

---

UNIVERSIDAD



# Modelación Hidrológica e Hidráulica En Ingeniería SIG

# Contenido



1. Conceptos SIG



2. Georreferenciación



3. Georreferenciación  
en Colombia



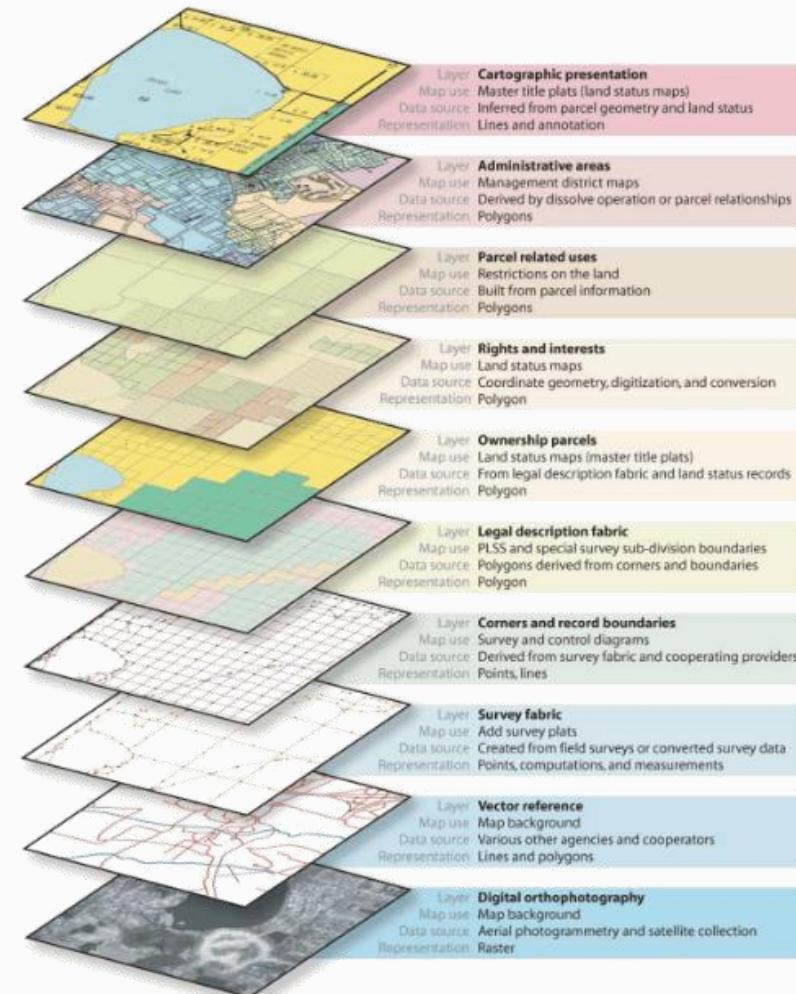
4. Codificación y  
tipos de datos



5. Herramientas de  
geoprocесamiento



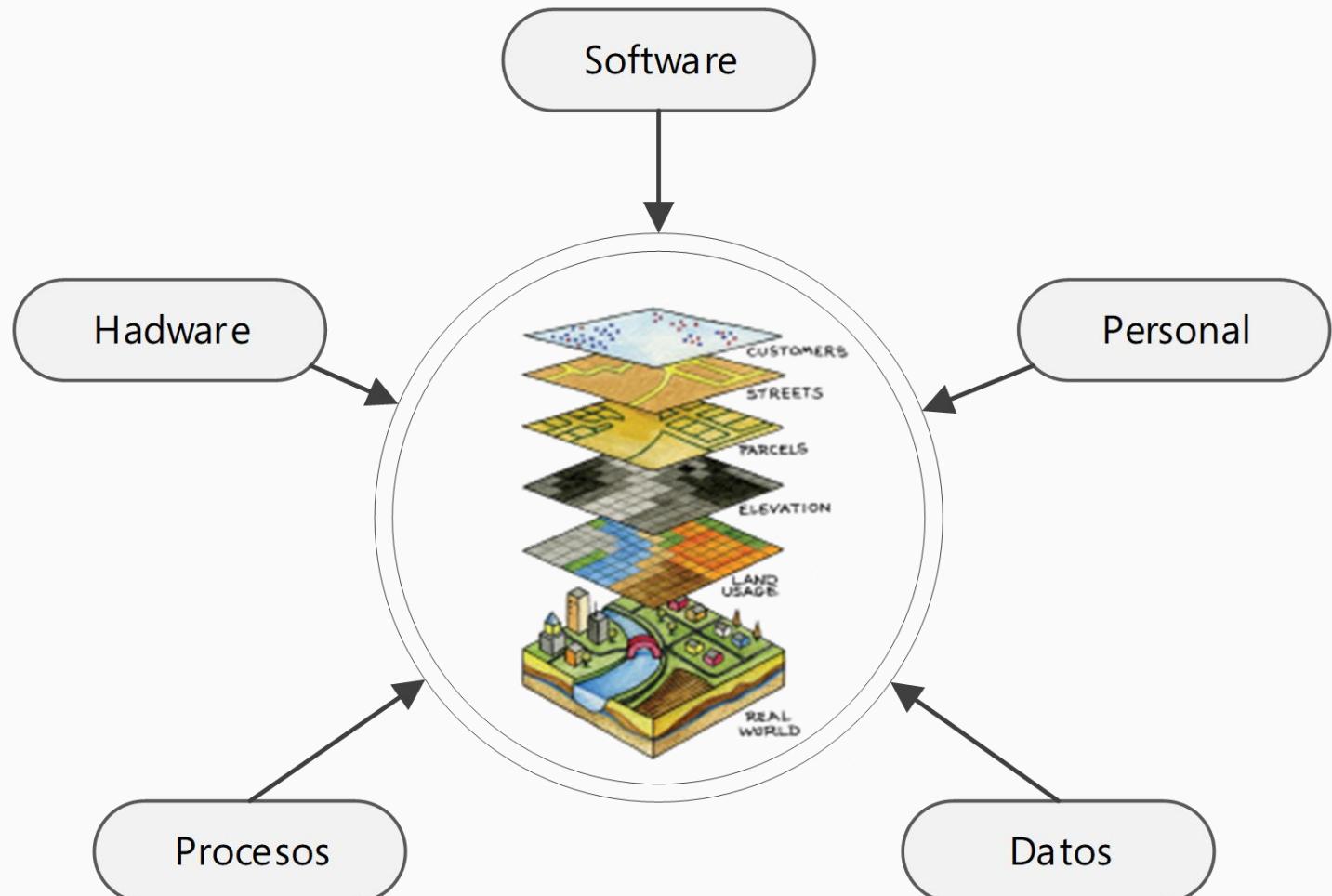
# ¿Qué es un SIG?



Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-ND](#)

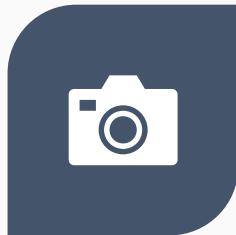


# ¿Qué es un SIG?

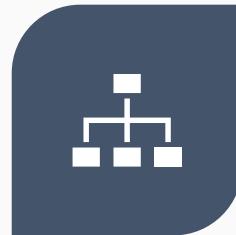




# Potencial



CAPTURA DE DATOS



ALMACENAMIENTO  
Y ORGANIZACIÓN



ANÁLISIS ESPACIAL



VISUALIZACIÓN



CREAR CONSULTAS  
INTERACTIVAS



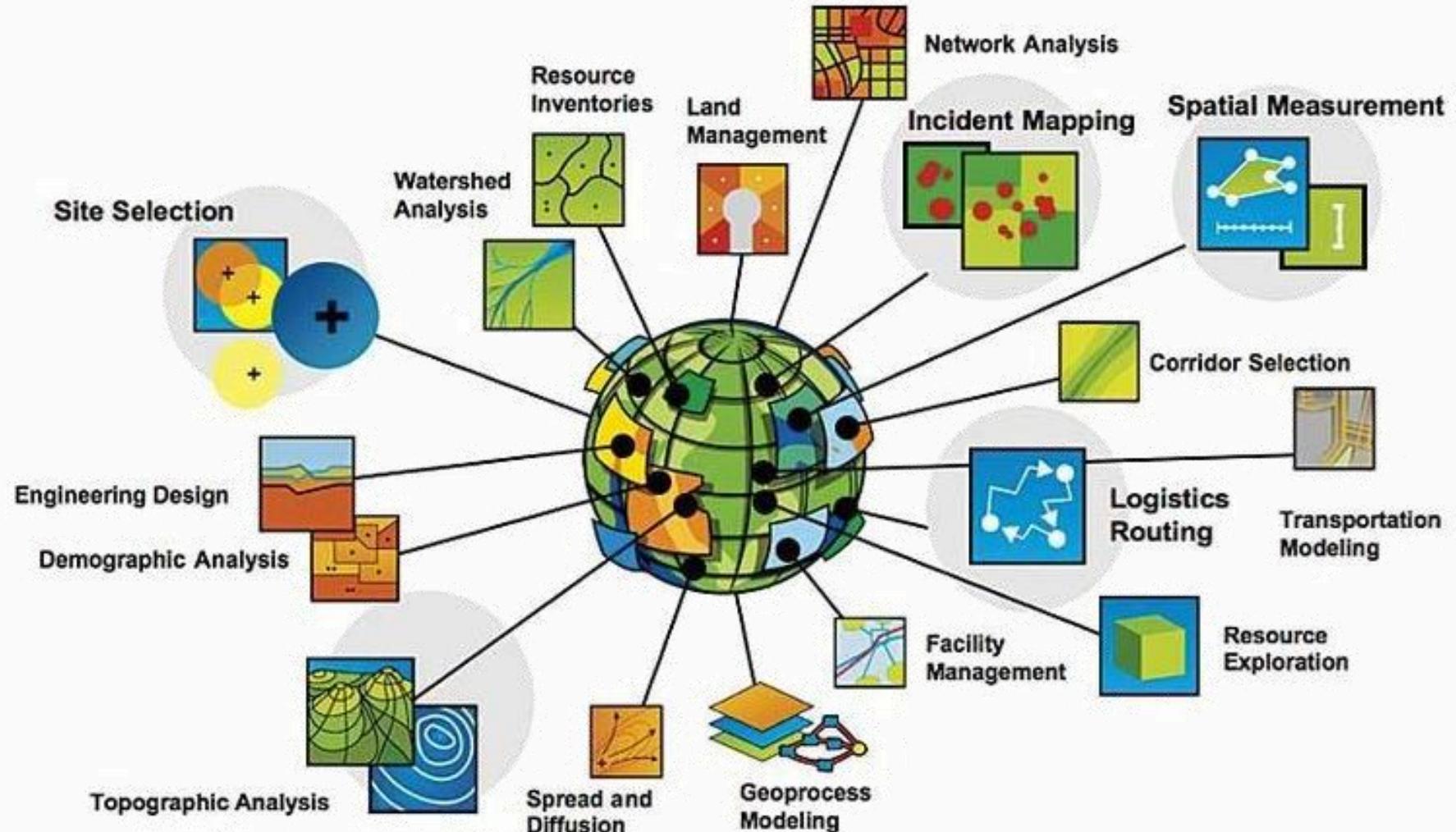
COMPARTIR DATOS  
GEOGRÁFICOS



TOMA DE  
DECISIONES



# Aplicación





# Tipos de herramienta SIG



Escritorio



Servicios web



Bases de  
datos



Librerías



Visualización



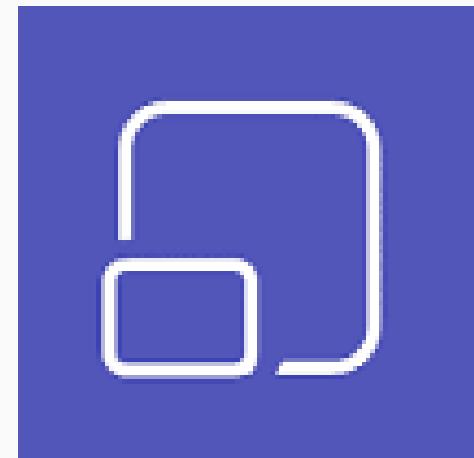
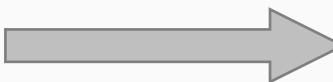
Aplicaciones  
móviles



Sensores  
Remotos

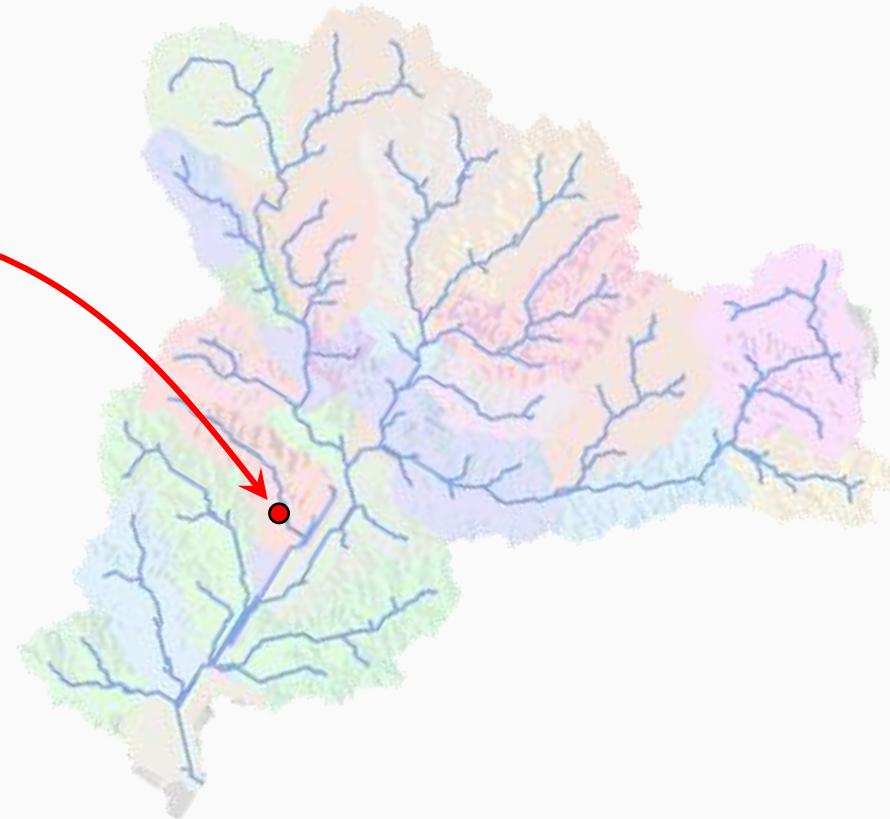


# Actividad 1



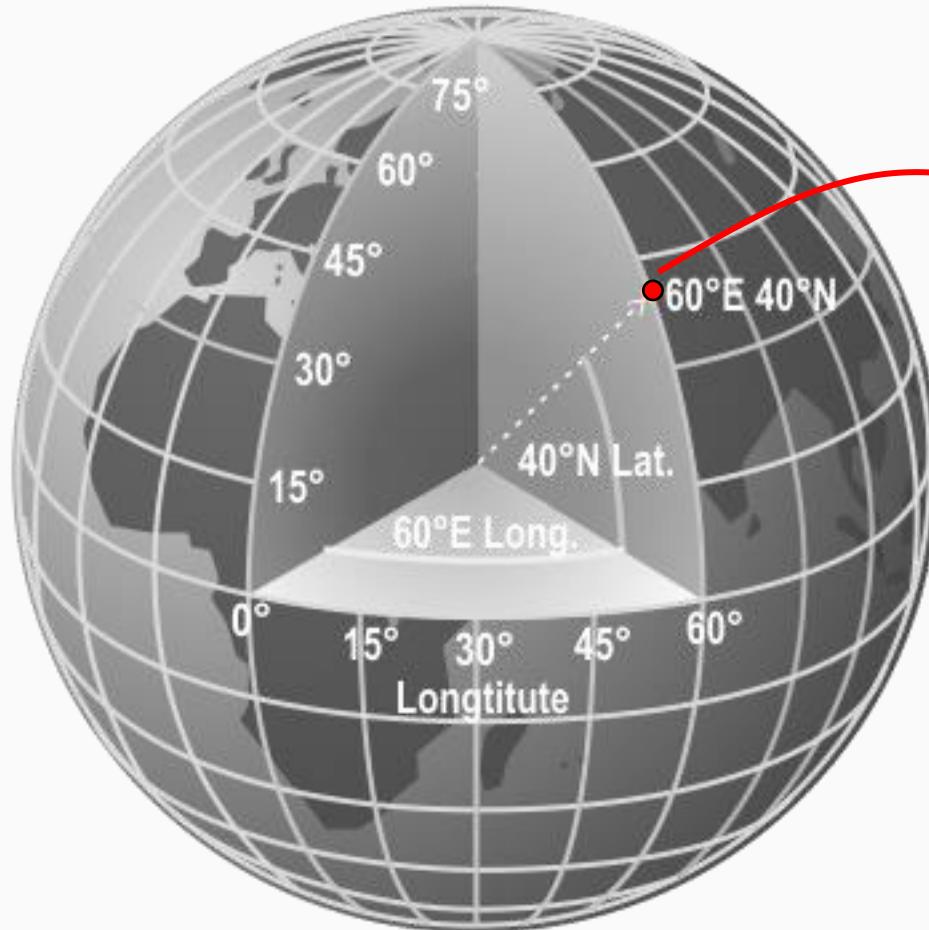


# Georreferenciación





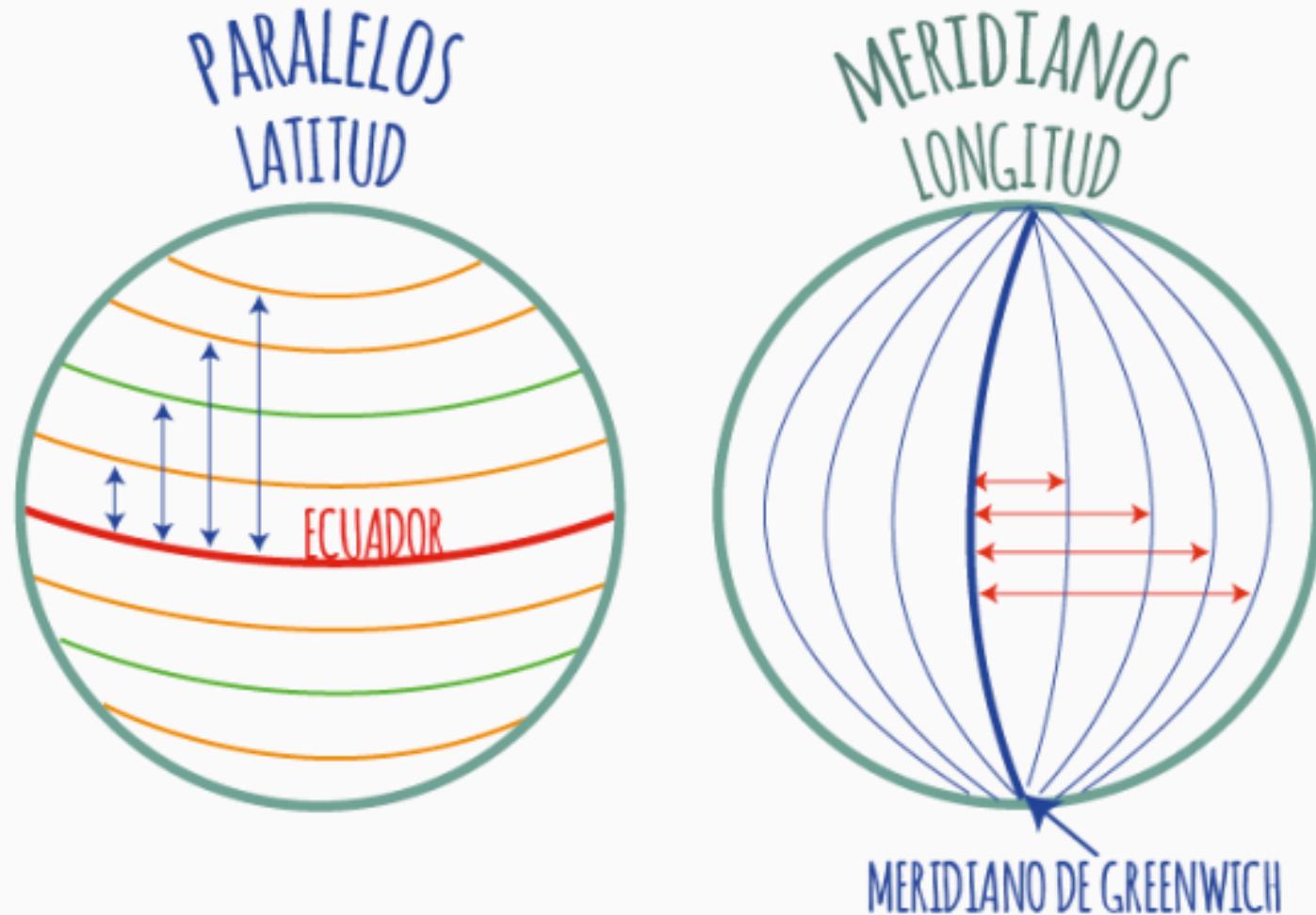
# Sistema de Coordenadas Geográfica (SCG o CRS)



Daşoguz Region,  
Turkmenistan

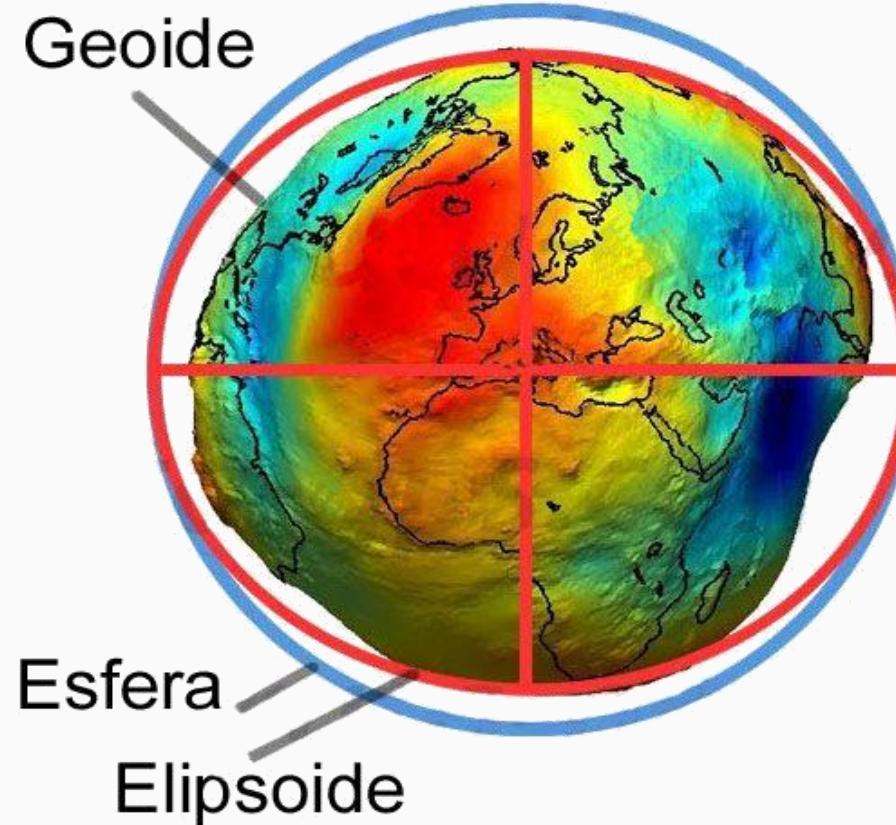


# Sistema de Coordenadas Geográfica (SCG o CRS)





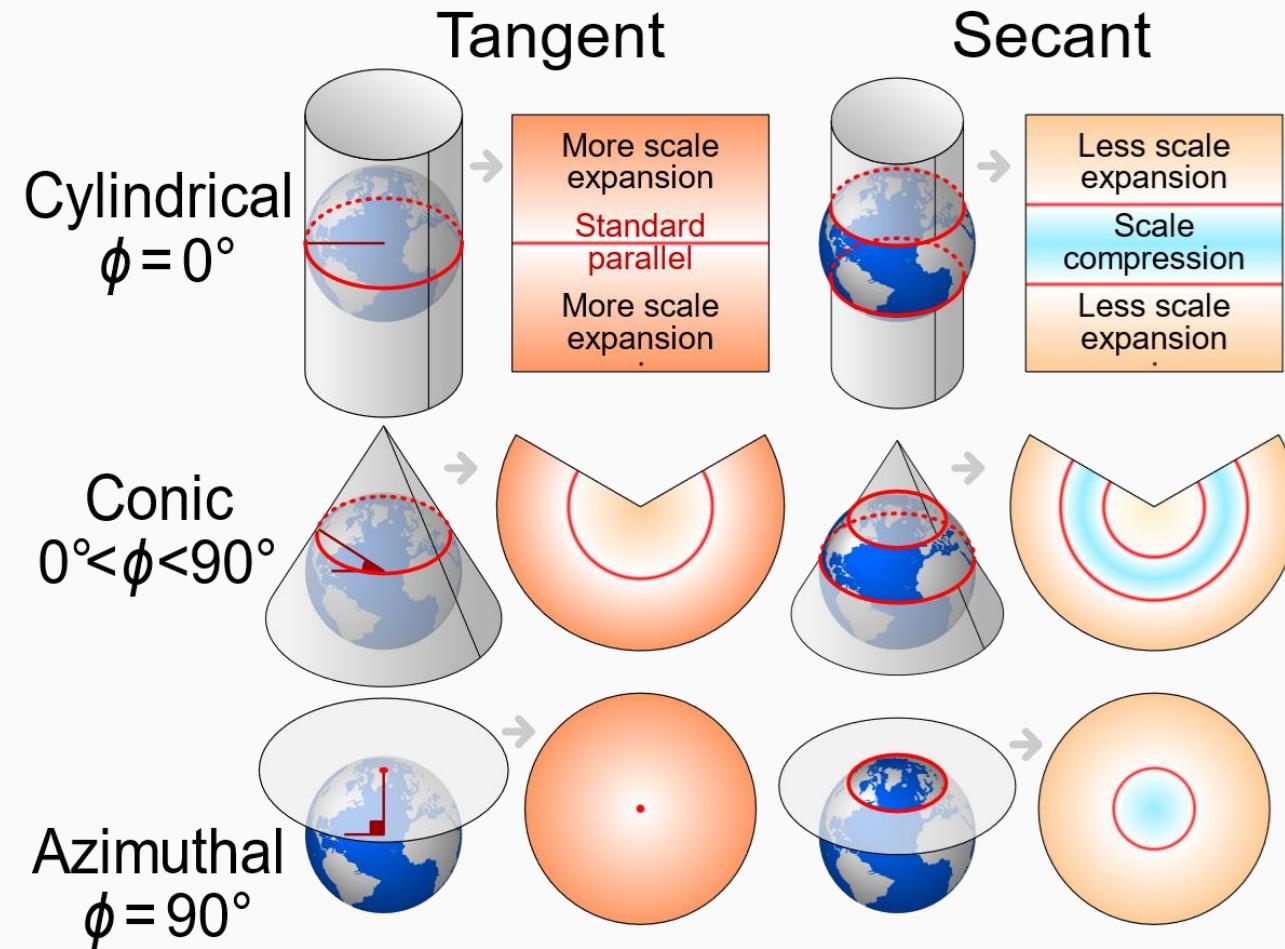
# Sistema de Coordenadas Geográfica (SCG o CRS)



- ✓ WGS84 (World Geodetic System 1984).
- ✓ NAD83 (North American Datum 1983)
- ✓ SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas).
- ✓ UTM

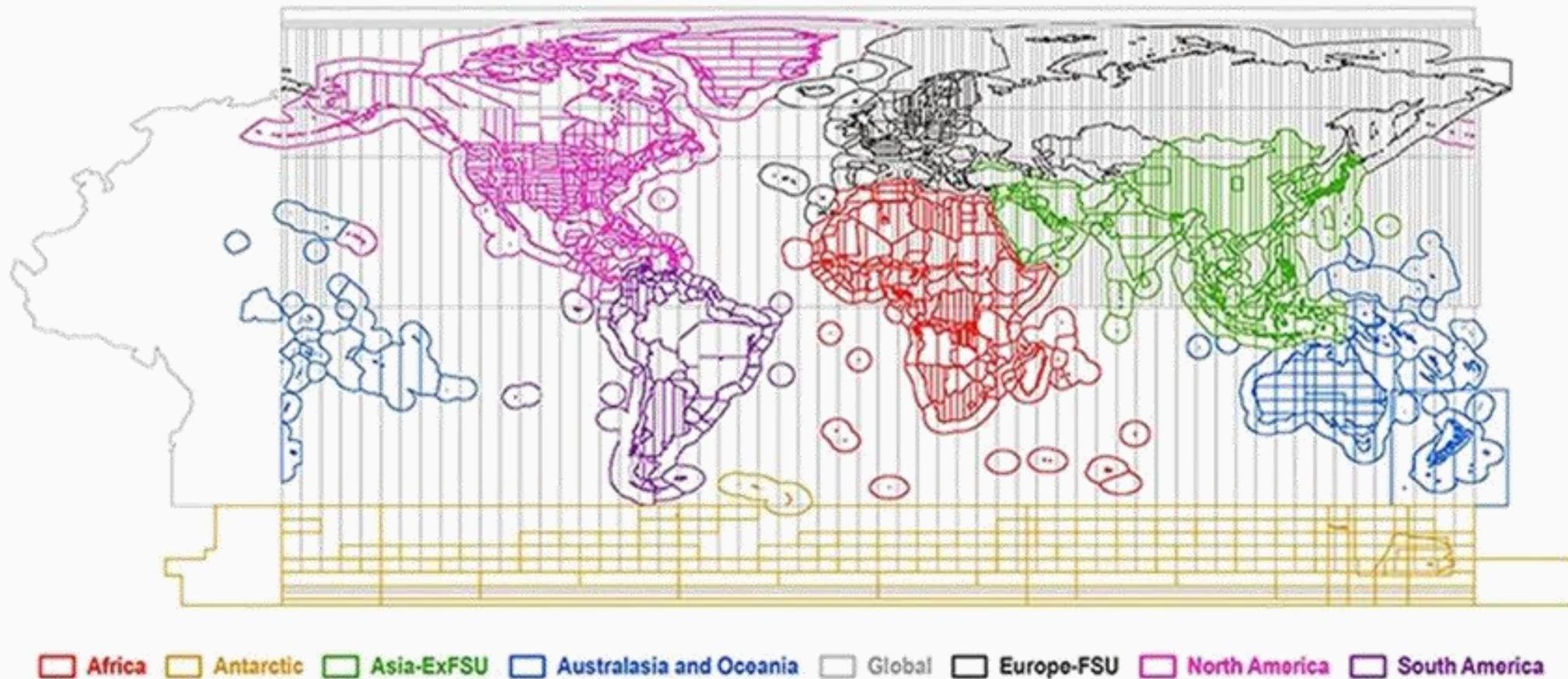


# Sistema de Proyección de Coordenadas





# EPSG



■ Africa ■ Antarctic ■ Asia-ExFSU ■ Australasia and Oceania ■ Global ■ Europe-FSU ■ North America ■ South America



# SGR(CRS) en Colombia

Parámetro	Valor
Código EPSG	4686
Datum geodésico*	MAGNA-SIRGAS*
Elipsoide	GRS 1980
Meridiano Principal	Greenwich 0,00000000000000
Semieje mayor (a)	6378137 m
Semieje menor (b)	6356752.314 m

Coordinate Reference System      Authority ID

▼ **Geographic Coordinate Systems**

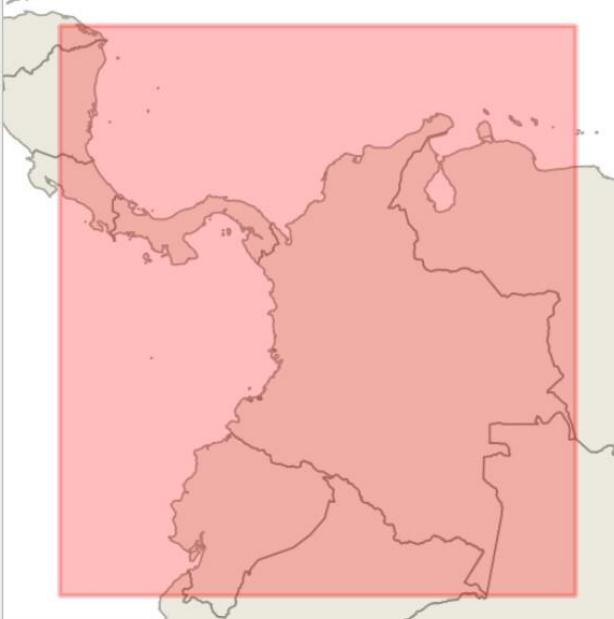
MAGNA-SIRGAS      EPSG:4686

**Properties**

- Geographic (uses latitude and longitude for coordinates)
- Static (relies on a datum which is plate-fixed)
- Celestial body: Earth
- Method: Lat/long (Geodetic alias)

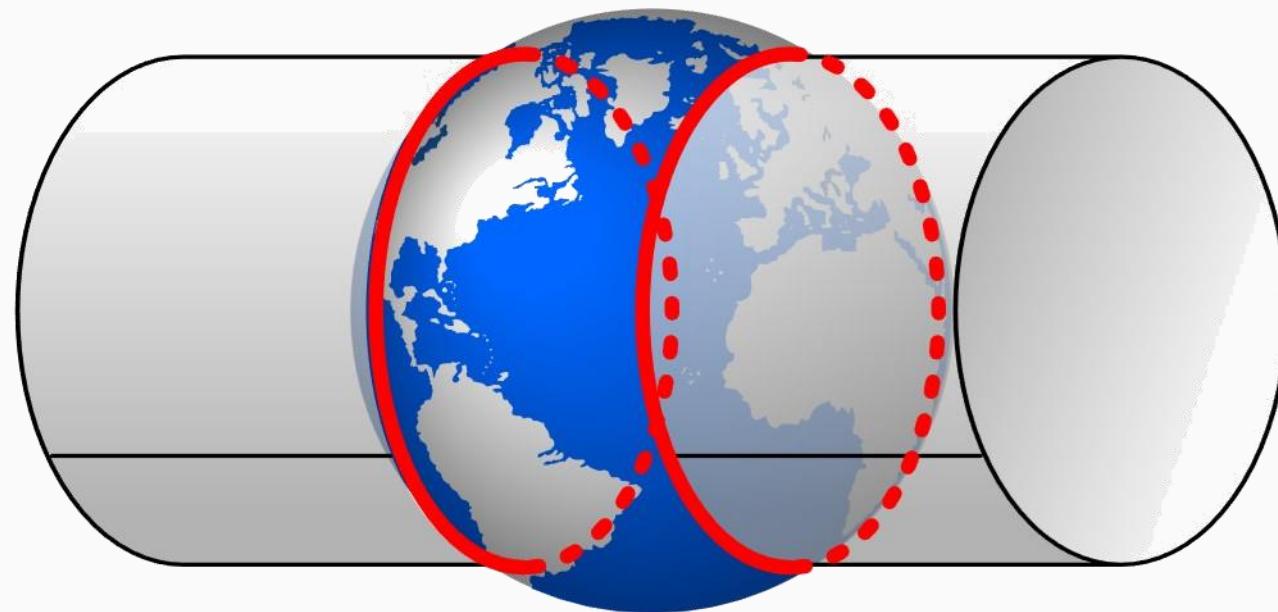
**WKT**

```
GEOGCRS ["MAGNA-SIRGAS",
    DATUM ["Marco Geocentrico Nacional de Referencia",
        ELLIPSOID ["GRS 1980",
            6378137, 298.25722101,
            LENGTHUNIT ["metre", 1]],
        PRIMEM ["Greenwich", 0,
            ANGLEUNIT ["degree",
                0.0174532925199433]],
        CS [ellipsoidal, 2],
        AXIS ["geodetic latitude (Lat)", north,
            ORDER [1],
            ANGLEUNIT ["degree",
                0.0174532925199433]],
        AXIS ["geodetic longitude (Lon)", east,
            ...]]]
```





# Sistema de Proyección en Colombia



Transversa de Mercator Secante



# Sistema de Proyección en Colombia

Parámetro	Valor
Código EPSG	9377
q	MAGNA-SIRGAS/Origen Nacional
Proyección	Transversa Mercator Secante
Datum	Marco Geocéntrico Nacional de Referencia
Elipsode	GRS1980
Latitud de origen	4°
Meridiano central	-73°
Falso este	5000000 m
Falso norte	2000000 m
Factor de escala	0.9992

Coordinate Reference System

MAGNA-SIRGAS / Origen-Nacional	Authority ID
MAGNA-SIRGAS_CMT12	EPSG:9377
	ESRI:103599

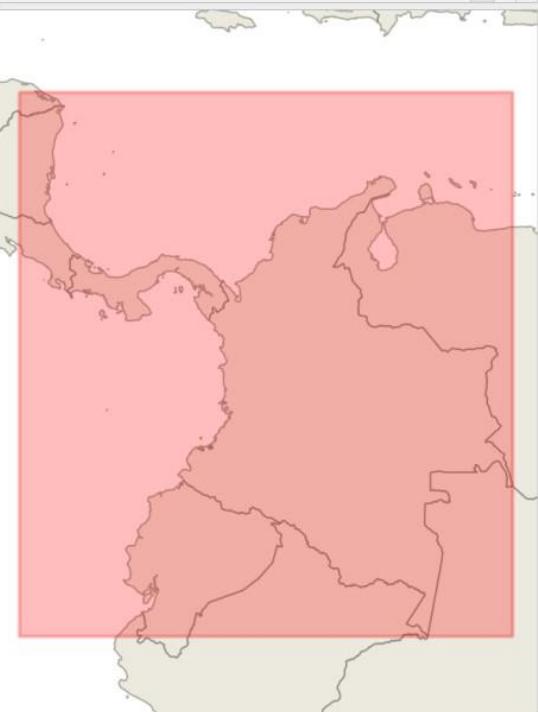
**MAGNA-SIRGAS / Origen-Nacional**

**Properties**

- Units: meters
- Static (relies on a datum which is plate-fixed)
- Celestial body: Earth
- Method: Transverse Mercator

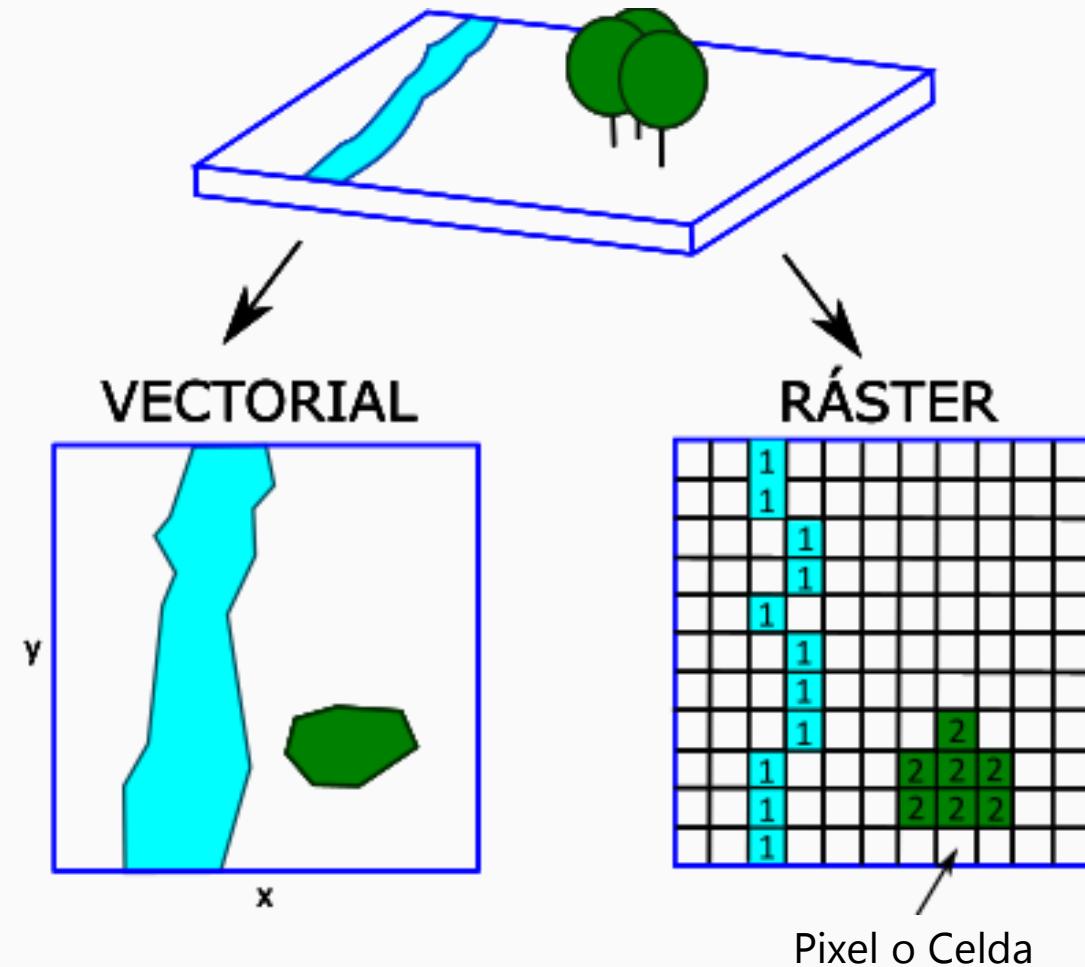
**WKT**

```
PROJCRS["MAGNA-SIRGAS / Origen-Nacional",
    BASEGEOCRS["MAGNA-SIRGAS",
        DATUM["Marco Geocentrico Nacional de Referencia",
            ELLIPSOID["GRS 1980",
                LENGTHUNIT["metre",1]],
            PRIMEM["Greenwich",0,
                ANGLEUNIT["degree",
                    0.0174532925199433]],
            ID["EPSG",4686]],
        CONVERSION["Colombia Transverse Mercator",
            METHOD["Transverse Mercator",
                ID["EPSG",9807]],
            PARAMETER["Latitude of natural origin",
                4,
                ANGLEUNIT["degree",
                    0.0174532925199433],
                ID["EPSG",8801]],
            PARAMETER["Longitude of natural origin",
                -73,
                ANGLEUNIT["degree",
                    0.0174532925199433],
                ID["EPSG",8802]],
            PARAMETER["Scale factor at natural origin",
                0.9992,
                SCALEUNIT["unity",1]]]
```



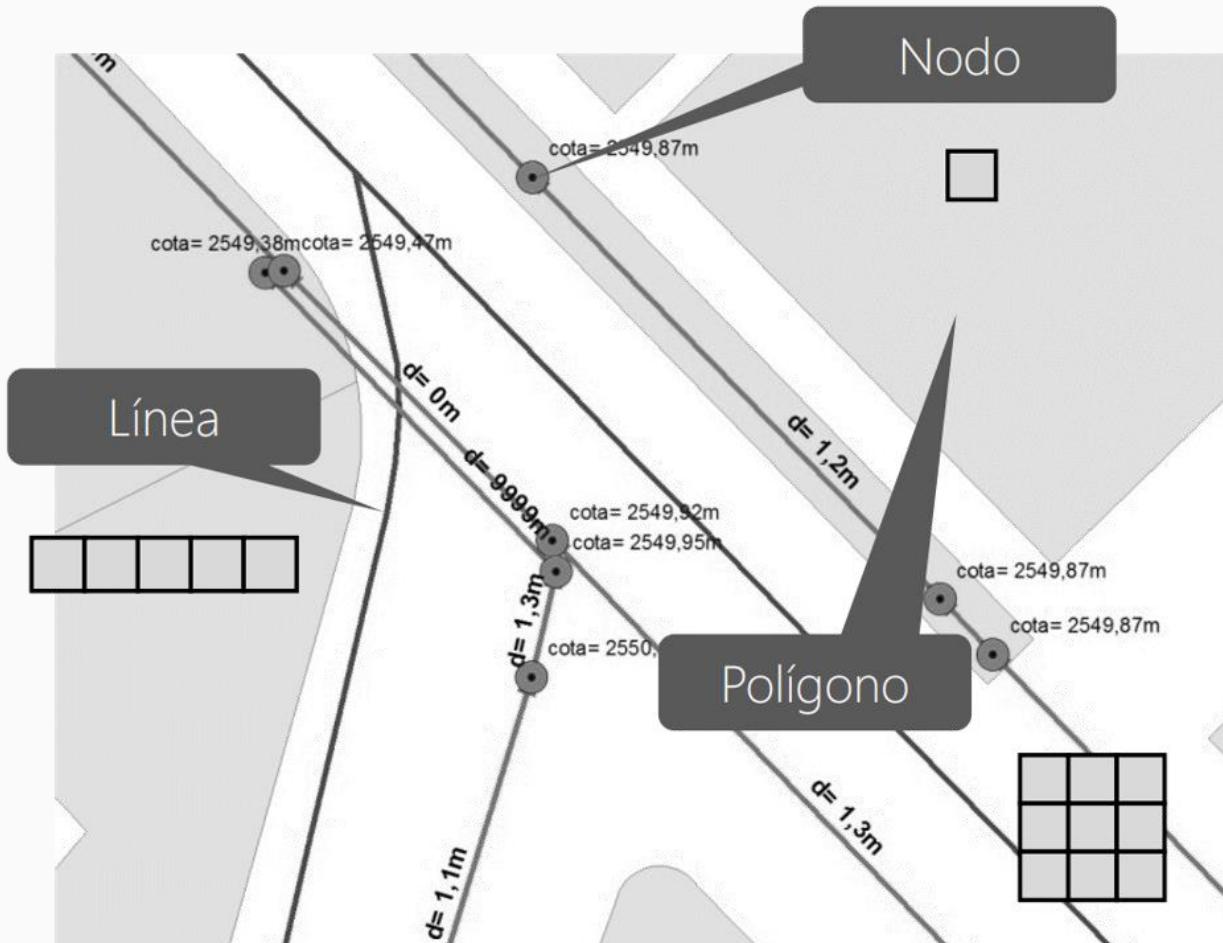


# Tipos de representación





# Representación vectorial

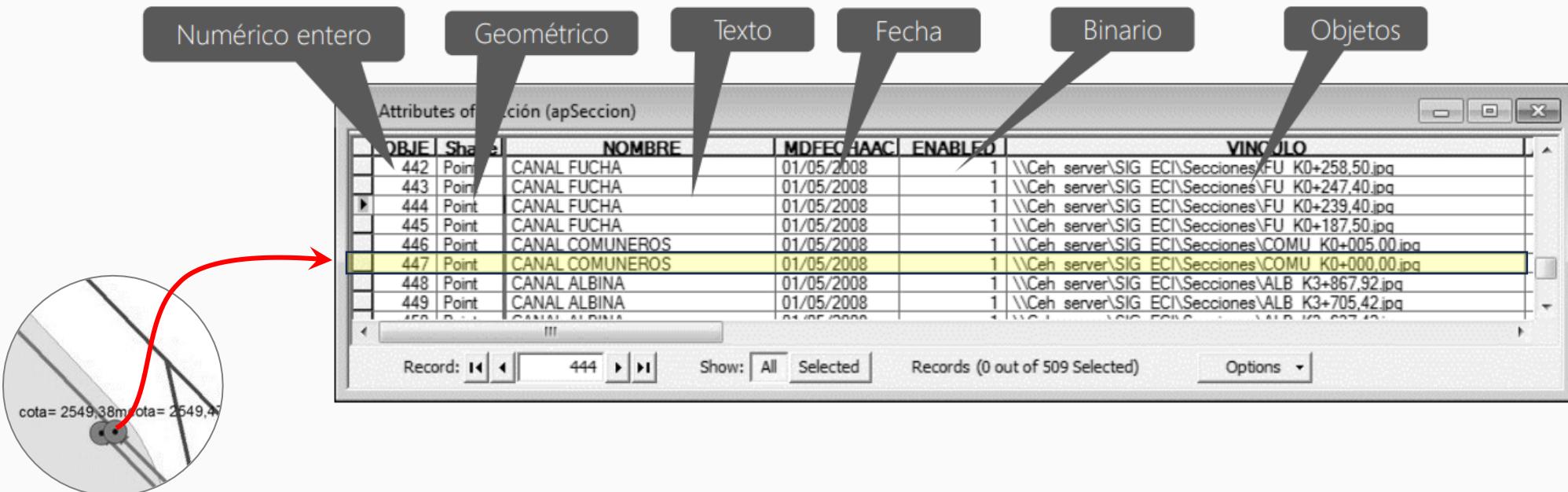


- ✓ Shapefile (.shp)
- ✓ CAD (.dwg, .dfx, .dgn)
- ✓ Separados por coma CSV (.csv)
- ✓ Google (KML)
- ✓ Lenguaje de marcado XML/GML
- ✓ GPX (datos GPS).
- ✓ Puntos lidar (.las o .laz)



# Representación vectorial

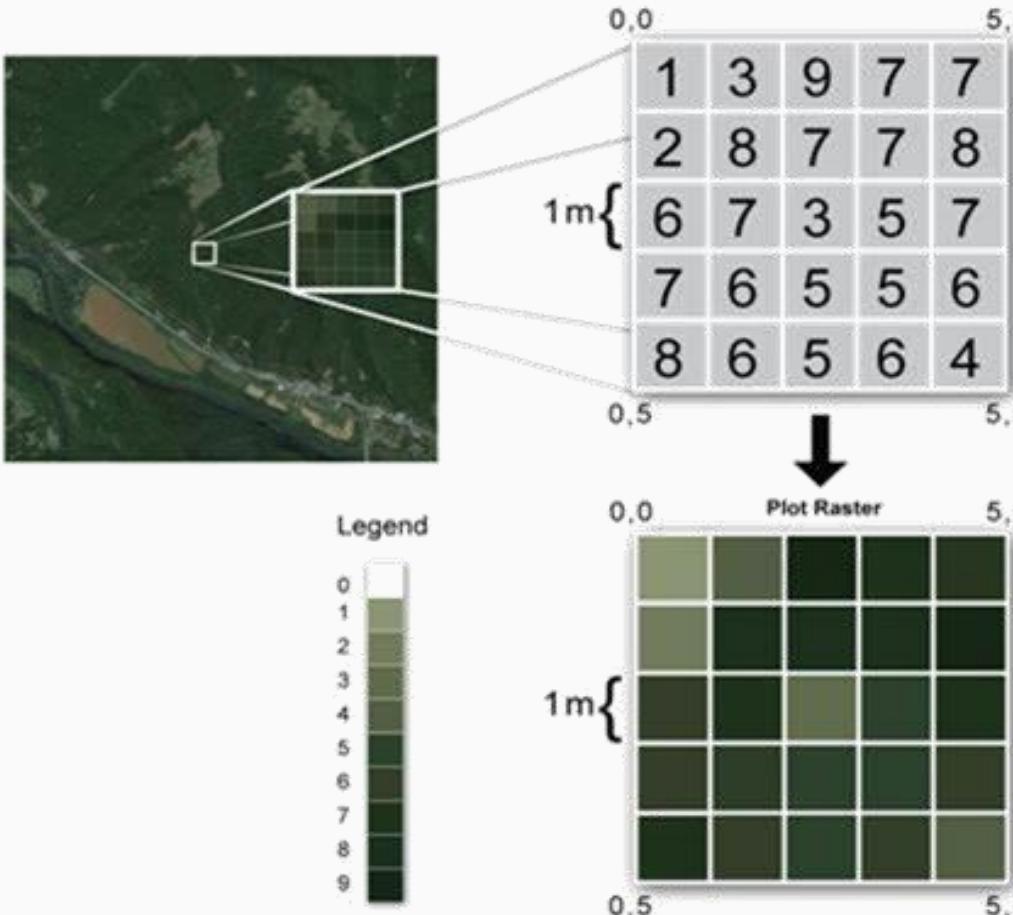
Numérico entero      Geométrico      Texto      Fecha      Binario      Objetos



OBJE	Shape	NOMBRE	MDEFOAAC	ENABLED	VINCULO
442	Point	CANAL FUCHA	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\FU K0+258,50.jpg
443	Point	CANAL FUCHA	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\FU K0+247,40.jpg
444	Point	CANAL FUCHA	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\FU K0+239,40.jpg
445	Point	CANAL FUCHA	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\FU K0+187,50.jpg
446	Point	CANAL COMUNEROS	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\COMU K0+005,00.jpg
447	Point	CANAL COMUNEROS	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\COMU K0+000,00.jpg
448	Point	CANAL ALBINA	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\ALB K3+867,92.jpg
449	Point	CANAL ALBINA	01/05/2008	1	\Ceh server\SIG ECI\Secciones\ALB K3+705,42.jpg



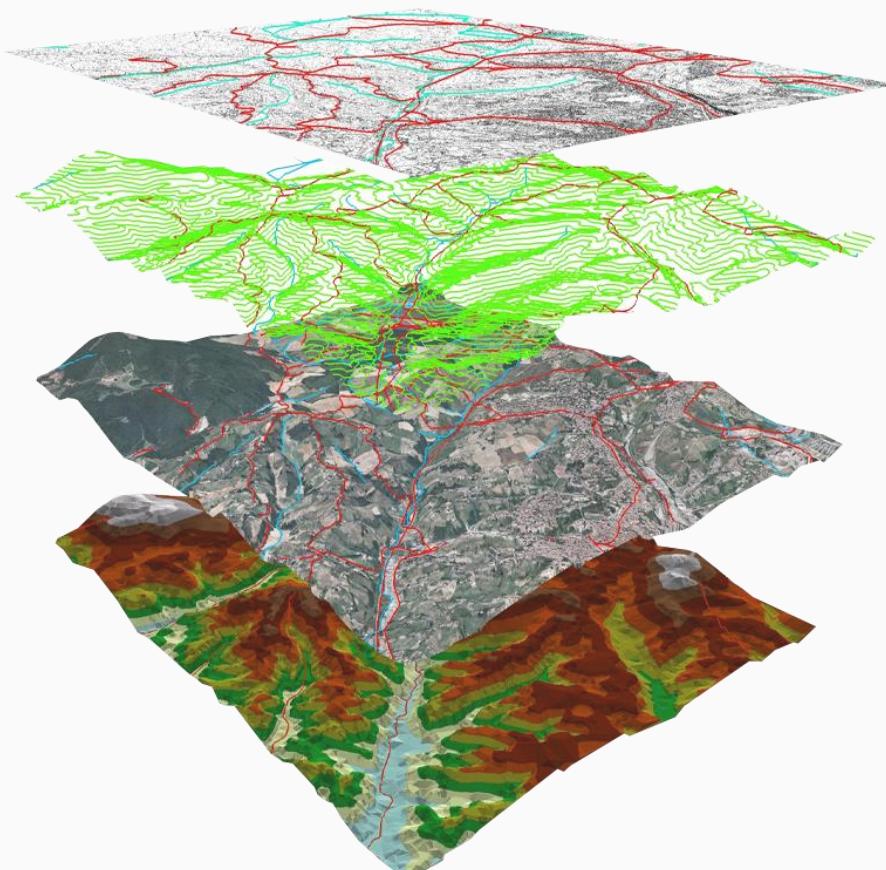
# Raster



- ✓ Imagen GeoTIFF (.tif)
- ✓ American Standard Code for Information Interchange ASCII (.asc)
- ✓ Cuadrícula de Golden Software (.grd)
- ✓ RAS Mapper (.hdf)
- ✓ STRM (.hgt)
- ✓ Otras Imágenes (.gfw, .jgw)
- ✓ Mapa de bits (BMP)



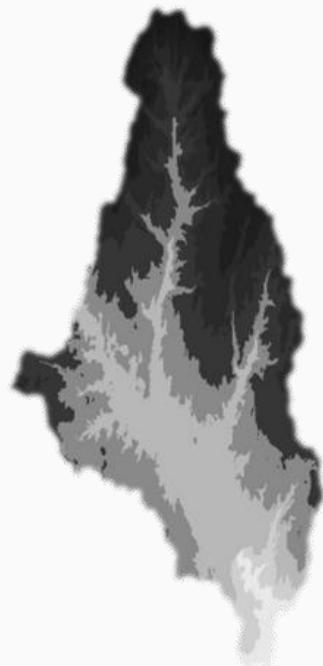
# Mixtos



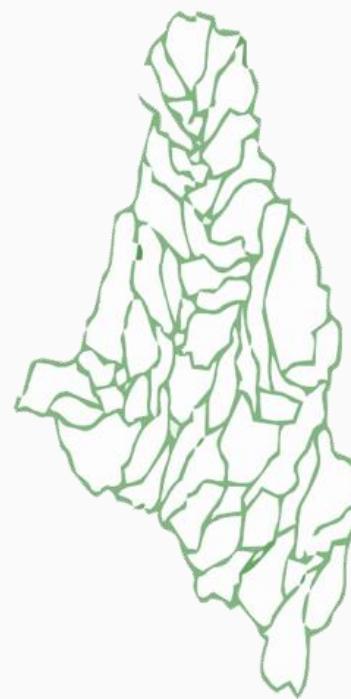
- ✓ Earth o Maps (KMZ)
- ✓ Multidimensionales (netCDF)
- ✓ Paquetes Geográficos
  - ✓ ArcGIS - Geodatabase (.gdb o .mdb)
  - ✓ OGS - GeoPackage (.gpkg)



# ¿Por qué combinar?



Modelo digital  
de elevaciones



Cuencas



Ríos



Cuerpos  
De agua

•

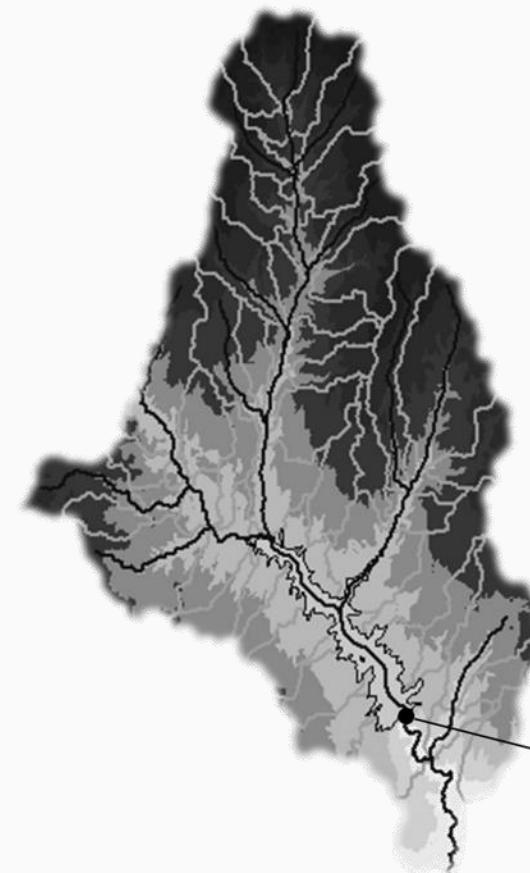


Estación  
hidroclimática

Tablas y  
otros atributos

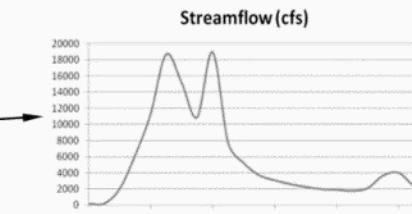


# ¿Por qué combinar?



Para obtener una base de datos integrada  
por diferentes elementos vectoriales y de tipo  
Raster que permitan ensamblar un modelo  
geográfico e hidráulico de una cuenca  
hidrográfica

Adicionalmente para relacionar  
información en tiempo y espacio  
(¿cuando y donde?)



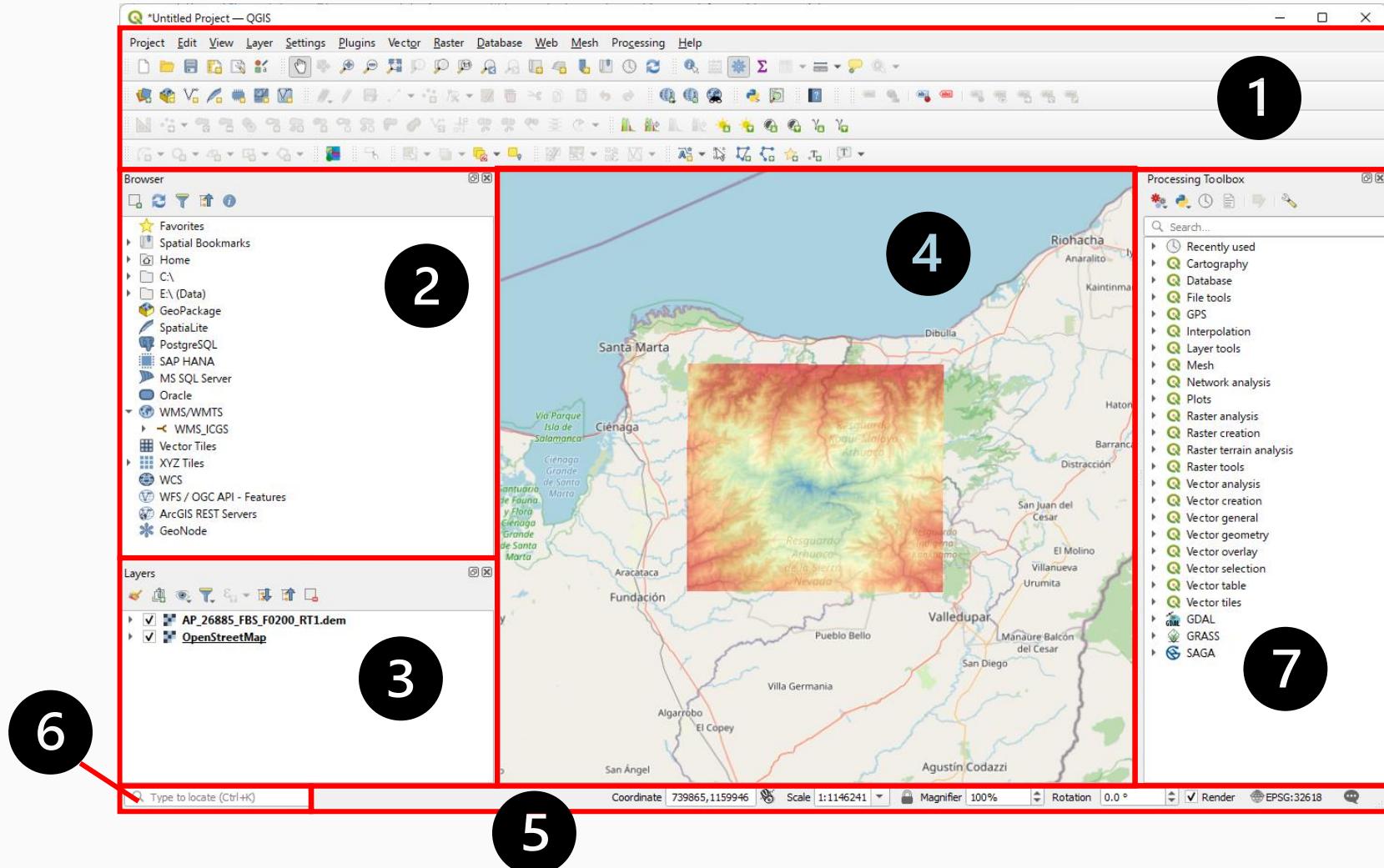


# Actividad 2

1. Consulte que es un archivo con extensión “.prj” en SIG. Genere un archivo de este tipo con la información del Sistema de Proyección de Coordenadas Origen Nacional (EPSG: 9377).
2. Descargue los archivos que encontrará en las carpetas del curso, utilice alguna herramienta SIG para explorar e identificar la información y tipo de datos de cada uno de los archivos.
3. Exporte algunos de los archivos de la carpeta “Actividad 2” realizando la reproyección de coordenadas a las de Origen Nacional.
4. Investigue qué son los archivos STRM.

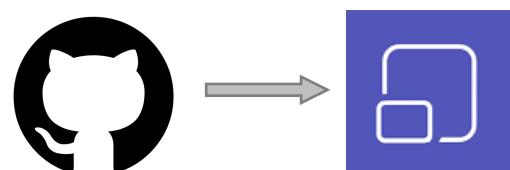


# Estructura General



# Actividad 3

1. Realiza el mismo proceso de visualización desarrollado y presentado en el ejemplo del caso de estudio por tu propia cuenta.
2. Con base en la información, determina cuál es el municipio más grande y más pequeño del país.
3. Con base en la información disponible encuentra cuál es el municipio con mayor precipitación anual.





# Herramientas de Geoprocесamiento



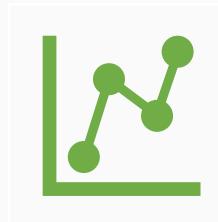
Selección e  
identificación



Edición y digitalización



Análisis  
espacial



Estadísticas espaciales



Geoprocесamiento  
de imágenes



# Selección e identificación

The screenshot shows a QGIS interface with the following elements:

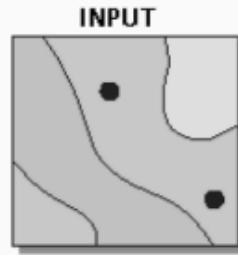
- Toolbar:** Standard QGIS toolbar with various tools for selection, measurement, and editing.
- Browser:** Shows project structure with layers like "Actividad1", "Actividad2", "Actividad3", and "Municipios".
- Layers:** Layers panel showing "Actividad1", "Actividad2" (selected), "Actividad3", and "Municipios".
- Map View:** A map of Cundinamarca, Colombia, with municipalities colored in various shades of blue, purple, and green. Red dots represent selected features.
- Processing Toolbox:** Opened toolbox containing numerous geoprocessing algorithms categorized by tool type.
- Table:** A table titled "Municipios — Features Total: 1128, Filtered: 7, Selected: 7" showing the following data:

OBJECTID	ID_ESPACIA	AREA_OFICI	ENTIDAD_TE	NOM_DEPART	NOM_MUNICI	COD_DEPTO	Shape_Leng	Shape_Area	Areakm2
1	461	25785	74.0000000000	Cabecera Muni...	CUNDINAMARCA TABIO	25	40676.83509500...	75627903.45600...	75.62790345600
2	463	25126	53.0000000000	Cabecera Muni...	CUNDINAMARCA CAJICÁ	25	34629.70869600...	50740108.06310...	50.74010806310
3	464	25402	155.0000000000	Cabecera Muni...	CUNDINAMARCA LA VEGA	25	76080.15726350...	157065039.4079...	157.06503940800
4	552	25295	44.0000000000	Cabecera Muni...	CUNDINAMARCA GACHANCIPÁ	25	29342.77036590...	42916045.52260...	42.91604552260
5	582	25123	56.0000000000	Cabecera Muni...	CUNDINAMARCA CACHIPAY	25	41671.42069710...	52791084.28920...	52.79108428920
6	584	25269	160.0000000000	Cabecera Muni...	CUNDINAMARCA FACATATÍVÁ	25	60265.74991250...	152232648.5600...	152.23264856000
7	705	25898	55.0000000000	Cabecera Muni...	CUNDINAMARCA ZIPAÓN	25	38261.96678900...	55639546.06930...	55.63954606930





# Edición y digitalización



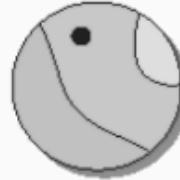
+

CLIP FEATURE

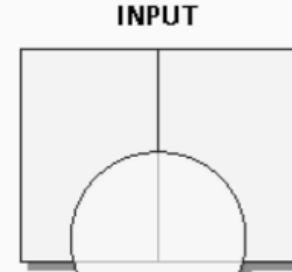


↓

OUTPUT



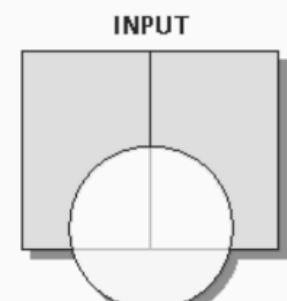
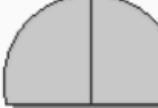
Recortar



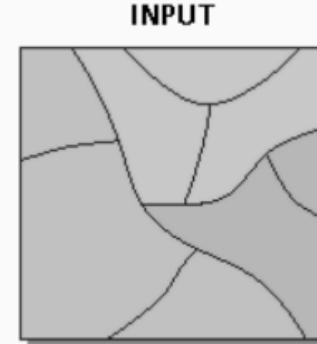
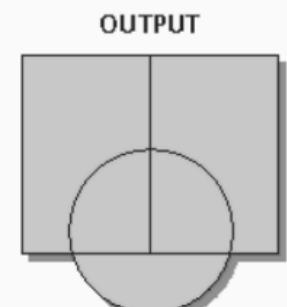
INTERSECT  
FEATURE

↓

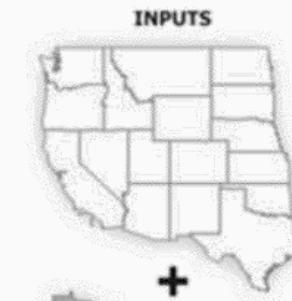
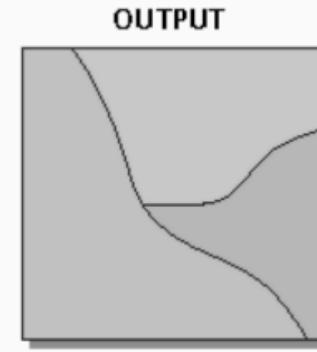
OUTPUT



↓



↓



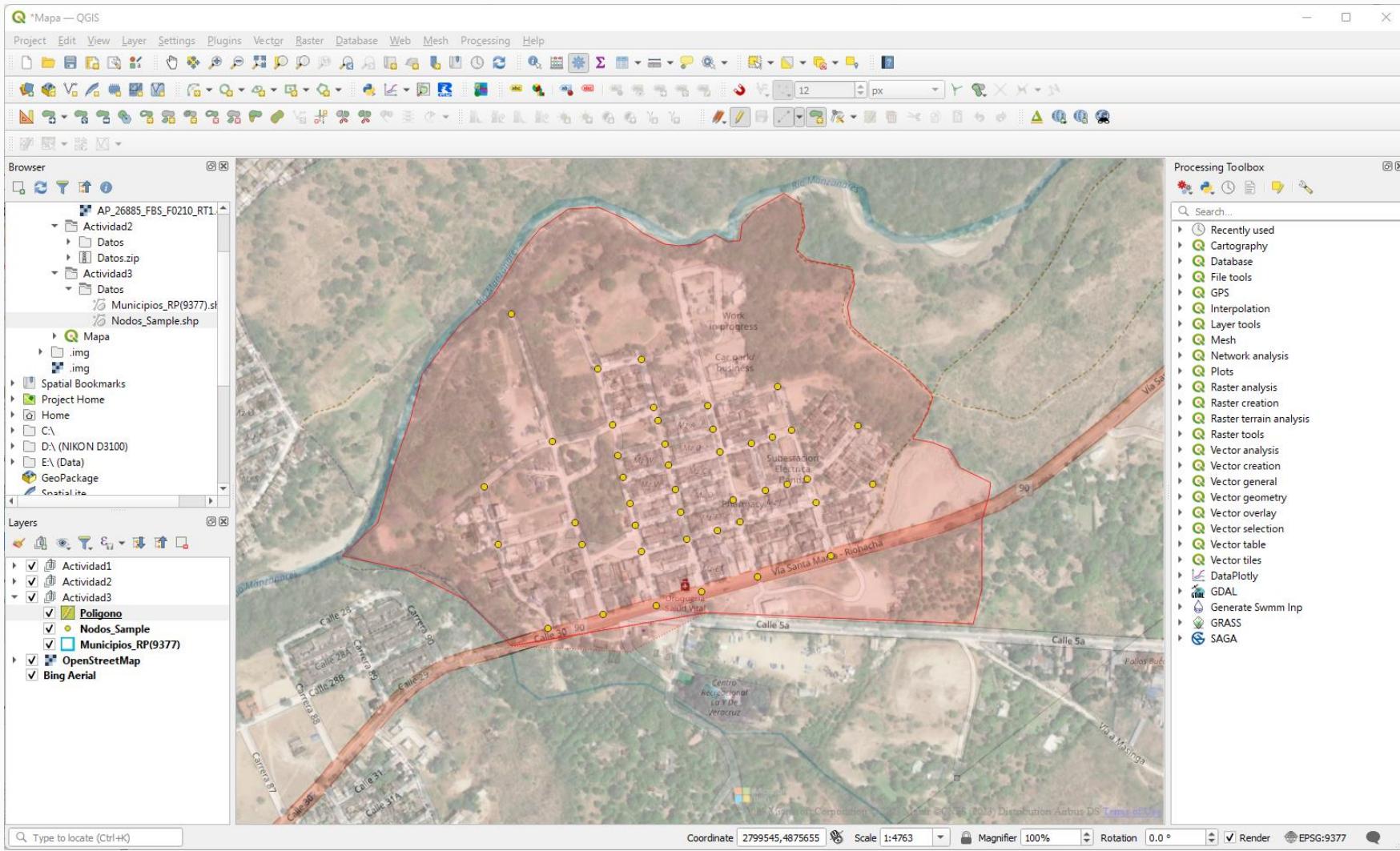
OUTPUT

Fusionar



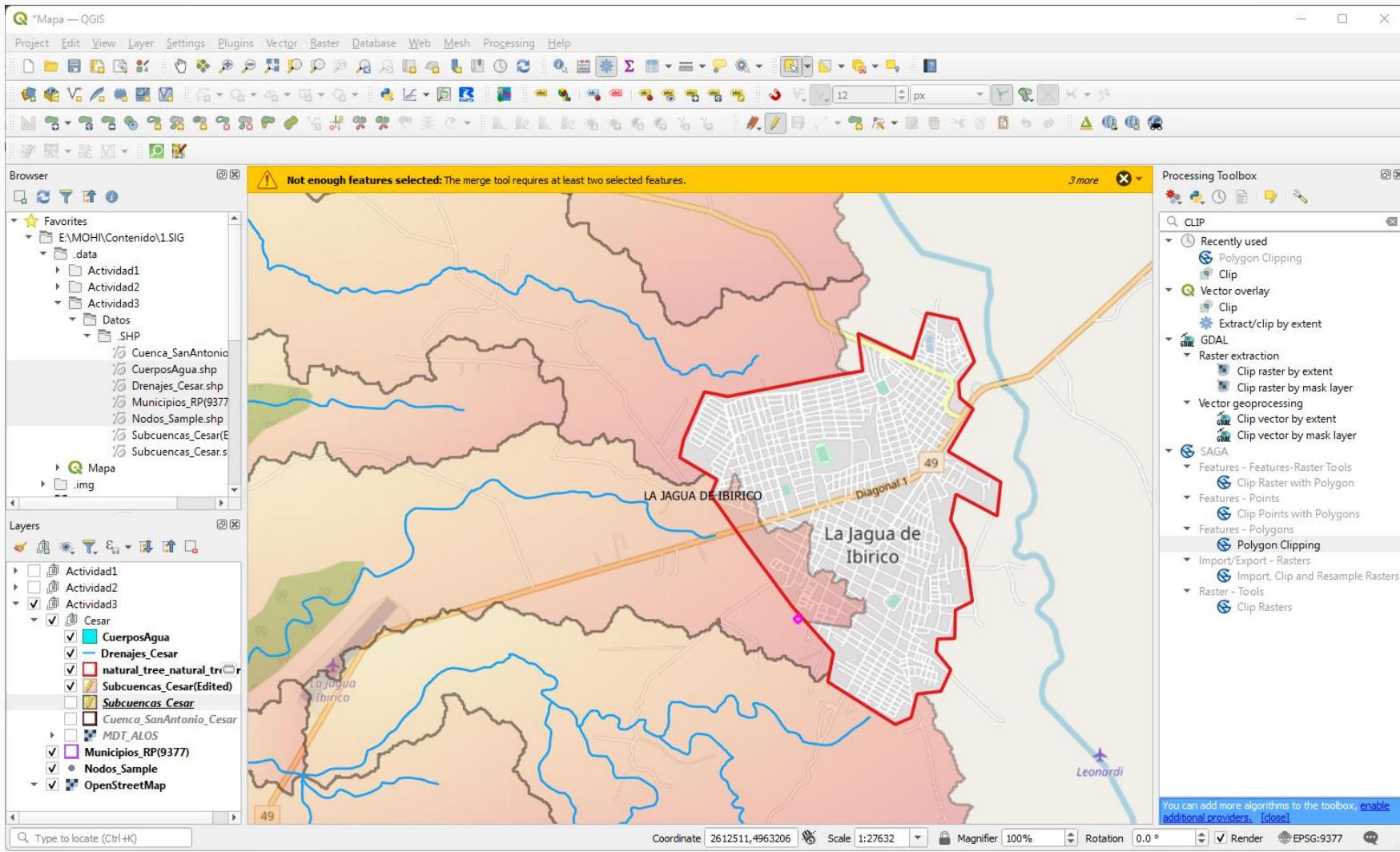


# Edición y digitalización





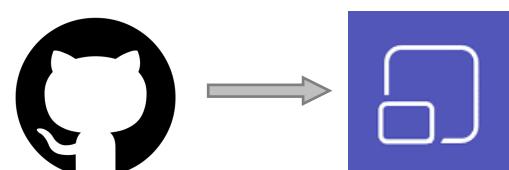
# Edición y digitalización





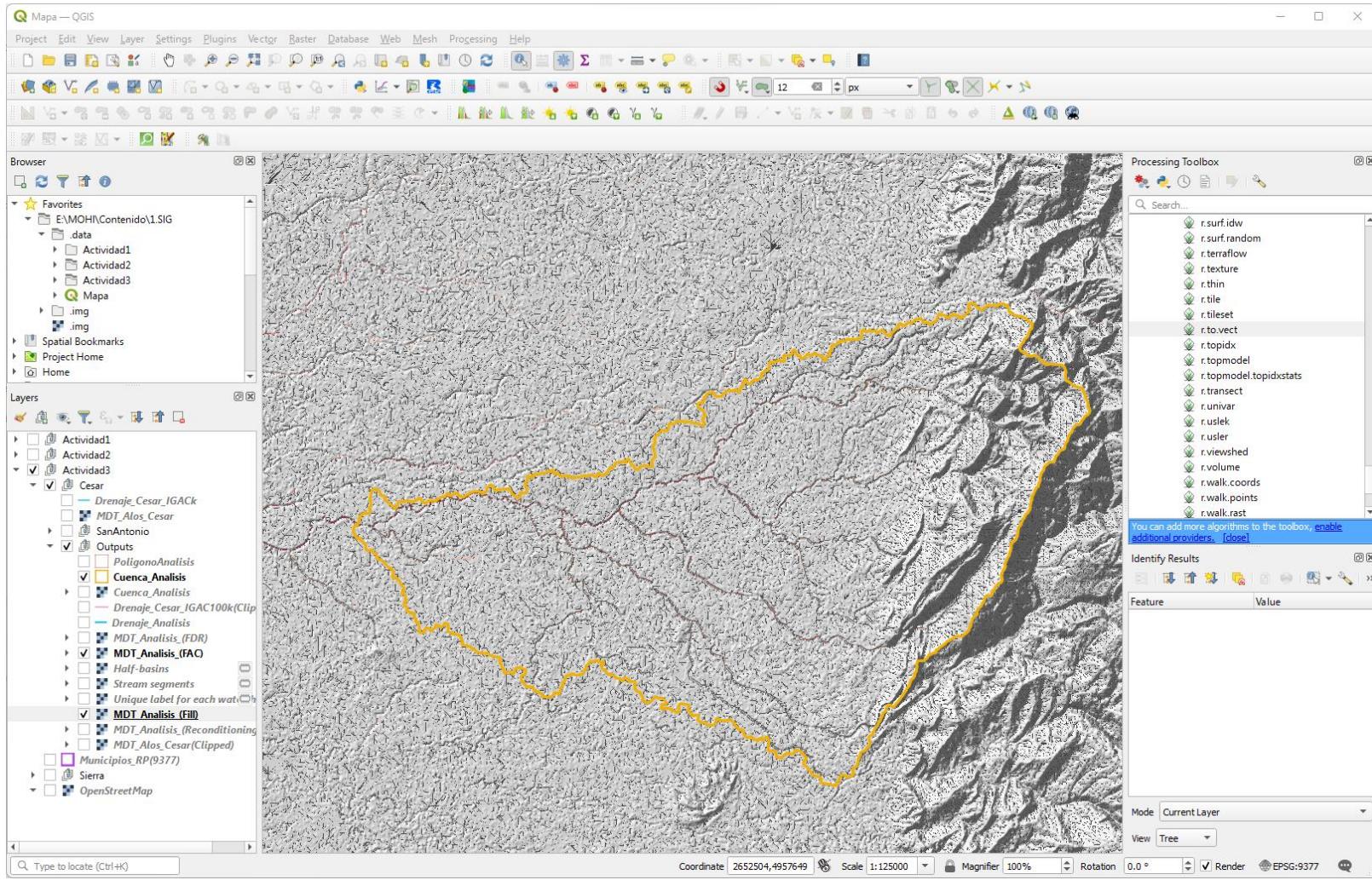
# Actividad 4A

1. A partir de la información existente, cree y edite las siguientes capas con el fin de tener información básica SIG para el estudio y diseño de un sistema de acueducto en Palmarito (Nuevo Colón) en el municipio de Pueblo Viejo.
  - Polígono que delimita la zona de estudio.
  - Corrientes naturales cercanas.
  - Posibles puntos o nodos del sistema de presión.
  - Posibles tramos del sistema de acueducto.
  - Capa de usos del suelo en la zona de estudio.
  - ¿Qué otra información considera necesaria para un estudio de estas características?





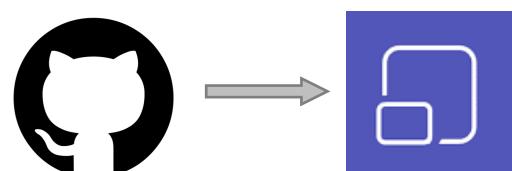
# Análisis espacial





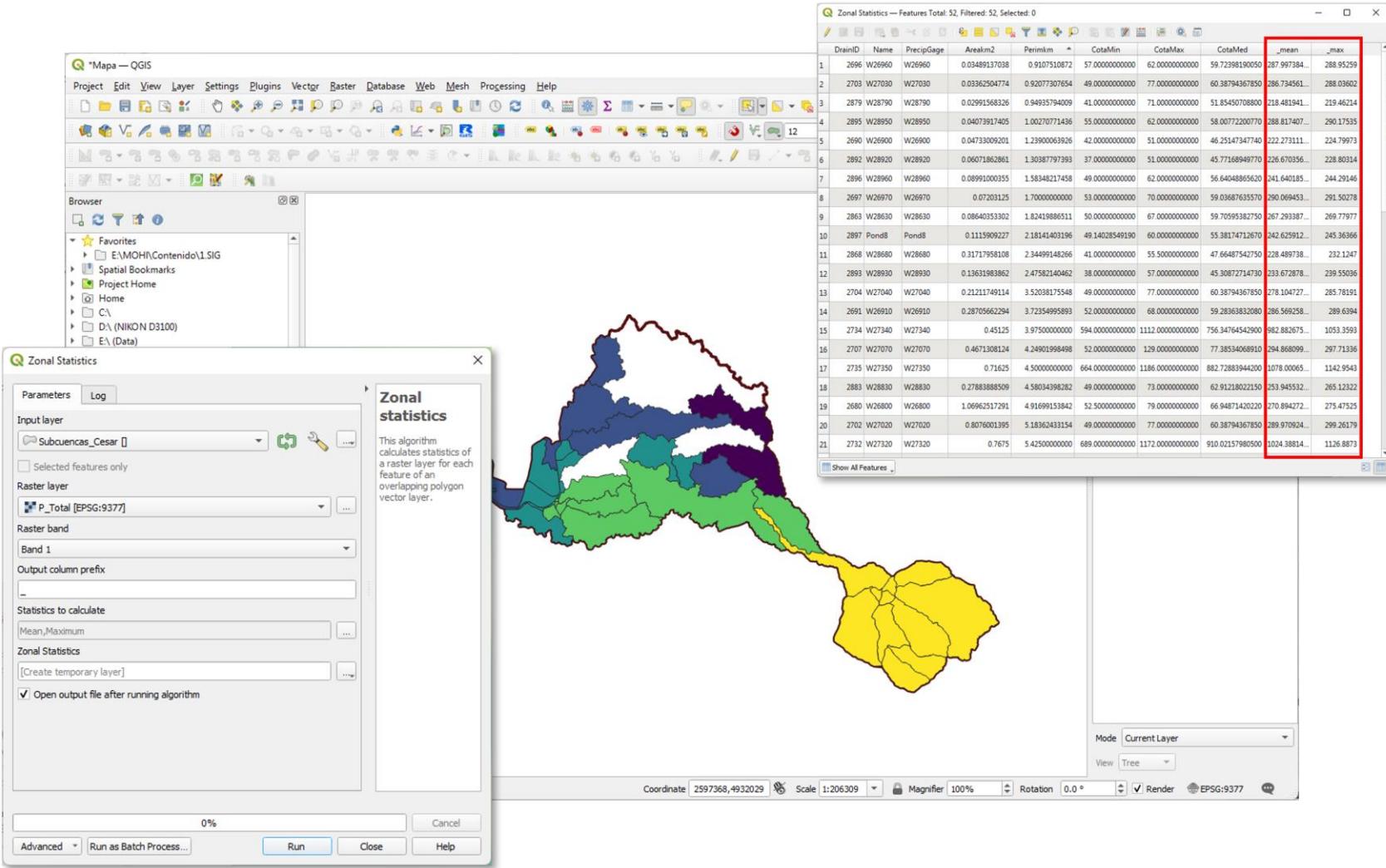
# Actividad 4B

1. Delimitación de cuencas hidrográficas.
  - Cargue el archivo **MDT\_Alos\_Cesar.tif** y realice un recorte con ayuda del polígono del archivo **PoligonoAnalisis.shp**.
  - Con ayuda de las herramientas **Raster(r\*)** de GRASS, realice la delimitación de la cuenca hidrográfica al punto de drenaje ubicado en: [X:4954505.1, Y:2638060.0].
  - Genere subcuencas de mínimo 25 km<sup>2</sup>. Para esto, parte de la capa con ajuste de sumideros (Fill) y recórtela al tamaño de la cuenca obtenida anteriormente. Luego utilice la herramienta **r.watershed**.
2. A partir de los datos de precipitación y las herramientas estadísticas, determine la precipitación media en cada una de las subcuencas.



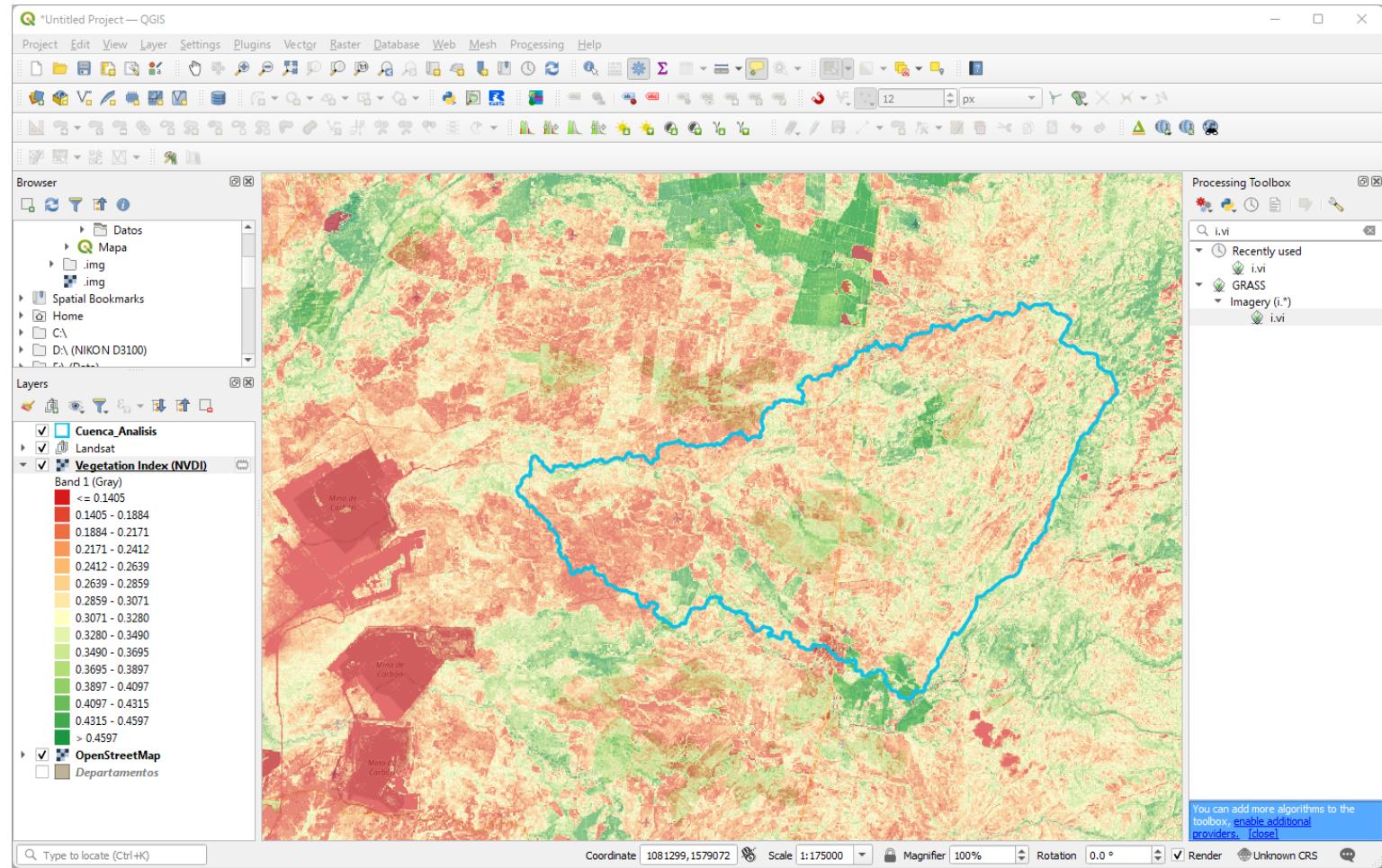


# Estadísticas espaciales





# Geoprocесamiento de imágenes





# Ejemplos Landsat 8

Gracias a las combinaciones de bandas podemos resaltar variaciones de color, textura, tonalidad y diferenciar los distintos tipos de cobertura que existen en la superficie, estas son las combinaciones de bandas más usadas:

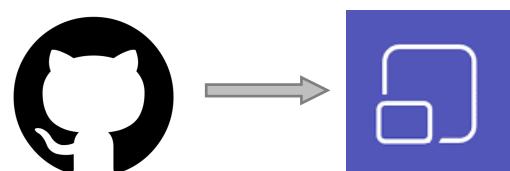
- ✓ **Bandas 4, 3, 2 (RGB):** Es una imagen de color natural. Refleja el área tal como la observa el ojo humano en una fotografía aérea a color.
- ✓ **Bandas 5, 4, 3 (RGB):** Tiene buena sensibilidad a la vegetación verde, la que aparece de color rojo, los bosques coníferos se ven de un color rojo más oscuro, los glaciares se ven de color blanco y el agua se ve de color oscuro debido a sus características de absorción.
- ✓ **Bandas 7, 5, 2 (RGB):** Esta combinación de bandas es ampliamente utilizada en geología. Utiliza las tres bandas menos correlacionadas entre sí. La banda 7, en rojo, cubre el segmento del espectro electromagnético en el que los minerales arcillosos absorben, más que reflejar, la energía; la banda 5, en verde, cubre el segmento en el que la vegetación refleja fuertemente; y la banda 2, en azul, abarca el segmento en el cual los minerales con óxidos de hierro absorben energía.
- ✓ **Bandas 6, 5, 4 (RGB):** En esta combinación la vegetación aparece en distintos tonos de color verde.
- ✓ **Bandas 7, 4, 2 (RGB):** Ayuda a diferenciar tipos de rocas, definir anomalías de color que generalmente son de color amarillo claro algo verdoso, la vegetación es verde oscuro a negro, los ríos son negros y con algunas coloraciones azules a celestes, los glaciares de ven celestes.





# Actividad 5

1. A partir de los datos de precipitación y las herramientas estadísticas, determine la precipitación media en cada una de las subcuencas.
2. Utilice el geoprocесamiento de imágenes para determinar el índice de vegetación NDVI en la cuenca de estudio. Represente con una simbología adecuada.





Contenido creado por:

JUAN DAVID RODRIGUEZ ACEVEDO  
[Juan.rodrigueza@escuelaing.edu.co](mailto:Juan.rodrigueza@escuelaing.edu.co)

Profesor. Ingeniero Civil, M.Sc. en Ingeniería Civil y Especialista en  
Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

Centro de Estudios Hidráulicos  
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito  
[www.escuelaing.edu.co](http://www.escuelaing.edu.co)

Los contenidos y materiales entregados en este curso son estrictamente para uso académico, no publique o distribuya estos archivos sin la autorización expresa del autor. Los datos utilizados para el desarrollo de este curso fueron obtenidos de diferentes fuentes de información. Se aclara que la información utilizada para el curso en su mayoría tiene el carácter de pública y puede ser objeto de modificación y/o actualización permanente; así mismo la utilización, reproducción, modificación o distribución de los datos impone la obligación de reconocer la autoría de los mismos y citar la fuente de referencia. Tenga en cuenta que esta información puede contener imprecisiones debidas a la escala de digitalización y solo es utilizada para esquematizar los ejemplos del curso. Para el desarrollo de trabajos de ingeniería se recomienda consultar las distintas fuentes citadas y verificar el estado de actualización, los derechos de uso y restricción de los mismos. No se permite la reproducción impresa de este documento.

Se permite la reproducción digital parcial o total de este documento siempre que se haga referencia como: "Modelación Hidrológica e Hidráulica en Ingeniería , Juan David Rodriguez Acevedo, ([ing.juanrodace@gmail.com](mailto:ing.juanrodace@gmail.com)), Bogotá – Colombia – 2023".