



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE GEOGRAFÍA
LICENCIATURA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RECURSOS HÍDRICOS



PRÁCTICAS PROFESIONALES 2021

GVSIG EN LA GEOLOGÍA

PRESENTA:

SCARLET PILAR FLORES MANCILLA

COORDINADORES:

ÁLVARO ANGUIX ALFARO

CARLOS REVUELTO

MARZO 2021

ÍNDICE

1. Sitios de descarga y/o descarga online: Modelo Digital de Elevación (MDT).....	3
2. Sitios de descarga y/o consulta online: Ortofotos.....	8
3. Sitios de descarga y/o consulta online: Geología.....	12
4. Geoprocesos con un Modelo Digital de Elevación (MDE): Perfiles.....	19
5. Geoprocesos con un Modelo Digital de Elevaciones (MDE): Secciones Transversales.....	26
6. Generación de un Modelo Digital de Elevación (MDE) a través de curvas de nivel.....	29
7. Generación de una capa de curvas de nivel a partir de un Modelo Digital de Elevaciones.....	36
8. Herramientas relacionadas al análisis hidrológico.....	39
9. Calculo de la red de drenaje.....	45
10. Calculo de cuencas vertientes.....	55
11. Caracterización de cuencas.....	56
12. Calculo de cuenca hidrográfica.....	57
13. Modelación: vectorización de cuencas y obtención de propiedades geométricas.....	75
14. Calculo de tiempo de concentración.....	84
15. Métodos de cálculo de tiempo de concentración.....	94
16. Calculo del tiempo de salida	102

SITIOS DE DESCARGA Y/O CONSULTA ONLINE: MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (MDT)

Los modelos digitales del terreno se han definido (Doyle, 1978) como un conjunto de datos numéricos que describe la distribución espacial de una característica del territorio.

Un Modelo Digital de Terreno (MDT) es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua. El tipo de MDT más conocido es el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), un caso particular de aquel, en el que la variable representada es la cota del terreno en relación a un sistema de referencia concreto (SIGdeletras: Tecnologías de Información Geográfica, 2016).

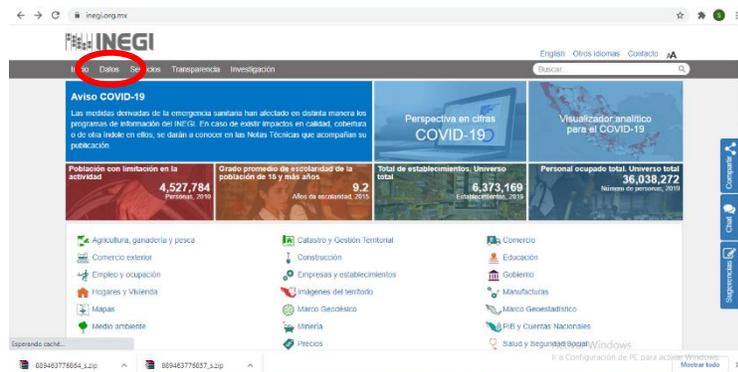
Su campo de uso es muy variado:

- Extracción de los parámetros del terreno.
- Trazados de perfiles topográficos.
- Creación de mapas en relieve.
- Tratamiento de visualizaciones en 3D.
- Planificación de vuelos en 3D.
- Creación de modelos físicos (incluyendo creación de mapas de relieve).
- Rectificación geométrica de fotografías aéreas o de imágenes satélites.
- Los análisis del terreno en geomorfología y geografía física.
- Apoyo en análisis estadísticos (precipitación, insolación-temperatura, flujos hídricos, erosión, distribución de hábitats, etc.)
- Modelos climáticos (sombras, incidencias del sol, umbrías)
- Modelos hidrológicos (líneas de flujo, áreas subsidiarias, caudales)
- Análisis visual

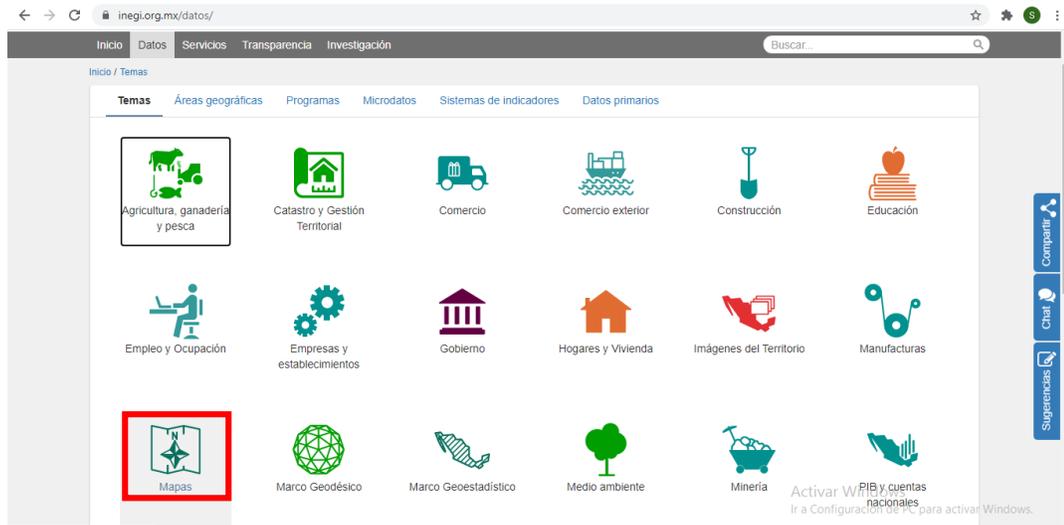
En México podemos obtener dicha información a nivel nacional de la siguiente página:

INEGI

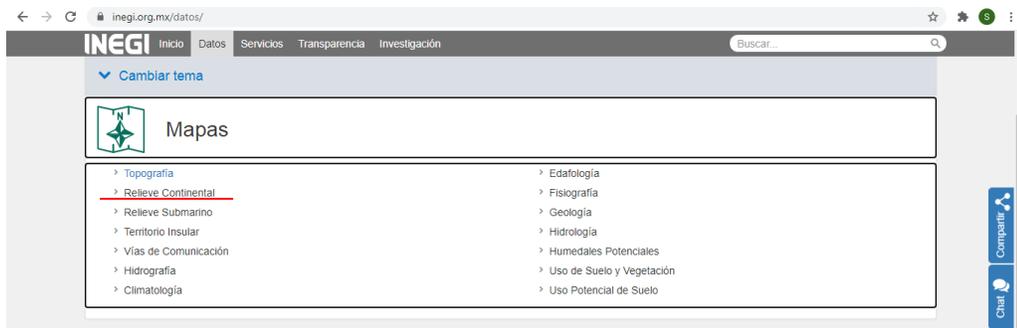
- Ingresa a la página www.inegi.org.mx
- En la página de inicio, haz clic en el apartado "DATOS"



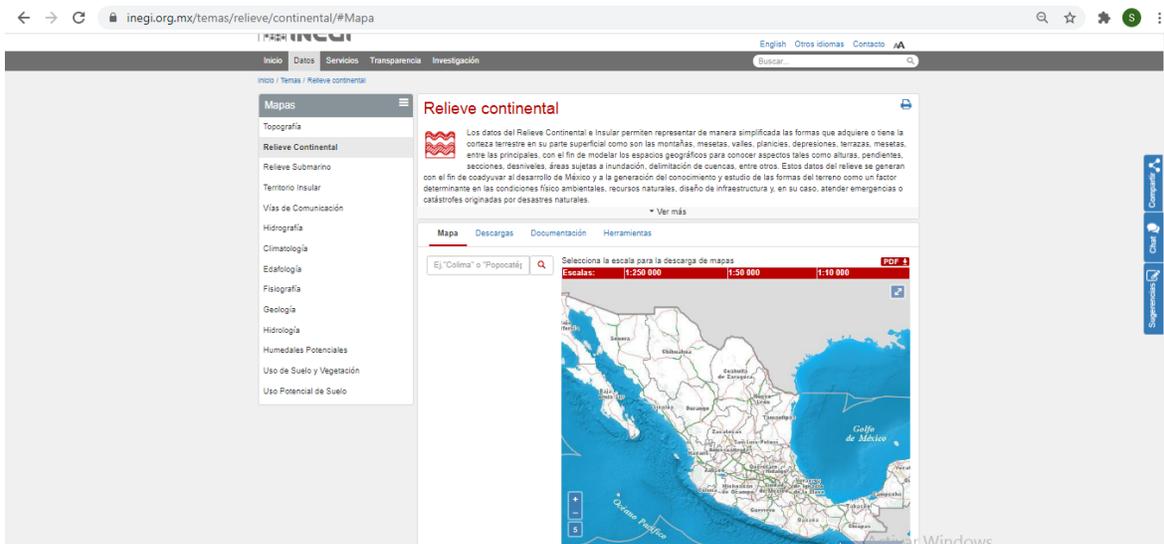
- A continuación haz clic en la opción “MAPAS”



- Seguido de la opción “RELIEVE CONTINENTAL”

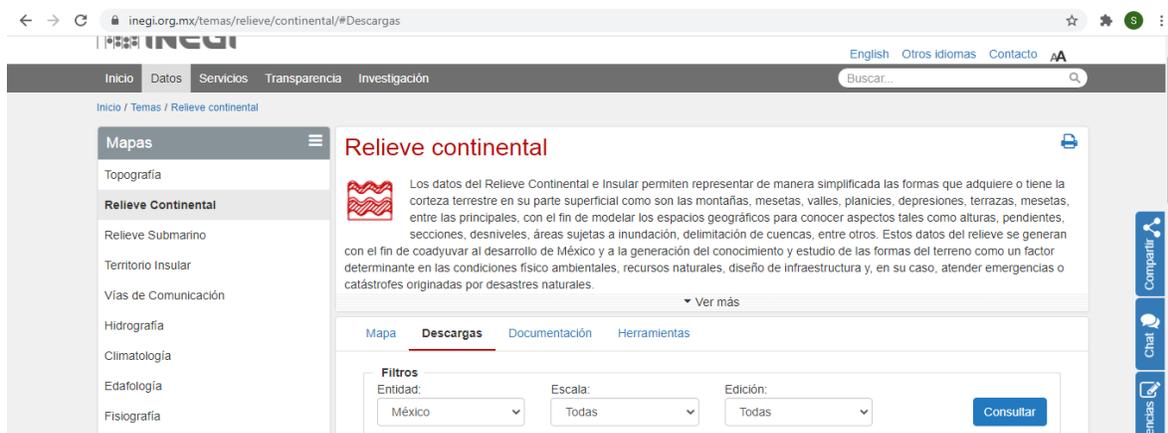


- Se nos desplegará el siguiente menú:



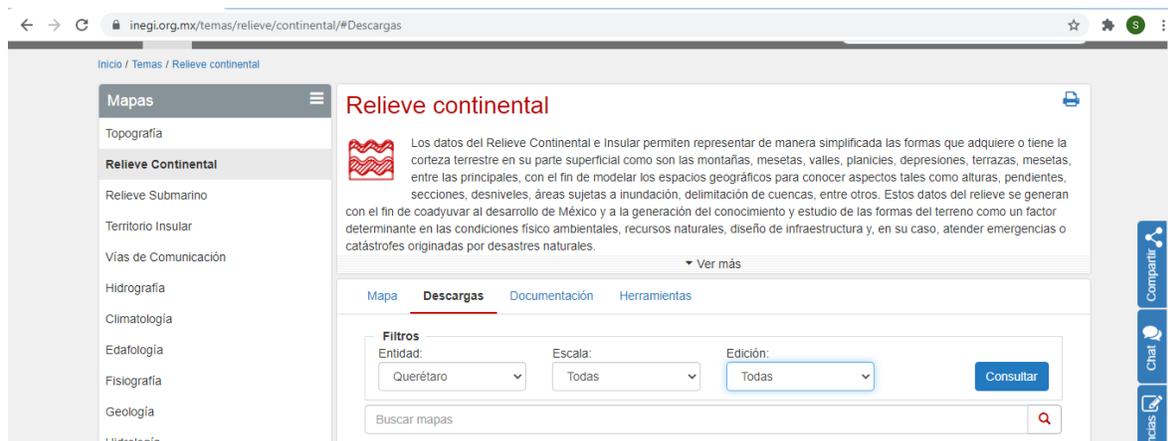
Los datos del Relieve Continental e Insular permiten representar de manera simplificada las formas que adquiere o tiene la corteza terrestre en su parte superficial como son las montañas, mesetas, valles, planicies, depresiones, terrazas, mesetas, entre las principales, con el fin de modelar los espacios geográficos para conocer aspectos tales como alturas, pendientes, secciones, desniveles, áreas sujetas a inundación, delimitación de cuencas, entre otros.

- A continuación haremos clic en la opción “DESCARGAS”

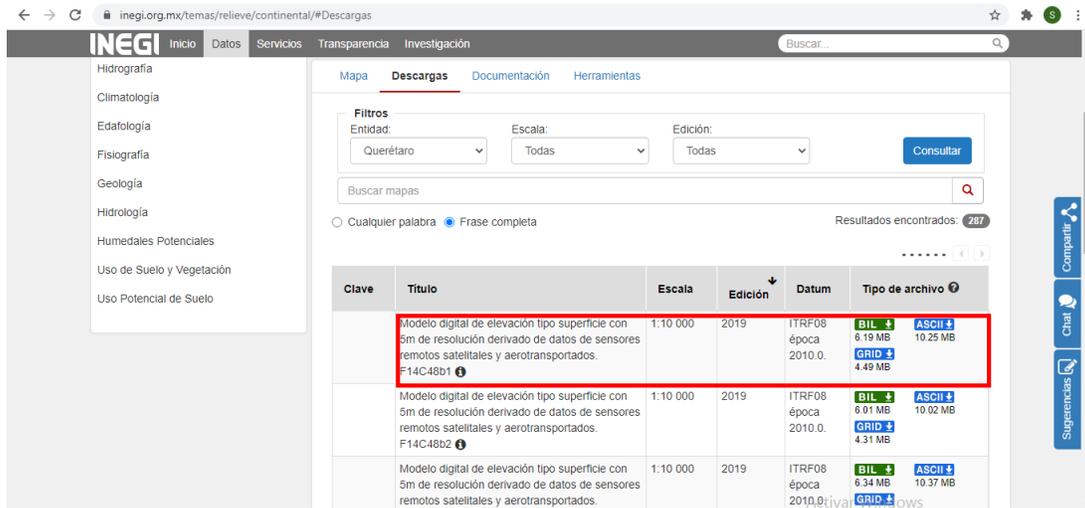


Con fines didácticos y para el fin de este manual, procederemos a descargar el MDT de la Ciudad de Querétaro:

- En el apartado de filtros, seleccionaremos la opción “QUERÉTARO”, el resto de los apartados los dejaremos intactos.
- Selecciona la opción “CONSULTAR”



- Procederemos a la descarga de la primera sección correspondiente a la primera sección de la Ciudad de Querétaro con clave F14C48b1



inegi.org.mx/temas/relieve/continental/#Descargas

INEGI Inicio Datos Servicios Transparencia Investigación

Mapa Descargas Documentación Herramientas

Filtros
 Entidad: Querétaro Escala: Todas Edición: Todas Consultar

Buscar mapas

Resultados encontrados: 287

Clave	Título	Escala	Edición	Datum	Tipo de archivo
F14C48b1	Modelo digital de elevación tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados.	1:10 000	2019	ITRF08 época 2010.0.	BIL 6.19 MB ASCII 10.25 MB GRID 4.49 MB
F14C48b2	Modelo digital de elevación tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados.	1:10 000	2019	ITRF08 época 2010.0.	BIL 6.01 MB ASCII 10.02 MB GRID 4.31 MB
F14C48b3	Modelo digital de elevación tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados.	1:10 000	2019	ITRF08 época 2010.0.	BIL 6.34 MB ASCII 10.37 MB GRID 4.49 MB

- Se te desplegará la ficha técnica:



inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463785095

INEGI Inicio Datos Servicios Transparencia Investigación

Modelo digital de elevación tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados. F14C48b1



Tema: Relieve Continental
Colección: Modelo digital de elevación tipo superficie con 5m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados. Superficie. ASCII
Entidad federativa: Querétaro
Edición: 2019
Formato: Electrónico
Escala: 1:10 000
Clave carta: F14C48b1
Proyección: Universal Transversa de Mercator
Coordenadas: O 99° 33' 26.54" - O 99° 29' 53.58" / N 21° 11' 9.12" - N 21° 15' 5.93"
Datum: ITRF08 época 2010.0.

Los Modelos Digitales de Elevación de Tipo Superficie elaborados con insumos de imágenes ópticas de satélite, son el resultado de la aplicación de procesos especializados de clasificación y filtrado a puntos de altimetría obtenidos de la aplicación de procesos de orientación y corrección fotogramétrica a las imágenes de satélite de alta resolución captadas en modo estereoscópico. Los Modelos Digitales de Elevación tienen una cobertura territorial conforme al formato cartográfico a Escala 1:10 000 y consisten en una matriz de elevaciones de las formas del terreno sobre el nivel medio del mar calculadas a intervalos regulares.

Formatos: BIL 6.19 MB ASCII 10.25 MB GRID 4.49 MB

Los formatos de descarga disponibles son:

- **BIL:**

Un formato de archivo Raster binario para fotografía aérea, imágenes satelitales y datos espectrales. La organización de datos BIP (bandas por píxeles intercalados) puede manejar cualquier cantidad de bandas, y así acomodar datos de imágenes en blanco y negro, escala de grises, pseudocolor, color verdadero y multispectrales. Se necesita información adicional para interpretar los datos de imagen, como el número de filas, columnas y bandas; si hay un mapa de color, y la latitud y la

longitud para relacionar la imagen con las ubicaciones geoespaciales. Las imágenes almacenadas en formato BIL tienen píxeles almacenados banda por banda para cada línea o fila de la imagen.

- **ASCII:**

Es un formato de intercambio, utilizado principalmente para intercambio con otros programas. El contenido del archivo representa una sola medida para cada celda en una cuadrícula rectangular.

- **GRID:**

Formato de archivo Raster desarrollado por ESRI para contener información sobre el espacio geográfico en una cuadrícula. Las cuadrículas son útiles para representar fenómenos geográficos que varían continuamente en el espacio y para realizar modelos espaciales y análisis de flujos, tendencias y superficies.

Para interpretar los datos de la imagen se necesita información adicional tal como el número de renglones, columnas, bandas (si son a color) así como la latitud y la longitud para relacionar la imagen a una ubicación geoespacial. Esta información puede estar en un encabezado o en archivo adjunto tipo ASCII (.hdr).

La información descargada de INEGI cuenta, además, con archivos tipo .txt para la descripción de la imagen, metadatos (x_met.txt), datos auxiliares (.aux), proyección de la imagen (.prj).

CONSULTAS

Doyle, F.J. (1978): "Digital terrain models: an overview". Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 44(12): 1481- 1485.

INEGI. <https://www.inegi.org.mx/>

Soriano, C. P. (2016) ¿Qué es un modelo digital de terreno? SIGdeletras: Tecnologías de Información Geográfica

SITIOS DE DESCARGA Y/O CONSULTA ONLINE: ORTOFOTOS

En México podemos obtener dicha información a nivel nacional de la siguiente página:

INEGI

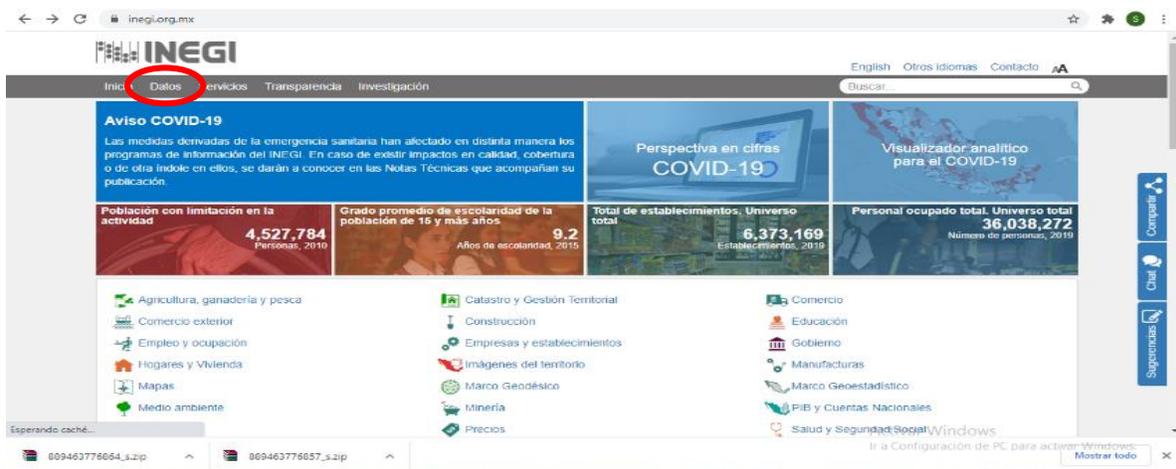
La ortofoto (del Griego Orthós. correcto, exacto) es una presentación fotográfica de una zona en la superficie terrestre, donde todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico.

Por lo que una ortofoto u ortoimagen es una imagen en la cual, a nivel del terreno han sido removidos los desplazamientos causados por la inclinación de la cámara o sensor, las condiciones de toma y el relieve del terreno. Está referida a una proyección cartográfica, por lo que posee las características geométricas de un mapa.

También se dice que es una imagen corregida geoméricamente trasladándole de una proyección central a una proyección ortogonal y referida dentro de un marco cartográfico.

Para su descarga y/o consulta:

- Ingresa a la página www.inegi.org.mx
- En la página de inicio, haz clic en el apartado “DATOS”



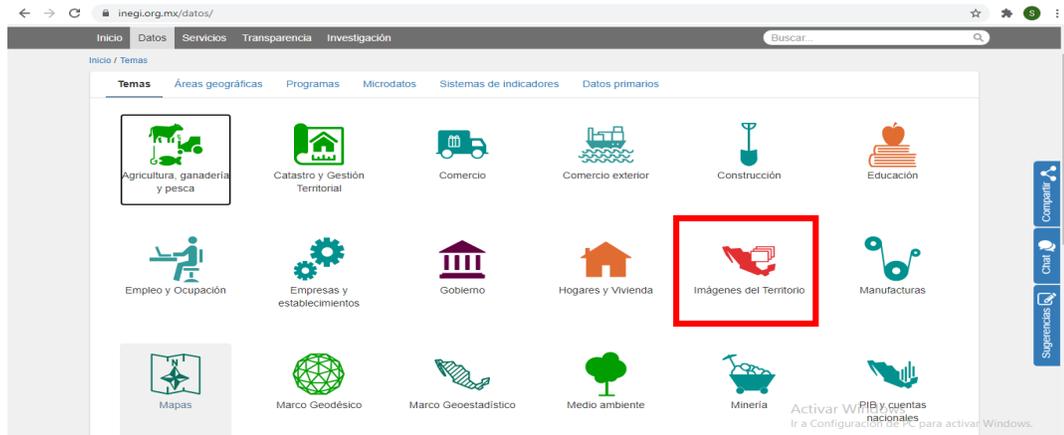
The screenshot shows the INEGI website homepage. The 'Datos' menu item is circled in red. The page displays various statistics and service categories.

Category	Value
Población con limitación en la actividad	4,527,784 Personas, 2010
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	9.2 Años de escolaridad, 2015
Total de establecimientos, Universo total	6,373,169 Establecimientos, 2018
Personal ocupado total, Universo total	36,038,272 Número de personas, 2019

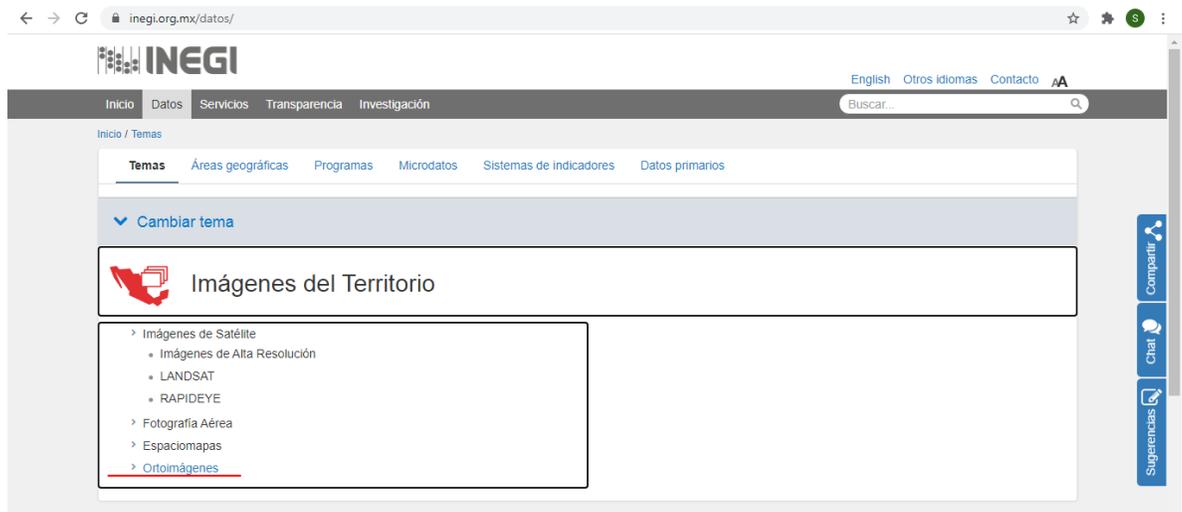
Service categories listed below the statistics:

- Agricultura, ganadería y pesca
- Comercio exterior
- Empleo y ocupación
- Hogares y vivienda
- Mapas
- Medio ambiente
- Catastro y Gestión Territorial
- Construcción
- Empresas y establecimientos
- Imágenes del territorio
- Marco Geodésico
- Minería
- Precios
- Comercio
- Educación
- Gobierno
- Manufacturas
- Marco Geoestadístico
- PIB y Cuentas Nacionales
- Salud y Seguridad Social

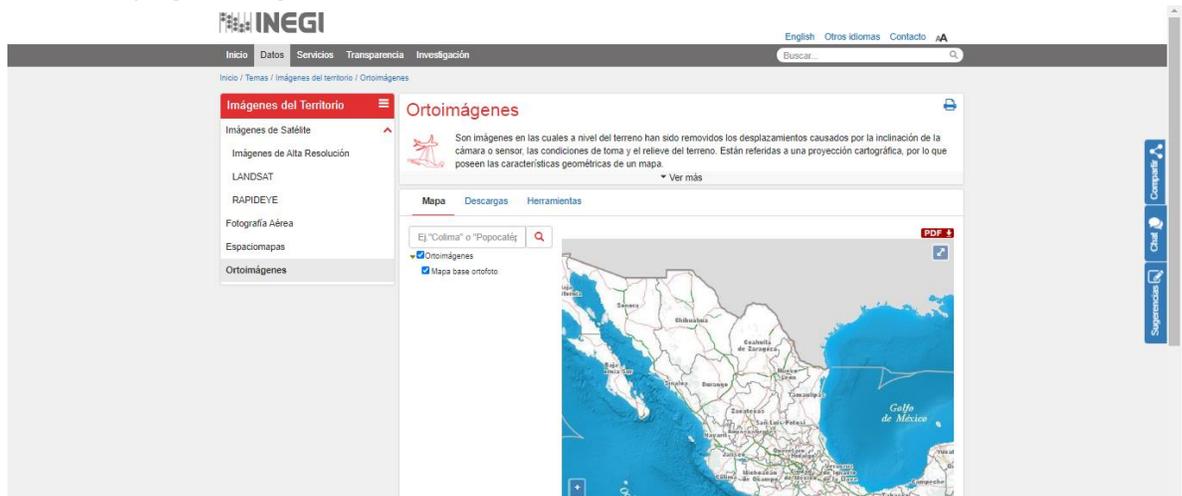
- A continuación haz clic en la opción “IMÁGENES DEL TERRITORIO”



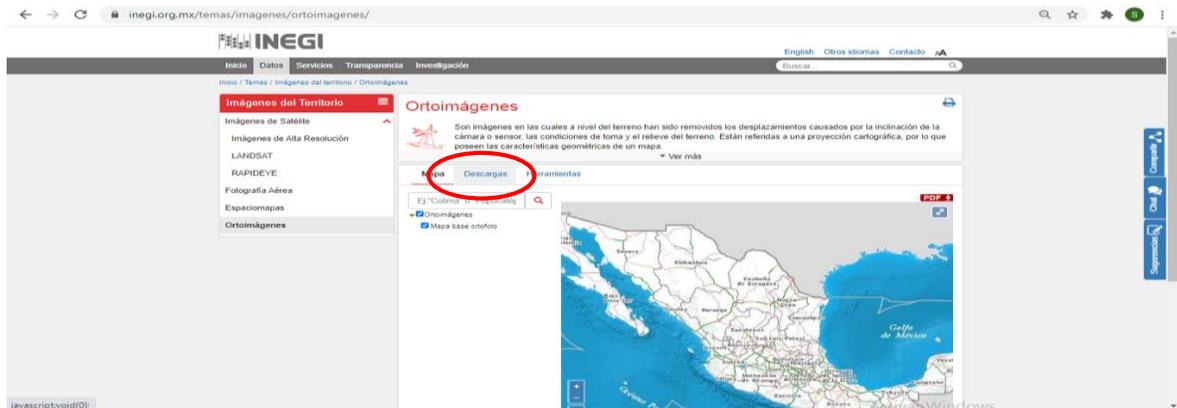
- Oprime la opción “ORTOIMÁGENS”



- Se nos desplegará el siguiente menú:

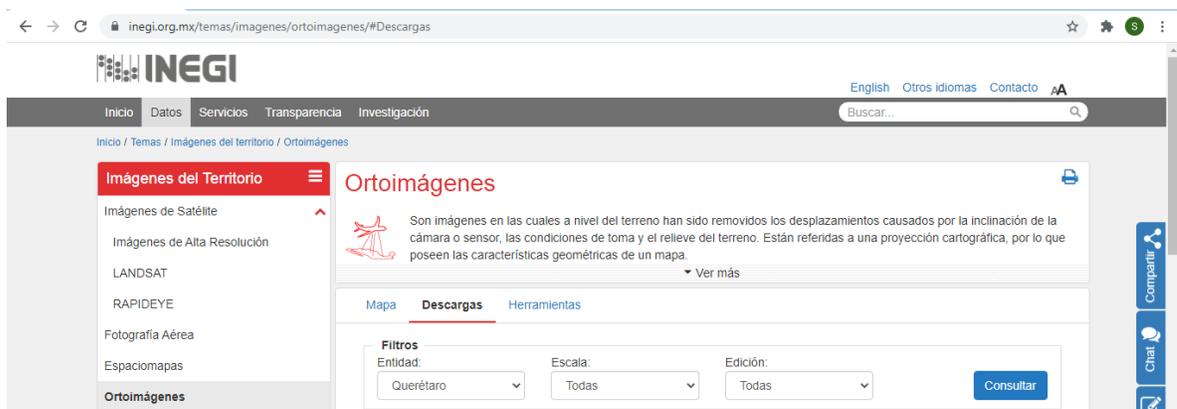


- A continuación haremos clic en la opción “DESCARGAS”

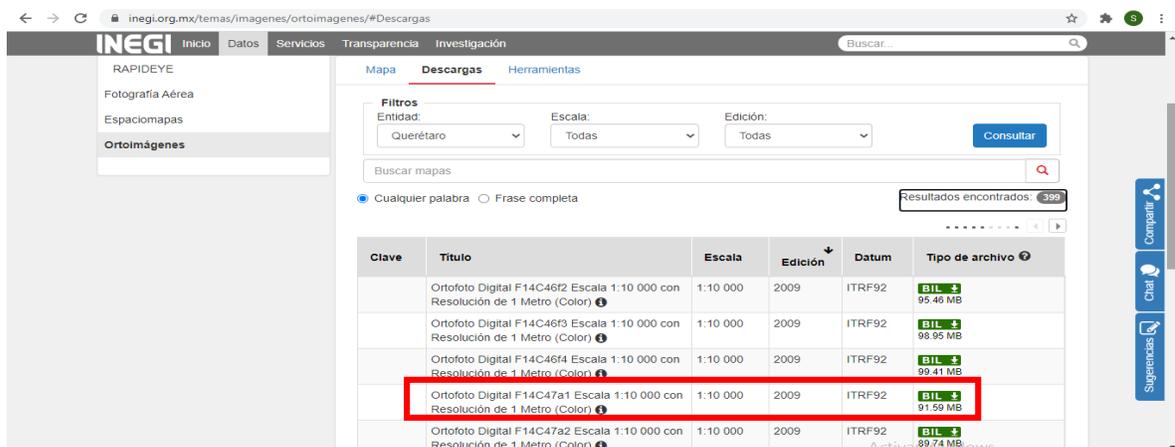


Con fines didácticos y para el fin de este manual, procederemos a descargar una ortofoto de la Ciudad de Querétaro:

- En el apartado de filtros, seleccionaremos la opción “QUERÉTARO”, el resto de los apartados los dejaremos intactos.
- Selecciona la opción “CONSULTAR”



- Procederemos a la descarga de la sección Guanajuato, Querétaro correspondiente a la clave F14C47a1



- Se desplegara la ficha técnica:



Ortofoto Digital F14C47a1 Escala 1:10 000 con Resolución de 1 Metro (Color)

Tema:	Ortoimágenes
Colección:	Ortofoto Digital Escala 1:10 000 con Resolución de 1 Metro (Color)
Entidad federativa:	Guanajuato, Querétaro
Edición:	2009
Formato:	Electrónico
Escala:	1:10 000
Clave carta:	F14C47a1
Proyección:	Universal Transversa de Mercator
Datum:	ITRF92
Fotografía:	Color
Resolución:	1
Fecha de vuelo:	Ene-2009

Las Ortofotos digitales muestran la totalidad de los rasgos visibles en el terreno y permiten mediciones de distancias, ángulos, posiciones y áreas. Se pueden usar para una gran variedad de propósitos, que van desde la generación de mapas intermedios hasta su uso como referencia de campo para investigaciones y análisis de las ciencias de la tierra, como son recursos naturales (erosión, agua, bosques), en agricultura; en ingeniería tal como aeropuertos, presas, carreteras; en urbanismo, etc. La Ortofoto en su modalidad digital es útil como cubierta en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), así mismo, es una herramienta en la actualización de gráficos a línea y mapas topográficos (cartografía).

Formatos **BIL** 91.59 MB

Los formatos de descarga disponibles son:

- **BIL:**

Un formato de archivo Raster binario para fotografía aérea, imágenes satelitales y datos espectrales. La organización de datos BIP (bandas por píxeles intercalados) puede manejar cualquier cantidad de bandas, y así acomodar datos de imágenes en blanco y negro, escala de grises, pseudocolor, color verdadero y multiespectrales. Se necesita información adicional para interpretar los datos de imagen, como el número de filas, columnas y bandas; si hay un mapa de color, y la latitud y la longitud para relacionar la imagen con las ubicaciones geoespaciales. Las imágenes almacenadas en formato BIL tienen píxeles almacenados banda por banda para cada línea o fila de la imagen.

Finalmente, su visualización es la siguiente:



SITIOS DE DESCARGA Y/O CONSULTA ONLINE: GEOLOGÍA

En México podemos obtener dicha información a nivel nacional de las siguientes páginas:

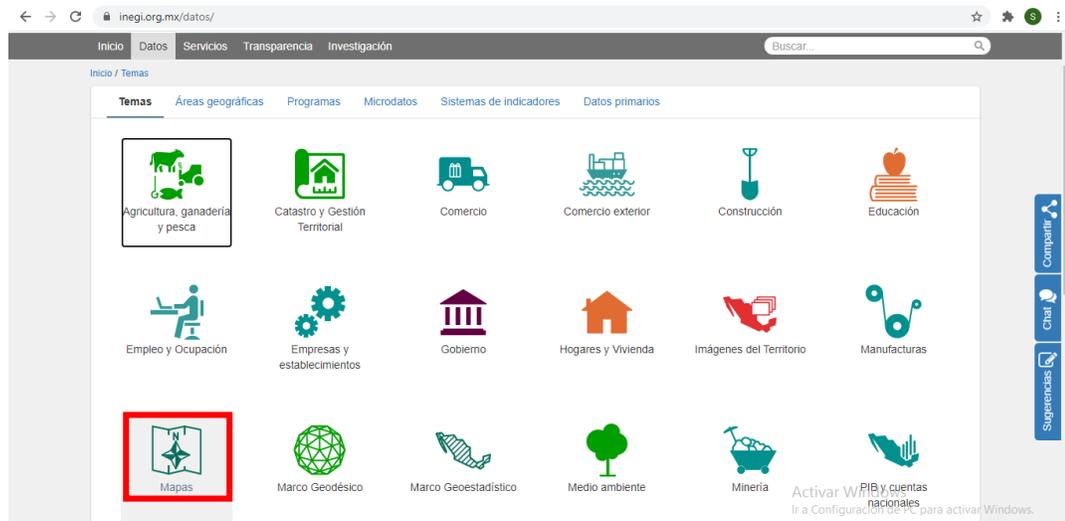
INEGI

Da a conocer a nivel nacional el origen, clasificación y edad de las rocas, fallas, fracturas volcánicas, minas y zonas hidrotermales entre otras; la información se encuentra disponible mediante publicaciones que incluyen cartas geológicas, inventarios de fenómenos geológicos y mapas de susceptibilidad de fenómenos; disponibles para su consulta en línea y también para descarga.

- Ingresa a la página www.inegi.org.mx
- En la página de inicio, haz clic en el apartado “DATOS”



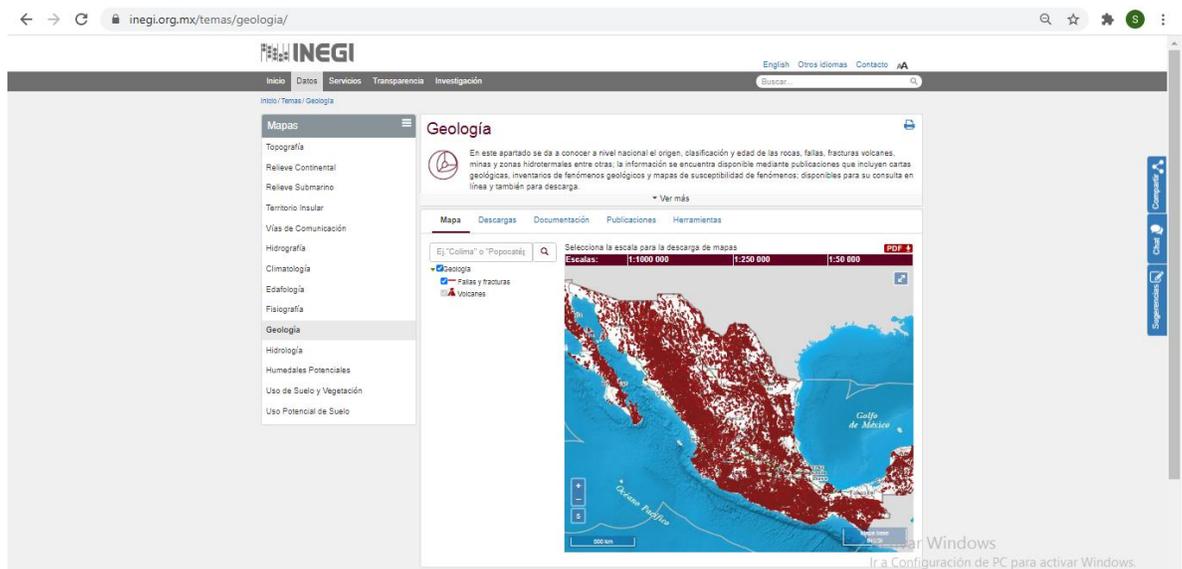
- A continuación haz clic en la opción “MAPAS”



- Seguimiento de la opción “GEOLOGÍA”



- Se nos desplegará el siguiente menú:



- A continuación haremos clic en la opción “DESCARGAS”

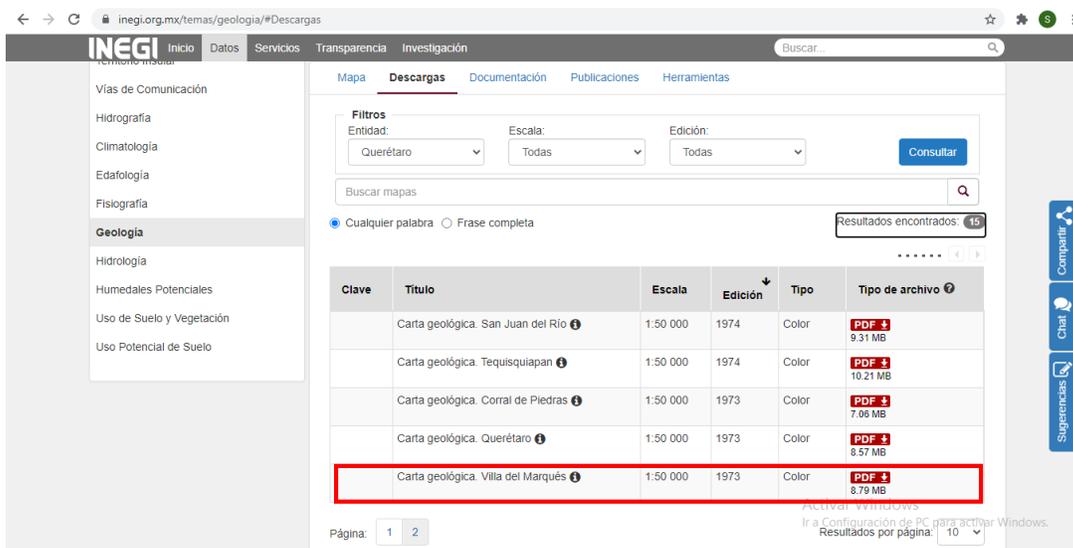


Con fines didácticos y para el fin de este manual, procederemos a descargar la carta geológica de la Ciudad de Querétaro:

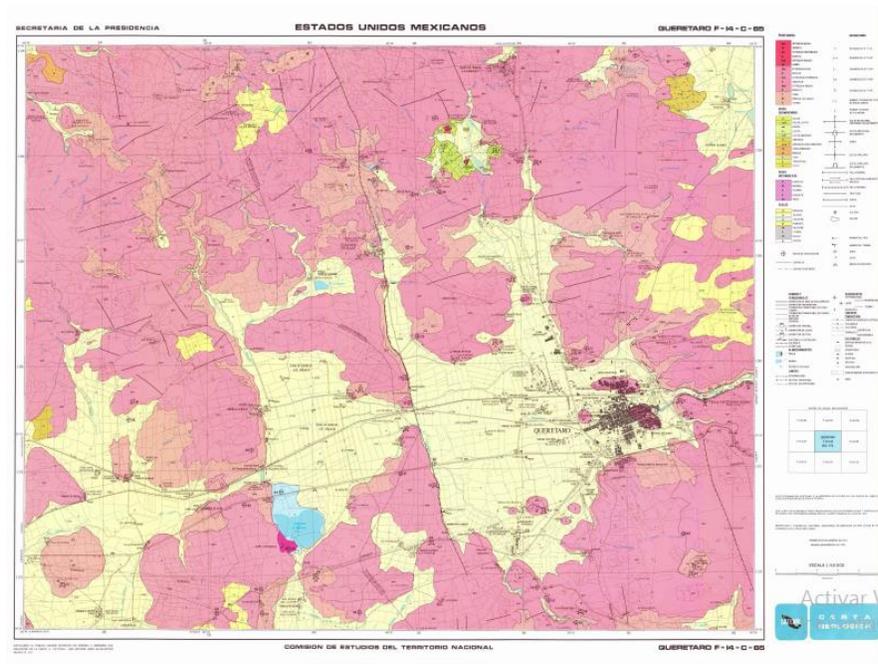
- En el apartado de filtros, seleccionaremos la opción “QUERÉTARO”, el resto de los apartados los dejaremos intactos.
- Selecciona la opción “CONSULTAR”



- Procederemos a la descarga de la carta geológica de la Ciudad de Querétaro con clave F14C65



Su visualización es la siguiente:



SERVICIO GEOLOGICO MEXICANO

El Servicio Geológico Mexicano (SGM) es el organismo que genera la información geológico-minera del país.

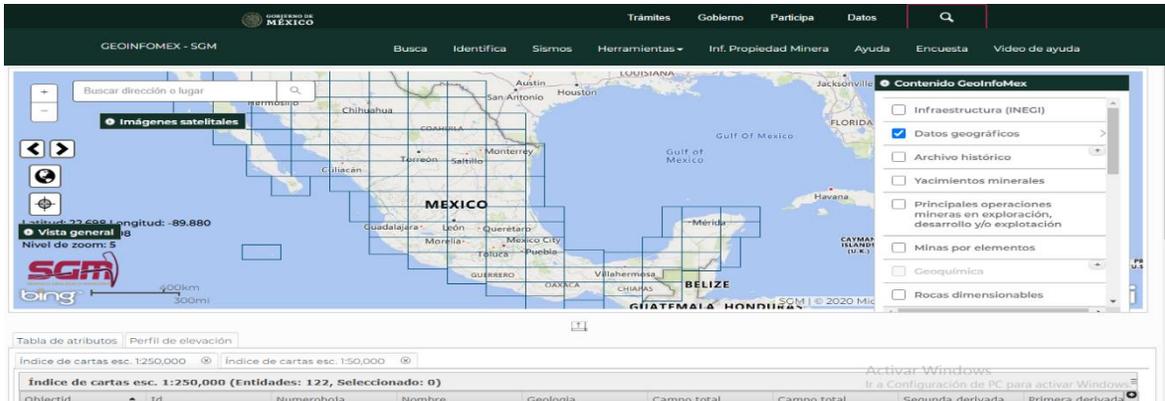
La carta geológico-minera (y el resto de la información por temas, coberturas o niveles) contiene una base de datos alfanuméricos espaciales integrados de tal forma que se puede manejar completa, combinada o por capas.

La información específica de las cartas es:

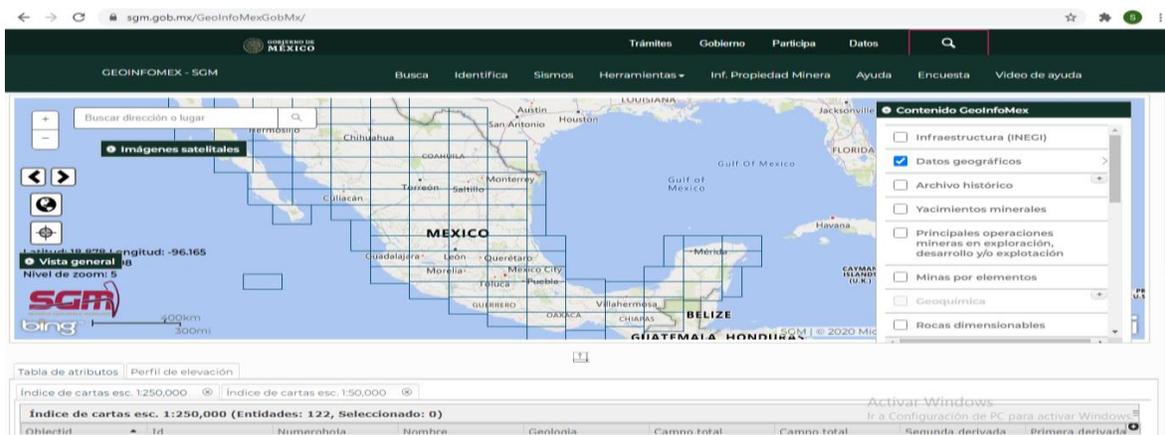
- Infraestructura: carreteras, caminos, poblados, líneas férreas y de electrificación.
- Litología: tipos de roca, formaciones, cambios de facies, domos, intrusivos.
- Estructural: fallas, fracturas, flujos, cabalgaduras, pliegues, discordancias.
- Muestreo: análisis de petrografía, paleontología, radiometría, esquirla, difracción.
- Yacimientos minerales: metálicos y no metálicos, minas, manifestaciones y alteraciones.
- Secciones geológicas representativas
- Columna estratigráfica
- Resumen e informe final.

Para la consulta y/o descarga de estos datos:

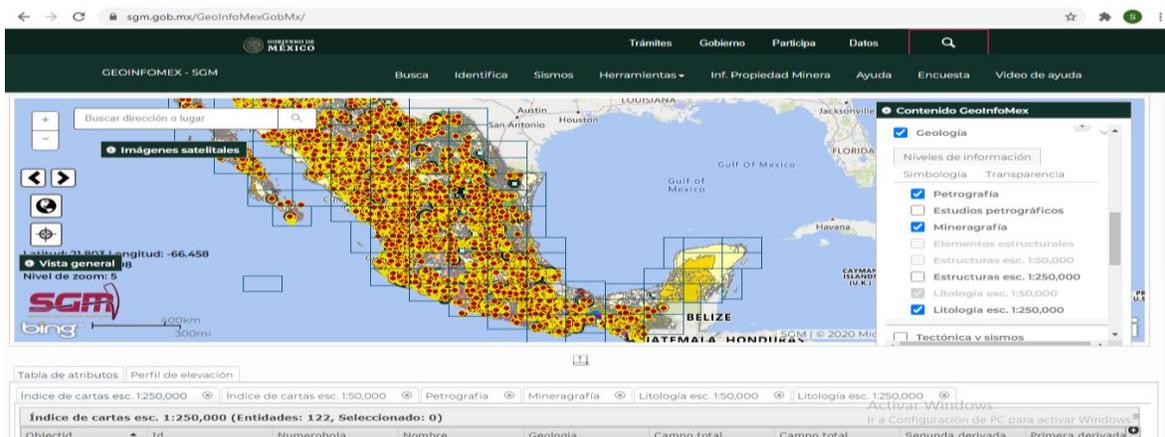
- Ingresa a la página <https://www.sgm.gov.mx/GeoInfoMexGobMx/>
- Se te desplegará el mapa digital de consulta del Servicio Geológico Mexicano (SGM)



- En lado superior derecho activa la opción datos geográficos, para ubicarnos sobre la carta sobre la que deseamos información.

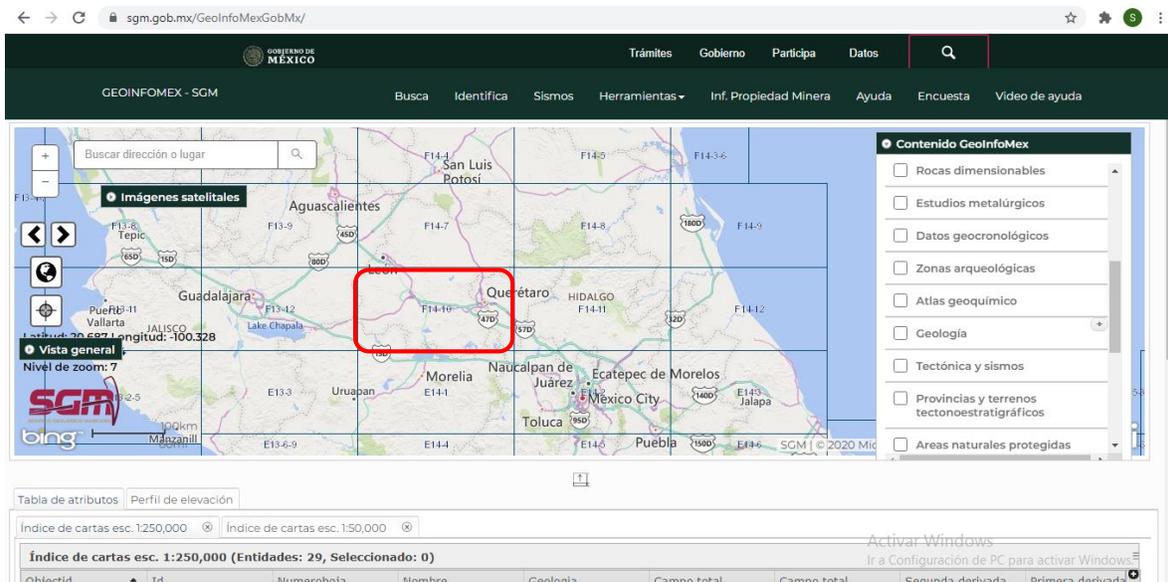


- Así mismo, activa la opción geología.

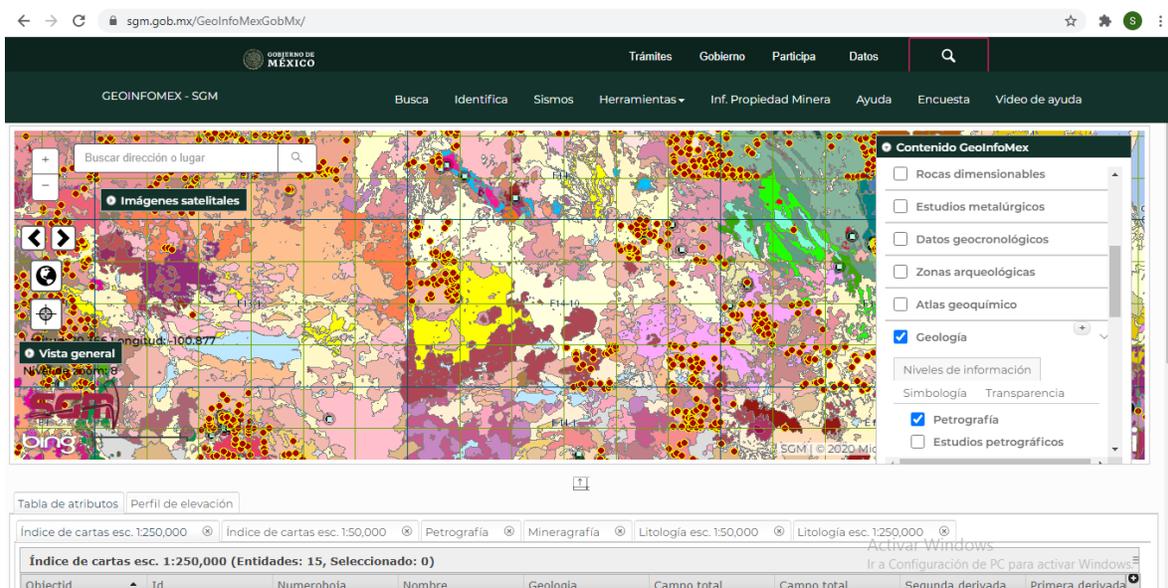


Con fines didácticos y para el fin de este manual, procederemos a descargar la carta geológica de la Ciudad de Querétaro:

- Con tu cursos dirígete al estado correspondiente a Querétaro

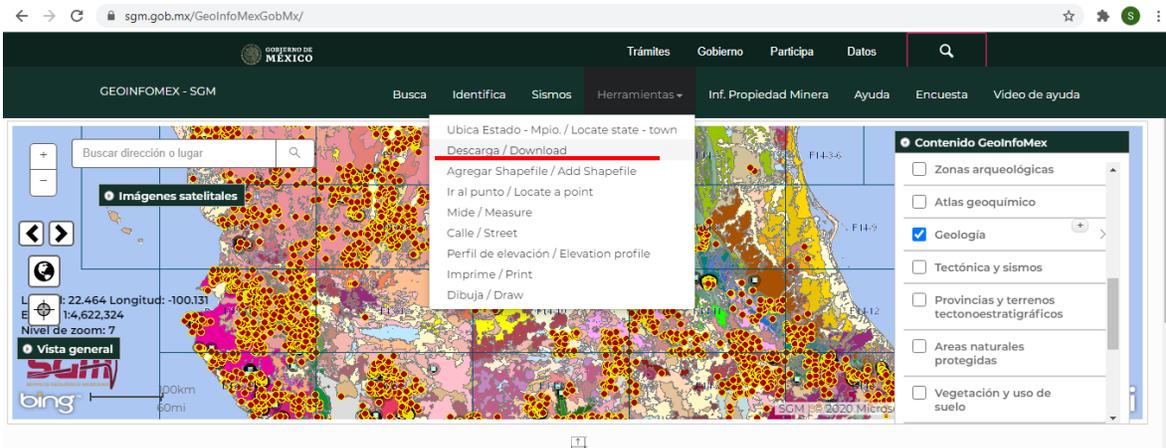


- Para este ejemplo, tomaremos la carta F14-10

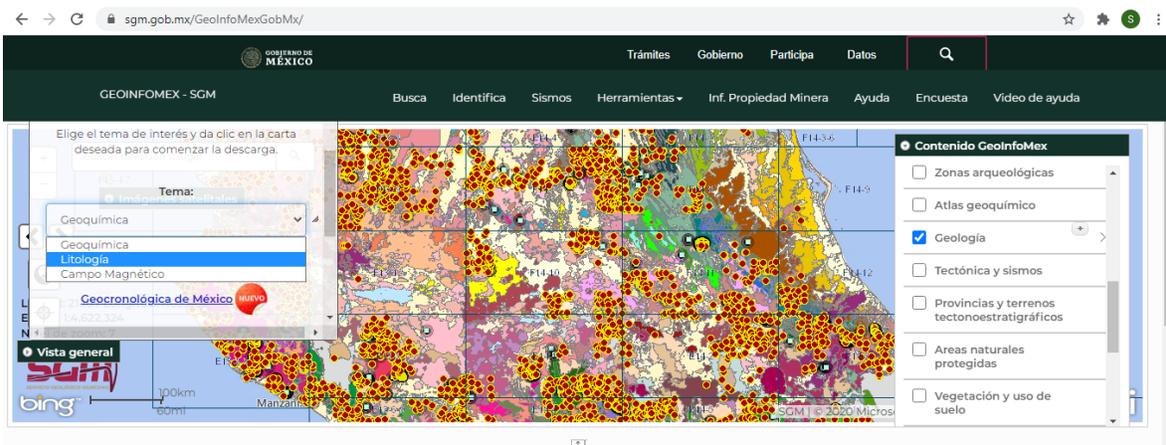


NOTA: El mapa digital permite al usuario la consulta en línea, haciendo clic a los diferentes tipos de litología (expresada en colores) y a información petrográfica en los puntos resaltados.

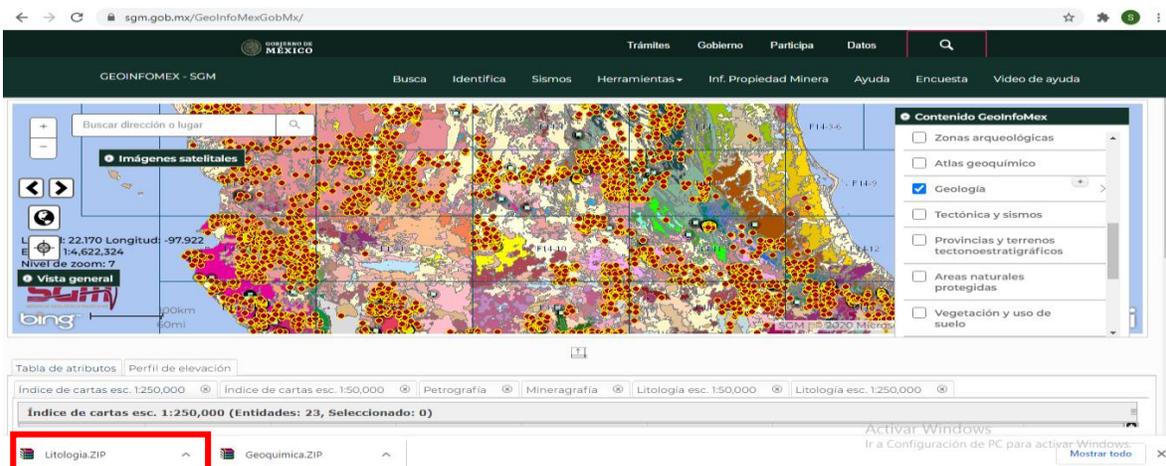
- Para la descarga de datos en formato shape:
 - En el menú superior de la página oprime la opción “Herramientas”
 - Seguido de la opción “Descargar/Download”



- Se desplegará la siguiente ventana, en la cual deberás seleccionar la opción litología, puede ser alguna otra opción dependiendo de lo que estés buscando, sin embargo para fines de este manual, seleccionaremos **litología**.

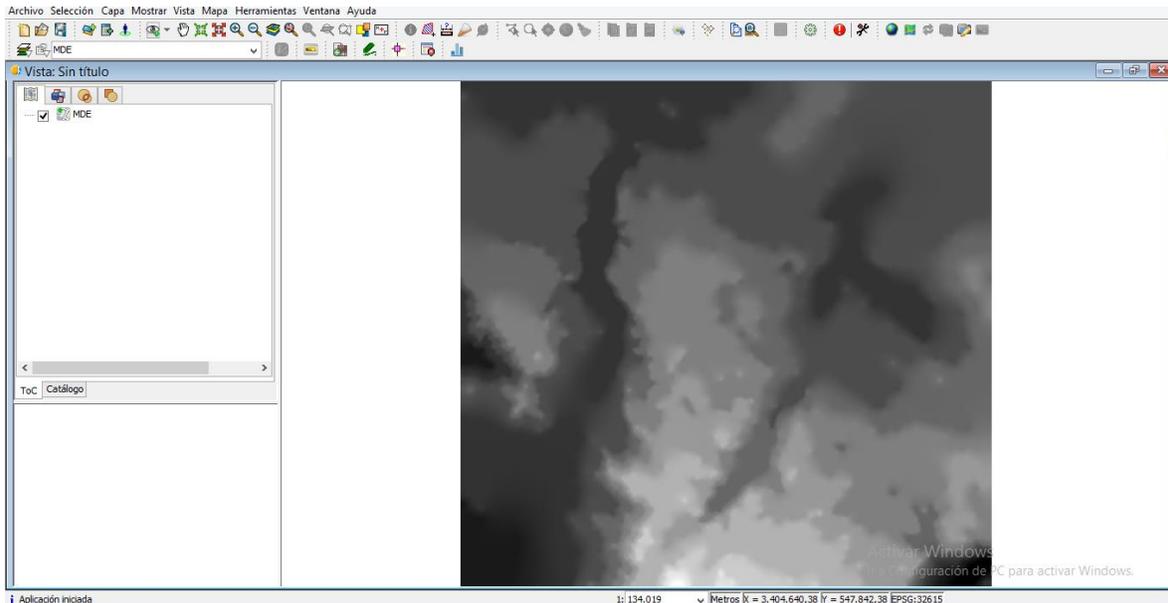


- Finalmente y automáticamente el documento será descargado en una carpeta comprimida, con diferentes formatos incluyendo el formato Shape.



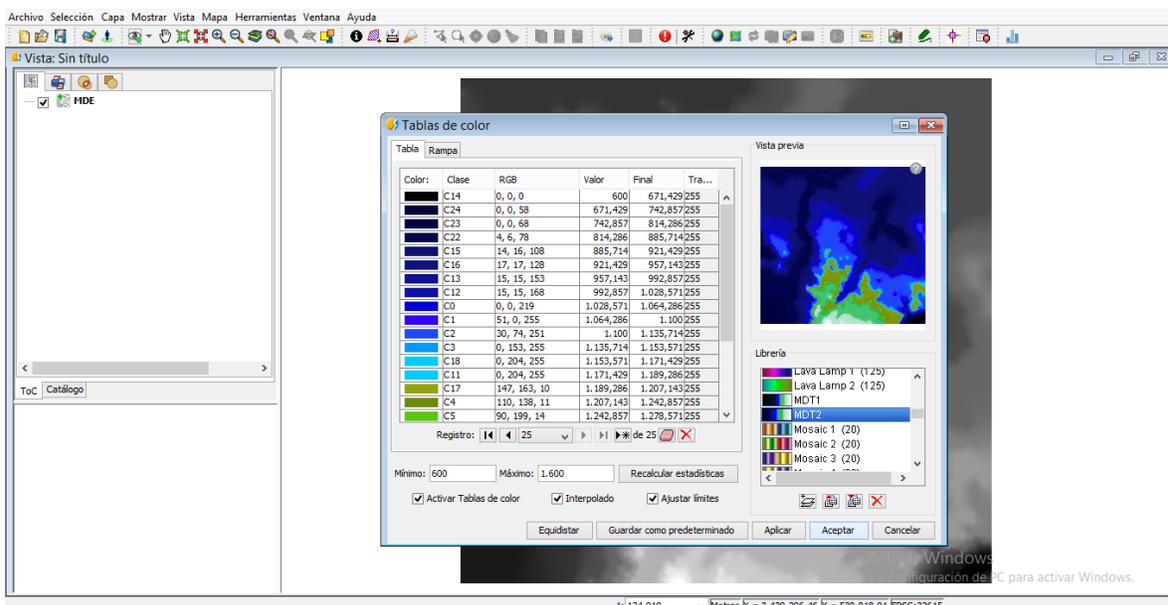
GEOPROCESOS CON UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (MDE): PERFILES

Para este apartado utilizaremos el MDE que hemos trabajado anteriormente, es decir, tomaremos como base el modelo digital de la parte Sur del municipio de Ocozocoautla, perteneciente al estado de Chiapas, México.



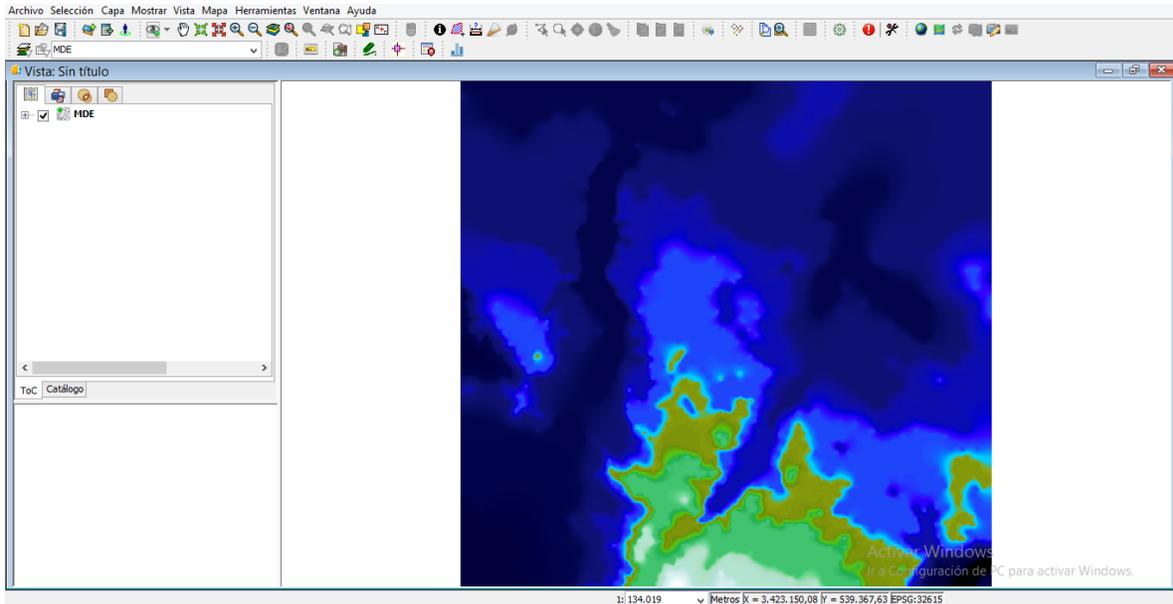
Para poder visualizar mejor la capa, dando clic izquierdo sobre la capa, seleccionaremos la opción “Tabla de color”.

- Activaremos la opción “activar tablas de color”
- Buscar y seleccionar la tabla de color nombrada: MDT 2
- Aplicar y aceptar.



Visualizaremos los siguientes cambios:

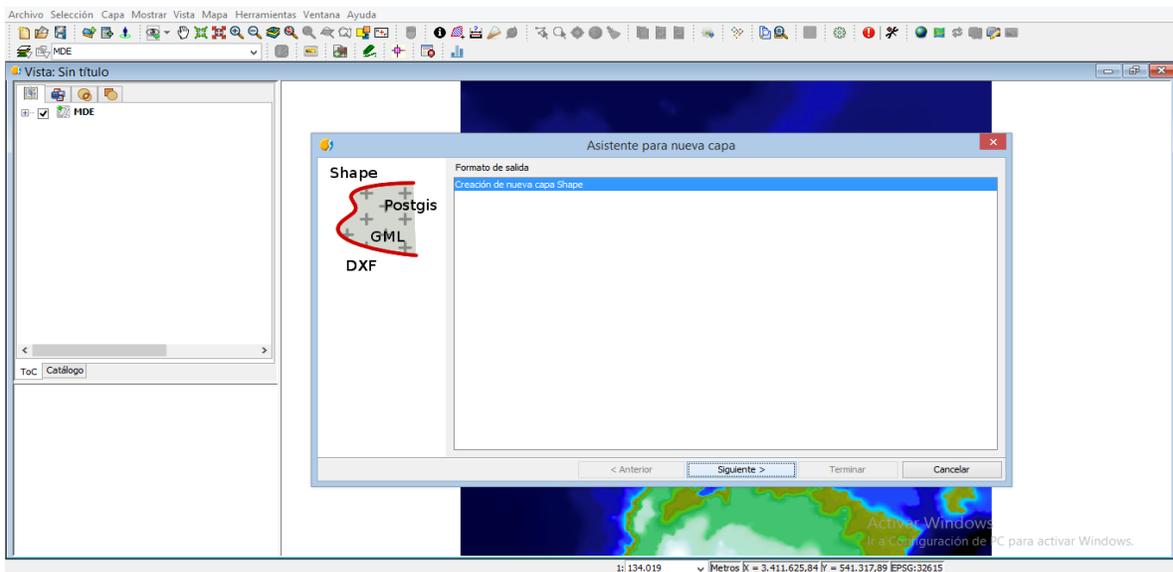
- Los colores más oscuros representan las zonas bajas o de menos altura, mientras que las más claras representan las zonas altas o las de mayor elevación, para este MDE las elevaciones oscilan entre los 600 – 1600 msnm.



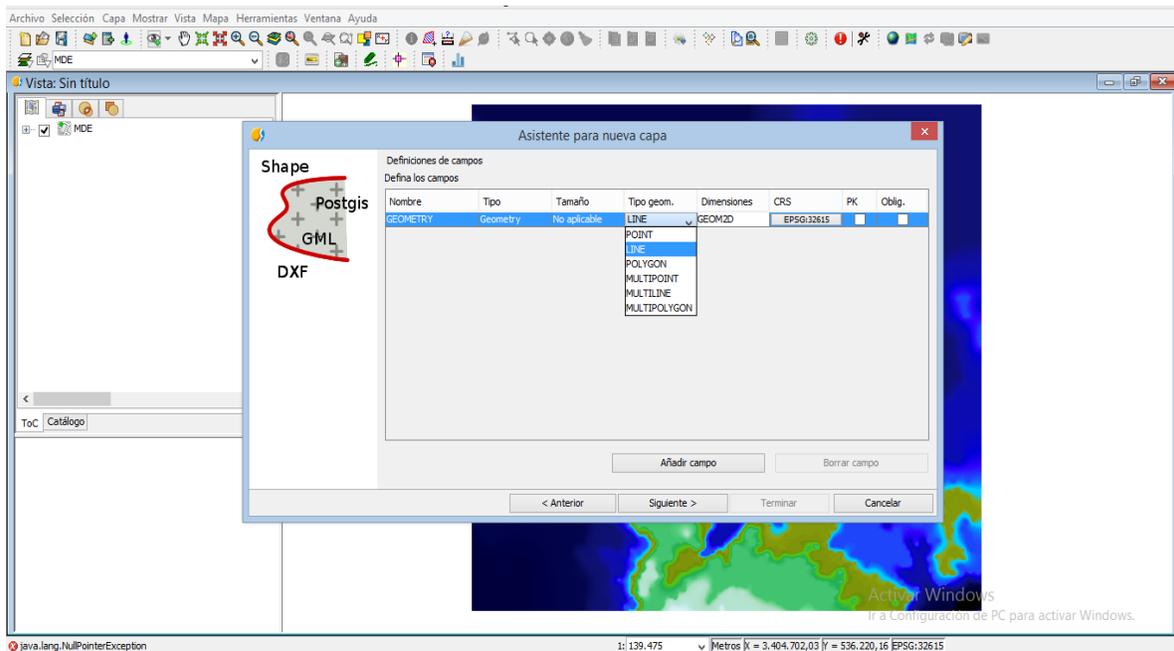
Un perfil topográfico **es una representación del relieve del terreno**. Esta se obtiene a través de un corte transversal de las líneas de un mapa de curvas de nivel o mapa topográfico.

Para trazar un perfil topográfico, primero dibujaremos una línea transversal a la zona que nos interesa analizar.

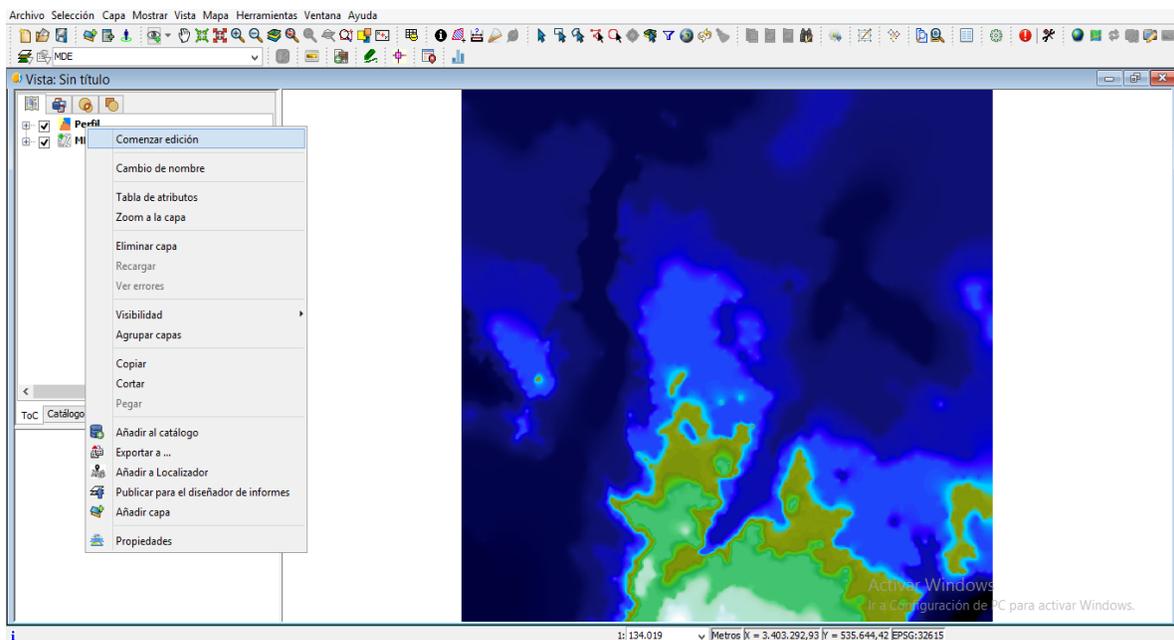
Vista>> Crear nueva capa>> Creación de nueva capa shape>> Señalar carpeta de salida>>



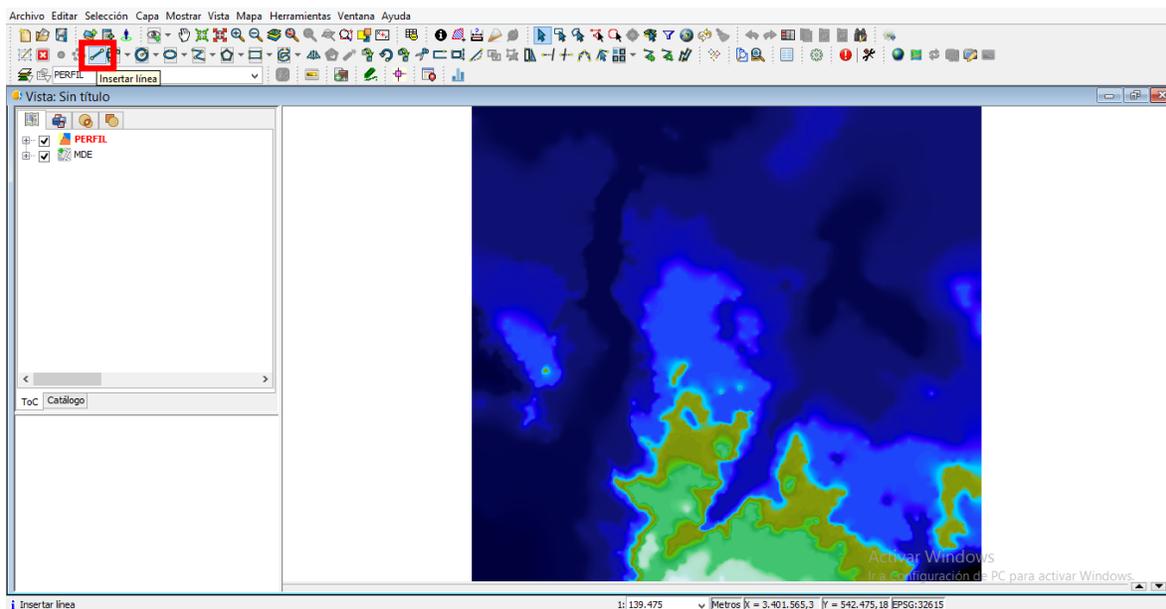
>> Seleccionar el tipo de shape correspondiente a “LINEA”>> Siguiente >> Finalizar



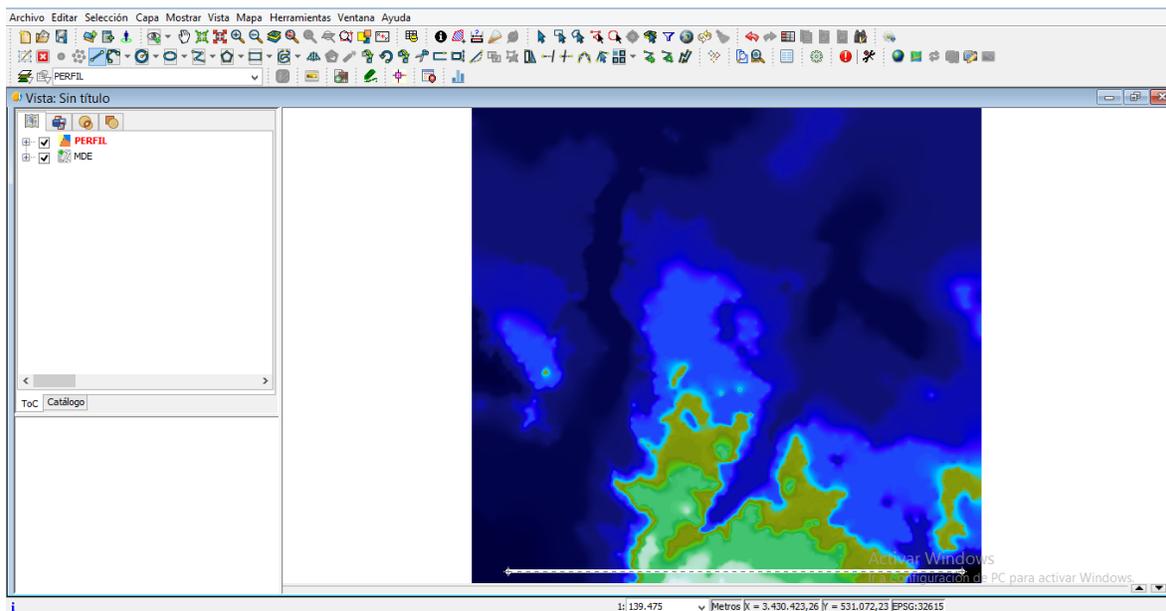
Al finalizar, se habrá agregado una capa nueva a la cual llamamos perfiles en el paso anterior, dando clic izquierdo a la capa seleccionaremos la opción “Comenzar a editar”.



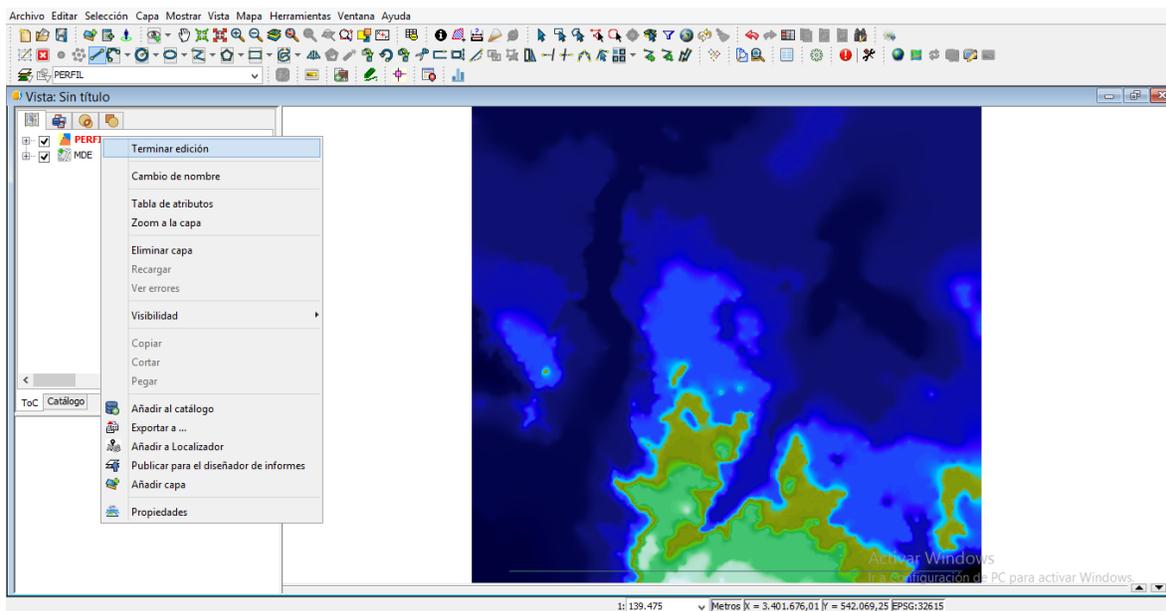
En el menú superior seleccionaremos la opción “Insertar Línea”



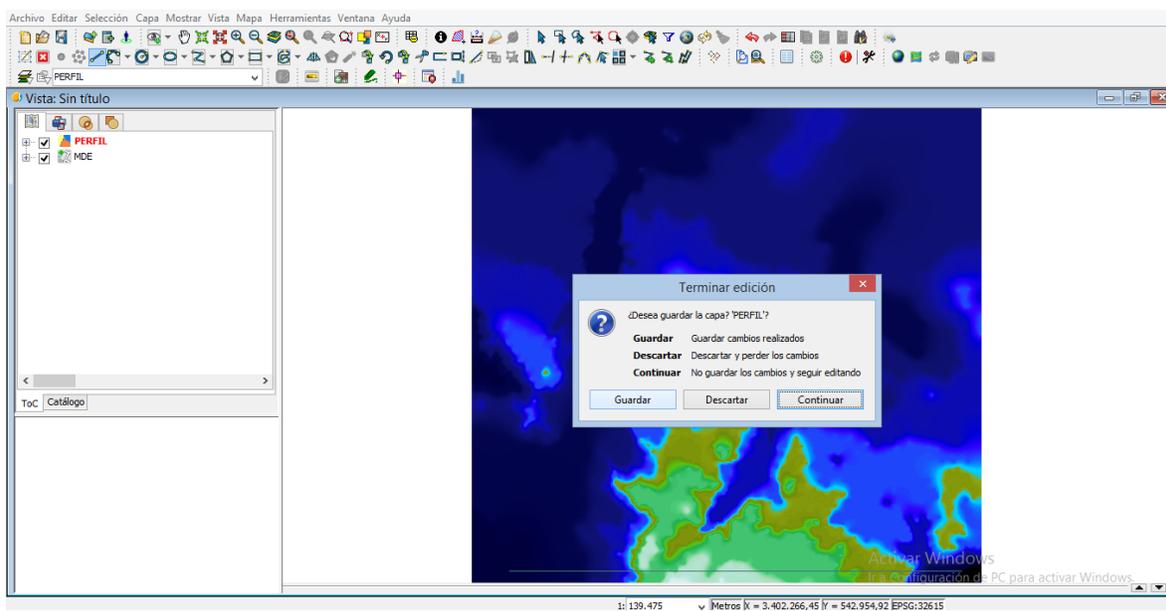
Procederemos a dibujar la línea que deseamos analizar como perfil, para este ejercicio, tomaremos la parte baja, ya que ahí encontramos una diferencia visible de elevaciones:



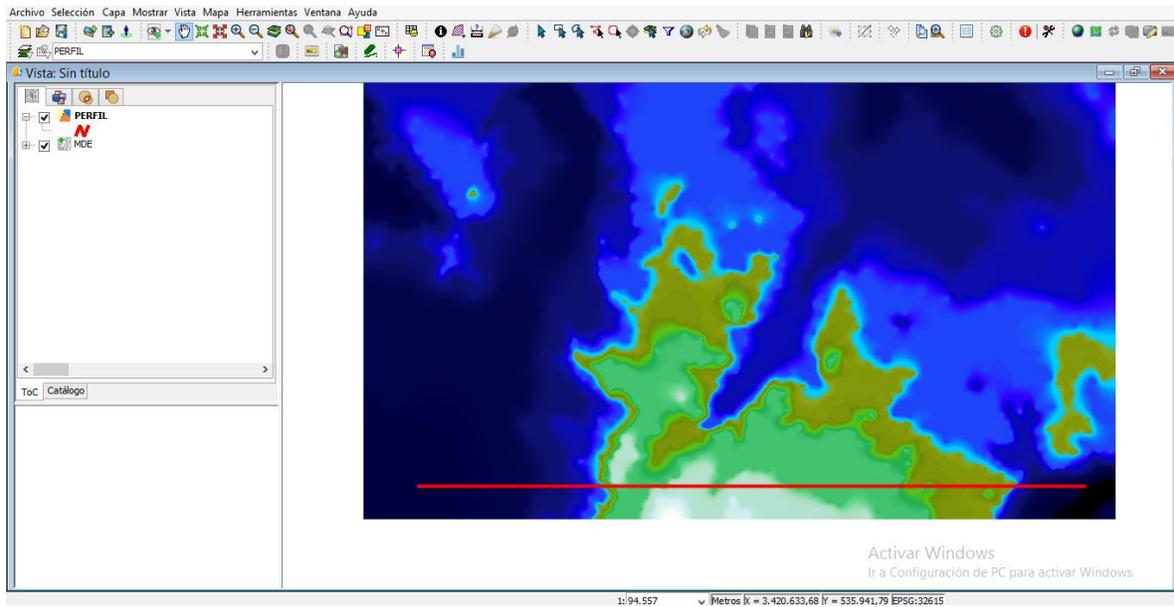
A continuación daremos clic izquierdo a la capa “perfiles”, finalizando la edición:



No olvides oprimir “Guardar”, para que nuestros cambios sean guardados:

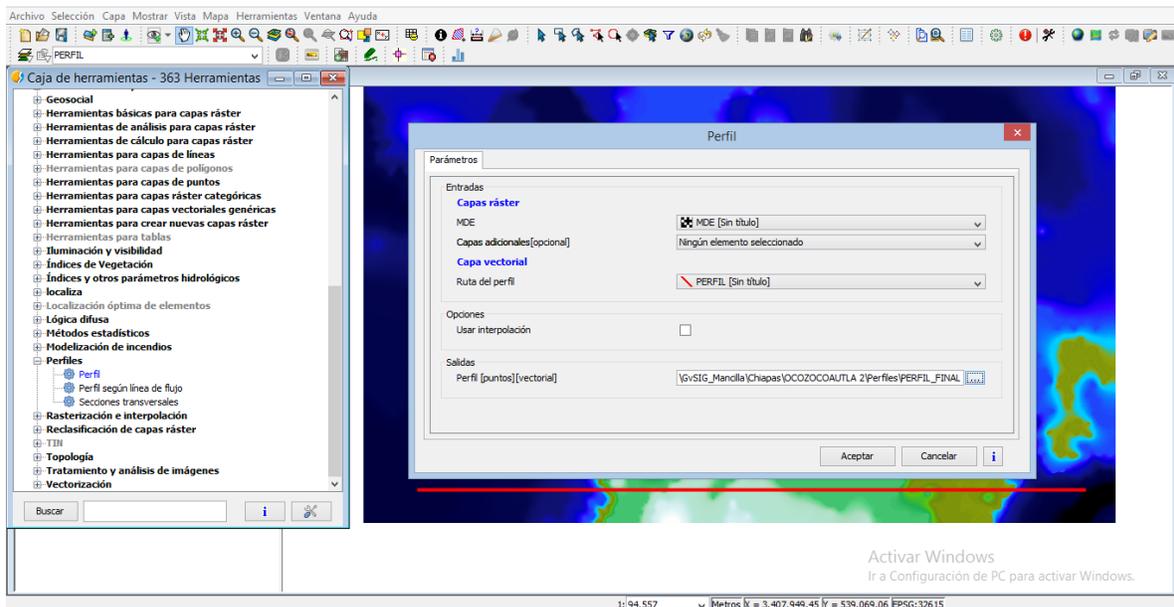


Visualización de nuestro perfil:

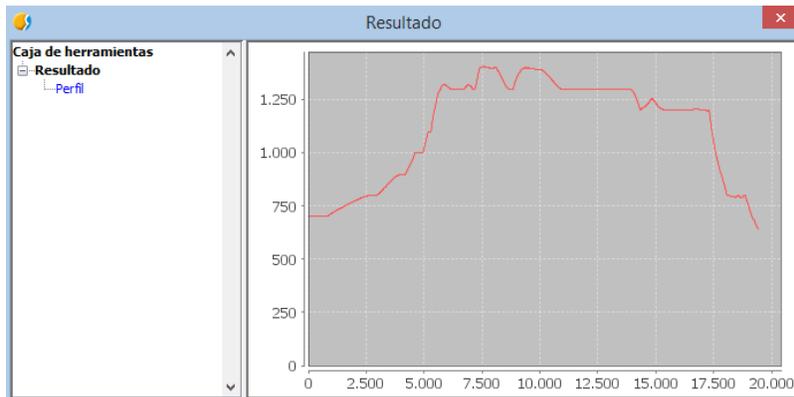


A través de la extensión Caja de herramientas>> Perfil >> Perfil

- Ingresaremos nuestro MDE como Capa Raster
- Nuestro shape recién creado "PERFIL" como Capa Vectorial
- Aceptar



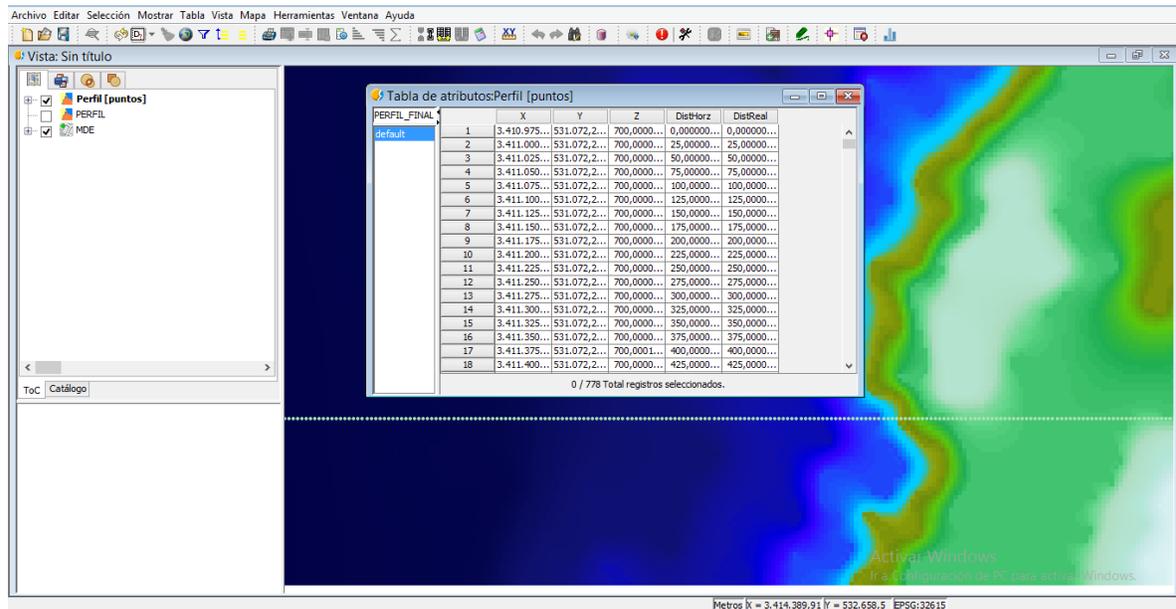
RESULTADO:



Como podemos observar nos muestra tanto la distancia en la parte inferior como las cotas en la parte lateral, podemos guardar este resultado en formato JPG, por si lo requiriéramos para algún informe o presentación.

Siguiendo la línea del perfil podemos observar que las partes bajas corresponden al color azul oscuro de nuestro MDE, mientras que las partes más altas corresponden a los colores más claros.

La tabla de atributos de la capa que recién se nos ha creado como "Perfil (Puntos)" contiene los puntos donde la línea toca las diferentes cotas, con sus respectivas coordenadas X, Y, Z (Cota), así como la distancia horizontal y la distancia real sobre el terreno.

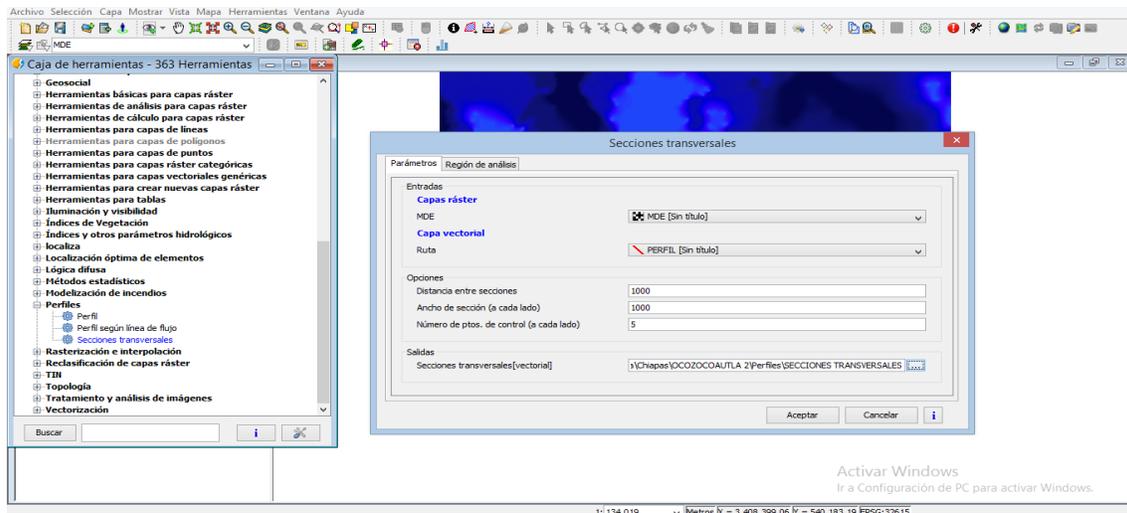


GEOPROCESOS CON UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (MDE): SECCIONES TRANSVERSALES

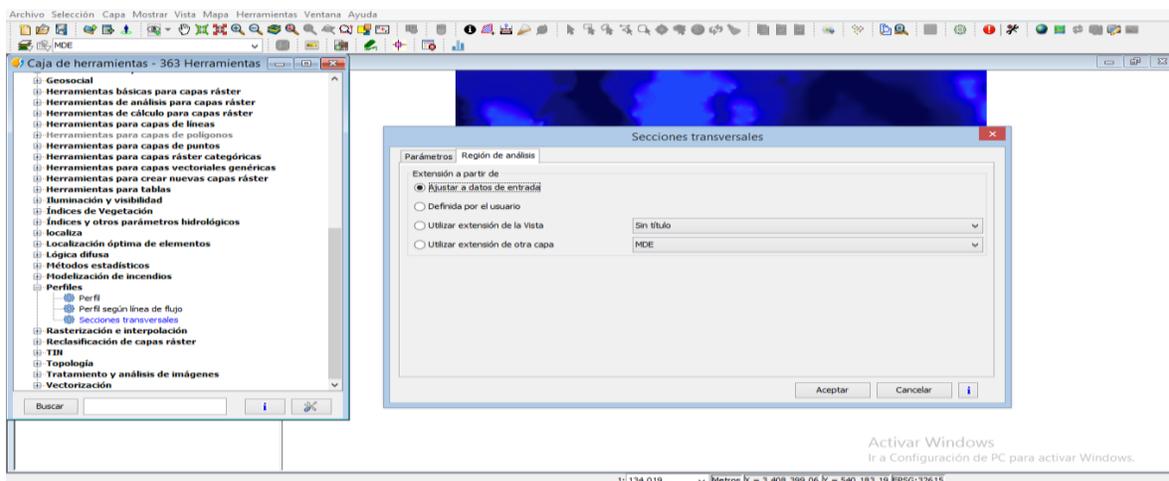
Siguiendo con el ejercicio anterior, con la extensión >> Caja de Herramientas>> Perfiles>> Sección Transversal

- Elegiremos como capa raster nuestro **MDE**
- Nuestra shape **PERFIL** como capa vectorial
- Para los siguientes parámetros:
 - a) Distancia entre secciones siguiendo la línea del perfil: **1000**
 - b) Ancho de sección: cuantos metros hacia cada lado quiero que me calcule la transversal: **1000**
 - c) Número de puntos de control a cada lado: **5**

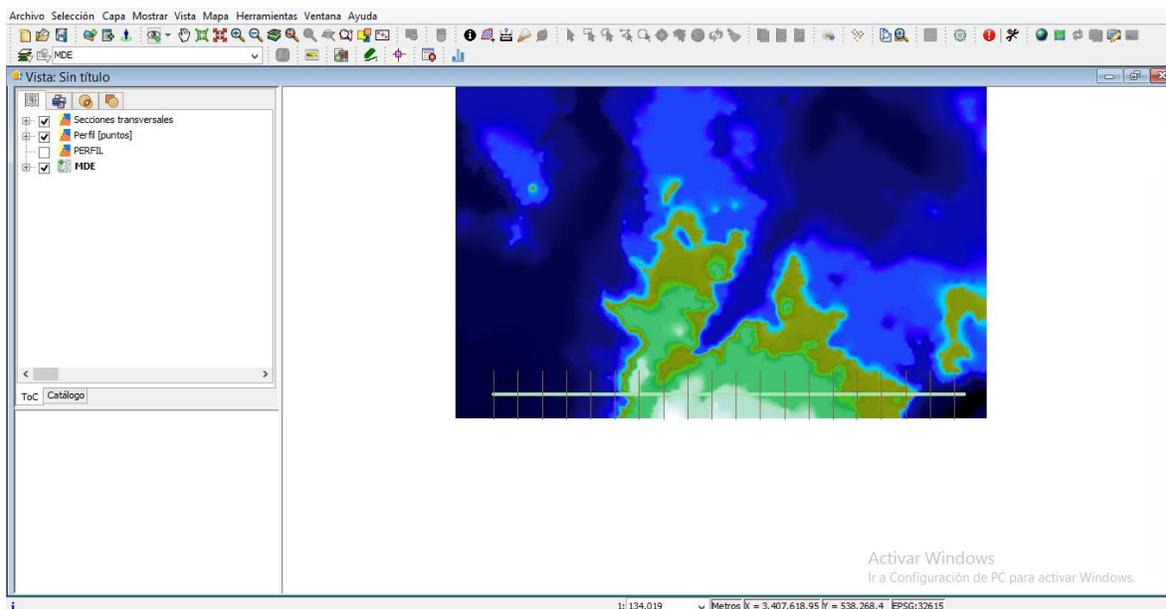
Por lo tanto cada 200m me va a calcular un punto en las transversales:



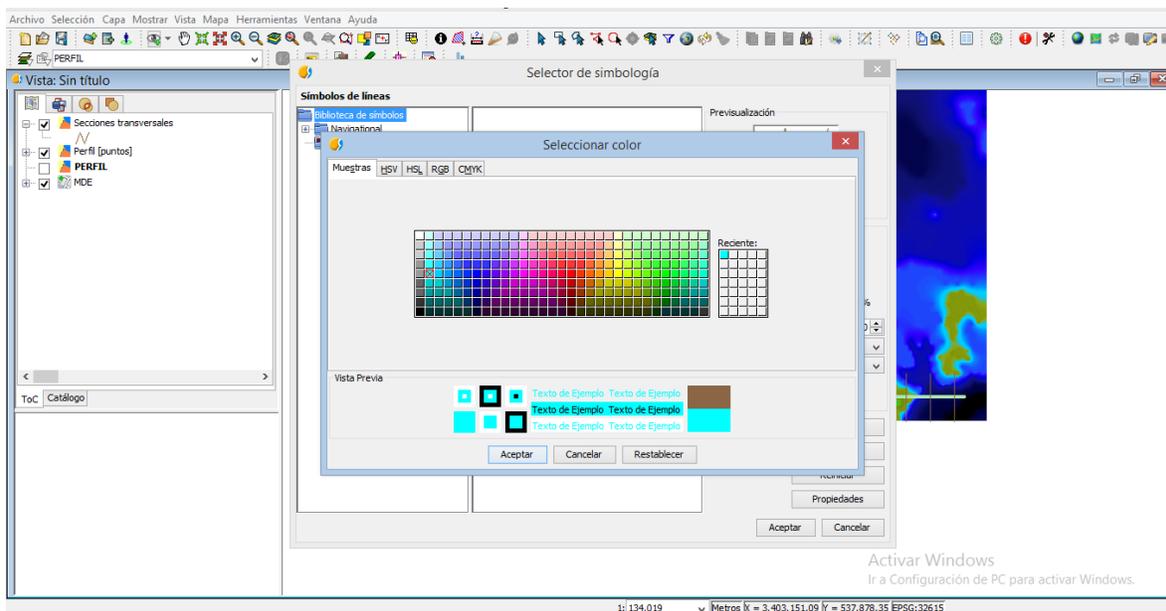
En la pestaña “Región de Análisis”, seleccionaremos la opción “Ajustar a datos de entrada”, ya que estamos ingresando el MDE y el perfil como base, finaliza con clic a la opción “Aceptar”.

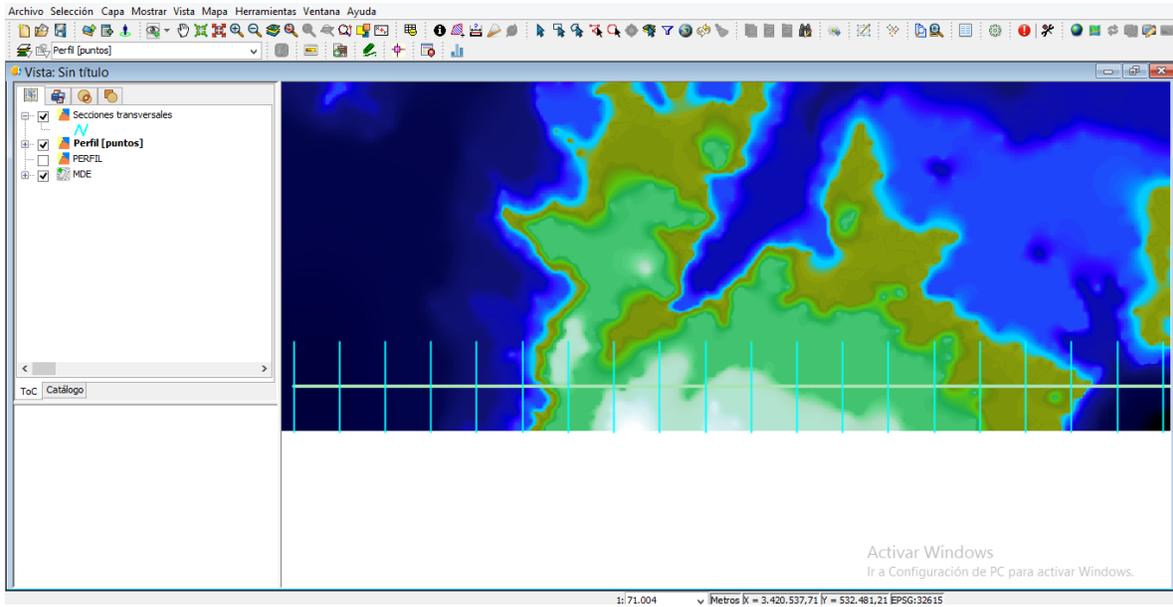


Se nos ha creado una nueva capa llamada “Secciones Transversales”:



Le cambiaremos la simbología a un azul claro:





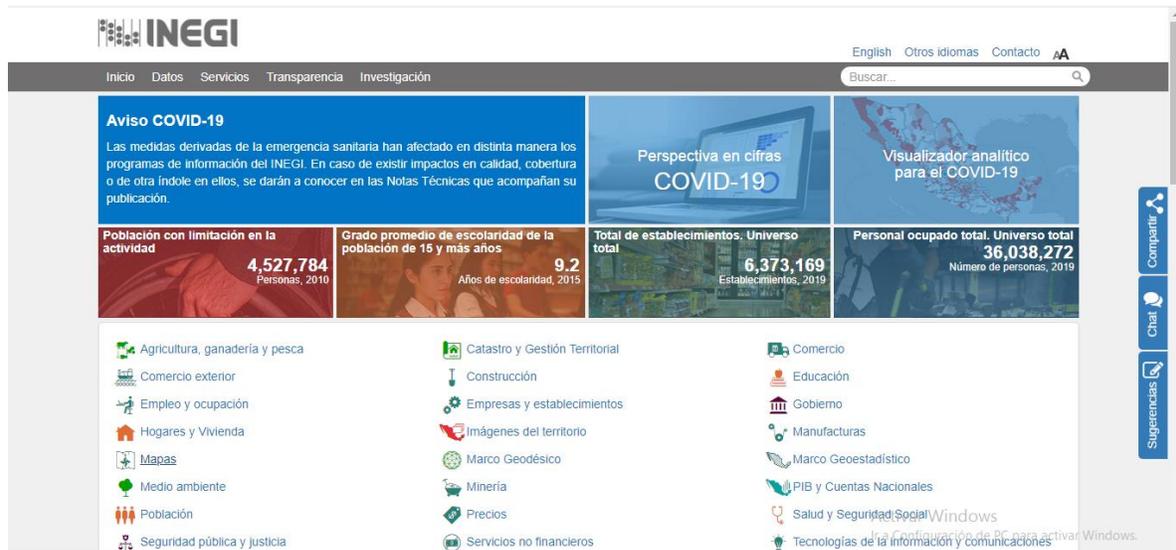
Si observamos su tabla de atributos tenemos un campo cero, donde se encuentra la cota de los puntos cada 1000m respecto al modelo digital de terreno y luego cada 200m a los lados también su cota hasta los 1000m que le hemos pedido que nos calcule, es por ello que tenemos -1000m hasta 1000m.

GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (MDE) A TRAVÉS DE CURVAS DE NIVEL

En este apartado obtendremos un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) a través de una capa de curvas de nivel, mediante rasterización y relleno de celdas sin datos.

En primera instancia y como ejemplificación descargaremos las curvas de nivel correspondientes al Estado de Chiapas de la República Mexicana.

- Descargaremos dicha capa de la siguiente liga: www.inegi.org.mx
- En la opción “Datos” seleccionaremos la liga “Mapas”

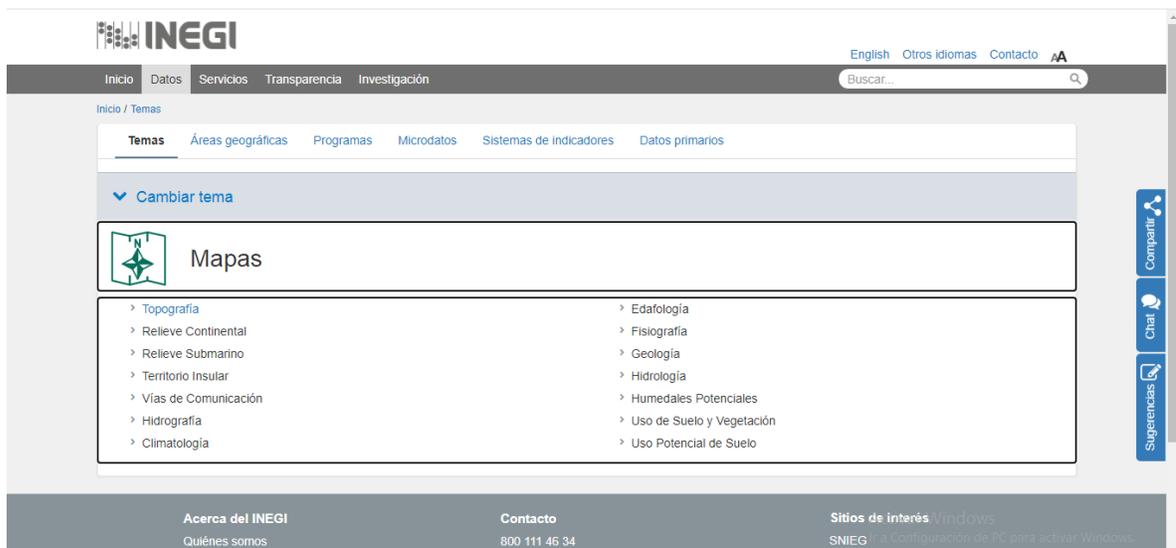


The screenshot shows the INEGI website homepage. At the top, there is a navigation bar with 'Inicio', 'Datos', 'Servicios', 'Transparencia', and 'Investigación'. A search bar is also present. Below the navigation bar, there are several key statistics and news items:

- Aviso COVID-19:** Las medidas derivadas de la emergencia sanitaria han afectado en distinta manera los programas de información del INEGI. En caso de existir impactos en calidad, cobertura o de otra índole en ellos, se darán a conocer en las Notas Técnicas que acompañan su publicación.
- Perspectiva en cifras COVID-19:** Visualizador analítico para el COVID-19.
- Población con limitación en la actividad:** 4,527,784 Personas, 2010.
- Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años:** 9.2 Años de escolaridad, 2015.
- Total de establecimientos. Universo total:** 6,373,169 Establecimientos, 2019.
- Personal ocupado total. Universo total:** 36,038,272 Número de personas, 2019.

Below these statistics, there is a grid of icons representing various sectors and services, including: Agricultura, ganadería y pesca; Comercio exterior; Empleo y ocupación; Hogares y Vivienda; Mapas; Medio ambiente; Población; Seguridad pública y justicia; Catastro y Gestión Territorial; Construcción; Empresas y establecimientos; Imágenes del territorio; Marco Geodésico; Minería; Precios; Servicios no financieros; Comercio; Educación; Gobierno; Manufacturas; Marco Geoestadístico; PIB y Cuentas Nacionales; Salud y Seguridad Social; and Tecnologías de la información y comunicaciones.

- Oprime la opción “Topografía”

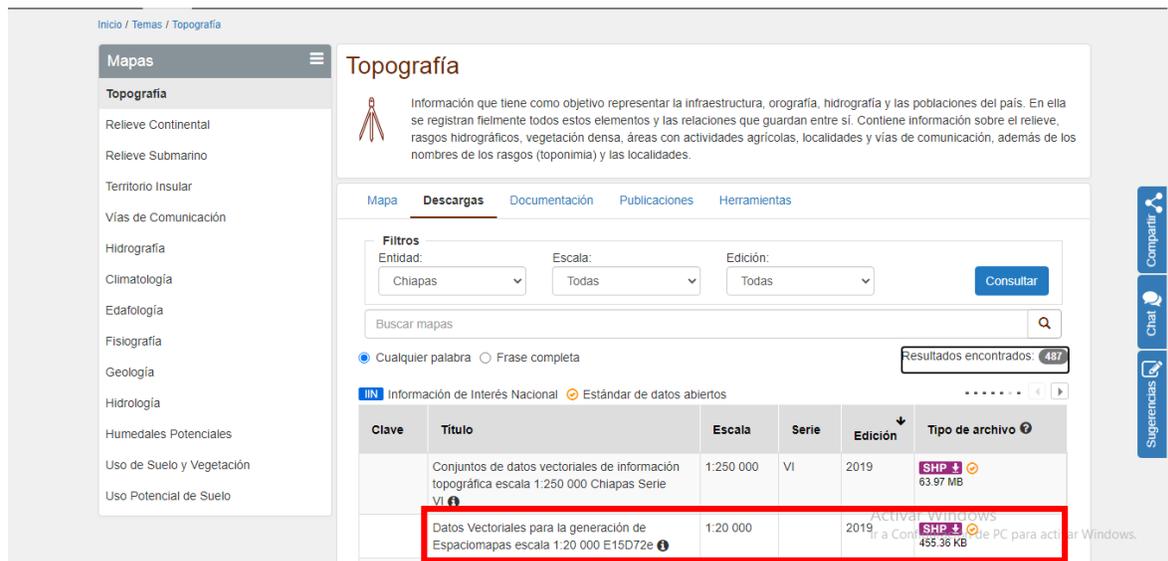


The screenshot shows the INEGI website with the 'Mapas' section selected. The navigation bar is the same as in the previous screenshot. Below the navigation bar, there is a 'Temas' (Topics) section with a 'Cambiar tema' (Change topic) button. The 'Mapas' section is expanded, showing a list of map types:

- Topografía
- Relieve Continental
- Relieve Submarino
- Territorio Insular
- Vías de Comunicación
- Hidrografía
- Climatología
- Edafología
- Fislografía
- Geología
- Hidrología
- Humedales Potenciales
- Uso de Suelo y Vegetación
- Uso Potencial de Suelo

At the bottom of the page, there is a footer with 'Acerca del INEGI' (Quiénes somos), 'Contacto' (800 111 46 34), and 'Sitios de interés' (SNIEG).

En este apartado llenaremos los filtros y descargaremos la segunda opción:



Topografía

Información que tiene como objetivo representar la infraestructura, orografía, hidrografía y las poblaciones del país. En ella se registran fielmente todos estos elementos y las relaciones que guardan entre sí. Contiene información sobre el relieve, rasgos hidrográficos, vegetación densa, áreas con actividades agrícolas, localidades y vías de comunicación, además de los nombres de los rasgos (toponimia) y las localidades.

Mapa Descargas Documentación Publicaciones Herramientas

Filtros

Entidad: Chiapas Escala: Todas Edición: Todas **Consultar**

Buscar mapas

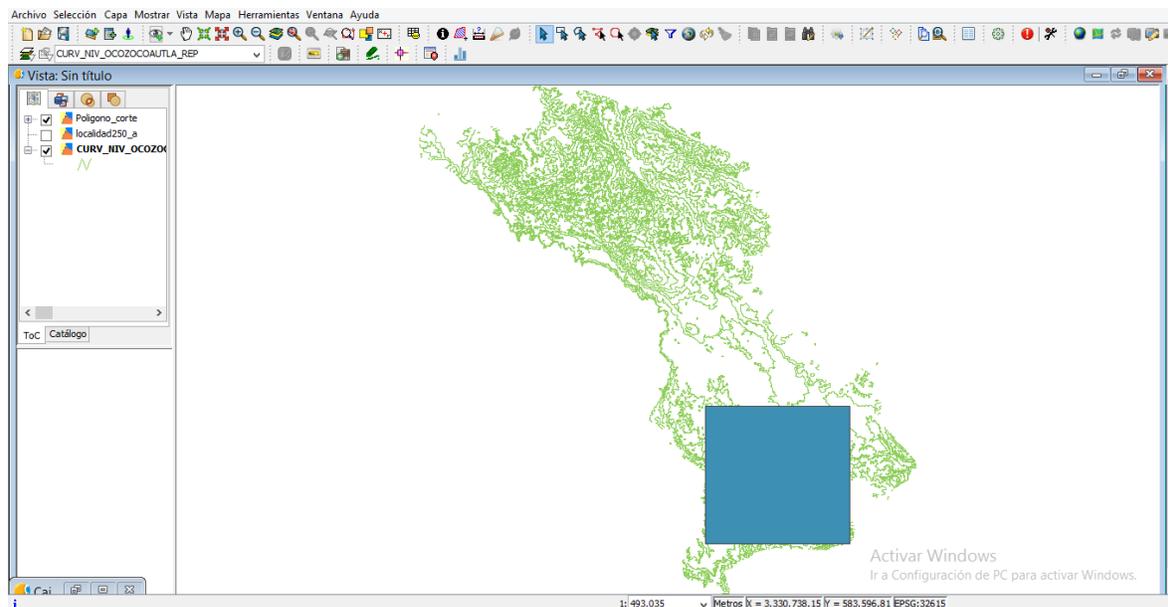
Cualquier palabra Frase completa Resultados encontrados: 487

IN Información de Interés Nacional Estándar de datos abiertos

Clave	Título	Escala	Serie	Edición	Tipo de archivo
	Conjuntos de datos vectoriales de información topográfica escala 1:250 000 Chiapas Serie VI	1:250 000	VI	2019	SHP 63.97 MB
	Datos Vectoriales para la generación de Espaciomaps escala 1:20 000 E15D72e	1:20 000		2019	SHP 455.36 KB

Una vez descargada la capa, la visualizaremos en el software gvSIG:

Procederemos a cortar la capa de curvas de nivel a nuestra zona de estudio, para este apartado obtuvimos un corte de una parte del municipio de Ocozacoautla perteneciente al estado de Chiapas.



Archivo Selección Capa Mostrar Vista Mapa Herramientas Ventana Ayuda

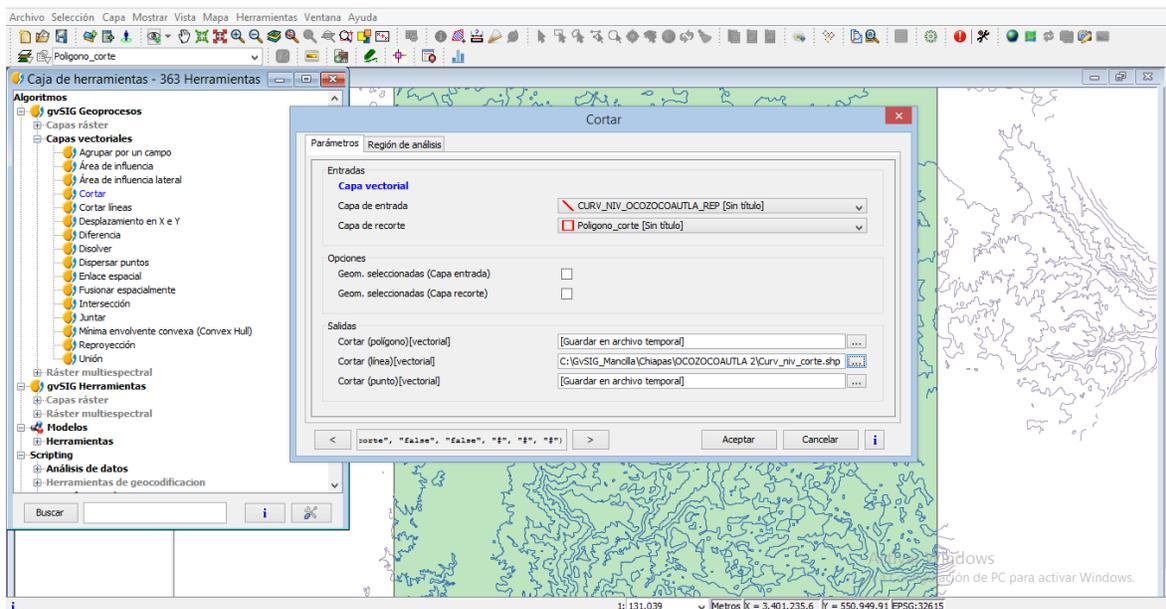
Vista: Sin título

Poligono_corte
 localidad250_a
 CURV_NIV_OCOZOC

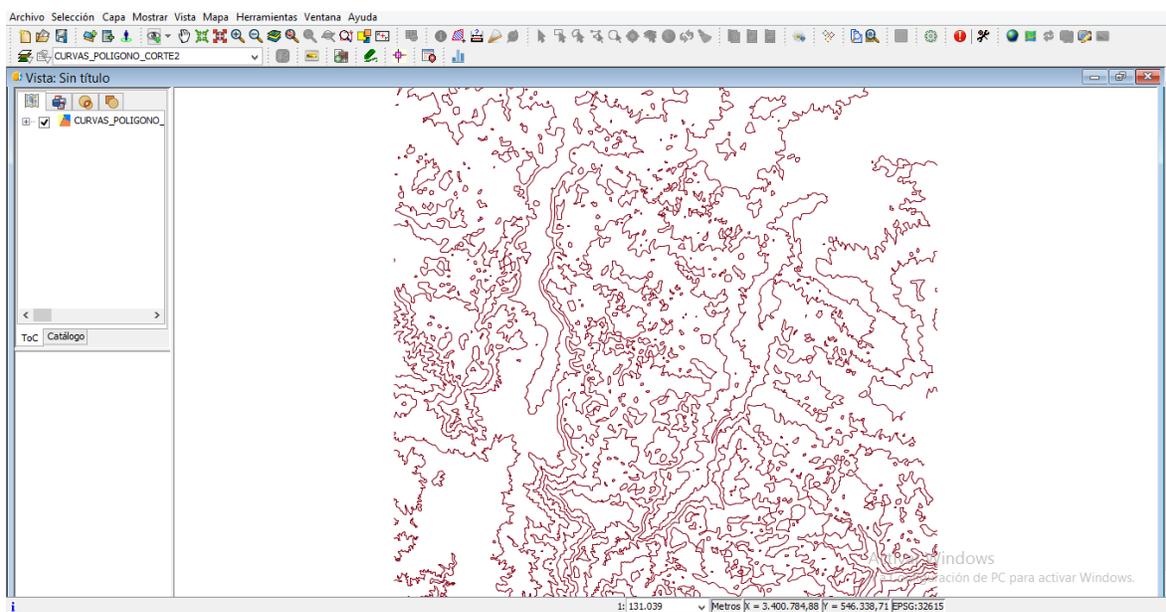
Activar Windows
 Ir a Configuración de PC para activar Windows.

1: 493.035 | Metros | x = 3.330.738,15 | y = 583.596,81 | EPSG:32615

- Caja de herramientas>>Capas Vectoriales>> Cortar



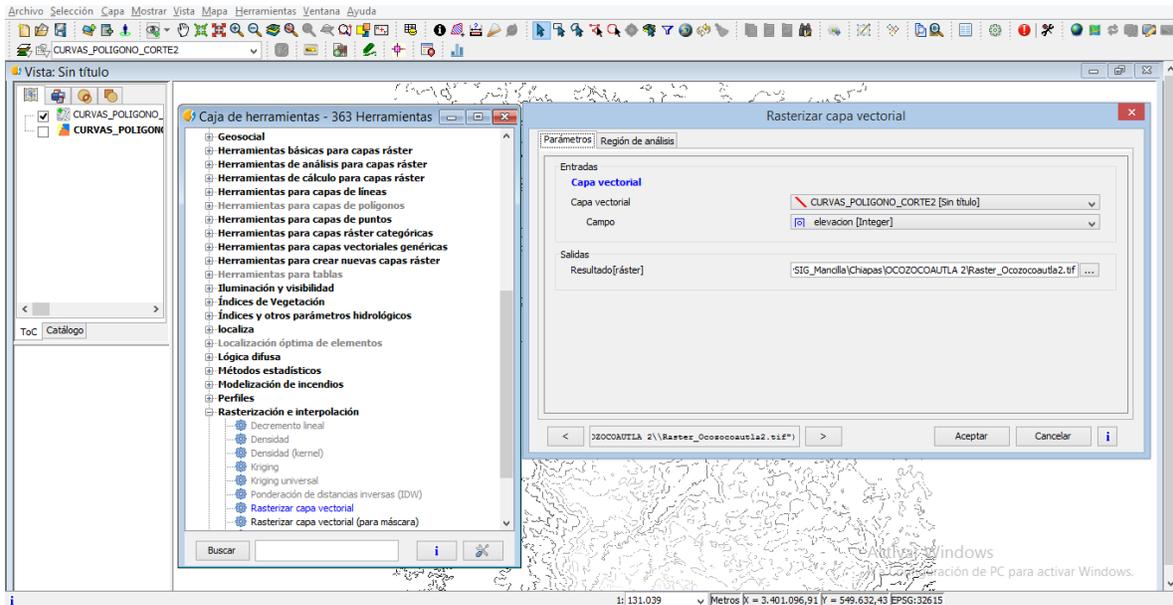
Resultado:



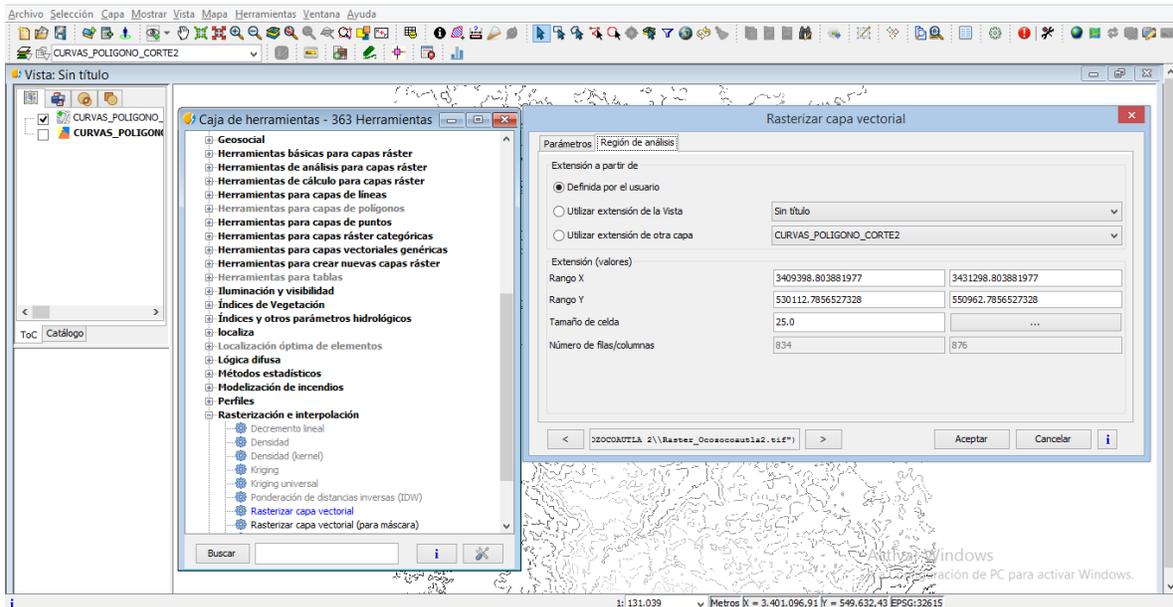
A continuación, procederemos con la rasterización de la capa:

- Caja de herramientas>> Rasterización e Interpolación>> Rasterizar capa vectorial

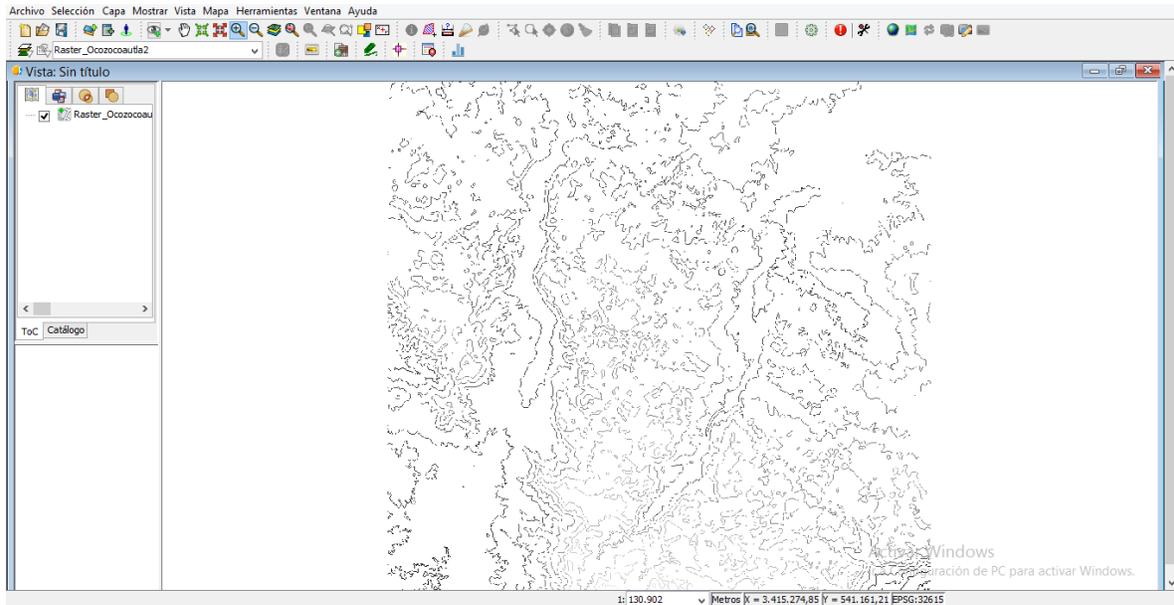
En primer lugar seleccionaremos la capa de las curvas de nivel que queremos convertir a raster, y a continuación el campo a utilizar para tomar la información necesaria para la rasterización, en este caso será el campo “Elevación”:



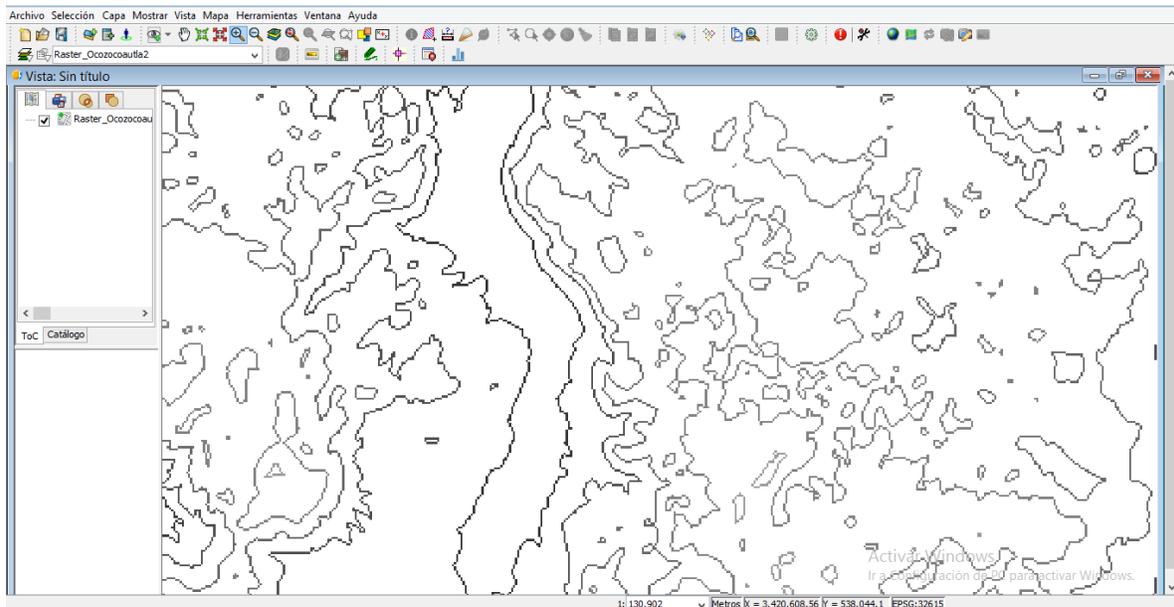
Proseguiremos a elegir una extensión determinada para la nueva capa resultante (pestaña salida raster). Es conveniente no crear el tamaño de celda excesivamente grande ni excesivamente bajo. Para este ejercicio hemos empleado el valor de 25.



Resultado:



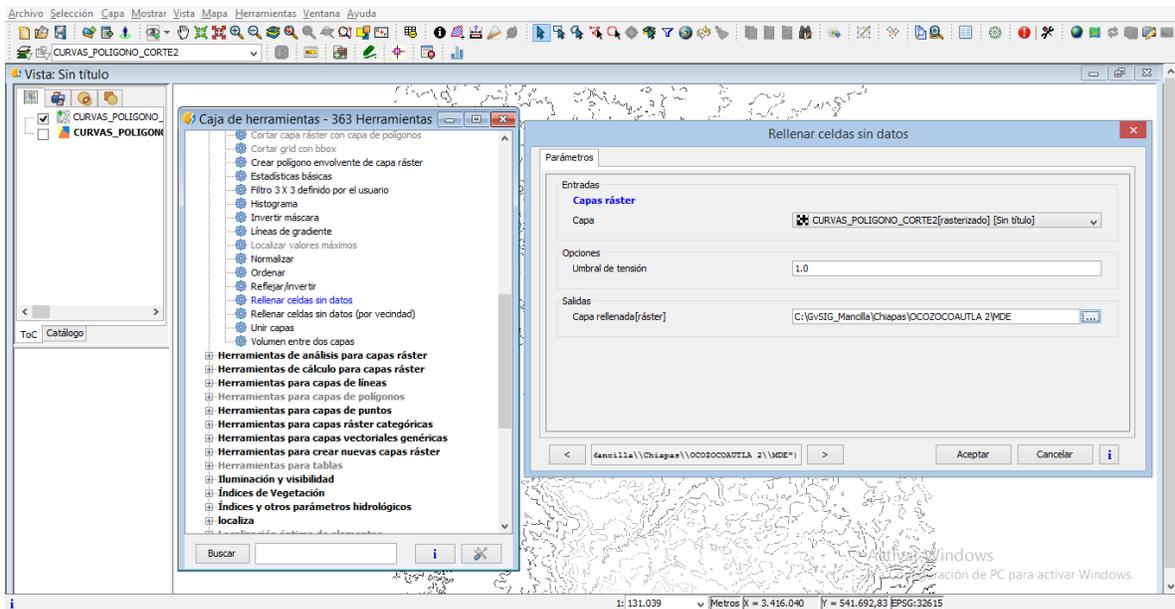
Resultado con un poco de Zoom:



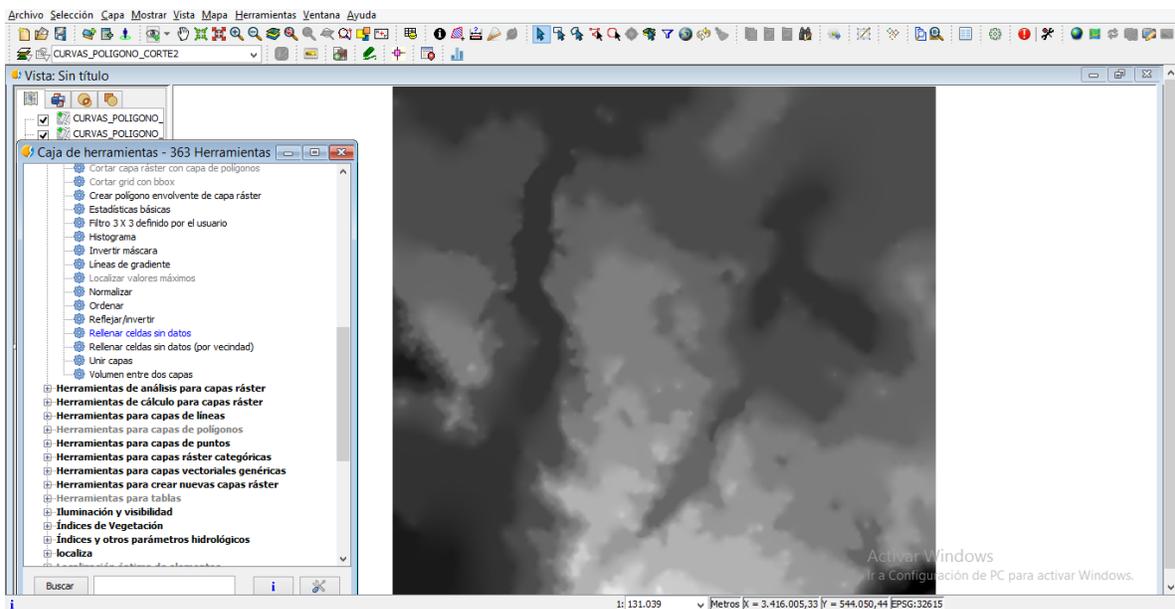
Puesto que habrán quedado celdas sin datos debemos completar esa información con la extensión:

- Caja de Herramientas >> Herramientas básicas para capa raster >> Rellenar celdas sin datos

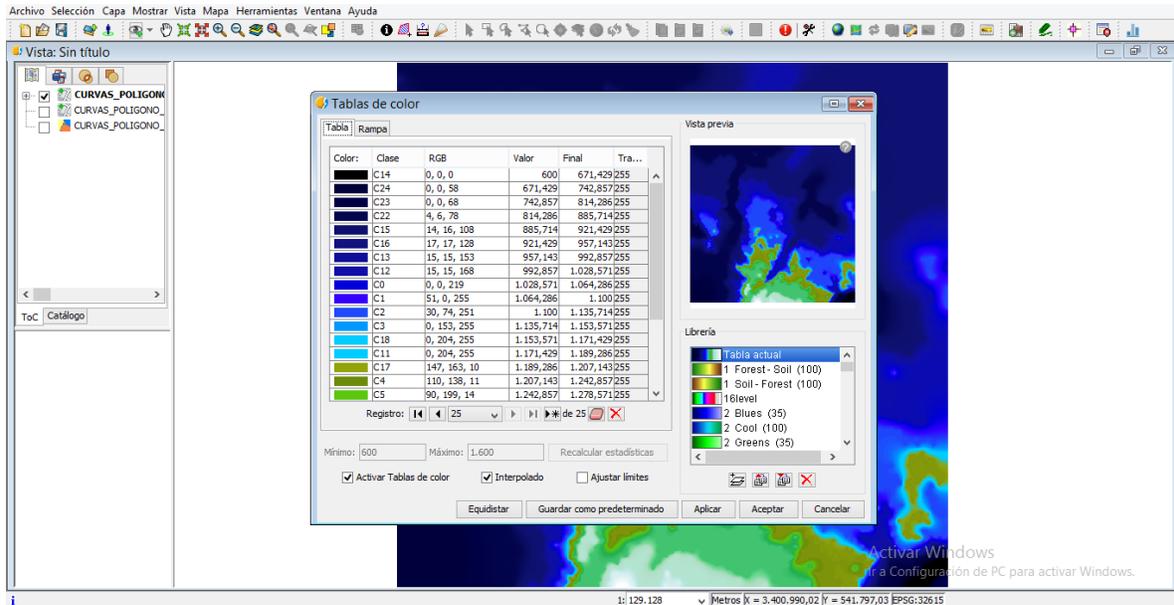
NOTA: La información para completar las celdas sin datos se toman de la propia capa.



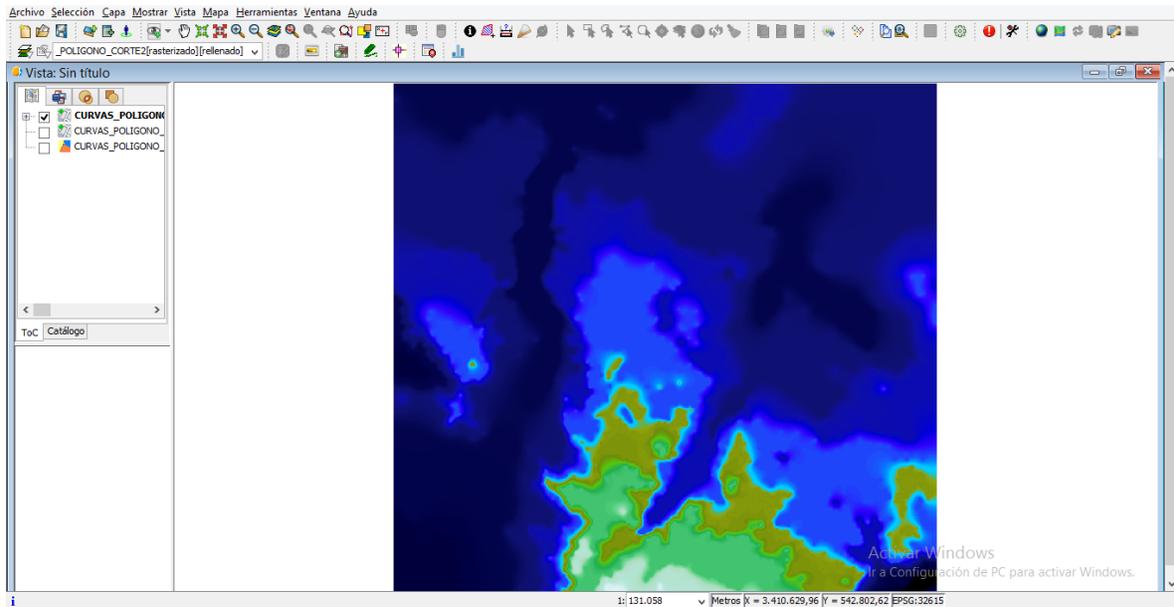
El resultado será una nueva capa raster con el MDE:



Activando la opción tabla de color, elegiremos el tipo MDT2:



Resultado Final:

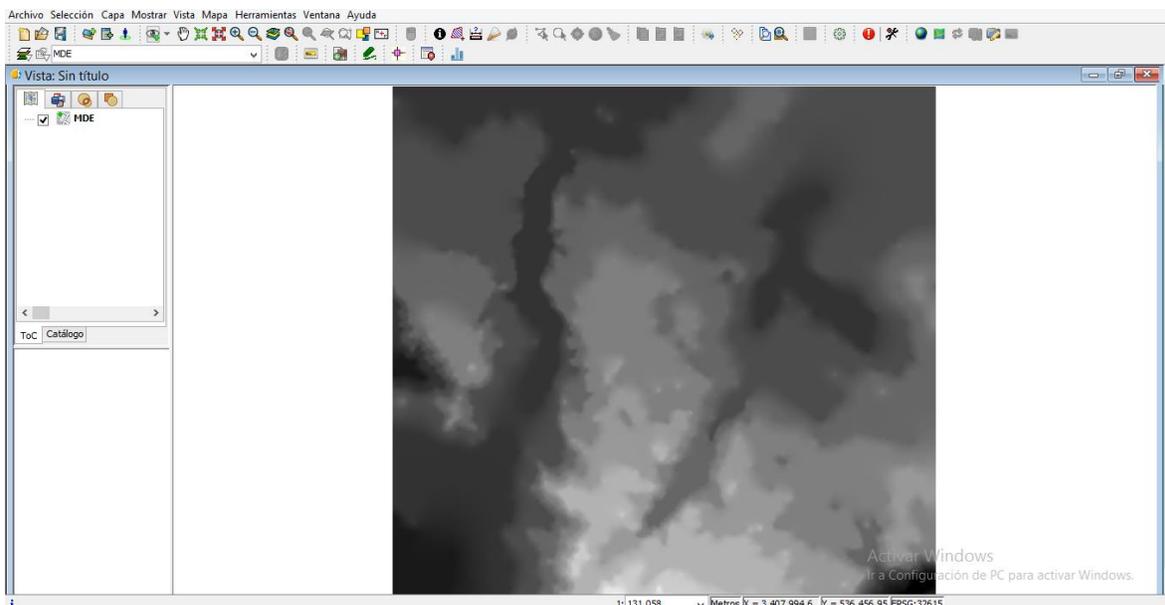


GENERACIÓN DE UNA CAPA DE CURVAS DE NIVEL A PARTIR DE UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES (MDE)

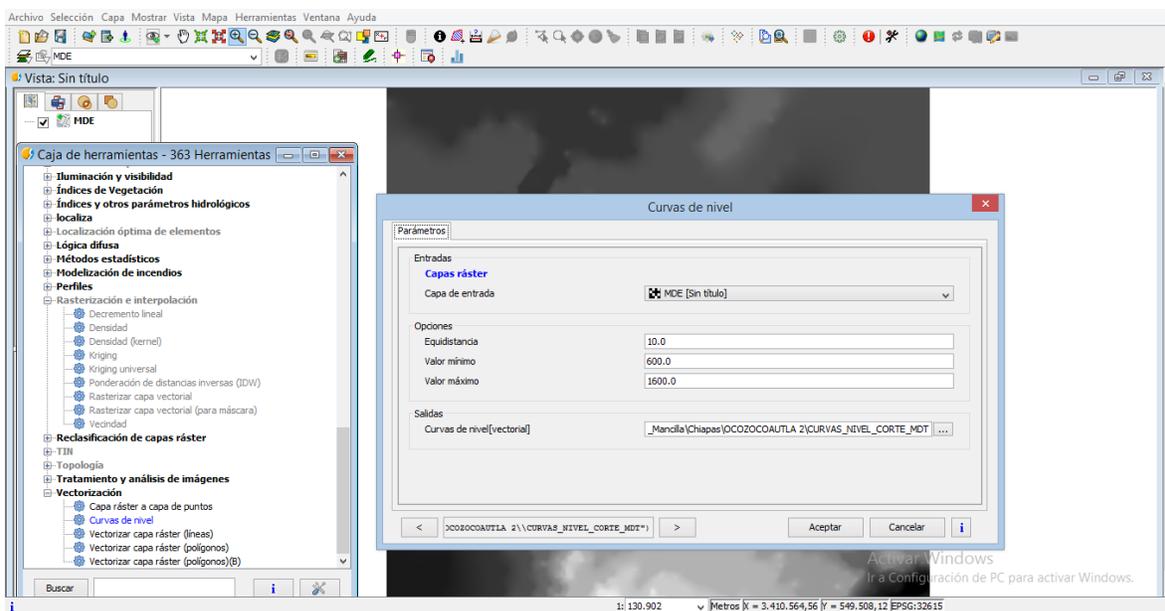
En el apartado anterior obtuvimos un MDE a partir de una capa de curvas de nivel, en esta ocasión obtendremos una capa de curvas de nivel a partir de un MDE.

Para fines didácticos necesitaremos el MDE obtenido en el apartado anterior (Modelo Digital de Elevaciones de Ocozocoautla, Chiapas, México).

- Primeramente visualicemos dicho MDE dentro de la plataforma gvSIG

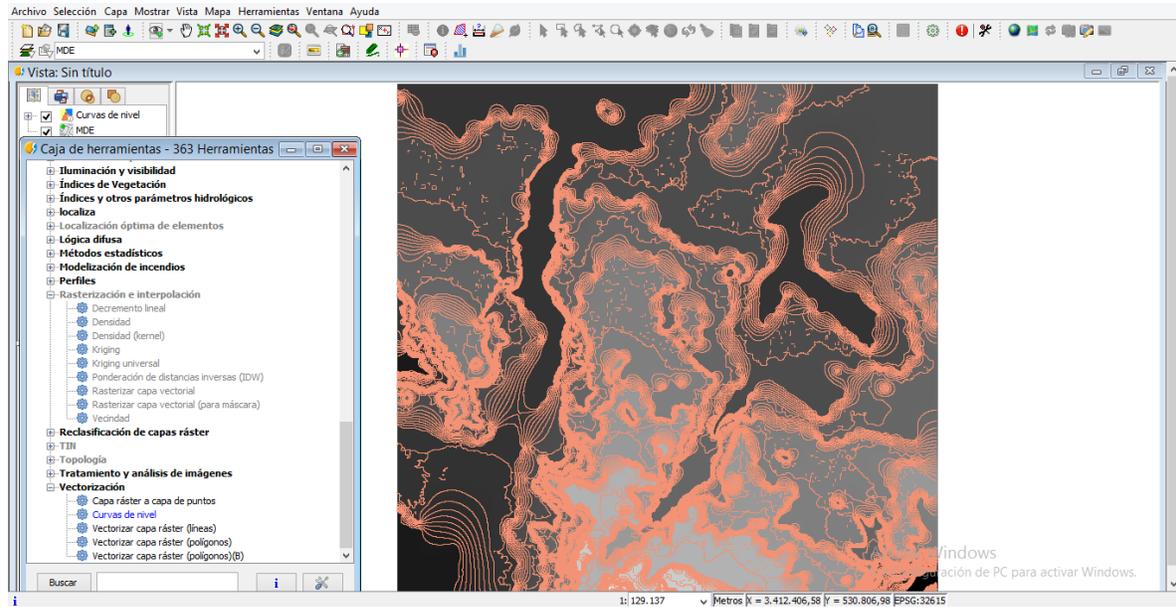


A través de la Caja de herramientas, extensión “Vectorización”, elegiremos la opción “Curvas de nivel”.



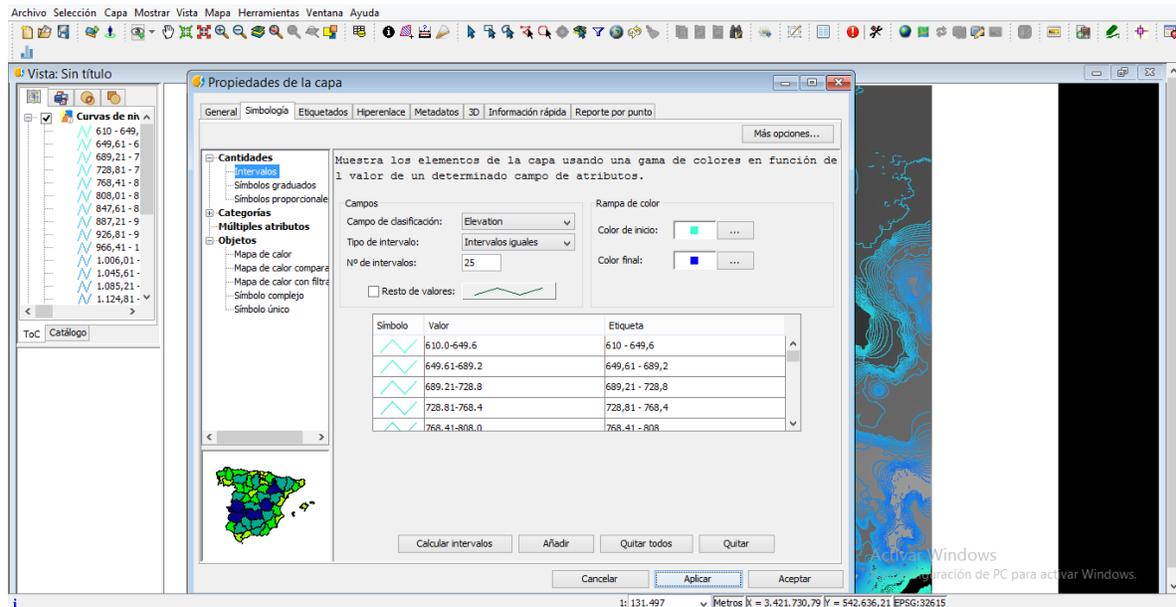
NOTA: En esta ejemplificación elegimos una equidistancia a 10 m. Es importante saber la elevación mínima y máxima.

Finalmente obtendremos, un shape con las curvas de nivel correspondientes a ese MDE:

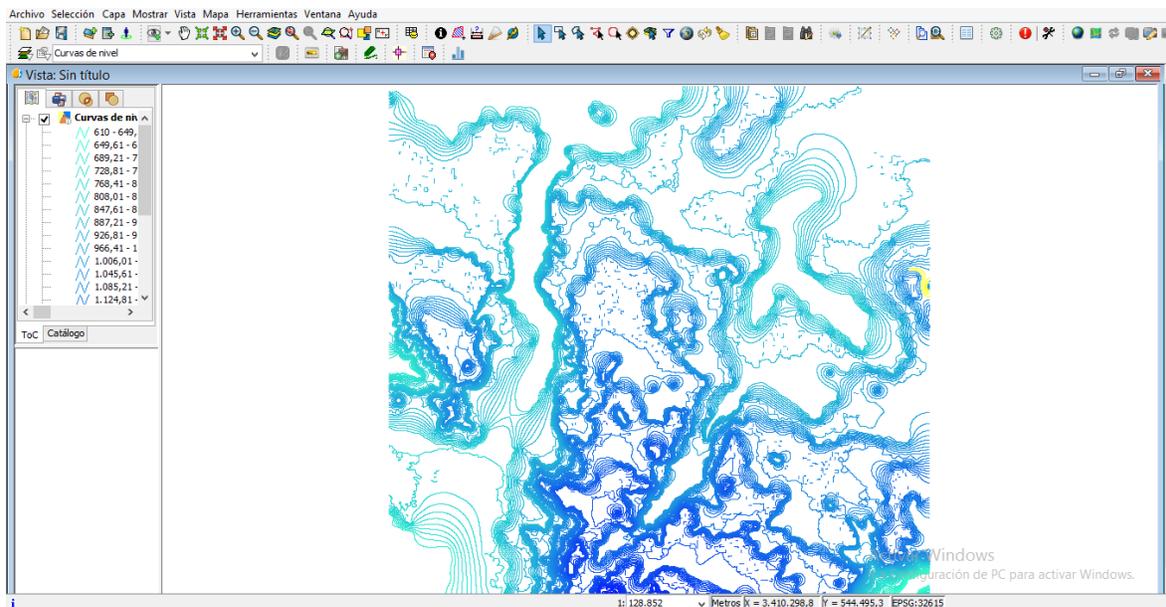


Para poder observar mejor la distribución de las curvas, en el apartado “propiedades” del propio shape, nos dirigiremos a la pestaña “Simbología”, y en apartado “cantidades” daremos clic a “intervalos” llenando los filtros de la siguiente manera:

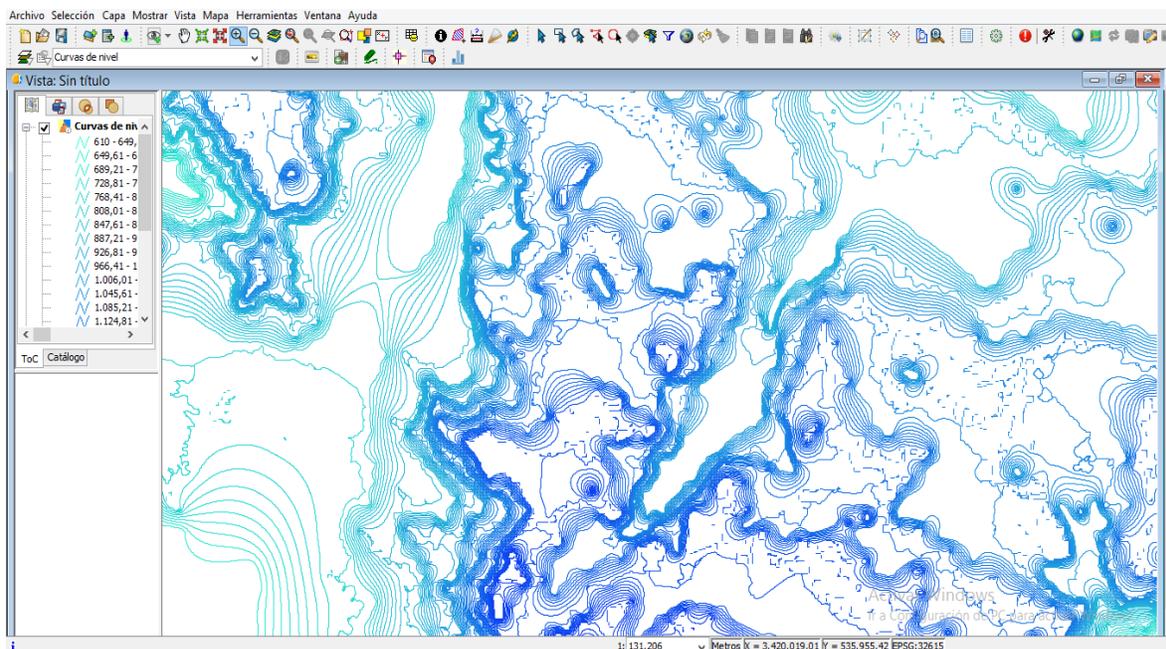
- Finaliza oprimiendo calcular intervalos, aplicar y aceptar:



Resultado:

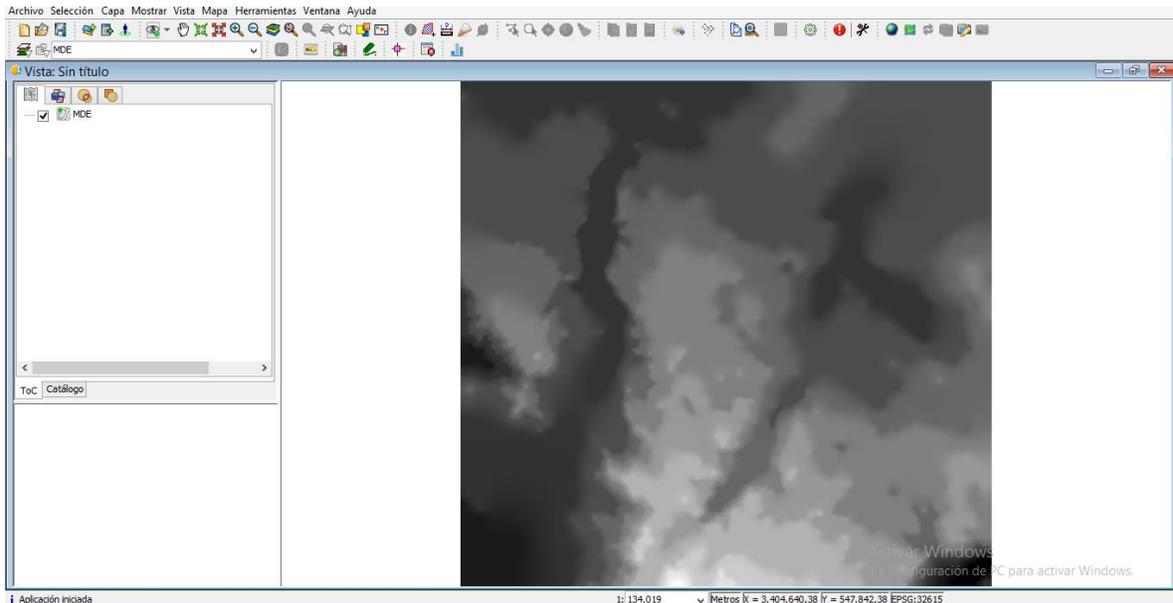


Resultado con un poco de Zoom (podemos apreciar las curvas de nivel a 10 m de equidistancia cada una, para corroborar esto puedes consultar la tabla de atributos de la propia capa):



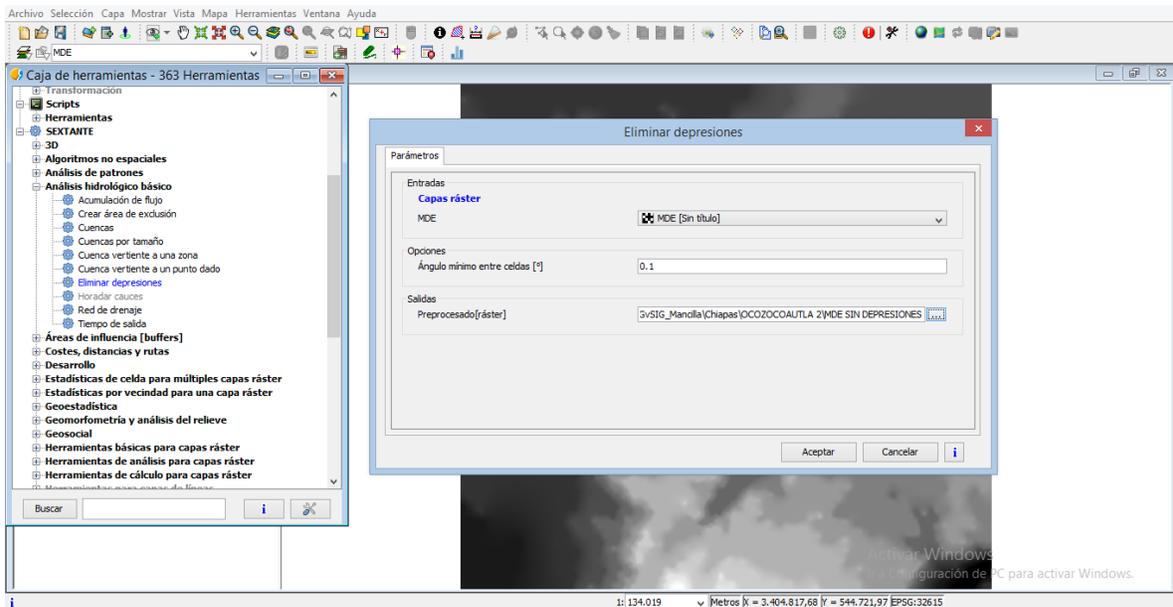
HERRAMIENTAS RELACIONADAS AL ANÁLISIS HIDROLOGICO

Para poder realizar estas herramientas necesitamos el MDE que hemos venido manejando con anterioridad, es decir, el MDE correspondiente a la parte Sur del municipio de Ocozocoautla, del estado de Chiapas, México.

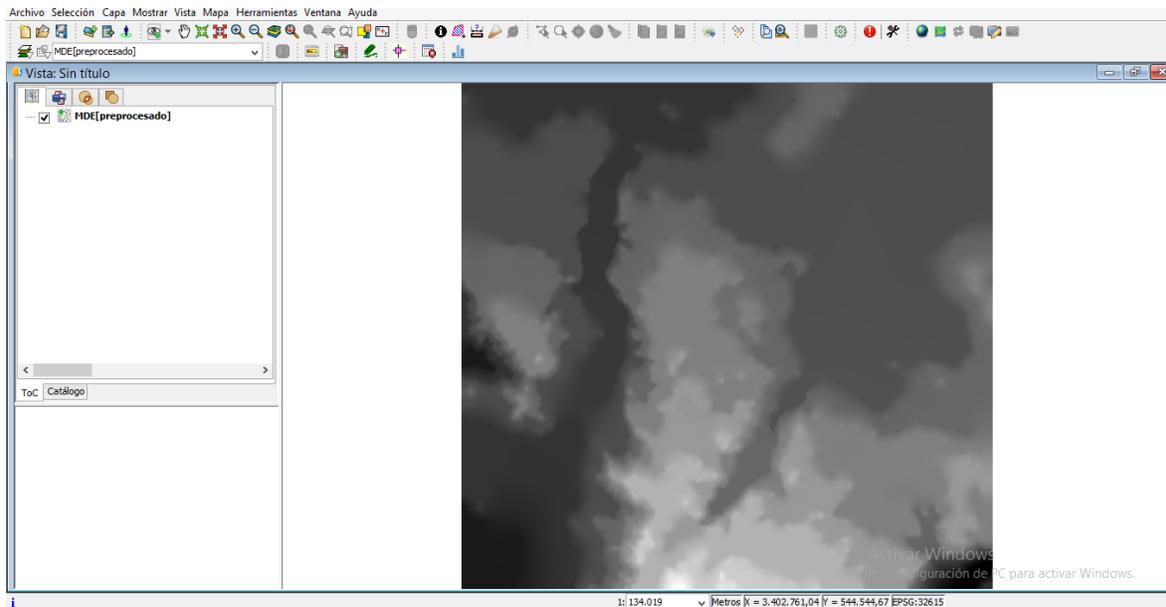


Para realizar un análisis hidrológico necesitamos eliminar las depresiones de nuestro MDE de lo contrario nos generara errores, para ello seguiremos la siguiente extensión:

>>Caja de Herramientas>> Análisis Hidrológico Básico>> Eliminar depresiones



RESULTADO:



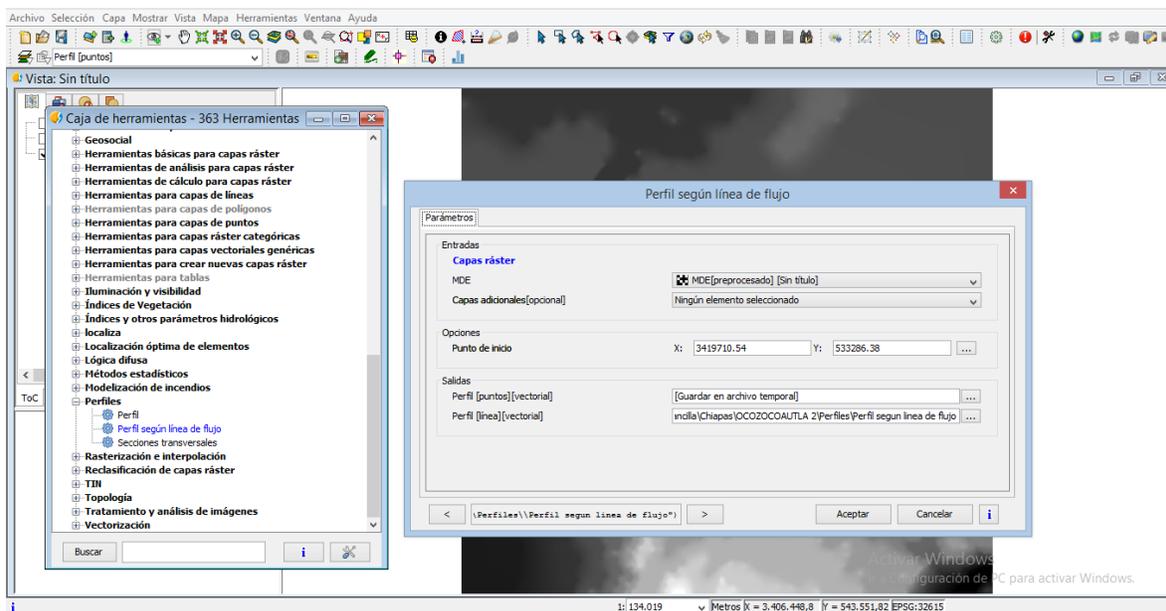
NOTA: Con este MDE ya podemos calcular las distintas herramientas del análisis hidrológico.

1. PERFIL SEGUN UNA LINEA DE FLUJO

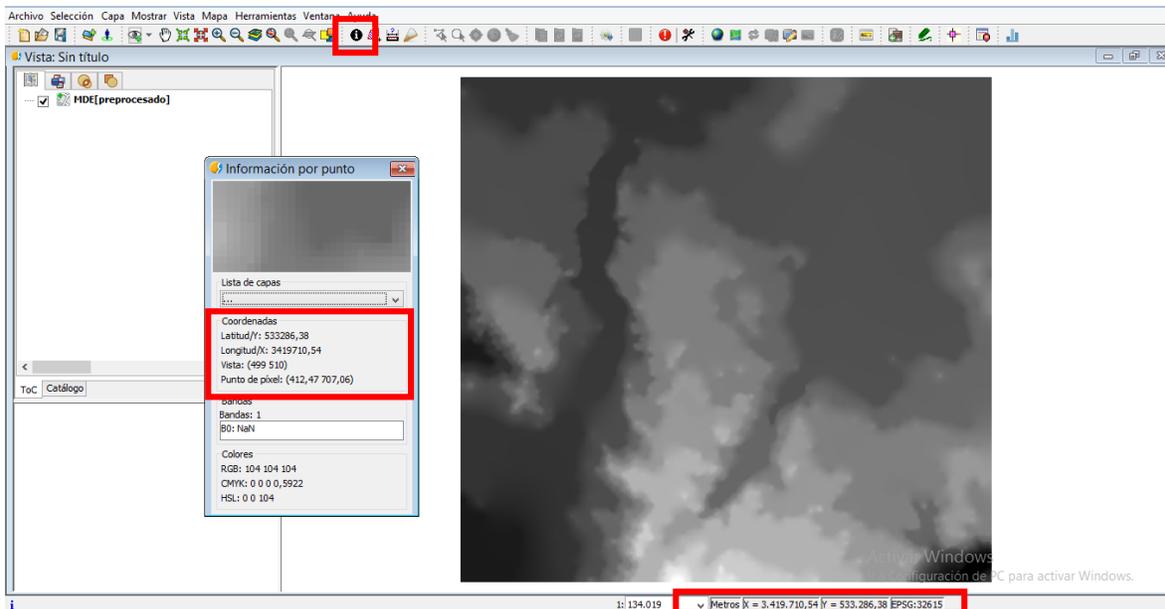
Nos referimos a un perfil según una línea de flujo, como el cálculo del flujo que seguiría una gota desde un punto de inicio, hasta un punto final.

Para este geoprocreso seguiremos la siguiente extensión:

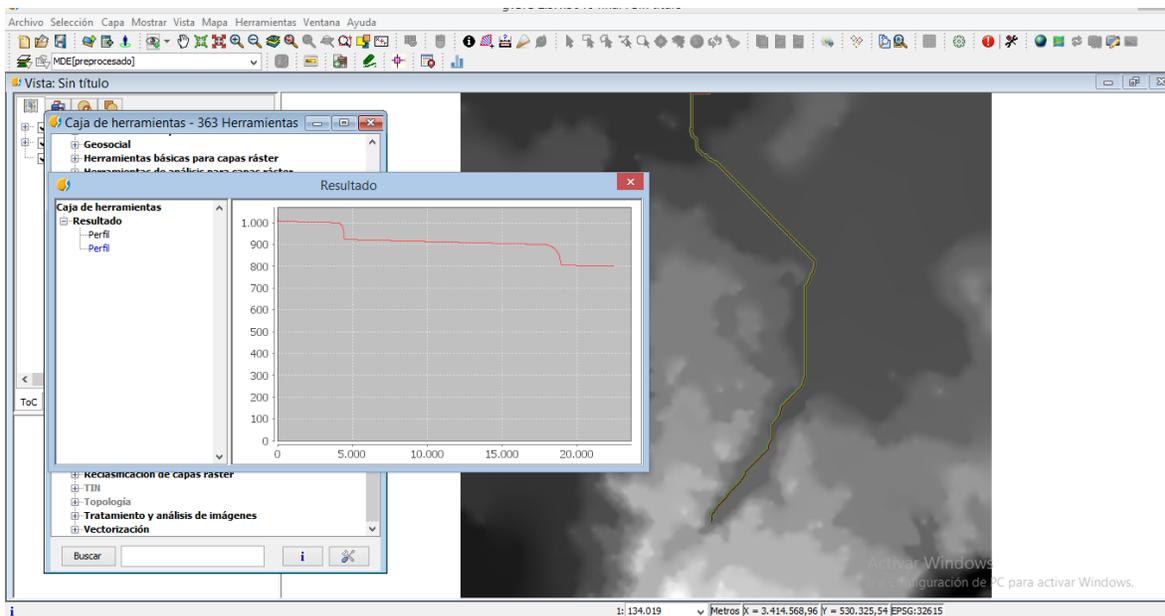
>>Caja de Herramientas>> Perfiles>> Perfil según Línea de Flujo

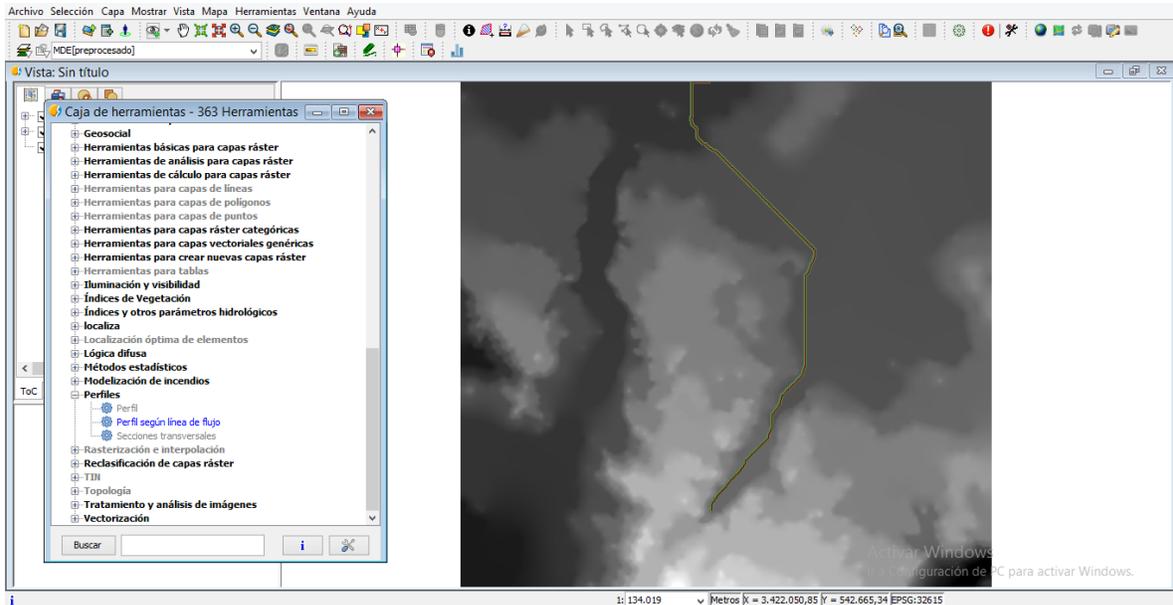


NOTA: Para la capa raster ingresaremos nuestro MDE sin depresiones, mientras que para las coordenadas de punto de inicio, puedes crear un punto y de ahí obtener tus coordenadas o en su defecto ubicar tu punto con la herramienta información por punto ubicada en el menú superior.



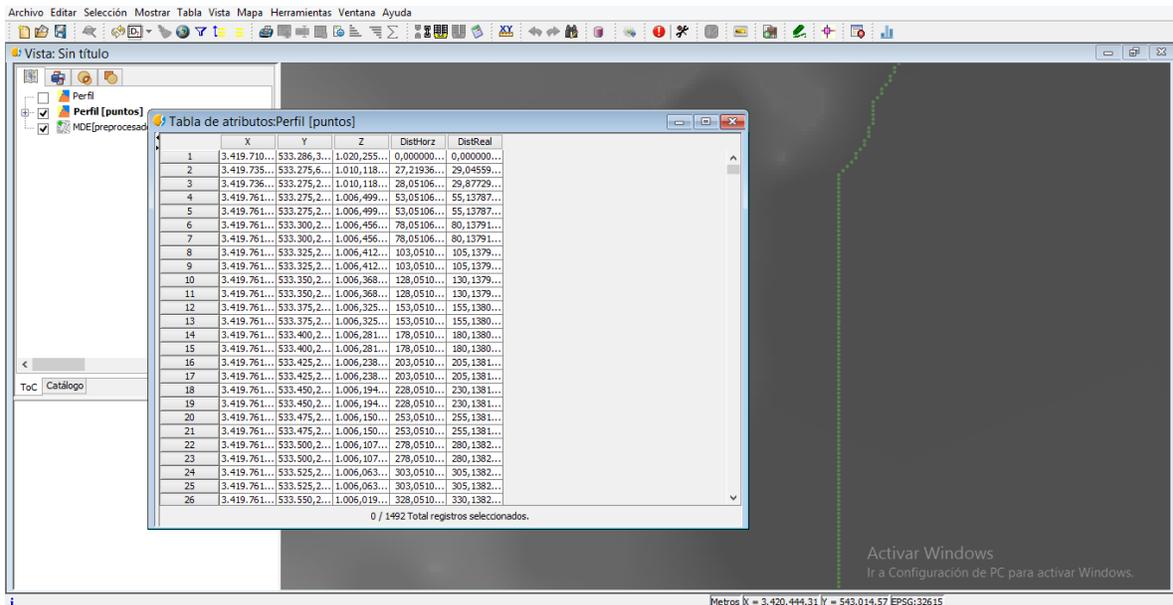
RESULTADO:





Podemos observar que a partir del punto que le hemos dado nos ha calculado el flujo que seguiría, así mismo la gráfica nos muestra el trayecto descendente de este flujo.

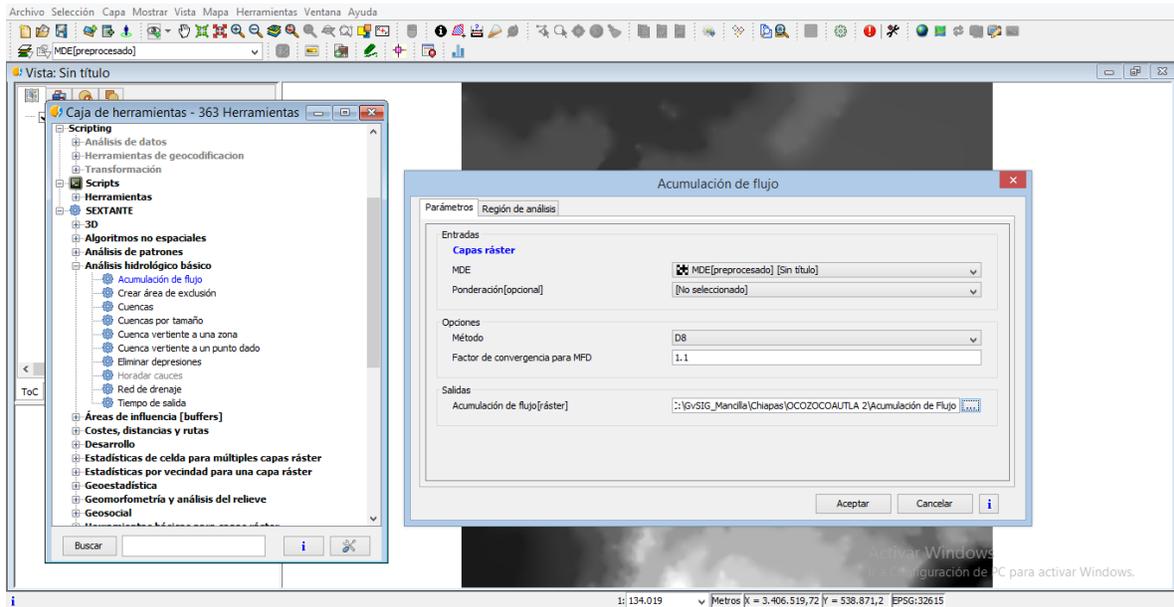
El geoproceto nos ha creado una nueva capa llamada “perfil” que hace referencia a la línea que sigue el flujo y la capa “perfil (puntos)” la cual contienen una serie de puntos con sus coordenadas X,Y, así como su cota (Z), también contiene la distancia horizontal desde el punto inicial, y la distancia real siguiendo la línea del terreno.



2. ACUMULACIÓN DE FLUJO

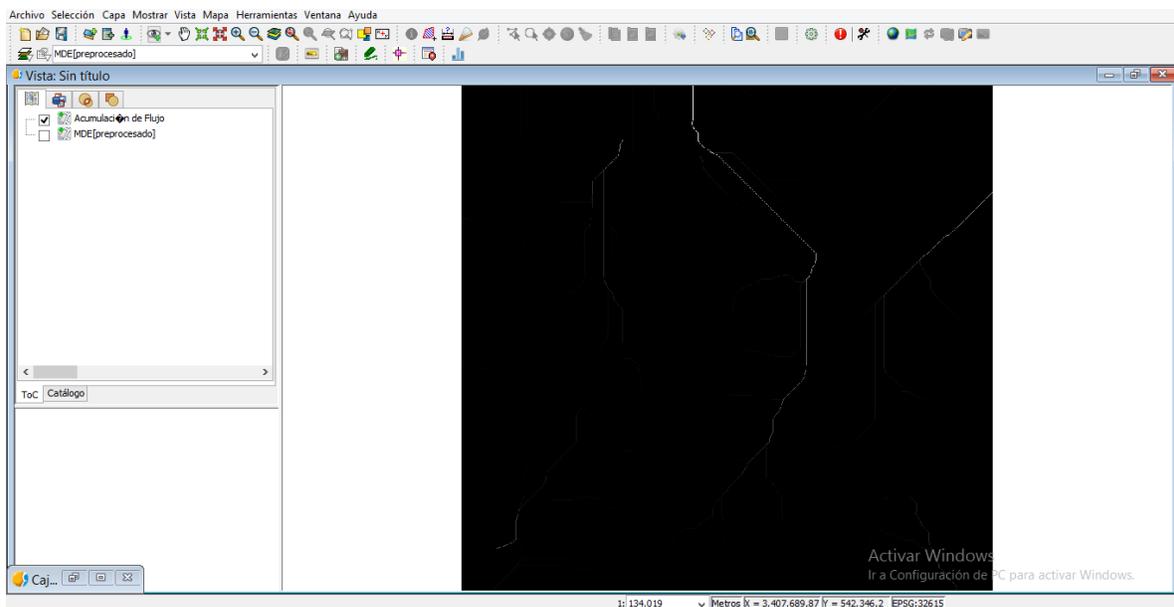
Trabajando con el MDE sin depresiones, seguiremos la siguiente extensión:

>>Caja de Herramientas>>SEXTANTE>> Análisis Hidrológico Básico>> Acumulación de flujo

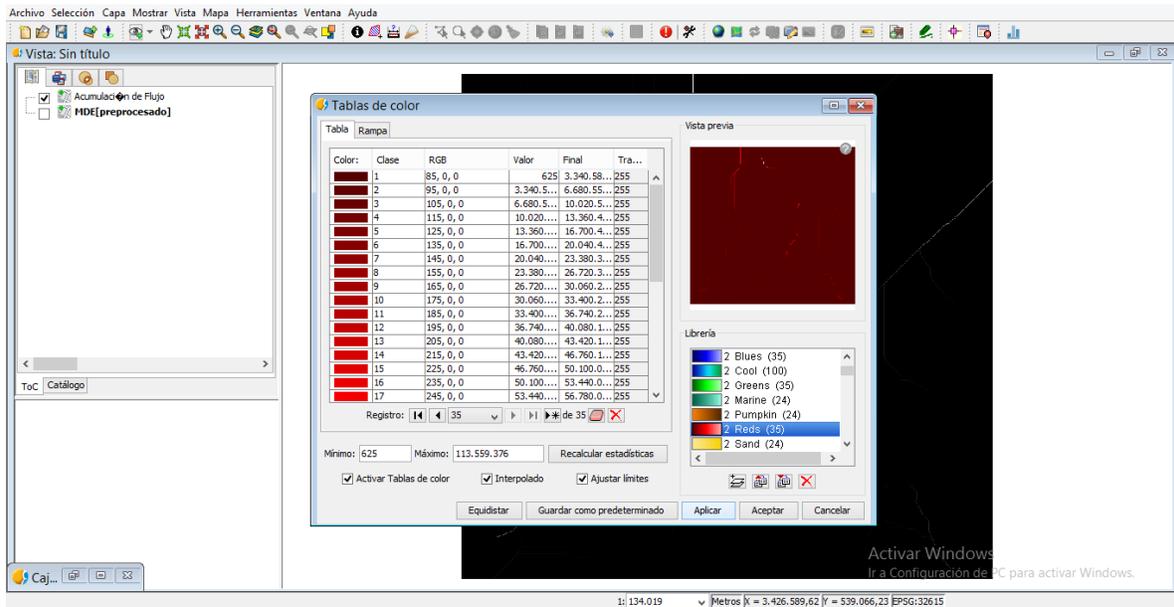


Este geoproceto nos calcula los puntos que más acumulación de flujo tienen dentro de nuestro modelo de elevación.

Resultado:

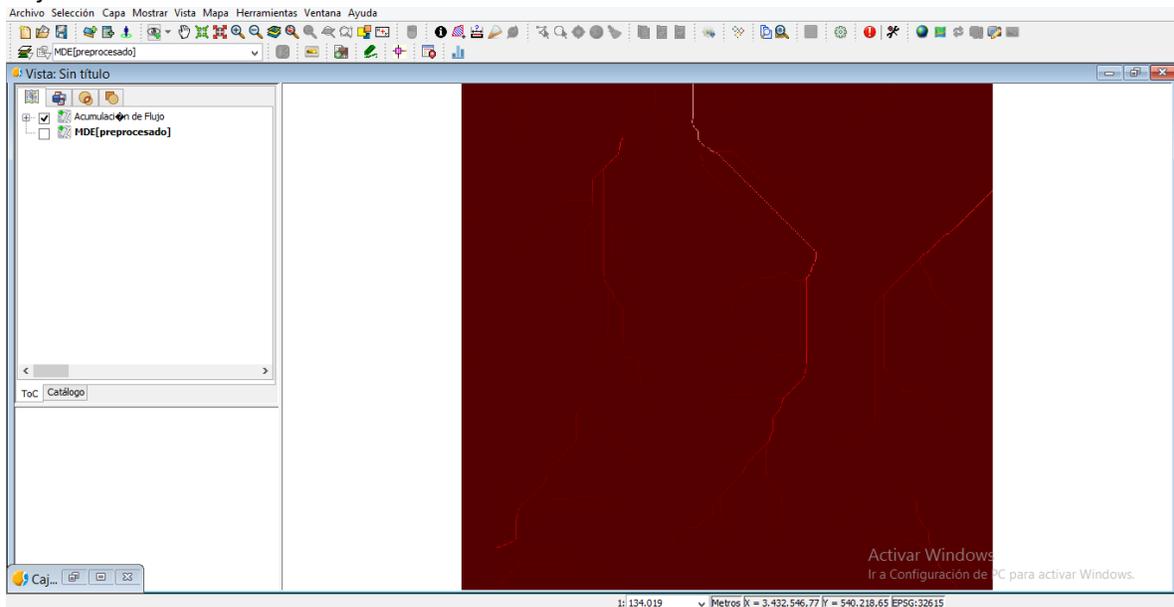


Le asignaremos una tabla de color para poder visualizar los puntos que más flujo tienen, que en este caso serían las partes profundas de los valles.



Resultado Final:

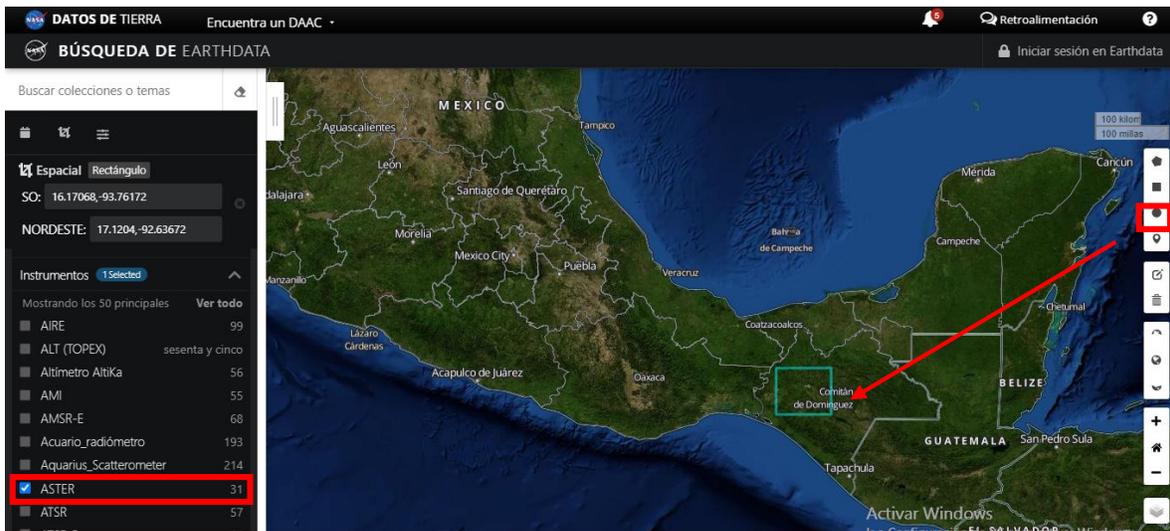
Los puntos que más agua recogen se ven en las líneas y serían los puntos de mayor acumulación de flujo.



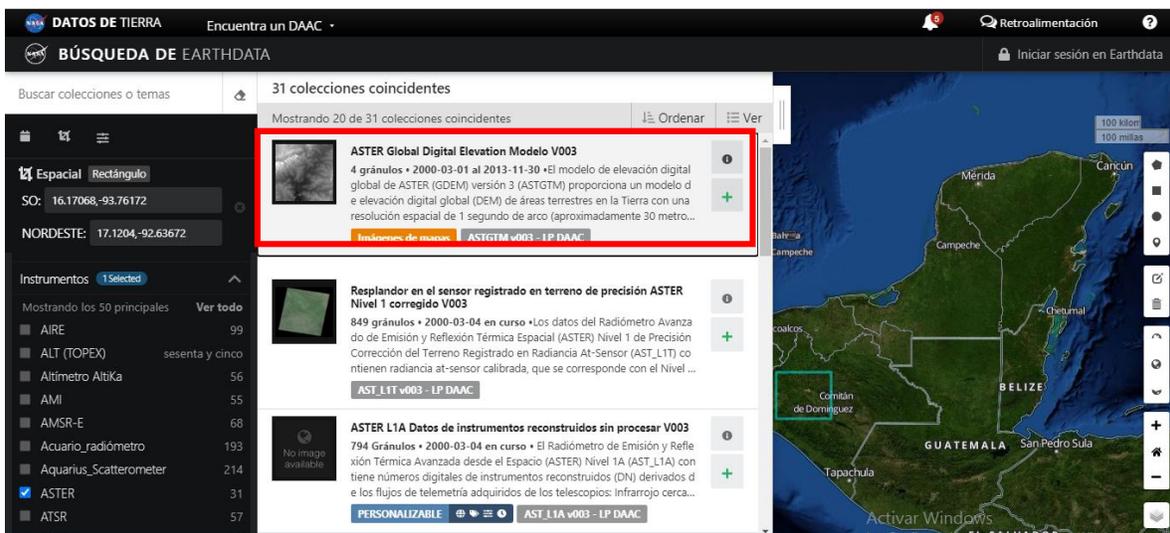
CALCULO DE LA RED DE DRENAJE OCOZOCOAUHTLA, CHIAPAS, MEXICO.

Para este apartado descargaremos el Modelo Digital de Elevación (MDE) correspondiente a la parte Oeste del estado de Chiapas, México. Para ello ingresa al siguiente enlace: search.earthdata.nasa.gov, una vez dentro, en el menú lateral izquierdo, despliega el apartado “instrumentos” activando dentro de este la opción “ASTER”.

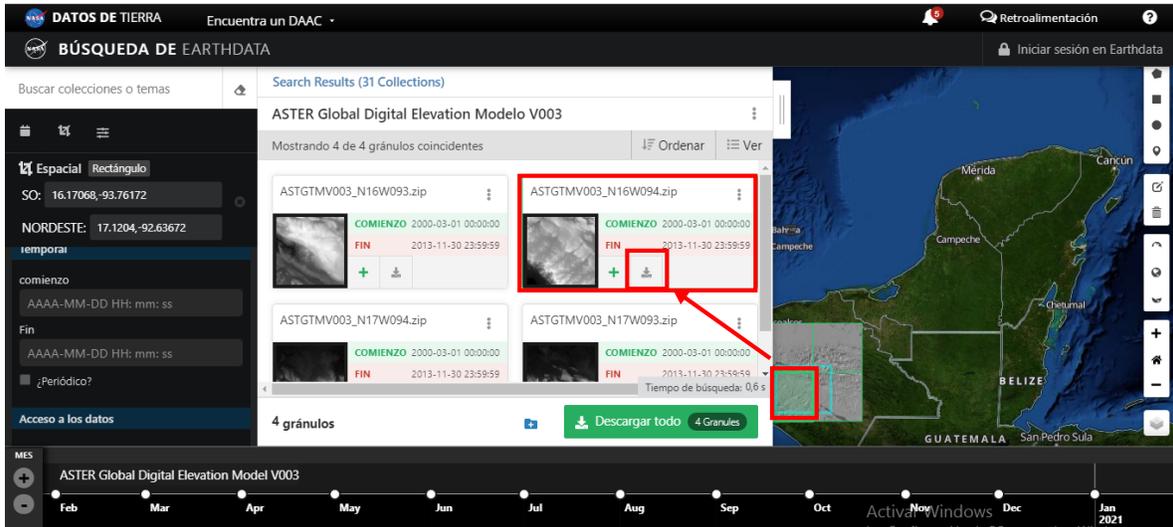
A continuación ubica el estado de Chiapas, en México. En el menú lateral derecho encontraras la opción “selección rectangular” la cual es simbolizada con un rectángulo, una vez activa esta opción, dibuja un rectángulo en la zona oeste del estado.



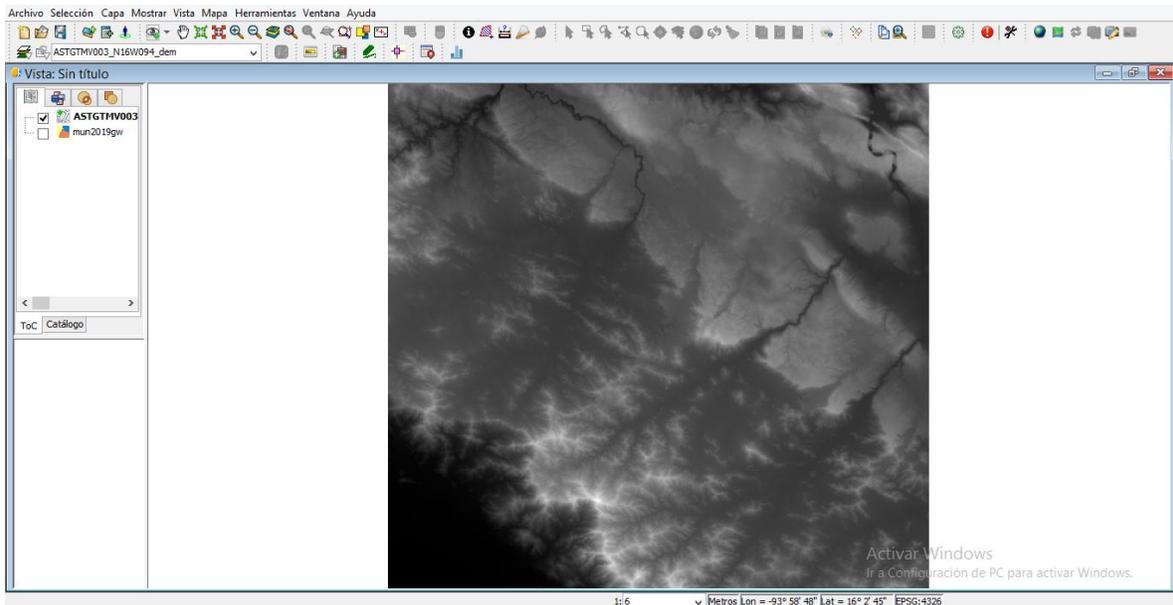
En la pestaña desplegable del menú lateral izquierdo, oprime clic a la primera opción que ofrece:



Como podemos observar la NASA nos ofrece para esa zona cuatro imágenes separadas de Modelo Digital de Elevaciones, por lo cual seleccionaremos y descargaremos la opción Sur-Oeste de la zona que seleccionamos:

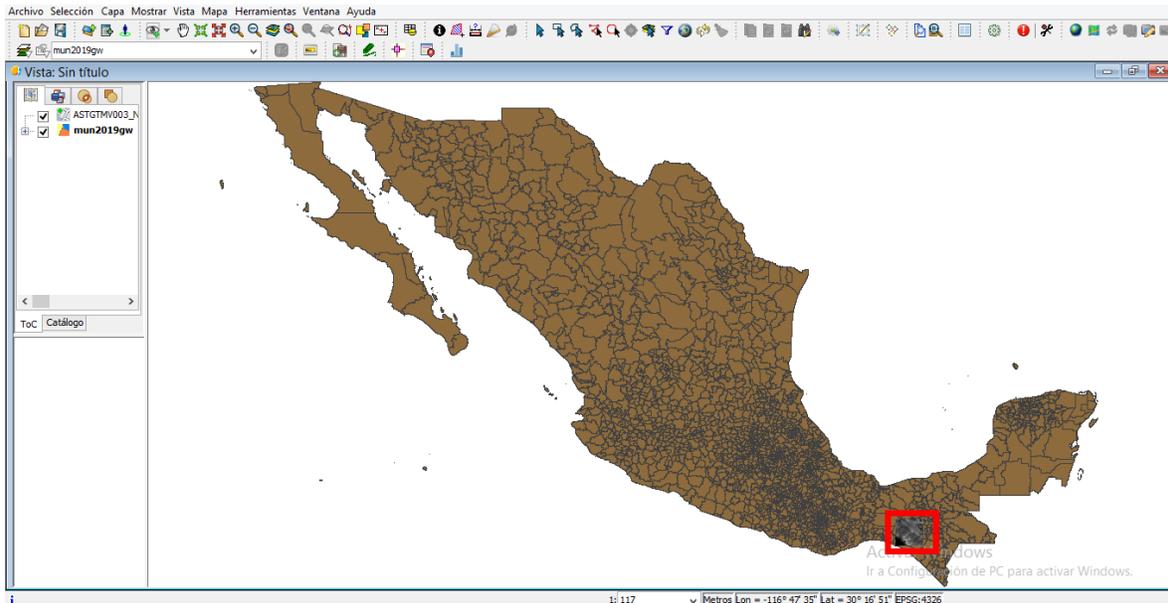


A continuación visualizamos nuestro Modelo Digital de Elevación dentro de gvSIG Desktop:

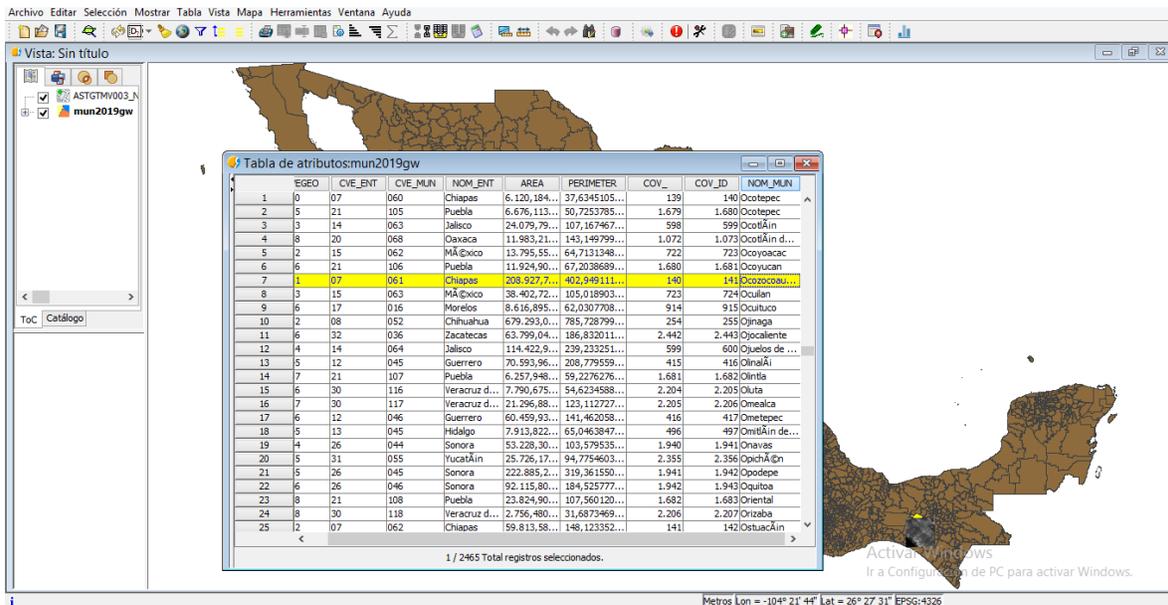


Para realizar un estudio más preciso, agregaremos una capa de Municipios de la República Mexicana, esto para saber con exactitud a que municipios corresponde el MDE que hemos descargado:

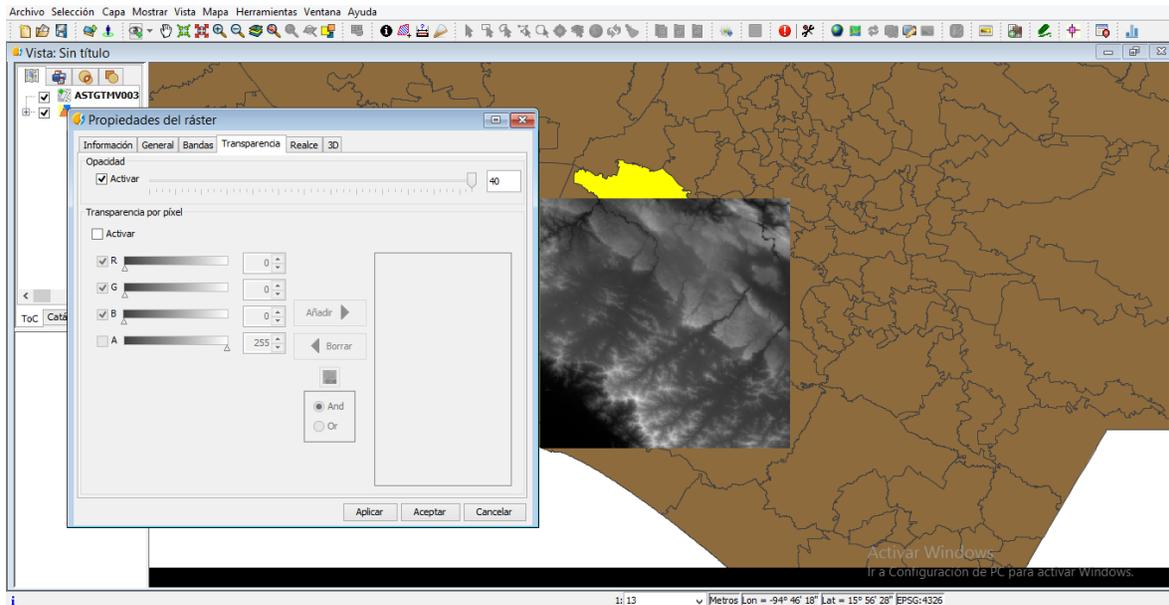
NOTA: La capa de municipios de la República Mexicana fue obtenida del GEOPORTAL de CONABIO, en el apartado división política, versión 2019 (geoportal.conabio.gob.mx).



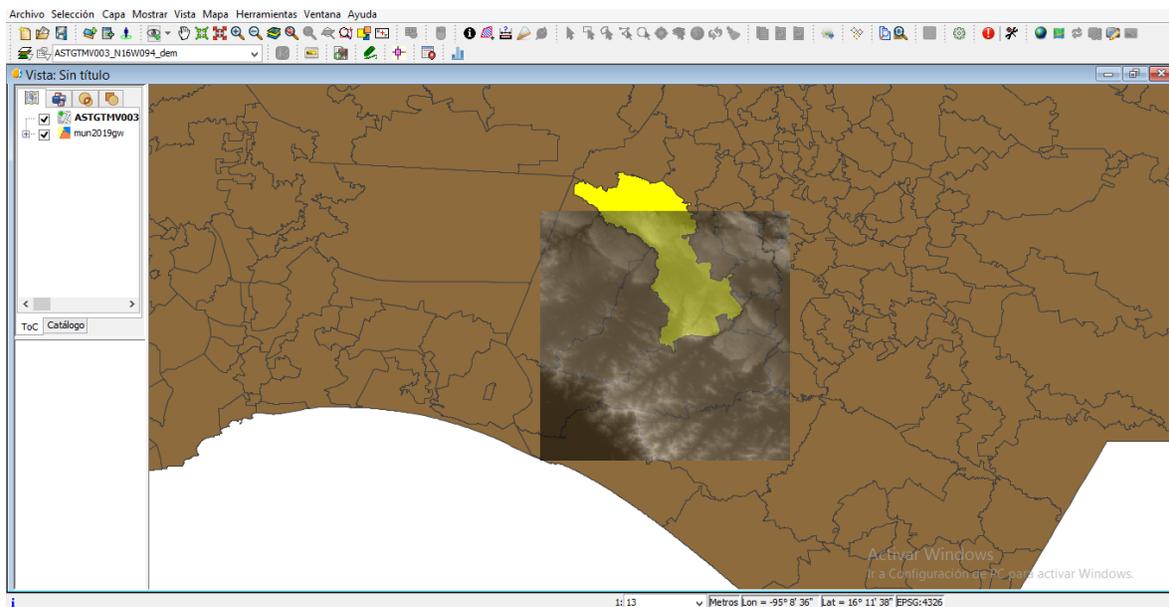
Para fines de este manual, realizaremos el cálculo de la red de drenaje del municipio de Ocozocoautla, perteneciente al estado de Chiapas, puedes visualizarlo y ubicarlo a través de la tabla de atributos:



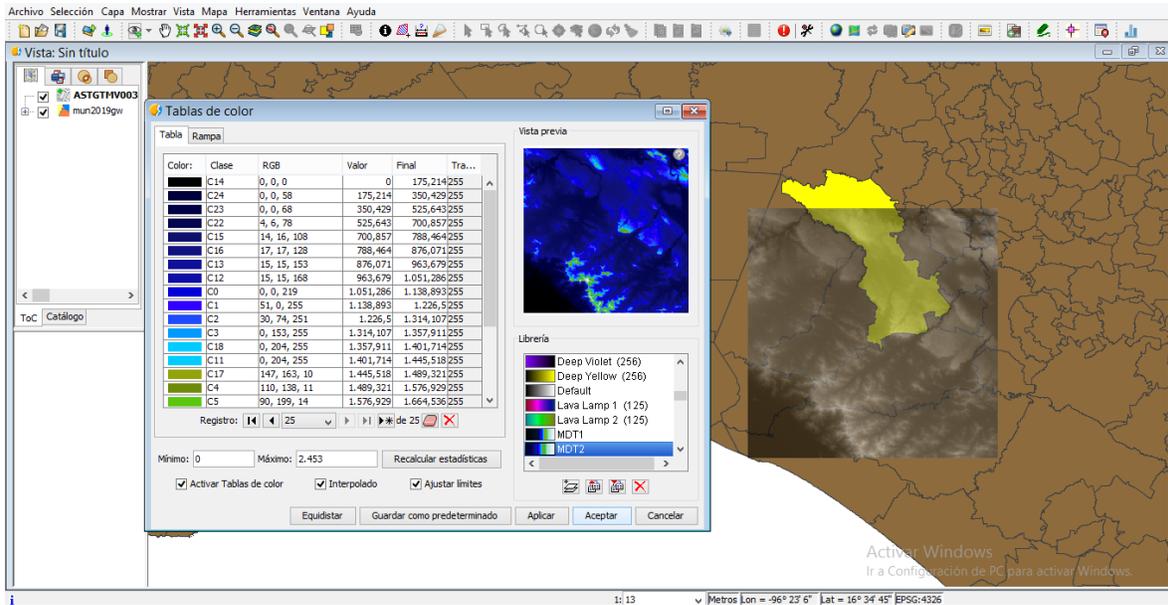
Activa la transparencia de la capa MDE para mejor visualización del municipio que buscamos, en este ejercicio le dimos una transparencia del 40% (puedes activarla dando clic izquierdo a la capa del MDE, seguido de propiedades del ráster y clic en la pestaña transparencia):



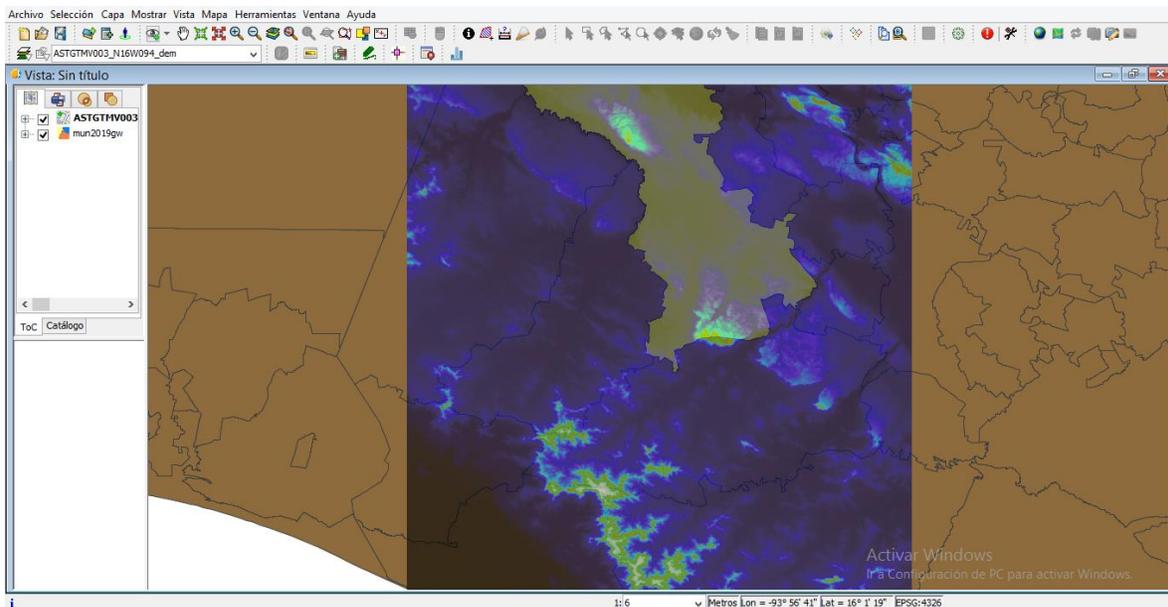
Vista resultante:



A continuación recortaremos una zona de interés para el municipio seleccionado (Ocozocoautla), para esto activaremos una tabla de color, dando clic izquierdo a la capa MDE, opción “tablas de color”, oprimiremos “activar tablas de color”, y seleccionaremos dentro de la librería el tipo MDT2:

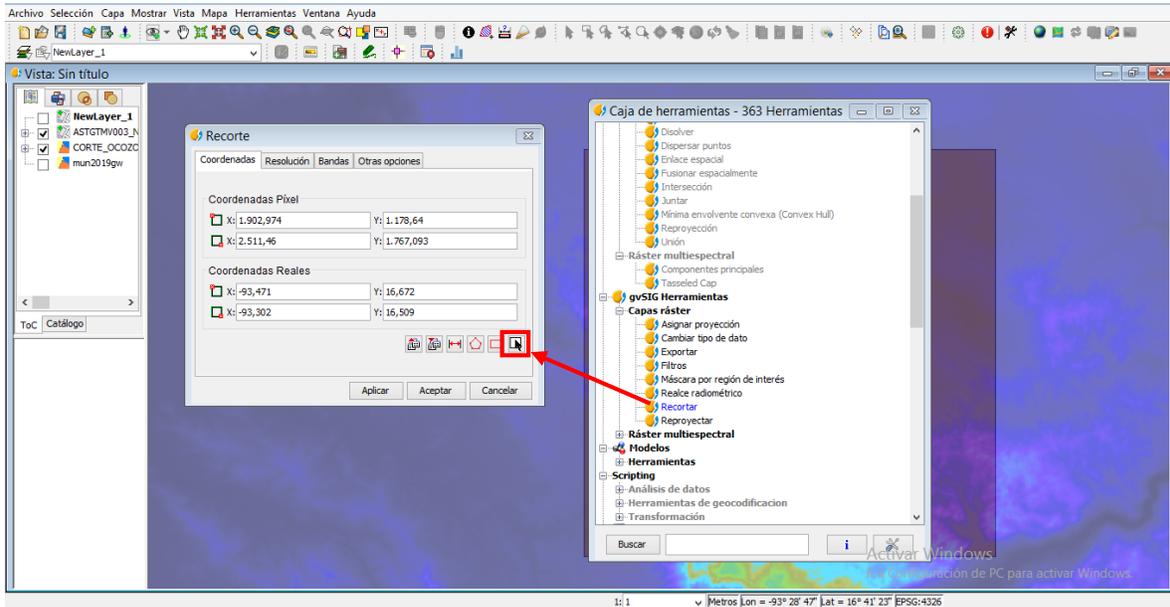


Los colores oscuros representan las partes bajas, mientras que los colores más claros y brillantes representan las partes altas:

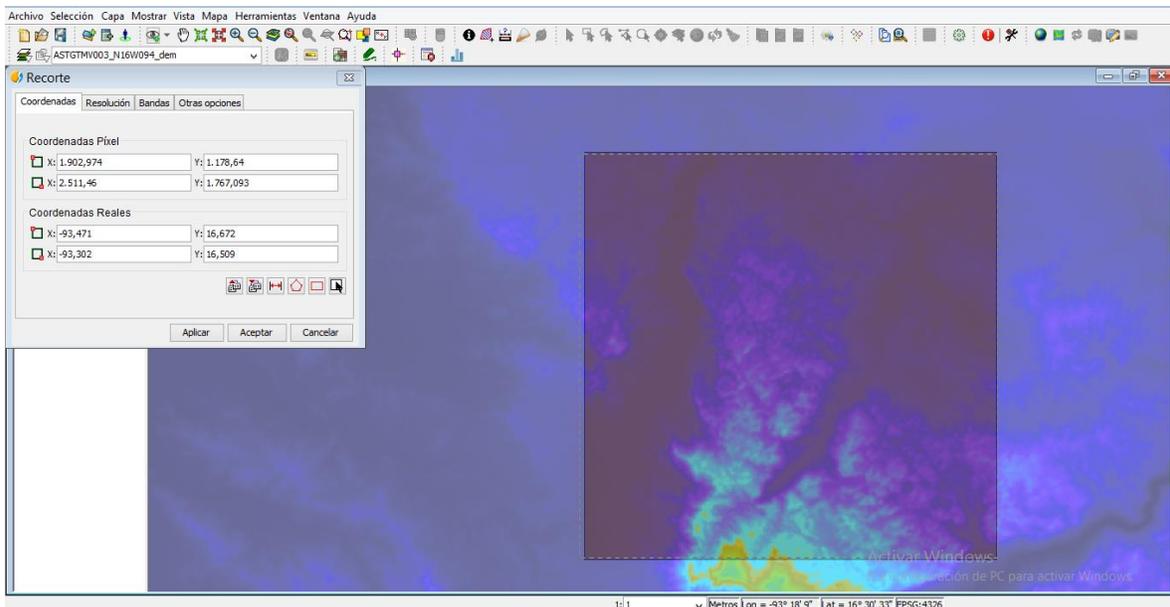


Para realizar un corte en una capa raster seguiremos la siguiente extensión:
>>Caja de herramientas>> gvSIG Herramientas>> Capas raster >>Recortar

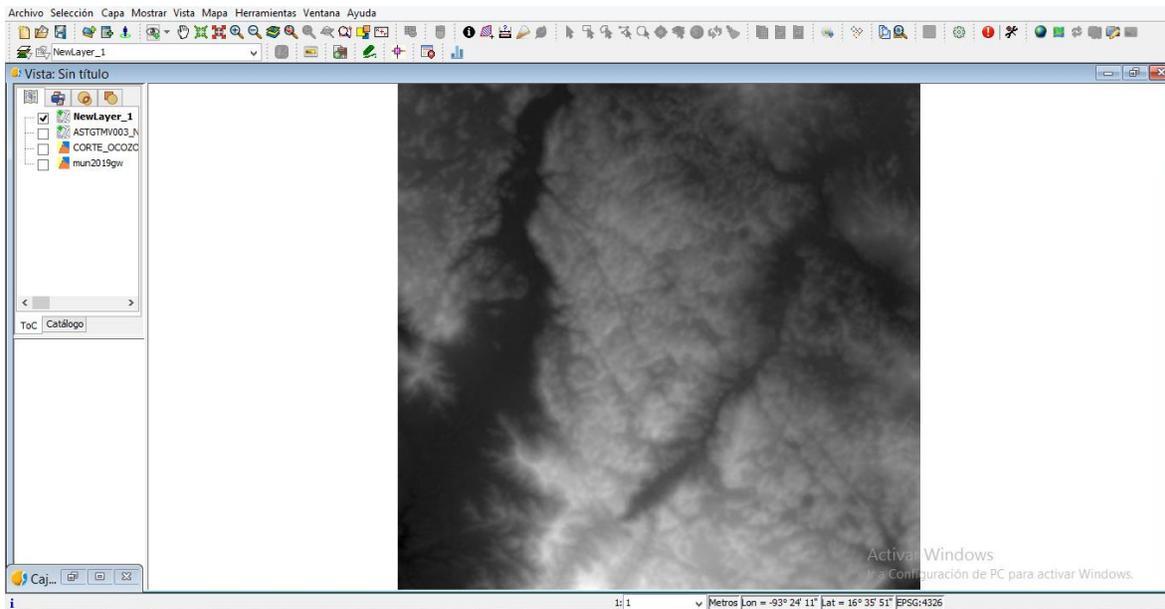
En la ventana emergente seleccionaremos la opción “Seleccionar desde la vista”:



Dibujaremos un rectángulo, seleccionando la zona sur del municipio de Ocozacoautla, que contienen tanto planicies como zonas altas, finalizando oprime aplicar y aceptar:



Vista del recorte:

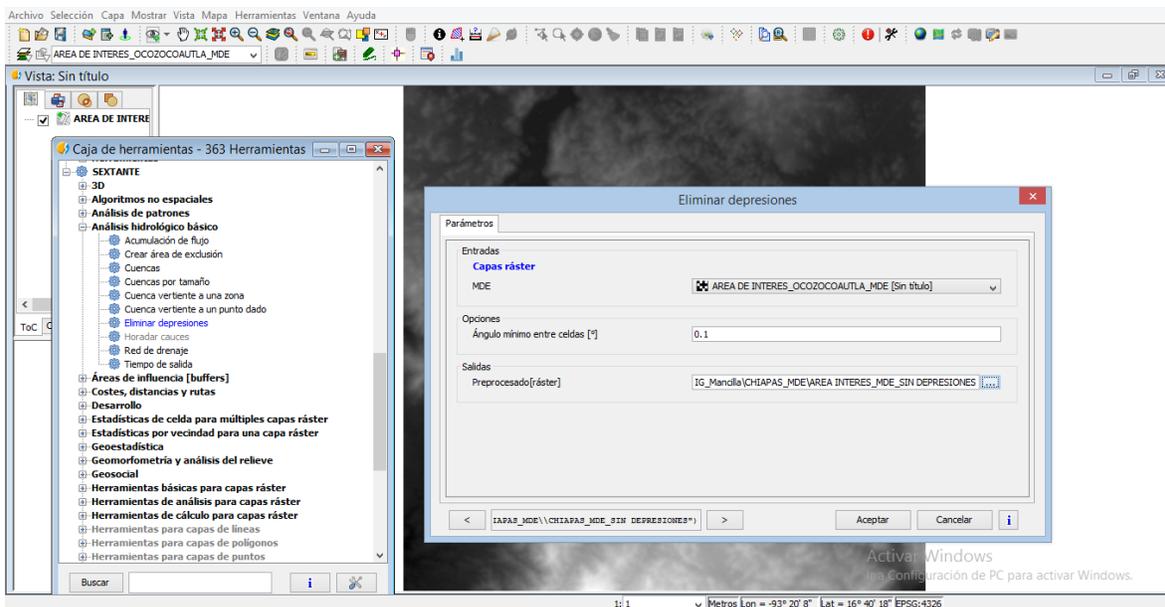


Proseguiremos a preparar el MDE para su procesamiento, el primer paso es la eliminación de depresiones que podrían tener ciertas irregularidades.

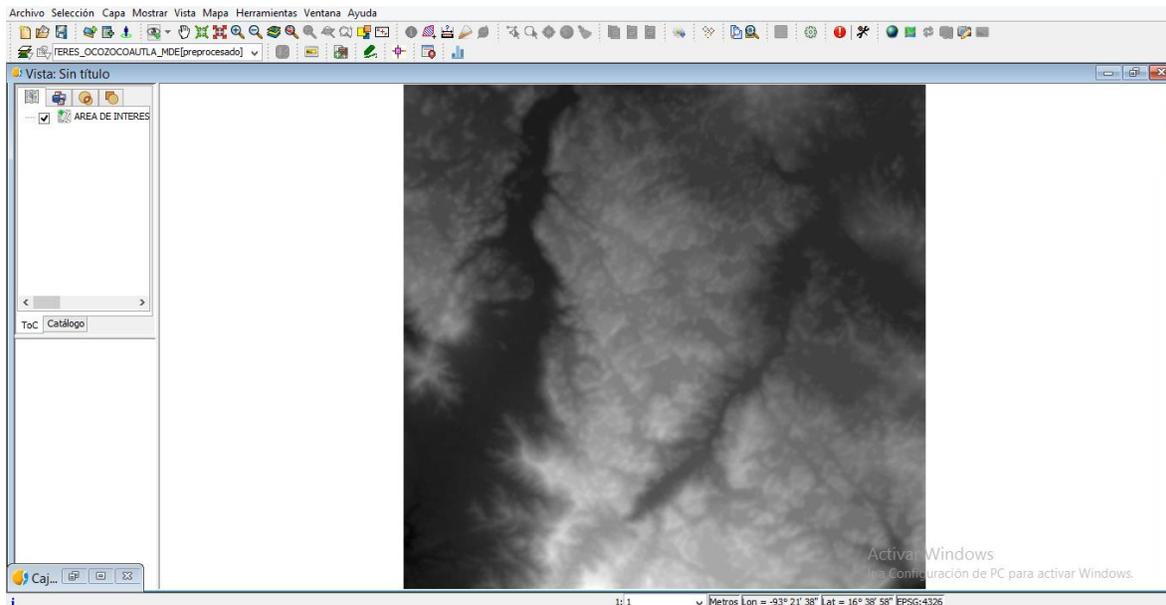
Para corregir nuestro MDE utilizaremos el algoritmo “eliminar depresiones” siguiendo la siguiente extensión:

>>Caja de herramientas>> SEXTANTE>> Análisis Hidrológico Básico>> Eliminar depresiones

Rellenamos los parámetros de entrada de la siguiente manera:



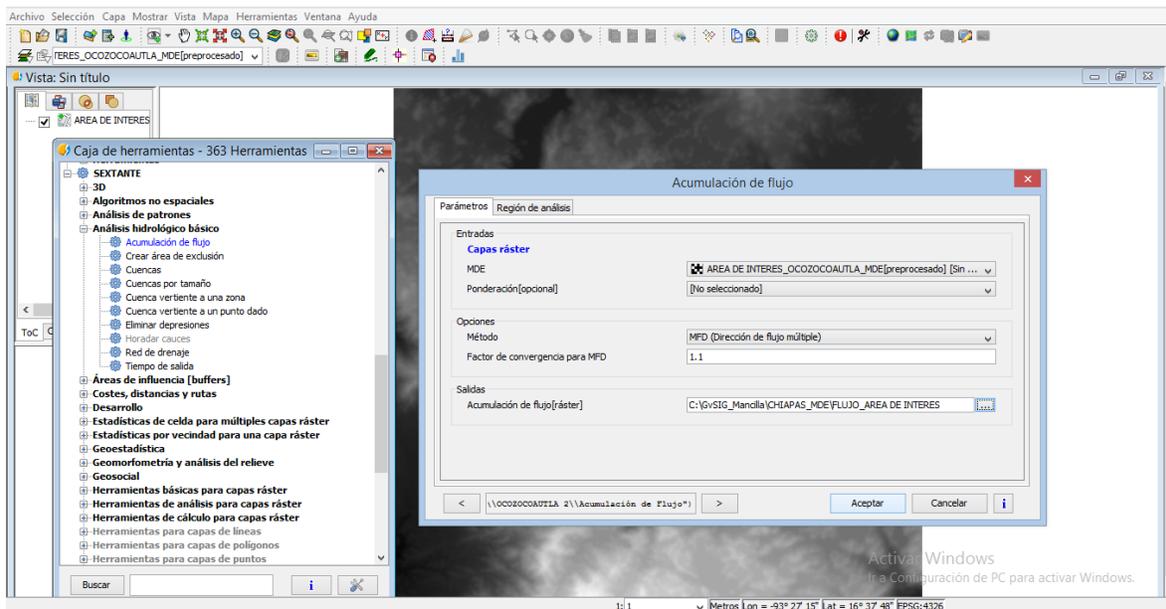
Resultado:



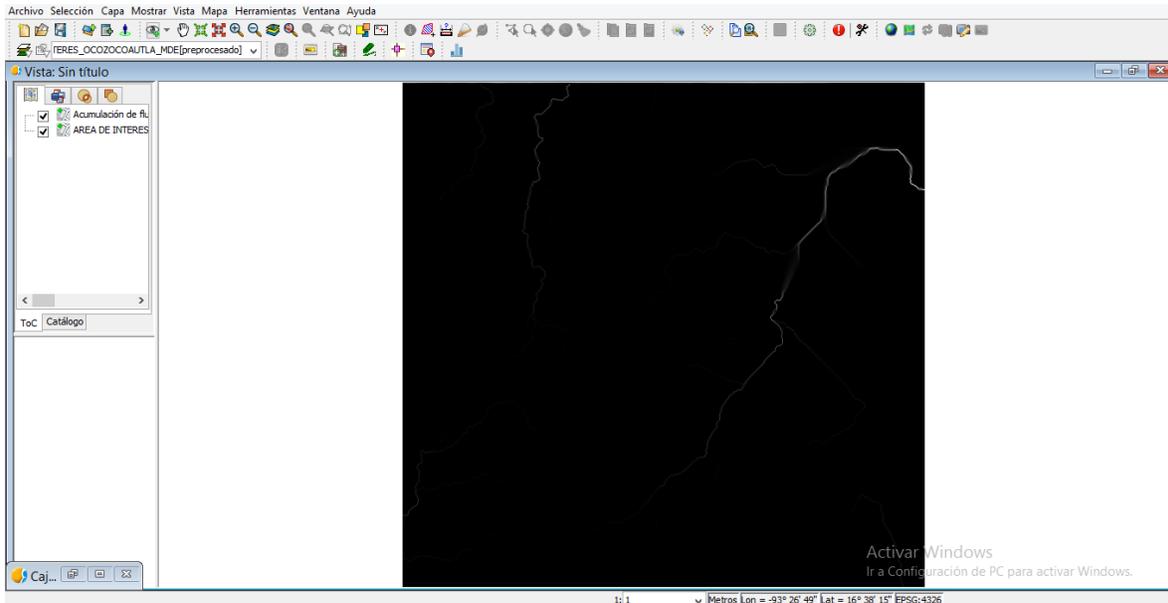
Ahora calcularemos la Acumulación de Flujo, es decir, el valor de la superficie situada aguas arriba de cada celda, siguiendo la siguiente extensión:

>> Caja de Herramientas>> SEXTANTE>> Análisis Hidrológico Básico>> Acumulación de flujo

Rellenamos los parámetros de entrada de la siguiente manera:



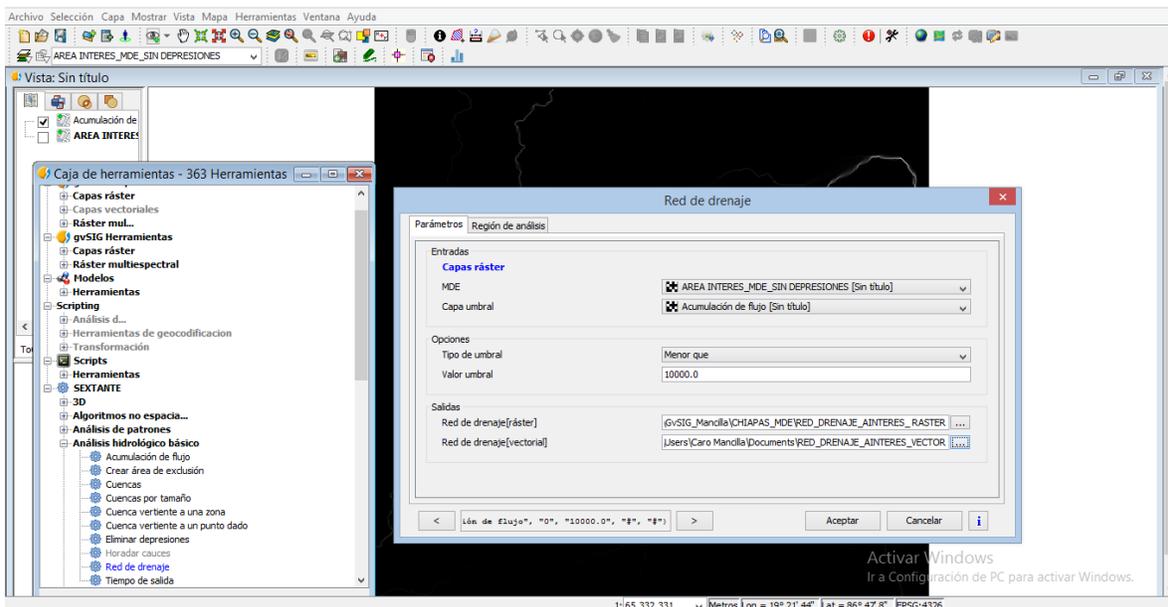
Resultado:



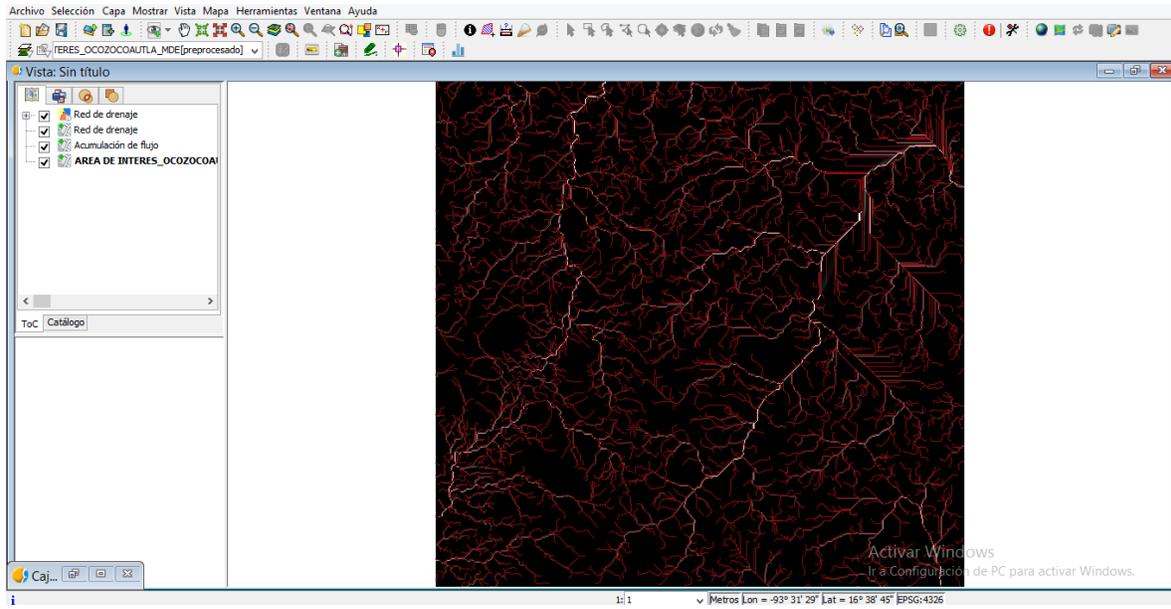
Para el cálculo de la Red de Drenaje seguiremos la siguiente extensión:

>> Caja de Herramientas>> SEXTANTE>> Análisis Hidrológico Básico>> Red de Drenaje

Rellena los parámetros de entrada de la siguiente manera:



Resultado:



CALCULO DE CUENCAS VERTIENTES OCOZOCAUTLA, CHIAPAS, MÉXICO.

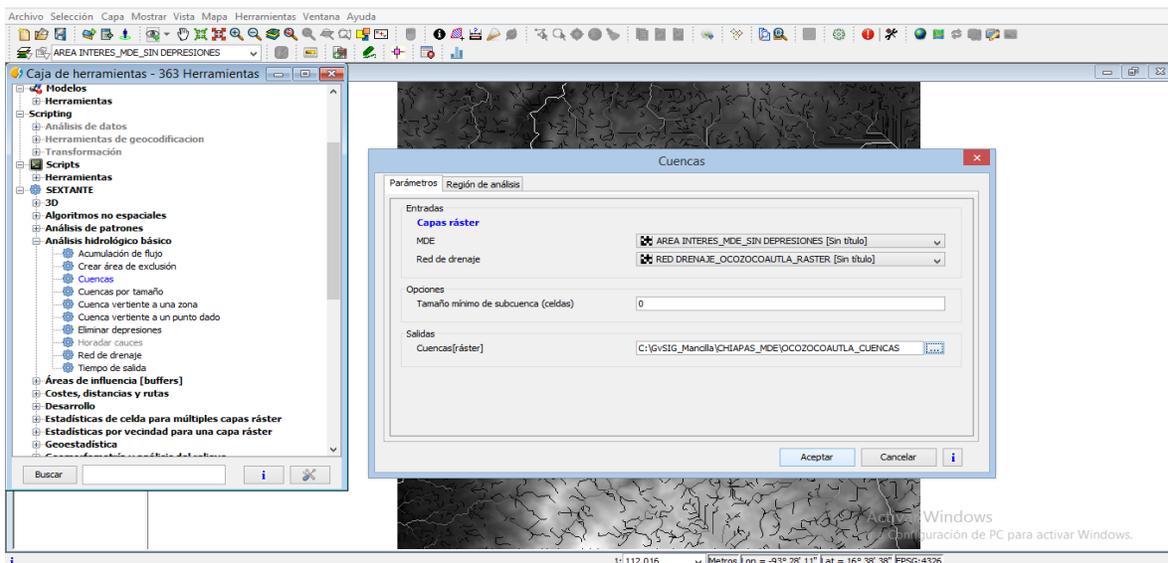
En este apartado vamos a extraer la cuenca hidrográfica, y su división en subcuentas, asociada a una red de drenaje.

Para este apartado necesitaremos el MDE SIN DEPRESIONES correspondiente al municipio de Ocozocoautla, Chiapas, y la red de drenaje del mismo.

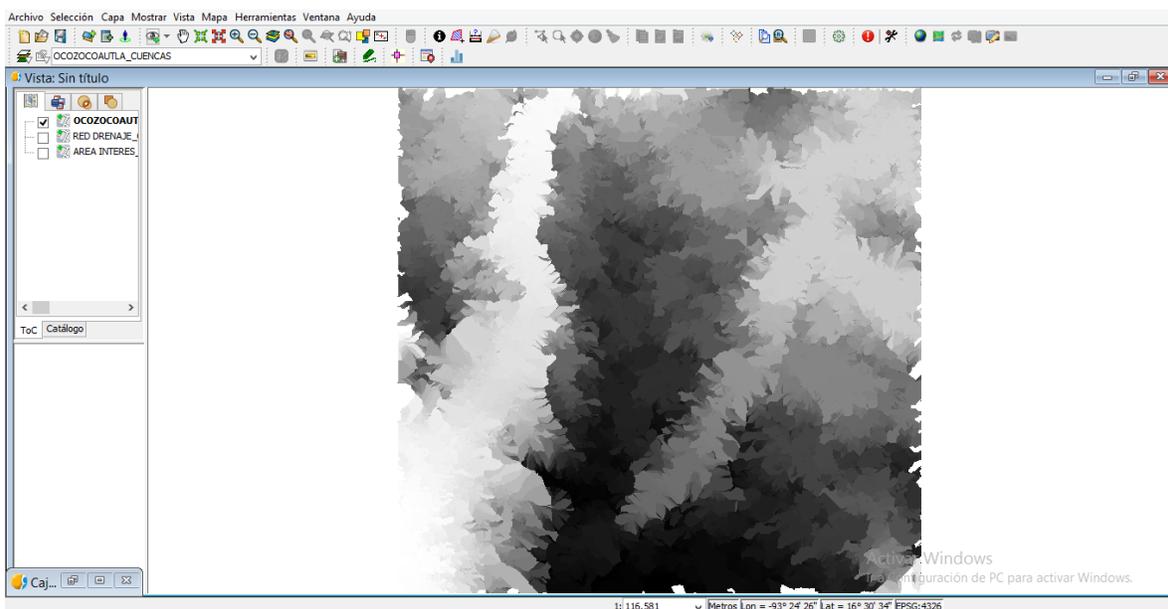
Para el cálculo de las cuencas vertientes ingresaremos la siguiente extensión:

>> Caja de Herramientas >> SEXTANTE >> Análisis hidrológico básico >> Cuencas

- Completa los parámetros necesarios:



Resultado:

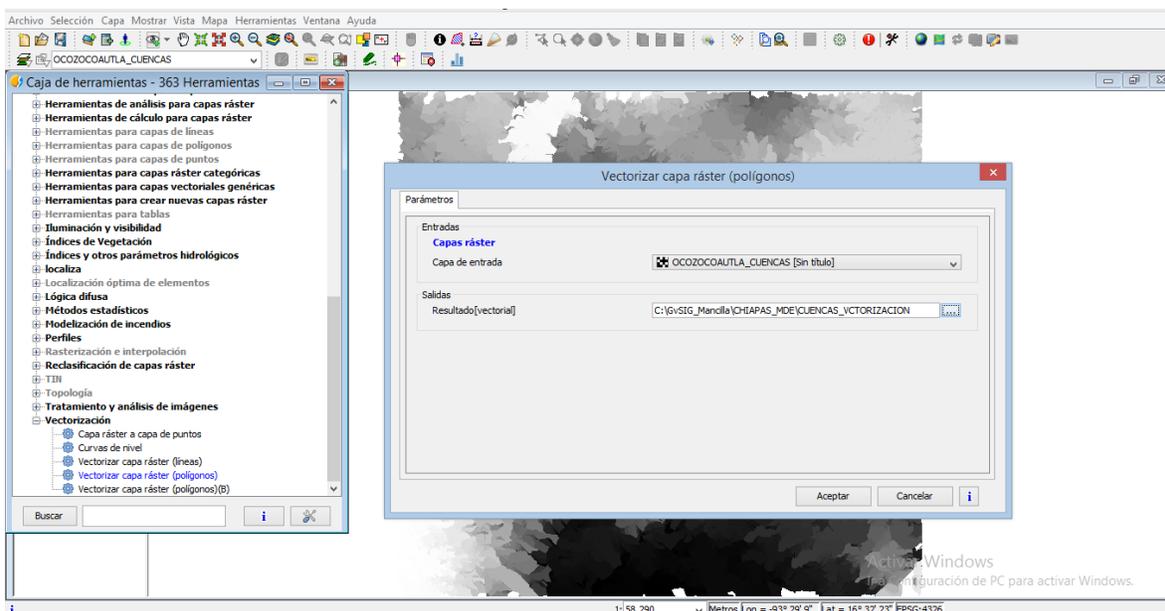


CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS OCOZOCAUTLA, CHIAPAS

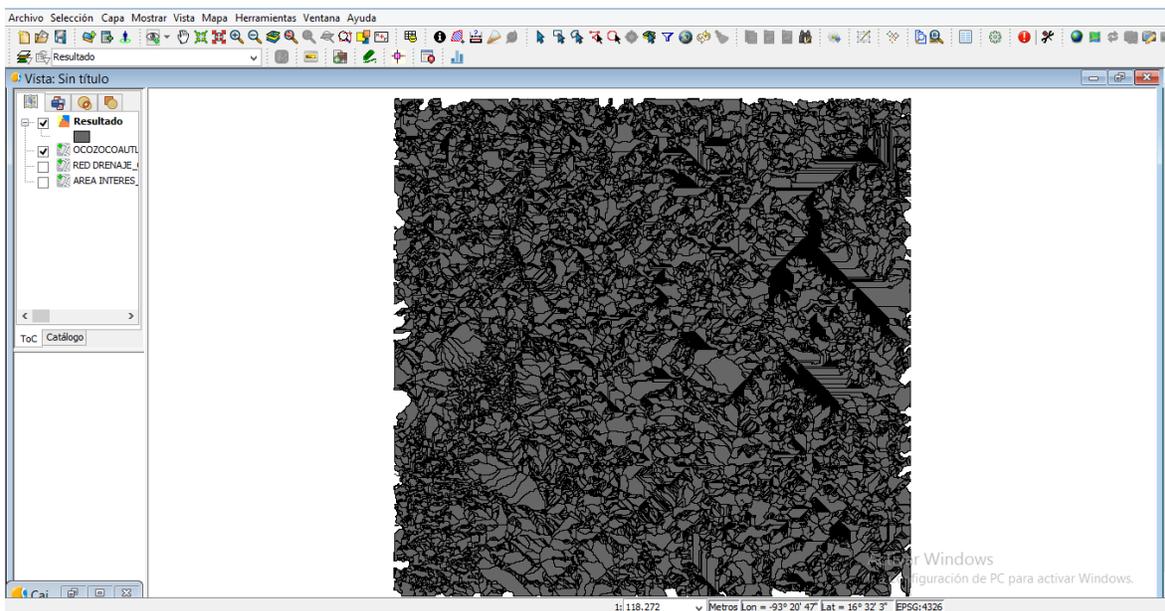
Una vez que tenemos nuestra capa ráster de las cuencas hidrológicas, es útil poder conocer la información geométrica de las mismas. Para ello debemos convertir la capa ráster de cuencas hidrológicas en una capa vectorial.

Para esto abriremos la siguiente extensión, ingresando como capa de entrada la capa ráster que obtuvimos anteriormente:

>> Caja de Herramientas >> SEXTANTE >> Vectorización >> Vectorizar capa ráster (polígonos)



Obtendremos una capa vectorial con el contorno de las cuencas:



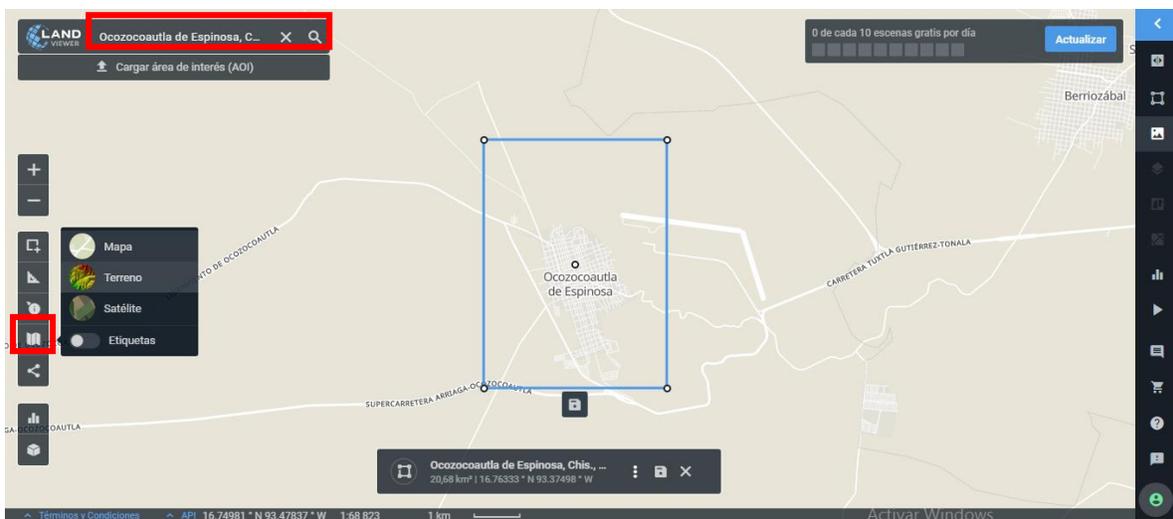
CALCULO DE CUENCA HIDROGRÁFICA LAS DELICIAS, OCOZOCOAUTLA DE ESPINO, CHIAPAS

- Descarga y visualización MDE

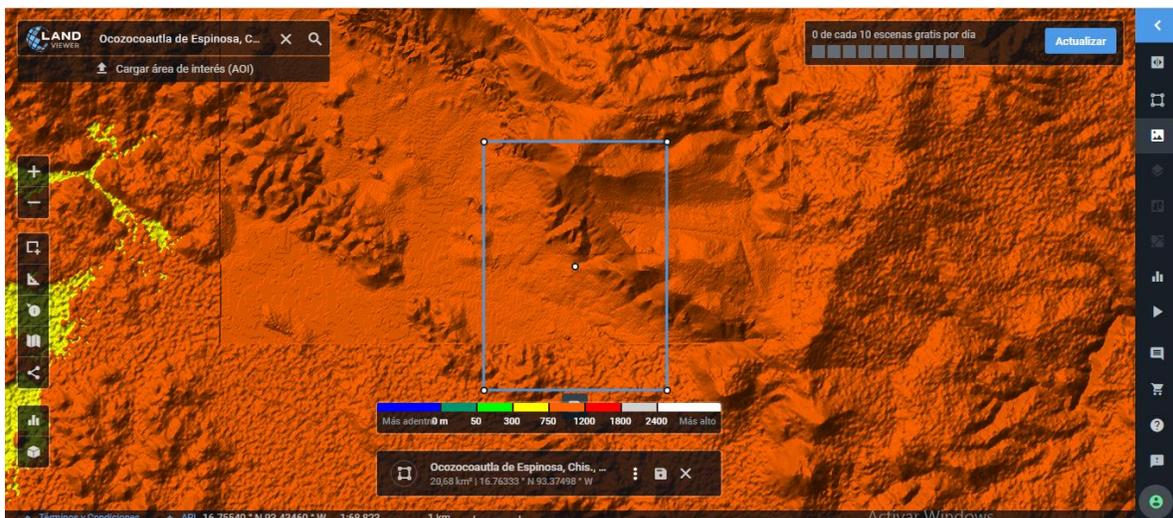
Para este apartado descargaremos el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de la localidad “Las Delicias” perteneciente al municipio de Ocozocoautla de Espino, en el estado de Chiapas.

Procederemos a descargar el archivo de la pagina Land Viewer.
<https://eos.com/landviewer/?lat=19.28580&lng=-99.65250&z=11>

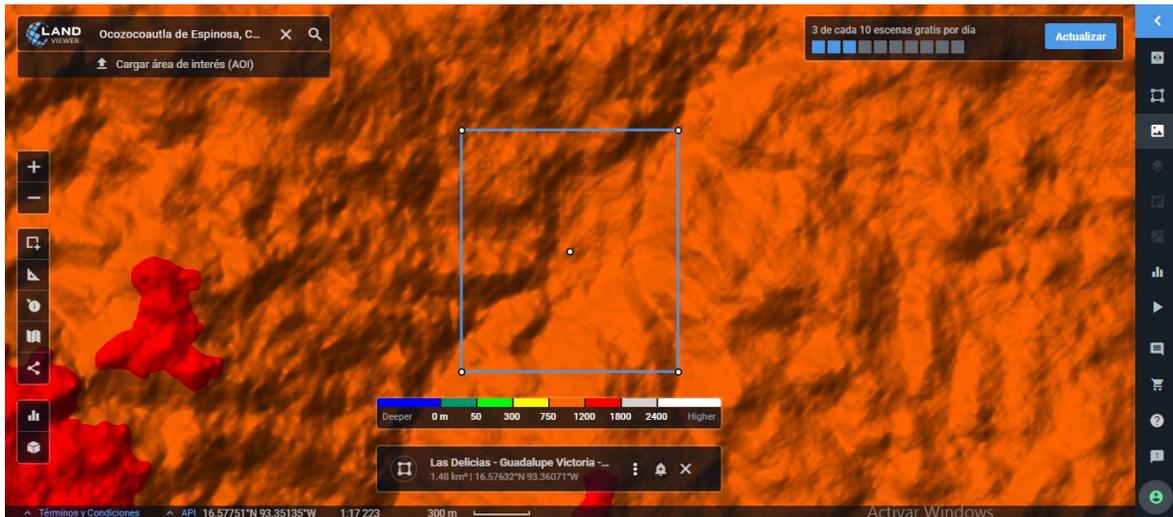
- Para un primer paso, realiza una búsqueda con el municipio de Ocozocoautla de Espino, en el buscador superior izquierdo.
- Seguido a esto en el menu lateral izquierdo selecciona la opción “Lista de capas” seleccionando la opción “Terreno”



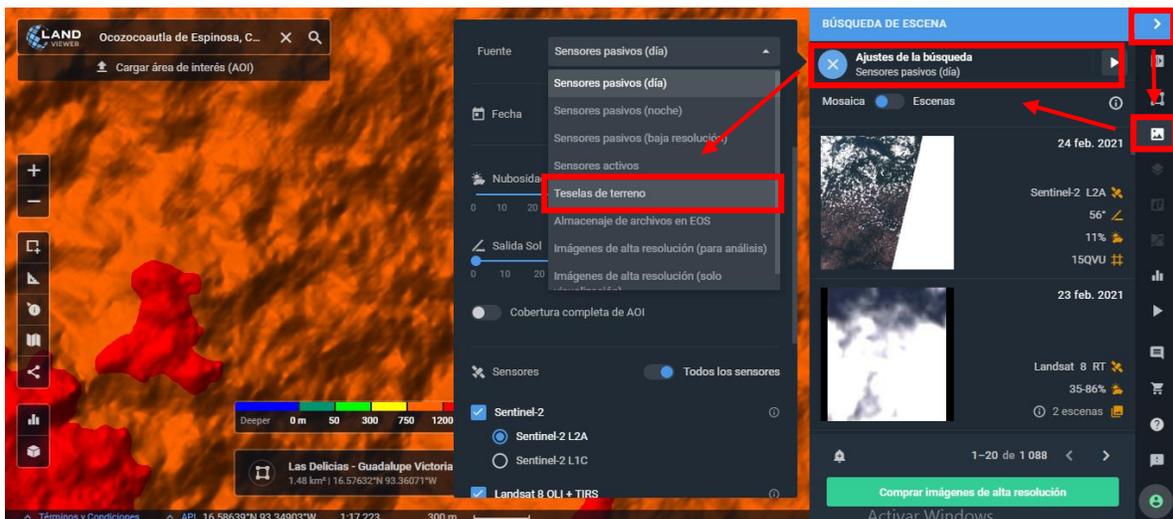
Visualizaras la siguiente capa:



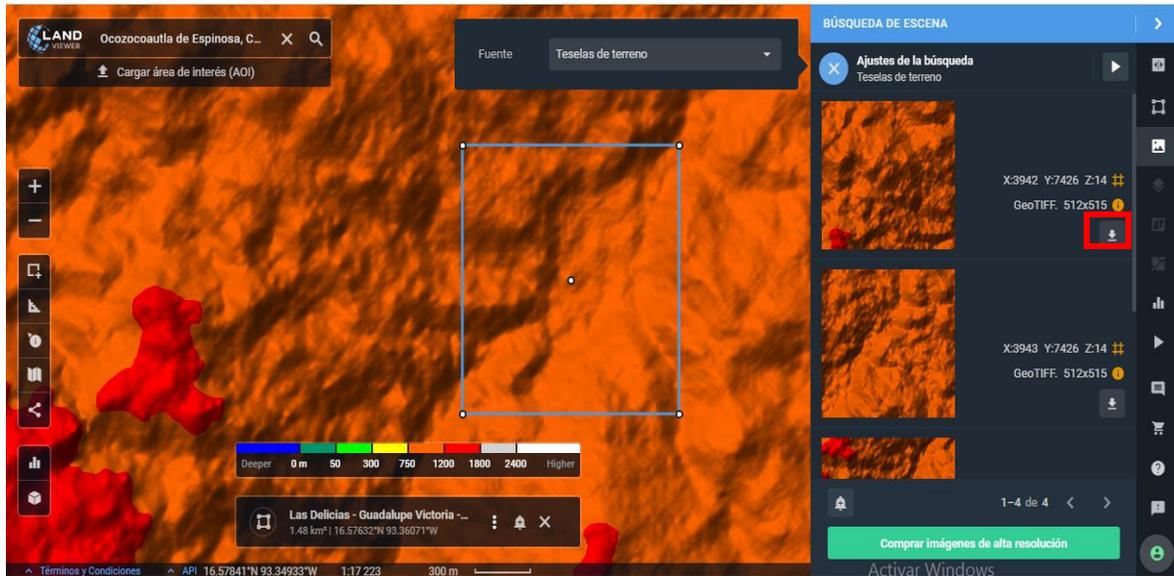
Realizaremos una nueva búsqueda para la localidad de “Las delicias”, Guadalupe Victoria, Chiapas, México:



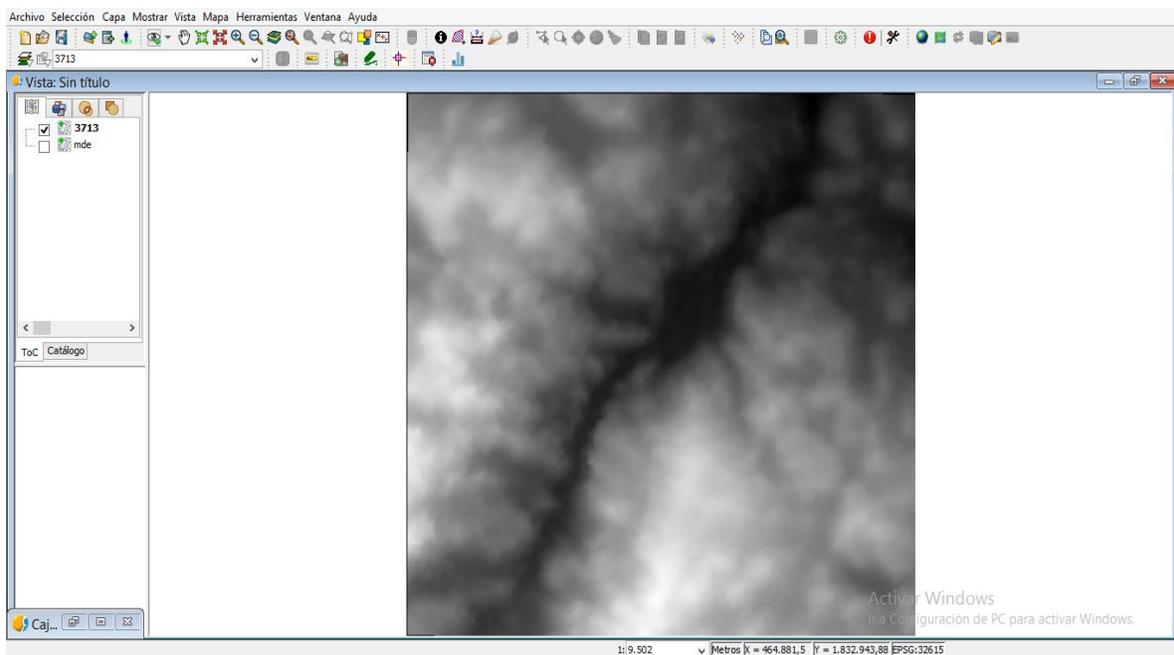
En el menú superior derecho, oprime la opción “ajustes de panel”, seguido de la opción “búsqueda de escena”, a continuación oprime la opción “ajustes de búsqueda”, en la ventana emergente en el apartado fuente, seleccionaremos la opción “teselas de terreno”:



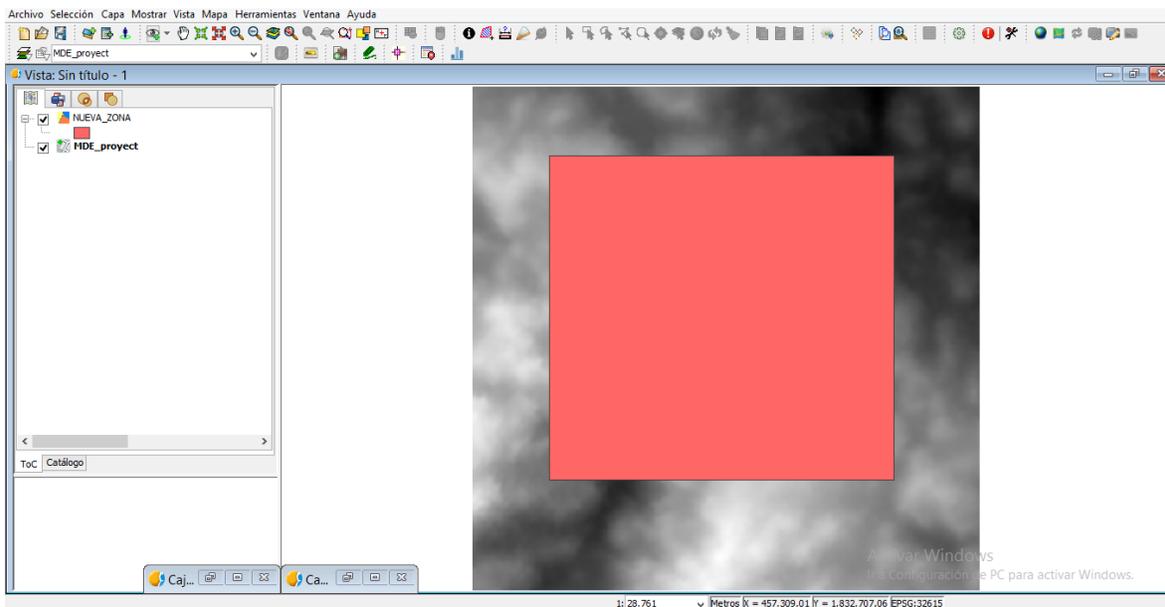
Procederemos a descargar la primera opción de descarga:



Una vez descargado el archivo, procederemos a su visualización dentro de la plataforma gvSIG:



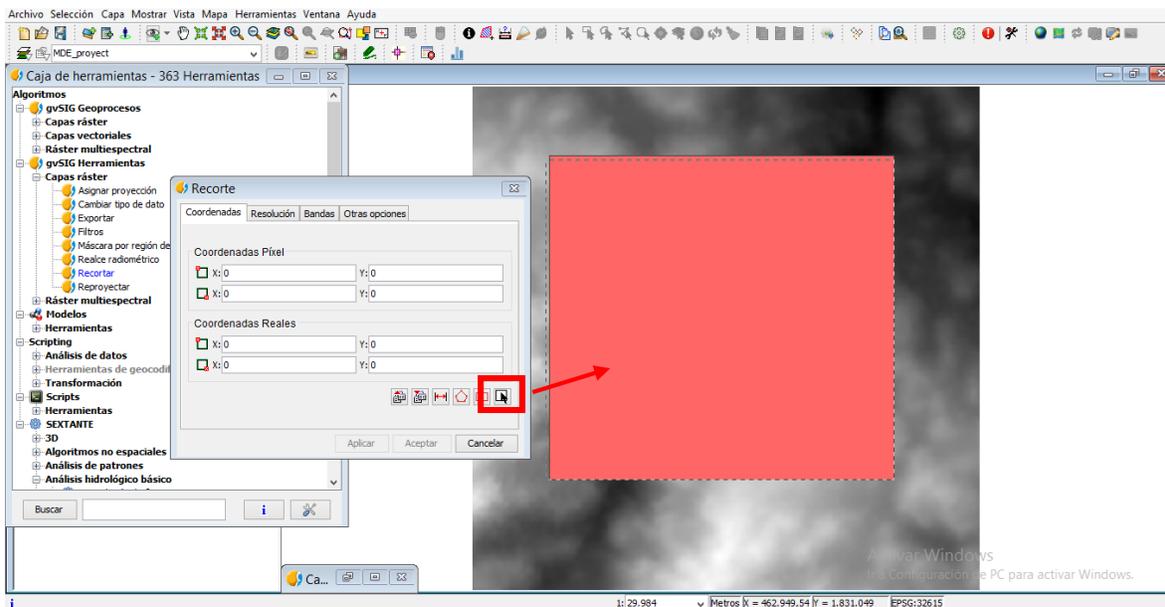
Con fines didácticos y para la realización de este ejercicio se tiene un área ya propuesta, se agregara a continuación como formato shape (.shp):



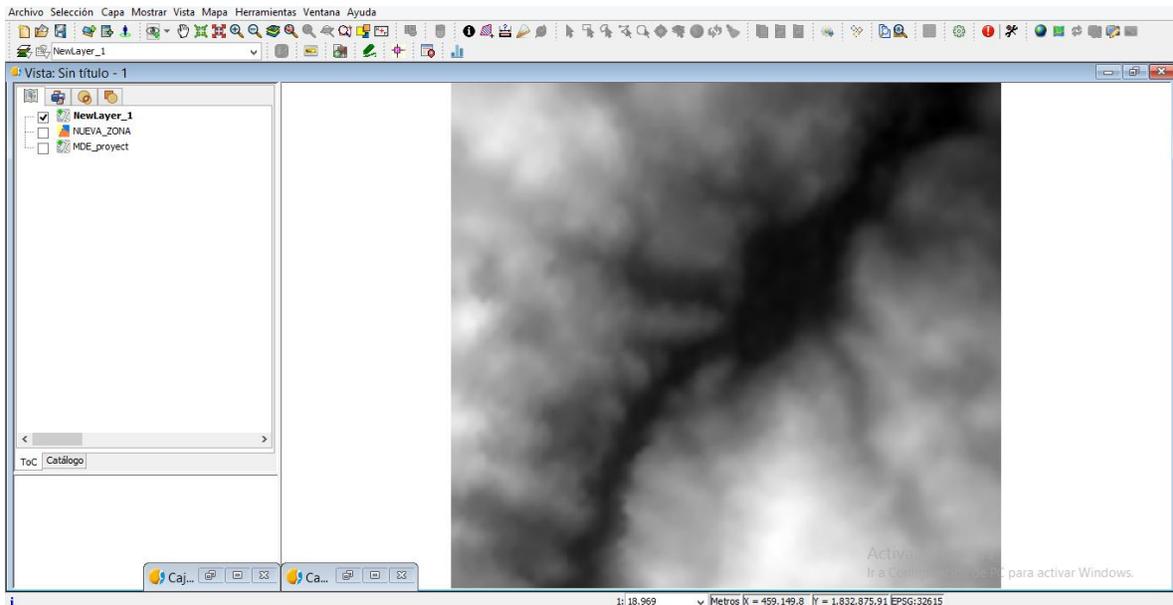
Procederemos a realizar un corte bajo la siguiente extensión:

>>Caja de Herramientas >> gvSIG Herramientas>> Capas Raster>> Recortar

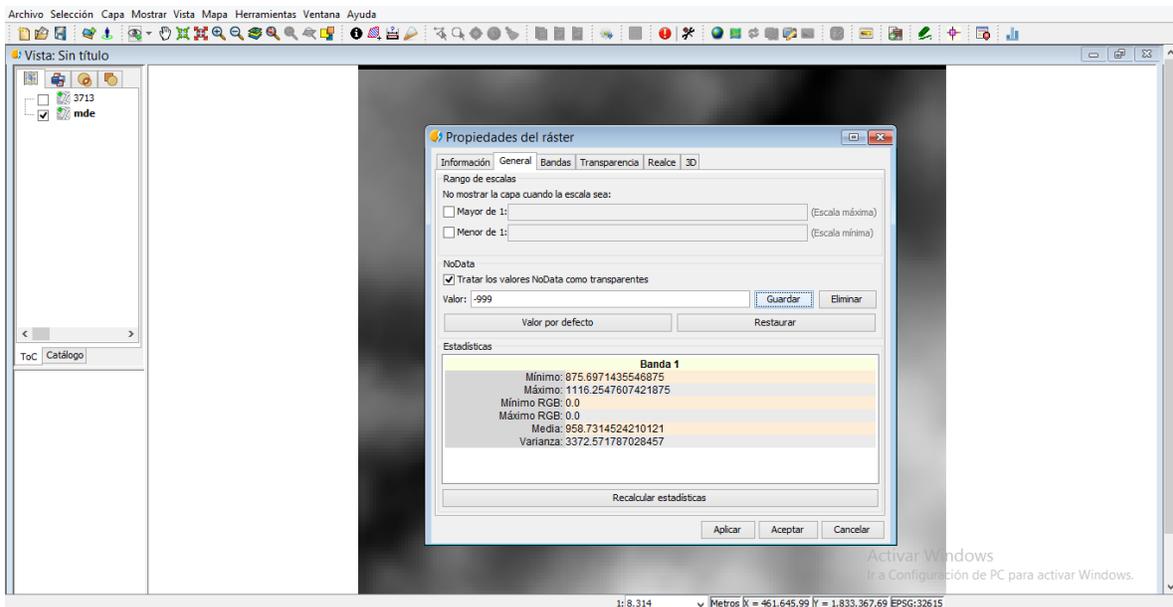
- En la ventana emergente oprime la opción selección desde la vista
- Dibuja un rectángulo del tamaño de la zona propuesta
- Aplicar, Aceptar.



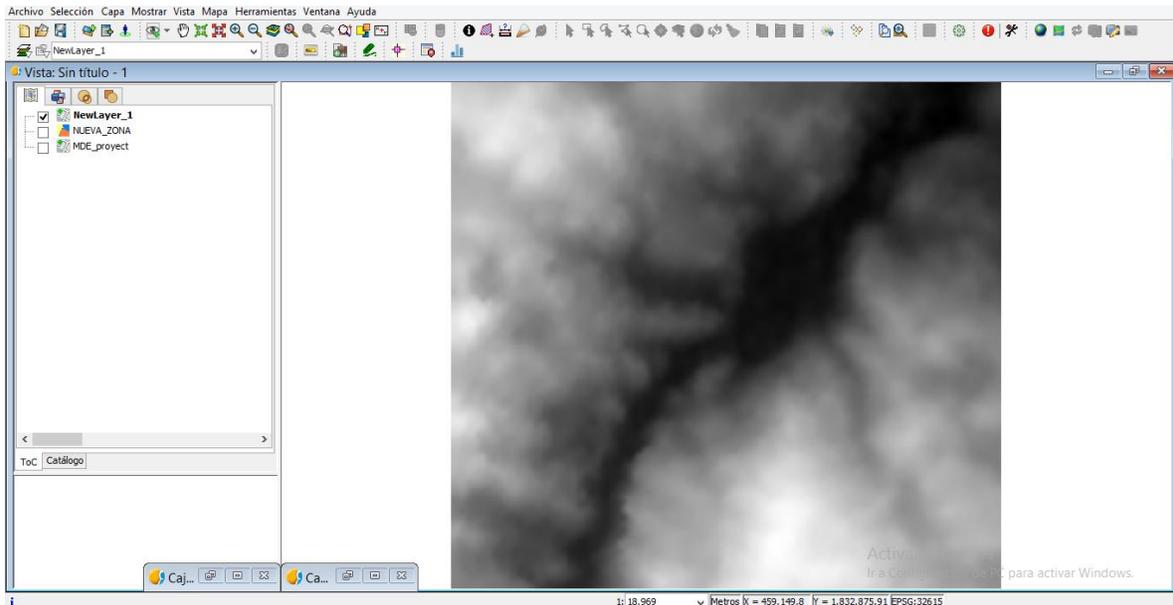
Resultado:



Para hacer más legible el MDE, vamos a eliminar el color negro que se extiende en el margen superior de la capa. Para ello daremos clic izquierdo a la capa seleccionando la opción “Propiedades del Raster” y en la pestaña “General” señalando lo siguiente:



Resultado:

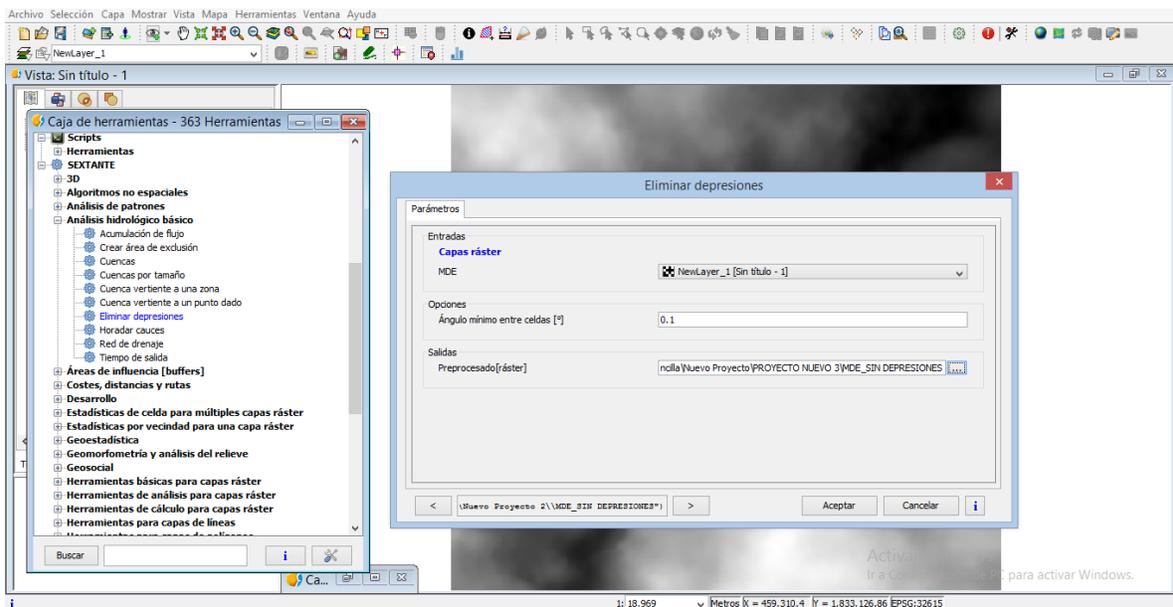


- Preparación del MDE

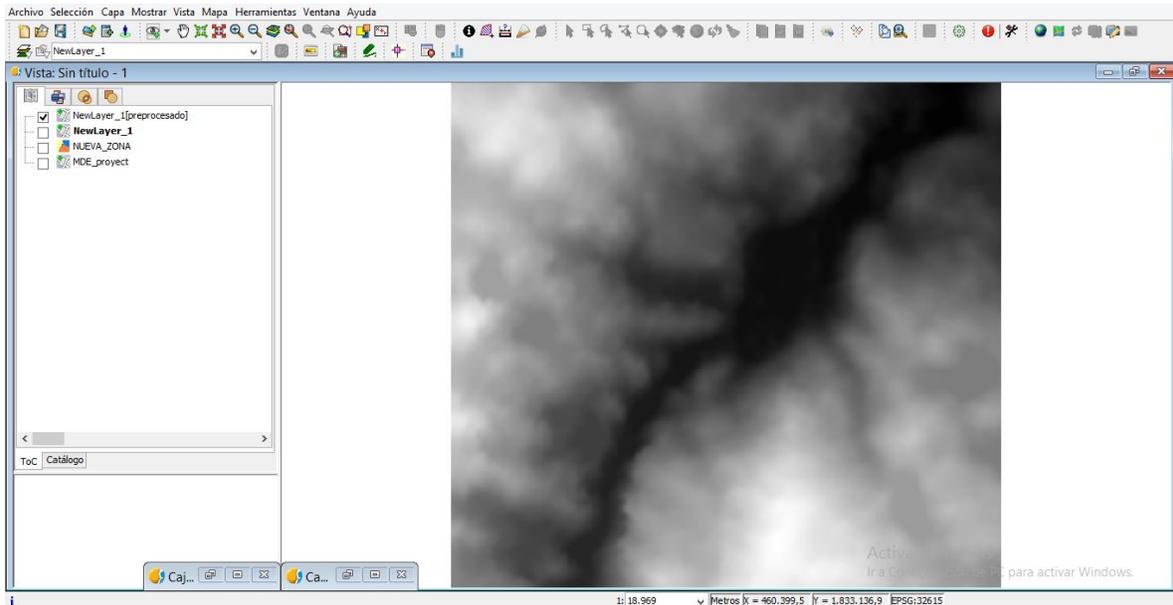
Para corregir nuestro MDE de posibles errores debidos a la existencia de depresiones cerradas, utilizaremos el logaritmo “Eliminar depresiones” siguiendo la siguiente extensión:

>> Caja de herramientas>> SEXTANTE >> Análisis hidrológico básico>> Eliminar depresiones

Rellenamos los parámetros de entrada de la siguiente manera:



Resultado:

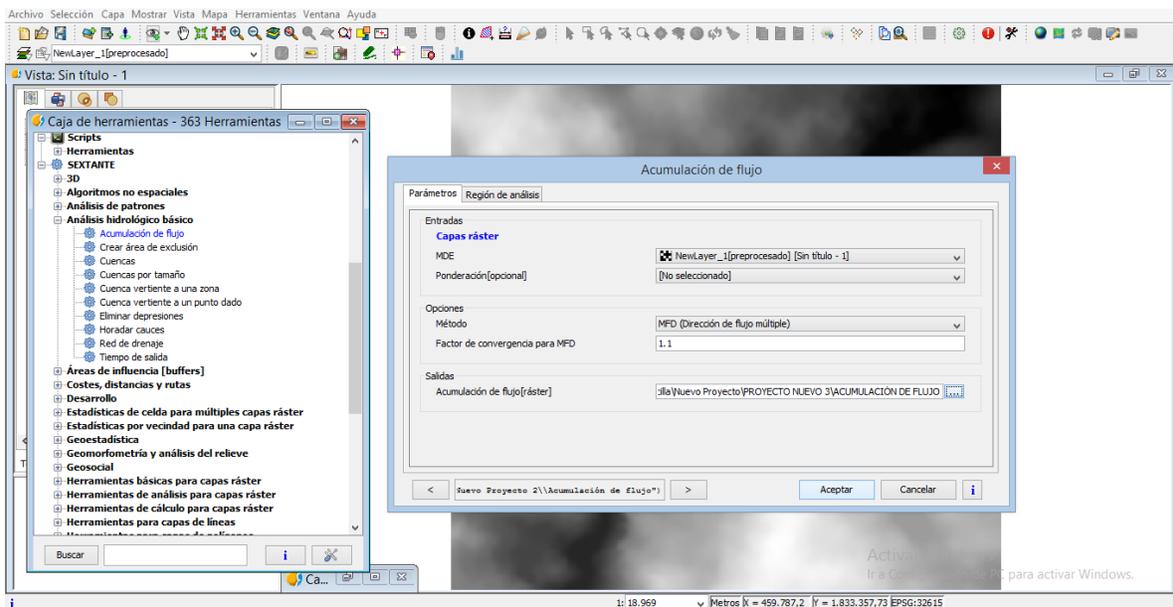


- **Calculo de la Acumulación de Flujo**

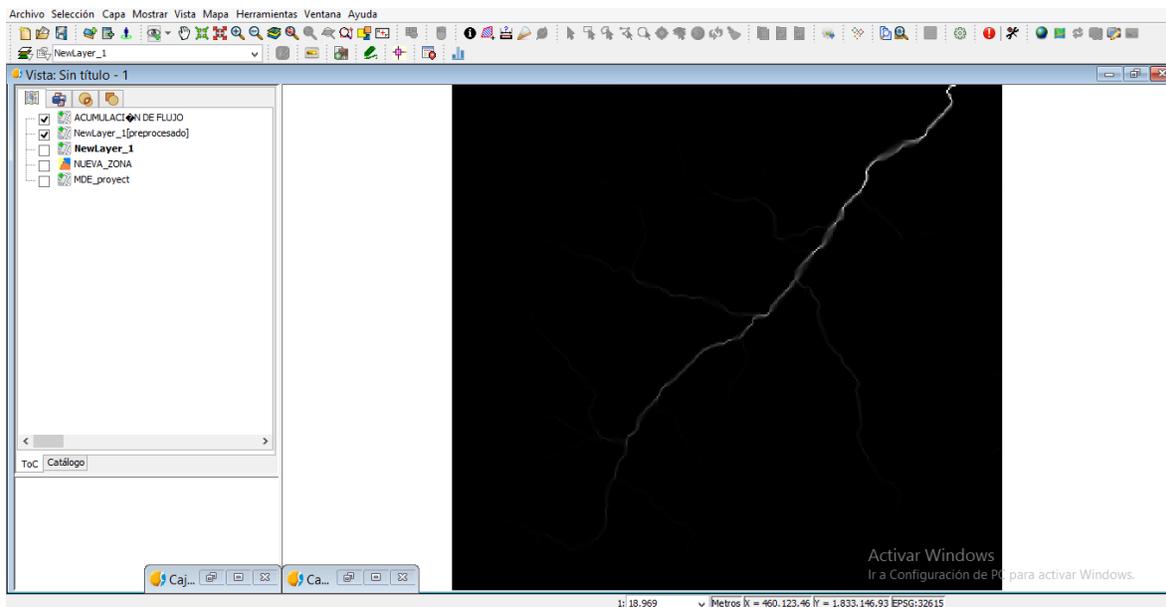
Ahora, calcularemos la acumulación de flujo, es decir, el valor de la superficie situadas aguas arriba de cada celda. Para esto seguiremos la siguiente extensión:

>> Caja de herramientas >> SEXTANTE >> Análisis hidrológico básico >> Acumulación de flujo

Introducimos los siguientes parámetros de entrada:



Resultado:

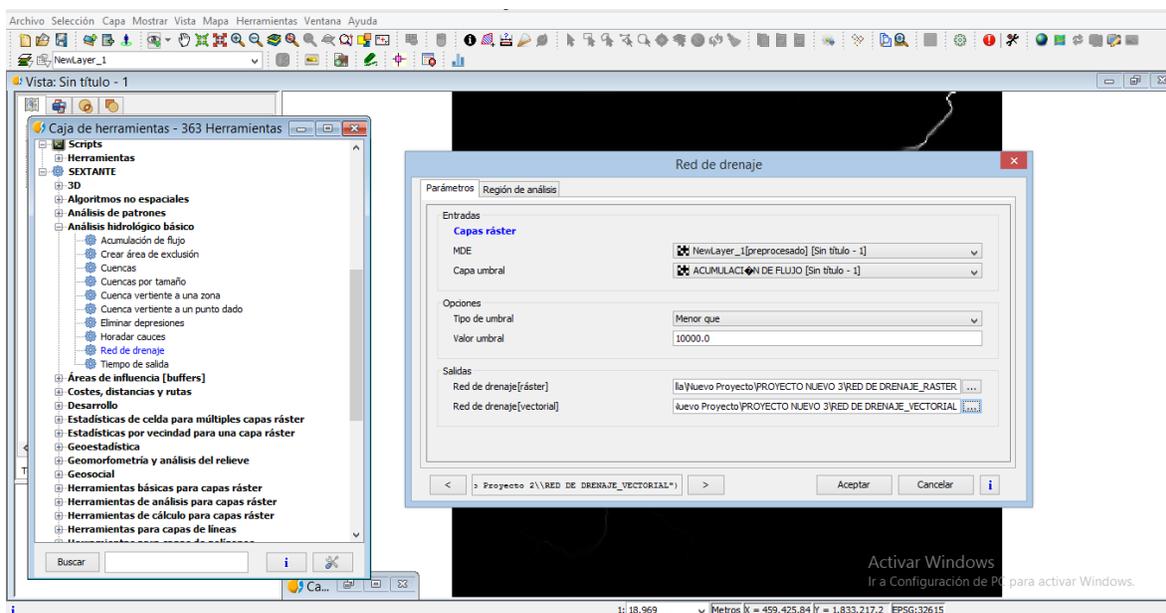


- **Calculo de la Red de Drenaje**

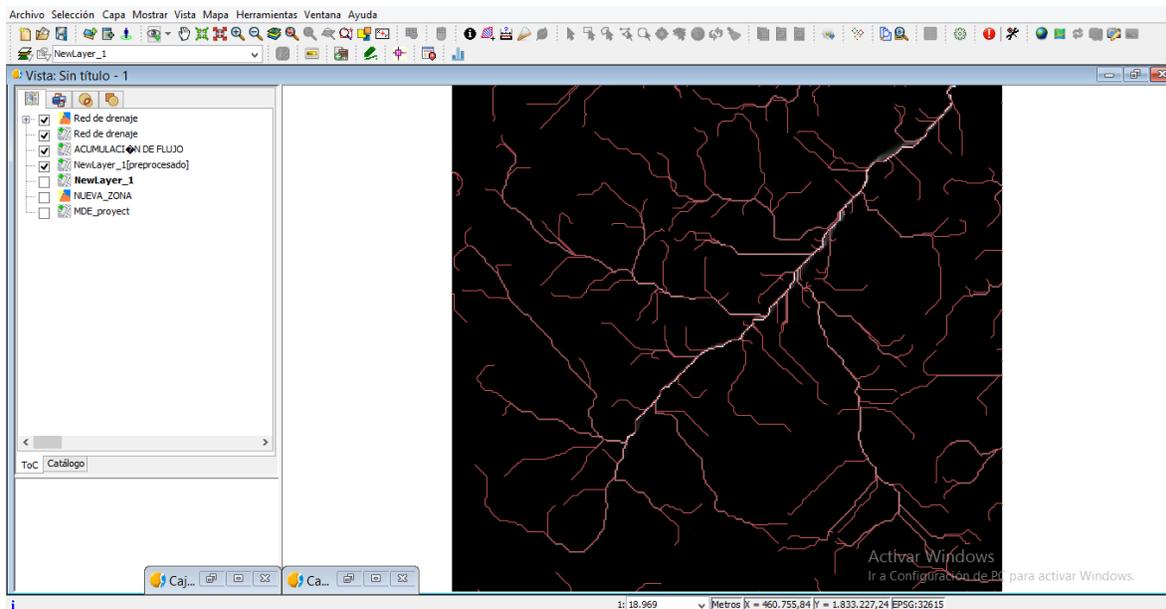
Para el cálculo de la Red de Drenaje utilizaremos el algoritmo “Red de Drenaje” siguiendo la siguiente extensión:

>> Caja de herramientas>> SEXTANTE >> Análisis hidrológico básico >> Red de Drenaje

Introduce los parámetros de entrada de la siguiente manera:



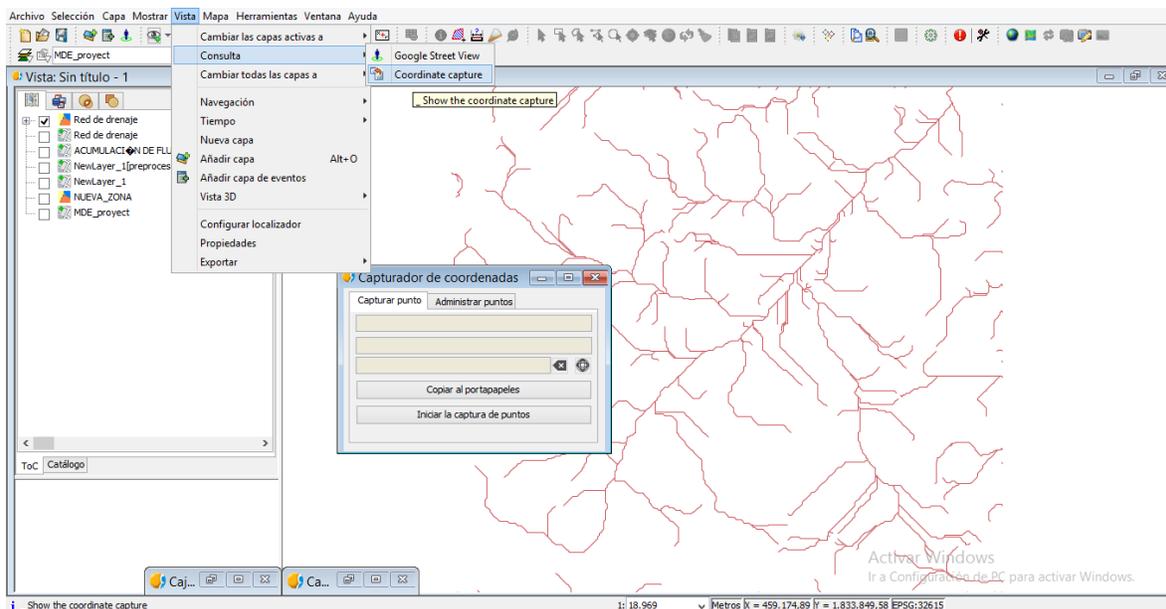
Resultado:



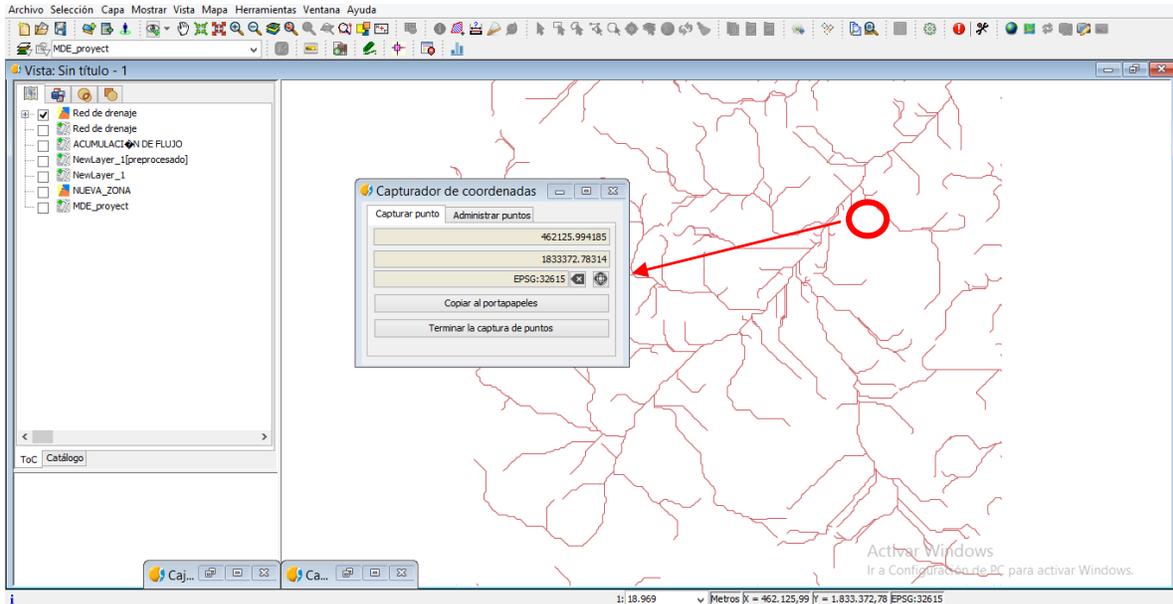
- **Cuencas vertientes**

Para el cálculo de las cuencas vertientes utilizaremos la herramienta dentro de SEXTANTE llamada “Cuenca Vertiente a un punto dado”.

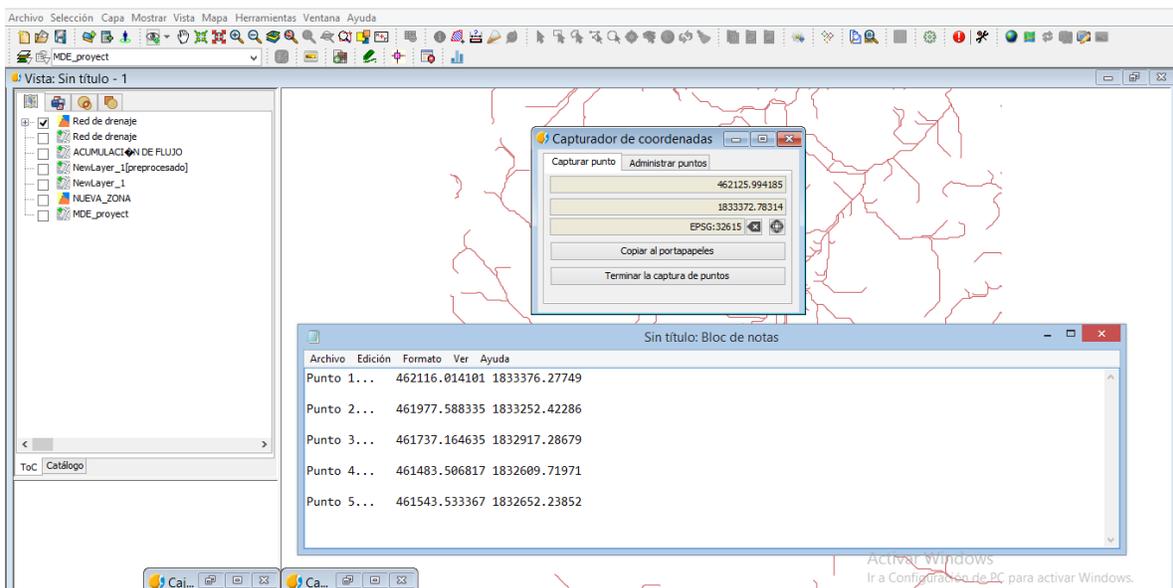
Para hacer uso de esta herramienta, como su nombre lo dice, tendremos que darle las coordenadas de la cuenca que deseamos delimitar, para esto, nos dirigiremos a las pestañas superiores, seleccionando la opción “Vista”, seguida de la opción “Consulta”, y finalmente “Coordinate Capture”.



A continuación seleccionaremos la opción “Iniciar captura de puntos” dentro de la ventana emergente y seleccionaremos un punto dentro de la cuenca que deseamos delimitar, nos guiaremos por la red de drenaje y la acumulación para seleccionar los mejores prospectos:

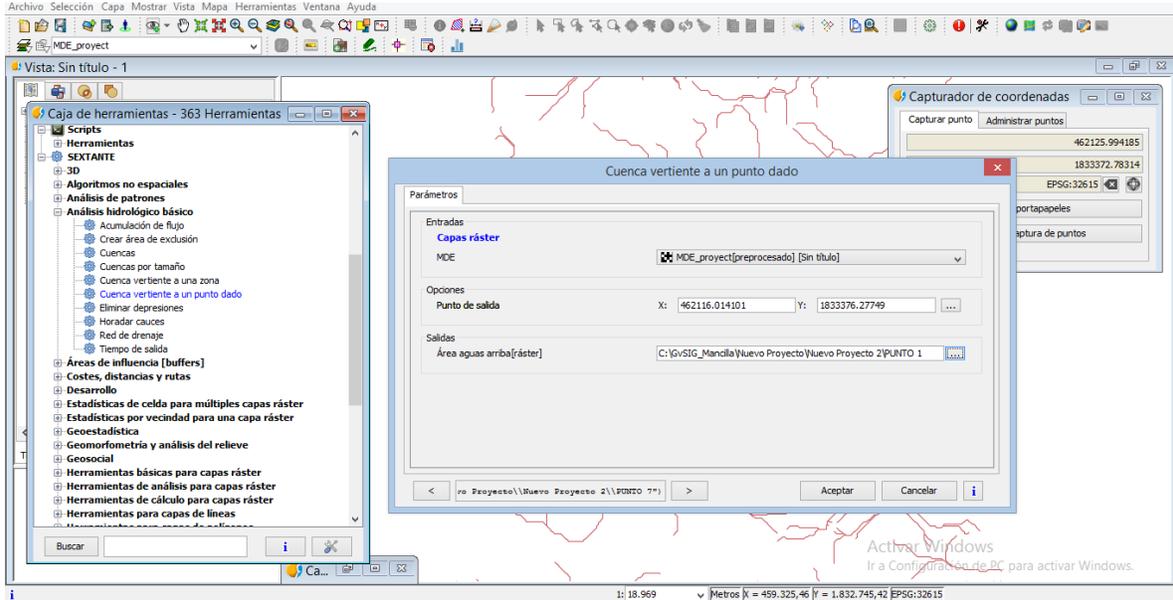


Puedes ayudarte de un bloc de notas, para pegar tus coordenadas, para este ejercicio realizaremos la consulta de 5 puntos, para la delimitación de las cuencas dentro de estos:

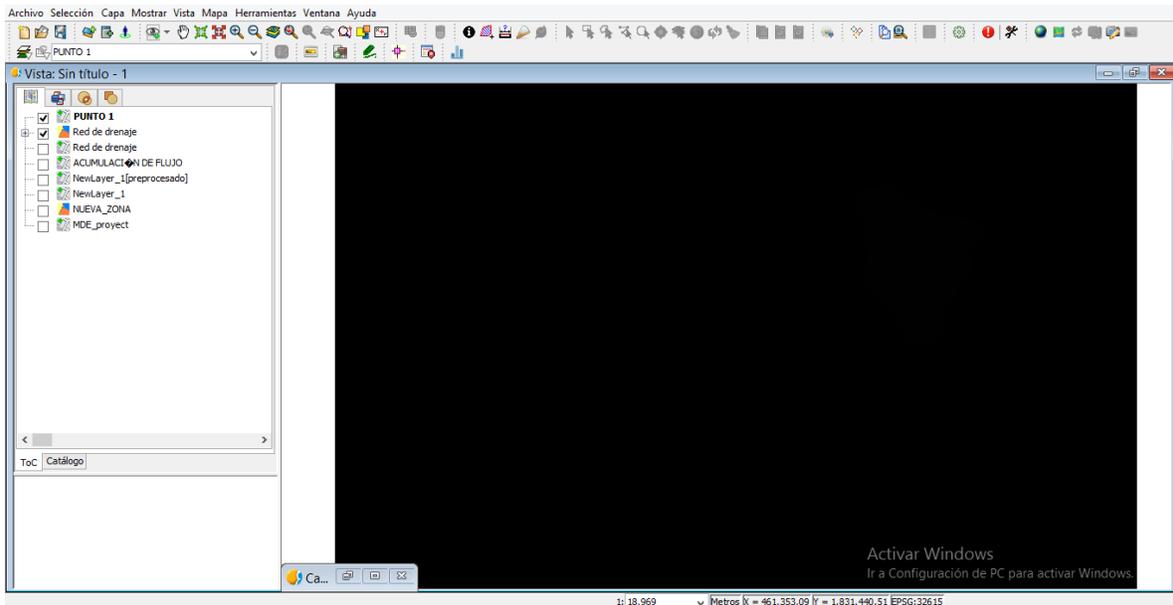


A continuación realizaras el siguiente proceso con cada uno de los puntos consultados siguiendo la extensión:

>> Caja de Herramientas>> SEXTANTE>> Análisis Hidrológico Básico>> Cuenca Vertiente a un punto dado >>

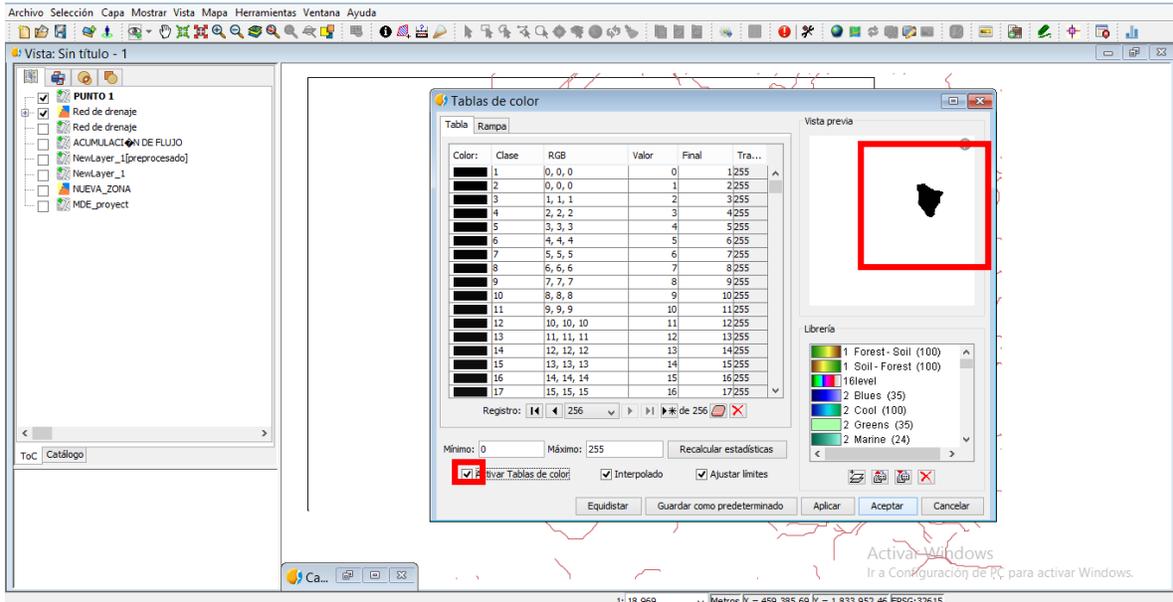


Al oprimir aceptar visualizaras lo siguiente:

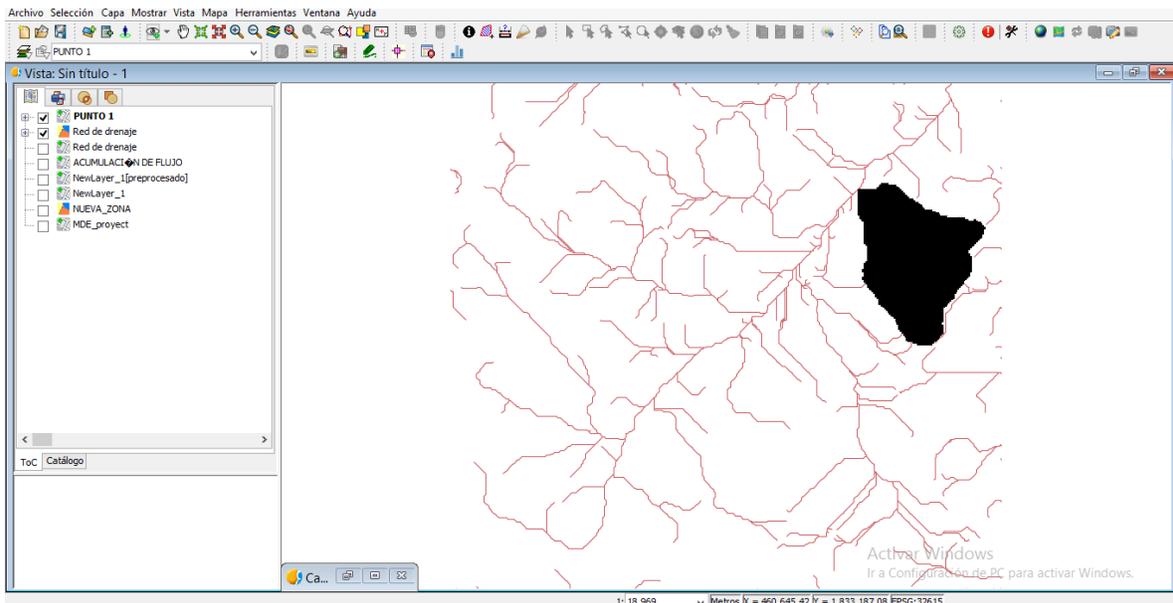


Oprime clic Izquierdo sobre la nueva capa que se te ha generado, oprimiendo la opción “Tablas de color”, una vez dentro de esta ventana, activa las tablas de color, visualizaras la delimitación de la cuenca vertiente para ese punto en el lado superior derecho.

Oprime aceptar.

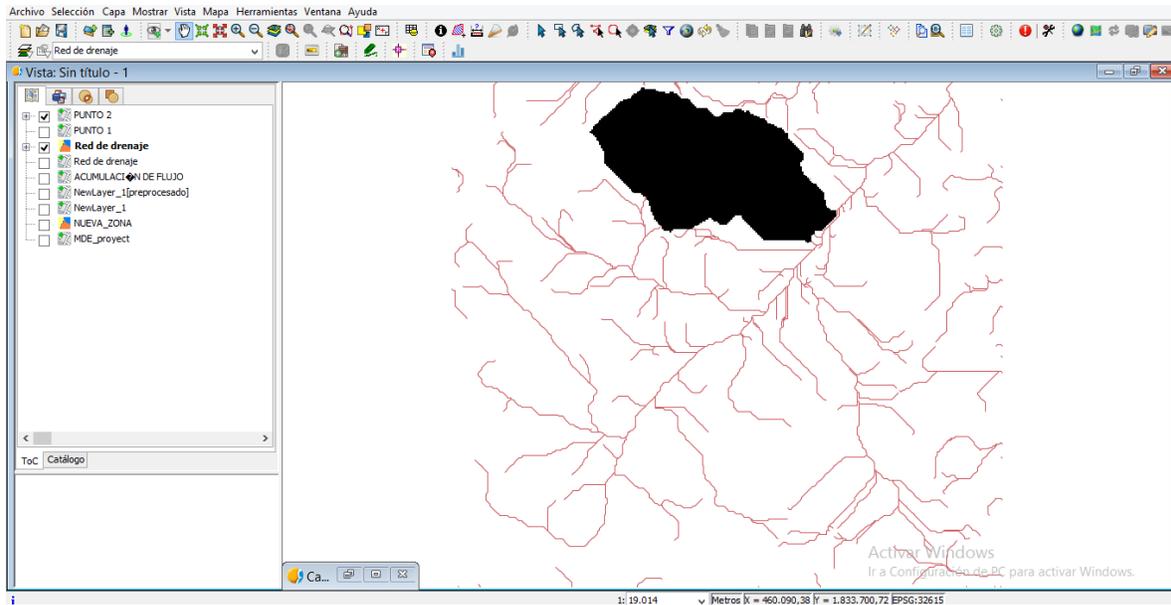


Resultado:

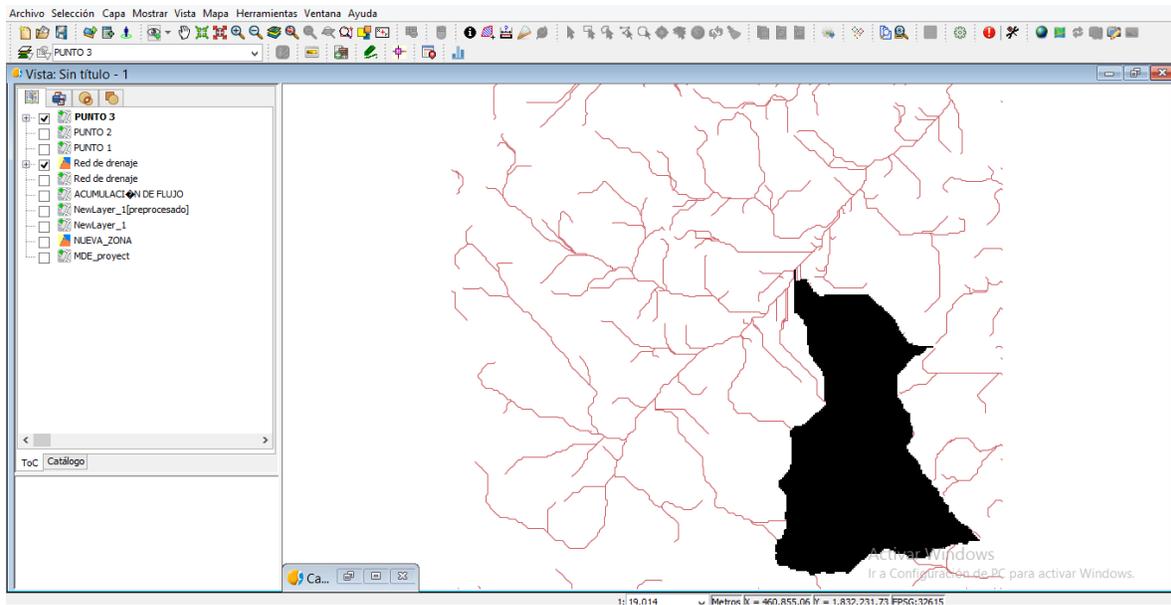


Realiza el mismo procedimiento para el resto de los puntos captados:

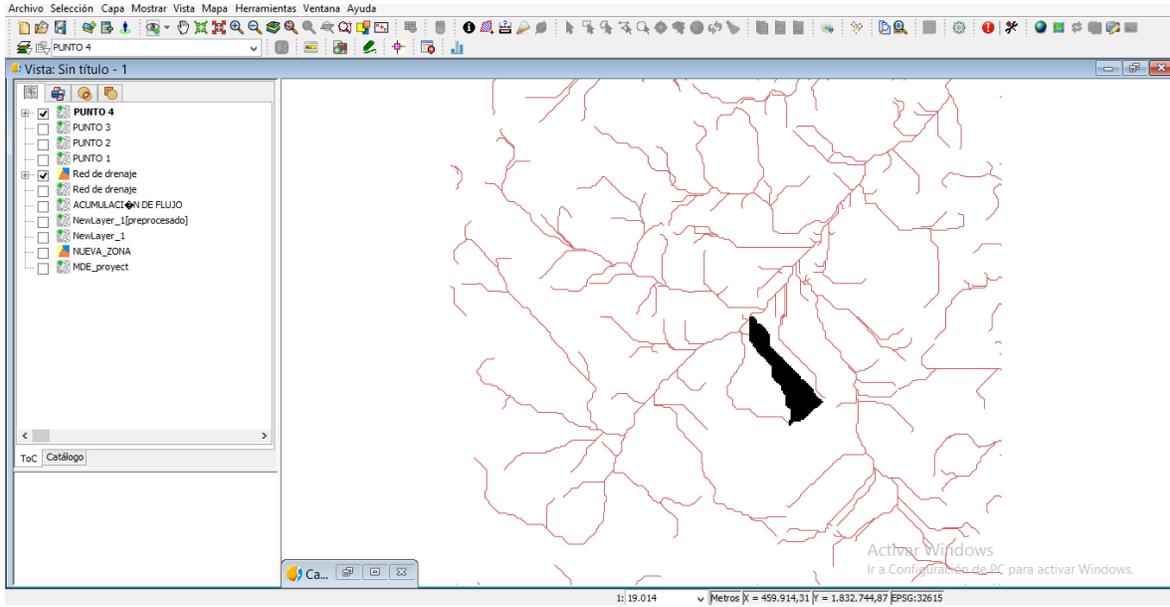
Resultado Punto 2:



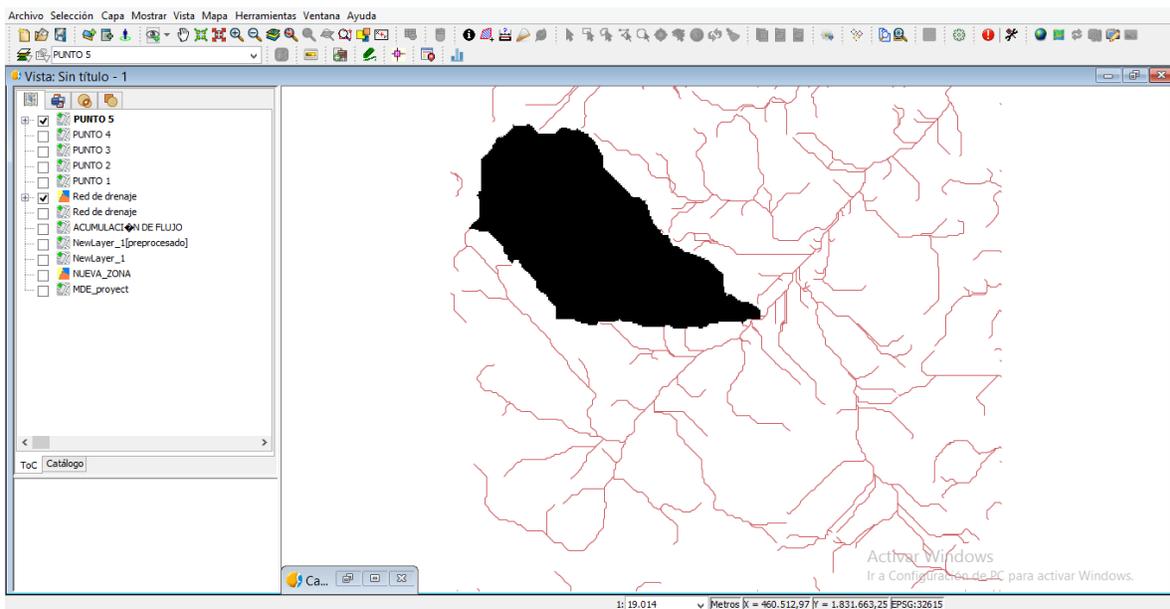
Resultado Punto 3:



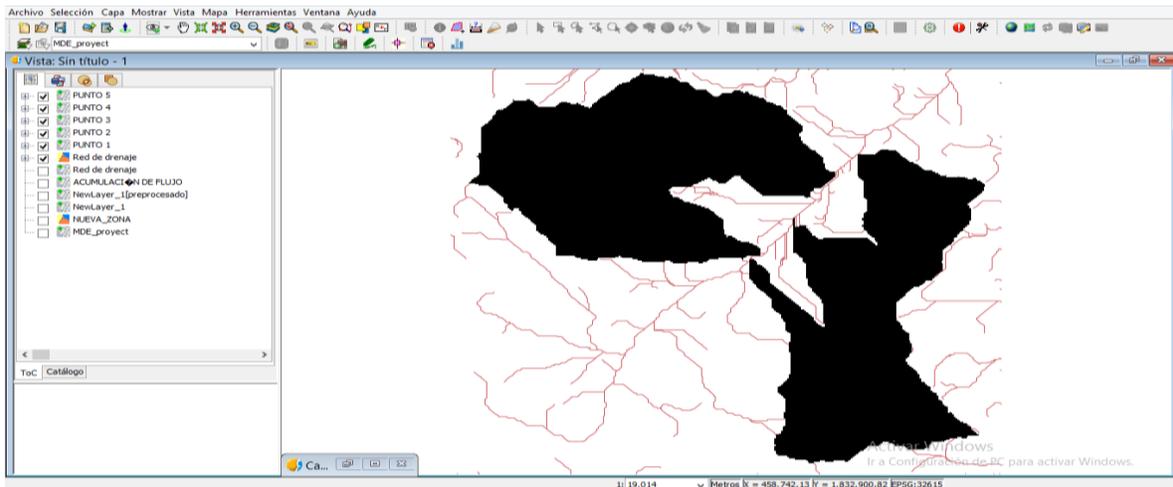
Resultado Punto 4:



Resultado Punto 5:



Visualización completa:



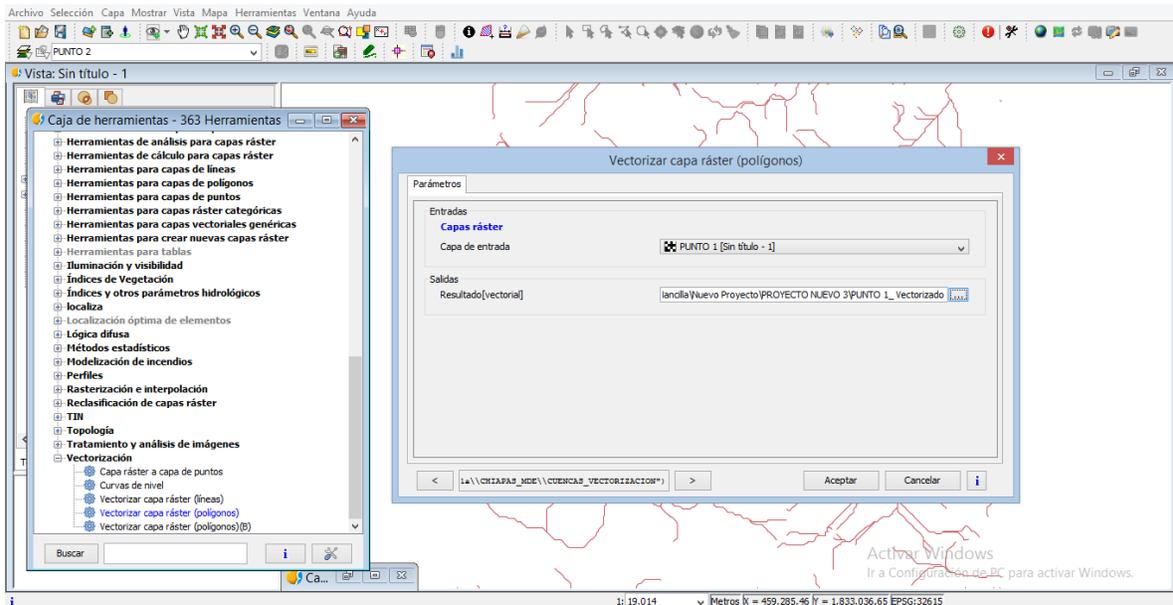
- Características de cuencas

Ahora que contamos con nuestras cuencas hidrográficas delimitadas podemos convertir cada una de estas capas raster a vector, para así poder conocer la información geométrica de las mismas.

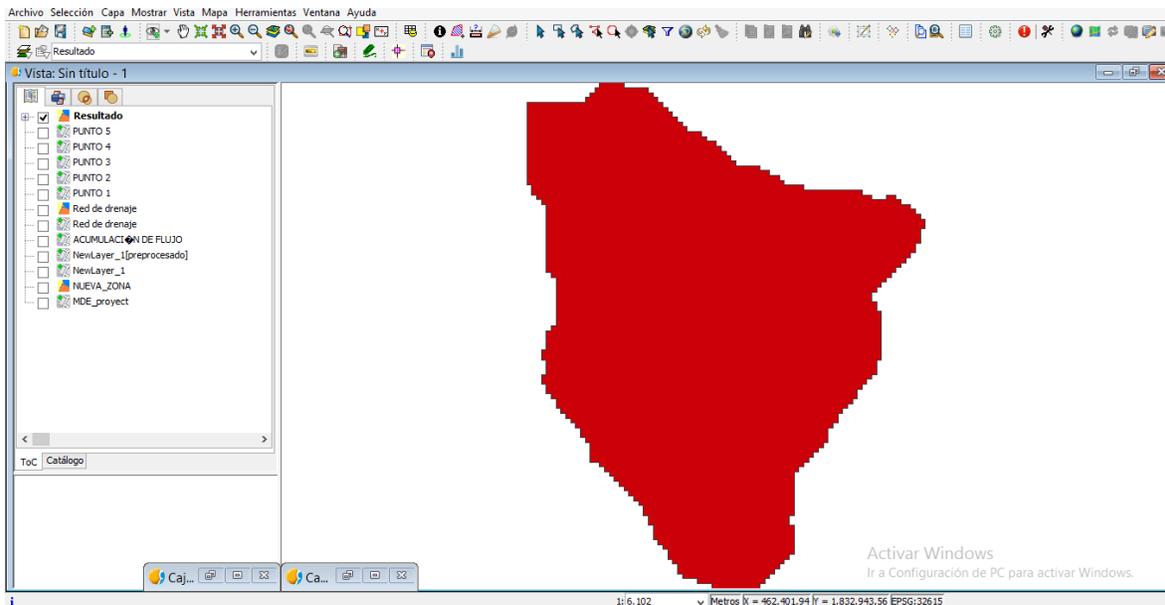
Para ello, primero debemos convertir la capa raster de cuencas hidrográficas en una capa vectorial. Siguiendo la extensión:

>> Caja de Herramientas>> SEXTANTE>> Vectorización>> Vectorizar capa raster (polígonos)

Como dato de entrada seleccionaremos la capa raster que acabamos de obtener anteriormente, realizaremos este paso con cada uno de los puntos obtenidos.



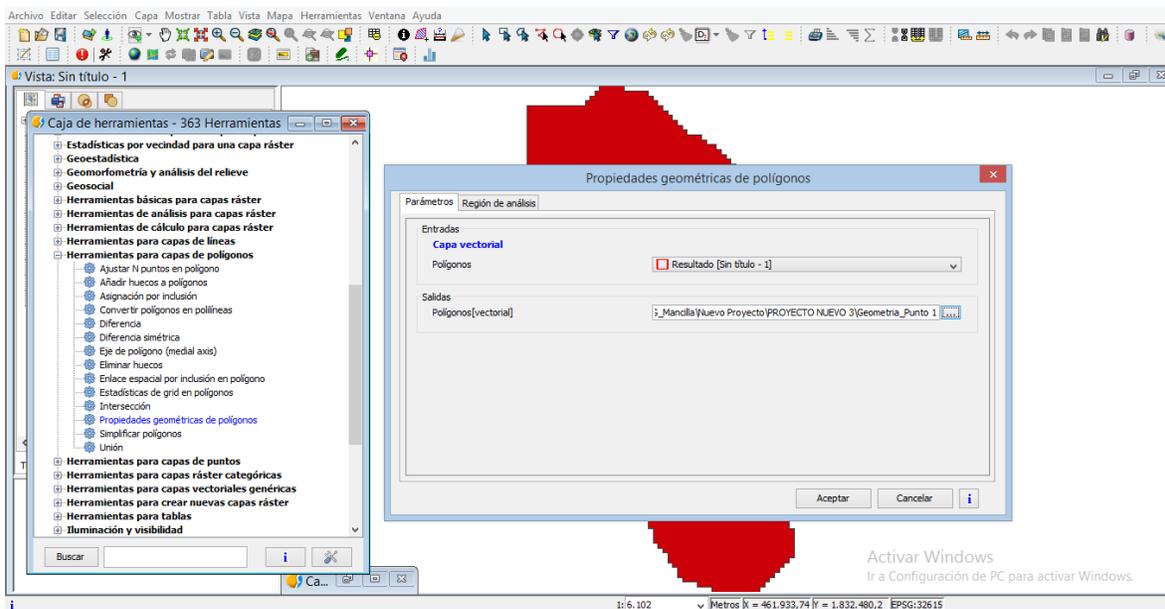
Resultado:



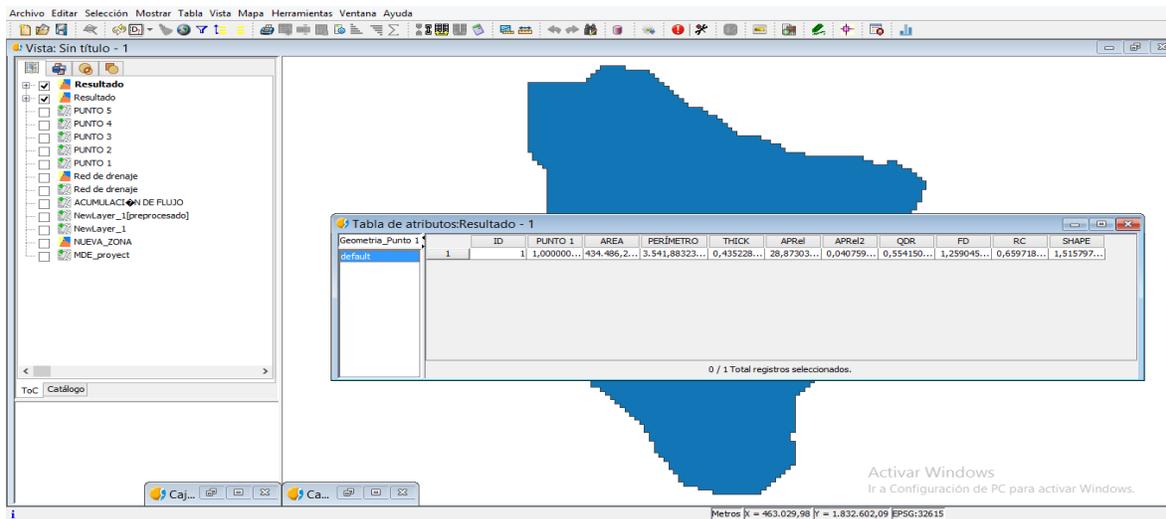
A continuación veremos cómo obtener parámetros de las cuencas con la extensión:

>> Caja de Herramientas >> SEXTANTE>> Herramientas para capas de polígonos>> Propiedades geométricas de polígonos

Al abrir esta extensión, seleccionaremos la capa vectorial de la cuenca que acabamos de general, y seleccionaremos ejecutar.



El resultado podremos visualizarlo al desplegar la tabla de atributos de la nueva capa generada:

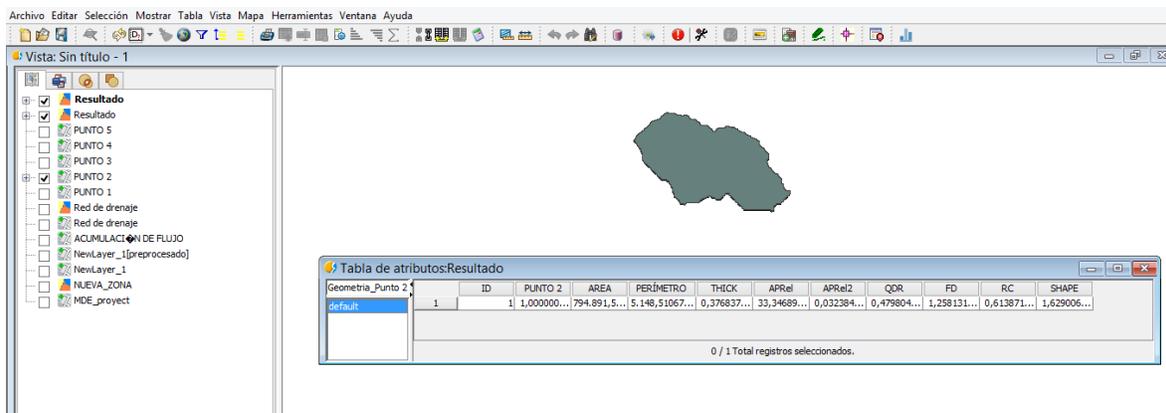


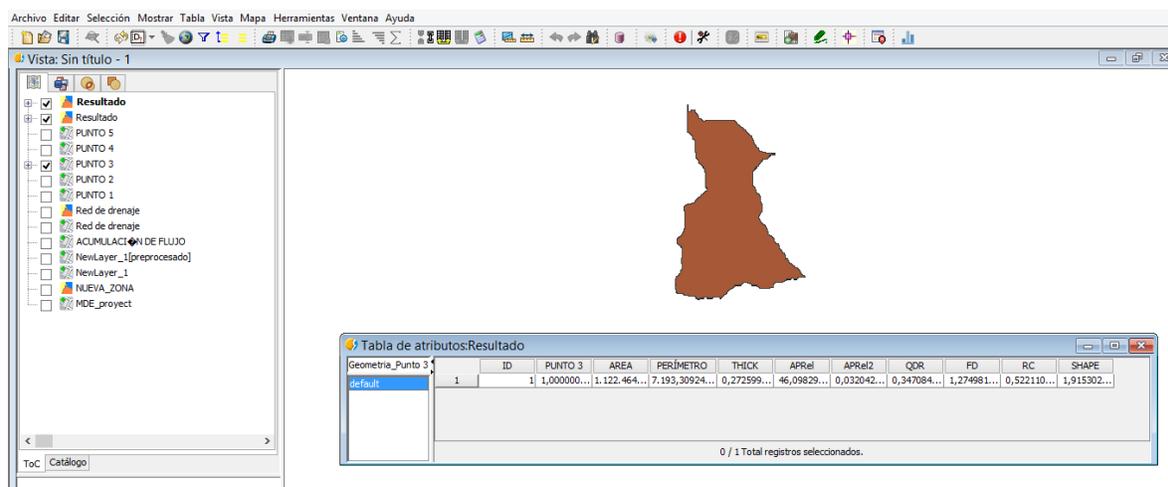
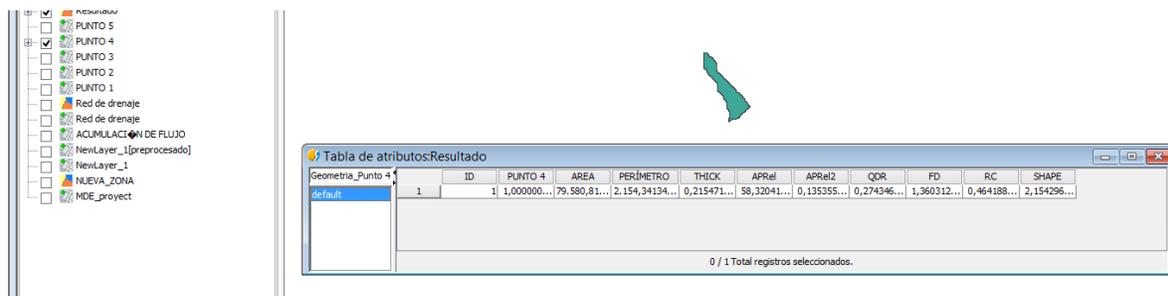
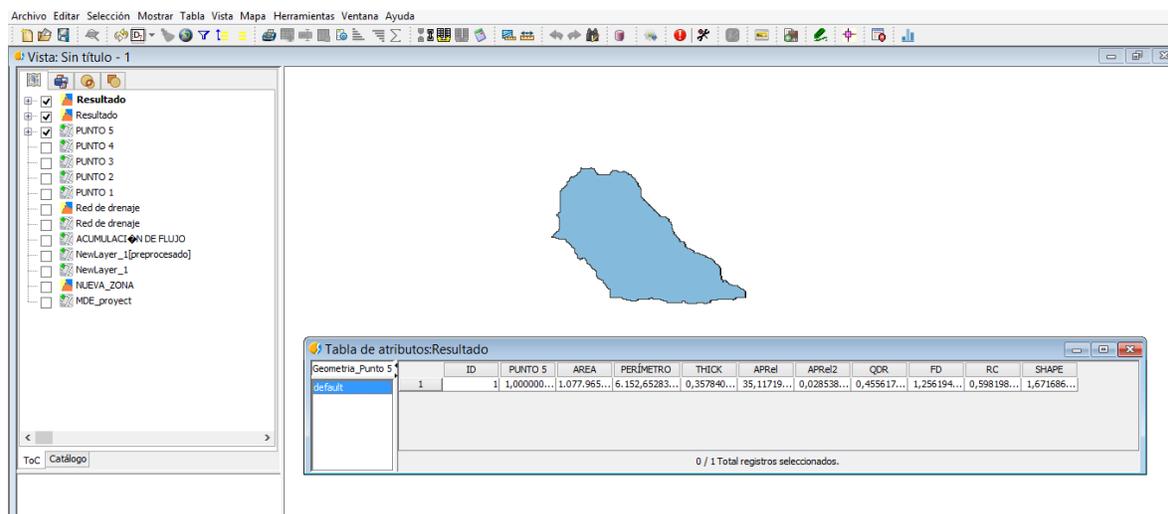
Los índices de la salida del algoritmo "propiedades geométricas de polígonos" de SEXTANTE corresponden a la siguiente formulación:

- **THICK** = $(4 * \pi * \text{Área}) / \text{Perímetro}^2$
- **APRel** = $\text{Perímetro}^2 / \text{Área}$
- **APRel2** = $(5 * \text{Perímetro}) / \text{Área}$
- **QDR** = $(16 * \text{Área}) / \text{Perímetro}^2$
- **RC** = $[(4 * \pi * \text{Área}) / \text{Perímetro}^2]^{0.5}$
- **FD** = $(2 * \log(\text{Perímetro})) / \log(\text{Área})$
- **SHAPE** = $\text{Perímetro} / (2 * \sqrt{\text{Área} * \pi})$

Realiza el procedimiento anterior con los puntos restantes:

Resultado punto 2:



Resultado Punto 3:

Resultado Punto 4:

Resultado punto 5:


MODELACIÓN: VECTORIZACIÓN DE CUENCAS Y OBTENCIÓN DE PROPIEDADES GEOMÉTRICAS.

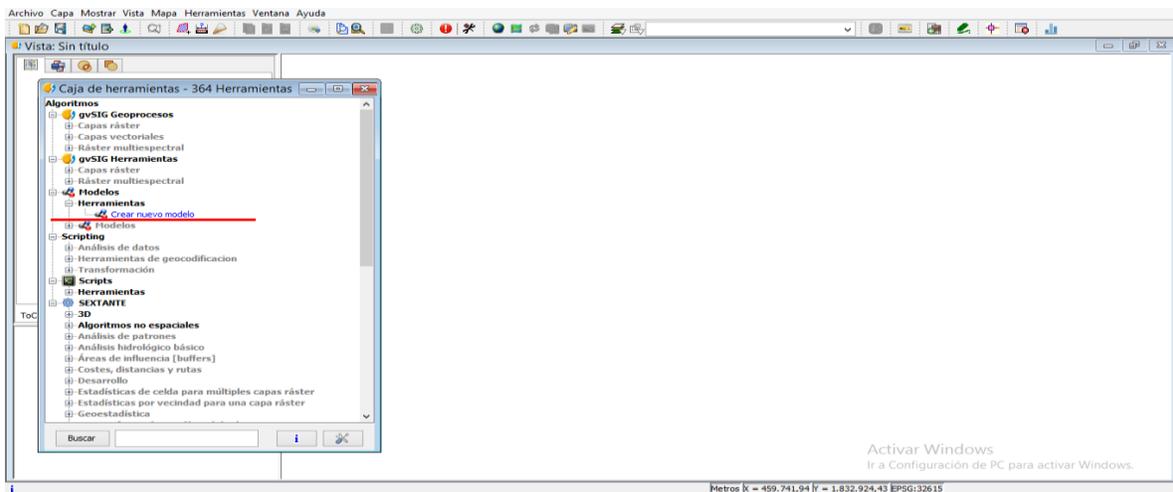
El modelador permite combinar varios algoritmos gráficamente, creando un proceso mayor que engloba varios geoprocursos.

Para tal ejemplo realizaremos un modelo que nos permita para vectorizar las cuencas anteriormente obtenidas por el proceso “Cuenca vertiente por un punto dado” y así mismo obtener las propiedades geométricas de las mismas.

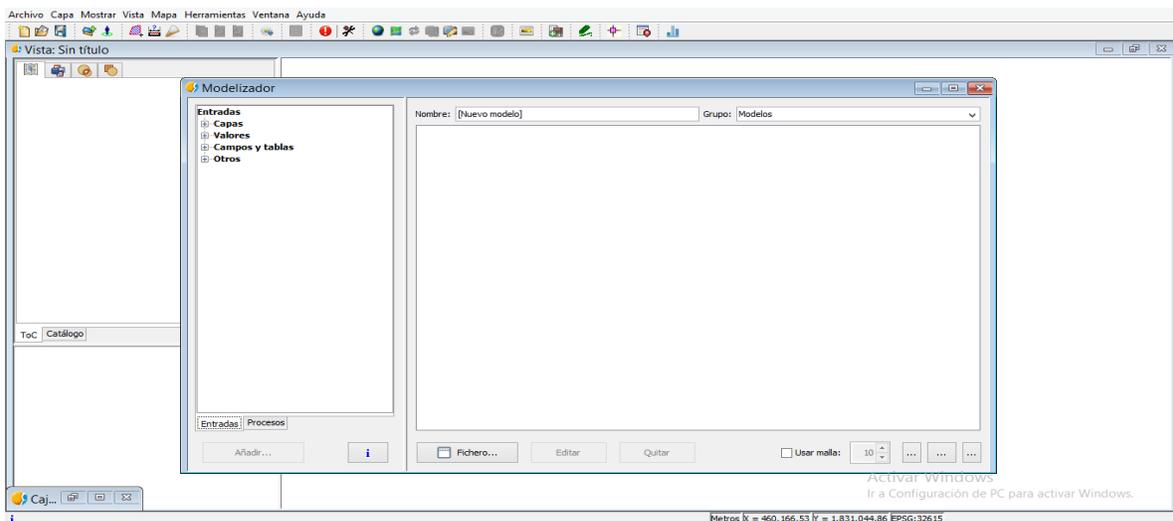
De este modo, un solo geoprocuro, que se ha definido con el modelador, puede ejecutar diferentes geoprocursos, consiguiendo un mayor ahorro de tiempo y esfuerzo.

El modelador podemos encontrarlo siguiendo la siguiente extensión:

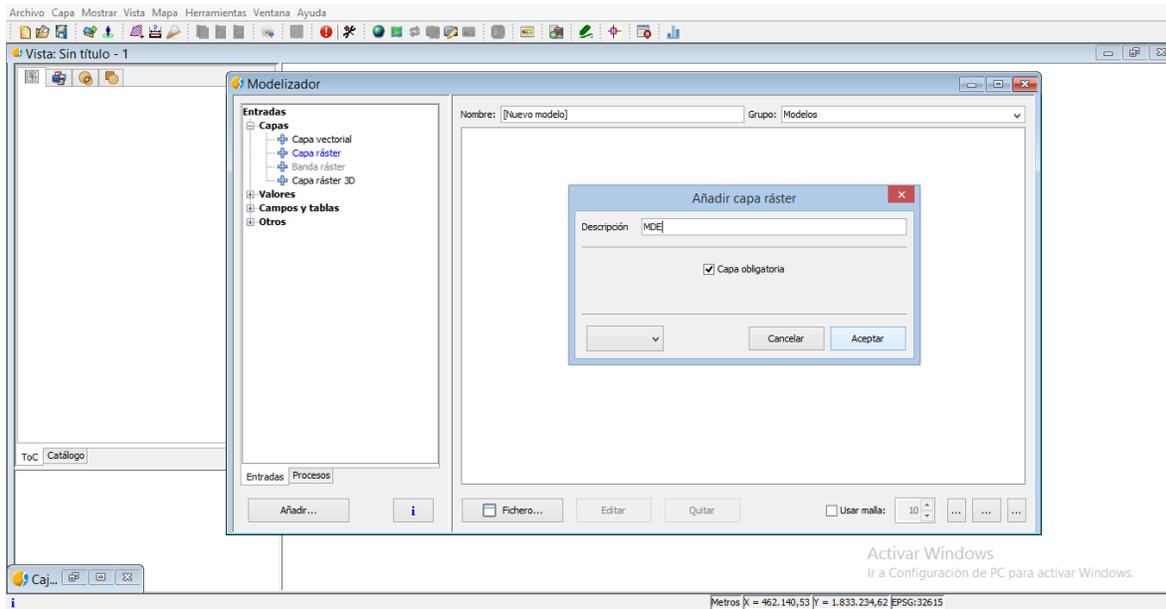
>> Caja de Herramientas >> Geoprocuroamiento >> Modelador



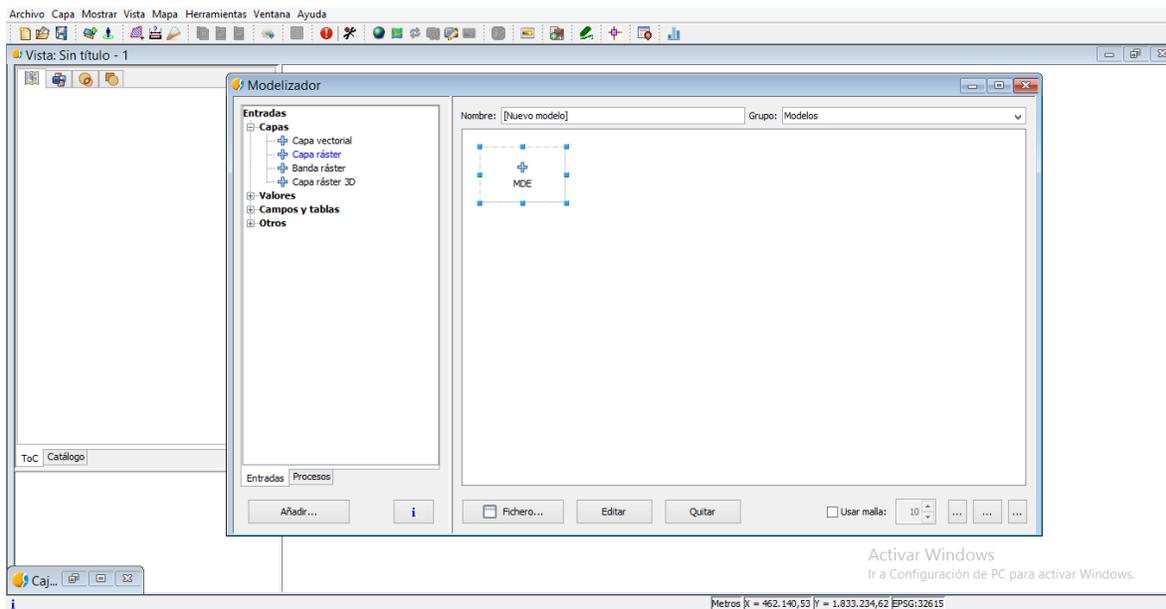
Visualizaremos la siguiente ventana:



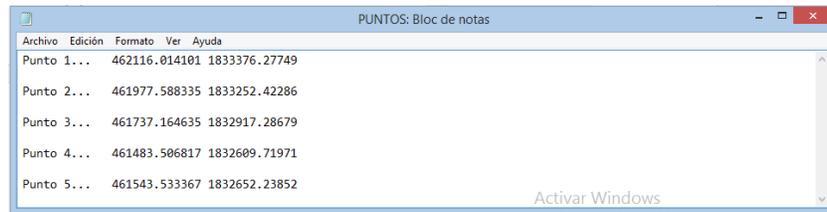
El primer paso para definir un modelo es la definición de las capas de entrada. Para este ejemplo utilizaremos de inicio una capa ráster, correspondiente al Modelo Digital de Elevaciones (MDE):



Aceptar:

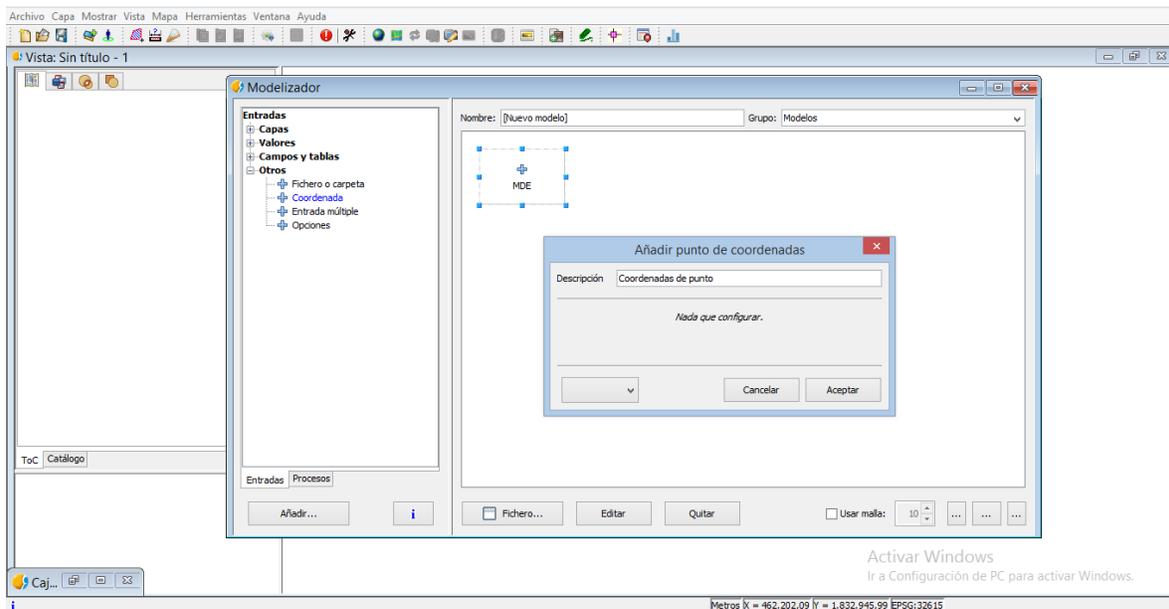


A continuación definiremos los procesos a utilizar, recordemos que para obtener una cuenca vertiente por un punto dado es necesario obtener las coordenadas de un punto dentro del cauce principal, para esto utilizaremos los puntos obtenidos en el ejercicio “Cuenclas vertientes por un punto dado”:

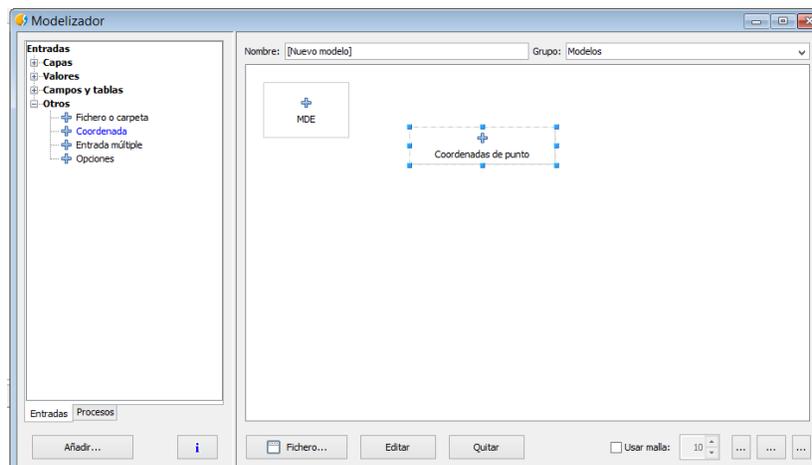


Punto	X	Y
Punto 1...	462116.014101	1833376.27749
Punto 2...	461977.588335	1833252.42286
Punto 3...	461737.164635	1832917.28679
Punto 4...	461483.506817	1832609.71971
Punto 5...	461543.533367	1832652.23852

Para definir esta entrada nos dirigiremos al apartado entradas, otros y finalmente coordenadas:



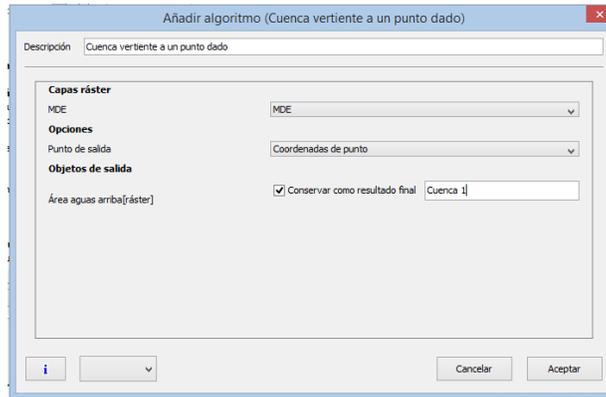
Resultado:



Ahora definiremos el proceso “Cuenca vertiente a un punto dado”, esto podemos hacerlo en el fichero “Procesos” siguiendo la siguiente extensión:

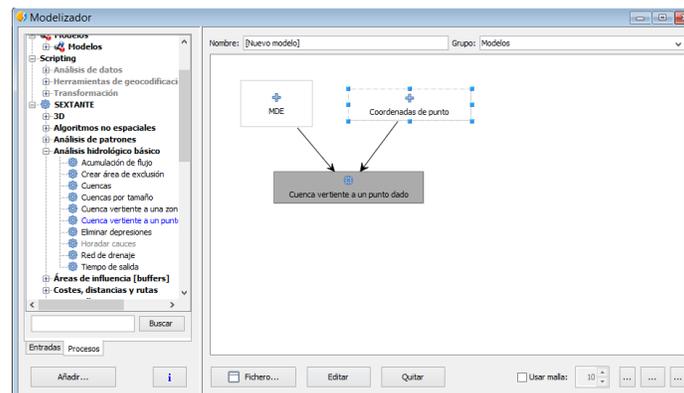
>> SEXTANTE >> Análisis hidrológico básico >> Cuenca vertientes por un punto dado

En la pestaña emergente ingresaremos los datos correspondientes:

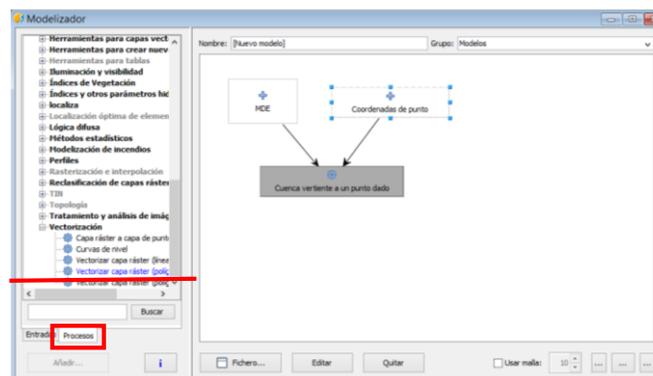


Conservaremos el resultado final, y lo nombraremos Cuenca 1

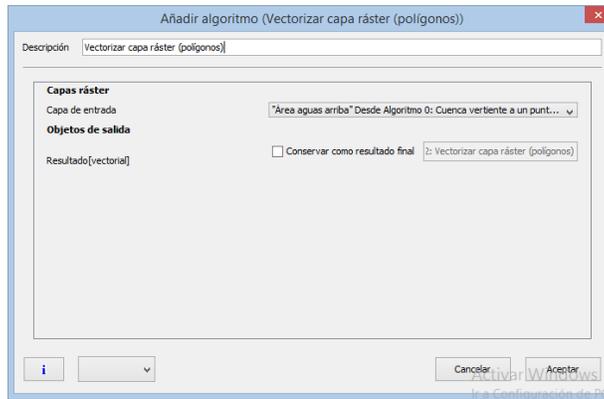
Resultado:



Después de obtener las cuencas vertientes, debemos vectorizar dichas cuencas, a través del algoritmo “Vectorizar Capa Ráster (Polígono)”. Para esto nos dirigiremos al fichero “Procesos”, buscando y seleccionando el algoritmo dentro de SEXTANTE.

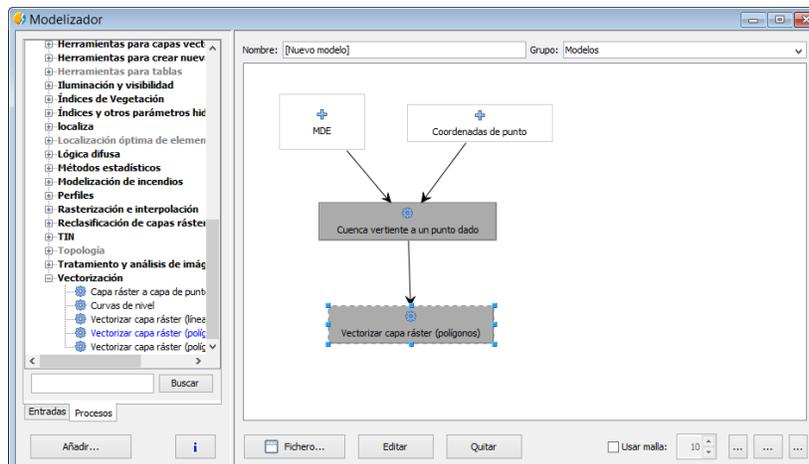


En la ventana emergente del algoritmo, seleccionaremos como capa de entrada la capa ráster que calculamos con anterioridad, pues representa la cuenca que deseamos vectorizar y acabamos de obtener con el proceso “Cuenca vertiente por un punto dado”.

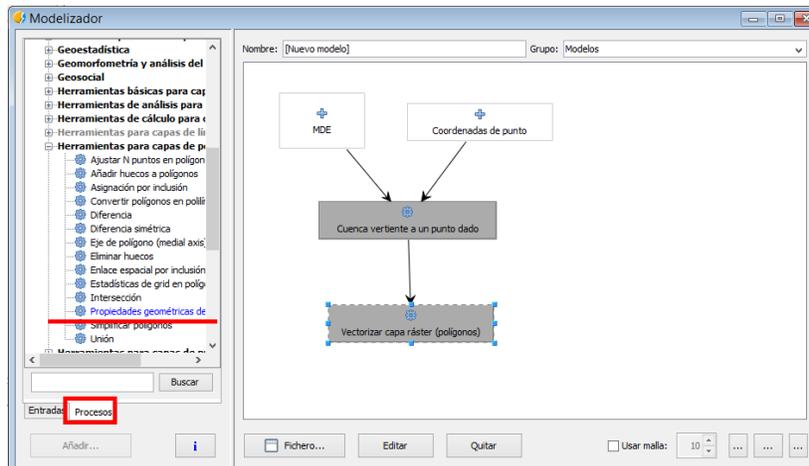


Para este ejemplo no marcaremos la casilla ya que el resultado de este proceso será empleado para un nuevo proceso (Propiedades geométricas).

Aceptar:

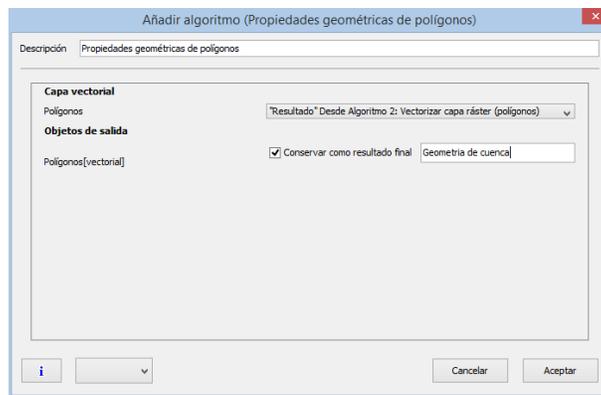


Como mencionamos anteriormente el resultado será la Vectorización de nuestra capa vertiente, a continuación, añadiremos el proceso “Propiedades geométricas de polígonos” ubicado dentro de SEXTANTE en el apartado “Herramientas de capas de polígonos”.

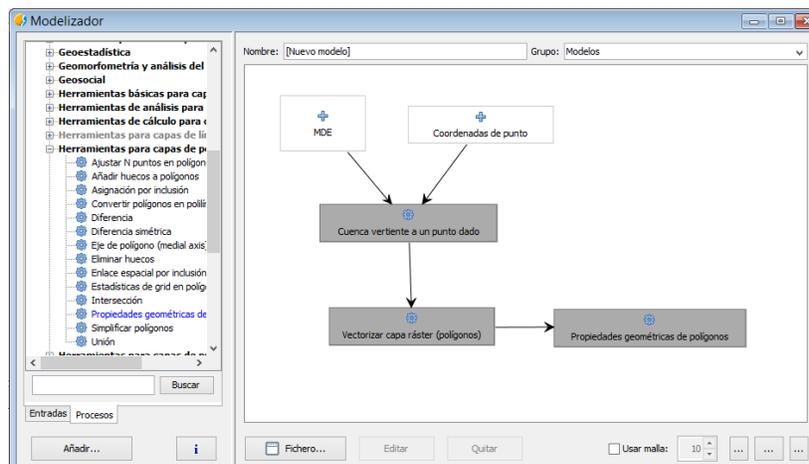


En la ventana emergente del algoritmo:

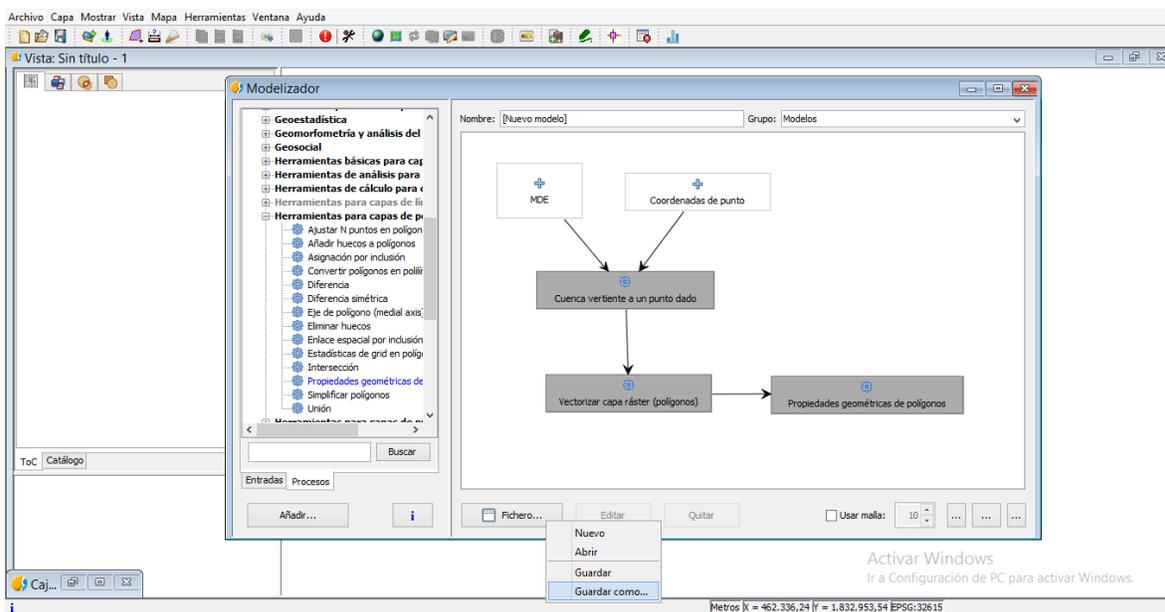
1. Verificaremos que la capa de entrada sea el “resultado de la vectorización de la capa vertiente que introducimos al principio”.
2. Activaremos la casilla “Combinar como resultado final” ya que este es la capa que necesitamos.



Oprime aceptar y visualizaremos nuestro modelo final:

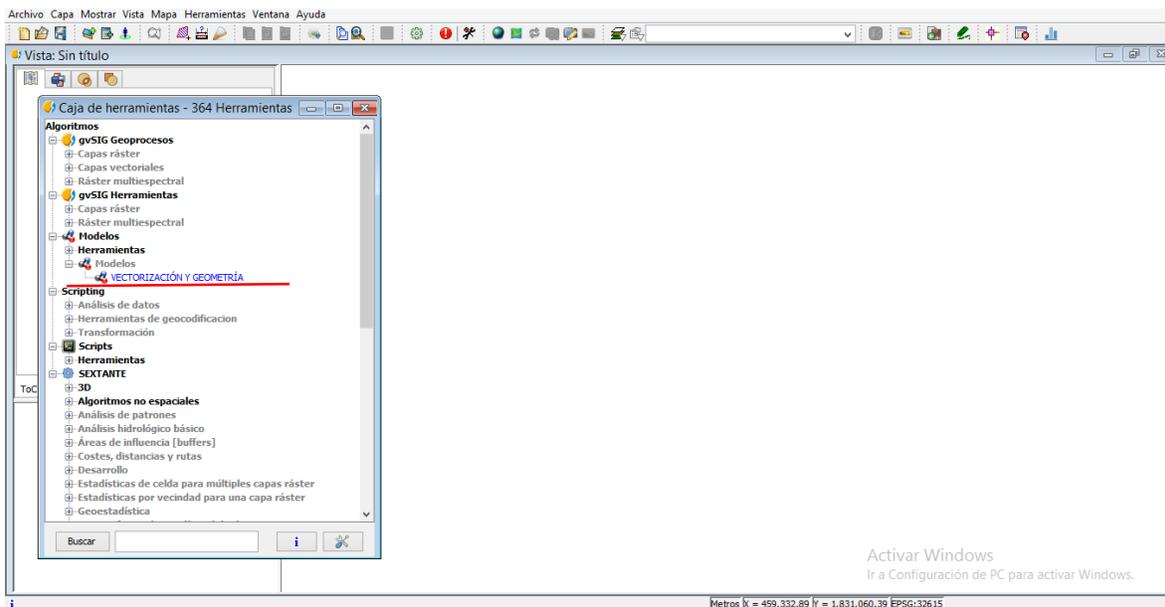


Para guardarlo daremos clic en el apartado “Ficheros”, oprimiendo la opción “Guardar como”, seguido a esto le daremos una dirección de guardado y finalmente le daremos un nombre.

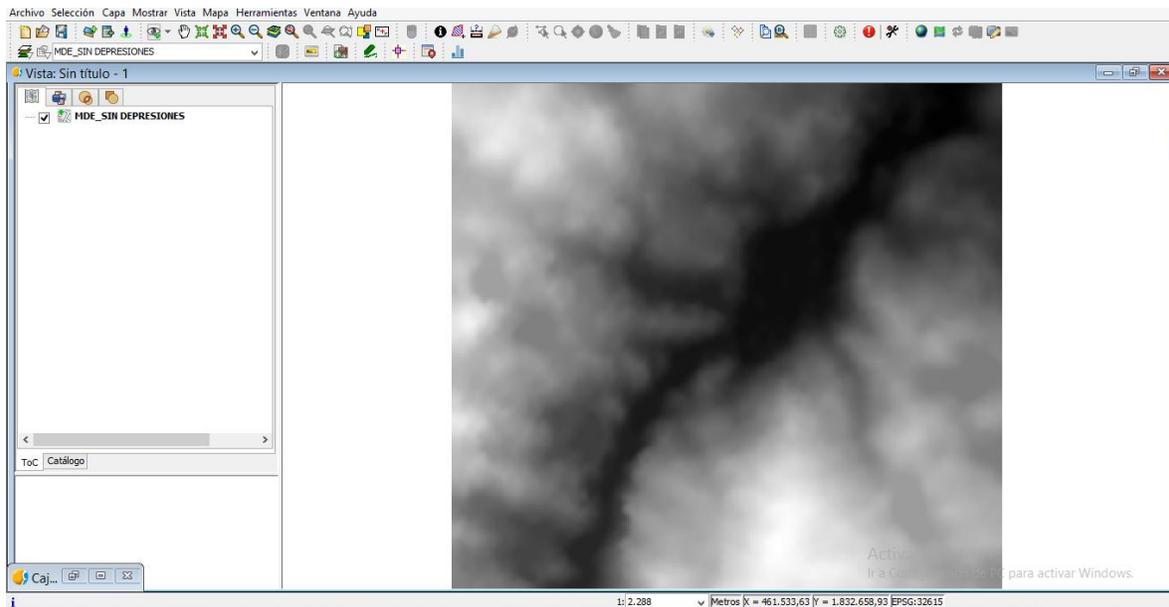


Para ejecutar nuestro modelo (ya guardado) seguiremos la siguiente extensión:

>> Caja de Herramientas >> Geoprocesamiento >> Modelador >> Modelos

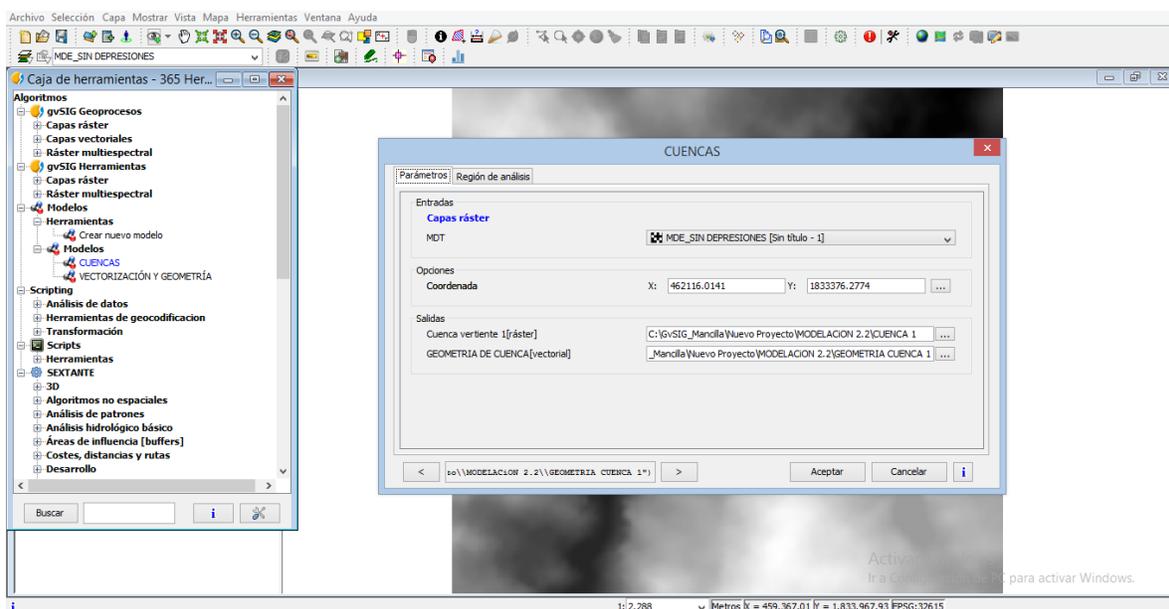


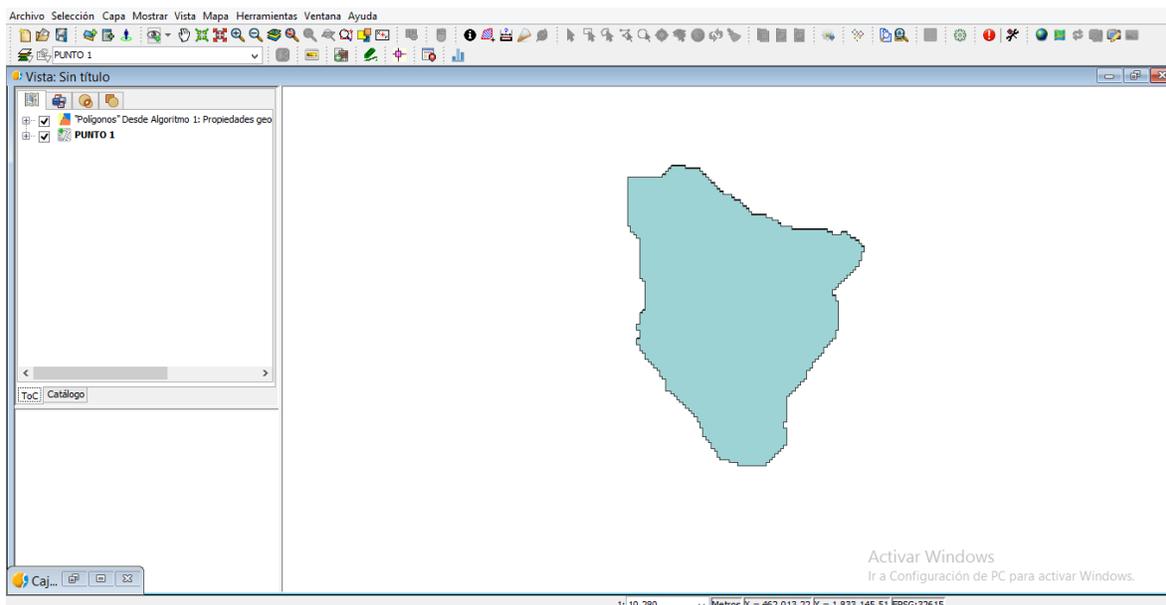
Vamos a ponerlo a trabajar, para ello añadiremos el Modelo Digital de Elevaciones (MDE):



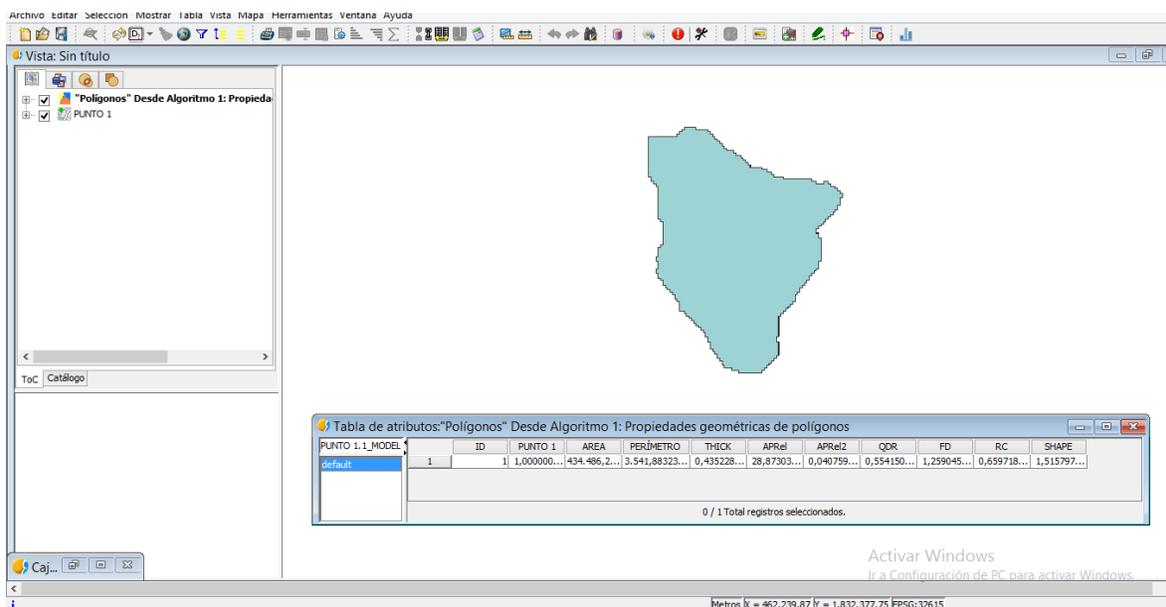
A continuación:

1. Ejecutaremos nuestro modelo, dando doble clic sobre él, dentro de la caja de herramientas.
2. Verificar que como capa de entrada se encuentre nuestro MDE
3. Ingresa las coordenadas del punto antes capturado
4. Aceptar



RESULTADO:


Recuerda que lo que necesitábamos de este modelo era las propiedades geométricas de la cuenca vertiente ingresada, así que oprime clic izquierdo y selecciona la opción “Tabla de atributos”.



NOTA: Puedes comparar los resultados obtenidos a través del modelizador y los del proceso completo realizado en el ejercicio anterior, y podrás comprobar que el resultado es el mismo, únicamente ahorras tiempo y esfuerzo.

CALCULO DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia hasta el momento en el que se acaba la curva de bajada, es decir hasta el final de la escorrentía superficial.

Para el cálculo del tiempo de concentración existen diferentes métodos, los cuales describiremos más adelante, sin embargo, estos métodos nos solicitan ciertos parámetros como el área, la longitud del cauce (km), altura (máxima, mínima), pendiente media, etc., muchos de los parámetros que nos solicitan dichos métodos no vienen incluidos dentro de nuestra capa “parámetros geométricos de un polígono”, así que comenzaremos por calcular:

- **Longitud del cauce y alturas (máxima y mínima):**

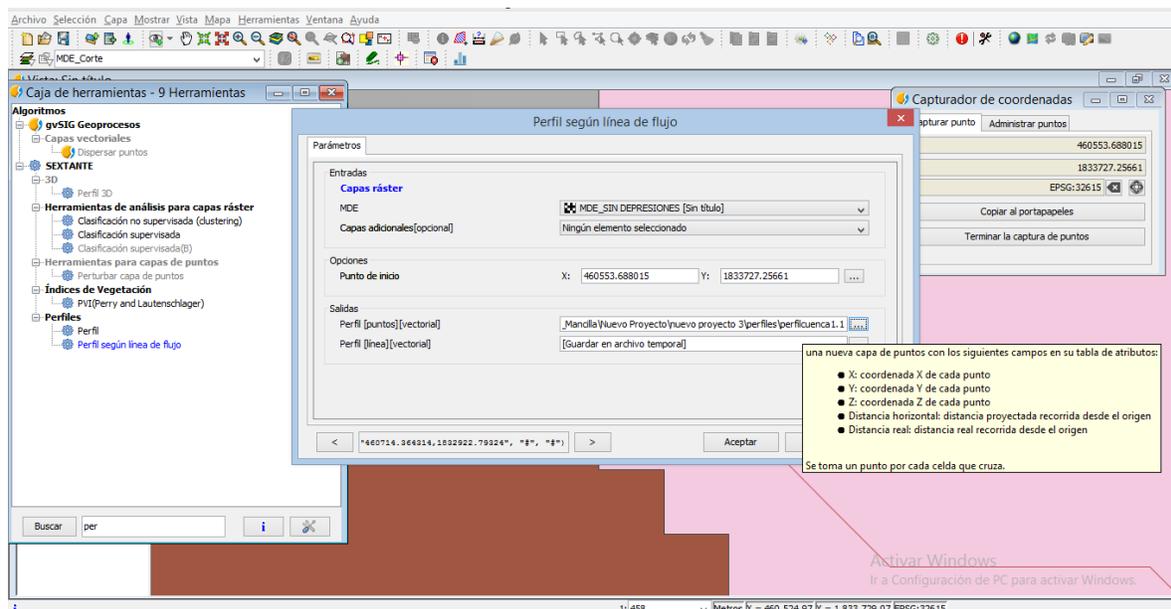
El cálculo de este parámetro lo realizaremos a través del geoproceto llamado “Perfil según línea de flujo” el cual encontraremos en la siguiente extensión:

>> Caja de Herramientas >> SEXTANTE>> Perfiles >> Perfil según línea de flujo

Utilizaremos el MDE correspondiente a nuestra zona de estudio (sin procesar, es decir, si), las cuencas anteriormente vectorizadas (5) y la red drenaje como guía para identificar el cauce principal de la cuenca.

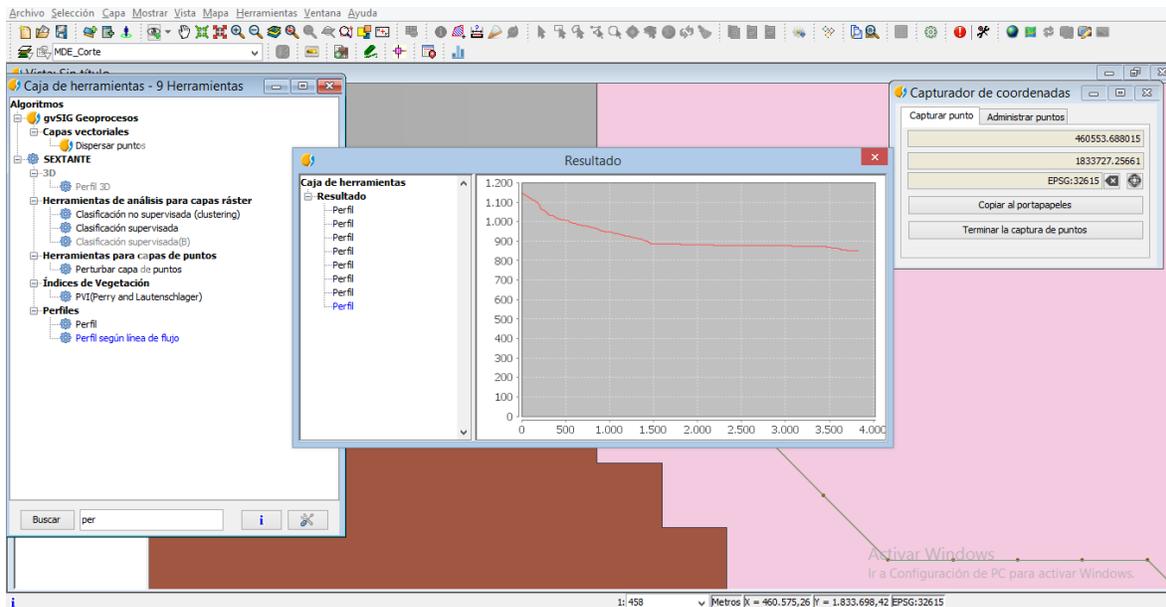
Una vez identificado el cauce principal, con ayuda del capturador de coordenadas, seleccionaremos un punto aguas arriba del cauce principal de nuestra cuenca, para ingresar dichas coordenadas al apartado “coordenadas” dentro de la ventana del proceso de perfil según línea de flujo.

Llena los apartados de la siguiente manera y oprime aceptar:

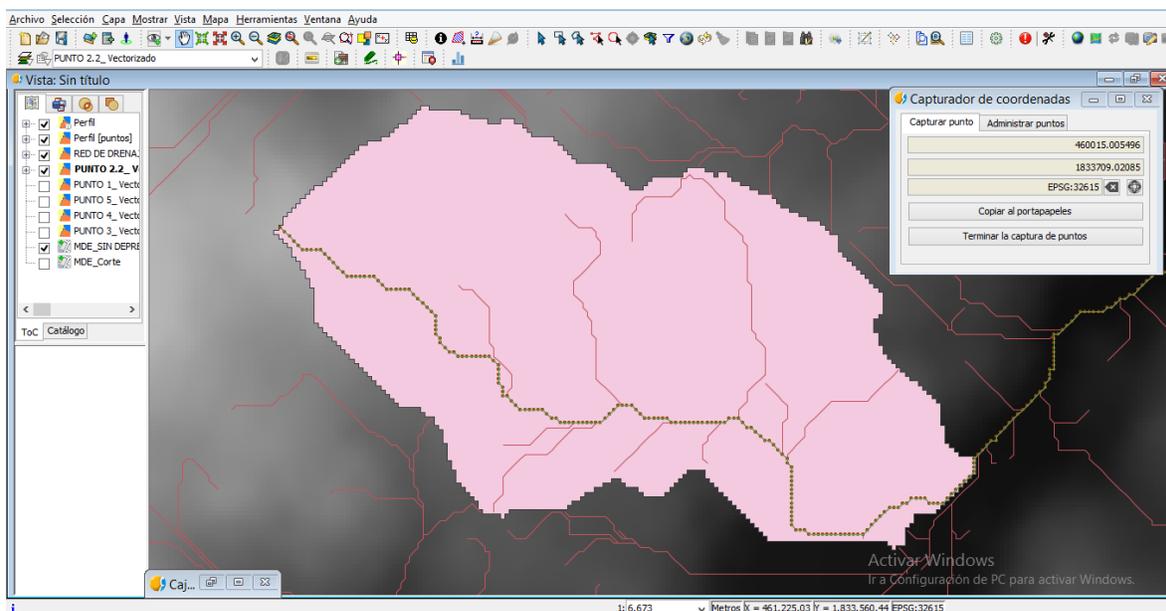


El proceso resultante nos dará dos nuevas capas:

- Un histograma que sigue la distancia del cauce principal sobre su altura (línea)

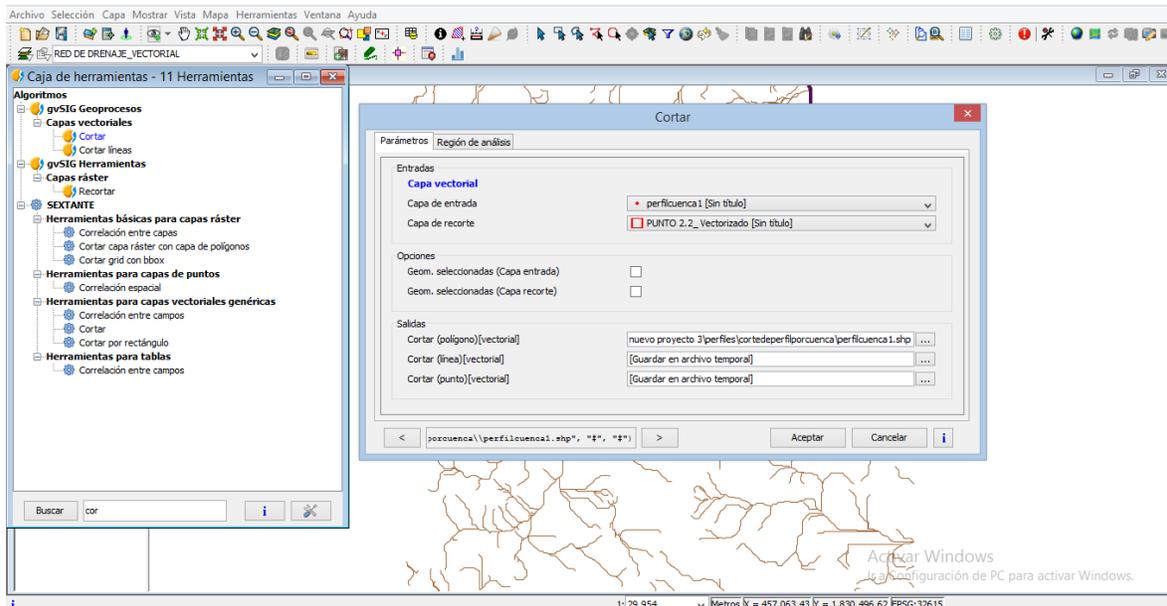


- Una capa de puntos, que sigue la línea del cauce principal

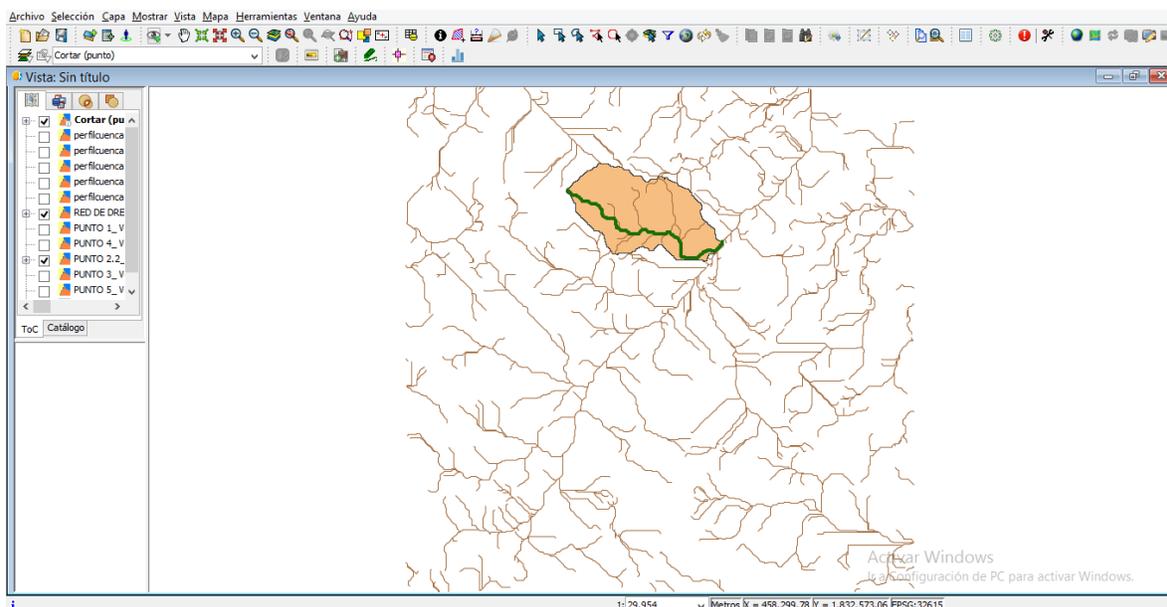


- Como capa de entrada seleccionaremos el perfil correspondiente a la cuenca que deseamos cortar.
- Como capa de recorte seleccionaremos la capa correspondiente a la capa vectorizada de nuestra cuenca.

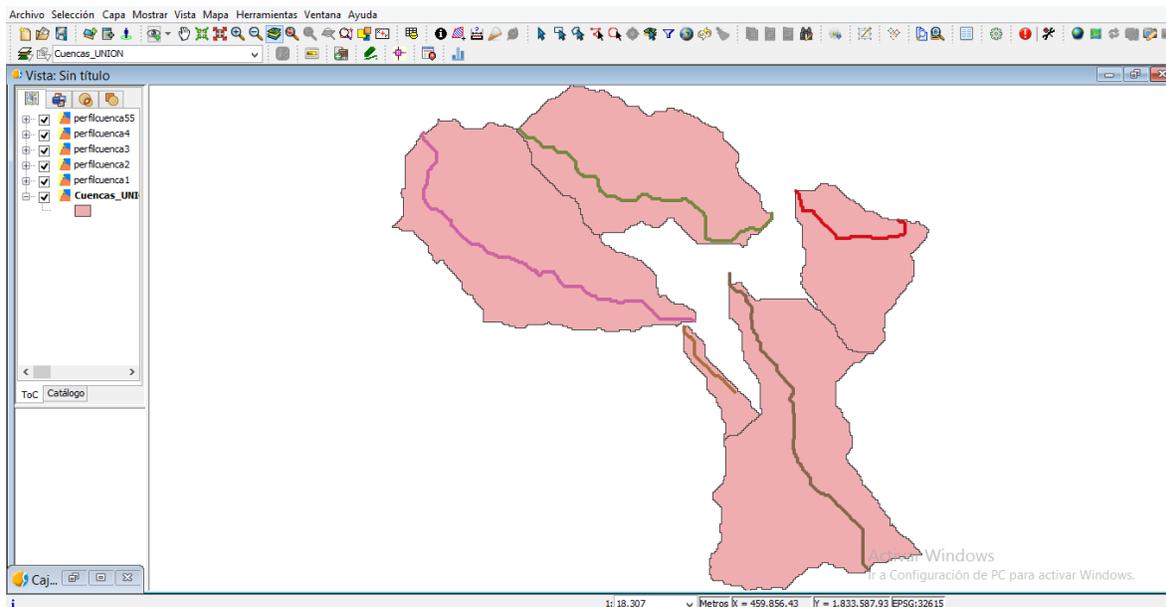
Aceptar.



RESULTADO:

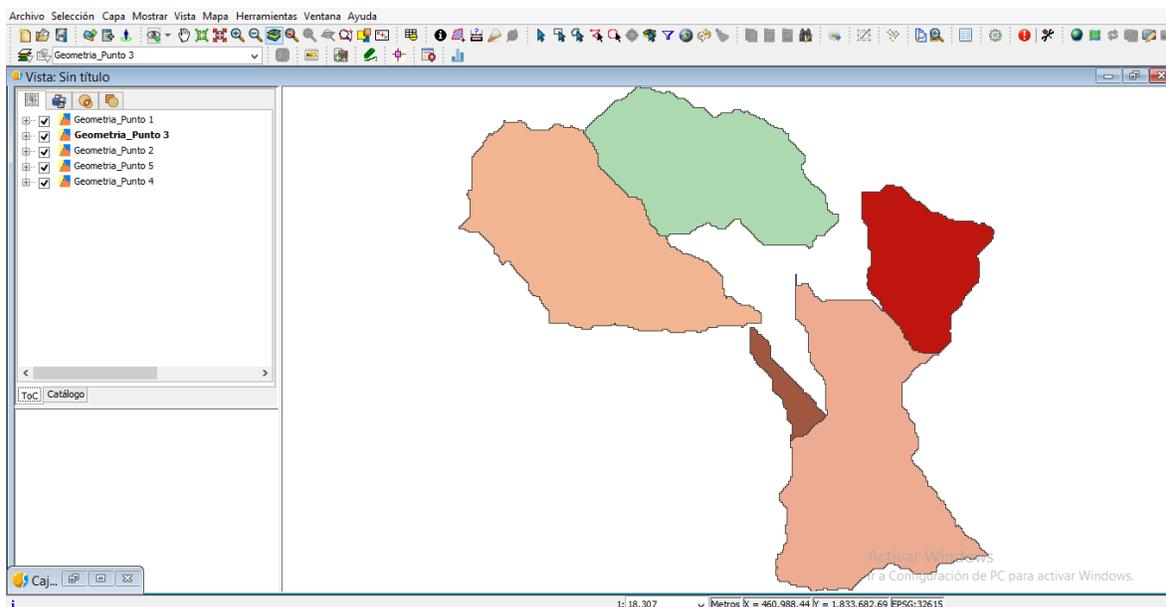


Realiza el mismo procedimiento con el resto de las cuencas:



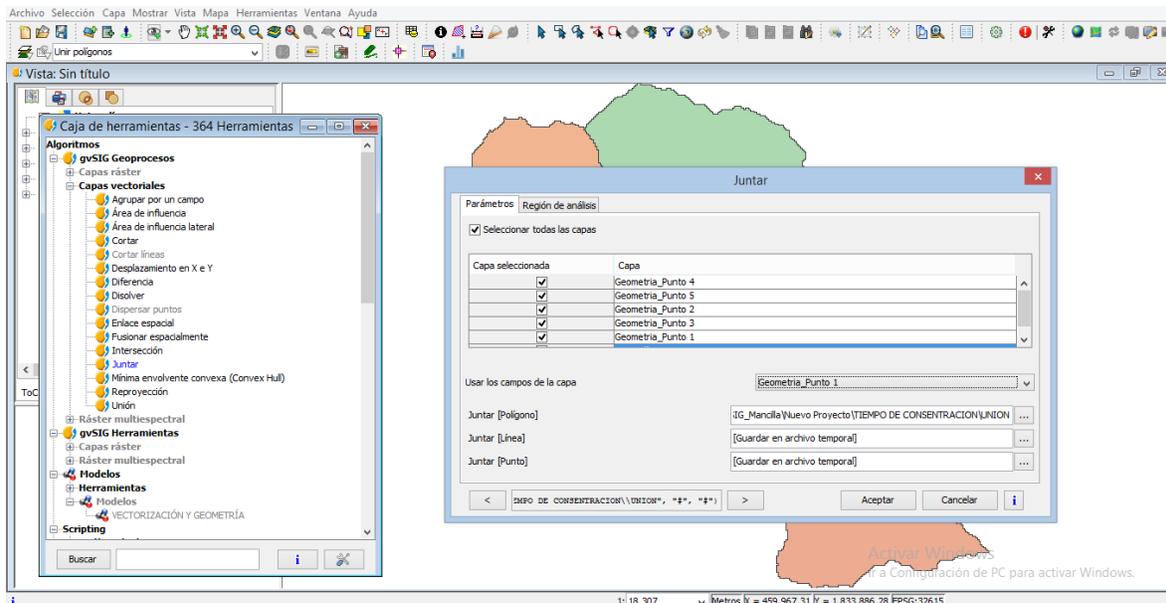
Una vez que hemos calculado los parámetros anteriores para todas las cuencas:

- Ejecuta un nuevo proyecto, donde incluyas las capas correspondientes a la geometría de tus cuencas:

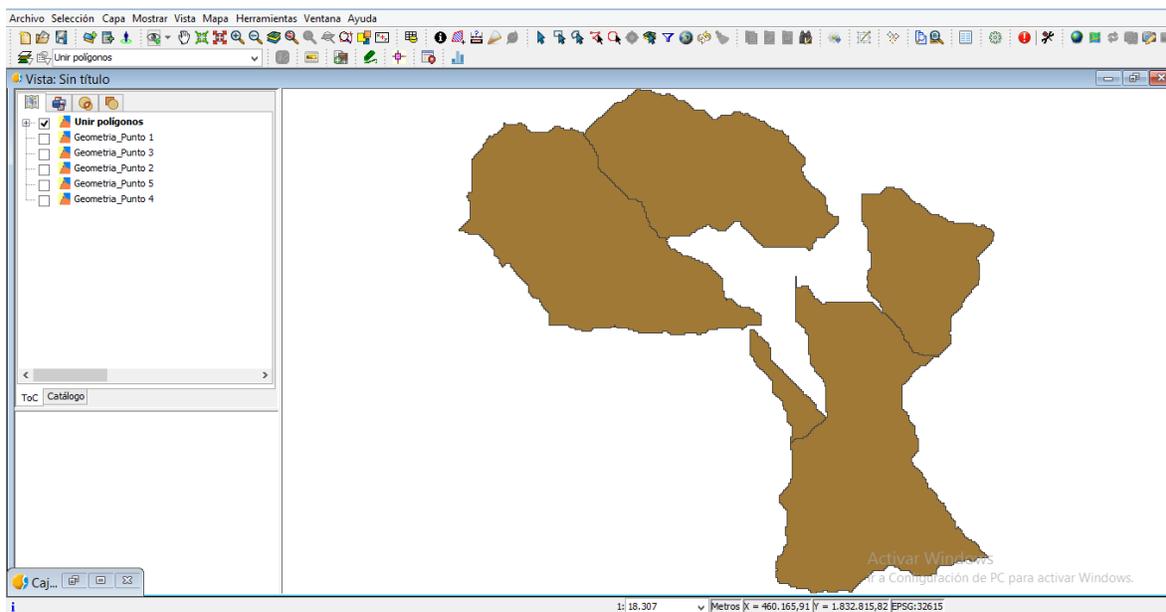


Realiza la unión de las mismas a través de la siguiente extensión:

>>Caja de Herramientas >> GvSIG Geoprocenos >> Capas vectoriales >> Juntar

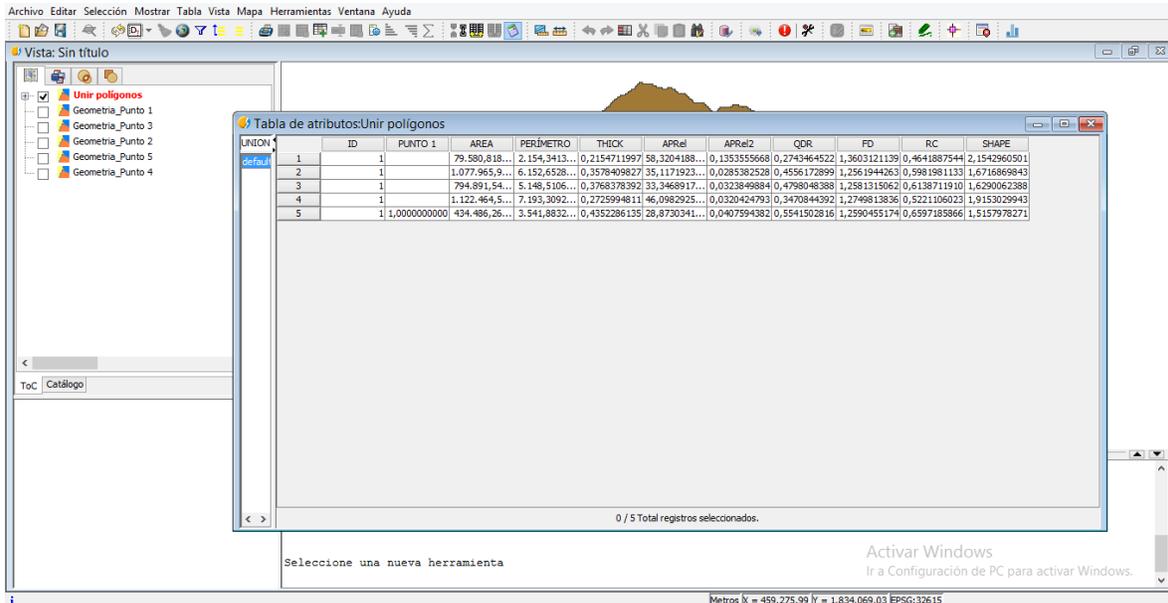


RESULTADO:



Lo importante de este proceso es incluir en una mismo .shp, las características geométricas de todas las cuencas para facilitar el cálculo de los tiempos de concentración de cada una correspondientemente.

Si oprimes clic izquierdo sobre la capa de unión recién creada visualizaremos los siguientes campos:

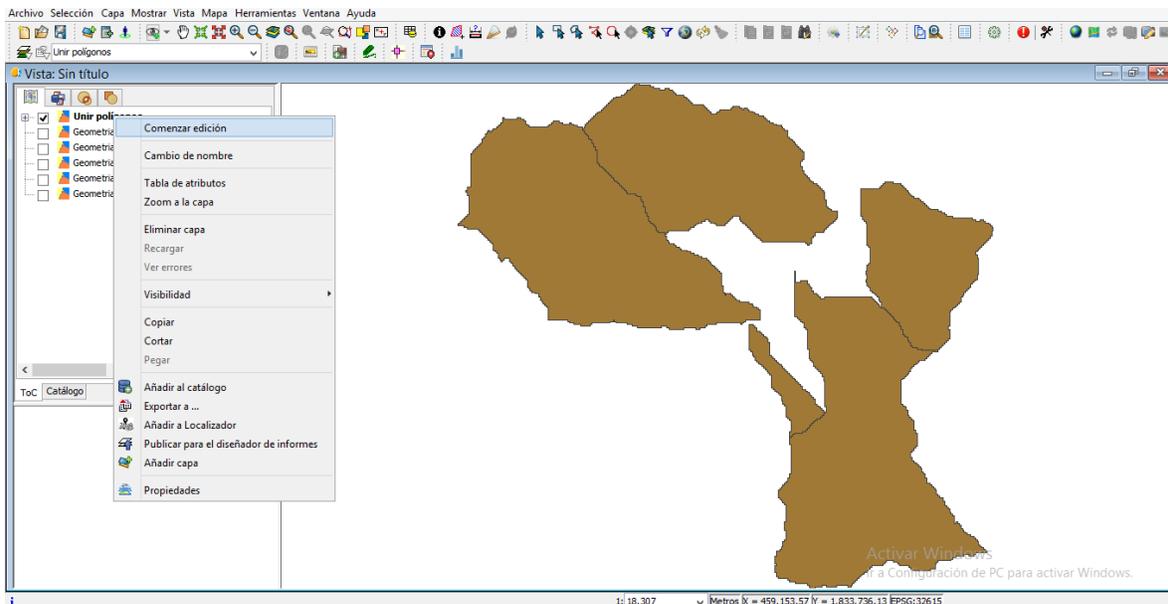


Procederemos a agregar los campos que necesitamos para el cálculo de los tiempos de concentración.

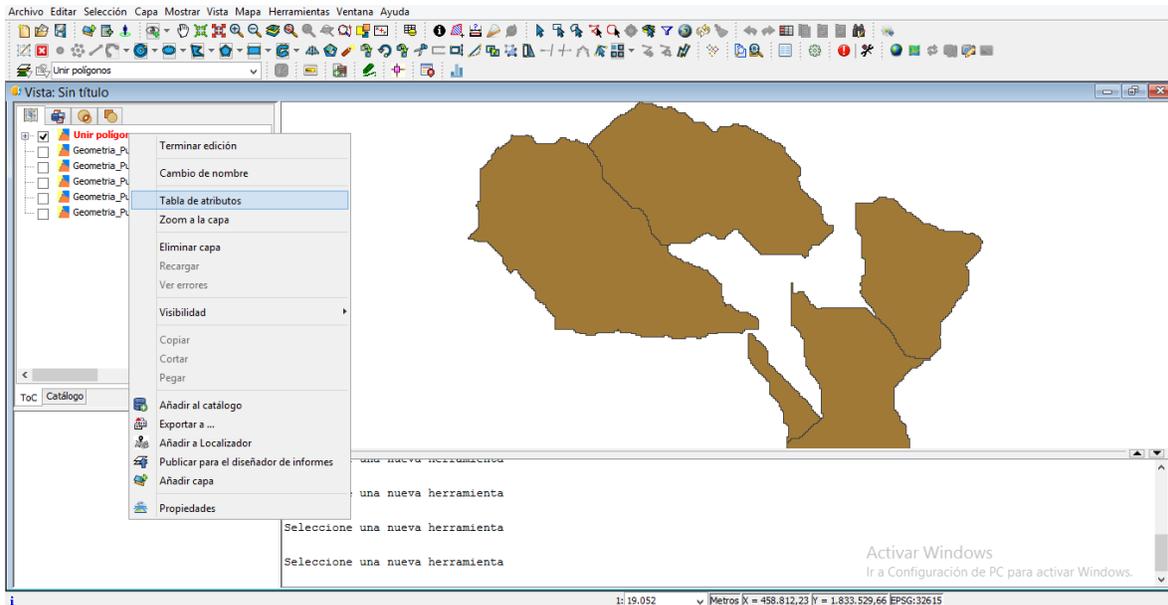
Comenzaremos con la pendiente media:

La pendiente media del cauce es el cociente entre la diferencia de alturas de extremos y su longitud, recordaremos que estos datos los hemos obtenido a través del geoproceto “Perfil según línea de flujo”. Para este cálculo, agregaremos una nueva columna dentro de nuestra tabla de atributos:

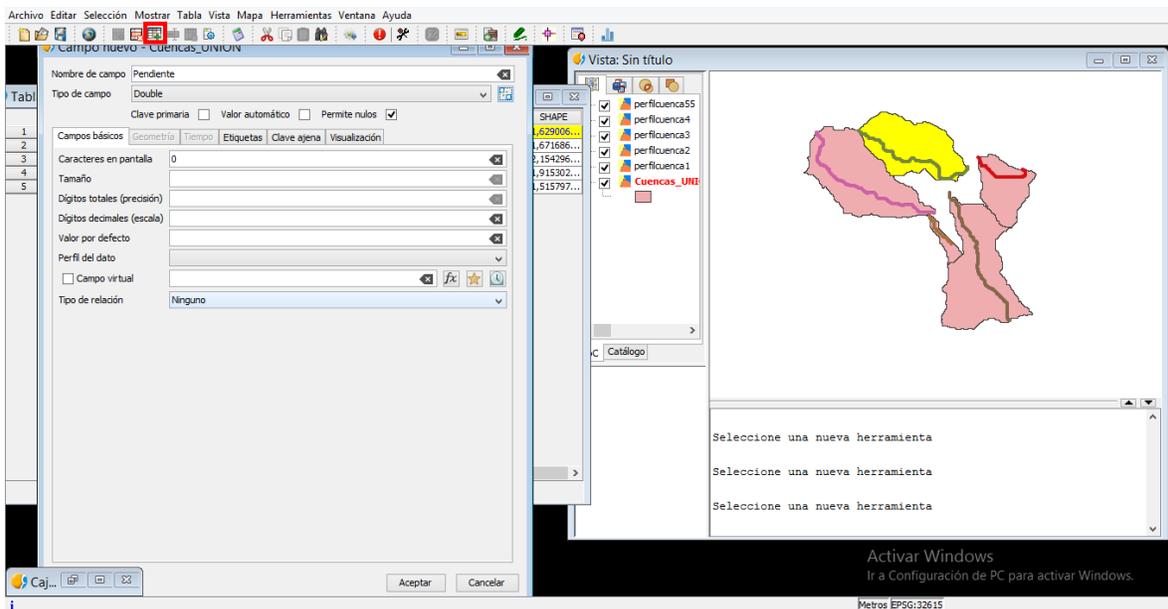
Oprime clic izquierdo sobre la capa de unión, y oprime la opción “Comenzar edición”:



Oprime clic izquierdo nuevamente sobre la capa correspondiente a la unión de cuencas, seleccionando la opción “Tabla de atributos”:



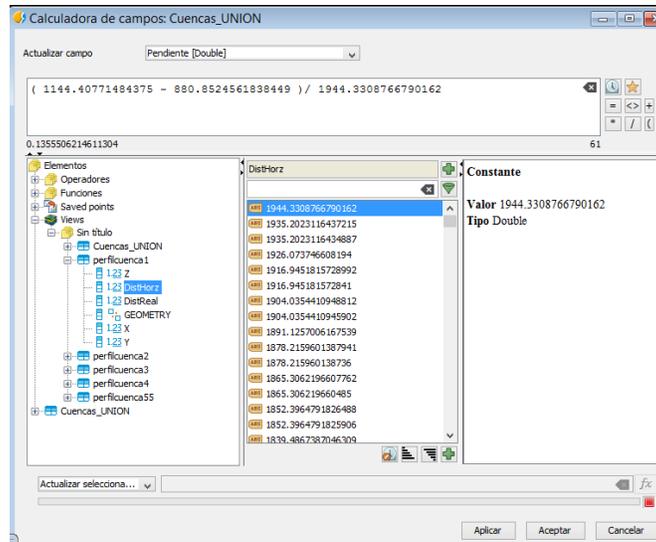
Seguido a esto oprime la opción “Agregar campo nuevo”, agrega los siguientes datos, oprime aceptar:



Para el cálculo de este nuevo campo, nos situaremos sobre la primera fila de ese nuevo campo y seleccionaremos la herramienta calculadora de campos ubicada en el menú superior:

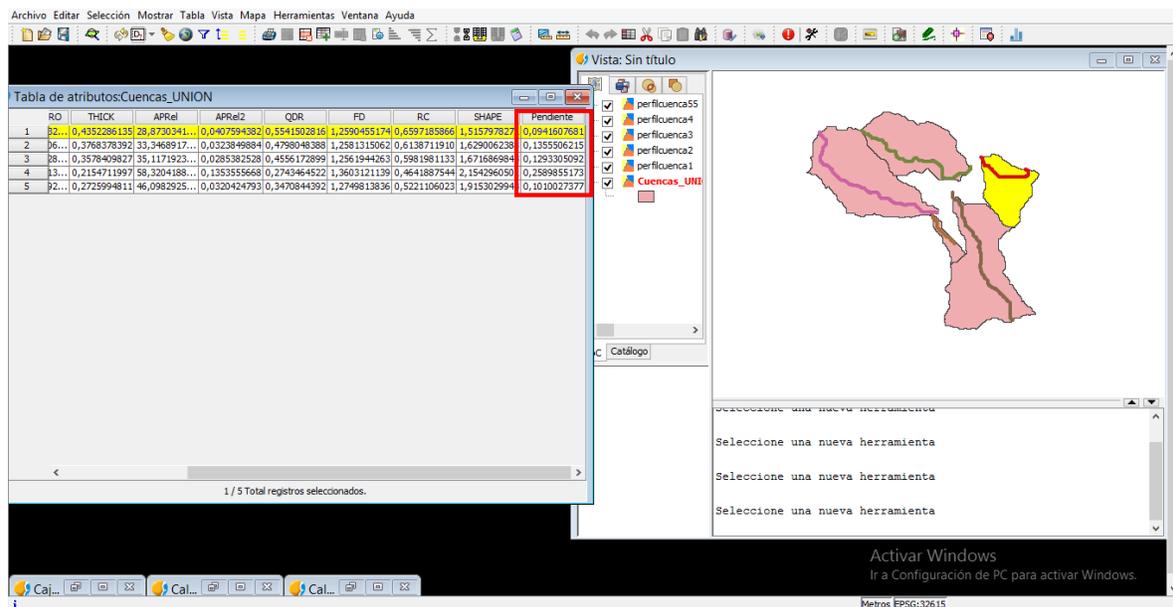
Recordando la fórmula de la pendiente media: $((Z_{Max} - Z_{Min}) / \text{Distancia Horizontal})$

Ingresamos los datos de acuerdo a la fórmula:



NOTA: busca los datos que requieras según la capa que corresponda, en el caso de la pendiente requerimos los datos de la capa del perfil. Puedes intercambiar las capas y los datos en el menú izquierdo el apartado “VIEWS”.

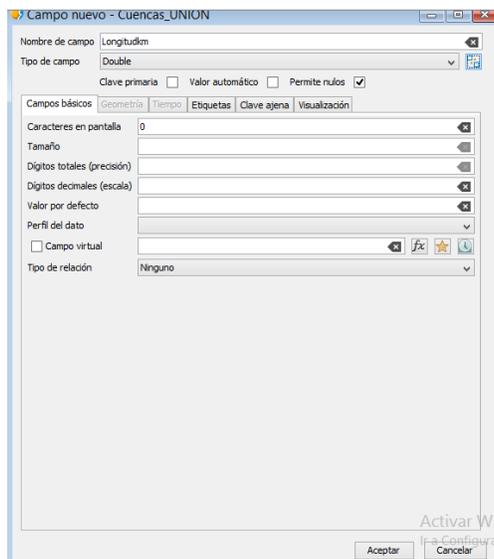
RESULTADO:



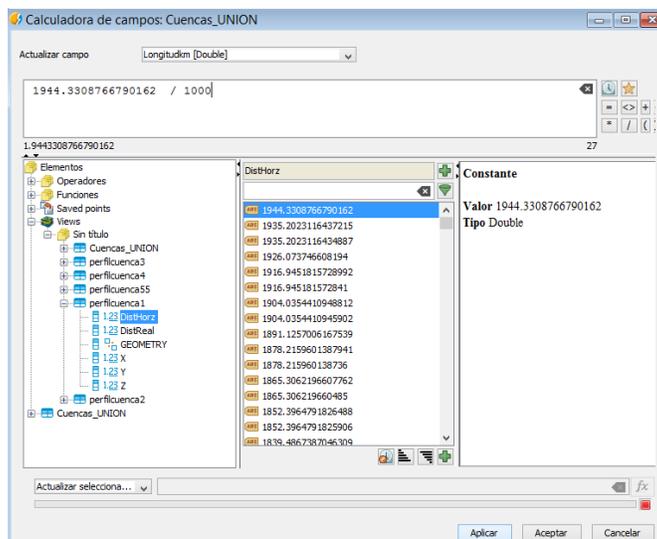
NOTA: El cálculo debe ser realizado para cada una de las cuencas, en la imagen de arriba ya se han calculado las pendientes medias correspondientes a cada una de las cuencas.

Los métodos que se emplean para el cálculo del tiempo de concentración requieren la longitud del cauce principal en kilómetros, así que realizaremos una conversión ya que nuestra longitud se encuentra en metros.

Para este cálculo, nuevamente agregaremos un nuevo campo con las siguientes características:



Con la ayuda de la herramienta “Calculadora de campos” realizaremos la transformación de nuestra distancia horizontal de metros a kilómetros:



NOTA: Como ya hemos mencionado antes, puedes intercambiar los datos de las diferentes capas en el apartado “VIEWS” dentro del menú izquierdo. Para la distancia horizontal, recordemos que ese dato se encuentra en la capa “Perfil”. Esta transformación debe hacerse para cada una de las cuencas.

Métodos de cálculo de tiempo de concentración

El tiempo de concentración puede ser calculado por los siguientes métodos:

- Partiendo de datos reales de los hidrogramas. La obtención del tiempo de concentración mediante datos reales de hidrogramas se realiza a partir de la medición del tiempo entre la finalización de la tormenta y el tiempo en el que el caudal vuelve a ser igual al anterior a la tormenta.
- Métodos Hidráulicos, calculando la velocidad de la onda de propagación de la avenida. Estos métodos se basan en el estudio de propagación de la onda de avenida y la laminación de la misma.
- Fórmulas empíricas. En general, a menos que se disponga de datos precisos de los hidrogramas y de las duraciones de tormentas, se debe acudir a los métodos empíricos, los cuales tratan de calcular aproximadamente el tiempo de concentración a través de las características de la cuenca.

Existen varias fórmulas aplicables según las características de la cuenca o del método de cálculo de escorrentía que estemos utilizando. A continuación se presentan los más usados y se señala cuándo usarlos:

1. Método de Kirpich

Utilizable en cuencas de tamaño medio, pendiente considerable y diseñada para suelos dedicados al cultivo. Se basa en la siguiente fórmula:

$$t_c = 0,06628 \cdot \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}}$$

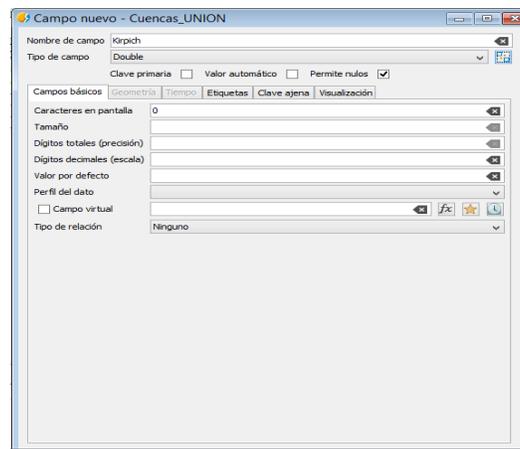
Siendo:

L: longitud del cauce más largo en Km.

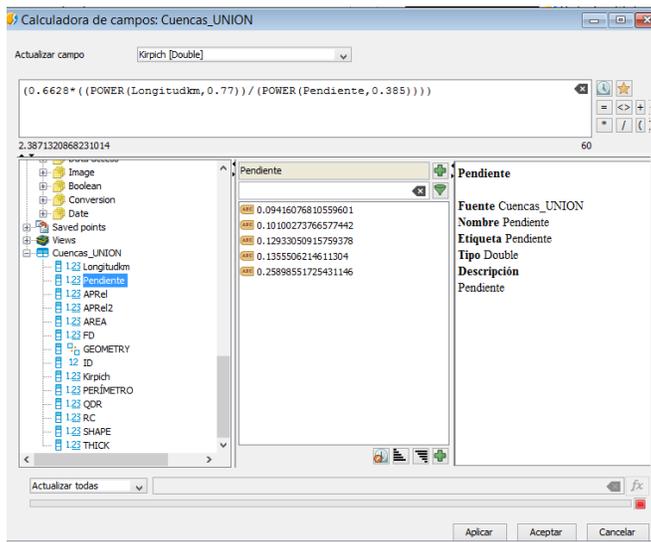
i: pendiente media de la cuenca.

tc: tiempo de concentración expresado en horas.

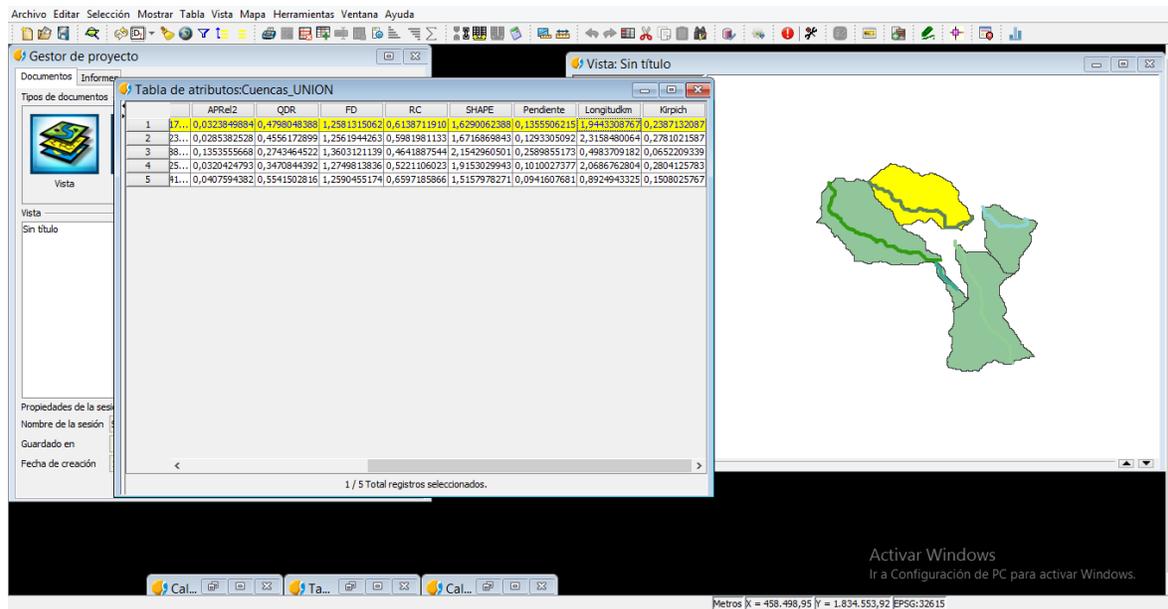
Para este cálculo, nuevamente agregaremos un nuevo campo con las siguientes características:



Con la ayuda de la herramienta “Calculadora de campos”, ingresaremos la formula con los datos solicitados:



Aceptar:



Desarrolla la fórmula para cada una de las cuencas correspondientes.

2. Método de California

Fórmula utilizada para cuencas pequeñas y situadas en zonas agrícolas. Es muy utilizada en la aplicación del Método Racional.

$$t_c = \left(\frac{0,871 \cdot L^3}{H} \right)^{0,385}$$

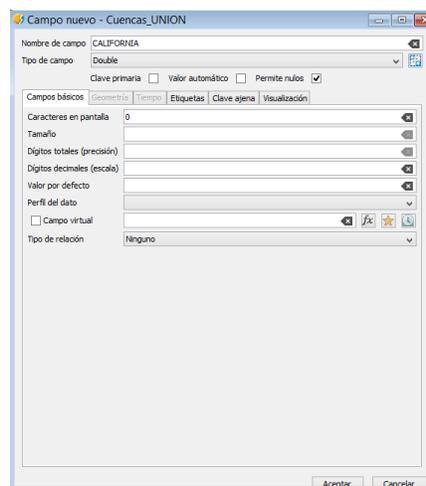
Siendo:

L: longitud del cauce más largo en Km.

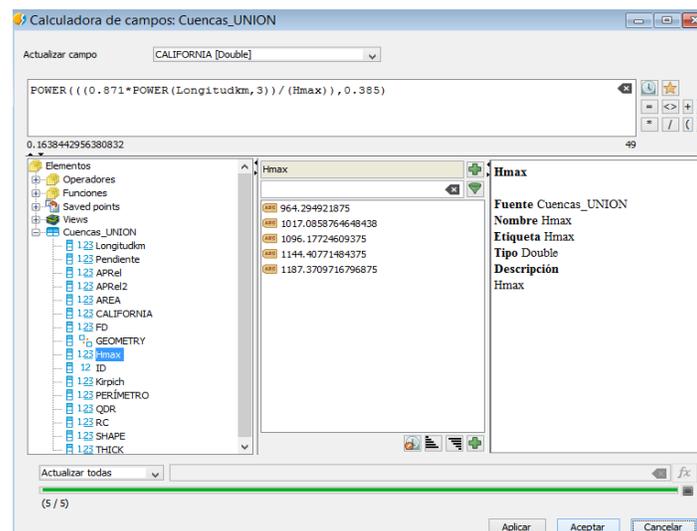
H: desnivel máximo de la cuenca en m.

tc: tiempo de concentración expresado en horas.

Para este cálculo, nuevamente agregaremos un nuevo campo con las siguientes características:



Con la ayuda de la herramienta “Calculadora de campos”, ingresaremos la fórmula con los datos solicitados:



Resultado:

	APrel	APrel2	QDR	FD	RC	SHAPE	Pendiente	AREAKM2	Longitudkm	Hmax	Kirpich	CALIFORNIA
1	392	33,3468917...	0,0323849884	0,4798048388	1,2581315062	0,6138711910	1,6290062388	0,1355506215	0,7948915435	1,9443308767	1,144,4077...	0,238713208
2	327	35,1171923...	0,0285382528	0,4556172899	1,2561944253	0,5961981133	1,6716869843	0,1293305092	1,0779659301	2,315848064	1,187,3709...	0,278102158
3	497	58,3304188...	0,1333535668	0,2743464522	1,3603121139	0,4641887544	2,1542960591	0,2589855173	0,0795808181	0,4983709182	1,017,8858...	0,065220933
4	111	46,0982925...	0,0320424793	0,3470944392	1,2749813836	0,5221106023	1,9153029943	0,1010027377	1,1224645237	2,0686762804	1,096,1772...	0,280412578
5	135	28,8730341...	0,0407594382	0,5541502816	1,2590455174	0,6597185866	1,5157978271	0,0941607681	0,4344862677	0,8924943325	964,294921...	0,150802576

Realizar el cálculo con todas y cada una de las cuencas.

3. Método Giandotti

Válido para un rango de longitudes de cauce principal igual a $L/3.600 \geq t_c \geq (L/3.600 + 1,5)$. Se basa en la siguiente fórmula:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8\sqrt{H}}$$

Siendo:

L: longitud del cauce más largo en Km.

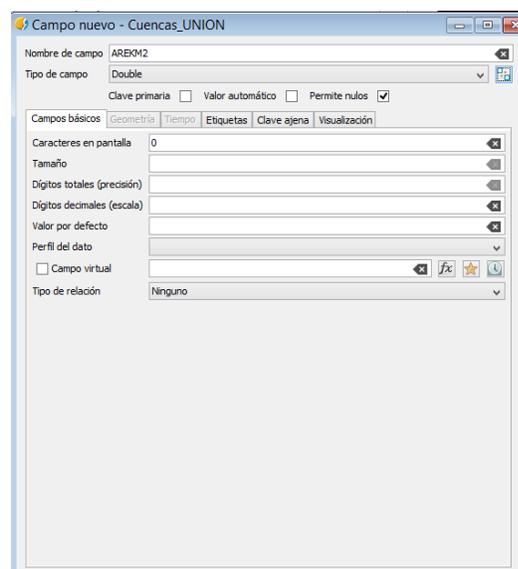
H: desnivel máximo de la cuenca en m.

S: superficie de la cuenca en Km².

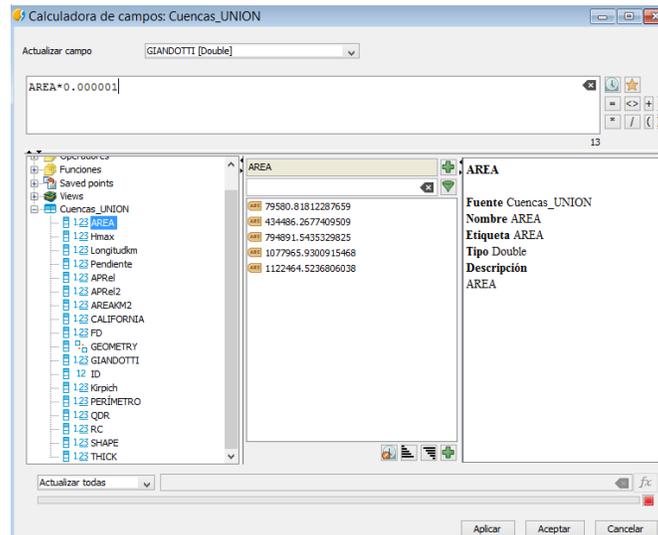
t_c: tiempo de concentración expresado en horas

La fórmula nos pide el área (superficie) en kilómetros cuadrados, nosotros poseemos el dato en metros cuadrados, así que realizaremos una conversión nuevamente.

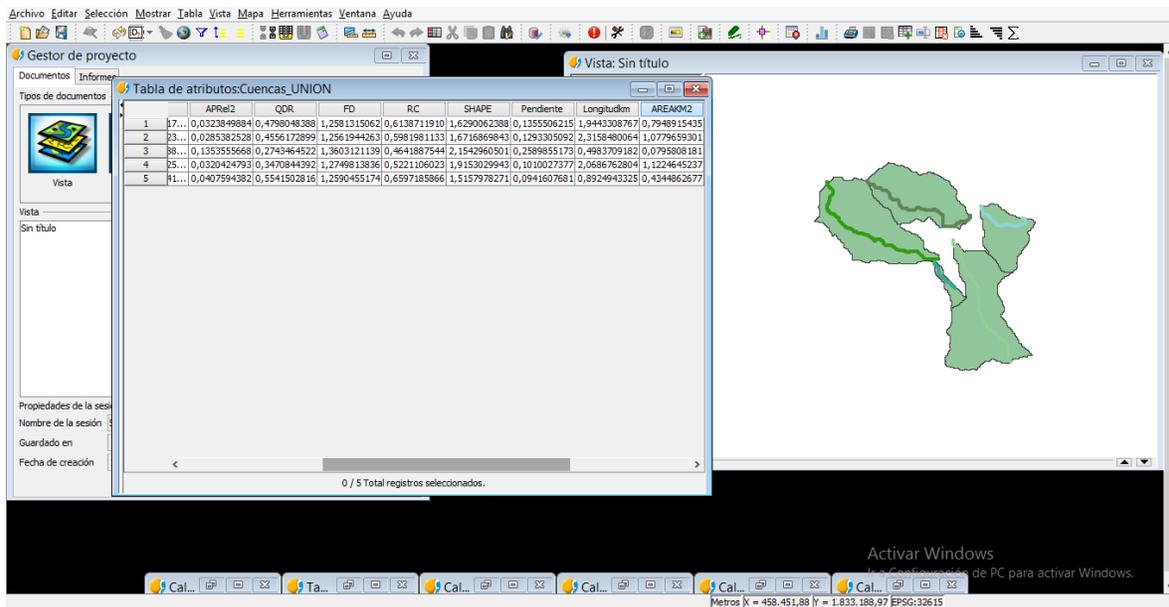
- Agregaremos un nuevo campo bajo las siguientes características.



Con la ayuda de la herramienta “Calculadora de campos”, realizaremos la transformación de metros cuadrados a kilómetros cuadrados:

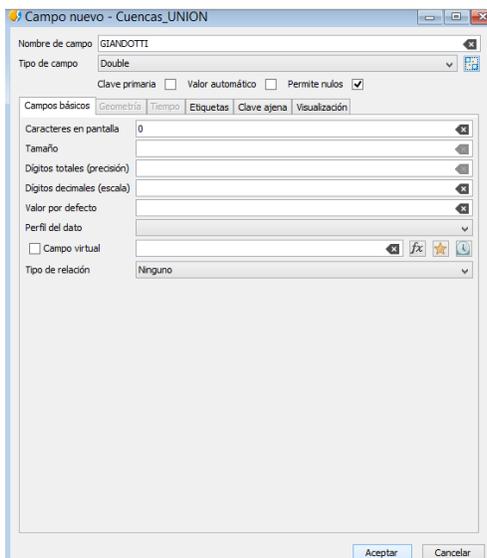


Resultado:

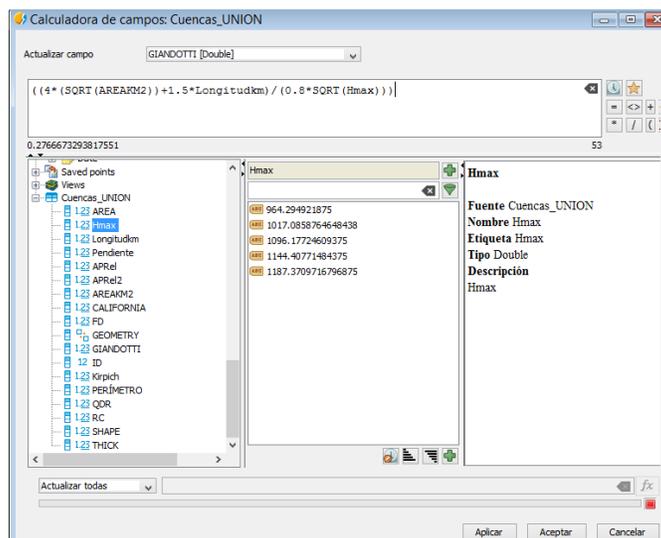


Procederemos al cálculo del método Gradotti:

- Agregaremos un nuevo campo bajo las siguientes características.



Con la ayuda de la herramienta “Calculadora de campos”, ingresaremos la formula con los datos solicitados:



Resultado:

	APRel	APRel2	QDR	FD	RC	SHAPE	Pendiente	AREAKM2	Longitudkm	Hmax	Kirpich	CALIFORNIA	GIANDOTTI
1	892,33,3468917...	0,0323849884	0,4798048388	1,2581315062	0,6138711910	1,6290062388	0,1355506215	0,7948915435	1,9443308767	1,144,4077...	0,2387132087	0,135794737	0,2395409853
2	827,35,1171923...	0,0285382528	0,4556172899	1,2561944263	0,5981981133	1,6716869894	0,1293305092	1,0779659301	2,3158480064	1,187,3709...	0,2781021587	0,163844295	0,2766672294
3	897,58,3204188...	0,1353556668	0,2745464522	1,3603121139	0,4641887544	2,1542960501	0,2589855173	0,0795808181	0,4983709182	1,017,0908...	0,0652289339	0,029494949	0,0735283128
4	111,46,0982925...	0,0338424793	0,3470844392	1,2746813836	0,5221086023	1,9153039943	0,1010027377	1,1224645237	2,0686762804	1,096,1772...	0,2804125783	0,148312593	0,2771515058
5	35,28,8730341...	0,0407594382	0,5541502816	1,2590455174	0,6597185866	1,5157978271	0,0941607681	0,4344862677	0,8924943325	964,294921...	0,1508025767	0,059011343	0,1600228558

4. Método de Témez

Se trata de un método utilizado en cuencas de tamaño muy variable, ampliamente utilizado en la península Ibérica. Válido para cuencas de 1 km² hasta 3.000 km² y con tiempos de concentración desde los 15 minutos hasta las 24 horas.

$$t_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{i^{0,25}} \right)^{0,76}$$

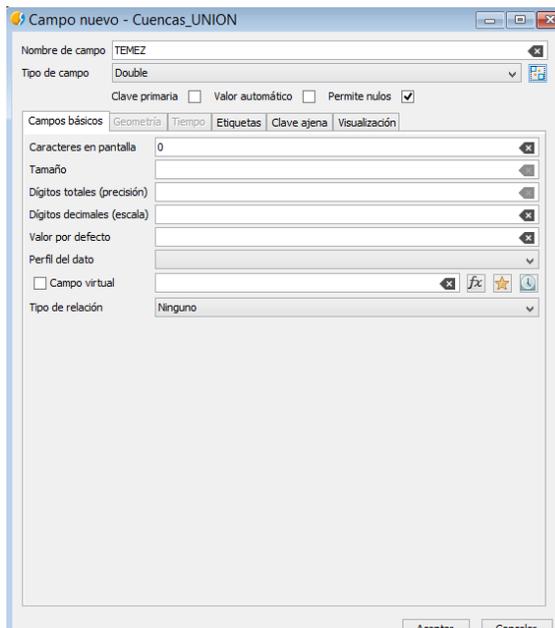
Siendo:

L: longitud del cauce más largo en Km.

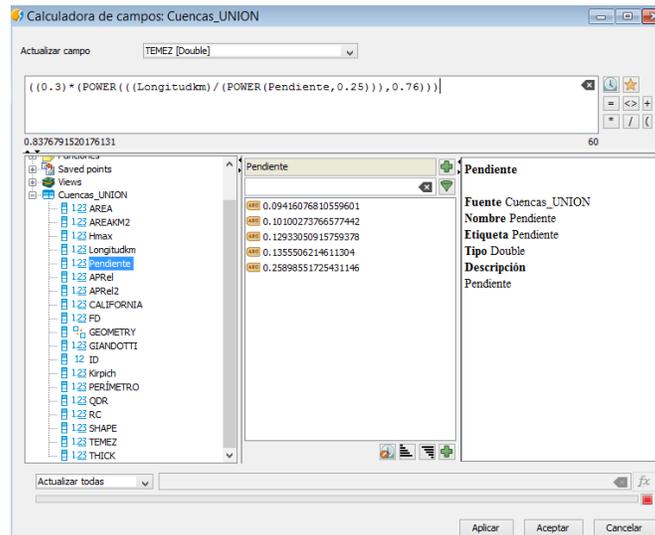
i: la pendiente media de la cuenca.

t_c: tiempo de concentración expresado en horas.

Para este cálculo, nuevamente agregaremos un nuevo campo con las siguientes características:



Con la ayuda de la herramienta “Calculadora de campos”, ingresaremos la formula con los datos solicitados:



Resultado Final:

Cuencas_UNION	APRel	APRel2	QDR	FD	RC	SHAPE	Pendiente	AREAKM2	Longitudkm	Hmax	Kirpich	CALIFORNIA	GIANDOTTI	TAMEZ
1	32 33,3468917...	0,0323849884	0,4798048388	1,2581315062	0,6138711910	1,629062388	0,135506215	0,7948915435	1,9443308767	1,144,4077...	0,2387132087	0,1357947376	0,2395409853	0,7269211395
2	27 35,1171923...	0,0285382528	0,4556172899	1,2561944263	0,5981981133	1,6716869843	0,1293305092	1,0779659301	2,3158480064	1,187,3709...	0,2781021587	0,1638442956	0,2766673294	0,8376791520
3	97 58,3204188...	0,1353556668	0,2743464522	1,3603121139	0,4641887544	2,1542960501	0,2589855173	0,0795808181	0,4983709182	1,017,0858...	0,0652209339	0,0294949499	0,0735283138	0,2284225416
4	111 46,0982925...	0,0320424793	0,3470844392	1,2749813836	0,5221106023	1,9153029943	0,1010027377	1,1224645237	2,0686762804	1,096,1772...	0,2804125783	0,1483125036	0,2771515053	0,8057944718
5	35 28,8730341...	0,0407594382	0,5541502816	1,2590455174	0,6597185866	1,5157978271	0,0941607681	0,4344862677	0,8924943325	964,294921...	0,1508025767	0,0590113432	0,1600228558	0,4310683240

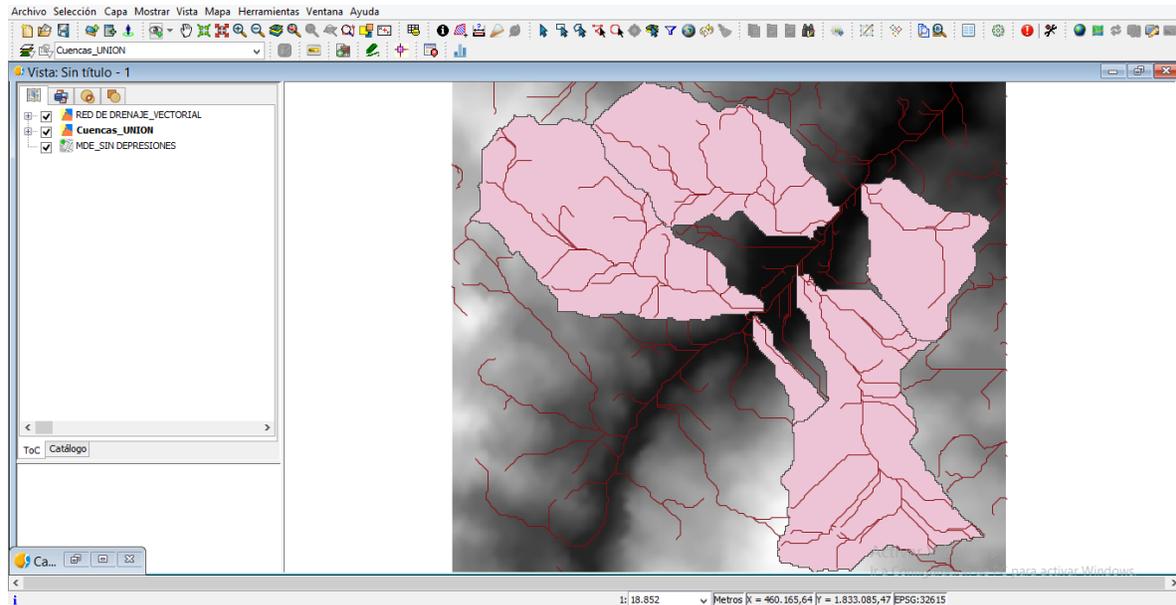
CALCULO DEL TIEMPO DE SALIDA

Este procedimiento nos servirá para comparar los resultados obtenidos en el ejercicio anterior (tiempo de concentración).

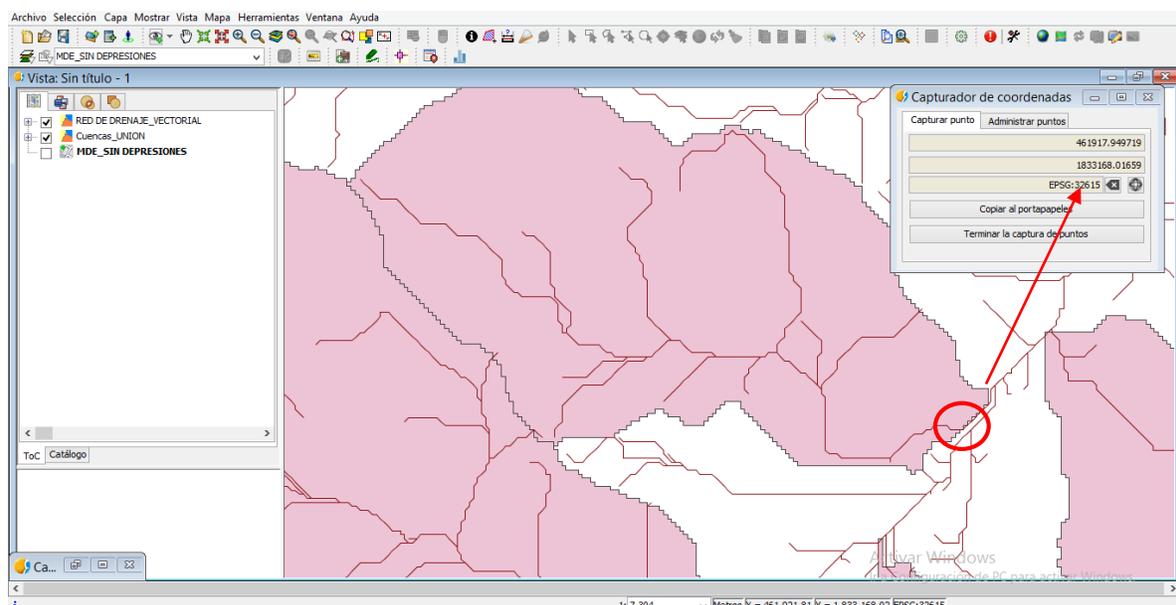
De inicio inserta las capas correspondientes a MDE procesado (sin depresiones), la red de drenaje calculada anteriormente y conserva la capa de las cuencas unidas.

Para este geoprocreso seguiremos la siguiente extensión:

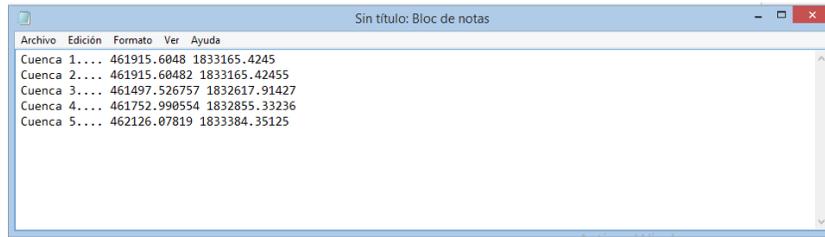
>> Caja de herramientas >> SEXTANTE >> Análisis hidrológico básico >> Tiempo de salida



Con la ayuda del capturador de coordenadas, consulta las coordenadas de un punto en la parte baja del cauce principal de cada una de las cuencas:



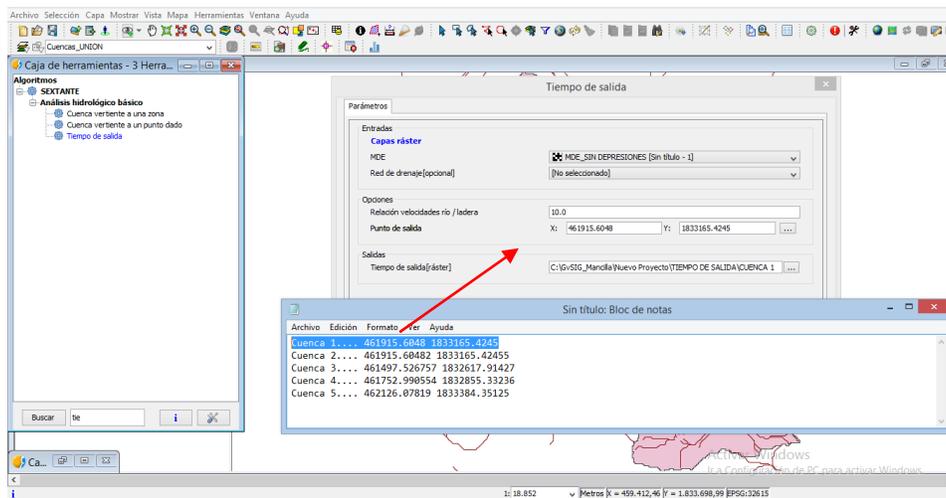
Guarda tus puntos consultados en un blog de notas, te serán de utilidad para el geoprocreso mencionado:



A continuación dirígete a la extensión antes mencionada:

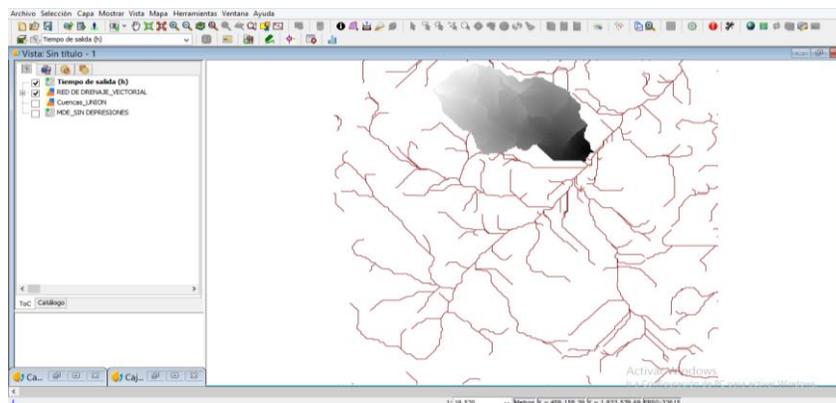
>> Caja de herramientas >> SEXTANTE >> Análisis hidrológico básico >> Tiempo de salida

Agrega los datos según corresponda:



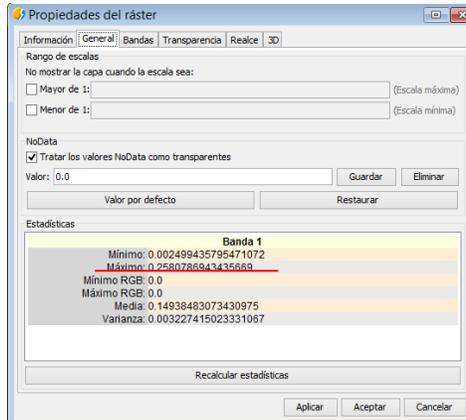
NOTA: Este procedimiento deberá ser realizado con cada uno de los puntos consultados para cada cuenca.

Resultado Cuenca 1:

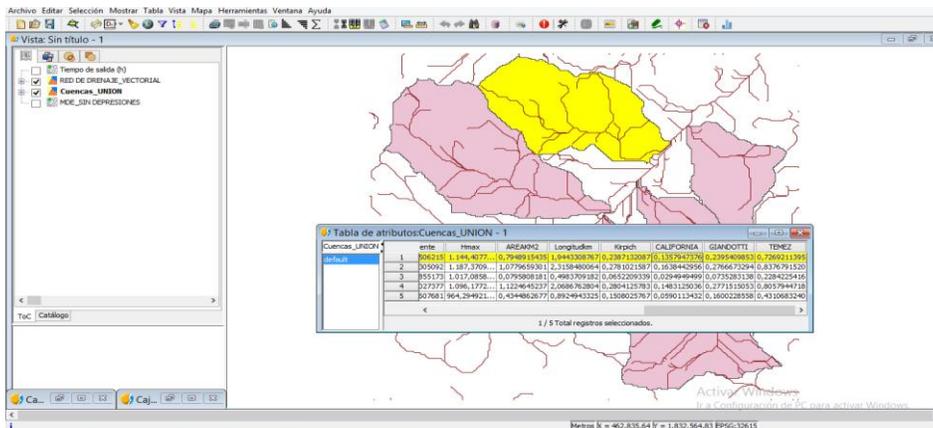


Oprimiendo clic izquierdo sobre esta capa generada, seleccionaremos la opción “propiedades del raster”, y seleccionando la pestaña “General”, observaremos la siguiente información (Banda 1):

El tiempo de salida está representado como “Máximo”.

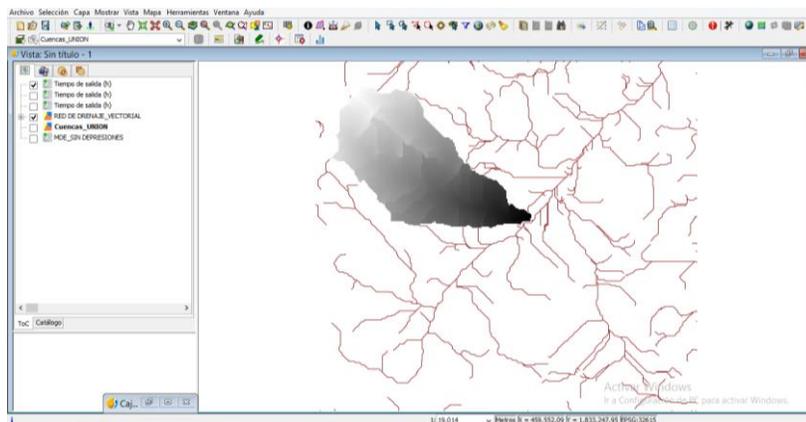


Comparando nuestros tiempos de concentración calculados con otros métodos:



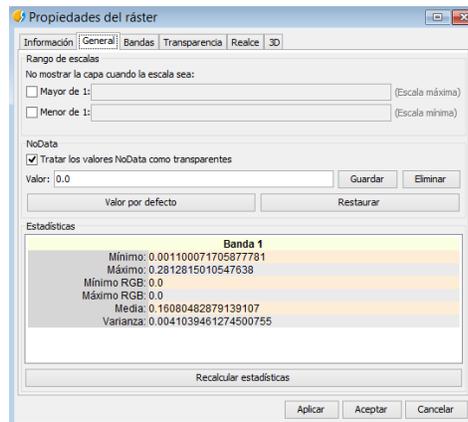
Como podemos observar el método que más se acerca al resultado obtenido en el Tiempo de Salida es el método Kirpich.

Resultado Cuenca 2:

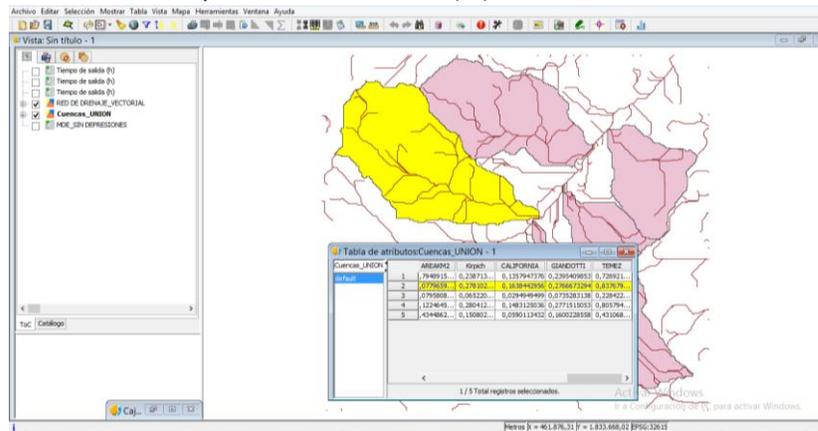


Comparación de resultados:

- Tiempo de Salida:

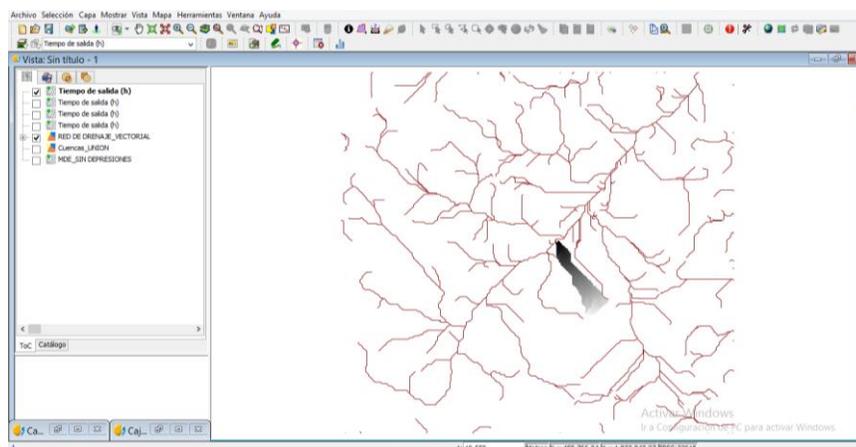


- Método de cálculo de tiempo de concentración (tc):



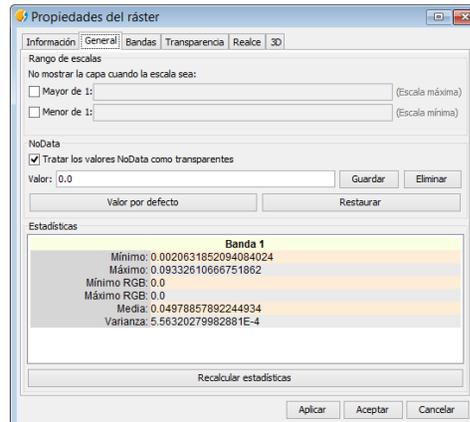
Como podemos observar el método que más se acerca al tiempo de salida es el método Kirpich y el Giandotti.

Resultado Cuenca 3:

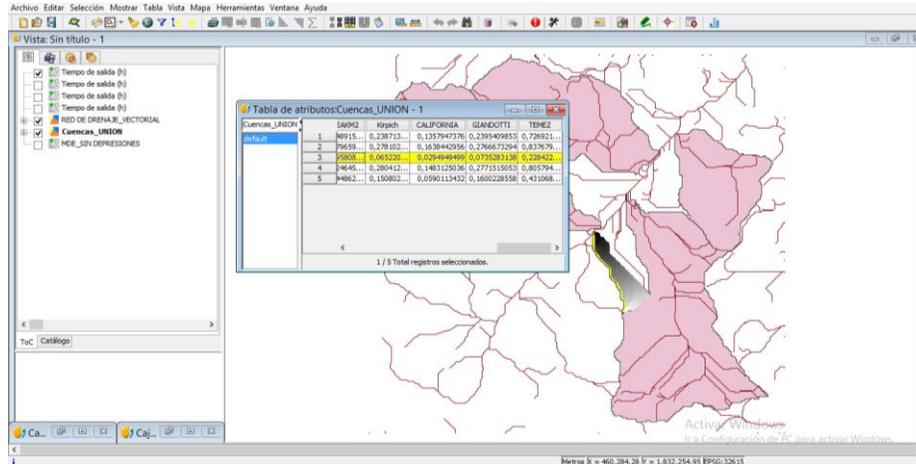


Comparación de resultados:

- Tiempo de salida:

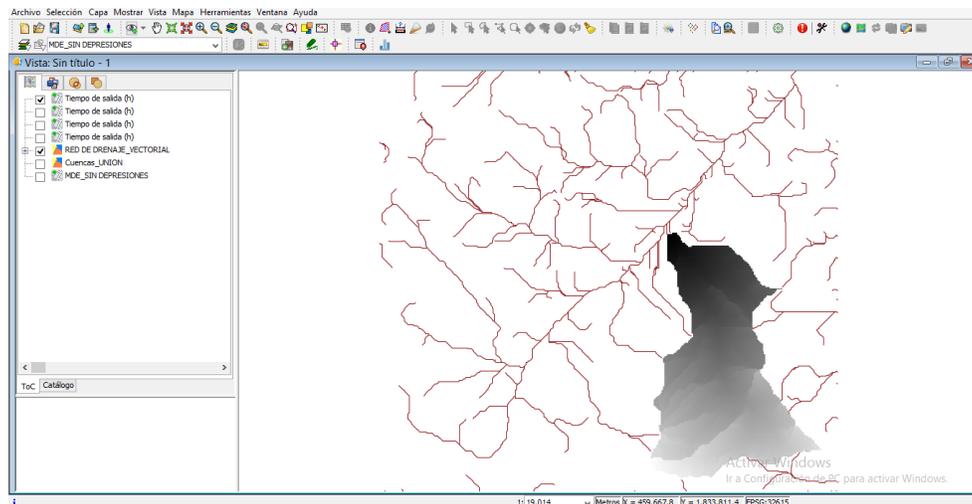


- Métodos de cálculo de tiempo de concentración:



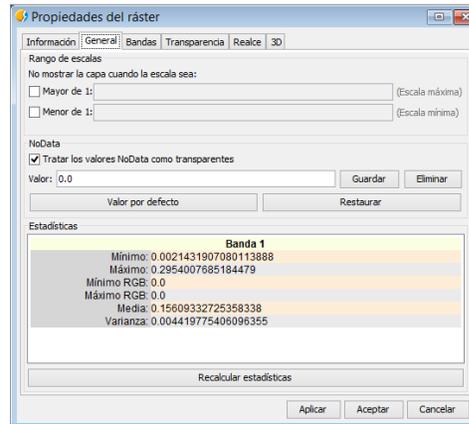
Como podemos observar el método que más se acerca al tiempo de salida es el método Giandotti.

Resultado Cuenca 4:

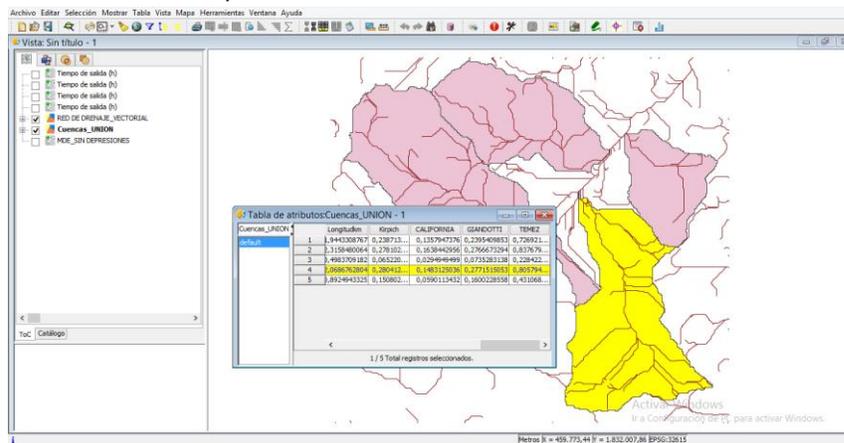


Comparación de resultados:

- Tiempo de salida

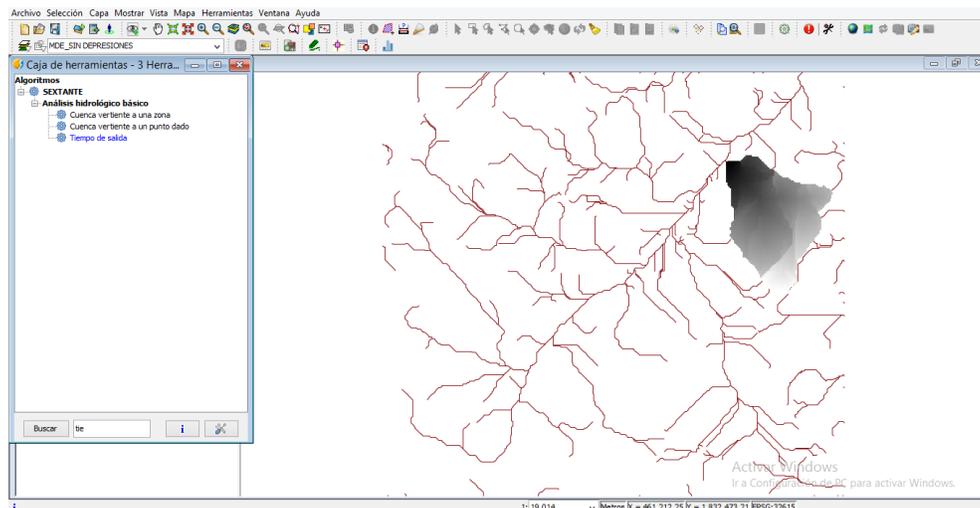


- Métodos de cálculo de tiempo de concentración



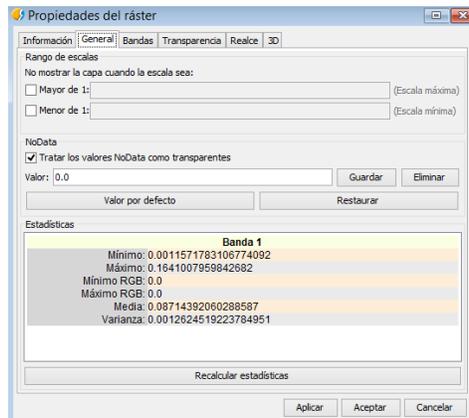
El método que más se acerca al tiempo de salida es el método Kirpich.

Resultado Cuenca 5:

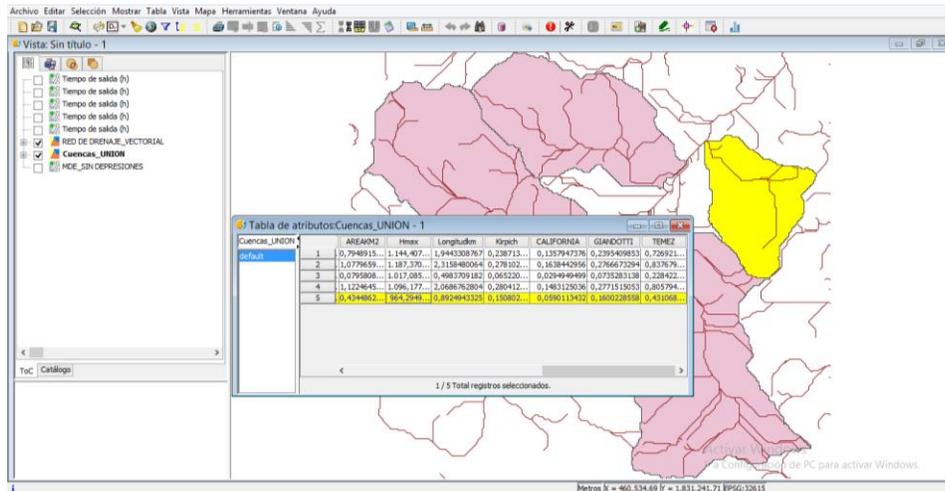


Comparación de resultados:

- Tiempo de salida



- Métodos de cálculo de tiempo de concentración



El método que más se acerca al resultado del tiempo de concentración es el método Giandotti.