

Práctica: delineación de cuencas hidrográficas y distancia más larga de la línea de flujo.

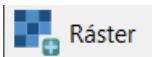
Objetivo: definir la cuenca hidrográfica de la Garganta de Cuartos considerando como punto de cierre el cruce del cauce bajo la EX – 203 y definir la distancia mas larga de la línea de flujo

1. Partimos del proyecto de Qgis en blanco en el que cargamos el servidor WMS de Cartografía raster del IGN para definir la extensión general de la zona de estudio sobre la distribución de hojas del MTN50. Una vez definidas las cuadrículas afectadas, descargar del IGN los modelos de elevaciones necesarios: Modelo Digital del Terreno - MDT25, MDT05 o MDT02 en función de la resolución espacial deseada en el estudio

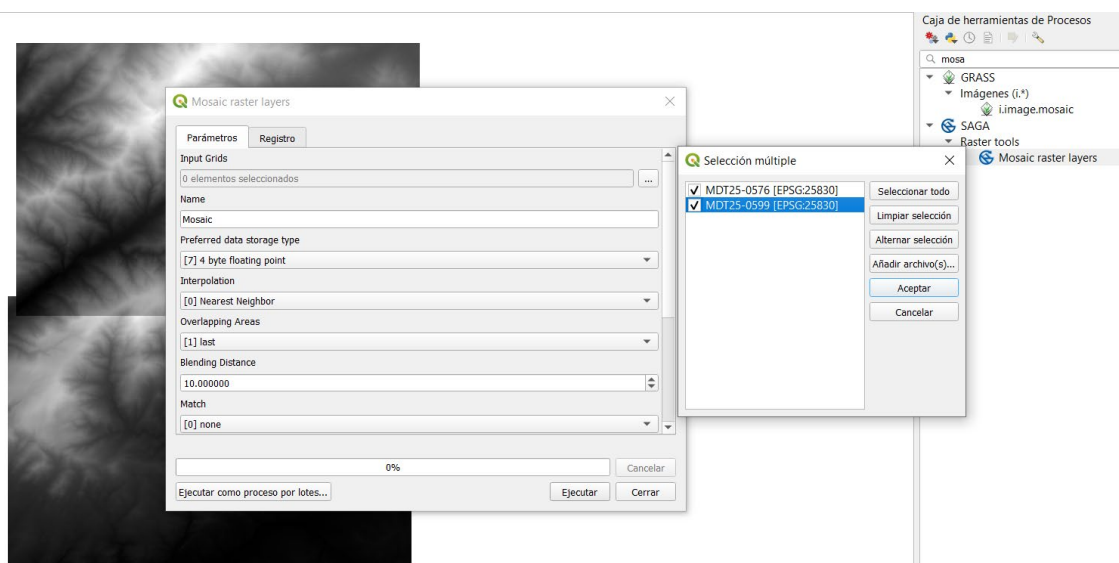
<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

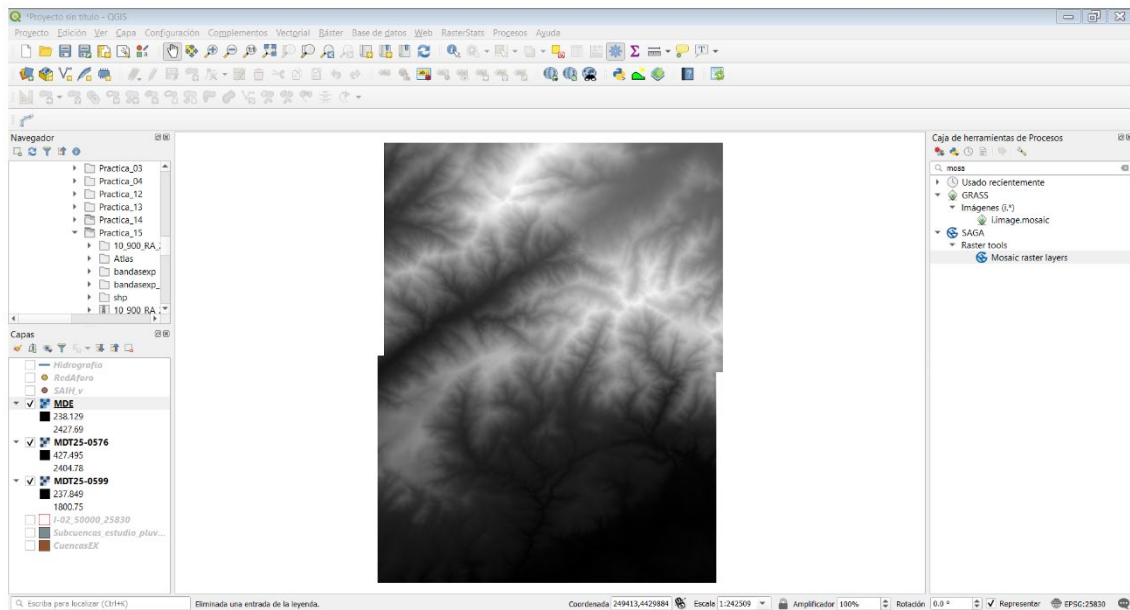
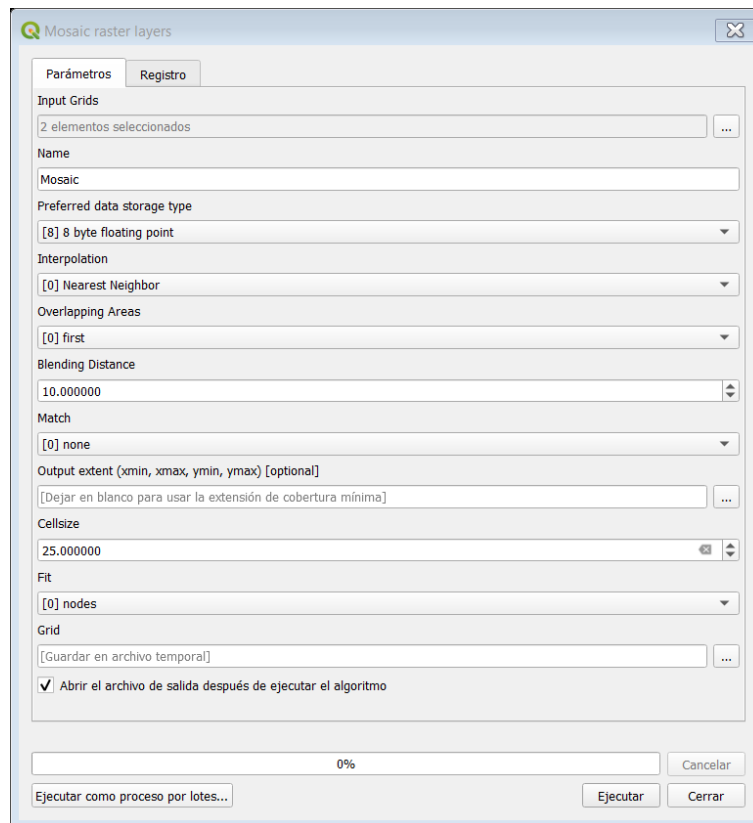


2. Cargamos los MDE25 existentes en la extensión de la cuenca en estudio. Los archivos en formato *.ascii se cargan directamente a través de administrador de fuentes de datos tipo



3. Realizar un mosaico con el algoritmo de SAGA *Mosaic raster layers*





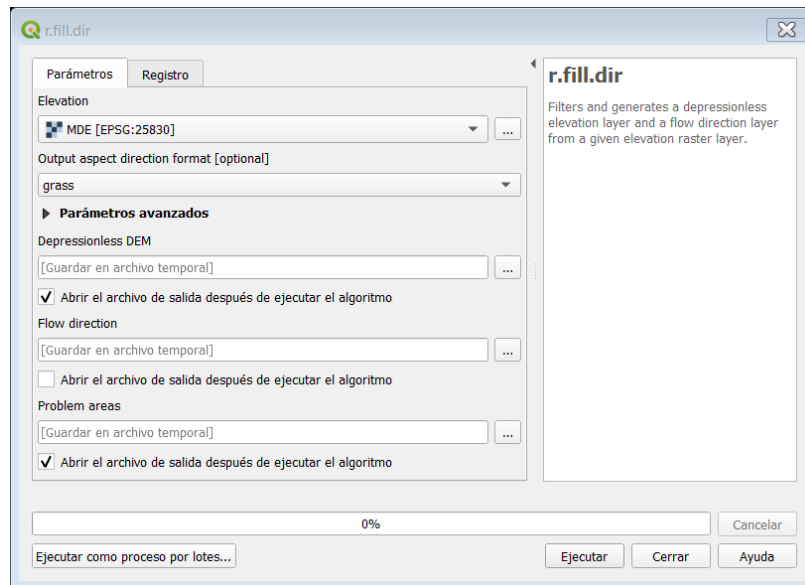
Metodología GRASS

4. Partimos del mosaico del MDE, y rellenamos los sumideros con el algoritmo **GRASS r.fill.dir**



GRASS r.fill.dir: Filters and generates a depressionless elevation layer and a flow direction layer from a given elevation raster layer.

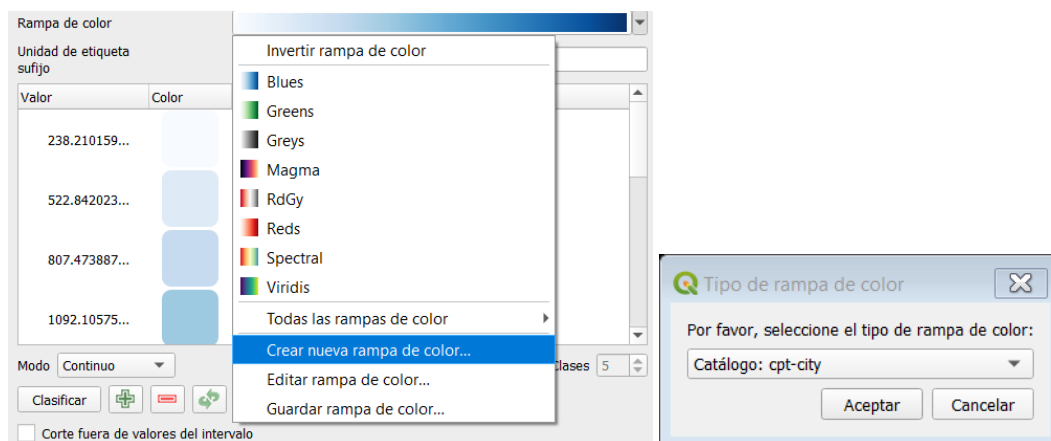
<https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/r.fill.dir.html>

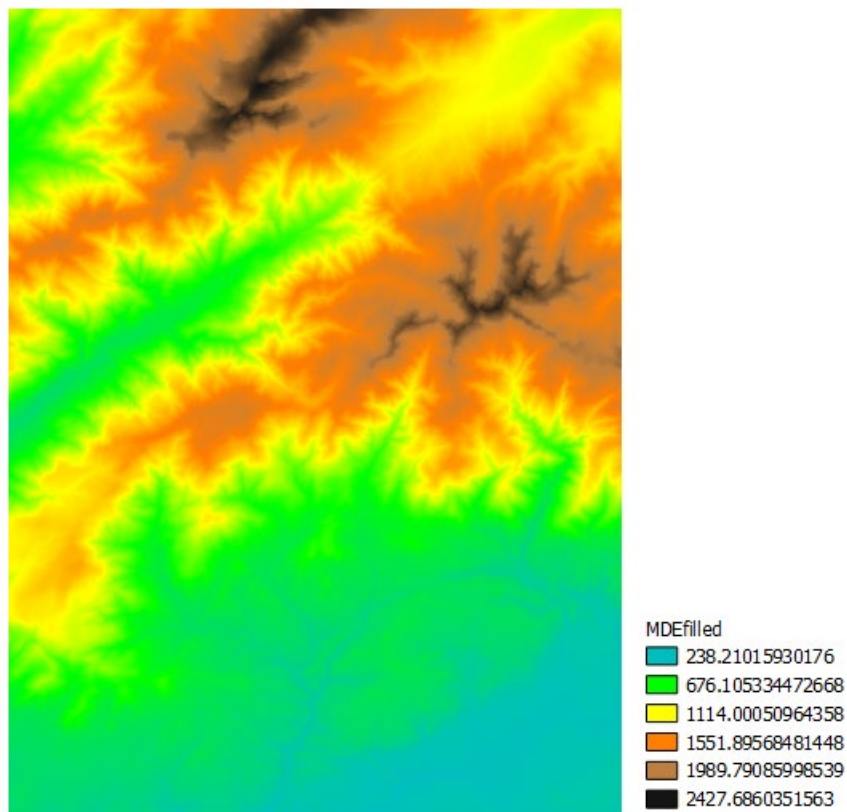
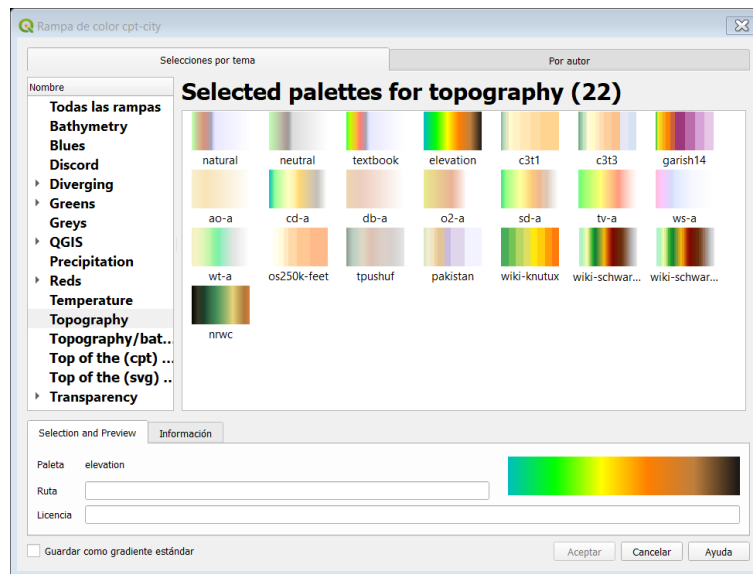


Como resultado se generan el MDE sin sumideros (*depressionless DEM*) y un ráster que representa las zonas del MDE donde se localizan los sumideros (*problems areas*).

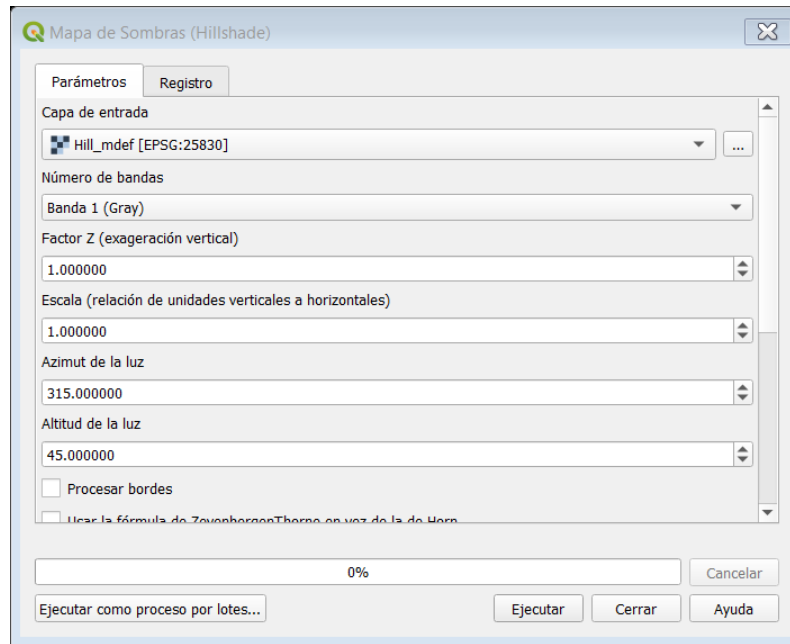
Nota: el ráster de dirección de flujo (*Flow direction*) no interesa calcularlo en este paso ya se generará posteriormente.

5. Vamos a modificar la visualización del modelo digital de elevaciones En las propiedades de la capa/Simbología seleccionar representar mediante 'Pseudocolor monobanda' y elegir una rampa de color. Por ejemplo, cargar otras librerías disponibles a través del comando 'Crear una nueva rampa de color' y posteriormente seleccionar el catálogo CPT-CITY, que cuenta con una amplia gama de opciones:

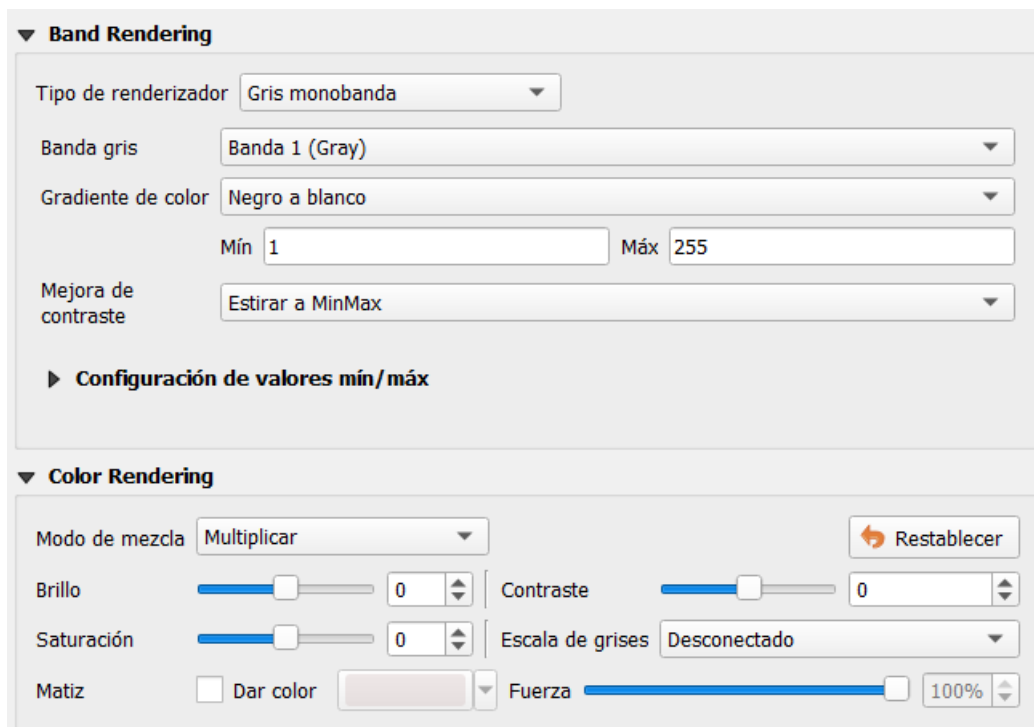


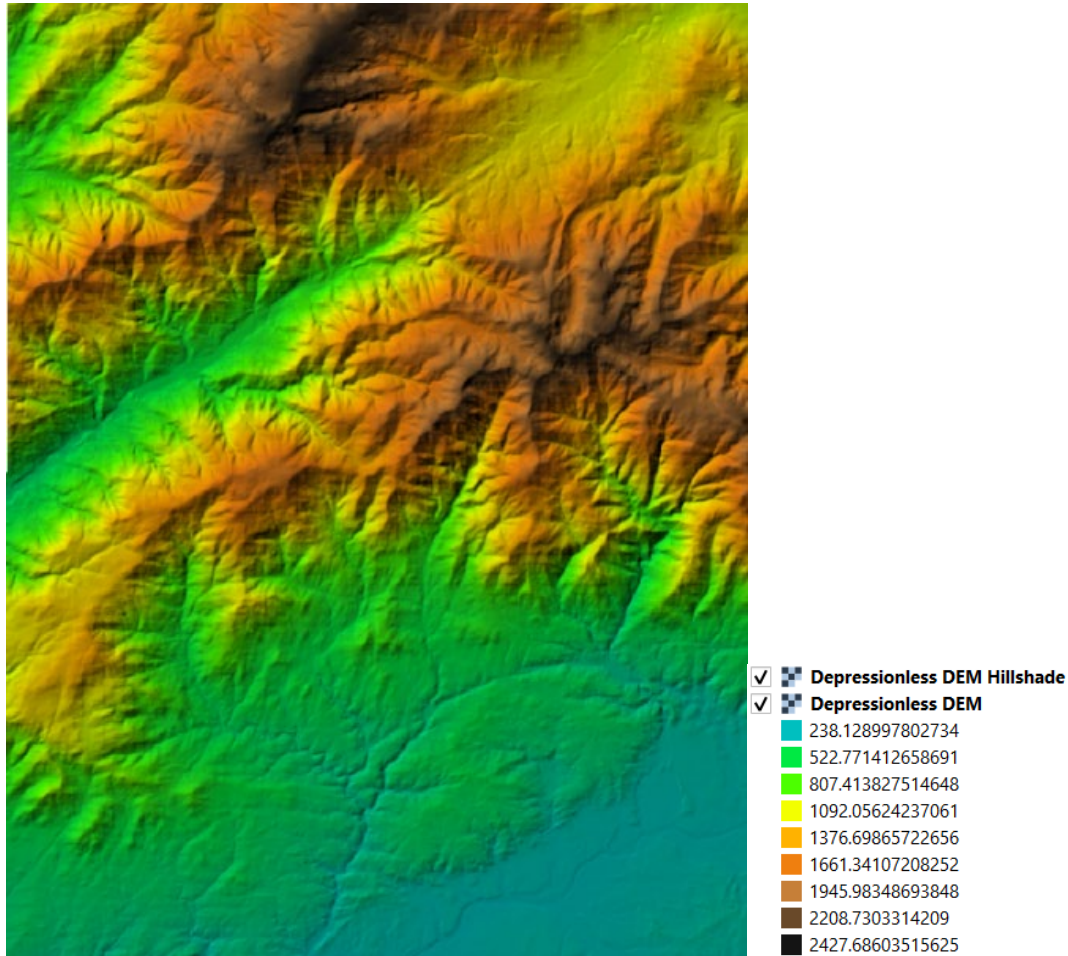


6. Para representar de una forma mas visual el relieve del terreno, obtenemos el mapa de sombras con el algoritmo GDAL de análisis ráster Mapa de Sombras (Hillshade)




7. Para optimizar la visualización del sombreado, en las propiedades de la capa/Simbología, estilo Gris monobanda y en el Modo de Mezcla, seleccionar Multiplicar.





8. A partir del *depressionless DEM* del paso anterior utilizamos el algoritmo **GRASS *r.watershed***

	GRASS <i>r.watershed</i> :Watershed basin analysis program.
	https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/r.watershed.html

Este algoritmo genera un conjunto de mapas que indican tanto características hidrológicas de las cuencas (acumulación de flujo, dirección de drenaje, los tramos de los cauces y la delineación de cuencas hidrográficas) como los factores de ecuación universal revisada de pérdida de suelo (RUSLE). En esta práctica nos centraremos exclusivamente en el análisis de las cuencas, deshabilitando los cálculos derivados de la erosión.

Será necesario definir lo siguiente:

The screenshot shows the 'r.watershed' software window with the 'Parámetros' (Parameters) tab selected. The parameters are organized into a list with dropdown menus and checkboxes. The 'Elevation' parameter is set to 'Depressionless DEM [EPSG:3042]'. The 'Locations of real depressions [optional]' parameter is set to an empty dropdown. The 'Amount of overland flow per cell [optional]' parameter is set to an empty dropdown. The 'Percent of disturbed land, for USLE [optional]' parameter is set to an empty dropdown. The 'Terrain blocking overland surface flow, for USLE [optional]' parameter is set to an empty dropdown. The 'Minimum size of exterior watershed basin [opcional]' parameter is set to '10000'. The 'Maximum length of surface flow, for USLE [opcional]' parameter is set to 'No establecido'. The 'Convergence factor for MFD (1-10) [opcional]' parameter is set to '5'. The 'Maximum memory to be used with -m flag (in MB) [opcional]' parameter is set to '300'. The 'Enable Single Flow Direction (D8) flow (default is Multiple Flow Direction)' checkbox is checked. The 'Enable disk swap memory option (-m): Operation is slow' checkbox is unchecked. The 'Allow only horizontal and vertical flow of water' checkbox is unchecked. The 'Use positive flow accumulation even for likely underestimates' checkbox is checked. The 'Beautify flat areas' checkbox is unchecked.

→ Este es el número de celdas cuyo flujo como mínimo deben acumularse en un punto para considerarlo como un cauce.

→ Con este campo indicamos si la dirección de flujo se hace con el **método D8** o con el **MFD** (que es la opción por defecto).

► Parámetros avanzados

Number of cells that drain through each cell
[Guardar en archivo temporal] ...

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Drainage direction
D:/PROYECTOS_Uex/2020_SIG_HIDROLOGIA_CIVILES/Practicas_QGIS_2019-20/Practica_22/grass/DrainageDir.tif ...

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Unique label for each watershed basin
D:/PROYECTOS_Uex/2020_SIG_HIDROLOGIA_CIVILES/Practicas_QGIS_2019-20/Practica_22/grass/Basins.tif ...

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Stream segments
D:/PROYECTOS_Uex/2020_SIG_HIDROLOGIA_CIVILES/Practicas_QGIS_2019-20/Practica_22/grass/Stream.tif ...

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Half-basins
D:/PROYECTOS_Uex/2020_SIG_HIDROLOGIA_CIVILES/Practicas_QGIS_2019-20/Practica_22/grass/HalfBasins.tif ...

☒ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Slope length and steepness (LS) factor for USLE
[Omitir salida] ...

☐ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Slope steepness (S) factor for USLE
[Omitir salida] ...

☐ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Topographic index $\ln(a / \tan(b))$
[Omitir salida] ...

☐ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

Stream power index $a * \tan(b)$
[Omitir salida] ...

☐ Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo

0%

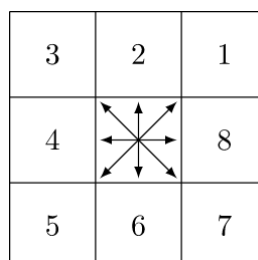
Ejecutar como proceso por lotes...

Ejecutar Cerrar Ayuda

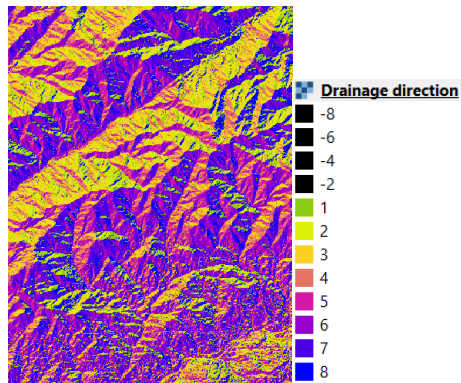
Los resultados de este proceso son:

Dirección de drenaje (Drainage direction) → Dirección de Flujo

Representa la dirección de drenaje de cada celda del MDE, en valores del 1 al 8 en sentido contrario a las agujas del reloj empezando por el NE:

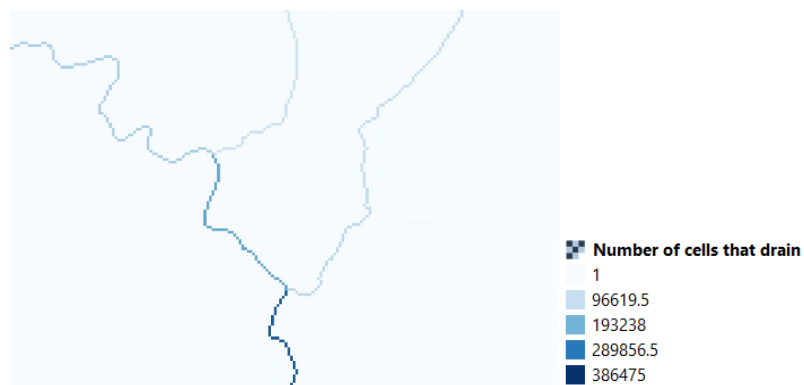


Nota: Los valores negativos indican que la escorrentía superficial está saliendo de los límites del MDE.



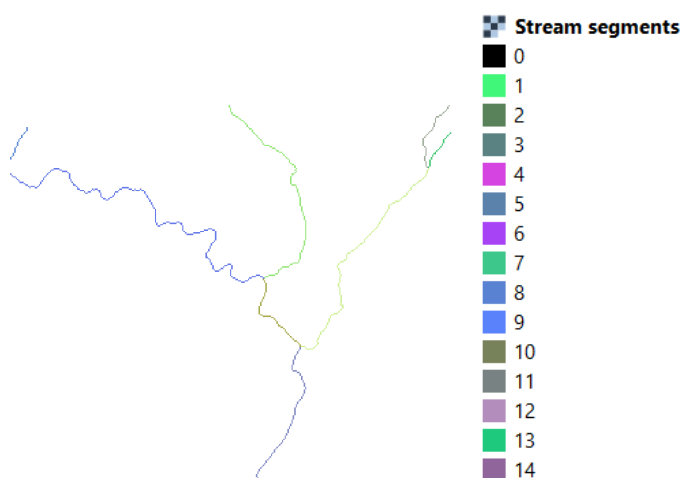
Número de celdas que drenan a través de cada celda (number of cells that drain through each cell) → Acumulación de Flujo

Representa las líneas de acumulación de flujo, el valor representa el número de píxeles que vierten en una celda en particular.



Segmentos de Transmisión (Stream segments)

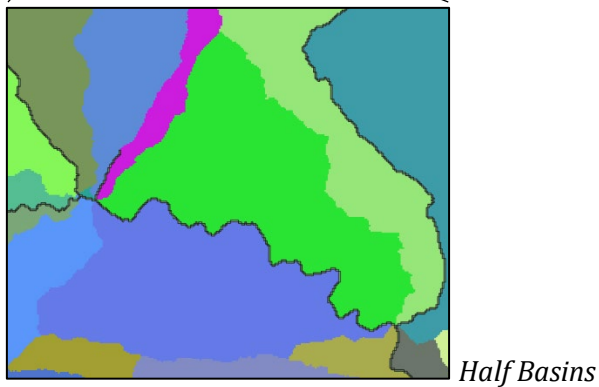
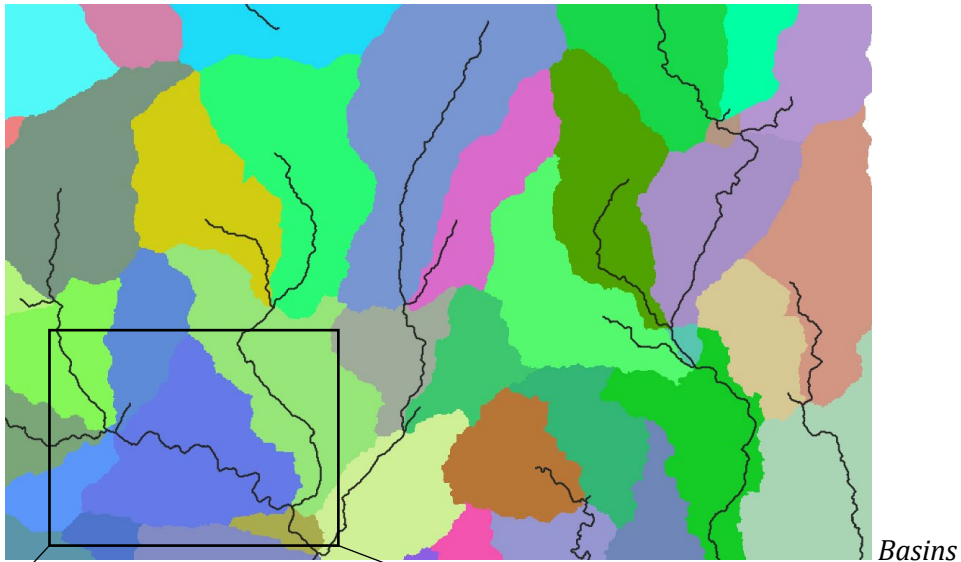
A partir del ráster de acumulación de flujo genera otro ráster con la tramificación de los cauces, considerando como umbral mínimo el definido de '10000' como el tamaño mínimo de celdas pertinentes para formar un cauce.




Etiqueta única para cada Cuenca hidrográfica (Unique label for each watershed basin) y Semicuencas(Half-basins)

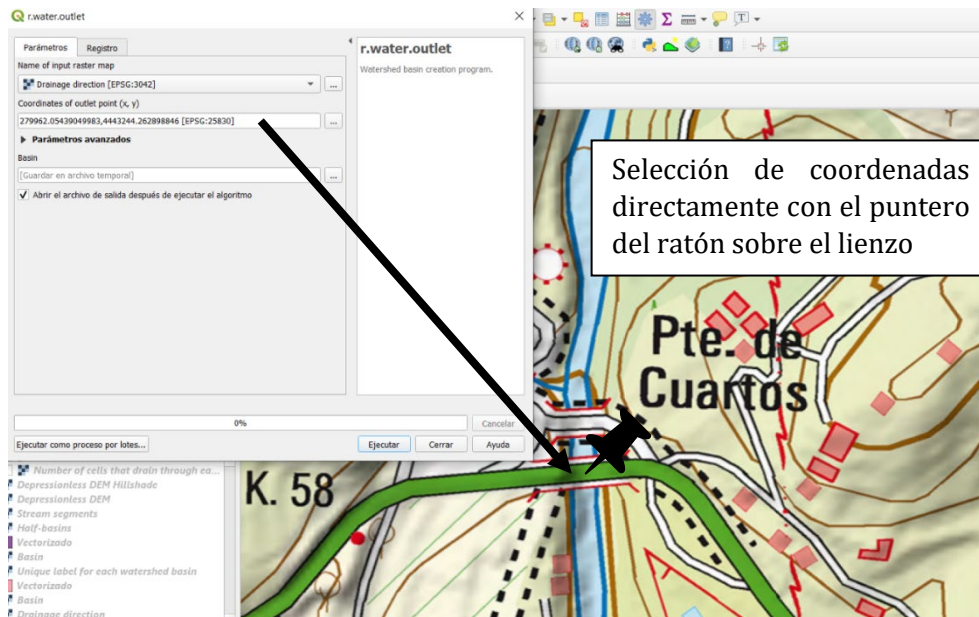
Representan las cuencas existentes dentro del MDE utilizado.

- Etiqueta única para cada Cuenca hidrográfica: considera unidades completas por cada tramo definido (*Stream*)
- Semicuencas (Half basins): divide la margen derecha e izquierda de cada tramo

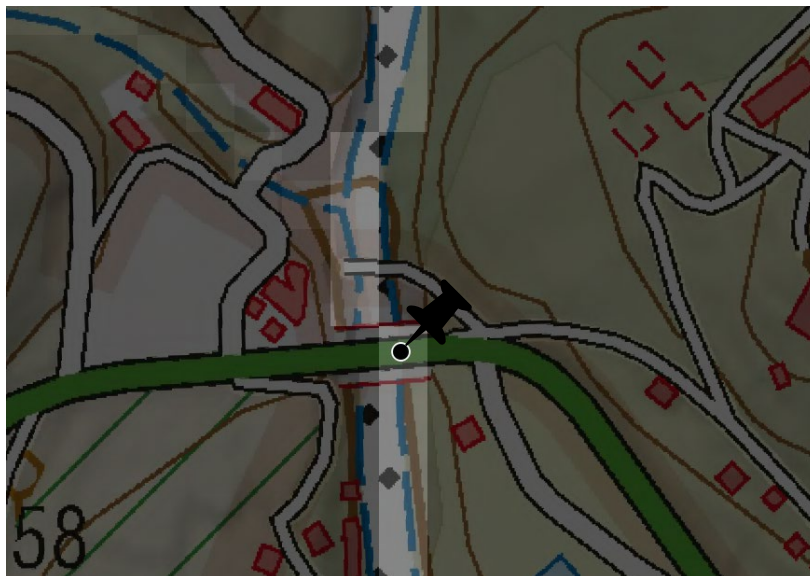


9. A partir del ráster de **direcciones de flujo** (Drainage direction) del paso anterior podemos generar una subcuenca en el punto de cierre deseado mediante el algoritmo **GRASS r.water.outlet**

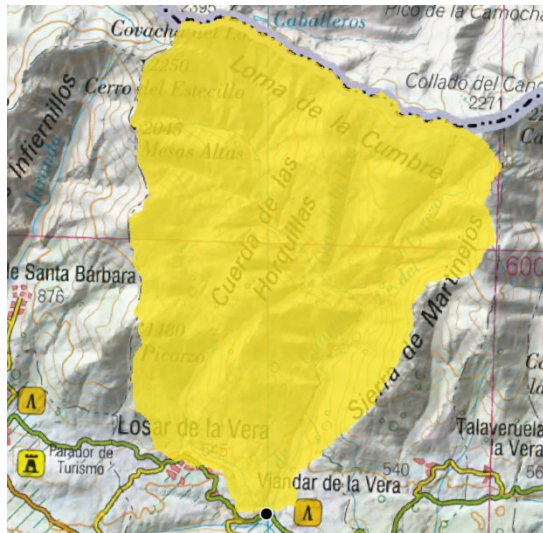
	<p>GRASS r.water.outlet: Creates watershed basins from a drainage direction map</p> <p>https://grass.osgeo.org/grass79/manuals/r.water.outlet.html</p>
---	--



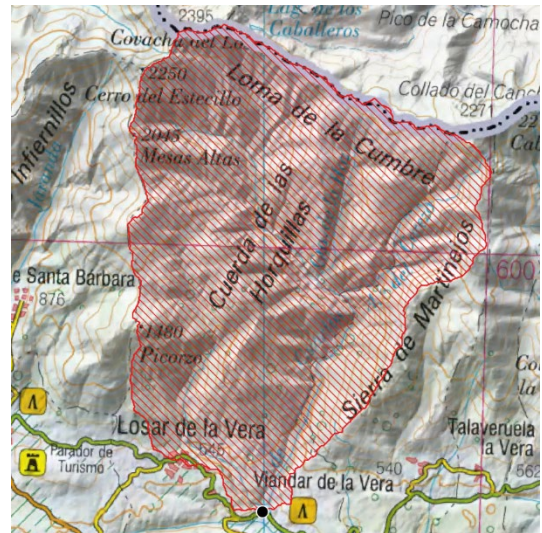
Antes de definir el punto de cierre, hay que asegurarse que se selecciona un pixel en el que efectivamente, haya acumulación de flujo, para ello, visualizaremos sobre la cartografía, el ráster de acumulación de flujo con transparencia.



10. El resultado es un modelo ráster con la extensión de la cuenca en este punto, al que podemos aplicar la conversión a polígono para obtener el resultado en vectorial. Podemos utilizar cualquier algoritmo disponible en QGIS.



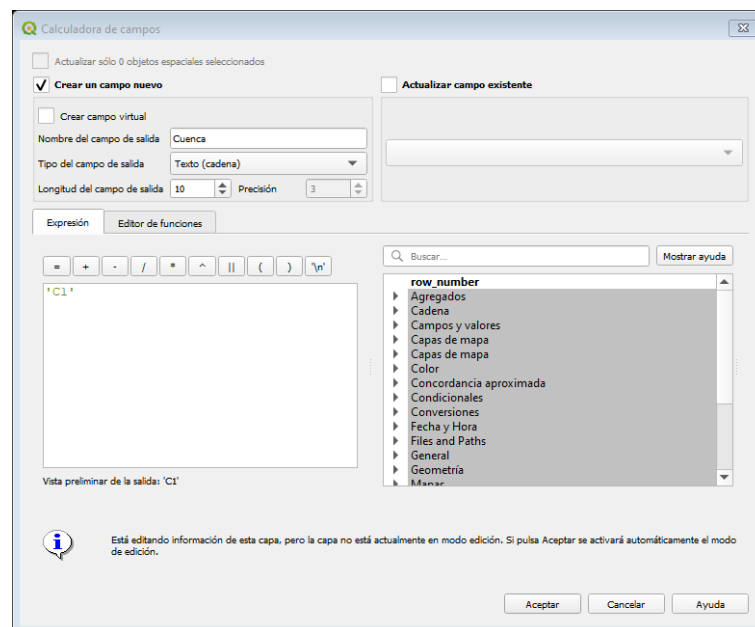
Modelo ráster

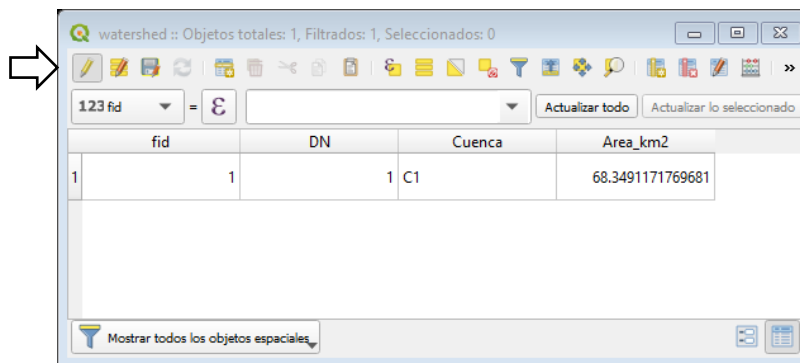
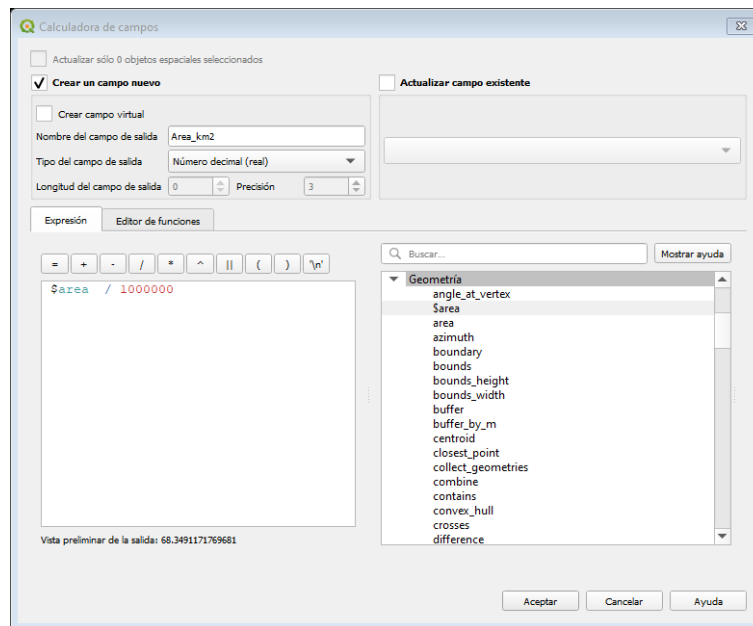


Modelo vectorial

11. En la capa vectorial de la cuenca, añadimos los siguientes datos a la tabla de atributos utilizando la calculadora de campos:

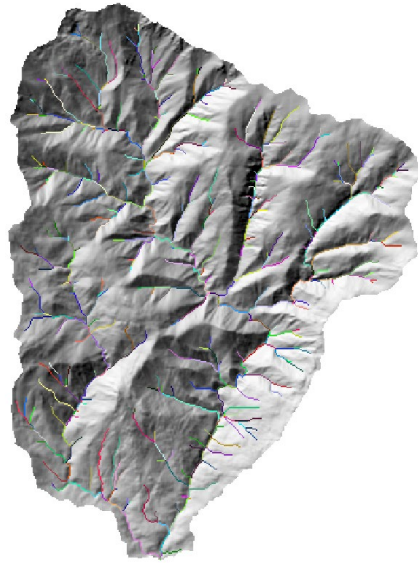
- Un campo tipo texto en el que incluiremos el nombre de la cuenca, por ejemplo: C1 o el nombre del cauce.
- Un campo tipo numérico (con decimales) en el que calcularemos el área de la cuenca en km^2 .






Para finalizar, hay que guardar cambios y conmutar la edición de la capa.

12. El siguiente paso es obtener **la longitud de flujo mas larga** (Longest Flow path – LFP), para ello recortamos el depressionless DEM al perímetro de la cuenca mediante **Raster>Extracción>Cortar ráster con capa de máscara..**
13. Tomando como referencia este modelo de elevaciones de la cuenca, volvemos a ejecutar el algoritmo *GRASS r.watershed*, descrito en el punto 8, pero minimizando las celdas que deben confluir para formar un cauce (por ejemplo 100), de esta forma generaremos una red densa de flujo.

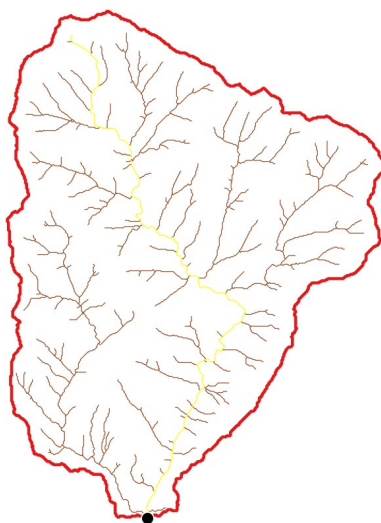


14. A partir del ráster de Stream segments generado en el paso anterior, generamos un archivo vectorial de los cauces, en dos pasos: primero aplicamos **GRASS r.thin** y después aplicamos **GRASS r.to.vect**

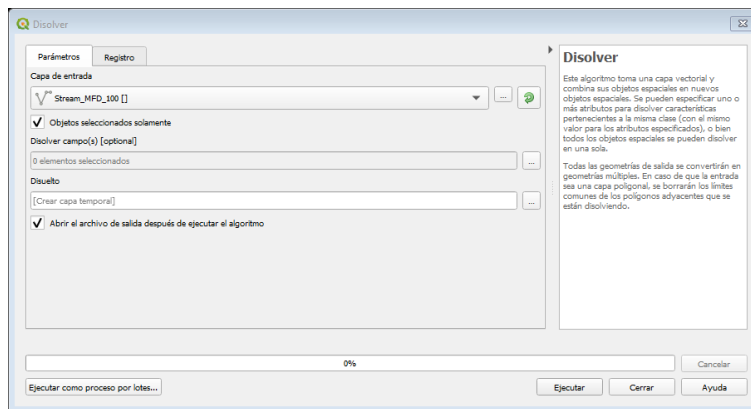
Es necesario hacerlo en dos pasos, si se usa el método de acumulación de flujo MFD para seleccionar las celdas del cauce principal en caso de tener zonas llanas con flujo difuso. Tras ejecutar el *thin*, vectorizamos las líneas de los cauces.

	<i>r.thin</i> Denote linear features in a raster map layer into linear features having a single cell width.
	https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/r.thin.html

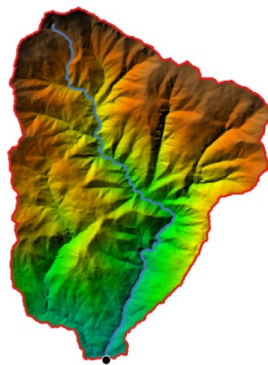
<i>r.to.vect</i> Converts a raster into a vector layer.	
	https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/r.to.vect.html



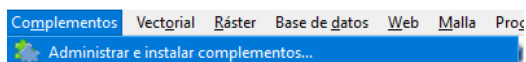
15. El siguiente paso es seleccionar gráficamente los segmentos del flujo mas largo, y aplicamos el geoproceso disolver (solo a los elementos seleccionados) y lo guardamos en una nueva capa LFP (longest flow path).



El resultado es una línea con el recorrido del flujo con la mayor longitud de cuenca hasta el punto de salida. Esta longitud, será la longitud que determine el tiempo de concentración de la cuenca.

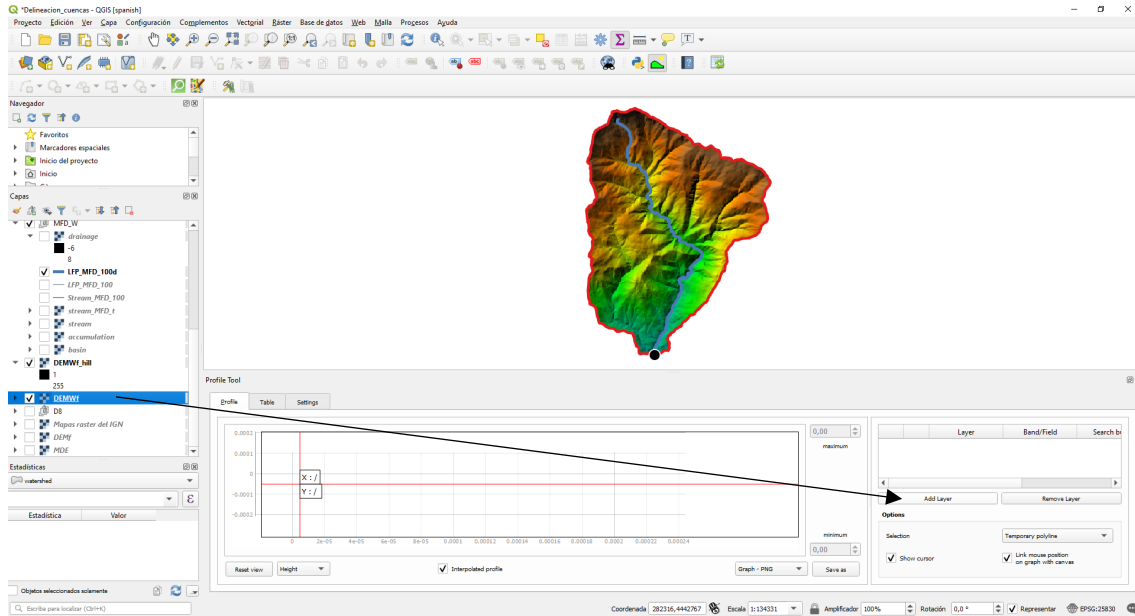


16. Ahora representamos este recorrido en 3D, para ello, instalamos la herramienta **Profile Tool** desde el administrador de complementos.

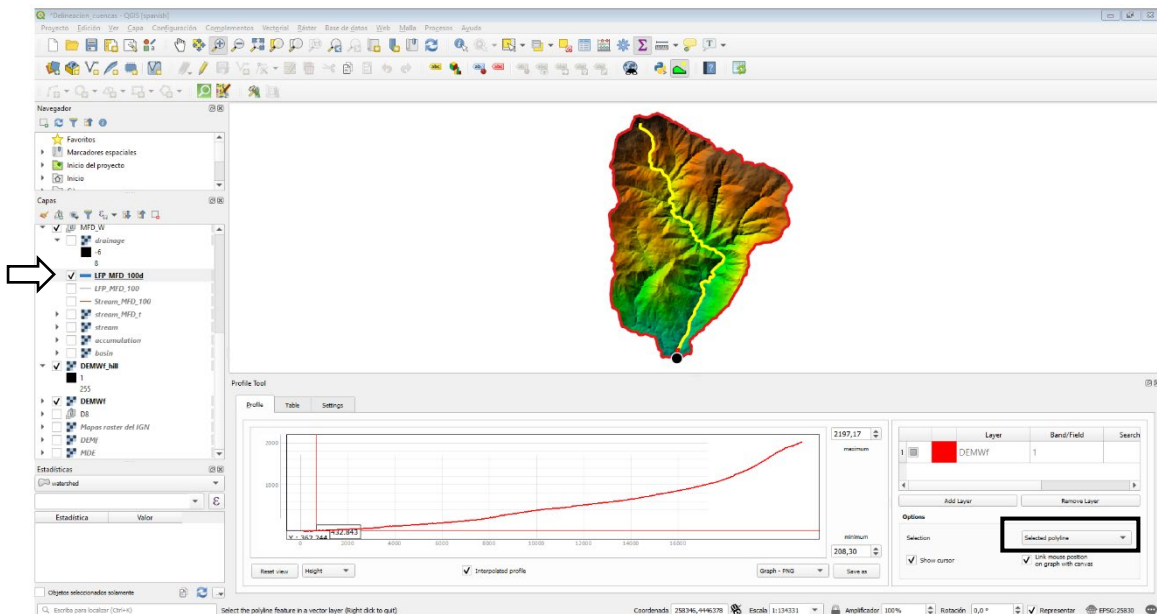


Una vez instalamos, abrimos el complemento, que aparecerá en la parte inferior de la pantalla.

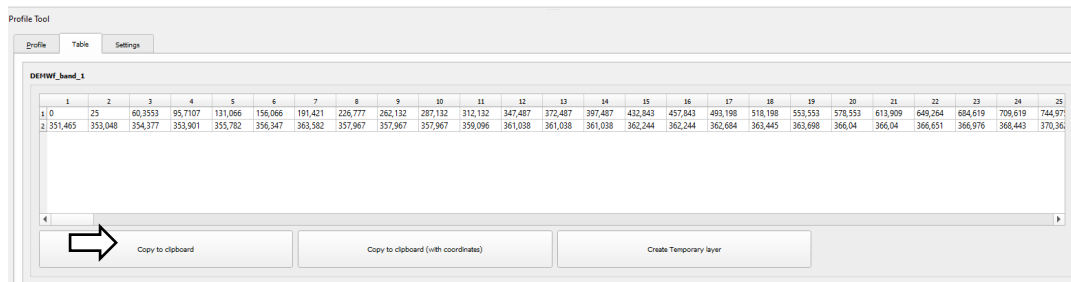
Seleccionamos en el panel de capas el MDE corregido de depresiones en la cuenca y lo añadimos al panel para sacar el perfil longitudinal.



En las opciones del panel, indicamos “Selected polyline”, seleccionamos en el panel de capas la capa anterior que hemos generado con el flujo mas largo (LFP) y después pinchamos sobre ella gráficamente en el mapa, representándose el perfil longitudinal de recorrido.



Este perfil lo podemos guardar como imagen y exportar a formato dxf si se desea. Otra opción que ofrece es la de mostrar los datos del perfil en formato de tabla, podemos copiar los valores en el portapapeles para trabajar con ellos en Excel.



Con estos valores, X (distancia recorrida desde el punto de cierre aguas abajo), e Y (que representa la cota del terreno), podemos obtener fácilmente, la longitud total en 3d y la pendiente media del recorrido, como la media ponderada de cada subtramo.

	A	B	C	D	E	F	G
1	X	Y	D long (m)	D cota (m)	i (m/m)	long 3D (m)	i (m/m) x long 3D (m)
567	16765.611	2026.809	35.355	10.691	0.302	36.936	11.169
568	16790.611	2030.802	25.000	3.993	0.160	25.317	4.044
569	16815.611	2037.929	25.000	7.127	0.285	25.996	7.411
570	16850.967	2046.819	35.355	8.890	0.251	36.456	9.167
571	16875.967	2054.000	25.000	7.181	0.287	26.011	7.471
572					Total	17063.435	1753.415
573						i media (m/m)	0.103

- Si queremos delinear subcuencas dentro de esta cuenca, primero debemos analizar en valor óptimo del número de celdas para considerar la formación de un cauce, y su subcuenca asociada. De este valor dependerá en número de subcuencas que se generen (en este ejemplo se considera un umbral de 11000).
- Para ello a partir **modelo de elevaciones de la cuenca sin depresiones**, volvemos a ejecutar el algoritmo **GRASS r.watershed**, descrito en el punto 8, activando en este caso la delimitación de Semicuencas (*half-basin*) por si fuera necesaria su consideración (dependerá de la geometría del cauce principal) y convertimos el ráster en vectorial descrito en el **punto 10 y repetimos el punto 11** identificando cada subcuenca.
- Por último, para obtener la longitud de flujo mas larga dentro de cada subcuenca, volvemos a utilizar la capa de cauces vectorizada en el **punto 14**, y definimos las rutas del flujo con mas distancia en cada subcuenca repitiendo en cada caso los pasos del **punto 15** y repetimos los cálculos del **punto 16** para cada una de ellas.

