

Instructivo

**Generación de Drenajes a partir de un Modelo Digital de Terreno en ArcGIS Pro**

**Código IN-XX-XX**

**Versión 1**

**Vigente desde 05/12/2023**

# OBJETIVO

Proporcionar una herramienta ejecutable en ArcGIS Pro, que permita generar drenajes a partir de un Modelo Digital del Terreno (MDT) teniendo en cuenta el valor de exclusión del píxel, la longitud mínima de drenajes, la tolerancia del suavizado de las curvas, la distancia entre las curvas, el tipo de flujo, la metodología de dirección de flujo y la clasificación de drenajes. Entregando como resultado archivos tipo shapefile (shp) con las curvas de nivel y los drenajes.

# ALCANCE

El presente instructivo describe el resultado obtenido al desarrollar un script ejecutable en ArcGIS Pro, que tiene por fin generar las curvas de nivel y los drenajes a partir de un Modelo Digital de Terreno (MDT).

# DEFINICIONES

* + **Curvas de nivel:**  Línea imaginaria que representa puntos en el terreno que tienen la misma elevación con respecto a un nivel de referencia común.
  + **Drenajes:** Es una red de transporte superficial del agua y de los sedimentos provenientes del suelo por el cual fluye el agua.
  + **Método D8:** El método D8 modela la dirección del flujo desde cada celda hasta su vecina con la pendiente descendente más empinada. La salida de la herramienta Dirección de flujo ejecutada con el tipo de dirección del flujo D8 es un ráster de número entero cuyos valores van de **1 a 255**.
  + **Método DINF:** El método de flujo D-Infinity (DINF), descrito por Tarboton (1997), determina la dirección del flujo como la pendiente descendente más empinada en ocho facetas triangulares formadas en una ventana de 3x3 celdas centrada en la celda de interés. La salida de dirección del flujo es un ráster de punto flotante representado como un solo ángulo en grados que van en sentido antihorario, de 0 (rumbo este) a 360 (rumbo este de nuevo).
  + **Método MFD:** método que modela la dirección del flujo, se divide el flujo de una celda en todos los vecinos con pendiente descendente. La partición del flujo en las celdas vecinas (como fracción) se estima como una función de gradiente de pendiente máxima, que considera las condiciones del terreno local (Qin et al., 2007). El ráster de dirección de flujo de salida solo toma valores enteros que muestran la dirección de flujo predominante (hacia la celda que recibe la mayor fracción de flujo de acuerdo con el esquema de partición) para facilitar la interpretación.
  + **Metodología de Strahler:** Es un método que asigna un orden numérico a los vínculos en una red de cursos de agua. El número de orden de los cursos de agua aumenta cuando los cursos de agua del mismo orden se intersecan. Por lo tanto, la intersección de dos vínculos de primer orden creará un vínculo de segundo orden; la intersección de dos vínculos de segundo orden, un vínculo de tercer orden; etc. Sin embargo, la intersección de dos vínculos de diferentes órdenes no dará como resultado un aumento del número de orden. Por ejemplo, la intersección de un vínculo de primer orden y de segundo orden no crea un vínculo de tercer orden, pero conserva el orden del vínculo con el orden más alto.

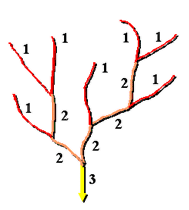
****

Figura 1. Método Strahler de clasificación de cursos de agua.

* + **Metodología Shreve:** El método Shreve tiene en cuenta todos los vínculos de la red. Al igual que con el método Strahler, se asigna un orden de 1 a todos los enlaces exteriores. Sin embargo, en el caso de todos los vínculos interiores del método Shreve, los números de orden son aditivos. Por ejemplo, la intersección de dos vínculos de primer orden crea un vínculo de segundo orden; la intersección de un vínculo de primer orden y de segundo orden, un vínculo de tercer orden; y la intersección de un vínculo de segundo orden y un vínculo de tercer orden, un vínculo de quinto orden.

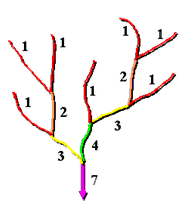
****

Figura 2. Método Shreve de clasificación de cursos de agua.

* + **Modelo Digital de Terreno (MDT):** Representación cuantitativa en formato digital de la superficie terrestre, contiene información acerca de la posición (X,Y) y la altitud (Z) de los elementos de la superficie. La denominación MDT (modelo digital de terreno) es la genérica para todos los modelos digitales, incluyendo los DEM (modelo digital de elevación), en los cuales la coordenada Z se refiere siempre a la elevación sobre el terreno y a los demás tipos de modelos en los que la Z puede ser cualquier variable (profundidad de suelo, número de habitantes...)
  + **Pixel:**  Es la unidad más pequeña y diminuta de una imagen digital y está presente en un inmensurable número para formar una imagen completa. Cada píxel es una unidad homogénea de color que en suma y con una importante variación de colores dan como resultado una imagen más o menos compleja.
  + **Ráster dataset:** Es cualquier formato ráster válido organizado en una o más bandas. Cada banda está compuesta de un vector de píxeles (celdas) y cada píxel tiene un valor. Un dataset ráster tiene por lo menos una banda.
  + **Script**: Archivo con código ejecutable dentro de una herramienta de script.
  + **Shapefile:** Es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas).

# DESARROLLO

Se desarrolló una herramienta ejecutable en ArcGIS Pro, que genera los drenajes y las curvas de nivel a partir de un MDT con la configuración de diferentes parámetros. Al ejecutarse, dependiendo de la configuración de los parámetros se pueden generar dos archivos tipo shp, uno con los drenajes y otro con las curvas de nivel o se pueden generar cuatro archivos tipo shp, dos con curvas de nivel, uno de ellos con las curvas suavizadas y dos de los drenajes de los cuales uno de ellos es con los drenajes suavizados. Los pasos a seguir para ejecutar correctamente la herramienta son los señalados a continuación.

## EJECUCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Para generar los drenajes y las curvas de nivel de cualquier MDT le herramienta contiene diferentes parámetros que deben ser ingresado para realizar el proceso de manera exitosa. A continuación, se describen los ítems necesarios:

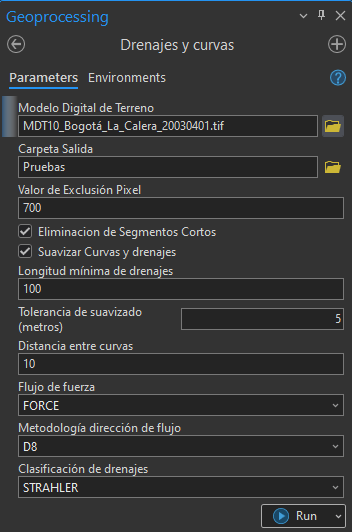


Figura 3. Ventana gráfica de la herramienta.

1. Modelo Digital del Terreno: Inicialmente se debe ingresar el Modelo Digital de Terreno del cual se requiere generar los drenajes y curvas de nivel. El archivo ingresado debe ser tipo ráster dataset, es decir cualquier formato ráster válido organizado en una o más bandas. Cada banda está compuesta de un vector de píxeles (celdas) y cada píxel tiene un valor. Un dataset ráster tiene por lo menos una banda.
2. Carpeta de Salida:Se debe ingresar la ruta de salida donde el usuario desea guardar los archivos de salida.
3. Valor de Exclusión del Pixel:Hace referencia a la cantidad de valores que puede tomar cada pixel, Enmascarando los píxeles en función de su color o recortando un rango de valores. Se utiliza para excluir áreas en la cuales será difícil corregir el color. De manera predeterminada la herramienta tiene el valor de 700.
4. Opción de Eliminación de Segmentos Cortos**:** Esta opción remueve los segmentos cortos generados con el fin de mejorar el producto final.
5. Opción de Suavizado de Curvas y Drenajes**:** Suaviza ángulos agudos en líneas, para este caso son curvas de nivel y drenajes para mejorar la calidad estética o cartográfica.
6. Longitud Mínima de Drenajes:De acuerdo con lo establecidoen el numeral 4.2 (Tabla de tamaños mínimos por escala), item de hidrografía (Drenajes L) en el el **Catálogo de Representación de Cartografía Básica de Colombia** se debe seleccionar el valor teniendo en cuenta la escala de captura del MDT ( Enlace donde se encuentra el archivo: [igac\_cr\_cartografiabasica\_v2.3\_1.pdf](https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/igac_cr_cartografiabasica_v2.3_1.pdf) )
7. Tolerancia de Suavizado: El valor se selecciona de acuerdo con la exactitud vertical asignada de acuerdo con cada escala de captura del MDT el cual se encuentra describe en el numeral 5.2 (Modelo Digital del Terreno), item b (exactitud absoluta de posición) en la parte de descripción del método de evaluación en la **Resolución 529 de 2020**. Cabe resaltar que el valor a ingresar **debe ser menor** al que se presenta en la tabla. Por ejemplo, para un MDT10 la exactitud vertical es de 3 metros por lo que el valor a ingresar en esta parte debe ser menor a 3. (Enlace donde se encuentra el archivo: [resolucion\_529\_de\_2020.pdf (igac.gov.co)](https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_529_de_2020.pdf) )
8. Distancia entre Curvas:Para seleccionar el valor correcto se debe revisar lo dispuesto en el numeral 5.2 (Modelo Digital del Terreno), item C (consistencia lógica) en la parte de descripción del método de evaluación en la **Resolución 529 de 2020.** (Enlace donde se encuentra el archivo: [resolucion\_529\_de\_2020.pdf (igac.gov.co)](https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_529_de_2020.pdf) )
9. Flujo de fuerza: De acuerdo con las características de cada flujo el usuario debe seleccionar el tipo de flujo del drenaje. Normal hace referencia a que la caída máxima del interior de la celda de un borde es mayor que cero, la dirección del flujo se determinará de la forma habitual; de lo contrario, la dirección del flujo será hacia el borde. Las celdas que tengan que fluir desde el borde del ráster de la superficie hacia dentro lo harán. Esta es la opción predeterminada. Mientras que con force todas las celdas en el borde del ráster de superficie fluirán hacia fuera del ráster de superficie.
10. Metodología de Dirección de Flujo: De acuerdo con las características de cada método el usuario selecciona el más apto para definir la dirección del flujo.
11. Clasificación de Drenajes: De acuerdo con las características de cada método el usuario selecciona el más apto para enumerar el orden de los drenajes generados.

## RESULTADOS

Finalmente, como resultado dependiendo de la configuración de los parámetros se pueden generar dos archivos tipo shp, uno con los drenajes y otro con las curvas de nivel o se pueden generar cuatro archivos tipo shp, dos con curvas de nivel, uno de ellos con las curvas suavizadas y dos de los drenajes de los cuales uno de ellos es con los drenajes suavizados.

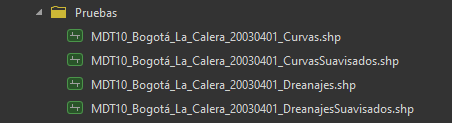


Figura 4. Archivos resultantes al ejecutar la herramienta.

# CONTROL DE CAMBIOS

Registrar las dos últimas versiones (para el caso de actualizaciones de documentos) así:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **FECHA** | **CAMBIO** | **VERSIÓN** |
| **05/12/2023** | * Se adopta como versión 1 debido a la actualización de la Cadena de Valor en Comité Institucional de Gestión y Desempeño del 3 de marzo del 2023, nuevos lineamientos frente a la generación, actualización y derogación de documentos del SGI. * Hace parte del proceso deSubdirección Cartográfica y Geodésica. * Se ajusta el documento según la nueva Estructura Orgánica aprobada por Decreto 846 del 29 de Julio del 2021. | **1** |

Registrar la creación del documento en versión 1 así:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **FECHA** | **CAMBIO** | **VERSIÓN** |
| **05/12/2023** | * Se adopta como versión 1 por corresponder a la creación del documento. Emisión Inicial Oficial. * Hace parte del proceso deSubdirección Cartográfica y Geodésica.   Se crea el procedimiento “**Generación de Drenajes a partir de un Modelo Digital de Terreno en ArcGIS Pro**”, código **001,** versión 1. | **1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Elaboró y/o Actualizó** | **Revisó Técnicamente** | **Revisó Metodológicamente** | **Aprobó** |
| **Nombre:** Yaritza Dorely Quevedo Tovar  **Cargo:** Contratista | **Nombre:** Diego Rugeles  **Cargo:** Contratista | **Nombre:** Diego Rugeles  **Cargo:** Contratista | **Nombre:** Carlos Franco Prieto  **Cargo:** Subdirector Cartografía y Geodesia. |