R.LTWB - SECTION 02

Descarga y Procesamiento de modelos digitales de elevación

Relleno de sumideros o depresiones en modelos digitales de elevación – Fill Sinks

https://github.com/jlgingcivil/R.LTWB.CS2120

JORGE LUIS GONZALEZ CASTRO

CC: 1032395475

TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción	3
2.	Objetivo General	3
3.	Actividad 1: Procesamiento en Software	3
4.	Actividad 2: COMPARACIÓN FILL SINKS	9
5.	Actividad 3: Otras herramientas de llenado de sumideros	11
6.	Conclusiones	13
7.	Referencias Bibliográficas	13
	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	
llus	stración 1. Inicio llenado de sumideros DEMs	3
	stración 2. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ASTER	
	stración 3. Resultados llenados de sumideros DEM ASTER	
	stración 4. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM SRTM	
	stración 5. Resultados llenados de sumideros DEM SRTM	
	stración 6. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ALOS	
	stración 7. Resultados llenados de sumideros DEM ALOS	
llus	stración 8. Comparación algebraica relleno sumideros y terreno acondicio	onado
••••		
llus	stración 9. Cantidad relleno sumideros y terreno acondicionado	
	stración 10. Comparación relleno sumideros y terreno acondicionado	
	stración 11. Generación QGIS relleno sumideros	
llus	stración 12. Comparación algebra de mapas ArcGlS - QGlS	10
	stración 13. Comparación algebra de mapas ArcGIS - QGIS	
llus	tración 14. Saga GIS	11
llus	tración 15. FS+	12
llus	stración 16. Aplicativo WbW	12

1. INTRODUCCIÓN

Se continua con curso Balance hidrológico de largo plazo para estimación de caudales medios usando SIG – LWTB con el desarrollo de la sección 2 Descarga y Procesamiento de modelos digitales de elevación.

A continuación, se presenta en cada numeral las actividades realizadas de acuerdo con cada capítulo de la sección de estudio, incluyendo el resumen de actividades, logros alcanzados y capturas de pantalla de los ejercicios realizados en los distintos softwares empelados para la correcta ejecución de los ejercicios.

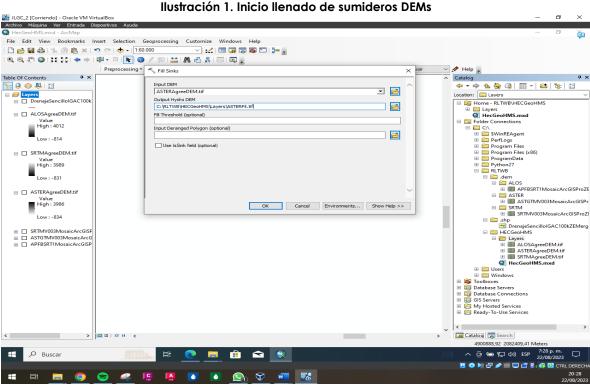
Se ha creado el repositorio https://github.com/jlgingcivil/R.LTWB.CS2021 para la inclusión de los archivos y documentos de las actividades desarrolladas.

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general en esta sección es realizar el relleno de sumideros del DEM a partir de los terrenos reacondicionados de la actividad anterior.

3. Actividad 1: Procesamiento en Software

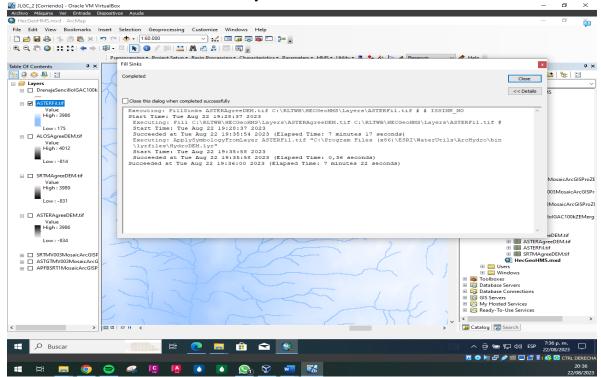
Se realiza la tarea con el software ArcGIS Desktop 10.2.2, utilizando la herramienta de reacondicionamiento del ArcHydro Tools para HECGEOHMS para relleno de los sumideros de los terrenos reacondicionados.



CC: 1032395475 CS2120

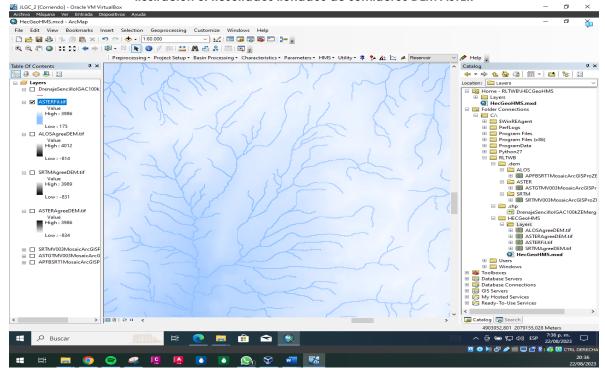
Los resultados para cada DEM se muestran a continuación:

Ilustración 2. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ASTER



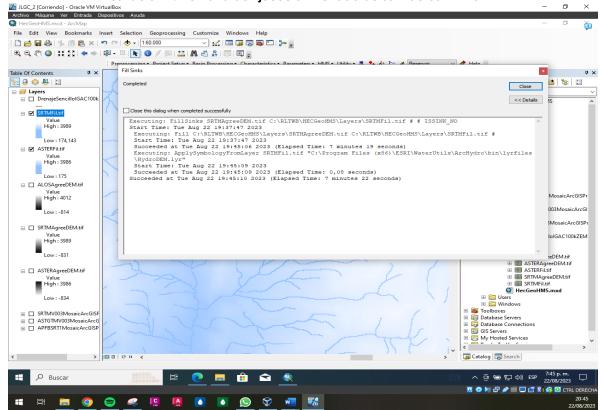
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Ilustración 3. Resultados llenados de sumideros DEM ASTER



CC: 1032395475 CS2120

Ilustración 4. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM SRTM



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Ilustración 5. Resultados llenados de sumideros DEM SRTM

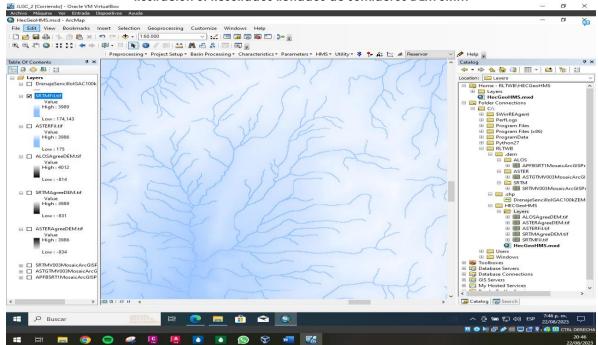
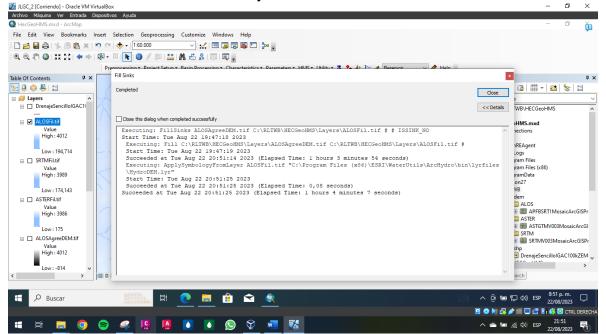
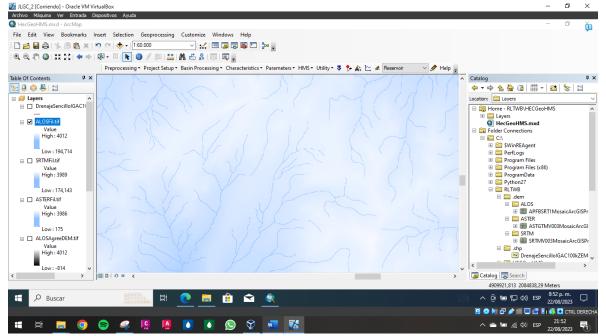


Ilustración 6. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ALOS



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Ilustración 7. Resultados llenados de sumideros DEM ALOS



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Luego, se realiza la visualización de las diferencias entre el terreno reacondicionado y el relleno de sumideros.

CC: 1032395475 CS2120

Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help □ 🚰 🔒 🐁 🖹 🖺 🗙 💌 🗢 🖂 💠 🔻 1:60.000 × Table Of Contents ■ Multidimension Tool: 🗽 👂 🔷 🖺 Network Analyst Tools Layers and variables a Layers Parcel Fabric Tools 7 8 9 / == != & SRTMFil.tif Pick HecGeoHMS.mxd ASTERFILLIF 4 5 6 * > >= | SetNull ALOSAgreeDEM.tif Spatial Analyst Tools Value High : 4012 Ider Connections Math ■ Conditional 1 2 3 - < <= ^ S Density
S Distance
S Extraction SWinREAgent ASTERAgreeDEM.tif PerfLogs
Program Files
Program Files (x86) Low: 194,714 . + () ~ □ SRTMFil.tif ■ Seneralization

■ Generalization

■ Gener Con(("ASTERFil."bf"-"ASTERAgreeDEM."bf">0) & ("ASTERFil."bf"-"ASTERAgreeDEM."bf"<=50) , "ASTERFil."bf" "ASTERAgreeDEM."bf">0) , "ASTERFil."bf"-"ASTERAgreeDEM."bf">0) , "ASTERFIL."bf"-"ASTERAGREEDEM."bf"-"Value High: 3989 S Groundwater S Hydrology
S Interpolation
Local Python27
RLTWB Low: 174.143 C:\RLTWB\HECGeoHMS\Layers\ASTERSinkLocations.tif Map Algebra
Raster Calculator
Math
Multivariate □ □ ALOS Value High: 3986 ■ APFBSR^{*} □ □ ASTER Low: 175 OK Cancel Environments... Show Help >> ■ ASIGIM
■ SRTM
■ SRTMV0
■ Sshp
■ DrenajeSenc Neighborhood S Overlay Value High: 4012 Raster Creation Gatalog Search Surface Seoprocessing tool for performing raster analysis using a Map Algebra exp 4904857.678 2077758.026 Me Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda HecGeoHMS.mxd - ArcMap 🔻 🚅 🖫 🍞 👼 🗀 🎾 💂 Preprocessing * Project Setup * Basin Processing * Character Table Of Contents 🗽 👂 🧇 🖽 ocation: 🚞 RLTWB Parcel Fabric Tools Schematics Tools Server Tools
Spatial Analyst Too
Conditional □ 2 C:\ ■ Some Density ■ SWinREAgent Distance
 Sextraction
 Generalization
 Groundwater SWinREAgent
Deflogs
PerfLogs
Program Files
Program Files (x86)
ProgramData
Python27
RLTWB ☐ ALOSFil.tif Value High: 4012 Mydrology Low: 194,714 dem
dem
ALOS
APFBSR Map Algebra
Raster Calculator ☐ SRTMFil.tif Value High: 3989 Multivariate □ ☐ SRTM
□ ☐ SRTMV0 Low: 174 143 Raster Creation Value High: 3986 Reclass Solar Radiation Catalog Search へ @ 恒 厚 如) ESP 9:00 p.m. 🖵 ⊞ 🔎 Buscar 🖸 🧿 🌬 🗗 🌶 🗎 🔲 🚰 😨 🚱 🔯 CTRL DEREC A O 🚺 🕓 😯 🚾 👯 ^ \$\frac{1}{22}\$ (\$\frac{1}{20}\$) ESP \$\frac{22:00}{22/08/2023}\$

llustración 8. Comparación algebraica relleno sumideros y terreno acondicionado

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Tomando como ejemplo el DEM ASTER, graficando los valores que fueron rellenados en las celdas se tiene que 172277 fueron rellenadas entre 0 y 1 m, como se observa a continuación.

^ 🖦 🔚 🦟 Φ)) ESP

CS2120

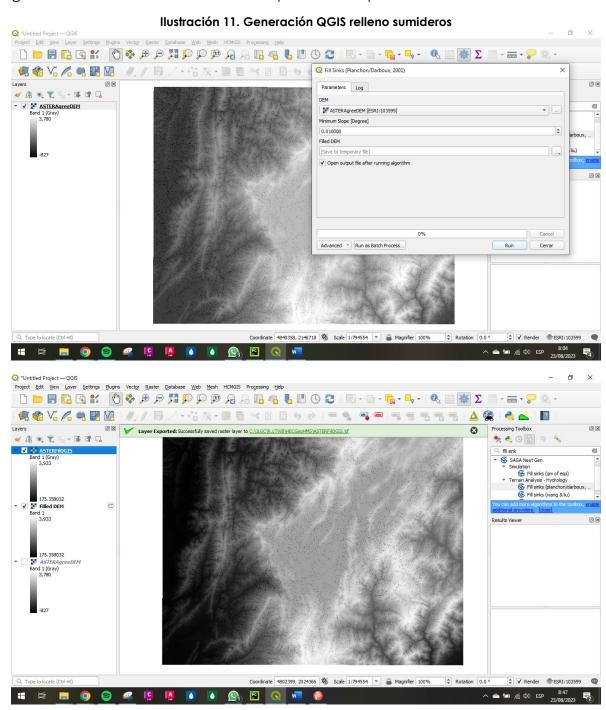
Ilustración 9. Cantidad relleno sumideros y terreno acondicionado 🔐 🖻 🗊 5 × 0 × 🔻 Project Map Insert Analysis <u>View</u> Edit Imagery Share Arc Hydro GRAIP Lite Linear Referencing © 🔁 | 🐺 📭 | ☐ Catalog Pane ☐ Geoprocessing ☐ Workflow Manager ✓ ☐ Create ₽ Add Mode Automatic ✓ Import Color Vision Simulator ~ 🔁 Catalog View 🖸 Python Window 🍕 Aviation 🔻 → • Distance 0.05 m × Remove Reset Contents Tasks M ₩ Indoors v Accessibility Device L... Is Contents Chart Properties - ASTERSinkLocat... • # × Band_1 <u>t</u> □ 🔽 / 🖽 🔌 ... With transformation Drawing Order None ₄ 🔣 Map Bins (i) ▶ ☐ ALOSEIvNode ▷ SRTMElvNode ______ 50 Û - I = 24 + N 1:933.455 Selected Features: 0 | | | | Statistics ▶ ☐ LineaMuestreoCS2120 ASTERSinkLocations.t...ution of Band_1 × Mean Visualizacion AgreeDEM Properties Export - Filter: Extent Attribute Table Median Distribution of Band_1 Std. Dev. 160,000 Count Nulls DrenajeDoblelGAC100kZECenterli 120,000 Min DrenajeSencillolGAC100kZE 80.000 Sum Drenaje_Sencillo ▶ ☐ Line Notes 40,000 Kurtosis ▲ ASTERSinkLocations.tif Data Labels 50 ✓ Label bins

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Ilustración 10. Comparación relleno sumideros y terreno acondicionado Archivo Máquina Ver Entrada Dis HecGeoHMS.mxd - ArcMap File Edit View Bookmarks Insert Selection Geor 🗋 🐸 🔚 🤚 % 🗿 🖺 🗙 | 🤊 🙉 | 💠 - | 1:40.000 🗸 🚅 🔚 词 👼 🖸 🐎 💂 📵 🔍 🥙 🚳 💥 🐯 🝁 | 🚳 🔻 🖺 | 庵 | 🔞 🎤 🔘 | 👼 🍃 ∨ 🖋 Help 👳 Preprocessing + Project Setup + Basin Processing - HMS - Utility - 🐉 🔥 🚓 🗠 Reservoir Table Of Contents ^ Catalog 🗽 👂 🧇 🖺 I 🖫 Location: RLTWB RLTWB\HECGeoH Layers HecGeoHMS.mxd .4-5° ■ Data Management Tools Geocoding Tools GeoHMS Tools Geostatistical Analyst Tools PerfLogs Program Files Geostatistical Analyst Tot Goal Linear Referencing Tools Multidimension Tools Network Analyst Tools Parcel Fabric Tools Schematics Tools ■ □ ALOSFil.tif Program Files (x86) ProgramData value High : 4012 ■ Python27 ■ RLTWB Low - 194 714 🗏 🚞 .dem Server Tools ■ □ SRTMFil.tif ☐ Spatial Analyst Tools Value High: 3989 ☐ ☐ ASTER ■ Conditional Low: 174,143 ✓ ASTERFILtif ASTER Agree DEM Profile Graph Title Value High: 3986 2.600 2.600 Low : 175 2.500 2.500 ☐ ALOSAgreeDEM.tif 2.400 Value High : 4012 2 300 2.300 2.200 2.200 2:100 ☐ SRTMAgreeDEM.tif 2.000 Value High: 3989 2.000 1.900 1.900 1.800 800 1.000 1.200 1.400 1.600 1.800 2.000 2.200 2.400 2.600 2.800 3.000 3.200 3.400 Profile Graph Subtitle □ ASTERAgreeDEM.tif へ 📴 🔚 🖫 (小)) ESP 9:12 p. m. 22/08/2023 ⊞ 🔎 Buscar 🖸 🧿 🌬 🗗 🤌 🔚 🔲 🚰 🔡 🚱 🔞 CTRL DERE

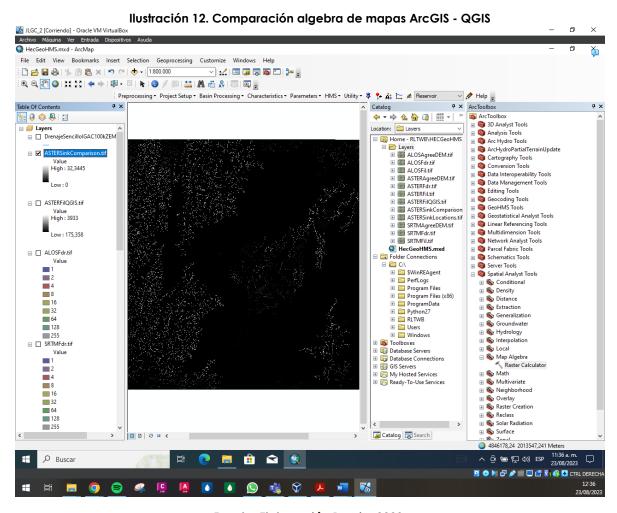
4. ACTIVIDAD 2: COMPARACIÓN FILL SINKS

A continuación, se realiza la comparación de dos herramientas para el llenado de sumideros, se toma los resultados del numeral anterior para el DEM ASTER y se genera un ráster en el software QGIS para su comparación.



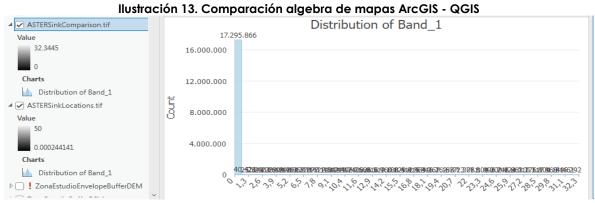
C\$2120

En el software ArcGIS Desktop 10.2.2 a través del algebra de mapas se realiza la resta entre los dos DEM rellenados, como se muestra a continuación.



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Se observa que en una gran cantidad de celdas se obtuvo una diferencia entre 0 y 0.6 m en el llenado de los sumideros, pero se tienen diferencias hasta de 32 m.



JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO CC: 1032395475 CS2120

Lo anterior indica que dependiendo del algoritmo utilizado se pueden presentar diferencias entre los resultados de los mapas de llenado de sumideros.

5. Actividad 3: Otras herramientas de llenado de sumideros

A continuación, se mencionan otras herramientas para realizar el relleno de sumideros en el DEM.

SAGA-GIS Tool Library: Es un complemento desarrollado por Wang & Liu que identifica y llena las depresiones en el terreno, este algoritmo tiene en cuenta las pendientes a lo largo de la trayectoria del flujo para hacer el relleno de los sumideros del DEM, por lo que requiere como datos de entrada el raste de direcciones de flujo y la delimitación de la cuenca.

Ilustración 14. Saga GIS

SAGA-GIS Tool Library Documentation (v6.4.0)



Tools A-Z

Contents | Terrain Analysis - Preprocessing

Tool Fill Sinks (Wang & Liu)

This tool uses an algorithm proposed by Wang & Liu to identify and fill surface depressions in digital elevation models. The method was enhanced to allow the creation of hydrologic sound elevation models, i.e. not only to fill the depression(s) but also to preserve a downward slope along the flow path. If desired, this is accomplished by preserving a minimum slope gradient (and thus elevation difference) between cells

. This is the fully featured version of the tool creating a depression less DEM, a flow path grid and a grid with watershed basins. If you encounter problems processing large data sets (e.g. LIDAR data) with this tool try the basic version (Fill Sinks XXL).

References:

Wang, L. & H. Liu (2006): An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 20, No. 2: 193-213.

- Author: Copyrights (c) 2007 by Volker Wichmann
 Menu: Terrain Analysis|Preprocessing

Parameters

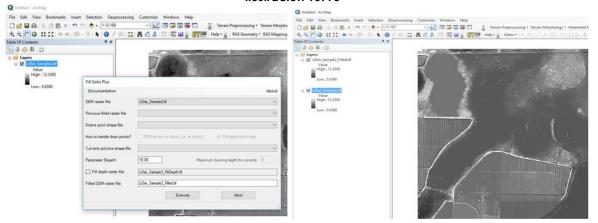
	Name	Туре	Identifier	Description	Constraints
Input	DEM	Grid (input)	ELEV	Digital elevation model	-
Output	Filled DEM	Grid (output)	FILLED	Depression-free digital elevation model	_
	Flow Directions	Grid (output)	FDIR	Computed flow directions, 0=N, 1=NE, 2=E, 7=NW	-
	Watershed Basins	Grid (output)	WSHED	Delineated watershed basins	-
Options	Grid system	Grid system	PARAMETERS_GRID_SYSTEM	-	-
	Minimum Slope [Degree]	Floating point	MINSLOPE	Minimum slope gradient to preserve from cell to cell; with a value of zero sinks are filled up to the spill elevation (which results in flat areas). Unit [Degree]	Minimum: 0.000000 Default: 0.100000

Fuente: https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/6.4.0/ta_preprocessor_4.html, 2023.

Full Sinks Plus (FS+): Es una alternativa de plugin para ArcMap y ArcHydro cuyo carácter especial se relaciona a zonas planas con presencia de humedales y llanuras aluviales generando trayectorias de flujo más realistas para estas condiciones, así mismo trae integrada una herramienta de reacondicionamiento del terreno.

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO CC: 1032395475 CS2120

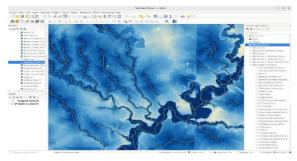
Ilustración 15. FS+



Fuente: https://www.lago-consulting.com/fill-sinks-plus.html, 2023.

 Whitebox Workflows for Python (WbW): Es un complemento para QGIS o ArcGIS que realiza tareas de geoprocesamiento escritas en Python.

Ilustración 16. Aplicativo WbW



Whitebox doesn't compete with QGIS, ArcGIS/Pro, and ArcPy but rather it extends them. You can plug WhiteboxTools into QGIS and ArcGIS and it'll provide hundreds of additional tools for analyzing all kinds of geospatial data. You can also call Whitebox functions from Python scripts using Whitebox Workflows (WbW). Combine WbW with ArcPy to more effectively automate your data analysis workflows and streamline your geoprocessing solutions.

There are many tools in Whitebox that you won't find elsewhere. You can think of Whitebox as a portable, cross-platform GIS analysis powerhouse, allowing you to extend your preferred GIS or to embed Whitebox capabilities into your automated scripted workflows. Oh, and it's fast, really fast!

FillDepressions

This tool can be used to fill all of the depressions in a digital elevation model (DEM) and to remove the flat areas. This is a common pre-processing step required by many flow-path analysis tools to ensure continuous flow from each grid cell to an outlet located along the grid edge. The FillDepressions algorithm operates by first identifying single-cell pits, that is, interior grid cells with no lower neighbouring cells. Each pit cell is then visited from highest to lowest and a priority regiongrowing operation is initiated. The area of monotonically increasing elevation, starting from the pit cell and growing based on flood order, is identified. Once a cell, that has not been previously visited and possessing a lower elevation than its discovering neighbour cell, is identified the discovering neighbour is labelled as an outlet (spill point) and the outlet elevation is noted. The algorithm then back-fills the labelled region, raising the elevation in the output DEM (--output) to that of the outlet. Once this process is completed for each pit cell (noting that nested pit cells are often solved by prior pits) the flat regions of filled pits are optionally treated ($--fix_flats$) with an applied small slope gradient away from outlets (note, more than one outlet cell may exist for each depression). The user may optionally specify the size of the elevation increment used to solve flats (flat_increment), although <mark>it is best to not specify this optional value and to let the algorithm</mark> determine the most suitable value itself. The flat-fixing method applies a small gradient away from outlets using another priority region-growing operation (i.e. based on a priority queue operation), where priorities are set by the elevations in the input DEM (--input). This in effect ensures a gradient away from outlet cells but also following the natural pre-conditioned topography internal to depression areas. For example, if a large filled area occurs upstream of a damming roadembankment, the filled DEM will possess flow directions that are similar to the un-flooded valley, with flow following the valley bottom. In fact, the above case is better handled using the BreachDepressionsLeastCost tool, which would simply cut through the road embankment at the likely site of a culvert. However, the flat-fixing method of FillDepressions does mean that this common occurrence in LiDAR DEMs is less problematic.

Fuente: https://www.whiteboxgeo.com/, 2023.

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO CC: 1032395475 CS2120

6. CONCLUSIONES

- Se realizó la generación de los mapas de relleno de sumideros de los terrenos reacondicionados de los DEM ASTER, SRTM y ALOS utilizando el software ArcGIS Desktop 10.2.2 para el caso de estudio SZH 2120.
- Se comparó dos herramientas de llenado de sumideros donde se observó que presentan diferencias, en la mayoría de los casos mínimas.
- Se investigó otras herramientas para el llenado de sumideros de modelos DEM.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• RCFDTOOLS, 2023. Balance hidrológico de largo plazo para estimación de caudales medios usando SIG. Contenido del curso: https://github.com/rcfdtools/R.LTWB/tree/main/Section02/FillDEM.