



# 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

Ilustración 1. Inicio llenado de sumideros DEMs.....	3
Ilustración 2. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ASTER.....	4
Ilustración 3. Resultados llenados de sumideros DEM ASTER .....	4
Ilustración 4. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM SRTM .....	5
Ilustración 5. Resultados llenados de sumideros DEM SRTM.....	5
Ilustración 6. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ALOS .....	6
Ilustración 7. Resultados llenados de sumideros DEM ALOS .....	6
Ilustración 8. Comparación algebraica relleno sumideros y terreno acondicionado .....	7
Ilustración 9. Cantidad relleno sumideros y terreno acondicionado .....	8
Ilustración 10. Comparación relleno sumideros y terreno acondicionado.....	8
Ilustración 11. Generación QGIS relleno sumideros .....	9
Ilustración 12. Comparación algebra de mapas ArcGIS - QGIS.....	10
Ilustración 13. Comparación algebra de mapas ArcGIS - QGIS.....	10
Ilustración 14. Saga GIS.....	11
Ilustración 15. FS+.....	12
Ilustración 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.

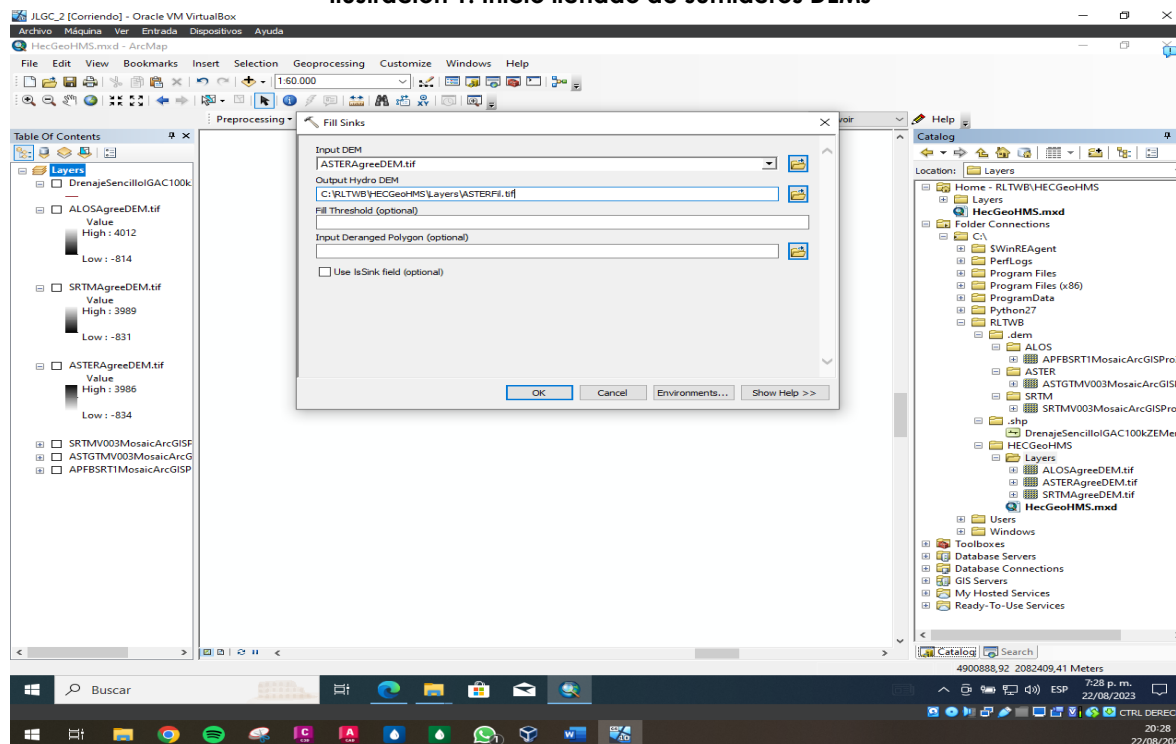
## 2. OBJETIVO GENERAL

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.

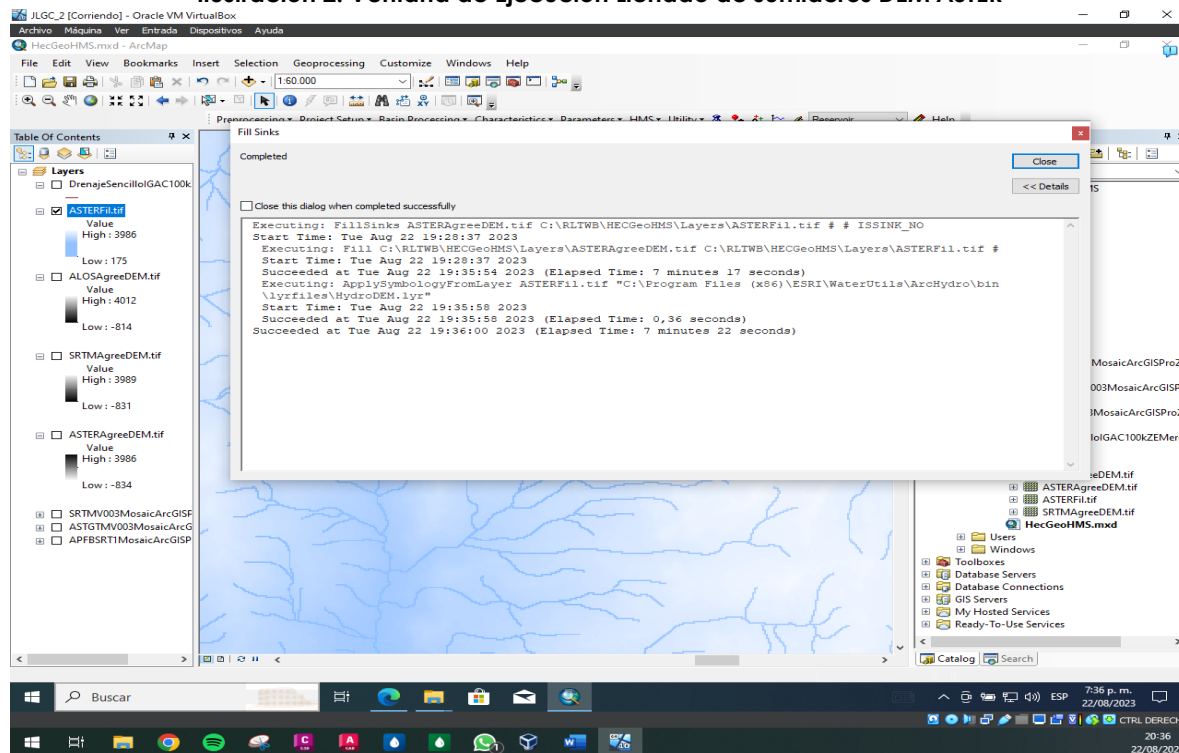
Ilustración 1. Inicio llenado de sumideros DEMs



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

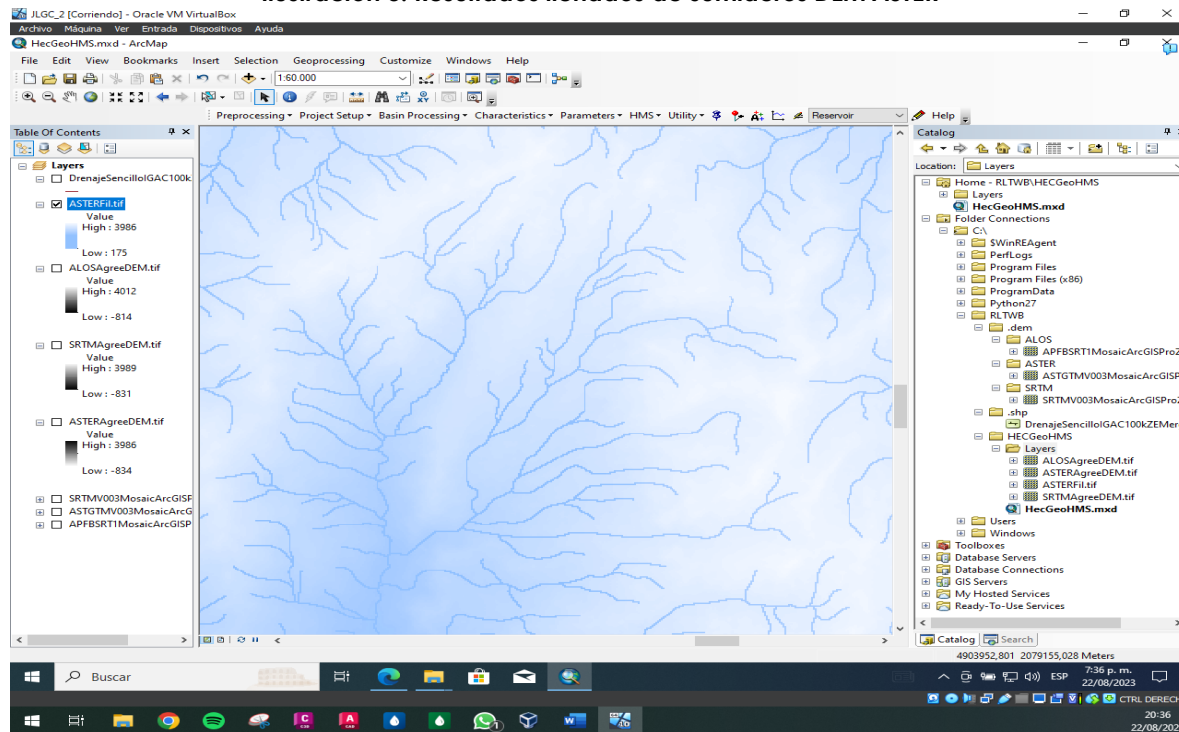
Los resultados para cada DEM se muestran a continuación:

**Ilustración 2. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ASTER**



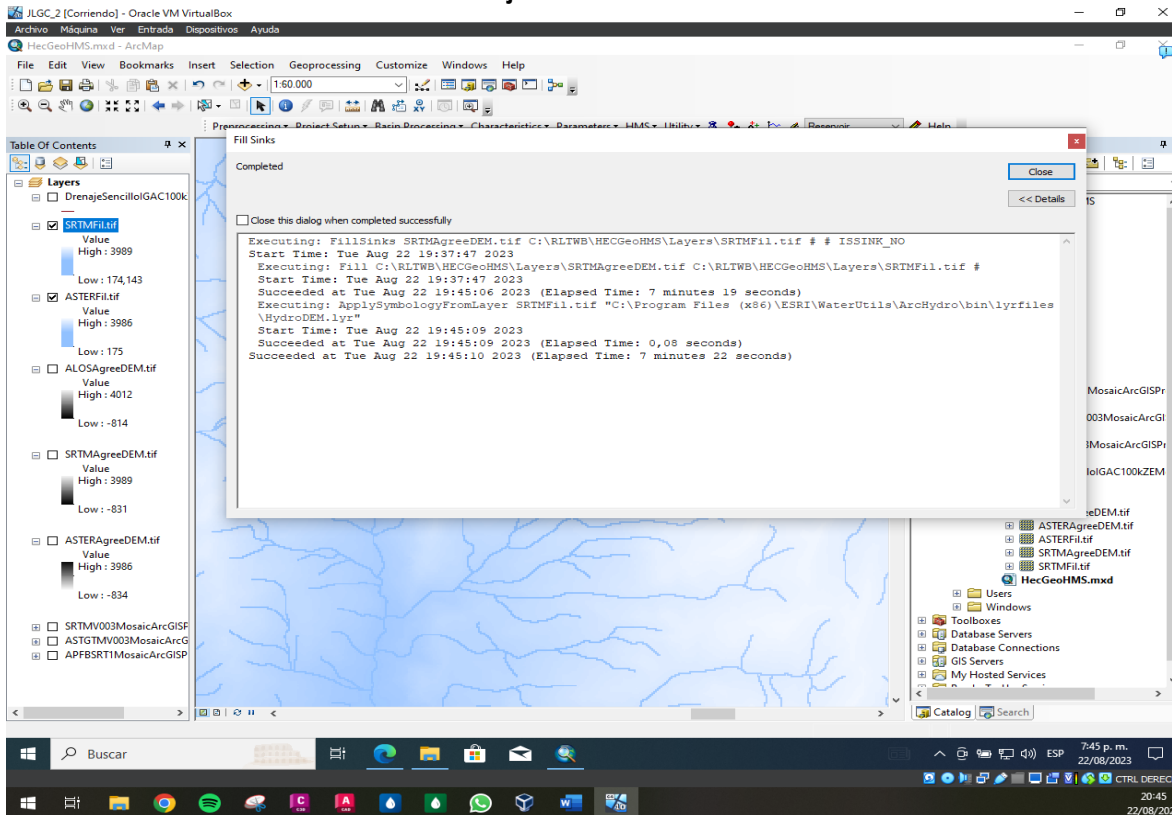
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Ilustración 3. Resultados llenados de sumideros DEM ASTER**



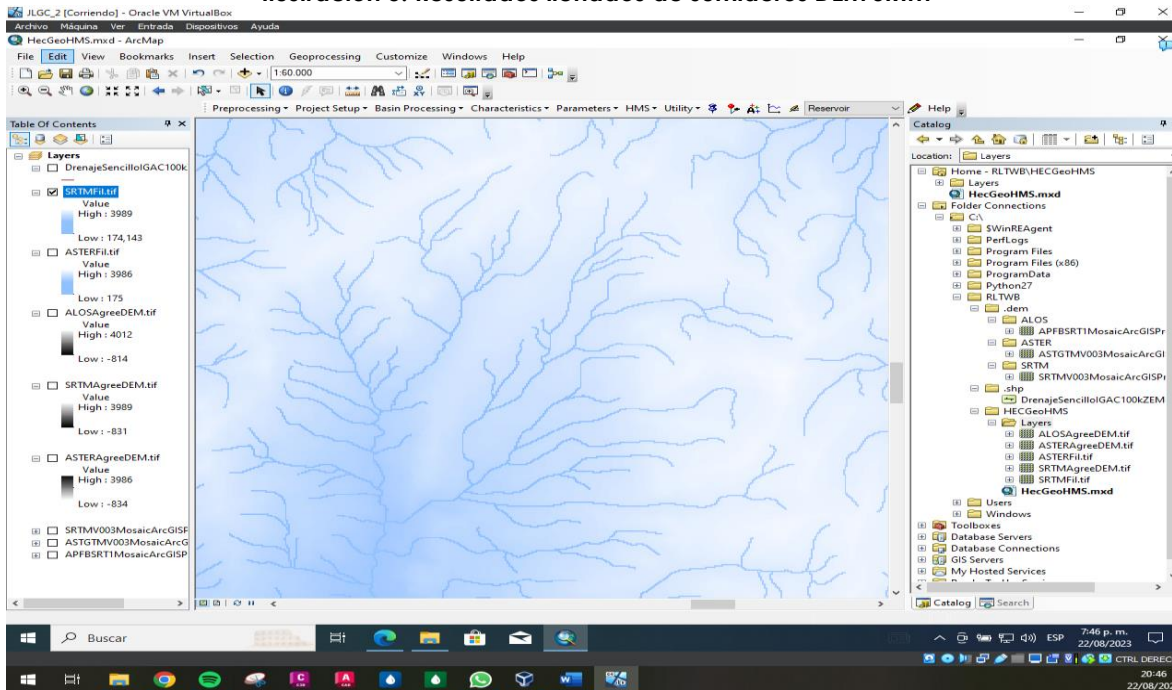
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Ilustración 4. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM SRTM**



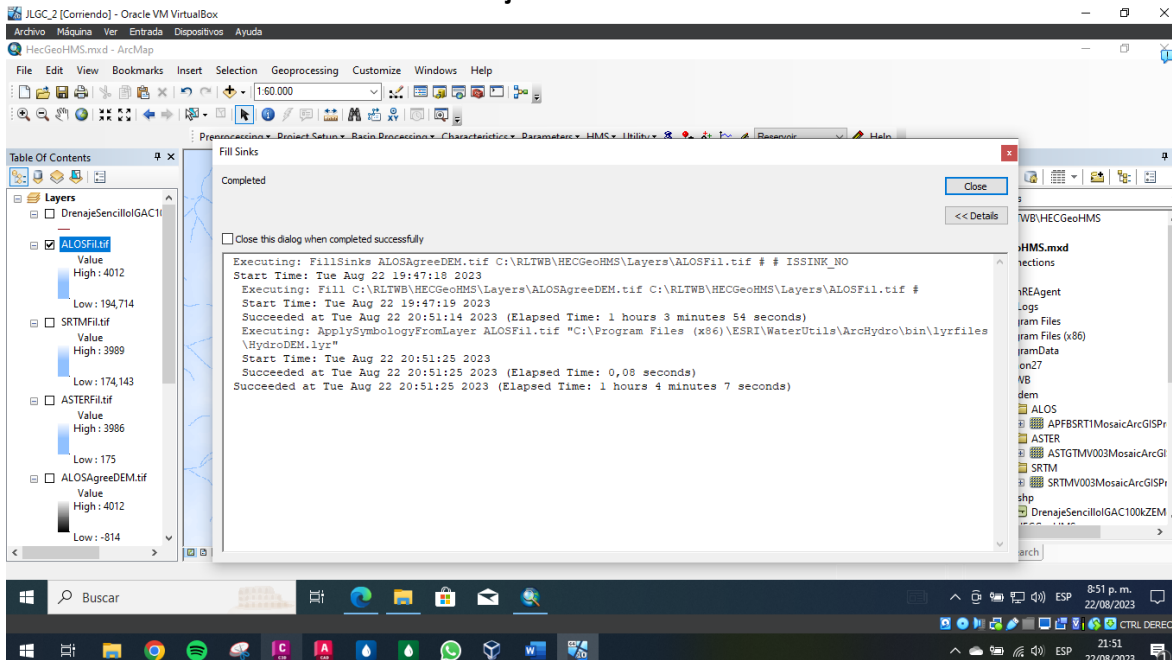
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Ilustración 5. Resultados llenados de sumideros DEM SRTM**



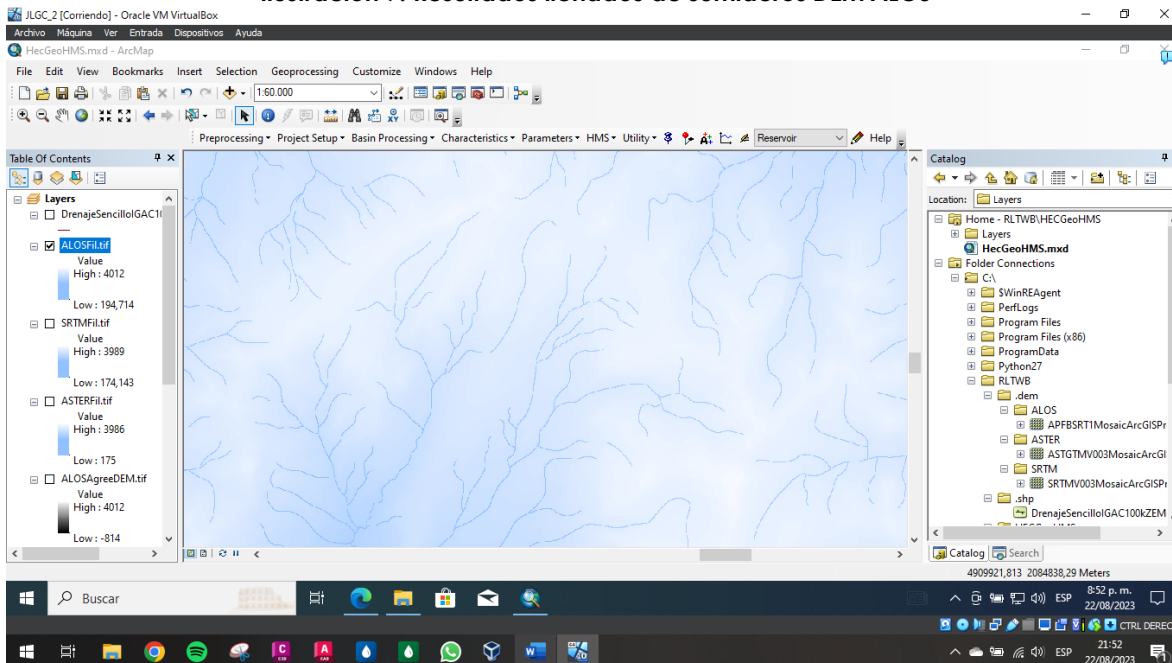
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Ilustración 6. Ventana de Ejecución Llenado de sumideros DEM ALOS**



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Ilustración 7. Resultados llenados de sumideros DEM ALOS**

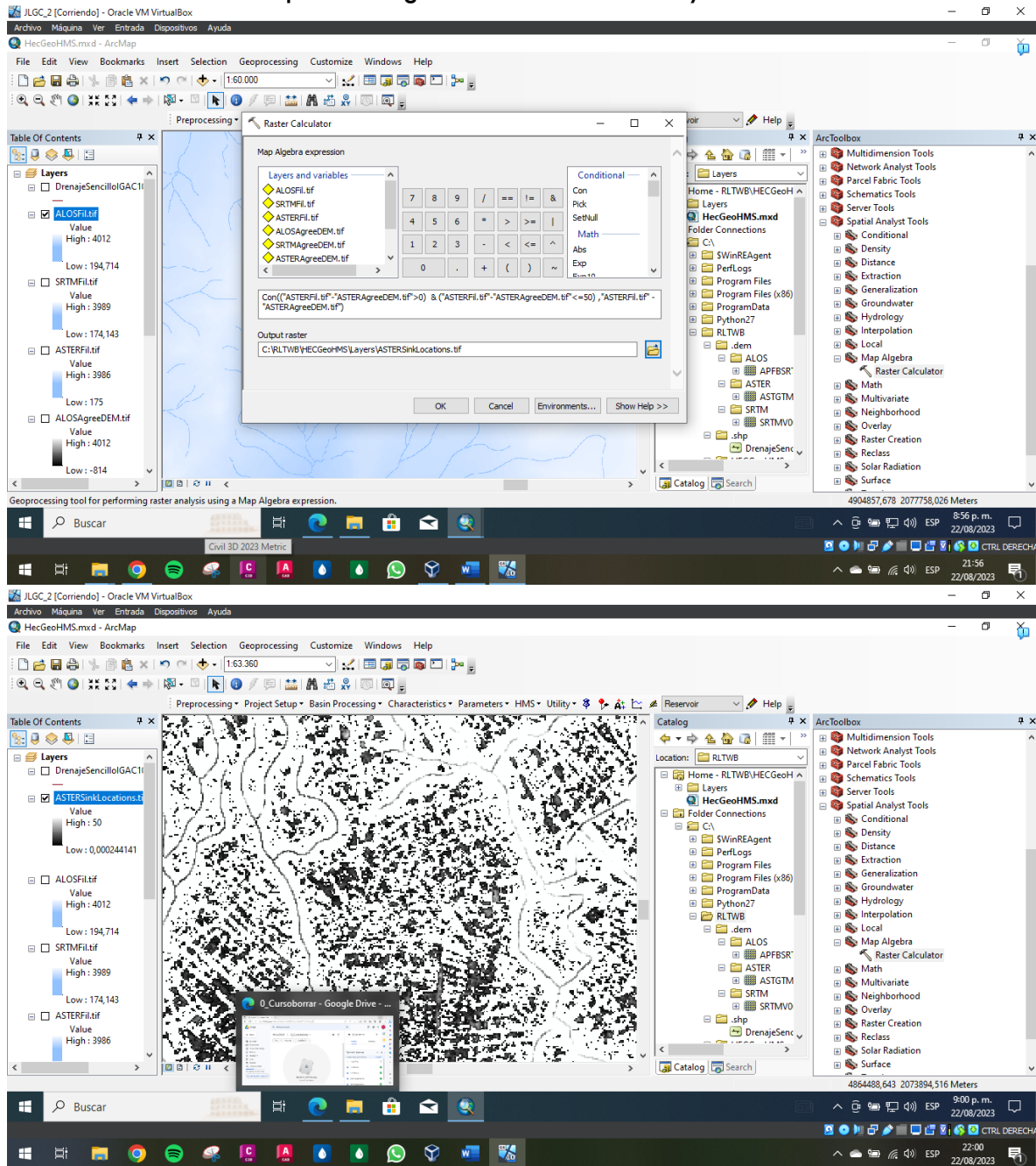


Fuente: Elaboración Propia, 2023.

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



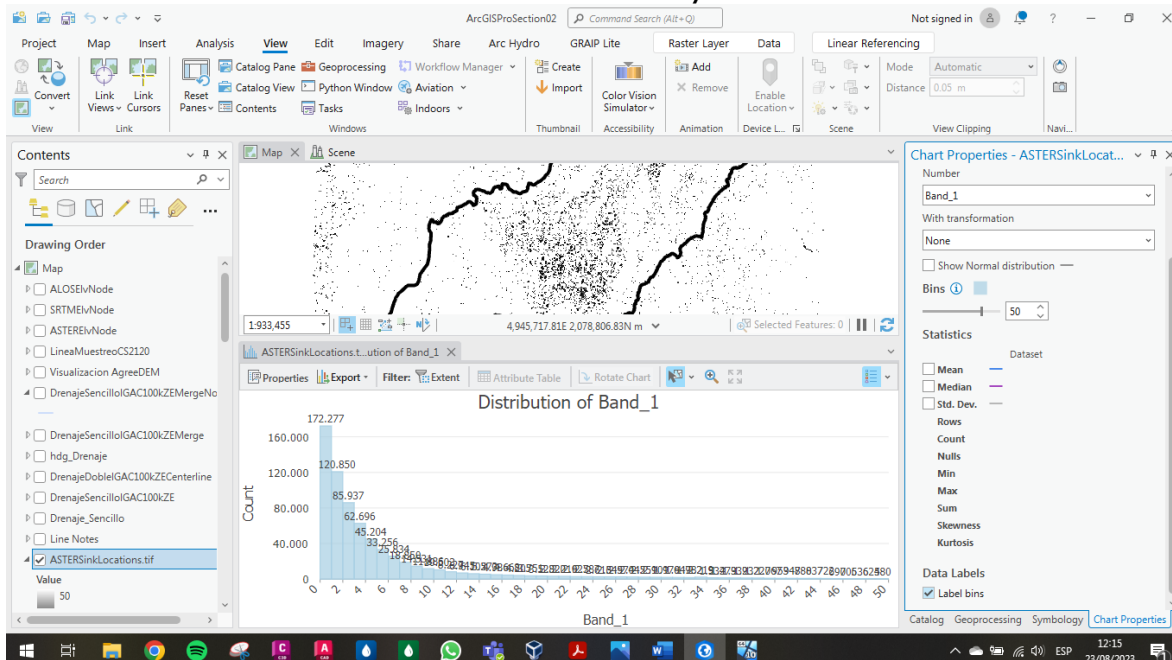
**Ilustración 8. Comparación algebraica relleno sumideros y terreno acondicionado**



**Fuente: Elaboración Propia, 2023.**

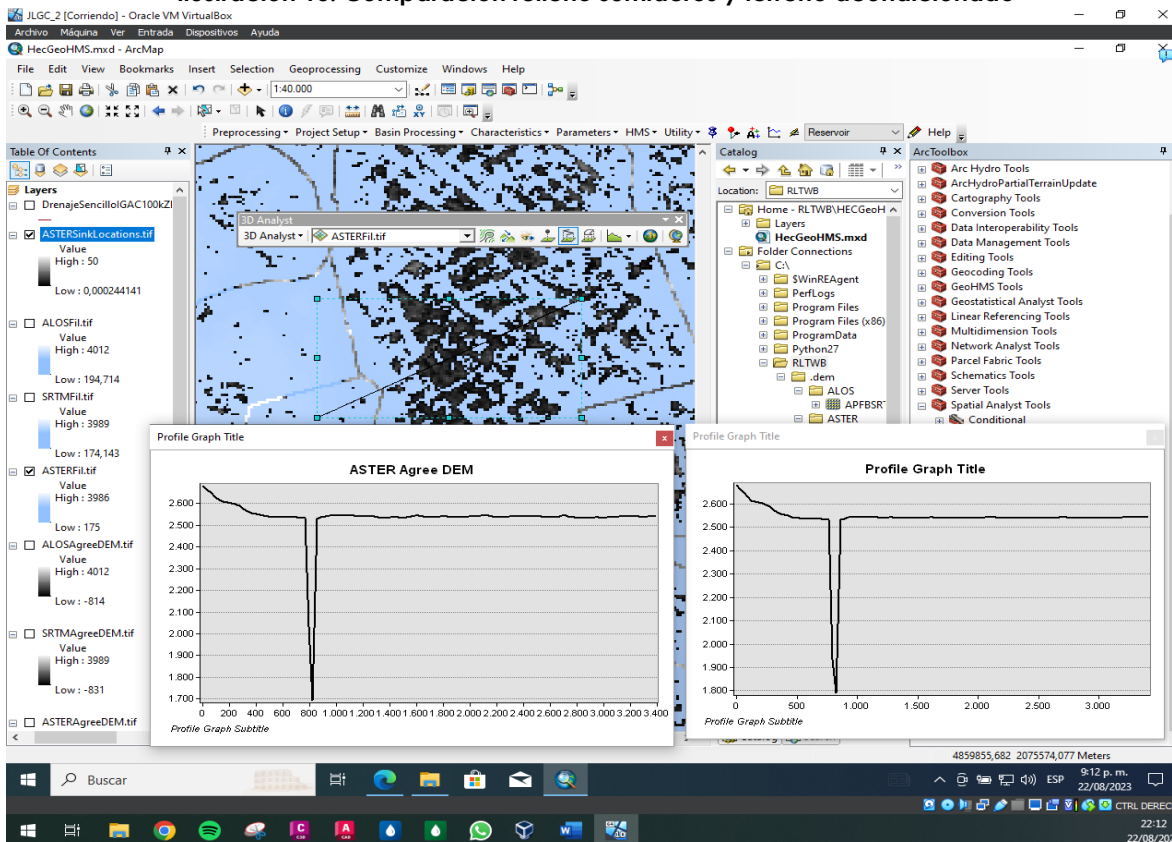
Tomando como ejemplo el DEM ASTER, graficando los valores que fueron rellenos en las celdas se tiene que 172277 fueron rellenas entre 0 y 1 m, como se observa a continuación.

**Ilustración 9. Cantidad relleno sumideros y terreno acondicionado**



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Ilustración 10. Comparación relleno sumideros y terreno acondicionado**



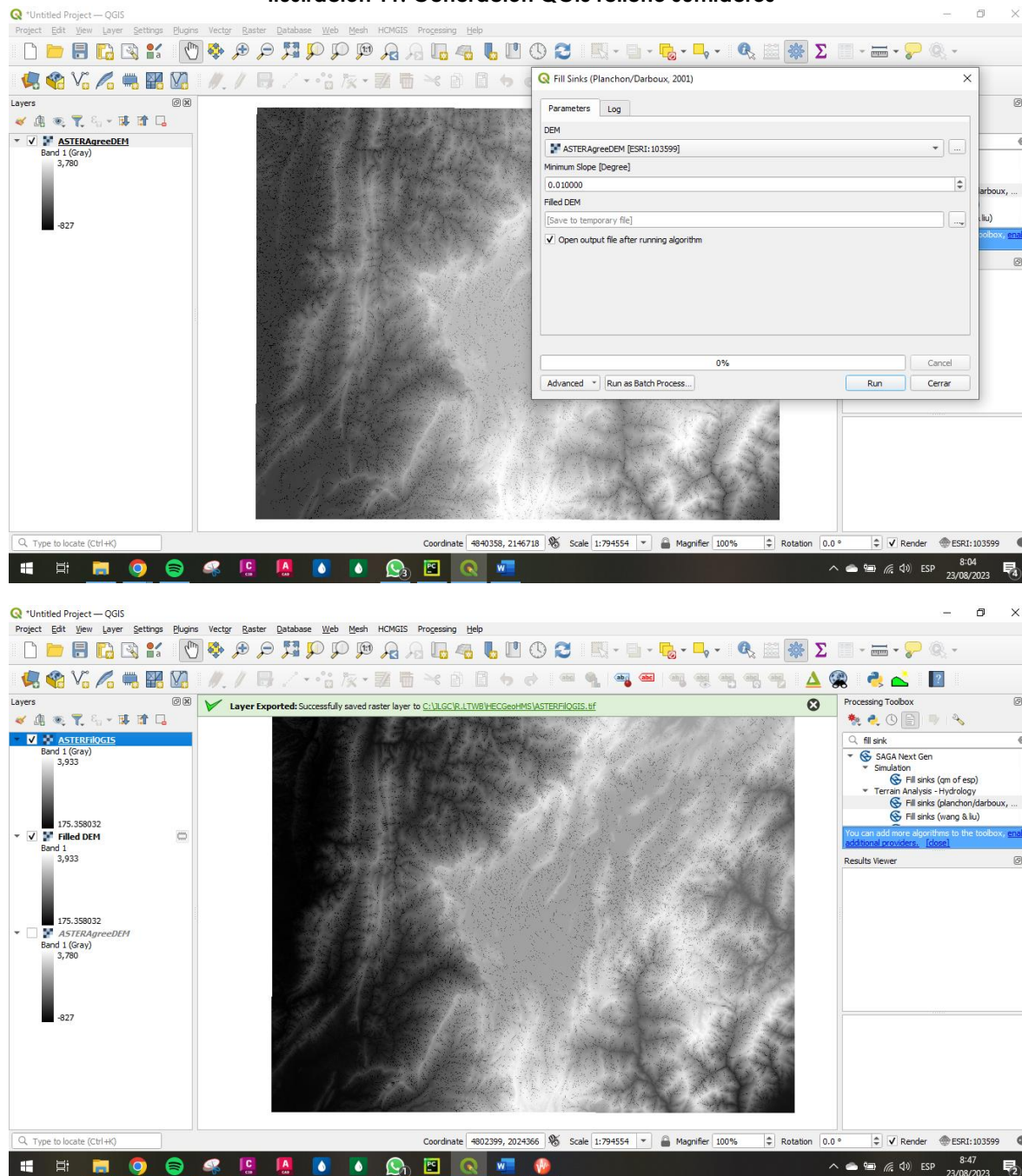
Fuente: Elaboración Propia, 2023.



## 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.

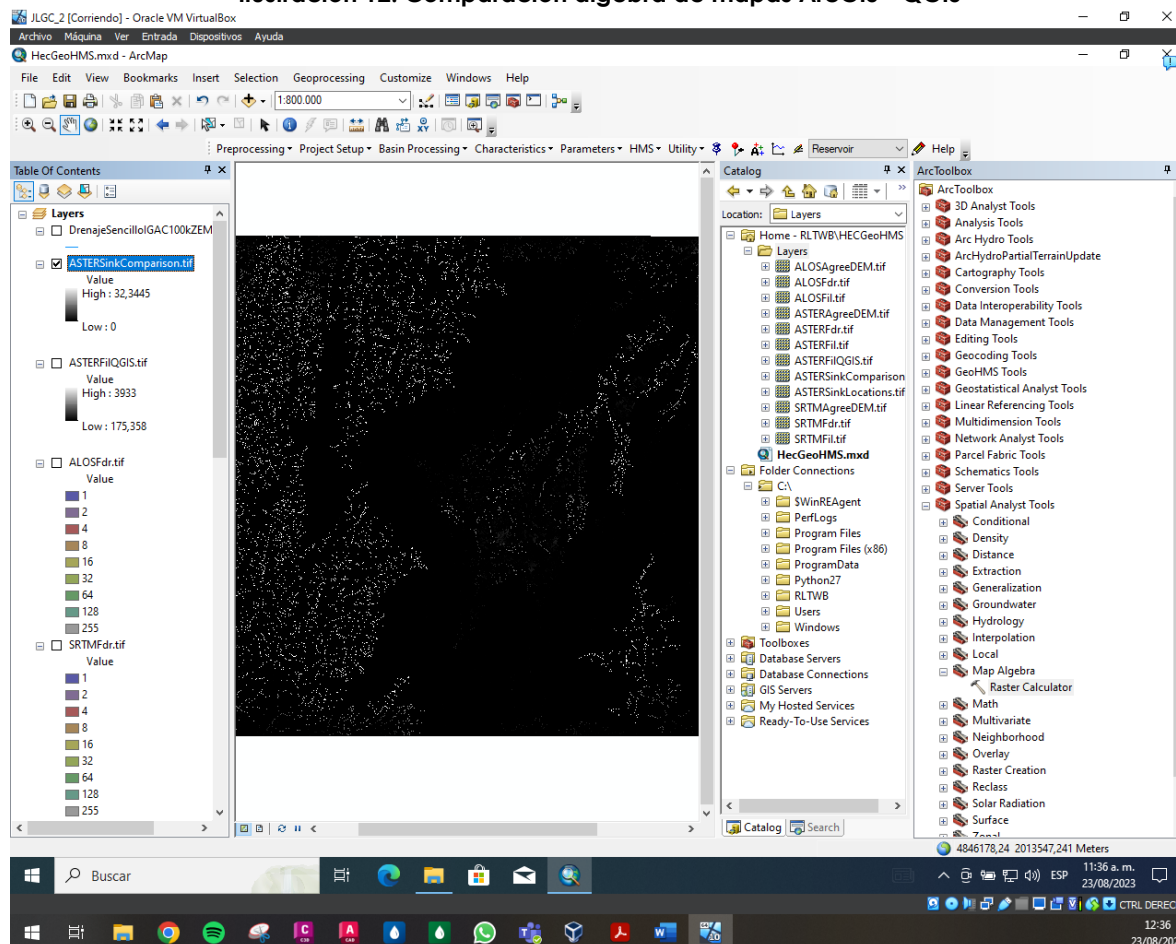
**Ilustración 11. Generación QGIS relleno sumideros**



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

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.

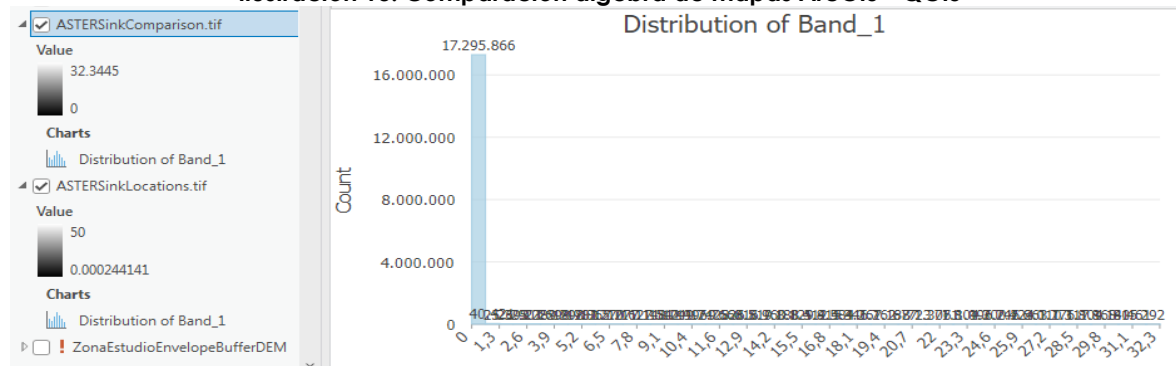
**Ilustración 12. Comparación algebra de mapas ArcGIS - QGIS**



**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.

**Ilustración 13. Comparación algebra de mapas ArcGIS - QGIS**



**Fuente: Elaboración Propia, 2023.**

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 raster 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

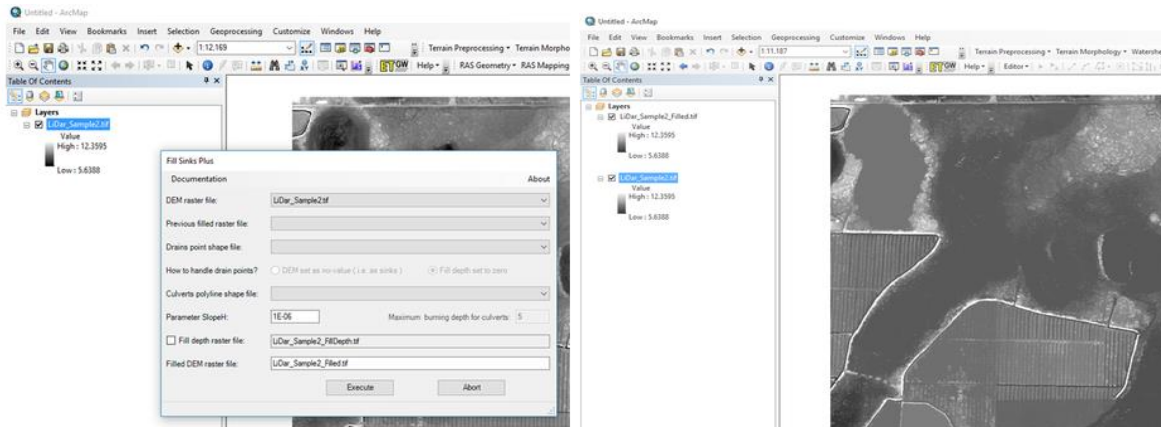
#### Parameters

	Name	Type	Identifier	Description	Constraints
<b>Input</b>	DEM	Grid (input)	ELEV	Digital elevation model	-
<b>Output</b>	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	-
<b>Options</b>	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](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.

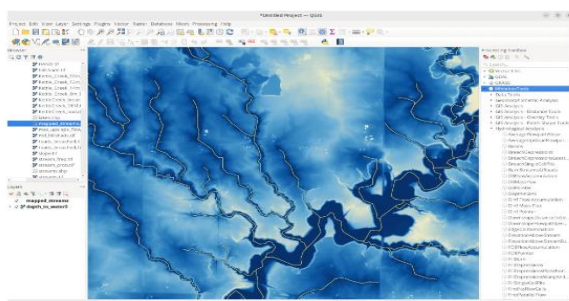
Ilustración 15. FS+



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 geoprocetamiento 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 region-growing 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 **it is best to not specify this optional value and to let the algorithm 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 road-embankment, 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.



## 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>.