

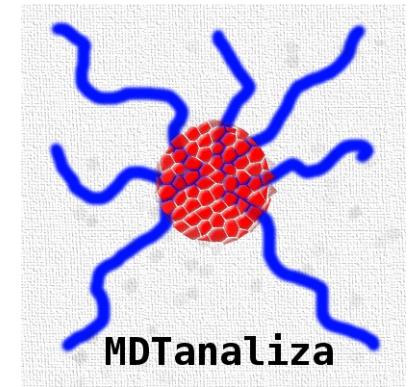
Ayuda MDTanaliza

Esta ayuda hace referencia a la versión 1.1-2017-05-12 del MDTanaliza y la 1.0-2017-05-12 de la Interfaz de Usuario Gráfica (GUI).

El MDTanaliza fue desarrollado en ANSI C con el objetivo de evaluar las características de los MDT para la aplicación de modelos de flujo. Este programa puede ser ejecutado directamente desde consola, previa escritura del archivo de configuración, o bien mediante un modo mixto en el que se incorpora la GUI. Para el desarrollo de la GUI se utilizó Python Tkinter, utilizando en ambos casos los recursos estándar que proveen. El software, (aplicación y GUI) pueden ser ejecutados en todas las plataformas, si bien en la actualidad sólo han sido probados en Linux (Ubuntu >14) y Mac Os. Para el caso de Windows habría que implementar ciertas modificaciones, especialmente en la definición de las rutas, que no han sido llevadas a cabo todavía.

En este documento se describen cada una de las secciones en las que está dividida la GUI y el archivo de configuración, con mención a los algoritmos utilizados. Para más detalle, puede consultarse el código directamente.

Para el caso de utilizar la terminal, debe tenerse en cuenta que el comando de compilación del programa (que sólo se usa cuando este es modificado) es **gcc MDTanaliza.c -o MDTanaliza -lm**. El comando de ejecución es **./MDTanaliza /ruta/configfilename.cfg**. Para ejecutar la interfaz en Linux se escribe en la terminal **./MDTa_interface.py** y en Mac hay que añadir **python ./MDTa_interface.py**.



Archivo de configuración

Sección 1

[SEC_DIR]
DEM_IN /DATA_IN/GEN_DATA_IN/COTO_S/dem_igm_sur_3m.grd
DIR_OUT /DATA_OUT/MDTANALIZA/COTO_S3M/

Sección 2

[SEC_MOD_Z]
NEWZ 0
FASE 0
MASK_TYPE 0
MASK_FILE namefile.grd
NEWZ_FILE namefile.txt

Sección 3

[SEC_DEM]
DEM_TYPE 2
MAX_VAL 7000
MIN_VAL 0
NULL_VAL -9999
RECORTE 0
X_MIN 0.0
X_MAX 0.0
Y_MIN 0.0
Y_MAX 0.0
RESX 0.0
RESY 0.0

Sección 4

[DEM_OUT_METODO]
SINK 1
ASPECT 1 2 2
SLOPE 1 7
FLOWCONCENT 0

Sección 5

[SEC_TRAYECT]
ALGORITHM 2
DIST_MAX 400000.0
ALT_MAX 0.5
DIST_RAN 3
INCRE 0.2
[SEC_POINTS]
N_CENTROS 11
[X_Y_JERAR_RIO]
771377.389 9924808.424 1 1

Sección 4

Sink

Aspect

Slope

Interfaz Gráfica de Usuario (GUI)

The screenshot shows the MDTAnalisis v.1.1-2017-05-12 GUI. The interface is divided into several sections, each highlighted with a blue border and labeled with a section number:

- Sección 1:** DIRECTORIOS Y FICHEROS DE ENTRADA. Contains fields for 'Archivo MDT' and 'Dir Out'.
- Sección 3:** MODIFICACION DEM ORIGINAL. Contains fields for 'Maskara' and 'XYZ file', and radio buttons for 'DTM modifica', 'Fase I', and 'Fase II'.
- Sección 2:** DATOS DTM. Contains fields for 'Formato MDT' (Binario, ASCII), 'Valor Maximo del DTM (m)', 'Valor Minimo del DTM (m)', 'Valor Nulo interno', and 'Recorte en UTM' (X min, X max, Y min, Y max, Res X, Res Y).
- Sección 5:** TRAYECTORIAS DE FLUJO. Contains radio buttons for 'Algoritmo' (Minima Topografia, Maxima pendiente) and fields for 'Distancia maxima (m)', 'Altura maxima (m)', 'Distancia radial (m)', 'Incremento (m)', and 'N. puntos'.
- Sección 4:** PROCESADO DTM. Contains checkboxes for 'DTM sink', 'DTM Aspect', 'DTM Slope', and 'DTM Flowconcent', and a text field for 'DTM Aspect'.
- Sección 6:** A vertical panel on the right containing buttons for 'Load', 'Save', 'Help', 'Run' (highlighted in yellow), and 'Quit'.

Archivos de entrada y directorio de salida.

Nota: Para facilitar la transferencia de los archivos entre computadores, **se utilizan rutas relativas** en los archivos de configuración, aunque en la GUI se muestra la ruta absoluta.

Archivo MDT

Corresponde al Modelo Digital del Terreno que se vaya a utilizar de base. Los dos formatos aceptados son Golden Software Binary Grid (GSBG) y Golden Software ASCII grid (GSAG), ambos con extensión *.grd y georeferenciados en WGS84-UTM (m). Puede utilizarse cualquier resolución, siempre y cuando el computador tenga memoria suficiente para almacenar el MDT. En caso contrario, a partir del archivo original, puede seleccionarse una zona específica de trabajo con la opción de “Recorte” que aparece en la “Sección 3”.

Comprobaciones: Desde la GUI se evalúa si el campo ha sido rellenado, si el archivo existe, en caso negativo da un mensaje para que la ruta al mismo sea corregida.

Directorio de salida

El directorio de salida es donde se almacenarán los productos generados por el MDTanaliza. Tras la incorporación de la GUI, el directorio debe ser creado previamente.

Nota: El contenido del directorio se borra en cada simulación, por tanto, si se quieren almacenar distintas simulaciones, en vez de trabajar en el mismo directorio de salida, es conveniente generar otros nuevos con sus correspondientes archivos de configuración (*.cfg).

Comprobaciones Desde la GUI se evalúa si el campo ha sido rellenado, si la ruta absoluta (path) existe. Desde el MDTanaliza, se evalúa igualmente si el directorio existe y, en caso afirmativo, borra su contenido.

Sección 2

[Volver al índice](#)

Datos del MDT.

Nota: Esta sección se divide en dos partes, una que posee datos obligatorios y otra opcionales (Recorte)

Datos obligatorios de MDT

Formato binario/ASCII

En primer lugar tenemos el formato del archivo MDT, hay que definir si es binario o ASCII.

Comprobaciones: Desde la GUI, una vez seleccionado un archivo MDT, se determina si el formato ha sido escogido y, en caso afirmativo, si es correcto. Si la carga del MDT se realiza individualmente, el formato se evalúa y se escoge automáticamente. Si la carga se realiza desde un archivo de configuración, se evalúa si el formato es correcto, caso contrario da un aviso.

Máximos y Mínimos

En segundo lugar tenemos que introducir los valores máximos y mínimos en enteros. Estos valores restringen las celdas que serán consideradas como válidas durante el proceso de lectura del MDT. Si los valores no son correctamente asignados, bien porque el valor máximo es menor que el real, bien porque el mínimo es superior, puede quedar una parte del archivo de salida con valores nulos.

Comprobaciones: Desde el GUI se controla que los valores existen y son enteros. Desde el MDTanaliza se evalúa estos valores respecto a los del archivo MDT. Si se observan anomalías, estas son reportadas en el archivo **resumen.txt**, sin detener el proceso de cálculo.

Nulo

El valor nulo, es un valor que utiliza el MDTanaliza a nivel interno para asignar a todas aquellas celdas que quedan fuera del rango anterior. Este valor nulo aparece en los archivos de salida correspondientes, por lo que puede ser utilizado para aplicar una transparencia.

Nota: La elección de valor nulo puede ser cualquiera siempre que sea negativa y entero.

Comprobaciones: Desde el GUI se controla que el valor existe y es negativo.

Datos opcionales del MDT

Recorte

En aquellos casos donde se dispone de un MDT de grandes dimensiones y alta resolución, se puede trabajar en un área específica sin necesidad de cortar el MDT y generar un nuevo archivo. Basta con indicar las coordenadas máximas y mínimas (en WGS84 UTM) y la resolución con la que se trabaja. De esta forma, el MDTanaliza leerá todo el MDT de entrada, pero sólo almacenará en memoria el área de interés señalado. De igual forma, los archivos de salida tendrán las dimensiones específicas determinadas por el área de recorte.

Nota 1: Al seleccionar las coordenadas es conveniente usar de apoyo el MDT original, del cual se toma los valores decimales de las coordenadas de esquina elegidas. Esta información puede visualizarse en las propiedades del MDT (metadatos). Así nos aseguramos que el solape sea lo más exacto posible. Pueden utilizarse tantos decimales como estén disponibles.

Nota 2: Si se utiliza un área específica dentro de un MDT, el archivo máscara puede tener las dimensiones específicas de dicha área con el objeto que sea más reducida, pero igualmente deben coincidir los centros de las celdas que definen las esquinas.

Comprobaciones: Desde la GUI se evalúa si se han rellenado todos los campos, si los datos son decimales y, para el caso de la resolución, si ambos (x,y) son positivas.

[Volver al índice](#)

Opción de modificación del MDT

Nota 1: Esta opción está dividida en dos fases, por lo que será necesario **ejecutar el MDTanaliza dos veces** para finalizar el proceso.

Nota 2: Es importante **respetar el formato** y tipología (integer o float) de los datos de entrada solicitados.

Nota 3: Para **evitar desbordamientos de memoria**, las dos fases se realizan sin almacenar los puntos. En ambos casos se realiza la selección y **se escribe directamente** en los correspondientes archivos de salida.

Fase I

En esta fase es necesario la utilización de una “máscara” que señala el espacio cuya coordenada Z será modificada, asignando valores 1 para los puntos de interés y 0 para el resto. Para generar la máscara se crea previamente un polígono que delimite el área de interés, añadiendo un atributo con el valor 1. Posteriormente se rasteriza el polígono, utilizando para ello un raster con valores 0 que debe ser generado previamente a partir del MDT disponible (por ej. utilizando la calculadora raster y multiplicando el MDT * 0). De esa forma las dimensiones y resolución de la máscara serán las mismas que las del MDT original. Como producto de salida genera un archivo denominado **xyz_fase1.txt** con el formato X Y Z NEWZ, donde NEWZ tiene valor 0.0. Cada coordenada corresponde con el centro de una celda del MDT de la zona de interés.

Nota: Importante, el archivo **xyz_fase1.txt** de la Fase I se genera en el directorio de salida, si se va a trabajar con el, una vez revisado, es importante **moverlo a un directorio de trabajo** más estable.

Comprobaciones: Al activar la Fase I, solo permite la introducción de la máscara de entrada. Desde la GUI se evalúa si el archivo existe, en caso negativo da un mensaje para que la ruta al mismo sea corregida. También se comprueba si es binario o ASCII y la interfaz elige una opción u otra. Si la carga se realiza desde un archivo de configuración (*.cfg), se verifica que el tipo de archivo corresponda con el formato seleccionado. Desde el MDTanaliza, se evalúa que las dimensiones del MDT y de la máscara sean las mismas, caso contrario genera un aviso y detiene la simulación.

Fase II

Una vez asignado el nuevo valor de Z al archivo xyz_fase1.txt, puede procederse con la segunda fase. Para ello se selecciona el mencionado archivo y el software busca la columna y fila correspondiente en la matriz almacenada del MDT. Una vez localizada la celda, se procede a sustituir la Z en una matriz equivalente que finalmente se convierte en un archivo de salida con el nombre **newmdtxyz.grd**, en formato binario. Al mismo tiempo calcula el número de celdas modificadas, su superficie y el volumen, datos que son escritos en un archivo denominado **resumen.txt**, también en el directorio de salida.

Comprobaciones Al activar la Fase II, solo permite la introducción del archivo con los valores de la nueva z de entrada, quedando anulado el campo de máscara. Desde la GUI se evalúa si el archivo existe, en caso negativo da un mensaje para que la ruta al mismo sea corregida. Desde el MDTanaliza se evalúa el número de puntos sustituidos y si es distinto al de entrada se genera un mensaje de aviso en el archivo **resumen.txt**. También se evalúa que las coordenadas de los puntos estén dentro de las dimensiones del área de trabajo seleccionada en el MDT (ver sección 2, recorte) o bien en todo el MDT.

Sección 4

Cálculos específicos.

[Volver al índice](#)

Sink

Evalúa la presencia de sumideros (sink) en el MDT, celdas rodeadas por otras cuyas cotas son superiores. El programa las localiza y genera un nuevo MDT (grid) de salida con estos puntos corregidos, denominado **newmdtsink.grd**. Paralelamente se crea otro archivo en formato *.txt denominado **outsink.txt** que contiene cada uno de los puntos con sus coordenadas, identificador y las cotas de las 8 celdas próximas, con el fin de poder evaluarlos. El algoritmo utilizado en la actualidad calcula un valor medio respecto a las 8 celdas que rodean a la celda que se analiza y le asigna una nueva cota.

Nota 1: Si seleccionamos este procedimiento, el resultado de las trayectorias estará basado sobre el MDT corregido, en caso contrario actuará sobre el MDT original.

Nota 2: Este procedimiento no es recomendable en MDTs con valores enteros, dado que tienen a generar múltiples superficies planas y sumideros. De igual manera, las trayectorias pueden calcularse en el MDT corregido, pero en ese caso se recomienda que también se realicen sobre el MDT original.

Comprobaciones: No se realizan desde la GUI, es un elemento opcional.

Aspect - Orientación

Calcula la orientación de la celda en función de la mínima altura o de la máxima pendiente. Dependiendo del método elegido, la información obtenida se muestra en uno o en dos archivos de salida denominados **aspec_degree.grd** y **aspec_normaliza.grd**. Si elegimos el método de mínima altura o el de máxima pendiente con algoritmo 1, únicamente obtendremos el segundo archivo. Si escogemos el de máxima pendiente con el algoritmo 2 entonces obtendremos ambos archivos. **aspec_degree.grd** muestra el valor de orientación en grados, tomando el valor 0 en el norte; el segundo ha sido clasificado en 8 grupos que se corresponden con los siguientes valores descritos en <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00q900000023000000>:

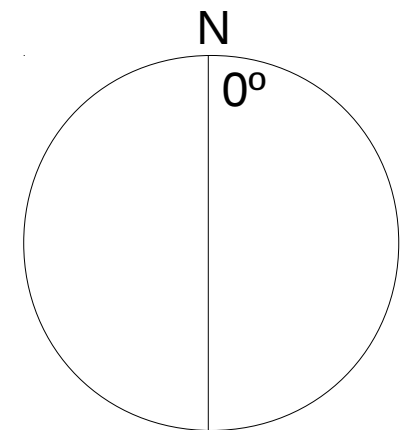
Reclasificado

```
Aspect = 0.0 - aspect < 22.5) = 0;  
Aspect >= 22.5 - aspect < 67.5) = 1;  
Aspect >= 67.5 - aspect < 112.5) = 2;  
Aspect >= 112.5 - aspect < 157.5) = 3;  
Aspect >= 157.5 - aspect < 202.5) = 4;  
Aspect >= 202.5 - aspect < 247.5) = 5;  
Aspect >= 247.5 - aspect < 292.5) = 6;  
Aspect >= 292.5 - aspect < 337.5) = 7;  
Aspect >= 337.5 - aspect <= 360.0) = 0;
```

A la celda central se le asigna uno de los siguientes valores, en función de la orientación obtenida:



64	128	1
32	255	2
16	8	4



Comprobaciones: Desde la GUI, si ha sido seleccionado, el tipo de algoritmo en primer nivel y, para el segundo, dos variantes posibles cuyos valores tienen que estar entre 1-2

[Volver al índice](#)

Cálculos específicos.

Slope – Pendiente

Para el cálculo de la pendiente se han implementado diversos métodos descritos, el primero en **Burrough, P. A., and McDonell, R. A., 1998. Principles of Geographical Information Systems (Oxford University Press, New York), 190 pp.** (<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00q90000001r000000>), el resto en el artículo **J. Tang & P. Pilesjö , 2011. Estimating slope from raster data: a test of eight different algorithms in flat, undulating and steep terrain. 146. doi:10.2495/RM110131.** (<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/RM11/RM11013FU1.pdf>) . Para su uso debe activarse la opción Slope y definir el número que se corresponde a cada uno de los métodos descritos a continuación:

1. Métoodo BM (Burrough and McDonellffer 1998).
2. Second-order finite difference 2FD (Fleming and Hoffer [3])
3. Three-order Finite Difference Weighted by Reciprocal of Distance 3FDWRD (Unwin [11])
4. Three-order Finite Difference, Linear regression plan 3FD (Sharpnack et al [7])
5. Three-order Finite Difference Weighted by Reciprocal of Squared Distance 3FDWRSD (Horn [5])
6. Frame Finite difference FFD (Chu and Tsai [9])
7. Maximum Max (Travis et al. [10], EPPL7 [2]) – **NO SE RECOMIENDA**
8. Simple difference Simple-D (Jones [6]) – **NO SE RECOMIENDA**

a	b	c	c9	c8	c7
d	e	f	c6	c5	c4
g	h	i	c3	c2	c1

Identificación de celdas

Como resultado se obtienen tres raster denominados **slope_degree.grd**, **slope_porcen.grd** y **slope_clasific.grd**. El primero de ellos tiene los valores de pendientes expresados e grados, el segundo en porcentajes (45° – 100%) y el tercero reclasificado. A partir de la disposición de las 3x3 celdas se obtienen las siguientes ecuaciones correspondientes a cada uno de los métodos comentados arriba.

Comprobaciones: Desde la GUI, se evalúa si el cálculo slope ha sido activado y si se ha seleccionado un método con un valor entre 1 y 8.

$$1 \begin{aligned} fx &= ((c + 2f + i) - (a + 2d + g)) / 8 * resx \\ fy &= ((g + 2h + i) - (a + 2b + c)) / 8 * resy \end{aligned}$$

$$2 \begin{aligned} fx &= (c6 - c4) / 2 * resx \\ fy &= (c8 - c2) / 2 * resy \end{aligned}$$

$$3 \begin{aligned} fx &= (c3 - c1 + \sqrt{2}(c6 - c4) + c9 - c7) / (4 + 2\sqrt{2}) * resx \\ fy &= (c8 - c2) / 2 * resy \end{aligned}$$

$$4 \begin{aligned} fx &= (c3 - c1 + c6 - c4 + c9 - c7) / 6 * resx \\ fy &= (c7 - c1 + c8 - c2 + c9 - c3) / 6 * resy \end{aligned}$$

$$5 \begin{aligned} fx &= (c3 - c1 + (2 * (c6 - c4)) + c9 - c7) / 8 * resx; \\ fy &= (c7 - c1 + (2 * (c8 - c2)) + c9 - c3) / 8 * resy; \end{aligned}$$

$$6 \begin{aligned} fx &= (c3 - c1 + c9 - c7) / (4 * resx); \\ fy &= (c7 - c1 + c9 - c3) / (4 * resy); \end{aligned}$$

$$7 \begin{aligned} &\max(\text{abs}((c5 - c1) / (\sqrt{2} * resx)), \text{abs}((c5 - c2) / resx), \text{abs}((c5 - c3) / (\sqrt{2} * resx)), \\ &\text{abs}((c5 - c9) / (\sqrt{2} * resx)), \text{abs}((c5 - c7) / (\sqrt{2} * resx)), \text{abs}((c5 - c6) / resx), \\ &\text{abs}((c5 - c8) / resx), \text{abs}((c5 - c4) / resx)) \end{aligned}$$

$$8 \begin{aligned} fx &= (c5 - c4) / resx; \\ fy &= (c5 - c2) / resy; \end{aligned}$$

Formula final

$$\text{Slope} = \text{atan} \sqrt{(fx^2 + fy^2)}$$

Reclasificado

```
slope < 2 = 1; //Muy ligeramente inclinado
slope >= 2 - slope < 5 = 2; //ligeramente inclinado
Slope >= 5 - slope < 10 = 3; //inclinado
slope >= 10 - slope < 15 = 4; //Fuertemente inclinado
Slope >= 15 - slope < 30 = 5; //Moderadamente escarpado
slope >= 30 - slope < 60 = 6; //Escarpado
slope >= 60 = 7; //Muy escarpado
```

Cálculo de trayectoria de flujos

Nota: Esta sección depende del número de puntos señalados en el campo “N. puntos”. Si es igual a cero, entonces no se tiene en cuenta los datos y se ponen uno por defecto en el archivo de configuración. Si el número de puntos es mayor de cero, entonces si se evalúa la sección.

Tipo de algoritmo

Para la elección del cálculo de trayectoria se han implementado dos algoritmos, el primero basado en la mínima altura (Lowest height method - 1) y el segundo en la máxima pendiente (Steepest slope method - 2). Ambos son algoritmos que sólo definen una ruta posible, por contraposición a los algoritmos de multi-flujo, que crean varias al considerar todas las celdas con valores inferiores o superiores, según sea el método elegido. Se ha incluido un tercer algoritmo basado en la mínima altura, pero que busca ampliando el número de anillos (3). Los algoritmos están diseñados para mostrar las zonas de mayor incertidumbre, aquellas donde resulta más complejo encontrar una ruta clara.

Comprobaciones: Desde la GUI se evalúa si el campo algoritmo ha sido seleccionado.

Distancia máxima (metros)

Corresponde a la distancia máxima a la que llegan los flujos. Esta distancia se calcula a partir del número de puntos obtenidos a lo largo del trazado y la resolución a la que se trabaja. Dado que en ocasiones no se sigue una recta es conveniente incrementar esta medida si se quiere cubrir el área deseada.

Altura crítica (metros)

Representa la altura del frente del flujo, es un valor que se añade a la z original de la celda. Dependiendo de las características del MDT y del tipo de fenómeno a evaluar, puede indicarse una altura pequeña o mayor. Cuanto más grande sea, mayor puede ser la variación en la ruta final. Es conveniente aplicar valores bajos y altos para ver el resultado de ambos.

Distancia radial

Para el algoritmo por anillos, define el radio de búsqueda random cuando no encuentra una salida a partir de los diferentes anillos de celdas

Incremento

Cuando encontramos agujeros sin salida, se aplica un “rellenado de la celda” en los los algoritmos 1 y 2. Este parámetro muestra el incremento que se aplica a la altura crítica en cada medición hasta que alcanza una altura que supera a alguna de las celdas que la rodean.

Número de puntos

Indica el número de filas que deben ser leídas por el programa MDTanaliza para incorporar los puntos origen desde los que se calcularán las trayectorias

Puntos - coordenadas

Se copian y pegan las coordenadas de los puntos a analizar. El formato actual es x y njerar id

Comprobaciones Desde la GUI se evalúa si el campo de número de puntos es mayor a 0. En caso afirmativo se evalúa si el resto de parámetros están presentes, si son enteros o decimales y si son positivos. Para el caso de las coordenadas, sólo se evalúa que estén presentes.

Botones de control.

Nota: Para facilitar la transferencia de los archivos entre computadores, se utilizan rutas relativas en los archivos de configuración, aunque en la interfaz gráfica se muestra la absoluta.

Load

Permite la carga de un archivo de configuración previamente guardado.

Nota: Si el archivo ha sido guardado con una versión anterior que no se corresponde, dará un error de lectura que se mostrará en la línea de comandos. Es importante verificar que el formato del archivo de configuración se corresponde con la versión en uso.

Comprobaciones: Desde la GUI, una vez leído el archivo de configuración, se verifican todos los campos para ver si son correctos.

Save

Permite guardar un archivo de configuración en cualquier momento. Esto permite recuperarlos cuando sea necesario.

Comprobaciones Desde la GUI, antes de guardar, se verifica que la información contenida en todos los campos es correcta (que están rellenos los campos obligatorios, que tienen el formato decimal o entero adecuado, que son positivos o negativos, etc.)

Help

Permite la apertura del presente archivo de ayuda.

Run

Permite la ejecución del programa MDTanaliza, cuya información se muestra en la línea de comandos. Antes de la ejecución genera un archivo de configuración por defecto "MDTanaliza_default.cfg" desde el que lee todos los datos necesarios. Este archivo mantiene la información de la última simulación realizada.

Comprobaciones Desde la GUI, antes de guardar, se verifica que la información contenida en todos los campos es correcta (que están rellenos los campos obligatorios, que tienen el formato decimal o entero adecuado, que son positivos o negativos, etc.)

Quit

Permite cerrar la GUI.