



Tridimensional Landscape Analysis. Local Operating Computation

Jean-François PARROT
LAGE (Laboratorio de Analisis GeoEspacial)
Instituto de Geografía
Universidad Nacional Autonoma de México (UNAM)

Jean-François PARROT

LAGE, Instituto de Geografía
UNAM, México D.F., México



Manual de utilización del *Software* TLALOC

I. Características generales

El *software* TLALOC (Tridimensional Landscape Analysis Local Operating Computation) representa una herramienta nueva y poderosa para el estudio de la morfometría y de la geomorfología a partir del uso de Modelos Digitales de Terreno (MDT). De hecho, los MDT describen cada vez con mayor precisión la superficie terrestre, de tal manera que ofrecen la posibilidad de estudiar en detalle los diversos aspectos relacionados con la forma del relieve. Los *softwares* comerciales existentes sólo tratan parcialmente este aspecto. Por esta razón, utilizando los módulos MS-DOS que desarrolle desde 2004 y que conciernen a ésta problemática (varias publicaciones se realizaron), me dedique a integrarlos en un *software* desarrollado en el ambiente *windows* con el *software* Borland C++ Builder Vers. 6.

TLALOC es el dios azteca de la lluvia, uno de los agentes mayores que modelan el relieve. Por esta razón, utilicé este nombre como sigla de mi *software* desarrollado en la ciudad de México.

TLALOC utiliza MDT de 16 o 32 bits. Existen tres ventanas principales: la primera corresponde a la presentación del MDT y su superficie (sombra, aspecto, pendiente, etc.) lo que permite generar los bloques tridimensionales; la segunda es en donde se presentan los parámetros calculados que también se pueden sobreponer al MDT; en la última se muestra la red fluvial extraída directamente del MDT, la cual sirve para obtener parámetros secundarios en el espacio bidimensional y tridimensional.

El software contiene varios menús: 1) **Files** con sus comandos que permiten abrir, importar y, cuando se generan, exportar y guardar los MDT e imágenes. Así, existen interfases uniendo el Software a diversos SIG. 2) **DEM Form** contiene los comandos siguientes: información sobre el MDT, dimensión fractal, visión tridimensional, extracción de la red fluvial o de las curvas de nivel, introducción de las coordenadas UTM. 3) **Surface Parameters** donde se generan una serie de atributos primarios, es decir parámetros provenientes directamente del estudio de la superficie del MDT, a saber: Pendiente, Aspecto, Concavidad, Convexidad, Densidad de las curvas de nivel, Dimensión fractal local, Superficie tridimensional, Profundidad total, etc. 4) **Drainage Network Parameters**: una vez extraída o importada la red fluvial aparece este comando, así como los atributos relacionados: Densidad de Disección (en cuadrantes o

dentro de una ventana móvil, a partir de la densidad de píxeles o la longitud de la red fluvial), Densidad de Disección tridimensional, Dimensión fractal de la red fluvial, Densidad de Cabeceras, etc.

Los comandos de **Tools** corresponden a herramientas tales como acceso a una paleta de color, histogramas, etc. El comando **Window** permite arreglar las diferentes ventanas en uso. Finalmente el comando **Info** da las indicaciones concernientes al *software* y al *copyright*.

Se debe aclarar que TLALOC produce imágenes de todos los parámetros en formato raw lo que permite iniciar tratamientos estadísticos o de cruzamiento de datos a partir de los valores reales de los diferentes parámetros, lo que no se encuentra en los diferentes *softwares* comerciales que se refieren sobre todo a interpretaciones visuales. Por otro lado, a cada atributo le corresponde histogramas y/o diagramas que se pueden guardar.

II. Los principales Menús del software

A la abertura aparece el cuadro reportado en la figura 1.

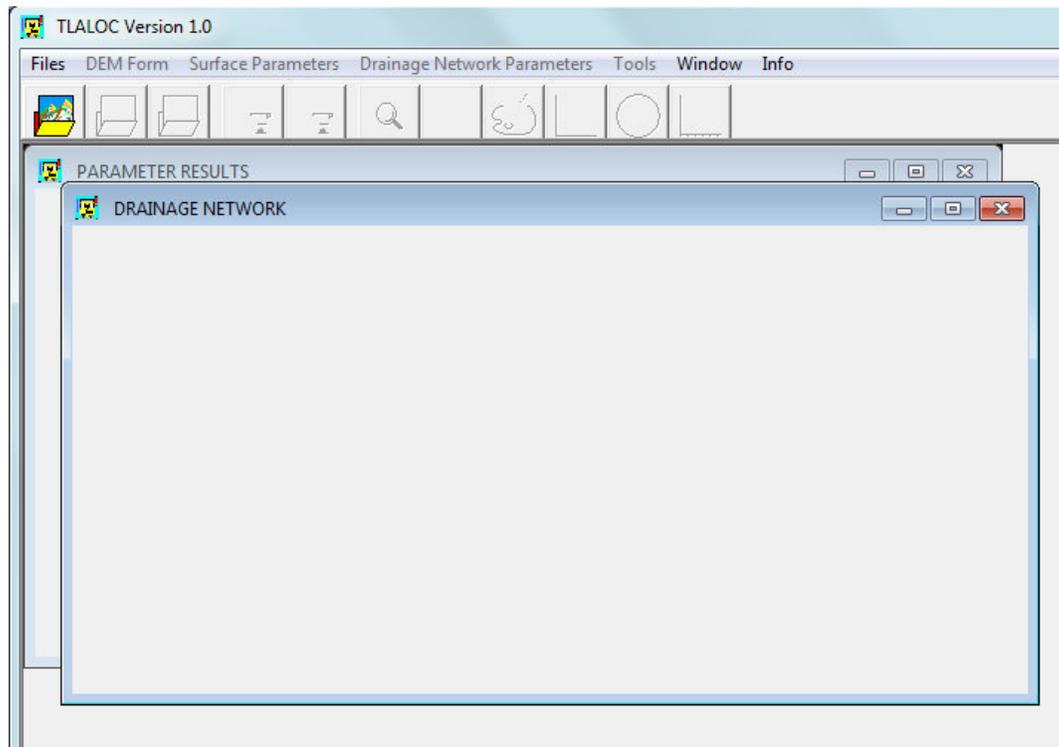
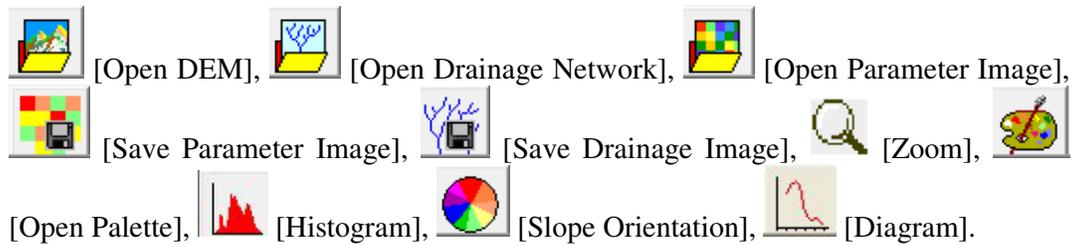


Figura 1. Abertura del software.

Existen siete Menús: el menú “**Files**”, el menú “**DEM Form**”, el menú “**Surface Parameters**”, el menú “**Drainage Network Parameters**”, el menú “**Tools**”, el menú “**Window**” y el menú “**Info**”.

Se encuentran igualmente 10 botones en la barra de tarea que permiten iniciar directamente un tratamiento:



III. El menú Files

El menú **Files** se compone de cinco submenús: el submenú “**Open**”, el submenú “**Import**”, el submenú “**Save**”, el submenú “**Export**” y por ende el submenú “**Exit**”.

El submenú “**Open**” se divide en tres comandos: “DEM”, “Drainage Network”, “Parameter Image”.

El submenú “**Import**” se divide en cuatro comandos: “Ilwis”, “Envi”, “Arcview” y “ArcInfo”. En la versión 1 del software, solo la función “Ilwis” se activa.

El submenú “**Save**” se divide en tres comandos: “DEM”, “Parameter Image” y “Drainage”.

El submenú “**Export**” se divide en cuatro comandos: “Ilwis”, “Envi”, “Arcview” y “ArcInfo”. En la versión 1 del software, solo la función “Ilwis” se activa.

Finalmente, el submenú “**Exit**” permite salir del software.

III.1. Submenú “**Open**”

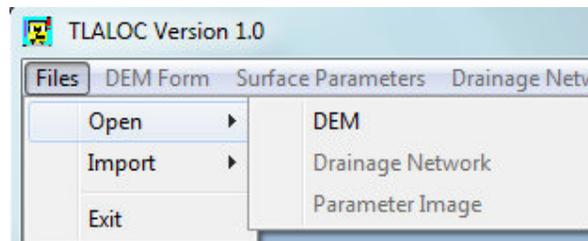


Figura 2. Abertura de un MDE (Modelo Digital de Elevación) o DEM (por sus siglas en ingles).

NOTA 1:

Al inicio del tratamiento, solamente los menús “**Files**”, “**Window**” y “**Info**” están activos, así como el botón  [Open DEM].

Existen dos fuentes posibles: o un Modelo Digital de Elevación con un formato raster de 2 o 4 bytes, o la importación de una imagen Ilwis.

El comando “*DEM*” del submenú “*Open*” abre una ventana de dialogo que se dirige directamente a la carpeta **C:\images** donde se pueden repartir diferentes sub-carpetas que contienen los archivos a analizar (Fig. 3). En el ejemplo de la figura 3, 10 sub-carpetas están comprendidas en la carpeta **C:\images**.

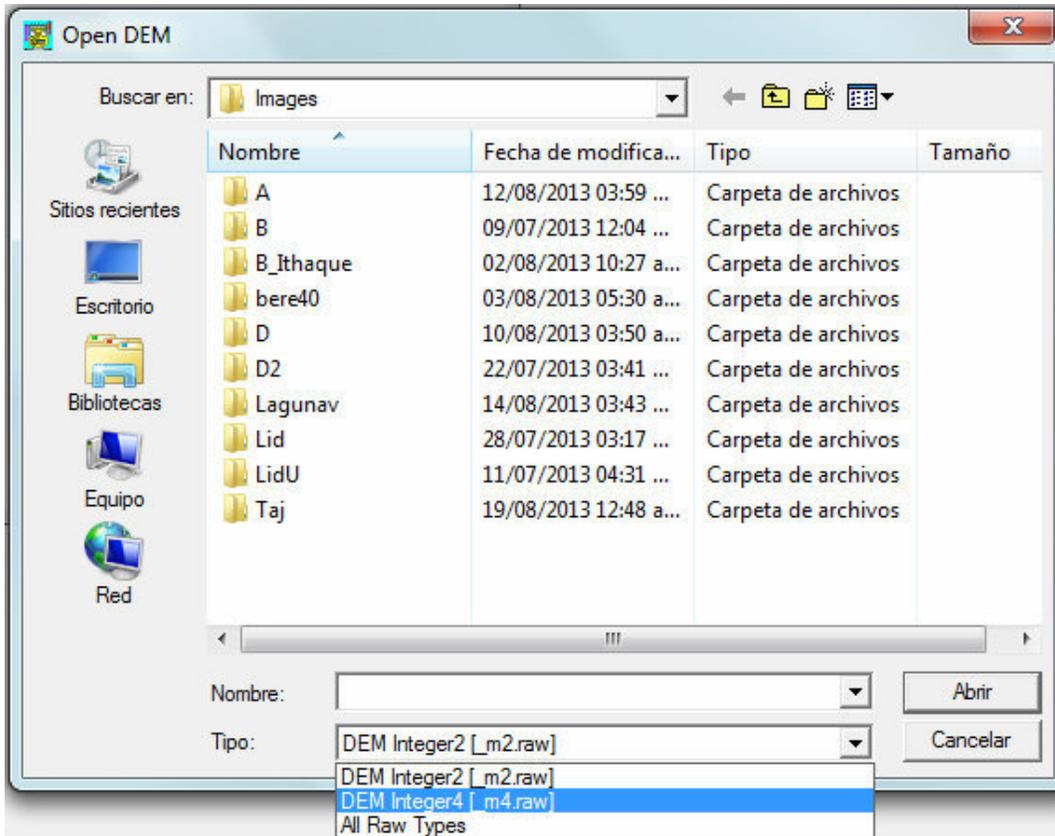


Figura 3. Ventana de dialogo para abrir un Modelo Digital de Elevación.

El software toma en cuenta tres tipos de Modelos Digitales de Elevación [MDE]: MDE de 2 bytes con extensión *_m2.raw*, MDE de 4 bytes con extensión *_m4.raw* y todo tipo de MDE con formato raster (extensión *.raw*). En el último caso, se requiere indicar el número de bytes del MDE (Fig. 4).

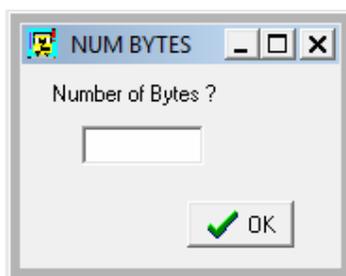


Figura 4. Definición del número de bytes (2 0 4).

El siguiente paso tiene que ver con indicación sobre la escala dinámica. La ventana de dialogo (Fig. 5) compara en primer lugar el tamaño real del archivo y el tamaño

calculado a partir del archivo descriptivo .txt que se relaciona con el MDE (líneas, columnas y número de bytes). Una diferencia entre estos dos valores significa que se presenta un error. Se indica el número de líneas y el número de columnas del MDE y cuál es la escala dinámica. Se puede así definir la unidad empleada para la escala altitudinal y el tamaño del pixel.

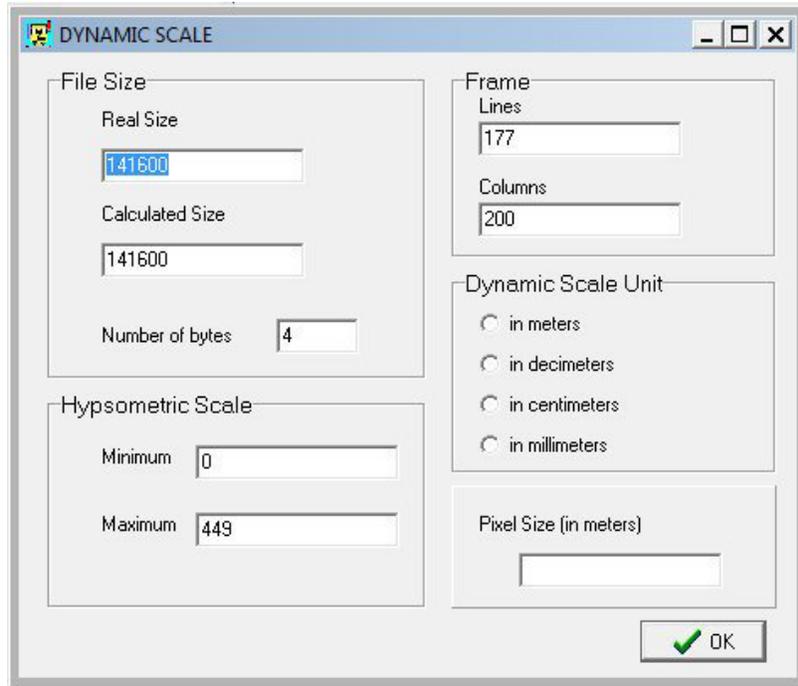


Figura 5. Ventana de dialogo concerniente a la escala dinámica.

Si falta alguna información, uno de los mensajes siguientes aparece en función del tipo de error (Fig. 6).

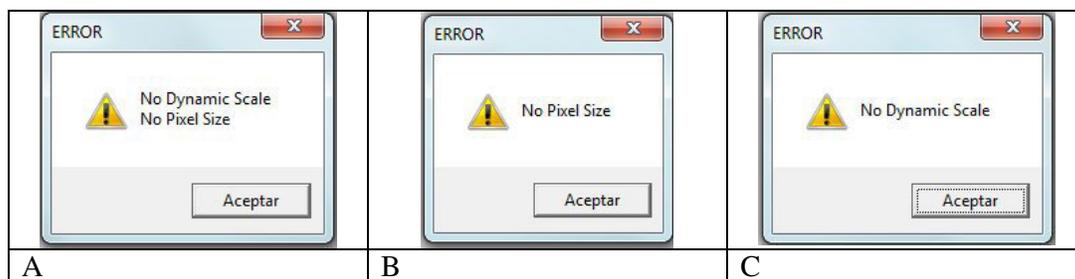


Figura 6. Mensajes de error.

Cuando todo el conjunto de información requerido es completo, el software despliega una imagen sombreada del Modelo Digital de Elevación (MDE) con valores predefinidas del azimut y de la elevación del sol (en general 45° y 45°).

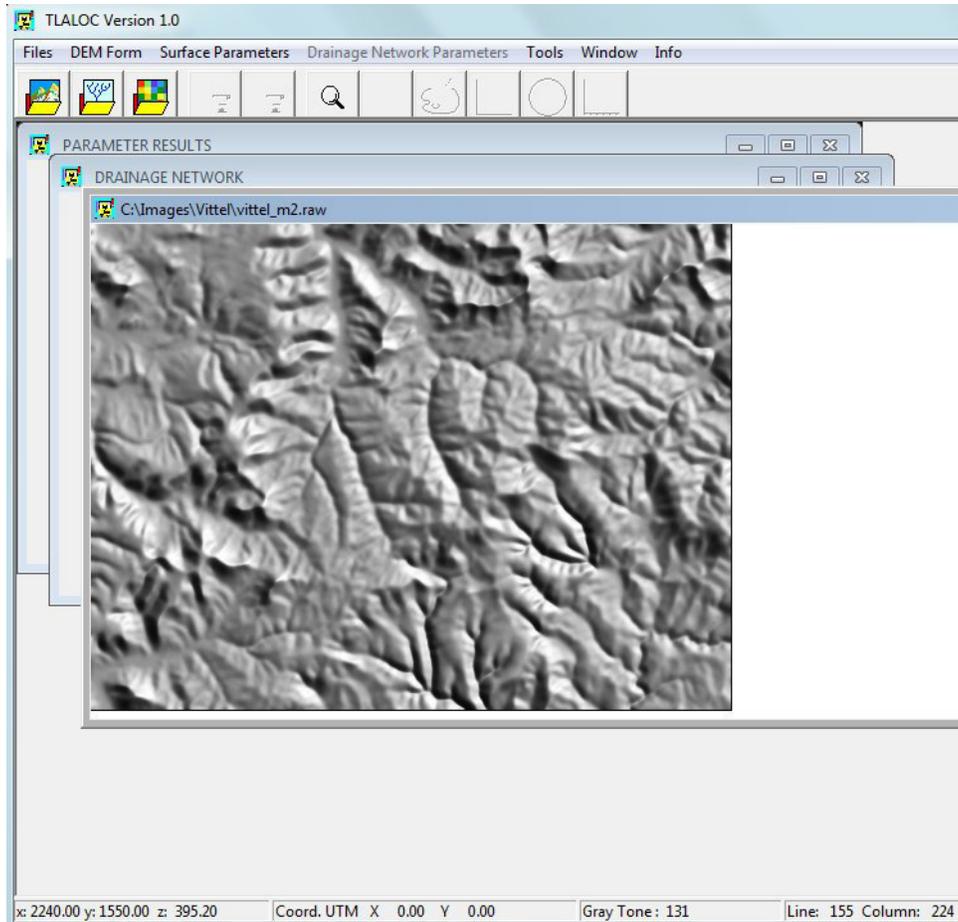


Figura 7. Ejemplo de despliegue.

Sobre la banda superior del panel de despliegue se indica el nombre del archivo así como su emplazamiento. Por otro lado, cuando se utiliza la función “Zoom”, se menciona sobre esta banda el rango del zoom (Fig. 8).

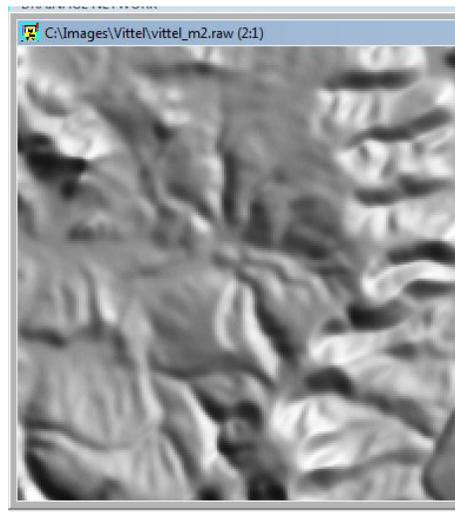


Figura 8. Zoom sobre la imagen de la figura 7 (ratio 2:1).

En la parte inferior del panel general (Fig. 7), se reporta los valores decimales x, y, z del pixel designado por el cursor (flecha), sus coordenadas UTM si estas se definieron anteriormente, el valor del tono de gris y la posición *i, j* del cursor.

Una vez desplegada la imagen del MDE sombreado el menú **File** contiene dos nuevos submenús: “*Save*” y “*Export*”. Se activan los menús “**DEM Form**”, “**Surface**

Parameters” y “**Tools**”, y también los botones  [Open DEM],  [Open Drainage Network],  [Open Parameter Image] y  [Zoom].

III.2. Submenú “*Import*”

En la versión presente del software TLALOC, solamente el comando “*Ilwis*” es activo. Ese comando abre una ventana de dialogo que pide el nombre del archivo con extensión .mpr (Fig. 9A). Se trata de un archivo de encabezado que liga los archivos siguientes: *.grf (Fig. 9B), *.mp#, y *.dom (Fig. 9C). El archivo *.grf contiene la información relativa a la georeferencia del archivo *.mp# que contiene los valores de los pixeles del Modelo de Elevación.

<pre>[Ilwis] Description='pouic'.mps Time=1044479186 DataReadOnly=no PropertiesReadOnly=no Type=BaseMap [BaseMap] CoordSystem=unknown.csy CoordBounds=610000.000000 210000.000000 610500.000000 2101000.000000 Domain=value_dom DomainInfo=value_dom;Long:;value:0;-9999999.9;9999999.9;0.1;offset=0; Range=-230.100:3239.100:0.000:offset=0; Type=Map MinMax=20:1 Perc1=10:-19 [Map] GeoRef='pouic'.grf Size=300 350 Type=MapVirtual MinMax=20:1 Perc1=10:-19 [MapStore] Data='pouic'.mp# Structure=Line StartOffset=0 RowLength=350 Type=real</pre>	<pre>[Ilwis] Description=Default Value Domain Type=Domain Time=824416653 DataReadOnly=yes PropertiesReadOnly=yes [Domain] Type=DomainValue Width=12 Representation=pseudo.rpr [DomainValue] Type=DomainValueReal [DomainValueReal] Min=-9999999.9 Max=9999999.9 Step=0.1</pre>	<pre>[Ilwis] Description=GeoReference Corners "pouic".grf Time=1043199058 Version=3.0 Class=GeoReference Corners Type=GeoRef [GeoRef] CoordSystem=unknown.csy Lines=300 Columns=350 Type=GeoRefCorners [GeoRefSmp] a11=0.040000 a12=0.000000 a21=0.000000 a22=-0.040000 b1=-17999.500000 b2=81600.500000 [GeoRefCorners] Corners/Corners=Yes MinX=610000.000000 MinY=210000.000000 MaxX=610500.000000 MaxY=2101000.000000</pre>
A	B	C

Figura 9. Ejemplo de archivos Ilwis. A. Archivo *.mpr; B. Archivo *.dom; C. Archivo *.grf.

Una primera ventana de dialogo (Fig. 10) pide el nombre del archivo con extensión .mpr, lo que abre la segunda ventana de dialogo (Fig. 11) que permite definir el tipo de formato de los datos Ilwis y dar un nombre al archivo creado por el software TLALOC. El número de bytes reportado en la ventana de dialogo concierne a los datos originales y proviene de la información de los archivos Ilwis.

Se debe aclarar que el archivo de salida va a tener una extensión _m4, lo que significa que el programa crea un MDE de tipo integer 4.

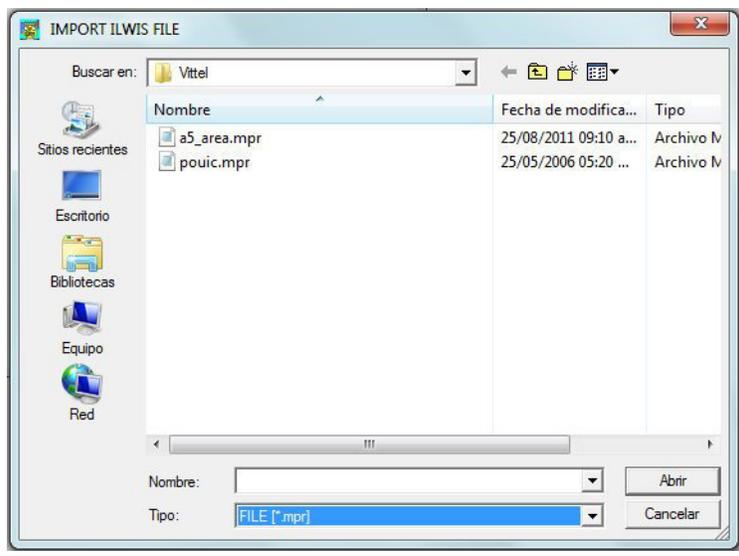


Figura 10. Primera ventana de dialogo para importar un archivo Ilwis.

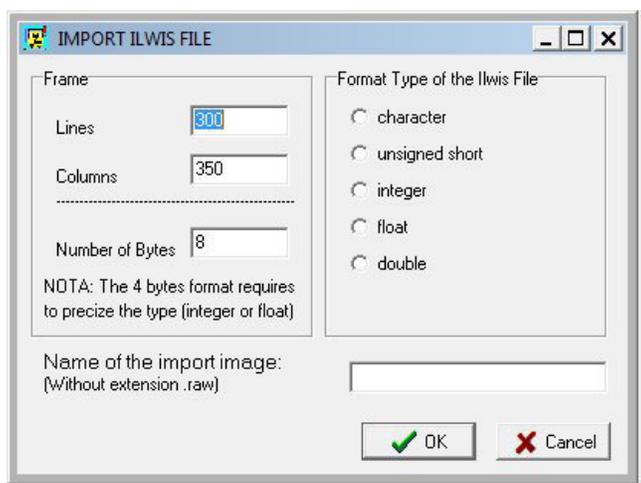


Figura 11. Segunda ventana de dialogo para importar un archivo Ilwis.

Finalmente se abre el MDE como anteriormente, utilizando el comando “DEM” del submenú “*Open*”, o el botón  [Open DEM].

NOTA 2:

Antes de describir el segundo menú, se tiene que decir que los botones  [Save Parameter Image] y  [Save Drainage Image], así como los tres comandos (DEM, Parameter Image y Drainage) del submenú “*Save*” se activan en función de los resultados provenientes de los tratamientos.

IV. El menú DEM Form

El menú **DEM Form** (Fig. 12) contiene ocho submenús: el submenú “**DEM Info**”, el submenú “**Shadowing**”, el submenú “**Histo Wrapped Image**”, el submenú “**3D Viewer**”, el submenú “**Extract Drainage Network**”, el submenú “**Contour Line Extraction**”, el submenú “**Global Fractal Dimension**” y finalmente el submenú “**Coord. UTM**”.

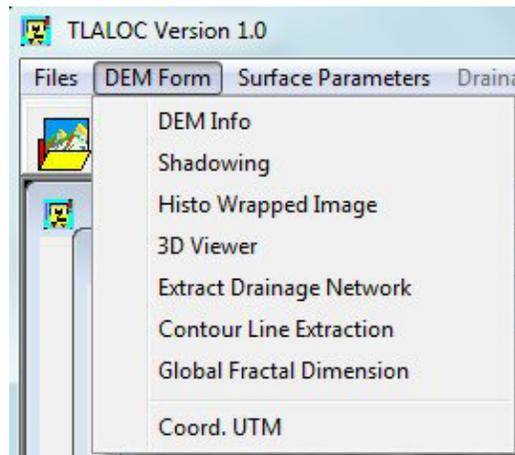


Figura 12. Los submenús del menú DEM Form.

IV.1. Submenú “**DEM Info**”

El submenú da una visión rápida del MDE (Fig. 13), lo que permite controlar si las características del modelo son correctas.

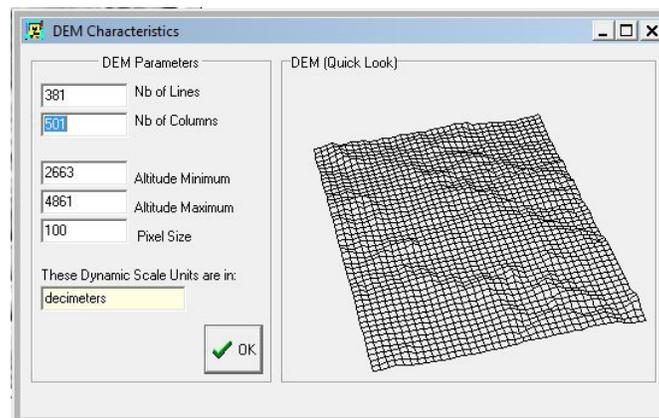


Figura 13. Quick Look del MDE.

IV.2. Submenú “**Shadowing**”

Ese submenú permite definir la iluminación del MDE y también aplicar al MDE una escala de color o de tonos de gris para las capas de altitud. La ventana de dialogo de la figura 14 ilustra cómo se definen los parámetros del submenú.

a) Función “Shadowing Calculation”

En primer lugar, se necesita definir las condiciones de iluminación del MDE. También es posible no usar un sombreado (Fig. 15). La posición del Sol se define con la ayuda del ratón en el cuadro “Azimuth/Elevation”. El cuadro “Previsualización” permite seguir en tiempo real el sombreado del MDE. Por otro lado, la función “Cast Shadow” genera sombras proyectadas sobre el MDE. Ese tratamiento permite calcular y definir la iluminación de una región durante un tiempo dado. En este caso, se pide el valor del coeficiente de atenuación. El valor de los parámetros aparece en el cuadro inferior-izquierdo (Fig. 15).

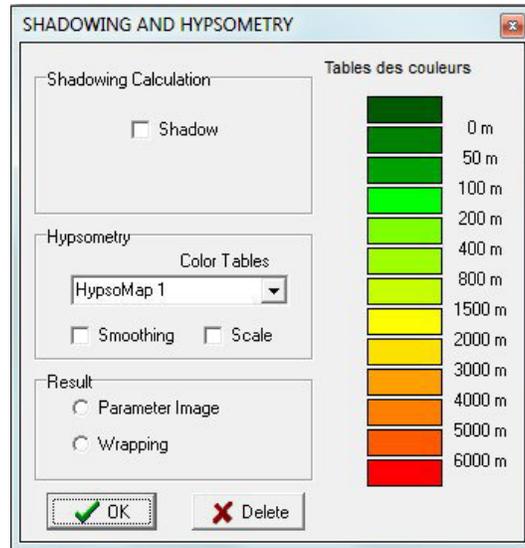


Figura 14. Parámetros del sombreado y de las capas de altitud.

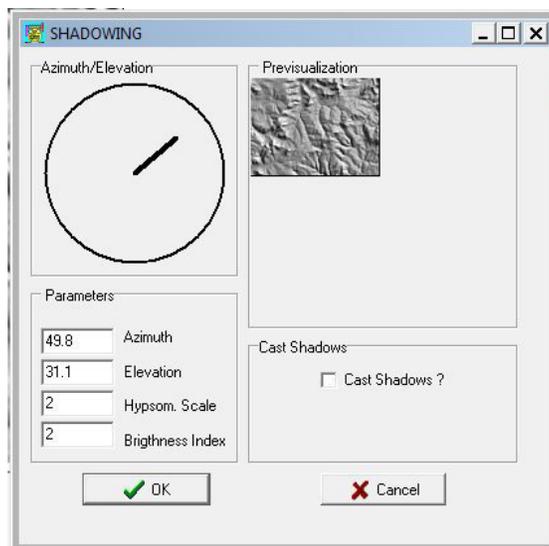


Figura 15. Definición de los parámetros del sombreado.

El MDE sombreado se puede generar a partir de ese momento. No es necesario utilizar la escala altimétrica. Si es el caso, se elige en la tabla de color la función “None”; la “*Tables des couleurs*” (en francés en la ventana) desaparece (Fig. 16).

Existen dos opciones para generar la imagen sombreada: crear una imagen “paramétrica” que corresponde al resultado y se concretiza en un nuevo panel; o envolver esa imagen directamente sobre el MDE que se queda en el primer panel de abertura. En realidad la segunda opción no presenta un interés real cuando se trata de una imagen sombreada y se debe sobre todo utilizar para envolver un resultado como por ejemplo la imagen de las capas de altitud (véase más adelante). Por otro lado, la

creación de una imagen de resultado (con o sin capas de altitud) activa el botón  [Save Parameter Image] y el comando “*Parameter Image*” del submenú “*Save*” dentro del menú **Files**.

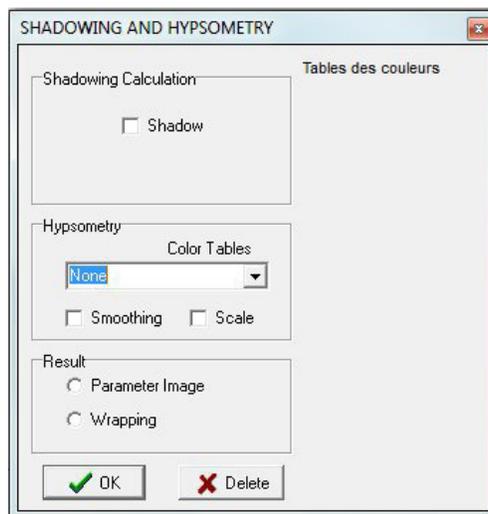


Figura 16. Creación de una imagen del DEM sombreado.

Cuando se guarda el resultado, la función “Shadow” tiene que ser activada, si no el programa envía el mensaje siguiente (Fig. 17).

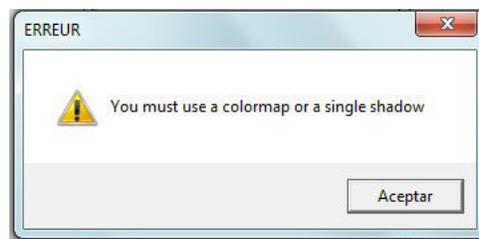


Figura 17. Mensaje de error concerniente a la ausencia de tratamiento “colormap or single shadow”.

b) Función “Hypsometric Slices”

El software permite en ese punto definir capas de altitud que se pueden o no sobreponer sobre el MDE sombreado.

Se necesita elegir una de las tablas de color disponibles (Fig. 18). La tabla “Personalized” no está activa en esa versión del software.

Por otro lado, se ofrece la posibilidad de suavizar la columna de los colores (“Smoothing”) (Fig. 18D).

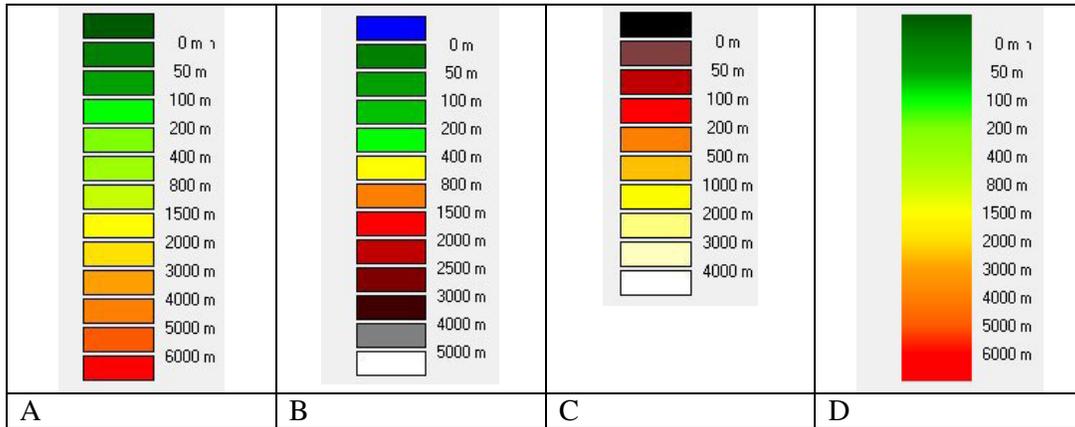


Figura 18. Tablas de colores. A. Tabla 1; B. Tabla 2; C. Tabla3; D. Suavización de la tabla 2.

La función “Gray tones” genera una imagen de las capas de altitud en tonos de gris (Fig. 19) o una imagen del equivalente en tonos de gris de la altitud en relación con las funciones “Scale” y “Smoothing”

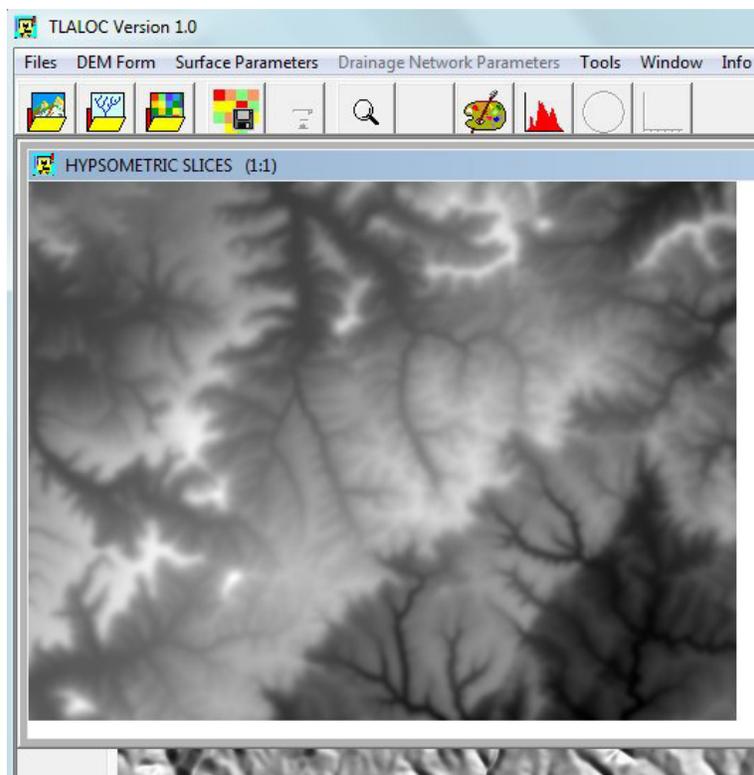


Figura 19. Equivalente tono de gris / altitud.

La imagen resultante puede utilizarse para realizar tratamientos estadísticos ya que la altitud no corresponde en ese caso a códigos de color. Esta función se aplica al cálculo de otros parámetros del relieve ofrecidos por TLALOC, lo que representa una particularidad interesante del software ya que corresponde a una cuantificación real de las características mesurables del terreno y no a una sobre-posición o interpretación subjetiva del usuario o software comercial.

NOTA 3:

Siempre se necesita utilizar la función “Scale” para generar la imagen; si no los resultados se refieren a la escala estándar de las tablas de color. Se indica que la escala está en metros, pero en realidad corresponde a los valores enteros de la escala dinámica que pueden ser en metros, decímetros, centímetros o milímetros. Ese inconveniente se arreglara en la próxima versión del software.

Cuando se despliega la imagen en tonos de gris de la altitud normalizada entre 0 y 255,

se activan dos botones:  [Open Palette] y  [Histogram]. El botón “Open Palette” permite aplicar dos escalas de color con suavización o no (Fig. 20).

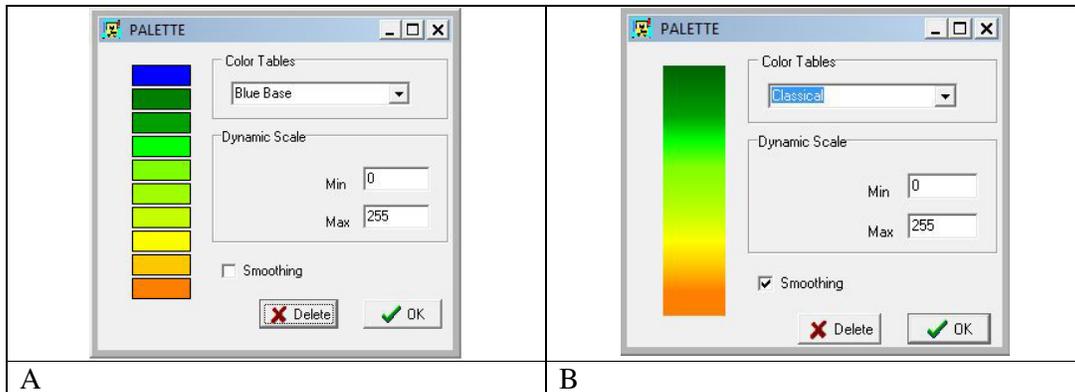


Figura 20. Escalas de color. A. Paleta “Blue base”. B. Paleta “Classical” con suavización.

El botón  [Histogram] calcula el histograma de esa imagen (Fig. 21).

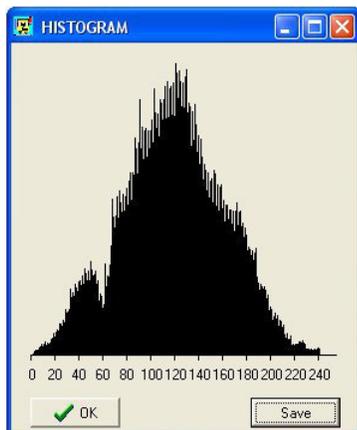


Figura 21. Histograma de la normalización de la altitud entre 0 y 255.

El histograma se puede guardar en formato .xls apretando el botón “Save” (Fig. 22). Así se modifica eventualmente la presentación del histograma con la ayuda del software Excel.

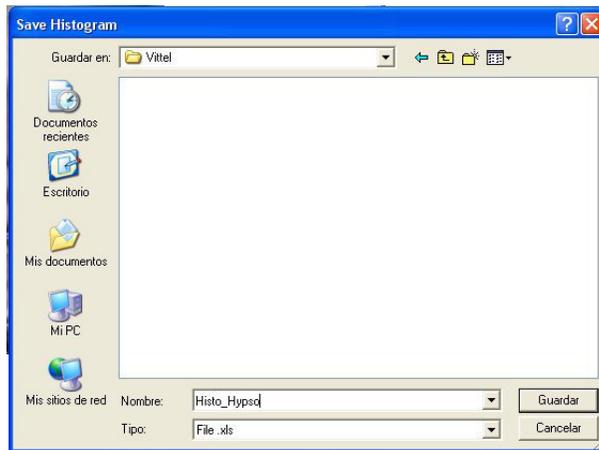


Figura 22. Ventana de dialogo para guardar el histograma en formato .xls.

La elección de una paleta como lo muestra la figura 20 genera una imagen en color de las capas de altitud (Fig. 23).

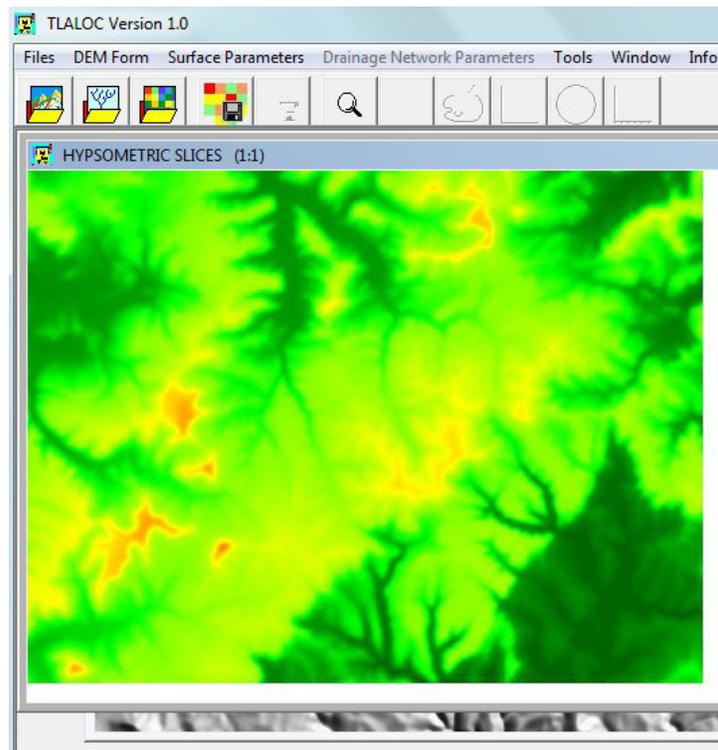


Figura 23. Imagen de la altitud con colores.

El despliegue de la imagen en color desactiva los botones  [Open Palette] y  [Histogram].

Por otro lado, se puede sobreponer directamente la imagen de las capas de altitud en color sobre el modelo sombreado. Se necesita definir en primer lado los parámetros de sombra y después elegir una paleta de color para las capas de altitud.

El resultado (Fig. 24) aparece en el panel de los resultados cuya barra de título indica “Hypsometric Slices and Shadow” con el valor del zoom, o puede envolver el MDE. Se recomienda la primera opción, porque se puede ulteriormente envolver el MDE con cualquier resultado con el submenú “*Wrapping*” del menú **Surface Parameters**.

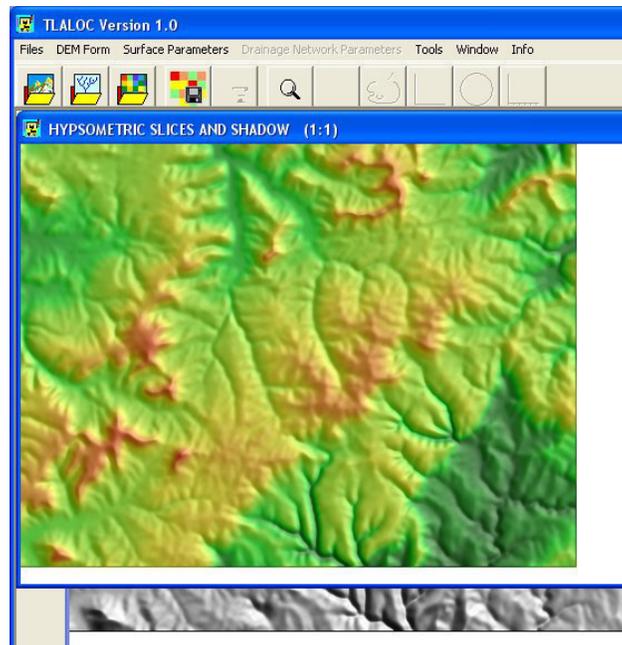


Figura 24. Imagen de las capas de altitud sobre un fondo sombreado.

IV.3. Submenú “*Histo Wrapped Image*”

Esa función permite modificar los colores rojo, verde y azul de la imagen que envuelve el MDE. Se abre una ventana con los histogramas respectivos de esos colores de tal manera que se puede modificar los valores mínimo y máximo de cada color (Fig. 25).

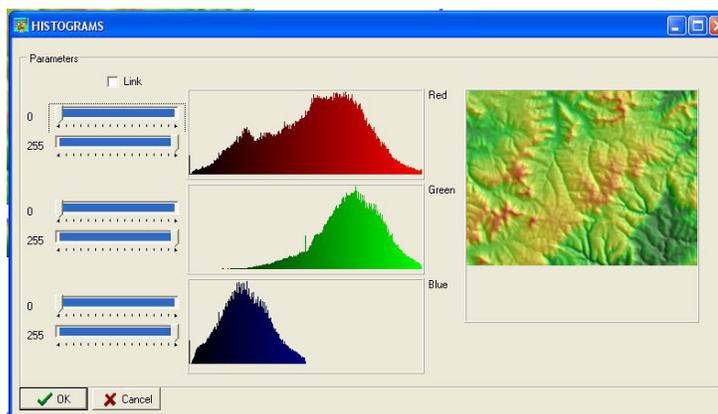


Figura 25. Histogramas de los colores rojo, verde, azul de la imagen sobrepuesta sobre el MDE.

La figura 26 ilustra el resultado de un estiramiento de la banda azul.

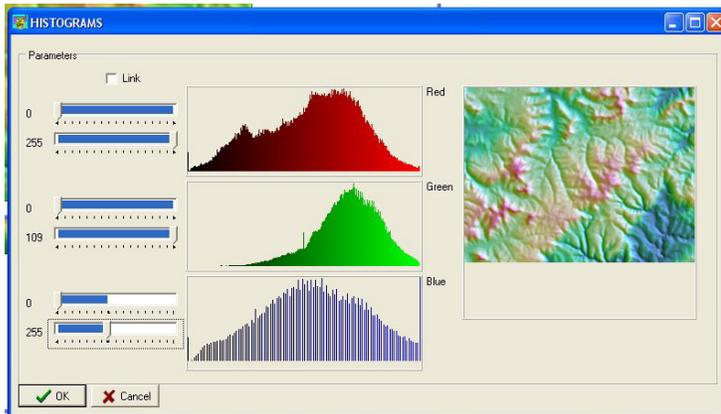


Figura 26. Modificación de los valores del color azul.

IV.4. Submenú “3D Viewer”

La ventana de comando (Fig. 27) tiene cuatro botones en la esquina superior derecha. Esos botones permiten hacer una rotación del modelo, desplazar el modelo, aumentar la escala vertical o hacer un zoom. El “Quick View” visualiza la malla o la superficie. Abajo la barra define los parámetros de visualización (valor fijo 0°, ángulo del plano, ángulo de rotación, distancia al observador, distancia lateral Este-Oeste, distancia lateral Norte-Sur, exageración vertical, valor del zoom).

Una vez definida la posición de la malla y sus características (rotación, zoom, exageración vertical, desplazamiento) como lo muestra la figura 28, se genera entonces el bloque 3D apretando el botón “Create”. El resultado reportado en la figura 29 se puede guardar (Fig. 30) como un mapa de bits.

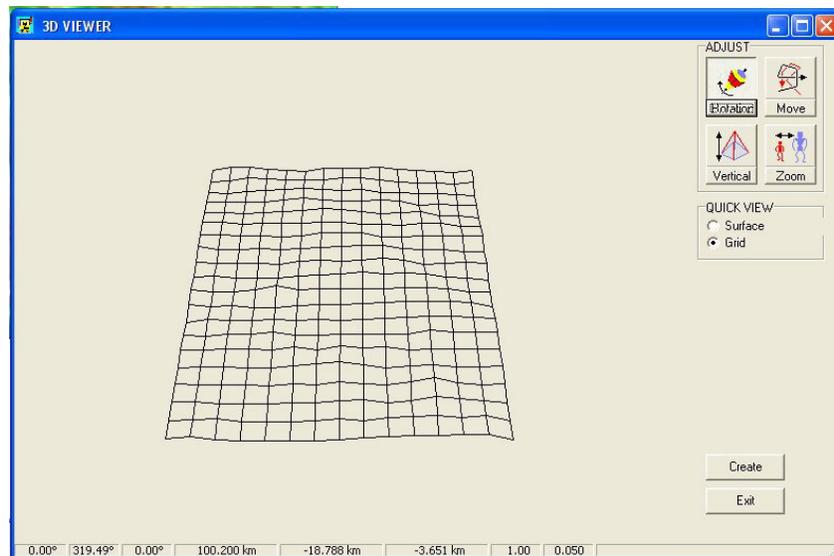


Figura 27. Comandos para generar un bloque 3D.

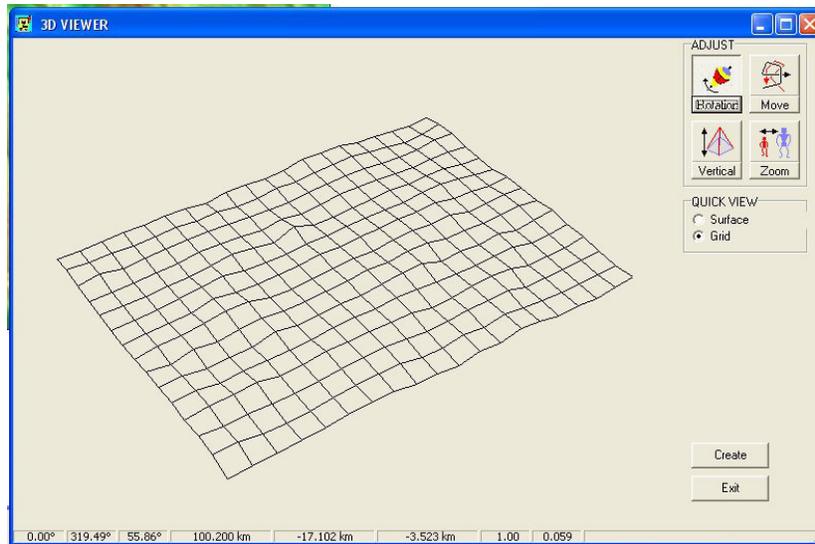


Figura 28. Posición de la malla después del ajuste.

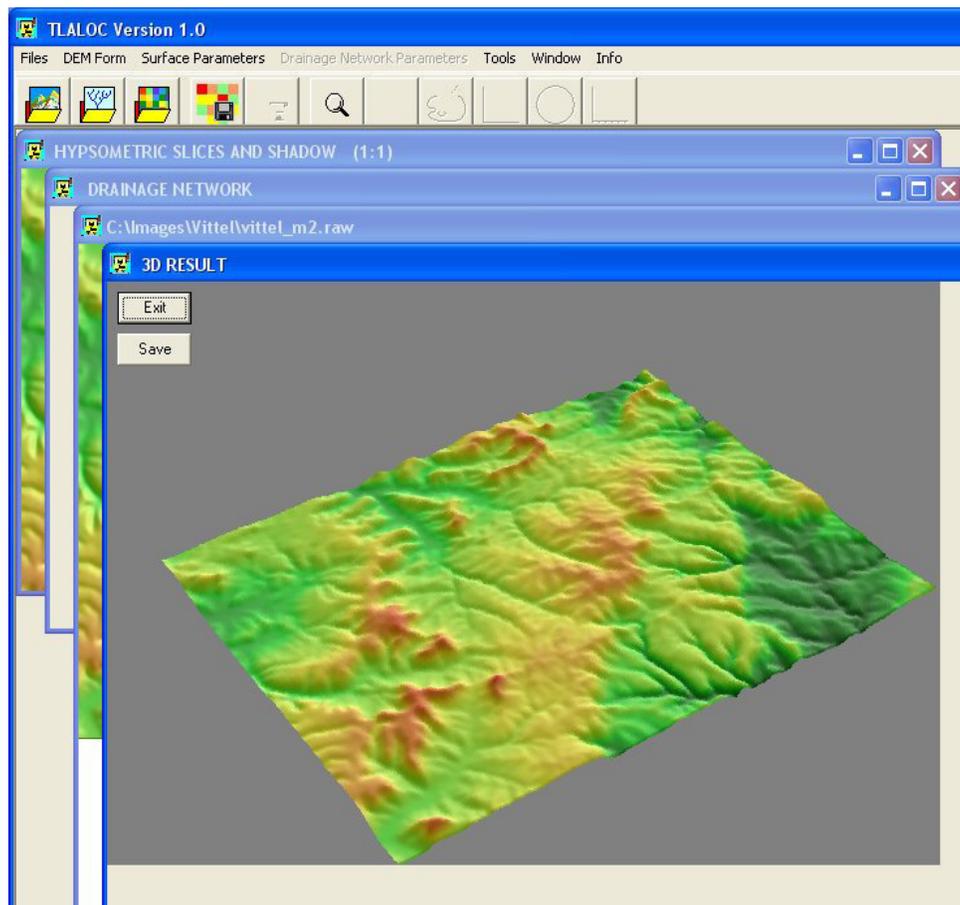


Figura 29. Resultado del tratamiento 3D Viewer.

El resultado se salva llamando el comando “Save” que aparece en el resultado. Ese comando abre la ventana de dialogo de la figura 30.

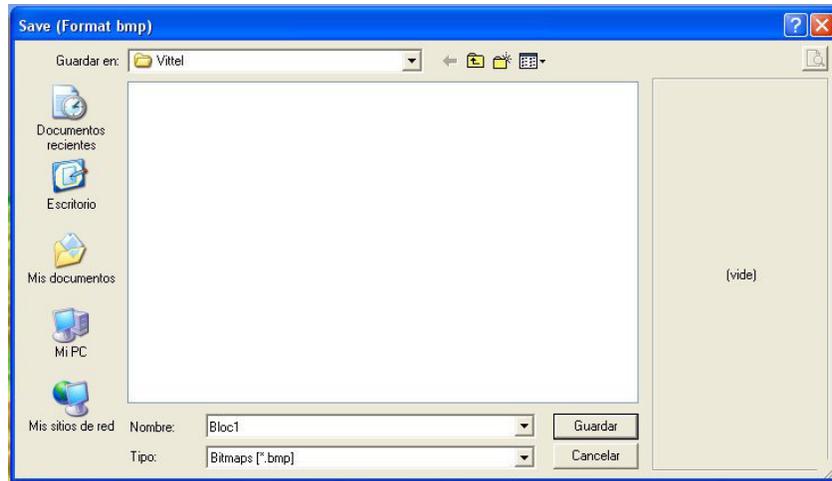


Figura 30. Ventana de dialogo para salvar el bloque 3D.

IV.5. Submenú “*Extract Drainage Network*”

La extracción de la red fluvial se basa sobre el supuesto de que un pixel del MDE se encuentra en un thalweg cuando, dentro de una ventana móvil, 55% de los pixeles vecinos son más altos que el pixel estudiado. Se utilizan ventanas de tamaño creciente para hacer el cálculo.

Se necesita aclarar que una ventana se puede definir por su rango. El tamaño impar del lado de la ventana móvil T se relaciona con el rango R de la manera siguiente: $T = (R \times 2) + 1$; en general se obtiene resultados correctos con el rango 2 y 3, pero esto depende del nivel de resolución vertical. Se necesita hacer pruebas (Fig. 31).

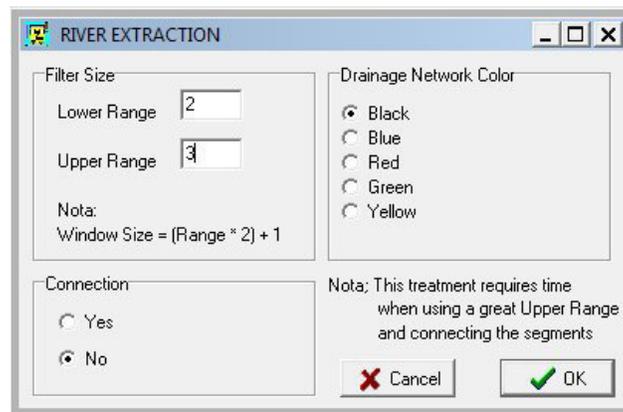


Figura 31. Ventana de dialogo para extraer le red fluvial.

En la versión actual, el programa no asegura la conexión entre los segmentos que dibujan los ríos. El resultado obtenido se reporta en la figura 32. Cuando aparece en su panel específico la red de drenaje sobre la pantalla, el comando *Drainage* del submenú

“*Save*” del menú **Files** se activa y también su equivalente el botón  [Save Drainage Image].

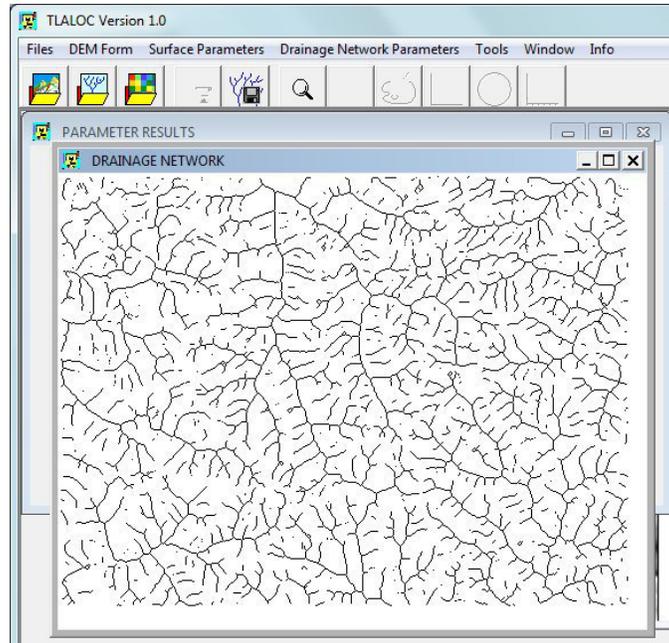


Figura 32. Red de drenaje.

Esa imagen se puede guardar para eventualmente limpiarla y arreglarla antes de calcular los parámetros que se relacionan con la red fluvial.

IV.6. Submenú “*Contour Line Extraction*”

El software permite extraer las curvas de nivel con diferentes intervalos hipsométricos (Fig. 33). De esa manera es posible calcular de nuevo el MDE utilizando los módulos apropiados.

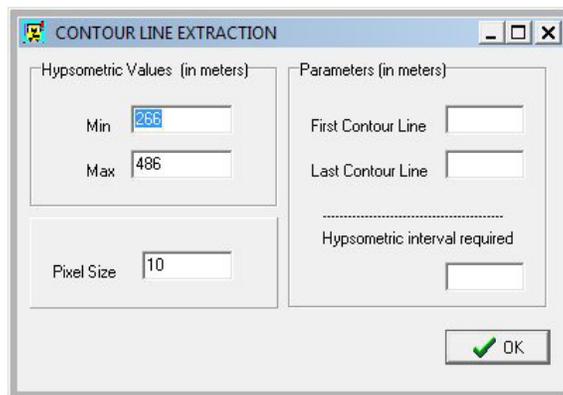


Figura 33. Comandos para la extracción de las curvas de nivel.

En el ejemplo reportado en la figura 34, se extrajeron una curva de nivel cada 5 metros. Cada curva tiene un tono de gris diferente que corresponden a una altitud dada.

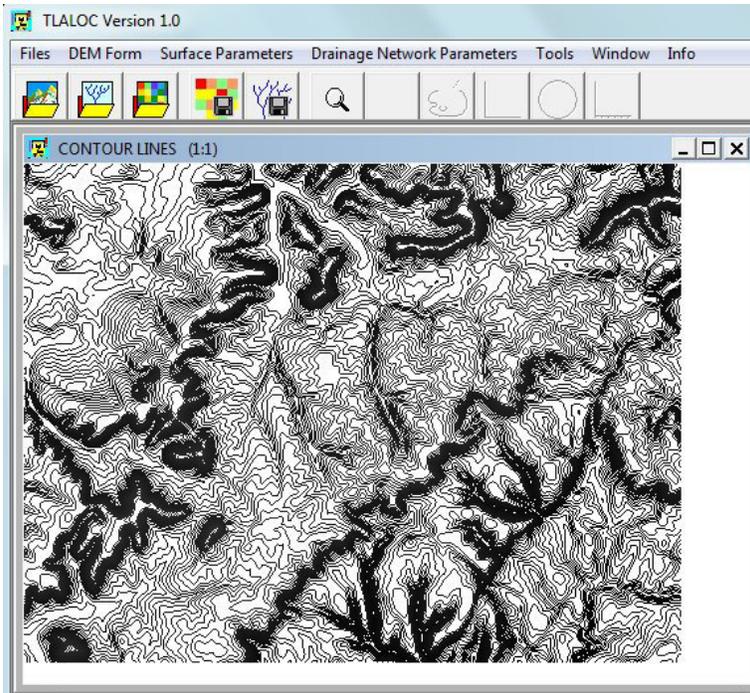


Figura 34. Curvas de nivel extraídas.

IV.7. Submenú “*Global Fractal Dimension*”

Esa función calcula la Dimensión Fractal Global del MDE (Fig. 35) dentro de un cuadrado de dimensión $m \times m$ donde $m = \min$ (líneas, columnas).



Figura 35. Dimensión Fractal del MDE.

IV.8. Submenú “*Coord. UTM*”

Esa función permite definir las coordenadas UTM de la región en estudio (Fig. 36). Cuando las coordenadas se definen, los valores de X, Y aparecen sobre la barra inferior de la pantalla (Fig. 37).

Por otro lado, si las coordenadas se definen en esa etapa, cuando se exporta el MDE al software Ilwis, no se necesita definir las (Fig. 38).

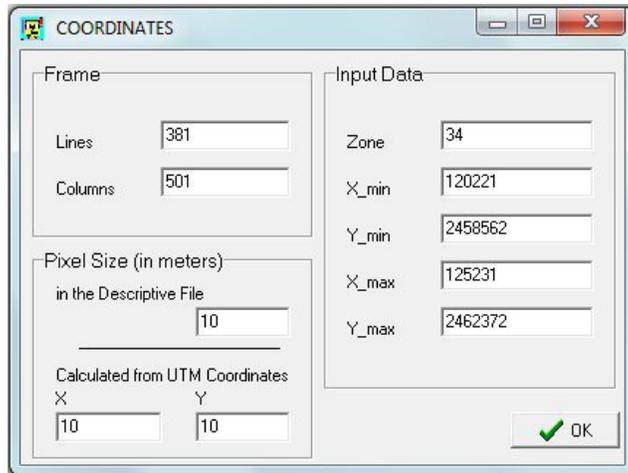


Figura 36. Introducción de las coordenadas UTM.

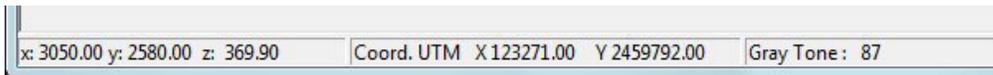


Figura 37. Coordenadas UTM del pixel designado por el cursor.

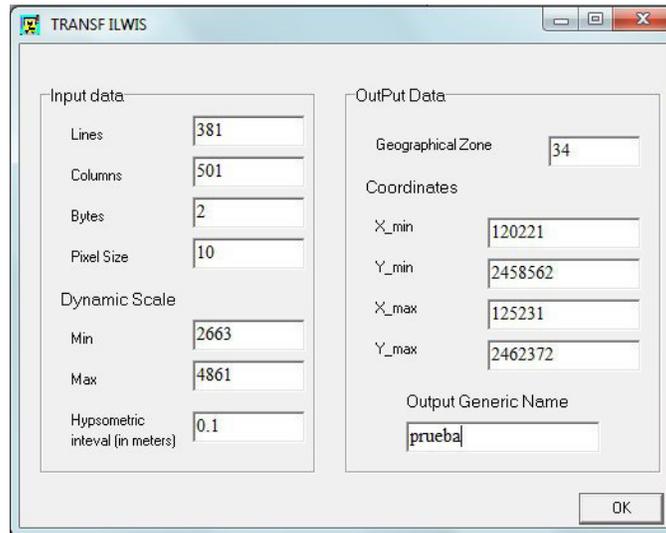


Figura 38. Transferencia del MDE al software Ilwis.

V. El menú Surface Parameters

El menú **Surface Parameters** (Fig. 39) contiene once submenús: el submenú “*Wrapping*”, el submenú “*Slope*”, el submenú “*Aspect*”, el submenú “*Shape Surface*”, el submenú “*Contour Line Density*”, el submenú “*Normal Dispersion*”, el submenú “*Local Fractal Dimension*”, el submenú “*Total Depth*”, el submenú “*Flow*”, el submenú “*Surface 3D*” y finalmente el submenú “*Circular Moving Window*”.

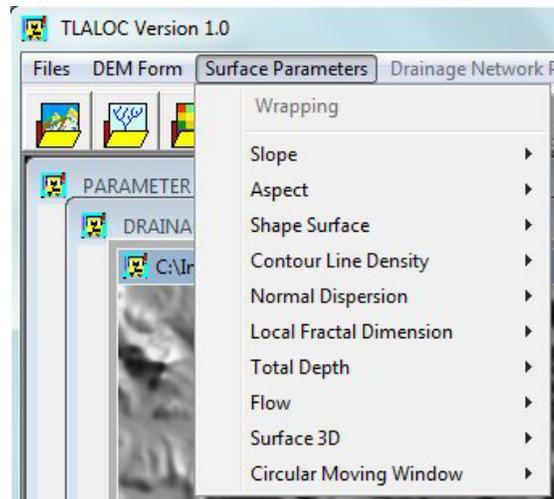


Figura 39. Submenús del menú *Surface Parameters*.

V.1. Submenú “Wrapping”

La transferencia (o envoltura) de un resultado sobre un MDE se activa únicamente cuando se despliegue una imagen sobre el panel “Resultado”. Se necesita usar esa función antes de crear un bloque 3D.

V.2. Submenú “Slope”

El comando “*Info*” abre una ventana que indica cómo se calcula la pendiente (Fig. 40).

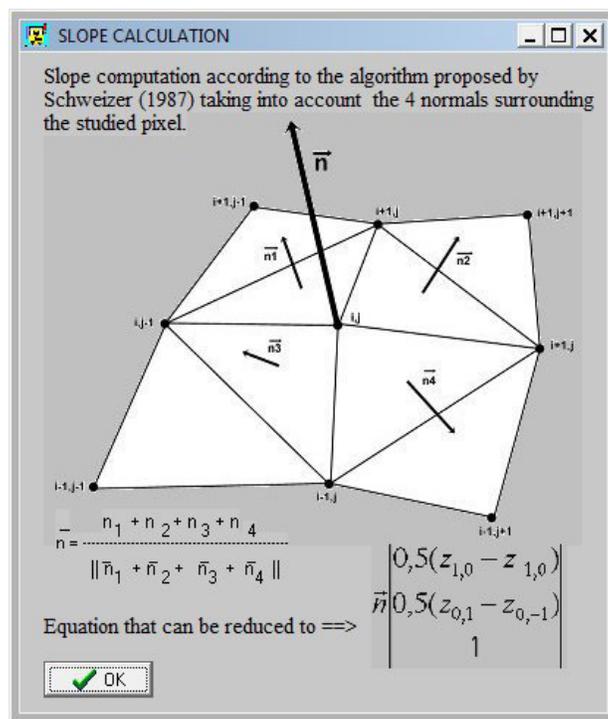


Figura 40. Información sobre el cálculo de la pendiente.

El comando “*Treatment*” abre la ventana de dialogo (Fig. 41) que permite elegir una tabla de color para la escala de pendiente; también se puede sobreponer esas paletas sobre el MDE sombreado, suavizar la paleta y definir donde se debe desplegar el resultado (nueva imagen o envoltura del MDE). La figura 42 ilustra un resultado de tipo “Sombra y Pendiente” con suavización de la paleta.

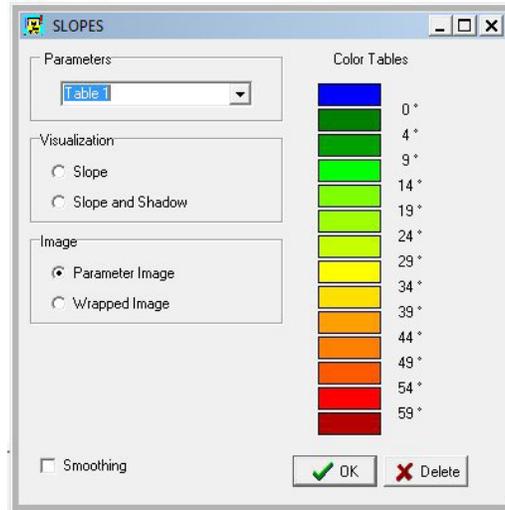


Figura 41. Ventana de dialogo para definir el tipo de tratamiento concerniente a la pendiente.

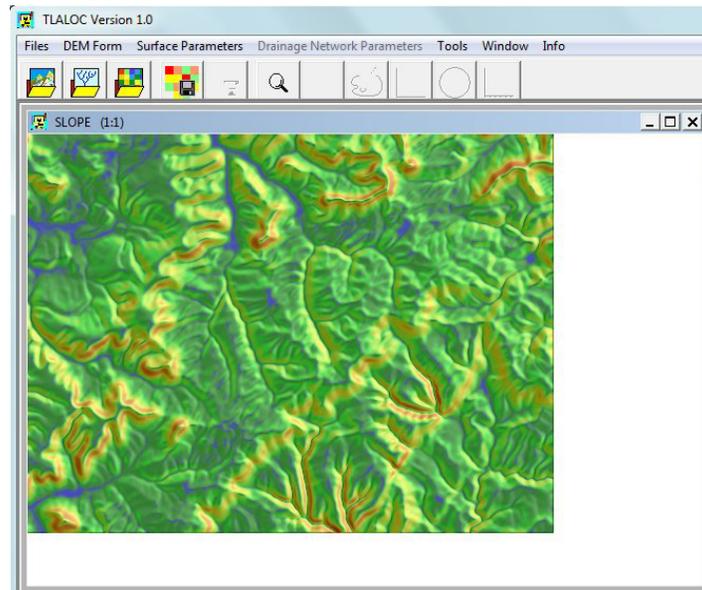


Figura 42. Imagen sombra y pendiente.

TLALOC tiene la particularidad de crear imágenes de resultado en tonos de gris que se pueden así utilizar en diferentes programas estadísticos, porque los valores en tonos de gris corresponden a valores reales de pendiente y no a códigos de color.

Como se describió arriba a propósito de la función “*Hypsometric Slices*” del Submenú “*Shadowing*” se puede crear una imagen en tono de gris cuando se elige el parámetro

“Gray Tones” (Fig. 43) en la ventana de dialogo anterior. Se propone crear una imagen paramétrica o envolver el MDE y normalizar los valores de pendiente entre 0 y 90° (en este caso, los valores son en grados), entre 0 y 180° (imagen de tonos de gris cada 0,5°) o estirar los valores para visualizar mejor el resultado (no se utilizara ese tratamiento en los acercamientos estadísticos).

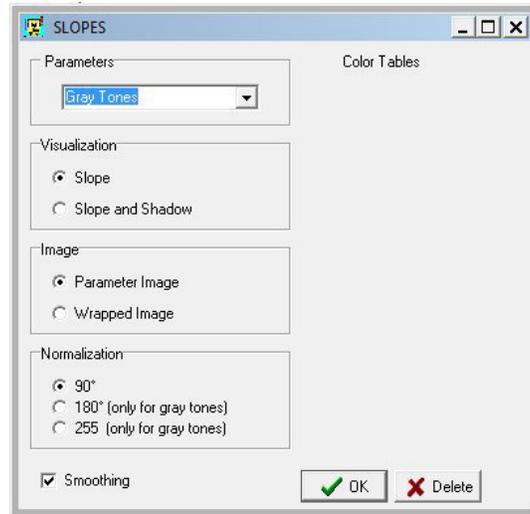


Figura 43. Ventana de dialogo (Pendientes en tonos de gris).

El despliegue del resultado (Fig. 44) activa como en el caso del estudio de las capas de altitud los botones  [Open Palette] y  [Histogram].

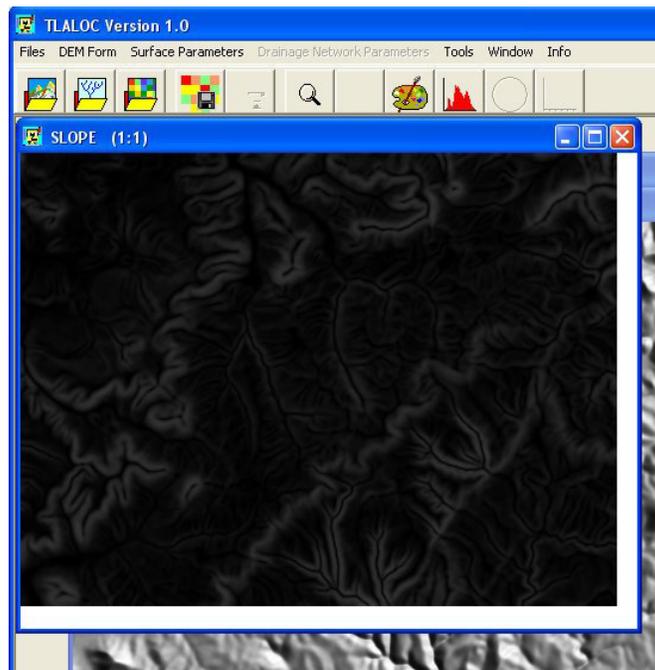


Figura 44. Pendientes en tonos de gris (en grados).

Como lo muestra la figura 44, para el ojo humano, las diferencias entre los tonos de gris no permiten distinguir los valores de pendiente que van de 0 hasta 56° como lo revela el archivo .xls proveniente del registro del histograma de la figura 45.

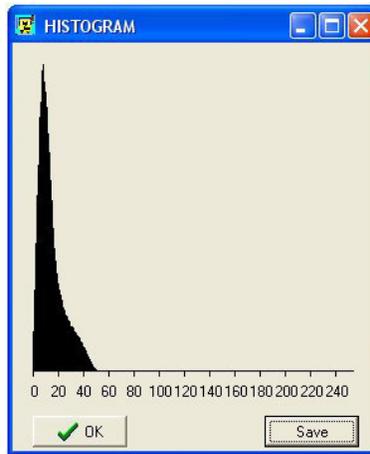


Figura 45. Histograma de las pendientes.

V.3. Submenú “Aspect”

El Aspecto corresponde a la dirección de la pendiente. Ese valor va de 0° hasta 359°. El comando “Info” muestra como se calcula ese parámetro a partir de los dos componentes del filtro de Sobel (Fig. 46).

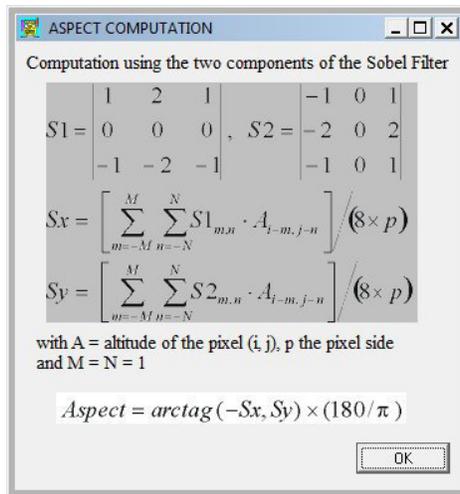


Figura 46. Información sobre el cálculo del aspecto.

La función “Treatment” abre una ventana de dialogo (Fig. 47) que permite definir los parámetros utilizados para calcular el aspecto. Existen dos paletas, una en color, la otra en tonos de gris. La columna de derecha muestra como se definen los colores de la paleta en función de la dirección de la pendiente. Tengo que aclarar que utilizo la “paleta del pintor” para atribuir valores a la dirección de la pendiente: Rojo en dirección del Norte, Amarillo para la dirección 120° y Azul para la dirección 240°. Los colores secundarios (naranja, verde, morado) según el modelo de color RYB correspondientes a

una dirección dependen de la combinación de esos tres colores primarios; por ejemplo, verde para la dirección 180° (ese color es el complementario del rojo e indica una dirección inversa a 0°).

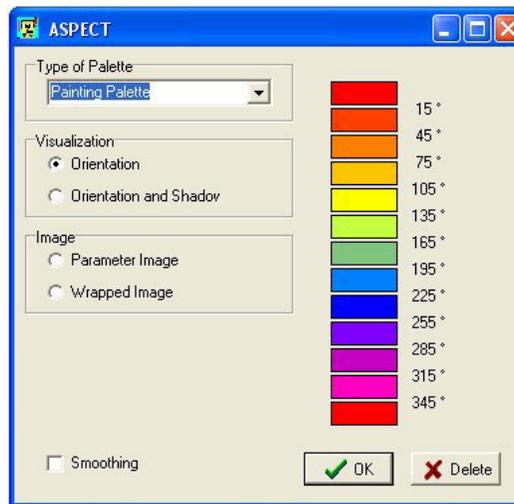


Figura 47. Ventana de dialogo del submenú “Aspect”.

Es posible mezclar sombra y aspecto, suavizar los colores y también definir donde el resultado (Fig. 48) se va a desplegar (imagen como parámetro o como envoltura).

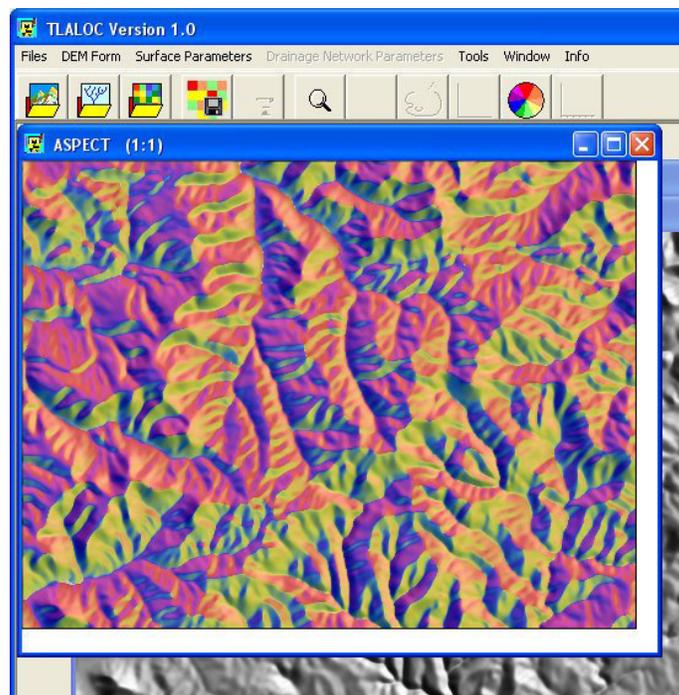


Figura 48. Imagen del aspecto sobrepuesta sobre el MDE sombreado.

Cuando aparece la imagen del aspecto, se activa el botón  [Slope Orientation] en la barra de tareas.

Ese botón que muestra cómo se distribuyen los colores en la imagen, permite abrir el diagrama de la frecuencia de las direcciones en la zona en estudio (Fig. 48). El botón “Save” en la ventana donde aparece el diagrama permite guardar el diagrama con el formato .xls

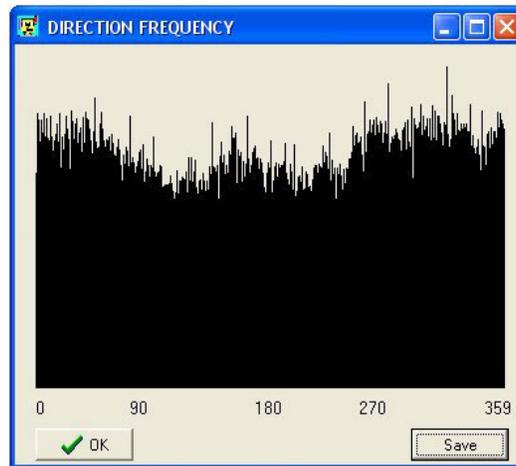


Figura 48. Diagrama de frecuencia del aspecto.

NOTA 4:

La imagen en tono de gris no se crea en esta versión del Software, al igual que las funciones “Normal Dispersion” y “Flow” que se están desarrollando para la nueva versión de TLALOC.

V.4. Submenú “*Shape Surface*”

Ese submenú contiene tres opciones de tratamiento: cálculo de la convexidad o de la concavidad y búsqueda de las superficies horizontales planas (Fig. 49).

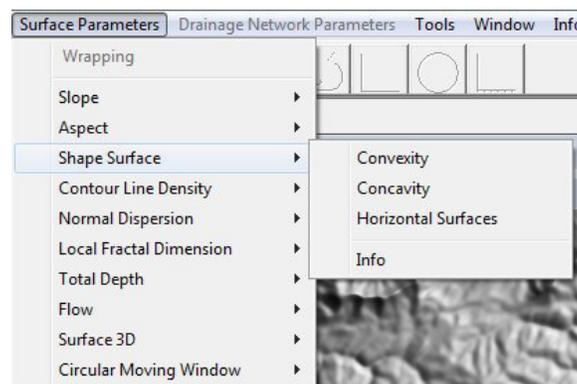


Figura 49. Selección del tratamiento en el submenú “*Shape Surface*”.

La introducción de los parámetros que conciernen a la convexidad o la concavidad es la misma en los dos casos y se realiza con los comandos de las ventanas de dialogo de la figura 50. Cambia solamente el resultado (Fig. 51).

Se define el rango de la ventana móvil utilizada para efectuar el cálculo (por ejemplo 5, lo que genera una ventana de tamaño 11×11 como en el caso de la figura 51), la dinámica de la escala de salida y el lugar en donde desplegar el resultado.

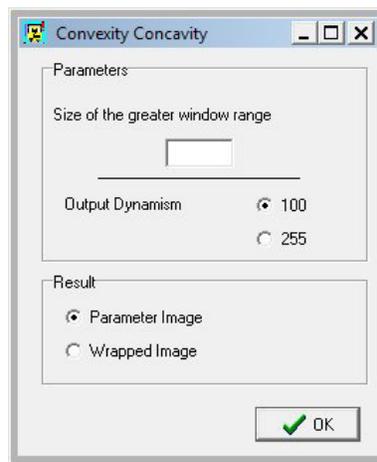


Figura 50. Parámetros del tratamiento Convexidad o Concavidad.

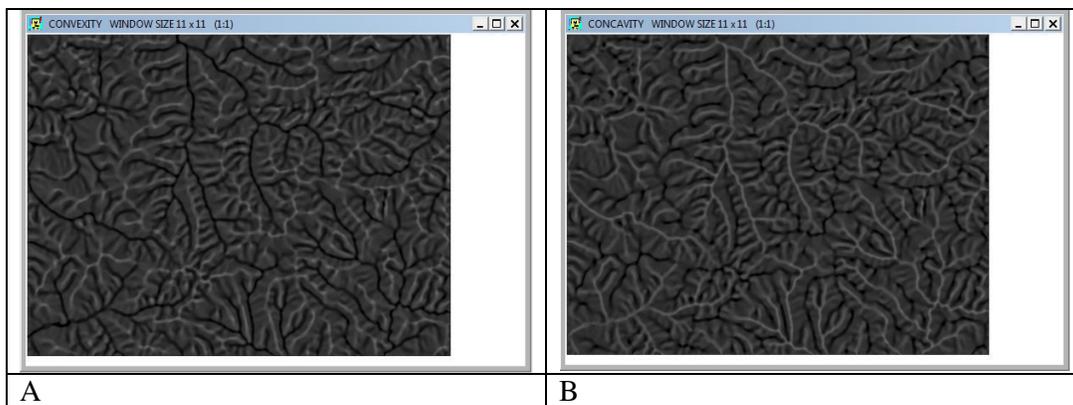


Figura 51. Resultados del tratamiento. A. Convexidad; B. Concavidad.

Existe otra opción del algoritmo que calcula dentro de una ventana móvil el número de píxeles con un mismo valor de altitud, lo que permite extraer las superficies horizontales y planas que se encuentran en el MDE.

Es posible calcular este porcentaje o seleccionar únicamente las ventanas con 100% de píxeles con una misma altitud. La respuesta depende naturalmente del tamaño de la ventana elegida para hacer este cálculo.

La ventana de diálogo de la figura 52 permite definir las opciones, los parámetros de cálculo (escala de salida de 100 o 255 en el caso de un resultado sobre todos los valores calculados) y donde se va a desplegar el resultado (imagen paramétrica o envoltura del MDE).

La figura 53 ilustra esos tipos de resultado.

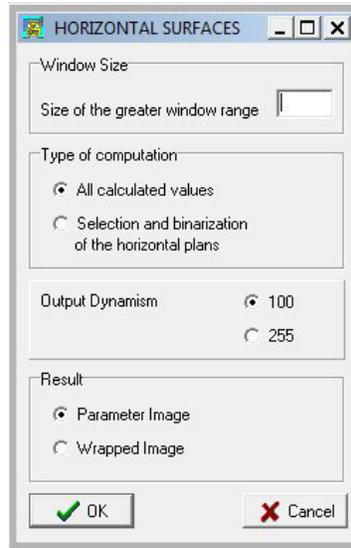


Figura 52. Opciones de cálculo de las zonas horizontales.

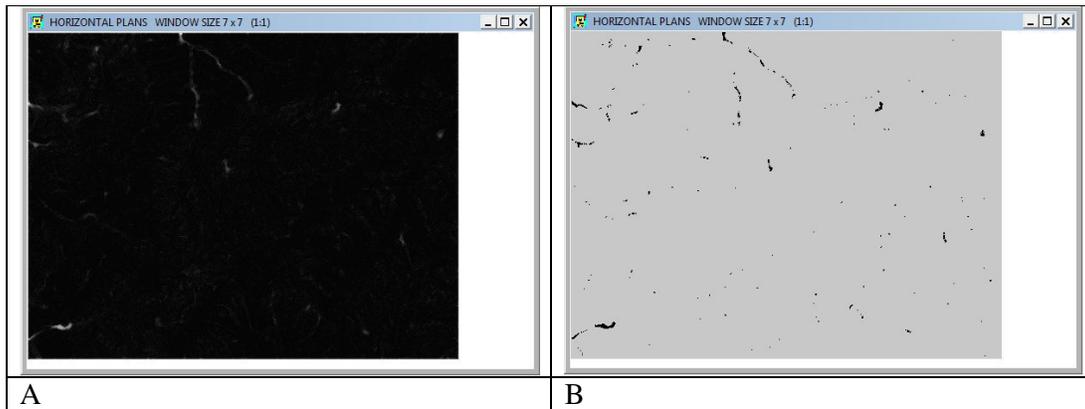


Figura 53. Resultados. A. Todos los valores; B. Únicamente las zonas planas (en negro sobre un fondo gris sobre la imagen).

V.5. Submenú “*Contour Line Density*”

Es posible calcular dentro de una ventana móvil o dentro de cuadrantes la densidad de curvas de nivel que el algoritmo dibuja en función del intervalo altimétrico retenido (Fig. 54).

Dentro de la ventana móvil o dentro del cuadrante, el programa extrae los píxeles de altitud igual o inferior a la altitud de la curva de nivel buscada dando el valor 1 a esos píxeles y un valor 255 al fondo (ver imagen binaria de la figura 54A) y dibuja esa curva de nivel (Fig. 54A’) considerando que un píxel de la curva tiene por lo menos un píxel cardinal vecino con el valor 255.

El mismo tratamiento se aplica para extraer las curvas de altitud superior siguientes (Fig. 54B’ y Fig. 54C’) en función del intervalo altimétrico que se define en la ventana de dialogo de la figura 55.

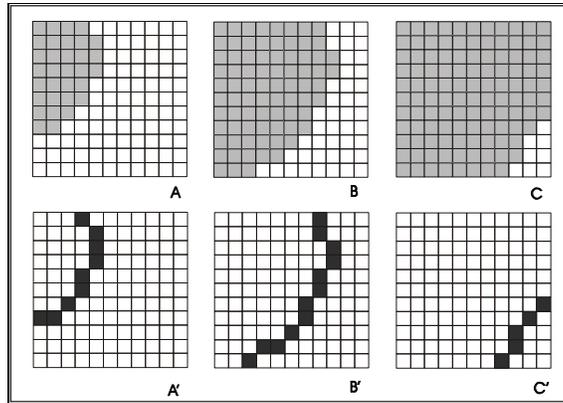


Figura 54. Extracción de las curvas de nivel.

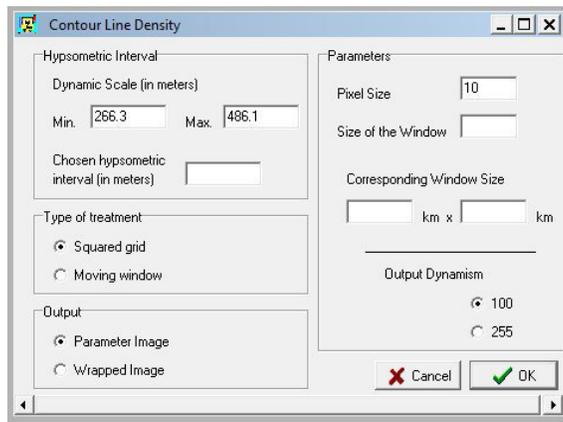


Figura 55. Parámetros para el cálculo de la densidad de curvas de nivel.

Se necesita entonces definir el intervalo hipsométrico, el tipo de tratamiento (ventana móvil o cuadrantes), el tamaño de la ventana o del cuadrante y la dinámica de salida (100 o 255).

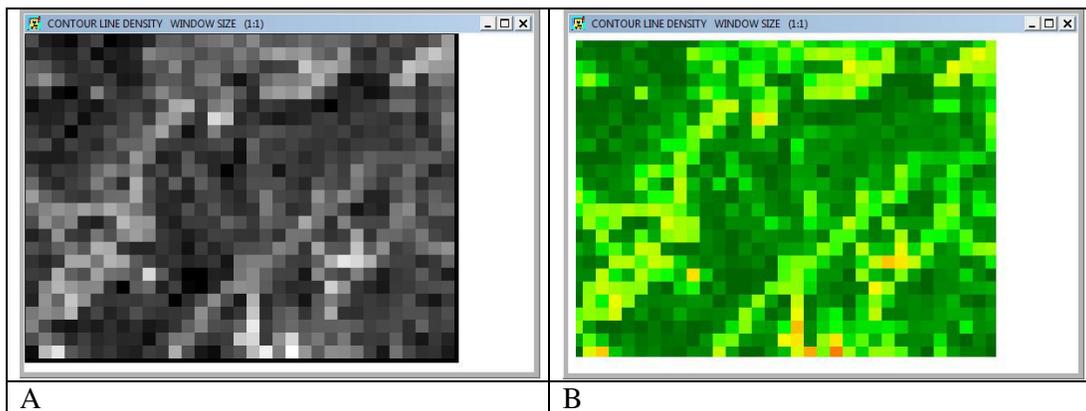


Figura 56. Resultado para los cuadrantes. A. en tonos de gris; B. en color.

Como en el caso de las capas de altitud o de la pendiente, se activan los botones  [Open Palette] y  [Histogram], lo que permite eventualmente atribuir un color a los tonos de gris (Fig. 56) y ver la frecuencia de los mismos en un histograma.

Lo mismo pasa cuando se calcula ese atributo con una ventana móvil (Fig. 57).

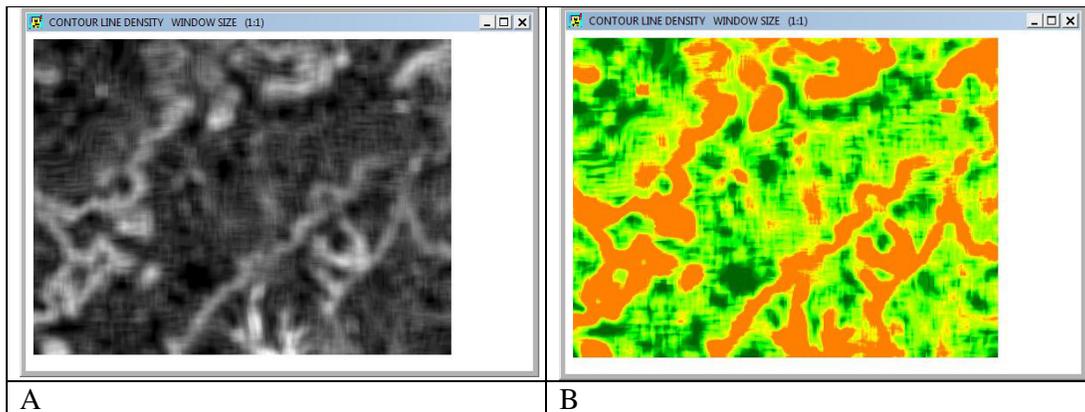


Figura 57. Resultado para la ventana móvil. A. en tonos de gris; B. en color.

NOTA 5:

La función “Local” corresponde a una publicación en dictamen; por esta razón, no aparece aquí.

V.6. Submenú “*Normal Dispersion*”

Se mencionó anteriormente que ese tratamiento no se desarrolló en la presente versión del software TLALOC.

Cuando se trata de abrir el tratamiento, aparece el mensaje de la figura 58.



Figura 58. Información concerniente al submenú “*Normal Dispersion*”.

V.7. Submenú “*Local Fractal Dimension*”

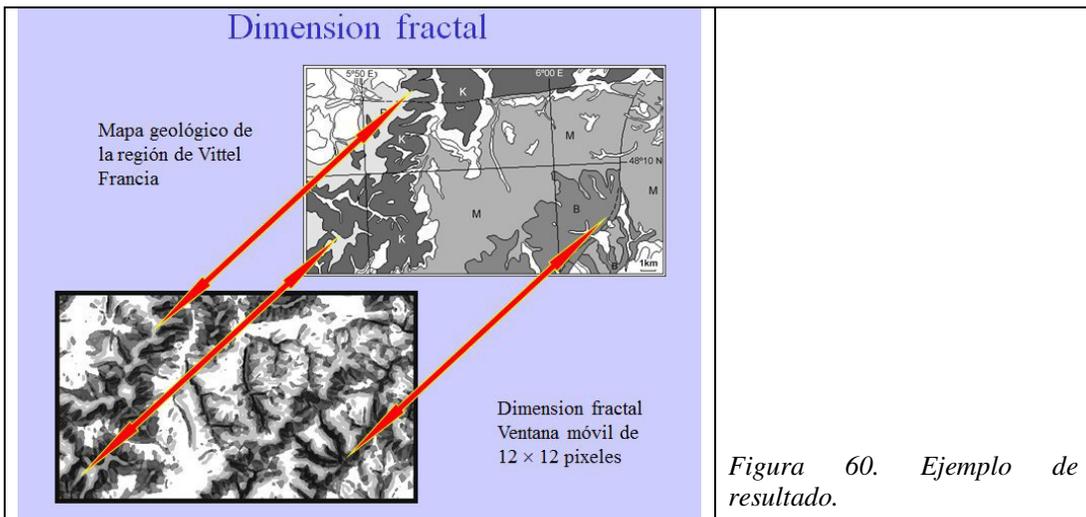
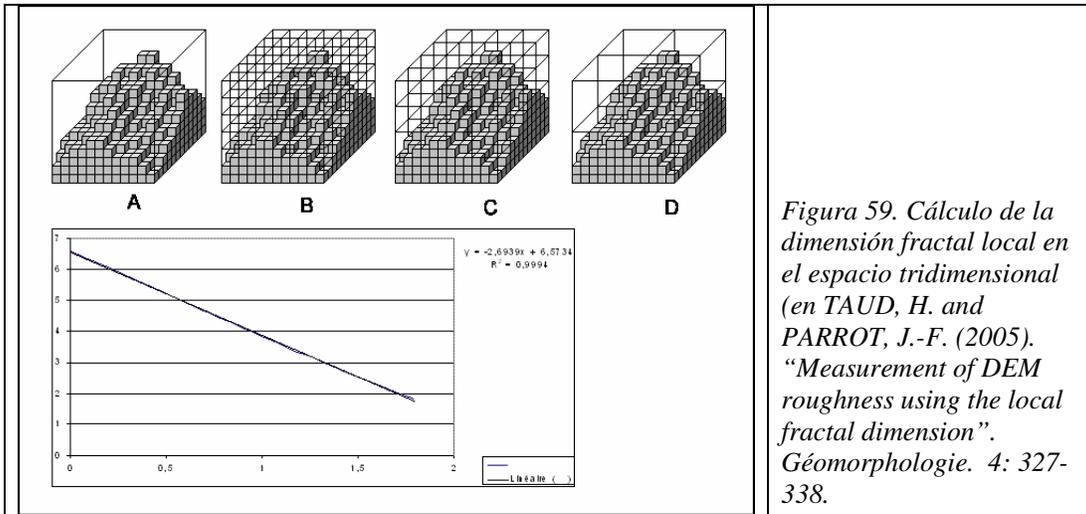
Ese tratamiento se desarrolló en 2005 (Taud y Parrot, 2005) y corresponde al cálculo de la dimensión fractal en el espacio tridimensional y dentro de un cubo móvil y centrado sobre el pixel en estudio.

La dimensión fractal D es una cantidad estadística que indica como un objeto fractal auto-similar ocupa una porción del espacio euclidiano y corresponde a valores reales entre 0 y 3 (1 para la línea, 2 para una superficie y 3 para un volumen).

Uno de los métodos que permite calcular esta dimensión es el “conteo de cajas” y consiste en cubrir el objeto con cajas (cuadradas para dos dimensiones o cúbicas por tres dimensiones) de longitud L . $N(L)$ es el número necesario de cubos para cubrir el objeto. D corresponde al inverso de la pendiente de la línea recta ajustada a la gráfica $\log(N(L))$ vs $\log(L)$.

$$D = \lim_{L \rightarrow 0} \frac{\log(N(L))}{\log(L)}$$

Como lo muestra la figura 59 el algoritmo mide el número de cajas de tamaño $L \times L$ donde se encuentra por parte la superficie del MDE; por otro lado, se realiza el mismo cálculo con tamaños crecientes de los cubos.



La morfología del terreno se relaciona generalmente con el tipo de rocas. Así, como se nota en la figura 60, la dimensión fractal local define los límites de las formaciones geológicas.

En la ventana de dialogo (Fig. 61) que se abre al inicio del tratamiento, se menciona un factor H. Ese factor determina la altura real del voxel dentro del cubo móvil. De esta manera, se puede suavizar o no el relieve. La rugosidad aumenta cuando H disminuye. Por otro lado, el cálculo se realiza en una ventana móvil de 12 o 24 píxeles.

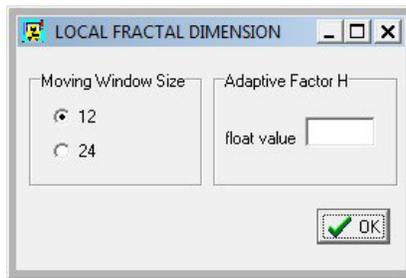


Figura 61. Parámetros para el cálculo de la dimensión fractal local.

Al final del cálculo aparece un mensaje (Fig. 62) que indica cual es el valor mínimo y el valor máximo de la dimensión fractal en el MDE.



Figura 62. Valor mínimo y valor máximo de la dimensión fractal local.

Aparece después un diagrama sobre la frecuencia de estos valores (Fig. 63), diagrama que se puede salvar; el botón  [Diagram] se activa, lo que permite visualizar de nuevo el diagrama.

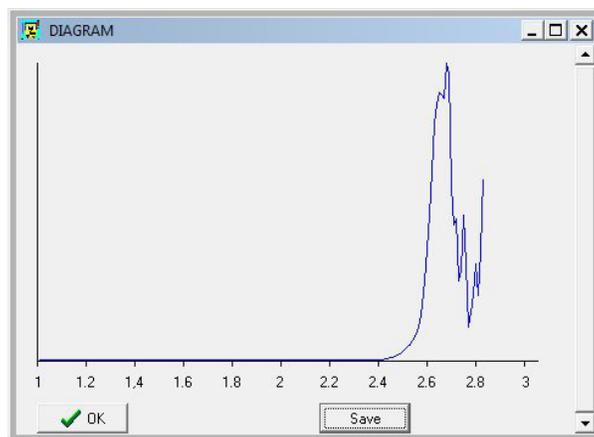


Figura 63. Diagrama de frecuencia de la dimensión fractal.

El resultado final se despliegue en el panel de los resultados (Fig. 64A).

Paralelamente se activan los botones  [Open Palette] y  [Histogram], lo que permite eventualmente atribuir un color a los tonos de gris (Fig. 64B) y ver la frecuencia de los tonos de gris en un histograma.

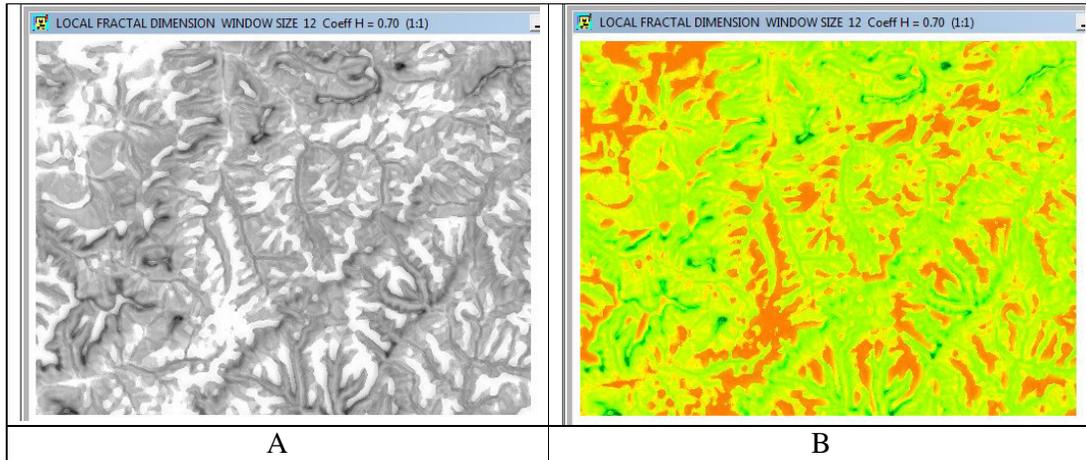


Figura 64. Resultado del cálculo de la dimensión fractal. A. Gris; B. Color.

NOTA 6:

De nuevo se necesita aclarar que la imagen en tonos de gris representa el único documento científico que se va a utilizar en tratamientos estadísticos. El documento en color corresponde solamente a una visión más o menos estética del resultado.

V.8. Submenú “*Total Depth*”

Esa función calcula la profundidad máxima en una ventana móvil, dando al final una escala de esos valores que permite generar la imagen resultante. El programa pide el tamaño de la ventana utilizada para hacer ese cálculo (Fig. 65).

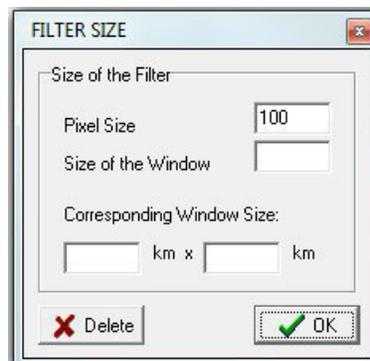


Figura 65. Tamaño de la ventana móvil.

Cuando se acaba el tratamiento, una ventana de dialogo (Fig. 66) permite elegir una paleta (gis o color), suavizar, tomar en cuenta la escala cuya dinámica aparece en el segundo cuadro y definir el emplazamiento deseado para desplegar el resultado (Fig. 67).

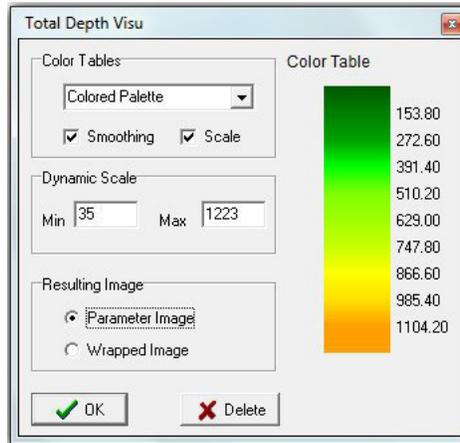


Figura 66. Parámetros elegidos para desplegar el resultado.

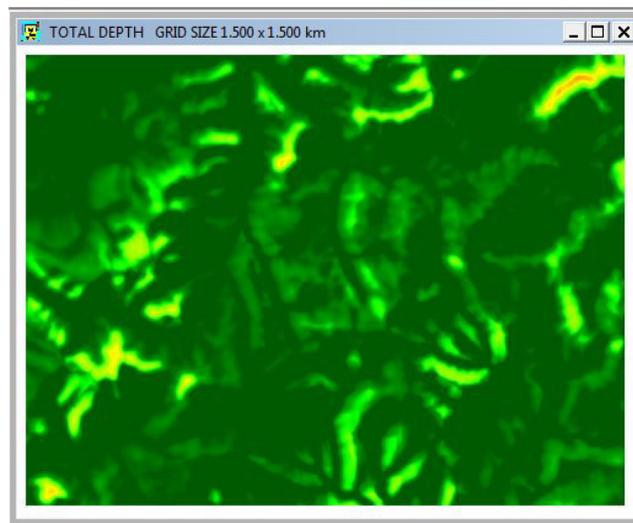


Figura 67. Imagen de la profundidad total.

V.9. Submenú “Flow”

Como lo indica el mensaje de la figura 68, esa función no se calcula en la versión del software.



Figura 68. La función es inoperante en esa versión.

V.10. Submenú “*Surface 3D*”

Se necesita definir como en el caso del submenú “*Total Depth*”, el tamaño de la ventana móvil (Fig. 65). Ese cálculo se basa sobre el valor tridimensional de la superficie del píxel (Fig. 69).

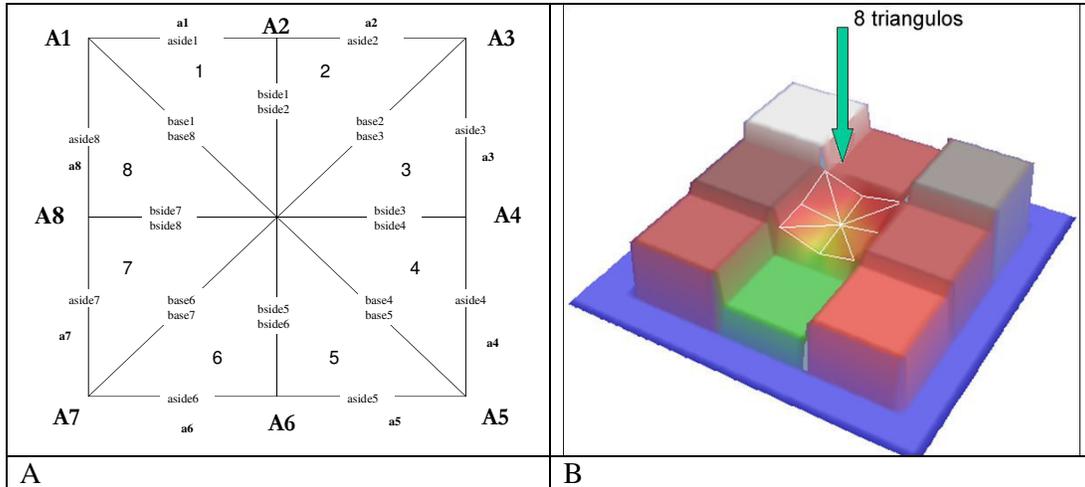


Figura 69. Cálculo de la superficie de un píxel en un espacio tridimensional. A. Base del cálculo. B. Ilustración en el espacio tridimensional (para detalles sobre el cálculo, ver PARROT, J.-F. (2007). “Tri-dimensional parameterisation: an automated treatment to study the evolution of volcanic cones”. *Géomorphologie*. 3, 37-47).

Los tres lados de los triángulos son respectivamente iguales a:

$$base = \sqrt{hd^2 + A^2} ,$$

$$aside = \sqrt{hps^2 + a^2} ,$$

$$bside = \sqrt{hps^2 + A^2} ,$$

donde hps corresponde a la mitad de la longitud en metros del lado del píxel y hd a $hps \times \sqrt{2}$. Por otro lado, A (de 1 a 8) corresponde a la diferencia de altitud en metros entre la altitud del píxel y la altitud de la mitad del segmento que une el centro del píxel al centro de los píxeles vecinos; a es la diferencia de altitud entre dos A consecutivos.

La formula de Heron permite calcular la superficie de cada triángulo; en este caso:

$$S = \sqrt{\omega(\omega - base)(\omega - aside)(\omega - bside)}$$

$$\text{con } \omega = (base + aside + bside) / 2$$

La figura 70 ilustra el resultado obtenido con ese atributo.



Figura 70. Imagen de la superficie tridimensional.

También en este caso se activan los botones  [Open Palette] y  [Histogram].

V.11. Submenú “*Circular Moving Window*”

Como lo propusieron Wilson y Gallant (2000), parámetros similares se pueden calcular en una ventana móvil circular.

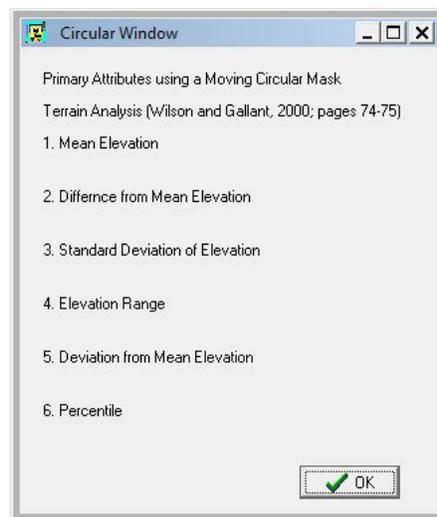
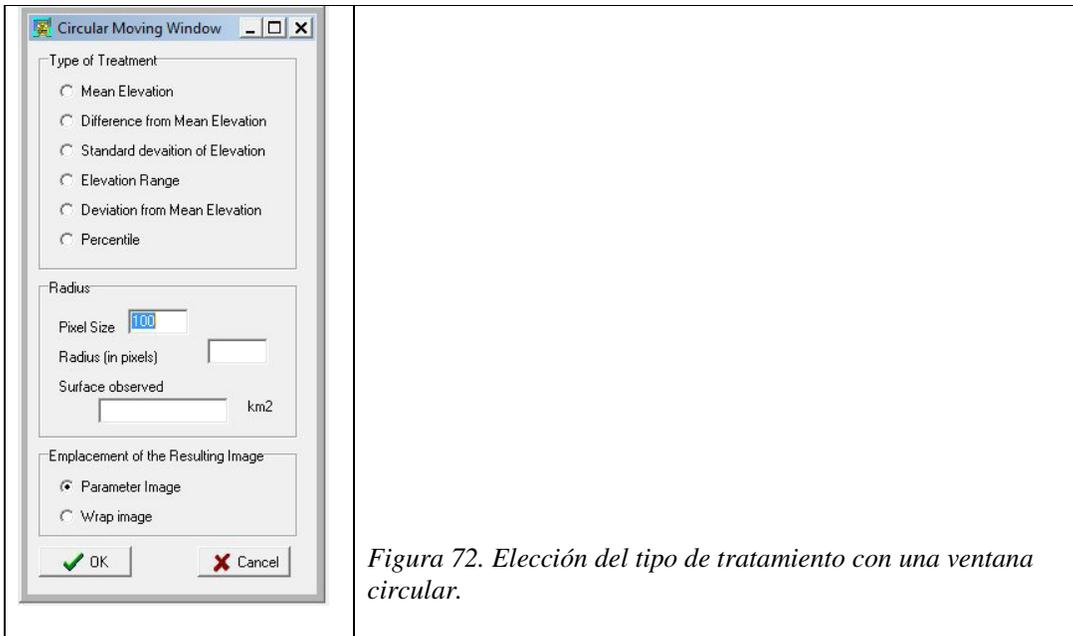
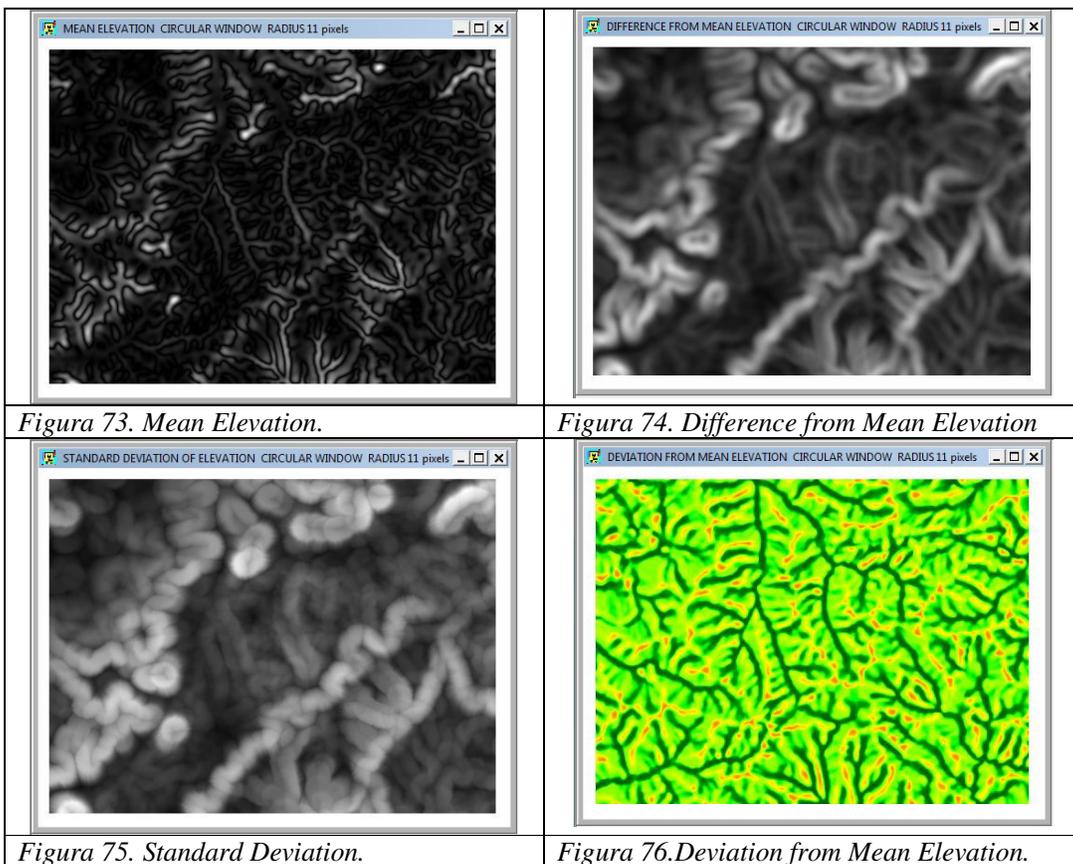


Figura 71. Lista de los parámetros proporcionada por el comando “Info”.

El comando “Treatment” abre la ventana de dialogo de la figura 72 que permite elegir el tipo de tratamiento y el valor del radio de la ventana circular.



Se presentan en las figuras siguientes las imágenes provenientes de los algunos resultados (Fig 73 hasta Fig. 76).



Como se activan igualmente los botones  [Open Palette] y  [Histogram], TLALOC ofrece la posibilidad de crear imágenes en color (ver Fig. 76).

VI. El menú **Drainage Network Parameters**

El conjunto de tratamientos que entra en el menú “**Drainage Network Parameters**” se activa cuando una imagen de la red fluvial aparece en el panel donde esa red se debe desplegar.

Como lo vimos anteriormente, el software TLALOC puede generar la red fluvial a partir de la superficie del MDE (ver Submenú “*Extract Drainage Network*”). También existe la posibilidad de abrir una imagen de la red de drenaje a partir del comando “*Drainage*

Network” del submenú “*Open*” del menú **Files**, o con la ayuda del botón  [Open Drainage Network].

El menú “**Drainage Network Parameters**” (Fig. 77) contiene 7 submenús: el submenú “*Incrust Drainage*”, el submenú “*Dissection Density*”, el submenú “*Dissection Density 3D*”, el submenú “*Fractal Dimension*”, el submenú “*Ratio Depth Red/Surface*”, el submenú “*Dissection Depth*” y finalmente el submenú “*Headwaters Density*”.

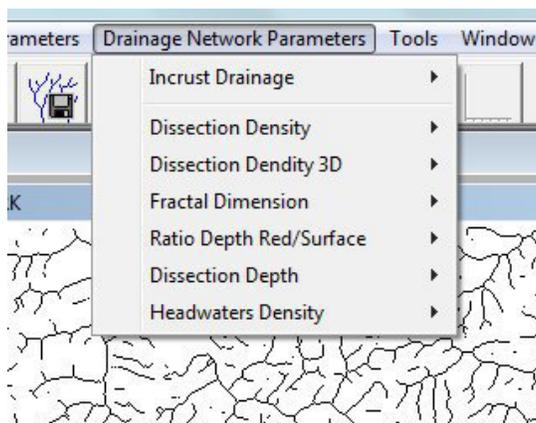


Figura 77. Submenús del menú **Drainage Network Parameters**.

VI.1. Submenú “*Incrust Drainage*”

Ese submenú tiene dos comandos: “*Parameter Image*” y “*Shadowed DEM*”, es decir que se puede sobreponer la imagen de la red de drenaje sobre el MDE sombreado o sobre una imagen paramétrica proveniente de un tratamiento, por ejemplo el aspecto (Fig. 78).

Una imagen de este tipo permite entre otros arreglar visualmente sobre la pantalla el dibujo de la red fluvial y completar los segmentos ausentes tomando en cuenta criterios objetivos como lo es, por ejemplo, el aspecto en color.

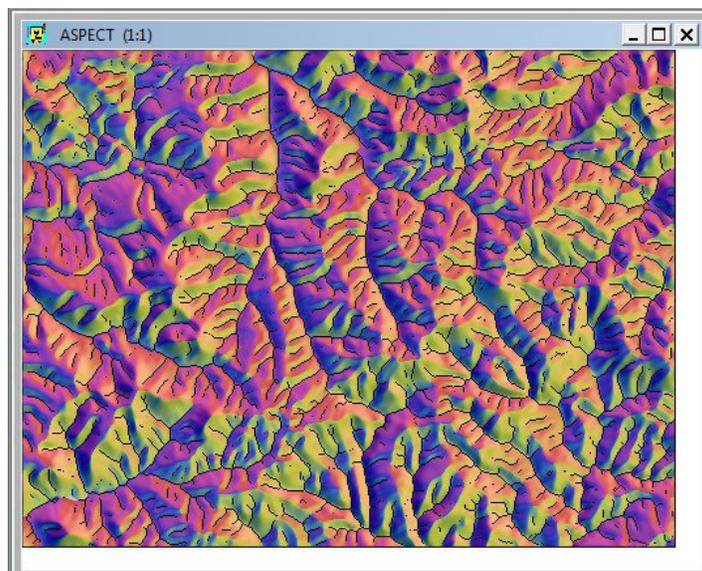


Figura 78. Incrustación de la red de drenaje sobre la imagen del aspecto.

NOTA 7:

Naturalmente es posible envolver el MDE con una imagen de incrustación para generar un bloque tridimensional.

VI.2. Submenú “*Dissection Density*”

Desde los trabajos de Horton (1948) se utiliza la noción de densidad de disección para caracterizar rasgos morfológicos del relieve. El comando “*Info*” muestra cómo se calcula ese parámetro (79).

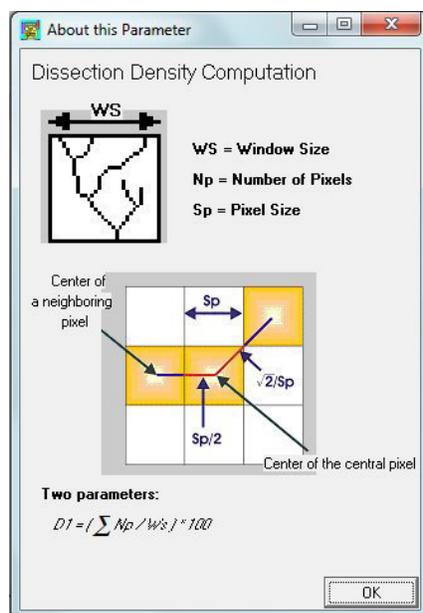


Figura 79. Información sobre el cálculo de la densidad de disección.

La densidad de disección se calcula de la manera siguiente: $D = L/S$, donde L es la longitud en km de la red fluvial y S la superficie en km^2 de la zona donde se encuentra la sección de red estudiada. Se puede también utilizar el número de píxeles que dibujan la red fluvial $N_{\text{Pix_rio}}$ y el número total de píxeles $N_{\text{Pix_surf}}$ que pertenecen a la zona $m \times m$ de observación; en este caso, $D = N_{\text{Pix_rio}} / N_{\text{Pix_surf}}$.

Existen diferentes tipos de acercamientos (Fig. 80). En primer lugar, se puede hacer el cálculo de ese parámetro dentro de cuadrantes, como lo que se puede hacer manualmente de manera tradicional con la ayuda de un curvímetro. En ese caso también es posible utilizar la longitud de la red de drenaje o el número de píxeles que dibujan esa red fluvial. Por otro lado, el uso de una ventana móvil permite atribuir a cada píxel de la imagen (excepto en el borde) el valor del parámetro.



Figura 80. Elección del tipo de cálculo de la densidad de disección.

Se necesita definir en primer lugar el tamaño del cuadrante (Fig. 81). La misma información se va a requerir para el tamaño de la ventana móvil.

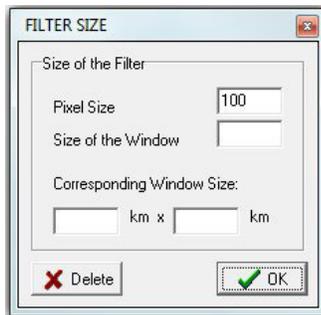


Figura 81. Tamaño del cuadrante o de la ventana (ver nota 3).

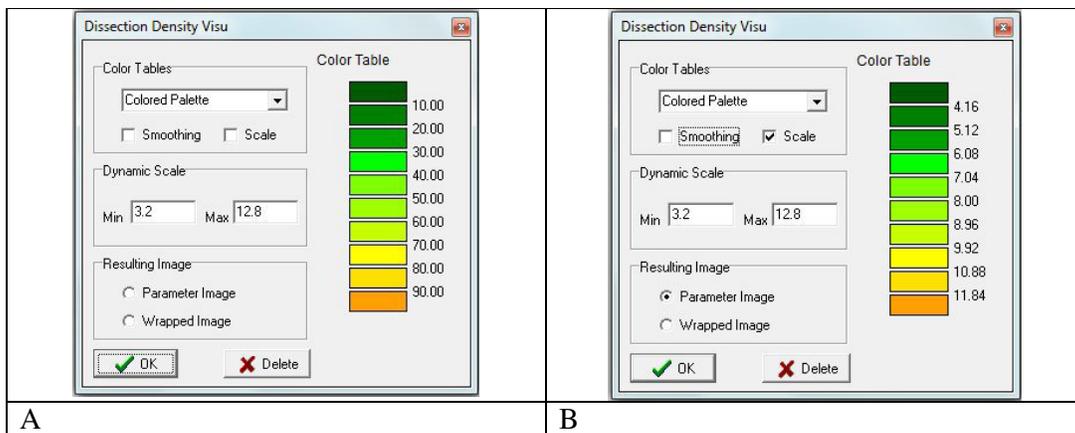


Figura 82. Paleta de la Densidad. A. Por default; B. En función de la escala dinámica.

Cuando se realiza el cálculo aparece la ventana de dialogo de la figura 82. Por default, la escala se define entre 0 y 100 (ver Fig. 81A).

Se necesita apretar sobre “Scale” para obtener una repartición tomando en cuenta la dinámica real (Fig. 81B). Por otro lado, es necesario elegir la paleta: color o tonos de gris (255 tonos o normalización en función de la dinámica), elegir o no la suavización y definir el lugar donde se va a desplegar el resultado.

Paralelamente al despliegue aparece el histograma de frecuencia de la densidad de disección en la zona (Fig. 83). En el mismo tiempo se activa el botón  [Diagram].

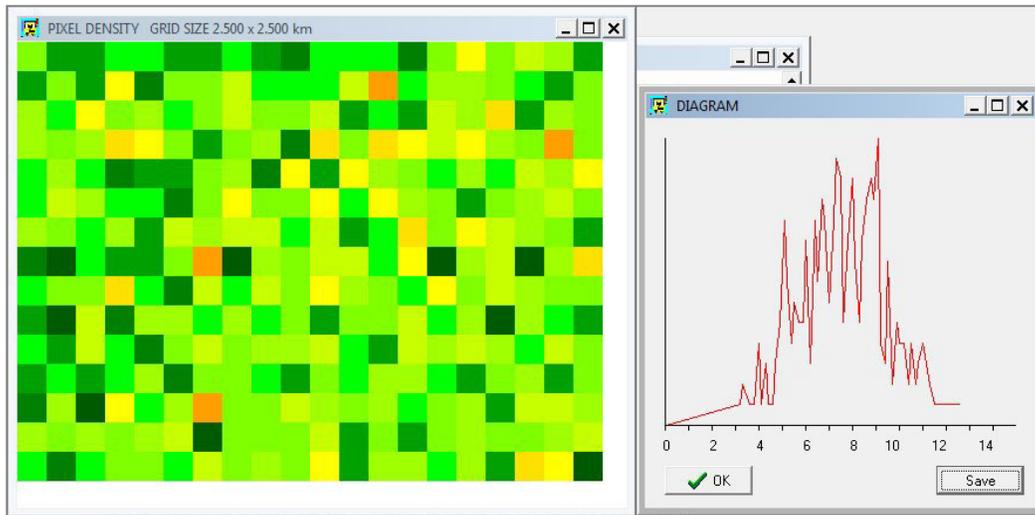


Fig. 83. Densidad de disección en cuadrantes e histograma de frecuencia.

La incrustación de la red fluvial sobre los cuadrantes (Fig. 84A) muestra la relación existente entre la red y la disección. La figura 84B ilustra el resultado en tonos de gris.

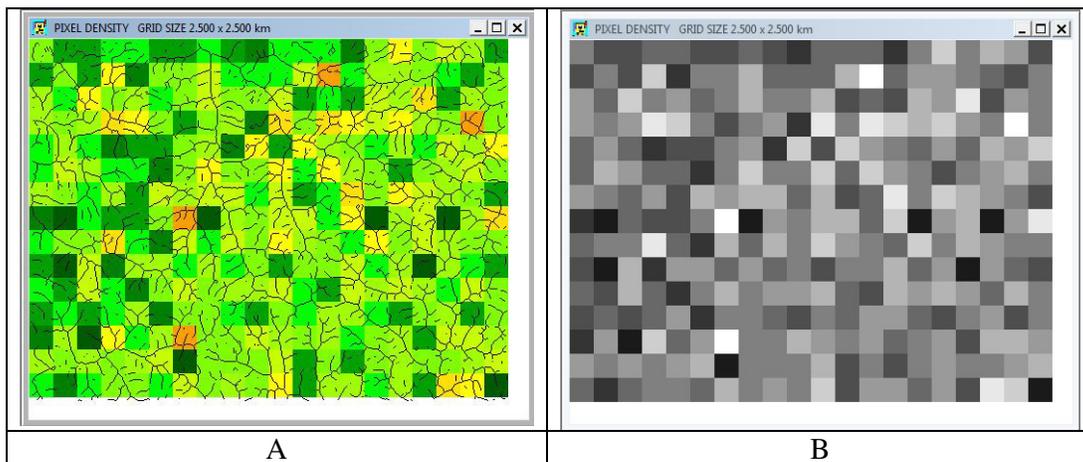


Figura 84. Densidad de disección. A. Red fluvial sobrepuesta sobre los cuadrantes en color. B. Densidad de disección en tonos de gris.

NOTA 8:

Si la red de drenaje es incompleta más vale hacer el cálculo utilizando la primera opción, es decir el cálculo con el número de píxeles. Por otro lado, la observación anterior sobre las imágenes en tonos de gris se mantiene en este caso.

El cálculo con una ventana móvil pasa por las mismas ventanas de dialogo y los mismos ordenes, pero el resultado es totalmente diferente porque cada pixel tiene su valor de densidad.

Las figuras 85 y 86 ilustran los resultados. Como en los ejemplos anteriores la

formación y el despliegue del resultado activa los botones  [Open Palette] y  [Histogram].

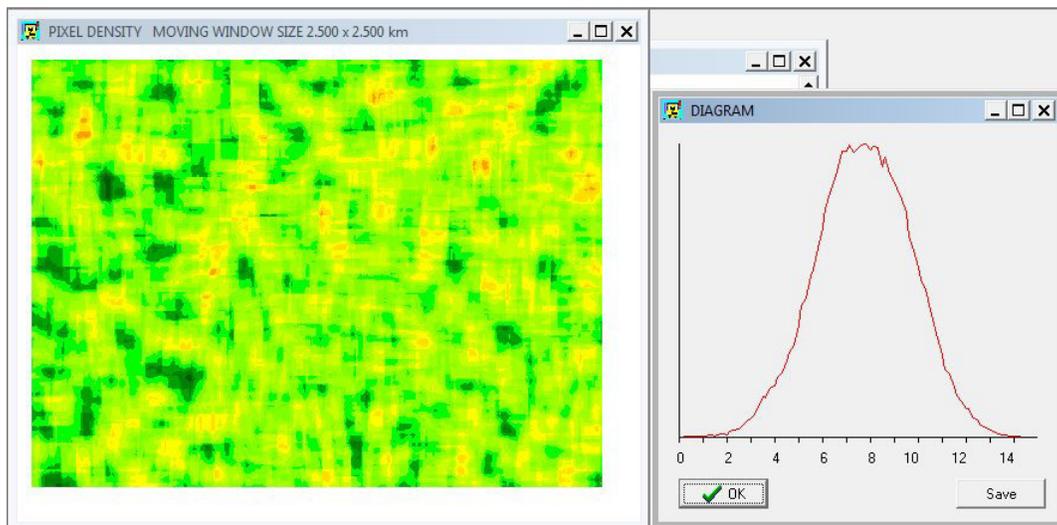


Figura 85. Densidad de disección utilizando una ventana móvil e histograma de frecuencia.

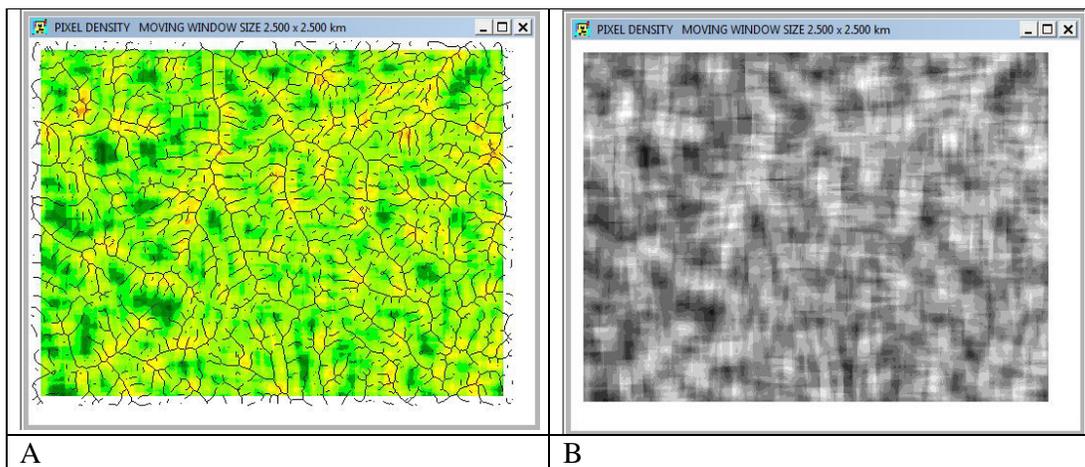


Figura 86. Densidad de disección con ventana móvil. A. Incrustación de la red fluvial en la imagen de densidad; B. Densidad en tonos de gris.

VI.3. Submenú “*Dissection Density 3D*”

Como lo propusieron Parrot *et al.* (2009)¹, más vale calcular la densidad de disección en el espacio tridimensional porque así la longitud de la red de drenaje corresponde a la realidad de su extensión lo que no permite una visión planimétrica o bidimensional.

La figura 87 extraída del artículo mencionado muestra el significado de las diferencias entre la medida 2D y la medida 3D.

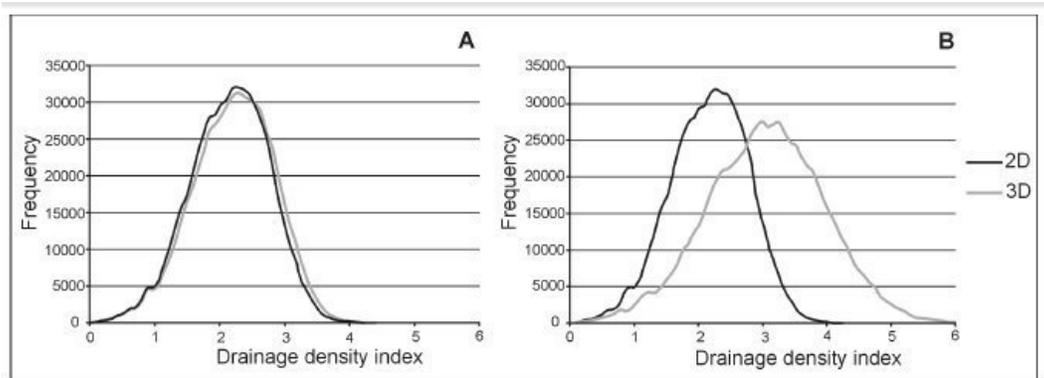


Fig. 9.- 2-dimensional histogram frequency versus dissection density index. A. Without vertical exaggeration. B. 2.5 vertical exaggeration.

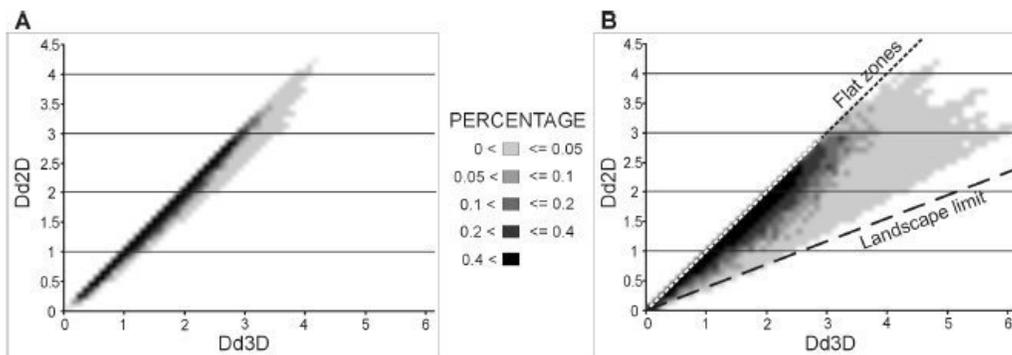


Fig. 10.- 2-dimensional histogram 2D drainage dissection index versus 3D drainage dissection index. A. without vertical exaggeration. B. 2.5 vertical exaggeration.

Figura 87. Comparación entre las medidas 2D y 3D (en Parrot *et al.*, 2009).

Se reporta en la figura 88, la tabla de color y la escala dinámica obtenida para un tamaño de ventana móvil igual al empleado más arriba calculando la densidad de disección en el espacio bidimensional. Como lo podemos esperar, el máximo de la dinámica es más fuerte (19.43 contra 2.8).

¹ PARROT, J.F., OCHOA-TEJEDA, V. and LUGO-HUBP (2008). "Drainage network length measurements in a 3D space. Comparison with drainage network length measurements done by using topographical maps". *Zeitschrift für Geomorphologie*, 52 (2), 237-256.

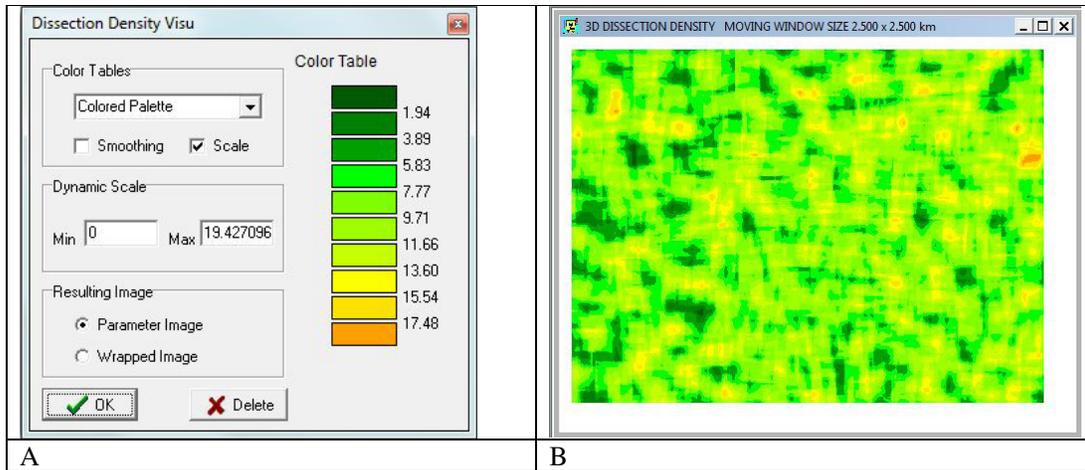


Figura 88. Densidad de disección en el espacio tridimensional.

VI.4. Submenú “*Fractal Dimension*”

El comando “*Info*” abre una ventana de información que muestra cómo se calcula la dimensión fractal de la red de drenaje (Fig. 89).

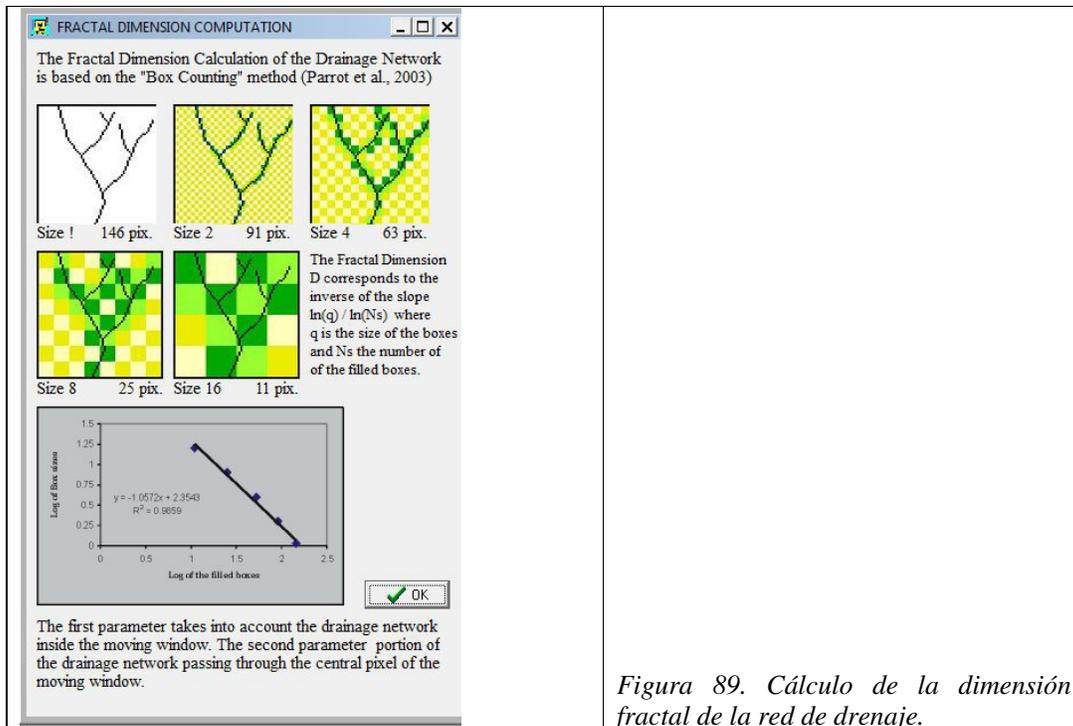


Figura 89. Cálculo de la dimensión fractal de la red de drenaje.

El tratamiento comprende dos opciones: el comando “*Global Treatment*” que resulta de la extensión de los valores de dimensión fractal a la mayor parte de la imagen y el comando “*Drainage Segments*” se aplica solamente a los segmentos de la red fluvial.

La figura 90 ilustra un tratamiento global y la figura 91 un tratamiento sobre los segmentos de la red fluvial.

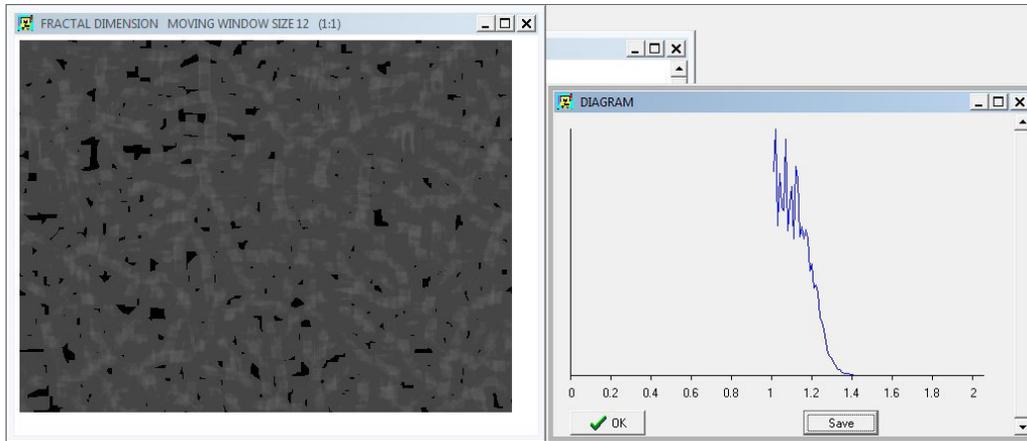


Figura 90. Dimensión fractal de la red fluvial y de su entorno. A. Imagen; B. Histograma de frecuencia de la dimensión fractal comprendida entre 1 y 1.4.

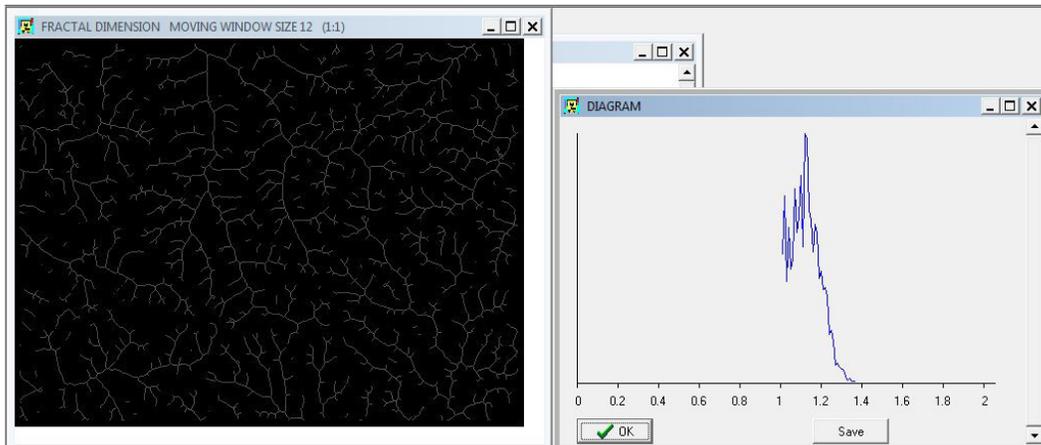


Figura 91. Dimensión fractal de la traza de la red fluvial. A. Imagen; B. Histograma de frecuencia de la dimensión fractal comprendida entre 1 y 1.4.

NOTA 9:

Un mini-software esta en registro. Calcula la dimensión fractal de la red de drenaje y propone otro acercamiento para distinguir la textura dendrítica y las zonas de meandros (cf. Software TACO, 2013).

VI.5. Submenú “*Ratio Depth Red / Surface*”

La relación entre la profundidad de disección y la superficie representa otra medida de la rugosidad del relieve.

Como anteriormente se necesita definir el tamaño de la ventana móvil (ver Fig. 80).

Después (Fig. 92A) se define la escala dinámica y el lugar donde se despliegue el resultado (Fig. 92B).

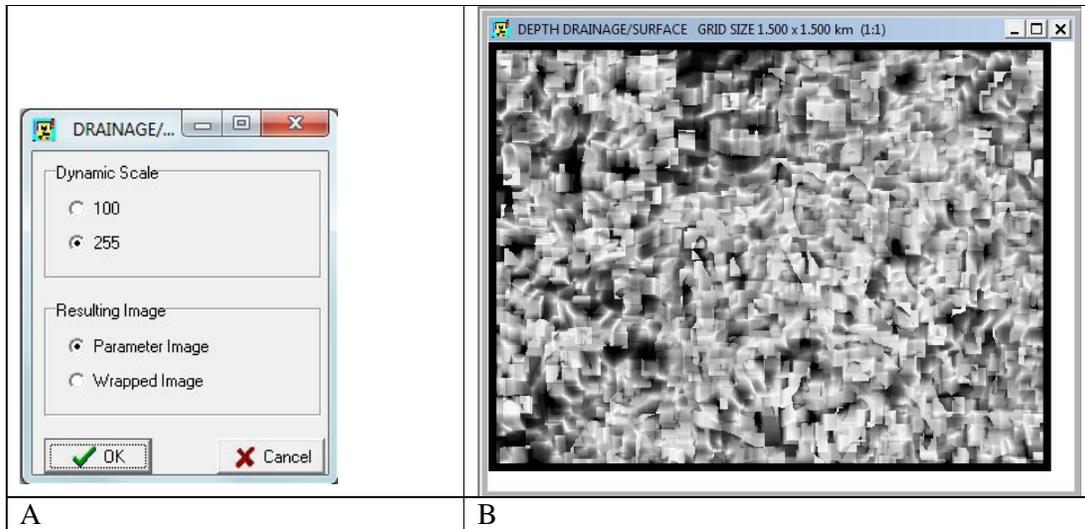


Figura 92. Tratamiento Profundidad de la red versus superficie. A. Parámetros; B. Resultado.

VI.6. Submenú “*Disection Depth*”

Proceso inactivo en la versión del software TLALOC.

VI.7. Submenú “*Headwaters Density*”

La densidad de cabeceras en una región representa igualmente un parámetro de rugosidad del relieve. Sin embargo, se necesita tener una red completa sin hiatos, sino el resultado no va a traducir la complejidad de la red de drenaje.

La ventana de dialogo de la figura 93 muestra cuales son los parámetros que se necesita definir para iniciar el tratamiento.

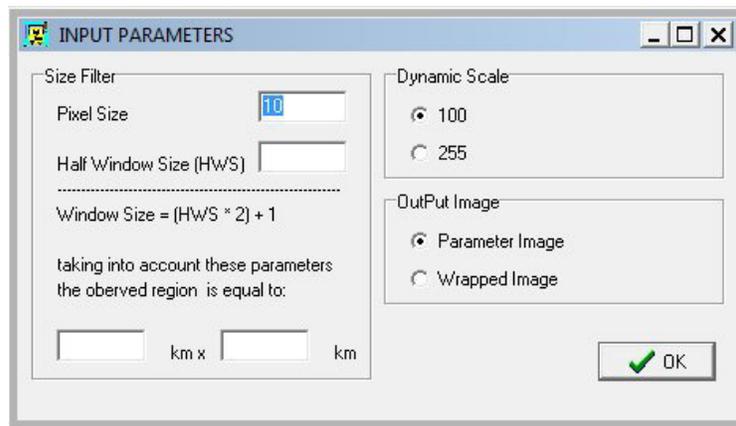


Figura 93. Introducción de los parámetros para el cálculo de la densidad de cabeceras.

El resultado corresponde a una imagen en tonos de gris (Fig. 94A), pero la activación de los botones  [Open Palette] y  [Histogram] permite si el usuario lo desea, generar una imagen de la densidad de cabeceras en color (Fig. 94B).

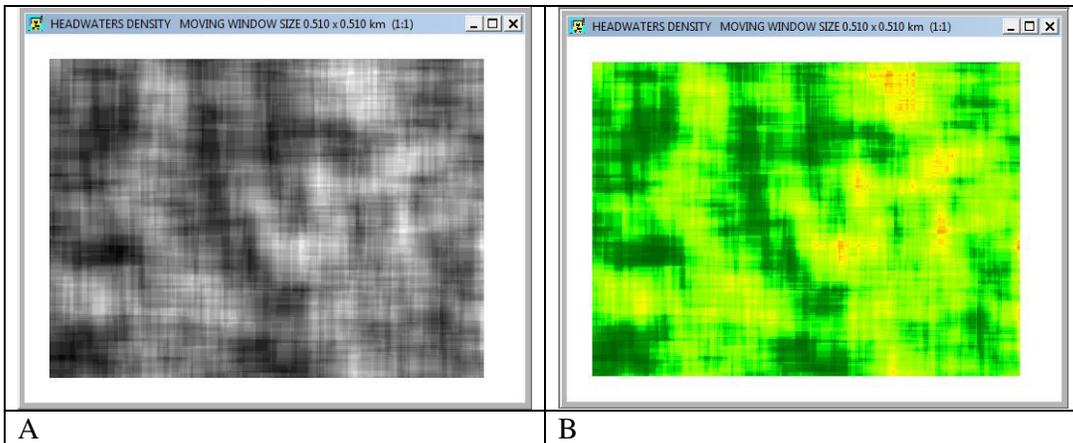


Figura 94. Densidad de cabeceras. A. Tonos de gris; B. Color.

VII. El menú Tools

Ese menú contiene tres submenús: el submenú *Palette*, el submenú *Gray Histo* y el submenú *Diagram*.

Esos submenús se activan en función de los resultados obtenidos (capas de altitud, pendiente, etc.). Por ejemplo, el submenú *Palette* se activa cuando el software crea una

imagen en tonos de gris. Ese submenú corresponde al botón  [Open Palette] y abre la ventana de dialogo de la figura 20. El submenú *Gray Histo* es equivalente a la función activada por el botón  [Histogram] y abre el histograma de la figura 21.

Finalmente el submenú *Diagram* corresponde al botón  [Diagram], pero da acceso a varios tipos de diagrama (ver Fig. 95), lo que no hace el botón que abre el diagrama que corresponde directamente al resultado de un tratamiento.

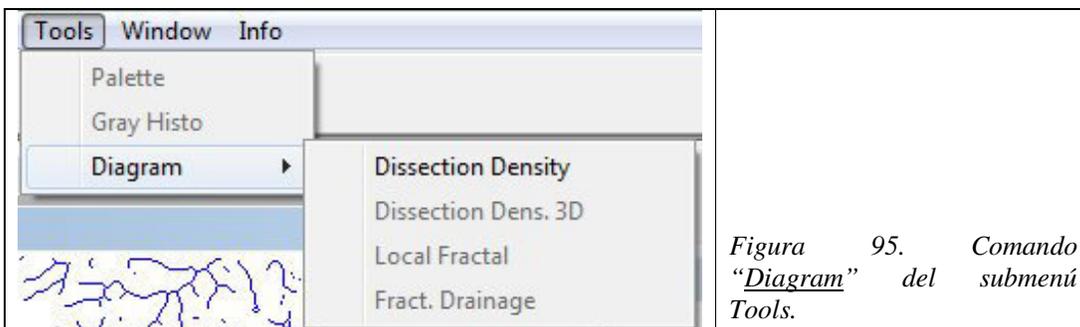


Figura 95. Comando “Diagram” del submenú Tools.

VIII. El menú Window

Existen cuatro comandos que permiten arreglar los paneles Parameter Results, Drainage Network y Panel de despliegue inicial.

Esos comandos son los siguientes: *Cascade*, *Tile*, *Previous* y *Next*.

Cascade sobrepone los tres paneles. *Tile* destaca cada uno de los paneles desde arriba hasta abajo. *Previous* pone arriba de la pila el tratamiento anterior. *Next* pone arriba de la pila el tratamiento siguiente.

IX. El menú Info

IX.1. Submenú *Copyright*

El submenú abre una ventana de información (Fig. 96). El software fue registrado por el Instituto Nacional de Derechos de Autores (INDA). La referencia del software es la siguiente: PARROT, J.-F. (2006) – Software TLALOC (Tridimensional Landscape Analysis. Local Operating Computation). Numero de certificado UNAM: 03-2006-092112451400-01.

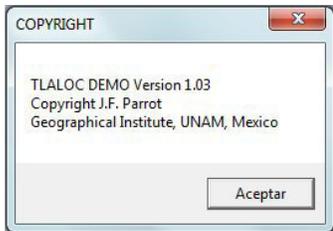
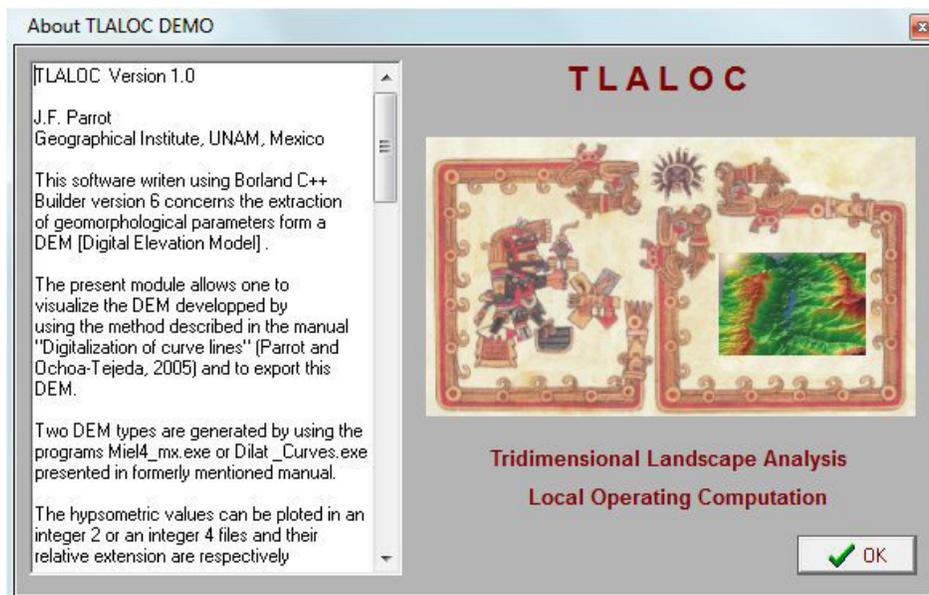


Figura 96. Información somera sobre el Copyright.

IX.2. Submenú *About* (Fig.97)



En la ventana abierta por el comando **About**, existe a la izquierda un menú con barra de desplazamiento que da una serie de información sobre el software, sus límites y una descripción sobre las plataformas requeridas para realizar los tratamientos.

Manual revisado en septiembre de 2013.

Jean-François Parrot.