

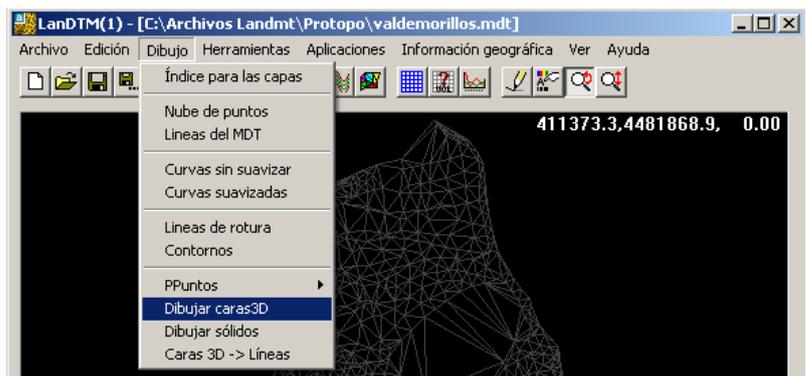
Índice

1 Dibujo	1
1.1 Dibujar caras 3D	1
1.2 Convertir caras 3D a líneas	2
1.3 Dibujar sólidos	2
1.3.1 Mapa de pendientes según una dirección.....	4
1.3.2 Mapa de pendiente máxima.....	4
1.3.3 Mapa de alturas.....	5
1.4 Dibujar malla	5
2 Herramientas	6
2.1 Extraer contornos. Contorno de inclusión	6
2.2 Optimizar curvas de nivel.....	7
2.3 Distancia máxima de las líneas	8
2.4 Cambiar cota en curvas	8
2.5 Generar malla 3D	9
2.6 Volumen de la malla. Cálculo volumen entre modelos.....	10
2.7 Superficie de la triangulación	19
3 Aplicaciones	20
3.1 Test de suavizado	20
3.2 Perfil dinámico sobre MDT	24
3.3 Volumen dinámico con un plano	24
3.4 Taludes en polígono. Plataforma con taludes	29
3.5 Refinar Taludes	32

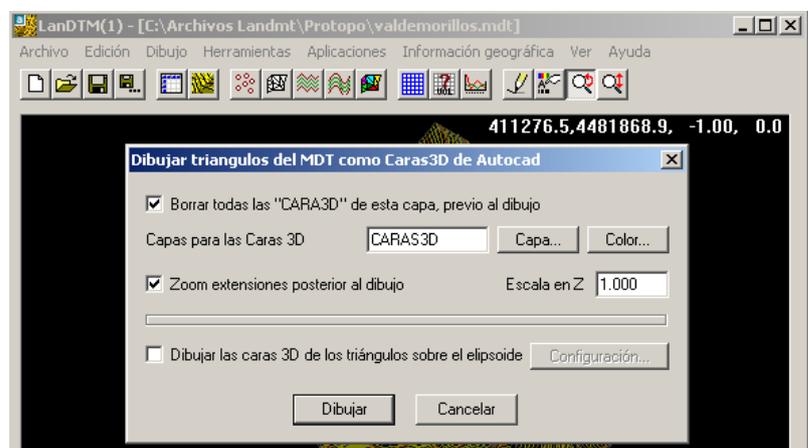
1 Dibujo

1.1 Dibujar caras 3D

Cuando aplicamos esta herramienta se generan triángulos de polilíneas cerradas. Estas caras 3D son utilizadas posteriormente como sólidos para generación de mapas de pendientes u otra representación coroplética del modelo digital.

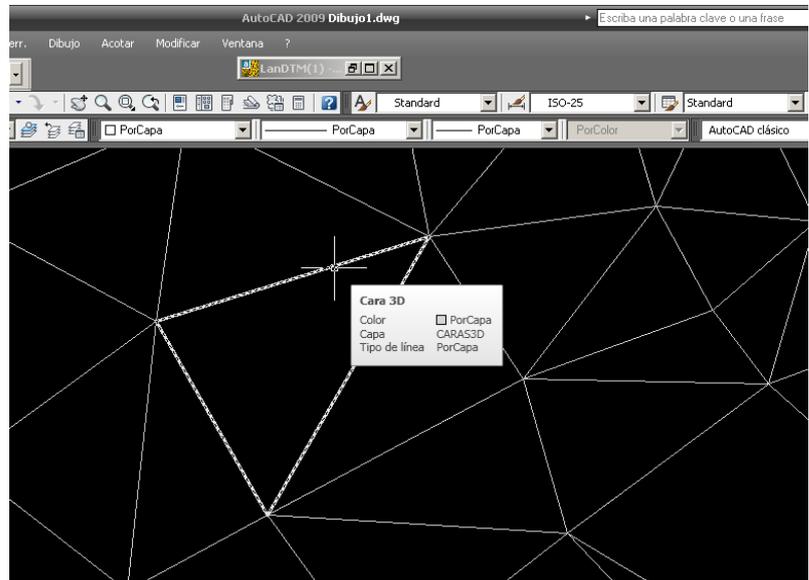


Para ello deberemos haber realizado la triangulación previamente en nuestra pantalla gráfica de Landmt.



Una vez generada la triangulación (TIN) podemos aplicar esta herramienta en la que podremos automáticamente generar la capa y sus propiedades.

Una vez que le demos la orden de Dibujar veremos que automáticamente se minimiza el gráfico de Landmt y se dibuja en Autocad las caras 3D como polilíneas cerradas de tres lados (triángulos).



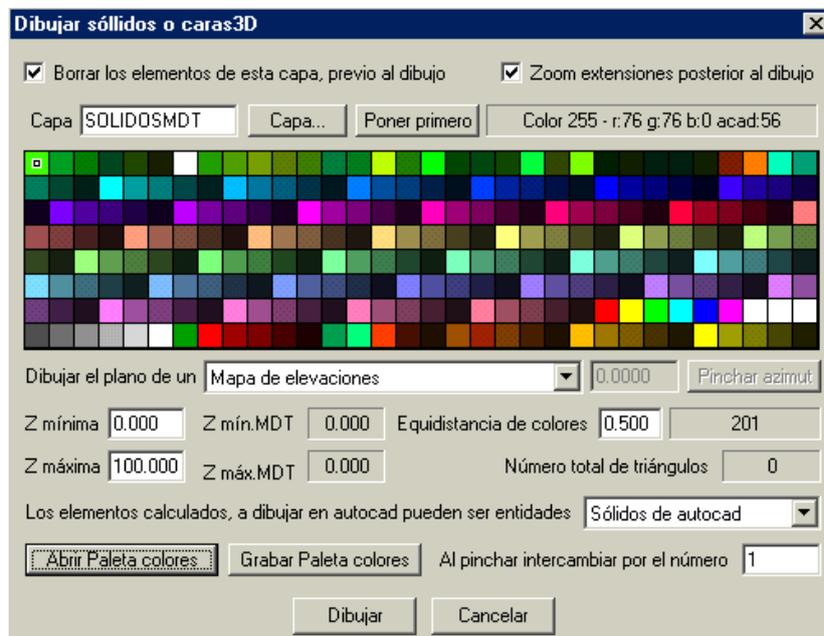
1.2 Convertir Caras 3D a líneas

Esta herramienta permite a partir de caras 3D generar las líneas independientes. Es el resultado de descomponer las caras 3D en líneas sencillas. Esto es debido a que si bien al generar la triangulación se generan líneas, si estas se han perdido por algún motivo pero si tengo las caras 3D puedo obtener las líneas originales.

1.3 Dibujar sólidos.

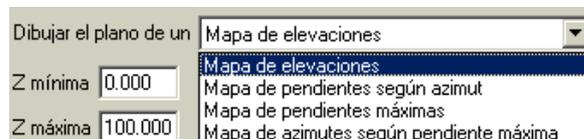
Cuando pulsamos sobre esta opción nos aparecerá un cuadro de diálogo con la una serie de cuadraditos rellenos por un color. Los colores que se presentan aquí son los que corresponden a la paleta de 256 colores que usa Autocad, por lo que cada color tiene un número asociado que se corresponde con el mismo de Autocad.

Si vamos pasando el cursor por los colores, veremos que aparecen en la parte superior derecha del cuadro de colores, los valores correspondientes a la paleta en RGB, (red, green, blue), incluyendo como valor final, el número que Autocad le tiene asignado a ese color, y también al principio, el número de color que hace dentro de la paleta que estamos generando.



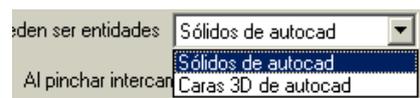
Que queremos dibujar:

- Mapa por colores.
- Mapa de Pendientes.
 - Según una dirección.
 - Mapa de pendientes máxima.
- Mapa de Azimutes según la dirección de la pendiente máxima.



Como Queremos Dibujarlo:

- Sólidos de Autocad.
 - (en una vista 3D los cambios de color se vería en forma de escalera)
- Caras 3D de Autocad.
 - (en una vista 3D los cambios de color se vería el terreno de forma continua)



Información y Acotación:



Información del Modelo: $Z_{\text{mín.MDT}} / Z_{\text{máx.MDT}}$
 Acotamos el rango a colorear: $Z_{\text{mínima}} / Z_{\text{máxima}}$
 Equidistancia de los colores. Nos mostrará el número de colores totales que se van a necesitar para representar el trabajo, así como el número total de triángulos.
 Así pues, si por ejemplo tenemos un trabajo que queremos dibujar desde la cota 29 a la cota 100, con una equidistancia de colores de 0.5 metros, entonces sabemos que usará 72 colores, (incluyendo la cota inicial y la final), por lo que en la paleta sabemos que va a necesitar los colores del 1 al 72, por lo que bastará con poner estos 72 colores a nuestra conveniencia para que salga bien.

Paleta:

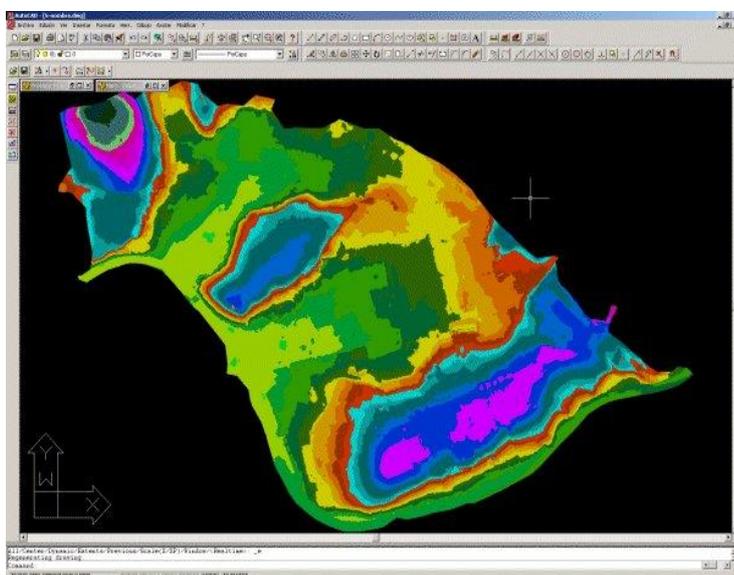
Hay dos botones de "Grabar paleta" y "Leer paleta" para que cada usuario se cree sus propias paletas, y las guarde a su gusto.



El sistema de edición de los colores:

Existe un cuadradito que contiene una marca en el centro indicando que es el "color de cambio", y esto significa que si pulsamos con el botón izquierdo del ratón sobre cualquier otro color del cuadro, se intercambiará con el que tiene la marquita, y además el color que tiene la marquita después de pulsar el botón, será el siguiente al que la tenía antes. Así pues, si la marquita está sobre el color 4 de nuestra paleta, y pulsamos el botón izquierdo del ratón sobre el color 10 de nuestra paleta, el color que había en el 4 pasará a ser el 10, y el que había en el 10 pasará a ser el 4, y la marquita se moverá al color 5 de nuestra paleta.

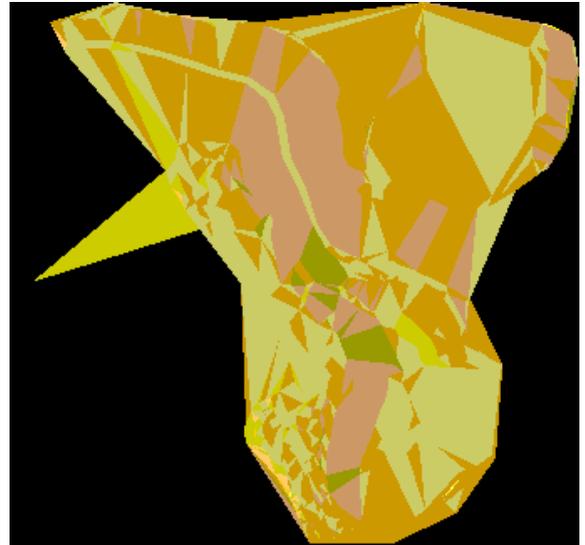
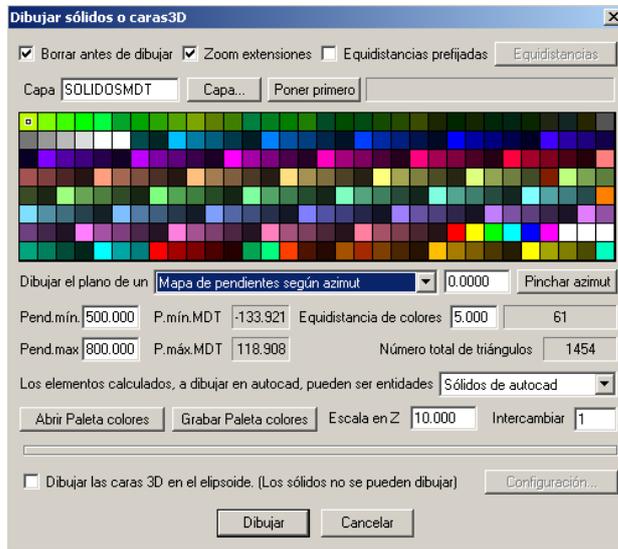
Con esta simple herramienta podemos ir intercambiando colores para crearnos nuestra propia paleta. En el caso de que deseemos cambiar la marquita de cuadro de color, podemos hacerlo, o pulsando el botón derecho del ratón sobre un color, o escribiendo el número que deseamos que tenga la marquita en la casilla de edición que así lo solicita. Por fin, otra posible herramienta de edición de colores es el botón que reza "Poner primero", y si lo pulsamos, lo que hará será poner como color número 1 de nuestra paleta, el que tenga la marquita, y los que había antes de este color los pondrá al final de forma continua. Esto puede ser útil, si en una misma paleta, queremos tener varias líneas de colores diferentes para diferentes dibujos.



Se han añadido 3 ficheros de paletas creados para hacer estos trabajos. Los cuales pueden ser aprovechados para una mejor distribución de colores. Estos tienen extensión "plc", y se grabarán en el directorio "c:\trabajos\protopo\". Hay uno que se llama Autocad.plc y contiene la paleta tal y como aparece cuando vamos a cambiar algún color dentro de Autocad.

1.3.1 Mapa de pendientes según una dirección

Cuando usas la orden de "Dibujar sólidos" dentro del menú "Autocad", aparecen dos opciones; una que se activa o desactiva, indicando al programa que lo que quieres es un mapa de pendientes, y otra en la que puedes incluir el ángulo del cálculo de pendientes, ya sea numéricamente o pinchando dos puntos en el dibujo para indicar el sentido.



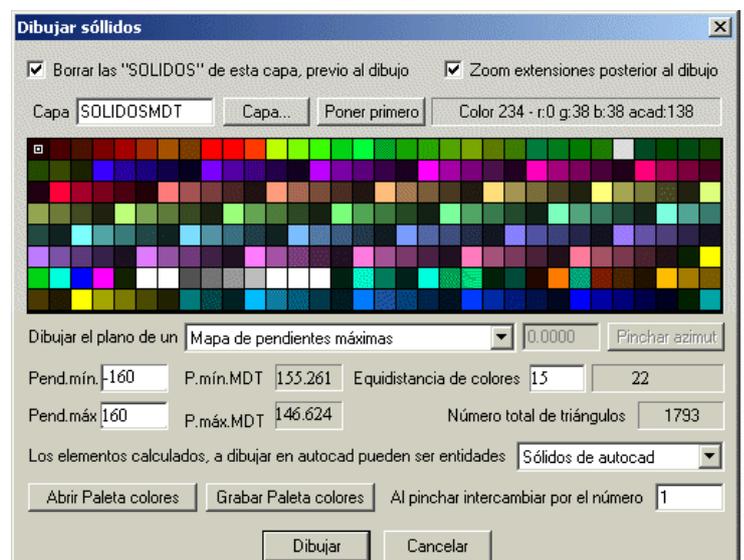
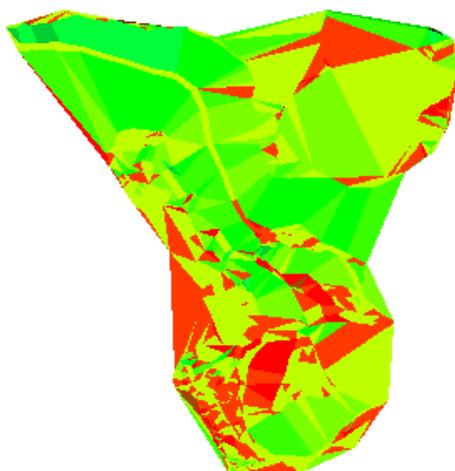
El resultado que obtienes es un mapa de pendientes, según un ángulo. No es el mapa que comúnmente vemos, pero lo creemos más útil a todos los niveles. Como se aprecia en el cuadro de diálogo, la equidistancia de colores, será los grados de pendiente que se desea que haya entre cada color.

1.3.2 Mapa de pendientes máximas

Otra de las opciones es mapa de pendientes máxima.

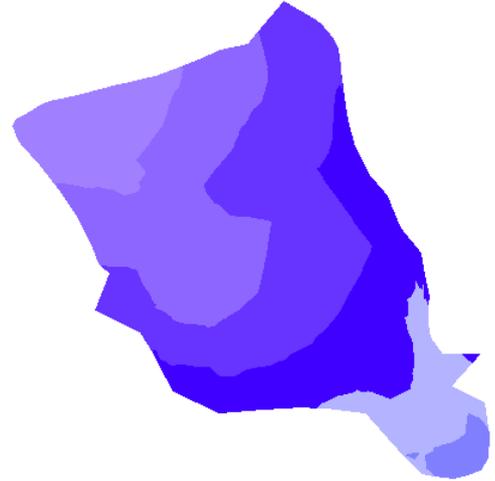
Así pues, determinar el 0 es sencillo y como se ve en la imagen el 0 de pendiente será el color 11, verde, y los negativos serán los colores rojos.

El resultado que se obtiene es un mapa de pendientes máximas.



1.3.1 Mapa de elevaciones

Es tal vez el mapa más utilizado para visualizar rápidamente las diferentes cotas de un modelo. La elección de las paletas como la generación de nuevas paletas nos permite confeccionar una amplia variedad de mapas a nuestro gusto.

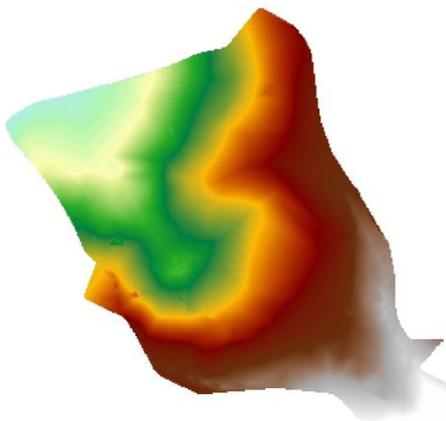
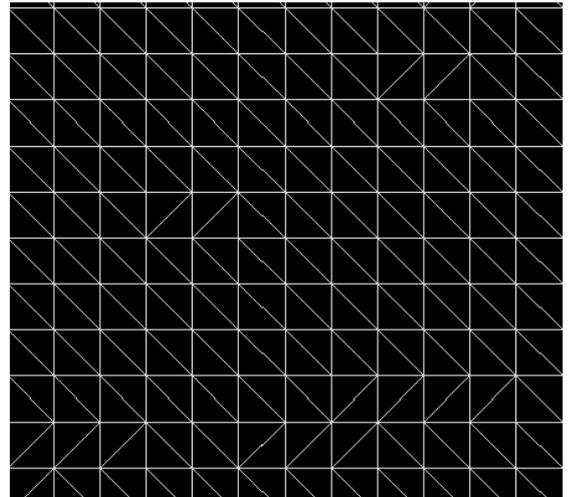


1.4 Dibujar malla

Las mallas generadas sobre la base de una grilla discreta no sólo sirven para calcular modelos de cotas rojas o calcular volúmenes. Otra aplicación importante es la generación de Modelos Digitales de Elevación (MDE).

Si bien la pantalla gráfica de Landmt no permite el dibujo en Autocad de una malla calculada, podemos proceder de la siguiente forma:

- Una vez generada la malla en la ventana gráfica proceder a regenerar una nueva triangulación (TIN)
- Esta nueva triangulación sí podemos dibujarla en Autocad.
- Con esta malla triangulada generada podemos producir sólidos y mapas más precisos.
- Con esta misma malla podemos, exportándola a otro software (ej. GIS) generar ráster y el consecuente modelo digital de elevaciones a utilizar posteriormente en operaciones de análisis.



MDE

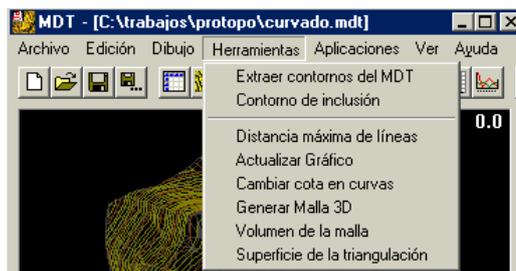


Mapa de sombras

2 Herramientas

2.1 Extraer contornos. Contorno de inclusión

Con esta opción podemos extraer los contornos del MDT. Todas las líneas de los triángulos que no tengan adyacentes serán estudiadas para poder extraer contornos, y después dibujarlos. Esto está bien si se quieren dibujar las polilíneas de los exteriores de una zona no triangulada. Ya sean casas, o también para saber cual va a ser el contorno de inclusión al hacer la triangulación.

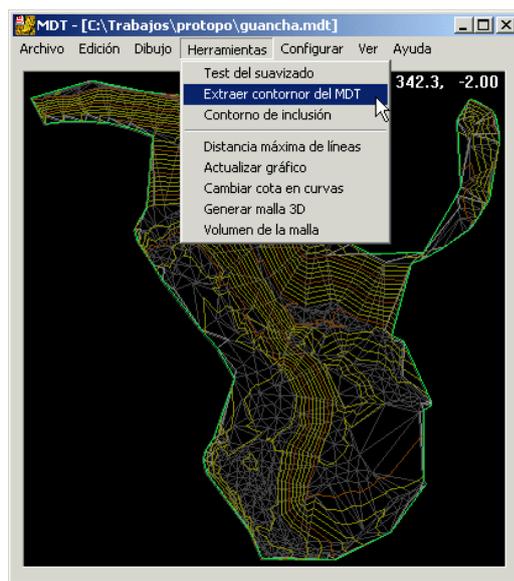


Como ya hemos visto, en el cuadro de datos de MDT, existe un apartado dedicado a "Contornos", y cualquier polilínea cerrada que pongamos aquí tenemos la posibilidad de dibujarla en Autocad, con puntos 3D o puntos 2D. Pues bien, también se puede importar cualquier polilínea a este apartado de contornos, lo cual nos da una idea de la utilidad de esta opción.

Podemos crear una polilínea que nos determine el contorno, en el cual queremos que se triángule. Con este método junto con el de distancia máxima de búsqueda de distancias, definimos el contorno de nuestro trabajo, de una forma clara y sencilla. Y nos evitaremos así, el engorroso trabajo de estar borrando triángulos exteriores, no deseados.

Esta nueva posibilidad junto con la herramienta de extraer contornos de una triangulación es potentísima a la hora de determinar el contorno de nuestro trabajo.

Mediante la opción "Herramientas/Extraer contorno según el MDT" obtendremos un contorno exterior al trabajo que estamos realizando, y se situará en el apartado de contornos del cuadro de datos del MDT como vemos en las siguientes imágenes.



Datos del MDT

Edición Marcar Autocad Configuración Ver

Nombre: 1 Puntos en las capas seleccionadas Seleccionar

Puntos	X	Y	Z
1	826.533	1336.360	151.449
2	828.395	1336.798	151.431
3	821.891	1327.387	151.129
4	811.347	1323.149	147.496
5	827.031	1322.125	147.414
6	830.338	1321.323	147.431
7	851.683	1314.728	147.307
8	857.467	1310.840	145.625
9	872.303	1297.157	141.154
10	878.253	1292.655	140.090
11	879.416	1288.624	139.893
12	11025.194	1278.842	144.651
13	11039.475	1308.031	149.013
14	11039.298	1318.311	148.191
15	11045.992	1328.254	149.461

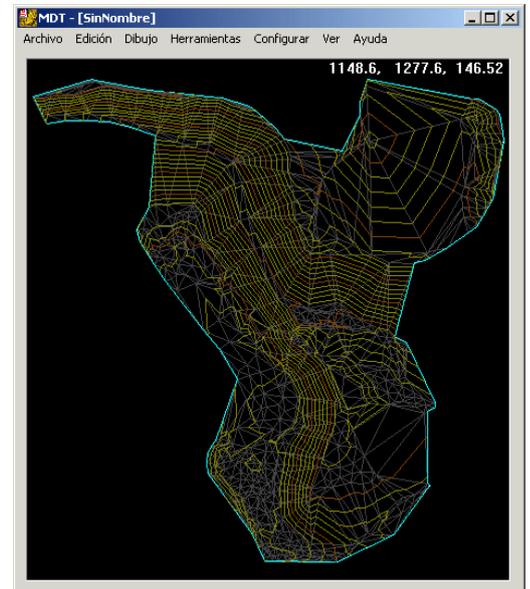
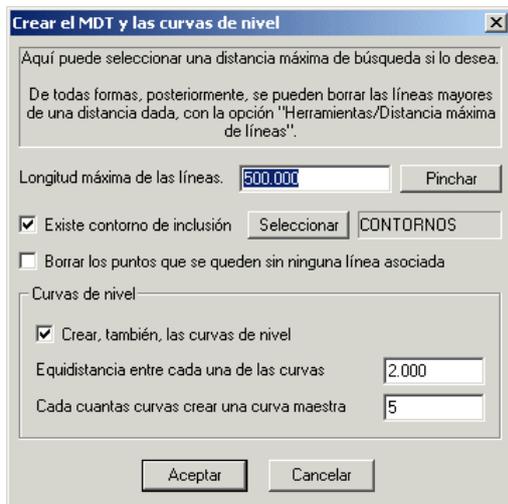
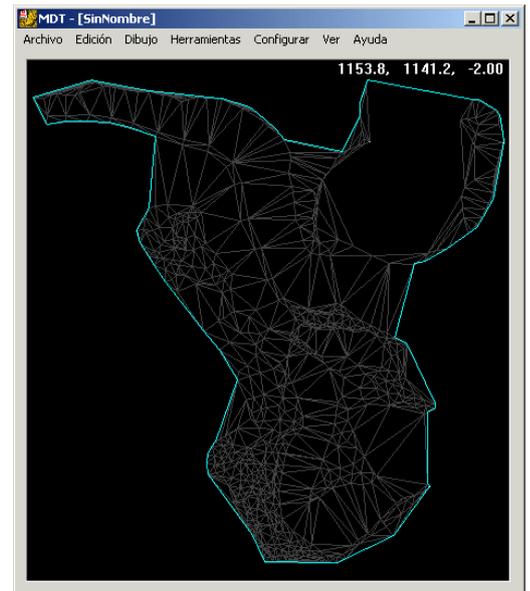
Respetar contorno 0 marcados de 72

Ahora procedemos a dibujar el contorno en Autocad con la orden "Dibujo/Dibujar contornos", como una polilínea 2D con cota 0.0, para facilitarme el trabajo de edición. Edito la polilínea (en Autocad) uniendo los dos vértices superiores izquierdos con una polilínea, recortando la del contorno con respecto a esta, y uniéndola con el contorno posteriormente (todas estas operaciones con herramientas de Autocad).

A continuación, me voy al cuadro de datos, e importo la nueva polilínea en el apartado de contornos, para obtener el siguiente resultado.



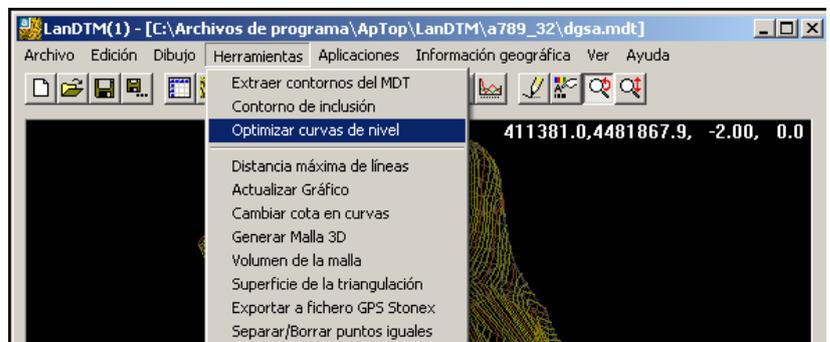
Calculamos de nuevo la triangulación, activando la casilla de "Existe contorno de inclusión" y poniendo como distancia máxima de búsqueda un valor de 500. Con lo que obtengo el siguiente resultado, que es el deseado.

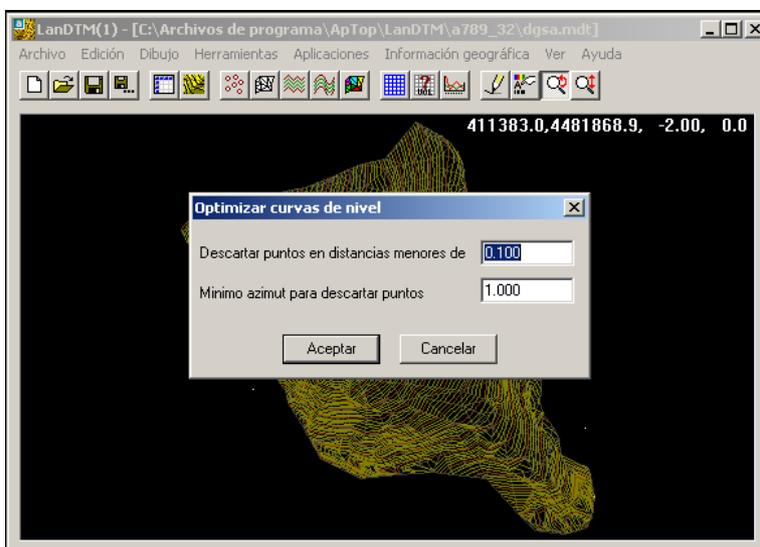


Así pues, de una manera sencilla tengo mi triangulación limitada exteriormente. Esta es una de las aplicaciones, pero se nos pueden ocurrir unas cuantas más que nos harán la vida un poquito más fácil.

2.2 Optimizar curvas de nivel

Es una sencilla herramienta que nos permite optimizar las curvas de nivel en función de la distancia entre vértices y ángulos de quiebre entre los mismos.



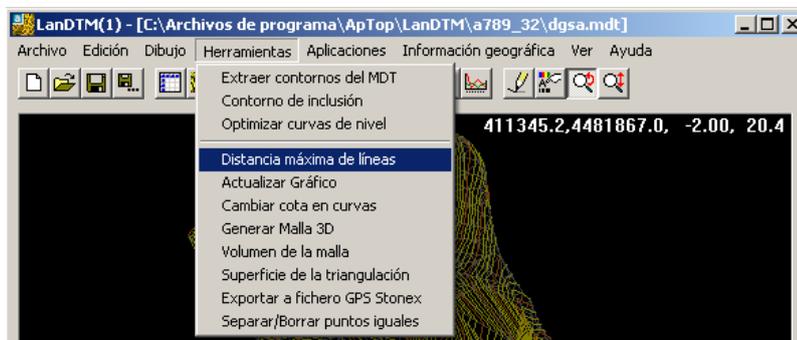


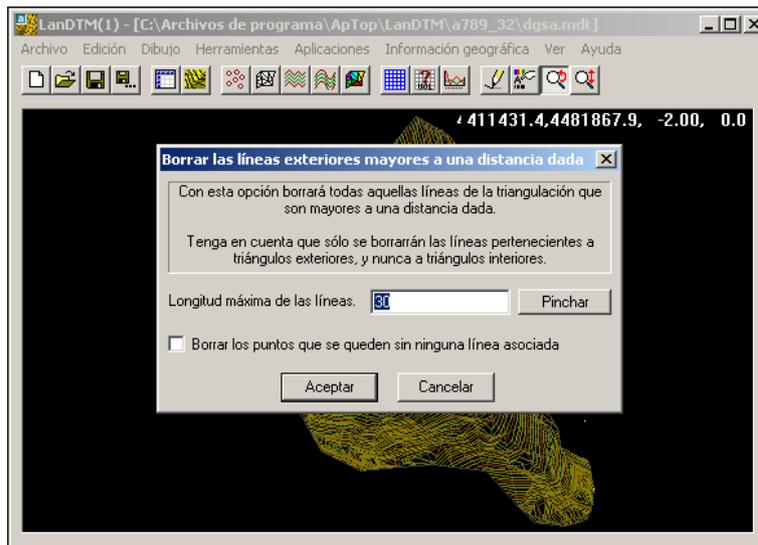
Aquí podemos entonces elegir la distancia mínima por debajo de la cual se descartarán puntos de las curvas de nivel. De igual modo si el ángulo formado entre vértices de la misma es inferior a un determinado valor, también se descartarán esos vértices. Repetimos que esta optimización se puede hacer más exhaustiva a partir de las propiedades de las entidades curvas de nivel de PProtopo.

2.3 Distancia máxima de las líneas

Esta herramienta permite determinar la longitud máxima de las líneas exteriores de la triangulación. Actúa sobre líneas exteriores y nunca sobre triángulos interiores.

Sirve para generar un contorno de inclusión que, con leves ajustes se puede determinar rápidamente.

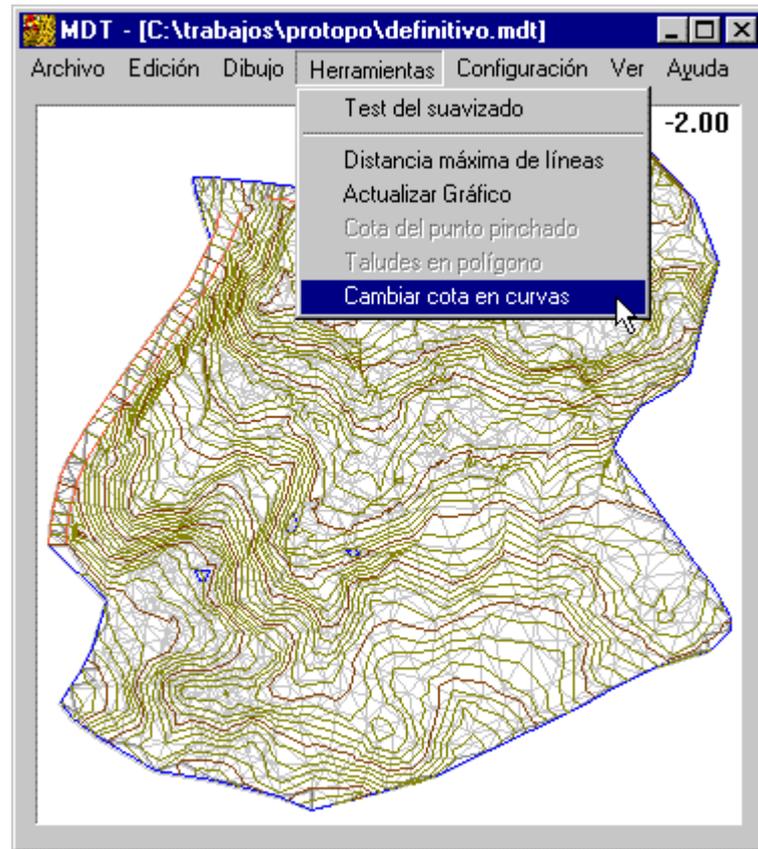




Esta herramienta esta descrita con mayor detalle en el manual de Landmt en el punto 17.4 pag.13 y es conocida también como distancia de búsqueda al momento de generar la triangulación.

2.4 Cambiar cota en curvas

Esta herramienta fue creada para poder poner o cambiar la cota de polilíneas que representen un curvado, y que vengan de otros programas. Se puede elegir en "Herramientas/Cambiar cota en curvas".



Cuando recibimos un fichero de dibujo de autocad con el trabajo realizado, lo que tenemos puede ser que sean polilíneas 3D con cota 0.0, o con cotas diferentes en cada vértice como me he encontrado en muchos trabajos. Pues bien, esta aplicación toma todas las polilíneas pinchadas, les pone la cota que se desee, y además las convierte en LW_POLYLINES de autocad, por si acaso.

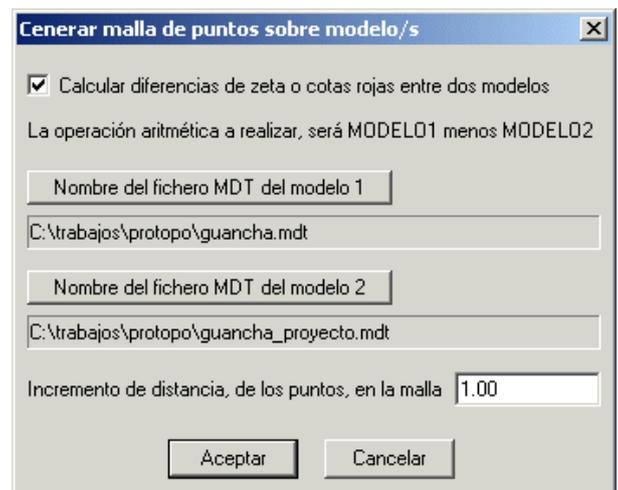
Una vez que tenemos estas LW_POLYLINES, ya podemos cargar el curvado en el programa de MDT, para su posterior representación suavizada, o cargar los puntos de los vértices para crear un MDT sobre los mismos.

2.5 Generar malla 3D

Con esta herramienta en el programa de MDT, podemos crear un modelo de cotas rojas. O sea, que si tenemos dos modelos de la misma zona, representando el terreno, antes y después de ejecutada la obra, podemos calcular un modelo digital de las cotas rojas.

Y cuando lo pulsamos nos surge un cuadro de diálogo en el que debemos de seleccionar uno o dos modelos con los que deseamos generar una malla de puntos con un determinado incremento de distancia.

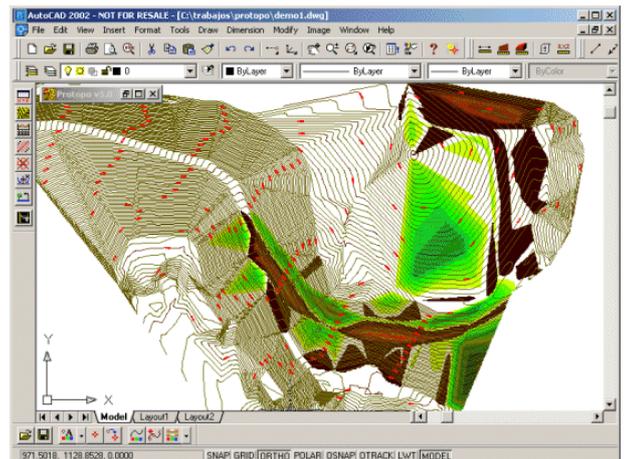
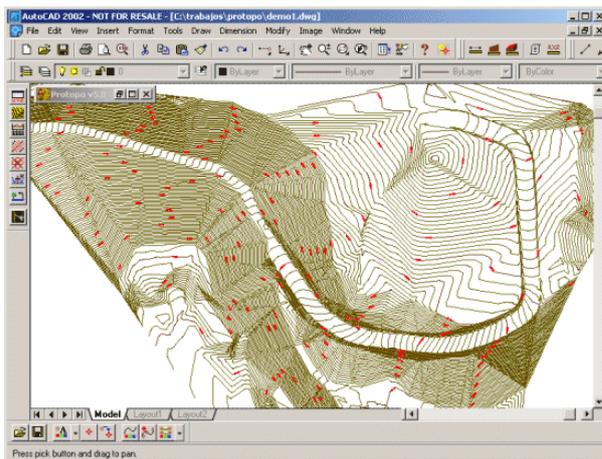
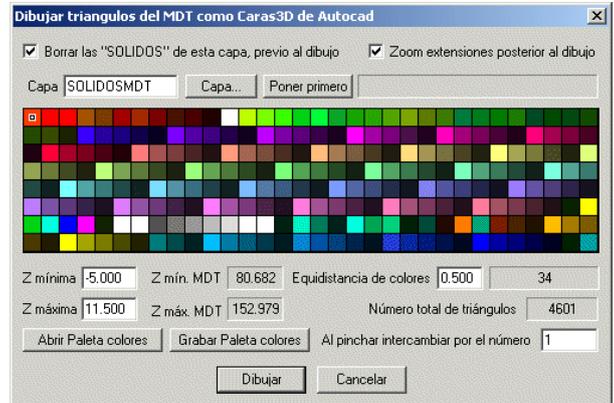
Como se ve en la imagen, se puede generar una malla de puntos de cotas rojas, o también, simplemente una malla de puntos sobre un único modelo. La idea de esta herramienta es



generar una nube de puntos, en malla, según un incremento. La malla de puntos resultante, se añade al fichero que se esté editando en ese momento, y puede ser el mismo sobre el que se está editando.

Una vez generado el mallado de puntos, podemos ir a "Edición\Crear el MDT", y después usar la herramienta de dibujar sólidos para definir mediante colores las zonas de desmonte y de terraplén en el trabajo. En la imagen que se ve, he puesto el color 7, de Autocad, (el blanco), como si fuera las zonas de 0 a 0.5 metros, y colores rojos para indicar desmonte y verdes para indicar terraplén. Aquí se puede apreciar la paleta que he elegido.

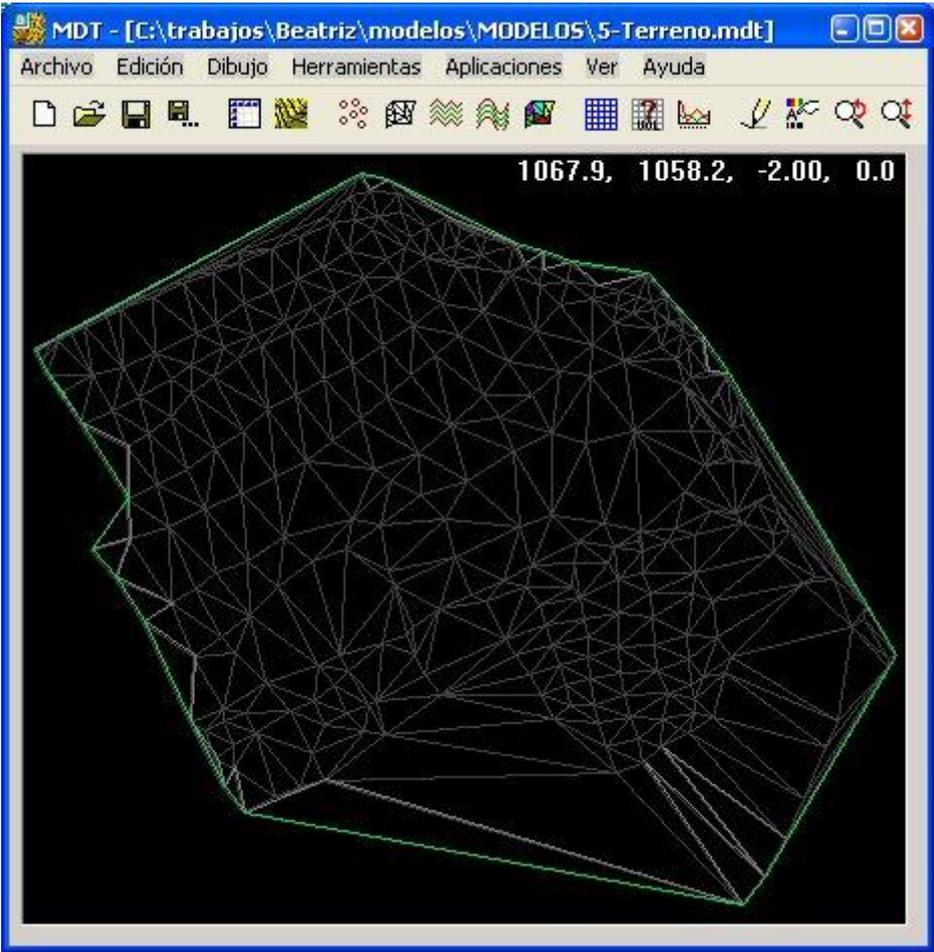
Nota: El programa de generación de sólidos, no creará sólidos para aquellas zonas que tengan el color 7, (el blanco), con lo que me aprovecho de ello para poner el 7 como color de cota

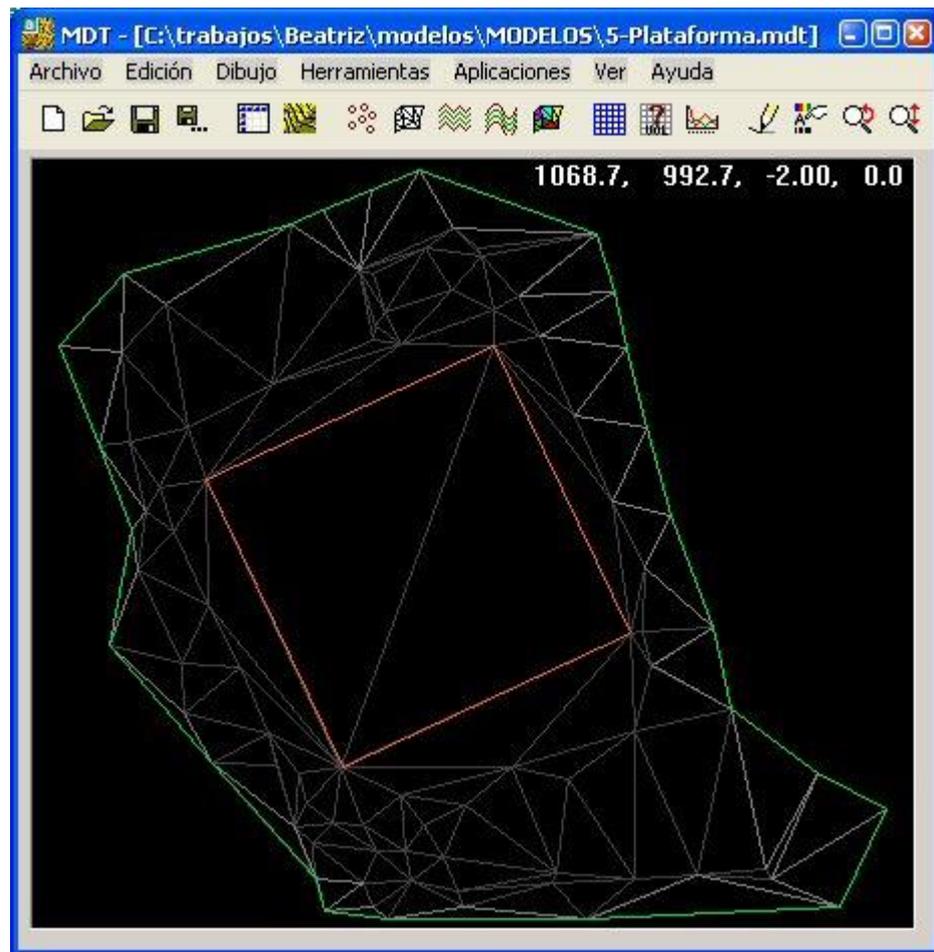


2.6 Volumen de la malla. Cálculo volumen entre modelos

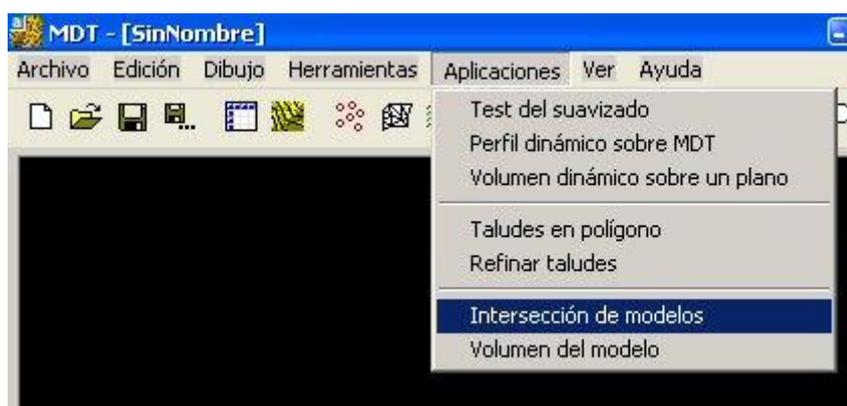
La forma más precisa de calcular el volumen entre dos modelos es la intersección de los mismos. En las pruebas que se han realizado no existe mucha diferencia entre hacerlo así o mediante la malla de puntos pero hemos preferido incluir esta herramienta para darle más precisión al mismo.

Supongamos que queremos calcular el volumen al incluir una plataforma sobre un terreno, según las imágenes que se muestran abajo.





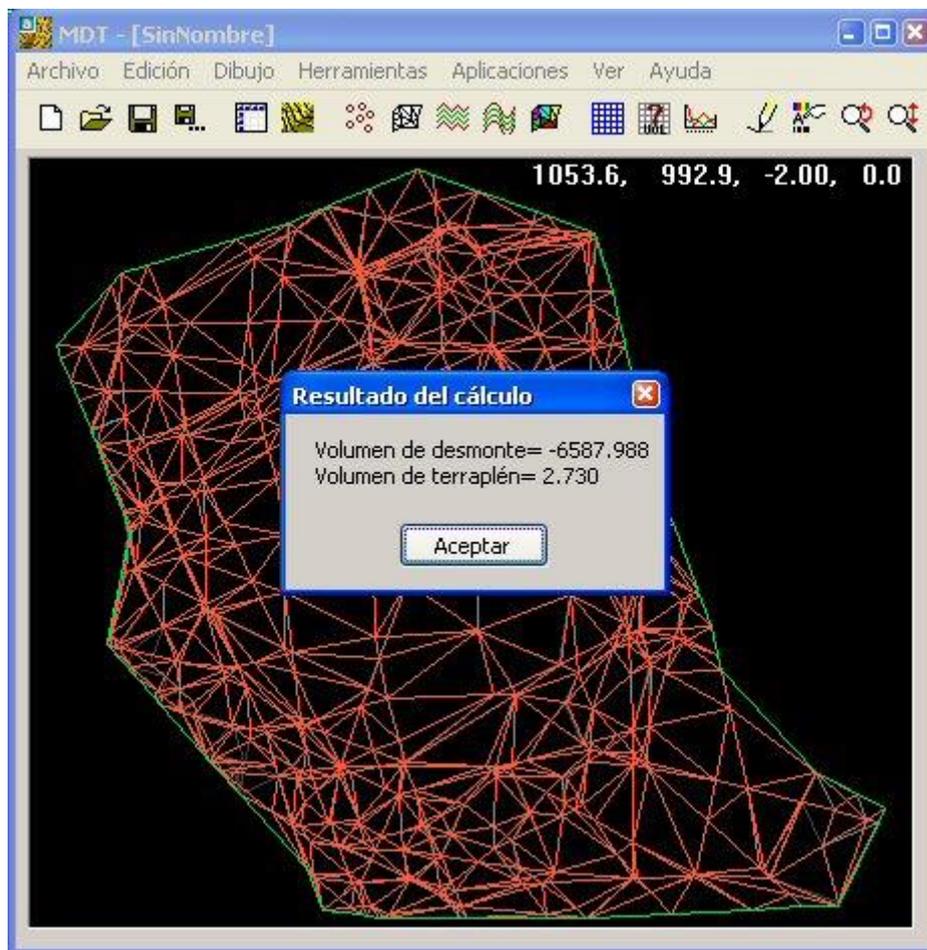
Abrimos un archivo nuevo, dentro del programa de MDT, y usamos la nueva orden dentro del menú "Aplicaciones\Intersección de modelos".



Seleccionamos los dos ficheros de mdt correspondientes para realizar el cálculo



Y el programa nos calcula un modelo digital con las intersecciones entre los modelos y nos da el volumen correspondiente entre los mismos



Es así de fácil, a la vez que rápido, ya que al contrario de otros programas hemos optimizado al máximo el cálculo para que sea muy rápido.

Lo que se obtiene es un modelo digital del terreno con cotas negativas cuando es desmonte, y positivas cuando es terraplén, así que la cota 0.000 marcará puntos dónde no haya que incluir ni poner tierras.

Se ha tenido en cuenta la problemática que puede surgir a la hora del cálculo, en aquellos triángulos dónde 'pase' la curva de nivel '0.000', ya que en ese caso hay que crear nuevos triángulos para que nunca haya triángulos que puedan dar desmonte y terraplén al mismo tiempo, lo cual desvirtuaría el cálculo; y lo que deseamos es precisión máxima.

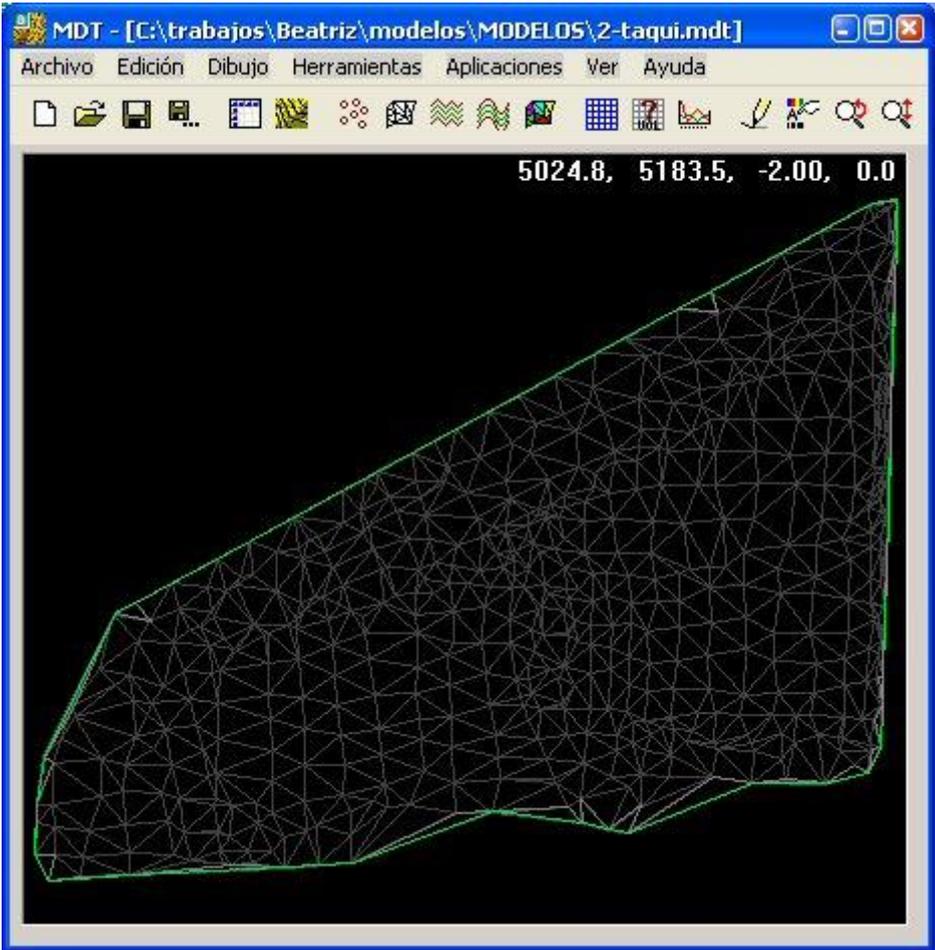
Tranquilamente, se debería de observar lo que ha hecho el programa, comparando con el volumen de la malla, y también calculando las curvas de nivel en cota '0.000', lo cual nos daría una visión exacta de la precisión que estamos obteniendo con este tipo de cálculo.

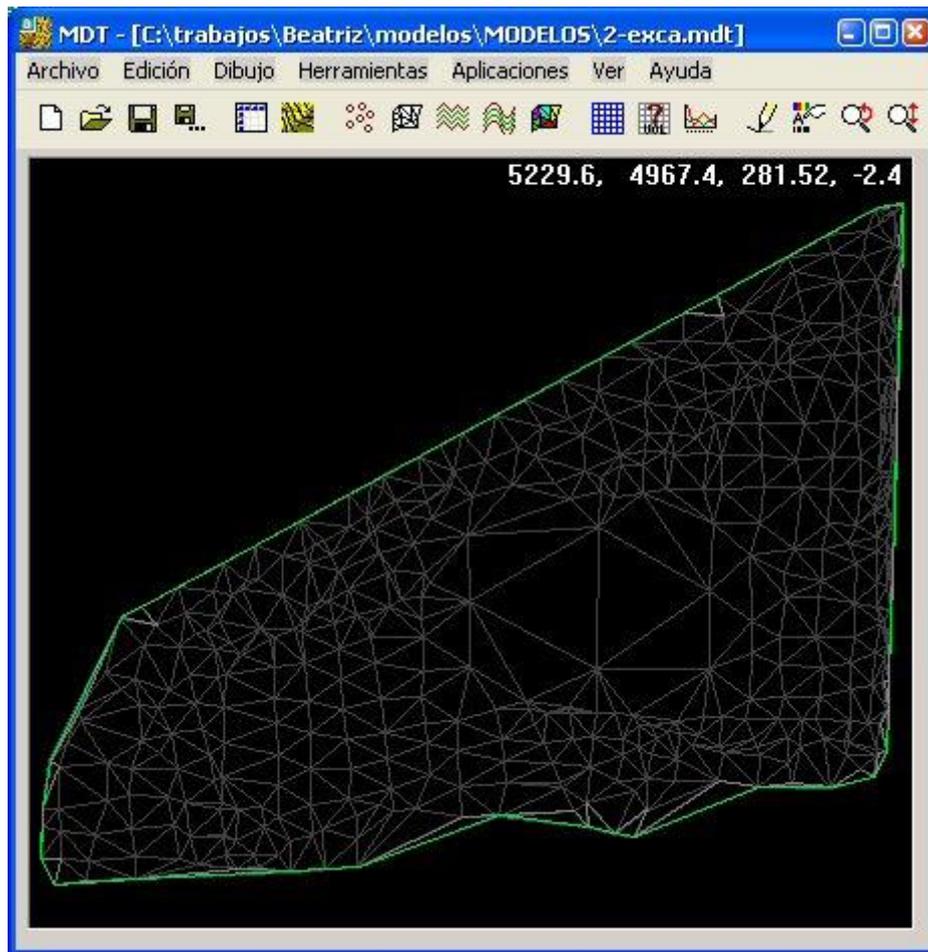
En todos los cálculos entre modelos es muy importante, y necesario recordar, que el contorno que se elija para realizar el cálculo del mismo es fundamental, por lo cual se ha dejado abierta la posibilidad de que sea el usuario quien decida este contorno. Así pues, si por ejemplo deseamos señalar un contorno específico para realizar el cálculo, procederemos de la siguiente manera. Lo crearemos en autocad, como una polilínea, y a partir de ahí abriremos un fichero nuevo de mdt y lo añadiremos al mismo en la 'Lista de datos del mdt' en el apartado 'Contornos', y después procederemos a realizar el cálculo correspondiente.

Así pues, es muy importante recordar que el programa tomará como contorno para realizar el cálculo el primero que haya en la lista de contornos del archivo activo. En el caso de que no haya contorno especificado, entonces el programa creará automáticamente un contorno partiendo del mdt más pequeño, lo cual suele ser válido todas las veces.

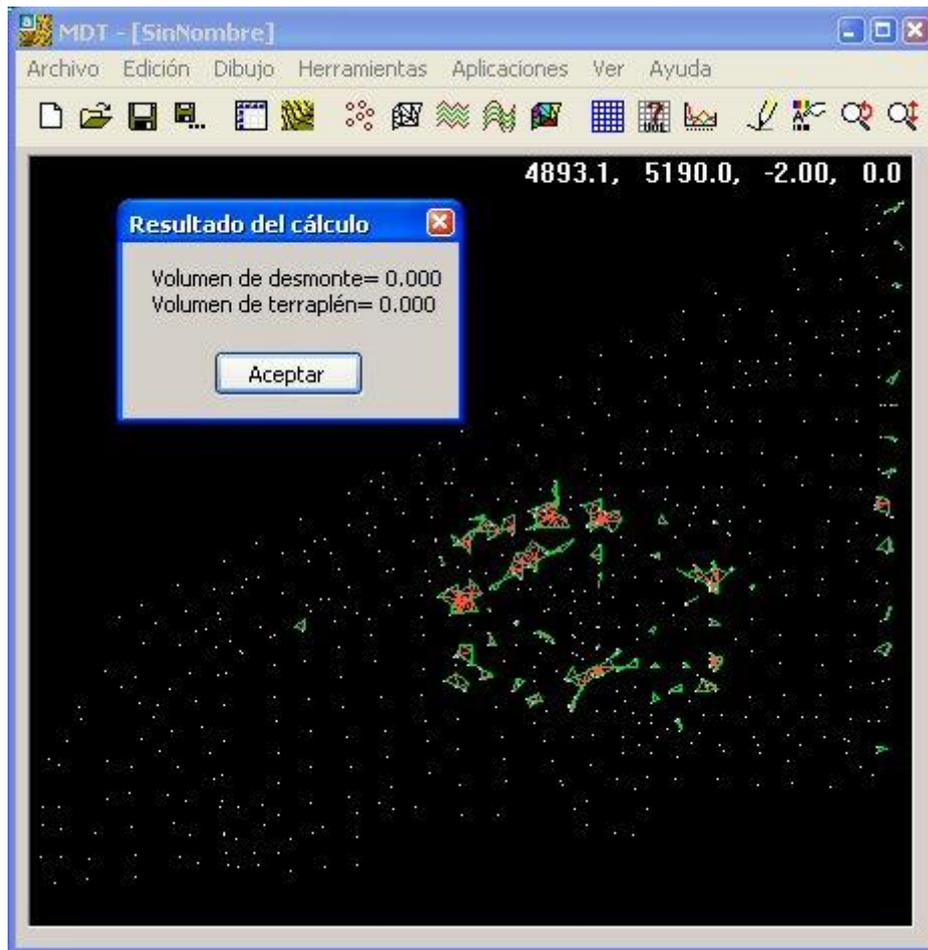
Existen casos específicos dónde es obligatorio indicarle un contorno al programa ya no puede determinar el contorno adecuado por si mismo. Esos casos resaltarán al ejecutar la aplicación, y hemos incluido en esta actualización un caso de este tipo, como ejemplo, para que se aprenda a incluir un contorno.

Al instalar esta actualización se grabarán dos nuevos fichero en el ordenador, en el directorio "C:\Trabajos\Protopo", llamados "2-taqui.mdt" y "2-exca.mdt", con los cuales vamos a calcular el volumen.



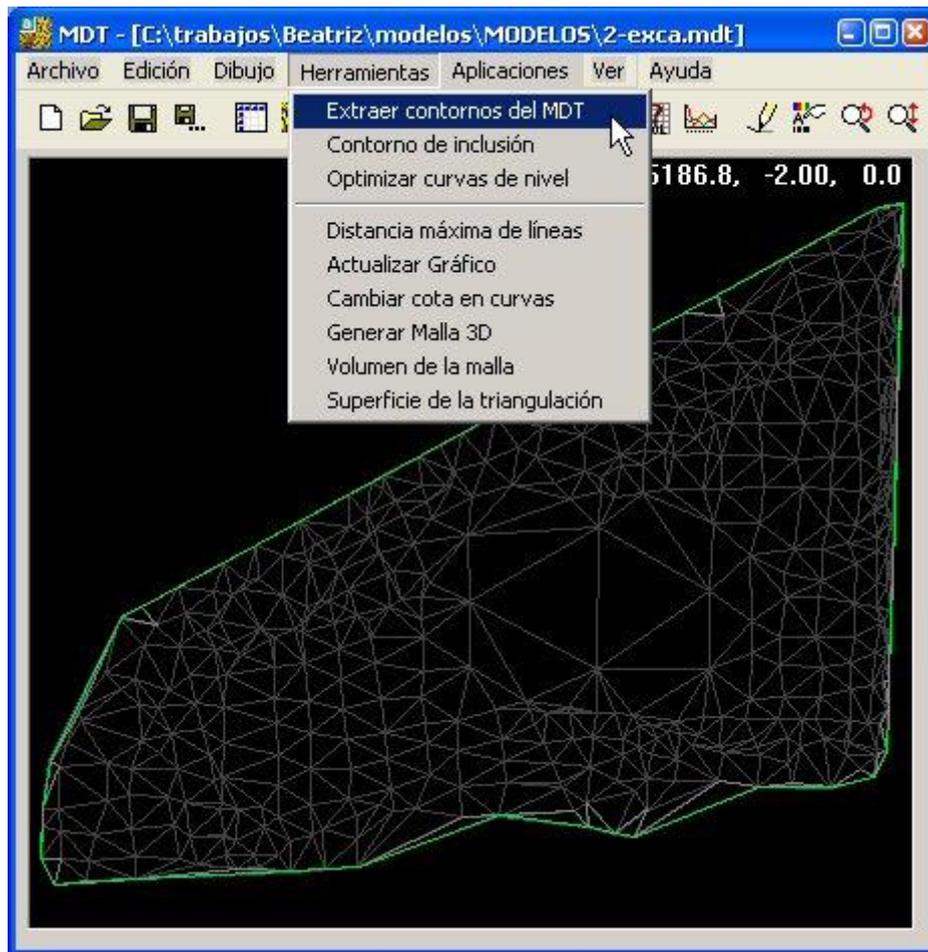


Si probamos a calcular el volumen de la intersección de estos dos modelos, directamente, el resultado que se obtiene es el siguiente.

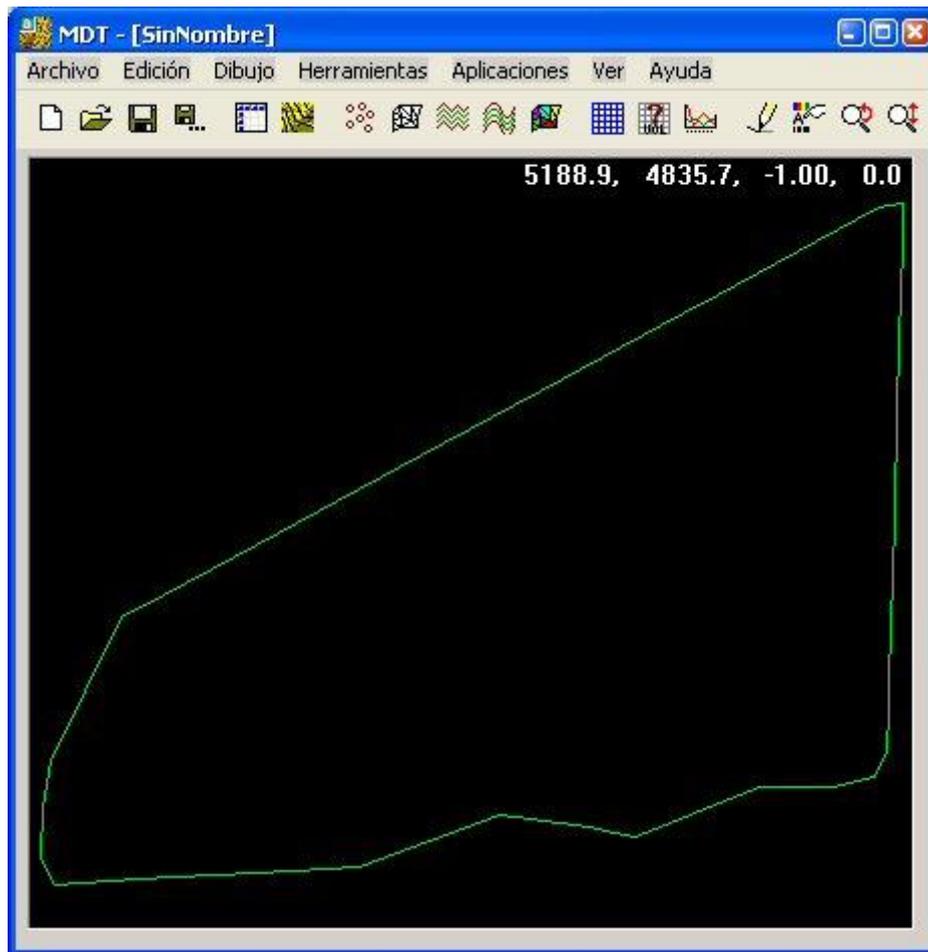


Como vemos, el programa ha sido incapaz de calcular el contorno adecuado al cálculo de la intersección, lo cual es debido, fundamentalmente a los múltiples triángulos en los que la diferencia de cota es '0.000'.

Así que lo que hay que hacer en este caso, es abrir el fichero "2-exca.mdt", usar la orden "Herramientas\Extraer contornos del mdt", y después dibujar este contorno en autocad con la orden "Dibujo\Contornos", con lo que obtendremos una polilínea 3d del contorno que deseamos en autocad.



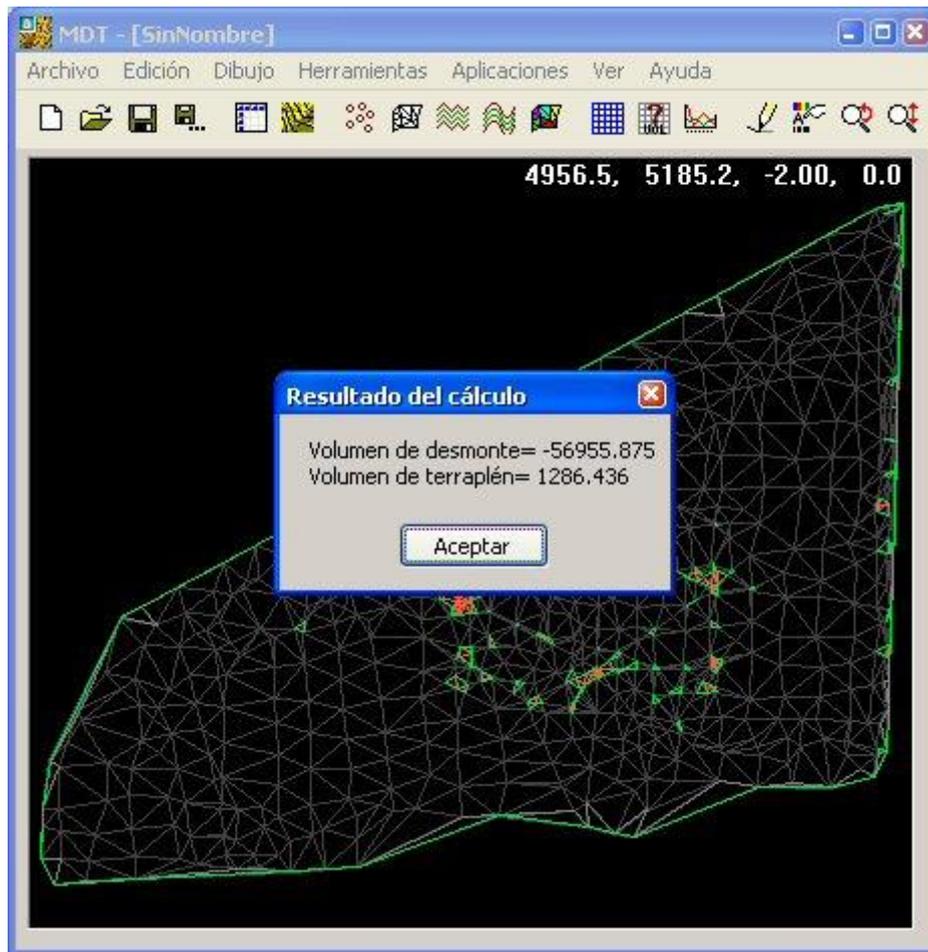
Ahora, abrimos "Archivo nuevo" en el programa de MDT y en la lista de datos le decimos que importe el contorno del dibujo que acabamos de dibujar; con esto ya tenemos definido el contorno del cálculo de la intersección, ya que el programa usará el primero de la lista de contornos.



Y una vez que tenemos este contorno, procedemos a realizar la "Intersección de modelos".



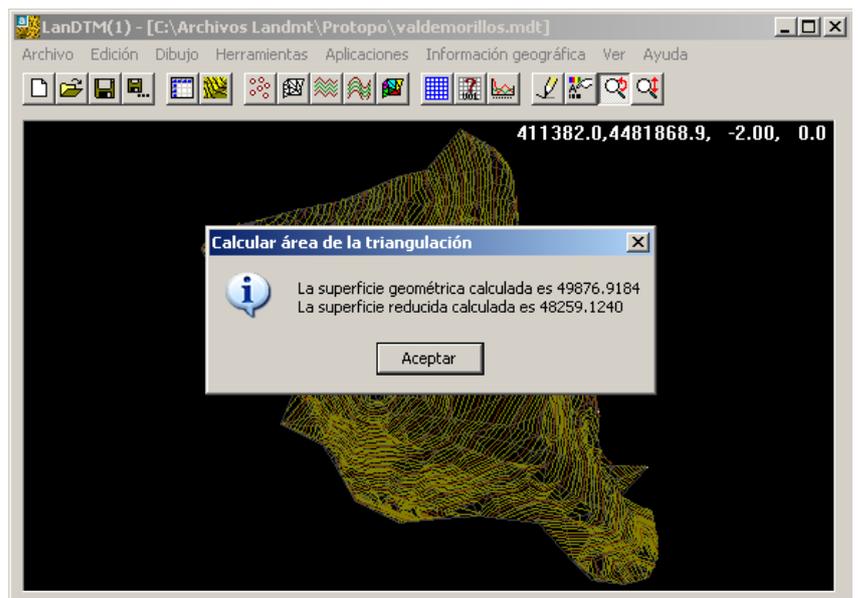
Y vemos, que esta vez, al indicarle el contorno, el programa ha podido realizar el cálculo correspondiente del 'modelo intersección', sin ningún problema y en base al contorno seleccionado.



2.7 Superficie de una triangulación

Con esta herramienta podemos calcular el área de la triangulación tanto geométrica como reducida. Tengamos en cuenta que para verificar los resultados de un cálculo de volúmenes por diferencia de mallas podemos multiplicar la superficie intersectada por la media de las cotas rojas y así saber si tenemos un error grosero en el cálculo de volúmenes por diferencia de mallas.

Para los casos donde interesa conocer las superficies geométricas, este valor puede ser de mucha utilidad. Ejemplo superficie de pistas de esquí, etc.



3 Aplicaciones

3.1 Test de suavizado

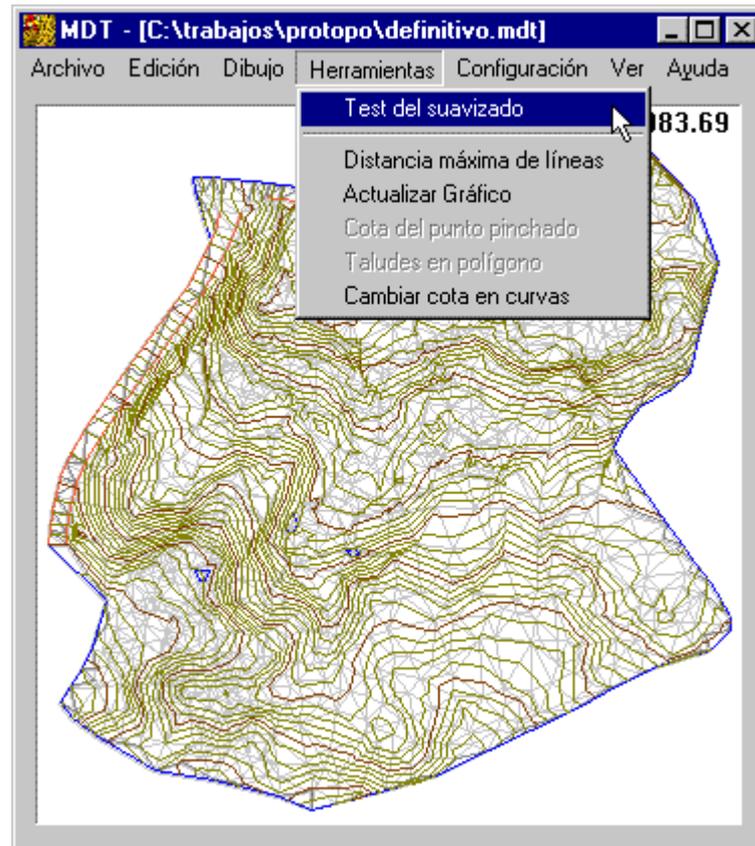
Desde siempre nos ha preocupado que las curvas de nivel se crucen en algún sitio cuando realizamos el suavizado, ya que somos profesionales y eso resulta indeseable.

Los profesionales sabemos que deberíamos de presentar el curvado sin suavizar, ya que es la representación "Matemática", (que no la correcta), más ajustada al terreno que tenemos, pero para que se parezca más al suavizado del terreno real, (por exigencia del ordenante del trabajo, al que normalmente es imposible explicarle cuales son las razones de un plano sin suavizar, y además suele ser el jefe que suele tener lagunas de conocimiento en este sentido), debemos de redondear las curvas de nivel, según unos criterios, los cuales, cuando se hacen a mano, están claros, pero al mandarle al ordenador que realice este suavizado, es imposible que reconozca todos los parámetros a tener en cuenta para realizar un suavizado perfecto, tal y como lo haríamos nosotros. Por esto, todos los programas buscan el sistema más adecuado y más perfecto para realizar este suavizado.

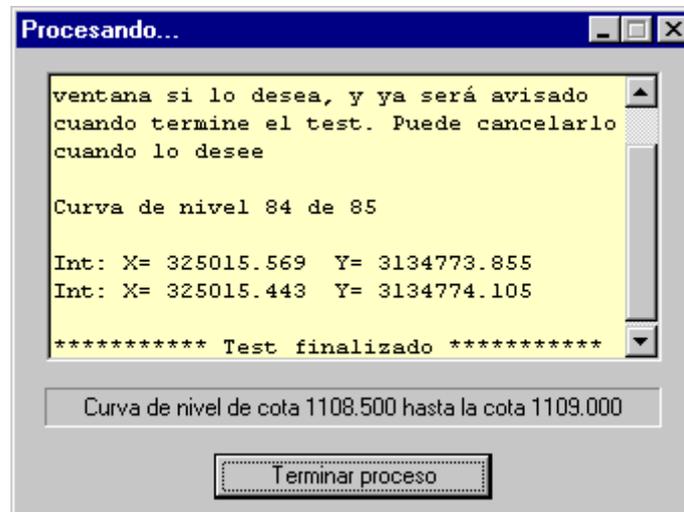
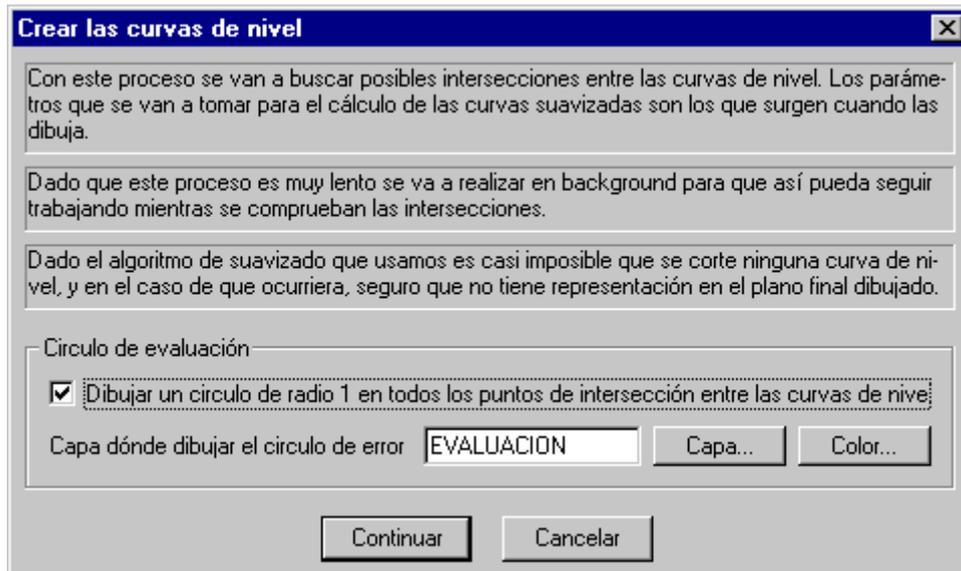
Nosotros no vamos a ser menos, y buscamos el sistema más perfecto, y sobre todo más próximo a la realidad matemática que tenemos, (ya que es lo único que nos queda real). En nuestra opinión, (evidentemente discutible), el mejor suavizado es aquel que consigue pasar por el mayor número de puntos posibles dentro de una recta calculada de un triángulo, y descartamos sistemas de otros programas, tipo Land develop, que buscan que los únicos puntos de la curva suavizada que pertenece a la recta de ese triángulo, son las esquinas, mintiendo sobremanera e inventando la mayoría de los puntos. Así pues, nos separamos de la esquina de la recta, pero mantenemos todos los puntos centrales de la misma, de forma real; lo que, vulgarmente llamamos, "matar vértices".

Gracias a este sistema conseguimos que, en un 99 % del curvado, se mantengan la mayoría de los puntos reales por el que pasan las curvas de nivel, y además, y más importante evitamos el cruce de las mismas. Si. Digo esto por que las curvas se cruzan con cualquier sistema de curvado que tomes. En el sistema seguido por el Land develop los cruces son ostensibles y totalmente reprobables. Sólo por este tema hay que descartar realizar el suavizado por estos sistemas, ya que no hay nada más desagradable que alguien te muestre un plano entregado por ti, indicándote con el dedo dónde se cruzan. No diría esto si no tuviera pruebas fehacientes del este hecho. La respuesta posible a estos ostensibles cruces, podría ser la típica del llamado "nivel de suavizado", pero evidentemente, yo estoy hablando, de que esto ocurre con el "nivel de suavizado" más bajo posible, (evidentemente si el nivel de suavizado es 0, las curvas de nivel no se cruzan, pero tampoco se suavizan, ya que se quedan como están).

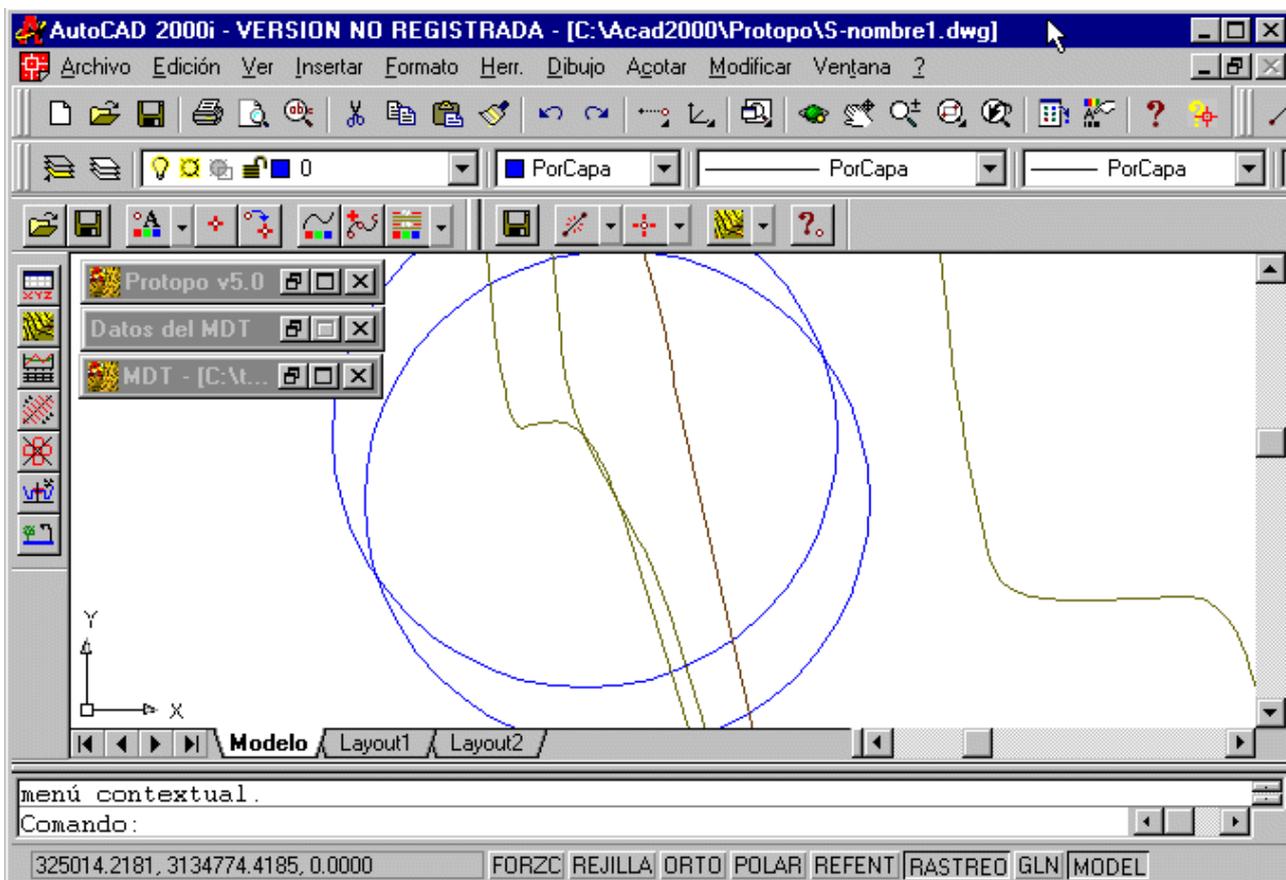
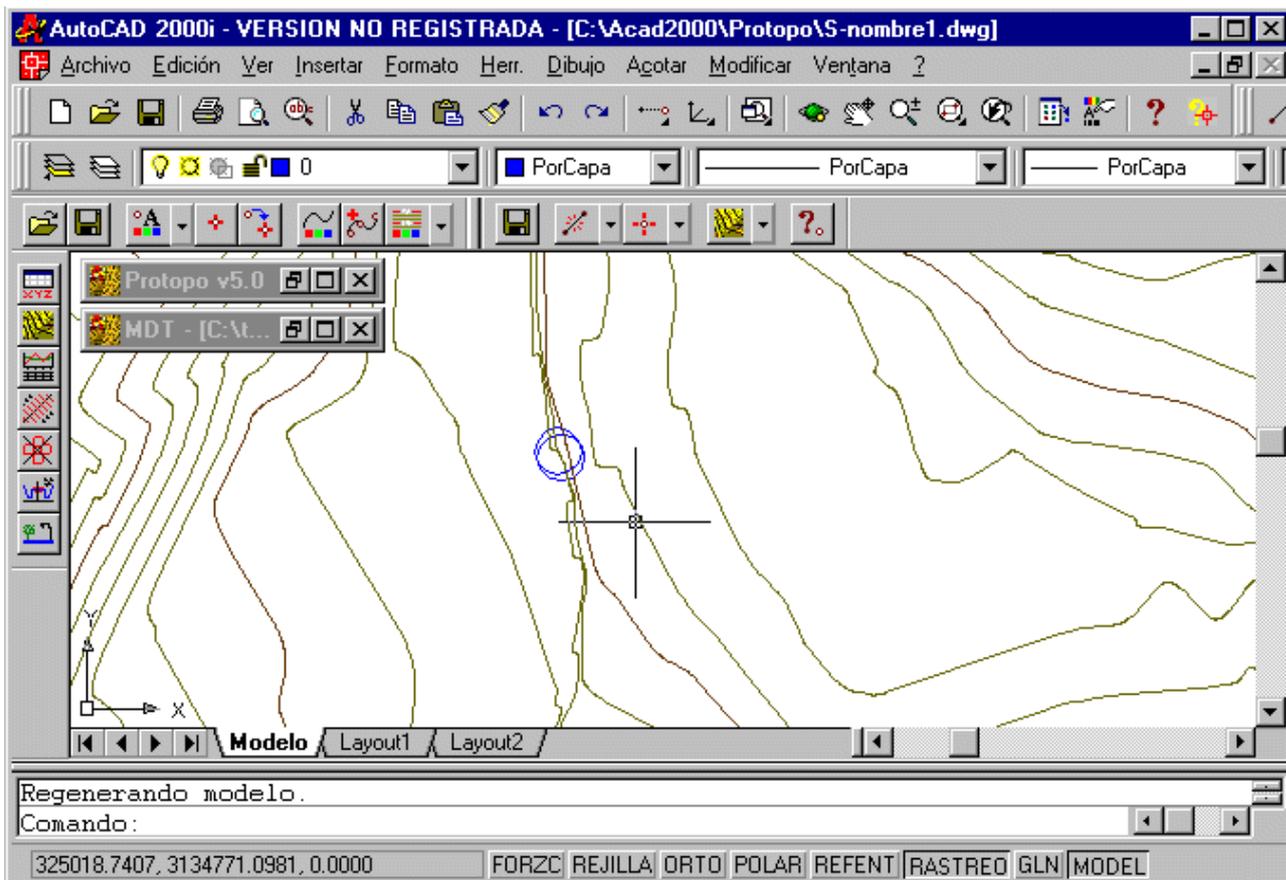
En nuestro caso, gracias a que sólo matamos los vértices, los cruces ocurren pero en muchísima menor medida, y casi inapreciables. Pero nuestro programa no sería dirigido a profesionales si en estos casos de cruces entre curvas, no te avisáramos de ellos, para que los observes, y compruebes que en la mayoría de los casos los cruces son inapreciables, (el grosor del rotring los cubre fácilmente). Y para ello creamos la herramienta de "Test de suavizado", la cual se ejecuta en "background", (que significa que mientras se está ejecutando puedes seguir trabajando con autocad), y dibuja un círculo, de un radio especificado por el usuario, en cada uno de los cortes de las curvas de nivel.



Una vez que hayamos finalizado el trabajo, dibujamos las entidades "Curvas de nivel" y procedemos a realizar este test. Cuando lo ejecutamos, el programa se pondrá a calcular todos los cortes posibles con la curva anterior y posterior a la que se estudie, lo que simplifica el proceso de búsqueda de cortes. Para representar estos cortes aparecerá un círculo de un radio determinado por el usuario, en la zona dónde se encuentra, y además aparecerán las coordenadas del corte en la ventana de proceso del test.



Cuando finalice el test, debemos de cerrar la ventana de proceso, y acercarnos a las zonas de corte para ver si son apreciables en el dibujo final por plotter, lo cual no suele ser normal. Con las herramientas de PProtopo de insertar, mover o borrar vértice, podemos modificar fácilmente el curvado, (para conocer más estas herramientas debe de leerse el capítulo de PProtopo).



Una vez que hayamos finalizado la edición de las curvas de nivel debemos de grabar estas modificaciones en el fichero de trabajo, pulsando en el botón de grabar de PProtopo y seleccionando el fichero de MDT en el que estemos trabajando.

Nota: Hay que tener mucho cuidado de no tener abierto ningún fichero de MDT para evitar problemas de grabar en un fichero que todavía no se ha grabado con el programa de MDT. Así pues, es muy aconsejable cerrar todos los programas de MDT que tengamos abiertos antes de editar las curvas de nivel con las herramientas de PProtopo.

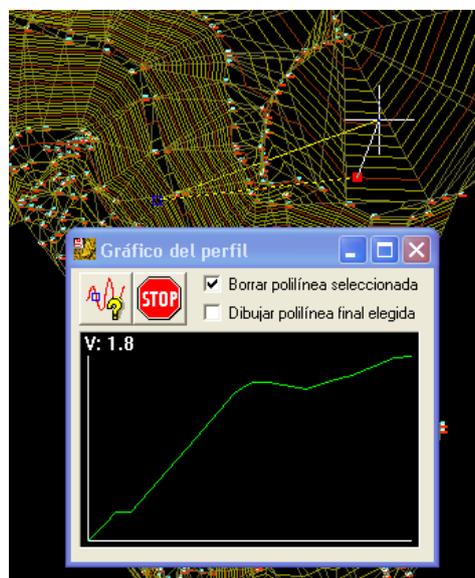
Cuando Protopo busca intersección de ejes o transversales con las curvas de nivel, nunca lo hace sobre las curvas suavizadas, sino sobre las polilíneas que forman los puntos de control, (ya que la nueva entidad "Curva de nivel" los conserva en su totalidad, como se puede estudiar en el capítulo de PProtopo), por lo que no hay que preocuparse de que haya diferencia entre buscar cortes contra el MDT o contra las curvas de nivel.

No existe ningún programa en el mercado que permita realizar un test del suavizado sobre las curvas de nivel suavizadas, lo cual es una carencia grave en un programa que se supone es de topografía. La topografía, como bien sabemos los profesionales, debe de ser una ciencia exacta y todos los aspectos que se refieran a errores y precisiones deben de estar, más que claros, para darle validez a cualquier trabajo que podamos presentar.

Hemos pasado el test del suavizado a casi todos los curvados generados por programas de topografía que hay en España, llevándonos una malísima impresión de calidad y precisión de todos ellos, ya que los cruces de las curvas son ostensibles y preocupantes, como para no tenerlos en cuenta. (Después de pasarles el test del suavizado comprendimos por que no existe esta herramienta en dichos programas. El usuario tiraría el programa a la basura directamente).

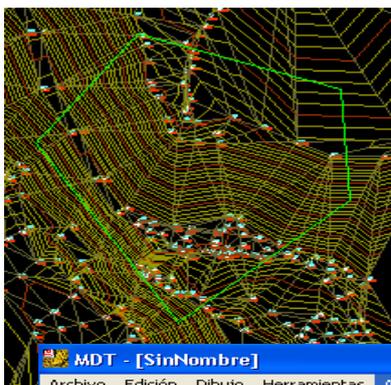
3.2 Perfil dinámico sobre MDT

Calcula de una forma dinámica y gráfica el perfil longitudinal, dada una polilínea en el dibujo de autocad



3.3 Volumen dinámico con un plano

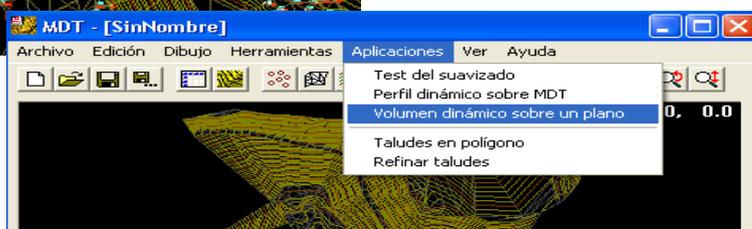
Sistema para calcular la cota de una parcela, imponiendo una condición (ej. que el volumen de desmonte sea igual al de terraplén). Podemos hacer que la parcela tenga una pendiente determinada.



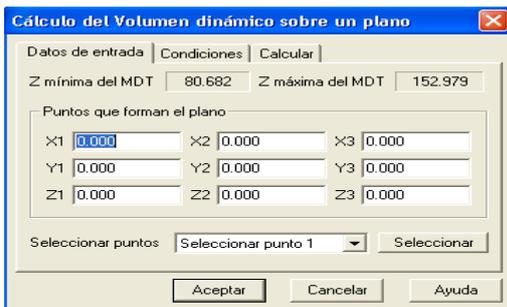
Abrimos el fichero de dibujo DWG donde tengo el terreno y el MDT del mismo terreno. Supongamos que tenemos una parcela, para la cual deseamos saber la cota a la que debo ponerla para que haya el mismo desmonte que terraplén.

En el programa "Triangulación y Curvado", recojo la polilínea que forma la parcela como contorno.

Una vez que tengo la polilínea, selecciono la nueva opción, "Aplicaciones\Volumen dinámico sobre un plano",



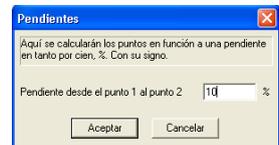
Y me aparece la siguiente pantalla, con tres pestañas



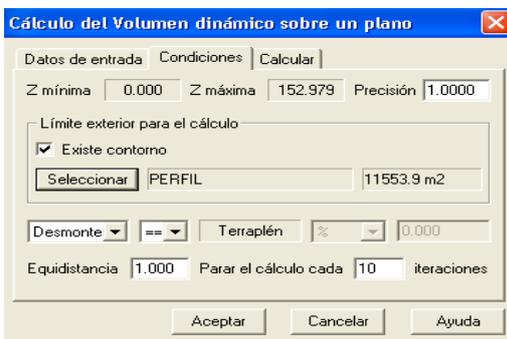
Ficha 1: "Datos de Entrada"

Pondremos las coordenadas XYZ de los tres puntos que forman el plano. Elegiremos tres puntos de tal manera que queden lo más equilátero posible.

Si queremos que el plano tenga una determinada inclinación



elegiremos la opción "Pendiente 1-2", para introducir la pendiente.



Ficha 2: "Condiciones"

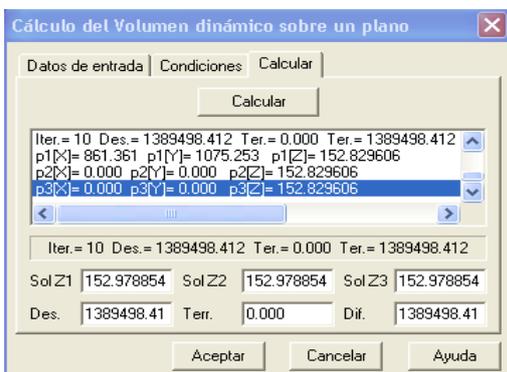
Impondremos al programa las condiciones que deseamos para calcular la cota (cotas) deseada del plano.

En nuestro caso ponemos "=", que significa que deseamos un plano, de tal forma que el volumen de desmorte sea igual al de terraplén.

Como "Contorno", ponemos el contorno previamente creado. La "Precisión", determinará hasta cuando seguir haciendo iteraciones.

La "Equidistancia" de la malla, la cual determinará cada qué intervalo de distancia se calculará un punto.

El número de "Iteraciones" hasta pararse.



Ficha 3: "Calcular"

Dónde podremos realizar el cálculo.

Como datos de salida tendré dos ficheros de MDT:

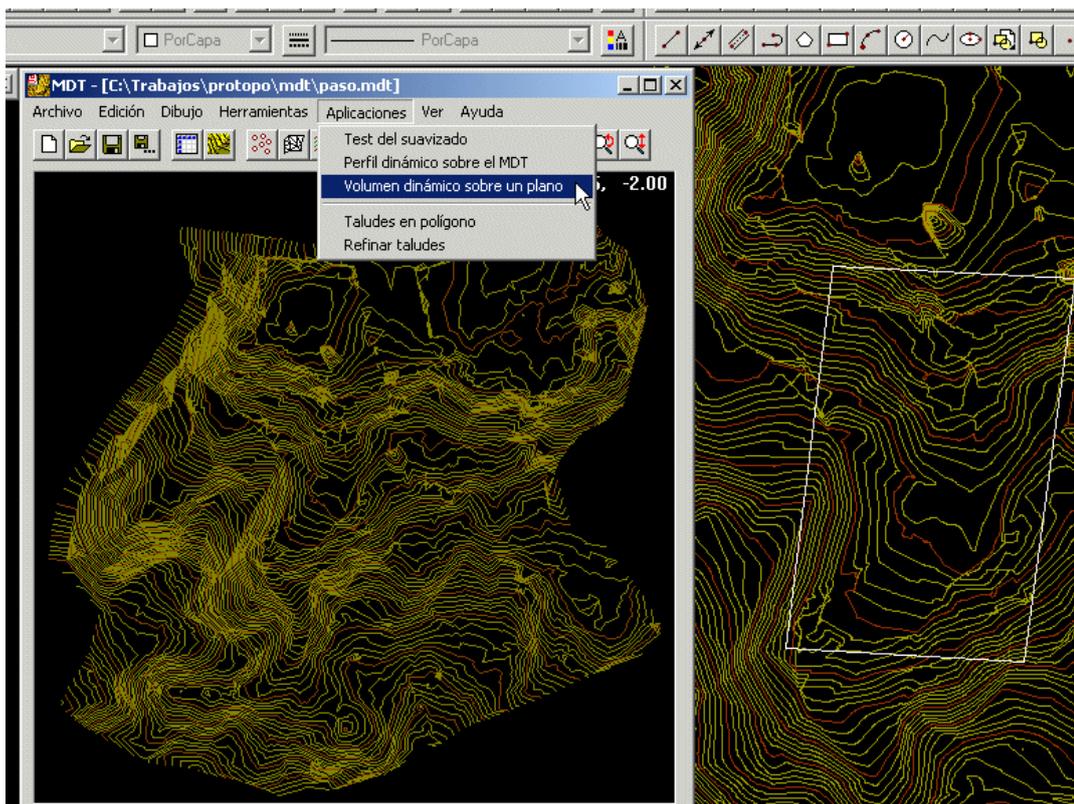
- Uno con la malla del contorno con la cota(s) buscada.
- Otro con los mismos puntos que el anterior, pero con las cotas, las diferencias entre desmonte y terraplén (cotas rojas).

PROTOPO tiene un sistema para calcular la cota de un plano, en 3D, para que el volumen de desmonte sea igual al de terraplén, o para que tenga un tanto por ciento con respecto al de terraplén, o para saber el volumen a una cota fija, en el programa de MDT, "Triangulación y curvado".

Así pues, si ahora tenemos un terreno, y deseamos saber la cota a la que lo tenemos que poner para que haya el mismo desmonte que terraplén, se puede hacer con esta aplicación. Además, gracias a una serie de condiciones, mayor, menor, igual, podemos hacer que la cota del plano dependa de porcentajes entre desmonte y terraplén.

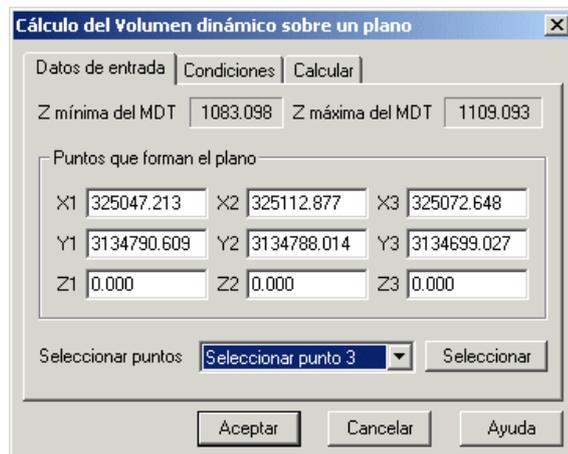
Las aplicaciones son miles, poniendo como primer uso, el cálculo de la cota para que las aguas, en un terreno, recorran la dirección que tu desees con el mínimo gasto de volumen. O sea, un uso agrícola. Pero no nos podemos quedar ahí, ya que es muy común determinar la cota a la que se va a realizar un proyecto, en función de este parámetro, que determina cuanto volumen se va a mover, y hacia dónde se va a llevar.

Así pues, abramos un nuevo fichero de dibujo, y un fichero de MDT de ejemplo. Dibujemos las curvas de nivel, para tener una idea de dónde queda el trabajo. Y por último, supongamos que tenemos una parcela, para la cual deseamos saber la cota a la que debo de ponerla para que haya el mismo desmonte que terraplén. Tal y como aparece en la imagen siguiente.

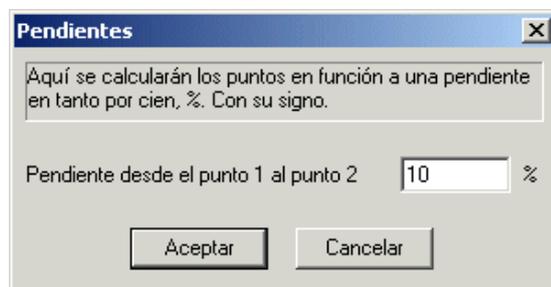


Ahora recogemos la polilínea que forma la parcela como contorno, para futuros usos, (aunque no es necesario para el cálculo, ya que se permite seleccionar una polilínea en Autocad, sin tenerla dentro de los contornos del programa de MDT). Una vez que tenemos la polilínea, seleccionamos la opción, "Aplicaciones\Volumen dinámico sobre un plano", surgiéndonos la siguiente pantalla con tres fichas a rellenar.

A) En esta primera ficha, debemos poner las coordenadas XYZ de los tres puntos que forman el plano. Como queremos la plataforma a la misma cota, selecciono tres puntos que formen un triángulo, más o menos equilátero, que me determinarán un plano, (cualquiera en realidad, porque la z no influye). Para seleccionar los puntos, debo de ir seleccionando la opción correspondiente del combo box, (lista), "Seleccionar punto 1", y lo selecciono, "Seleccionar punto 2", y lo selecciono en Autocad, etc.



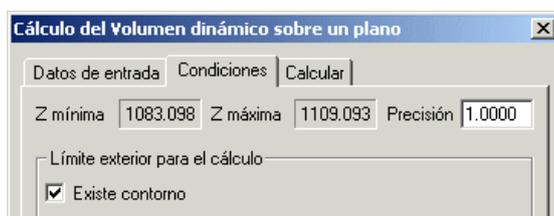
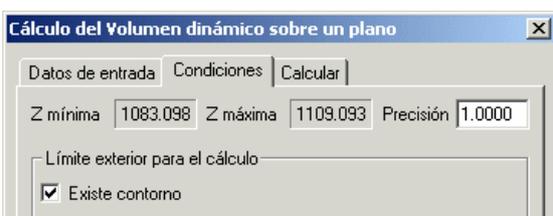
En el caso de que se tenga un plano con una determinada inclinación, entonces podemos elegir la opción "Pendiente 1-2", con lo que nos surgirá un cuadro de diálogo solicitándonos está pendiente, y se pondrá la cota en el punto 2, con respecto a punto 1. Así pues si la cota en el punto 1, es 0.0, y la pendiente es 10%, y además la distancia reducida del punto 1 al 2 es de 100.0 metros, entonces la cota del punto 2 se pondrá como 10.0 m. La pendiente puede ser negativa.



No hay que preocuparse por el tema de la cota, ya que es lo que queremos calcular, y sólo se usa para calcular las pendientes entre los tres puntos, por lo que poner 0.0 al primer punto es lo normal, para después poner las cotas del punto 2 y 3, en función de esta cota. Siguiendo el ejemplo, la cota del plano va a ser la misma, se pondrá 0.0 en todas las cotas.

B) En la segunda ficha, "Condiciones", se impondrá al programa las condiciones que deseamos para calcular la cota deseada del plano, en función del volumen de desmonte y de terraplén deseado. En nuestro caso ponemos "= =", que significa que deseamos una cota del plano, de tal forma que el volumen de desmonte sea igual al de terraplén.

En el apartado de "Contorno", ponemos el contorno deseado para el cálculo, ya que como resultado final obtendremos una nube de puntos con las diferencias de cota entre el terreno y la cota buscada en el contorno seleccionado. En el caso de que deseemos que el contorno sea todo el curvado, entonces no ponemos nada en contorno, y el programa asumirá esta premisa.

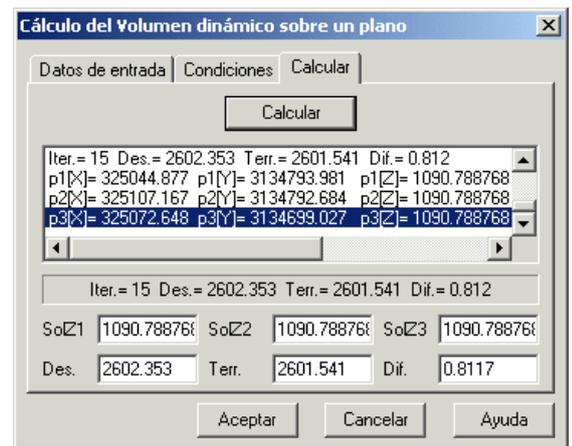
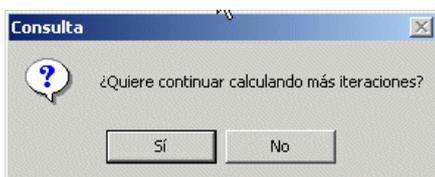


Examinando las distintas opciones podemos ver como se puede seleccionar que el terraplén sea mayor que el desmonte en un porcentaje dado, o que la cota a la que deseamos el plano, es fija, etc, etc. Muchas condiciones para que puedas hacer cualquier tipo de cálculo.

Además de elegir el contorno se puede seleccionar la "Precisión", la cual determinará hasta cuando seguir haciendo iteraciones, probando con las diferentes cotas, hasta dar con la solución. En otras palabras, si ponemos de precisión 1 m³., esto significará que la solución final va a estar entre 0.0 m³ y 1 m³ de la requerida. En nuestro ejemplo, en el cual buscamos que haya el mismo volumen de desmonte que de terraplén, en la solución que nos dará el programa, habrá una diferencia, entre los dos volúmenes, de menos de 1 m³.

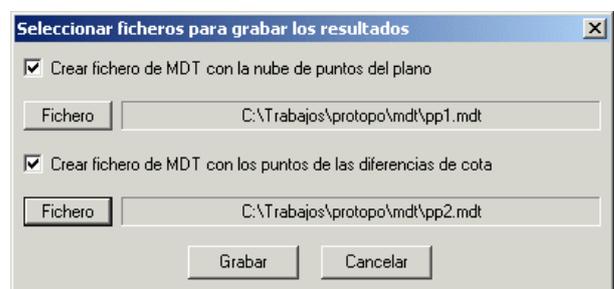
Otros dos parámetros a tener en cuenta, son la "Equidistancia" de la malla, la cual determinará cada qué intervalo de distancia se calculará un punto, (Recordar que el objetivo final es tener un fichero de MDT con una malla de puntos, según una equidistancia, dónde cada punto representa la diferencia de cota entre el terreno actual y el plano solución calculado), y el número de "Iteraciones" hasta pararse. Este último parámetro viene dado por si se presentan casos dónde no se encuentra una solución, y el programa sigue probando y probando cotas de plano, hasta el infinito. Así que le ponemos un límite, más o menos adecuado, y el programa nos irá preguntando si queremos continuar probando cotas.

C) La última ficha, "Calcular", dónde podremos realizar el cálculo según los parámetros y condiciones impuestas. Como se ve en la siguiente imagen, el programa irá dando en la lista, los cálculos que se están realizando. Además, el programa, cada intervalo de operaciones impuestas, nos irá preguntando si deseamos continuar calculando.



Como vemos en la anterior imagen, en la iteración 15 se ha llegado a tener menos de 1 m³. de diferencia entre desmonte y terraplén, a una cota de 1090.789, que es la que se buscaba.

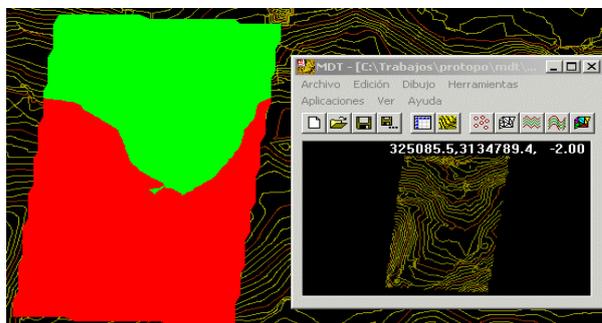
Así que ya se tiene la cota buscada, por lo que el programa preguntará si queremos crear dos fichero de MDT, ".MDT", en los cuales guardar el contorno buscado con la cota, (o cotas en el caso de que sea inclinado), calculada, y también una malla de puntos que ocupa lo mismo que el



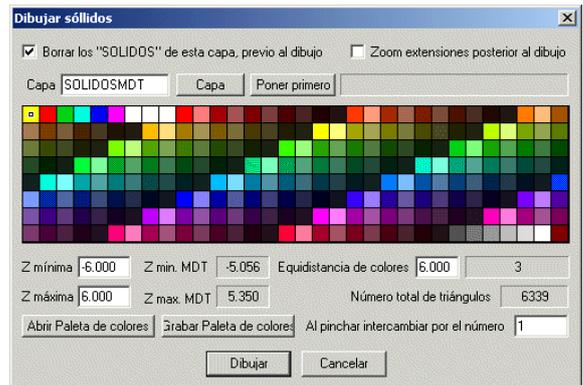
contorno con las diferencias de cota entre desmonte y terraplén, para poder dibujar un sólido con estos datos.

El resultado, se dibuja en Autocad mediante los sólidos del MDT. Para lo cual, abrimos el fichero "pp2.mdt" que es el que hemos creado con las diferencias. Creamos la triangulación, con una distancia máxima de búsqueda de 3 m, (ya que pusimos que queríamos la malla cada metro), y nos vamos a la orden "Dibujar sólidos", seleccionando los valores adecuados para que sólo haya dos colores, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Para que salga bien hay que poner el color 2 y el 3 para el desmonte y terraplén, y además poner el intervalo adecuado para que sólo salgan dos colores. Y ahora al dibujarlo obtendremos el resultado deseado.



3.4 Taludes en polígono. Plataforma con taludes.



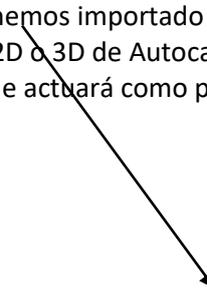
Esta aplicación sirve para calcular el talud de una polilínea o contorno cerrado o abierto, y además se puede hacer hacia dentro o hacia fuera. El cálculo del talud se realiza sobre el terreno según los planos correspondientes de los mismos.

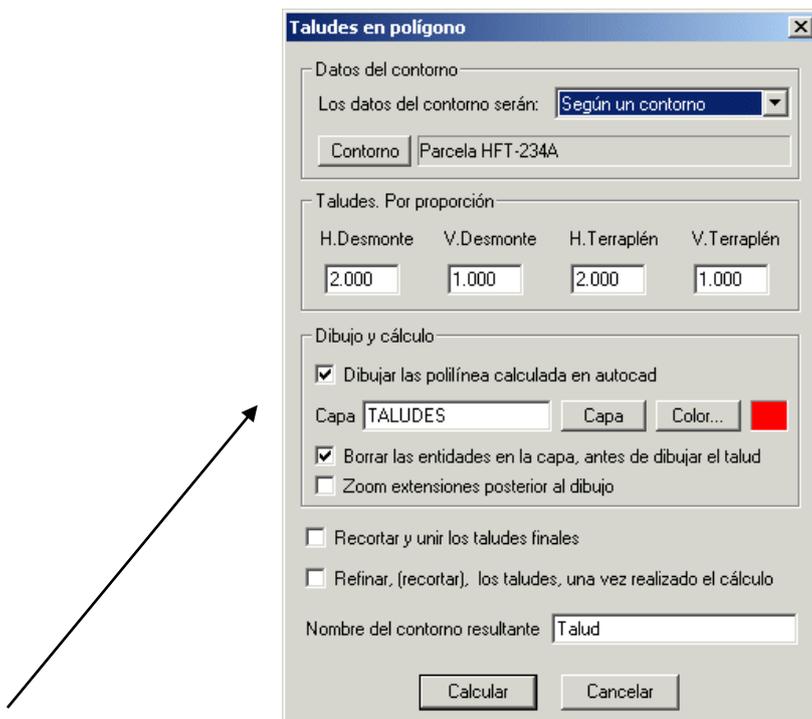
- 1.- Partimos de un modelo digital del terreno previamente generado.
- 2.- Para usar esta opción integrada dentro de "Triangulación y Curvado" iremos al menú "Aplicaciones" "Taludes en Polígono"



- 3.- Nos surge el siguiente cuadro de diálogo, en el cual podemos seleccionar el Contorno que previamente hemos importado en "Datos del MDT" en el apartado de "Contornos", o, Seleccionando una polilínea 2D o 3D de Autocad.

La Polilínea que actuará como plataforma podrá estar tanto abierta como cerrada.





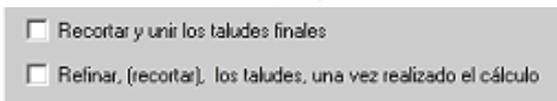
Posteriormente podemos decidir entre dibujar el resultado en autocad o no hacerlo; y sea como sea, siempre se creará un contorno dentro del programa de MDT con la solución buscada.

4.- Los taludes se definen por proporción. Definimos lo que se avanza en sentido horizontal y vertical



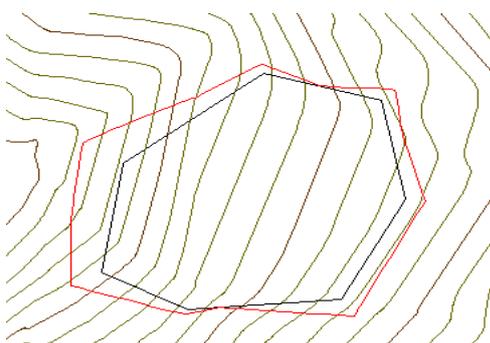
5.- Una vez seleccionados los parámetros que me definen el talud, ya podemos “Calcular”

6.- Existen dos casillas de selección con las cuales, se puede recortar el talud solución, así como refinar.

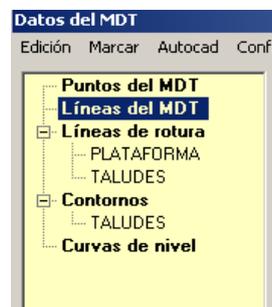


Cómo crear el MDT de una plataforma

Una vez calculado el talud, vamos a crear un nuevo modelo digital con las polilíneas que forman la plataforma y el talud.



1. En el modelo digital terreno, “Archivo” “Nuevo”
- 2 “Edición” “Datos del MDT”.
 - 2.1. Como líneas de rotura: Seleccionar polilíneas en el dibujo la formada por la plataforma y el talud.
 - 2.2. Como contorno: Seleccionar polilínea en el dibujo; el talud
 - 2.3. Cerramos la ventana.



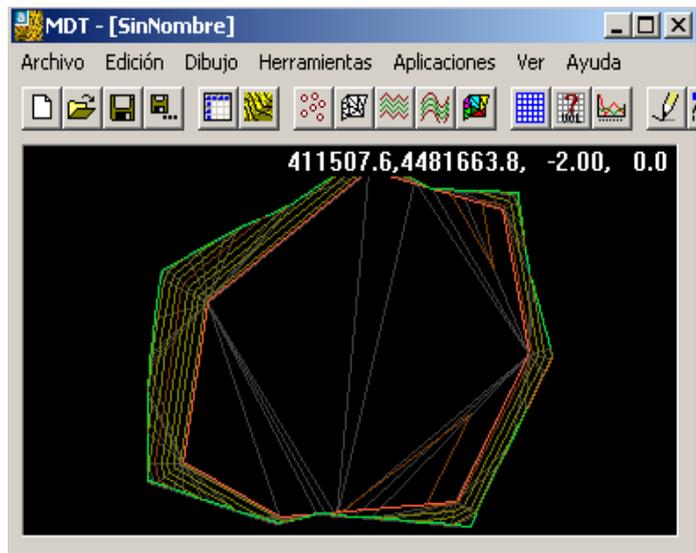
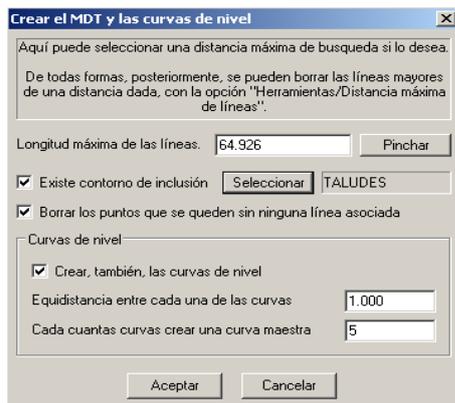
3. Pasamos a Crear el MDT.

3.1. "Edición" "Crear el MDT", teniendo en cuenta que existe contorno de inclusión, dentro del cual sólo quiero curvar.

***** Para nuestro ejemplo debemos comprobar que el talud esta cerrado.

***** Es aconsejable separar manualmente los vértices del talud que toquen con la plataforma. Separar unos 2 cm. hacia fuera de la plataforma.

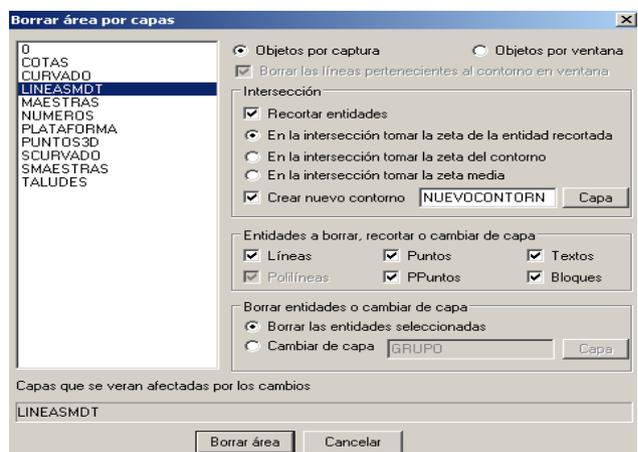
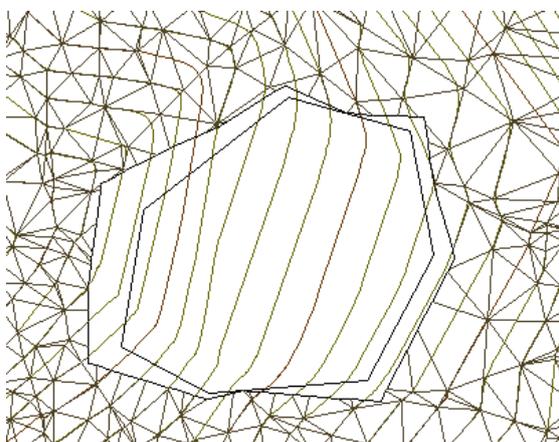
Esto se hace para que no triangulen del talud a dentro de la plataforma y respete las aristas o límite de la plataforma.



Cómo crear el MDT resultante del terreno natural con la plataforma



1. Lo primero que tenemos que hacer es borrar las líneas del MDT que se encuentran dentro del contorno de nuestra obra (talud). Para ello, utilizamos la herramienta que se encuentra en Utilidades, "Borrar área"



En el cuadro de dialogo seleccionaremos la capa de las líneas del MDT antiguas "LineasMDT". Marcaremos que recortaremos el modelo, y que nos cree un nuevo contorno en 3D con toda la información 3D del modelo y talud. Aceptamos "Borrar área" Seleccionar el contorno Talud y se recortará el modelo.

2. Creamos el MDT.

2.1. "Archivo". "Nuevo".

2.2. "Edición" "Datos del MDT".

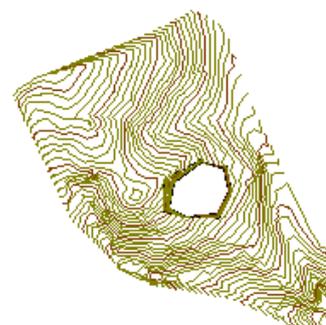
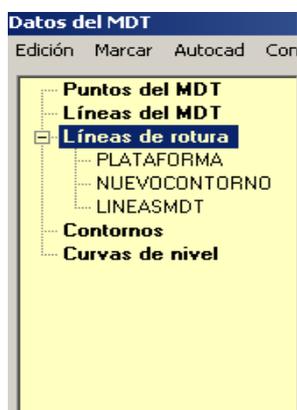
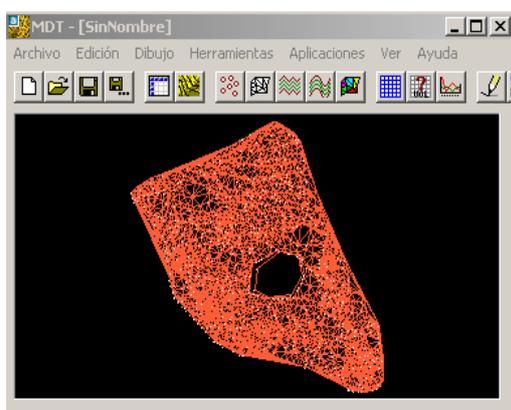
2.2.1. En líneas de rotura:

- Seleccionar polilíneas por capa: - Plataforma.
- NuevoContorno.

- Seleccionar líneas por la capa: Líneas MDT.

2.3."Edición" "Crear el MDT".

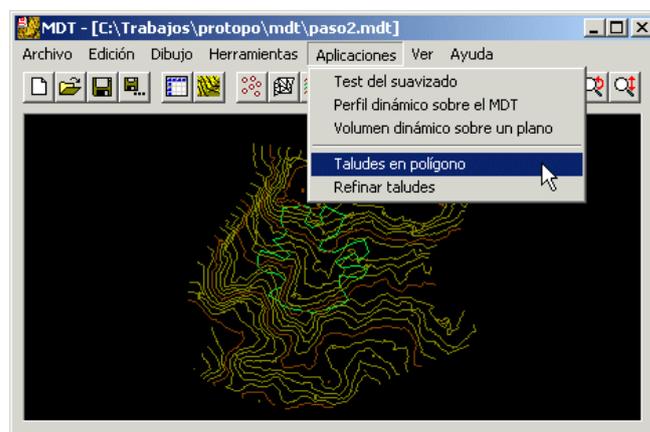
2.4."Grabar MDT"



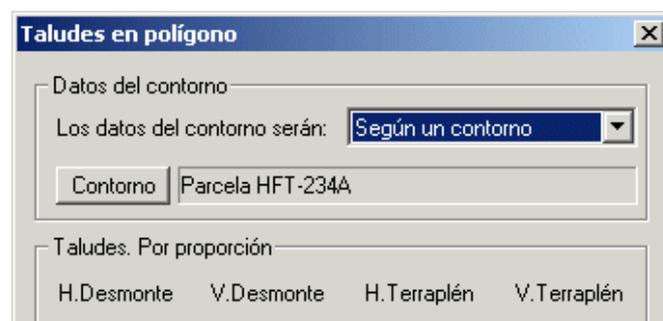
3.5 Refinar taludes

Para ver estas funciones utilizaremos otro ejemplo de Taludes en Polígono.

Para usar esta opción deberemos ir al menú "Aplicaciones" dentro del programa de MDT, y allí seleccionar "Taludes en polígono", tal y como se ve en la siguiente imagen.



Surge un cuadro de diálogo, en el cual seleccionaremos o una polilínea 2D o 3D, en Autocad, o un contorno previamente



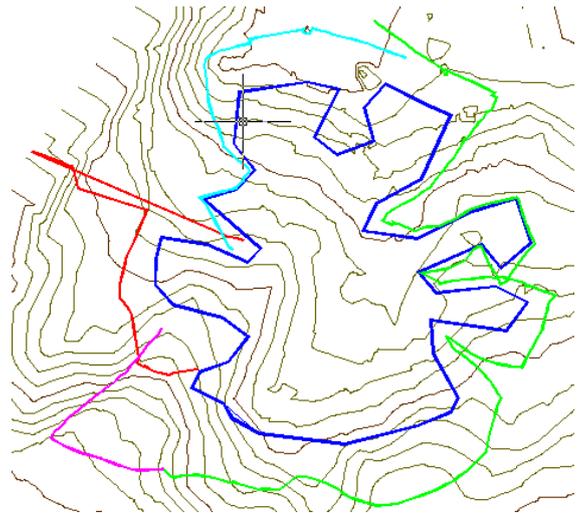
creado/importado en el programa de MDT, tanto abierto como cerrado.

Posteriormente podemos decidir entre dibujar el resultado en Autocad o no hacerlo; y sea como sea, siempre se creará un contorno dentro del programa de MDT con la solución buscada. Los taludes se definen por proporción, que es a lo que estamos acostumbrados en topografía.

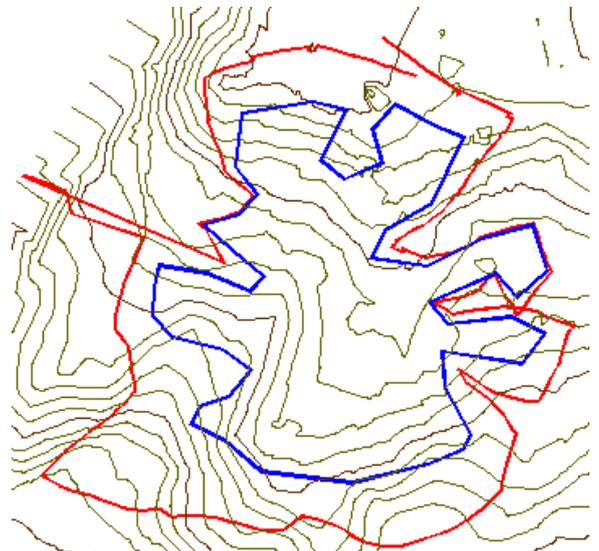
Existen dos casillas de selección con las cuales, se puede recortar el talud solución, así como refinar. El significado de estos dos parámetros, podemos explicarlo, viendo un ejemplo. Supongamos el contorno que se ve en la primera figura de este apartado, y calculemos el talud al terreno según los parámetros impuestos en el cuadro de diálogo anterior, con los cuales, ni recortaríamos ni refinaríamos. El resultado obtenido, sería el siguiente:

Por lo general, las dos últimas opciones de “Recortar y Unir los taludes finales” y “Refinar, () ...” se dejan siempre activadas para el cálculo.

He puesto con distintos colores las 4 polilíneas que se han generado, las cuales representan el talud. Como se aprecia, no están unidas, en una sóla. y lo ideal sería recortarlas y unirlas con la solución correcta. Entonces si se hubiera activado la opción de recortar, el resultado hubiera sido el siguiente:



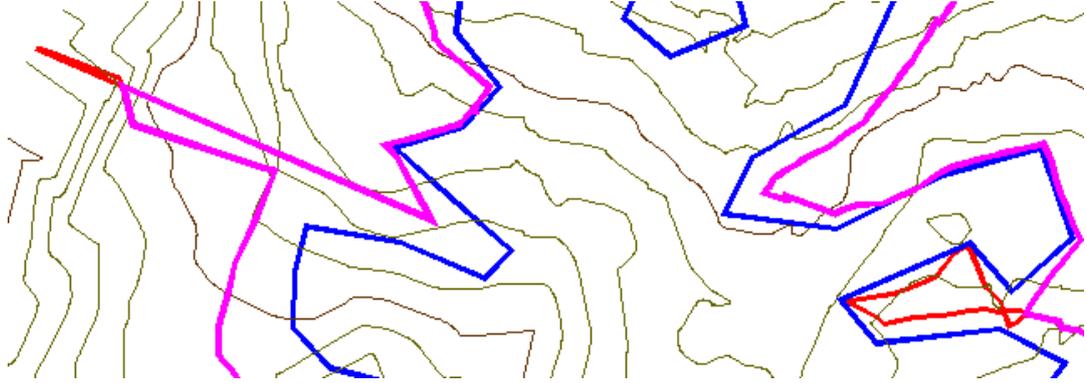
Como se puede apreciar, el resultado obtenido es el más óptimo para ese talud, teniendo en cuenta los puntos de intersección de cada uno de los planos proyectados sobre el terreno. Esto es lo que significaría recortar; opción que hay que activar siempre, pero que con la cual desactivada, puedes apreciar claramente lo que está haciendo el programa, y si está tomando las decisiones correctas.



La orden de refinar taludes se usa para recortar todos aquellos tramos en los que haya un cruce, y la cual hay que activar para evitarlos. Pero en vez de activarla y volver a generar los taludes, esto se puede hacer a posteriori, con la orden "Refinar taludes" que se encuentra en el menú de "Aplicaciones". Así podremos comprobar, primero; si es necesario activarla, y segundo si el resultado es el deseado.



Al refinar, el resultado obtenido sería el que se ve en la siguiente imagen, dónde se aprecia como se han recortado las intersecciones de la polilínea que forma el talud proyectado sobre el terreno:



El color "magenta" es el que determinar la nueva solución, después de refinar, y vemos que a la izquierda es la solución adecuada, pero a la derecha, a lo mejor deberíamos corregirlo un poco.