



## MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

---

El modelo digital del terreno permite que el sistema conozca la cota del terreno, no sólo en los puntos del levantamiento, sino en cualquier posición dentro del mismo. Es imprescindible para generar perfiles, curvados, cubicaciones,... en general, siempre que se desee conocer la cota del terreno dentro del levantamiento.

CARTOMAP contempla distintos tipos de modelos digitales del terreno permitiendo la coexistencia de varios de ellos en un mismo archivo, estos son:

**Malla irregular de triángulos:** modelo digital formado por una red de triángulos cuyos vértices se apoyan en los puntos del levantamiento.

**Malla rectangular:** método utilizado para la representación de grandes superficies de las que sólo se dispone una serie de cotas dispuestas uniformemente en una malla rectangular.

**Curvado y Dibujo 3D:** la cota del terreno se obtiene a partir de elementos gráficos como líneas o polilíneas que tienen cotas válidas.

### Malla irregular de triángulos

---

Este tipo de modelo está formado por una malla irregular de triángulos cuyos vértices se apoyan en puntos del levantamiento. En este caso, antes de proceder al cálculo del MDT es preciso tener en cuenta lo siguiente:


- En qué puntos se ha de apoyar el cálculo, más concretamente, en que capa/s se hallan almacenados. No se tienen en cuenta puntos en la misma vertical, han de estar separados en planta del orden de 2–3 cm.
- Si se han definido previamente líneas de rotura (líneas que definen cambios de pendiente sobre el terreno) y en qué entidades se han generado. Estas líneas obligarán a las aristas de los triángulos a adaptarse a su geometría por lo que es conveniente que también se apoyen en puntos del levantamiento. Aquellas líneas, contenidas en las entidades seleccionadas como línea de rotura, que no se puedan contemplar como tales, porque se crucen entre sí o no se apoyen en puntos que vayan a formar parte de la triangulación, se copiarán en la entidad **Líneas de rotura sin unir (nombre del modelo)**, que se creará automáticamente para tal fin en una capa homónima. Esta entidad es meramente informativa, el usuario puede eliminarla en cualquier momento.
- Si se han de considerar zonas de inclusión específicas, es decir, si se ha de calcular el modelo únicamente en ciertas áreas. Las líneas que delimitan cada una de estas

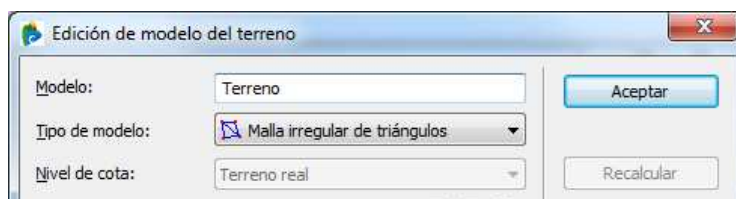


superficies han de pertenecer a una misma entidad y se han de crear **tantas entidades como zonas de influencia** se vayan a incluir en el cálculo.

- Si se han de tener en cuenta zonas en las que no se ha de calcular el modelo. Al igual que en el punto anterior, se pueden definir tantas zonas de exclusión como sea preciso, siempre que las líneas que las delimiten se encuentren en la misma entidad y se creen **tantas entidades como zonas de exclusión** se hayan de considerar en el cálculo.

Para calcular este tipo de modelo:

1. Abrir la ventana *Edición general de modelos del terreno*, menú *Edición-Modelos del terreno-Edición alfanumérica*.
2. Pulsar el botón añadir . Se abrirá la ventana *Edición de modelo del terreno*.
3. Introducir el nombre con el que se identificará este modelo en el campo *Modelo*. En la lista de selección *Tipo de modelo*, escoger la primera opción: *Malla irregular de triángulos*.

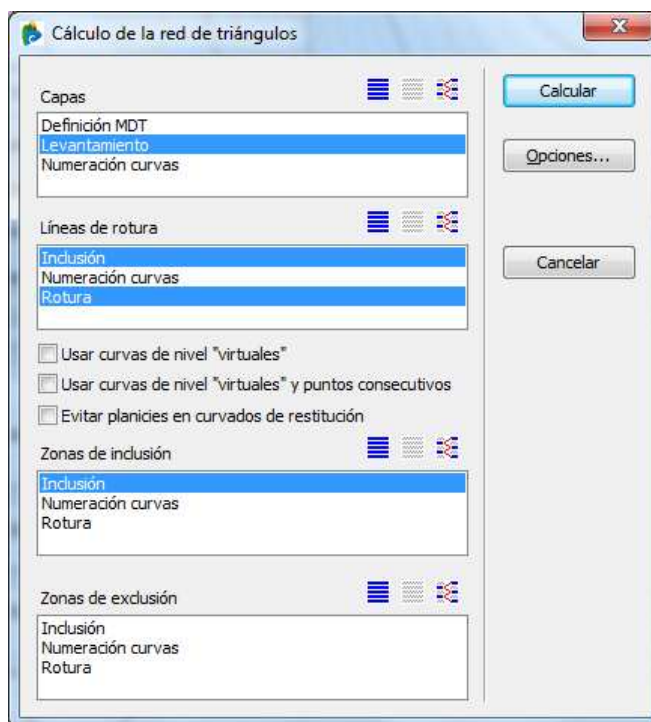


4. En el campo *Nivel de cota* seleccionar *Terreno Real*. Pulsar el botón *Aceptar*. Se abrirá la ventana *Cálculo de la red de triángulos*.
5. En el apartado *Capas* seleccionar la capa o capas en las que están guardados los puntos en los que se ha de apoyar el modelo.
6. Seleccionar, si las hay, las entidades en las que previamente se han dibujado las líneas de rotura, las zonas de inclusión y de exclusión. Es importante, en el caso de querer usar más de una zona de inclusión y/o exclusión, haber definido cada una de ellas en una entidad distinta.
7. Cuando los puntos de partida para el cálculo del modelo coinciden con curvas de nivel y no se definen éstas explícitamente como líneas de rotura (por ejemplo, cuando los puntos de partida proceden de restitución) CARTOMAP las genera uniendo consecutivamente los puntos que tengan cota entera (parte decimal < 0,01 m) y se encuentren a una distancia inferior a 20 m. Estas curvas de nivel "virtuales" se consideran como líneas de rotura, pero sin marcar las que no se hayan podido unir en la entidad que se genera en su caso. Después de éstas, se

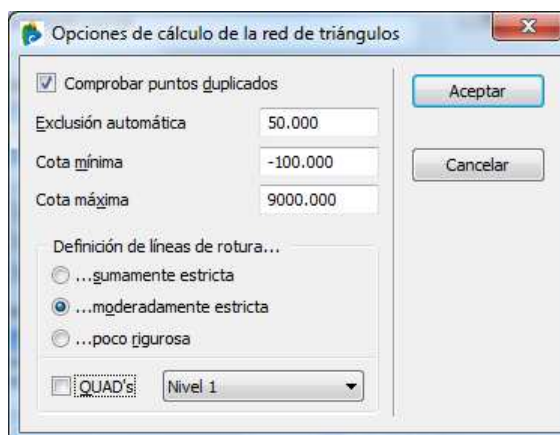


unen el resto de líneas de rotura definidas por el usuario. Para que esto sea así se ha de activar la opción *Usar curvas de nivel "virtuales"*.

- La otra opción *Usar curvas de nivel "virtuales" y puntos consecutivos*: en una situación igual a la del anterior punto, CARTOMAP genera las líneas de rotura uniendo consecutivamente los puntos que tengan cota entera (parte decimal  $< 0,01$  m) y se encuentren a una distancia inferior 12 m y con un desnivel de menos de 0.5 m.
- Cuando la nube de puntos proviene de un curvado de restitución, es decir, se han generado a partir de curvas de nivel, por lo que sus cotas son idénticas en toda la curva), el marcar la opción *Evitar planicies en curvados de restitución*: ayuda a evitar triángulos planos en las zonas donde el curvado hace picos.



- Pulsar el botón *Opciones*, se abrirá la ventana *Opciones de cálculo de la red de triángulos*:



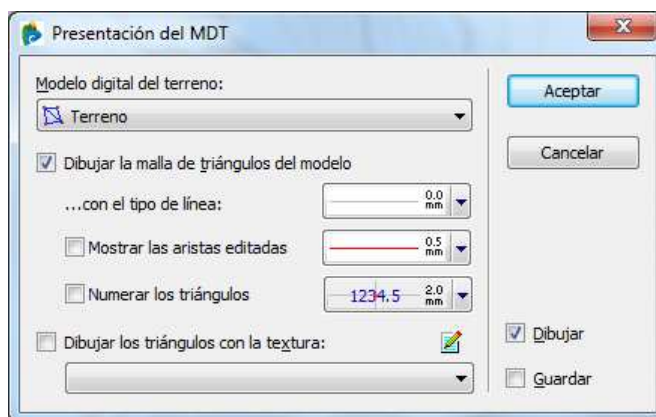


11. La primera opción, *Puntos duplicados*, hace que la aplicación muestre un mensaje cuando dos puntos disten en planta menos de 2–3 cm, de este modo permite al usuario escoger cuál de ellos ha de intervenir en el cálculo, de no ser así, se tomará uno de forma arbitraria.
12. El campo *Exclusión automática* permite limitar la longitud de las aristas de los triángulos que formarán el modelo, todas los triángulos con aristas con longitud mayor a este valor se desactivarán automáticamente. Los campos *Cota máxima* y *Cota mínima* permiten limitar el rango de cotas entre las que se va a generar el modelo, es decir, los puntos con cota fuera de este rango no se tendrán en cuenta para crear la red de triángulos.
13. En cuanto a la definición de líneas de rotura ofrece tres posibilidades de ajuste, sumamente estricta, moderadamente o poco rigurosa. Si se está calculando un modelo apoyado en los datos de proyecto (QUADS) conviene marcar la última opción *QUADS*, seleccionando el nivel de cota asociado a los puntos replanteados sobre los datos del proyecto . Pulsar el botón *Aceptar*, para volver a la ventana *Cálculo de la red de triángulos*.
14. Pulsar el botón *Calcular*, se iniciará el proceso de cálculo del modelo. Al terminar, aparecerá la ventana *Edición general de modelos del terreno* en la que ya aparecerá reflejado el nuevo modelo. Salir de esta ventana pulsando el botón *Aceptar*. Al mover el cursor sobre la zona del levantamiento aparecerá reflejada la cota de su posición en el campo Z de la barra de seguimiento gráfico.

### Malla de triángulos

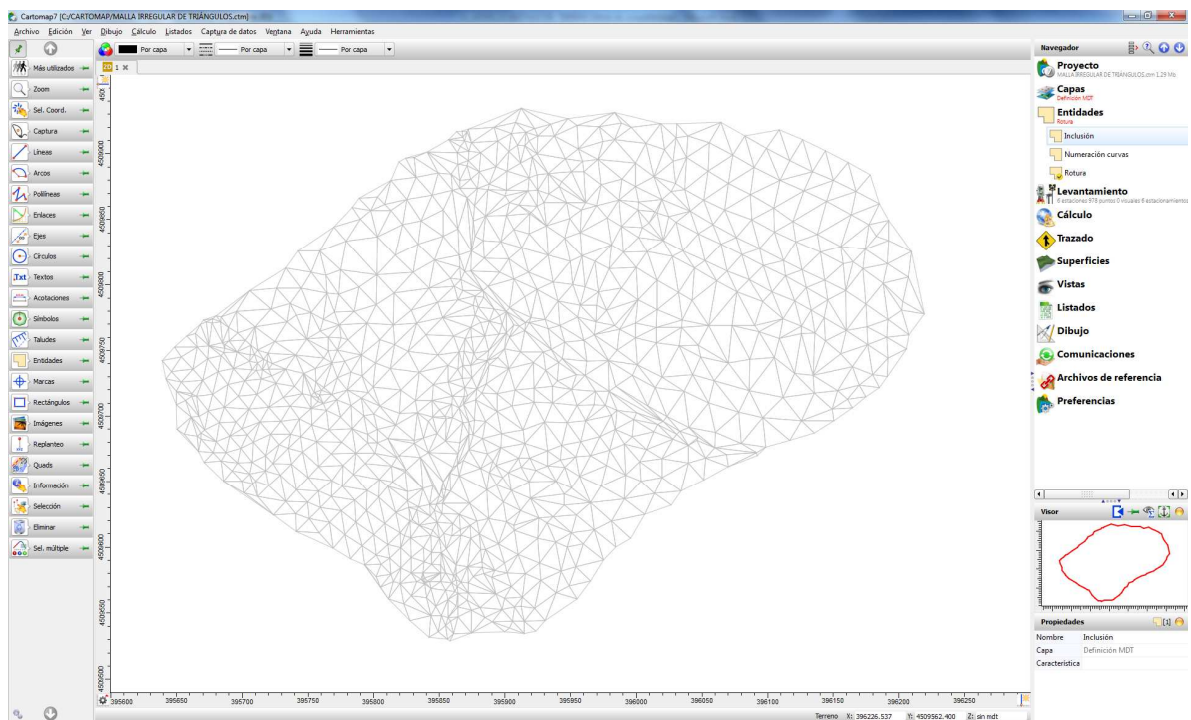
Para visualizar la malla de triángulos se ha de hacer lo siguiente:

1. Seleccionar el menú *Ver-Malla de triángulos*, se abrirá la ventana *Presentación del MDT*:





2. En la lista de selección *Modelo digital del terreno* escoger el modelo que se acaba de crear.
3. Activar la opción *Dibujar* la malla de triángulos del modelo. El control de tipo de línea que aparece en este campo permite seleccionar el tipo de línea y color con el que se dibujarán los triángulos.
4. Pulsar el botón *Aceptar*, la red de triángulos que forma el modelo se verá dibujada en la vista 2D.
5. La red de triángulos que forma el modelo es virtual, es decir, las líneas que definen sus aristas no quedan almacenadas en ninguna entidad, luego no pueden ser manipuladas como tales. Ahora bien, el usuario puede editar los triángulos mediante las opciones disponibles en el menú *Edición-Modelos del terreno-Edición gráfica interactiva*. Para apreciar mejor el efecto que se produce al editar los triángulos que forman el modelo, se detalla a continuación como visualizar el curvado.



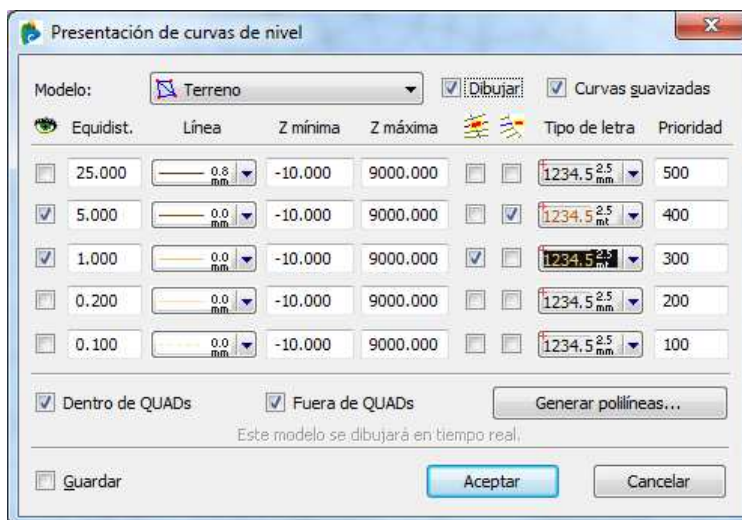
La malla de triángulos se puede ocultar desactivando el check *Dibujar* en la ventana *Presentación del MDT*, o bien a través del menú de visualización en la barra de herramientas *Principal*.



## Curvas de nivel

CARTOMAP permite representar curvas de nivel con 5 equidistancias diferentes, para cada una de ellas el usuario puede elegir el tipo de línea y color con el que quedará definida. Además, podrá etiquetar las curvas según su propio criterio.

1. Activar la opción **Ver-Curvas de nivel**, se abrirá la ventana **Presentación de curvas de nivel**.

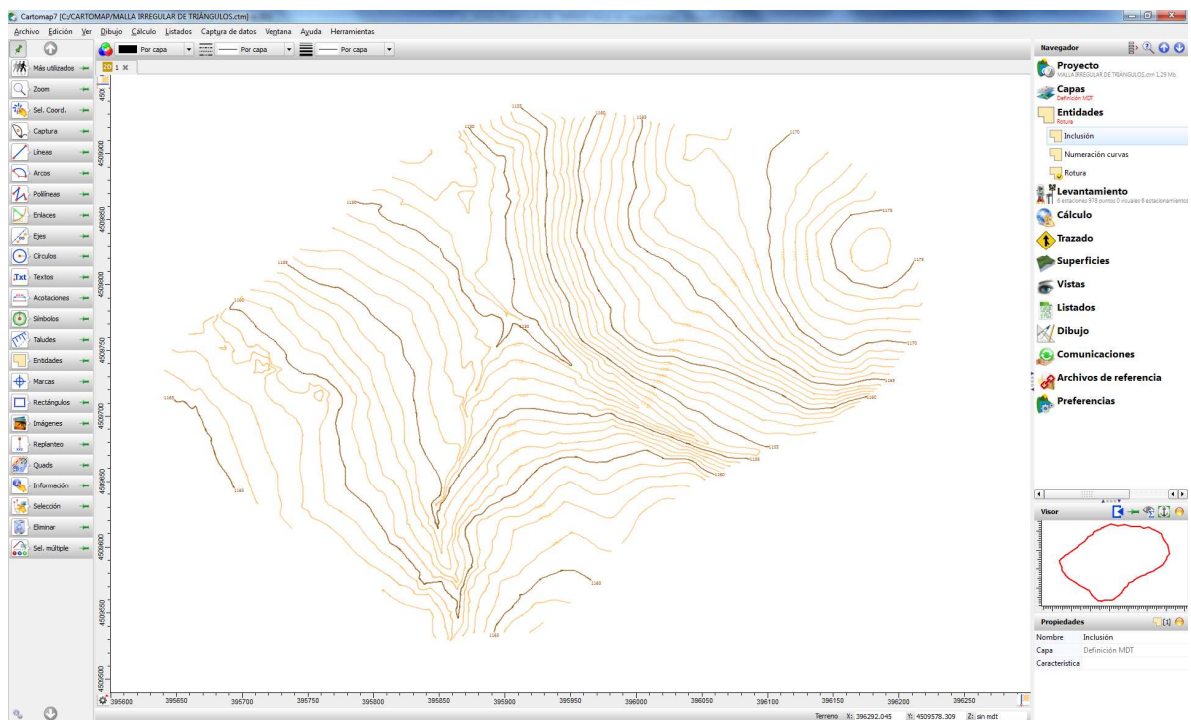


2. Seleccionar en el campo **Modelo** aquel para el cual se va a definir el curvado. Activar la opción de **Dibujar** para que se dibujen las curvas en la vista D, si no se desea su representación, desactivar esta opción.
3. Es posible mejorar el acabado de las curvas activando la opción **Curvas suavizadas**. CARTOMAP incorpora un potente algoritmo de suavizado que obliga el paso de las curvas de nivel por los puntos interpolados sobre las aristas del modelo, sustituyendo las líneas rectas que los unen por curvas matemáticas complejas. De este modo, se obtiene una representación verídica y a la vez fiel a las formas naturales de un terreno. Se recomienda usar esta opción antes de llevar a cabo una salida gráfica. Si se va a trabajar con la aplicación, es mejor mantenerla desactivada.
4. Los siguientes campos permiten definir las equidistancias de las curvas, así como su representación. Se puede definir hasta un total de 5 equidistancias diferentes, para ello basta con introducir el valor de la distancia para cada una de ellas en el campo **Equidist.** y marcar el check que situado a su izquierda. Cuando se va a visualizar más de una equidistancia se han de introducir los valores de mayor a menor.
5. Situados a la izquierda de cada uno de los valores de equidistancia se encuentran los botones de selección de color y tipo de línea con el que se dibujará la curva, así como el rango de cotas entre el que se debe dibujar. Esta opción es de utilidad, por

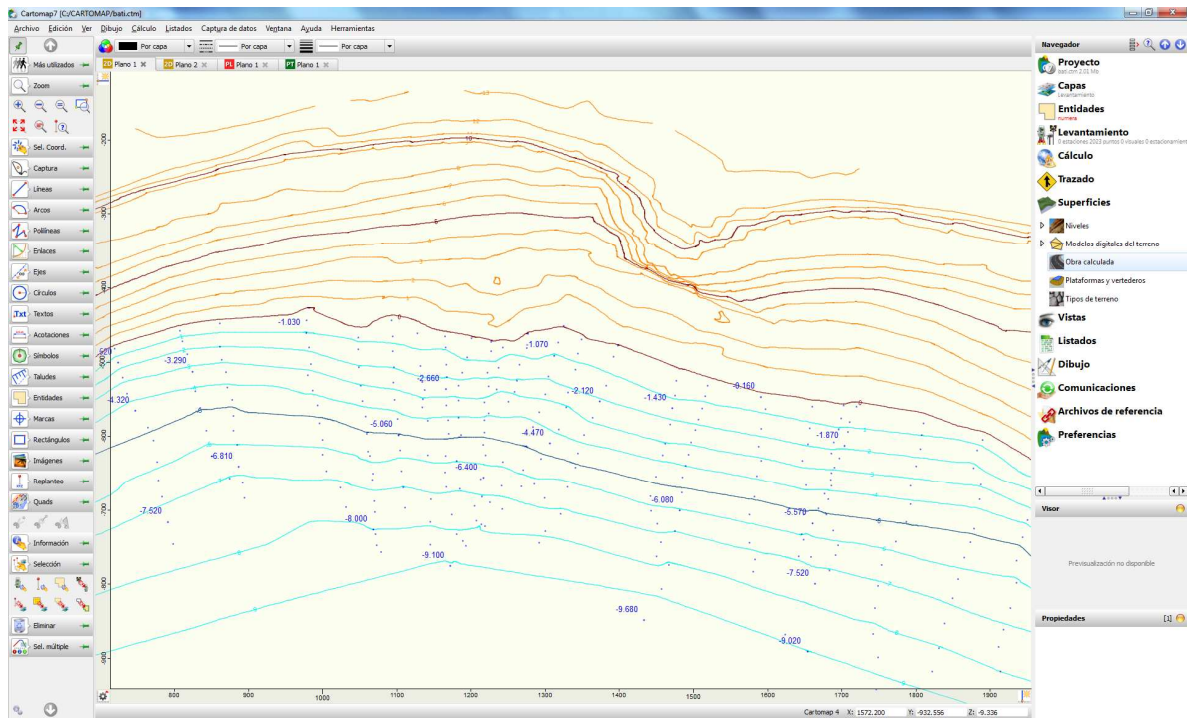


ejemplo, cuando se va a representar zonas bajo el nivel del mar, permite definir colores distintos para las cotas bajo 0.

6. A continuación aparecen las dos opciones de numeración de curvas, es posible numerar dentro del levantamiento o en los bordes del mismo. El selector de tipo de texto permite seleccionar el color y tipo de línea para la rotulación de las curvas para cada equidistancia.
7. Por último, el botón *Genera polilíneas* permite generar polilíneas del curvado actual en la entidad activa. Las polilíneas se generarán a partir de las curvas de nivel *Dentro de QUADs* y/o *Fuera de QUADs*, según marque el usuario. Al hacer esto el curvado dejará de verse como tal y se generarán polilíneas a partir del mismo. Esta opción es de utilidad cuando se han de pasar los datos del proyecto a formato DXF, ya que en caso contrario el curvado pasaría como líneas, incrementando considerablemente el tamaño del archivo final. Esta opción sólo es válida para modelos del tipo Malla irregular de triángulos.
8. Pulsar el botón *Aceptar*, al volver a la vista 2D se podrá visualizar el curvado.



El curvado se puede ocultar desactivando el check *Dibujar* en la ventana *Presentación de curvas de nivel*, o bien a través del menú de visualización en la barra de herramientas *Principal*.

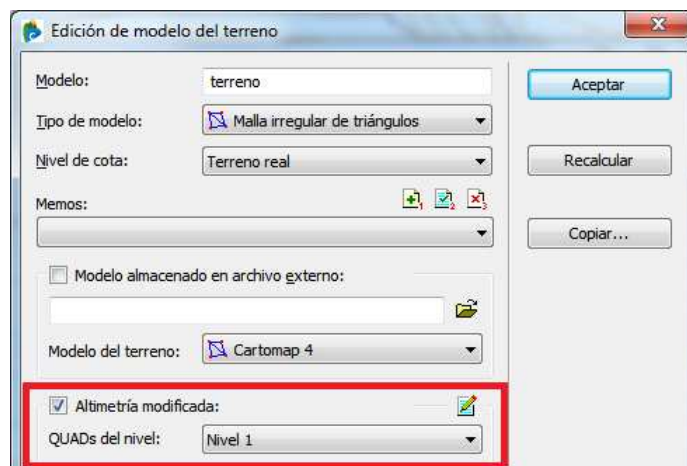


## Topografía modificada automática


Mediante esta opción el modelo digital del terreno (siempre que éste sea del tipo *Malla irregular de triángulos*) se adapta de forma automática a la geometría calculada en el proyecto, es decir, los QUADs. En la zona de solape de ambos elementos, modelo y QUADs, el terreno deja de adaptarse a los triángulos para apoyarse en los QUADs.

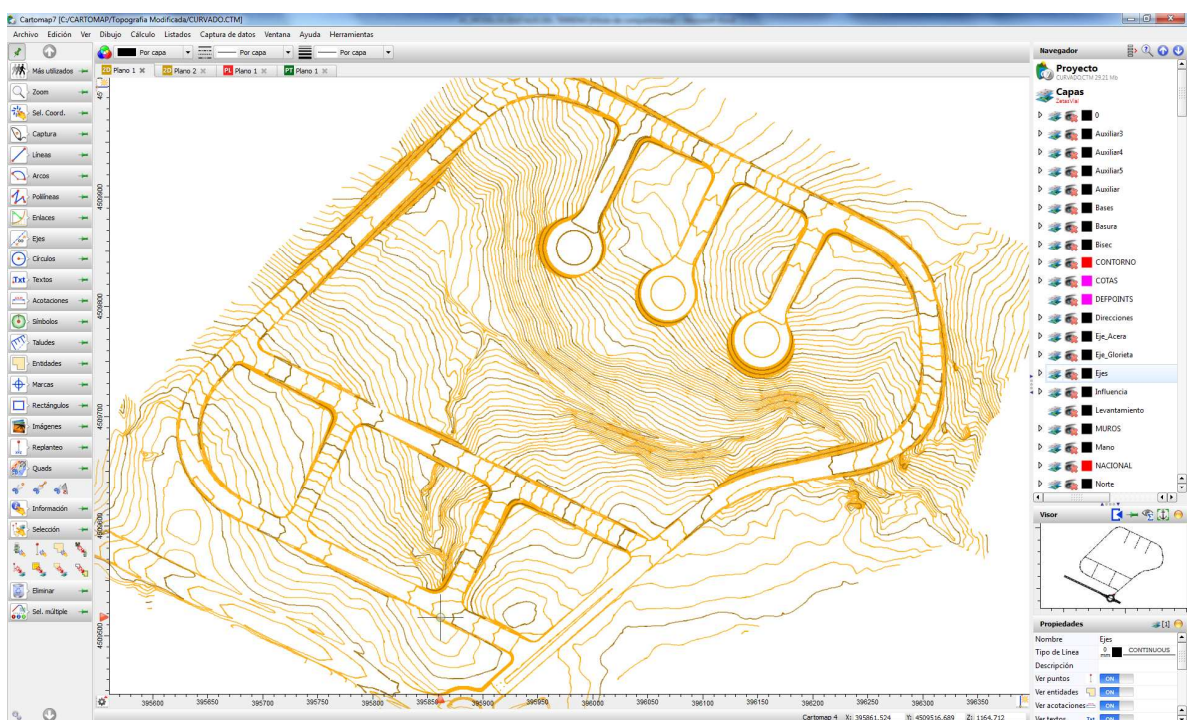
Para activar la topografía automática, una vez se han calculado los QUADs del proyecto se ha de proceder del siguiente modo:

1. Acceder a menú *Edición-Modelos del terreno-Edición alfanumérica*, se abrirá la ventana *Edición general de modelos del terreno*, seleccionar el modelo del terreno y pulsar modificar, se abrirá la ventana *Edición de modelo del terreno*.






2. Activar la opción *Altimetría modificada* y seleccionar el nivel de cota asociado a los QUADs que se han de tener en cuenta para la modificación del modelo.
3. Pulsar el botón  se abrirá la ventana *Entidades para la altimetría modificada*, en ella aparece un listado de todas las entidades contenidas en el archivo, se han de marcar aquellas en cuyos QUADs se apoyará el modelo. Después de seleccionarlas, cerrar la ventana pulsando *Aceptar*.
4. Cerrar la ventana *Edición general de modelos del terreno*, en la vista 2D se podrá comprobar cómo el curvado se adapta a la nueva geometría del terreno:



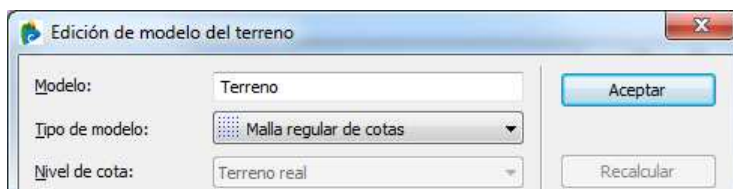
## MODELO DE MALLA REGULAR DE COTAS

Este método se utiliza normalmente para la representación de grandes superficies en las que se dispone de millones de puntos dispuestos uniformemente en una malla rectangular. Estos puntos pueden estar agrupados en distintos formatos, dependiendo de su procedencia LIDAR, IGN, ICC, ASGS, ArcInfo, datos de batimetría tomados con ecosonda multihaz, ... Para crear un modelo a partir de estos datos se han de seguir estos pasos:

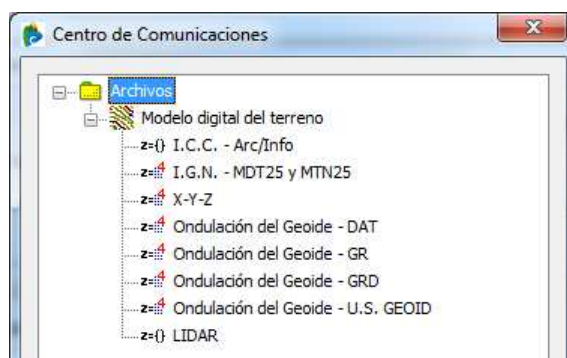
1. Acceder a la ventana *Edición general de modelos del terreno*, menú *Edición-Modelos del terreno-Edición alfanumérica*. Pulsar el botón añadir , se abrirá la ventana *Edición de modelo del terreno*.



- Introducir el nombre con el que se identificará este modelo en el campo *Modelo*, por ejemplo, Terreno Natural. En la lista de selección *Tipo de modelo*, escoger la segunda opción: Malla regular de cotas. En el campo *Nivel de cota* seleccionar Terreno Real:



- Pulsar el botón *Aceptar*, se abrirá la ventana *Centro de Comunicaciones* desde la que se ha de seleccionar el formato del archivo que contiene la malla de puntos:



- Una vez seleccionado el formato de los datos de partida, al pulsar el botón *Importar* se abrirá la ventana de lectura estándar de Windows para seleccionar el archivo a leer, se puede escoger mas de uno usando la tecla *Control*, de este modo se pueden unir en un solo modelo los datos de varios archivos. Pulsar *Abrir* se procederá a la lectura de datos. Si el origen de los datos es un archivo ASCII con coordenadas XYZ, después de seleccionarlo, se abrirá la ventana *Modelo de malla regular XYZ* en la que aparecen las coordenadas de la zona ocupada por los puntos a importar así como su separación. Además, si durante el proceso de lectura CARTOMAP detecta datos que difieren considerablemente del resto de su entorno, muestra una ventana para que el usuario decida que ha de hacer con ellos.
- Después de realizado este proceso, el programa retornará a la ventana *Edición general de modelos del terreno* en la que aparecerá el modelo creado. Pulsar el botón *Aceptar* para salir de ella.

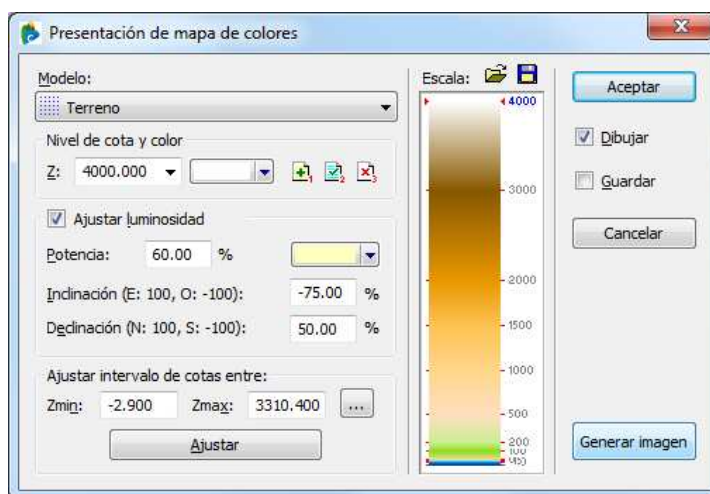
### Mapa de colores


Al realizar un zoom global y mover el ratón sobre la ventana de dibujo se observará como en el campo Z de la barra de seguimiento gráfico aparece este dato. La representación gráfica del modelo creado puede visualizarse en pantalla bien mediante un curvado clásico, bien mediante un mapa de colores, cuyo resultado es un modelado



tridimensional basado en efectos de luz y sombra. Para ajustar los datos a la ventana gráfica y visualizar el modelo mediante un mapa de colores se han de seguir los siguientes pasos:

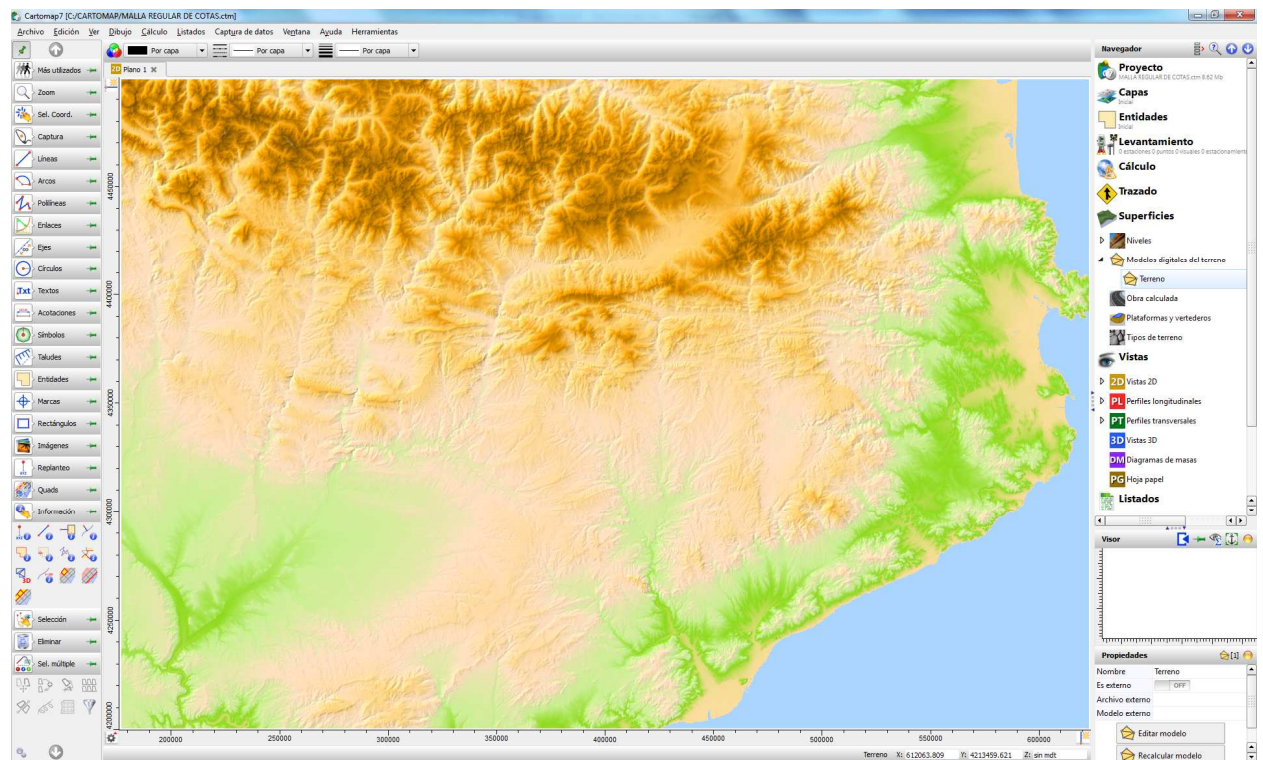
1. Acceder a la ventana **Presentación de la Vista 2D** (menú **Ver-Presentación 2D...**), pulsar el botón **Zona máxima**. Al pulsar **Aceptar** el área gráfica de la ventana se ajustará a los datos leídos.
2. Activar la opción **Ver-Mapa de colores**, se abrirá la ventana **Presentación de mapa de Colores**.



3. El apartado **Nivel de cota** y color permite asignar a cada cota el color con el que se representará. Se pueden añadir tantos intervalos como se desee, el color para las cotas intermedias se obtendrá por interpolación.
4. La opción **Ajustar luminosidad** permite aplicar sobre el modelo efectos de luz y sombra a partir de la posición de un foco. El campo **Potencia** permite introducir la intensidad del foco luminoso y el control de color seleccionar el color del foco de luz. **Inclinación (E=100, W=-100)**: Orientación del foco en el sentido E-W. Un valor de 100 posicionaría al foco al este del plano y un valor de -100 al oeste del plano. **Declinación (N=100, S=-100)**: Orientación del foco en el sentido N-S. Un valor de 100 posicionaría el foco al norte del plano y un valor de -100, al sur del plano.
5. **Ajustar intervalos de cotas entre**: permite modificar el rango de cotas de la escala de colores existente, adaptándolo con las mismas proporciones a uno nuevo. Para ello se deberá introducir en los campos **Zmin** y **Zmax** el nuevo rango de cotas y pulsar el botón **Ajustar**. Si se pulsa el botón , el rango de cotas se ajustará automáticamente a los valores máximo/mínimo de los puntos que intervienen en el cálculo del modelo.




6. **Generar imagen:** Genera una imagen bmp del mapa de colores lo que permite ganar en velocidad e imprimir el mapa de colores.
7. Pulsar el botón **Aceptar**, en la vista 2D se podrá ver el resultado del mapa de color. Esta opción es válida para modelos del tipo Malla regular de cotas y Malla irregular de triángulos. En los modelos del tipo Curvado y dibujo 3D no es válida.



### Curvado y dibujo 3D

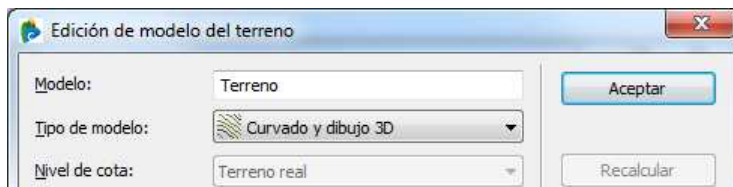
En este tipo de modelo las cotas del terreno se obtienen por interpolación entre las de elementos gráficos previamente seleccionados, lo que permite trabajar directamente con curvados generados por otras aplicaciones. Es muy útil para obtener cotas del terreno en casos en los que sólo se dispone de datos a lo largo de un longitudinal, ya que se pueden obtener directamente del eje al seleccionar la entidad que lo contiene como base para el cálculo.

Para crear un modelo del tipo Curvado y dibujo 3D:

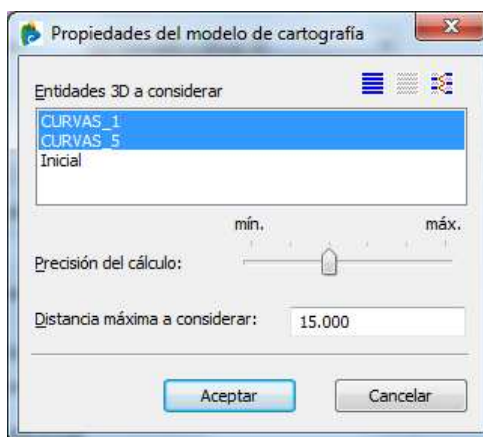
1. Abrir la ventana **Edición general de modelos del terreno**, menú **Edición-Modelos del terreno-Edición alfanumérica**. Pulsar el botón añadir , se abrirá la ventana **Edición de modelo del terreno**.



- Introducir el nombre con el que se identificará este modelo en el campo *Modelo*. En la lista de selección *Tipo de modelo*, escoger la tercera opción: *Curvado y dibujo 3D*. En el campo *Nivel de cota* seleccionar *Terreno Real*.



- Pulsar el botón *Aceptar*. Se abrirá la ventana *Propiedades del modelo de cartografía*. En esta ventana, seleccionar las entidades en las que se ha de apoyar el modelo, es decir, a partir de cuya cota se obtendrán las cotas del modelo. Siempre se ha de comprobar que en estas entidades no se encuentre ningún otro elemento ajeno al curvado ya que las cotas finales serían erróneas.



- Establecer el nivel de precisión con el que se realizará el cálculo mediante el control que aparece junto al campo del mismo nombre. Para interpolar la cota de un punto el programa genera radiaciones en torno al mismo, hasta que cortan con algún elemento con cota válida. En el nivel mínimo se lanzan 4 radiaciones separadas 100g, a medida que se incrementa el nivel se va duplicando el número de estas radiaciones.
- Introducir el valor para la distancia máxima a considerar. Para interpolar la cota de un punto el sistema no tendrá en cuenta ítems gráficos cuya distancia a dicho punto supere a la indicada en este campo.
- Pulsar el botón *Aceptar*, el programa retornará a la ventana *Edición general de modelos del terreno* en la que ahora aparecerá el modelo creado. Salir de esta ventana pulsando el botón *Aceptar* de la misma.
- Mover el cursor sobre la zona del curvado, en el campo *Z* de la barra de seguimiento gráfico aparecerá reflejada la cota.