

# TCP-MDT

● Modelo Digital del Terreno

## Manual de Usuario

Versión 5.3



# Sumario

Introducción .....	3
Ejercicio 1. Gestión de Puntos .....	4
Arranque del Programa.....	4
Creación del Proyecto.....	4
Importar Puntos .....	4
Cambio de Simbología .....	6
Definición de Líneas de Rotura .....	7
Ejercicio 2. Curvado y Perfiles .....	10
Creación de la Superficie.....	10
Edición de la Triangulación.....	11
Perfil Rápido.....	11
Generación de Curvas de Nivel .....	12
Etiquetado de Curvas de Nivel .....	13
Definición de Eje .....	15
Obtención de Perfiles Transversales.....	16
Dibujo de Perfiles Transversales .....	18
Ejercicio 3. Cálculo de Volúmenes.....	19
Preparación del Terreno Modificado .....	19
Volumen por Diferencia de Perfiles .....	21
Volumen por Diferencia de Mallas.....	22
Resumen de Ficheros.....	23
Ejercicio 4. Diseño de Vial .....	24
Selección del Proyecto.....	24
Generación de Peraltes y Sobrecanchos .....	24
Obtención del Perfil Longitudinal .....	25
Obtención de Perfiles Transversales.....	26
Definición de la Rasante.....	27
Definición de la Sección Tipo .....	28
Generación del Segmento .....	32
Dibujo de Perfiles .....	32
Resumen de Ficheros.....	33
Ejercicio 5. Obtención del Terreno Modificado .....	34
Listado de Cubicación .....	35
Listado de Volúmenes .....	35
Replanteo.....	36
Recorrido por Carretera.....	37
Generación de Vídeo .....	38
Ejercicio 6. Creación de Explanadas.....	39
Dibujo de la Explanada.....	39
Movimientos de Tierras por Cota de Explanación .....	39
Movimientos de Tierras por Cota de Terreno.....	40
Recorrido por Terreno .....	41
Ejercicio 7. Alineaciones .....	43
Encaje de Elementos de Trazado.....	43
Conexión de Elementos .....	45
Conversión a Eje.....	45
Ejercicio 8. Cálculos Topográficos.....	47
Conversión de Ficheros de Libreta.....	47
Cálculo de Coordenadas .....	48
Dibujo de Estaciones y Puntos .....	50
Poligonales .....	52
Otros Procedimientos de Cálculo .....	54
Proyección UTM .....	55
Resumen de Ficheros.....	56



---

# Introducción

El propósito de este manual es facilitar el aprendizaje de la aplicación, con el desarrollo de un proyecto paso a paso y en diferentes etapas. En el volumen **Manual de Referencia** se encontrará información completa sobre todos los aspectos no tratados aquí. Suponemos que AutoCAD está instalado correctamente y que con TCP-MDT se han seguido las instrucciones de la **Guía de Instalación**. Para todos los ejemplos suponemos que el directorio de instalación es C:\MDT5, y el directorio de proyectos es C:\MDT5\Proyectos.

Para facilitar el entendimiento de las explicaciones, se han incluido una serie de pantallas capturadas, en las que se muestra la versión de AutoCAD 2006 en español. El aspecto que ofrecen las restantes versiones soportadas es similar, y su funcionamiento es el mismo.

Con objeto de exponer la capacidad del programa tanto para trabajos pequeños como para grandes extensiones, se incluyen seis ejemplos diferentes:

## Versión Estándar

1. En el primero de ellos se considera el caso de un pequeño levantamiento de unos 100 puntos, sobre el que se realizarán operaciones de gestión de puntos y definición de líneas de rotura.
2. En el segundo ejemplo se ejecutan operaciones de triangulación, curvado, perfiles, etc.
3. En el segundo ejemplo se trata de realizar a partir de los datos anteriores el cálculo de volúmenes por diferencia de perfiles y diferencia de mallas.

## Versión Profesional

4. Se trata de un trabajo de mayor envergadura (unos 750 puntos), en el que prácticamente todas las funciones se ejecutan a partir de ficheros previamente preparados, y está destinado fundamentalmente al diseño de rasantes, peraltes, sobreeanchos, secciones tipo, etc.
5. En este ejercicio se realiza la obtención del terreno modificado, la obtención de volúmenes y replanteo y las presentaciones realistas.
6. Se practica la creación de explanadas, así como la ejecución de movimientos de tierras conociendo la cota de explanación o bien los contactos con el terreno, así como el dibujo de sólidos y renderizado.
7. Se construye usando diversas herramientas una alineación a partir de elementos de trazado (rectas, curvas y clotoides), para posteriormente convertirlo a un eje listo para ser empleado en otros comandos.

## Módulo de Topografía

8. Finalmente se desarrolla un ejemplo donde se detalla el funcionamiento del módulo de topografía, con la conversión de un fichero procedente de una libreta electrónica, cálculo de sus coordenadas, compensación de una poligonal y transformación de coordenadas a UTM y geográficas.

# Ejercicio 1. Gestión de Puntos

Por encargo de una empresa constructora se ordena la realización de un levantamiento de una parcela en la que se pretende realizar un movimiento de tierras consistente en un terraplenado para ubicar en la superficie afectada por éste un aparcamiento y posteriormente un ajardinamiento de la zona N.O., para lo que se prevé rellenar ésta con las tierras sobrantes de desbroce.

En primer lugar se procede a realizar un levantamiento de la posible zona afectada en su estado original, que como consecuencia del proceso de cálculo con un programa cualquiera nos proporciona un fichero de coordenadas, que importaremos con la herramienta correspondiente.

Al objeto de emitir un plano comparativo de perfiles transversales con el del proyecto de la Administración procederemos a realizar el Modelo Digital del Terreno, asistiéndonos de la utilización de las entidades de dibujo (polilíneas) que unen los puntos topográficos como líneas de rotura. Elaborado el MDT, procesaremos los cortes transversales de la parcela a partir de un eje longitudinal N.S. de idénticas características al del proyecto y con equidistancia de dichos cortes 2.00 mts para comparar exhaustivamente (por exceso) con las originales de proyecto que presentaban cada 10.00 mts. Este proceso nos proporcionará un fichero de cortes transversales.

Por último, tras realizar otra toma de datos del terreno modificado, obtendremos cortes de éste usando el mismo eje, y calcularemos el movimiento de tierras entre ambos terrenos.

Describimos paso a paso el proceso, a lo largo de los primeros ejercicios de este manual.

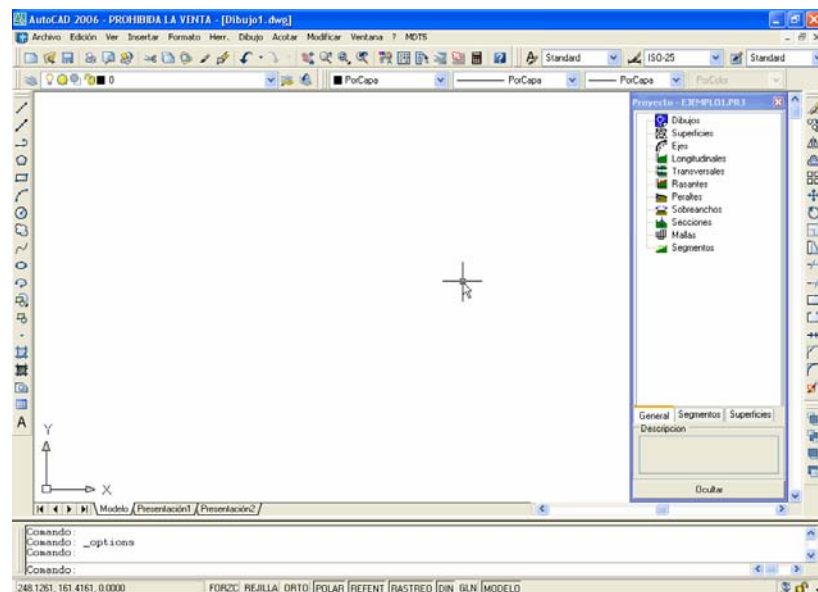
## Arranque del Programa

Haga clic en el icono de MDT V5 ubicado en el escritorio de Windows o ejecute el icono de MDT ubicado en el grupo de MDT creado al instalar el programa.

Una vez ejecutado, automáticamente se cargará AutoCAD y se cargarán automáticamente la aplicación MDT junto con su menú y barras de herramientas.

## Creación del Proyecto

Creando un proyecto se consigue un mejor seguimiento de los ficheros generados por MDT. Ejecutando el menú **Proyecto > Nuevo** el programa solicita un nombre de fichero para crear un proyecto nuevo. Podemos introducir el nombre Ejemplo1 en el directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo1. A continuación aparece la ventana de proyecto.



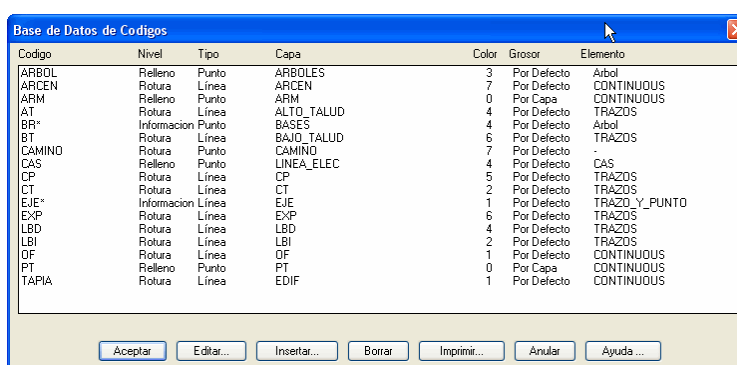
## Importar Puntos

Partimos de un fichero de coordenadas de puntos generado por cualquier programa de topografía, mediante introducción manual de datos o libreta electrónica. En nuestro caso el archivo se llama

DEMO1.PUN, y contiene 101 puntos. Listamos a continuación un fragmento de dicho fichero, cuyos campos son: número de punto, coordenada X, coordenada Y, coordenada Z y código.

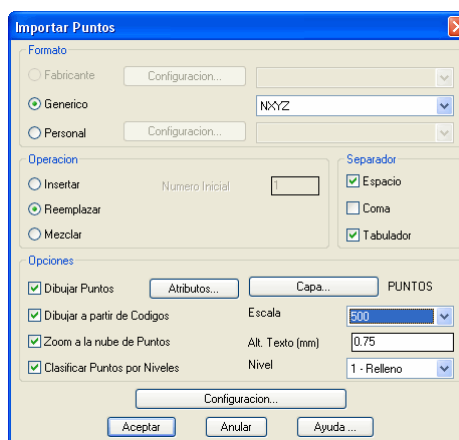
2	257.836	264.781	46.570		
3	258.914	274.491	46.760		
5	260.736	284.925	47.130		
6	262.893	293.434	47.430		
8	265.817	301.429	47.560		
9	270.104	311.112	47.850		
10	272.797	315.505	48.180		
11	278.382	323.371	49.050		
12	282.897	331.671	49.700		
14	284.979	338.837	50.290		
15	285.349	346.624	50.910		
16	287.658	346.885	51.140	ALB	I
17	292.947	347.153	51.120	ALB	
18	296.339	347.070	51.120	ALB	
19	296.223	353.138	51.120	ALB	
20	284.724	373.268	52.160	CMI	
21	286.749	372.258	51.240	ALB	I
22	291.682	372.405	51.120	ALB	
23	295.453	368.948	51.120	ALB	
24	288.523	343.006	50.600	AES	I
26	290.512	339.895	50.940	AES	
27	290.035	334.929	51.260	AES	
28	285.462	332.820	49.960	AES	
29	293.558	336.082	48.280	BT	I

Estos puntos se han codificado en campo, de forma que pueda dibujarse automáticamente parte de la planimetría. La relación entre dichos códigos y las entidades a dibujar está determinada por la Base de Datos de Códigos, que puede visualizarse ejecutando la opción **Puntos > Códigos > Base de Datos de Códigos**. Pulsar el botón **Anular**.



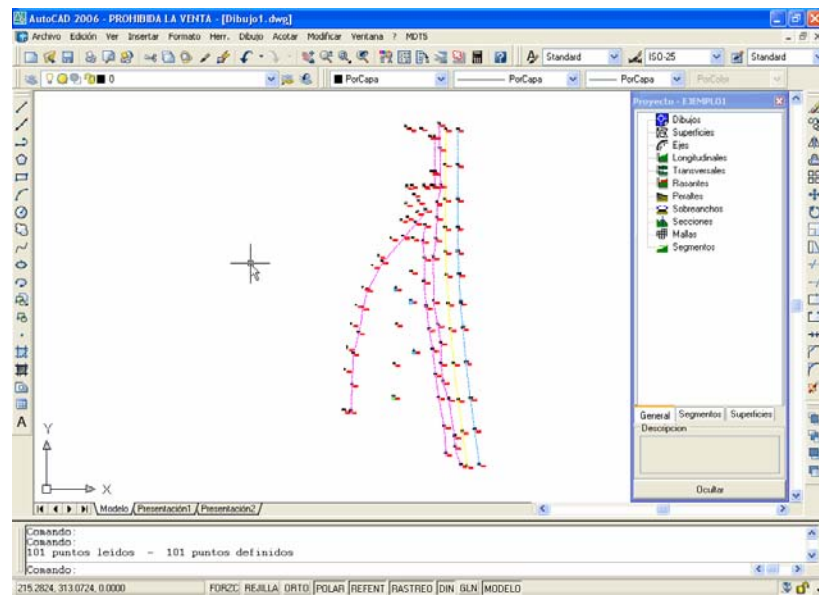
Codigo	Nivel	Tipo	Capa	Color	Grosor	Elemento
ARBOL	Relleno	Punto	ARBOLES	3	Por Defecto	Arbol
ARCEN	Rotura	Línea	ARCEN	7	Por Defecto	CONTINUOUS
ARM	Relleno	Punto	ARM	0	Por Capa	CONTINUOUS
AT	Rotura	Línea	ALTO_TALLUD	4	Por Defecto	TRAZOS
BT*	Informacion	Punto	BASES	4	Por Defecto	Arbol
BT	Rotura	Línea	BAJO_TALLUD	6	Por Defecto	TRAZOS
CAMINO	Rotura	Punto	CAMINO	7	Por Defecto	.
CAS	Relleno	Punto	LINEA_ELEC	4	Por Defecto	CAS
CP	Rotura	Línea	CP	5	Por Defecto	TRAZOS
CT	Rotura	Línea	CT	2	Por Defecto	TRAZOS
EJE*	Informacion	Línea	EJE	1	Por Defecto	TRAZO_Y_PUNTO
EXP	Rotura	Línea	EXP	6	Por Defecto	TRAZOS
LBD	Rotura	Línea	LBD	4	Por Defecto	TRAZOS
LBI	Rotura	Línea	LBI	2	Por Defecto	TRAZOS
OF	Rotura	Línea	OF	1	Por Defecto	CONTINUOUS
PT	Relleno	Punto	PT	0	Por Capa	CONTINUOUS
TAPIA	Rotura	Línea	EDIF	1	Por Defecto	CONTINUOUS

Para importar los puntos, elegir la opción del menú **Puntos > Importar**. Seleccionar el formato **NXYZ** dentro de la categoría **Genérico**, y establecer como separador **Espacio**. Activar las casillas **Clasificar Puntos por Niveles** y **Dibujar a partir de Códigos**. Seleccionar escala **500**.



Pulsar el botón **Aceptar**. Tras validar el diálogo elegir el fichero DEMO1.PUN dentro del directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo1.

Los puntos definidos en el fichero serán representados en pantalla. También serán dibujadas las polilíneas y bloques correspondientes a los códigos de los puntos, según la definición de la Base de Datos de Códigos. Comprobar las capas que se han creado automáticamente.



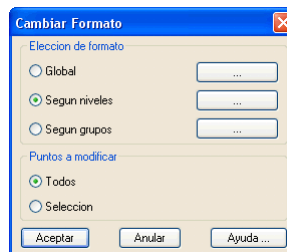
Para comprobar los datos importados ejecutaremos en primer lugar el comando **Puntos > Listar Puntos**. Haciendo uso del sistema de selección mediante la ventana de diálogo elegimos **Todos**, apareciendo en la ventana de diálogo la relación de puntos con expresión de número de punto, nivel, coordenada X, coordenada Y, coordenada Z y código.

Nombre	Nivel	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada Z	Código	Descripcion en BDC
2	1 Relleno	257.836	264.781	46.570		
3	1 Relleno	258.914	274.491	46.760		
5	1 Relleno	260.736	284.925	47.130		
6	1 Relleno	262.893	293.434	47.430		
8	1 Relleno	265.817	301.429	47.560		
9	1 Relleno	270.104	311.112	47.850		
10	1 Relleno	272.797	315.505	48.180		
11	1 Relleno	278.382	323.371	49.050		
12	1 Relleno	282.897	331.671	49.700		
14	1 Relleno	284.979	338.837	50.290		
15	1 Relleno	285.349	346.624	50.910		

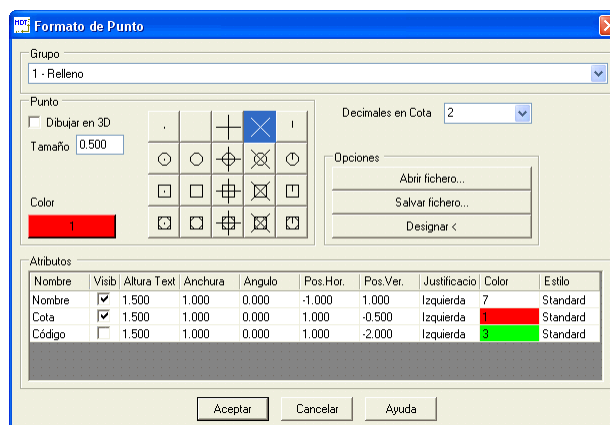
En el listado puede comprobarse que existen dos niveles de puntos: Relleno y Rotura.

## Cambio de Simbología

Una posibilidad que ofrece el programa es representar cada punto de forma diferente en función de su nivel o grupo al que pertenece. Ejecute el comando **Puntos > Cambiar > Cambiar Formato**. En el diálogo seleccione la opción **Según niveles y Todos**.



Pulse el botón **...** y se muestra otro diálogo que facilita la configuración de la representación de los puntos por niveles.



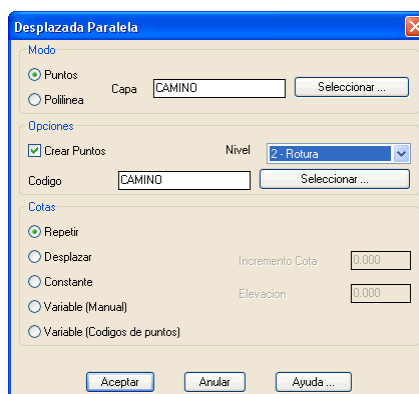
Asigne para el nivel Relleno color rojo (1) y aspa (X). Seleccione el nivel Rotura y asigne el color azul (5) y símbolo cruz (+). Observe en el dibujo que existen dos representaciones diferentes de puntos.

## Definición de Líneas de Rotura

Debido a las circunstancias producidas en el proceso de toma de datos de campo, se hace casi imposible codificar de forma ordenada la totalidad de los puntos, de tal forma que es necesario recurrir a otros comandos existentes en el programa para completar el armado de los trabajos.

En primer lugar vamos a dibujar un camino que tiene anchura constante y del que hemos tomado un solo lado. Ampliar con zoom por ventana la esquina inferior izquierda del trabajo.

Ahora seleccionar el comando **Líneas de Rotura > Desplazada Paralela**. Seleccionar el modo **Puntos**, escribir en la casilla **Capa** el nombre **CAMINO** y activar la casilla **Crear Puntos**, asignando también el nivel **Rotura** y el código **CAMINO**. Por último, en el marco **Cotas** seleccionar la opción **Repetir** y pulsar el botón **Aceptar**.



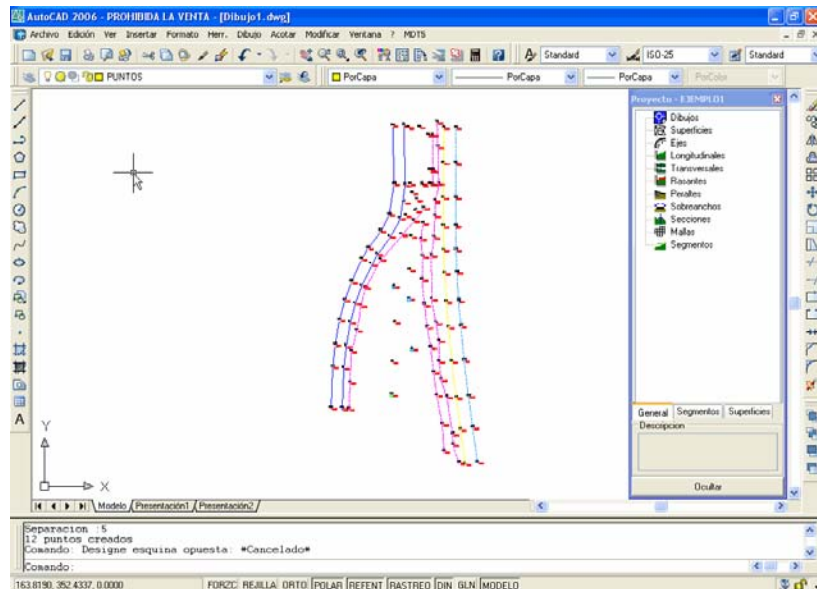
A continuación en el área de comandos aparecerá:

Primer punto:

Con el ratón designar posiciones cercanas a los puntos 112, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 y 20 en esta secuencia. Podemos asistirnos de los comandos transparentes zoom, encuadre, etc. En caso de error pulsar **R** para deshacer el último vértice. Tras el último punto pulsar <Enter> y cuando el programa pida una orientación, pulsar con el ratón un punto a la izquierda de la línea recién creada. Continuar la introducción de datos:

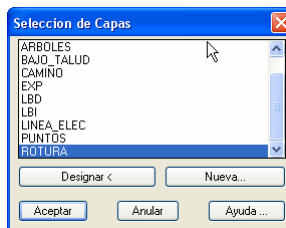
Separación: 5 <Enter>  
13 puntos creados

Vemos que se ha dibujado una nueva polilínea en la capa CAMINO a la izquierda del original, y además en cada vértice de ésta se ha creado un punto con la misma cota que los puntos originales correspondientes.

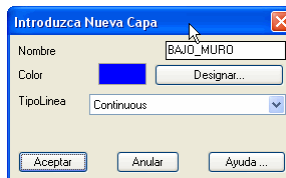


Realizamos nuevamente un zoom por extensión. De la misma forma completaremos manualmente las líneas que configuran los bajos del muro de la alberca. Seleccionamos **Líneas de Rotura > Números de Punto**.

En lugar de seleccionar una de las capas existentes vamos a proceder a crear una nueva. Pulsar el botón *Nueva*.



Como nombre de capa escribir BAJO\_MURO, pulsar botón *Designar* y elegir el color Rojo. Pulsar *Aceptar* y luego nuevamente *Aceptar*.



Introducir la siguiente secuencia de números de punto:

Primer punto: 99 <Enter>  
 Otro punto: 21 <Enter>  
 Otro punto: <Enter>  
 Primer punto: 92 <Enter>  
 Otro punto: 22 <Enter>  
 Otro punto: <Enter>  
 Primer punto: <Enter>  
 Comando:

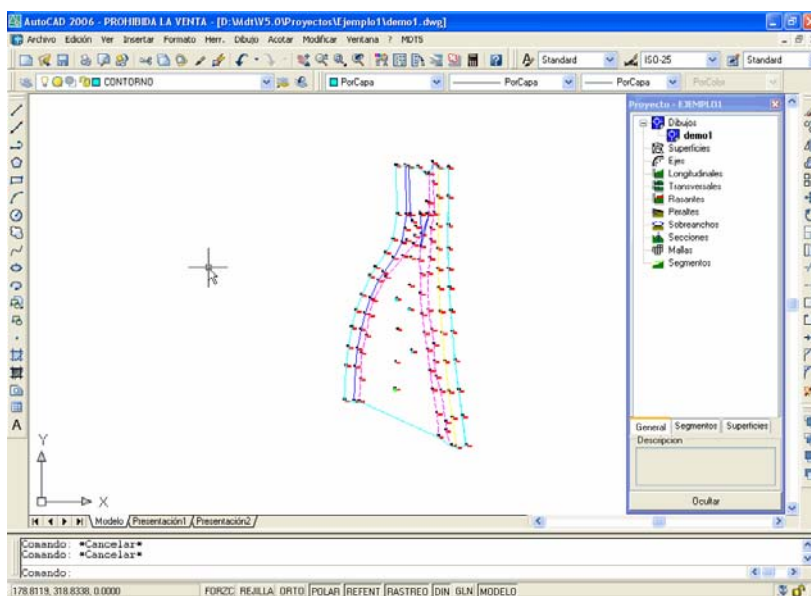
Repetir el proceso creando la capa ALTO\_ESCOMBR, con color Azul y la siguiente secuencia de números de punto:

Primer punto: 99 <Enter>  
 Otro punto: 24 <Enter>  
 Otro punto: <Enter>  
 Primer punto: 28 <Enter>  
 Otro punto: 12 <Enter>  
 Otro punto: <Enter>  
 Primer punto: <Enter>  
 Comando:

Por último, dibujaremos las líneas de bajo talud con el mismo comando, pero eligiendo la capa existente BAJO\_TALUD. Unir con el procedimiento anterior los puntos 97,29,48 y después 97 y 98.

Para dibujar el resto de las líneas de rotura, emplearemos un fichero previamente preparado, que contiene las definiciones del desagüe y las líneas de inclusión y exclusión del modelo digital. Para ello elegir el comando **Líneas de Rotura > Importar**, seleccionar el formato **TCP** y seleccionar a continuación el fichero DEMO1.ROT. El programa dibujará a continuación las líneas mencionadas, en las capas DESAGUE y CONTORNO, respectivamente.

Entendemos totalmente terminada a priori la configuración del dibujo de armado y líneas de rotura. Salvar el dibujo como DEMO1.DWG en el directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo1. Como hay activo un fichero de proyecto, el programa pregunta si se quiere añadir el dibujo al proyecto, a lo que hay que contestar positivamente.



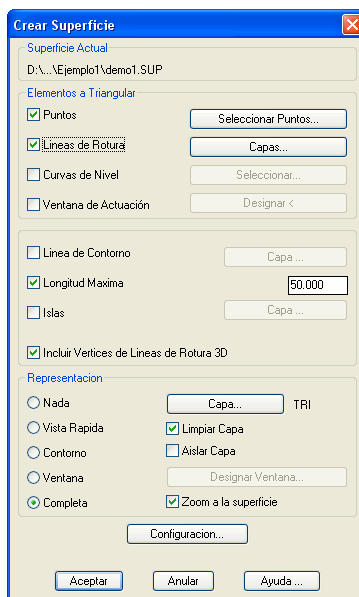
## Ejercicio 2. Curvado y Perfiles

Cada una de las líneas dibujadas en sus respectivas capas, por estar unidas directamente a puntos topográficos, por sí solas forman las denominadas líneas de rotura. En este momento ha terminado el proceso de "armado", ya que tenemos definida la planimetría. Vamos a comenzar la generación del Modelo Digital del Terreno (MDT).

Abrir el dibujo Demo2 . dwg situado en la carpeta C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo2

### Creación de la Superficie

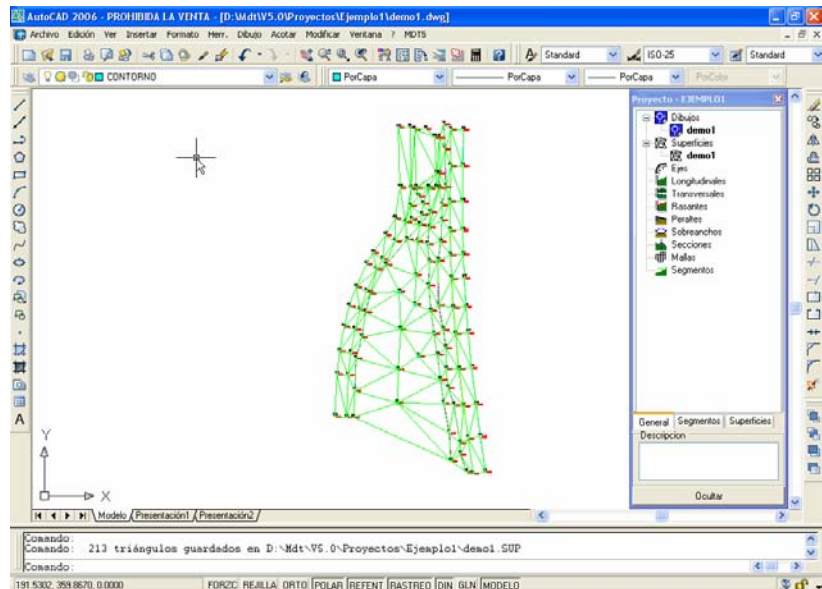
Elegimos el comando **Superficies > Crear Superficie**, o en la ventana de proyecto botón derecho sobre **Superficies** y **Crear Superficie** en el menú contextual. Elegir como fichero de superficie a crear DEMO2 . SUP, en el directorio del proyecto. Activar si no lo están las casillas **Puntos**, **Líneas de Rotura** y **Línea de Contorno**. En cuanto a la representación, elegir **Completa**.



Para definir la lista de capas que contienen líneas de rotura pulsar el botón **Capas** a la derecha de la casilla **Líneas de Rotura**. Para elegir una lista de capas grabada previamente pulsar el botón **Cargar**, o bien designar manualmente las capas que aparecen en la siguiente imagen con el botón **>**.



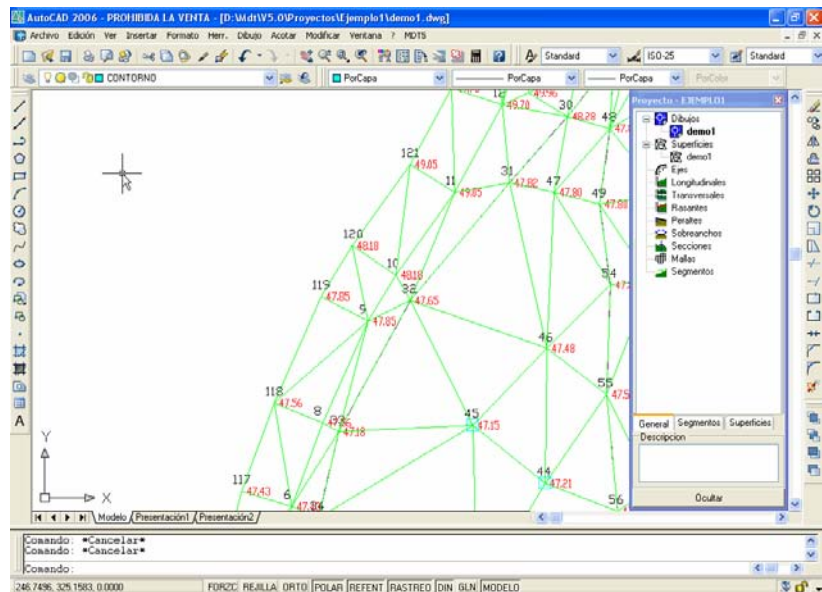
Pulsamos el botón **Aceptar** y el programa comienza el proceso de triangulación, debiendo respetar todas las líneas de rotura correctamente definidas. En la ventana del proyecto se puede comprobar que se añade un fichero de superficie.



## Edición de la Triangulación

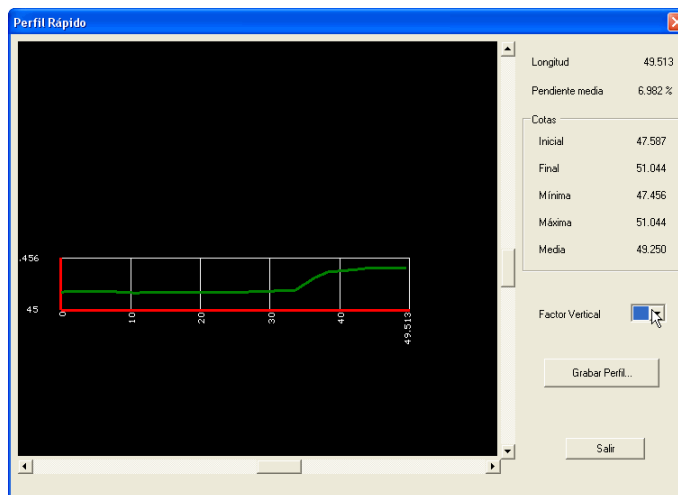
Como ejemplo de edición vamos a modificar las uniones de triángulos en una zona determinada. Para ello ejecutar el comando **Puntos > Localizar Punto**, y escribir **32** y margen **20**.

Observando en el dibujo la unión de los puntos 46 y 32, vemos que se adaptaría mejor al terreno de conformarse como 45 y 31. Para ello entramos en **Superficies > Insertar Línea**, y gráficamente unimos los puntos 45 y 31.



## Perfil Rápido

A continuación procederemos a obtener unos cortes longitudinales y/o transversales que nos indicarán de una forma inmediata el estado de la formación del MDT. Para ello realizamos un zoom por extensión, y utilizamos el comando **Perfil Rápido**. El primer punto lo marcamos al centro de la imagen en el lateral Oeste y el segundo punto igualmente en el centro de la imagen lateral Este (de izquierda a derecha por el centro), pudiendo ver en pantalla el perfil con las características geométricas e información de los elementos extremos citados. Cambiar el **Factor Vertical** si se desea.



## Generación de Curvas de Nivel

Damos por bueno el MDT y comenzamos con el curvado, que posiblemente nos sugiera alguna nueva edición de la triangulación a la vista de éste, al objeto de que tenga el mayor parecido con la morfología del terreno que conocemos.

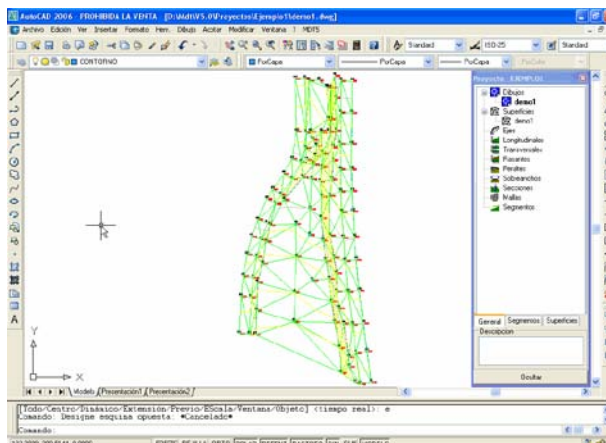
Procedemos con la opción **Curvado > Curvar**, o bien con la opción **Dibujar Curvado** del menú de contexto de la ventana de proyecto, habiendo seleccionado la superficie Demo2 . sup .

La escala de dibujo y la definición exhaustiva de puntos tomados y añadidos, hace que sea conveniente la representación con 0,5 mts. de equidistancia normal, por lo que modificamos la casilla **Normales** sobrescribiendo con 0,500 este campo. Observamos que al validar el dato se modifica automáticamente el valor de equidistancia de las curvas directoras a 2,500 ( $=0,500 \times 5$ ).

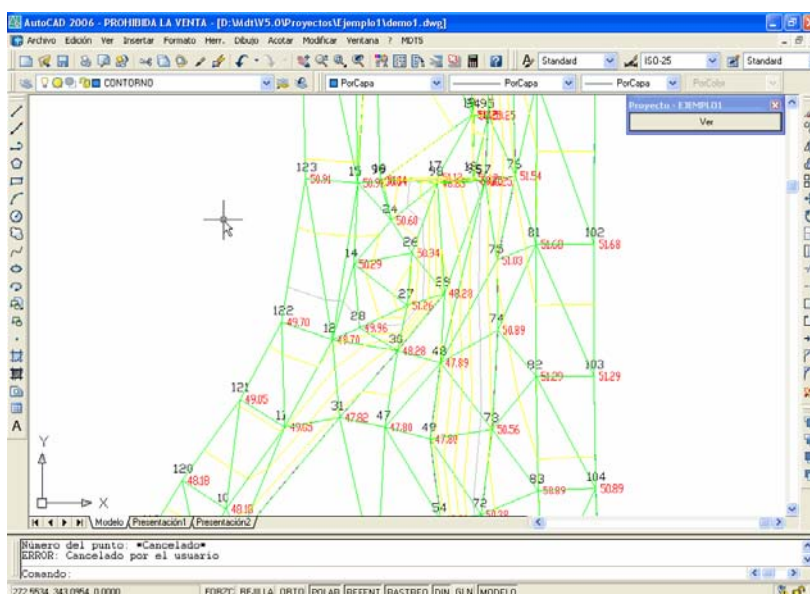
Elegir la opción **Curvas de Nivel** dentro del marco **Dibujar como**. El factor de alisado de las curvas lo establecemos en 0 dejando desactivada la opción **Factor de suavizado**, ya que es aconsejable no suavizarlas inicialmente para no sobrecargar el dibujo.



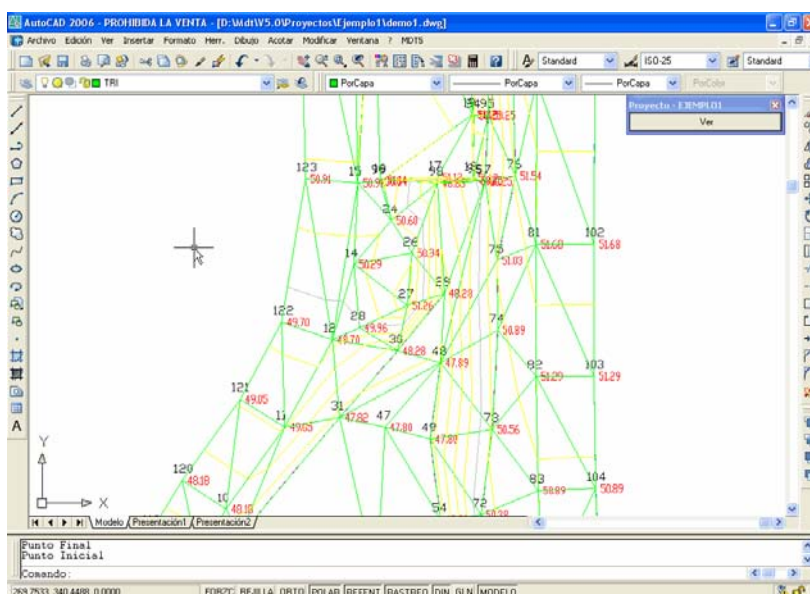
Pulsar **Aceptar** para iniciar el proceso.



Pasamos pues a visualizar con detalle los efectos del modelado a través de su representación de curvas de nivel. Ampliar los alrededores del punto 27 con el comando **Puntos > Localizar Punto**. Para que la ventana del proyecto no ocupe espacio en la pantalla, pulsar su botón **Ocultar**.

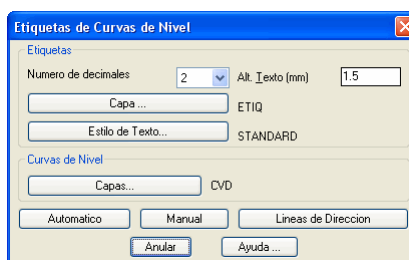


Entendemos que el tendido de curvas bajo el punto 27 se encrespa en dirección al punto 48 y evitamos el escalón de la curva entre 30 y 47. Podemos subsanarlo insertando una línea de triangulación entre el punto 31 y el 48. Para ello ejecutar el comando **Superficies > Insertar Línea**, y unir los puntos 31 y 48. Observar que tanto la triangulación como el curvado se modifican instantáneamente.

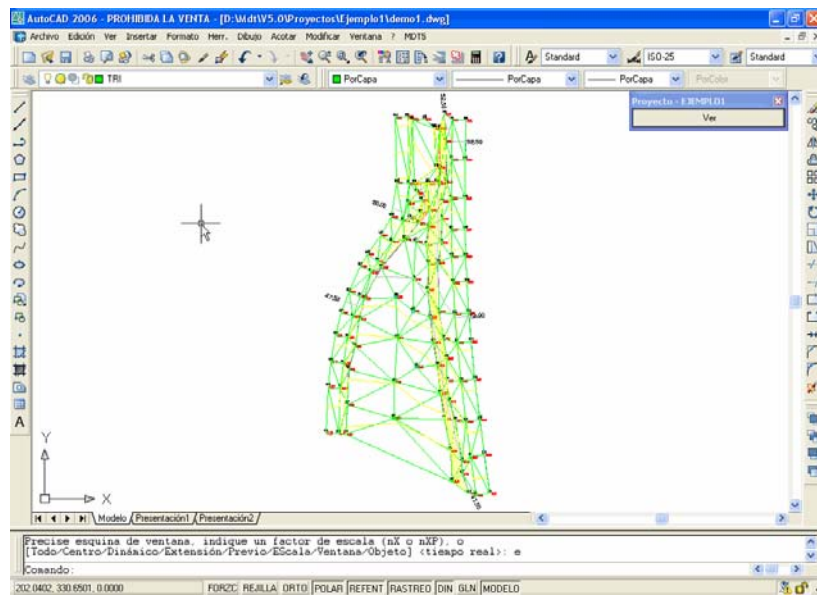


## Etiquetado de Curvas de Nivel

Si a la vista del curvado resultante estimamos bueno éste, podríamos pasar a dar terminación al dibujo con el etiquetado de curvas, suavizado y situación de cotas. En primer lugar ocultamos capa de la triangulación (TRI), eligiendo la capa 0 como actual, o bien ejecutando el comando **MDT5 > Visión**. A continuación ejecutamos el comando **Curvado > Etiquetado**. Se muestra el siguiente diálogo:

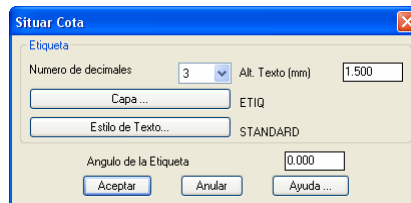


Como el curvado esta generado cada 0,50 mts será conveniente seleccionar 2 decimales en la casilla *Número de Decimales*, y en *Altura de Texto* escribir 1,5. Pulsar botón *Automático*. Hacer un zoom por extensión.

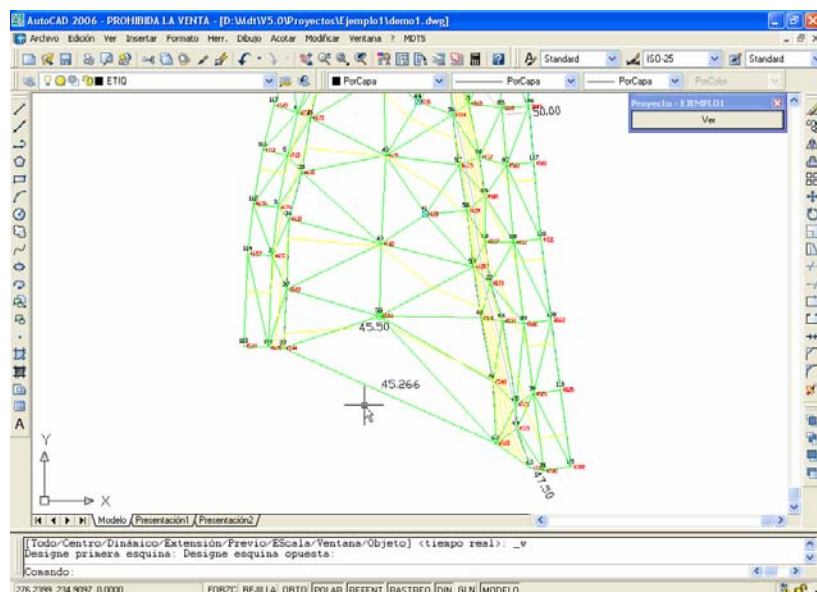


Podemos además dibujar otras etiquetas en los puntos deseados. Como ejemplo elegir **Curvado > Etiquetado**, y seleccionar la última curva de nivel al Sur de la parcela. El programa escribirá el valor 45,50 con sólo pinchar sobre cualquier punto de la curva. Además, si se selecciona el texto con los puntos calientes de AutoCAD, puede desplazarse sobre la curva de nivel sin interrumpirla.

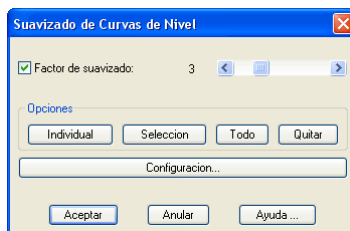
Al objeto de proyectar en plano evitando la masificación de datos, situaremos una serie de cotas significativas en puntos singulares. Para ello elegimos el comando **Curvado > Situar Cotas**, establecemos 3 como el *Número de Decimales*, 1,5 en la *Altura del Texto* y *Ángulo* de la etiqueta 0. Pulsamos *Aceptar* y nos solicitará los puntos en el área de comandos.



Punto: 279.71,238.32 <Enter>  
 Cota <45.266>: <Enter>  
 Punto de inserción del texto: <Enter>  
 Punto: <Enter>



Por último podemos proceder a suavizar las curvas de nivel con el comando **Curvado > Suavizado**, especificando **Factor 3** y presionando en el botón **Todo**. Una vez finalice pulsar **Aceptar**.



Guardar nuevamente el dibujo con **Archivo > Guardar**.

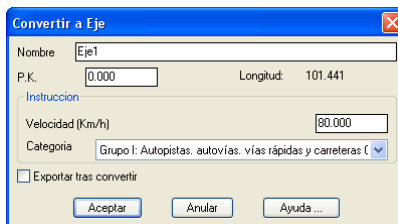
## Definición de Eje

Independientemente del caso antes descrito para la medición del movimiento de tierras, y sólo al objeto de practicar con la definición de ejes y perfiles procedemos a diseñar un teórico eje con los comandos de dibujo y edición que nos permite AutoCAD.

A continuación dibujamos una polilínea que va a representar el eje a partir del cual obtendremos los perfiles. Activar la capa 0 y elegir el comando de AutoCAD **Dibujo > Polilínea**.

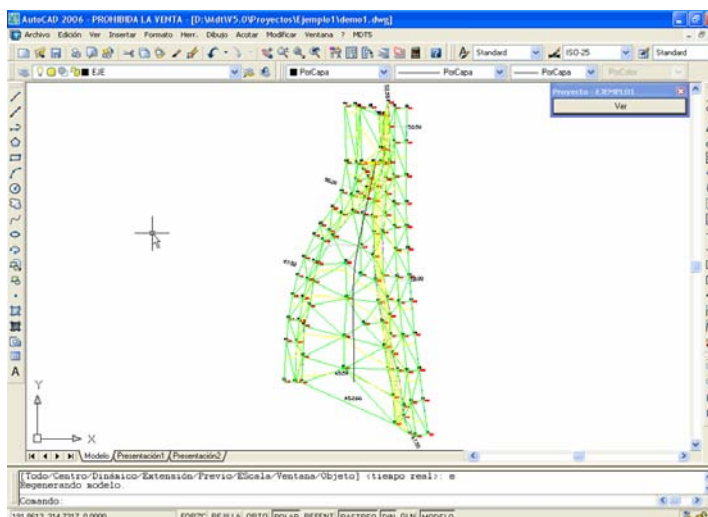
```
Precise punto inicial: 293.60,346.90 <Enter>
El grosor de la línea actual es 0.0000
Precise punto siguiente o [Arco/Mitad grosor/Longitud/desHacer/Grosor]:
283.50, 298.30 <Enter>
Precise punto siguiente o [Arco/Cerrar/Mitad grosor/Longitud/desHacer/Grosor]:
284.00, 246.50 <Enter>
Precise punto siguiente o [Arco/Cerrar/Mitad grosor/Longitud/desHacer/Grosor]: <Enter>
```

Una vez diseñada la polilínea la convertimos a un eje. Para ello utilizamos el comando **Ejes > Convertir Polilínea a Eje**, designamos la polilínea anterior por el extremo inferior, y aceptamos los valores que propone el diálogo que aparece a continuación.



Seguidamente, utilizaremos el comando **Alineaciones > Curvas > Curva tangente a dos rectas o curvas**, que nos va a permitir insertar un arco en el segundo vértice del eje. Para ello, designamos el primer y segundo segmento, e introducir el radio:

Curva según Longitud/Cuerda/Tangente/Flecha/Punto de paso/<Radio>: 100



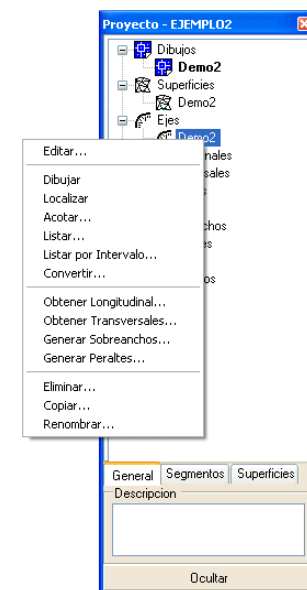
Al objeto de conocer el estado de alineaciones definido, procedemos a ejecutar el comando **Ejes > Listar Eje**, y designamos el eje anterior. El programa muestra el listado del estado de alineaciones, con definición de P.K., coordenada X, coordenada Y, azimut y radio de éstas.

Alin	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimut	Radio	Param.	Longitud
Rec	0.000	284.000	246.500	399.385521	0.000	0.000	41.033
Cur	41.033	283.604	287.531	399.385521	100.000	0.000	21.455
Rec	62.489	285.691	308.844	13.044488	0.000	0.000	38.869
	101.358	293.600	346.900	13.044488			

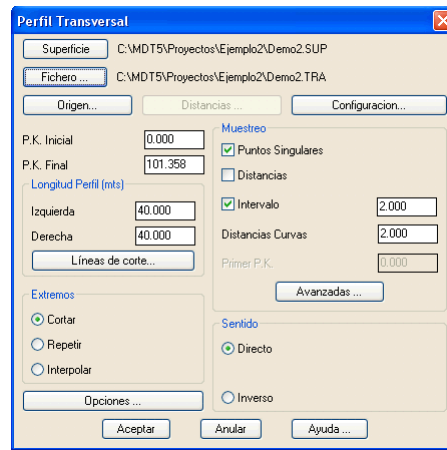
Para finalizar con el eje, procederemos a guardar el mismo en un fichero. Para ello utilizaremos el comando **Eje > Exportar Eje**, designamos el eje gráficamente, pulsamos **Aceptar** en el diálogo que aparece sin activar ninguna opción, y asignar al fichero el nombre DEMO2.EJE. En cualquier caso, en nombre utilizado aparecerá a partir de este momento en la ventana de proyecto.

## Obtención de Perfiles Transversales

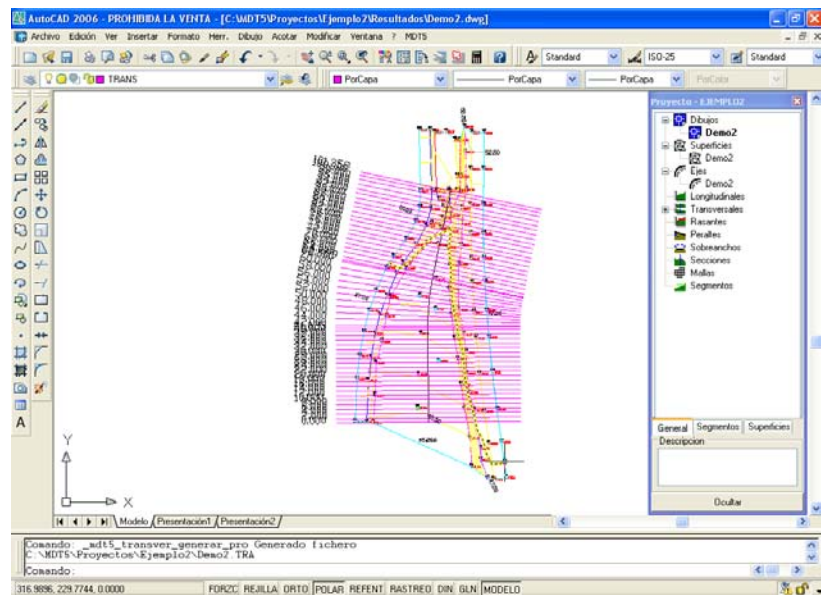
Pasamos ahora a obtener las secciones transversales sobre este eje. Para ello usaremos la ventana de proyecto. Dentro de ésta seleccionar el eje creado anteriormente, pulsar el botón derecho y elegir **Obtener Transversales**.



En el diálogo de obtención de perfiles transversales MDT propone como superficie el fichero DEMO2.SUP, que es la superficie actual del dibujo, y propone como nombre del transversal el mismo nombre del fichero de eje utilizado, con extensión TRA. Por último pasamos a parametrizar el ancho de banda, introduciendo en la **Izquierda 40.00** y en la **Derecha** otros **40.00** mts, de forma que seccionamos la totalidad del modelo sin temor a omitir zonas. Activar la casilla **Puntos Singulares**. El **Intervalo** entre perfiles será de **2.00** mts, que aunque es normalmente excesivo no genera problema alguno en su ejecución.

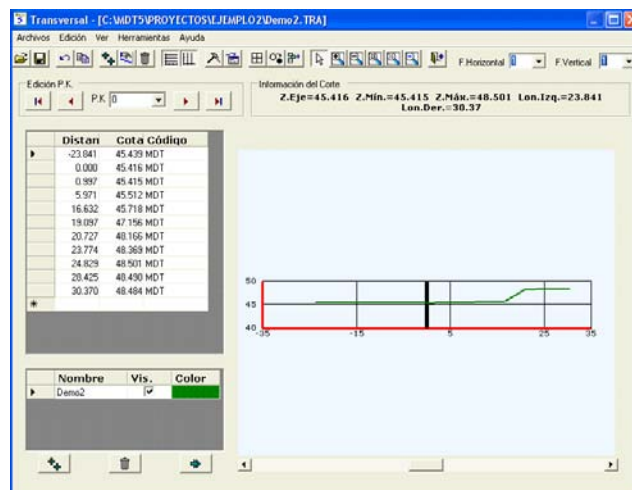


Pulsamos *Aceptar* y aparecerá un mensaje indicando que se han generado todos los perfiles correctamente, y a continuación se dibujarán los perfiles en planta con sus cortes respectivos.



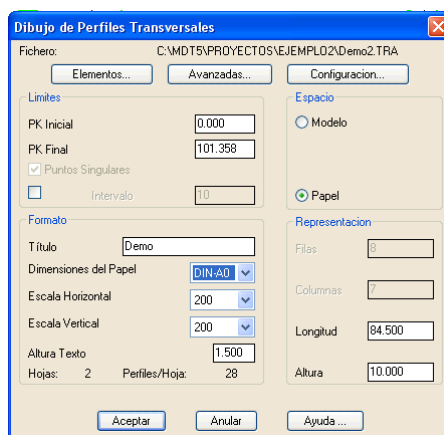
El programa nos permite representar o revisar gráficamente estos perfiles en pantalla, bien de forma permanente creando entidades de dibujo con textos asociados a cada perfil, o bien en forma rápida uno a uno al objeto de verificar éstos, con indicación del PK representado y la cota de posición de eje. A esta última opción se accede a través del menú **Transversales > Revisar Perfiles** o su equivalente en la ventana de proyecto.

Seleccionaremos DEMO2.TRA en la ventana que nos muestra el listado de perfiles transversales del proyecto. A continuación el programa nos irá mostrando el dibujo de los perfiles sobre un eje y centrados. Podemos avanzar y retroceder dentro de los perfiles pulsando los botones *Siguiente* y *Anterior*, respectivamente.



## Dibujo de Perfiles Transversales

A continuación procedemos a dibujar los perfiles. Para ello elegiremos dentro de la ventana de proyecto el fichero Demo2 dentro de la categoría **Transversales**, pulsaremos el botón derecho y elegiremos el comando **Dibujar**. Seleccionar formato **DIN-A0** en la lista de formatos, espacio **Papel** y título **Demo**. Pulsar el botón **Aceptar**.



Se crearán automáticamente nuevas presentaciones de espacio papel, cada una correspondiendo a una hoja.

Terminado este proceso salvaremos nuevamente el dibujo con el comando de AutoCAD **Archivo > Guardar**.

## Ejercicio 3. Cálculo de Volúmenes

### Preparación del Terreno Modificado

Transcurridos varios días, la empresa constructora nos requiere para realizar una nueva medición sobre el terreno modificado, al objeto de producir una valoración del terraplén elaborado y presentar los planos correspondientes. Para ello nos desplazamos a la obra y, previo posicionamiento en ésta en el mismo sistema de coordenadas, realizamos un levantamiento topográfico de las aristas que conforman los vértices superiores e inferiores de terraplén y las de encuentro con el terreno original.

Procesando este cálculo obtendremos un nuevo fichero de coordenadas, que fusionaremos con el del levantamiento anterior, del que eliminaremos los puntos que se encuentran dentro de la zona afectada por el terraplén.

El paso siguiente será la elaboración del MDT, y posteriormente importando el mismo eje que utilizamos en el trabajo anterior procesaremos los cortes del terreno resultante con la misma equidistancia y ancho de banda, produciéndose otro fichero de cortes transversales, al objeto de comparar gráficamente (como primera aproximación y verificación) el movimiento de tierras ejecutado.

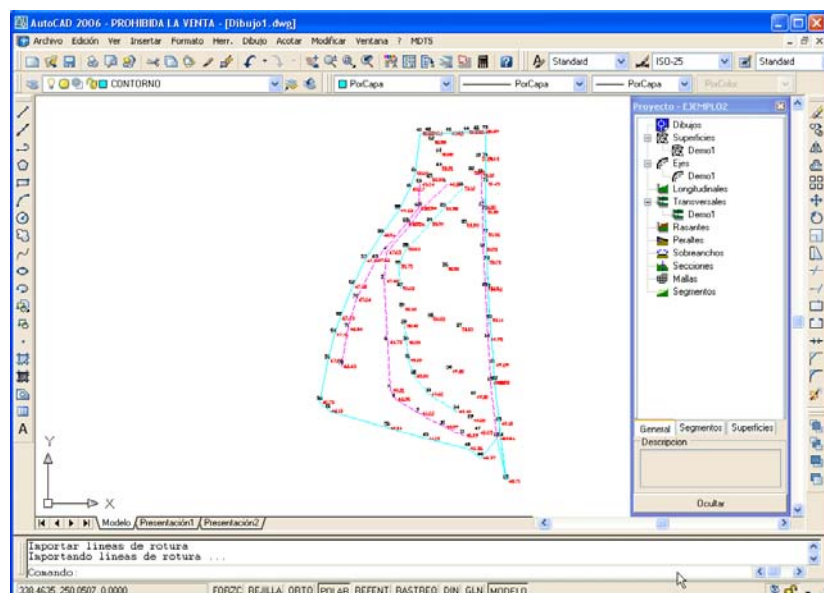
Verificado que no existen errores y dados por buenos los procesos, ejecutaremos la acción de cubicar por diferencias entre perfiles, dándonos el resultado de los desmontes apreciados que no van más lejos de las excavaciones de cajeros perimetrales y desbroce de tierra vegetal, que alteran la realidad en el entorno de la obra y del terraplén total, así como la diferencia de éstos.

El proceso es similar al realizado con los datos de terreno original, siendo conveniente almacenar los ficheros en el mismo subdirectorío de proyecto. En primer lugar creamos un nuevo dibujo con ayuda de la opción del menú **Archivo > Nuevo**.

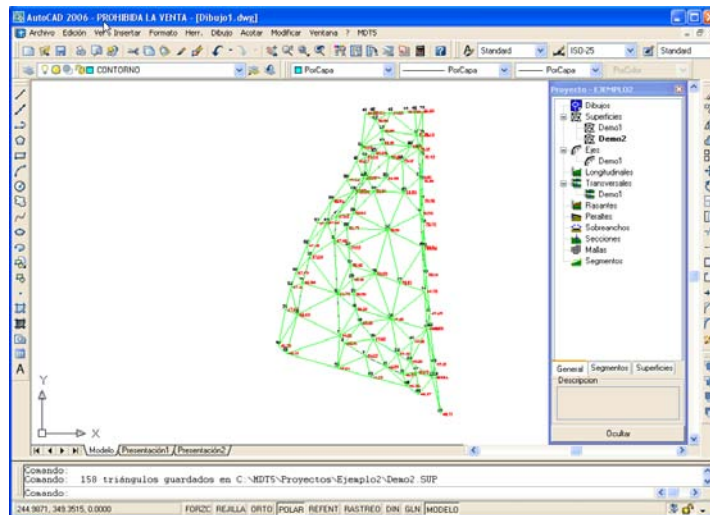
Ahora abriremos un proyecto previamente creado, mediante el comando **Proyecto > Abrir**, y eligiendo el fichero `Ejemplo3.prj`.

A continuación elegimos **Puntos > Importar**, de la misma forma que lo descrito en el Ejemplo 1. Elegir como **Escala** 1:500, pulsar **Aceptar** y elegir el fichero DEMO2.PUN del directorio `C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo3`.

Una vez tenemos dibujada la nube de puntos en pantalla, vamos a trazar las líneas de contorno. Esta vez usaremos un fichero preparado a tal efecto. Ejecutar el comando **Líneas de Rotura > Importar**, seleccionando como fichero DEMO2.ROT.



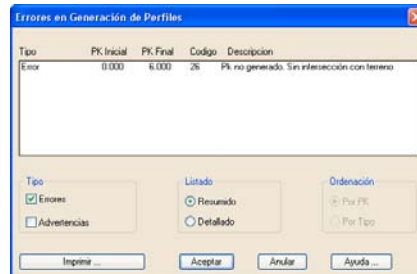
Procedemos ahora a crear el modelo digital del terreno. Ejecutar **Superficie > Crear Superficie**, especificando como nombre DEMO2.SUP. Para marcar la lista de capas esta vez usaremos un fichero previamente creado. Activar la casilla **Líneas de Contorno**, pulsar el botón **Capas** y elegir DEMO2.CAP. Pulsar **Aceptar** dos veces y se creará la triangulación respetando las líneas de rotura.



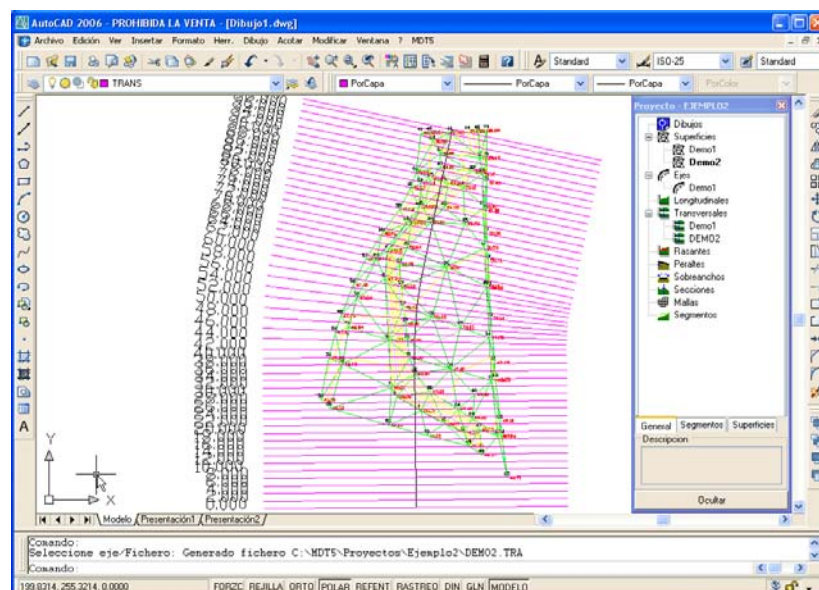
Unos cortes rápidos sobre el MDT con la opción de perfiles rápidos, proyectando sobre el dibujo unas teóricas líneas en sentido Oeste - Este y otras en Norte - Sur, nos proporcionarán una imagen real de estos cortes, confirmándonos la realidad de lo procesado. Ahora podemos curvar y etiquetar este trabajo usando con equidistancia 0.5 m con el comando **Curvado > Curvar**. El dibujo en pantalla reflejará el terreno modificado y parcialmente adyacente.

En el trabajo anterior procesamos los cortes transversales a partir de un eje, que vamos a emplear para el terreno modificado. Ejecutar el comando **Ejes > Importar Eje**, y elegir el fichero DEMO1 .EJE.

Debemos obtener los cortes con la opción **Transversales > Obtener Perfiles**, con los mismos parámetros que utilizamos anteriormente: es decir, el mismo eje, ancho de banda izquierda 40,00 mts., ancho de banda derecha 40,00 mts., y equidistancia de los perfiles cada 2,00 mts. Desactivar la casilla **Puntos Singulares**. Especificar como nombre de fichero DEMO2 .TRA. A continuación aparecerá un diálogo indicando que no se han encontrado perfiles en un determinado rango de PK, lo cual es normal en este caso. Pulsar **Aceptar**.



Una vez finalizados los cortes, podríamos obtener la representación gráfica de éstos y/o visualizarlos mediante el comando **Revisar Perfiles**.



Grabar el dibujo como DEMO2.DWG, dentro del mismo directorio del proyecto del ejercicio anterior. Si pregunta si desea incluir el dibujo en el proyecto actual, responder afirmativamente.

## Volumen por Diferencia de Perfiles

Podemos obtener el resultado de la medición resultante de la diferencia entre ambos perfiles con el comando **Volúmenes > Diferencia de Perfiles Transversales**. Este nos muestra una ventana de selección para el primer fichero de perfiles, que debe ser DEMO1.TRA. Tras validarlo elegir el segundo como DEMO2.TRA. Seguidamente aparece el siguiente diálogo donde se configura el informe de la cubicación. Como **Pk Inicial** aparecerá el **0.000** ya que es el primer corte común a ambos perfiles. Establecemos **0.3** como valor de tierra vegetal.

También activamos la opción **Corrección por Curvatura**, por lo que tras validar el diálogo el programa nos solicitará el eje a partir del cual se han generado los perfiles, de forma que pueda calcular dicha corrección a partir del mismo, que es el mismo que se ha importado anteriormente.

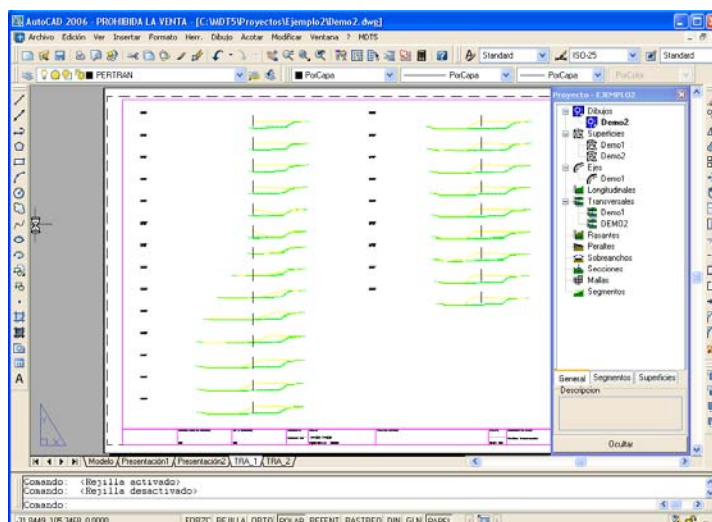


El programa calculará el volumen de desmonte y terraplén, presentando en pantalla un listado con las superficies y volúmenes parciales y acumulados. Haciendo doble clic sobre una de las celdas puede editarse su valor, recalculándose los totales automáticamente.

PK	Sup.Des	Sup.Ter	Sup.Veg	Dist.Perf.	Vol.Des	Vol.Ter	Vol.Veg
0.000	0.000	57.533	7.221	2.000	0.000	113.290	14.369
10.000	0.000	65.757	7.148	2.000	0.000	113.290	14.369
12.000	0.000	54.230	7.075	2.000	0.000	109.967	14.224
14.000	0.000	45.465	7.003	2.000	0.000	223.277	26.993
16.000	0.000	30.059	6.930	2.000	0.000	59.654	14.070
18.000	0.000	17.445	6.858	2.000	0.000	322.971	42.671
20.000	0.000	7.949	6.960	2.000	0.000	75.524	13.933
TOTALES	1.816	2211.178	457.963		3.387	4086.694	858.436

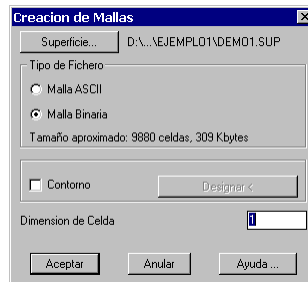
Diferencia Neta (Des - Ter) : -4085.307. Sup.Desbroce: 2861.444.

Pulsar el botón **Dibujar**, seleccionar como formato **DIN-A0**, espacio de dibujo **Papel** y pulsar el botón **Aceptar**. Se creará una presentación para cada hoja. Cambiar a espacio modelo para continuar.



## Volumen por Diferencia de Mallas

Ahora vamos a realizar una comparación con otro método de cálculo de volúmenes. Para ello seleccionamos dentro de la ventana de proyecto la superficie **Demo1** y elegimos el comando **Crear Malla**. En el diálogo establecemos como tipo de fichero **Malla Binaria** y como tamaño de celda 1 m. Guardar la información en el fichero DEMO1 .MDE.



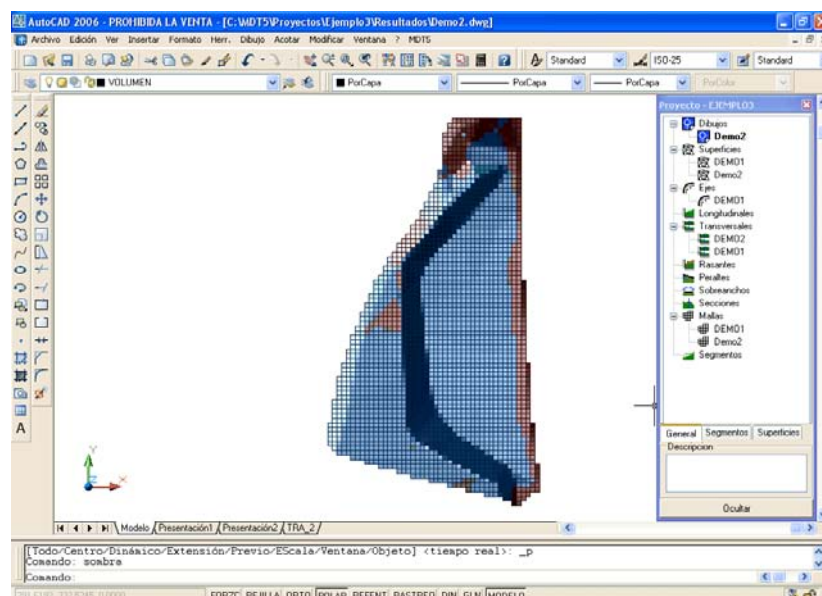
Igualmente realizamos la misma operación con la superficie **Demo2**, generando el fichero DEMO2 .MDE.

Seguidamente ejecutar el comando **Volúmenes > Diferencia de Mallas**, validar el diálogo pulsando **Aceptar** y seleccionar los dos ficheros generados anteriormente.

En la siguiente ventana aparece el resultado de la cubicación existiendo la posibilidad de dibujar una malla con el resultado final.



Activar las casillas **Dibujar volúmenes**, **Aislar Capa** y también las dos **Más colores** de desmonte y terraplén pulsar **Aceptar**.



Pueden contemplarse con distintos colores las zonas de desmonte y terraplén. Ejecutar si se desea el comando SOMBRA para un resultado más realista. Salvar el dibujo como Demo3 en la misma carpeta del proyecto.

## Resumen de Ficheros

Una vez finalizado el trabajo, enumeramos los ficheros de proyecto existentes en el directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo3. Los principales son los siguientes:

<b>Fichero</b>	<b>Descripción</b>
DEMO2.CAP	Capas de líneas de rotura del terreno modificado
DEMO1.DWG	Dibujo del terreno original
DEMO2.DWG	Dibujo del terreno modificado
DEMO1.EJE	Eje de los perfiles
DEMO1.SUP	Superficie del terreno original
DEMO2.SUP	Superficie del terreno modificado
DEMO2.PUN	Puntos del terreno modificado
DEMO2.ROT	Líneas de rotura del terreno modificado
DEMO1.TRA	Perfiles transversales del terreno original
DEMO2.TRA	Perfiles transversales del terreno modificado
DEMO1.MDE	Malla en formato binario del terreno original
DEMO2.MDE	Malla en formato binario del terreno modificado
EJEMPLO3.PRJ	Fichero de proyecto

Pueden editarse los ficheros con extensión CAP, EJE, PUN, ROT, TRA y PRJ.

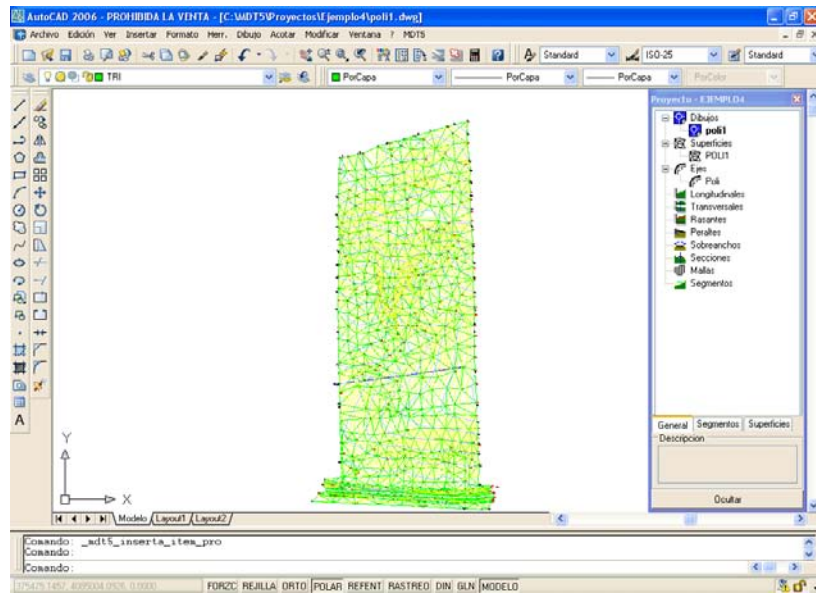
## Ejercicio 4. Diseño de Vial

En este caso arrancaremos a partir de un levantamiento ya triangulado y curvado. A partir del mismo obtendremos perfiles longitudinales y transversales a partir de un eje ya existente, generaremos los sobreeanchos y peraltes, definiremos una rasante, le asociaremos su sección tipo y crearemos el segmento asociado a estos datos. A partir del segmento hallaremos el modelo digital del terreno modificado, generaremos diferentes listados de volúmenes y utilizaremos herramientas de replanteo.

Para la correcta comprensión de estos procesos es conveniente haber ejecutado previamente los ejemplos anteriores de este **Manual del Usuario**.

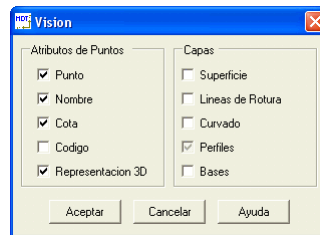
### Selección del Proyecto

En primer lugar abrimos el dibujo POLI1.DWG situado en el directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo4.



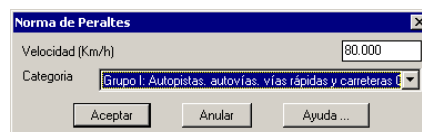
### Generación de Peraltes y Sobreeanchos

Ocultar la superficie y el curvado mediante el comando **Visión**.

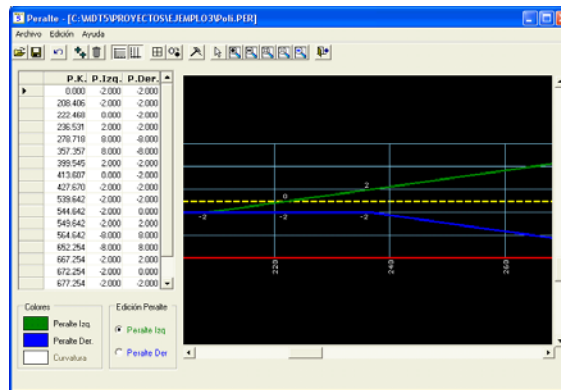


En la ventana de proyecto, seleccionar el elemento **Poli** de la categoría **Ejes**, pulsar el botón derecho y ejecutar el comando **Dibujar**.

Para generar el peralte asociado al eje del proyecto seleccionar nuevamente el eje dentro de la ventana de proyecto y pulsar la opción **Generar Peraltes**.



Aceptar los valores propuestos por el diálogo. Especificar como fichero POLI.PER dentro de la categoría de **Peraltes** en el submenú de **Segmetos**. Para visualizar el mismo, seleccionar este elemento, pulsar el botón derecho y elegir la opción **Revisar**.

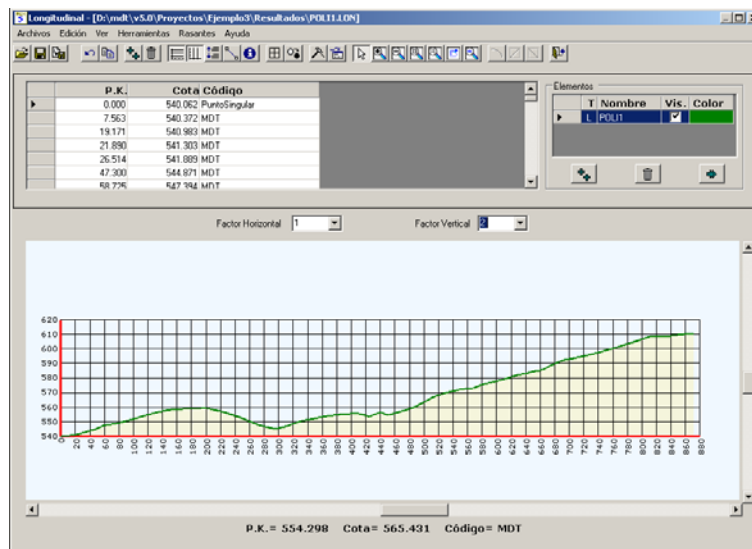


Para la generación de sobreechancos, seleccionar nuevamente el eje dentro de la ventana de proyecto, pulsar el botón derecho y ejecutar el comando **Generar Sobreechancos**. Especificar como fichero POLI . SOB.

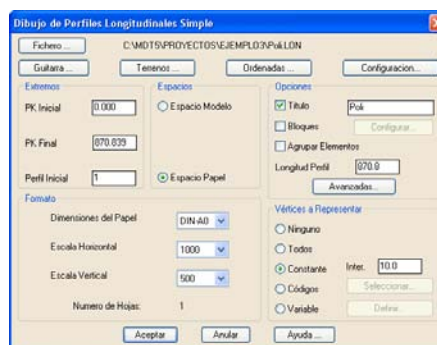
## Obtención del Perfil Longitudinal

Para obtener perfiles longitudinales, seleccionar nuevamente el eje dentro de la ventana de proyecto, pulsar el botón derecho y ejecutar el comando **Obtener Longitudinal**. Por defecto el longitudinal se grabará en el fichero POLI . LON. Activar si no lo están las casillas *Puntos Singulares* y *Todos los Cortes* y desactivar la casilla *Intervalo*. Pulsar el botón **Aceptar**.

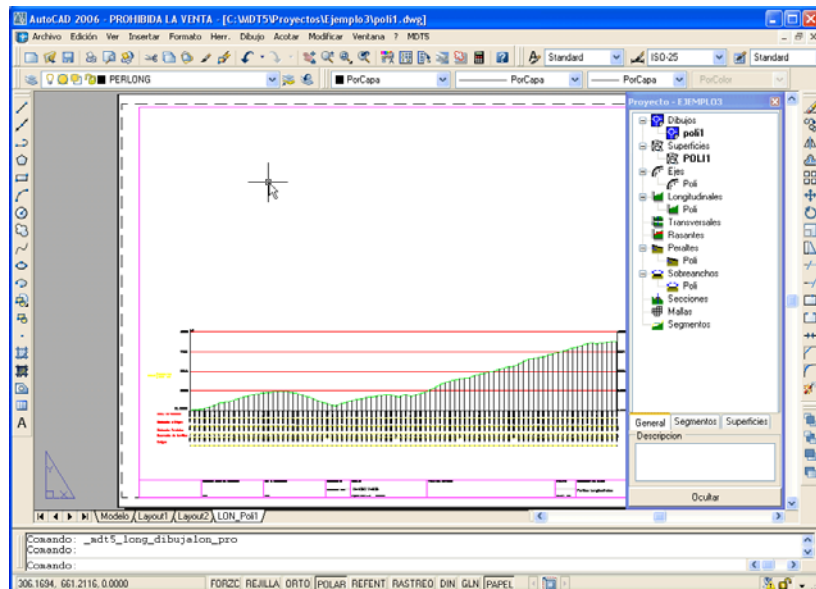
Podemos visualizar el longitudinal generado seleccionando el nuevo fichero en la categoría de Longitudinales, pulsando el botón derecho y la opción **Editar**.



Seguidamente seleccionar de nuevo el perfil en la ventana de proyecto y ejecutar el comando **Dibujar Perfil Simple**. A continuación seleccionar *Espacio Papel*, título *Poli*, formato *DIN-A0*, *Escala Horizontal 1000* y *Escala Vertical 500* e *Intervalo Constante* con valor *10*.



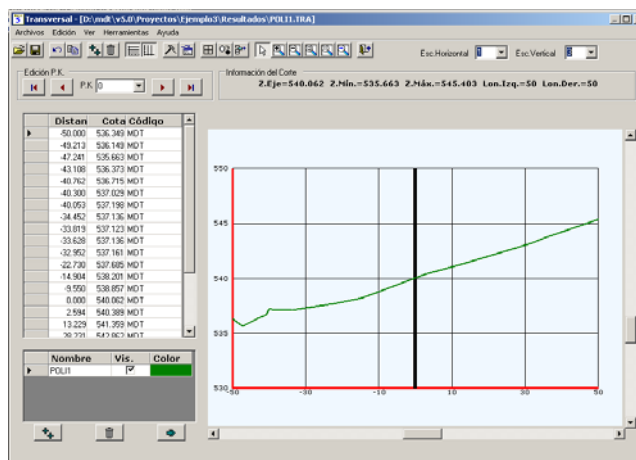
Pulsar el botón **Aceptar**. Se creará una presentación con el nombre LON\_Poli1.



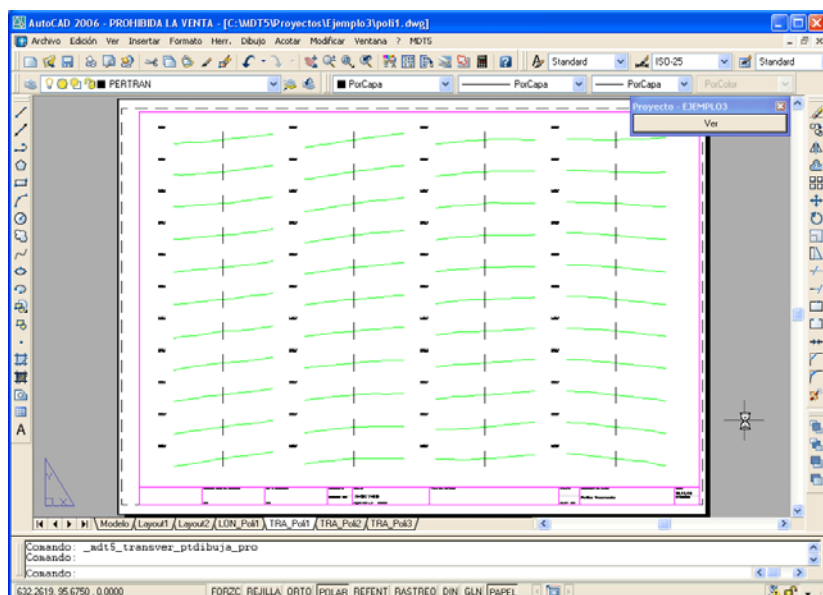
## Obtención de Perfiles Transversales

Igualmente para obtener los transversales, en la ventana de proyecto seleccionar el eje **Poli**, pulsar el botón derecho y ejecutar el comando **Obtener Transversales**. Por defecto los transversales se grabarán en el fichero POLI . TRA, en la misma carpeta que el proyecto actual. Establecer como **Intervalo 10** y como **Distancia a Izquierda y Derecha 50**. Activar la casilla **Puntos Singulares**. Se mostrará un aviso que indica que todos los perfiles se han generado correctamente.

Para visualizar los diferentes perfiles que se han generado, en la ventana de proyecto seleccionar el fichero **Poli** en la categoría de transversales, y a continuación ejecutar el comando **Revisar**.

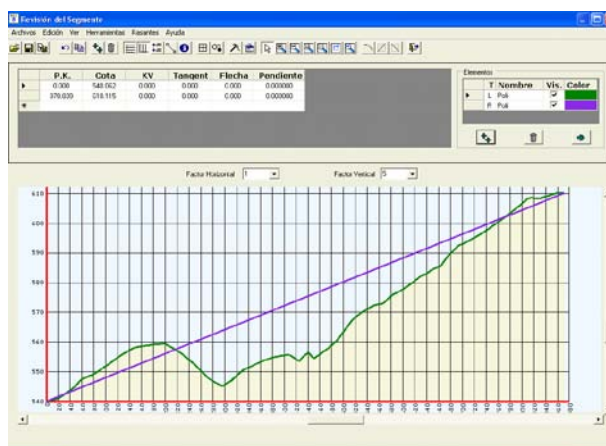


Seleccionar nuevamente el fichero de perfiles transversales y ejecutar el comando **Dibujar**. Especificar como parámetros formato **DIN-A0**, escala horizontal y vertical **500** y espacio **Papel**. Se creará una presentación por cada hoja.



## Definición de la Rasante

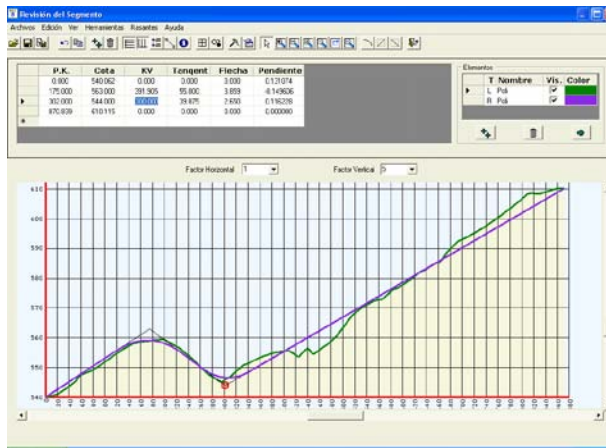
Seleccionar en la ventana de proyecto el perfil longitudinal Poli, pulsar el botón derecho y ejecutar la opción **Editar**. Maximizar el diálogo y cambiar el factor vertical para que se exageren las diferencias de cota. Ejecutar el comando **Rasantes > Nueva**, y definir como nombre POLI .RAS dentro de la carpeta C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo4. Automáticamente se creará una rasante conectando el primer vértice del perfil longitudinal con el último.



En la definición numérica de la rasante situada en la parte superior del diálogo seleccionar la última fila y pulsar el icono . Rellenar el diálogo con PK **175** y cota **563**.

Repetir la operación creando otro vértice con PK **302** y cota **544**. Si se desea se podrían mover los vértices gráficamente, recalculándose de forma automática todos los datos.

A continuación procedemos a la definición de los acuerdos verticales. Seleccionar la fila correspondiente al PK 175, y en la celda correspondiente a la tangente escribir el valor **55**. Se calcularán el Kv y la flecha correspondientes. Seleccionar ahora la fila del PK 302 y asignar un Kv de 300. El aspecto que debe presentar el diálogo es el siguiente:



Ejecutar la opción **Archivo > Cerrar** y responder afirmativamente a la pregunta sobre la grabación de cambios.

## Definición de la Sección Tipo

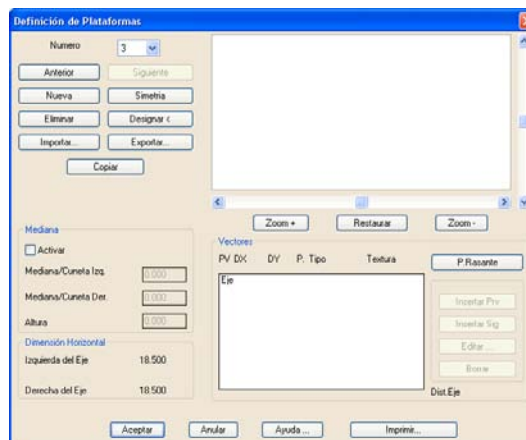
Antes de obtener los perfiles transversales completos debemos especificar las secciones tipo que van a ser asociadas a nuestro vial. El programa incorpora inicialmente una librería de plataformas, cunetas, taludes y firmes, que puede ser ampliada y personalizada.

En esta ocasión emplearemos dichos elementos, con objeto de facilitar el aprendizaje. Elegir la opción **Secciones > Definición de Secciones Tipo**. Especificar como fichero POLI1 . SCC.



## Plataformas

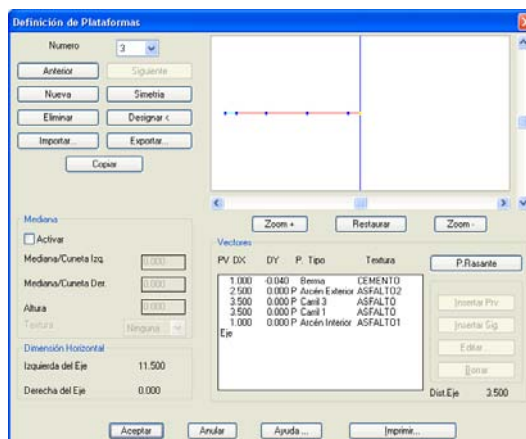
Vamos a definir la plataforma a utilizar. Para ello activamos el botón **Plataformas** del diálogo anterior, y a continuación el botón **Nueva**, con lo que se creará la plataforma número 3.



Definimos ahora el vector correspondiente al arcén interior de la plataforma. Para ello seleccionamos en la lista de vectores la línea **Eje**, y pulsamos el botón **Insertar Prv**. En el diálogo siguiente seleccionar como Descripción **Arcén Interior**. Comprobar que se rellenan automáticamente las características. Pulsar **Aceptar**.

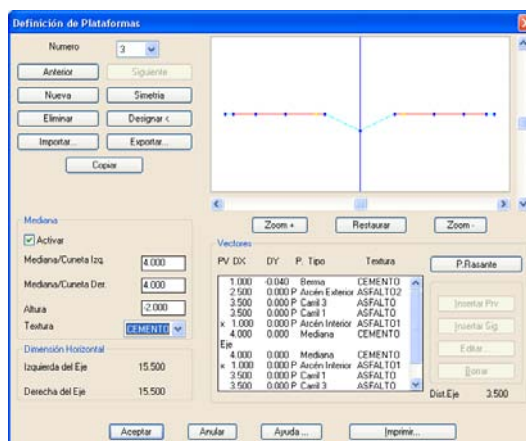


Repetimos el proceso con el resto de los vectores. Siguiendo el mismo procedimiento insertar los vectores de **Carril 1**, **Carril 2**, **Arcén Exterior** y **Berma**. Aceptar las dimensiones propuestas para los vectores en todos los casos.

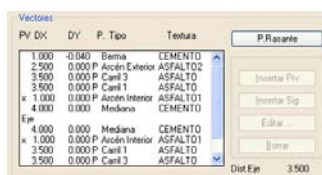


Para copiar la parte izquierda en la derecha de forma que la plataforma sea simétrica pulsar el botón **Simetría**.

Ahora introduciremos las características de la mediana. Marcar la casilla **Activar**, e introducir en **Dist.Pivote Izq.** el valor **4**, y el mismo a la derecha. Como **Altura** especificar **-2** y como textura **CEMENTO**. Pulsar el botón **Aceptar** para grabar los cambios.

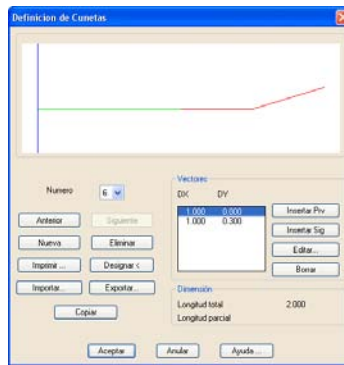


Por último debemos definir los puntos de pivote, lo podemos realizar de dos formas, bien señalando gráficamente en la imagen dichos puntos como indica el gráfico siguiente o marcando el vértice en la lista y presionando el botón **P.Rasante**. Una vez marcados deben cambiar a color amarillo los correspondientes vértices, y además marcarse con una X en la columna PV del listado de vectores.



## Cunetas

Para definir las cunetas, hacer clic en el botón **Cunetas** del diálogo de **Secciones Tipo**. Presionar el botón **Nueva**, con lo que se creará la cuneta número 6.

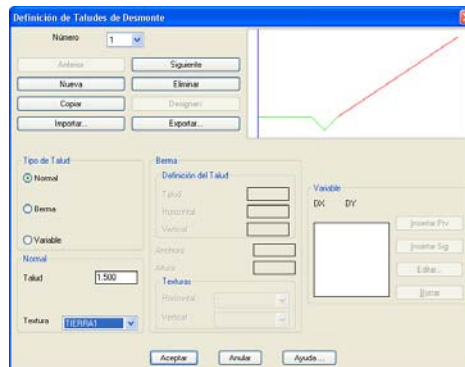


Pulsar ***Insertar Sig*** e introducir **1** en ***DX*** y **0** en ***DY***. De nuevo ejecutar el mismo botón e introducir los valores **1** en ***DX*** y **0.3** en ***DY***. Asignar a ambos vectores la textura **CEMENTO**. Seguidamente validar el diálogo.

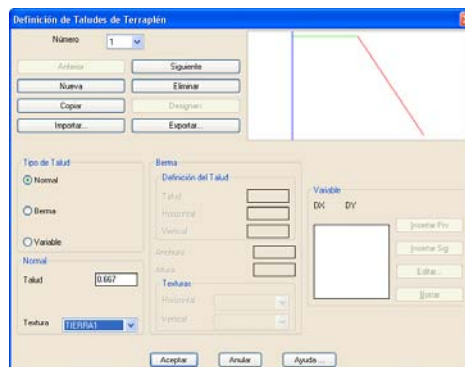
Simultáneamente, podemos comprobar como en la parte inferior se muestra la longitud total de la cuneta y la parcial del vector seleccionado.

## Taludes

Hacer clic en el botón ***Desmonte*** del diálogo ***Secciones Tipo***. Aceptar el valor por defecto de **1.5** para el talud número 1 y asignar la textura **TIERRA1**. Pulsar el botón ***Aceptar***.

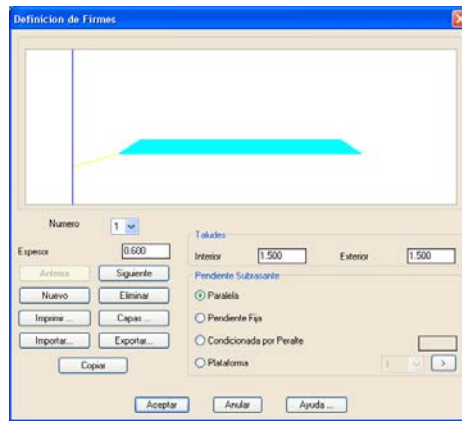


Igualmente para los taludes de **Terraplén**. En este caso asignar al talud 1 el valor **0.667** y como textura también **TIERRA1**.



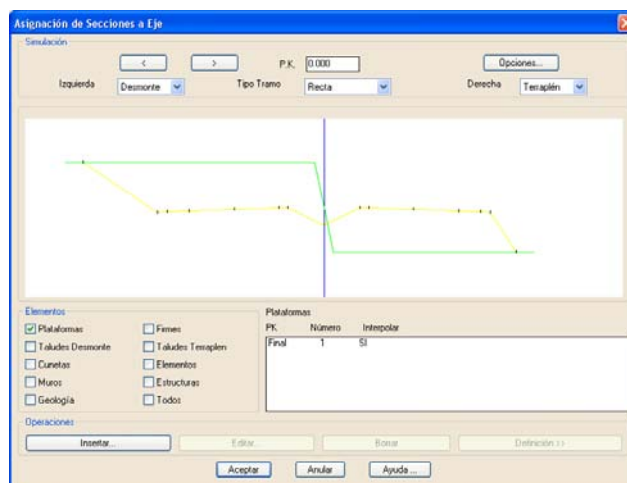
## Firmes

Ahora procedemos a definir el firme asociado al vial. Hacer clic en el botón ***Firmes*** del diálogo ***Secciones Tipo***, y asignar al firme número 1 un ***Espesor*** de 0.6, dando por válidos el resto de los parámetros. Seguidamente validar el diálogo pulsando ***Aceptar***.

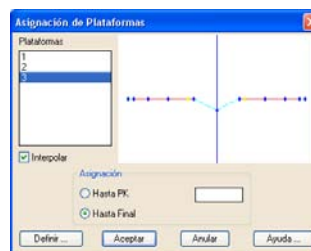


## Asignaciones

Hacer clic en el botón **Asignaciones** y aparecerá en pantalla una sección tipo inicial. Por defecto aparecerá activada la casilla **Plataformas** donde estará asignado la plataforma 1 hasta el PK final.



Pulsar el botón **Editar** y en el diálogo siguiente seleccionar la plataforma 3, que es la que se ha creado en un paso anterior.



A continuación activar la casilla **Cunetas**. En este caso usaremos la cuneta número **2** a la derecha y la cuneta número **6** a la izquierda a lo largo de todo el eje. Para ello pulsar el botón **Insertar** y en el nuevo diálogo seleccionar la cuneta **2**, el tipo **Desmonte** y el lado **Derecho**.



Igualmente con la cuneta **6** sólo que en este caso le asignamos el lado **Izquierdo**.

Cunetas		
PK	Numero	Lado
Final	D6	Izquierda
Final	D2	Derecha

Procederemos de igual forma que lo especificado en las cunetas con los **Taludes de Desmorte** y **Terraplén** y los **Firmes**, especificando la asignación del elemento número 1 en cada caso para todo el eje.

Pulsando el botón **Aceptar** de la ventana de asignación de secciones a eje grabamos todos los cambios realizados.

## Generación del Segmento

Una vez definido todos los elementos que componen el vial podemos agruparlos de forma que a partir de este momento se trabaje con un único fichero que los agrupe a todos.

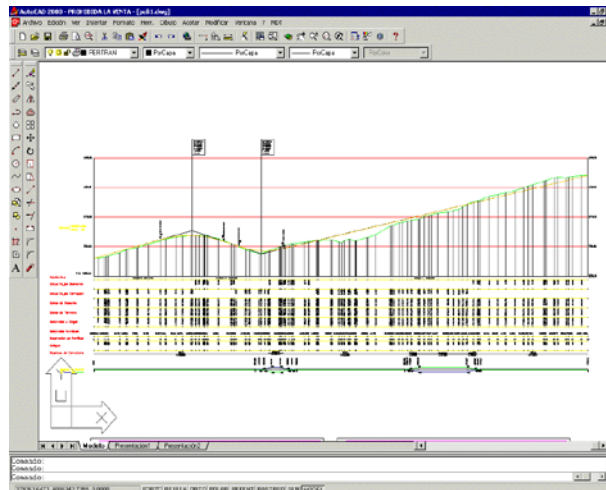
Elegir la opción **Segmentos > Definir...** y especificar como nombre del nuevo fichero POLI1.SEG. Seguidamente importaremos sucesivamente en este orden los ficheros POLI.EJE, POLI.LON, POLI.TRA, POLI1.RAS, POLI.SOB, POLI1.SCC y POLI1.PER.



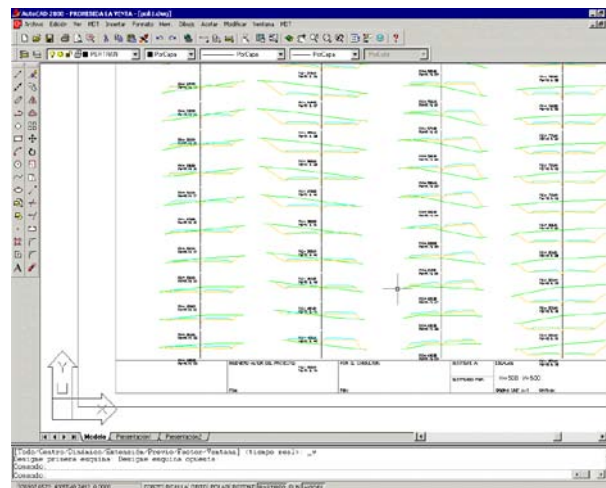
A continuación presionar el botón **Generar Perfiles** y automáticamente se guardará la información del terreno modificado en el propio segmento. Tras presionar el botón, aparecerá una ventana donde se informaría de los diferentes errores encontrados al generar el modificado. En concreto en este caso debe aparecer el aviso "Todos los perfiles generados correctamente". Pulsar **Aceptar**. Puede observarse también que en la categoría de proyecto aparece el nuevo segmento.

## Dibujo de Perfiles

Ahora podemos representar de forma completa tanto el perfil longitudinal como los perfiles transversales. Seleccionar dentro de la ventana de proyecto el segmento Poli1, pulsar el botón derecho y ejecutar **Dibujar Perfil Compuesto**. Establecer como valores de escala **1000** y **500** para **Horizontal** y **Vertical** respectivamente, y especificar como intervalo **Constante** con valor **10**. Pulsar el botón **Aceptar**.



Por otra parte, para dibujar los perfiles transversales elegir el comando **Transversales > Dibujar Perfiles**, y seleccionar el fichero POLI1 .SEG. Especificar formato **DIN-A0**, escalas horizontal y vertical **200**, título **Poli** y además seleccionamos la opción **Espacio Papel**. Pulsar **Aceptar** y seguidamente se dibujarán tantas hojas en espacio papel como sean necesarias el dibujo de todos los transversales.



Grabar nuevamente el dibujo como POLI1.DWG, dentro del directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo4.

## Resumen de Ficheros

Una vez finalizado el trabajo, enumeramos los ficheros de proyecto existentes en la carpeta citada. Son los siguientes:

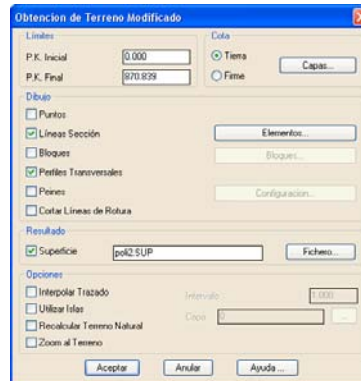
Fichero	Descripción
POLI1 . DWG	Dibujo del terreno original
POLI . EJE	Eje de los perfiles
POLI1 . SUP	Superficie del terreno modificado
POLI1 . PUN	Puntos del terreno original
POLI1 . ROT	Líneas de rotura del terreno original
POLI . LON	Perfil longitudinal del terreno original.
POLI . TRA	Perfiles transversales del terreno original
POLI . RAS	Rasante
POLI1 . SCC	Librería de secciones y asignaciones a eje
POLI1 . SEG	Segmento
POLI . SOB	Sobrancho asociado al eje original
POLI . PER	Peralte asociado al eje original

Pueden editarse los ficheros con extensión EJE, PUN, ROT, LON, RAS, TRA, SOB y PER.

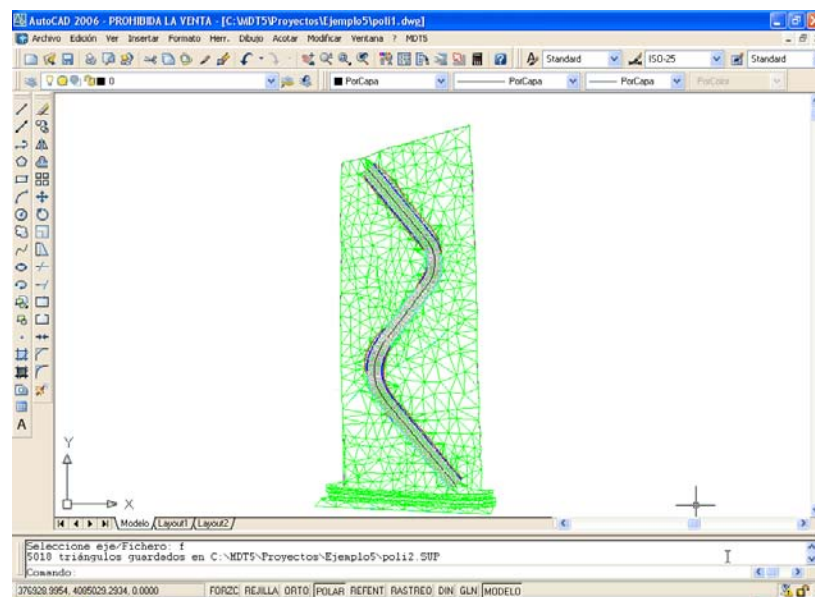
## Ejercicio 5. Obtención del Terreno Modificado

Abrir el dibujo POLI1 dentro de la carpeta C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo5.

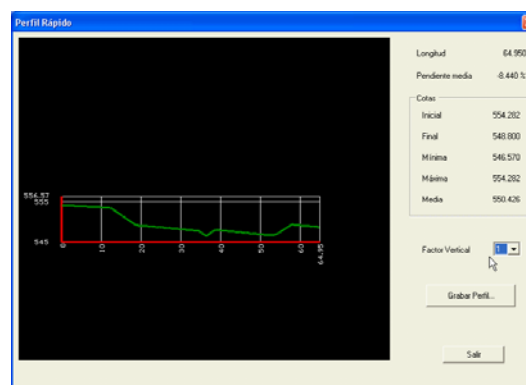
Ahora ejecutar el comando **Superficies > Obtener Terreno Modificado**, escribir **F** y seleccionar el fichero POLI1.SEG. En el diálogo activar la opción **Superficie**, de forma que se guardará la nueva superficie en el fichero POLI2.SUP, dejando intacto la superficie original. Dejar el resto de las casillas tal como aparecen en la figura.



Finalmente presionar el botón **Aceptar** y tras finalizar el proceso de cálculo el resultado sería el siguiente:



Automáticamente se modifica el terreno original insertando el vial definido y modificando la superficie. Si utilizamos la opción **Perfil Rápido** se pueden visualizar las modificaciones realizadas sobre el modelo.



## Listado de Cubicación

Seguidamente se va a obtener un listado de cubicación del vial definido. Para ello ejecutar el comando **Volúmenes > Listado de Cubicación**, y pulsar **Aceptar**.

En este listado se pueden modificar o alterar los datos para la impresión o exportar la información a cualquier formato.

PK	Sup.Des	Sup.Ter	Sup.Veg	Dist.Ped	Vol.Des	Vol.Ter	Vol.Veg
0.000	36.077	6.179	0.000		0.000	0.000	0.000
10.000	20.259	17.376	0.000	10.000	281.684	117.778	0.000
20.000	8.518	25.004	0.000	10.000	143.887	211.904	0.000
30.000	3.565	27.027	0.000	10.000	60.364	280.156	0.000
40.000	4.521	25.592	0.000	10.000	485.926	188.628	0.000
50.000	8.697	20.363	0.000	10.000	40.376	263.053	0.000
60.000	16.764	14.497	0.000	10.000	526.311	852.931	0.000
TOTALES	5577.215	2104.095	0.000		66.089	229.775	0.000

Diferencia Neta (Des - Ter) : 31528.802 Sup.Desbrote: 0.000

## Listado de Volúmenes

A continuación vamos a obtener unos listados de superficie y volúmenes que nos van a ser de utilidad para el cálculo del movimiento de tierras.

Ejecutar el comando **Volúmenes > Listado de Mediciones de Transversales**, seleccionar el fichero POLI1 . SEG y validar directamente el diálogo que aparece con la opción **Acumulado**.

Después aparecerá un listado con las superficies de coronación y taludes del vial tramo a tramo.

P.K.	Coronación		Taludes				
	Terraplén	Desmonte	Terraplén	Desmonte	D.Tierra	D.Tránsito	D.Roca
0.000	105.016	209.286	13.398	47.577	0.000	0.000	47.577
10.000	132.733	157.185	21.260	36.713	0.000	0.000	36.713
20.000	132.733	154.637	22.941	25.862	0.000	0.000	25.862
30.000	132.733	154.637	23.711	13.937	0.000	0.000	13.937
40.000	132.733	154.637	24.267	15.065	0.000	0.000	15.065
50.000	132.733	155.155	25.989	22.552	0.000	0.000	22.552
60.000	132.733	155.155	26.112	27.986	0.000	0.000	27.986
70.000	132.733	155.155	26.112	27.986	0.000	0.000	27.986
80.000	132.733	155.155	26.112	27.986	0.000	0.000	27.986
90.000	132.733	155.155	26.112	27.986	0.000	0.000	27.986

Coronación: Terraplén= 8492.878 Desmonte= 17871.833  
 Taludes: Terraplén= 1807.596 Desmonte= 4653.952  
 Des.Tierra= 0.000 Des.Tránsito= 0.000 Des.Roca= 4653.952

Ahora vamos a obtener un listado de las mediciones del firme, es decir, longitudes de banda, de arcén, calzada, etc. Para ello ejecutar el comando **Volúmenes > Listado de Mediciones de Firmes**, seleccionar el fichero POLI1 . SEG y seleccionar nuevamente como tipo **Acumulado**.

PK	L.b.ii	L.b.id	L.b.e.i	L.b.e.d	Sup.Cal.	Sup.Ar.l	Sup.Ar.D.	Vol.Firme	Sup.Ref.	Vol.Ref.
0.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
20.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
30.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
40.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
50.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
60.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
70.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
80.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000
90.000	10.000	10.000	10.000	10.000	160.000	25.000	25.000	148.245	0.000	0.000

En este listado el volumen de firme y los datos de refuerzos son nulos debido a que no los hemos definido en nuestra sección tipo.

## Replanteo

Vamos a realizar un replanteo de puntos. En primer lugar vamos a insertar dos bases. Para ello ejecutar el comando **Bases > Insertar Bases**, y en el diálogo desactivar las opciones **Pedir Cota** y **Pedir Código** y presionar el botón **Aceptar**.

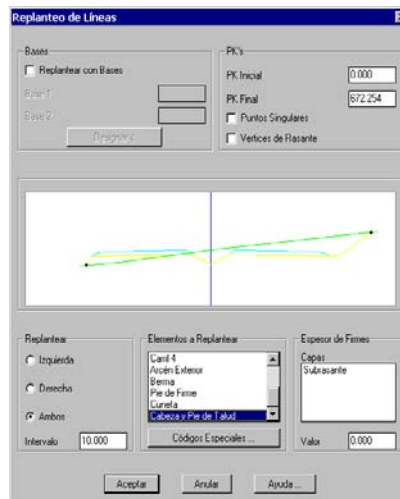
A la primera base le llamamos **E1** y le asignamos las coordenadas **376025, 4085457** y a la segunda base le llamamos **E2** y le asignamos las coordenadas **376463,4085720**.

Ejecutar ahora el comando **Replanteo > Replanteo de Puntos con respecto al Eje**, pulsar **F** y seleccionar el fichero POLI1 . SEG.

A continuación introducir en **Base 1** **E1** y en **Base 2** **E2**, respectivamente. Seleccionar el **Método Polar** y **Aceptar** el diálogo. En la selección de puntos, especificar **Todos**. Validar los diálogos y aparecerá el siguiente listado de replanteo.

P.K.	Disp.	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Azimut	Dist.	Codigo
169.571	-233.293	376094.973	4085055.924	534.450	189.0040	407.134	1
164.365	-237.986	376094.730	4085048.919	534.270	189.2259	413.996	2
154.749	-217.234	376116.804	4085054.908	534.790	185.7099	412.439	3
149.825	-222.390	376116.824	4085047.821	534.610	186.0650	419.161	4
145.125	-206.893	376130.912	4085054.193	534.960	183.6315	416.498	5
140.107	-212.067	376130.179	4085047.022	534.790	184.0125	423.255	6
130.190	-191.313	376152.448	4085052.782	535.150	180.5558	423.834	7
125.405	-196.411	376151.623	4085046.839	535.010	180.9611	430.217	8
115.736	-175.976	376173.468	4085051.593	535.200	177.6492	431.754	9
110.614	-180.724	376173.149	4085044.607	535.160	178.0440	438.196	10
102.557	-161.971	376192.689	4085050.503	535.340	175.0920	439.727	11
97.626	-167.065	376191.962	4085043.451	535.320	175.5718	445.981	12
89.295	-147.923	376212.002	4085049.357	535.500	172.6191	448.489	13
84.546	-153.252	376210.951	4085042.324	535.490	173.1637	454.460	14

Pulsar **Aceptar**. Seguidamente vamos a replantear puntos característicos del vial. Para ello ejecutar el comando **Replanteo > Listado de Líneas**, seleccionar el fichero POLI1 . SEG y en el diálogo activar en el listado de elementos a representar la línea **Cabeza y Pie de Talud**.



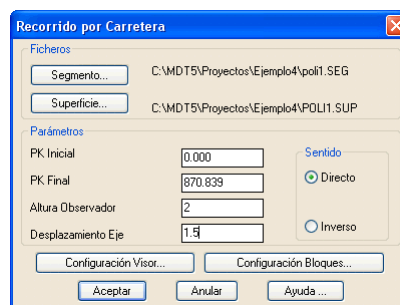
A continuación se mostrará un listado donde se muestran las coordenadas y otras características de cada punto replanteado.

P.K.	Desp.	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Codigo
0.000	-16.140	376370.313	4085065.806	538.119	CPT
0.000	21.356	376398.019	4085089.929	542.173	CPT
10.000	-16.577	376363.546	4085073.181	538.776	CPT
10.000	20.452	376391.894	4085057.003	542.881	CPT
20.000	-16.570	376357.041	4085080.777	538.947	CPT
20.000	19.549	376384.769	4085104.078	543.590	CPT
30.000	-16.713	376350.575	4085088.406	541.194	CPT
30.000	18.557	376377.576	4085111.096	544.239	CPT
40.000	-16.743	376344.118	4085096.042	542.458	CPT
40.000	18.650	376371.215	4085118.812	545.613	CPT
50.000	-16.839	376337.511	4085103.636	543.626	CPT
50.000	19.273	376365.258	4085126.868	547.339	CPT
60.000	-16.787	376331.218	4085111.325	545.015	CPT
60.000	18.977	376358.598	4085134.334	548.452	CPT

Seguidamente ejecutar el comando **Mapas/Realismo > Recorrido por Carretera**, seleccionamos el fichero POLI1.SEG y la superficie POLI2.SUP. Para el resto de parámetros mantenemos los valores por defecto.

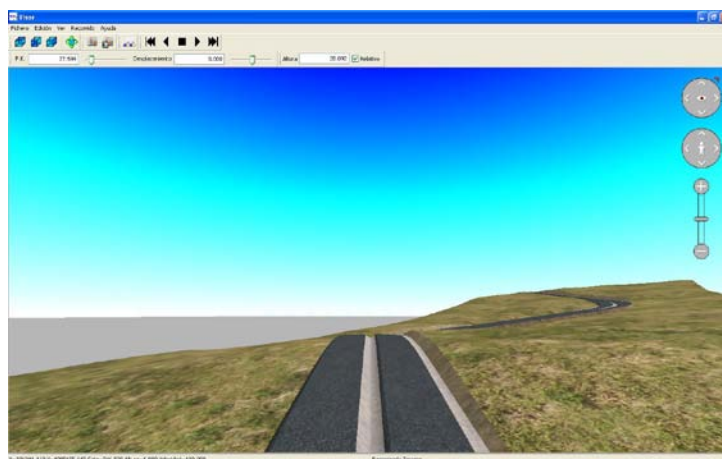
## Recorrido por Carretera

Ejecutar el comando **Mapas/Realismo > Recorrido por Carretera**, pulse el botón *Segmento* y seleccione el fichero POLI1.SEG. Después pulse el botón *Superficie* y seleccione el fichero POLI1.SUP.



Rellenar también con el valor **2** la casilla *Altura Observador* y con **1.5** la casilla *Desplazamiento Eje*. Pulsar el botón *Aceptar* y se mostrará una ventana con la representación realista de la carretera.

Experimente con los controles del diálogo, avanzando y retrocediendo sobre el eje, cambiando la velocidad, el PK o la altura del observador, etc. Finalizar el proceso cerrando la ventana o pulsando ESC.



## Generación de Vídeo

Para generar un vídeo con el recorrido, ejecutar el comando **Mapas/Realismo > Generar Vídeo**. Si el programa pide la elección de un compresión de video, elegir la opción Cuadros Completos (sin comprimir). Elegir como nombre del video a generar POLI1 .AVI y como superficie y segmentos los mismos ficheros que en el paso anterior, y pulsar **Aceptar**.



Para visualizar el resultado, basta con hacer desde el explorador de Windows doble clic sobre el archivo de video, para visualizarlo con el visor predeterminado del sistema.

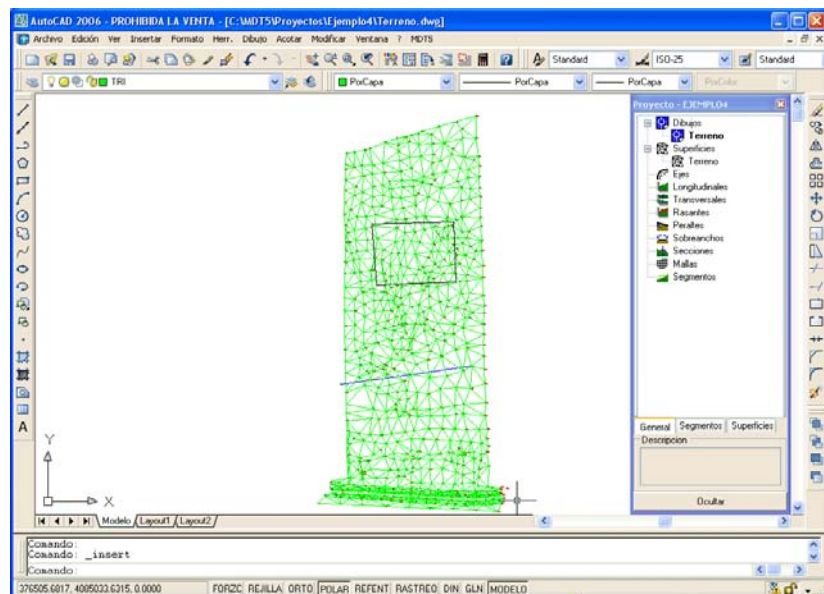
## Ejercicio 6. Creación de Explanadas

En este caso se describe cómo realizar movimientos de tierra o excavaciones a partir de un modelo digital previamente definido. Sobre el modelo resultante y el original realizaremos un cálculo de volúmenes por mallas, representación en 3D y renderizado asignando materiales.

### Dibujo de la Explanada

Abrir el dibujo Terreno.DWG, dentro del directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo6. Se abrirá también de forma automática el proyecto Ejemplo6.

Sobre el dibujo vamos a insertar un bloque con la explanada a realizar. Para ello ejecutar el comando de AutoCAD **Insertar > Bloque**, pulsar el botón **Examinar** y seleccionar en la misma carpeta el dibujo Explanada1.dwg. Insertarlo en las coordenadas 0,0, con escala 1, ángulo de rotación 0, y con la opción **Descomponer**, o bien explotar el bloque una vez insertado.



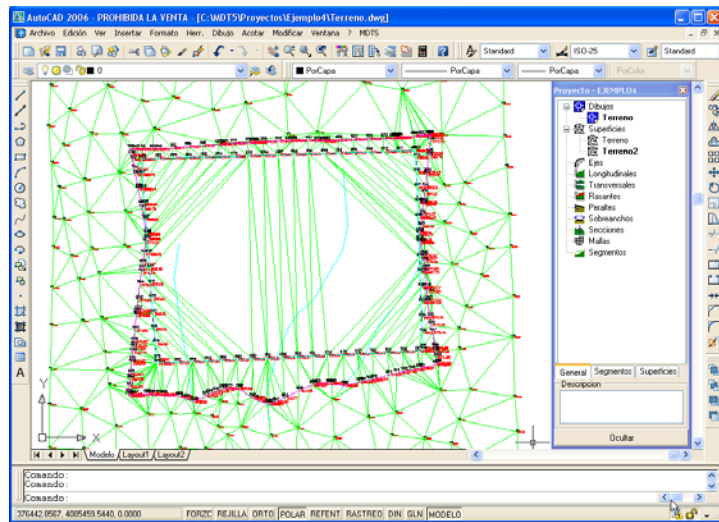
### Movimientos de Tierras por Cota de Explanación

Ejecutar el comando **Superficies > Movimientos de Tierras por Cota de Explanada** y seleccionar la polilínea del dibujo insertado. Seguidamente aparece el siguiente diálogo donde se configuran las características del movimiento de tierras a realizar.

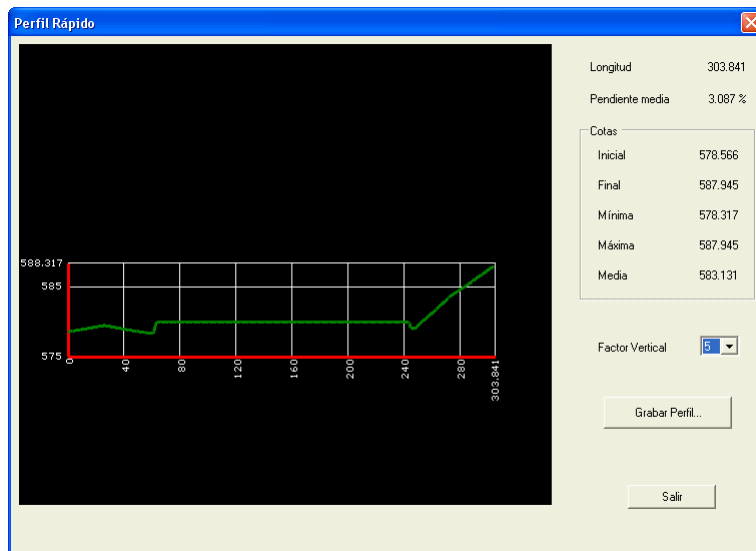


En la casilla **Explanada** introducir la cota **580**, y activar las opciones tal como vienen en la figura anterior. Como taludes de desmorte y terraplén dejar los valores asignados por defecto. Pulsar **Aceptar**.

Automáticamente el programa creará una nueva superficie denominada **Terreno2**, que será dibujada con sus contactos.



Para visualizar los cambios del modelo utilizar el comando **Perfil Rápido** desde el Norte hasta el Sur de la explanada. Observar cómo se distingue claramente la acción realizada.

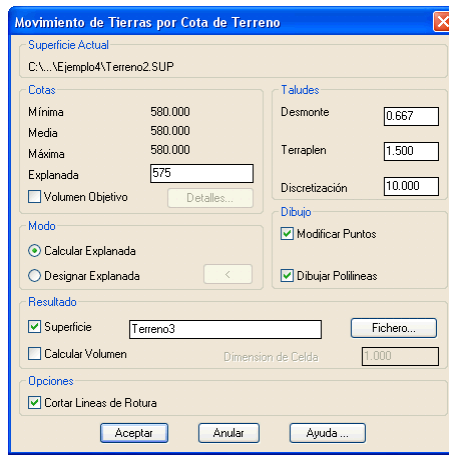


## Movimientos de Tierras por Cota de Terreno

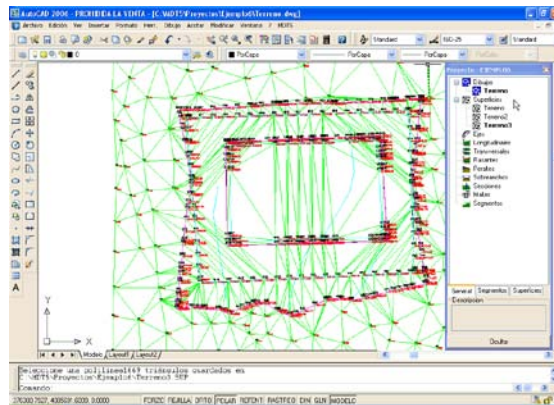
Usando como base la superficie actual vamos a realizar un movimiento de tierras en el que conocemos los contactos con el terreno en lugar del contorno de la explanada.

Insertar de igual forma que lo explicado en el apartado anterior el bloque `Explanada2.dwg`.

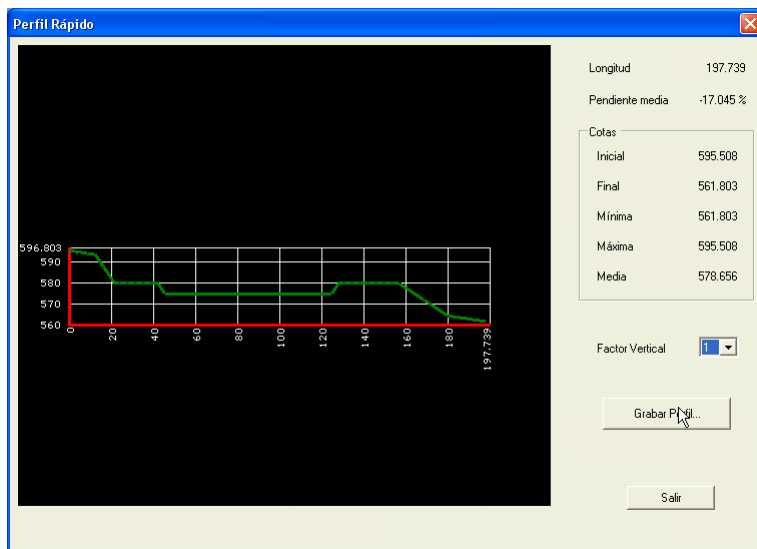
Ejecutar el comando **Superficies > Movimientos de Tierras por Cota de Terreno** y designar la nueva polilínea. Aparecerá el siguiente diálogo donde se especificarán las características de la explanada a calcular.



En cota de explanada introducir **575** y para el resto de las casillas mantener los valores por defecto que especifica el programa. Validar el diálogo.



Igualmente, si ejecutamos el comando **Perfil Rápido** podemos visualizar el estado actual de nuestro modelo.

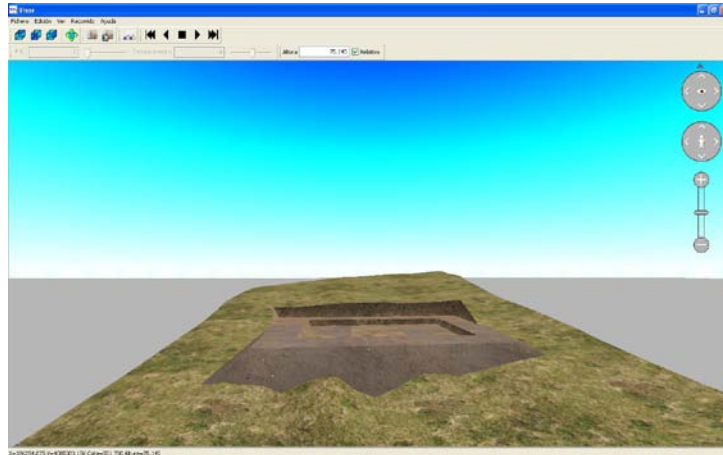


## Recorrido por Terreno

A continuación realizaremos un recorrido virtual por el terreno. Para ello ejecutar el comando **Mapas/Realismo > Recorrido por Terreno**, seleccionar la superficie **Terreno3 . SUP** y especificar **50** como **Altura Observador**.



Pulsar **Aceptar** y se iniciará el visor de terrenos. Experimente con los controles para cambiar la imagen.



## Ejercicio 7. Alineaciones

En este ejemplo vamos a describir las herramientas fundamentales del diseño de alineaciones. Para ello encajaremos mediante diversos métodos transiciones de elementos de trazado, a continuación las uniremos y por último las convertiremos a un eje que pueda ser empleado en los comandos de cálculo de perfiles y replanteo.

En primer lugar abrir el fichero `Alineaciones.dwg` del directorio `C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo7`.



### Encaje de Elementos de Trazado

A continuación insertaremos una transición de tipo clotoide-curva-clotoide entre las dos rectas situadas más a la izquierda. Para ello activamos el comando **Alineaciones > Clotoides > Clotoide-curva-clotoide entre rectas**. Seleccionamos las primeras rectas en cualquier orden e introducimos los siguientes parámetros:

```
Radio: 100
Entrada. Longitud/<Parametro>: 60
Salida. Longitud/<Parametro>: <60.000>
```

Nótese que se han recortado las rectas originales (en verde) y se han dibujado las nuevas clotoides en color rojo y la curva circular en amarillo.

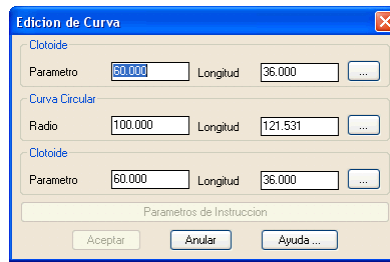


Para comprobar la información analítica y geométrica que puede obtenerse de cada uno de los elementos creados activar el comando **Alineaciones > Editar**, y seleccionar la clotoide situada más a la izquierda. Se mostrará el siguiente diálogo:

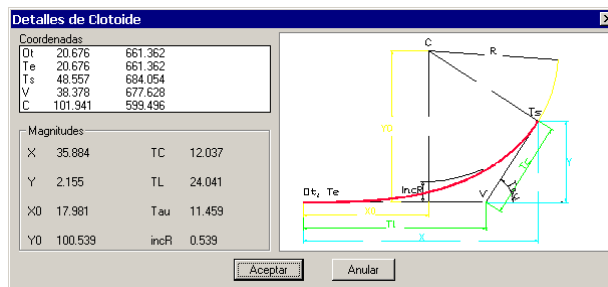
Tipo	P.K.	Coord. X	Coord. Y	Azimuth	Longitud	Radio	Parametro	Radio Final
Recta	0.000	-219.053	441.085	52.6904	325.564			
Clotoide	325.564	-20.676	651.362	52.6904	36.000	0.000	60.000	100.000
Curva	361.564	48.557	684.054	64.1496	121.531	100.000		
Clotoide	483.095	162.632	678.972	141.5186	36.000	100.000	60.000	0.000
Recta	519.095	188.385	653.891	152.9778	300.391			
Recta	819.486	390.630	431.783	152.9778				

Botones: Editar..., Detalles..., Borrar..., Insertar Antes..., Insertar Despues..., P.K..., Invertir, Peraltes..., Aceptar, Anular, Ayuda...

Ahora pulsar el botón **Editar** para que muestre los parámetros editables.



Obsérvese que por estar dentro de un grupo de elementos de trazado relacionados solamente pueden editarse el parámetro y la longitud de la clotoide. Pulsar **Anular** y a continuación el botón **Detalles**. Se mostrará el siguiente diálogo.

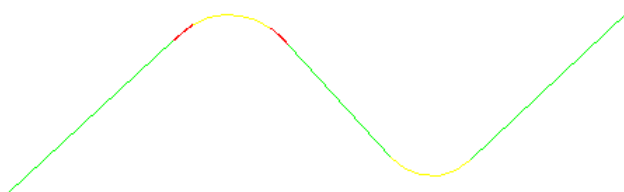


Probar lo mismo con las clotoides y las rectas recién creadas. Aceptar todos los diálogos abiertos.

Ahora insertaremos una curva entre las dos rectas situadas más a la derecha. Elegimos el comando **Alineaciones > Curvas > Curva tangente a dos rectas o curvas**. Seleccionamos las dos rectas citadas, y a la pregunta

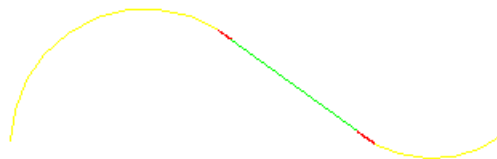
Curva según Longitud/Cuerda/Tangente/Flecha/Punto de paso/<Radio>:

introducimos como radio (opción por defecto) el valor **80**. Se dibujará una nueva curva en color amarillo entre las dos rectas designadas, que son recortadas.



A continuación insertaremos una transición de tipo clotoide-recta-clotoide entre los dos arcos situados a la derecha del dibujo. Elegimos el comando **Alineaciones > Clotoides > Clotoide-recta-clotoide entre curvas**. Seleccionamos las dos curvas citadas e introducir como parámetros de las clotoides de entrada y salida el valor **60**.

Primera Clotoide. Longitud/<Parámetro>: **60**  
 Segunda Clotoide. Longitud/<Parámetro>: **<60.000>**



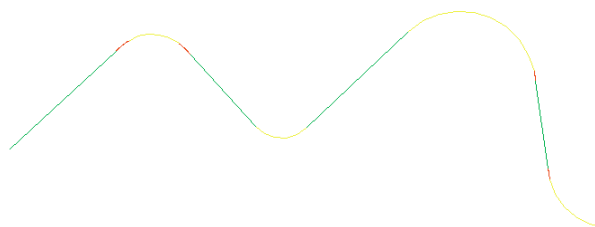
## Conexión de Elementos

Ahora procederemos a conectar todos los elementos de trazado dibujados.

En primer lugar conectaremos el grupo de elementos situados a la derecha con el grupo de la izquierda. Para ello ejecutar el comando **Alineaciones > Conectar Elementos**, y seleccionar primero el extremo izquierdo del grupo de la derecha y a continuación el extremo derecho del grupo de la izquierda (ver figura).



Ahora los unimos en un solo grupo. Ejecutar para ello el comando **Alineaciones > Agrupar Elementos**, y seleccionar por ventana todos los elementos. Indicar después como origen el extremo izquierdo y asignar el valor **0** al PK inicial. El programa informa de que han sido agrupados 12 elementos, con una longitud total de 1965.934.



Para comprobar el resultado activar el comando **Alineaciones > Editar**, y seleccionar cualquier elemento. Se mostrará el siguiente diálogo.

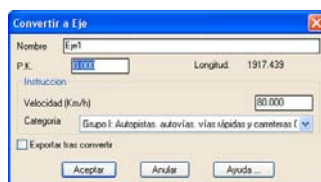
Tipo	P.K.	Coor. X	Coor. Y	Azmut	Longitud	Radio	Parametro	Radio Final
Curva	0.000	391.839	705.152	94.0183	322.465	170.847		
Clotoide	362.465	366.147	614.385	187.0322	21.071	170.847	60.000	0.000
Recta	383.536	969.541	594.192	191.0081	199.002			
Clotoide	582.538	997.555	397.172	191.0081	25.342	0.000	60.000	-142.054
Curva	607.880	1001.866	372.208	185.3294	174.689			
	782.569	1124.483	263.469	107.0420				

Ahora hacer doble clic sobre el PK 1183.365. Se muestran las características de la alineación curva. Modificar el radio al valor **200**. Pulsar **Aceptar** y nuevamente **Aceptar**. Obsérvese que el dibujo se ha modificado.

Curva Circular	
Coordenadas del origen	
X:	141.011
Y:	606.762
Azmut:	94.0183
Radio:	200.000
Longitud:	427.646
Arco:	136.1383
Az. Salida:	107.1433
Anterior... Detalles... Siguiente...	
Aceptar Anular Ayuda...	

## Conversión a Eje

Por último vamos a convertir la alineación creada en los pasos anteriores a un eje que pueda ser empleado por otros comandos del programa. Activar el comando **Alineaciones > Convertir a Eje** y seleccionar la alineación en cualquier punto. Aparece el siguiente diálogo:

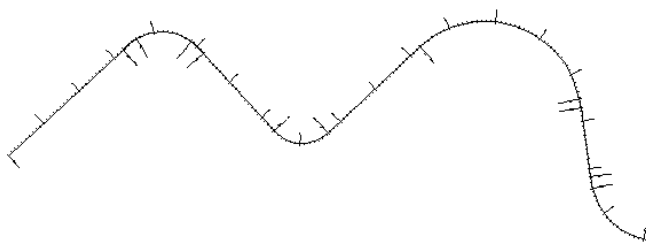


Dar por válidos los parámetros propuestos y pulsar el botón **Aceptar**. Se creará una polilínea en la capa EJES, borrándose las alineaciones anteriores, que podrían recuperarse con el comando **Alineaciones > Desagrupar Elementos**.

Como último paso acotaremos el eje. Elegir el comando **Ejes > Acotar Eje** y seleccionar la última polilínea creada. Se muestra el siguiente diálogo:



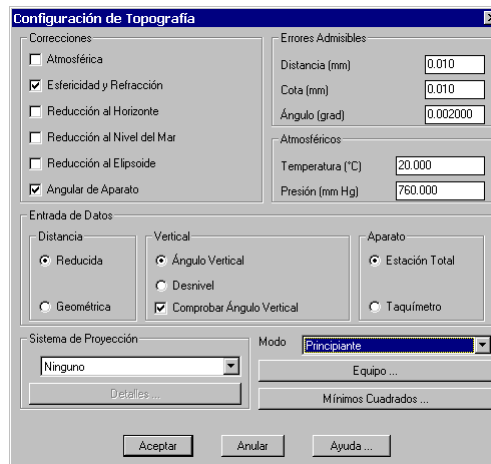
Pulsar **Aceptar**, y se dibujarán automáticamente las acotaciones en cada una de los elementos. Si es necesario ejecutar el comando **REGEN** para mejorar la calidad en la representación de las curvas.



## Ejercicio 8. Cálculos Topográficos

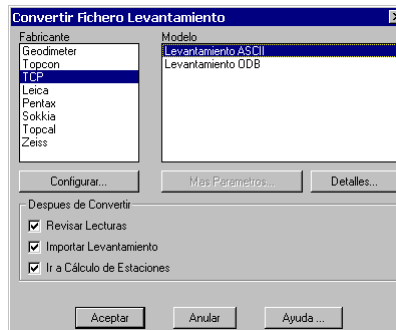
El objeto de este ejemplo es convertir un fichero de campo, calcular las coordenadas de sus puntos y estaciones, compensar una poligonal, y realizar una transformación de coordenadas.

En primer lugar editar la configuración con **Utilidades > Configuración**, pulsar **Topografía** y en el campo **Modo** elegir **Principiante**. Aceptar los cambios.



## Conversión de Ficheros de Libreta

El primer paso consiste en convertir el fichero procedente de la estación total o libreta electrónica que hemos usado para el levantamiento. Para ello elegimos **Topografía > Convertir**. Seleccionar como fabricante TCP, especificar como formato **Levantamiento ASCII** y elegir el fichero DOLMENES.LEA, dentro del directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo6. Activar las tres casillas situadas en el marco **Después de Convertir**.

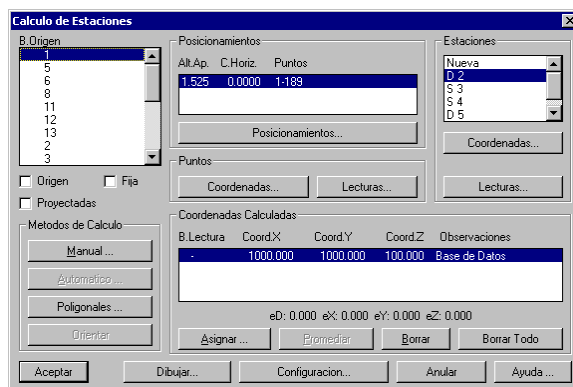


El siguiente diálogo permite revisar las lecturas importadas, con objeto de eliminar las inválidas, decidir si queremos procesarlas como lecturas de punto o estación en caso de no haberlas interpretado correctamente y procesar las lecturas repetidas. En este caso pulsamos **Aceptar** sin realizar ningún cambio.

Notas	Estacion	Tipo	Elemento	Alt.Ap.	HR	VR	DR	Jalon	Codigo
1	Estación 2		1.525	326.3800	102.8650	59.144	1.310		
1	Estación 3		1.525	329.1500	102.8540	93.778	1.310		
1	Estación 4		1.525	335.4580	102.8720	170.440	1.310		
1	Estación 5		1.525	381.5460	99.1120	37.337	1.310		
1	Estación 6		1.525	7.8840	98.6480	96.176	1.310		
1	Punto 1		1.525	237.4890	103.9540	47.500	2.090		
1	Punto 2		1.525	241.4100	103.6320	36.220	2.090		
1	Punto 3		1.525	250.3380	103.0060	23.790	2.090		
1	Punto 4		1.525	273.8820	101.0340	13.330	2.090		
1	Punto 5		1.525	346.0520	95.9420	9.960	2.090		
1	Punto 6		1.525	387.1320	95.4580	14.590	2.090		
1	Punto 7		1.525	1.5100	96.3720	29.560	2.090		
1	Punto 8		1.525	7.7140	96.8860	44.510	2.090		
1	Punto 9		1.525	10.5500	97.3400	60.470	2.090		

## Cálculo de Coordenadas

A continuación procedemos a calcular las coordenadas de las estaciones y puntos. La lista de la parte superior izquierda de la pantalla (**B.Origen**) corresponde a las bases en las que nos hemos posicionado en el campo. Recorriendo esta lista podemos observar como el programa nos informa de las bases que han sido visadas desde la seleccionada (**Estaciones**), y la altura del aparato y puntos leídos desde ésta (**Posicionamientos**). Por ejemplo, desde la estación 1 se han leído las estaciones 2,5 y 6 de forma doble (D), es decir, con lecturas de ida y vuelta, y la 3 y la 4 de forma simple o sólo ida (S). Seleccionar otras estaciones para comprobar cómo cambia la información.



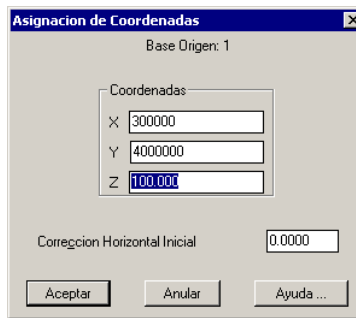
Podemos ver o editar fácilmente las lecturas de estaciones y puntos. Para las primeras, pulsamos el botón **Lecturas** dentro del cuadro **Estaciones**, y nos muestra una lista con todas las lecturas del trabajo. Haciendo doble clic sobre una de ellas o pulsando el botón **Editar** podemos ver o modificar cualquier campo. Para las lecturas de puntos pulsaremos igualmente el botón **Lecturas** dentro del marco **Puntos**.

Tipo	Estacion	Visada	Alt.Ap.	Ang.Hor.	Ang.Vert.	Dist.Red.	Jalon	Codigo
1	2		1.525	335.3800	102.8660	59.144	1.310	
1	3		1.525	323.1500	102.8540	93.778	1.310	
1	4		1.525	335.4580	102.8720	170.440	1.310	
1	5		1.525	381.5460	99.1120	37.337	1.310	
1	6		1.525	7.8840	98.6480	96.176	1.310	
2	1		1.540	0.0000	97.6380	59.140	1.310	
2	3		1.540	183.3720	103.2020	35.399	1.310	
2	7		1.540	109.2460	101.6660	42.032	1.310	
2	8		1.540	294.6080	100.1400	28.769	1.310	
3	2		1.545	0.0000	97.6640	35.410	1.310	
3	4		1.545	224.2940	103.0680	77.638	1.310	
7	2		1.540	0.0000	101.0340	42.025	0.050	
7	9		1.540	290.4800	103.7820	93.407	1.310	
9	7		1.610	0.0000	96.5860	93.408	1.310	
9	4		1.610	282.9560	98.7780	43.830	1.310	
4	9		1.505	399.9980	101.9660	43.835	1.310	
4	3		1.505	325.0200	97.3020	77.633	1.310	
4	10		1.505	165.2780	100.0600	30.468	1.310	
5	1		1.570	0.0000	101.7320	37.344	1.310	

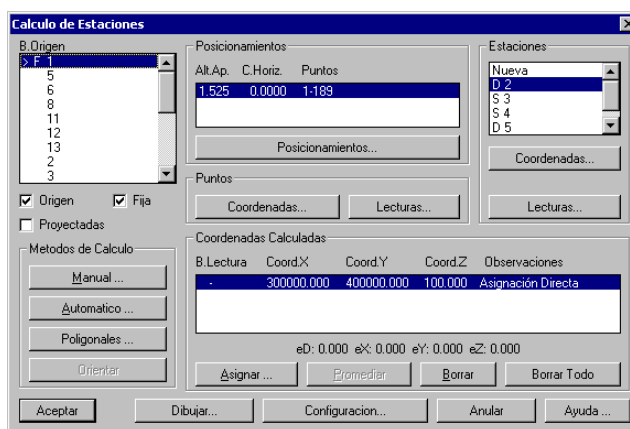
Estacion: 1    Altura Aparato: 1.525

T	Num.	Ang.Hor.	Ang.Vert.	Dist.Red.	Jalon	Codigo
1	237.4880	103.8540	47.500	2.090		
2	241.4100	103.6320	36.220	2.090		
3	250.3380	103.0060	23.790	2.090		
4	273.8820	101.0340	13.330	2.090		
5	346.0920	95.9420	9.950	2.090		
6	387.1320	95.4580	14.590	2.090		
7	1.5100	96.3720	29.560	2.090		
8	7.7140	96.8860	44.510	2.090		
9	10.5500	97.3400	60.470	2.090		
10	12.5300	97.7380	81.260	2.090		
11	13.3880	98.0000	95.980	2.090		
12	14.0020	98.1900	109.630	2.090		
13	12.9440	98.2720	111.240	2.090		
14	12.2540	98.1060	97.640	2.090		

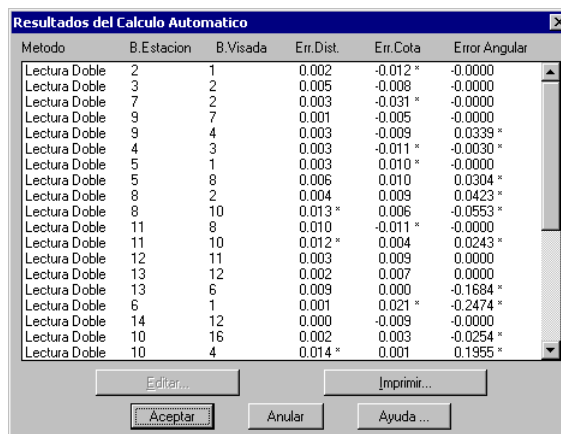
El siguiente paso sería asignar unas coordenadas de partida a la estación origen (en este caso la 1). Para ello seleccionamos esta estación, y pulsamos el botón **Asignar**. Introducimos  $x=300000$ ,  $Y=400000$ ,  $Z=100$  y validamos, observando que se ha activado la casilla **Fija** en el diálogo de Cálculo de Estaciones, y aparecen estas coordenadas en el marco de **Coordenadas Calculadas**.



Ahora procedemos a calcular de forma automática todas las estaciones y puntos, siguiendo la secuencia del fichero original de campo. En primer lugar debemos informar al programa de cuál es la estación origen, para lo cual seleccionamos nuevamente la estación **1** y activamos la casilla **Origen**. Obsérvese que se habilita automáticamente el botón **Automático**.



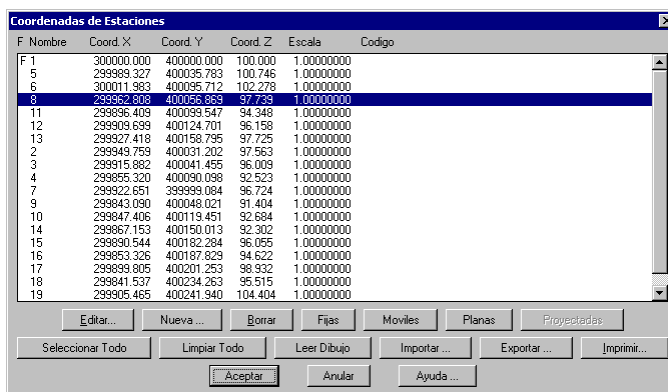
Ahora lo pulsamos, y a continuación aparece un informe con los resultados, pudiendo comprobar las estaciones calculadas, el método que se ha usado y los errores en distancia, cota y ángulo. Los asteriscos indican que se han superado los valores admisibles, que se especifican en configuración. Pulsando **Aceptar** se asignan todas las coordenadas a las estaciones y puntos.



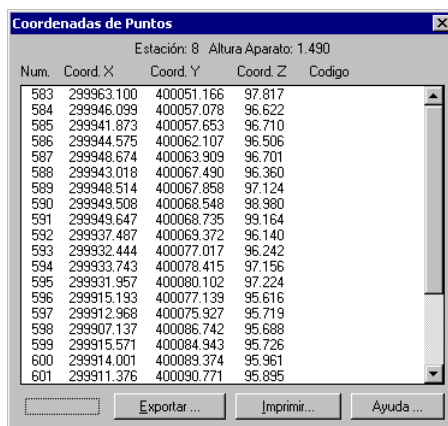
Podemos comprobar que se han orientado todas las estaciones. Pulsando el botón **Posicionamientos** aparece un diálogo con las alturas de aparato y las correcciones horizontales de cada uno de ellos. Pulsar **Aceptar**.



Puede comprobarse cómo seleccionando otras estaciones aparecen las coordenadas calculadas desde las que la leen. Seleccionar como **B.Origen** la estación 8 y vemos que aparecen las coordenadas calculadas desde la 2, 5, 10 y 11. Más adelante veremos otros métodos que nos ayudarán a entender mejor este concepto. Si queremos comprobar las coordenadas de las estaciones, pulsaremos el botón **Coordenadas** dentro del marco **Estaciones**.

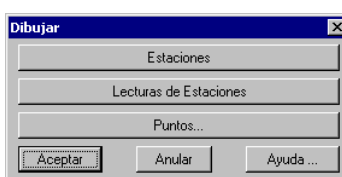


Los puntos también tienen asignadas coordenadas. Para visualizar las coordenadas pulsar el botón **Coordenadas** dentro del marco **Puntos**.

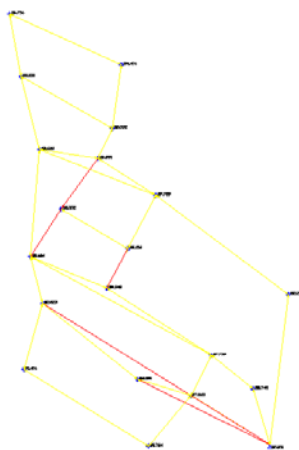


## Dibujo de Estaciones y Puntos

Ahora podemos dibujar las estaciones y los puntos. Para las primeras dentro del diálogo de Cálculo de Estaciones pulsar el botón **Dibujar**, a continuación **Estaciones**, después **Lecturas de Estaciones**, posteriormente **Aceptar** dos veces y realizar un zoom extensión.



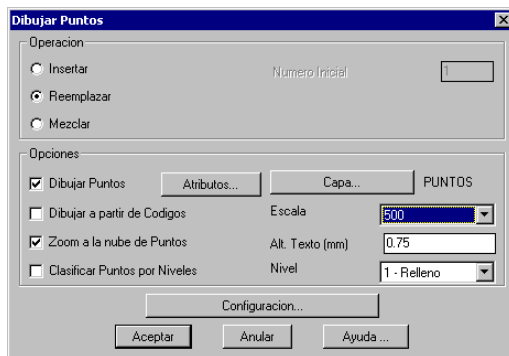
Podemos comprobar la estructura del dibujo. Las bases fijas se representan con un triángulo y las móviles con un círculo. Por otra parte, las lecturas dobles se representan con una línea amarilla y las simples con una roja.



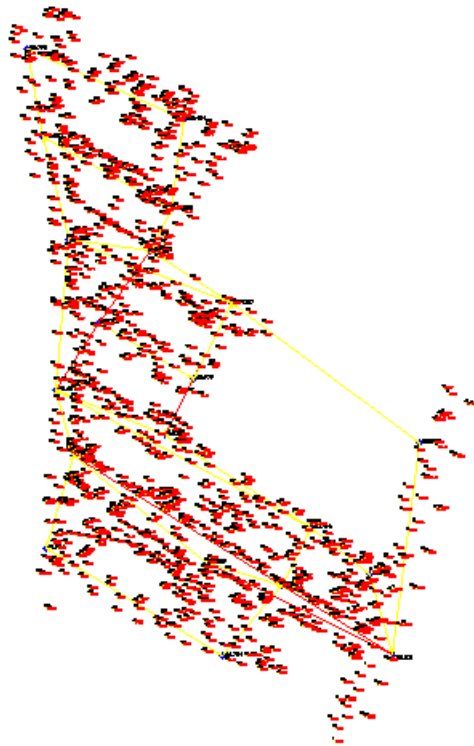
Para dibujar los puntos, podríamos entrar de nuevo en Cálculo de Estaciones, pero en esta ocasión elegir el comando **Topografía > Dibujo > Dibujar Puntos**, con la opción *Todos* y pulsar el botón *Aceptar*.



En el siguiente diálogo que controla los parámetros de dibujo seleccionar como escala **1:500** y dejar inalterados el resto de los valores. Pulsar *Aceptar*.



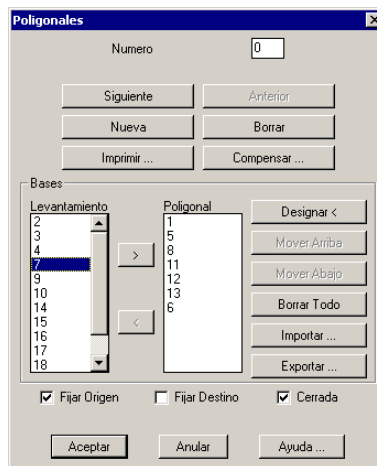
A partir de este momento ya es posible usar los puntos en MDT para crear un modelo digital.



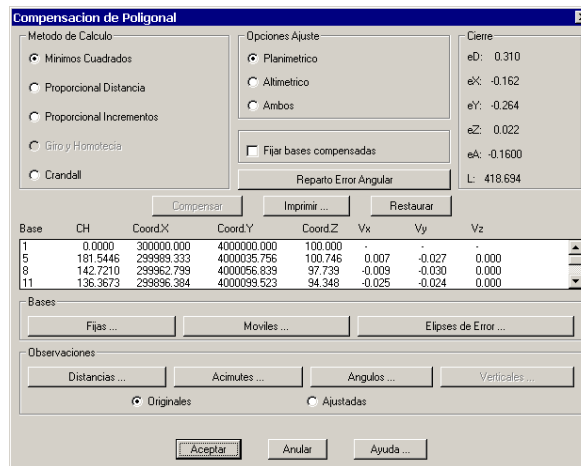
## Poligonales

Hasta este momento tenemos unas coordenadas provisionales de cada estación. Ahora vamos a compensarlas calculando una poligonal. En este caso lo más apropiado sería usar una red para calcular todo el trabajo, pero también es posible calcular poligonales por zonas. Ocultamos en primer lugar los puntos mediante **Utilidades > Visión**, desactivando la casilla **Puntos**.

Entrar de nuevo en **Topografía > Poligonales**. En la lista de bases del **Levantamiento** hacer doble clic sobre las estaciones 1,5,8,11,12, 13 y 6, en este orden, de forma que se rellene la lista **Poligonal**. Obsérvese que se ha activado automáticamente la casilla **Fijar Origen**. Activar también la casilla **Cerrada**, y pulsar el botón **Compensar**.



Ahora aparece un nuevo diálogo en el que nos encontramos las coordenadas provisionales de las bases y el error de cierre en X,Y,Z y ángulo.

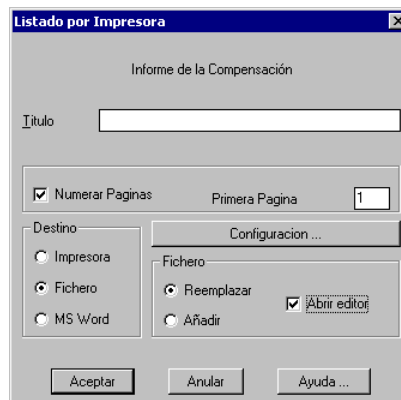


Comprobar que el *Método de Cálculo* está en *Mínimos Cuadrados* y pulsar el botón *Compensar*. Comprobar que han cambiado las coordenadas de todas las estaciones móviles, indicando el desplazamiento aplicado.

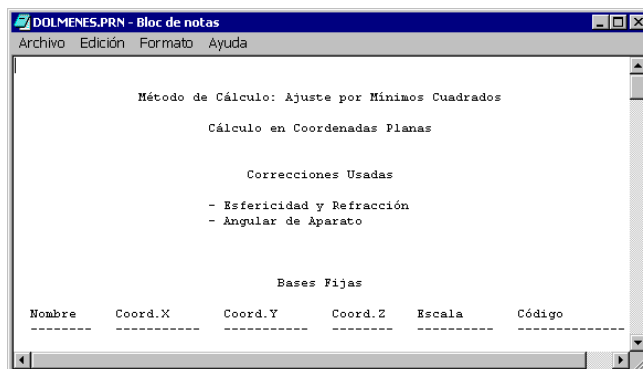
Pulsar ahora el botón *Imprimir*, dejar activadas las opciones por defecto y pulsar *Aceptar*.



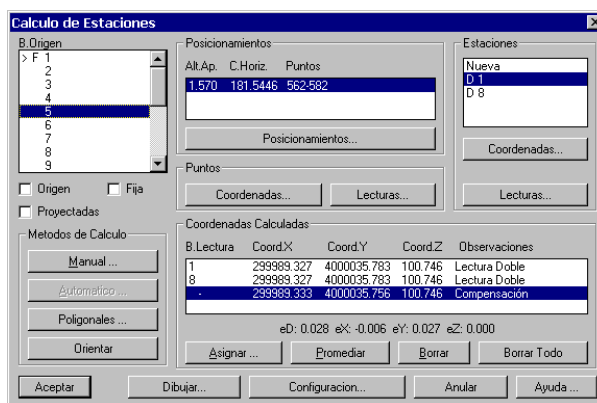
En el diálogo siguiente donde se especifica el destino del listado seleccionar *Fichero* y activar la casilla *Abrir Editor*. Pulsar *Aceptar* y especificar como archivo de listado DOLMENES . PRN.



Se abrirá el bloc de notas con el informe de la compensación realizada, con las secciones que hemos especificado anteriormente.

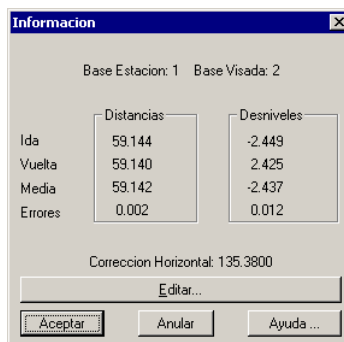


Cerrar el bloc de notas y aceptar los diálogos de compensación abiertos, y elegir nuevamente el comando **Topografía > Cálculo de Estaciones**. Seleccionar una de las bases que han intervenido en el cálculo, por ejemplo la 5. Comprobar que, además de las coordenadas anteriores, ahora se incluyen las producidas por el cálculo, indicándose además los errores máximos en distancia y coordenadas.

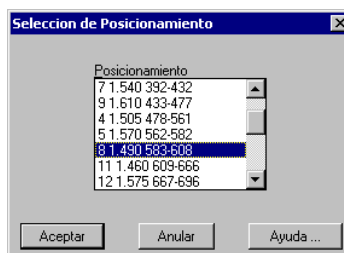


## Otros Procedimientos de Cálculo

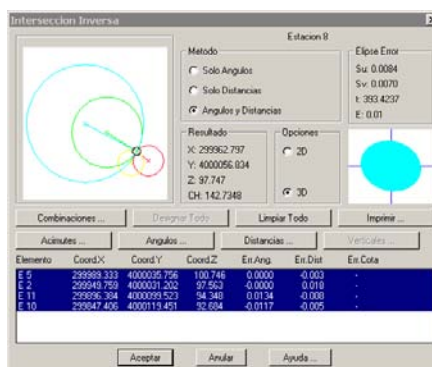
El módulo de Topografía también permite calcular el levantamiento con mayor control. Vamos a calcular manualmente dos estaciones. Seleccionar dentro del **Cálculo de Estaciones** la base **1**, dentro de la lista de bases visadas seleccionamos la **2**, y pulsamos el botón **Manual**. El programa muestra la información de las lecturas de 1 a 2 y de 2 a 1, además de las distancias y desniveles de ida y vuelta, con la desorientación entre ambas.



Ahora elegir el comando **Topografía > Utilidades > Intersección Inversa**. Seleccionar el posicionamiento correspondiente a la estación 8 y pulsar **Aceptar**.



Elegir el método **Ángulos y Distancias** y en **Opciones** señalar **3D**. Observar la representación de las lecturas angulares con respecto a la estación deseada, la elipse de error y las coordenadas de las estaciones que visan la base 8. Pulsar el botón **Aceptar**.



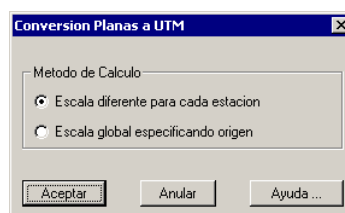
Activando nuevamente el comando **Cálculo de Estaciones** y seleccionando como base origen la 8 vemos que se ha incorporado una nueva solución a las coordenadas existentes.

## Proyección UTM

Salimos del **Cálculo de Estaciones**, y elegimos la opción **Topografía > Transformaciones > Conversión de Planas a UTM**. Elegir el **Elipsoide Hayford (ED-50)** y como **Zona UTM** la **30**.



Ahora se nos pide que especifiquemos si suponemos que la escala del trabajo es diferente para cada estación (adecuado para trabajos grandes, especialmente carreteras), o bien deseamos una escala global especificando el origen. Elegir en este caso la primera opción.



Cuando se ha completado el proceso comprobarlo mediante el comando **Topografía > Coordenadas de Estaciones**, comprobando que todas las estaciones tienen una escala diferente asignada.

F. Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Escala	Código
1	300000.000	4000000.000	100.000	1.00005269	
2	299949.789	4000031.232	97.563	1.00005214	
3	299915.882	4000041.455	96.009	1.00009330	
4	299855.320	4000040.080	92.523	1.00009360	
5	299869.357	4000035.783	100.746	1.00005294	
6	300011.824	4000095.436	102.278	1.00009283	
7	299922.851	3999999.054	96.724	1.00009327	
8	299862.797	4000056.834	97.747	1.00009307	
9	299843.050	4000048.021	91.404	1.00009366	
10	299847.405	4000119.451	92.694	1.00009364	
11	299856.409	4000059.547	94.348	1.00009340	
12	299909.646	4000124.624	96.158	1.00009333	
13	299927.332	4000158.857	97.255	1.00009325	
14	299867.153	4000150.013	92.302	1.00009354	
15	299950.544	4000182.294	96.055	1.00009343	
16	299953.326	4000197.629	94.822	1.00009381	
17	299899.805	4000031.253	98.932	1.00009338	
18	299841.537	4000024.253	95.515	1.00009367	
19	299845.465	4000041.940	104.404	1.00009355	

Para obtener las coordenadas geográficas activar el comando **Topografía > Transformaciones > Conversión UTM a Geográficas**.

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Longitud	Latitud	Escala	Conv.
1	300000.000	4000000.000	-5.13201961	36.07246640	1.00009289	1.45614
2	299949.759	4000031.202	-5.13222330	36.07256386	1.00009314	1.45652
3	299915.882	4000041.455	-5.13236965	36.07259460	1.00009330	1.45677
4	299855.320	4000090.098	-5.13260619	36.07274786	1.00009360	1.45723
5	299899.327	4000035.783	-5.13206554	36.07258166	1.00009294	1.45623
6	300011.824	4000095.496	-5.13198108	36.07277698	1.00009283	1.45610
7	299922.651	3999999.084	-5.13232872	36.07245769	1.00009327	1.45670
8	299962.737	4000056.834	-5.13217352	36.07264796	1.00009307	1.45644
9	299843.090	4000048.021	-5.13265123	36.07261049	1.00009366	1.45730
10	299847.406	4000119.451	-5.13264052	36.07284247	1.00009364	1.45731
11	299896.409	4000099.547	-5.13244281	36.07278156	1.00009340	1.45694
12	299909.646	4000124.624	-5.13239219	36.07286387	1.00009333	1.45686
13	299927.332	4000158.657	-5.13232460	36.07297555	1.00009325	1.45674
14	299867.153	4000150.013	-5.13256438	36.07294305	1.00009354	1.45718
15	299890.544	4000182.284	-5.13247383	36.07304945	1.00009343	1.45702
16	299853.326	4000187.829	-5.13262311	36.07306467	1.00009361	1.45730
17	299899.805	4000201.253	-5.13243854	36.07311166	1.00009338	1.45696
18	299841.537	4000234.263	-5.13267449	36.07321439	1.00009367	1.45740
19	299905.465	4000241.940	-5.13241964	36.07324403	1.00009335	1.45694

Por último, pulsar el botón **Exportar** y elegir el fichero DOLMENES .GEO.

## Resumen de Ficheros

Una vez finalizado el trabajo, enumeramos los ficheros de proyecto existentes en el directorio C:\MDT5\Proyectos\Ejemplo6. Son los siguientes:

Fichero	Descripción
DOLMENES . LEA	Datos del levantamiento originales
DOLMENES . LEV	Datos del levantamiento en formato MDT
DOLMENES . PRN	Informe de la compensación de la poligonal
DOLMENES . GEO	Coordenadas geográficas de las estaciones

Pueden editarse los ficheros con extensión LEA, PRN y GEO.