

Topografía Aplicada a la Ingeniería

Práctica 5. Generación de modelos digitales del terreno con AutoCAD Civil 3D

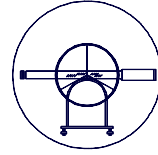


Julio Manuel de Luis Ruiz
Raúl Pereda Gracia

Departamento de Ingeniería Geográfica y
Técnicas de Expresión Gráfica

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



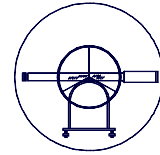
TOPOGRAFÍA APLICADA A LA INGENIERÍA

Práctica Número 5.-

GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO CON CIVIL3D.

Alumnos que forman el Grupo:

1.-	
2.-	
3.-	
4.-	
Grupo:	Fecha:
Observaciones:	



1.- JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.

En la Práctica Número 3.- “*Procesado automático de los observables de campo*” se calcularon las coordenadas de la nube de puntos con la que se pretende realizar la representación geométrica y el Modelo Digital del Terreno. En esta práctica se pretende analizar pormenorizadamente las herramientas informáticas que el usuario tiene a su disposición para la generación de levantamientos topográficos y modelos digitales del terreno para posteriormente llevar a cabo su correcta explotación. En la actualidad existen muchas aplicaciones informáticas que permiten generar modelos digitales del terreno, analizándose en la presente práctica una herramienta tremendamente potente en cuanto a capacidad y versatilidad dentro del ámbito ingenieril y además de gran difusión.

La eficacia y rendimiento que hoy día se exige en el mundo profesional vienen respaldados por el hardware y software que el operador debe tener al respecto, el manejo de este tipo de herramientas tienen el sector profesional plena vigencia, además de estar perfectamente consolidadas. Todos estos factores hacen que la presente práctica esté plenamente justificada y además se pueda considerar la adquisición de estos conocimientos como fundamentales.

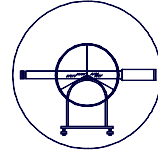
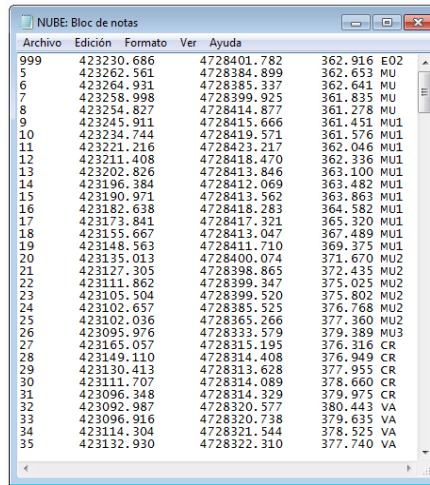
2.- OBJETIVOS.

Como principal objetivo se pretende la familiarización de los alumnos con software de libre difusión, que permite la generación de modelos digitales del terreno de forma automática, la representación del levantamiento topográfico de forma cuasi-automática y la explotación de modelos que generalmente permiten estas aplicaciones informáticas. Todo ello partiendo de nubes de puntos definidos por sus coordenadas, calculadas en la práctica anterior, también con software de gran difusión y fácil adquisición.

1. Aprendizaje del proceso de descarga e instalación del software denominado AUTOCAD CIVIL 3D, que constituye la herramienta informática básica para el desarrollo de esta práctica.
2. Descripción y aprendizaje del manejo general de la aplicación informática y su manual correspondiente.
3. Aprendizaje del proceso de importación de la nube de puntos calculada en la práctica anterior.
4. Aprendizaje del proceso de generación y edición de modelos digitales del terreno en base a nubes de puntos.
5. Aprendizaje del proceso de generación, edición y exportación de levantamientos topográficos.

3.- DESARROLLO DE LA PRÁCTICA Y CONTENIDO.

Para el desarrollo de la práctica, será necesario que los alumnos calculen previamente las coordenadas de la nube de puntos representativa del Campus Universitario por procedimientos clásicos, ya desarrollados en prácticas anteriores. Se partirá de una información estructurada en formato Excel y con la siguiente estructura de información.

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
999	423230.686	4728401.782	362.916	E02
5	423262.561	4728384.899	362.653	MU
6	423264.931	4728385.337	362.641	MU
7	423258.998	4728399.325	361.835	MU
8	423254.827	4728414.877	361.278	MU
9	423245.911	4728415.666	361.451	MU1
10	423234.744	4728419.571	361.576	MU1
11	423221.216	4728423.217	362.046	MU1
12	423211.408	4728418.470	362.336	MU1
13	423202.826	4728413.846	363.100	MU1
14	423196.384	4728412.069	363.482	MU1
15	423190.971	4728413.562	363.863	MU1
16	423182.638	4728418.283	364.582	MU1
17	423173.841	4728417.321	365.320	MU1
18	423155.667	4728413.047	367.489	MU1
19	423148.563	4728411.710	369.375	MU1
20	423135.013	4728400.074	371.670	MU2
21	423127.305	4728398.865	372.435	MU2
22	423111.862	4728399.347	375.025	MU2
23	423105.504	4728399.520	375.802	MU2
24	423102.657	4728385.525	376.768	MU2
25	423102.036	4728365.266	377.360	MU2
26	423095.976	4728333.579	379.389	MU3
27	423165.057	4728315.195	376.316	CR
28	423149.110	4728314.408	376.949	CR
29	423130.413	4728313.628	377.955	CR
30	423111.707	4728314.089	378.660	CR
31	423096.348	4728314.329	379.975	CR
32	423092.987	4728320.577	380.443	VA
33	423096.916	4728320.738	379.635	VA
34	423114.304	4728321.544	378.525	VA
35	423132.930	4728322.310	377.740	VA

Figura Número 1.- Formato de las coordenadas de la nube de puntos.

Una vez realizada la descarga e instalación del software se procederá a describir de forma genérica la aplicación informática. Una vez realizada dicha descripción se procederá a importar la nube de puntos, realizar el auto-croquis, generar el modelo digital del terreno y ver las posibilidades de edición y explotación del modelo obtenido. Todo ello será explicado previamente por el profesor responsable de la práctica con un ejemplo similar.

4.- MATERIAL E INSTALACIONES.

Se emplearán los equipos informáticos existentes en el aula de informática asignada para la impartición de docencia.



Figura Número 2.- Aula de informática donde se desarrollará la práctica.

Se emplearán los equipos informáticos existentes en el aula de informática asignada para la impartición de docencia.

5.- MODO OPERATIVO.

5.1.- Descarga e instalación del Software.

En primera instancia, el profesor describirá el proceso para acceder a la página web www.students.autodesk.com donde se puede descargar una versión de la aplicación gratuita para estudiantes. Aún así, en el aula se encontrará instalada, dado que la versión disponible en el aula tiene licencia académica.

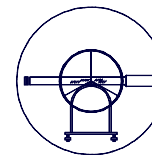


Figura Número 3.- Página web www.students.autodesk.com.

Para el desarrollo de la práctica se procederá a descargar el fichero de la opción Autocad Civil 3D, lo que requiere registrarse, apareciendo en la página correspondiente una pequeña descripción de las capacidades del software.

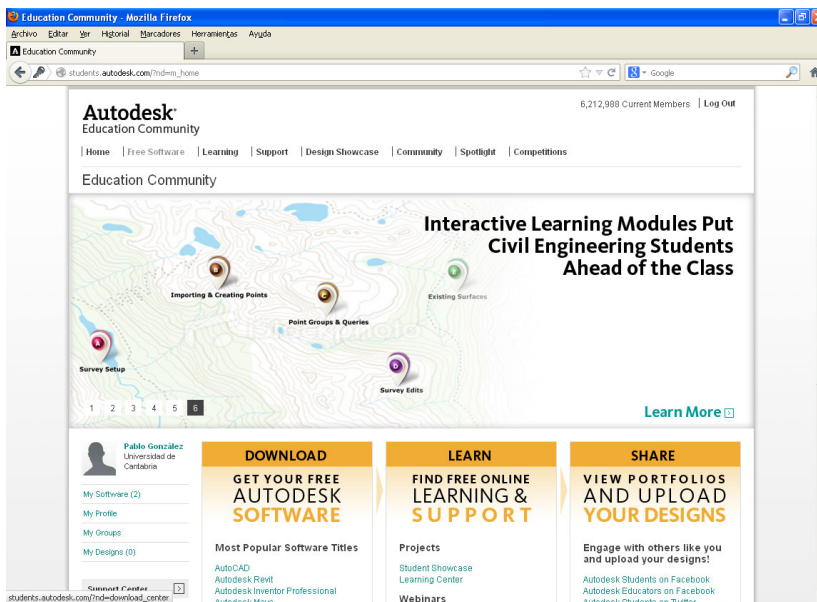


Figura Número 4.- Descarga de la versión a emplear en las prácticas.

Una vez descargado el fichero, el alumno puede instalarse el software en el equipo correspondiente, para lo cual es necesario un número de serie que también se facilita en el sitio Web.

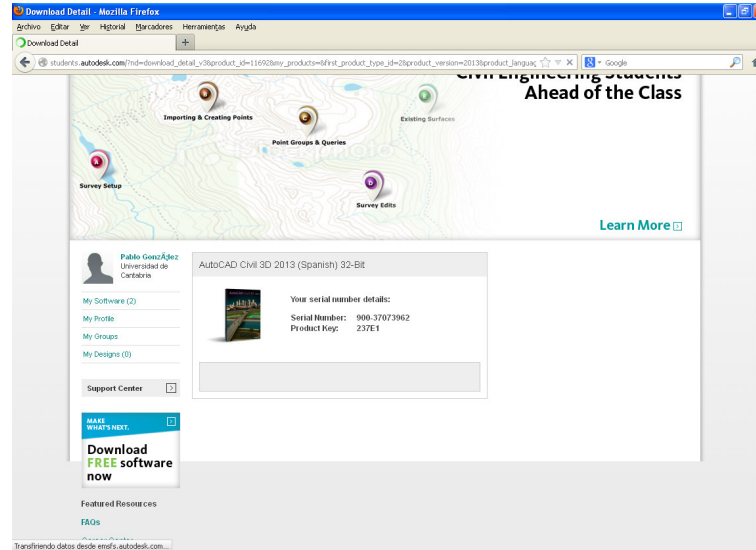


Figura Número 5.- Descarga del número serie y la clave correspondiente.

A continuación se procede a instalar el Software, para lo que simplemente es necesario ejecutar el fichero setup.exe que irá pidiendo datos para la configuración de la instalación. Una vez finalizada la instalación, se habrá creado un grupo de programas y un acceso en el escritorio para que el acceso sea rápido y cómodo.

5.2.- Descripción general del programa.

Una vez instalado para ejecutarle se puede acceder directamente desde el “inicio de programas” en Windows o desde el “escritorio” si se ha creado el icono correspondiente.

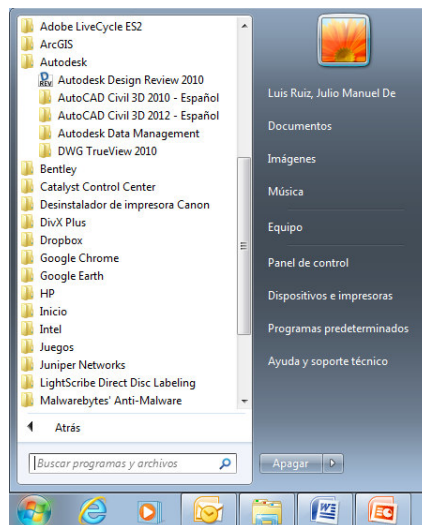
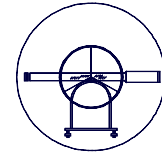


Figura Número 6.- Menú de inicio de programas de windows.



Antes de iniciar la descripción general de la aplicación, conviene que el alumno conozca la existencia de una serie de videos demostrativos que se entregarán con cada una de las prácticas y que junto con el propio enunciado de cada práctica pretenden configurar el material básico para que el alumno pueda llegar a los objetivos previamente fijados. Aún así, el programa dispone de su propia ayuda en línea y en la red existen muchos foros en los que se pueden resolver gran parte de las dudas que surgen cuando se pone en marcha un proyecto con este tipo de software.

Antes de iniciarse el programa AutoCad Civil 3D, caracterizado por tener la apariencia que se puede apreciar en la siguiente, la propia aplicación ya propone en su pantalla de bienvenida la visión de una serie de videos introductorios, que de forma elemental permiten al usuario introducirse en el funcionamiento de la aplicación.

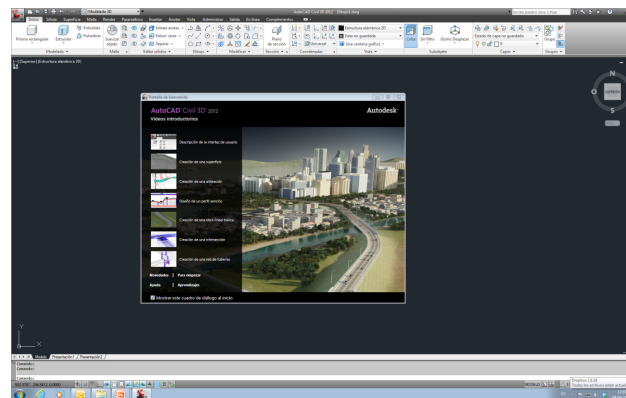


Figura Número 7.- Aspecto del menú principal de TopoCal.

El programa AutoCad Civil 3D se caracteriza por tener un menú principal a partir del cual se pueden desplegar las diferentes paletas de trabajo en las que se configura las especificaciones de cualquier orden a llevar a cabo por la aplicación informática. El primer paso requiere definir el espacio de trabajo para lo que se selecciona la opción “Civil 3D”, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

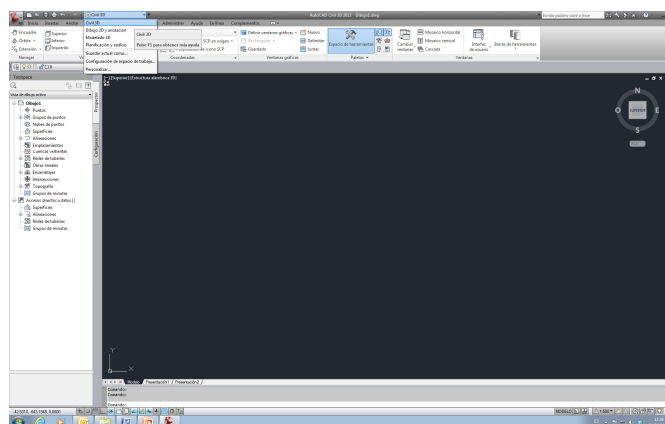
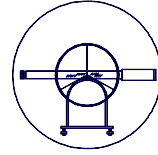


Figura Número 8.- Definición del espacio de trabajo Civil 3D.



El menú de aplicaciones contiene comandos comunes como *Nuevo*, *Abrir*, *Guardar*, *Guardar como*, *Exportar*, *Imprimir*, etc.

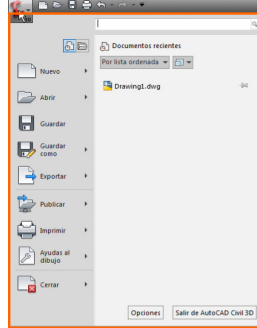


Figura Número 9.- Menú de aplicaciones Civil 3D.

La barra de herramientas de acceso rápido contiene los comandos utilizados con más frecuencia



Figura Número 10.- Barra de herramientas de acceso rápido en Civil 3D.

La “Cinta de Opciones” proporciona una ubicación única y reducida de los comandos significativos para la tarea actual. La cinta de opciones elimina la necesidad de mostrar varias barras de herramientas, por lo que la aplicación queda más organizada y se maximiza el espacio de trabajo.



Figura Número 11.- Cinta de Opciones en Civil 3D.

La cinta de opciones se divide en “fichas” basadas en tareas.

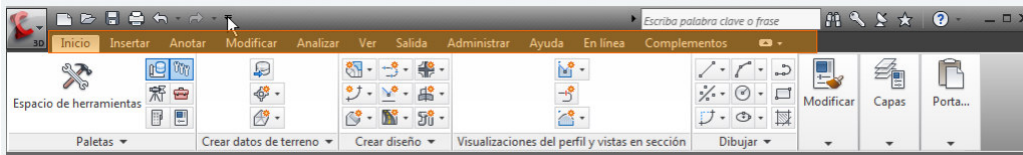


Figura Número 12.- División en fichas de la Cinta de Opciones en Civil 3D.

Cada ficha se organiza en “Grupos de Trabajo”.



Figura Número 13.- Organización de los grupos de trabajo en Civil 3D.

Algunos de los grupos de trabajo, incluso se pueden expandir para mostrar “herramientas adicionales”.

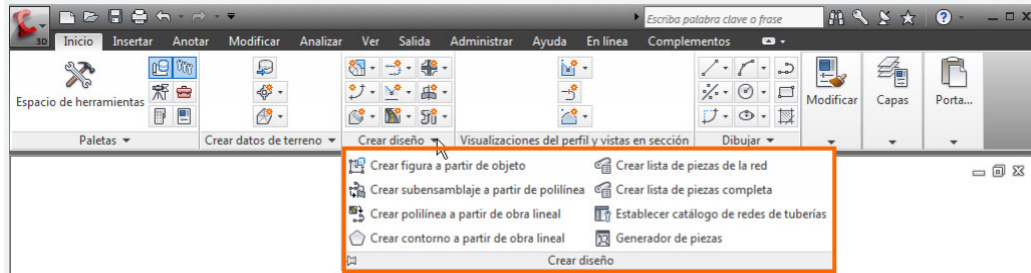


Figura Número 14.- Herramientas adicionales de los grupos de trabajo en Civil 3D.

Cuando se selecciona un objeto en Civil, se muestra una ficha de color verde. Esta ficha se denomina “ficha contextual” y contiene todas las herramientas relacionadas con el objeto seleccionado.

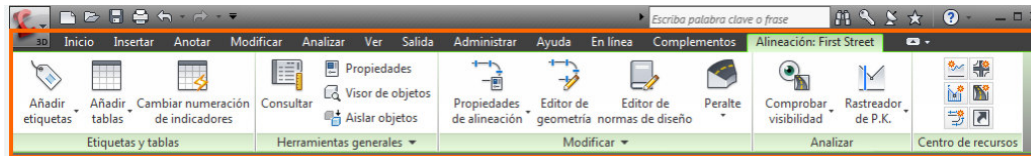


Figura Número 15.- Ficha Contextual en Civil 3D.

El “Espacio de Herramientas” permite administrar los objetos, estilos y configuración por defecto de Civil en un dibujo.

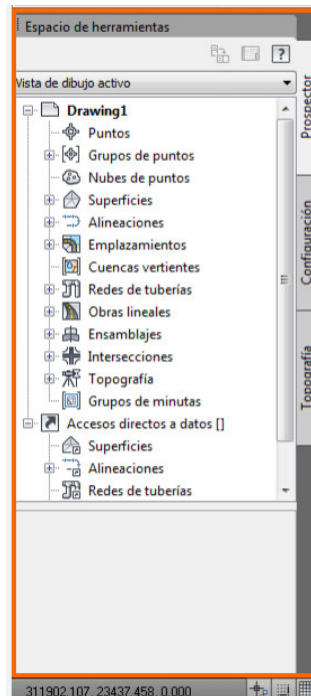
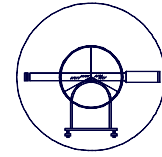


Figura Número 15.- El espacio de herramientas en Civil 3D.



La ficha “*Prospector*” proporciona una vista clasificada de todos los objetos de civil en el dibujo. La ficha “*Configuración*” contiene una estructura en árbol de objetos, estilos y la configuración del dibujo, al igual que la ficha *prospector*, tiene colecciones de objetos en varios niveles. La ficha “*Topografía*” permite utilizar herramientas para administrar proyectos, datos y configuraciones topográficas.

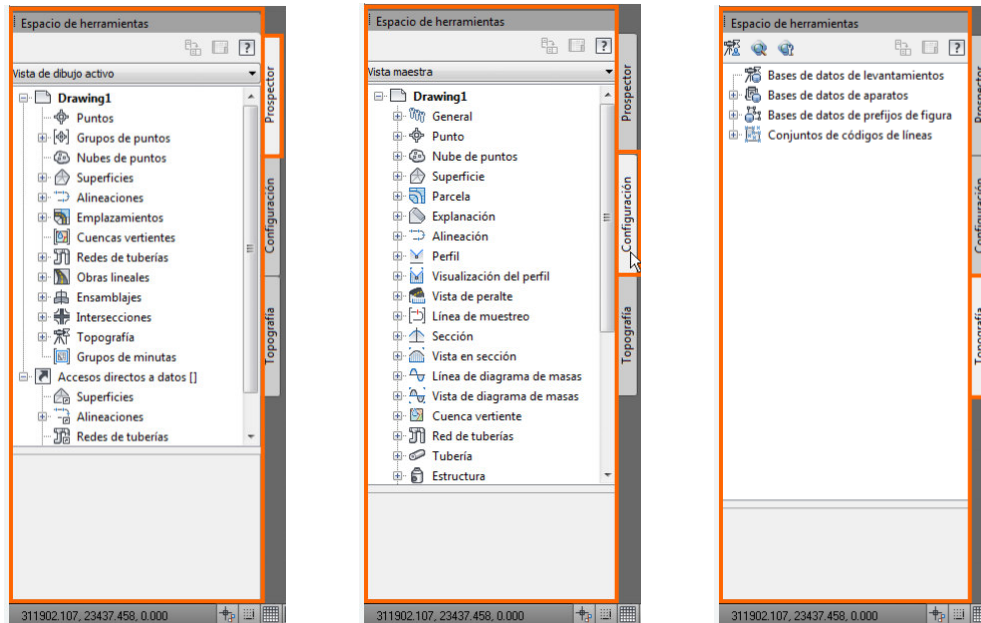


Figura Número 16.- Información del *Prospector*, *Configuración* y *Topografía* en Civil 3D.

Las paletas de herramientas proporcionan acceso a una gran variedad de herramientas y contenido. Las paletas de herramientas por defecto contienen ensamblajes y subensamblajes de obra lineal.

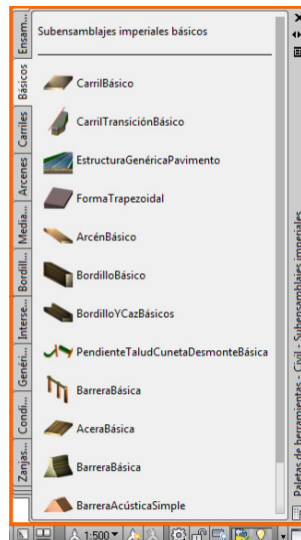
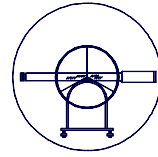


Figura Número 17.- Paletas de herramientas en Civil 3D.



5.3.- Creación de superficies en Civil 3D.

5.3.1.- Creación del fichero de trabajo.

En primera instancia es necesario crear un nuevo fichero, que inicialmente se encuentre vacío y en el que se pueda insertar la información topográfica de partida, para posteriormente generar la superficie. Dicho fichero interesa que tenga ciertas propiedades, en esta línea se recomienda utilizar la plantilla “_spain_Autocad_Civil_3D_2012”, la cual contiene definición de capas y valores de configuración adecuados en general para el trabajo que se pretende llevar a cabo.

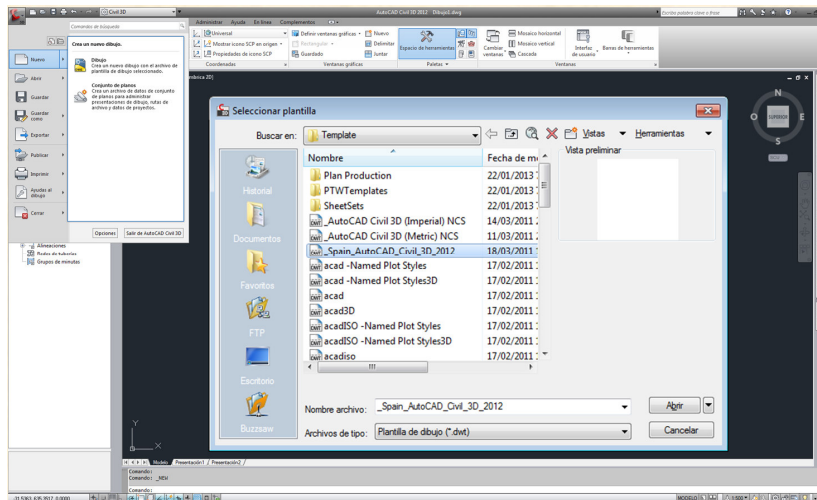


Figura Número 18.- Creación de un nuevo fichero de trabajo en Civil 3D.

Como se puede observar, la plantilla seleccionada se caracteriza por que utiliza muchas capas, utilizando para su gestión filtros. Se recomienda crear un nuevo filtro de propiedades de capa para la información contenida en el fichero de cartografía, así como para las nuevas capas que el usuario pretenda crear.

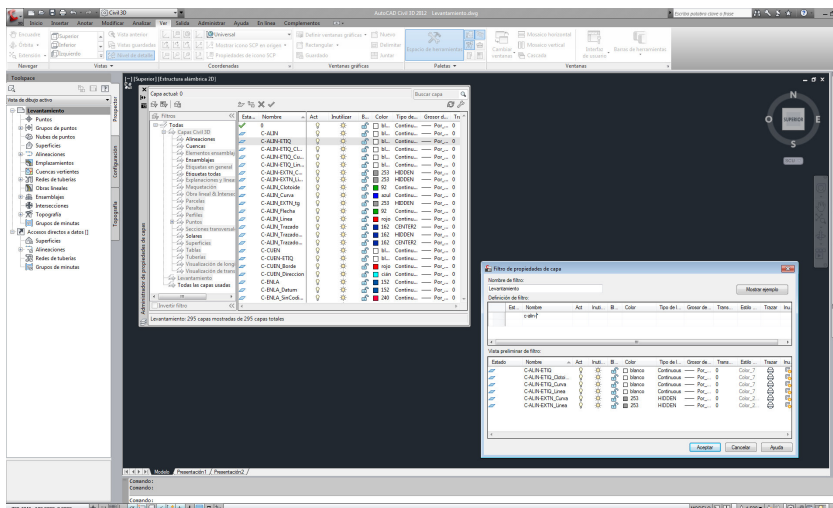
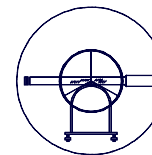


Figura Número 19.- Organización de las capas en Civil 3D.



Tal y como se ha descrito anteriormente, una vez creado el archivo con la plantilla deseada, gran parte de las herramientas necesarias para la elaboración de un levantamiento topográfico se encuentran en la ventana denominada “ToolsSpace”, que se obtiene en la herramienta [Civil3D] Inicio > Paletas > Espacio de herramientas, en la categoría denominada “Prospector”, “Configuración” y “Topografía”. Para verificar la configuración del proyecto, en la ventana “ToolsSpace”, en la pestaña “Configuración”, seleccionando el fichero activo y pulsando el botón derecho se accede a la “Configuración del dibujo”. En principio, el único ajuste que sería preciso modificar es el que corresponde a la escala, debiéndose fijar la que corresponda a la escala horizontal de los perfiles a realizar.

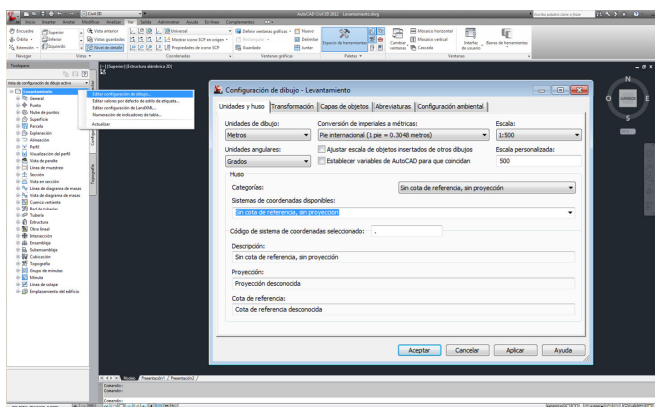


Figura Número 20.- Configuración del fichero de trabajo en Civil 3D.

A continuación se deberá identificar qué capas contienen la información digital que formará el modelo, asignando las mismas la categoría adecuada, a efectos de formación del modelo.

5.3.2.- Fundamentos generales sobre superficies en Civil 3D.

En primer lugar se procederá a crear la superficie, en la categoría “superficies”, en la pestaña “prospector”. Se le asignará un nombre identificativo. Se está creando una superficie “vacía”, sin contenido, “MODELO” en la ventana que se adjunta a continuación a modo de ejemplo.

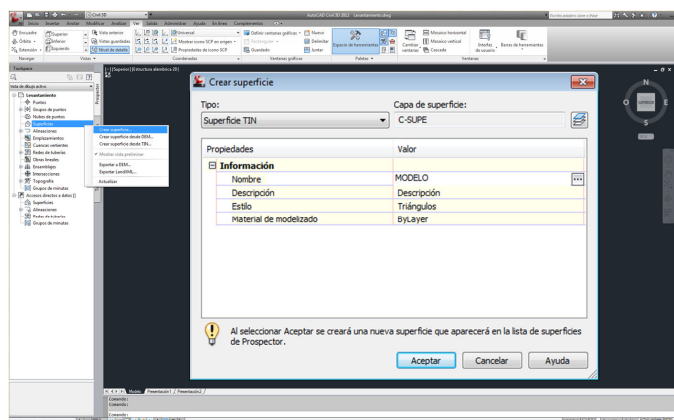
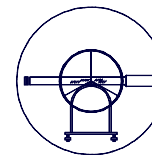


Figura Número 21.- Creación de una superficie en Civil 3D.



Antes de cargar las entidades que formarán el modelo es importante conocer las “Propiedades de la Superficie” que se ha creado en el paso anterior y que de momento está vacía. La visualización de dicha paleta se despliega seleccionando la superficie creada y pulsando el botón derecho se accede a “Propiedades de Superficie”.

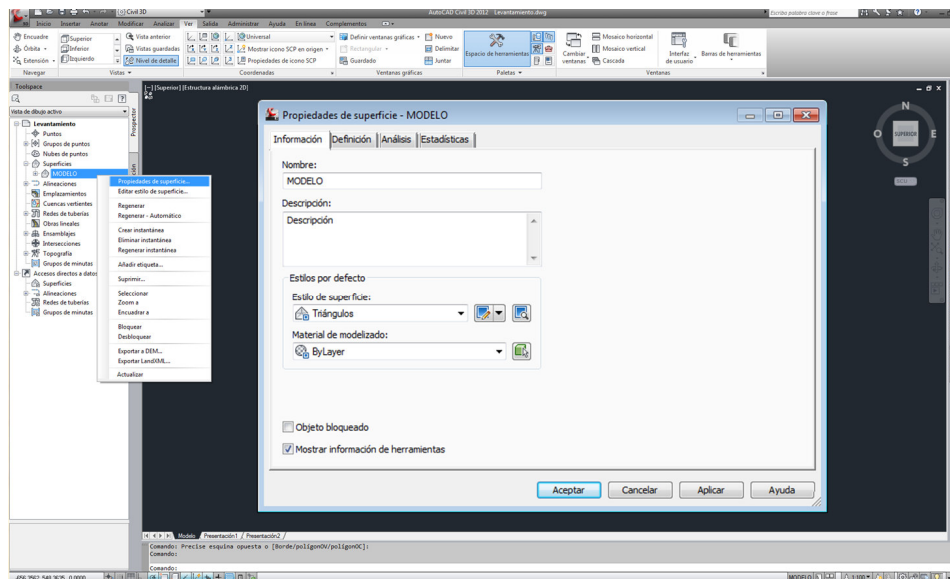


Figura Número 22.- Propiedades de una superficie, pestaña Información en Civil 3D.

Las propiedades de superficie más relevantes son:

- Pestaña “Información”.

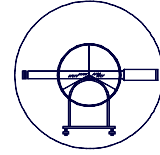
Se establece la información relativa al modelo, su descripción, el estilo de superficie y el material de modelizado. La más relevante puede ser el estilo de superficie, en cuya pestaña se define la visualización que se desea realizar, con dos objetivos claramente diferenciados:

- Visualización de los elementos básicos del modelo: contorno, triángulos y curvas de nivel, para las equidistancias más habituales.
- Análisis del modelo: elevaciones (hipsometría), pendientes (talud) y orientaciones (exposición).

- Pestaña “Definición”.

En la ventana superior, “Opciones de definición”, en la opción “Generar”, hay varias opciones de interés:

- Permite establecer un lado máximo para los triángulos generados.
- Permite establecer un límite en Z para el área de trabajo.
- Cuando exista un corte entre líneas de rotura, permite fijar que altitud se toma (permitir líneas de rotura transversales).



En la ventana superior, "Opciones de definición", en la opción "Operaciones con Datos", hay varias opciones de interés que permiten configurar las categorías de los componentes de un modelo digital del terreno:

- Curvas de nivel. Permite realizar los siguientes ajustes:
 - Filtro de línea. Trata de reducir la densidad de puntos de la curva de nivel, cuando son innecesarios por generar triángulos distintos que prácticamente conforman el mismo plano. Para tres puntos consecutivos, si el ángulo formado entre el segundo y el tercero es menor del indicado y la distancia entre el primero y el tercero es menor del ajuste distancia, se elimina el punto intermedio. Un valor razonable puede ser 4 o 5 mm, en *distancia*.
 - Suplementación o densificación de líneas. Trata de evitar triángulos con lados muy descompensados, creando nuevos vértices en los tramos largos. En el parámetro *distancia*, un valor razonable puede ser de 10 a 15 mm.
 - El último grupo de ajustes propone soluciones que tratan de minimizar áreas planas, que en general son errores en la modelización del terreno. Una opción interesante es la de intercambio de aristas.
- Líneas de rotura. Constituyen líneas que necesariamente deben formar parte de los lados de los triángulos del modelo. El tipo de comportamiento habitual será el definido como tipo *estándar*.
- Objetos del dibujo. Esta opción permite introducir cualquier otro elemento que no tenga el comportamiento anterior. En particular, es la forma de introducir los puntos de cota, bien como texto punto, o bloque, dependiendo del tipo de elemento gráfico usado en su modelización.
- Contornos. Permite introducir polígonos que definen bien el límite exterior, o áreas vacías interiores.

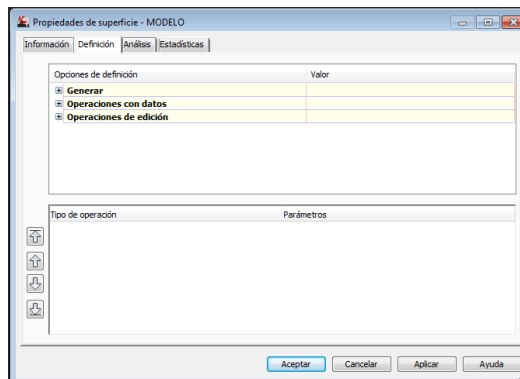
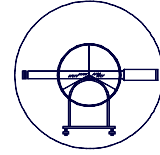


Figura Número 23.- Propiedades de una superficie, pestaña Definición en Civil 3D.



En la ventana superior, "Opciones de definición", en la opción "Operaciones de Edición", hay varias opciones de interés que permiten la edición del modelo digital del terreno. Básicamente, se tienen las siguientes posibilidades de edición:

- Modificación de los lados de triángulos. Las más usadas son las que permiten el intercambio de una arista interior en un cuadrilátero y la que permite borrar una arista. Usos típicos de esta última opción: eliminar triángulos de borde incorrectos o crear áreas vacías interiores.
- Modificación de puntos. Se permite la adicción, eliminación y modificación de puntos existentes.

Sin duda, esta es una de las tareas más importantes: asegurar que el modelo numérico que se genera a partir de los datos disponibles constituye una modelización de la realidad precisa y veraz. Este proceso puede llegar a ser muy laborioso, y de hecho es una mezcla de técnica y arte, en la que se debe de estar interpretando y verificando de forma continua que el modelo que se está creando se corresponde de la forma más fiel al terreno real.

En la ventana inferior, denominada "Tipo de operación" se guardan ordenadas todas las operaciones efectuadas en la edición del fichero permitiendo su eliminación de forma individualizada.

- Pestaña "Análisis".

En esta pestaña se pueden configurar los diferentes tipos de análisis que el usuario puede llevar a cabo, así como la creación de intervalos con una pre-visualización del modelo.

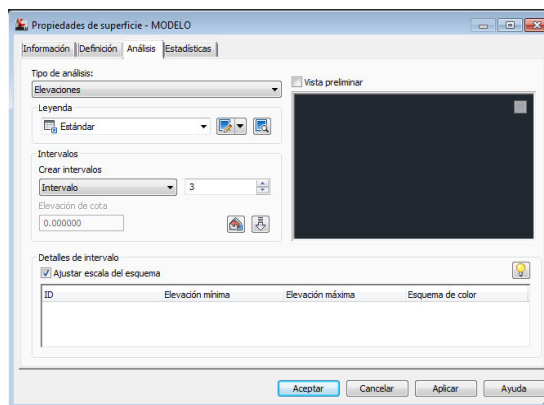


Figura Número 24.- Análisis de superficies con Civil 3D.

Antes de cargar las entidades que formarán el modelo, también es importante conocer los "Estilos de Superficie" en los que se puede concretar el modo de visualización de la superficie. La visualización de dicha paleta se despliega seleccionando la superficie creada y pulsando el botón derecho se accede a "Editar estilos de Superficie".

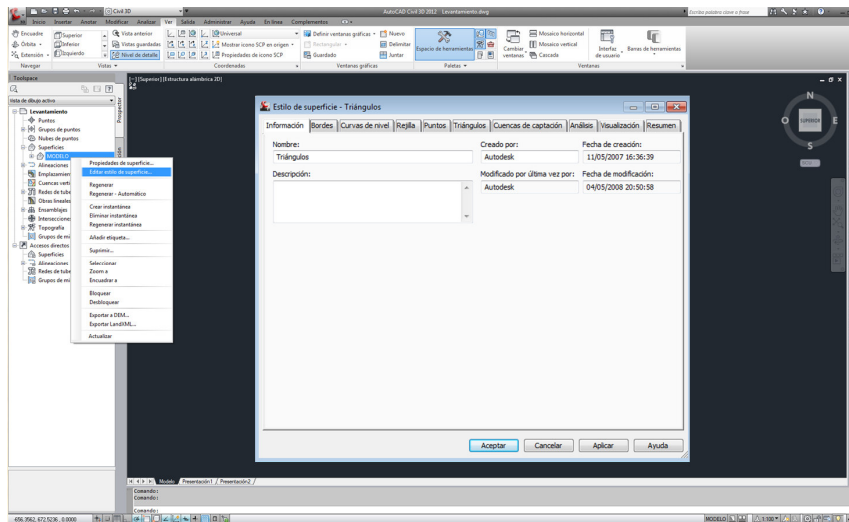
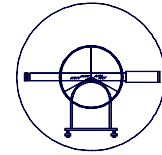


Figura Número 25.- Definición de los estilos de una superficie en Civil 3D.

En este caso se abre una nueva ventana denominada “Estilo de superficie”, en la que se configuran las distintas categorías que permiten establecer el estilo de una superficie y de las que cabe destacar tres grupos de pestañas, cuyos principales ajustes se enumeran a continuación.

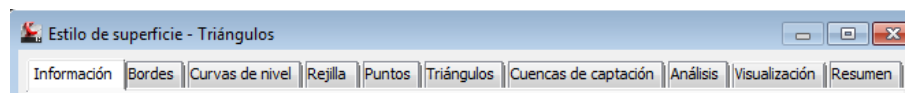


Figura Número 26.- Categorías de la definición de estilos de superficies en Civil 3D.

- Pestaña “Bordes”.

Permite establecer lo relativo al borde del modelo digital del terreno.

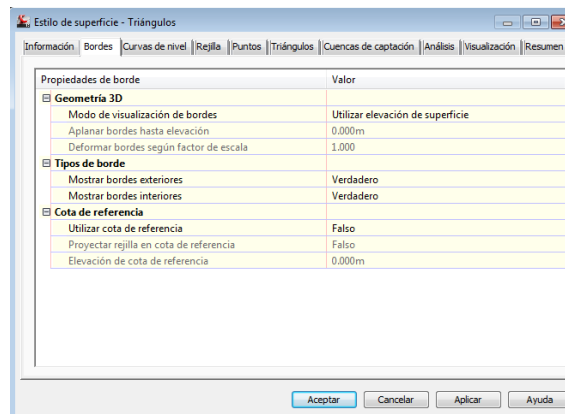
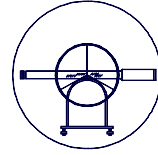


Figura Número 27.- Pestaña para la definición de las propiedades del borde en Civil 3D.

- Pestaña “Curvas de nivel”.

Cabe reseñar las siguientes propiedades:



- Intervalos de curvas de nivel. Permite especificar una representación de rangos de altitudes mediante colores. Por defecto, desactivada (false).
- Intervalos de curvas de nivel. Se fija la cota a partir de la cual se establecen las curvas maestras (Elevación base), la equidistancia (intervalos secundario) y la identificación de las maestras (intervalo principal)
- Depresiones de curvas de nivel. Permite fijar sí se identifican, así como características geométricas de su representación.
- Suavizado de curvas de nivel. Por defecto, no se suaviza.

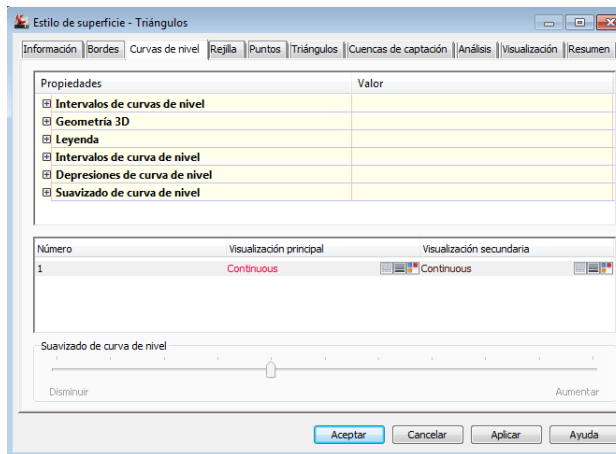


Figura Número 28.- Pestaña para la definición de las curvas de nivel en Civil 3D.

- Pestaña “Rejilla”.

En ella se definen fundamentalmente los parámetros de la rejilla.

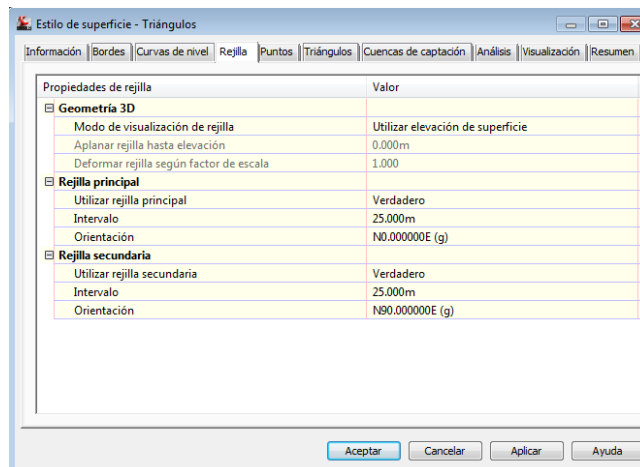


Figura Número 29.- Pestaña para la definición de la rejilla en Civil 3D.

- Pestaña “Puntos”.

En ella se definen la geometría de los puntos.

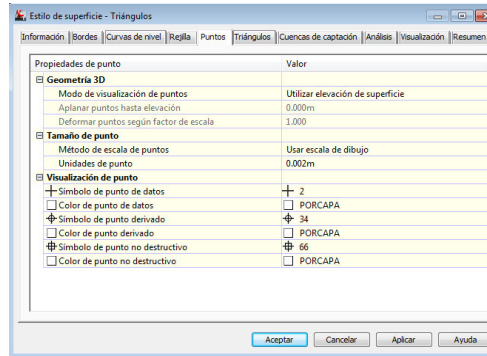


Figura Número 30.- Pestaña para la definición de los puntos en Civil 3D.

- Pestaña “Triángulos”.

En ella se definen la geometría de los triángulos de un modelo.

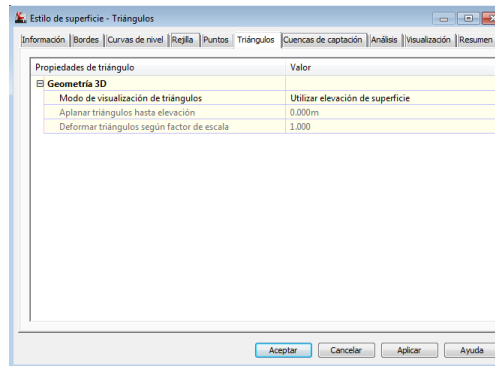


Figura Número 30.- Pestaña para la definición de los triángulos en Civil 3D.

- Pestaña “Cuencas de aportación”.

En ella se definen la geometría de las cuencas de aportación del modelo.

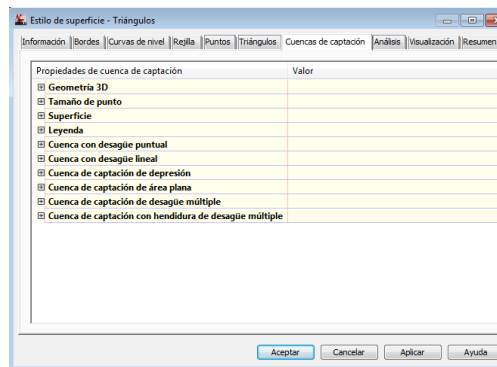
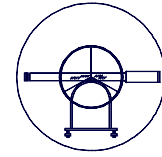


Figura Número 31.- Pestaña para la definición de las cuencas de aportación en Civil 3D.



- Pestaña “Análisis”.

Permite fijar el número de rangos y los atributos gráficos para el análisis de la superficie generada en base a rangos de elevaciones, orientación de los triángulos (ángulo formado entre la dirección del norte y la proyección del vector normal a cada triángulo) y talud (inverso de la pendiente del vector normal a cada triángulo).

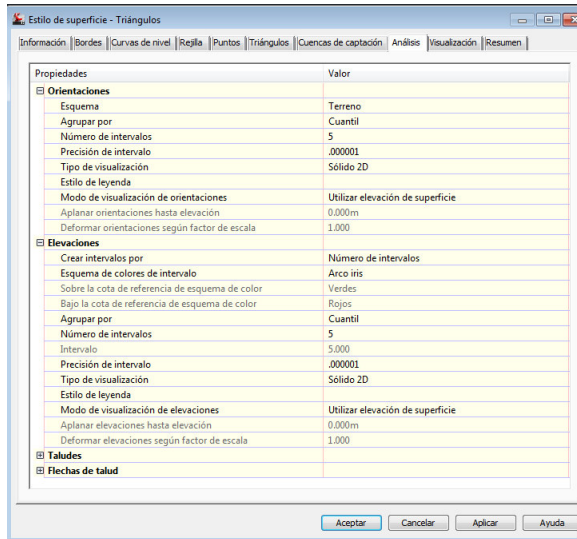


Figura Número 32.- Pestaña para realizar análisis en Civil 3D.

- Pestaña “Visualización”.

Para el estilo de superficie definido, se especifica que componentes se visualizan así como sus atributos gráficos, como se muestra a continuación para un cierto estilo, en la que se mostrarían únicamente los componentes de triángulos y borde.

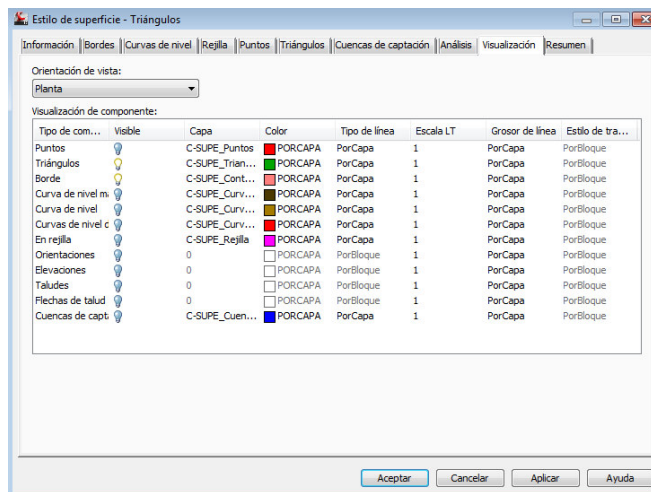
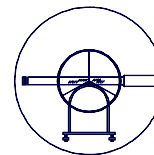


Figura Número 33.- Pestaña para la visualización de datos en Civil 3D.



Esta herramienta informática considera la superficie como un objeto, en el que se incluyen todos los elementos, una vez validado el modelo para extraer componentes como pueden ser las curvas de nivel, triángulos, etc. a emplear en otras plataformas informáticas, se puede exportar cada uno de esos elementos mediante la pestaña “Superficie tin” que aparece en la cinta una vez seleccionada la superficie en la categoría de Herramientas de superficie>Extraer objetos la cual permite crear entidades de dibujo a partir de los elementos que se seleccionen previamente y visibles en el modelo.

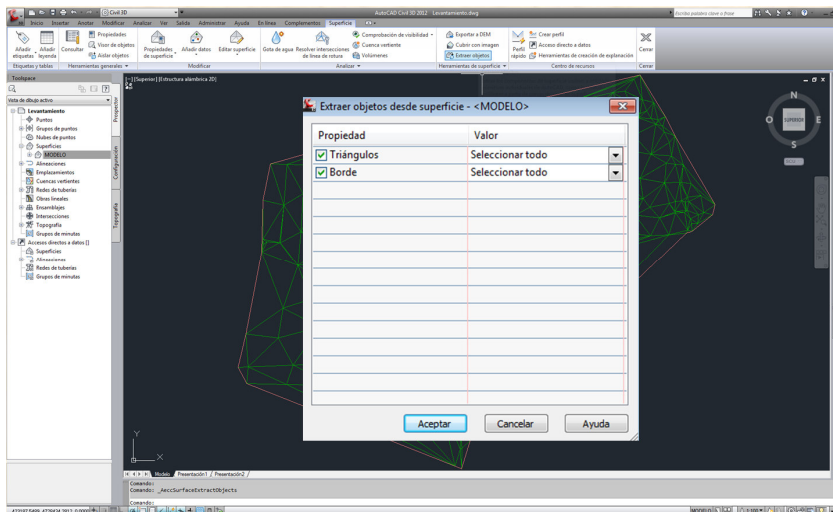


Figura Número 34.- Extracción de datos en Civil 3D.

5.3.3.- Creación de Superficies en Civil 3D.

Para la creación de superficies en civil 3D es necesario seguir el flujo de actividades descrito en el epígrafe anterior, especialmente lo relativo a la creación del fichero, la correcta definición del espacio de trabajo, etc. Para la creación de la superficie se podrá partir de diferentes fuentes de información y aunque el objetivo final de esta práctica persigue la generación del modelo partiendo de datos topográficos, también podrá hacerse partiendo de cartografía numérica y de modelos digitales de elevaciones como posteriormente se desarrollará. Una vez generada y validada la superficie mediante la adecuada edición del modelo es habitual extraer las curvas de nivel y la malla de triángulos como elementos mínimos para la definición del modelo.

El primer paso que requiere la generación de una superficie o modelo digital del terreno es la importación de la Nube de Puntos, con la estructura y datos calculados en la práctica anterior, para ello la aplicación dispone de un procedimiento que permite la importación automática de las coordenadas de la nube de puntos con una amplia gama de posibilidades.

Para desplegar la paleta de “Añadir archivo de puntos” en primera instancia hay que crear la superficie, ir a la cinta y seleccionar la opción “Modificar”, “Superficie”, “Añadir datos” y finalmente “Archivos de puntos”, tal y como se muestra en las siguientes figuras.

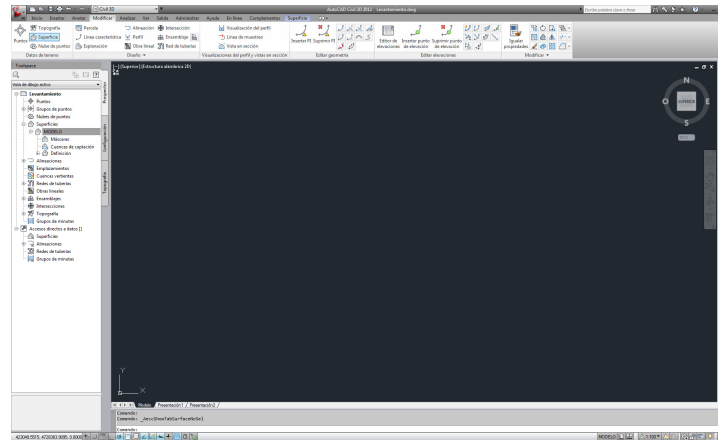


Figura Número 35.- Acceso a Modificar Superficies en Civil 3D.

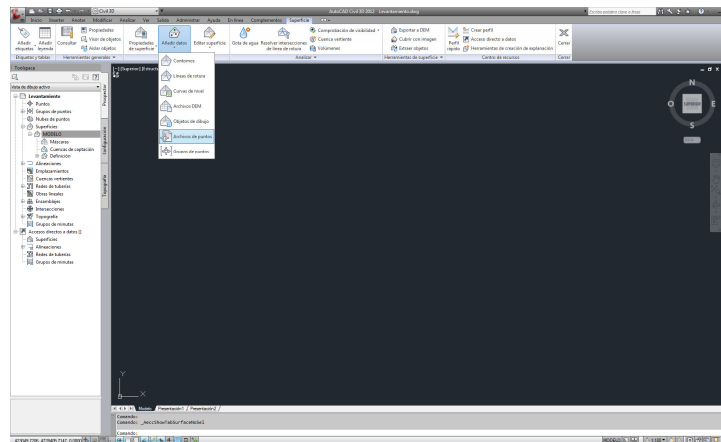


Figura Número 36.- Acceso a Añadir datos y Archivos de puntos en Civil 3D.

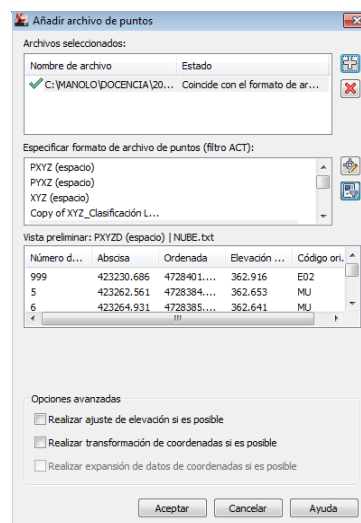
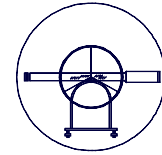
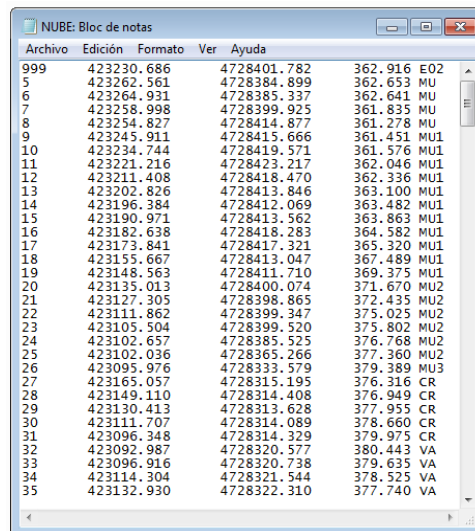


Figura Número 37.- Acceso a Añadir archivo de puntos en Civil 3D.



Cabe reseñar que un formato habitual para importar datos en Civil 3D es el generado en la práctica anterior, en el que se encontraba número de punto, coordenada X, coordenada Y, coordenada Z y el código, todo ello con formato de textos separado por tabulaciones, cuya apariencia es la que se muestra en la siguiente figura.



Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
999	423230.686	4728401.782	362.916	E02
5	423262.561	4728384.899	362.653	MU
6	423264.931	4728385.337	362.641	MU
7	423258.998	4728399.925	361.835	MU
8	423254.827	4728414.877	361.278	MU
9	423245.911	4728415.666	361.451	MU1
10	423234.744	4728419.571	361.576	MU1
11	423221.216	4728423.217	362.046	MU1
12	423211.408	4728418.470	362.336	MU1
13	423202.826	4728413.846	363.100	MU1
14	423196.384	4728412.069	363.482	MU1
15	423190.971	4728413.562	363.863	MU1
16	423182.638	4728418.283	364.582	MU1
17	423173.841	4728417.321	365.320	MU1
18	423155.667	4728413.047	367.489	MU1
19	423148.563	4728411.710	369.375	MU1
20	423135.013	4728400.074	371.670	MU2
21	423127.305	4728398.865	372.435	MU2
22	423111.862	4728399.347	375.025	MU2
23	423105.504	4728399.520	375.802	MU2
24	423102.657	4728385.525	376.768	MU2
25	423102.036	4728365.266	377.360	MU2
26	423095.976	4728333.579	379.389	MU3
27	423165.057	4728315.195	376.316	CR
28	423149.110	4728314.408	376.949	CR
29	423130.413	4728313.628	377.955	CR
30	423111.707	4728314.089	378.660	CR
31	423096.348	4728314.329	379.975	CR
32	423092.987	4728320.577	380.443	VA
33	423096.916	4728320.738	379.635	VA
34	423114.304	4728321.544	378.525	VA
35	423132.930	4728322.310	377.740	VA

Figura Número 38.- Acceso a Añadir archivo de puntos en Civil 3D.

Una vez añadido el archivo aparecen en pantalla todas las capas activas con las curvas de nivel, triángulos, etc. tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

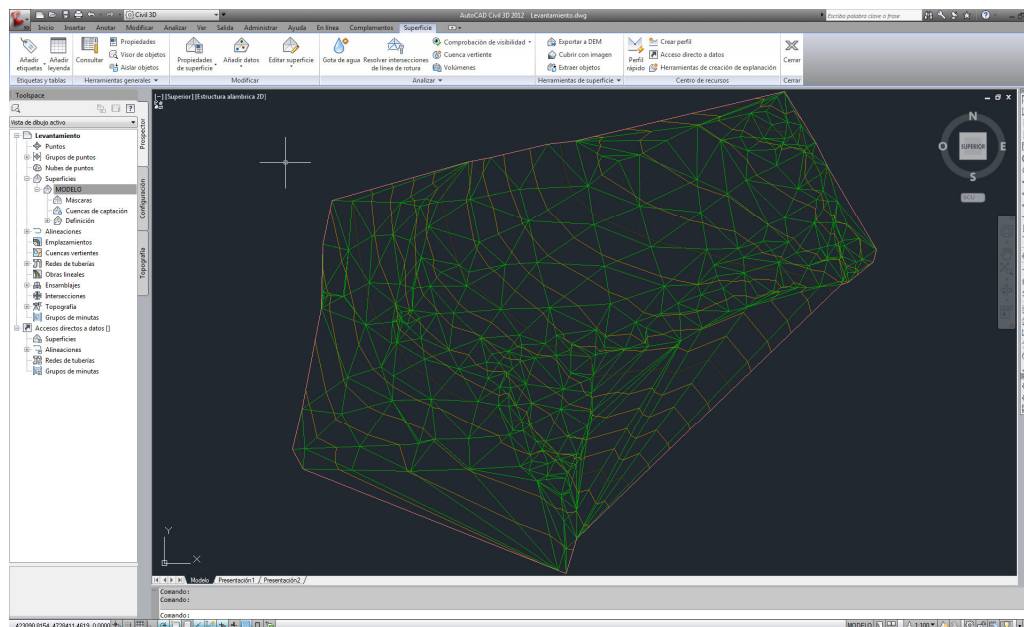
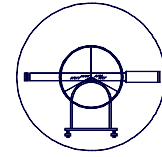


Figura Número 39.- Modelo generado al añadir el archivo de puntos en Civil 3D.



Una vez generada la superficie, ésta puede ser editada y para ello solamente es necesario ir a la opción “Modificar”, “Superficie” y llevar a cabo el tipo de edición que se desee, tal y como se puede apreciar en las siguientes figuras.

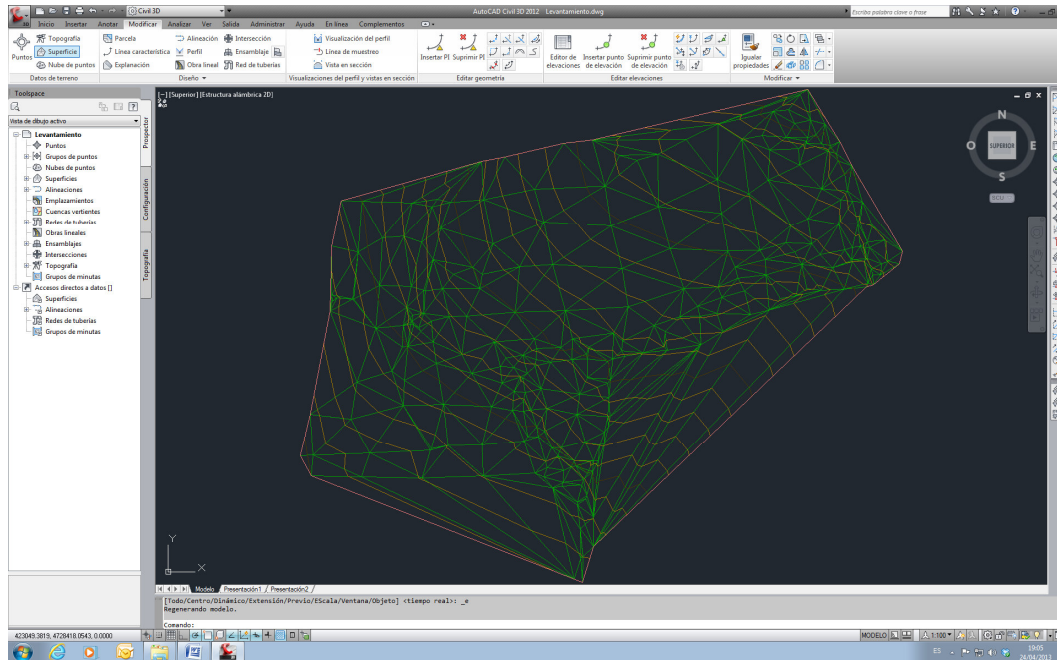


Figura Número 40.- Acceso a las herramientas de edición de superficies en Civil 3D.

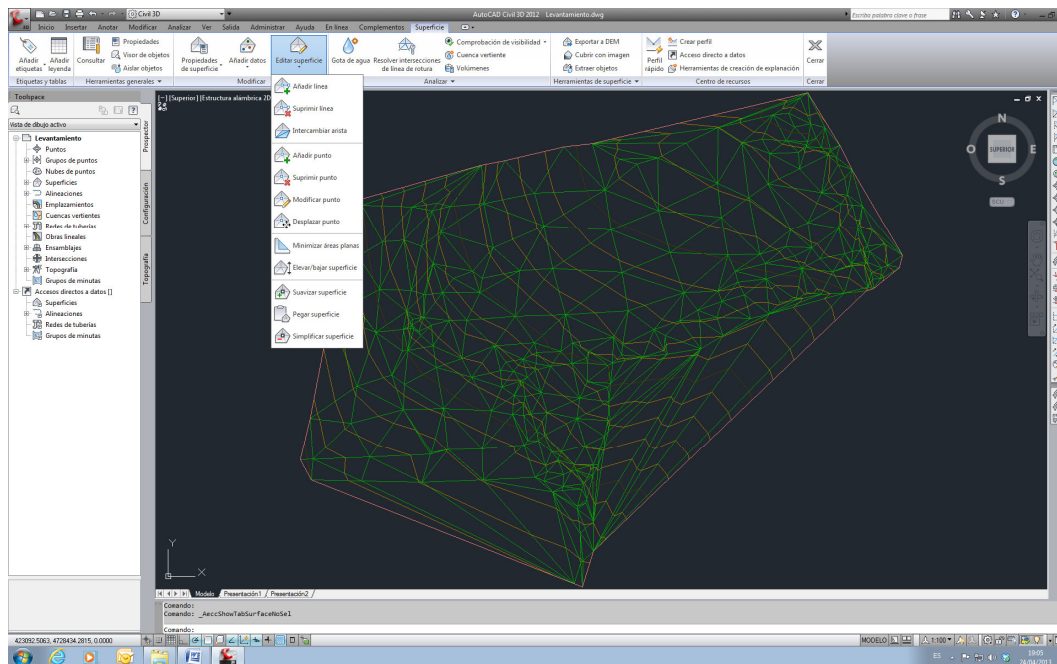
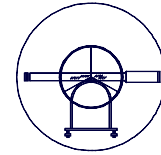


Figura Número 41.- Tipología de los diversos tipos de edición de superficies en Civil 3D.



Una vez finalizada la edición del modelo, para terminar el levantamiento topográfico se requiere dibujar todos los elementos captados en el terreno. Para ello se utilizan los códigos que identifican la tipología geométrica de los puntos y para lo cual se hace necesaria primeramente la visualización y posteriormente la edición del plano. Una de las características de éste programa es que permite almacenar los códigos en capas que después se pueden poner visibles o no, en función de las necesidades que surjan, tal y como se muestra en la siguiente figura.

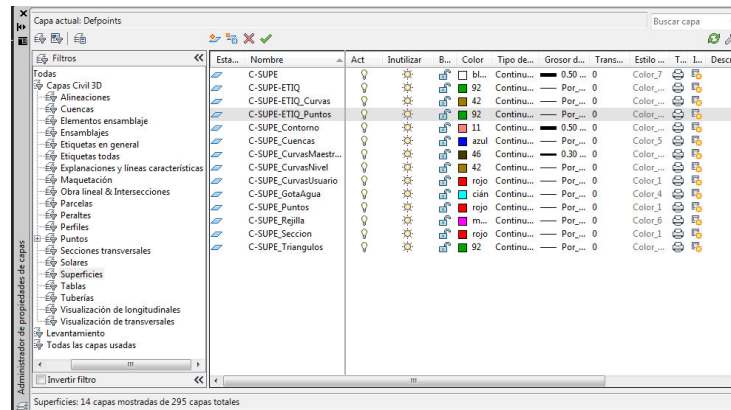


Figura Número 42.- Estructura del almacenamiento de las etiquetas de los puntos en Civil 3D.

Para finalizar la práctica es importante que el usuario conozca los diferentes tipos de visualización que se puede hacer de la superficie, para ello puede volver a la paleta de “Estilos de superficie” y en la pestaña de “Visualización” definir las diferentes componentes del modelo que desea visualizar, tal y como se muestra en las siguientes figuras, en las que con el mismo modelo se han realizado diferentes visualizaciones.

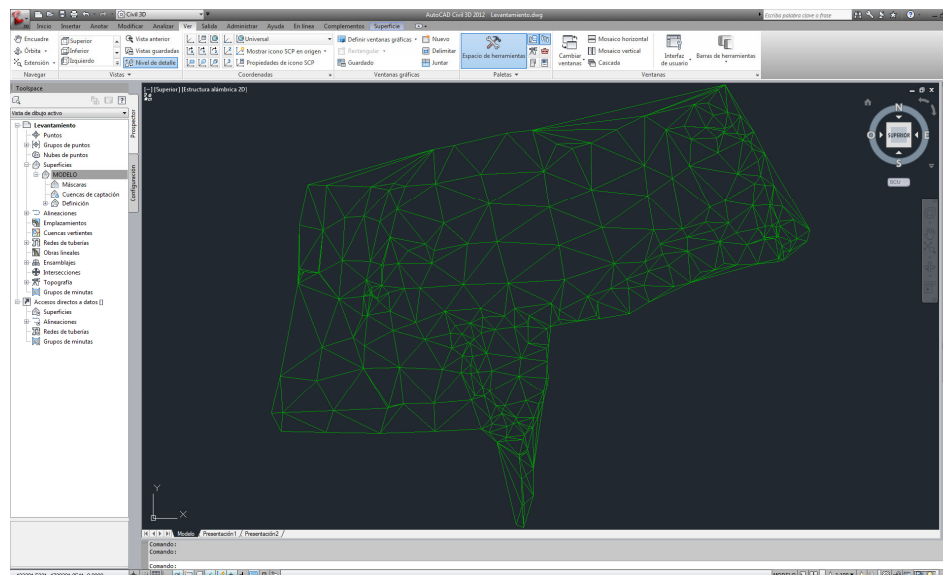


Figura Número 43.- Visualización de triángulos en Civil 3D.

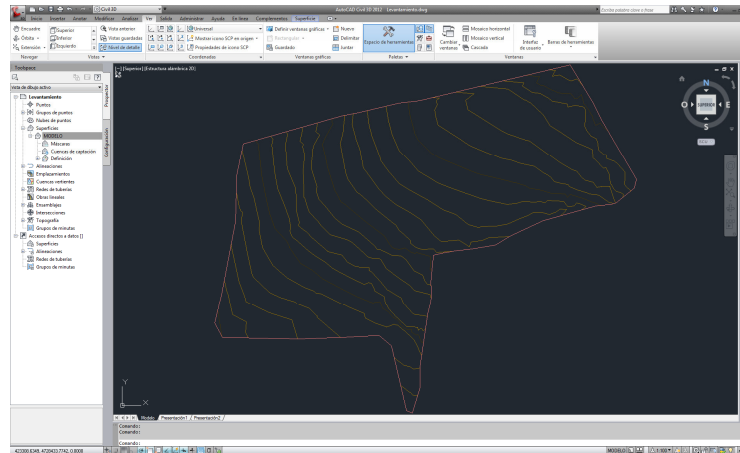
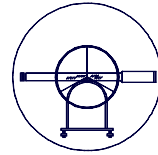


Figura Número 44.- Visualización de Curvas de Nivel en Civil 3D.

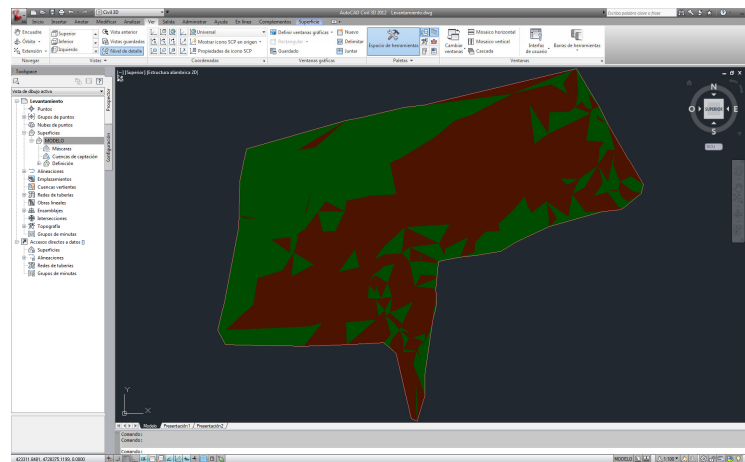


Figura Número 45.- Visualización de Orientaciones en Civil 3D.

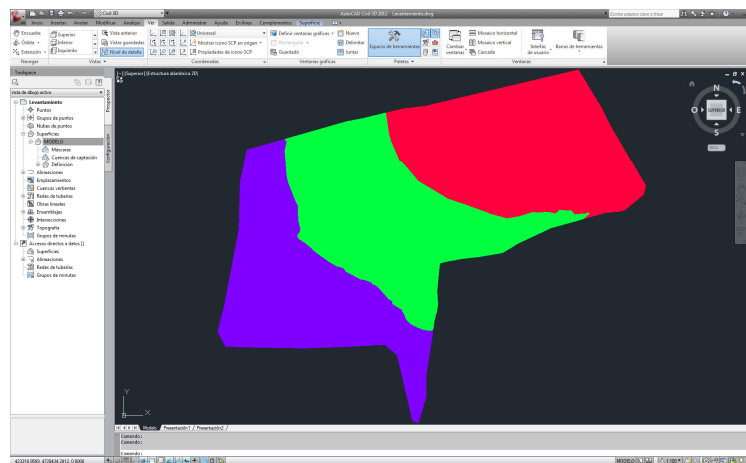


Figura Número 46.- Visualización de Elevaciones en Civil 3D.

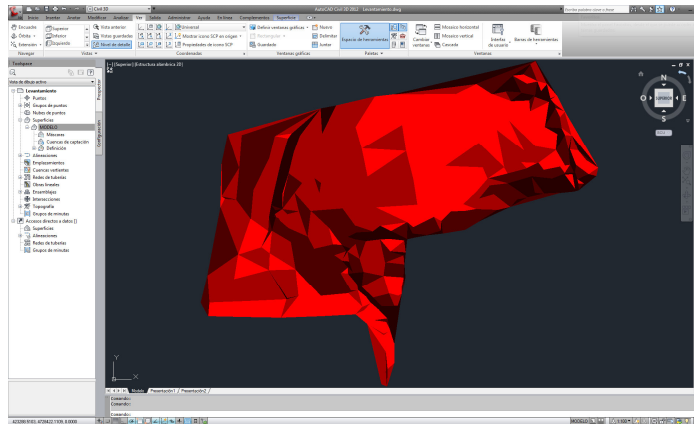


Figura Número 47.- Visualización de Taludes en Civil 3D.

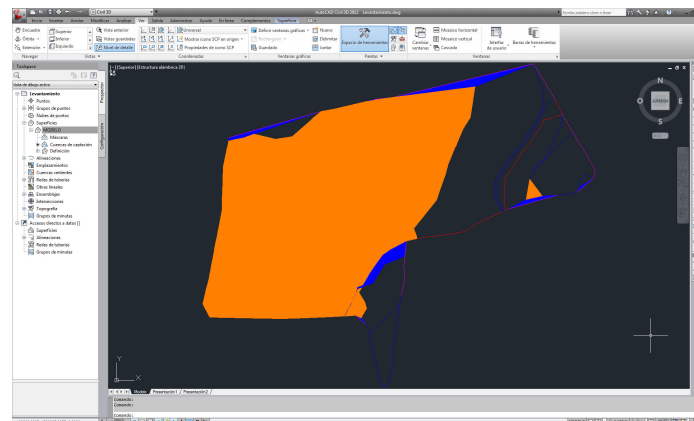


Figura Número 48.- Visualización de Cuencas de Aportación en Civil 3D.

6.- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR PARA REVISIÓN.

6.1.- Memoria descriptiva que contenga:

- A) Enunciado y Objeto de la Práctica.
- B) Fundamento Teórico del Método utilizado
- C) Características de los Instrumentos empleados.
- D) Mediciones y Resultados obtenidos.
- E) Interpretación de los Resultados y Conclusiones.

6.2.- Plano en formato digital.

Se generarán un fichero con toda la información obtenida, tanto para el levantamiento topográfico como para el modelo digital del terreno, la información se estructurará adecuadamente por capas y se caracterizará por tener formato dwg (3D).

Tanto la memoria como los planos en formato digital se enviarán al profesor responsable en el plazo marcado por éste.