

Desarrollo de herramientas aplicadas a la ingeniería civil y la topografía en gvSIG.

A. Anguix Alfaro⁽¹⁾ y G. Carrión Rico⁽²⁾

⁽¹⁾ IVER. Asociación gvSIG, C./ Lérida, 20, 46009 Valencia, alvaro.anguix@iver.es

⁽²⁾ Conselleria de Infraestructuras y Transporte de Generalitat de la Comunitat Valenciana, Av. Blasco Ibáñez, 50, 46010 Valencia, carrion_gab@gva.es.

RESUMEN

El papel que juega la informática es fundamental en las áreas de la topografía y la ingeniería civil. Toda nueva infraestructura o modificación de una existente requiere de trabajo topográfico previo, tanto para conocer la realidad como para plantear las modificaciones a esta; en uno y otro caso la herramienta informática juega un papel fundamental.

En el seno de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte se han ido utilizando distintas herramientas relativas a la topografía y la ingeniería civil, todas ellas caracterizadas por ser software con licencia privativa. Dentro del proceso de migración a software libre de la Conselleria, denominado gvPontis, se hacía necesario desarrollar las herramientas necesarias relativas al área de la topografía e ingeniería civil. Este tipo de aplicaciones, pese a tener un claro carácter cartográfico, históricamente no tienen una orientación SIG.

Siendo gvSIG una aplicación orientada a dar servicio a las necesidades relativas a información geográfica, que dispone de una gran variedad de funcionalidades para el análisis del territorio y el tratamiento de cartografía, se ha iniciado el proyecto de desarrollar herramientas de ingeniería civil como parte integrada de gvSIG.

Las principales herramientas a desarrollar incluyen las propias para el manejo de datos topográficos y principalmente las necesarias para la creación y el trabajo con modelos digitales del terreno (líneas de rotura, áreas vacías, generación de mallas de triángulos, generación de curvados, etc.), abriendo así una nueva área de aplicación de gvSIG.

Palabras clave: SIG, software libre, Girona, gvSIG, topografía, ingeniería civil, MDT, TIN, Curvado.

INTRODUCCIÓN

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

El objetivo de la topografía, por tanto, es plasmar en una cartografía la realidad vista en campo; en el ámbito rural o natural, de la superficie terrestre; en el ámbito urbano, es la descripción de los hechos existentes en un lugar determinado: muros, edificios o calles, entre otros. Los puntos recopilados por técnicas topográficas tienen un valor tridimensional; es decir, se determina la ubicación de cada punto en el plano horizontal (de dos dimensiones) y en altura (tercera dimensión).

Los trabajos topográficos tienen dos actividades principales:

- Llevar "el terreno al gabinete": mediante la medición en terreno o levantamiento, su archivo en el instrumental electrónico pertinente (GPS, estación total, nivel) y luego su edición y análisis mediante aplicaciones informáticas.
- Llevar "el gabinete al terreno": mediante el replanteo por el camino inverso, desde un proyecto informático a la ubicación del mismo mediante puntos sobre el terreno.

Las principales aplicaciones de la topografía son dos:

- Levantamientos del terreno: paso previo a su aplicación en otros ámbitos. Consiste en realizar el trabajo de medición en campo y su posterior volcado y tratamiento con un programa informático de topografía. El resultado es lo que se denomina levantamiento tridimensional del terreno.
- Obras civiles (edificios, puentes, túneles, carreteras, etcétera). En este caso se parte de la realización de un proyecto en un programa informático de topografía -teniendo un levantamiento del terreno realizado, ya sea de zona rural o urbana-, con el fin de determinar los límites de la obra, los ejes desde los cuales se miden los elementos (columnas, tabiques,...), establecer los límites de la obra. Por tanto, los datos del programa informático son fundamentales para la ejecución e inicio de la obra. Luego, conforme la obra avanza puede ser necesario realizar un 'estado de obra', que conlleva un relevamiento -a partir de los datos del programa informático- para verificar si se está construyendo dentro de la precisión establecida por los pliegos de condiciones.

La relación entre la topografía y las infraestructuras es directa e indivisible, y el papel que juega la tecnología informática es fundamental en la aplicación de la topografía y la gestión de las infraestructuras. La topografía participa en la elaboración de cualquier infraestructura. Toda nueva infraestructura o modificación de una existente requiere de trabajo topográfico previo, tanto para conocer la realidad como para plantear las modificaciones a esta; en uno y otro caso la herramienta informática juega un papel fundamental.

La Conselleria de Infraestructuras y Transporte (CIT) concentra, dentro de sus competencias, la planificación, gestión e impulso de todas las infraestructuras esenciales para el crecimiento económico y el bienestar de la Comunidad Valenciana:

- Transporte
- Energía

- Agua
- Carreteras
- Telecomunicaciones
- Puertos y Costas
- Infraestructuras Urbanas

En materia de obras públicas, transporte, puertos, aeropuertos y energía, o en actuaciones propias en materia de arquitectura, patrimonio arquitectónico y urbano, equipamientos y suelo y costas, es esencial la participación de topografía, y por tanto, la necesidad de contar con una aplicación informática de topografía.

En el seno de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte se han ido utilizando distintas herramientas relativas a la topografía y la ingeniería civil, todas ellas caracterizadas por ser software con licencia privativa. Dentro del proceso de migración a software libre de la Conselleria, denominado gvPontis, se hace necesario desarrollar las herramientas necesarias relativas al área de la topografía.

Siendo gvSIG una aplicación orientada a dar servicio a las necesidades relativas a información geográfica, que dispone de una gran variedad de funcionalidades para el análisis del territorio y el tratamiento de cartografía, se ha tomado como software base para desarrollar las herramientas de topografía como parte integrada de gvSIG.

Este proyecto, iniciado a principios de 2010, tiene planteado el desarrollo durante los próximos dos años que permitan disponer en gvSIG de herramientas de topografía -base para futuros desarrollos en ingeniería civil- y mejoren, además, las capacidades de gvSIG como Sistema de Información Geográfica.

ALCANCE

El alcance previsto del proyecto, en cuanto a desarrollo de herramientas, engloba los siguientes aspectos:

- Herramientas para importar y exportar datos de levantamientos topográficos.
- Posibilidad de definición de unidades de trabajo, que permitan trabajar con ángulos topográficos y definir la precisión para los cálculos.
- Levantamientos. Se desarrollarán las funciones necesarias para poder generar capas de levantamientos topográficos.
- Modelos Digitales del Terreno. Creación de MDT por diversos métodos. Se desarrollarán opciones de modificación y suavizado.
- Herramientas de información de datos topográficos: azimut y distancia entre puntos.
- Cálculos topográficos.

MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

Del conjunto de herramientas a desarrollar, los modelos digitales del terreno constituyen uno de los apartados más interesantes, ya que son la base para el desarrollo de funciones propias de aplicaciones orientadas a la ingeniería civil (carreteras, puentes, ferrocarril,...), por lo que se va a entrar en más detalle en el presente artículo.

La elaboración de un Modelo Digital se concibe a partir de un trabajo elaborado con elementos de dibujo 3D y 2D con elevación (curvas de nivel, líneas 3D, etc.) o bien con unos datos elaborados en campo y cuya representación son puntos, que convenientemente "armados" configuran lo que se denomina nube de puntos, que son representados por sus coordenadas X, Y, Z, y habitualmente por un número ordinal y un código asociado.

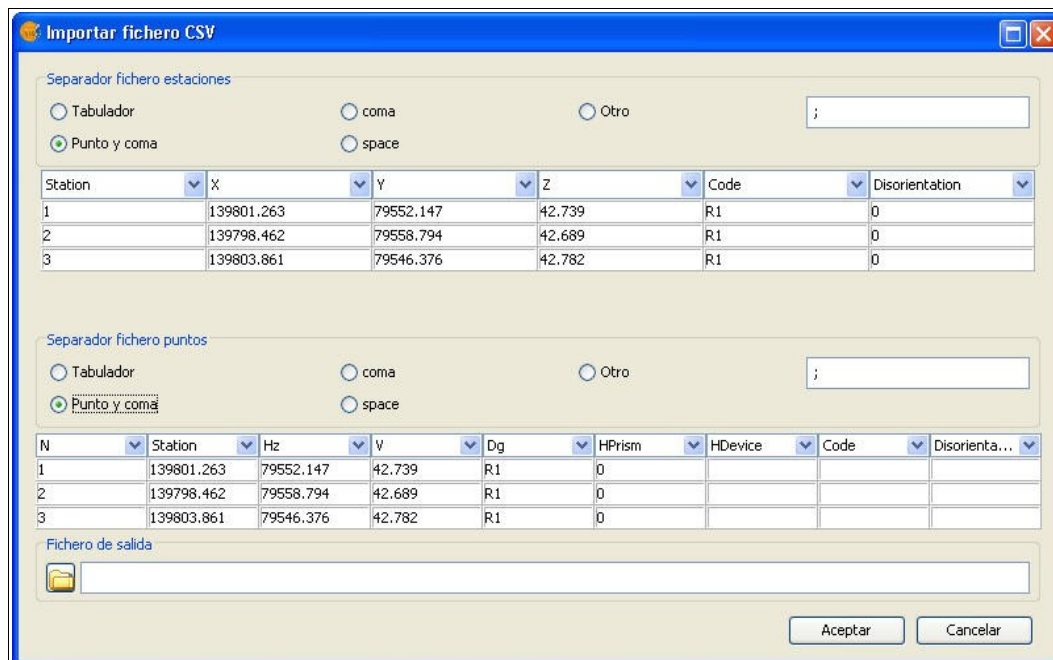


Figura 1: Importar fichero de puntos (piloto)

Estos datos organizados en filas y columnas con separadores definidos, configuran un fichero de datos de puntos. gvSIG permitirá además modificar dicha nube de puntos mediante una serie de herramientas relacionadas con la gestión de los puntos.

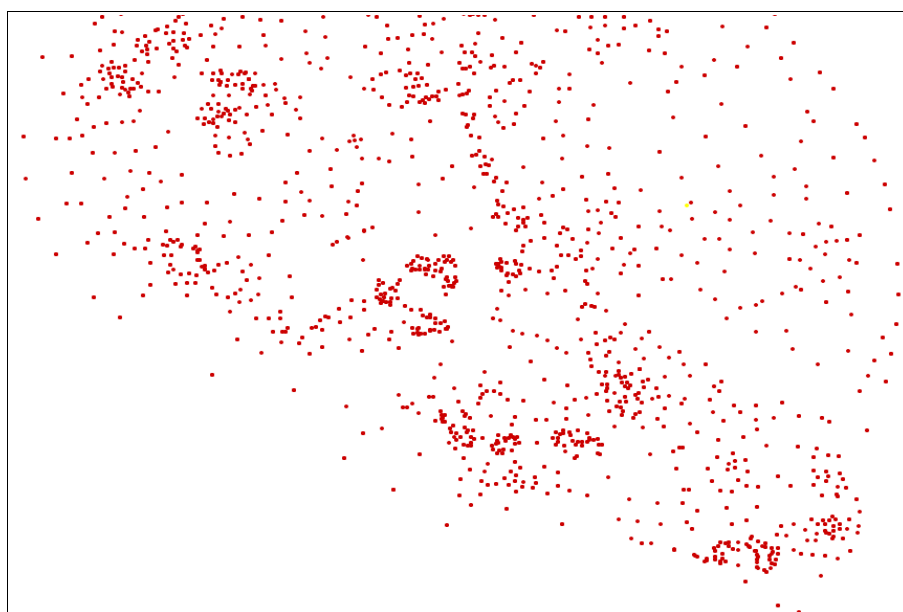


Figura 2: Nube de puntos

LÍNEAS DE ROTURA

Se desarrollarán diversas herramientas capaces de definir de forma manual, automática o semiautomática las líneas de rotura, que bien por las características del terreno o bien por nuestra forma peculiar de verlo, tendrán que formar parte como líneas obligadas para la formación del modelo digital del terreno. No es obligatorio definir dichas líneas, pero resulta altamente aconsejable para que el trabajo tenga validez y precisión, puesto que mediante estas líneas se define el relieve marcando los cambios de pendiente existentes.

Las líneas de rotura son polilíneas que se encuentran definidas en determinadas capas. Los vértices de estas polilíneas pueden coincidir o no con puntos topográficos. Si hay coincidencia en planta, el proceso de triangulación considerará la cota del punto. Naturalmente, si no hay coincidencia, se tomará la cota del propio vértice de la polilínea. Estas entidades no llevan información adicional asociada, por lo que pueden ser tratadas con entera libertad por el usuario. Para asumir en la triangulación nuevas líneas de rotura, en caso de estar la triangulación definida, es necesario retriangular, seleccionando las capas donde se encuentran las líneas de rotura. gvSIG no comprobará durante el dibujo si se producen cortes en las líneas de rotura, por lo que esto se considera responsabilidad del usuario. De todas formas, se implementarán comandos de depuración de la triangulación, que deberán usarse para detectar dichos casos, como es el caso del comando "Verificar Líneas de Rotura".

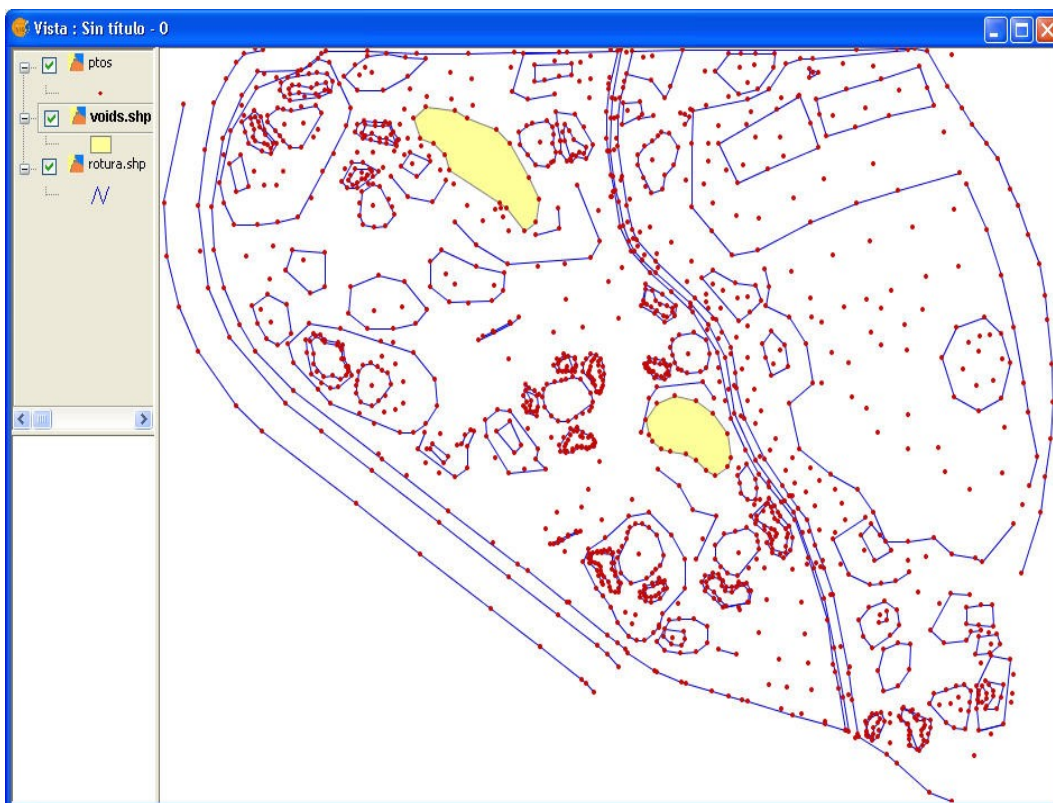


Figura 3: Líneas de rotura e islas definidas en gvSIG

SUPERFICIES

La obtención del modelo digital requiere de un proceso anterior denominado triangulación. Durante este proceso se tesela la superficie mediante una serie de planos triangulares que se adaptan al relieve y simulan los quiebros o cambios de

pendiente que se producen en el terreno y que vienen definidos por las denominadas líneas de rotura.

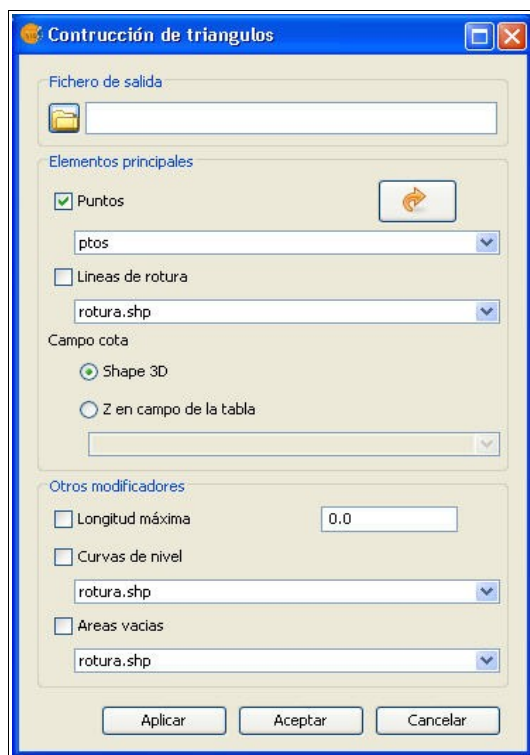


Figura 4: Construcción de un TIN en gvSIG (piloto)

La triangulación se puede obtener por diferentes métodos, siendo el más usual a partir de una nube de puntos. Con cada tres puntos se genera un plano, y dichos triángulos conservan una serie de propiedades características que son las que han permitido la formación de la red de triángulos irregulares (Triangular Irregular Network – TIN) en la nube de puntos, respetando la forma del terreno.

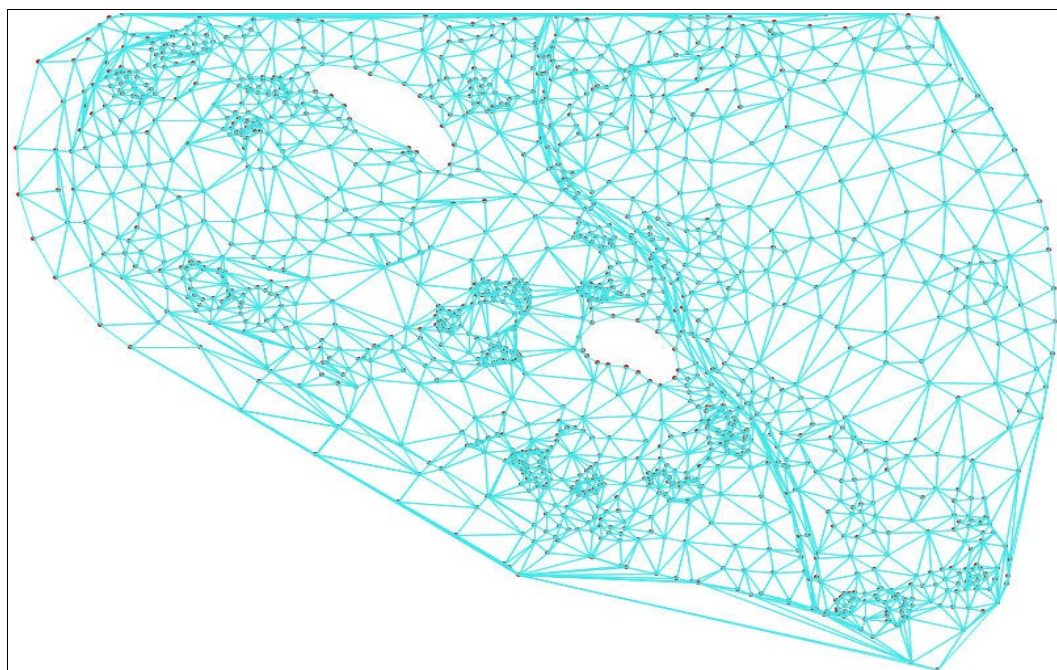


Figura 4: TIN generado en gvSIG

Otro procedimiento para la obtención de la triangulación es a partir de curvas de nivel. Este método consiste en la discretización de cada curva de nivel y la posterior triangulación de los puntos generados, considerando las curvas de nivel como líneas de rotura.

CURVAS DE NIVEL

Para ejecutar el proceso de generación de curvas de nivel será necesario tener una superficie definida. Se podrá especificar la capa donde se dibujarán las curvas normales y directoras. En el diálogo también se podrá cambiar el rango de cotas Mínima a Máxima a curvar, que por defecto se establecerá a la totalidad de la superficie, así como los intervalos en cota para curvas Normales y Directoras que se aplicarán a la hora de realizar el curvado. La opción Factor de Suavizado, hará que las polilíneas generadas incluyan segmentos de arco para conseguir un mejor aspecto. Cuanto mayor sea el valor del parámetro, mayor será el arco introducido.

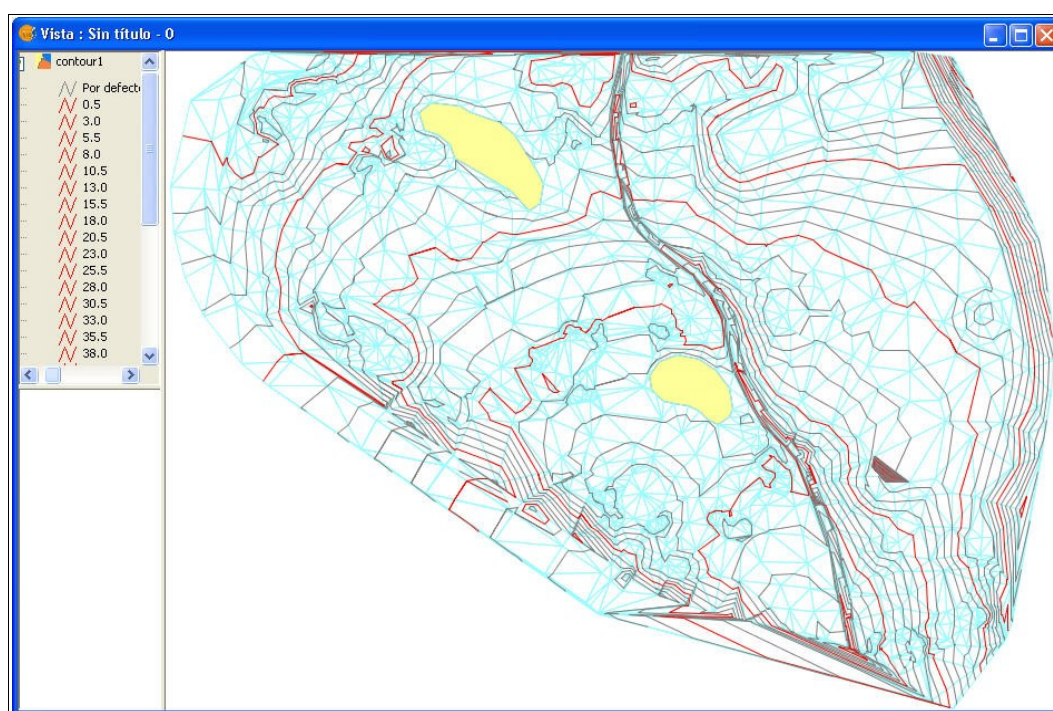


Figura 4: Curvado a partir del TIN

PERFILES LONGITUDINALES

Este comando resultará muy útil para tener una idea del terreno de forma instantánea. Mediante esta orden se permitirá indicar el conjunto de líneas que define la traza del perfil que se desea obtener, y con ésta se representará en una ventana el perfil obtenido. La representación del mismo se podrá escalar para apreciar con más nitidez los cambios de pendiente con la casilla Factor Vertical. Además, se rotularán la información de distancia y cota de cada uno de los vértices en los que se sitúe el puntero del ratón.

REFERENCIAS

- ◆ gvSIG. Recuperado el 20 de enero de 2010, de <http://www.gvsig.org/>