

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/40575>

This paper must be cited as:

Mora Navarro, JG.; Femenia Ribera, C. (2008). AutoCAD aplicado a la Topografía. TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA. XXV(149):16-24.



The final publication is available at

Copyright Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía de Madrid



AutoCAD aplicado a la Topografía

AutoCAD applied to Topography

J. Gaspar Mora Navarro⁽¹⁾ y Carmen Femenia Ribera⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, Universidad Politécnica de Valencia, joamona@cgf.upv.es

⁽²⁾ Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, Universidad Politécnica de Valencia, cfemenia@cgf.upv.es

RESUMEN

El trabajo más cotidiano del profesional de la Topografía consiste en realizar levantamientos, modelos digitales del terreno, perfiles longitudinales, perfiles transversales, cubicaciones y replanteos. En la actualidad, es necesario utilizar programas de diseño asistido por ordenador (DAO) para la confección y maquetación del mapa final, y uno de los programas más usuales es el AutoCAD. Con este editor gráfico se pueden resolver de forma precisa, con calidad y rapidez los trabajos más usuales de la Topografía: generación de planos topográficos en dos y tres dimensiones, ajuste de áreas, digitalizaciones, encajes de proyectos de obras con el sistema de coordenadas terreno, etc...; sabiendo seleccionar en cada momento solamente aquellas opciones de cada herramienta que lleven al fin topográfico perseguido.

ABSTRACT

The most common tasks for Topography professionals consist of doing land surveys, making digital models of the terrain, longitudinal profiles, cross sections, volume calculation and on-site layouts. At this time, it is necessary to use computer aided design (CAD) programs to create and lay out final maps, and one of the most common programs is AutoCAD. This graphic editor makes it possible to precisely solve the most common topography tasks quickly and with good quality: generating two- and three-dimensional topographic maps, area adjustments, digitalization, merging construction projects with the land coordinates system, etc..., knowing how to select at a given time only those options in each tool that lead to the topographic purpose sought.



1. INTRODUCCIÓN.

AutoCAD, creado por la empresa Autodesk, es el programa más utilizado en España para el diseño de proyectos de ingeniería: edificios, motores, redes, etc. Su éxito se debe principalmente a dos cualidades:

1. Es un programa de uso general, cubriendo las necesidades de casi todas las ingenierías: permite realizar cartografía topográfica, modelos de objetos, asignar texturas y realizar animaciones.
2. Su uso es muy sencillo e intuitivo. Con un periodo muy corto de formación, un ingeniero puede realizar modelos de pequeños proyectos.

La facilidad de uso y organización implica que no pueda utilizarse para grandes cantidades de datos. No obstante, la mayoría de los proyectos son de pequeño tamaño, por lo que cumple con los requerimientos para el diseño de la mayor parte de trabajos de casi todas las ingenierías.

En el ámbito de la Topografía, los proyectos suelen ser de reducidas dimensiones, por lo que, dominando las herramientas más básicas, es posible realizar muchos trabajos, además, sin que sea necesaria una planificación exhaustiva de su desarrollo.

Este artículo pretende ser un resumen, orientado a profesionales de la Topografía familiarizados ya con el programa, donde se describe una selección de los comandos avanzados que son de mayor utilidad en esta profesión. Fundamentalmente se propone, mostrando ejemplos aplicados, una forma de trabajo con el programa AutoCAD que permita mejorar la productividad y la seguridad al máximo, tanto en la producción de planos topográficos, como en el trabajo diario en campo.

En cuanto a herramientas avanzadas de AutoCAD se destaca la siguiente selección, siendo estas herramientas las más útiles en el mundo de la Topografía:

- a. Guardar configuraciones personales. Perfil de usuario.
- b. Configurar el contenido de los dibujos nuevos. Plantillas.
- c. Aprovechar de definiciones de otros dibujos. DesingCenter.
- d. Obtener bibliotecas de símbolos disponibles para cualquier escala. Bloques.
- e. Eliminar datos no utilizados del dibujo. Orden "limpia".
- f. Facilitar los cálculos de coordenadas. Sistemas de coordenadas personales "SCP".
- g. Organizar eficientemente los dibujos. Archivos de referencia.
- h. Imprimir de forma sencilla y automatizada. El "Espacio Papel".

En cuanto al modo de resolver los trabajos más frecuentes con AutoCAD, se incluyen los siguientes ejemplos, optimizado al máximo las herramientas de las que dispone el programa permitiendo así una mayor rapidez y eficacia:

- a. Superficiaciones y ajuste de áreas. Orden "polcont" y "area".
- b. Digitalización de planos para el deslinde de parcelas.
- c. Realización de encajes de obra.
- d. Simplificación de las coordenadas de replanteo mediante los SCP.
- e. Facilitar el replanteo de alineaciones mediante los SCP.



2. HERRAMIENTAS AVANZADAS DE AUTOCAD ÚTILES PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.

A continuación se detallan las herramientas avanzadas de AutoCAD, muy útiles para la realización de trabajos topográficos y cartográficos, indicando en cada caso su especial utilidad.

a. Guardar configuraciones personales. Perfil de usuario.

Es muy probable que varios usuarios manejen AutoCAD en el mismo ordenador y que cada uno de ellos tenga unas preferencias: una posición determinada para las barras de herramientas, menús personalizados, color del fondo de la pantalla, archivos de plantilla, etc. Para poder adaptar el programa a las nuestras preferencias sin que esto afecte a otros usuarios, se dispone de los “Perfiles de usuario”. Cada usuario debe disponer por lo menos de un perfil donde se guardarán sus preferencias. Las opciones más útiles son las siguientes:

- Configurar cada cuánto tiempo y dónde se guardará el archivo de autosalvado. El archivo de autosalvado es una copia del dibujo actual que permanecerá si surge algún problema con el dibujo original. Es como un seguro para no perder trabajo.
- Configurar el archivo de plantilla por defecto.
- Configurar el ratón.
- Crear las escalas de impresión más usuales en Topografía.

b. Configurar el contenido de los dibujos nuevos. Plantillas.

Todos los dibujos nuevos se crean a partir de una plantilla, archivos de extensión “DWT”. El nuevo dibujo es una copia exacta de la plantilla que se ha usado para su creación. Por ello es conveniente introducir en las plantillas los elementos que se usan en todos los dibujos. De esta forma se ahorra trabajo y se gana en homogeneidad. Como mínimo los que se detallan a continuación:

- Unidades. Esto asegura que todos los dibujos tengan las mismas unidades, por lo que la información que contienen es compatible y es posible intercambiar datos entre ellos.
- Estilos de texto. Se crean los estilos de texto necesarios y para cualquier escala.
- Estilos de cota. Se crean los estilos de cota necesarios y para cualquier escala.
- Capas. Se crean las capas que se usan en casi todos los planos, asignando color, grosor y tipo de línea. Esto, más que ahorrar trabajo, sirve para que todos los planos que se realicen tengan la misma simbología, lo cual puede servir para fidelizar clientes.
- Presentaciones. Las presentaciones representan los formatos en papel donde se imprimirá el dibujo. Se debe crear una presentación para cada formato, desde A0 hasta A4, incluyendo cajetín y leyenda tipo.

c. Aprovechar de definiciones de otros dibujos. DesingCenter.

Un fichero de dibujo de AutoCAD tiene dos partes bien definidas:

- El dibujo propiamente dicho, compuesto por puntos, líneas, etc
- Las definiciones, que son agrupaciones de datos que describen un objeto complejo: bloques, capas, estilos de texto, estilos de línea, estilos de acotación, etc.



Frecuentemente se necesitan definiciones existentes en otros dibujos, por lo que Autodesk ha desarrollado la herramienta DesignCenter. Ésta es una herramienta muy útil. Se usa para pasar definiciones de un dibujo a otro: capas, bloques, estilos de texto y de cota.

Su uso es muy sencillo, simplemente se selecciona del dibujo del que se desea copiar aquello que se desee y se arrastra sobre el dibujo abierto actualmente. Las definiciones seleccionadas se copian en el dibujo actual.

Para extraer la paleta de herramientas correspondiente, se introduce el comando “adcenter”, tal como aparece en la figura 1.

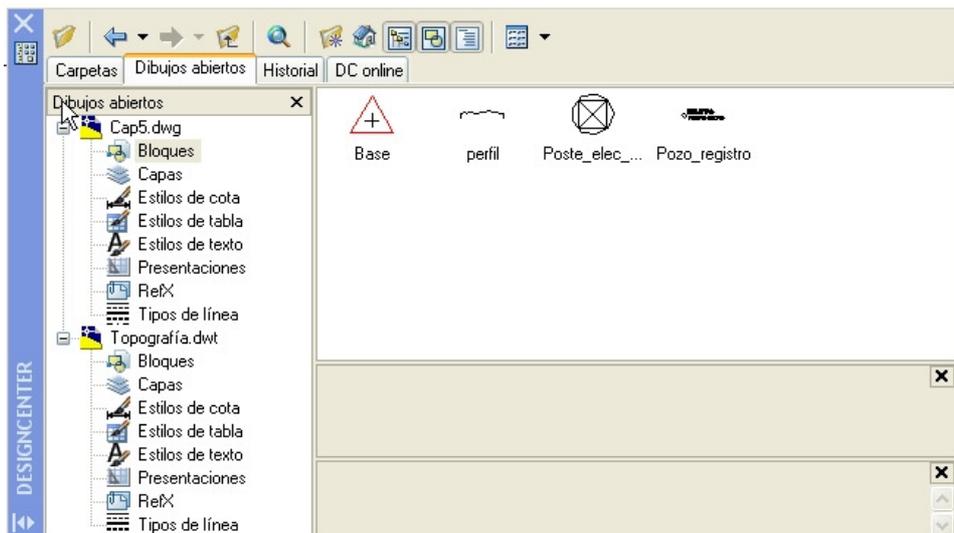


Figura 1.- Ejemplos de aprovechamiento del trabajo de otros dibujos: Herramienta DesignCenter

d. Obtener bibliotecas de símbolos disponibles para cualquier escala. Bloques.

Los símbolos se almacenan en un tipo de elemento complejo denominado “bloque”. Los bloques son agrupaciones de elementos con un punto de inserción. Todos los elementos del “bloque” solamente se pueden manipular a la vez. Se utilizan para la inserción de símbolos o para repetir varias veces un conjunto de elementos con rapidez.

Frecuentemente, los símbolos se van creando conforme se van necesitando cuando se dibuja un plano. Es fundamental aprovechar los símbolos creados en trabajos anteriores y, además, que impresos queden siempre al mismo tamaño, de forma que todos los planos tengan la misma apariencia. Para ello, entre las diferentes soluciones, se propone la siguiente:

- Crear un directorio donde se guardan todos los bloques en archivos de dibujo independientes. Este directorio se puede considerar como una biblioteca de bloques. Cada archivo de dibujo de la biblioteca, únicamente contiene la información del bloque. Para ello se crea el bloque normalmente y luego se exporta a un nuevo archivo de dibujo con el comando “bloquedisc”.
- Para insertar los archivos de la biblioteca como bloques, se emplea el comando “insert” y luego el botón “examinar”.
- Para conseguir que el tamaño del símbolo en el plano impreso sea el mismo en todos los planos, independientemente de la escala del plano, se sigue el siguiente criterio: dibujar los símbolos al tamaño adecuado para la escala 1/1000. El factor de escala de inserción para cualquier escala de plano es:

$$\text{EscalaInsercionBloque} = \text{DenominadorNuevaEscala}/1000$$



Con este método se consigue imprimir, para cualquier escala, todos sus símbolos con el mismo tamaño, simplemente dividiendo el denominador de la escala de impresión actual por 1000, y utilizando el resultado como factor de escala de inserción de los símbolos en el nuevo plano.

e. Eliminar datos no utilizados del dibujo. Orden “limpia”.

La limpieza de dibujos consiste en eliminar elementos del archivo de dibujo que no se estén utilizando: capas, bloques, estilos de línea, etc. Se debe realizar al finalizar el trabajo y se consigue mayor claridad, rapidez y ahorro de memoria en el disco del ordenador. El comando que realiza esta tarea es “limpia”.

f. Facilitar los cálculos de coordenadas. Sistemas de coordenadas personales “SCP”.

AutoCAD permite crear y usar otros sistemas de coordenadas diferentes del que existe por defecto, denominado “Universal”. Los nuevos sistemas de coordenadas se denominan “sistemas de coordenadas personales” o “SCP”. Se pueden crear tantos SCP como se desee. A los SCP se les puede asignar un nombre y recuperarlos cuando sea necesario.

Mediante los SCP se simplifican las coordenadas, con lo que se agiliza el diseño, y los replanteos, ya sea por el método de “acimut y distancia” o por el método de “alineaciones”. Se muestran diversos ejemplos en apartado 3.d. sobre simplificación de las coordenadas de replanteo mediante los SCP, y 3.e. sobre facilitar el replanteo de alineaciones mediante los SCP.

g. Organizar eficientemente los dibujos. Archivos de referencia.

Los archivos de referencia, o referencias externas, se utilizan para no duplicar información en los proyectos donde se necesita mostrar los mismos datos en diferentes dibujos. Por ejemplo, se tiene un fichero que contiene cartografía base: curvas de nivel, topónimos, comunicaciones, etc. Dicha cartografía base debe aparecer en todos los dibujos de un proyecto, para ello se puede utilizar el comando “insert”, que permite insertar un fichero dentro de otro. Éste método tiene dos graves inconvenientes:

- Se duplica la información, ya que se copia toda la información del fichero insertado dentro del dibujo.
- El mantenimiento de la información se complica siempre al duplicar información. Por ejemplo, si se ha insertado la cartografía base en cinco ficheros y hay un topónimo que hay que modificar, habría que modificar el fichero de la cartografía base original y volverlo a insertar en los cinco ficheros, sobre escribiendo la información anterior.

Las referencias externas eliminan estos inconvenientes. Al insertar un fichero dentro de otro como referencia externa, cada vez que se abre el fichero base, se lee el fichero de referencia externa y se muestra, por lo que la actualización de datos es inmediata. Además, desde el fichero base, se tiene acceso a las capas de la referencia externa por separado, pudiendo mostrar, ocultar y cambiar la simbología de dichas capas, sin modificar el fichero original, tal como se muestra en la figura 2.





Figura 2.- Control de capas de un archivo de referencia

En la versión 2008 de AutoCAD, no es necesario mostrar toda el área de la referencia externa, se puede seleccionar la zona que se quiere mostrar, eso sí, debe ser rectangular.

h. Imprimir de forma sencilla y automatizada. El “Espacio Papel”.

El “Espacio papel” son cada una de las fichas “Presentación 1” y “Presentación 2”. Puede haber muchas fichas de espacio papel, y se les puede asignar cualquier nombre, pero, por defecto, únicamente hay dos, y se llaman como ya se ha comentado.

Es posible imprimir el “Espacio modelo”, que es el dibujo propiamente dicho, y que se encuentra en la ficha “Modelo”, o desde una de las fichas del espacio papel. Si se imprime desde la ficha modelo es, sin duda, porque no se han descubierto aún las ventajas del espacio papel. El espacio papel está especialmente diseñado para maquetar los planos e imprimirlos. Gracias al espacio papel es posible separar los objetos que existen en el terreno (casas, acequias, carreteras,...), de los elementos de maquetación (cajetín, leyenda, rótulos,...). Los primeros deben estar en la ficha modelo y los segundos en una de las fichas del espacio papel.

En el espacio papel el modelo se ve a través de las ‘ventanas gráficas’. Las ventanas gráficas son como huecos sobre el papel desde los que se ve el modelo.

Las principales ventajas de utilizar el espacio papel para la impresión son las siguientes:

- Se puede representar el mismo modelo varias veces a diferentes escalas sin duplicar información en diferentes ventanas gráficas.
- A cada ventana gráfica se le puede asignar una escala de impresión, seleccionándola de una lista. La lista de escalas se introduce al configurar el perfil de usuario.
- Las ventanas gráficas permiten seleccionar lo que se muestra del modelo sin tener que recortar, copiar o modificar el modelo.
- En cada ventana gráfica se pueden mostrar u ocultar capas diferentes.
- En la versión 2008 del programa se le puede asignar una simbología diferente en cada ventana a cada capa.
- En el espacio papel se trabaja directamente en unidades de impresión, en milímetros. Esto se debe a que las presentaciones se imprimen a 1:1, una unidad de dibujo es una unidad de trazado.
- Es posible importar al dibujo actual las presentaciones existentes en una plantilla.

En la figura 3 se presenta un ejemplo muy común en Topografía: el tener que realizar varios planos del terreno por donde discurre una obra lineal.

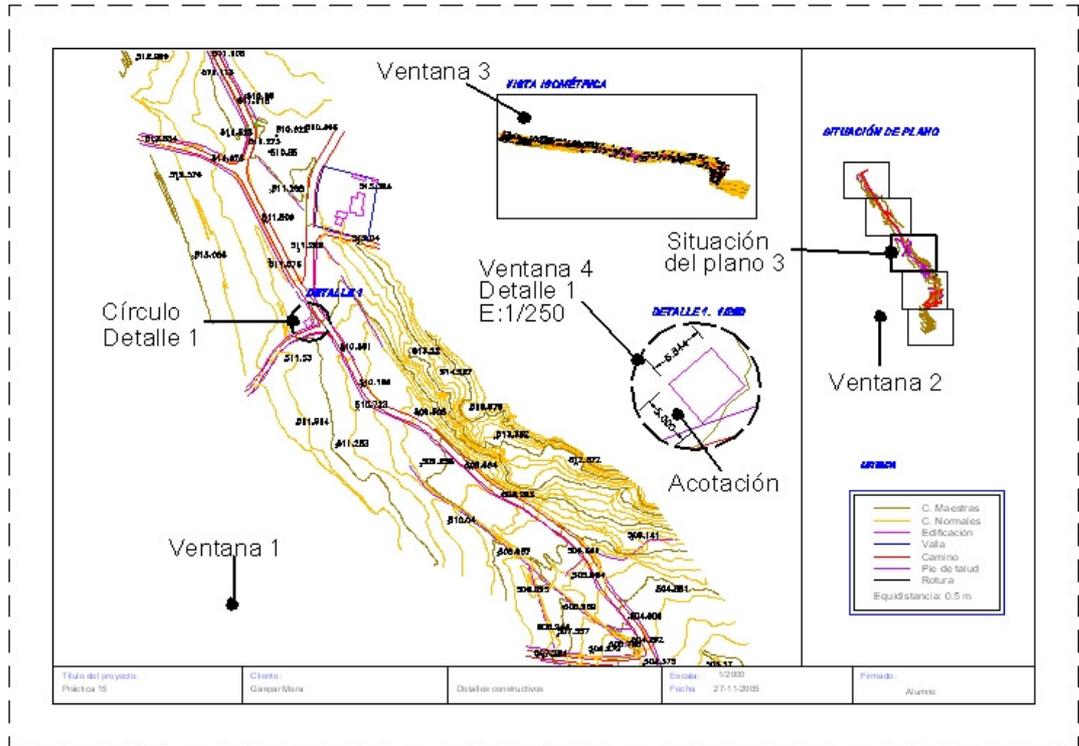


Figura 3.- Presentación con ventanas gráficas de diferentes formas, puntos de vista y escalas

En la figura 3, el cajetín y la leyenda se encuentra sobre el papel, además de cuatro ventanas gráficas, desde las que se muestra el terreno a diferentes escalas.

3. RESOLUCIÓN DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS MÁS FRECUENTES CON AUTOCAD.

a. Superficiaciones y ajuste de áreas. Orden “polcont” y “area”.

Para obtener el área de un polígono, el método más aconsejable es, primero dibujar una polilínea cerrada sobre dicho contorno, y luego examinar sus propiedades área y perímetro. Para obtener la polilínea cerrada se utiliza el comando “polcont”, que hace todo el trabajo. Para saber el área y el perímetro de una polilínea se pueden usar los comando “list” o “área”.

Muy frecuentemente se necesita obtener o dividir polígonos, de forma que cumplan una determinada superficie. Para ello, normalmente hay libertad para mover un linde únicamente. El proceso para obtener la superficie final es iterativo: se mueve el linde y se comprueba el área. Si la aproximación no es suficiente, se vuelve a repetir el proceso. Para saber en cada iteración cuánto se ha de mover el linde, se puede utilizar la fórmula del área de un rectángulo:

$$a = l * d$$

de donde

$$D = a / l$$

En la fórmula anterior, el parámetro “a” es la diferencia entre el área exacta y la conseguida en la iteración actual. El parámetro “l” es la longitud del linde que se está desplazando y “d” es la distancia que hay que desplazar el linde para añadir o eliminar el área “a”. Tal como se puede apreciar en la figura 4.

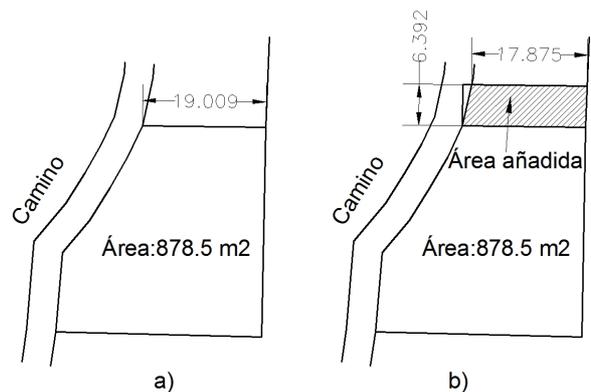


Figura 4.- Ajuste de áreas

b. Digitalización de planos para el deslinde de parcelas.

Si se tiene un plano en papel, obtener sus elementos (puntos, líneas, polígonos, etc.) en soporte digital, por ejemplo en un dibujo de AutoCAD, se denomina digitalizar. La forma convencional de digitalizar es utilizando una tableta digitalizadora. Actualmente el proceso más utilizado es obtener una imagen del plano mediante un escáner e introducirla en el programa de dibujo. De esta forma, cómodamente, se dibujan los elementos del plano mediante las entidades de dibujo disponibles, puntos, líneas, polilíneas, etc.

Por cualquiera de los métodos de digitalizar, mediante una tableta o un escáner, se obtienen puntos, líneas y polígonos de los elementos que forman el plano. Pero queda una cuestión de vital importancia: las coordenadas de los elementos deben ser las mismas en AutoCAD que en el plano, o en el sistema de coordenadas terreno. Esto se resuelve mediante los “puntos de control”. Los puntos de control son puntos que aparecen en el plano de los cuales se conocen sus coordenadas terreno, lo que se denominan “puntos homólogos”, véase la figura 5.

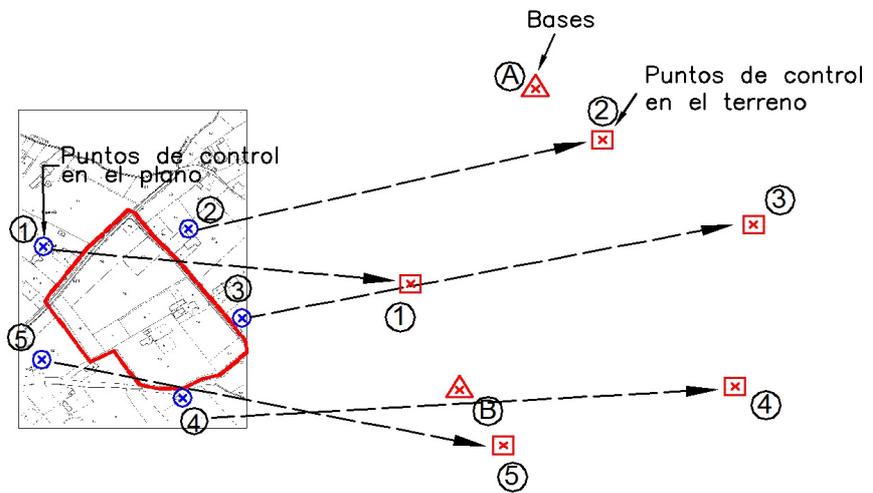


Figura 5.- Georreferenciación de la imagen de un plano catastral

El caso más frecuente es que hayan desaparecido los lindes de una parcela rústica y se necesite reubicarla en el terreno. La forma más económica de resolver el deslinde es mediante los siguientes pasos:

- Se debe obtener el plano donde aparezca la parcela de forma más precisa, normalmente es un plano catastral.
- Se digitaliza la parcela y las construcciones más cercanas, en gabinete.
- Se va a campo y se identifican elementos digitalizados existentes en el terreno.
- Se obtienen coordenadas terreno de, al menos 5 puntos que rodeen la parcela a deslindar.
- Con AutoCAD se hacen coincidir lo más posible los puntos digitalizados con sus homólogos del terreno. Para ello se realiza una transformación afín.
- Normalmente, por las deformaciones del plano, será imposible hacer que todos los puntos coincidan, por lo que se dejará de forma que los errores sean lo menores posibles.
- La distancia máxima entre dos puntos homólogos es la cota de error máxima del deslinde.
- Se obtienen las coordenadas en el sistema terreno de los vértices de la parcela y se replantean.
- Se realiza un informe con los resultados obtenidos.

c. Realización de encajes de obra.

Se llama «Encaje de obra» a la comprobación de que, el proyecto de una obra «encaja» perfectamente en el lugar previsto para ella y, a la vez, a la comprobación de bases de replanteo existentes y ubicación de bases nuevas. Dicho de otra forma, «encajar» una obra es comprobar que:

- La obra empieza y acaba donde aparece en el proyecto.
- Para el replanteo de la obra se pueden utilizar las bases existentes, o las nuevas, utilizadas para la realización del mismo «encaje».

Antes de comenzar a replantear elementos del proyecto hay que cerciorarse de que se cumplen los dos puntos anteriores. Para ello, se realiza un levantamiento topográfico de la zona donde se sitúa la obra, ubicando ya las futuras bases de replanteo, y se “encaja” el proyecto sobre dicho levantamiento, comprobando las diferencias encontradas.

En la figura 6 se presenta un ejemplo: se pretende construir un edificio en un solar, se tiene el proyecto del edificio, sección b de la figura, y se realiza un levantamiento del solar, sección a.

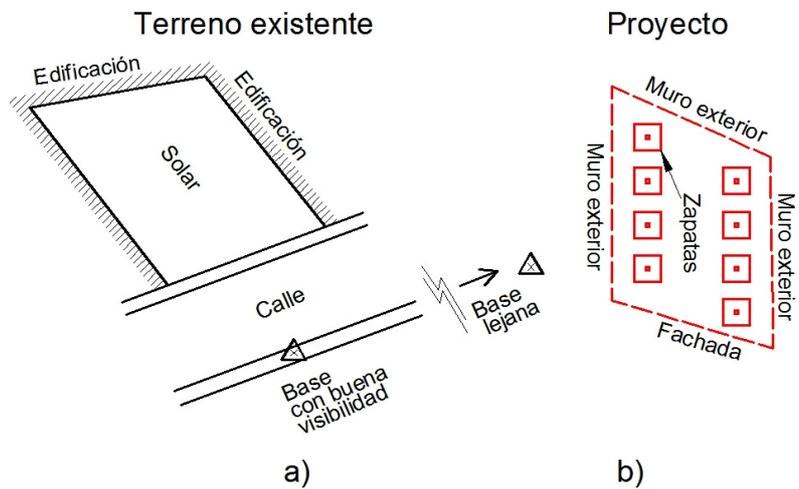


Figura 6.- “Encaje” de un proyecto de edificación en el terreno

En la figura 7 se muestran los pasos seguidos para “montar” el futuro edificio en el solar: se desplaza el proyecto sobre un punto del levantamiento, se realiza un giro, y, frecuentemente un escalado, hasta hacer que los dos puntos homólogos más separados y fiables proyecto-levantamiento coincidan. Posteriormente se comprueban las discrepancias y se realiza un informe con los resultados obtenidos. En la figura 7, la discrepancia máxima es de 8’5 cm.

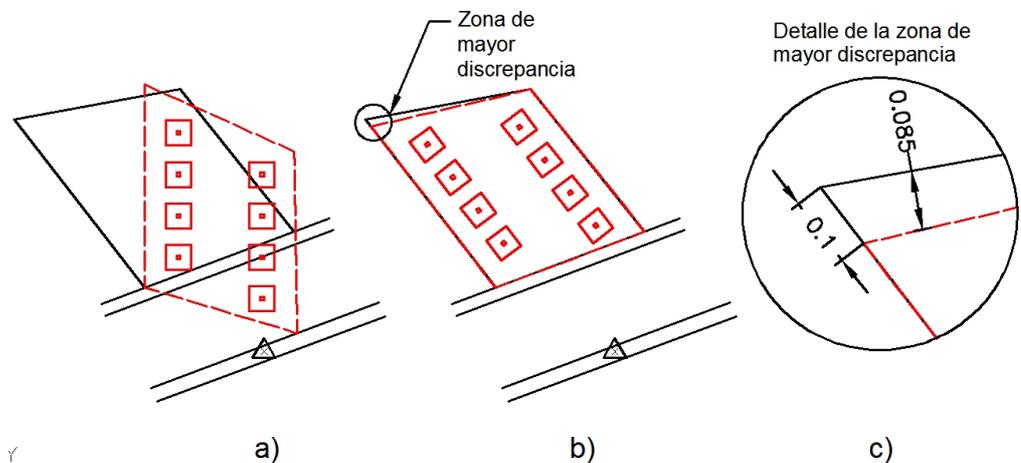


Figura 7.- Diferencias proyecto-terreno

d. Simplificación de las coordenadas de replanteo mediante los SCP.

El sistema de coordenadas que se utiliza normalmente es el denominado “Universal”. Este sistema de coordenadas puede no ser el más apropiado cuando se dibujan elementos ortogonales, pero girados respecto del sistema de coordenadas “Universal”. En la figura 8 se presenta un ejemplo.

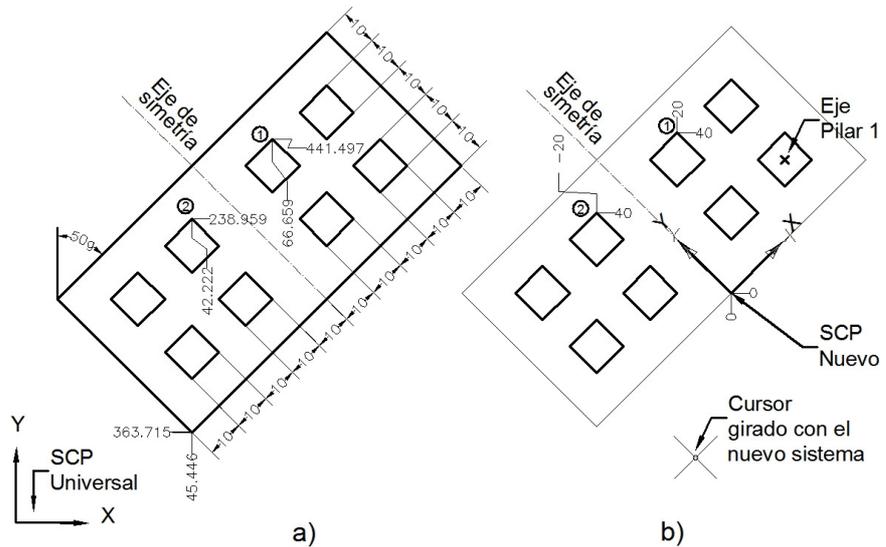


Figura 8.- Ejemplo de uso de los SCP para la simplificación de coordenadas

En la sección a, de la figura 8, se observa la cimentación de un edificio. Se aprecia fácilmente que, con el sistema de coordenadas “Universal”, las coordenadas de cada uno de los vértices de las zapatas, son difíciles de calcular. Sin embargo, si se sitúa temporalmente el sistema de coordenadas en el eje del edificio, como aparece en la sección b, el cálculo de coordenadas se simplifica en gran parte. En este caso se obtienen las siguientes ventajas:

- Se pueden calcular las coordenadas de replanteo de los elementos sin necesidad del ordenador. Con un plano acotado es posible calcular coordenadas, simplemente sumando y restando acotaciones. En el caso del punto 1, la distancia en X al origen de coordenadas es 20 y, en Y, es 40, con lo que sus coordenadas son (20, 40). El punto 2 es simétrico respecto del eje X, por lo que sus coordenadas son (-20,40).
- Al ser el edificio simétrico, y estar el origen situado sobre el eje de simetría, las coordenadas X se repiten: al lado derecho del eje de simetría son positivas y al izquierdo negativas. El origen también se puede situar en la parte izquierda del edificio, si se prefiere que todas las coordenadas sean positivas.

Por otra parte, si se tienen varios edificios iguales, es muy sencillo crear un SCP para cada bloque, situándolo siempre en el mismo lugar de cada bloque, como se puede ver en la figura siguiente. De esta forma se tienen las mismas coordenadas de replanteo para todos los bloques. Lógicamente, se tendrán tres coordenadas diferentes para cada base, una para cada SCP. Esta complicación añadida es insignificante, ya que son muy pocas las bases en relación a los puntos de replanteo de cada bloque.

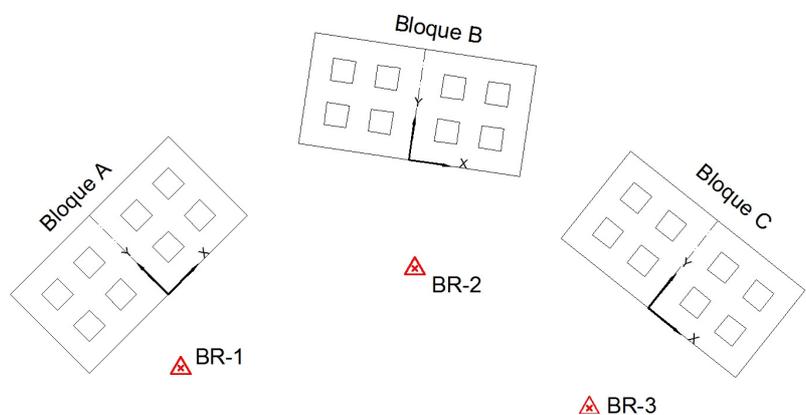


Figura 9.- Ejemplo de uso de los SCP para la eliminación de coordenadas diferentes

e. Facilitar el replanteo de alineaciones mediante los SCP.

Otra ventaja muy importante, del uso de SCP, se produce cuando se pretenden replantear alineaciones, y los ejes del sistema de coordenadas y las alineaciones a replantear son paralelos. Es muy normal que se necesiten marcar cuatro puntos, que, unidos dos a dos mediante una cuerda, definan en su intersección un punto. Este es el caso de la figura 10, en donde se necesita ubicar el eje de un pilar (sección a).

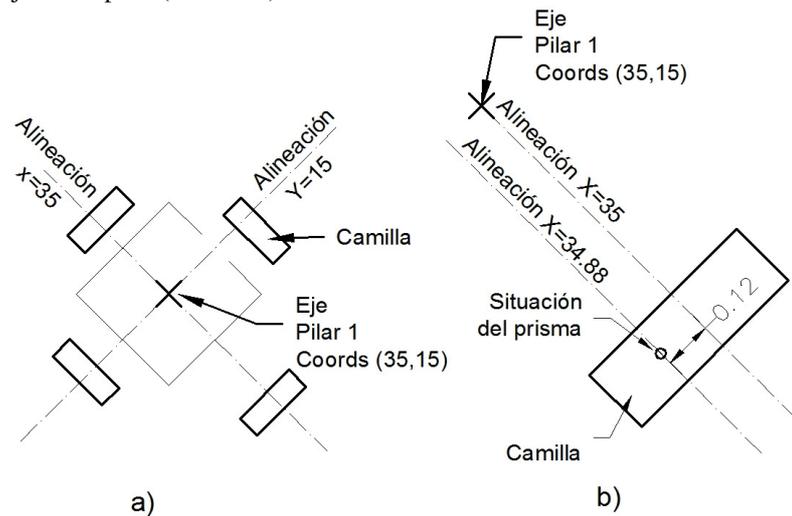


Figura 10.- Ejemplo de uso de los SCP para facilitar el replanteo por alineaciones

Por ejemplo, en la sección b de la figura 10, si se quiere replantear las alineaciones del eje del pilar número 1, de coordenadas (35,15), lo único que se tiene que hacer es buscar la coordenadas X=35, sobre la madera o camilla adecuada. Para ello el auxiliar de Topografía se sitúa sobre la camilla, el aparatista realiza la medición, obteniendo unas coordenadas X, Y del punto medido. En la figura se ha obtenido la coordenada X=34.88, siendo la coordenada Y indiferente. Hasta la coordenada 35 faltan 0.12 m, por lo que, si el auxiliar está frente al centro del pilar, debe mover el prisma 12 cm a su derecha.

4. BIBLIOGRAFÍA.

Como ya se ha comentado este artículo es un resumen en donde se describen una selección de comandos avanzados de gran utilidad en el mundo de la Topografía, aunque todo ello mucho más ampliado aparece detallado en la publicación asociada siguiente (vease figura 11):

J. Gaspar Mora Navarro (2006): "AutoCad aplicado a la Topografía". Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Ref.: 2006-4075. Págs. 329

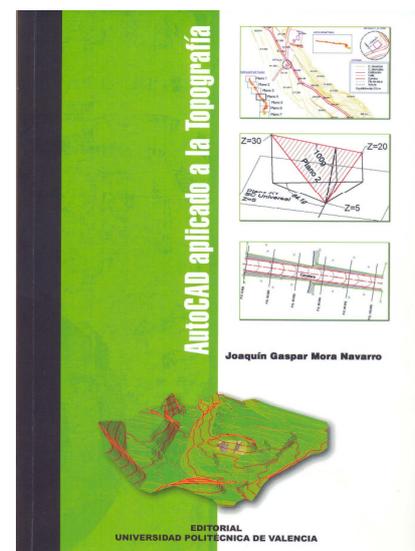


Figura 11.- Libro "AutoCAD aplicado a la Topografía"

Agradecimientos:

Agradecemos al Área de Apoyo Lingüístico a la I+D+I de la Universidad Politécnica de Valencia la traducción del resumen de este artículo.