

# **CURSO COMPLETO DE AUTOCAD 2004 EN 2D y 3D**

Creado por **Daniel García Fernández-Pacheco**

EMAIL: [eagledan@ono.com](mailto:eagledan@ono.com)

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| 1. Conceptos y órdenes básicas, línea, círculo, equidistancia, polígonos, recortar, referencia a objetos y zoom.....           | 3   |
| 2. Órdenes alargar, copiar objeto, borrar, mover, rectángulo, arcos, sombreados, rayados y colores.....                        | 8   |
| 3. Orden matriz.....   | 12  |
| 4. Simetría y empalme.....   | 15  |
| 5. Escalar, descomponer y editor de polilíneas, edipol.....  | 17  |
| 6. Polilíneas, punto, graduar y dividir líneas, texto, arandela.....   | 19  |
| 7. Bloques y girar objetos.....  | 23  |
| 8. Capas, coordenadas, propiedades, cambiar textos, acotar, chaflán y calculadora.....   | 25  |
| 9. Seleccionar un objeto que está encima de otro y la orden alinear.....   | 30  |
| 10. Orden boceto y línea múltiple.....   | 32  |
| 11. Orden elipse, región, unión, diferencia e intersección.....  | 35  |
| 12. Resolución isométrica, círculos en isométrica , rejilla y forzar cursor .....  | 38  |
| 13. Polilíneas, región, contorno, extrusión, vistas, órbita 3D, sombreados, girar3D y barra personalizada de herramientas..... | 42  |
| 14. Revolución, cortar un sólido, empalme en 3D, simetrías en 3D y matrices en 3D .....  | 48  |
| 15. Cotas en 3D y el SCP.....  | 52  |
| 16. Superficies 3D, región, facetres, extruir caras, borrar empalmes, copiar y colorear caras.....                             | 56  |
| 17. Cómo aplicar y calcular el ángulo de extrusión.....  | 59  |
| 18. Superficie reglada, tabulada, de revolución. Variable surfTAB.....   | 62  |
| 19. Rutinas, espiral y cómo simular un tornillo en 3D.....   | 65  |
| 20. El renderizado, materiales y luces.....  | 72  |
| 21. Cómo se utilizan los cuatro tipos de luces.....  | 78  |
| 22. Cómo se ponen fondos en renderizados y sombras producidas por luces.....   | 83  |
| 23. Cómo se pueden hacer materiales nuevos a partir de un gráfico y para qué sirve la ventana Render .....                     | 88  |
| 24. Cómo se imprime o plotea.....  | 93  |
| ANEXO I – Presentaciones para imprimir o plotear .....   | 100 |
| ANEXO II – Configuración correcta del estilo de acotación.....   | 109 |
| ANEXO III – Guía rápida .....  | 117 |

---

## **1. Conceptos y órdenes básicas, línea, círculo, equidistancia, polígonos, recortar, referencia a objetos y zoom**

---

En primer lugar diré que AutoCAD es una magnífica herramienta para la creación de planos en 2D y 3D que todo ingeniero o arquitecto que se precie debe conocer. Existen otros programas similares para ello como puede ser Microstation pero la ventaja de Autocad es su carácter universal.

En primer lugar necesitamos por supuesto instalar el programa y entrar en él.

Nos sale una ventana de inicio nada más entrar, dónde elegiremos una página nueva y sistema métrico (valores por defecto)

Ahora nos aparece una ventana sin nombre (Dibujo1.dwg) que debemos **maximizar** para trabajar mejor.

Lo primero que debemos conocer es el uso de las **barras de herramientas**. A nosotros nos aparecerán 3 o 4 por defecto pero podemos configurarlo de tal manera que aparezcan más o menos. Para ello lo primero que hacemos es ir al menú *ver/barra de herramientas*.

Aquí aparecen dichas barras marcadas con una "x" las que están activadas, debemos comprobar que están activadas:

- Dibujo
- Estándar
- Modificar
- Propiedades de objetos

Estas son las más comunes y de momento las que debemos tener (no es aconsejable tener muchas para no liarnos). Estas barras las podemos colocar donde queramos en donde no molesten y sean accesibles. Para ello pincharemos en las dos líneas de arriba (si están en vertical) o de la izquierda (si están en horizontal) y arrastramos las barras donde queramos. Si la sacamos a la pantalla (en la ventana negra donde dibujamos), se abrirán como una ventana y si queremos colocarlo otra vez en posición de barra lateral debemos pinchar en la parte azul (de arriba), arrastrar y colocarla como queramos. Hay que tener precaución con las barras de herramientas porque a veces se solapan unas con otras y no se ven.

En la parte inferior de la pantalla se encuentra el cuadro de órdenes donde encontraremos información de lo que estamos haciendo. Las órdenes se pueden dar de tres formas: por medio de los botones de las barras de herramientas, por medio de los menús de la parte de arriba o por medio del teclado en el cuadro de órdenes inferior. **Cuando en el cuadro de órdenes aparecen opciones entre [Corchetes] quiere decir que para ejecutarlas tendremos que pulsar la letra que aparece en mayúsculas y pulsar ENTER.**

Veamos algunas órdenes básicas:

Línea (orden rápida - L) 

Podemos hacer líneas pinchando con botón izquierdo del ratón en el primer botón de la barra de herramientas de **Dibujo** o bien con la orden rápida en el cuadro de órdenes de abajo pulsando "L" y después ENTER, o por medio de los menús Dibujo/Línea.

Una vez pulsado línea de cualquiera de las maneras pinchamos en cualquier punto con botón izquierdo del ratón y pinchamos otra vez para el final de la línea, si deseamos hacer más seguiremos pinchando, si no pulsaremos ENTER o botón derecho del ratón.

Una utilidad muy importante es el **ORTO** que sirve para dibujar con ángulos de 90°, para activar o desactivar el ORTO es con F8 o bien en la parte de abajo tenemos un botón.

Si quiero seleccionar un objeto pulso sobre él con botón izquierdo o bien hago un recuadro de izquierda a derecha que lo contenga todo. Si hago el recuadro de derecha a izquierda simplemente con tocar el objeto se seleccionará.

Si quiero borrar simplemente lo selecciono y le doy a la tecla suprimir (Supr).

Para cancelar una orden pulso la tecla ESC, se puede ver en el cuadro de órdenes de abajo que efectivamente se ha cancelado.

Es muy importante estar pendiente constantemente de lo que pone en el cuadro de órdenes, para saber si tenemos activada una orden o no. Si aparece la palabra *comando* significa que no tenemos ninguna orden seleccionada. Para poder cerrar Autocad es importante no tener ninguna orden activa.

Círculo (orden rápida - C) 

En la barra de herramientas de **Dibujo**. Se puede hacer de las tres formas que se ha mencionado.

En el cuadro de abajo aparece:

3P --- con tres puntos (tecleamos 3P)

2P --- con dos puntos (tecleamos 2P)

Ttr --- Tangente Tangente radio (tecleamos T)

Si no elijo nada y pincho se toma el valor por defecto, que es el punto del centro y radio. Para elegir otra se teclaea lo que se quiera. Se puede dar un valor de radio desde el teclado o simplemente pinchar donde se desee.

Polígonos (orden rápida - Pg) 

En la barra de herramientas de **Dibujo**. Desde el teclado se puede dar el número de lados y si queremos que sea inscrito o circunscrito a una circunferencia. Si no elegimos nada y vamos pulsando con ENTER se eligen los valores por defecto (los valores por defecto son los que vienen entre <> en el cuadro de órdenes).

Equidistancia (orden rápida - Eq) 

En la barra de herramientas de **Modificar**. Elegimos con el teclado la distancia deseada, pulsamos el objeto que queramos equidistar y pulsamos en la zona donde lo queremos equidistar (por arriba o por debajo).

Se puede hacer una equidistancia como ya he dicho asignándole un valor determinado en el cuadro de órdenes de abajo, pero también se puede por ejemplo trazar una línea y cuando te pregunte la distancia a asignar pinchar en el principio y el fin de esa línea y cuando hagas la equidistancia la hará a ese valor).

Recortar líneas sobrantes (orden rápida - rr) 

En la barra de herramientas de **Dibujo**. Sirve para recortar las líneas sobrantes hasta los cruces de rectas. Una vez seleccionada esta orden aparece en el cuadro de órdenes abajo "*designe objetos*". Ahora no designaremos ninguno y simplemente nos lo saltamos dando a ENTER, ahora aparece "*designe objetos a recortar*" entonces simplemente seleccionamos los tramos hasta los cruces que queremos quitar. Como ejemplo práctico para ver esto podemos hacer un par de rectas que se crucen y eliminar los bordes hasta el cruce. Podemos observar que si hacemos esto sólo podremos eliminar dos tramos hasta el cruce si queremos eliminar algo más lo debemos hacer como ya se ha mencionado antes (seleccionar lo que queremos quitar y tecla Supr)

Se nos puede plantear el problema de que estemos eliminando muchos tramos de una sola vez con esta herramienta, y que nos hayamos equivocado. Hay dos opciones:

- Darle a deshacer en la barra de herramientas estándar: si hacemos esto se deshace todo lo que hicimos con esta orden.
- Cuando nos aparece "*designe objetos a recortar*" pulsar una "h" : esto hace que sólo se deshaga la última acción.

Vamos a ver otras órdenes muy importantes para poder empezar a trabajar. Son las órdenes de referencia, para ello debemos sacar la barra de herramientas correspondiente. Vamos a *Ver/barra de herramientas* en el menú y marcamos la de referencia a objetos y le damos a cerrar. La colocamos en un lugar que no moleste.

Las referencias son puntos que AutoCAD nos marca para trabajar con total precisión a la hora de dibujar. Por ejemplo si queremos trazar una línea a partir del punto medio de otra AutoCAD nos marcará la referencia al punto medio, habiendo pinchado previamente en el botón que da esa referencia.

La manera que tiene AutoCAD de marcarnos las referencias es por medio de unos símbolos que aparecen. Por ejemplo, si hemos pinchado el botón del punto medio y nos acercamos a dicho punto nos aparecerá un pequeño triángulo amarillo. En la referencia a cuadrantes nos aparece un cuadrado girado, en la referencia al centro de circunferencia nos aparecerá un pequeño círculo, etc...

Una vez ha salido la referencia que queremos, pinchamos y AutoCAD cogerá esa referencia.

Para poder tomar referencias tenemos que tener alguna orden elegida. En el ejemplo de una línea por el punto medio de otra, tendríamos que primeramente elegir la orden línea (L) y después pinchar en el botón de referencia al punto medio

Autocad tiene marcadas unas referencias por defecto de tal manera que no será necesario pulsar el botón de esa referencia, como son las de punto final, centro de circunferencias, etc , pero estas referencias se pueden cambiar poniéndolas a nuestro gusto en función de las necesidades. Esto se hace con el último botón de esta barra *parámetros de referencia a objetos*

 pero por ahora es mejor no tocar eso.

Las referencias que vamos a utilizar más a menudo son:

punto final: marca el punto final e inicial (por defecto) 

punto medio: marca el punto medio 

intersección: marca los puntos de cruce 

centro: marca el centro de una circunferencia (por defecto) 

cuadrante: marca los cuadrantes de una circunferencia 

tangente: marca las tangentes 

perpendicular: marca la perpendicular 

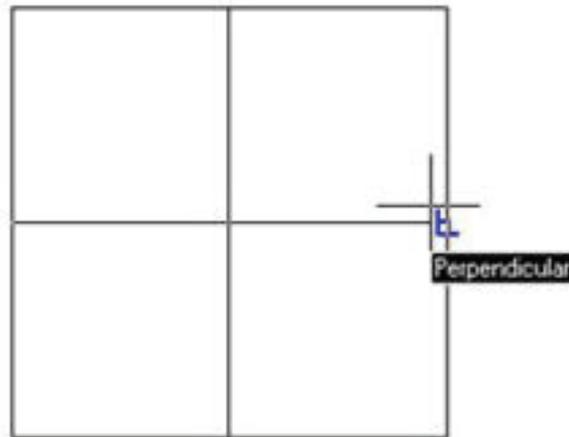
cercano: marca un punto cercano al final o inicial pero que esté dentro de la recta (se usa cuando no queremos la referencia que nos da, sino un punto cercano a esa misma referencia)



ninguno: desactiva las referencias para cuando no queremos las referencias que nos da 

Si por ejemplo hacemos un cuadrado y queremos trazar las perpendiculares por el punto medio de los lados haremos:

1. trazamos el cuadrado (con la orden polígono y orto activado)
2. cogemos la orden línea y pinchamos en la referencia punto medio 
3. ahora nos acercamos al punto medio y nos marcará la referencia al punto medio
4. pinchamos en esa referencia.
5. ahora tenemos que volver a pinchar en la referencia (en perpendicular o bien en punto medio ya que es un cuadrado y da lo mismo)
6. pinchamos en la referencia que nos da
7. pulsamos ENTER para salir de la orden



Como ejercicio se puede practicar con esto de las referencias haciendo tangentes a circunferencias, y trazando equidistancias (por ejemplo se podría hacer una equidistancia a una circunferencia, quedando círculos concéntricos).

### Zoom

El zoom es muy importante en Autocad tenemos varios en la barra estándar (orden rápida - z)

- Extensión: agranda el dibujo a pantalla completa de tal forma que vemos todo lo que tenemos
- Previo: pone la vista previa
- Tiempo real: con una lupa pinchando y hacia afuera y hacia adentro (enter - salir)
- Ventana: delimitando una zona que se amplia
- Encuadre: para mover el dibujo y poderlo encuadrar

Una vez que tenemos un zoom podemos pasar a otro tipo de zoom pinchando con el botón derecho.

Una última cosa, cuando hayamos usado una orden cualquiera, si le damos a ENTER se volverá a la última orden elegida, por ejemplo si hacemos una línea (pincho en línea, pincho en un punto, pincho en otro y enter), y ahora quiero hacer otra línea simplemente pulso ENTER y ya puedo volver a hacer líneas. Es muy útil si quiero hacer muchas líneas rápidamente.

## 2. Órdenes alargar, copiar objeto, borrar, mover, rectángulo, arcos, sombreados, rayados y colores

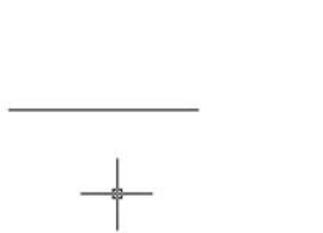
---

Alargar (orden rápida - AL) 

Sirve para alargar líneas. Si pulsamos en la orden aparece en el cuadro de abajo *designe objetos* entonces debemos marcar el objeto hasta el cual quiero alargar la línea y pulsar ENTER.

Después aparece *designe objetos a alargar*. Debemos marcar entonces la línea que queremos marcar.

Como ejemplo de esto pongamos dos líneas que no se corten (una vertical y otra horizontal).



Pulsamos en la orden (AL) y designamos el objeto hasta el que queremos alargar (línea vertical) y después ENTER y a continuación designamos el objeto que queremos alargar (línea horizontal) y vemos que efectivamente se alarga.

Copiar objeto (orden rápida - CP) 

La palabra lo dice, sirve para copiar objetos, ya sea muchas veces (Múltiple) o una sola. Primero selecciono la orden y aparece *designe objetos*, pinchamos en todos los que queramos copiar y ENTER. Después si queremos copiarlo una sola vez precisamos el punto base, si queremos muchas veces ponemos una M (de múltiple). El punto base es aquel desde el que se va a copiar, esto es muy útil cuando lo vamos a referenciar a otro punto (lo mejor es que lo practiquéis).

Borrar (orden rápida - B) 

Para borrar objetos aunque como ya he dicho antes se puede hacer con Supr.

La orden rápida es muy útil para borrar toda la pantalla rápidamente si pulsamos después una T (de todo), se actuaría de la siguiente manera desde el teclado:

B + ENTER + T + ENTER + ENTER

Mover (orden rápida - D) 

Es igual que copiar solo que sin múltiple claro.

Rectángulo (orden rápida - REC) 

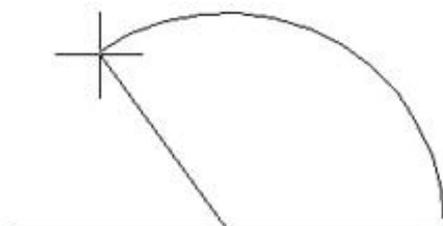
Pues eso, para hacer rectángulos. De momento no explicaré como se usan todas las opciones de esta herramienta.

Arcos (orden rápida - A) 

Hasta ahora la única forma de hacer figuras con arcos sería con circunferencias y recortar los sobrantes. Con esta herramienta se nos facilita la labor porque no tendremos que recortar nada.

Si activamos la orden y no especificamos nada, Autocad cogerá los valores por defecto, que es un arco definido por tres puntos. Pero podemos elegir el centro en primer lugar pulsando C desde el teclado y seguidamente los puntos inicial y final del arco.

Si practicamos con esto un momento veremos que Autocad siempre hace los arcos en sentido contrario a las agujas del reloj, es importante que entendamos esto para no equivocarnos muchas veces al hacer arcos y poder así ir mucho más rápido.



Sombreado (orden rápida - SB) 

Nada más elegir la orden aparece una ventana.

Primero debo elegir el objeto por medio de *designar puntos* o *seleccionar objeto*. Utilizo seleccionar objeto cuando por ejemplo quiero hacer sombreado de una circunferencia, y utilizo designar puntos cuando por ejemplo quiero hacer el sombreado de la intersección de dos circunferencias. Una vez he seleccionado y pulsado ENTER, elijo un patrón pulsando en los puntos suspensivos ... y antes de aceptar **previsualizo para ver como va a quedar**. Si no me gusta, que será lo habitual ya que quedará muy grande o muy pequeño, elegiré una **escala** apropiada previsualizando en cada paso que demos y si queremos podemos girar el patrón un **ángulo** determinado. En los submenús escala y ángulo podemos teclear un valor determinado, el que nosotros queramos.

Para eliminar un sombreado de nuestro dibujo simplemente hago un click sobre él y lo suprimo (Supr)

### Rayados y Colores

Podemos poner el color que queramos a las líneas, además con un estilo de línea que queramos (discontinuo, punto raya,...) para ello iremos a la barra de propiedades de objetos en la parte de arriba normalmente.

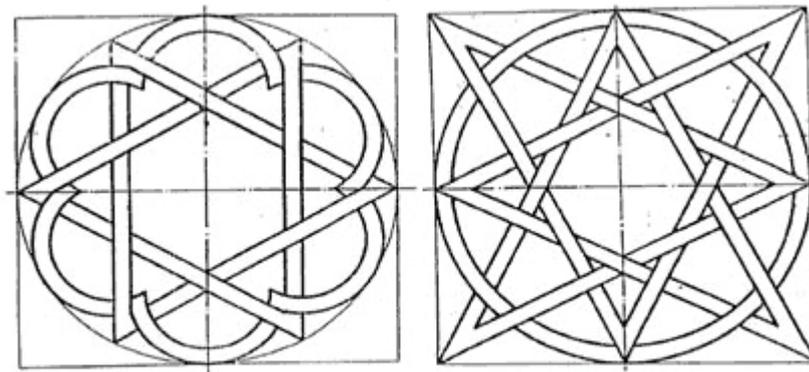
Para el color es la primera donde pone "□ Por Capa" simplemente seleccionamos un objeto y elegimos el color en ese submenú.

Para el estilo es la segunda y vemos que sólo hay un estilo. Esto es porque siempre que queramos elegir un estilo diferente al de defecto (línea continua) tendremos que carga el estilo. Para ello elegimos **otro** en el submenú de estilos. Entonces aparecerá una ventana, pinchamos en **cargar** y elegimos el estilo que queramos y aceptamos. Ahora elegimos nuestro objeto y ya podremos cambiar el estilo en el submenú.

Para el grosor es la tercera, seleccionamos nuestro objeto y elegimos el grosor que queramos. Vemos que aparentemente no hemos hecho nada pero cuando salga por la impresora o plotter si se verá. De todas formas es interesante saber que grosores tienen las líneas cuando dibujamos. Por ello existe un botón en la parte inferior (dónde el ORTO) que sirve para esa función. Se trata del **GLN** que normalmente debe estar desactivado para poder trabajar bien. Hay otro botón ahí abajo que quita las referencias, el **REFENT**, muy útil cuando no queremos las referencias que nos da y sobre todo para no equivocarnos de punto de referencia.

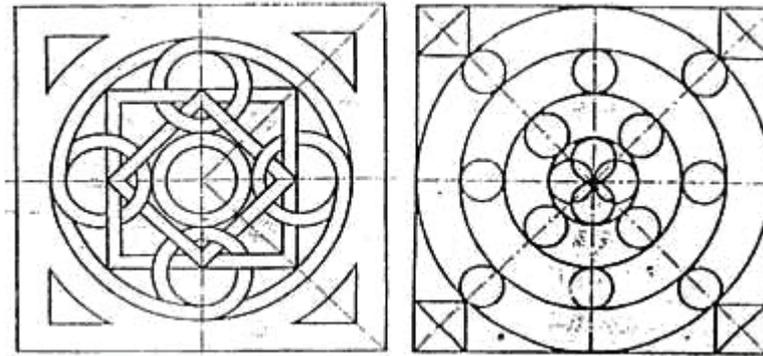
A continuación se ofrecen unos cuantos ejercicios que podéis ir haciendo. Es importante que los hagáis con los conocimientos que tenemos hasta ahora y no utilizar ordenes que no se hayan explicado aquí. Ya veremos que estos ejercicios se pueden hacer mucho más rápido de otras formas.

Los ejercicios están sin acotar lo que significa que el propio dibujo obliga a hacerlo de una manera determinada.

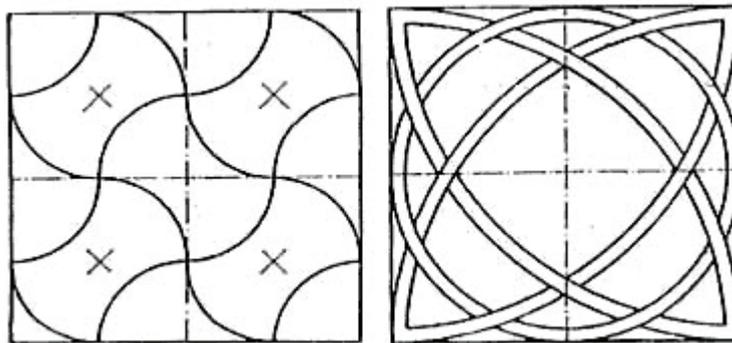


Por favor no utilizar la orden arco

### **Ejercicio 2-1**



**Ejercicio 2-2**



**Ejercicio 2-3**

### 3. Orden matriz

---

Vamos a ver la orden Matriz (orden rápida -- MA) 

Esta orden repite de forma automática un objeto un determinado número de veces. Es muy útil para hacer dibujos en los que una parte se repite muchas veces, como ya veremos más adelante.

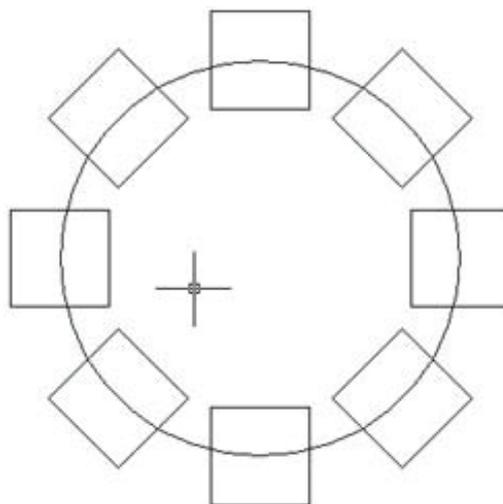
Tenemos dos tipos de matrices:

- Polar** repite el objeto a lo largo de una circunferencia (o arco de circunferencia) dando previamente un centro
- Rectangular** repite el objeto a lo largo de filas y/o columnas (habrá que especificar la distancia entre filas y columnas)

Como ejemplo de matriz **polar** podemos hacer una circunferencia grande y un cuadrado pequeño en uno de los cuadrantes de la circunferencia (por supuesto referenciándolo) y seguidamente pinchamos en la orden *matriz*, apareciendo abajo *designe objetos*. Entonces lo designamos y pulsamos ENTER. Ahora debemos designar el tipo de matriz. Introducimos una "P" de polar y pulsamos ENTER. Ahora hay que precisar el punto central de la matriz, esto es, el punto alrededor del cual se va a repetir el cuadrado. Elegimos el centro de la circunferencia. Ahora hay que indicar el número de elementos de la matriz. Vamos a poner por ejemplo 8. Después hay que precisar el ángulo que va a girar. Si lo ponemos positivo girará en sentido contrario a la agujas del reloj, si lo ponemos negativo girará en sentido de las agujas del reloj. Normalmente siempre vamos a girar 360° así que no es necesario poner nada porque lo trae por defecto, simplemente pulsamos ENTER.

A la pregunta ¿girar objetos? si decimos que SI quiere decir que según va girando también gira la figura; NO quiere decir que el objeto quedará fijo en su posición inicial. Le damos que sí (S).

Esto es mejor que lo probemos con diferentes opciones para ver las diferentes posibilidades.

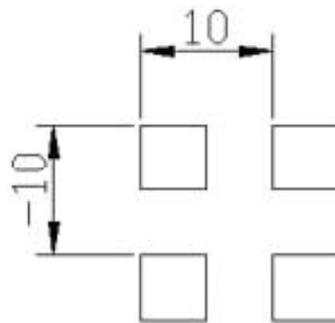


Como ejemplo de matriz **rectangular** podemos hacer un cuadrado pequeño. Elijo la orden matriz (MA), designo objetos y pulso ENTER.

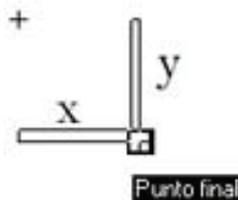
Ahora debo elegir "R" de rectangular. A continuación indico el número de filas y columnas, y aparece *indique la distancia entre filas o precise la célula unidad*. Si estamos haciendo un dibujo acotado con medidas y disponemos de la distancia entre filas lo pondremos manualmente pero si no podemos poner la célula unidad que consiste en hacer un recuadro (como una selección), de forma que la coordenada "x" da la distancia entre columnas y la coordenada "y" da la distancia entre filas.

La distancia entre filas se mide desde el punto más alto de nuestra figura, y la distancia entre columnas desde el punto más a la izquierda. Esto quiere decir que en nuestro cuadrado las distancias se medirán desde el vértice superior izquierdo. Si damos un valor negativo de distancia entre filas la matriz irá hacia abajo (positivo irá hacia arriba). Si damos un valor negativo de distancia entre columnas la matriz irá hacia la izquierda (positivo irá a la derecha).

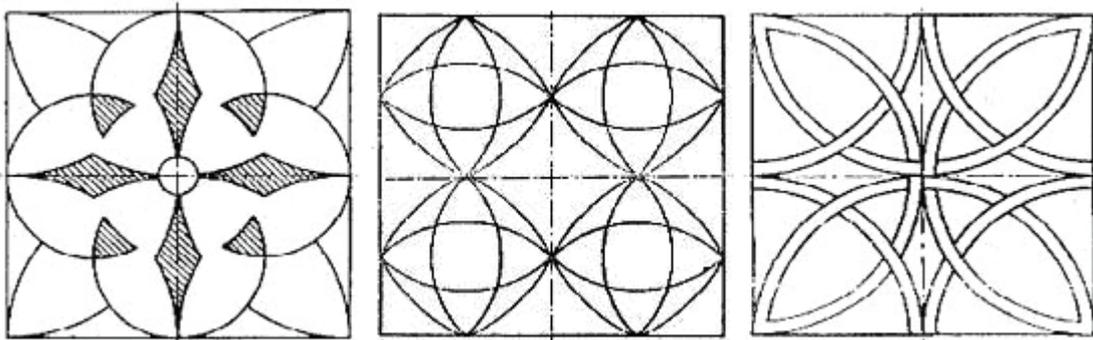
Entonces supongamos que nuestra figura está acotada y mide 5 unidades de lado, y queremos hacer una matriz rectangular que tenga una separación entre figuras de 5 unidades también. Entonces tendremos que dar una distancia entre filas de 10 unidades y entre columnas otras 10 unidades. Dando distancia entre filas -10 y columnas 10 quedará como se ve en la figura.



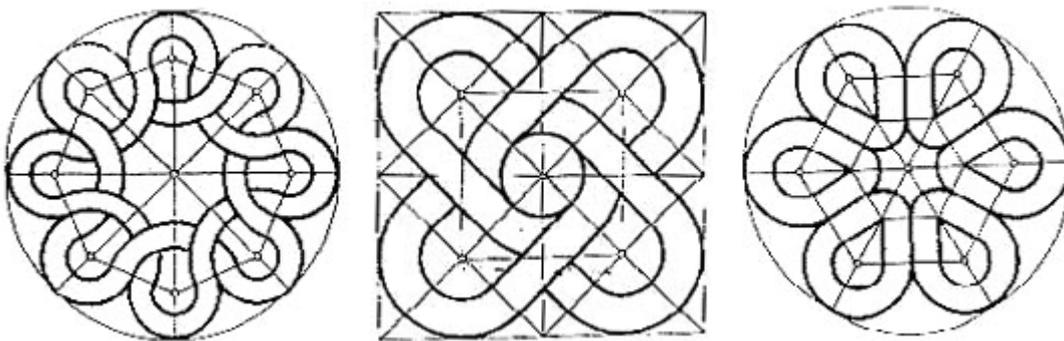
Si ahora elegimos una celda unidad, por ejemplo el mismo cuadrado, vemos que quedan todos los cuadrados pegados. Esto es así porque la coordenada "x" es el lado de 5 unidades y la coordenada "y" es también 5 unidades. Pero la celda unidad puede ser la que queramos, haciendo un recuadro con coordenada "x" (horizontal) y coordenada "y" (vertical) como queramos.



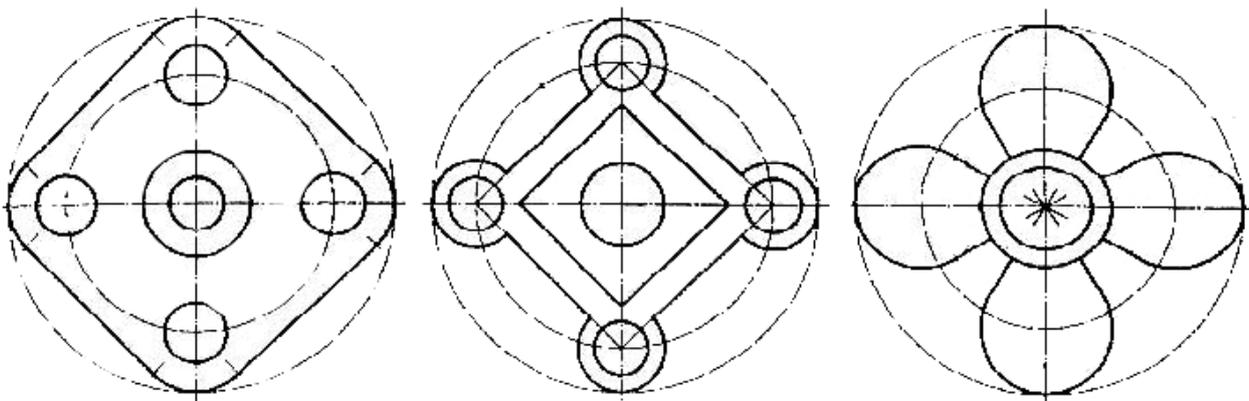
Se propone que hagáis estos tres ejercicios sin medidas, pero intentando utilizar siempre que se pueda la orden matriz. Veréis como al utilizar esta orden todo se simplifica mucho más y se hacen los dibujos muy rápidamente.



**Ejercicio 3-1**



**Ejercicio 3-2**

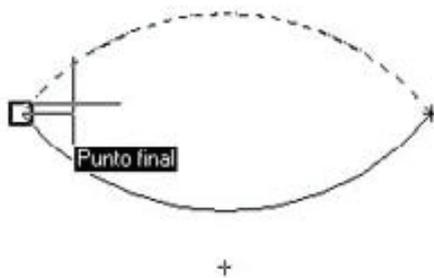


**Ejercicio 3-3**

## 4. Simetría y empalme

Simetría (orden rápida - SI) 

Sirve para hacer simetría de un objeto respecto de un eje definido por dos puntos. Si por ejemplo ponemos un arco como en la figura de abajo y queremos hacer simetría respecto de una recta, primero seleccionamos la orden, a continuación designamos el arco tal como se nos indica en el cuadro de abajo y pulsamos ENTER. Ahora hay que precisar dos puntos que definan una recta (que va a ser la recta de referencia), en nuestro caso tomaremos los dos puntos inicial y final de nuestra recta, pero podrían ser otros dos cualquiera de la recta. Ahora nos pregunta si deseamos suprimir el objeto de origen. Generalmente **no** lo suprimiremos, pero cuando se nos planteé podremos suprimirlo. Si le damos que **no** entonces aparecerá como la figura de abajo.

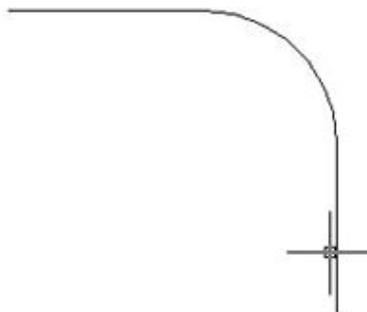


Empalme (orden rápida - MP) 

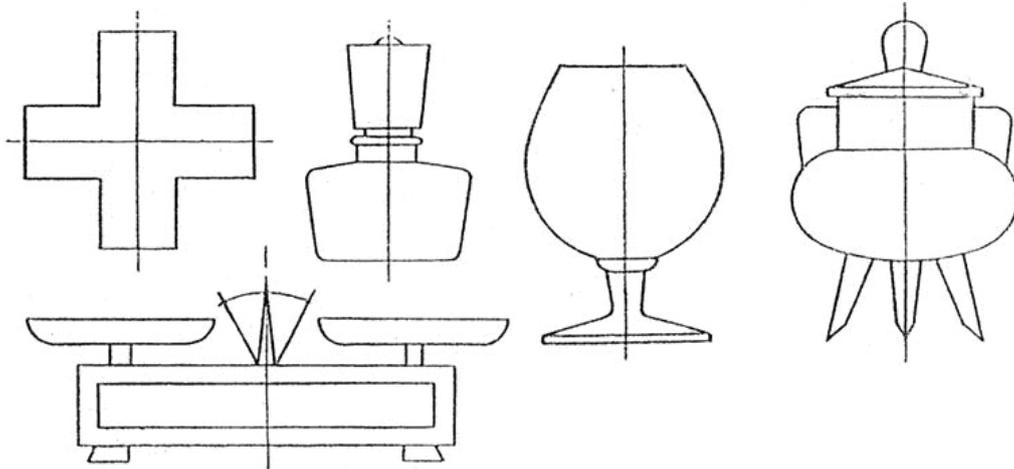
Sirve para empalmar dos rectas mediante un arco. Sería lo mismo que hacer una circunferencia TTR (tangente tangente radio), pero evitando recortar las líneas sobrantes. Una vez seleccionada la orden tendremos que definir el radio si no nos gusta el que Autocad tiene por defecto. Nos aparece:

*Parámetros actuales: Modo = Recortar, Radio = 10.0000 Designe el primer objeto o [Polilínea/RAdio/Recortar]:*

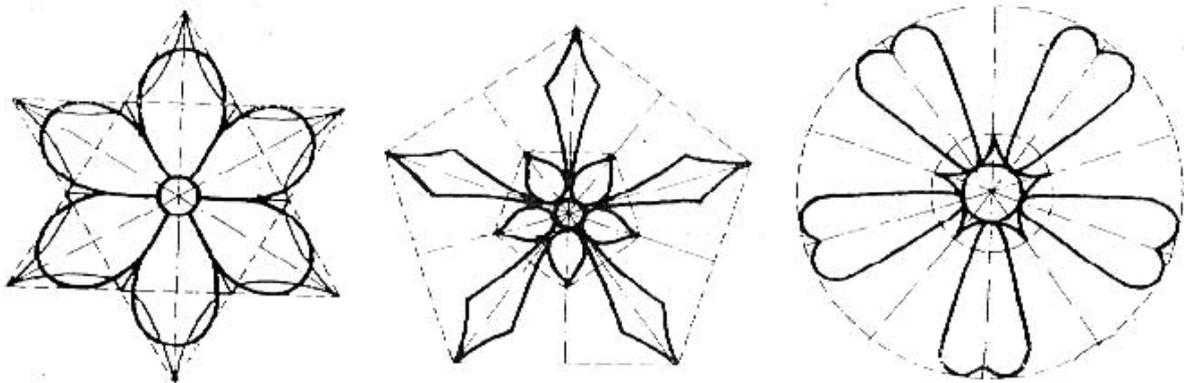
Significa que tiene radio 10 por defecto. Si queremos cambiarlo pulsamos RA y ENTER. Seguidamente ponemos el radio que queramos y pulsamos ENTER de nuevo. Vemos que se sale de la orden, entonces debemos entrar otra vez en la orden pero veremos que el radio ya ha cambiado. Ahora simplemente selecciono las dos líneas que quiero empalmar y listo.



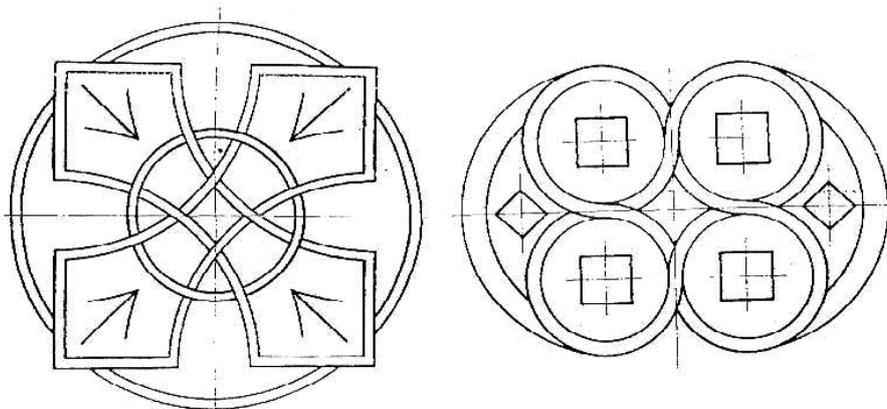
A continuación se ofrecen una serie de ejercicios para practicar simetrías y matrices polares. Es interesante hacer estos ejercicios para coger soltura con las herramientas. Como de costumbre están sin acotar así que en el primero no es necesario que sea totalmente igual, en los otros dos el dibujo obliga a hacerlo de una determinada manera.



**Ejercicio 4-1**



**Ejercicio 4-2**



**Ejercicio 4-3**

## 5. Escalar, descomponer y editor de polilíneas, edipol

---

Escalar (orden rápida - ES) 

Sirve para cambiar el tamaño. Cuando ejecutamos la orden nos pregunta el *factor de escala*. Si ponemos más de 1 la figura aumentará de tamaño, si ponemos menos de 1 la figura disminuirá de tamaño. Por ejemplo si le damos factor de escala 2 entonces aumentará el doble.

Descomponer (orden rápida - DP) 

Sirve para descomponer un objeto en sus partes. Por ejemplo, si dibujamos un cuadrado y lo seleccionamos picando sobre uno de sus lados vemos que se selecciona todo, pero si queremos que el cuadrado se descomponga en sus lados y que cada lado sea independiente utilizaremos esta orden.

La orden contraria sería juntar. Para ello utilizamos la orden polilínea (o mejor dicho el EDITPOL, editor de polilíneas)

Polilínea "EDIPOL" (orden rápida - PE)

Esta orden no esta en ninguna barra tenemos que ir al menú *modificar/polilínea*

Pongamos un ejemplo de esto para que se entienda.

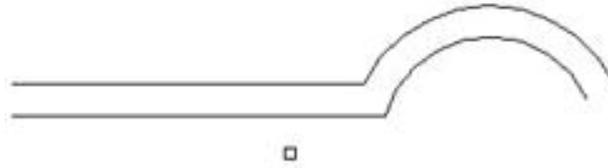
Supongamos que tenemos un objeto como en la figura 1, si intentamos hacer equidistancia tendríamos que alargar las líneas, sin embargo utilizando esta orden se resuelve el problema de forma más fácil y rápida.



Para juntar una figura se procede de la siguiente forma:

- 1 . Primero se selecciona la orden
- 2 . Luego pinchamos en una de la líneas y ENTER
- 3 . Sale: "*¿Lo quiere transformar en una? <S>*" entonces pulsamos ENTER
- 4 . Ahora sale una serie de opciones, nosotros pondremos una "J" de juntar
- 5 . Designo todos los objetos a juntar y pulso ENTER dos veces.

Ya es una polilínea. Si pinchamos sobre ella vemos que se selecciona todo. Una vez que tengamos la figura juntada con polilínea la equidistancia quedará como en la figura 2.



Aquí va un ejercicio para practicar mediante matriz polar.



**Ejercicio 5-1**

## 6. Polilíneas, punto, graduar y dividir líneas, texto, arandela

En el capítulo anterior vimos como modificar una polilínea con el editor de polilíneas, y lo aplicamos al problema de unir dos rectas independientes. Vamos a ver como hacer polilíneas directamente.

Polilínea (orden rápida - PL) 

Sirve para hacer líneas, pero la diferencia con la orden línea es que **ya estarán unidas** y al pinchar para seleccionarlo se selecciona todo.

Esta orden tiene varias opciones. Además de poder hacer líneas también se pueden hacer arcos, cambiar el grosor y si nos hemos equivocado podemos deshacer con "h".

Podemos poner todas las líneas que queramos de una vez, e incluso intercalando arcos. Como ejemplo hagamos una línea con polilínea. Para ello elegimos la orden y pinchamos en dos puntos. Ahora sin salir de la orden tecleamos una "A" de arco y pinchamos en otro punto, tecleamos una "N" de línea y pinchamos en otro sitio.

Vemos que los arcos que hace son muy pronunciados. Si no nos gusta el arco que hace tenemos más opciones de arco. Una vez que hemos tecleado la "A" de arco vemos que aparecen más opciones. Por ejemplo si tecleamos una "D" de dirección hará un arco mucho más suavizado, teniendo que señalar una dirección que será tangente al arco.

También podemos poner un segundo punto para el arco tecleando una "S", y otras opciones que podéis ir investigando.

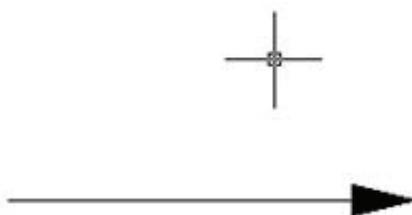
Exista una cosa importante si estamos en este segundo menu de opciones. También tendremos la opción deshacer "h", pero si estamos dentro de una orden, por ejemplo, hemos tecleado "D" y ENTER, para salir de esta opción sin que se acabe la orden polilínea pulsamos ESC.

Otra opción es la de cambiar grosores. Para ello si seleccionamos la orden polilínea, y pulsamos una "G" de grosor aparecerá:

*Precise anchura inicial <0.0000>*: el valor por defecto es cero, pongamos por ejemplo 6, ahora sale:

*Precise anchura final <6.0000>*: aparece de valor 6, si queremos que sea toda igual pulsamos ENTER.

Vamos a ver un ejemplo en que el grosor no sea todo igual. Para ello intentemos hacer una flecha: primero hacemos una línea pinchando en dos puntos y ahora seleccionamos grosor y ponemos por ejemplo 6 en inicial y 0 en final.



Punto (orden rápida - PU) 

Los puntos se usan normalmente para tenerlos de referencia. Si trazamos varios puntos en la pantalla (no muchos) podemos trazar rectas tomando como referencia esos puntos con la opción de la barra de referencias. 

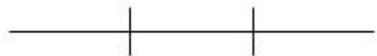
Podemos además cambiar el formato de los puntos para verlos mejor o simplemente por estética en el menú *formato/tipo de punto* (se cambiarán todos los puntos automáticamente). Se puede observar que en los menús hay muchas más opciones que en las barras.

Vamos a ver una opción muy interesante, graduar o dividir una línea en segmentos. Para ello tenemos que ir al menú *dibujo/punto/graduar o dividir*. Veamos la diferencia entre graduar y dividir.

Graduar una línea es hacer segmentos de una determinada magnitud, pero es posible que nos sobre línea al final. Si tenemos una línea que mide 3,3 por ejemplo y hacemos graduaciones de 1 quedará así (y sobrá 0,3).



Dividir es hacer partir una línea en segmentos iguales. Si tenemos una línea que mide 3,3 y la partimos en 3 partes iguales cada parte medirá 1,1 y quedará así.



NOTA: para ver las graduaciones debemos poner un *tipo de punto* adecuado (explicado más arriba), aunque a la hora de hacer las divisiones lo que nos interesa es tener las referencias.

Texto "múltiple" (orden rápida - T) 

Hay dos tipos de texto.

Texto múltiple: en el que se puede hacer varias líneas y modificarlas posteriormente.

Texto simple: en el que sólo se puede hacer una línea y se puede modificar el texto posteriormente pero no se puede modificar el tamaño.

El texto de una sólo línea es mucho más rápido de poner sobre todo si lo queremos en muchos puntos distintos y a la vez. Para utilizar texto simple tenemos que ir al menú *Dibujo/texto*. En el cuadro de abajo se puede poner el tamaño y la inclinación y podemos picar y escribir tantas veces como queramos.

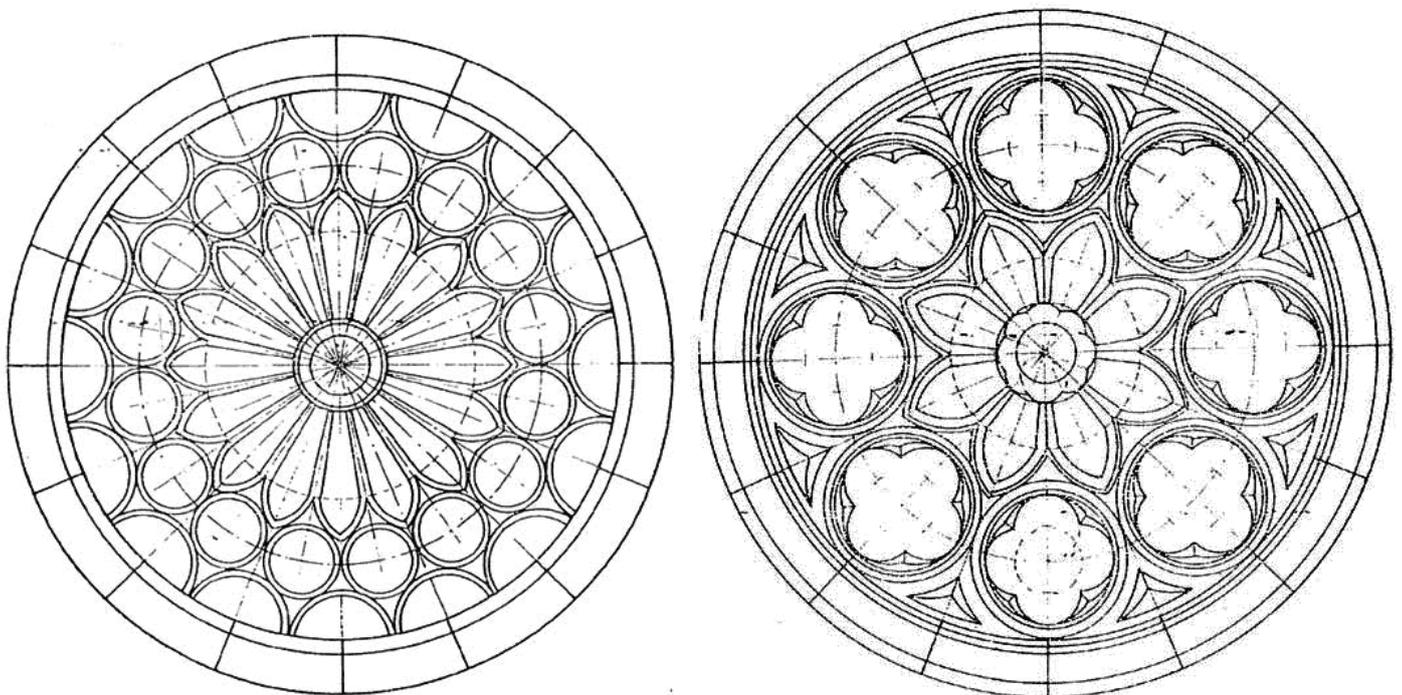
Para modificar texto una vez escrito tenemos que ir al menú *modificar/texto* o se puede seleccionar el texto que queramos modificar y pinchar después con botón derecho y elegir *editar texto*.

En el texto múltiple nos sale el editor de texto de líneas múltiples en el que podremos elegir el tipo de letra y tamaño, una vez escrito el texto en el editor si queremos cambiar el tipo de letra o tamaño debemos seleccionarlo y luego cambiarlo después pulsar ENTER y aceptar.

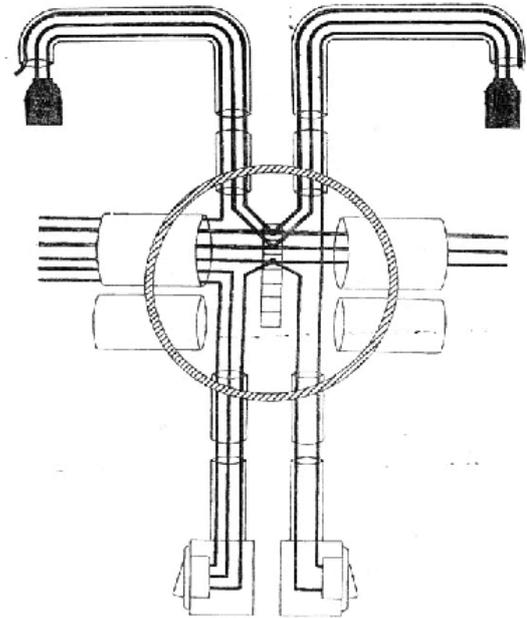
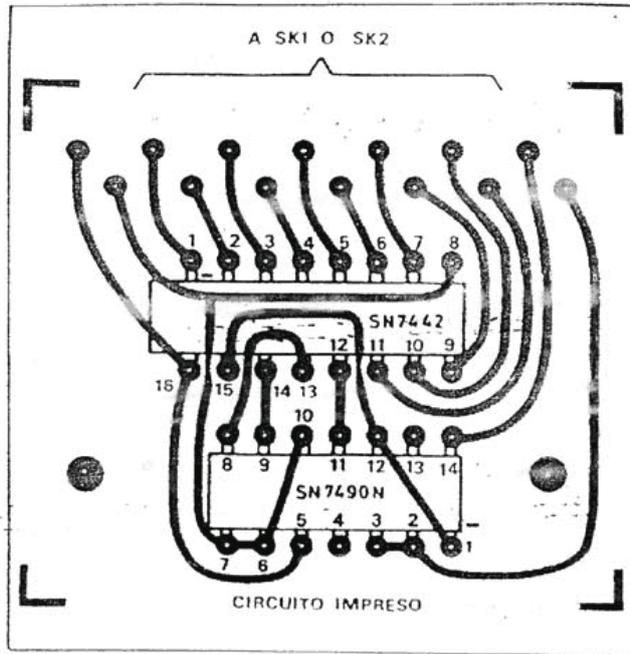
Arandela (orden rápida - AR) o en el menú *Dibujo/Arandela*

Sirve para hacer arandelas, debiendo precisar el diámetro interior y el exterior.

A continuación un par de ejercicios. El primero es para hacerlo con matriz polar (ya veréis que es muy sencillo), y en el otro hay que aplicar polilíneas y arandelas dando grosores (para hacer los grosores lo mejor es darlos al final con la opción de la barra de propiedades de objetos, recordando que para verlos es con GLN). Hay que hacerlo lo más parecido posible.



**Ejercicio 6-1**



Ejercicio 6-2

## 7. Bloques y girar objetos

---

La creación de bloques consiste en crear objetos que se van a repetir con frecuencia (por ejemplo símbolos de circuitos) y guardarlos para insertarlos cuando se quiera. De esta manera se agiliza mucho el dibujo y se tardará mucho menos.

Hay dos formas de crear bloques:

- definir bloques: de esta forma sólo estarán disponibles para ese mismo dibujo y si abro otro documento distinto no lo estarán.
- escribir bloques: lo que se hace es guardar cada bloque en un fichero diferente y estará disponible para cualquier documento.

Por ejemplo, vamos a hacer una punta de flecha y vamos a definirlo como bloque.

Una vez que tenemos hecha la punta de flecha (hecha como ya dije, con polilínea), pinchamos en la orden definir bloque  (o la orden rápida BQ) y nos sale una ventana.

En el campo *nombre*, escribimos el nombre con el que vamos a designar al bloque.

El campo *punto de designación* podemos asignarlo con coordenadas pero de momento lo haremos mejor sobre el dibujo pinchando sobre el botón  y elegiremos un punto adecuado, en este caso el final de la flecha (que acaba en pico). Este punto será a partir del cual nosotros vamos a insertar este bloque.

En *designar objetos* pinchamos sobre el botón  y seleccionamos nuestro bloque, en este caso la punta de flecha.

La diferencia entre retener, guardar como bloque y suprimir es la siguiente:

- *Retener*: una vez creado el bloque, seguirá en pantalla, tal como estaba.
- *Guardar como bloque*: queda también en pantalla pero se guarda como una polilínea. Esto es así porque es posible que creamos un bloque con muchos objetos diferentes que no estén unidos. De esta forma se convertirán en polilínea y quedarán unidos.
- *suprimir*: una vez creado el bloque, se suprimirá y no aparecerá en pantalla.

De momento lo demás no interesa, así que damos a aceptar y ya estará creado.

Si queremos que esté disponible nuestro bloque para cualquier documento debemos escribir bloque que no está en la barra de dibujo (orden rápida - BD).

Es igual que antes, designamos un punto base (o punto de designación), designamos el objeto, y abajo le ponemos un nombre con la extensión .dwg (por ejemplo **flecha.dwg**) y

especificamos en la ubicación donde queremos guardarlo en nuestro disco duro.

Ahora para insertar el bloque o los bloques que hemos creado se usa la orden insertar bloque  (orden rápida - IN) y aparecerá una ventana. En el menú desplegable (nombre) aparecerán los bloques que hemos creado con la orden *definir bloque*, mientras que los de la orden *escribir bloque* tendremos que buscarlos en la ubicación donde los guardamos en nuestro disco duro con el botón *examinar*.

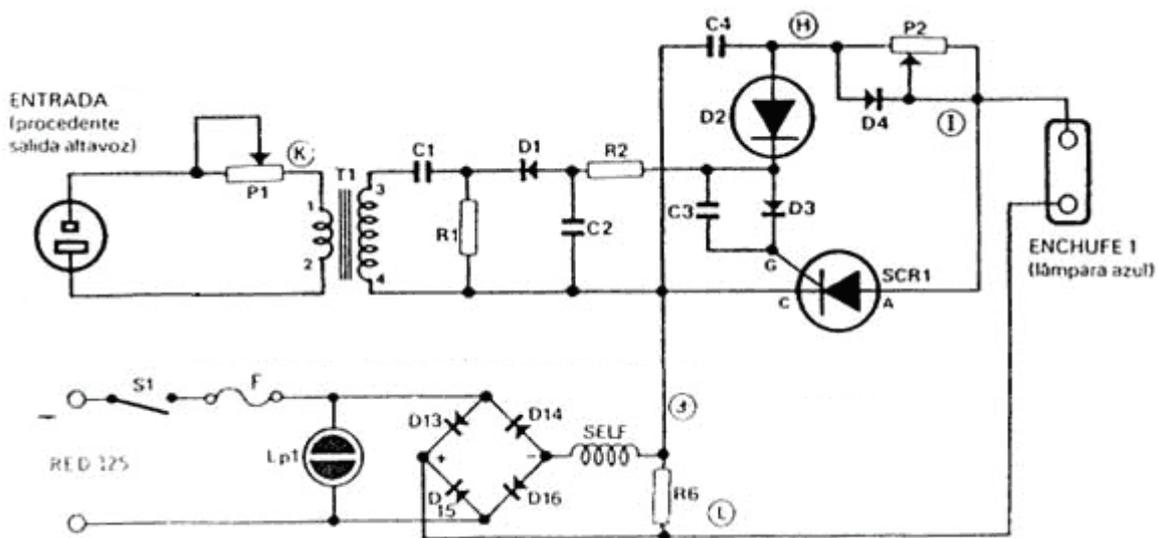
Ahora en *punto de inserción* lo normal y más fácil es precisarlo en pantalla, aunque como se puede ver también se puede hacer introduciendo las coordenadas. Aquí es donde se ve si hemos elegido bien el punto base cuando creamos el bloque.

En el campo *escala* se puede hacer de tres maneras: si marcamos la casilla de precisarlo en pantalla, tendremos que dar el factor de escala cuando lo insertemos, aunque si no lo marcamos podemos darle igualmente una escala. Sino salimos de la orden introduciendo con el teclado PE, o también podemos dar directamente el factor de escala de cada eje. El factor de escala se pone como ya se explicó (un factor de escala 2 sería el doble del dibujo y un factor 0.5 sería la mitad).

NOTA: Los decimales en AutoCAD se ponen con el punto.

Para la rotación podemos hacerlo igualmente o precisándolo en pantalla. En este caso te lo pedirá directamente el ángulo cuando vayas a insertarlo, o poniéndolo antes de insertarlo en esta ventana, o tecleando PG sin salir de la orden. Todo esto también se podría hacer manualmente insertándolo primero y luego cambiarle la escala o girarlo. La orden girar es muy fácil de usar e intuitiva (orden rápida - GI), tan sólo hay que tener en cuenta que los ángulos se giran en sentido contrario a las agujas del reloj.

Para practicar esto de los bloques podéis hacer este ejercicio intentando crear bloques de los elementos que se repitan.



**Ejercicio 7-1**

## 8. Capas, coordenadas, propiedades, cambiar textos, acotar, chaflán y calculadora

---

### Capas

Cuando el dibujo es muy complicado hay que crearse capas. Nosotros siempre crearemos como mínimo una capa aunque no es obligatorio. La capa en la que dibujamos normalmente es la capa 0.

Se pone en capas, por ejemplo, los ejes que nos sirven de referencia, y así podemos desactivar esa capa a la hora de imprimir o simplemente para verla o no cuando estamos dibujando y así no liarnos con tanta línea.

A partir de ahora en los ejercicios siempre crearemos una capa llamada "ejes".

Para crear una capa tenemos un botón en la barra de propiedades de objetos  o en el menú *formato/capa*.

Aparece una ventana, pinchamos en el botón NUEVA en la parte superior izquierda. Ahora le damos un nombre, el que queramos (aunque posteriormente si pinchamos sobre él podemos cambiarlo), podemos hacerlo visible o no, bloquearlo, etc. Pero todo esto ya lo veremos luego. Para empezar podemos ir cambiando el color y el tipo de línea, pinchando sobre la opción color y tipo de línea (recordad que hay que cargar el tipo de línea antes de seleccionarlo), pudiendo también cambiar el grosor. Si hemos cambiado el color, tipo de línea y grosor, ahora aparecerá lo que dibujemos en esa capa con esas opciones. Pinchamos en aceptar y listo.

Si se desea seleccionar una capa es necesario pincharle al menú desplegable justo al lado del botón y seleccionar la que queramos. Eso sí no podemos seleccionar el color, grosor y tipo de línea donde lo seleccionábamos antes, en los menús desplegables de al lado. En estos menús debe aparecer la opción de **por capa** para que las opciones que hemos elegido en cada capa tengan efecto.

Para poder borrar una capa que hemos creado tenemos que borrar primero todos los objetos que contenga esa capa y situarnos en otra capa distinta, con el menú desplegable (por ejemplo nos situamos en la capa 0), ir entonces al administrador de capas  (donde la creamos antes), pinchamos sobre ella y le damos a BORRAR en la parte superior derecha. Por supuesto la capa 0 nunca la podremos borrar.

Podemos crear tantas capas como queramos pero no es conveniente crear demasiadas porque nos podríamos liar.

Supongamos que me he confundido de capa, esto es, he puesto un dibujo en una capa que no le correspondía. No pasa nada, seleccionamos el dibujo, y ahora pinchamos sobre él con el botón derecho y pinchamos en propiedades (o también con el botón  en la barra de estándar, la tercera por el final). Entonces sale una ventana donde podemos cambiar de capa a ese objeto, si picamos en la opción *capa* podremos elegir donde situar a ese objeto.

Esta ventana de propiedades es muy útil. Podemos cambiar desde aquí muchas más cosas (grosor,color,...) y además viene información del objeto (longitud, área de una superficie,...).

Hasta ahora todos los ejercicios que se han propuesto no tenían medidas. A partir de ahora empezaremos a aplicar medidas. Esto es muy sencillo (quizás incluso más fácil). Simplemente diré como se ponen medidas en algunas órdenes y todas se hacen igual, *hay que mirar siempre lo que pone abajo en el cuadro de órdenes*.

En la orden línea, el primer punto se pone donde se quiera y ahora dirijo hacia donde quiera, tecleo una medida y pulso ENTER (así es útil con el ORTO). Si quiero darle además un ángulo exacto, no hace falta que dirija la línea, simplemente debo teclear por ejemplo:

@80<45

siendo 80 la longitud que yo quiera y 45 el ángulo.

Por supuesto, se puede dar un ángulo negativo para que gire en sentido de las agujas del reloj: @80<-45

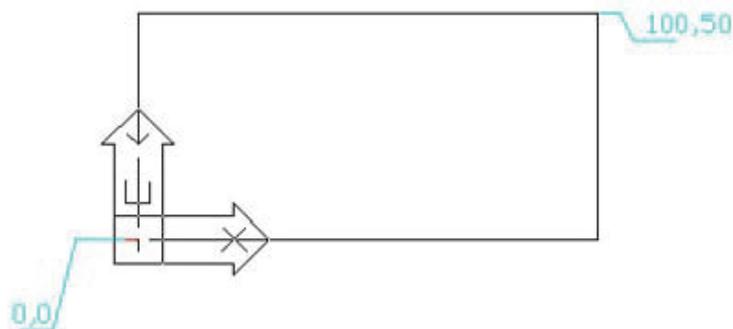
Con la orden círculo se hace igual, simplemente hay que leer abajo. Si quiero poner el diámetro, tecleo primero una D + ENTER y luego la cifra que quiera.

También se pueden trazar puntos por coordenadas. El sistema de referencia es el SCP (que son las dos flechitas XY que aparecen abajo a la izquierda) y el punto de cruce de esas dos flechas es el punto (0,0).

Por ejemplo, si quiero hacer un rectángulo de 100 de ancho por 50 de alto (100 es la coordenada x, 50 es la coordenada y)

- pincho en la orden rectángulo (REC)
- ahora pongo las coordenadas del primer punto: en este caso tecleo 0,0 (cero coma cero)
- ahora las de la esquina opuesta: tecleo 100,50

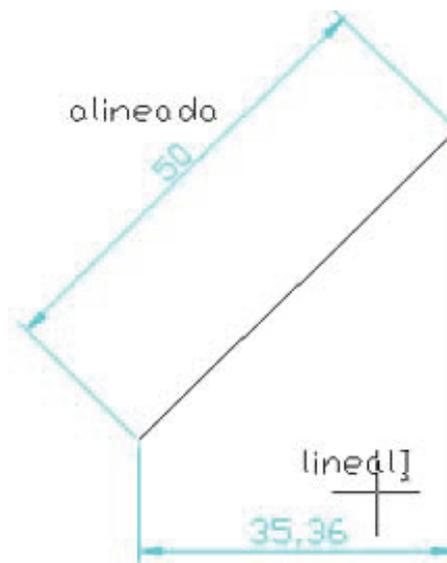
Entonces tendría un rectángulo de 100 por 50 que podría desplazar a cualquier sitio. *Se puede ver que si ponemos el primer punto donde queramos (sin la coordenada 0,0) y ponemos la esquina opuesta 100,50 **no** tendríamos un rectángulo de 100 por 50.*



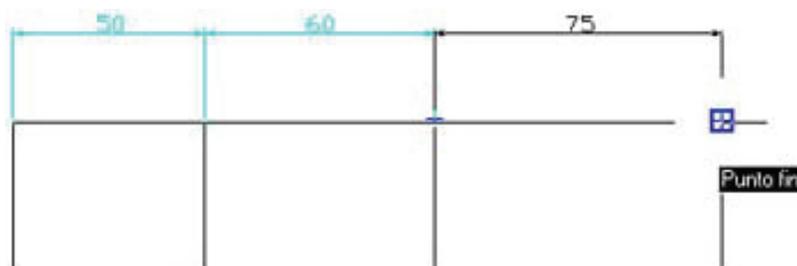
Podemos ver si queremos cuál es el área de ese rectángulo yendo a propiedades.

También se puede desplazar el SCP donde se quiera. Para ello vamos al menú *herramientas/desplazar SCP* y pinchamos donde queramos.

Para Acotar tenemos que ir al menú *Acotar* donde aparecen muchas opciones, pero todas son muy fácil de usar e intuitivas, pudiendo acotar líneas, círculos, arcos,..., Sólo diré la diferencia entre acotación lineal y acotación alineada, que se diferencian cuando queremos acotar una recta que está inclinada, como se puede ver en el dibujo.



Si por ejemplo tenemos que acotar muchas veces una a continuación de otra, tenemos una opción para hacerlo mucho más fácil y rápidamente. Para ello tenemos que acotar la primera y luego la seleccionamos, ahora vamos al menú *acotar/continua* y vamos picando en los puntos de acotación. Veamos el siguiente ejemplo de aclaración.



También podemos cambiar el texto de las cotas.

Podemos en primer lugar cambiar el tamaño de dos formas.

- Cambiarlo una a una: para ello voy a la ventana de propiedades (seleccionándolo y pinchando en , o botón derecho y propiedades) y en la pestaña categorizada, vamos a texto, y cambiamos la altura de texto.

- Cambiarlo desde un principio: si vemos que es muy pequeño o grande, yendo a *formato/estilo de texto*. Aquí podemos cambiar la altura y si queremos el tipo de letra.

También podemos "engañar" en una medida o modificar el texto a nuestro gusto si descomponemos la cota con la dinamita. 

Chaflán (orden rápida - CH) 

Es un corte recto que se da a una esquina (es parecido al empalme).

Pongamos que tenemos dos líneas que forman una esquina. Si pulso en la orden chaflán, aparecerá:

*(Modo Recortar) Primera distancia de chaflán actual = 10.0000, Segunda distancia = 10.0000  
Diseñe la primera línea o [Polilínea/Distancia/ángulo/Recortar/Método]:*

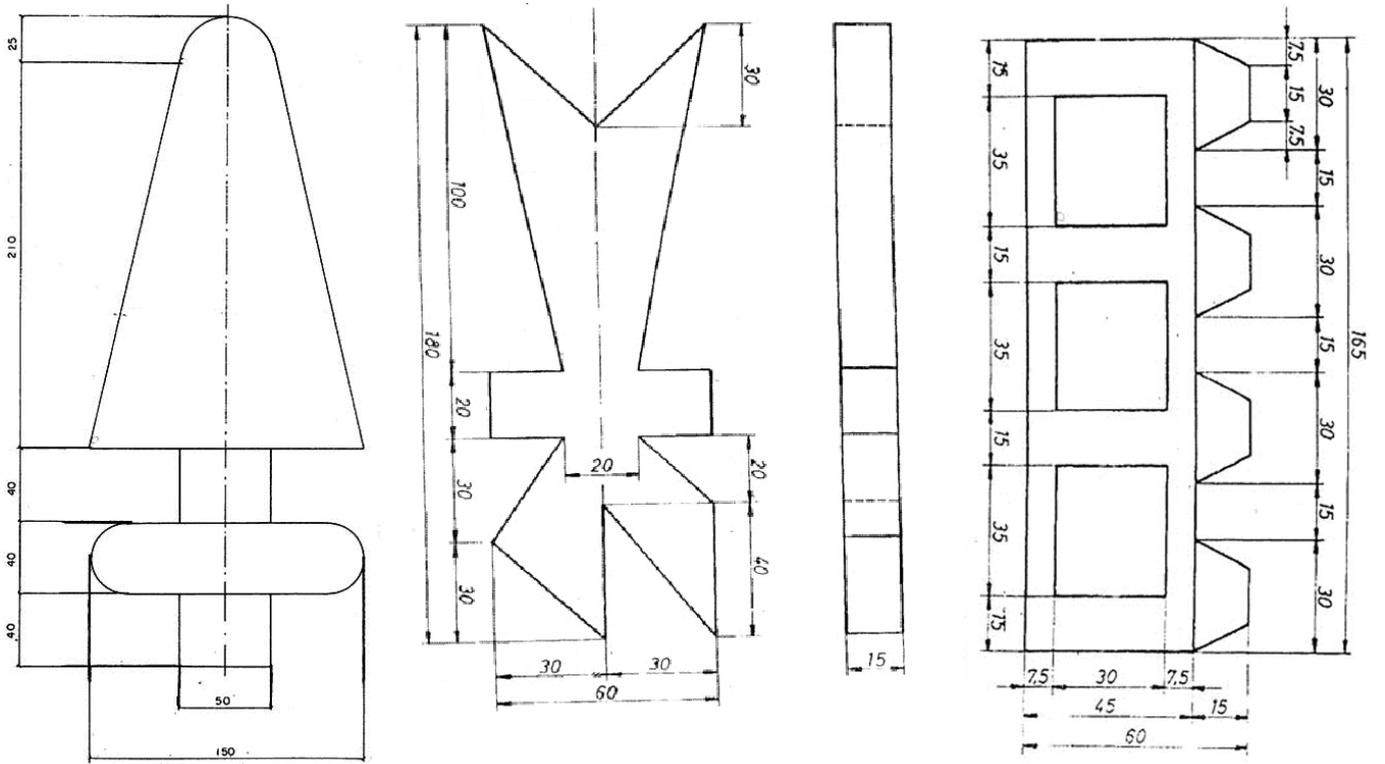
Tengo que dar en primer lugar dos distancias, la distancia desde la esquina en el primer corte, y la del segundo, pulsando para ello D (distancia) y ENTER. Le doy las que quiera, por ejemplo 10 y 5 (por defecto como se puede ver da 10 y 10), y ahora debemos entrar otra vez en la orden, y simplemente picar en la arista primera (que tendrá distancia 10 desde la esquina) y en la segunda (que tendrá distancia 5).

Por último sólo decir que en muchos dibujos tendremos que hacer pequeños cálculos, para ello AutoCAD tiene una calculadora muy básica que podemos usar tecleando CAL, cuyos operadores más básicos son:

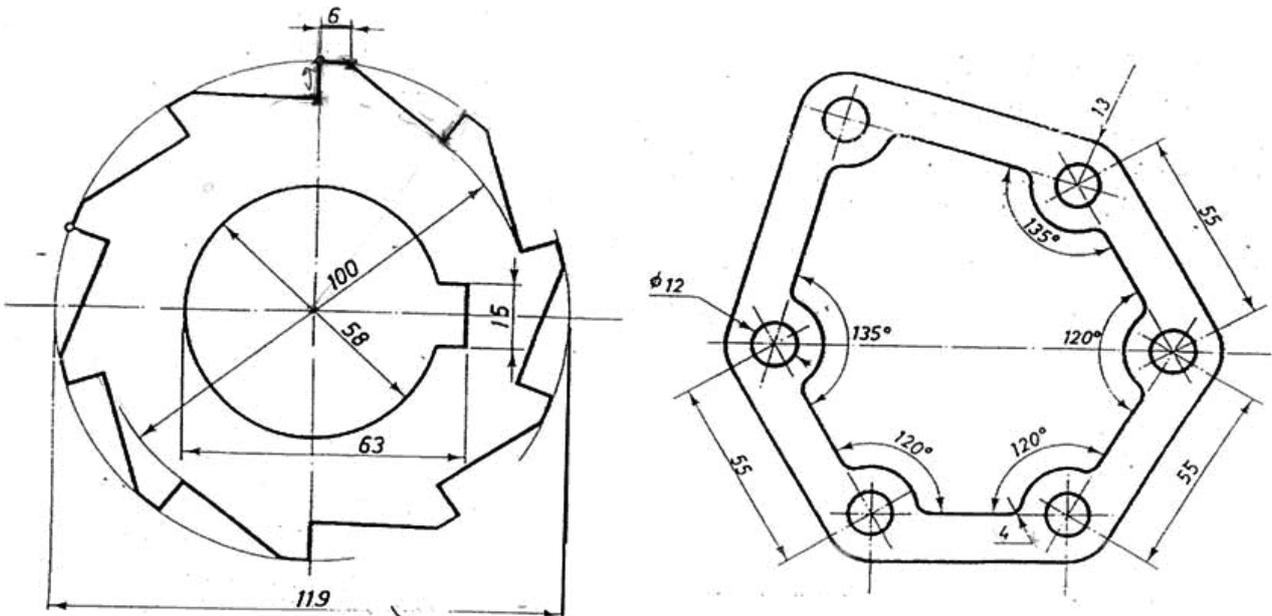
+ sumar  
- restar  
\* multiplicar  
/ dividir

A continuación van unos ejercicios para practicar. Hay que procurar utilizar las órdenes que hemos visto, y por supuesto es con medidas y hay que acotar.

No os olvidéis de poner como mínimo una capa de ejes (estaría bien poner también una de cotas) con distintos colores.



Ejercicio 8-1



Ejercicio 8-2

## 9. Seleccionar un objeto que está encima de otro y la orden alinear

---

En el presente capítulo vamos a ver como seleccionar un objeto que está encima de otro. Para ello pongamos el ejemplo de una recta larga que está encima de una corta. Para verlo mejor dibujemos una de un color distinto al de la otra.

Para seleccionar la que queramos simplemente pulsamos la tecla Ctrl y vamos pinchando sucesivamente hasta que elijamos la que queremos y seguidamente pulsamos ENTER. Si queremos suprimirla tendremos que seguir con la tecla Ctrl pulsada y pulsamos Supr.



Puedo además colocar uno delante del otro yendo a herramientas/orden de visualización (seleccionándolo previamente).

Alinear (orden rápida - ALI) también en *modificar/operación en 3D/alinear*

Sirve para alinear objetos (es más que nada para 3D pero también sirve para 2D).

Se usa por ejemplo si dibujamos un pentágono y otro más pequeño al lado, y queremos alinear un lado del pequeño con uno del grande. Seleccionamos la orden alinear (ALI), y tenemos que designar el objeto que quiero alinear, en este caso el pentágono pequeño. Ahora debo precisar el primer punto origen, es decir, el primer punto del objeto a alinear, pongamos un vértice de la base. Ahora el primer punto de mira que es el punto donde queremos poner el vértice que hemos seleccionado antes. Luego nos pide el segundo punto, es decir el otro vértice del mismo lado, y ahora el punto de mira que podemos poner cualquiera del lado al que queremos alinear, por ejemplo el otro vértice (da igual que no tengan el mismo tamaño). El tercer punto de origen lo obviamos y pasamos con ENTER. A la pregunta:

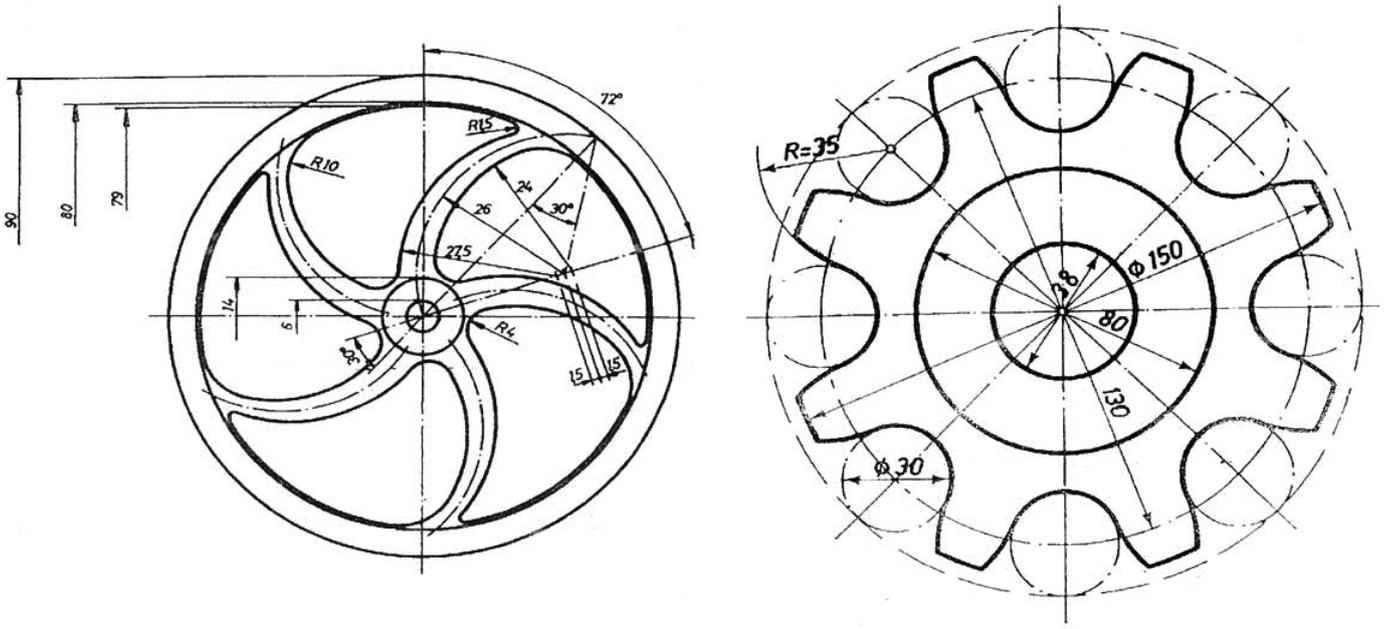
*¿Desea atribuir una escala a los objetos según los puntos de alineación? [Sí/No] <No>*

Si decimos que SÍ la figura aumentará de tamaño hasta los puntos que hemos elegido, mientras que si decimos que NO la figura quedará igual. Digamos que No en este ejemplo pero podéis probar a poner que si para ver lo que pasa.



Podemos alinear cualquier cosa. Por ejemplo, si queremos alinear una recta para que por su centro pase un eje, o mejor dicho, queremos poner una recta de magnitud conocida centrada en un eje. Se hace igual, simplemente el primer punto origen será el centro de la línea (referenciándolo), y la mira donde queramos dentro del eje, lo demás se obvia y pulsamos ENTER.

Aquí tenéis un ejercicio para practicar (a lo mejor necesitáis algún estilo de arco diferente). Podéis ir al menú *dibujo/arco* y allí tenéis muchos arcos diferentes (ya dije anteriormente que en los menús hay muchas más opciones que en las barras de herramientas). Hay acotaciones que a lo mejor no podéis hacer directamente, pero recordar que las cotas se pueden descomponer con la dinamita y editar a vuestro gusto. 



**Ejercicio 9-1**

## 10. Orden boceto y línea múltiple

---

En este capítulo vamos a ver la orden boceto. Para usarla debemos teclear "boceto" en el cuadro de órdenes.

Sirve para diseñar algo a mano alzada. Si tecleamos la orden aparece:

*Precisión (incremento en unidades de dibujo) <1.0000>:*

El boceto consta de pequeñas líneas que se van dibujando a mano alzada. El tamaño de esas líneas es la **precisión** (cuanto menor valor, mayor precisión tendremos) cuyo valor por defecto es 1.0000, pero podemos poner más (lo mejor es probar para ver como queda).

Después si pinchamos con un sólo clic, bajaremos la plumilla. Entonces podremos empezar a dibujar, y si hacemos otro clic, levantamos la plumilla, con lo cual dejaremos de dibujar.

Tenemos una serie de opciones:

Grabar: quiere decir que guardamos lo que tenemos hecho hasta ahora. El dibujo que antes estaba en color verde (no estaba guardado), pasa a tomar color blanco (ya está guardado). Para activar la opción guardar simplemente pulsamos una "G" sin necesidad de pulsar ENTER y seguiremos en la orden boceto, así que podremos seguir dibujando.

Borrar: sólo podremos borrar lo que no esté grabado (en color verde), pulsando una "B" sin ENTER y moveremos el puntero desde el final del trazo hacia atrás, pinchando donde queramos borrar.

Descartar: borra todo lo que no este guardado, pulsando una "D" sin ENTER.

Salir: Sale de la orden y graba todo lo que esté en pantalla, con una "S" sin ENTER.

Conectar: con la plumilla levantada, una vez dibujado un trazo que no está guardado (color verde), si pulsamos la tecla "C" sin ENTER, y dirigimos el puntero hacia el final de la línea (en verde), seguirá dibujando a partir de ahí.

Línea múltiple (orden rápida - LINEAM) 

Sirve para hacer generalmente líneas paralelas de una sola vez. Se pueden hacer todas las líneas paralelas que se quieran, por defecto trae dos, pero se pueden hacer como se quiera. Para poder configurar todo esto tenemos que ir a *formato/estilo de línea múltiple*. Aquí nos sale una ventana y en el centro hay dos botones.

En propiedades de línea múltiple tenemos algunas posibilidades que se pueden hacer, pero esto lo mejor es que lo vayáis probando. Por ejemplo, se puede cerrar la línea múltiple, entonces quedaría un rectángulo, también se puede cerrar con un arco, entonces quedaría algo así como una salchicha.





## 11. Orden elipse, región, unión, diferencia e intersección

Elipse (orden rápida - EL) 

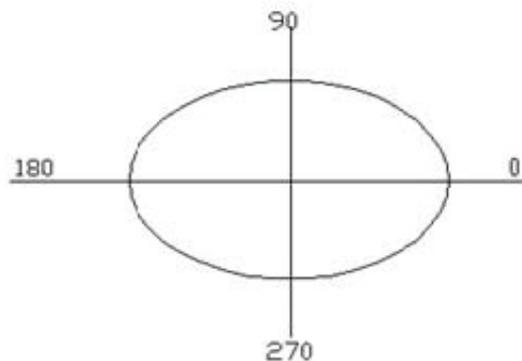
Una elipse está definida por sus ejes (eje mayor y eje menor). Con AutoCAD podemos hacer elipses definiendo los ejes, precisando el centro y medida de los semiejes o hacer un arco de elipse.

En primer lugar para hacer una elipse definiendo los ejes, ejecutamos la orden elipse (EL). Luego debemos precisar un primer punto del primer eje, y dar la medida de este primer eje. Para ello podemos hacerlo desde el teclado con una medida (se hace igual que las líneas, dando una dirección con el puntero), o pinchando simplemente otra vez donde queramos. Ahora lo que nos pide no es la medida del segundo eje, sino la medida del *semieje*. Por ejemplo, si diéramos una medida para el primer eje de 100 unidades y para el semieje una medida de 50 unidades, tendríamos una circunferencia.

Podemos hacer una elipse precisando el centro de la misma si al ejecutar la orden pulsamos una "C" más ENTER. Se hace igual que antes pero aquí te pide la medida de los semiejes.

Y por último podemos hacer un arco de elipse si tecleamos una "A" más ENTER. Tendremos que hacer la misma operación de antes, haciendo una elipse definiendo los ejes (al final te pregunta los ángulos). El ángulo inicial es a partir del cual va a empezar el arco y el final donde terminará.

Los ángulos se pueden dar con el teclado y son como siempre (ver dibujo)

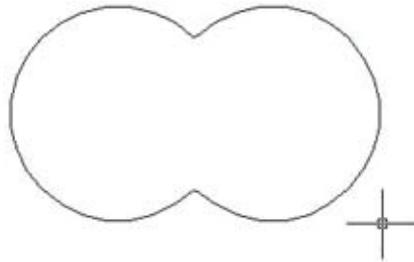


A continuación vamos a ver tres órdenes que aunque se usan más para 3D, también le podemos sacar partido en 2D. Son la unión, diferencia e intersección que las podemos encontrar en el menú *modificar/editar sólidos*.

Para poder utilizar estas órdenes es necesario que exista un objeto en 3D o una región en 2D, por lo que cuando estemos en 2D debemos convertir nuestros objetos en regiones, utilizando para ello la orden Región (orden rápida - REG) . Una vez seleccionada la orden sólo tendremos que definir los objetos que quiero convertir en región y pulsar ENTER.

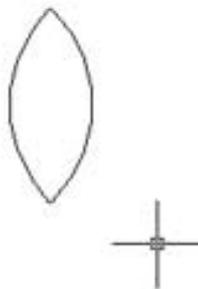
Unir (orden rápida - UNI)

Sirve para unir dos objetos. Por ejemplo, si queremos unir dos círculos como en el dibujo, una vez dibujados los círculos tenemos que convertirlos en región y seguidamente aplicamos la orden unir (UNI). Entonces simplemente los seleccionamos y pulsamos ENTER.



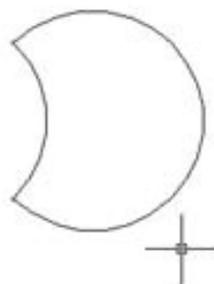
Intersección (orden rápida - INT)

Esta orden sirve para hacer la intersección y se usa igual que la orden unión. Con el mismo ejemplo de los círculos la intersección quedaría así.



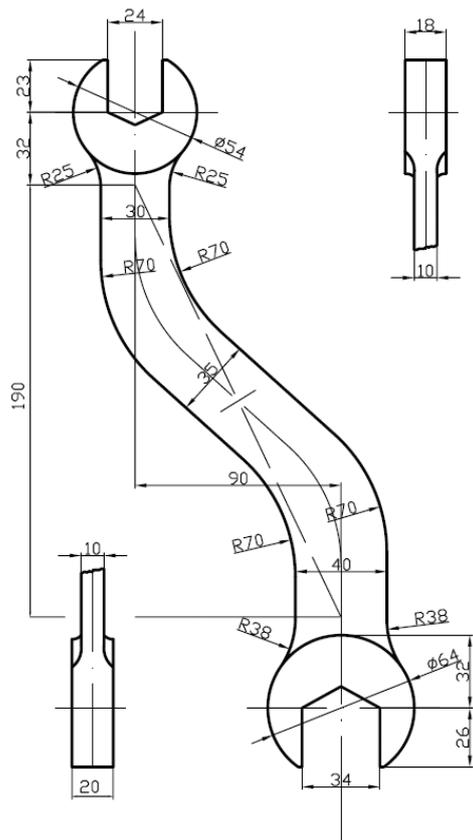
Diferencia (orden rápida - DIF)

Con esta orden se le resta a un objeto la intersección con otro. Para ello ejecutamos primero la orden (previamente los objetos deben ser regiones), y seleccionamos el objeto al que queremos restarle algo (es decir el objeto al que queremos sustraer algo) y pulsamos ENTER. Posteriormente seleccionamos el objeto que queremos restar (el objeto cuya intersección con el otro vamos a sustraer) y pulsamos ENTER.

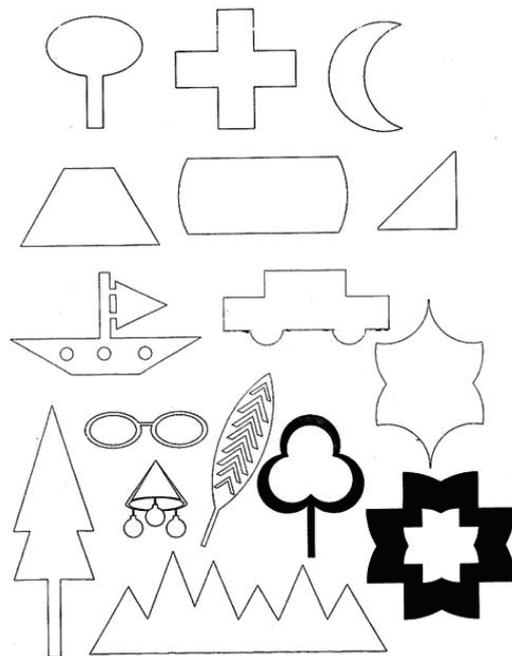


NOTA: al aplicar estas órdenes los objetos resultantes quedarán unidos, es decir quedarán definidos como una polilínea, y para seleccionarlos simplemente habrá que picar sobre ellos (y quedarán totalmente seleccionados).

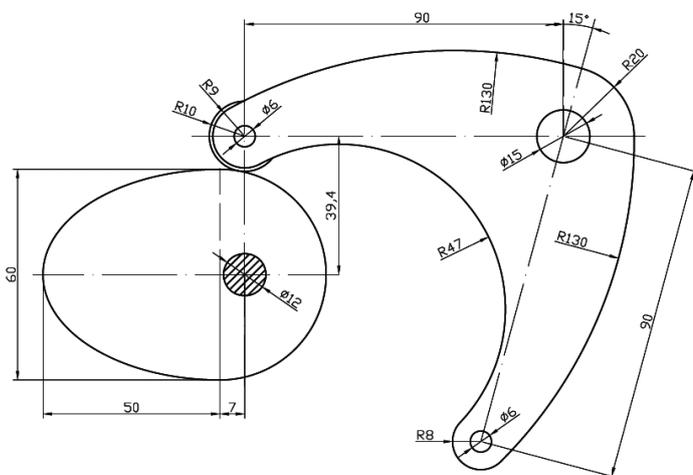
Aquí tenéis algunos ejercicios. En el segundo ejercicio podéis practicar estas tres últimas órdenes, así que los objetos que en ella aparecen sólo se deberán hacer aplicando estas órdenes.



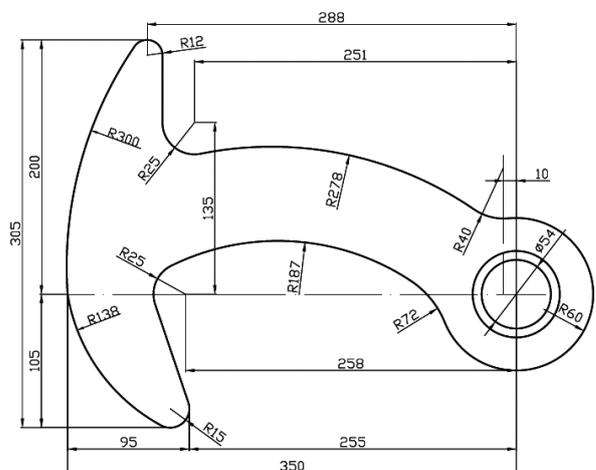
**Ejercicio 11-1**



**Ejercicio 11-2**



**Ejercicio 11-3**



**Ejercicio 11-4**

## **12. Resolución isométrica, círculos en isométrica , rejilla y forzar cursor**

---

### Resolución isométrica

Sirve para dibujar objetos en 2D simulando que está en 3D, de manera sencilla y muy rápida. Hay que dejar bien claro que esto no es 3D. Es como cuando dibujamos en un papel un cubo o cualquier figura espacial, pero que realmente está sobre un sólo plano. La diferencia esencial de este tipo de representación (isométrica) con un dibujo en 3D es que no lo podremos girar ni cambiar de sistema de representación, pero nos puede servir para salir del paso en ciertos dibujos.

Las herramientas que podremos utilizar con este tipo de representación son la línea, polilínea e isocírculos (que son círculos vistos en perspectiva).

Existen una ayudas que nos pueden servir para hacer dibujos más rápidamente:

Rejilla F7 (también aparece en los botones de abajo junto al ORTO)

Con la rejilla nos aparecen muchos puntos sobre la pantalla y nos sirve para tener referencias. Cada punto que aparece está situado de 10 en 10 unidades (por defecto), pero se puede cambiar a nuestro gusto.

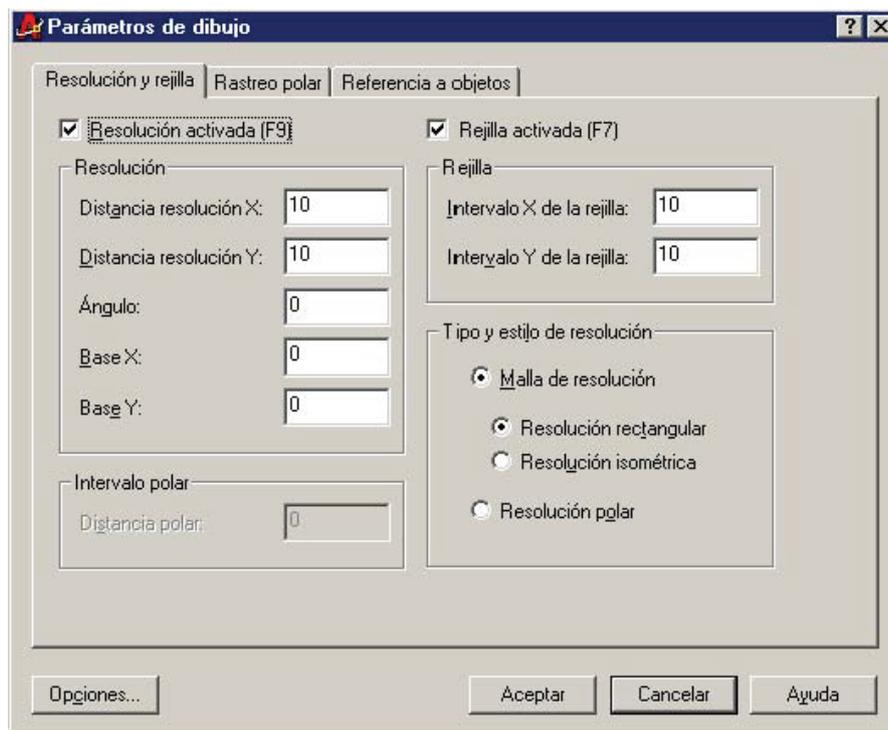
Forzar Cursor F9 (también aparece abajo)

Si con la rejilla utilizamos esta herramienta puede ser incluso más fácil. Notaremos que el cursor va "a saltos". Esto es porque fuerza al cursor a ir a cada uno de los puntos que aparecen en la rejilla, con lo cual podremos hacer un dibujo con la precisión requerida. Por supuesto también se puede configurar a que puntos queremos que se fuerce al cursor.

Estas herramientas pueden ser una ayuda o no dependiendo de para qué se usen y a mucha gente no le gustan, tu decides.

Por ejemplo, si queremos hacer un rectángulo utilizando líneas de 50 por 100 unidades con la rejilla y forzando el cursor es muy rápido, ya que no tendremos que dar medidas desde el teclado . Simplemente pincharemos en un punto y contaremos 5 puntos en horizontal, luego 10 puntos en vertical, hasta conformar el rectángulo.

Para configurar las separación de los puntos de la rejilla y los puntos a los que se fuerza el cursor tenemos que ir al menú *herramientas/parámetros de dibujo*.



En la pestaña *Resolución y Rejilla* aparecen varios campos donde podemos poner valores. En resolución (que es lo mismo que forzar cursor) podemos ajustar las distancias X e Y a las que se va a forzar y además el punto base que normalmente será el 0,0 coincidente con el SCP. También podremos cambiar el ángulo a nuestro gusto (por ejemplo, si ponemos en el campo ángulo 45 y activamos el ORTO haremos líneas a 45 grados).

En la parte de Rejilla también podemos cambiar las distancias o intervalos de separación de puntos.

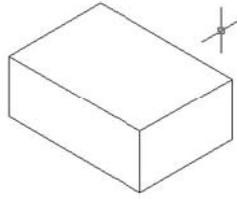
En *Tipo y estilo de resolución* nos encontramos con malla de resolución. La resolución rectangular es la que usamos normalmente y por eso Autocad la tiene marcada por defecto, y aparece también la Resolución Isométrica (que es de lo que se he comenzado a hablar en este capítulo).

Vamos a marcar la casilla de Resolución isométrica para verla con más detalle y pulsamos aceptar.

**Para hacer un dibujo en isométrico siempre tendremos el ORTO activado** (o casi siempre).

Nada más elegir la opción vemos que el puntero ha cambiado de forma. Si empezamos a dibujar una línea (con ORTO activado), vemos que las hace con una cierta inclinación (isométrico 120° cada eje) simulando estar en un plano. Una vez dibujada una línea, para cambiar de isoplano pulsaremos F5 y así sucesivamente para pasar por los tres isoplanos.

Por supuesto podemos dar medidas desde el teclado.



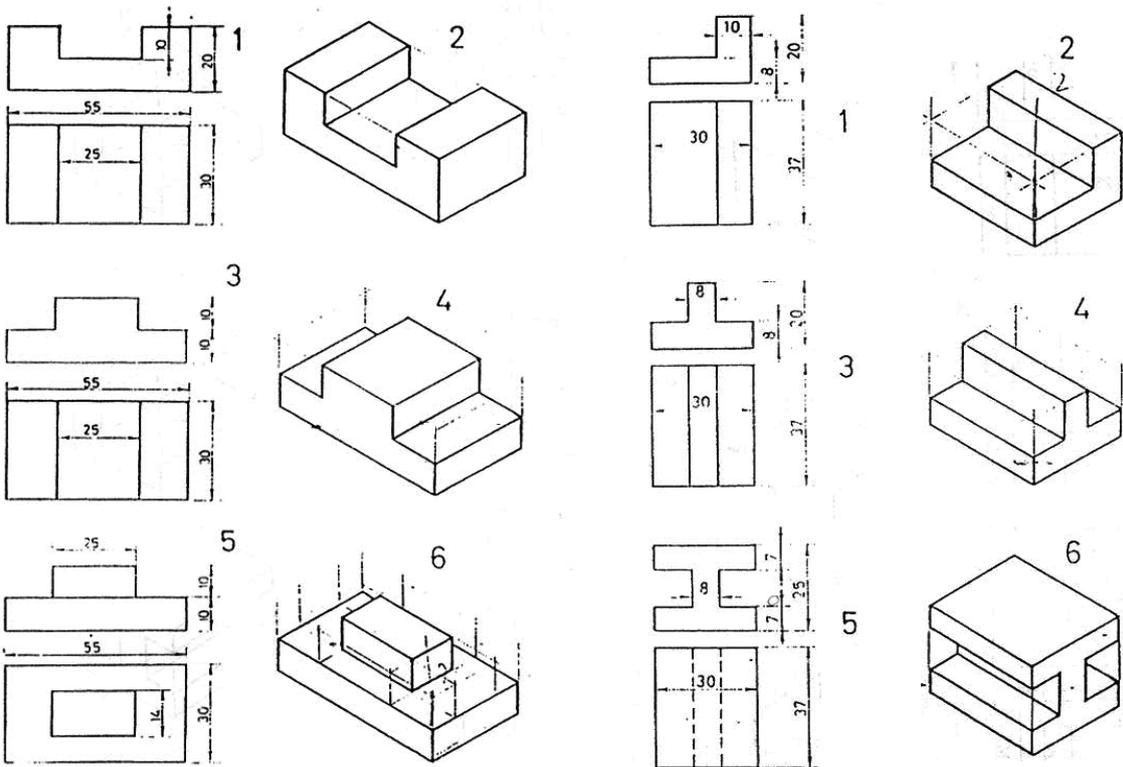
También podemos simular círculos en isométrico haciendo isocírculos. Para ello elegiremos la orden elipse (EL)  y antes de pinchar en ningún sitio aparecerá: *Precise punto final de eje de elipse o [Arco/Centro/Isocírculo]*:

Pondremos entonces una "I" y pulsamos ENTER.

A partir de aquí se hace igual que un círculo dando su centro, el radio o diámetro pero antes poniéndolo en el isoplano que queramos con F5.

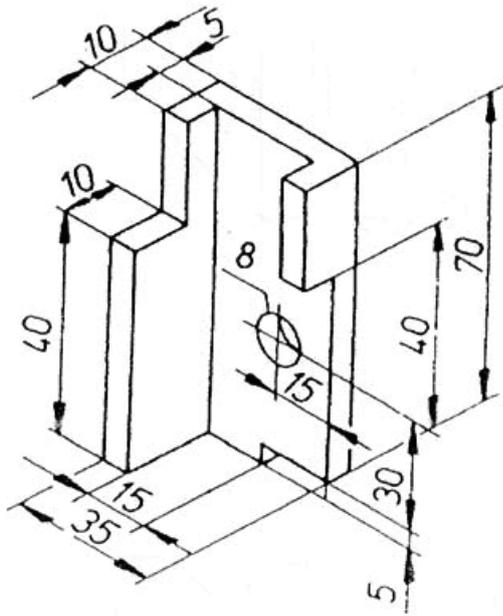
Por último sólo decir que esto **no es un dibujo en 3D**, sino una representación en 2D de un dibujo en 3D.

Aquí tenéis varios ejercicios para practicar la representación isométrica, pudiendo usar la rejilla si queréis.

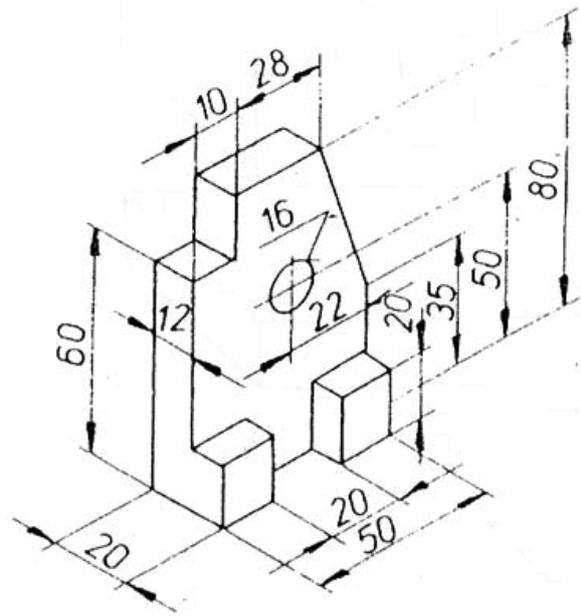


**Ejercicio 12-1**

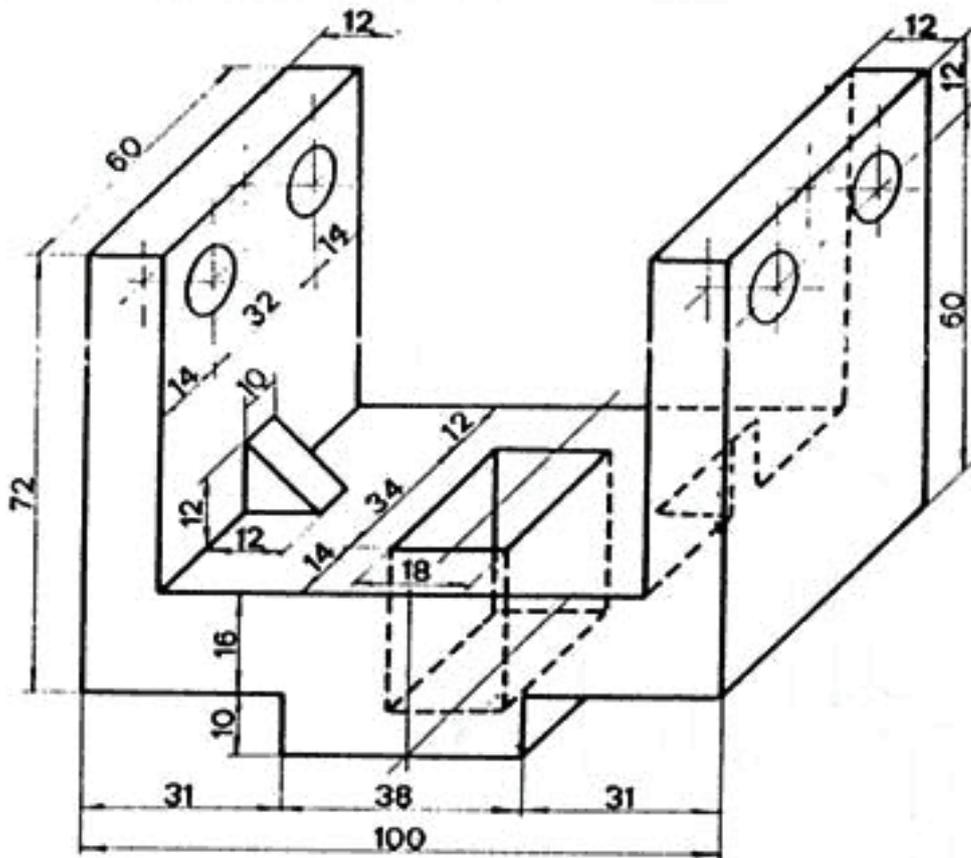
**Ejercicio 12-2**



Ejercicio 12-3



Ejercicio 12-4



Ejercicio 12-5

### **13. Polilíneas, región, contorno, extrusión, vistas, órbita 3D, sombreados, girar3D y barra personalizada de herramientas**

---

Este es el primer capítulo de 3D, quiero decir que en principio esta es la parte más difícil de AutoCAD, pero que si atendéis a las explicaciones y por supuesto no perdéis la paciencia, lo entenderéis sin ningún problema. Cabe además decir que si en 2D era importante tomar las referencias aquí lo es mucho más y hay que tener mucho más cuidado para no llevarnos sorpresas desagradables.

Podemos hacer un objeto en 3D haciendo una figura plana por ejemplo un cuadrado y asignarle una altura de tal forma que ya quedaría en 3D.

Para que un objeto lo podamos colocar en 3D es necesario que sea un objeto único, es decir formado por una sola línea. Entonces cuando tengamos un objeto (en 2D) formado por varias líneas independientes *lo primero que tenemos que hacer es juntarlo*, por ejemplo mediante la orden editor de polilínea (PE), *pero además debe ser un área cerrada*, por lo que tendremos

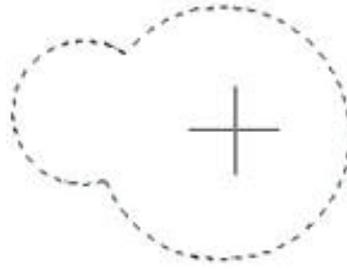
que comprobar ambas cosas. Podemos hacerlo por ejemplo con la orden región (REG)  , pero lo más eficaz es utilizar la orden contorno (POLCONT) que además de comprobar si hay un área cerrada, junta las líneas y en algunos casos si hay algún defecto en nuestra figura por el que no esté totalmente cerrada, hace un contorno óptimo para que lo esté.

La desventaja de utilizar la orden POLCONT es que hace un contorno independiente a nuestra figura, por lo que tendremos que eliminar las líneas de la figura original y quedarnos con el contorno creado. El contorno quedará encima de la figura que creamos anteriormente, por lo que tendremos que pinchar sobre ella con CTRL para poder eliminarla o desplazar (D) el contorno creado.

Vamos a poner un ejemplo para entender esto.

Si hacemos un dibujo con dos circunferencias recortando los sobrantes de las intersecciones (como puede verse en la figura), tendremos dos objetos que debemos unir para poder hacer uno en 3D. Para ello utilizamos directamente POLCONT y pulsamos ENTER. Nos sale una ventana donde haremos clic en designar puntos, pinchamos dentro del área cerrada y pulsamos ENTER. Si no sale ningún error, ya habremos creado un contorno. Entonces lo desplazaremos para poder eliminar fácilmente la figura original (no olvidemos que para poder seleccionar una figura superpuesta debemos pulsar CTRL y luego ENTER como ya hemos visto en lecciones anteriores). Finalmente eliminaremos la figura original. Podemos apreciar que si pinchamos sobre nuestro contorno se selecciona completamente ya que está totalmente unido.

Otra forma más rápida de eliminar la figura original es haciendo una selección de izquierda a derecha sin coger totalmente el contorno. Veremos que así solamente se selecciona la figura que esté totalmente dentro de la selección (véase el ejemplo)



Ya tendríamos preparada nuestra figura para ponerla en 3D dándole una altura.

Hay dos tipos de figuras en 3D:

- sólidos: que son figuras compactas y macizas.
- superficies: que son figuras huecas.

Nosotros normalmente vamos a hacer sólidos, ya que son más fáciles de manipular, porque tenemos más herramientas para ello.

Para ponerlo en 3D debemos darle una altura sobre el eje Z, esto es lo que se conoce como Extrusión (EXT) que podemos encontrar en el menú *dibujo/sólidos*. En este menú también podemos encontrar figuras que AutoCAD ya hace por defecto como pueden ser esferas, conos,...

Si ejecutamos la orden extrusión (EXT), en primer lugar tendremos que designar nuestra figura plana en 2D, luego la altura que queremos darle, por ejemplo 25 (si le damos positivo hará la extrusión hacia arriba, negativo hacia abajo) y luego nos pide el ángulo de inclinación de la extrusión. Esto **normalmente será 0** pero se puede dar un ángulo, siendo éste el ángulo que forman las directrices de nuestra figura con la directriz de ángulo 0 (que es vertical). Si le damos ángulo positivo la extrusión se irá reduciendo y la base final será más pequeña que la inicial, mientras que si le damos valor negativo la extrusión aumentará y la base final será mayor que la inicial. Lo mejor es que lo hagáis para verlo mejor.

Veremos ahora que parece que no ha hecho nada, esto es porque nos encontramos en una vista de planta. Para verlo tendremos que cambiar la vista en menú *ver/pto.vista 3D* y elegimos una. (yo recomiendo que nos acostumbremos a una por ejemplo la isométrica SO).

Para aligerar a la hora de cambiar de vista podemos sacar la barra de vistas. Para ello vamos al menú *ver/barra de herramientas* y marcamos la barra **vista**, y la colocamos donde queramos en un lugar que no moleste. *Hay que tener cuidado al poner una vista por ejemplo lateral y volver a isométrica SO ya que los ejes pueden cambiar. Para evitar posibles errores nos debemos acostumbrar a que si queremos volver a la vista isométrica SO pinchamos primero en la vista superior y luego en la isométrica SO.*

Orbita 3D  (en la barra estándar)

Nos sirve para ver como va nuestra pieza, pudiendo girarla y ver todas sus partes. Para salir de esta opción pulsamos ESC, o como ya dije antes superior e isométrica SO.

### Sombreados

Podemos dar texturas a nuestra pieza para ver como está quedando. Para ello vamos al menú *ver/sombra* y elegimos una, por ejemplo sombreado plano o la que nos guste, pero esto no nos sirve para trabajar así que si queremos volver a como estábamos antes elegimos estructura alámbrica 3D. Si seleccionamos nuestro objeto podremos darle un color con los botones de arriba, de igual forma que hacíamos en 2D. Vemos que al utilizar los sombreados nos ha cambiado la forma del SCP y ahora es tridimensional, esto nos vendrá bien para la siguiente orden (girar).

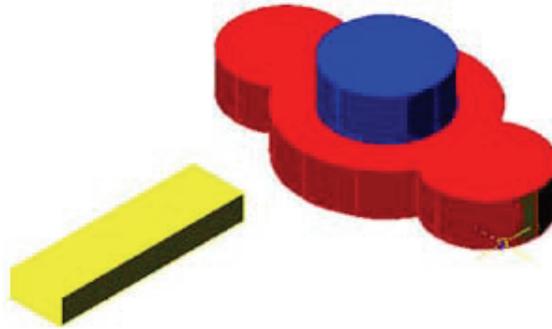
Gira3D (GIRA3D)    menú *modificar/operación en 3D*

Esta es una herramienta muy importante. Sirve para girar objetos en 3D un ángulo determinado. Si ejecutamos la orden (GIRA3D), en primer lugar tendremos que designar objetos, luego decir sobre que eje queremos girar (X,Y,Z), y precisar sobre que punto queremos girar. Para ello pinchamos sobre nuestro dibujo en un punto. Ahora debemos dar el ángulo de rotación (por ejemplo 90), teniendo en cuenta que la rotación o giro que se hace es alrededor del eje que hayamos elegido, es decir que el eje rotará sobre si mismo, y el ángulo es en el sentido contrario a las agujas del reloj (como siempre).

Para el uso de estas órdenes puede ser interesante la creación de una barra personalizada de herramientas. Para ello tendremos que ir a *ver/barra de herramientas* , pinchar en **nueva** y darle un nombre por ejemplo la llamamos "3D". Aparecerá una barra muy pequeña sin ningún icono, pincho en **personalizar** y vamos a meter estas últimas órdenes. Empezamos por la de *extrusión*, vamos al menú desplegable y elegimos sólidos (si pinchamos una vez sobre los iconos nos sale la descripción). Pinchamos sobre el tercero (extrusión)  y lo arrastramos hacia nuestra barra de herramientas, luego la orden *sombra* que está en el menú desplegable *sombra* y cogemos la que queramos   . Además también cogemos aquí la *estructura alámbrica 3D*  , y la orden *gira3D*  que está en *modificar*. Le damos a **cerrar** y colocamos nuestra nueva barra de herramientas en un lugar que no moleste.

Se ofrecen unos ejercicios para empezar a practicar. Ahora seguro que resultarán muy difíciles, sobre todo porque no se sabrá por donde empezar. Como ya dije al principio, en 3D es muy importante las referencias que cogemos así como dibujar ejes para la colocación de objetos. La realización de estos ejercicios se basa en hacer poliedros simples e ir uniéndolos para conformar el objeto final. Como se que va a costar trabajo hacerlos, sobre todo el primero, voy a explicar la ejecución de uno de ellos, paso a paso.

1. En primer lugar hacemos la base en 2D como ya se ha dicho (no tiene medidas pero yo se las voy a dar). Empiezo poniendo una línea horizontal de 120 unidades en cuyo centro pondré un círculo de 50 unidades de radio y en los extremos ambos círculos de 30 unidades.
2. Ahora elimino todas las líneas sobrantes incluido el eje de referencia que dibujé al principio.
3. Convierto la figura en un área cerrada. Esta vez lo haré con la orden región (REG) para aligerar.
4. Cambio a isométrico SO y aplico una extrusión de valor 25.
5. Vemos que nos ha quedado girada así que aplicamos la orden (GIRA3D) respecto del eje Z un ángulo de 90.
6. Ahora voy a hacer el pequeño cilindro central. Para ello nos ponemos otra vez en 2D con vista superior, y dibujo un círculo de 30 de radio fuera de nuestra figura (más tarde lo uniremos).
7. Le aplicamos una extrusión de 25 y listo (con este círculo no es necesario cerrarlo ya que por sí ya es una figura cerrada)
8. Ahora hay que acoplarlo. Para ello simplemente se podría hacer referenciándolo al centro de la otra circunferencia, pero para que veáis mejor la forma de trabajar en 3D con ejes, dibujaremos un eje que atraviese la figura primera, teniendo cuidado al coger las referencias. Nos ponemos en isométrica SO y elegimos la orden línea, referenciamos a los cuadrantes exteriores de la circunferencias pequeñas, teniendo cuidado para cogerlo en la base superior.
9. Luego simplemente desplazamos (D) el pequeño cilindro cogiendo como punto de desplazamiento el centro de la base inferior y lo colocamos en el centro de la línea de referencia. Podemos hacer una vista lateral para ver si lo hemos colocado bien.
10. Por último falta el paralelepípedo superior. Vamos a vista superior y dibujamos un rectángulo de 110 por 30 (recordad que para dibujar un rectángulo con medidas es necesario poner primero la coordenadas origen 0,0 y luego las coordenadas finales 110,30), ahora le damos una extrusión de 15 unidades, dibujamos un eje que pase por el centro de la base del paralelepípedo y lo desplazamos al centro de la base superior del pequeño cilindro. Hay que tener mucho cuidado el coger las referencias y no equivocarnos.
11. Eliminamos las líneas de referencia y ahora si queréis podemos darle un sombreado, el que queráis e incluso cambiarlo de color.



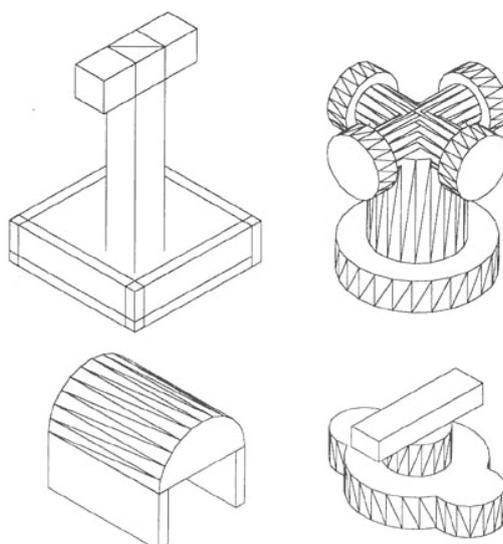
En el ejercicio número 2 os encontraréis cuatro figuras. En las figuras 1, 3 y 4 tendréis que aplicar las ordenes diferencia, unión e intersección respectivamente. Se hace igual que hacíamos en 2D, simplemente habrá que colocar bien las figuras por medio de ejes de referencia. En la figura 2 de este ejercicio se aplica un eje de extrusión y se desarrolla de la siguiente forma:

1. Dibujamos el círculo de la base y dibujamos el eje de extrusión con polilínea.
2. Giramos el eje con (GIRA3D) para que quede en la posición adecuada y lo colocamos en el centro del círculo.
3. Para hacer la extrusión ejecutamos la orden (EXT) y designamos el círculo, seguidamente nos sale en pantalla:

*Precise altura de extrusión o [Eje de extrusión]:*

por tanto pulsaremos una "E" para coger la opción que está entre corchetes y ahora pinchamos sobre el eje y listo.

Hay que tener cuidado con el radio del círculo que no sea demasiado grande ya que debe haber espacio suficiente para que la extrusión pueda hacer la curva del eje (no se puede intersecar una misma extrusión).



### Ejercicio 13-1

figura 1

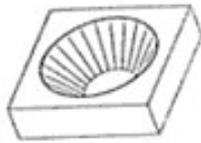


figura 2



figura 3

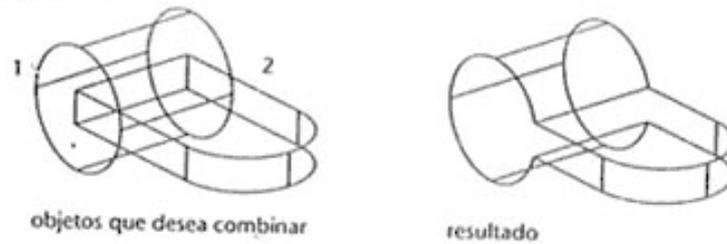
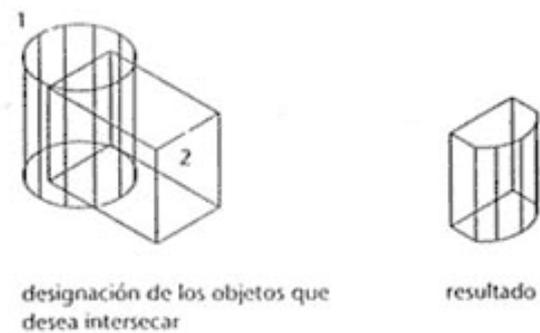


figura 4



**Ejercicio 13-2**

## **14. Revolución, cortar un sólido, empalme en 3D, simetrías en 3D y matrices en 3D**

---

Revolución (RV) en el menú *dibujo/sólidos*

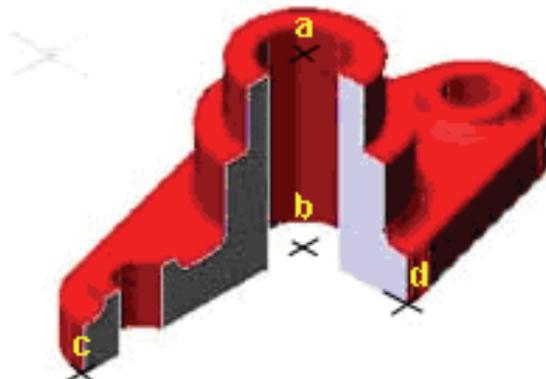
Sirve para generar objetos en 3D a partir de una figura plana que vamos a girar respecto a un eje. Tiene que ser por supuesto un área cerrada como antes. Tras ejecutar la orden (RV) tenemos que definir el objeto y después definir un eje de rotación por medio de dos puntos, es muy sencillo. Podemos además decir el ángulo de giro, y sólo se generará el sólido con los grados que pongamos.

Cortar un sólido (CO) en el menú *dibujo/sólidos*

Se utiliza para hacer un corte o sección en un sólido. Para ello al ejecutar la orden definimos el objeto y tendremos que decirle donde corta al eje X, eje Y y al eje Z. Luego nos preguntará si queremos mantener los objetos cortados a ambos lados (pondremos en este caso una "A") o si queremos eliminar la parte cortada, tendremos que pinchar en la zona que queramos conservar.

Si queremos hacer un corte como en la figura realizaremos los siguientes pasos:

1. Elegimos la orden (CO), seleccionamos el objeto y pulsamos enter.
2. Ahora pinchamos en los ejes de tal forma que se tiene que definir un plano de corte por medio de los tres puntos. Vamos a pinchar por ejemplo en a, b y c (cuadrante de la circunferencia de la base, con la referencia).
3. Ahora conservamos ambas partes pulsando "A" (esto lo hacemos porque no se puede hacer el corte directamente)
4. Hacemos la misma operación con una de las partes que se nos han generado pinchando en a, b y d (cuadrante) y le decimos que conserve ambas partes pulsando una "A".
5. Eliminamos la parte que no queramos y por último tendremos que unir la figura de nuevo con la orden (UNI).

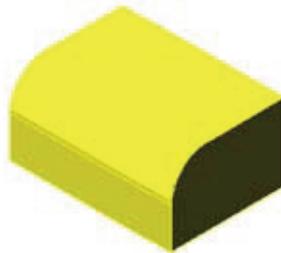


Empalme en 3D (orden rápida - MP) 

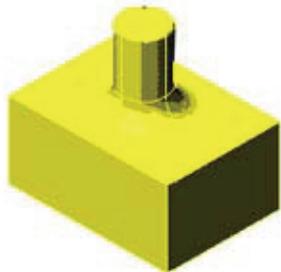
Se utiliza prácticamente igual que en 2D. Existen dos clases:

- empalme de aristas
- empalme de dos figuras

Para el primero, pongamos el ejemplo de un paralelepípedo. Seleccionamos la orden (MP) y ponemos un radio como hacíamos en 2D. Volvemos a elegir la orden y simplemente pinchamos en una arista, pulsamos dos veces ENTER. Vemos que se ha redondeado la arista.



Para el segundo caso, si tenemos por ejemplo un paralelepípedo y queremos acoplarle un cilindro en una de sus caras, vemos que al intentar empalmar la arista, nos hace un empalme no deseado. Para poder hacer el empalme de dos piezas debemos en primer lugar unir las con (UNI) y después hacer el empalme.

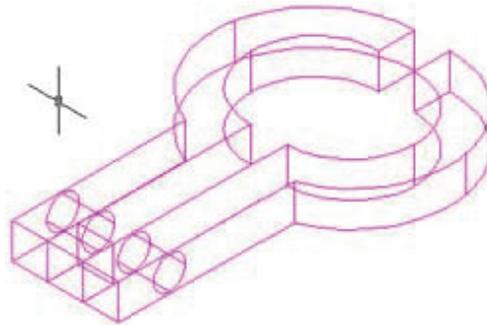


Debemos tener cuidado al poner el radio del empalme ya que si es demasiado grande no se realizará el empalme.

Simetrías en 3D (orden rápida - SIMETRIA3D) menú *modificar/operación en 3D*

Una simetría en 3D se hace igual que en 2D, lo único es que si antes teníamos que definir un eje de simetría, ahora tendremos que definir un plano de simetría. Éste viene dado por tres puntos como hacíamos en el corte y por supuesto esos puntos no pueden ser al azar sino que tienen que ser referenciados (como se dijo en 3D todos los puntos se tienen que referenciar, no se puede poner ninguno al azar).

En el ejemplo se ha referenciado tres puntos medios del pequeño cubo central.

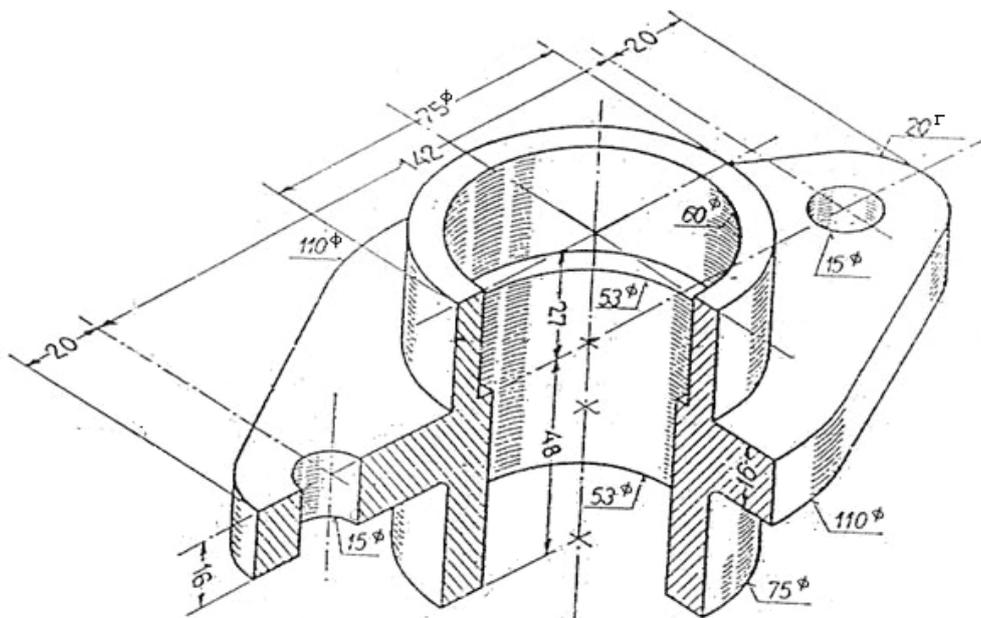


Matrices en 3D (orden rápida - 3DARRAY) menú *modificar/operación en 3D*

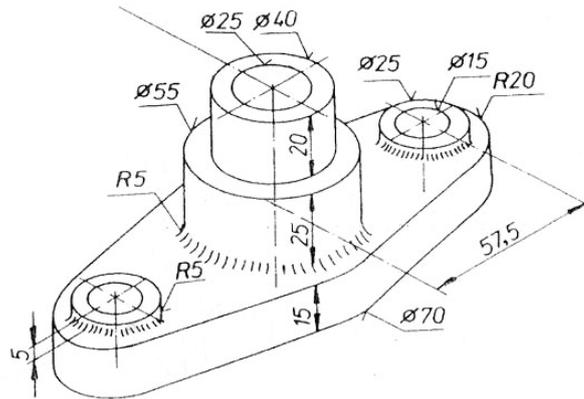
Se hacen exactamente igual que en 2D.

Todas las órdenes explicadas en este capítulo podemos insertarlas en nuestra barra de herramientas personalizada para tenerlas más a mano.

En este capítulo se proponen 3 ejercicios. Los dos primeros son con medidas, veréis que así es mucho más fácil y rápido. En el tercero tenemos una serie de figuras: en la primera figura tendremos que hacer una revolución (RV) sobre un eje colocado en X y otro eje colocado en Y con una cierta separación. En la figura 2 aplicaremos empalmes. En la figura 3 hay que aplicar intersección y diferencia, y por último en la 4 se emplea la simetría, que es la del ejemplo. Los otros dos ejercicios son con medidas, veréis que así es mucho más fácil y rápido.

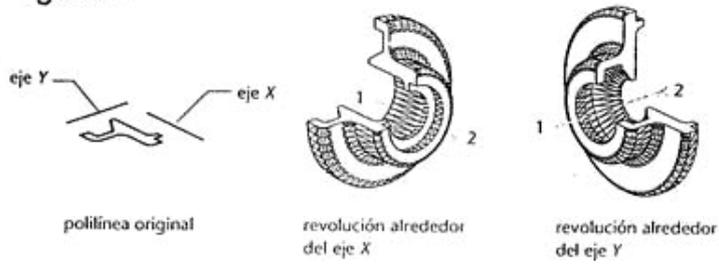


**Ejercicio 14-1**

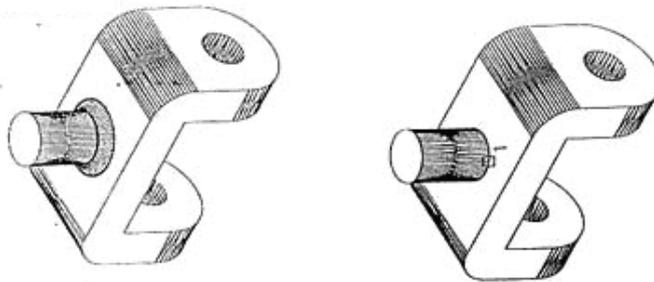


**Ejercicio 14-2**

*figura 1*



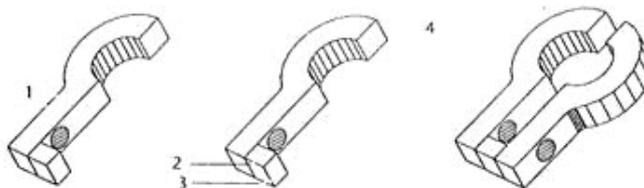
*figura 2*



*figura 3*



*figura 4*



**Ejercicio 14-3**

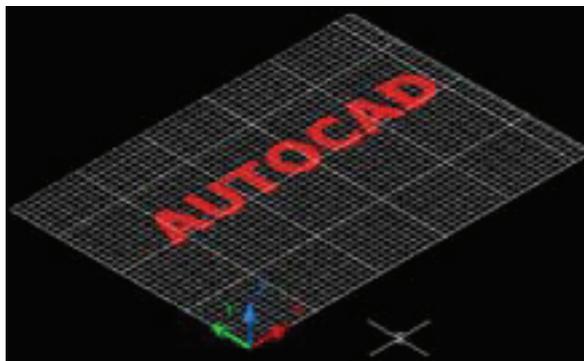
## 15. Cotas en 3D y el SCP

---

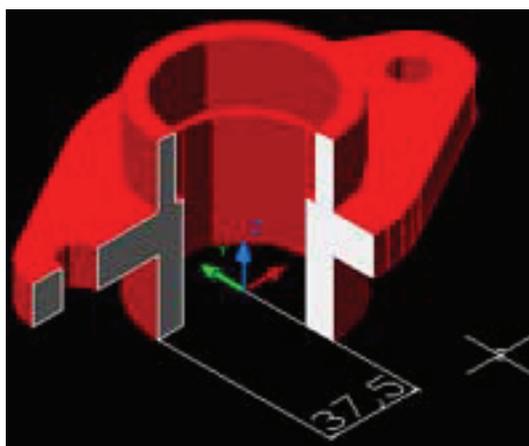
En este capítulo vamos a ver algo que seguro os habéis preguntado. Cómo se colocan las cotas en 3D.

Si habéis probado a colocar alguna cota en 3D veréis que casi todas las cotas (por no decir todas) os salen mal. Eso es porque debemos colocar el SCP adecuadamente para poder poner las cotas en determinados planos.

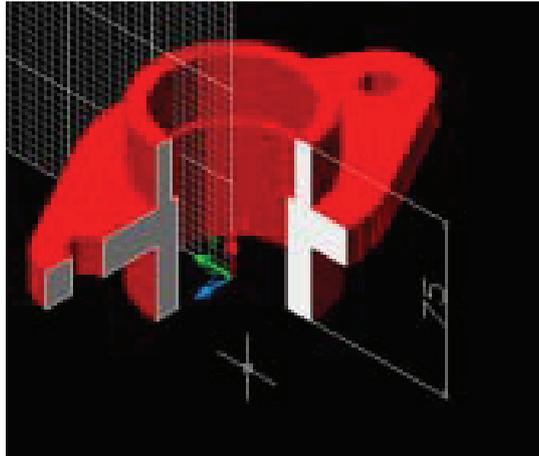
Para que entendáis esto, veamos que nosotros normalmente siempre dibujamos en el plano XY donde está situado el SCP, es decir donde nos sale la rejilla F7 y que cuando escribimos algo siempre lo hacemos en la dirección de las X's positivas e Y's positivas.



Sabiendo esto si queremos acotar en la base de la figura, tendremos que desplazar el SCP a un punto de la base y poner los ejes de tal forma que salga el texto en la dirección adecuada. En la figura podemos ver como tendríamos que poner los ejes para que saliera el texto en una dirección u otra.



Si queremos ahora acotar la altura de la figura tendremos que cambiar el SCP, situándolo como corresponda. Si no vemos bien en que plano vamos a escribir la cota podemos activar la rejilla y así lo veremos. En caso de que no veamos la dirección en la que va a salir el texto podemos ir probando a colocar los ejes XY de una forma u otra.



Para poder manipular el SCP en el menú herramientas tenemos *desplazar SCP* o *SCP nuevo* (que son los que vamos a utilizar), o tecleando SCP. También tenemos un botón en la barra estándar. 

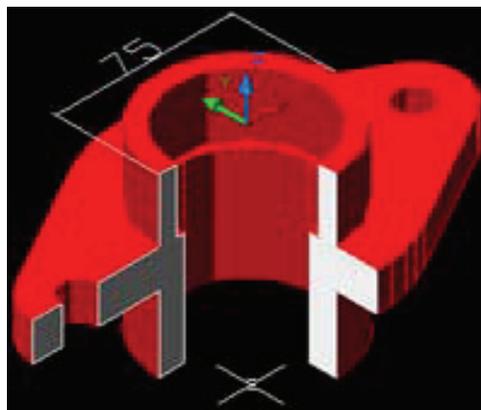
Si elegimos la orden *desplazar SCP* (o tecleamos SCP y luego DE) podremos ponerlo en cualquier punto. Normalmente tiene que ser un punto referenciado para saber donde está colocado exactamente.

Para poder colocar el SCP donde queramos y además colocar los ejes convenientemente elegiremos *SCP nuevo*, nos salen varias opciones.

Si tecleamos una X podremos girar alrededor del eje X un ángulo determinado (normalmente 90), al igual que si tecleamos Y o Z. Siempre se gira en sentido contrario a las agujas del reloj para ángulos positivos, y para negativos en sentido de las agujas.

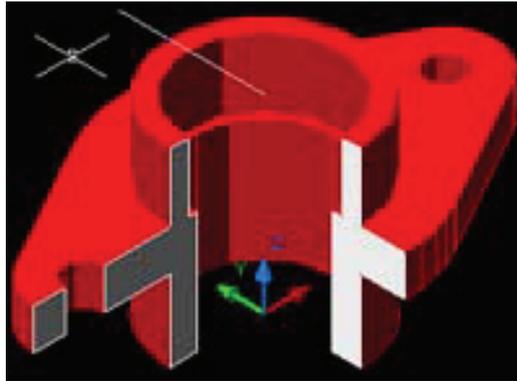
Si esto de los ángulos no lo entendéis tenéis la opción de teclear "3P" que sería colocar los ejes dando tres puntos.

El primer punto es el origen del SCP, el segundo es la parte positiva del eje X y el tercer punto es la parte positiva del eje Y (el eje Z ya está implícito). Hay que tener cuidado para dar los puntos ya que tienen que estar siempre referenciados. Veamos un ejemplo: voy a colocar el SCP con tres puntos para colocar posteriormente una cota del plano superior.

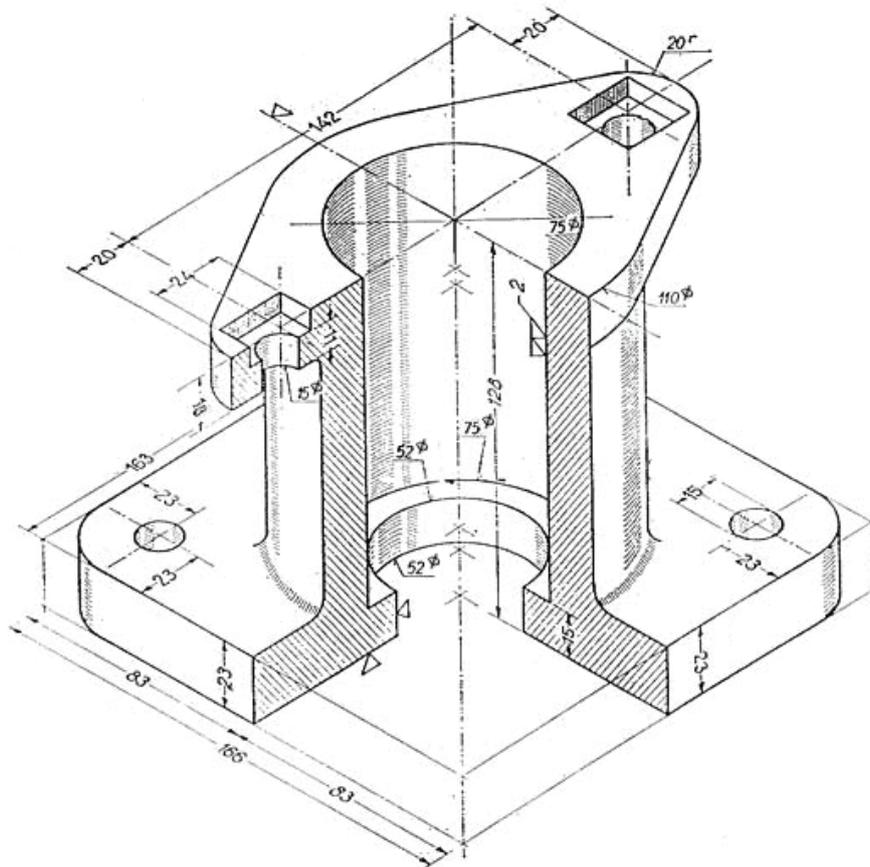


Mover el SCP y girarlo nos puede servir además para dibujar. Girar el SCP es similar a girar la figura, es decir, que si queremos dibujar en un plano podemos girar el SCP y dibujar directamente en el plano que queramos.

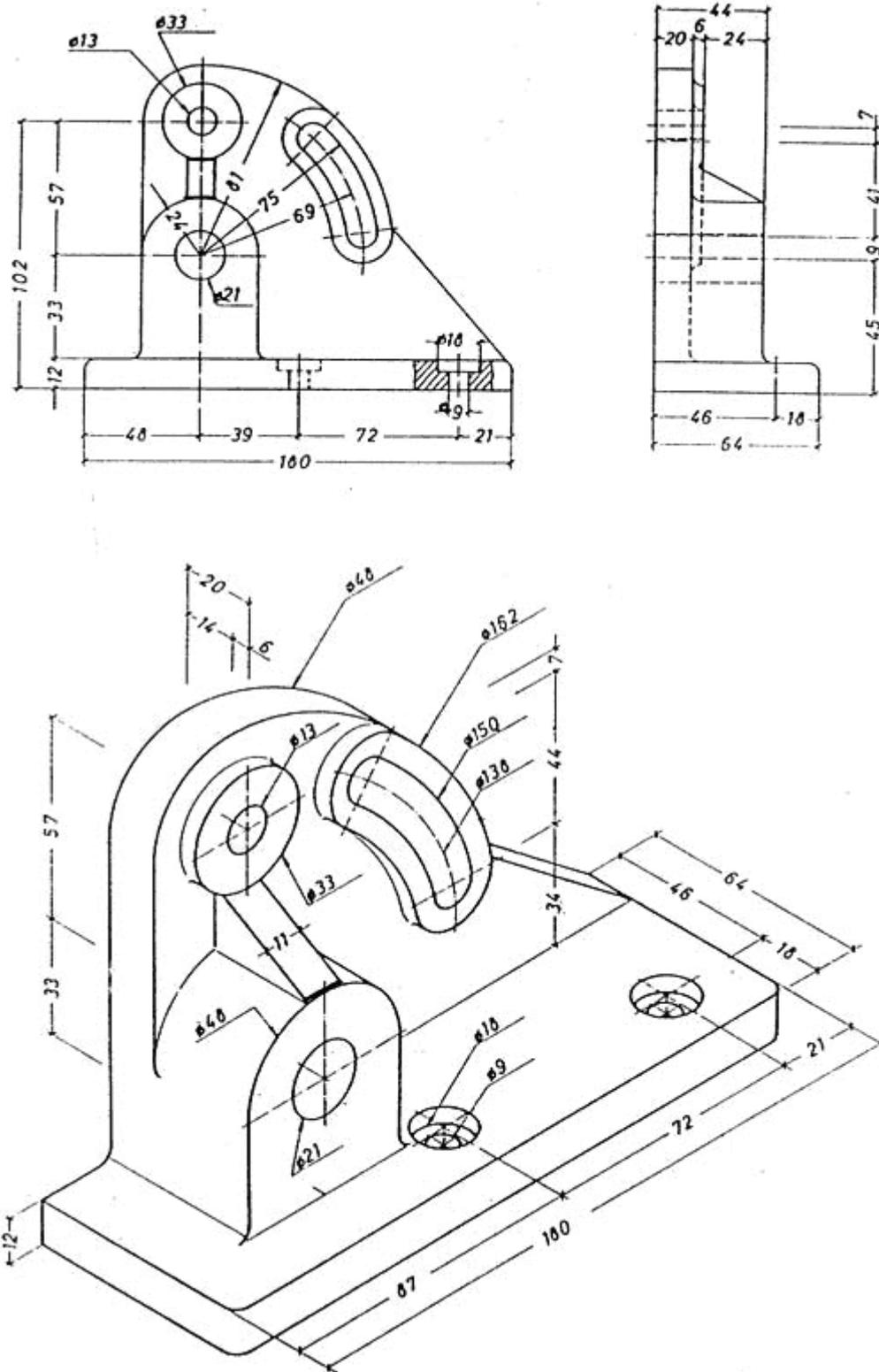
Además podemos dibujar en planos paralelos al XY del SCP aunque no estemos en dicho plano utilizando el ORTO. Por ejemplo, si tenemos situado el SCP en la base inferior del ejemplo podemos dibujar una línea en el plano superior si pinchamos primero en una referencia del plano superior (por ejemplo el centro de la circunferencia) y con el ORTO activado pinchamos en cualquier punto, tal y como muestra la figura.



A continuación se proponen 2 ejercicios para que acotéis por lo menos uno de ellos.



**Ejercicio 15-1**



Ejercicio 15-2

## 16. Superficies 3D, región, facetres, extruir caras, borrar empalmes, copiar y colorear caras

---

Como se dijo en capítulos anteriores, podemos hacer figuras en 3D por medio de sólidos o por superficies. Vamos a ver estas últimas.

Las superficies se utilizan menos que los sólidos, pero para determinadas cosas pueden venir bien. Para hacer una superficie no tiene porque haber un área interna cerrada, es más, nosotros podemos hacer una superficie a partir de una simple recta.

Para hacer una superficie simplemente hacemos una figura, por ejemplo un rectángulo y le tenemos que dar una altura. Para ello lo seleccionamos y vamos a propiedades, con botón derecho o con el botón de la barra estándar . Allí en el apartado general aparece "altura", así que pinchamos sobre la casilla y ponemos la altura que queramos. AutoCAD lo que hace de esta forma es dar altura a cada uno de los trazos que componen el dibujo.

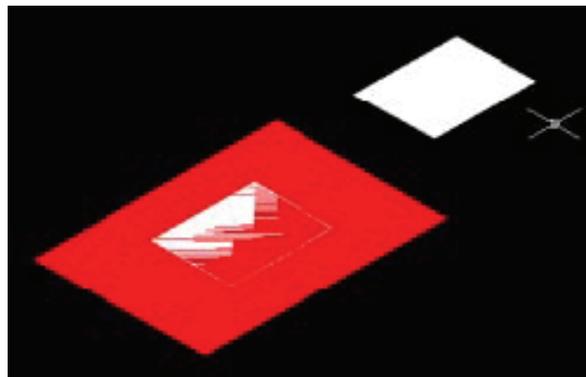
También tenemos otra forma de hacer superficies yendo a *Dibujo/superficie/cara 3D*. De esta forma podemos crear superficies directamente pinchando en diferentes puntos.

También se forman superficies cuando convertimos en región (REG) un área cerrada. Si cuando hacemos esto le damos un sombreado lo veremos perfectamente.

Podemos además hacer que cuando tracemos cualquier línea, ya tenga una altura determinada. Para ello vamos al menú *formato/altura del objeto* y damos la altura que queramos.

Pongamos el ejemplo en el que dibujamos un rectángulo y le damos altura. Si ahora queremos cerrar sus bases, elegimos la orden de *cara3D* en el menú *dibujo/superficies* y simplemente pinchamos en los vértices de las bases.

Hay un problema muy común y es que se nos mezclen los colores de dos superficies. Cuando tenemos dos superficies en un mismo plano y dichas superficies se interseccionan hace un efecto muy feo que se debe corregir. Por ejemplo, supongamos que tenemos dos rectángulos, uno pequeño dentro de otro grande. Debemos hacer una copia del pequeño y diferenciar un rectángulo pequeño al grande, para posteriormente poner encima la copia que hemos hecho.



Al hacer cualquier figura podemos utilizar el Render (R) para modelizarla. En este capítulo no se va a explicar el Render, tan sólo se menciona para que veáis otro comando relacionado con él, es el FACETRES (orden rápida - FACETRES).

Por ejemplo, si hacemos un círculo y lo renderizamos (pulsamos R y luego dos veces ENTER, *para salir del render pinchamos en la barra de desplazamiento o movemos el scroll de nuestro mouse*) vemos que el círculo no queda muy bien, queda con muchos trazos como si fuera un polígono de muchos lados. Pues bien, para eso sirve el FACETRES. Es un comando interno de AutoCAD que suaviza los arcos y circunferencias. Si ejecutamos la orden podemos darle un valor, por ejemplo 3, y si volvemos a renderizar, veremos la diferencia.

Veamos por último una serie de órdenes que aplicamos en sólidos en *modificar/editar sólidos*.

- Extruir caras: podemos ampliar la extrusión en una cara si nos hemos equivocado, simplemente selecciono la cara que quiera y doy el valor de la extrusión.
- borrar cara: esta orden puede confundirnos, ya que no borra caras sino que borra empalmes.
- copiar caras: pues eso, para copiar una cara.
- colorear caras: para dar el color que queramos a cada cara.

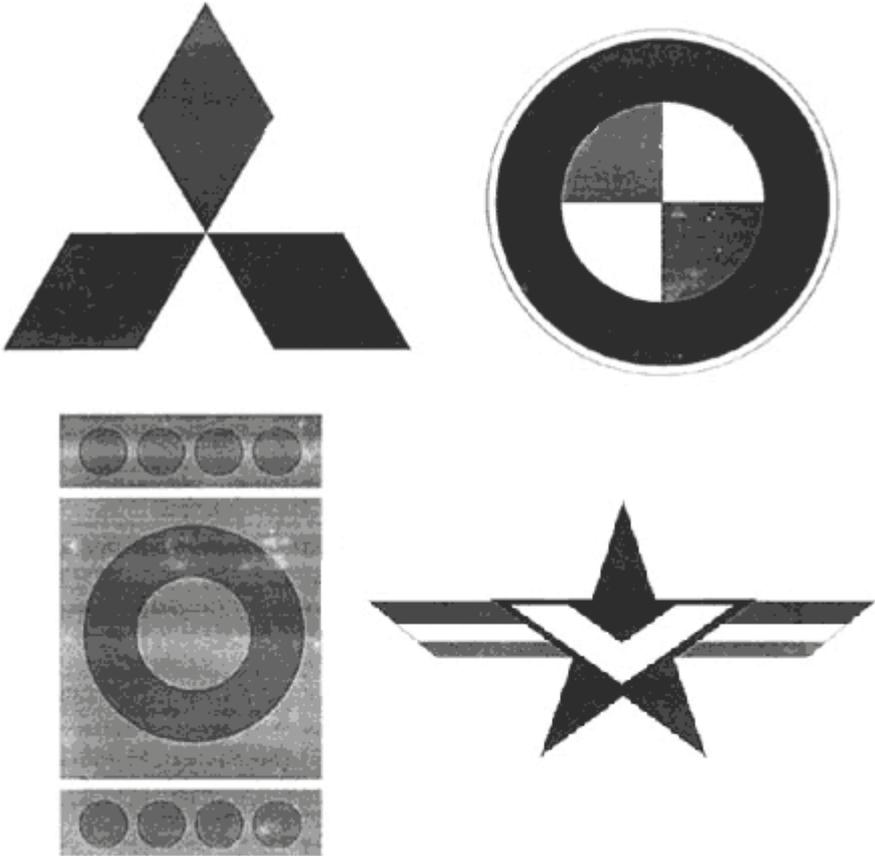
También tenemos colorear aristas, copiar aristas,etc..

Todas estas órdenes se utilizan igual, simplemente tenemos que seleccionar lo que queramos. El pequeño problema es: ¿cómo podemos seleccionar la cara de atrás sin seleccionar la de adelante y sin girar la figura?. Muy fácil:

Podemos suprimir o añadir caras a la selección pulsando una "S" o una "A" respectivamente. Entonces si queremos elegir la de atrás pincharemos dos veces para que se seleccione la de atrás, y luego pulso "S" para suprimir la de adelante. Pero hay una forma más sencilla, si pulsamos la tecla de MAYÚSCULAS cuando estamos seleccionando eliminará la selección de la cara sobre la que pinchemos. Esto lo mejor es probarlo para que veáis como funciona.

Todas estas órdenes que no están en las barras de herramientas las podemos tener en nuestra barra personalizada. Cada uno que se construya su propia barra con los botones que crea conveniente.

A continuación se ofrece un ejercicio para que practiquéis las superficies. La idea es conseguir que se vea bien, hay que hacer la diferencia y pegar la copia, como ya se dijo antes.



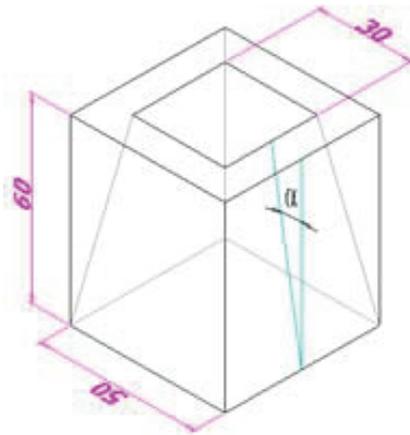
**Ejercicio 16-1**

## 17. Cómo aplicar y calcular el ángulo de extrusión

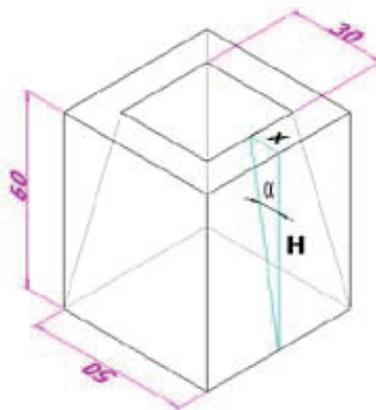
Pongamos un ejemplo en el que queremos hacer un tronco de pirámide cuadrangular, de 50 unidades de lado en la base inferior, el lado de la base superior 30 unidades y una altura de 60 unidades (lo vais a necesitar para el ejercicio de abajo).

Podemos calcular el ángulo de extrusión necesario por medio de una sencilla ecuación trigonométrica.

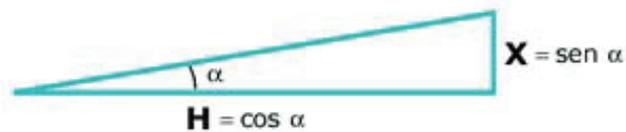
El ángulo que buscamos es aquel que forman el plano de una cara de un prisma cuadrangular (en este caso) que por tanto tendría valor 0 como ángulo de extrusión, con el plano de la cara correspondiente al tronco de pirámide que queremos dibujar. Dicho así parece un lío pero en la siguiente imagen lo veréis mejor.



Si ya sabéis cuál es el ángulo al que me refiero entonces para calcularlo es muy sencillo por medio de una ecuación. Se nos forma entonces un triángulo rectángulo que podéis ver en el siguiente dibujo, y que habrá que resolver.



Si extraemos ese triángulo para analizarlo:



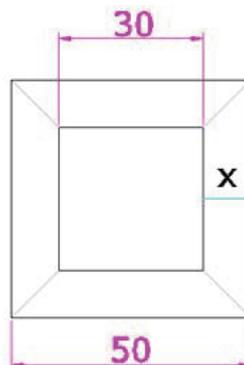
Como:

$$\text{Tan } \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\text{cos } \alpha} \quad \longrightarrow \quad \alpha = \text{arctan } \frac{\text{sen } \alpha}{\text{cos } \alpha}$$

o lo que es lo mismo

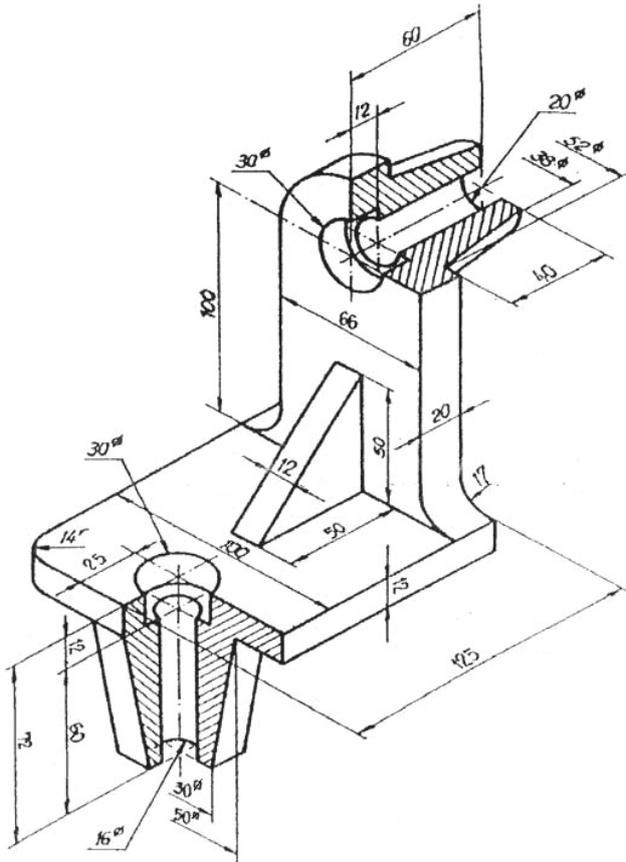
$$\alpha = \text{arctan } \frac{X}{H}$$

siendo H la altura del tronco de pirámide y X la distancia entre la base mayor y la menor. Si lo vemos en planta:

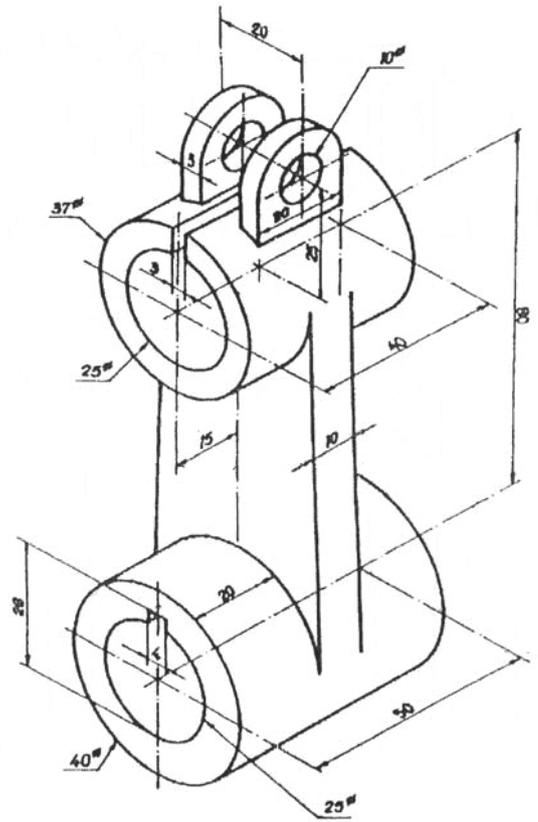


En nuestro ejemplo si hacemos cálculos nos saldrá un valor para el ángulo  $\alpha = 9.4623222^\circ$ . Si aplicamos el mismo razonamiento, esta fórmula nos puede servir para cualquier tipo de tronco de pirámide, ya sea pentagonal, hexagonal, etc...

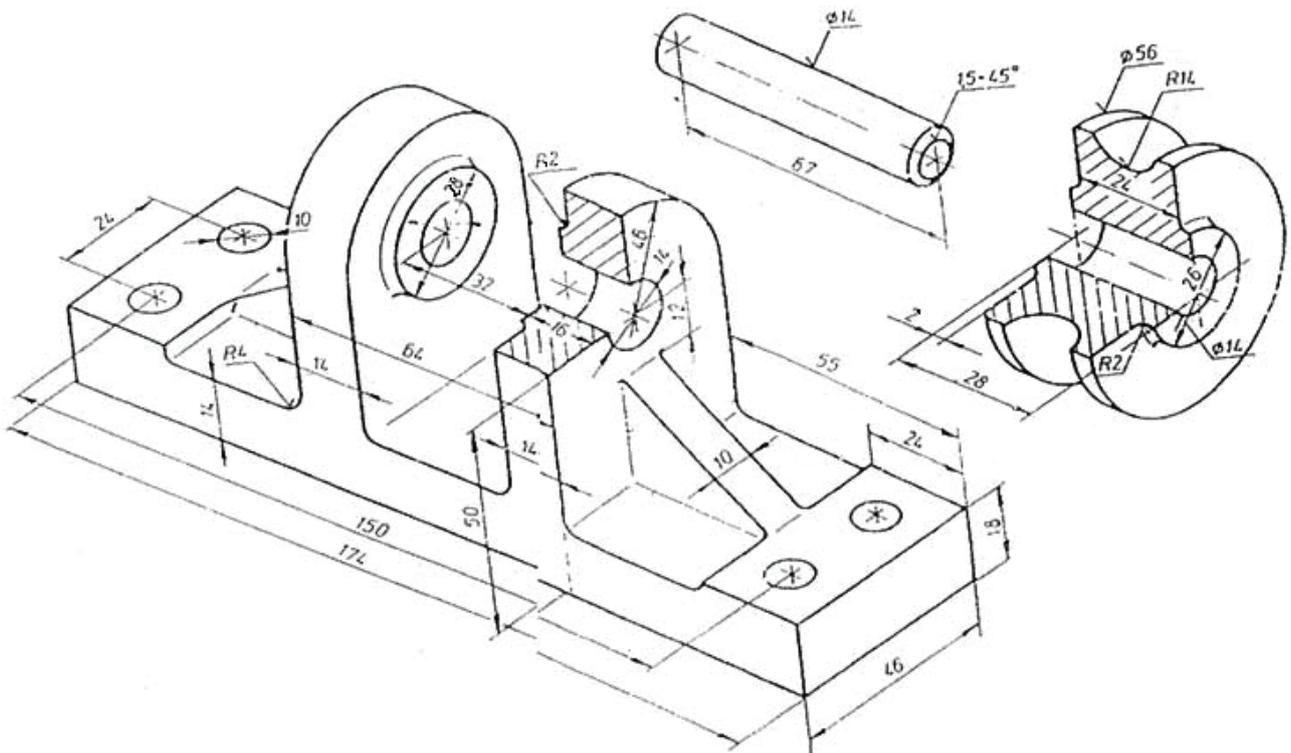
A continuación se proponen una serie de ejercicios donde hay que aplicar un ángulo de extrusión.



Ejercicio 17-1



Ejercicio 17-2



Ejercicio 17-3

## 18. Superficie reglada, tabulada, de revolución. Variable surfTAB

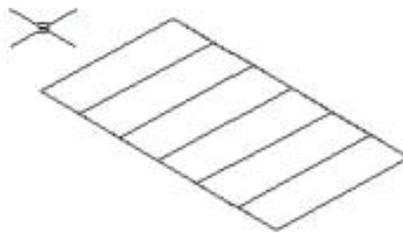
---

### Superficie reglada

Con esta opción se crea una superficie entre dos objetos, para ello tenemos que ir a *dibujo/superficies/superficie reglada*.

Supongamos el siguiente ejemplo: deseamos hacer una superficie reglada entre dos líneas paralelas. Una vez dibujadas las líneas sólo tendremos que seleccionar la orden y pinchar en cada una de las líneas.

Hay que tener precaución en como seleccionar las líneas, esto es, si se hace la selección de una de las líneas a una distancia de su extremo, hay que seleccionar la otra línea más o menos a la misma distancia ya que si no se nos cruzarán las líneas, ver ejemplo.



También en ese mismo menú tenemos la posibilidad de hacer superficies de revolución, que es muy similar a hacer la revolución para sólidos, y también superficies tabuladas, que consiste en hacer una superficie a lo largo de un eje, similar a la extrusión sobre un eje en sólidos.

Vamos a ver los problemas que se nos pueden plantear.

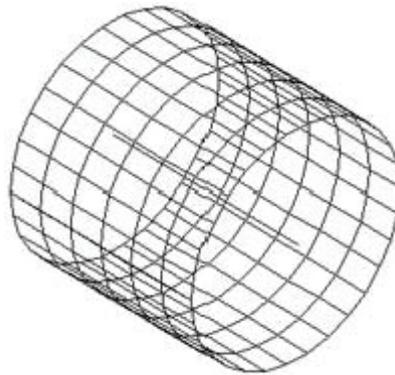
Por ejemplo, supongamos que intentamos hacer una superficie de revolución. Si tenemos las dos líneas paralelas de antes y revolucionamos una tomando como eje la otra (esto se consigue yendo a *dibujo/superficies/superficie de revolución*), después seleccionamos una línea, luego la otra (eje), el ángulo es 0 (pulamos ENTER entonces), y lo giramos la vuelta completa (360°), pulsando ENTER otra vez. Nos quedará una cosa así:



Vemos que tendría que quedar un cilindro, pero nos ha quedado un prisma hexagonal. Este pequeño problema ocurre cuando tenemos curvas.

Para solucionar esto debemos cambiar una variable del sistema llamada SURFTAB. Esta variable sirve para que se trace nuestra superficie de revolución a partir de una serie de puntos.

Si tecleamos SURFTAB1 podremos modificar esa variable, que por defecto trae el valor 6 (por eso nos ha salido un prisma hexagonal). Esta variable modifica el número de divisiones de la base (el círculo) así que cuantas más divisiones más se parecerá a un cilindro. Podemos poner por ejemplo 30 y hacer de nuevo la revolución, entonces nos quedará algo así.



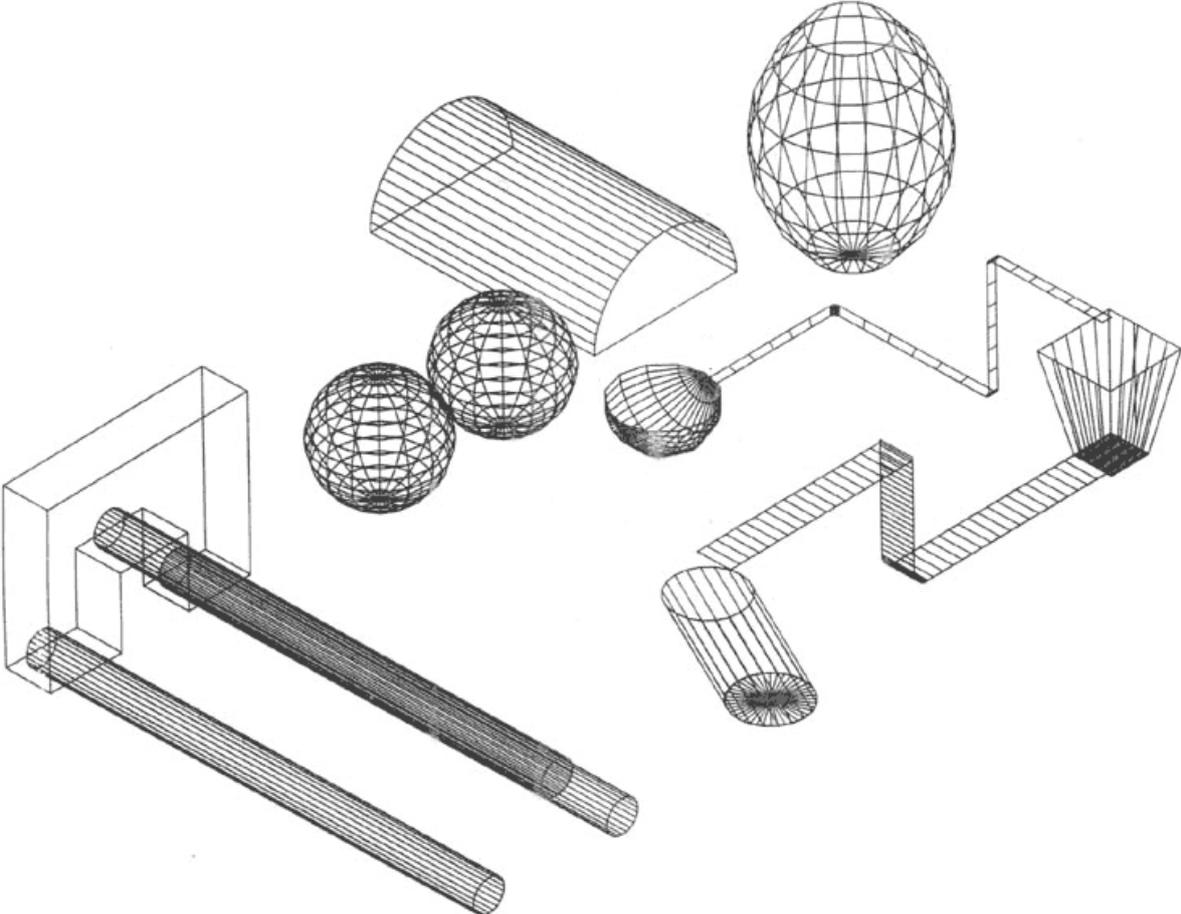
Como se puede ver el número de divisiones longitudinales ha aumentado, pero también hay divisiones transversales. Éstas se pueden también modificar con SURFTAB2 de la misma forma que con SURFTAB1.

Estas divisiones siempre aparecen cuando hacemos superficies regladas, tabuladas o de revolución, por tanto si os fijáis en la superficie reglada del principio (entre dos líneas) también aparecen. En ese caso eran 6 porque la variable SURFTAB1 tomaba ese valor.

Con las revoluciones también podríamos hacer una esfera simplemente trazando medio círculo y revolucionándolo, pero habría que modificar SURFTAB1 y SURFTAB2, porque si no quedaría una figura un poco rara sin llegar a ser una esfera perfecta.

Existe otra manera de hacer esferas y otras figuras con la opción de superficies 3D, yendo a *dibujo/superficies/superficies 3D*. Ahí encontraremos varias figuras que AutoCAD trae predeterminadas.

Se ofrece un ejercicio para que practiquéis todo esto.



**Ejercicio 18-1**

## 19. Rutinas, espiral y cómo simular un tornillo en 3D

### Rutinas

Son accesorios que se pueden cargar o incorporar al programa en función de nuestras necesidades.

Las rutinas son pequeños programas en lenguaje C que nos facilitan la labor, por ejemplo, si en una empresa se dedican a fabricar tornillos lo más cómodo es tener la rutina para dibujar tornillos, de tal forma que ejecutando la orden "tornillo" y dando una serie de datos dibujaría directamente el tornillo y nos habríamos ahorrado un montón de tiempo.

Hay infinidad de rutinas que se pueden encontrar por la red, pudiendo encargar a empresas especializadas la creación de una rutina personalizada bajo previo pago claro, o en caso extremo si conoces el lenguaje C, hacerla tu mismo.

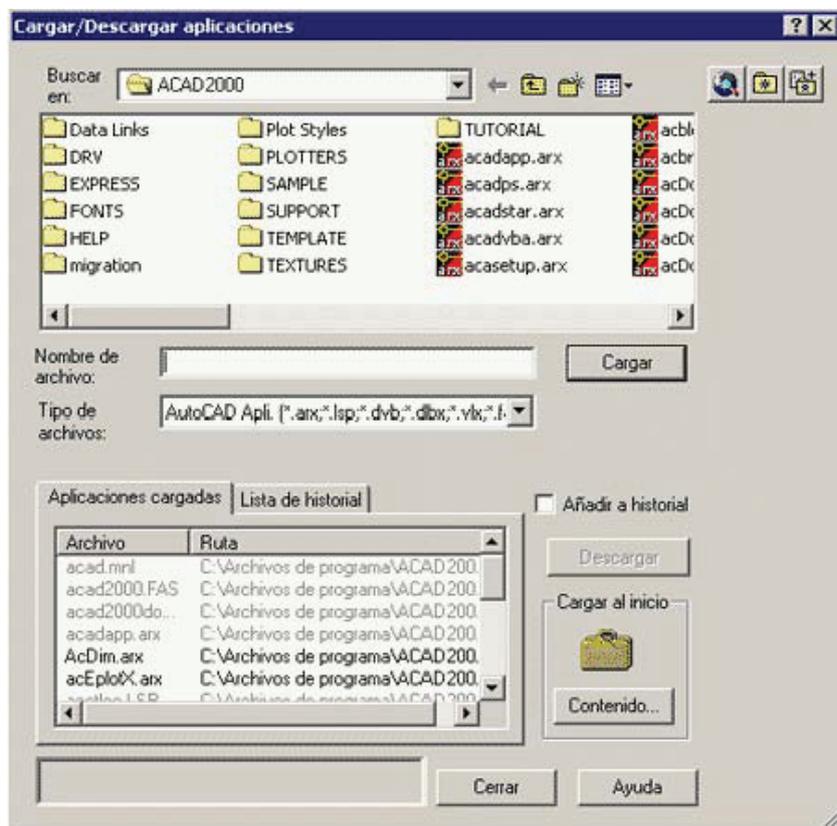
Por tanto, como ya se ha dicho las rutinas se deben cargar para poderlas utilizar, y una vez cargadas se convierten en órdenes (con su orden rápida).

Las rutinas tienen la extensión \*.LSP y con el bloc de notas podemos ver el programa o incluso programarlo desde ahí.

Está claro que lo primero que necesitamos es tener la rutina, y como se ha comentado se puede conseguir en Internet. Vamos a probar con una rutina que hace espirales en 2D y 3D (suministrada con la documentación del curso). No está muy depurada y tiene algún error que más adelante se comentará.

Una vez la tenemos deberemos cargarla, para lo que tendremos que ir a:

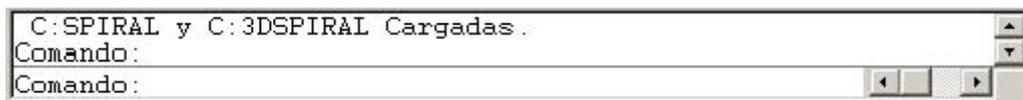
*herramientas/cargar aplicacion* (orden rápida - APpload) y nos saldrá esta ventana:



Llegados a este punto tenemos dos opciones:

- 1) Podemos cargar la rutina para que únicamente esté disponible en el documento en el que estamos. Para ello buscamos en primer lugar en el explorador de arriba la rutina, la seleccionamos y pulsamos en el botón CARGAR.
- 2) Podemos cargar la rutina para que se ejecute siempre que abramos AutoCAD, es decir, que se cargará siempre en el inicio. Para ello tendremos que pulsar en el botón CONTENIDO. Nos saldrá una ventana de las aplicaciones o rutinas que están cargadas al inicio (en nuestro caso no habrá ninguna), pinchamos en AÑADIR y buscamos la rutina igual que antes, la añadimos y vemos que ya aparece en la *ventana de aplicaciones al inicio* (en esta ventana podremos suprimir también las aplicaciones que queramos, es decir, si ya no queremos que se ejecute al inicio venimos aquí, seleccionamos la aplicación y pulsamos en suprimir). Una vez la tenemos cargada simplemente cerramos la ventana y listo.

Tras haber cargado la rutina, ya sea por un método u otro, veremos que en la ventana de comandos aparece que se ha cargado la rutina correctamente, apareciendo lo siguiente:



En nuestro caso las órdenes para ejecutar estas rutinas son "SPIRAL" y "3DSPIRAL" , pero hay veces que las órdenes para ejecutar las rutinas no coinciden con el nombre que aparece ahí. Entonces tendremos que ir directamente a la rutina (en el explorador de Windows) y abrirla con el bloc de notas para ver que nombre es el que le han dado a las órdenes.

Veamos como se utiliza esta rutina.

En primer lugar para **SPIRAL** (en 2D), ejecutamos la orden. Seguidamente nos pide un punto central así que elegiremos uno al azar, ahora el número de rotaciones, es decir, las vueltas que va a dar, pongamos por ejemplo 5. Luego el crecimiento por rotación, es decir, lo que aumenta el diámetro o lo que es lo mismo la separación entre arcos, pongamos por ejemplo 10. Y por último nos pide los puntos por rotación, que cuantos más pongamos, más se parecerá a una auténtica espiral (con poner 30 es suficiente).

En el caso de **3DSPIRAL**, si ejecutamos la orden, nos pide también el punto central, número de rotaciones (pongamos p.e. 10), radio inicial, es decir, el radio de la primera circunferencia (pongamos p.e. 20). Luego el crecimiento horizontal, es decir, que el radio inicial va a ir creciendo, pero si ponemos valor 0, el radio permanecerá constante y nos quedará algo parecido a un muelle. Seguidamente nos pedirá el crecimiento vertical (pongamos p.e. 10) y por último los puntos por rotación (p.e. 30)  
Para poder ver el muelle que nos ha quedado no se nos tiene que olvidar hacer una vista isométrica SO.

Pues bien como habéis visto es muy sencillo, pero seguro que a alguno de vosotros le ha salido

la espiral algo rara. Esto es porque como se ha dicho antes, esta rutina no está muy depurada y tiene algunos errores. Por eso voy a deciros qué es lo que no debéis hacer con esta rutina, repito sólo con esta rutina.

En primer lugar esta rutina se lleva muy mal con POLCONT, de tal forma que si habéis dibujado una espiral y luego utilizáis POLCONT, en muchos casos os saldrá un ERROR FATAL y se os cerrará el programa, así que mi recomendación es que si vais a utilizar esta rutina, lo hagáis al final, y no os olvidéis de ir guardando lo que vayáis haciendo.

También hay que decir que si ponéis un crecimiento muy pequeño, o un radio, en muchos casos no sale una espiral, sale una cosa muy rara. Lo mejor es que probéis.

Esto es porque cuando hacemos una espiral si hay líneas cercanas o puntos cercanos a donde estamos dibujándola, es como si la espiral estuviera influida por esas líneas, por tanto mi recomendación es hacer la espiral lejos de cualquier línea o dibujo. Otra opción que suele funcionar es deshabilitar la opción REFENT antes de hacer la espiral, evitando así que en la operación de trazado se coja algún punto ya existente del dibujo por error.

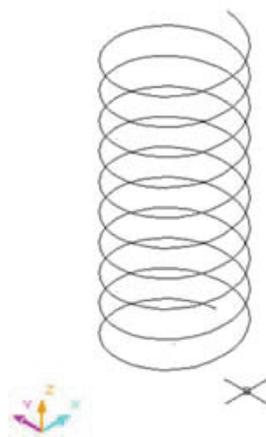
Como podeir ver tiene bastantes fallos y seguro que descubriréis alguno más.

Esta rutina tiene varias aplicaciones, por ejemplo, con ella vais a poder simular roscas de tornillos o tuercas. Voy a comentaros cómo se tendría que hacer, pero repito que de esta forma sólo se simulan roscas, porque para hacer roscas normalizadas (Métrica, Whitworth, Trapecial, Edison,...) habría que hacerlo de forma distinta.

Como se ha dicho, vamos a hacer un tornillo en 3D con su rosca, o mejor dicho sólo se va a hacer la parte del tornillo donde está la rosca, para abreviar.

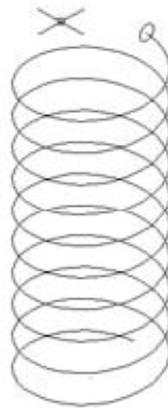
1. Lo primero es hacer la espiral en 3D con las medidas que queramos que tenga la rosca. Para ello en primer lugar ponemos un punto (PU) que va a ser el centro de nuestra espiral. Ahora ejecutamos la orden 3DSPIRAL, elegimos ese punto como punto central, tomando la referencia al punto (de nuestra barra de referencias).

En *número de rotaciones* pondremos p.e. 10, *radio inicial* p.e. 20, *crecimiento horizontal* igual a 0, *crecimiento vertical* p.e. 10, y *puntos por rotación* p.e. 30

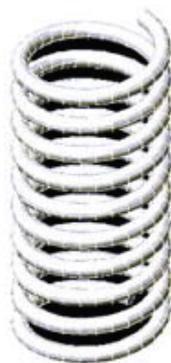


2. Ya tenemos nuestra espiral (recordad que tenemos que trabajar con vista isométrica SO). Ahora vamos a colocar un círculo pequeño en uno de los extremos de la espiral, de diámetro p.e. 5

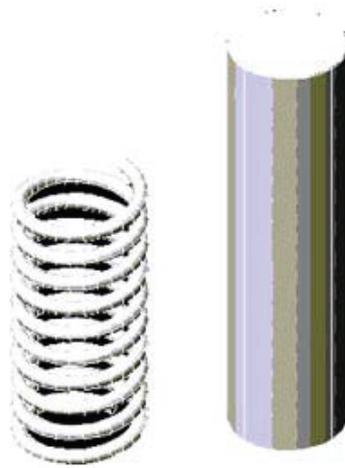
3. Ese círculo debemos ponerlo perpendicular a la curva de la espiral ya que tenemos que hacer una extrusión en ese eje. Para ello ejecutamos la orden GIRA3D, designamos objetos (el círculo) y ENTER. Ahora seleccionamos sobre qué eje giramos (en principio será el X, pero depende de cómo tengáis los ejes) ponemos pues una X , Y o Z según corresponda. Seleccionamos el punto respecto al que gira (centro de la circunferencia) y por último el ángulo de rotación, que será de 90.



4. Ya tenemos girado el círculo. Ahora sólo tenemos que aplicar una extrusión a lo largo del eje, para lo cual ejecutamos la orden extrusión (EXT), designamos objetos (en este caso el círculo) y ENTER. Ponemos una "E" para que lo haga respecto al eje y pulsamos ENTER, seleccionando por último el eje que será la espiral.



5. Vemos que tarda un poco, lo que es normal ya que es un dibujo bastante complejo que luego ocupará bastante espacio. Bien, ya tenemos la espiral extrusionada. Si hacemos un sombreado (en el menú *ver/sombra*) podremos ver como ha quedando. Ahora tenemos que hacer un cilindro sólido fuera de ese dibujo un poco apartado. Para ello hacemos un círculo del mismo radio que le dimos a la espiral (en este caso radio 20) y le damos una extrusión (EXT) de por ejemplo 150.

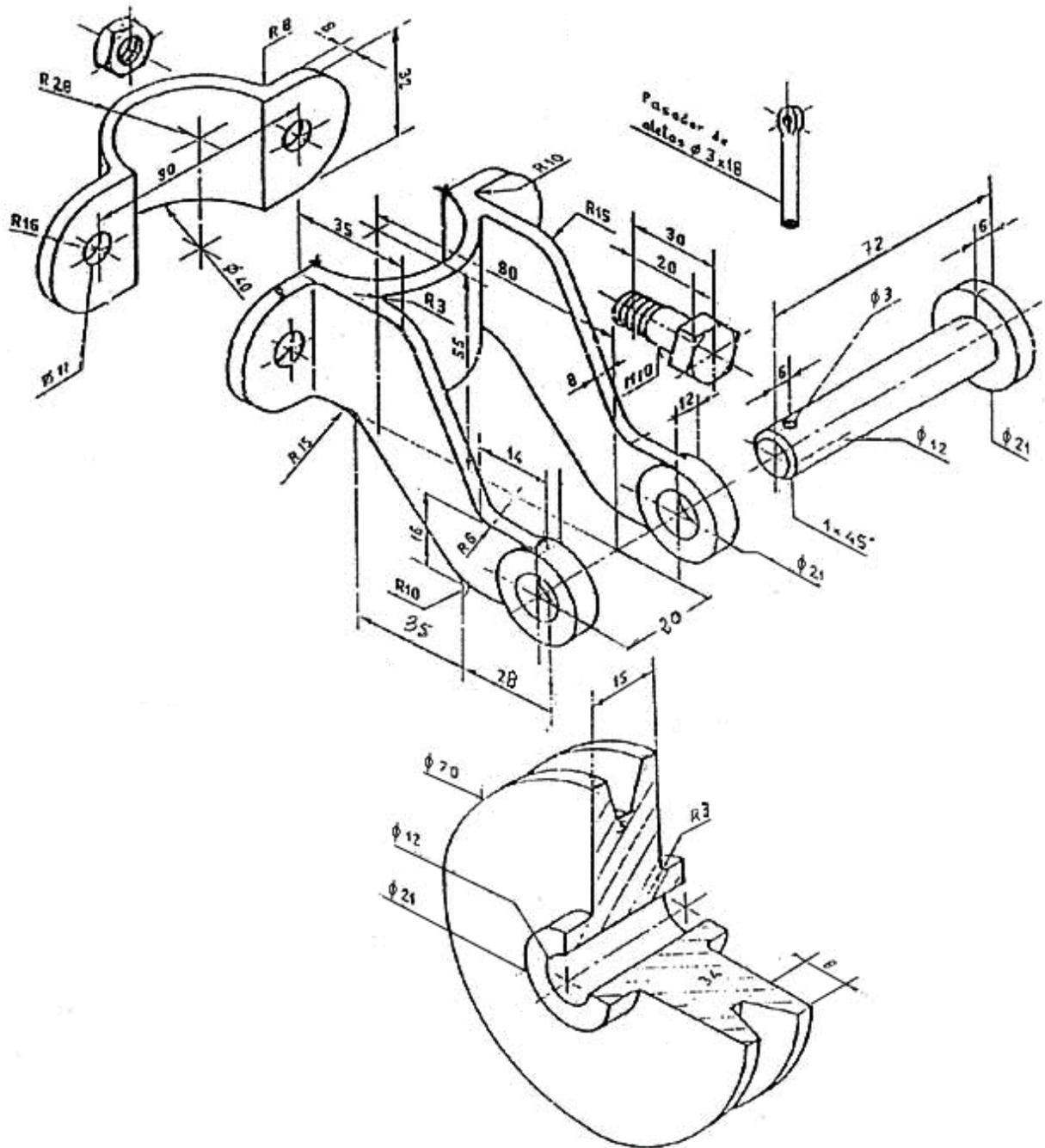


6. El siguiente paso será colocar la espiral en el cilindro (para trabajar mejor podemos poner como sombra la estructura alámbrica 3D). Esto lo conseguiremos colocando la base donde está el punto inicial que pusimos para dibujar la espiral, coincidente con el centro de la base del cilindro. Para ello ejecutamos la orden desplazar (D), designamos toda la espiral, y como punto base tenemos que elegir dicho punto. Hay que tener cuidado de elegir bien el punto ya que nos saldrán muchas referencias, así que tomamos la referencia al punto que tenemos en la barra de referencias (de esa forma sólo nos marcará dicho punto). Ahora lo desplazamos al centro de la circunferencia de la base del cilindro.

7. Bien ya casi está. Sólo queda diferenciarlo, para lo que tendremos que ejecutar la orden diferencia (DIF). Designamos los objetos de los que sustraer, en nuestro caso el cilindro y ENTER, y ahora lo que queremos sustraer, en nuestro caso la espiral. Si le damos un sombreado veremos lo bonito que nos ha quedado.



Como habéis visto es un poco laborioso pero bastante fácil. Esto lo vais a tener que utilizar para algunos ejercicios que se proponen. Si os resulta demasiado difícil podéis usar la otra rutina suministrada (Helisol) que ya genera la espiral con la extrusión, pero me gustaría que primero lo hagáis con la otra para que practiquéis.



Ejercicio 19-1



## 20. El renderizado, materiales y luces

---

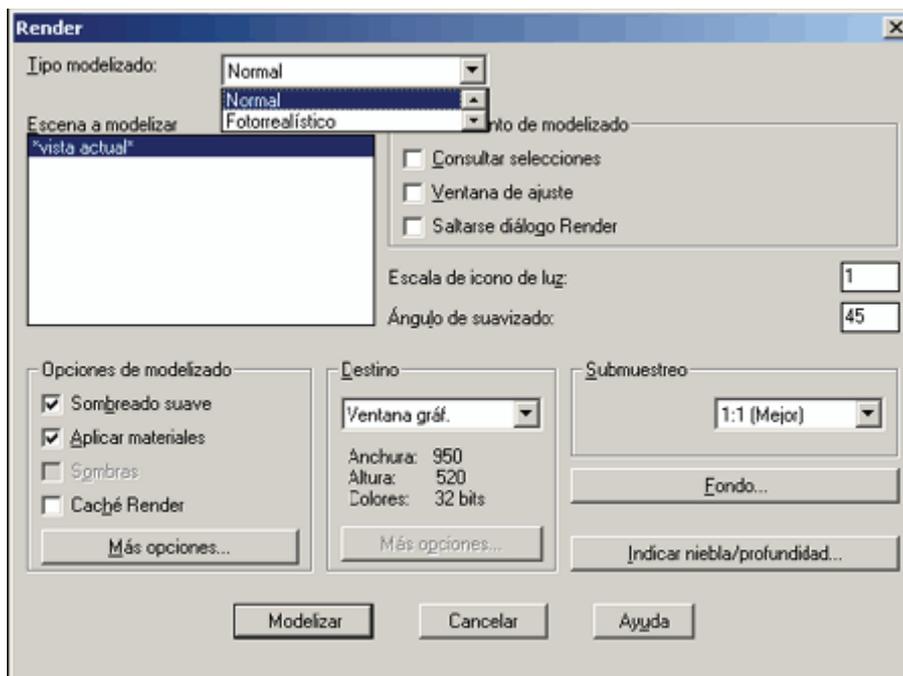
### Renderizado (o modelizado)

El renderizado nos sirve para dar un aspecto más real a nuestro dibujo en 3D (aunque como veréis también se puede aplicar para dibujos en 2D), es decir, que siempre que se renderice un dibujo se supone que queremos darle un aspecto fotorrealístico o artístico.

El aspecto que tiene un renderizado es parecido al aspecto tras aplicarle una sombra, pero con la diferencia de que un renderizado lo podemos guardar y una sombra no (aunque si se puede capturar la pantalla). Además un renderizado permite muchas más cosas como son: asignar materiales, poner fondos, luces, etc...

Para renderizar iremos al menú *ver/render/render* orden rápida (R).

Nos saldrá la siguiente ventana



Lo primero que debemos poner es el "tipo de modelizado". Hay tres pero nosotros sólo usaremos el tipo normal o fotorrealístico (normalmente el fotorrealístico).

El **normal** se usa cuando sólo queremos que nos renderice nuestro dibujo con los colores que le tenemos asignados, es decir sin ningún material.

El **fotorrealístico** se usa cuando tenemos asignados materiales (que será lo más usual), es decir, que si hemos asignado materiales y seleccionamos tipo normal, no se verán dichos materiales y simplemente se verá el color que teníamos seleccionado.

Para renderizar pinchamos en "Modelizar" y listo.

Bien, vamos a hacer una prueba. Cojamos un dibujo en 3D que tengamos acabado y apliquemos un renderizado fotorrealístico.

Tras aplicarlo, podemos comprobar que el resultado obtenido ha salido peor de lo que estaba. Esto es porque tenemos que hacer varias cosas antes.

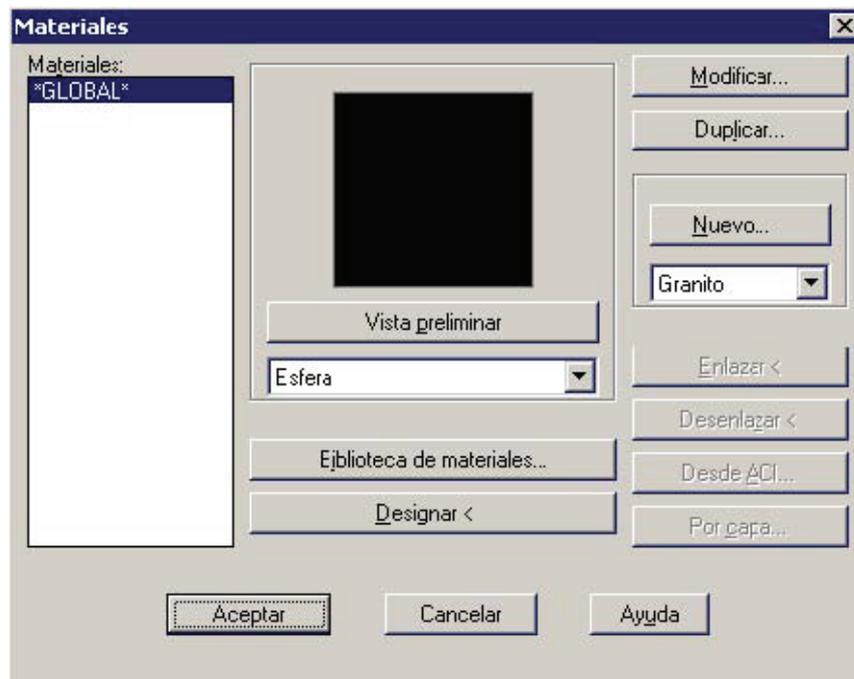
*NOTA: Para salir del renderizado movemos las barras de desplazamiento o el scroll del ratón.*

En primer lugar, hay que recordar que cuando tenemos circunferencias, arcos y superficies curvas en general, cuando renderizamos no salen como tales, sino que aparecen formados por muchas rectas y eso no queda muy bien. Lo primero que tenemos que hacer es utilizar el comando FACETRES para corregir esto. Si ponemos FACETRES en la ventana de comandos, nos aparecerá como valor por defecto 0.5. Pues bien, pongámosle por ejemplo valor 5, así quedará corregido el efecto de las curvas al renderizar (renderizarlo otra vez para verlo).

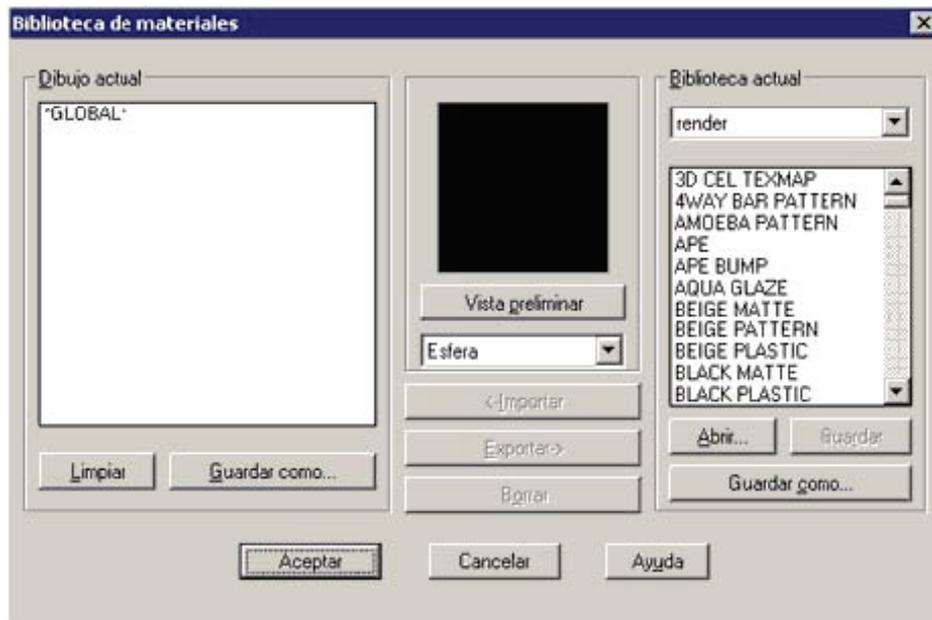
*SUGERENCIA: para ir más rápido en estos renderizados podemos ejecutar la orden renderizar de la siguiente manera, ponemos una R en la ventana de comandos y pulsamos 2 veces ENTER, de esta forma ejecutaremos render y modelizar rápidamente. (pero si queremos cambiar algo en la ventana render tendremos que pulsar una sola vez ENTER)*

La segunda cosa que tenemos que hacer es asignar materiales.

Para ello tendremos que ir al menú *ver/render/biblioteca de materiales* o mejor a **ver/render/materiales** (para matar dos pájaros de un tiro).



Si pulsamos en Biblioteca de materiales vamos al menú *ver/render/biblioteca de materiales*, pero si vamos directamente a materiales lo hacemos más rápido. Pues bien, si pinchamos nos sale esta ventana:



Tendremos en primer lugar que cargar la biblioteca. En nuestro caso sólo tendremos la biblioteca de materiales que trae AutoCAD llamada render que **ya está cargada**. Si tuviéramos otra biblioteca pincharíamos en abrir para cargarla y luego la seleccionaríamos en el menú desplegable (de la parte superior derecha).

Como ya está cargada no tenemos que hacer nada, simplemente elegir los materiales que vamos a utilizar. Para ello seleccionamos los materiales (debajo del menú desplegable "render") y hacemos una vista preliminar, dándole posteriormente a IMPORTAR si nos gusta. Así podemos elegir todos los materiales que queramos utilizar para nuestro dibujo. En este ejemplo se va a utilizar uno llamado "WOOD -DARK RED" y otro llamado "WOOD - MED.ASH".

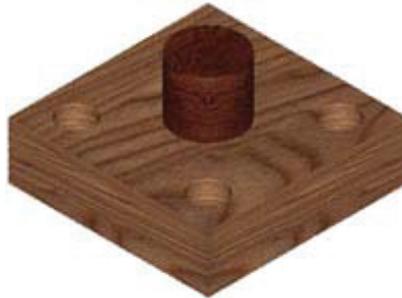
Una vez que tenemos elegidos los materiales pulsamos ACEPTAR. Ahora estamos en la ventana de "materiales" donde estábamos inicialmente y nos aparecerá en la parte de la izquierda los materiales que hemos cargado, justo debajo de \*GLOBAL\*.

Entonces tendremos que seleccionar el material que queramos y seguidamente pinchar en enlazar. Vemos que se nos cierra la ventana, y tenemos que seleccionar nuestro dibujo (es decir tenemos que enlazar el material a nuestro dibujo) y pulsamos ENTER. Vemos que vuelve a la ventana de materiales. Si tuviéramos más materiales seguiríamos asignándolos de la misma forma.

Está claro que si queremos poner varios materiales a un dibujo, ese dibujo debe estar compuesto por varias partes independientes, ya que sólo podemos asignar un material a un único objeto.

Vamos a utilizar un dibujo muy sencillo formado por dos partes independientes, un paralelepípedo con cuatro agujeros y un pequeño cilindro encima.

Una vez enlazados todos los materiales con todos los objetos pulsamos en ACEPTAR y listo. Si ahora hacemos un renderizado, poniendo tipo fotorrealístico, aparecerán los materiales.



Vemos que aún no está del todo bien, porque no se aprecian bien los bordes y contornos del dibujo. Tendremos pues que poner luces para que se vea bien todo. Las luces son prácticamente **obligatorias** cuando hacemos renderizados.

Para aplicar luces tendremos que ir al menú ver/render/luces u orden rápida (LUZ).

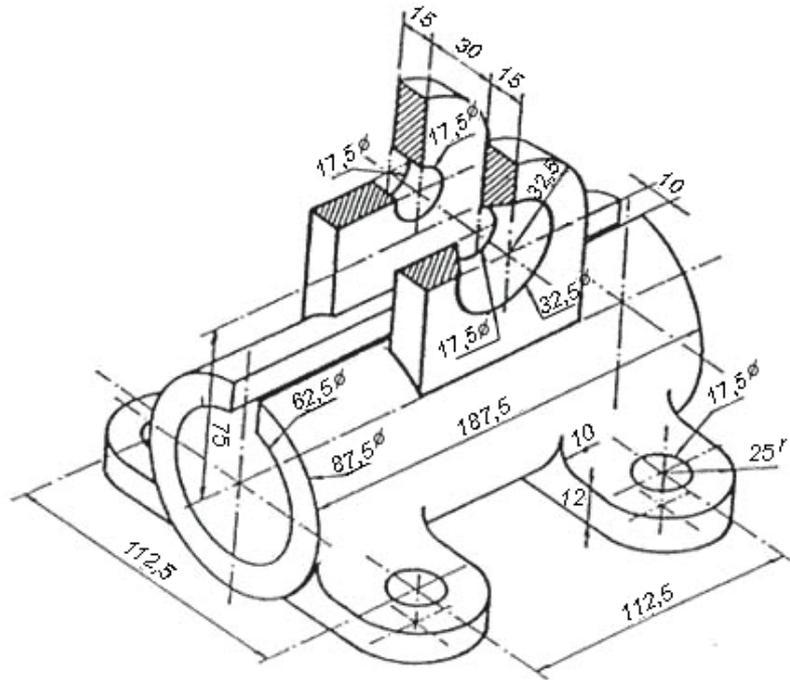
Hay cuatro tipos de luces:

- Luz distante: emite rayos paralelos cuya intensidad nunca decrece con la distancia, es decir, que da igual a que distancia ponga este tipo de luz. Para poner esta luz sólo tengo que decir en que parte la coloco y hacia donde se va a dirigir (muy usada).
- Luz puntual: ilumina una pequeña zona, pierde intensidad con la distancia y emite rayos en todas direcciones.
- Foco: emite un haz de luz, también pierde intensidad con la distancia y tendremos que dar el ángulo del foco.
- Luz ambiental: Da luz en todas partes, es la luminosidad.

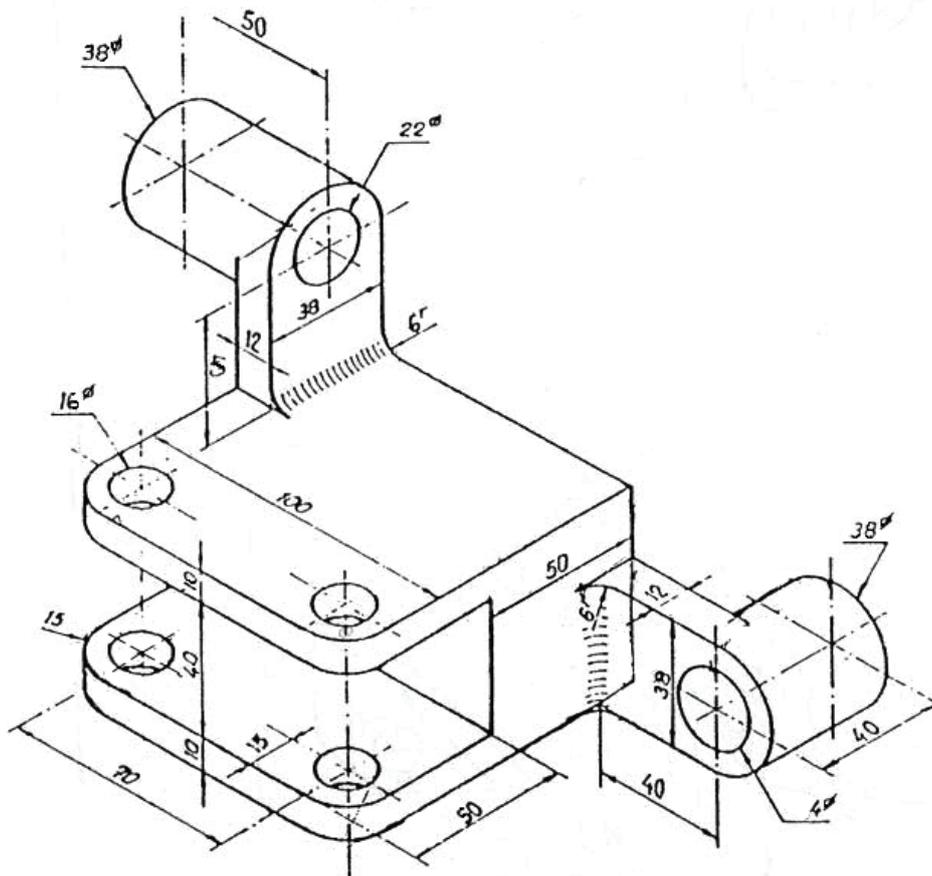
En el siguiente capítulo se continuará explicando con más detalle como se aplican las luces.

*SUGERENCIA: Es aconsejable que todas estas órdenes que se van comentando, las vayáis insertando en una barra personalizada de botones como se ha mencionado anteriormente, por ejemplo sería interesante tener una barra en que estuviera la opción de materiales entre otras órdenes relacionadas con 3D.*

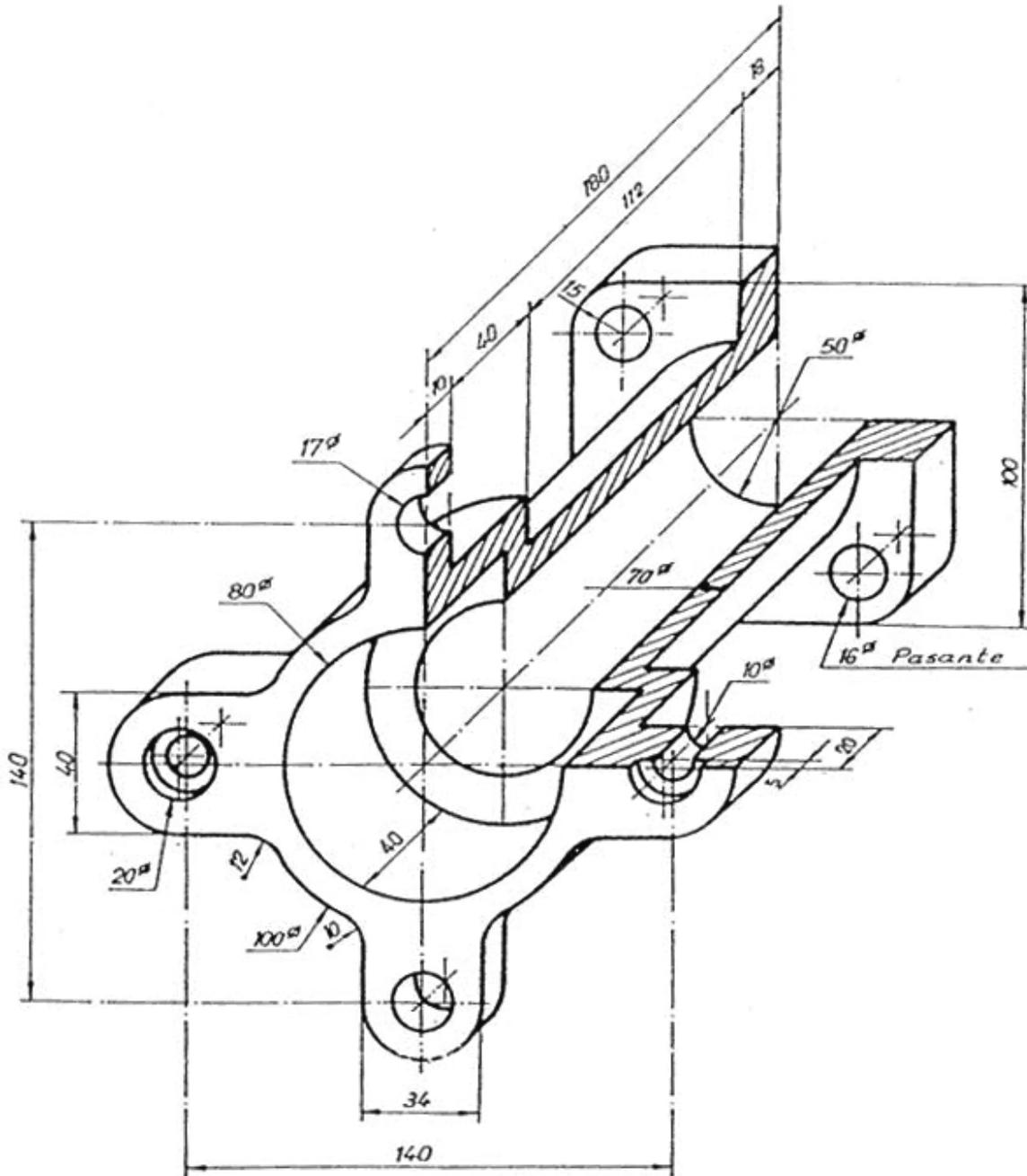
Se propone que hagáis estos tres ejercicios para que practiquéis. Cuantos más hagáis más fácil os resultará todo. Todos los ejercicios que se va proponiendo son muy sencillos, pero si no los vais haciendo os resultarán pesados y aburridos, no os limitéis a leer y leer.



**Ejercicio 20-1**



**Ejercicio 20-2**

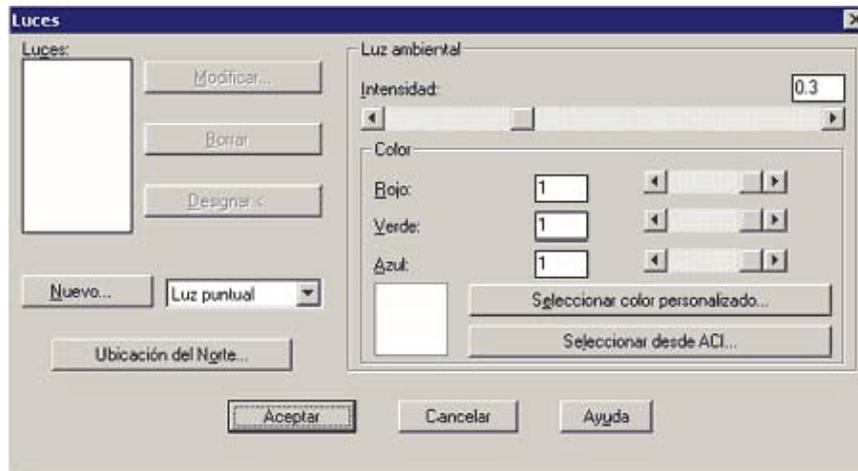


Ejercicio 20-3

## 21. Cómo se utilizan los cuatro tipos de luces

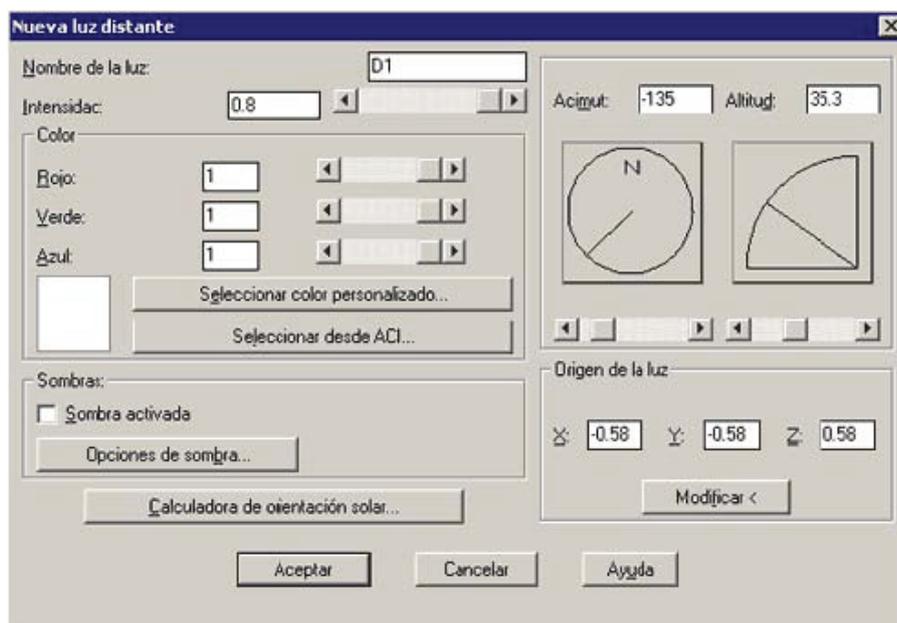
En este capítulo vamos a seguir explicando cómo trabajar con las luces, que como ya se dijo en el capítulo anterior pueden ser de 4 tipos: luz distante, luz puntual, foco y luz ambiental.

Para poner luces lo primero es ejecutar la orden (LUZ) y nos aparece una ventana.

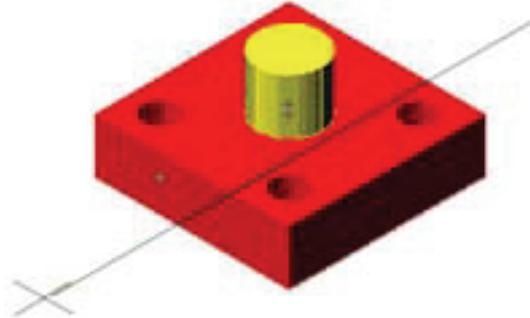


Primero, debemos elegir que tipo de luz queremos poner. En el menú desplegable, al lado del botón "Nuevo...", aparecen los 3 tipos de luces que se pueden poner. Elegimos por ejemplo **Luz distante**, que suele ser lo más habitual, y pulsamos sobre el botón "Nuevo..." .

Ahora nos aparece otra ventana (ventana de luz distante) en donde hay varias opciones. Primero le damos un nombre (por ejemplo D1), y luego una intensidad (démosle 0.8). Para saber qué intensidad le tenemos que dar, lo mejor es ir probando y modificar en caso de que no nos guste o no se vea bien, esto nos lo dirá la experiencia. También tenemos la opción de ponerle un color a la luz, y muchas otras cosas.



Ya podemos insertar la luz donde queramos, para ello pulsamos el botón "Modificar". Se cerrará la ventana y tendremos que colocar la luz. Primero tendremos que pinchar hacia donde se dirige y luego desde donde procede dicha luz. Da igual en que punto pinchemos ya que al ser una luz distante, no le afecta la distancia, simplemente debemos asegurarnos de que esté situada en un punto anterior al plano o cara que queremos iluminar, tal como se ve en el ejemplo.



Si hacemos un renderizado rápido para ver como queda, veremos que efectivamente se ha iluminado la cara que queríamos.



Como podéis observar este tipo de luces se utiliza para iluminar las caras o lados de nuestro dibujo. Las características de la luz distante es que ilumina cualquier plano perpendicular a la luz, no le afecta la distancia a la que se coloque e ilumina por igual todo el plano, es decir, que si el plano fuera infinito, también lo iluminaría. Por esa razón sólo nos harán falta 3 luces distantes para iluminarlo todo, ya que las caras posteriores no es necesario iluminarlas, puesto que no se ven. Así pues, para iluminar el lado contiguo (el de nuestra derecha) se hará de la misma forma, llamando a la luz D2.

Ahora el problema que se nos plantea es como iluminar la parte de arriba, ya que no podremos dirigir la luz en el plano vertical. Esto se resuelve cambiando el SCP. Tal y como se explicó anteriormente, nosotros dibujamos siempre en el plano XY, por eso cuando damos a "Modificar" para colocar la luz, la línea de dirección que aparece sólo se mueve en el plano de la base.

Por lo tanto habrá que cambiar la posición del SCP para que podamos mover la dirección en un plano vertical (perpendicular a la base). Para ello, ejecuto la orden (SCP), pulso "N" de nuevo y ahora hay que girar por ejemplo el eje "X" 90 grados y ENTER.

Ya tenemos girado el SCP y ahora podemos poner la última luz, que la podemos llamar D3.

Para las intensidades de luz se puede ir probando. En este ejemplo se ha puesto para D2 una intensidad de 0.7 y para D3 una intensidad de 0.5



Como podéis ver se aprecia mucho mejor todo el contorno de la figura, incluidos los agujeros. Con esto sería suficiente para esta figura, ya que así se ve todo bastante bien. Para otro tipo de figuras a lo mejor se necesita poner más luces de otro tipo.

Vamos a ver cómo se pondrían luces puntuales. Para ello tendremos que elegir en el menú desplegable, al lado del botón de "Nuevo..." la opción luz puntual y pulsamos como antes "Nuevo..." . Se pone un nombre (por ejemplo P1) y una intensidad (por ejemplo 40), y de la misma forma que antes pinchamos en modificar para colocarla.



Como es una luz puntual simplemente debemos elegir donde queremos situarla, utilizando referencias. En el ejemplo se van a colocar 4 luces puntuales en la base de cada uno de los agujeros, quedando como muestra la figura.

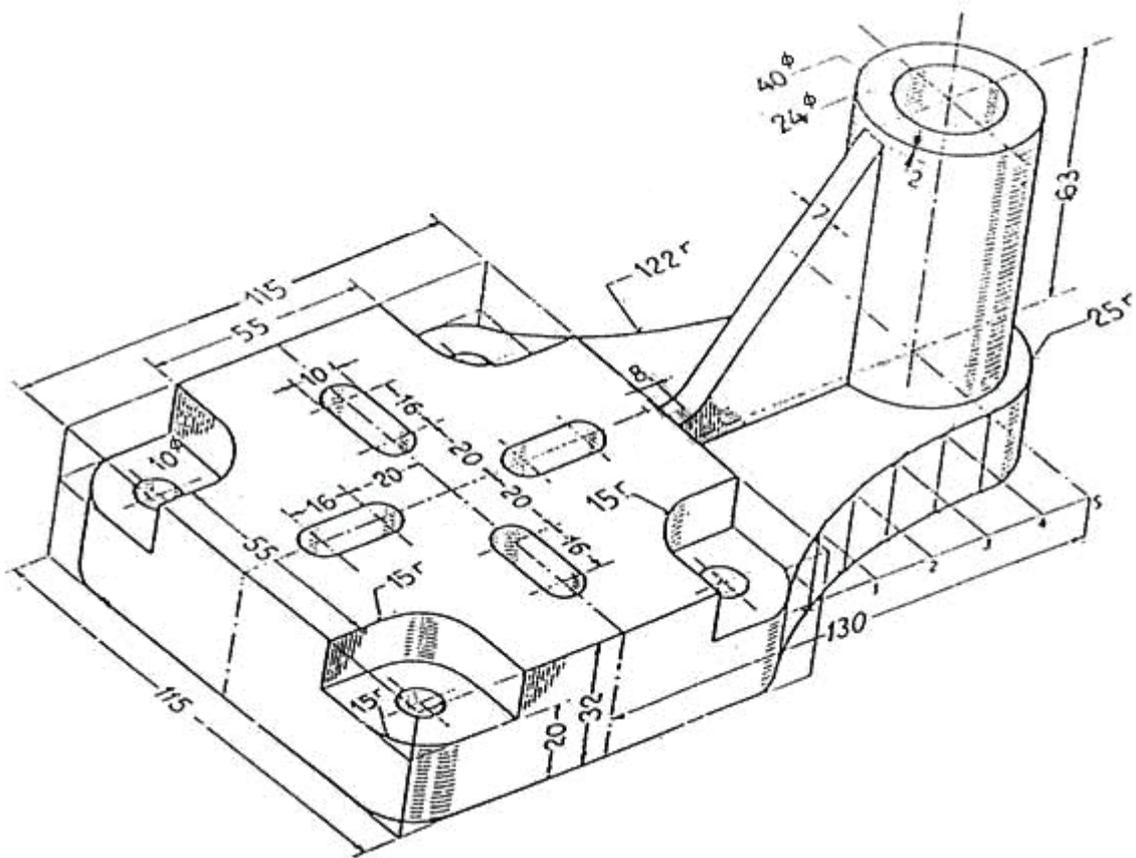


Para poner los focos se hace de igual forma, pero habría que controlar también el ángulo del haz.

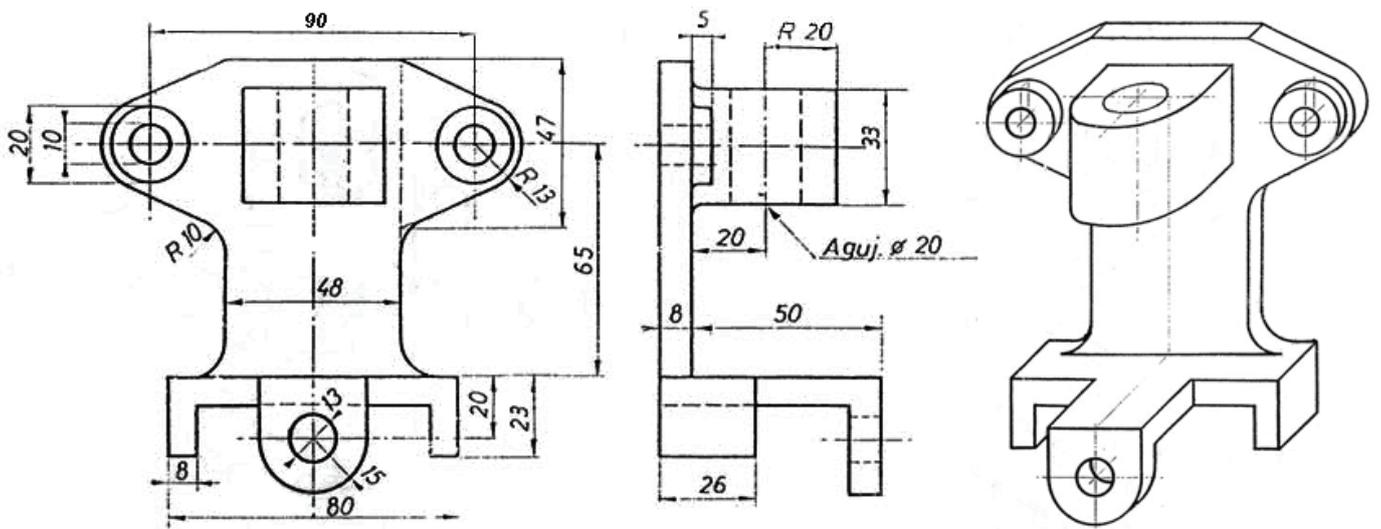
El último tipo de luz es la luz ambiental, que como su nombre indica es para controlar la cantidad de luminosidad del ambiente. Esta luz es muy poco apreciable, respecto a las otras, y más que nada sirve para dar más o menos brillo a nuestra pieza. Si lo probáis veréis la diferencia de aplicar una luz ambiental de p.e. 0.1 y p.e. 1 (veréis que la pieza aparece muy "apagada" en el primer caso y demasiado "brillante" en el segundo). Esto nos puede servir para simular por ejemplo el efecto de la noche y el día.

Como veis esto de las luces tiene muchas posibilidades. Si aplicamos a las luces, por ejemplo, algún color podemos dar la sensación de frío o de calor, o podemos hacer que una habitación de la sensación de ser acogedora. Podemos simular el efecto que produciría una "bombilla" simplemente poniendo una luz puntual, entre otras muchas cosas.

Os propongo unos cuantos ejercicios, y una vez que estén hechos, debéis ponerle materiales y luces. Ni que decir tiene que podéis practicar a ponerle materiales y luces a todos los ejercicios que hayáis hecho en 3D hasta ahora.



Ejercicio 21-1

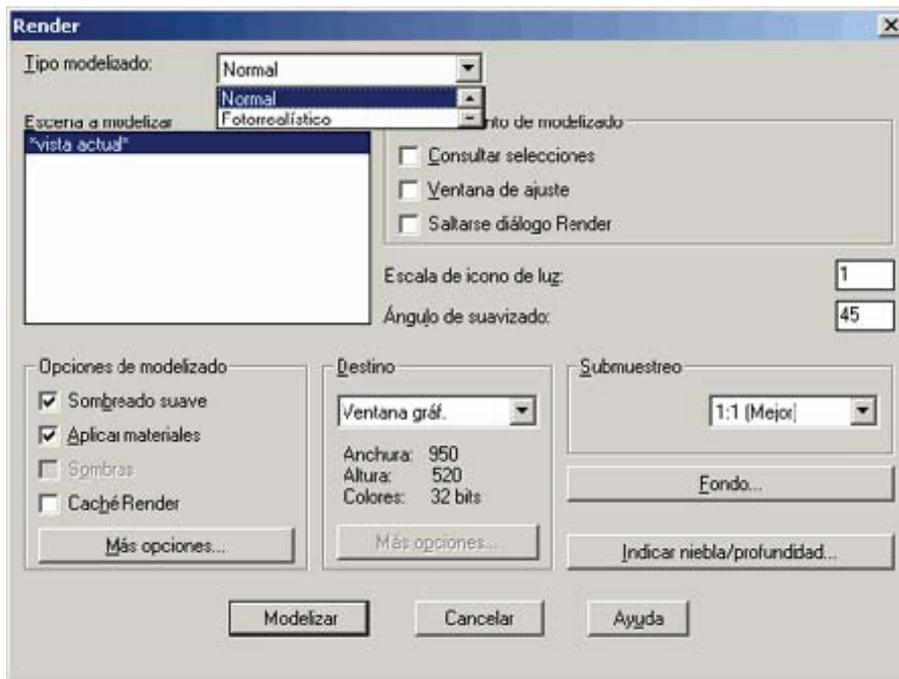


Ejercicio 21-2

## 22. Cómo se ponen fondos en renderizados y sombras producidas por luces

Una vez tenemos las luces colocadas y los materiales enlazados, podemos probar a dar fondos a nuestro renderizado. El fin último del renderizado o modelizado es hacer presentaciones o ilustraciones de nuestro dibujo en 3D, por ello debemos ponerle un fondo adecuado a nuestro dibujo. Por ejemplo, en el caso de un edificio podríamos dar un fondo con nubes, o si es una pieza podríamos darle un fondo blanco o con gradiente de colores, todo esto a nuestro gusto o en función del efecto que queramos dar.

Esto se hace en el menú render (R) donde hay un botón que pone "Fondo".



Nos aparecerá una nueva ventana en donde tenemos varias posibilidades.



En primer lugar si queremos poner un fondo, tendremos que deshabilitar el Fondo que trae AutoCAD por defecto (fondo negro), para ello quitamos la marca en la casilla "Fondo AutoCAD".

Ahora podemos poner un fondo Sólido, un Gradiente de colores o una Imagen de fondo. En el primer caso si seleccionamos arriba del todo *Sólido* podremos elegir un color, y lo podremos hacer a través de la combinación de los colores Rojo, Verde, Azul o bien si pulsamos en el botón "seleccionar color personalizado" podremos elegir uno más fácilmente.

Si elegimos la opción Gradiente, tendremos que hacer lo mismo pero con 3 colores, de tal manera que se hará una transición (o gradiente) entre los tres colores. Para ello tendremos que ir pinchando en cada uno de los pequeños recuadros coloreados (en este caso azul claro, blanco y amarillo) e ir modificándolos a vuestro gusto.

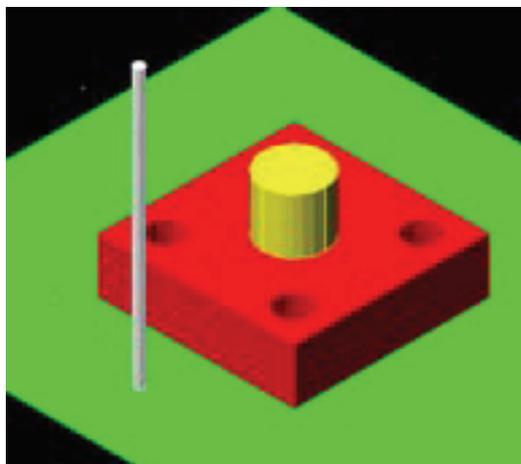
En el caso de elegir una imagen de fondo, buscaremos en la sección Imagen (parte inferior izquierda) el archivo de imagen que queramos. Podréis poner cualquier imagen, y en muchos formatos.

Una vez que hemos elegido nuestro fondo, simplemente pinchamos en Aceptar y podemos hacer un Renderizado rápido (R y dos veces ENTER) para ver como ha quedado.

Hay una opción que no se debe dejar de explicar, que cuando se habló de las luces se pasó por alto, y es la opción de hacer sombras.

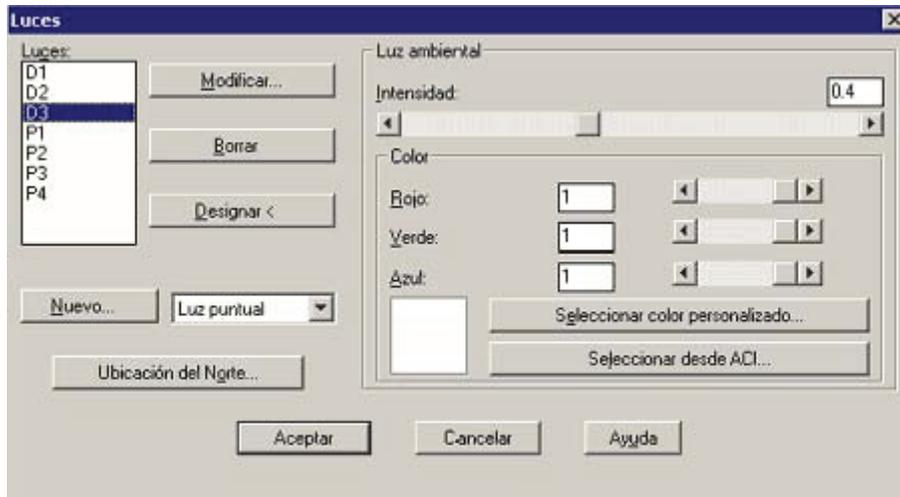
Es decir con AutoCAD podemos simular el efecto que produce un objeto al interponerse a una luz. Para ello lo mejor es explicarlo con un ejemplo y a partir de ahí investigar vosotros mismos las distintas posibilidades.

Tomamos el ejemplo que teníamos en capítulos anteriores, y vamos a hacerle unas pequeñas modificaciones. Vamos a ponerle en la base una superficie que sobresalga para ver bien el efecto de la sombra (la superficie verde en el dibujo). Ahora vamos a ponerle un cilindro esbelto y largo situado a cierta distancia de nuestro objeto de tal manera que ese será el objeto que producirá la sombra.



Ahora tendremos que ir a la ventana de luces (orden rápida LUZ).

Se va a utilizar la luz denominada D3 que estaba situada en la parte superior (pero podéis coger otra). Se selecciona D3 y pulsamos en modificar.

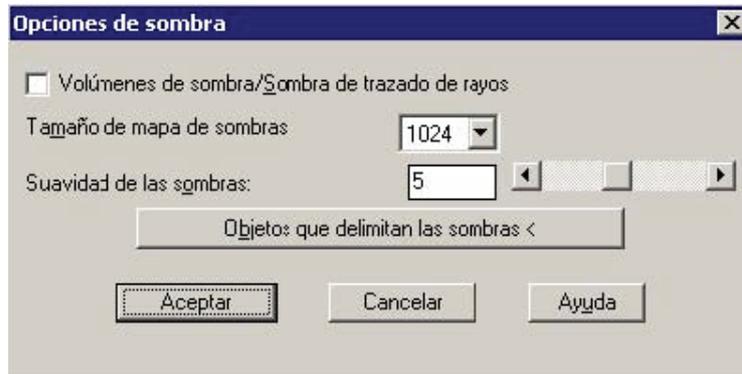


Nos aparece la ventana para modificar la luz distante D3. Para aplicar la sombra tendremos que pinchar en la caja de *Sombra Activada* y seguidamente pulsaremos el botón de "Opciones de sombra"



En esta nueva ventana elegiremos el *Tamaño de mapa de sombras*, que cuanto más tamaño, más tardará en renderizar, a cambio de mayor calidad (le ponemos p.e. 1024). Seleccionamos la suavidad de las sombras (p.e. 5) y muy importante que seleccionemos los objetos que delimitan las sombras, para lo cual pulsamos sobre el botón y los seleccionamos (en este caso seleccionamos el cilindro).

Si nos hemos equivocado al seleccionar podemos deseleccionar pulsando MAYUSCULAS. Finalmente pulsamos en aceptar.



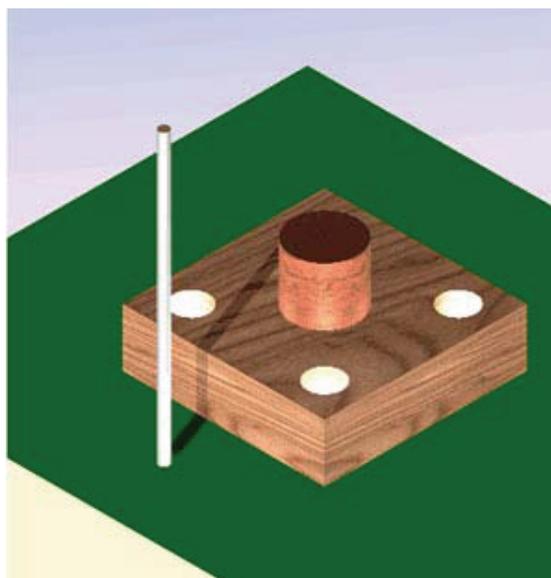
Si aceptáramos todo y renderizáramos, en este caso no veríamos nada. Esto se debe a que nuestra luz es perpendicular al objeto que produce la sombra y por tanto la sombra "cae" en la misma base del objeto.

Por tanto tendremos que pararnos en la ventana de modificación de luz distante. Aquí tenemos dos valores que tendremos que modificar, que son el Acimut y la Altitud. Estos valores en Topografía tienen unas connotaciones distintas a las que se va a exponer, pero creo que es más fácil que explique el fin práctico de estos valores.

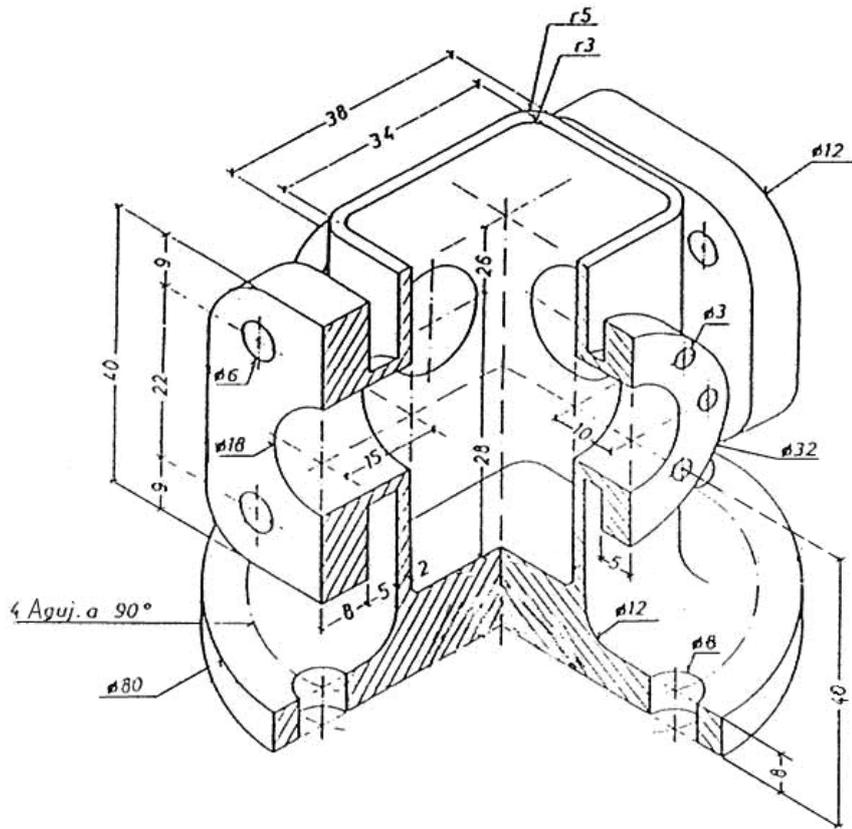
En nuestro caso vamos a utilizar Acimut para variar la orientación de la luz, es decir, en función de los puntos cardinales. Y la altitud, como ya veréis, nos gira la luz un ángulo determinado.

Vamos a poner en este caso un Acimut de -110 (OESTE) y Altitud 45. Ahora aceptamos todos los cambios y vamos a renderizar (R), pero nos quedaremos en la ventana de render.

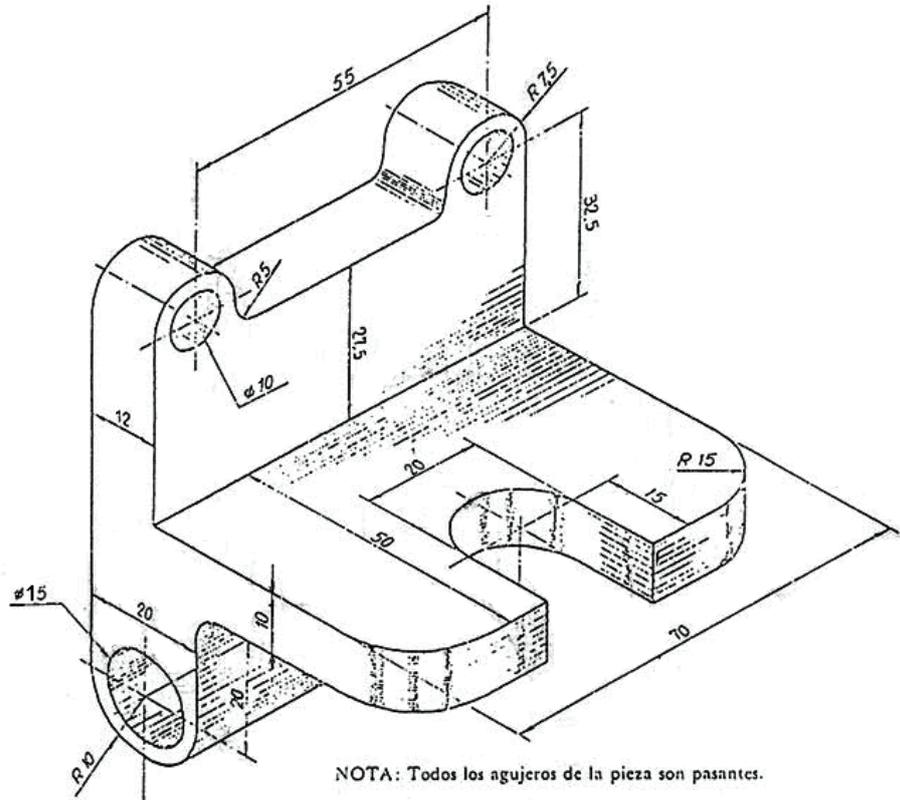
En la ventana de render tenemos una sección de opciones de modelizado (parte inferior izquierda) donde deberá estar marcada la opción sombra (claramente, para que se vea). También deberá estar marcada la opción sombreado suave y aplicar materiales. Por supuesto debe ser un renderizado Fotorrealístico, puesto que si lo ponemos normal no se verán los materiales. Nos quedará así:



Se proponen unos ejercicios para realizar y poder poner en práctica lo explicado en el capítulo.



Ejercicio 22-1



Ejercicio 22-2

### 23. Cómo se pueden hacer materiales nuevos a partir de un gráfico y para qué sirve la ventana Render

---

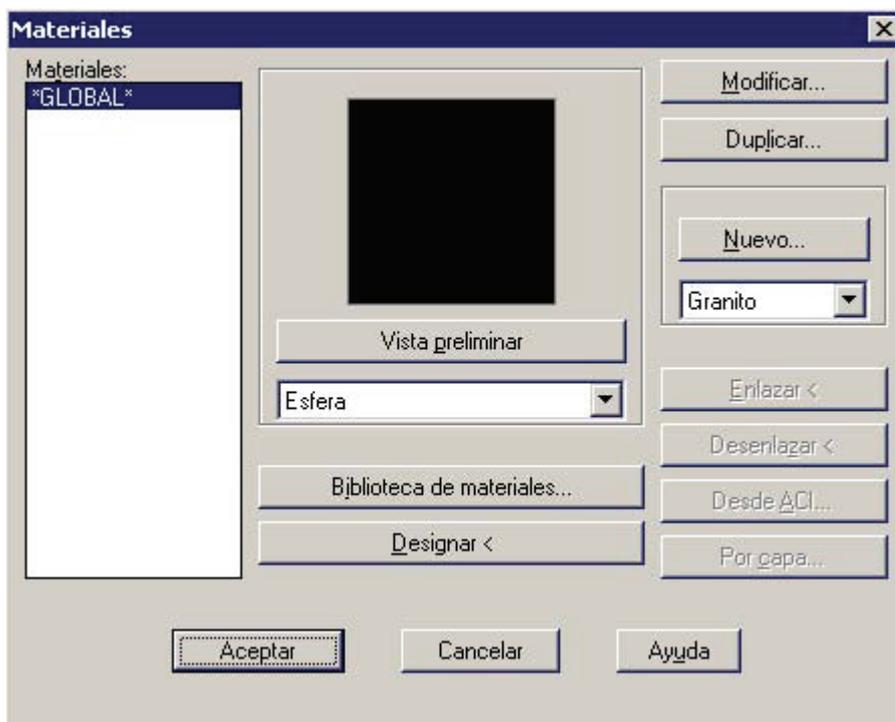
En este capítulo vamos a ver más cosas sobre materiales y el render.

Como ya se ha visto, tenemos unos materiales que vienen por defecto y que están agrupados en la biblioteca de materiales, llamada "render". Esta biblioteca se encuentra en el subdirectorio *C:\Archivos de programa\Autocad 2004\SUPPORT*. El formato que usan estas bibliotecas es \*.mli (render.mli). Si quisiéramos utilizar otra biblioteca de materiales \*.mli distinta tendríamos que cargarla previamente en la ventana "biblioteca de materiales" del menú *ver/render*.

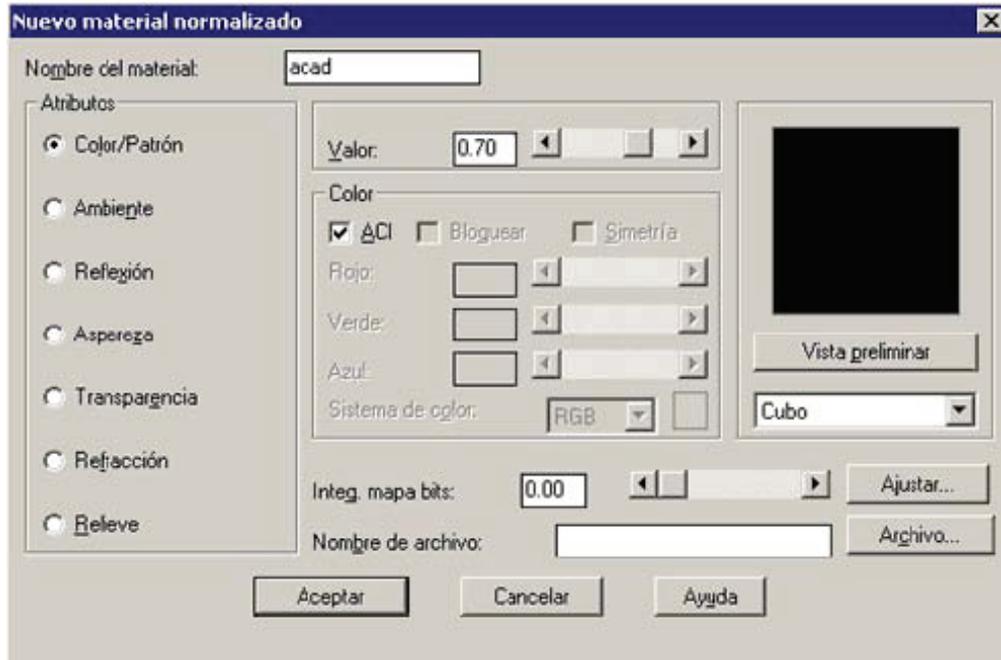
Estas bibliotecas nos las pueden proporcionar empresas que se dedican a la creación de materiales, bajo previo pago y por supuesto nos crearían el material que quisiéramos. Otra opción sería que alguien nos las dejara, evidentemente más barato. Pero tenemos otra opción. Podemos crear nosotros mismos un material a partir de cualquier imagen \*.bmp \*.jpg \*.tga ... Para ello primeramente tendremos que obtener nuestra imagen, escaneándola o creándola a partir de un programa tipo Photoshop, como por ejemplo la siguiente:

## CURSO AUTOCAD 2004

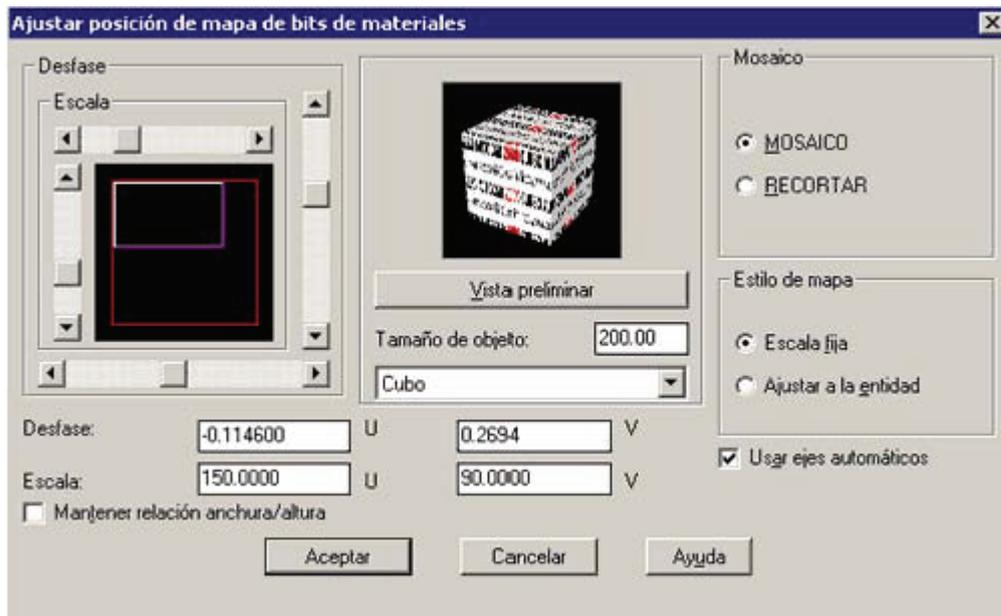
Ahora iremos a la ventana "materiales" en el menú *ver/render*



Aquí pinchamos en "Nuevo..." y nos aparecerá la ventana de material nuevo (que es la misma que la ventana de modificación).

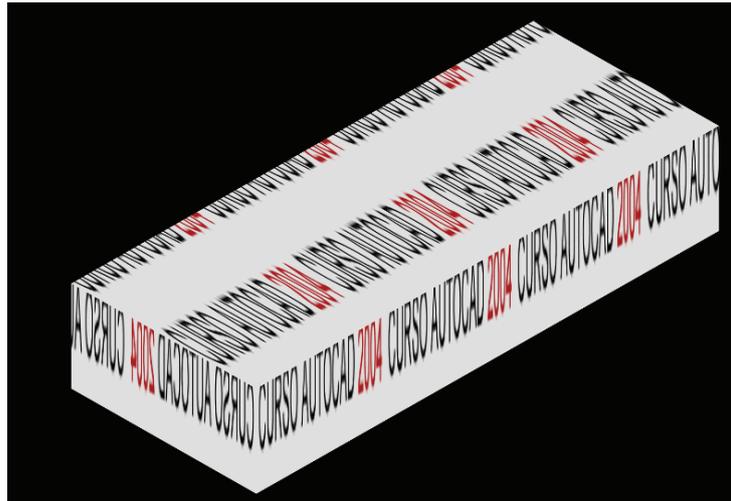


Aquí buscaremos el archivo de nuestra imagen, pulsando en el botón "Archivo..." y una vez encontrado pulsaremos en el botón de "Ajustar..." para ponerlo a nuestro gusto.



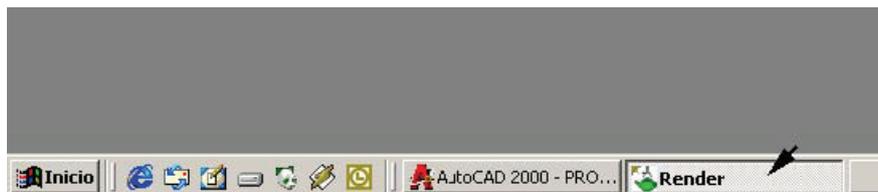
En esta ventana debemos ajustar la escala, posición (o desfase), etc... de nuestra imagen para conseguir el efecto deseado. Aceptamos todo y deberemos hacer renderizados rápidos (R y dos veces ENTER) para ver como va quedando. No hay que olvidarse de que cuando hacemos los renderizados con materiales, éste debe ser un renderizado fotorrealístico. Por supuesto habrá que "enlazar" antes nuestro nuevo material al dibujo.

El efecto que se ha conseguido con el material del ejemplo queda así, habiendo modificado la escala convenientemente.

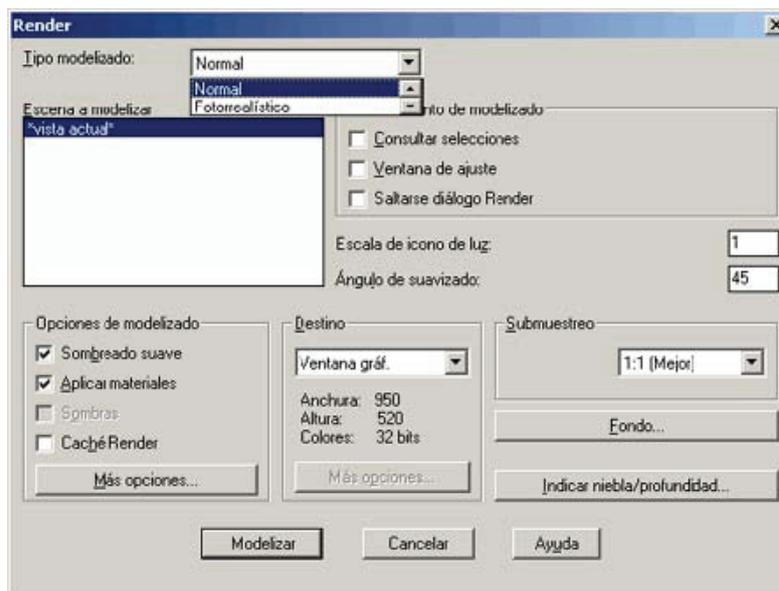


Bien, esto es más sencillo de lo que parece. Lo mejor es que probéis a hacerlo con cualquier otra imagen para practicarlos.

A propósito, habréis visto que cuando renderizáis os aparece una ventana llamada "Render" abajo en la barra de tareas que no se puede cerrar. Seguro que os preguntaréis para qué sirve esto.



Esta ventana Render sirve para que nuestros renderizados aparezcan ahí con un tamaño y calidad determinados. Si os habéis fijado en la ventana de modelizar o renderizar (orden rápida - R) aparece un cuadro o zona llamada "Destino" en donde hay un menú desplegable que trae por defecto la opción "Ventana gráf."



Pues bien, existen tres opciones para el destino de nuestros renderizados: la **Ventana Gráfica**, que es la opción que hemos estado usando hasta ahora; la **Ventana Render**, es decir, que el renderizado aparecerá en la ventana de la que estamos hablando, con el tamaño y calidad deseadas; y por último **Archivo**, es decir, que se guardará directamente la imagen renderizada en nuestro disco duro sin ni siquiera ver como ha quedado.

Si vamos a la ventana Render (la que no se puede cerrar) podremos elegir el tamaño y calidad deseados para la imagen final de nuestro renderizado. Para ello vamos a *Archivo/opciones* y nos aparecerá esta ventana.

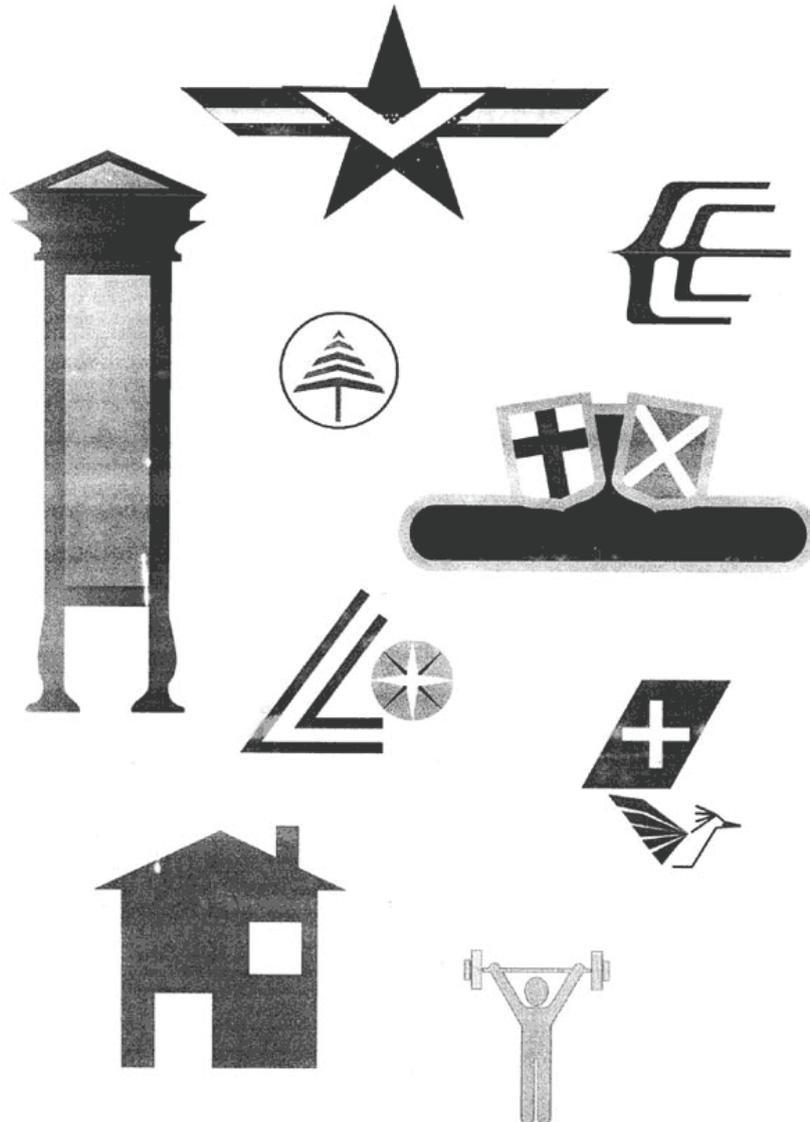


Aquí podremos elegir el tamaño deseado para nuestra imagen, ya sea por los predeterminados (640x480 , 1024x768) o pulsando en Usuario podremos dar el tamaño que queramos. También podremos elegir la profundidad de color (o calidad), que normalmente será a 24 bits. La profundidad de 8 bits se utiliza en el caso de que por ejemplo sea un renderizado muy complejo que vaya a tardar mucho. A lo mejor lo queremos para imprimirlo en papel, por lo tanto en la impresión va a perder calidad y a lo mejor no nos compensa.

Una vez elegidas las opciones de tamaño y calidad, renderizaremos poniendo en la opción de destino "Ventana Render" , y nos aparecerá en dicha ventana. Ahora si nos gusta como ha quedado podemos guardarlo como \*.bmp en la ventana de render, yendo al menú *Archivo/guardar*. Esto mismo podemos hacerlo directamente eligiendo en el destino, la opción "Archivo".

Si quisiéramos cambiar el formato \*.bmp a otro formato tendríamos que hacerlo mediante cualquier programa que lo permita (Corel, Photoshop,..).

Se propone un último ejercicio para practicar superficies tal y como se hizo en el capítulo 16.



**Ejercicio 23-1**

## 24. Cómo se imprime o plotea

En este capítulo veremos por último algo en lo que siempre se han tenido dudas a la hora de configurarlo. Hablamos de Imprimir o plotear.

Una vez que hemos realizado nuestro dibujo en 2D o 3D es evidente que tendremos que presentarlo en formato de plano. Estos planos suelen estar normalizados a tamaños A0, A1, A2, A3 y A4 que son los más habituales, aunque existen más formatos. Como es evidente un tamaño A0 no lo podríamos sacar por la impresora, por eso existen los plotters.

Resulta evidente que lo que vamos a sacar por un plotter van a ser dibujos en 2D o dibujos en 3D pero con su estructura alámbrica, por razones de economía (nada de sombreados o renderizados).

Existen varias formas de imprimir dependiendo del nivel de experiencia. En este curso se va a intentar explicar una forma de poder hacerlo.

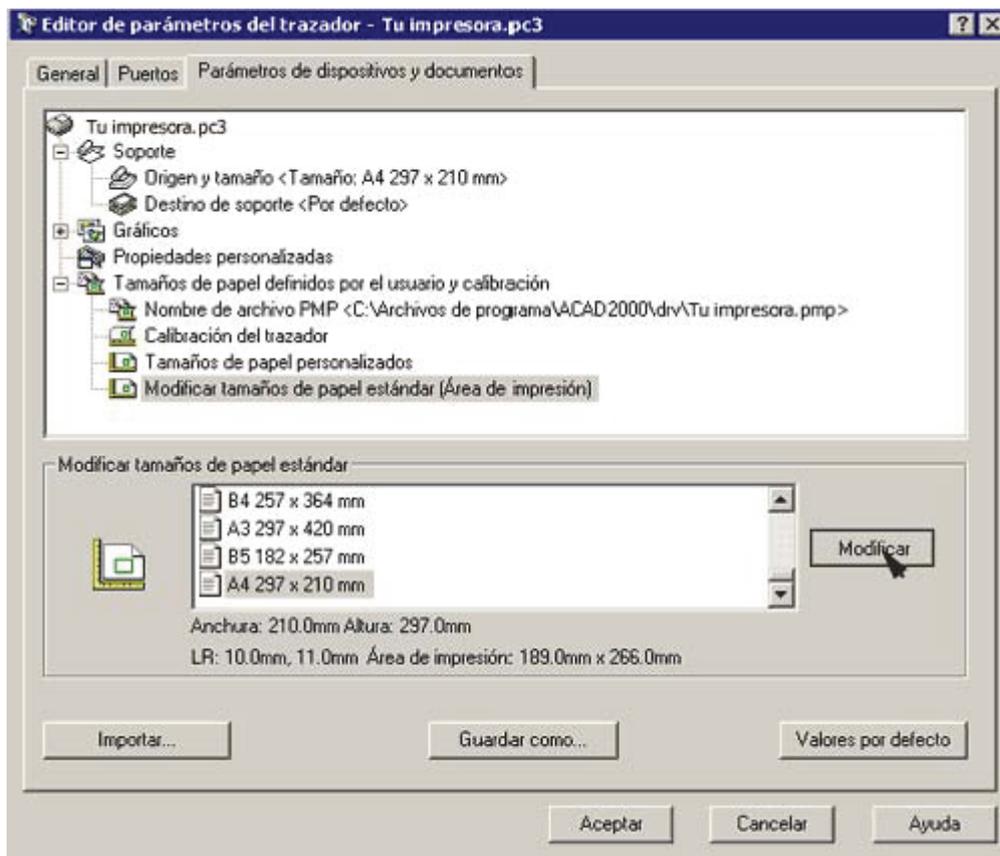
En primer lugar hay que configurar la impresora o plotter que vamos a utilizar. Para ello tenemos que ir al menú *Archivo/Administrador de trazadores* que es una carpeta en la que se nos muestran las impresoras existentes. Si no aparece la nuestra tendremos que utilizar el **Asistente para añadir un trazador**.

Aparecerán en primer lugar tres opciones para la configuración del trazador : **Mi PC**, donde elegiremos la impresora en una lista o con los drivers del fabricante, **Servidor de trazador de Red**, si vamos a utilizar una impresora de una red, o **Impresora del sistema**, que selecciona la impresora/as que tengamos instalada/as en nuestro sistema. Lo más normal es utilizar la opción Mi PC pero si no tenemos los drivers en ese momento podemos elegir impresora del sistema. Lo demás podemos obviarlo de momento.



Una vez instalada la impresora veremos que nos aparece un nuevo icono en la carpeta de Plotters con el nombre de nuestra impresora. Si pinchamos sobre él podremos modificar algunas cosas.

Nos aparece una ventana con tres pestañas. Si picamos en la tercera, donde pone "Parámetros de dispositivos y documentos" tenemos varias opciones. Entre ellas la más importante es la de "modificar tamaños de papel estándar (área de impresión)".



Aquí nos saldrán todos los tamaños normalizados que trae por defecto la impresora y si picamos en uno de ellos y luego pulsamos en modificar podremos cambiar los márgenes.

En un dibujo técnico normalizado se deben seguir unas pautas. Normalmente se debe poner un recuadro o margen exterior que varía en función del tamaño o formato del papel y de cómo va a ir doblado. Además se debe poner siempre un Cajetín que según norma UNE 1-026-83 (ISO 5457) no debe sobrepasar los 170 mm. (ver norma específica de cada país).

Según esta norma se aconseja que para formatos A0 y A1 los márgenes mínimos sean de 20 mm en cada lado y que para formatos A2, A3 y A4 el margen mínimo sea de 10 mm (aunque en algunos casos se pueden reducir). Además si ese plano va a estar encarpetaado en un archivo con perforaciones en el margen, éste debe tener una anchura mínima de 20 mm (incluido el margen normal).

Todo esto se menciona ya que habrá que definir la zona donde vamos a imprimir. Por ello para

el ejemplo se tomarán los valores mínimos que se ha dicho antes, excepto en el margen inferior que se tomará 15 (ya que es el margen que necesita la impresora).

Por lo tanto aparecerá una ventana donde pondremos la anchura de cada margen, que para el caso de un A4 sin agujeros de perforación, se pondrá 10 en cada uno y 15 en el inferior. Así pues quedará nuestra área de impresión con un tamaño de 190 mm x 272 mm. Este dato lo tenemos que tener muy en cuenta y antes de Aceptar todo comprobar que sea correcto (abajo del todo en la zona de modificar tamaños de papel estándar, pone el tamaño o área de impresión). Aceptamos y listo.

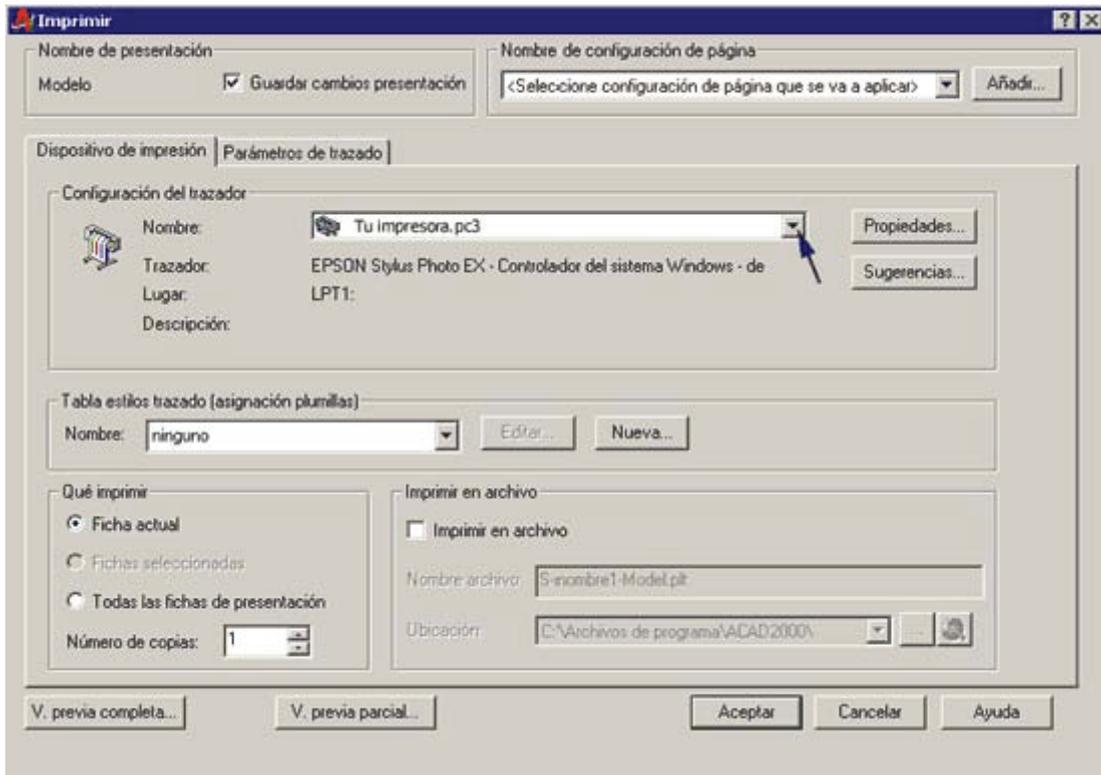
También podremos en *Archivo/Administrador de estilo de trazado* configurar el estilo de trazado, pero de momento se recomienda no tocarlo.

A continuación se propone un método para imprimir, que hasta la fecha ha funcionado bien.

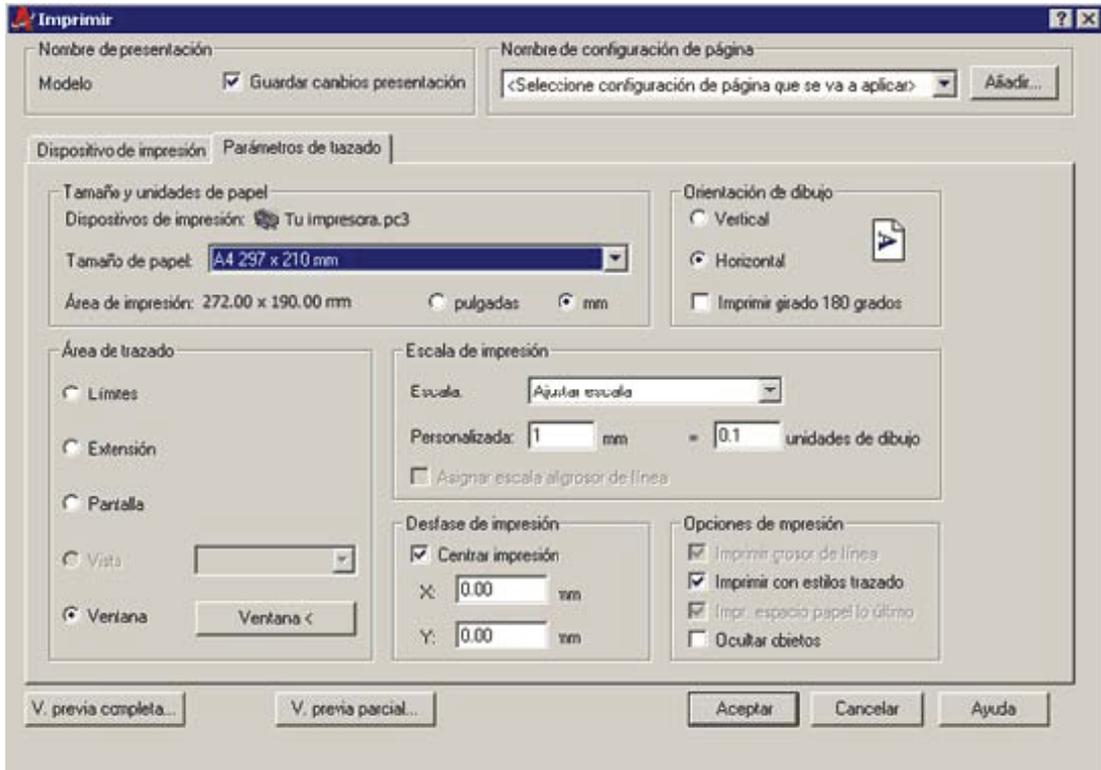
Imaginemos que hemos hecho un dibujo en 2D, por ejemplo un cuadrado que mide 10 metros de lado. Si queremos imprimirlo en un A4 y conocer la escala que vamos a utilizar, dibujaremos nuestra "área de trazado" al lado, con las unidades correspondientes, es decir, si hemos utilizado metros pondremos nuestro "área de trazado" en metros, tendremos pues que dibujar un rectángulo de 190mm x 272mm (o lo que es lo mismo 0,190m x 0,272m). Al dibujar dicho rectángulo nos quedará muy pequeño, por lo que tendremos que escalarlo (orden rápida - ES) para que nos quepa dentro el cuadrado de 10 metros. Las escalas que se toman por normativa son escalas conocidas como 1:50, 1:100, 1:200, ... (no se usaran escalas como 1:52,5 o algo parecido). Por ello, si tomamos en nuestro ejemplo Escala 100 vemos que nos cabe perfectamente en un A4. Si no fuera así tendríamos que hacer de nuevo todo el proceso pero con un A3 u otros formatos.

Ahora podemos dibujar el cajetín en la zona inferior derecha.

Llegamos a la parte más fácil. Vamos a *archivo/imprimir* o pinchamos en el icono  y nos sale la ventana de impresión. Aquí tenemos dos pestañas. Primero le damos a "Dispositivo de impresión".



Aquí elegimos nuestra impresora y luego vamos a la otra pestaña "parámetros de trazado".



Aquí debemos elegir el tamaño del papel, en este caso A4, y tenemos que cerciorarnos de que el *Área de impresión* es la que pusimos antes. Nos aparecen varias formas para el *Área de*

*trazado*: Límites, Extensión, pantalla y ventana (si fuéramos a imprimir una presentación, nos aparecería "Presentación"). **Extensión** imprimiría lo que se vería en pantalla si hiciéramos un zoom->extensión, y **Pantalla** imprime lo que hay ahora mismo en pantalla (eso sí, en estas dos opciones tendremos que poner en la opción Escala "Ajustar Escala" para que se ajuste automáticamente). Lo más recomendable, siempre que se pueda, es hacer una ventana, que es lo que se va a hacer en el ejemplo. Pulsamos entonces el botón "Ventana" y tendremos que hacer una selección tomando referencias los extremos opuestos del rectángulo que tenemos dibujado (nuestra área de impresión).

Como ya se tomaron márgenes anteriormente y está todo perfectamente ajustado, no es necesario tocar nada más, ya que estará centrado y con la escala adecuada. En caso de que no salga centrado podemos corregir ese fallo con la opción de *Desfase de impresión*.

Antes de imprimir nada debemos hacer una Vista previa, pulsando en el botón "V. previa completa" y si está todo bien, pulsamos aceptar y listo. Evidentemente la escala del dibujo será de 1:100.

Hay una cosa que cabe mencionar, y es que al imprimir en 3D (estructura alámbrica) podemos evitar que nos salgan las líneas ocultas (las de atrás) si seleccionamos la opción *Ocultar objetos* en la parte inferior derecha de la ventana de impresión.

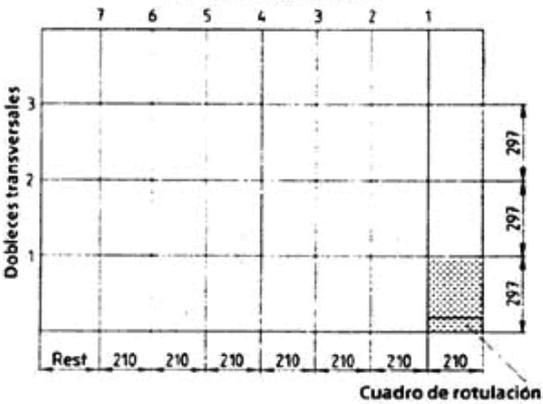
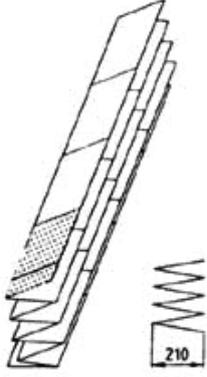
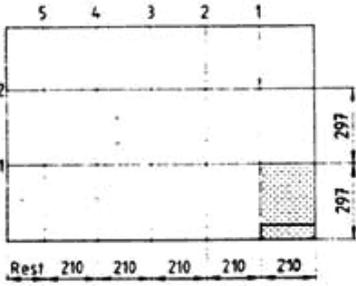
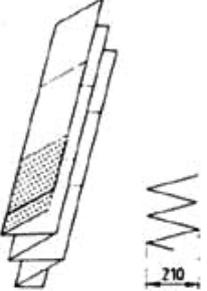
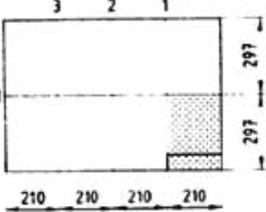
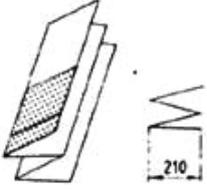
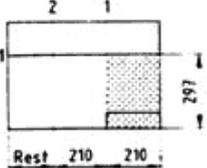
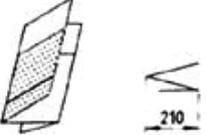
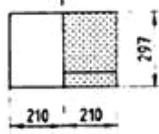
Por último, comentar que existen sitios dedicados a plotear que utilizan papel continuo normalizado, es decir, utilizan un rollo de papel grande en el que imprimen todos los formatos y posteriormente lo cortan al tamaño que se pidió. En este caso habría que insertar otro recuadro exterior al primero que hemos dibujado, con las medidas del papel, en nuestro caso A4 (210 x 297 mm) y manteniendo los márgenes. Este recuadro servirá de referencia para el corte.

A continuación se ofrecen las reglas de doblado de planos según norma UNE 1-027-95, tanto con margen para perforar, como sin él.

Plegado según tipo A, con margen de archivado completo, margen de archivado perforado para archivado con fijación

| Formato                     | Esquema de plegado | Plegado longitudinal | Plegado transversal |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| <p>2 AO<br/>1189 × 1682</p> |                    |                      |                     |
| <p>AO<br/>841 × 1189</p>    |                    |                      |                     |
| <p>A1<br/>594 × 841</p>     |                    |                      |                     |
| <p>A2<br/>420 × 594</p>     |                    |                      |                     |
| <p>A3<br/>297 × 420</p>     |                    |                      |                     |

Plegado según tipo C para archivado sin fijación, por ejemplo en cajas o fundas para planos

| Formato                     | Esquema de plegado   | Plegado longitudinal  | Plegado transversal   |
|-----------------------------|--|---|---|
| <p>2 AO<br/>1189 × 1682</p> | <p>○ Dobles longitudinales</p>  <p>Cuadro de rotulación</p> |    |    |
| <p>AO<br/>841 × 1189</p>    |    |   |  |
| <p>A1<br/>594 × 841</p>     |   |  |  |
| <p>A2<br/>420 × 594</p>     |   |  |  |
| <p>A3<br/>297 × 420</p>     |   |  |  |

## **ANEXO I – Presentaciones para imprimir o plotear**

---

En esta lección vamos a hacer un ejemplo paso a paso de cómo hacer una presentación en AutoCAD, con los pasos más importantes hasta llegar a imprimir el plano. Hasta ahora el dibujo se ha realizado en el denominado '**Espacio Modelo**', lugar de trabajo en AutoCAD donde se crea y modifica el dibujo.

Cuando necesitamos imprimir este dibujo a un medio físico (papel) o electrónico (archivos DWF, JPG, PNG, PLT ...) en forma de presentación necesitamos trabajar en el '**Espacio Papel**' o Presentación.

Para ir de un espacio a otro tenemos las pestañas en la parte inferior del dibujo.



*En la figura podemos ver las pestañas que nos permiten cambiar del **Espacio Modelo** al **Espacio Papel**, o **Presentación**.*

---

### **NOTA:**

*Se pueden crear tantas presentaciones como se quiera desde el menú INSERTAR – PRESENTACIÓN – NUEVA.*

### **CONSEJO:**

*Desde el menú INSERTAR – PRESENTACIÓN – ASISTENTE PARA CREAR PRESENTACIONES, un Wizard o 'Configuración Paso a Paso' nos permite definir los parámetros previos necesarios para crear una Presentación.*

---

Cuando pensamos en crear una PRESENTACIÓN necesitamos tener al menos 3 conceptos claros y cómo configurarlos en AutoCAD.

### **PRESENTACIÓN**

#### **- Tipo de Salida.**

Puede ser física, es decir, un plano en papel. En este caso necesitamos configurar tipo de impresora, tamaño de papel, etc.. Puede ser electrónica, como en un archivo de dibujo en AutoCAD para Internet tipo DWF, archivos de dibujo, como JPG, PNG..., o un archivo de impresión tipo PLT, por ejemplo.

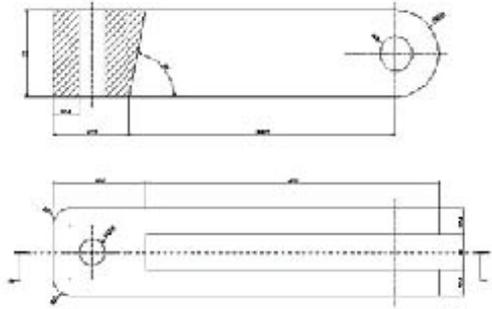
#### **- Unidades del dibujo.**

Ahora es el momento en que entra en juego las unidades de nuestro dibujo, si se creó en metros, milímetros, pulgadas, etc... y cuando necesitamos 'decírselo' a AutoCAD.

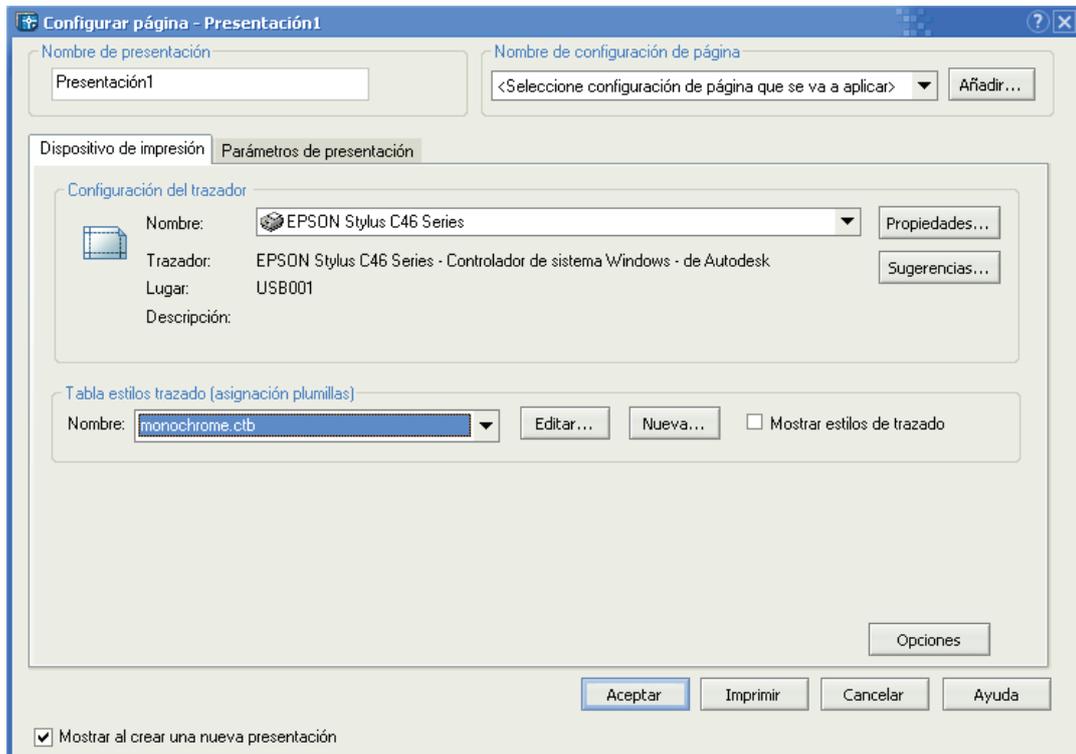
#### **- Escala del dibujo.**

Relación entre la medida real y la representada en el papel. Por ejemplo una escala 1:10 significa que una unidad en el plano representan 10 en la 'vida real'.

Bien, pues vamos a empezar. Abrimos un dibujo, el que queramos hacerle una presentación, en este caso un ejemplo de una pieza, dibujada en milímetros, en diferentes colores y capas.



Estamos en la pestaña MODELO, con lo que hacemos un clic en la pestaña PRESENTACIÓN1 y nos aparece una ventana de configuración tal como:



En la parte superior podemos cambiar el nombre a la presentación o darle nombre a la configuración de la presentación para recuperarla mas tarde. En la parte inferior podemos seleccionar si queremos que esta ventana de configuración aparezca cada vez que creamos una nueva presentación o no. Es muy recomendable que así sea, es decir, que esta opción esté activada.

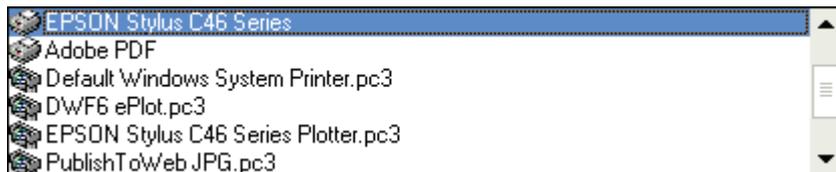
La parte central de la ventana consiste en las pestañas *DISPOSITIVO DE IMPRESIÓN* y *PARÁMETROS DE PRESENTACIÓN*.

## DISPOSITIVO DE IMPRESIÓN

Es aquí donde debemos decirle a AutoCAD qué tipo de salida va a tener la presentación, si física o electrónica. Desde 'Configuración del trazador', en el menú desplegable podemos seleccionar el tipo hacia donde vamos a enviar el archivo.

Podemos seleccionar entre las diferentes *impresoras o plotters* que tengamos configuradas en el sistema y cambiar sus propiedades de impresión.

Además tenemos unas '*impresoras virtuales*' que envían la presentación a un archivo de extensión DWF (optimizado para imprimir o ser visto), o publicar a una Web con extensión de dibujo JPG o PNG (también en DWF).

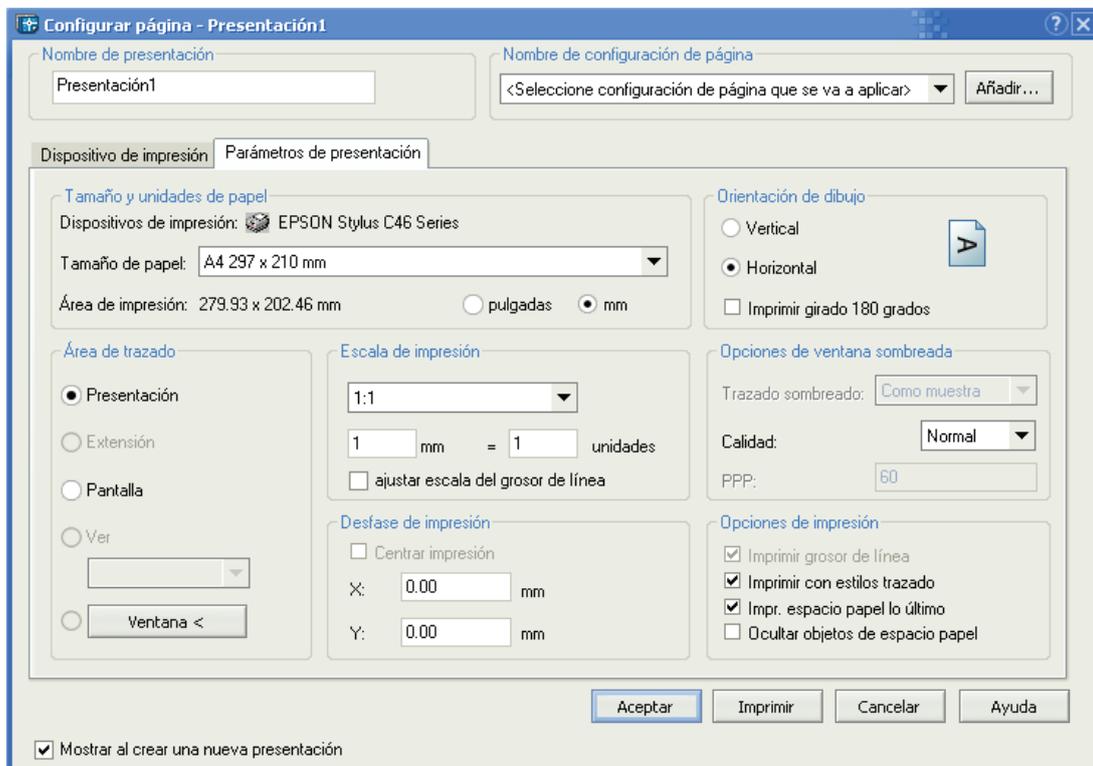


En primer lugar elegimos una impresora para seguir con el ejemplo, luego veremos cómo crear un DWF.

También asignamos la *configuración de las plumillas o estilo de impresión*. Esta opción tiene todo su potencial cuando trabajamos con Plotters, pero desde aquí podemos seleccionar como es el acabado '*final*' de la impresión. Aquí por ejemplo, si seleccionamos monochrome.ctb se imprimirá la presentación en blanco y negro, si seleccionamos grayscale.ctb en escala de grises, etc...

## PARÁMETROS DE PRESENTACIÓN

Nos encontramos con:



Aquí nos encontramos con dos configuraciones básicas para completar una presentación con éxito.

La primera es el tamaño del papel. Podemos escoger este tamaño en el menú desplegable 'Tamaño de papel' donde encontraremos todos los tamaños soportados por la impresora previamente seleccionada. Tenemos los tamaños normalizados DIN A0,..,A4,..,A6, que son los aconsejables de utilizar por cuestiones de normativa.

Encontramos aquí un recuadro denominado '**Escala de impresión**'. Aunque pueda confundir por el nombre, es aquí donde tenemos que decirle a AutoCAD en que unidades hemos dibujado el modelo, es decir, si para nosotros una unidad del dibujo representa un milímetro, un metro, o lo que sea.

La forma mas sencilla es darse cuenta en lo que nos aparece en el centro del recuadro.

**X mm = X unidades** (X por defecto es 1), es decir, cuantos milímetros representan mis unidades de dibujo. Por ejemplo: si pongo, '*1 mm = 1 unidad*', le estoy indicando a AutoCAD que dibuje en milímetros, si pongo '*1000 mm = 1 unidad*', le estoy indicando a AutoCAD que dibuje en metros. Esto es importantísimo para que AutoCAD nos represente bien la escala en el papel, como ya veremos.

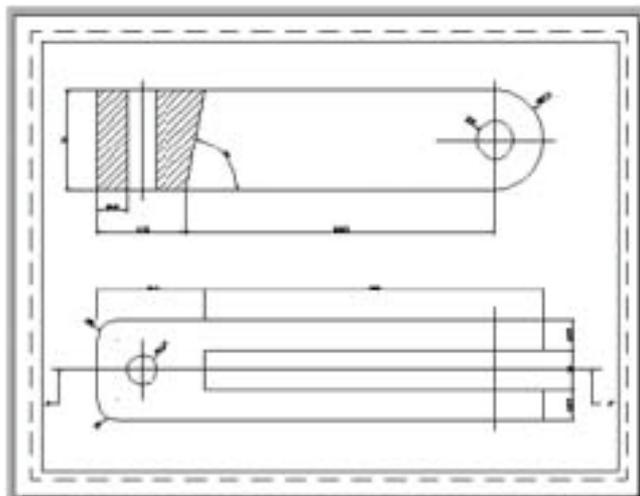
**IMPORTANTE:**

*Es aconsejable definir todos estos parámetros antes de empezar a trabajar en el modo Presentación para evitar 'complicaciones'.*

En el ejemplo vamos a tomar los siguientes datos:

- Impresión a papel en impresora.
- Papel tamaño DIN-A4.
- 1 mm = 1 unidad del dibujo (el dibujo esta en milímetros).
- Estilo de impresión: monochrome.ctb
- El área de impresión es la presentación.

Al darle a OK aparece una pantalla con una hoja blanca, con los límites imprimibles en línea discontinua, y un rectángulo dentro del cual esta nuestro dibujo, tal como:

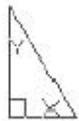


Se creó automáticamente una ventana que contiene el dibujo. Si hacemos doble clic dentro de esta ventana pasamos al *Espacio Modelo* llamado *Flotante*, es decir, estamos en nuestro dibujo, lo podemos modificar como si estuviéramos en el Espacio Modelo. Si hacemos doble clic en la parte del papel volvemos al Espacio Papel.

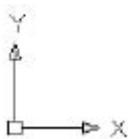
En el *Espacio Papel* podemos dibujar lo que sea necesario, que no se modificará en el *Modelo*, es decir, el dibujo, sino que solo aparecerá en esta presentación. En el papel es donde dibujaremos los datos sobre el dibujo, tablas, etc...

La ventana que se creó se puede cambiar de tamaño como si de un rectángulo dibujado en 2D se tratara, seleccionándolo siempre desde el Espacio Papel.

Como se puede apreciar los iconos del espacio papel (Presentación) y el espacio modelo (Modelo)



Icono con las coordenadas X, Y en la Presentación

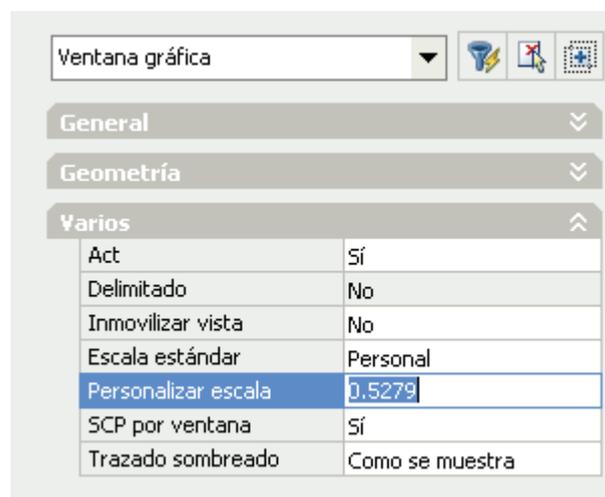


Icono en los coordenadas X, Y en el Espacio Modelo

### **Escala del dibujo**

El dibujo que está dentro de la ventana se ha escalado según los datos del tamaño del papel y las unidades del dibujo. Pero, ¿con qué escala? Por defecto la escala es la que se ajusta a la ventana, pero vamos a ver cómo cambiarla.

Si hacemos doble clic sobre el rectángulo o la ventana, desde el espacio papel, obtenemos la *tabla de propiedades* de este objeto, tal como:



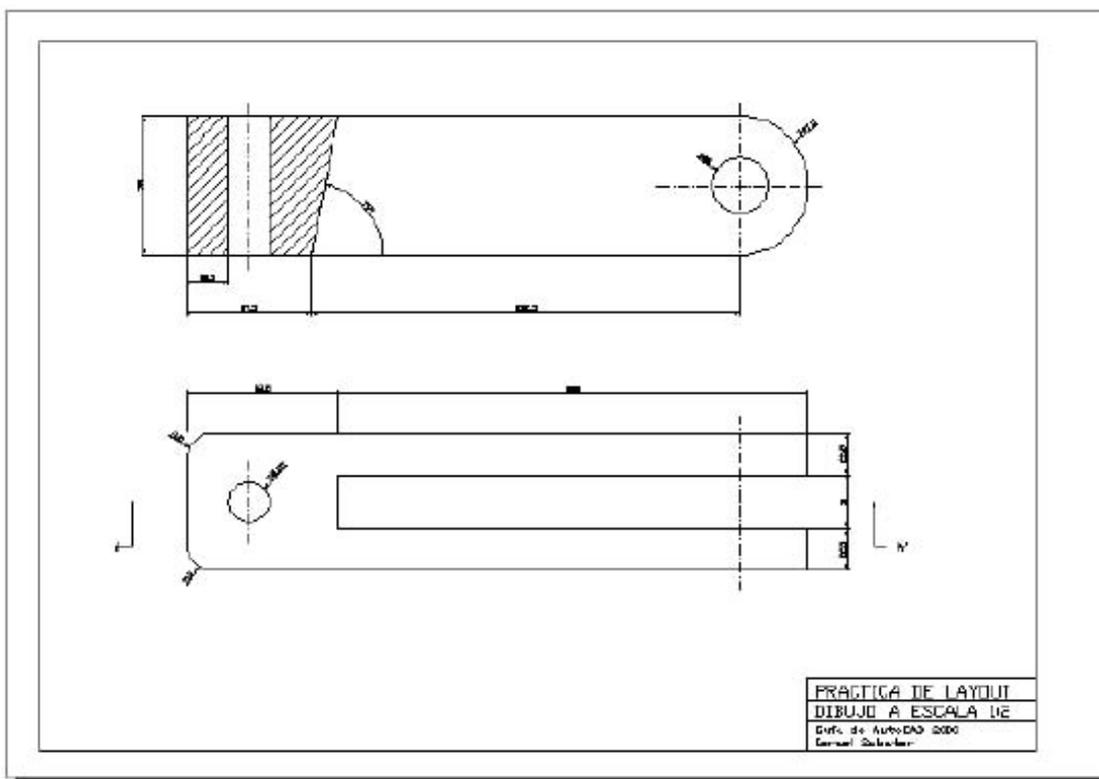
En ella podemos distinguir, entre otras cosas, *la escala*. Los datos de escala se pueden introducir desde la '**Escala estándar**' donde un menú desplegable nos indica las escalas más comunes, o desde '**Personalizar escala**', donde nosotros pondremos la escala que queramos numéricamente. Esto es, si queremos una escala 1:150 pondremos 1/150 en este recuadro.

Entonces como AutoCAD sabe el tamaño del papel y las unidades del dibujo es capaz de dibujar a escala nuestra presentación según nosotros queramos.

**NOTA:**

*Dentro del Espacio Modelo Flotante, en cada ventana, NO es aconsejable hacer un Zoom, pues cambiamos la escala. Sí un Encuadre o Pan para situar el dibujo centrado. Haciendo un Zoom en el Espacio Papel no modificaríamos ninguna escala.*

Nuestra presentación, con la escala apropiada de 1:2 queda tal como:



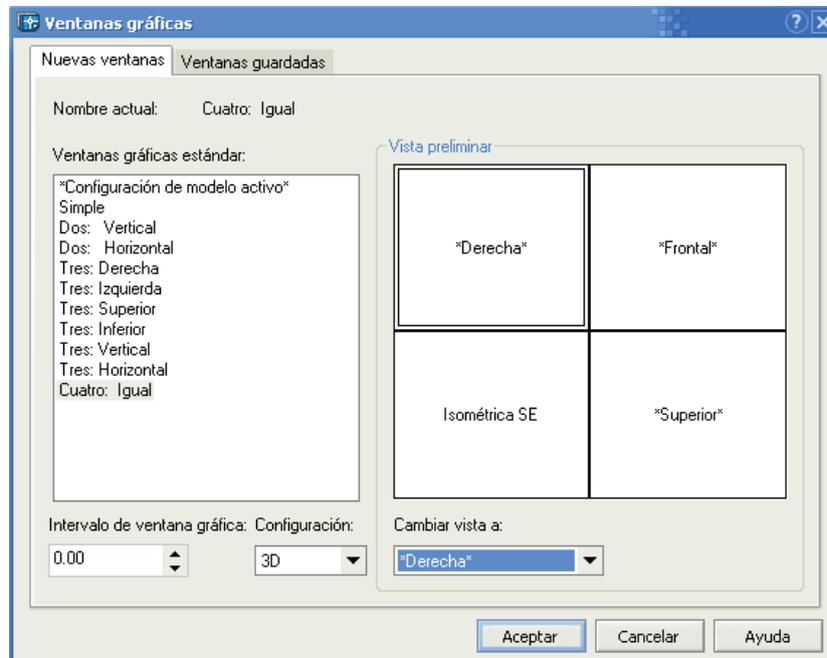
Vamos a ver como se crea y como trabajar con ventanas en las presentaciones. Para eso primero vamos a situar en nuestra área de trabajo la barra **Ventanas gráficas**.



El primer botón nos muestra una ventana donde podemos escoger entre las distribuciones predefinidas de ventanas en nuestra presentación, cambiar el punto de vista en cada una de

ellas, separación entre líneas, etc.. Aquí se muestra una distribución típica de 4 ventanas para un dibujo que parte de un modelo en 3D.

Este ejemplo dividiría nuestra presentación en 4 ventanas, cada una configurable con su propia escala y punto de vista.



Continuando con los botones de la barra *Ventanas gráficas*:

**Ventana Simple:** Para crear una ventana rectangular utilizamos el segundo botón de la barra ventanas gráficas. Dibujamos un rectángulo con dos clics y ya tenemos una ventana, la cual tiene en su interior el dibujo modelo.

**IMPORTANTE:**

*Cada ventana creada tendrá su propia escala, que se define como vimos anteriormente.*

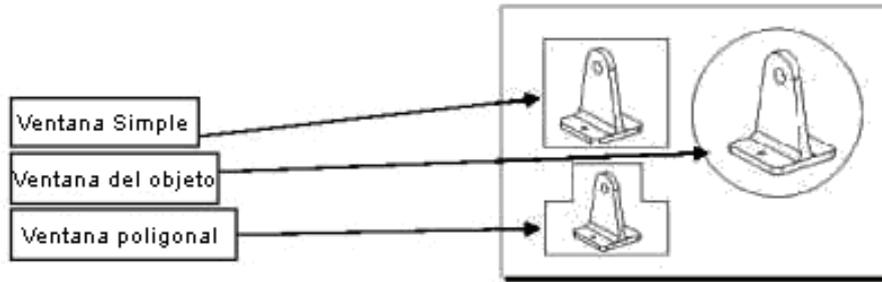
*Cada ventana creada tendrá su propio punto de vista definido en el Espacio Modelo Flotante.*

**Ventana poligonal:** Podemos crear una ventana poligonal, dibujando en el Espacio Papel este conjunto de líneas para crear la ventana en forma de polígono.

**Convertir objeto en ventana:** Ya sea un polígono, círculo, etc., con esta herramienta seleccionamos la figura para convertirla en una ventana con nuestro dibujo en su interior.

**Delimitar ventana existente:** Recorta una ventana ya creada según un objeto que sirve de límites de corte.

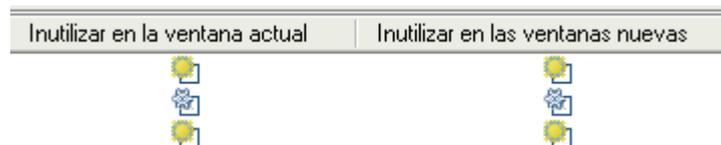
**Escala:** Desde aquí también podemos cambiar la escala de la ventana seleccionada.

**CONSEJO:**

Si no queremos que los bordes de las ventanas se impriman, podemos crear una capa, por ejemplo llamada "ventanas gráficas", poner esas ventanas (son como objetos en el Espacio Papel) dentro de esa capa, y desactivar la opción de impresión (icono de la impresora en las propiedades de capa).

**Propiedades de las capas en las ventanas creadas**

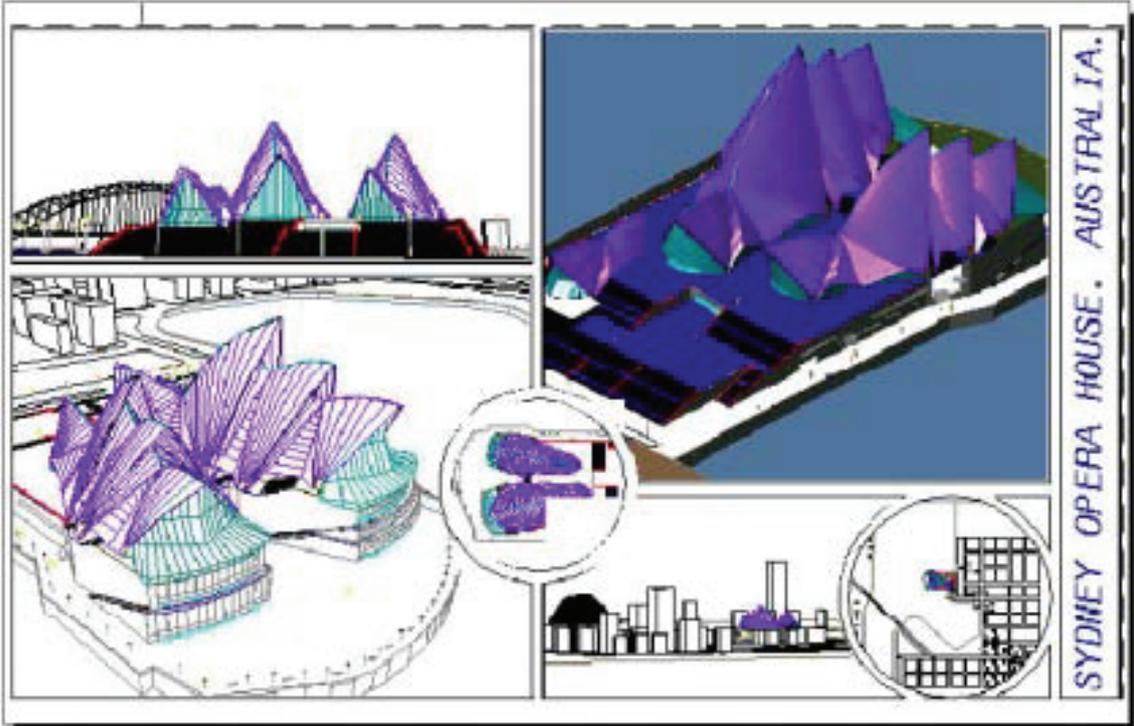
Cuando en una presentación creamos una ventana, dentro de las propiedades de las capas aparecen dos nuevas columnas, es decir, dos nuevos iconos. Vamos a ver para qué sirven.



**Inutilizar en la ventana actual:** Con esta propiedad podemos inutilizar una capa en la ventana que en ese momento tengamos seleccionada o activa, es decir, los objetos pertenecientes a esa capa no se verán en dicha ventana en la presentación. Esta herramienta es muy útil, pues nos permite controlar que capas veremos y cuales no en una ventana creada.

**Inutilizar en las ventanas nuevas:** Con esta propiedad lo que conseguimos es que dicha capa sea inutilizada en las ventanas que creamos a partir de ese momento. Esto es útil cuando una capa solo queremos que sea vista en una ventana en particular, y no en todas las demás. Así, en lugar de inutilizarla en cada una de ellas, con esta opción nos olvidamos de la capa, pues ya no se verá desde ese momento en las ventanas que sigamos creando.

Para terminar, un ejemplo de un típico caso de presentación combinando los tipos de ventanas, vistas, etc.. Esta incluido en AutoCAD y se trata, como se puede apreciar, de la Opera de Sydney.



## ANEXO II – Configuración correcta del estilo de acotación

El estilo de acotación controla el aspecto de las cotas. Existe la posibilidad de tener varios estilos identificándolos con un nombre para utilizar el más adecuado en cada momento. Al utilizar la plantilla ACAD.DWT (valores por defecto) aparece el estilo ISO-25.

Para trabajar con comodidad debe modificar este estilo y asignar en los diferentes apartados los valores que aquí se recomiendan. Posteriormente, cuando sepa utilizarlo, podrá adaptar el estilo a sus necesidades particulares.

Aunque en principio no entienda la función de cada uno de los apartados, es necesario que ponga los valores recomendados para poder tener un estilo de acotación normal y que sea adaptable a su trabajo.

Para acceder al estilo de cota se puede hacer de tres formas:

- Con el botón de la barra de acotación:
- Con la opción: Formato > Estilo de cota...
- Con otra opción: Acotar > Estilo...

A continuación aparecerá el siguiente letrero:

### **ADMINISTRADOR DE ESTILOS DE COTA.**



**Estilos:** Muestra la lista de los estilos creados. Permite cambiar el nombre del estilo de cota.

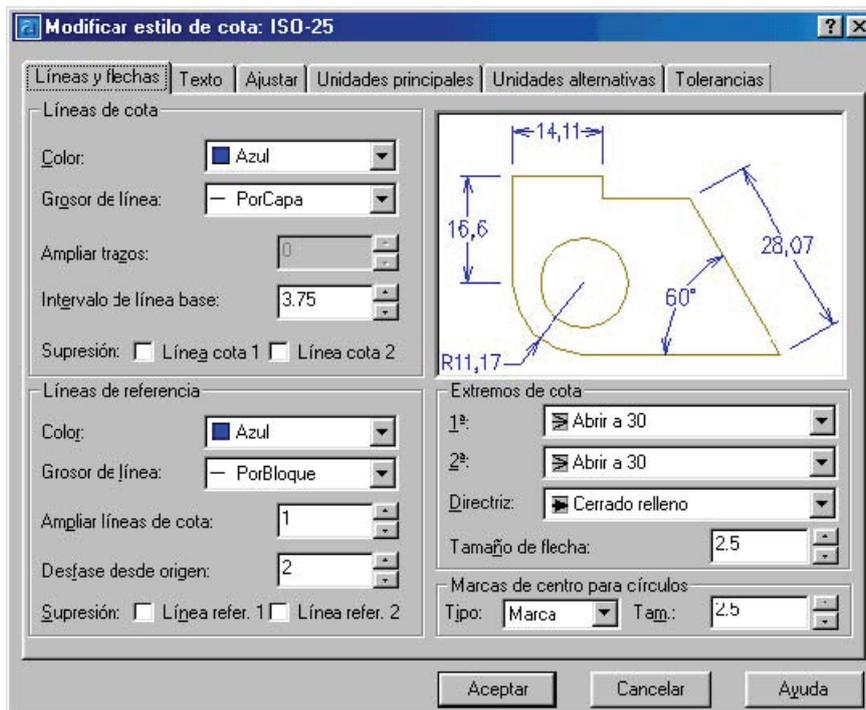
**Definir Actual:** Selecciona el estilo que se aplicara a las siguientes acotaciones.

**Nuevo:** Permite generar un nuevo estilo con un nombre distinto.

**Modificar:** Sirve para asignar valores a los diferentes aspectos de la cota. Esta es la opción que ha de pulsar.

**Reemplazar:** Sirve para crear una variación sobre el estilo actual. No utilice esta opción.

## LETRERO DE LINEAS Y FLECHAS



**Línea de cota:** Controla la generación y aspecto de la línea de cota.

Color: Controla el color para la línea de cota. Ponga POR CAPA.

Grosor: Controla el grosor para la línea de cota. Ponga POR CAPA.

Ampliar trazos: Controla la distancia que la línea de cota sobrepasa con respecto a la línea de referencia, cuando se acota con trazos oblicuos. Si está activa ponga 1.

Intervalo de línea base: Controla el incremento de la línea de cota respecto a la anterior, en acotación de LÍNEA BASE. Ponga 8.

Suprimir: Suprime una o ambas mitades de la línea de cota cuando el texto parte la línea de cota. La primera mitad es la correspondiente al primer punto marcado. No active ninguna.

**Líneas de Referencia:** Controla la generación y aspecto de las líneas de referencia.

Color: Ponga POR CAPA.

Grosor: POR CAPA.

Ampliar líneas de cota: Controla la distancia que exceden las líneas de referencia respecto a la línea de cota. Ponga 1.

Desfase desde origen: Controla el valor del desplazamiento de las líneas de referencia respecto al origen designado para generar la cota. Ponga 2.

Suprimir: Suprime una o varias líneas de referencia. La primera línea de referencia es la correspondiente al primer punto marcado. No active ninguna.

Color: Controla el color para la línea de referencia.

**Extremos de cota:** Controla el aspecto y generación de las figuras de flecha en los extremos de la línea de cota. Las ventanas de la parte superior, visualizan el aspecto de las figuras seleccionadas y permite señalar directamente las deseadas.

1ª: Selecciona la figura de flecha entre las ofrecidas en una lista que incluye trazos, puntos y otros símbolos. Escoja una de estas: Cerrado relleno, abrir a 30, u oblicuo.

2ª: Selecciona la segunda figura de flecha, cuando es diferente de la primera. Por defecto es igual que la primera. Escoja una de estas: Cerrado relleno, abrir a 30, u oblicuo.

Tamaño de flecha: Controla la máxima dimensión de las figuras de flecha. Ponga 2.5.

**Marcas de centro para círculos**: Controla la generación y aspecto de las marcas de centro.

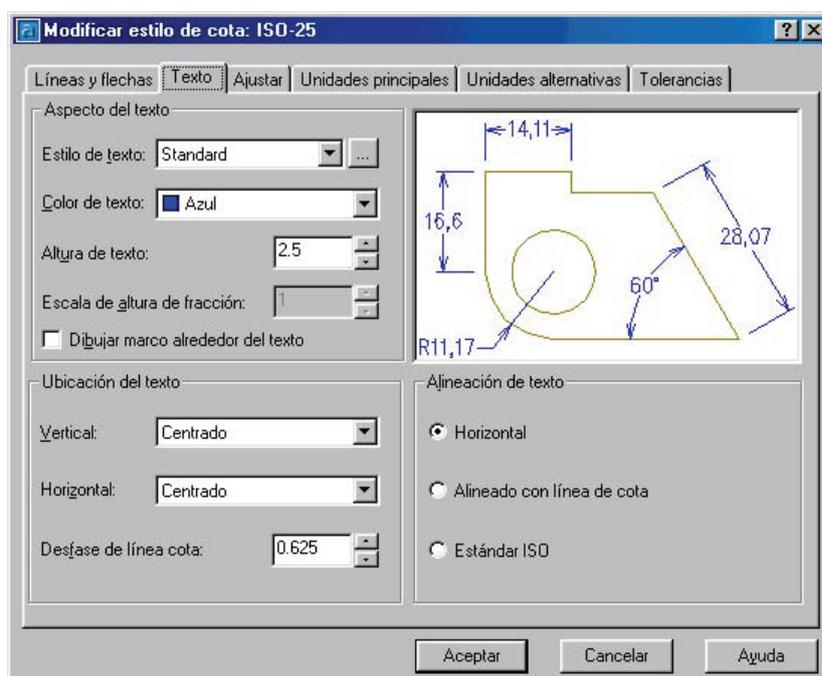
Marca: Activa la generación de marcas. Escoja esta opción.

Línea: Activa la generación de marcas más líneas hasta los cuadrantes del arco o círculo. No ponga esta opción.

Ninguno: Desactiva la generación de marcas y líneas de centro. No ponga esta opción.

Tamaño centro: Controla el tamaño de las marcas de centro cuando ser encuentran activadas. Ponga 2.5.

## **LETRERO DE TEXTO**



**Aspecto del texto**: Controla el aspecto y dimensiones del texto de cota.

Estilo: Especifica el estilo de texto para las cotas.

Color: Especifica el color para los textos de cota. Ponga POR CAPA.

Altura del texto: Especifica el texto para la altura principal de las cotas, siempre que en el estilo tenga tamaño 0. Ponga 2.5.

Escala de altura de fracción: Determina el tamaño de los números fraccionarios en la cota. Si está activa ponga 0.75.

Dibujar marco alrededor del texto: recuadra los textos de las cotas. No la active.

### **Ubicación del texto:**

Vertical: Controla la posición perpendicular del texto con respecto a la línea de cota.

-*Centrado*: Parte la línea de cota quedando centrado verticalmente respecto a ella. Escoja esta opción.

- Encima*: El texto se sitúa por encima de la línea de cota sin partirla. La distancia es el valor de espaciado alrededor del texto.
- Exterior*: El texto se sitúa por fuera de las líneas de referencia.
- JIS*: El texto se sitúa por encima de acuerdo con la norma *Japanese Industrial Standards*.

**Horizontal**: Controla la posición relativa del texto a lo largo de la línea de cota entre las siguientes subopciones:

- Centrado*: El texto se sitúa centrado entre las líneas de referencia. Escoja esta opción.
- 1ª Línea de Referencia*: El texto se sitúa junto a la 1ª línea de referencia.
- 2ª Línea de Referencia*: El texto se sitúa junto a la 2ª línea de referencia.
- Sobre 1ª Referencia*: El texto se sitúa orientado con la primera línea de referencia.
- Sobre 2ª Referencia*: El texto se sitúa orientado con la segunda línea de referencia.

**Desfase de línea de cota**: Especifica el espacio reservado alrededor del texto de cota cuando este parte a la línea de cota, se justifica vertical y horizontalmente. Influye en que el texto entre o no dentro de las líneas de referencia. Ponga el valor 1.

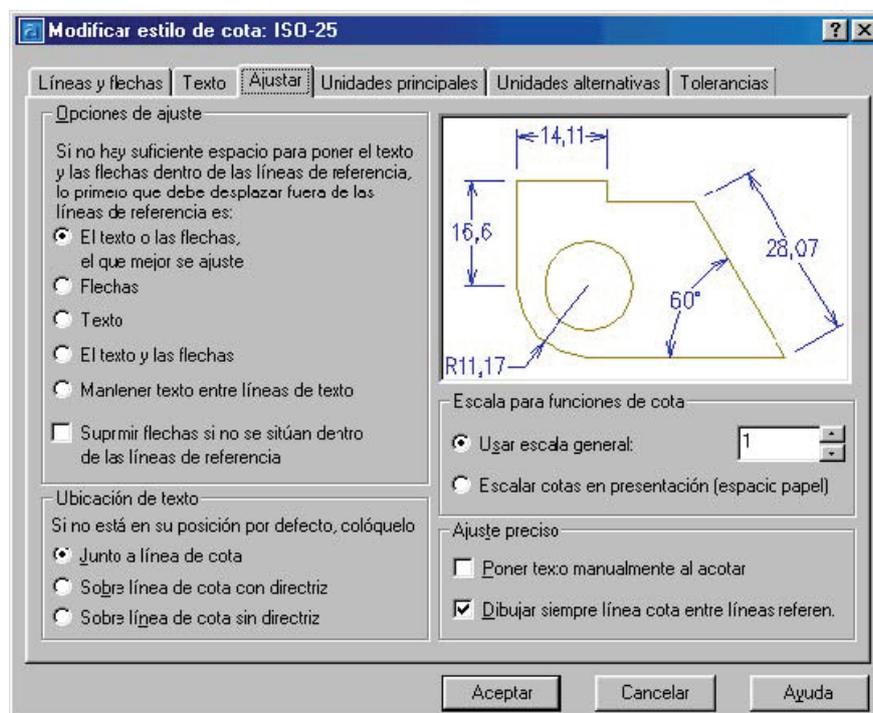
**Alineación de texto**: Controla la alineación del texto con respecto a la línea de cota.

**Horizontal**: Cuando se activa, el texto será siempre horizontal.

**Alineado con línea de cota**: El texto tendrá la misma inclinación que la línea de cota. Active esta opción.

**Estándar ISO**: Si el texto esta en el interior de la cota se alinea con ella. Si el texto está en el exterior de la línea de cota quedará horizontal.

### **LETRERO DE AJUSTAR**



**Opciones de ajuste**: Cuando no entran a la vez texto y flechas entre las líneas de referencia AutoCAD lo colocara de acuerdo con alguna de las siguientes subopciones:

Texto o flechas, el que mejor se ajuste: Sitúa aquello que quede más holgado en el interior, texto o flechas en cada una de las ocasiones.

Flechas: Da preferencia a situar las flechas dentro y el texto fuera. Escoja esta opción.

Texto: Da preferencia a situar el texto dentro y las flechas fuera.

Texto-flechas: Sitúa ambas fuera, aunque quepa alguna de las dos.

Mantener texto: No hace ningún ajuste.

**Ubicación de texto**: Cuando el texto no cabe entre las líneas de referencia se puede colocar:

Junto a línea de cota: continuación del segundo extremo de la línea de cota. Active esta opción.

Sobre línea de cota con directriz: Sitúa las flechas dentro, y crea una línea directriz para situar el texto.

Sobre línea de cota sin directriz: Sitúa el texto fuera, sobre una de las líneas de referencia, sin generarse directriz.

**Escala para funciones de cota**: Este valor multiplica a todos los valores de la geometría de las cotas. No afecta al valor de la cota.

Usar escala general: Su valor se multiplica por todas las dimensiones de los elementos de cota. Por defecto ponga 1.

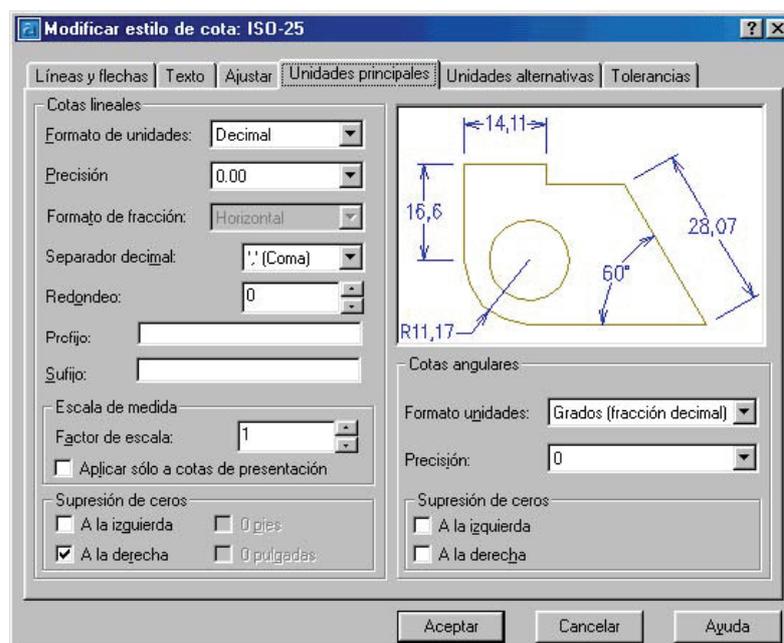
Esc. Espacio Papel: Cuando se trabaja en Espacio Papel, hace que el factor de escala de la ventana actual en Espacio Modelo se tome respecto al Espacio Papel. No active esta opción.

### Ajuste preciso:

Poner texto manualmente al acotar: si se activa permite que la posición del texto la especifique el usuario al designar un punto para el emplazamiento de la línea de cota. Ignorará el resto de opciones de este letrero. No active esta opción.

**Dibujar siempre línea cota entre líneas referencia**: Genera una línea de cota entre las de referencia, cuando el texto no cabe dentro y es situado fuera. Active esta opción.

### LETRERO DE UNIDADES PRINCIPALES.



### Cotas lineales:

**Formato de unidades:** Controla el formato de unidades de medida lineales para los textos. Ponga Decimal.

**Precisión:** Determina el número de decimales de precisión, de 0 a 8. Cuantos más decimales pongamos más probable es que el texto se sitúe fuera de las líneas de referencia. Ponga 0.00.

**Separador decimal:** Ponga coma.

**Redondeo:** Establece la precisión de las distancias acotadas. Si el valor es 1 las distancias se redondearan a la unidad, si es 0.5 se redondeara a la mitad más próxima, etc. Ponga cero.

**Prefijo:** Especifica un prefijo para los textos de cota con las unidades principales.

**Sufijo:** Especifica un sufijo para los textos de cota con las unidades principales.

**Factor de escala:** Controla el factor de escala para las dimensiones acotadas. El valor especificado en la casilla Lineal hace referencia a todas las mediciones o distancias lineales. La magnitud real acotada y medida por AutoCAD en el dibujo es multiplicada por el factor de escala lineal. Ponga el valor 1.

**Aplicar a cotas de presentación:** aplica el factor de escala lineal sólo a las cotas creadas en el espacio papel. No active esta opción.

**Supresión de ceros:** Controla la supresión o no de ceros a la izquierda y a la derecha del texto de la cota. No active A la izquierda. Sí active a la derecha.

### Cotas angulares:

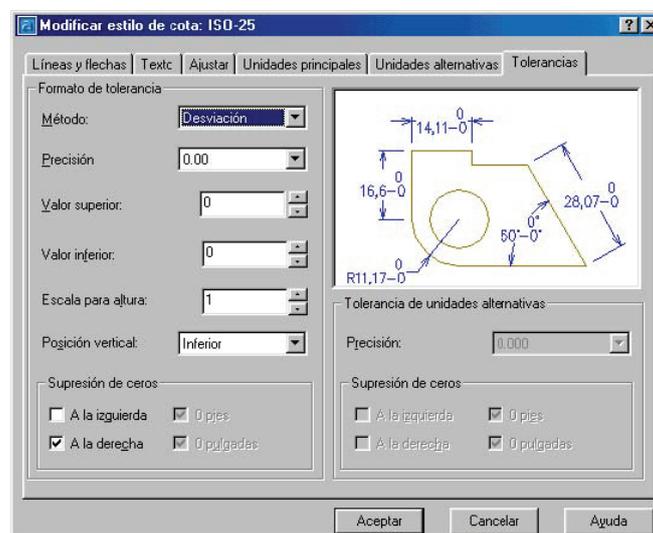
**Formato de unidades:** Controla el formato de las unidades angulares. Escoja Grados (fracción decimal).

**Precisión:** Determina el número de decimales de precisión, de 0 a 8. Cuantos más decimales pongamos más probable es que el texto se sitúe fuera de las líneas de referencia. Ponga 0.00.

**Supresión de ceros:** Controla la supresión o no de ceros a la izquierda y a la derecha del texto de la cota. No active A la izquierda. Sí active a la derecha.

**LETRERO DE UNIDADES ALTERNATIVAS:** Este letrero controla el formato de las unidades alternativas para los textos de cota, incluyendo prefijos, sufijos y tolerancias. Llama a un letrero de diálogo idéntico al de las unidades principales. Las subopciones de sufijo y prefijo también son idénticas a las de las unidades principales. No active las unidades alternativas.

### LETRERO DE TOLERANCIAS



**Tolerancia:** Controla la generación de tolerancias y su aspecto.

Método: Determina el tipo de notación de tolerancia a generar. Opciones:

- Ninguno:* No se generan tolerancias. Active esta opción.
- Simétrico:* Se generan tolerancias mostrando el valor nominal y la desviación en Más y Menos.
- Desviación:* Se generan tolerancias con diferentes valores en Más y Menos.
- Límites:* Se generan tolerancias mostrando los dos valores límites en vez del valor nominal y las desviaciones.
- Básico:* El texto de cota se genera enmarcado en un rectángulo.

Valor superior: Especifica el valor de desviación en Más para la acotación con tolerancias y límites.

Valor inferior: Especifica el valor de desviación en Menos para la acotación con tolerancias y límites.

Justificación: Controla la justificación del texto de las desviaciones respecto al texto nominal en la acotación de tolerancias.

Altura: Especifica la altura de los textos de desviaciones.

**ATENCIÓN:** Todas estas son las opciones del estilo de acotación. Recordamos que aunque en principio no se entienda la función de cada uno de los apartados es necesario poner los valores recomendados para poder tener un estilo de acotación normal y que sea adaptable a su trabajo.

### **Modificar Cotas ya creadas**

Si se desea hacer una modificación sobre una cota ya creada, se debe utilizar el botón de propiedades donde se podrán cambiar todos los valores del estilo aplicado a esa cota. Para cambiar la posición del texto de cota manualmente puede utilizar el siguiente procedimiento:

- (1) Haga clic en el botón de Editar Texto de cota:
- (2) Designe la cota que se quiere modificar.
- (3) Haga clic en un punto para indicar la nueva posición del texto de la cota. Pulse INTRO para terminar.

## ANEXO III – Guía rápida

### Alias de comandos

| Comando  | Alias | Comando     | Alias                    |
|----------|-------|-------------|--------------------------|
| ACOSTIL  | dcota | EQDIST      | eq                       |
| ADCENTER | dc    | GIRA        | gi                       |
| ALARGA   | al    | INSERT      | in                       |
| ARCO     | a     | LINEA       | l                        |
| BLOQUE   | bq    | OPCIONES    | op, ddgrips, opc, opcion |
| BORRA    | b     | PALETASHERR | tp                       |
| CAPA     | ca    | PARAMSDIB   | pard                     |
| CIRCULO  | c     | POL         | pl                       |
| COPIA    | co    | PROPIEDADES | opcion                   |
| DESCOMP  | dp    | RECORTA     | rr                       |
| DESHACER | h     | REFX        | rx                       |
| DESPLAZA | d     | SOMBCONT    | sb                       |
| DIST     | di    | TEXTO       | txm                      |
| EMPALME  | mp    | TEXTOM      | txm                      |
| ENCUADRE | e     | ZOOM        | z                        |

Puede definir sus propios alias de comandos; véase "Creación de alias de comandos" en el sistema de Ayuda. Para consultar la lista de alias de comandos, véase "Alias de comandos" en el sistema de Ayuda.

### Teclas de método abreviado

| Teclas de método abreviado | Descripción  | Comando o variable de sistema   |
|----------------------------|--|---------------------------------|
| F1                         | Abre el sistema de Ayuda   | AYUDA                           |
| F2                         | Alterna entre la ventana de texto y el área de dibujo              | PANTGRAF, PANTTEXT              |
| F3                         | Activa y desactiva las referencias a objetos actuales              | REFENT                          |
| F6                         | Modifica la visualización de las coordenadas en la barra de estado | COORDS                          |
| F7                         | Activa o desactiva la rejilla                                      | REJILLA                         |
| F8                         | Activa o desactiva el modo Orto                                    | ORTO                            |
| F9                         | Activa o desactiva Forzcursor                                      | FORZCURSOR                      |
| F10                        | Activa y desactiva el rastreo polar                                | PARAMSDIB                       |
| F11                        | Activa y desactiva el rastreo de referencia a objetos              | PARAMSDIB                       |
| CTRL+O                     | Activa y desactiva los elementos de la interfaz de usuario         | LIMPIAPANTACT/<br>LIMPIAPANTDES |
| CTRL+R                     | Hace un recorrido cíclico por las ventanas gráficas                | CVPORT                          |

Se pueden asignar o modificar las teclas de método abreviado en la ficha Teclado del cuadro de diálogo Personalizar.

## Indicación de coordenadas

| Método                            | Formato                               | Descripción   |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| Coordenadas cartesianas absolutas | <i>X,Y</i>                            | Indican una ubicación medida mediante distancias desde 0,0 en el SCP actual   |
| Coordenadas cartesianas relativas | @ <i>X,Y</i>                          | Indican una ubicación medida mediante distancias desde el último punto  |
| Coordenadas polares absolutas     | <i>distancia&lt;ángulo</i>            | Designan una ubicación medida por la distancia y el ángulo desde 0,0 en el SCP actual   |
| Coordenadas polares relativas     | @ <i>distancia&lt;ángulo</i>          | Indican una ubicación medida mediante distancia y ángulo desde el último punto  |
| Filtros de coordenadas            | <i>.x o .y o .z o .xy o .yz o .xz</i> | Indica una ubicación extrayendo y combinando uno o más valores de coordenadas desde otras ubicaciones                               |
| Entrada de distancia directa      | <i>distancia</i>                      | Especifica una ubicación mediante la dirección en la que se mueve el dispositivo señalador y la distancia numérica que se introduce |

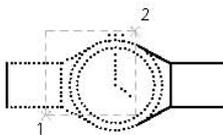
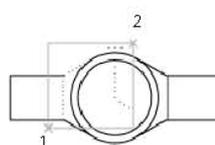
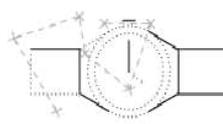
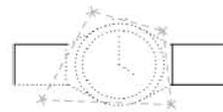
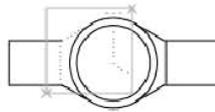
Introduzca coordenadas, filtros y distancias en cualquier solicitud de punto de la línea de comando.

## VARIABLES DE SISTEMA

| Variable de sistema | Descripción  |
|---------------------|--|
| MIRRTEXT            | Controla la forma en que SIMETRÍA refleja texto  |
| PICKADD             | Determina si las selecciones nuevas sustituyen al conjunto de selección actual o se añaden a él  |
| PICKFIRST           | Determina si se seleccionan objetos antes de iniciar un comando o después  |
| PICKSTYLE           | Controla el uso de la selección de grupos y de sombreado asociativo  |
| PSLTSCALE           | Determina la escala del tipo de línea en una presentación  |
| STARTUP             | Determina si el cuadro de diálogo Crear nuevo dibujo se muestra cuando se inicia un nuevo dibujo                                       |
| UCSICON             | Determina la presentación del icono SCP en la ventana gráfica actual   |
| VISRETAIN           | Controla la visibilidad, el color, el tipo y el grosor de línea y los estilos de trazado de capas dependientes de referencias externas |
| XLOADCTL            | Activa y desactiva la carga solicitada de referencias externas y determina si se abre el archivo de dibujo original o una copia        |

Para obtener una lista de las variables de sistema, véase *Lista de comandos* en el sistema de Ayuda. Si desea obtener más información acerca de cómo modificar el valor de una variable de sistema, consulte "Introducción de variables de sistema en la línea de comando" del sistema de Ayuda.

## Selección de objetos

|   |  |   |
|---|--|---|
| Para seleccionar  | Utilice este método en la solicitud <b>Designe</b> objetos   |   |
| Objetos individuales  | Elija el objeto que desee seleccionar  |   |
| Objetos solapados mediante selección cíclica  | Mantenga pulsada la tecla <b>CTRL</b> y haga clic cerca del objeto hasta que se resalte y pulse <b>INTRO</b> |   |
| Último objeto visible creado  | último (escriba <b>LT</b> )  |   |
| Conjunto de selección más reciente  | Previo (escriba <b>p</b> )   |   |
| Añada o suprima objetos de la selección   | Mantenga pulsada la tecla <b>MAYÚS</b> y seleccione los objetos  |   |
| Los objetos que se tocan o que aparecen en la selección cruzada; los objetos seleccionados aparecen atenuados en la ilustración                 | Captura (arrastre el cursor de derecha a izquierda o escriba <b>c</b> )                                      |   |
| Los objetos que se encuentren por completo dentro de la ventana de designación (los objetos seleccionados aparecen atenuados en la ilustración) | Ventana (arrastre cursor de derecha a izquierda o escriba <b>v</b> )   |  |
| Los objetos que toquen un borde (una polilínea de captura); los objetos seleccionados aparecen atenuados en la ilustración                      | Borde (escriba <b>b</b> )  |  |
| Los objetos que atraviesen un polígono o se encuentren totalmente dentro (los objetos seleccionados aparecen atenuados en la ilustración)       | PolígonoC (escriba <b>oc</b> )   |  |
| Los objetos que se encuentren totalmente dentro (los objetos seleccionados aparecen atenuados en la ilustración)                                | PolígonoOV (escriba <b>ov</b> )  |  |