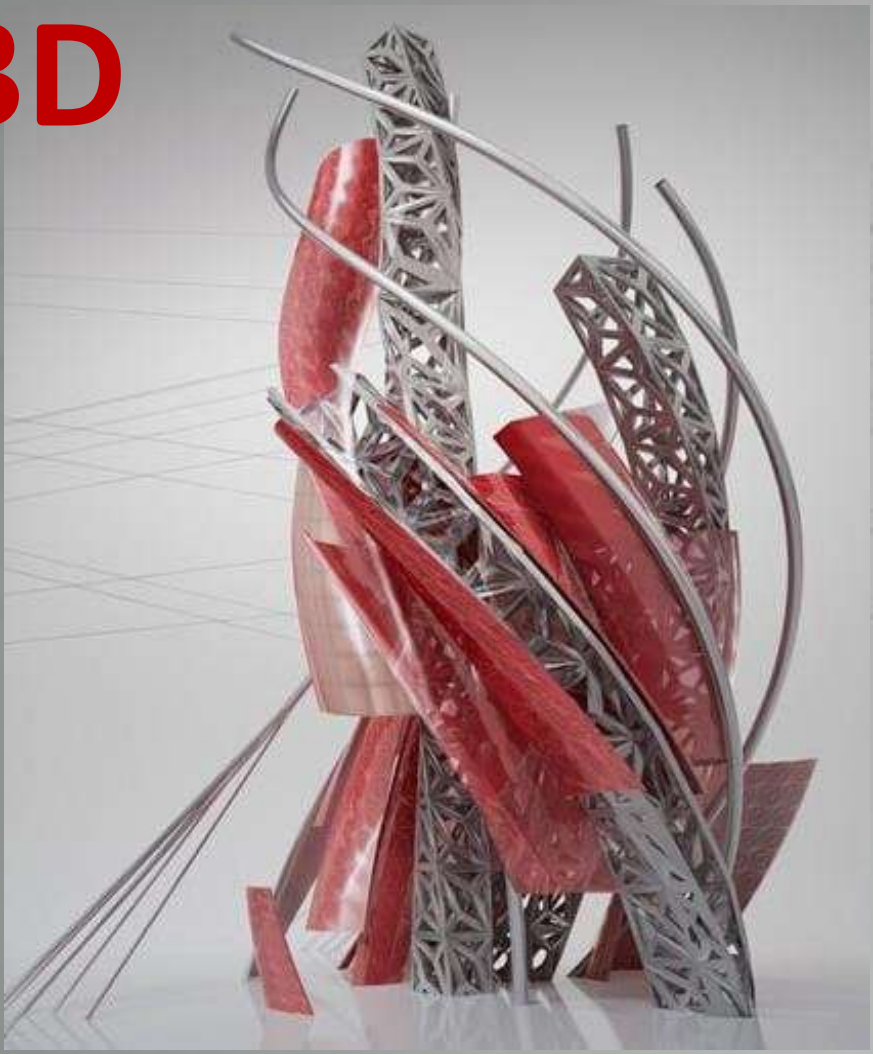
APUNTES DE AutoCAD

2D Y 3D



ING. OMAR ULISES MORALES DÁVILA

CURSO: **AutoCAD en 2D**

Temario

1 Introducción

1.1 Ambiente

1.1.1 Introducción De Comandos

1.1.2 Unidades De Medida Y Límites

1.2 Ayudas Para Dibujo

1.2.1 Snap

1.2.2 Grid

1.2.3 Ortho

1.2.4 Polar

1.2.5 Osnap

1.2.6 Otrack

1.3 Ayudas De Visualización

1.3.1 Zoom

1.3.2 Pan

2. Realizando Dibujos

2.1 Sistema De Coordenadas

2.1.1 Introduccón De Coordenadas

2.1.2 Tipos De Coordenadas

2.2 Comandos Básicos De Dibujo

2.2.1 Line

2.2.2 Circle

2.3 Manejo De Objetos

2.3.1 Seleccionar

2.3.2 Borrar

2.3.3 Grips

2.4 Ajuste A Objetos (Osnap)

2.5 Comandos Básicos De Modificación

2.5.1 Trim

2.6 Comandos Complementarios De Modificación

2.6.1 Borrar

2.6.2 Copiar

2.6.3 Mover
2.6.4 Rotar
2.6.5 Escalar
2.6.6 Romper
2.6.7 Reflejar
2.6.8 Desplazar
2.6.9 Arreglo
2.6.10 Alargar-Acortar
2.6.11 Trim (Recortar)
2.6.12 Extender
2.6.13 Chaflán
2.6.14 Empalme
2.6.15 Explotar
2.6.16 Dividir

2.7 Comandos Complementarios De Dibujo

2.7.1 Líneas De Construcción
2.7.2 Multilíneas
2.7.3 Achurado
2.7.4 Splines
2.7.5 Polilíneas
2.7.6 Elipses
2.7.7 Arcos
2.7.8 Puntos
2.7.9 Rectángulos
2.7.10 Polígonos
2.7.11 Regiones
2.7.12 Texto

3 Manejo De Dibujos

3.1 Capas
3.2 Propiedades De Objetos
3.3 Bloques
3.4 Referencias Externas
3.5 Design Center

4 Ploteo

4.1 Layouts
4.2 Puertos Visuales
4.3 Escalas

1 INTRODUCCION

El Diseño Asistido por Computadora (CAD: Computer Aided Design) consiste en el uso de herramientas de cómputo para ayudarnos en procesos de diseño donde se requiere rapidez, precisión y facilidad, las cuales pueden darnos las computadoras. Entre las herramientas de CAD, AutoCAD es la mas popular debido a la gran cantidad de características que incluye y su facilidad de uso. Entre las aplicaciones de AutoCAD se encuentran:

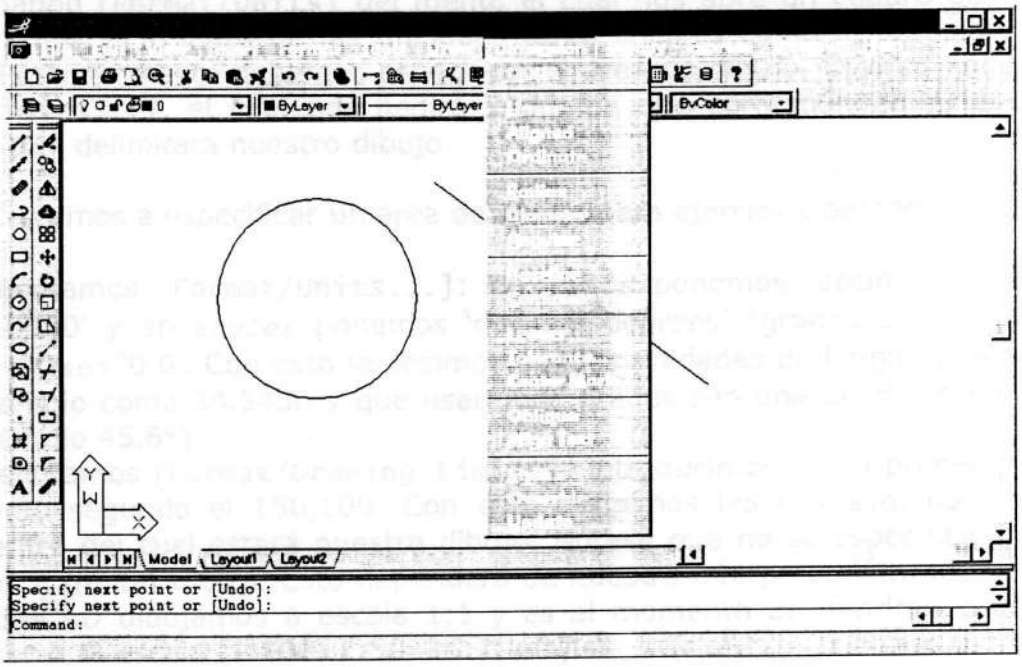
- Diseño de piezas mecánicas
- Planos arquitectónicos
- Aeronáutica
- Publicidad
- Cartografía
- Diagramación en general

El objetivo de este curso es básicamente que el alumno a aprenda a realizar cualquier tipo de dibujo en dos dimensiones. También se fomentará la resolución de problemas gráficos.

1.1 AMBIENTE

La interfaz de AutoCAD 2000, es decir, la forma de comunicarse con el programa, está formada por:

- Menú
- Barras de herramientas (dibujo, modificación de objetos, etc.)
- Área de dibujo
- Barra de estado
- Ventana de comandos.



1.1.2 INTRODUCCIÓN DE COMANDOS

Para realizar cualquier acción en AutoCAD debemos siempre ejecutar un comando. Existen 4 formas de introducir comandos:

1. Por medio del **menú.**
2. Por medio de botones de las **barras de herramientas**.
3. Por medio de órdenes tecleadas directamente la **ventana de comandos**.
4. Por medio de los **menús contextuales**

Cualquiera de estas formas puede ser utilizada obteniendo los mismos resultados; su uso dependerá de la preferencia del usuario. Siempre que ejecutamos un comando, éste aparecerá en la ventana de comandos, a veces pidiéndonos información adicional para ejecutarlo. Lo que esté entre los símbolos <> es el valor por default, el cual podemos aceptar con un `enter` o introducir otro valor ya sea por medio del teclado o del mouse (este valor puede ser una distancia, una coordenada, un número, etc).

La mayoría de los comandos nos dará opciones para ejecutar de manera distinta a la predeterminada; estas opciones aparecerán entre "[" y "]" separadas por "/" (e.g. : [Opcion1/oPcion2/opCion3]). Para ejecutar cualquiera de las opciones basta con teclear la letra o letras que estén en mayúsculas o elegir la opción del menú contextual que sale al dar un clic derecho en el área de dibujo.

1.1.2 UNIDADES DE MEDIDA Y LÍMITES

Antes de comenzar a dibujar debemos definir el área donde estará nuestro dibujo y el tipo de unidades que vamos a necesitar. Para especificar el tipo de unidades que utilizaremos se usa el comando [`Format/Units`] del menú, el cual nos abre un cuadro de diálogo donde determinaremos el formato de las unidades tanto lineales como de ángulos, así como su precisión. Posteriormente debemos especificar el área de dibujo. Esto se hace con el menú [`Format/Limits...`], el cual nos pedirá 2 puntos que corresponden a las esquinas del rectángulo que delimitará nuestro dibujo.

Ejercicio 1.- vamos a especificar un área de dibujo para ejercicios posteriores.

- Ejecutamos [`Format/Units...`]: en *units* ponemos 'decimal' y en *precision* '0.0000' y en *angles* ponemos 'decimal degrees' (grados con punto decimal) y *precison* '0.0'. Con esto le decimos que las unidades de longitud se mostrarán por ejemplo como 34.5456 y que usaremos grados con una precisión de décimas (por ejemplo 45.6°).
- Ejecutamos [`Format/Drawing Limits`]: introducimos como primer punto el 0,0 y como segundo el 150,100. Con esto definimos las dos esquinas del rectángulo dentro del cual estará nuestro dibujo. Nótese que no se especifica si las unidades son mm, km u otra. Esto dependerá de nuestra interpretación, además siempre en AutoCAD dibujamos a escala 1:1 y es al momento de imprimir cuando podemos usar otra escala (1:100, 1:50, 25:1, etc).

- En este momento ya tenemos lista nuestra área de trabajo, pero antes de empezar a dibujar podemos activar algunas ayudas que se verán a continuación.

1.2 AYUDAS PARA DIBUJO

Para ayudarnos a visualizar y facilitarnos la introducción exacta de coordenadas, AutoCAD cuenta con varias ayudas para dibujar con precisión y rapidez. Estas ayudas se pueden activar o desactivar por medio de unos botones que aparecen en la barra de estado.

Ayuda	Nombre	Botón
ajuste a rejilla	grid snap	SNAP
rejilla	grid	GRID
modo ortogonal	ortho	ORTHO
rastreo polar	polar tracking	POLAR
ajuste a objetos	object snap	OSNAP
rastreo de ajuste a objetos	object snap tracking	OTRACK

Para cambiar las configuraciones de cada ayuda se puede dar clic derecho sobre cada uno de los botones y elegir [Settings...].

GRID.- Es una trama de puntos (no imprimibles) que aparecerán a intervalos regulares ya sea de forma rectangular o isométrica.

SNAP.- Es idéntico a GRID pero en vez de aparecer puntos en la pantalla, el movimiento del mouse será obligado a siempre estar sobre uno de esos puntos.

ORTHO.- Restringe los trazos a líneas horizontales o verticales solamente.

POLAR.- Cuando estemos trazando nos señalará trayectos temporales de alineación con ciertos ángulos (cada 15°, cada 30°, o a ángulos especificados)

Ejercicio 2.- Activaremos el GRID y el SNAP.

- Activamos las 3 ayudas por medio de los botones de la barra de estado
- Cambiamos la configuración 5 en las casillas de *x spacing* y *y spacing* (espaciado en *x* y *y*)
- Ahora aparecerá una red de puntos sobre toda el área de dibujo y podremos notar como el movimiento del mouse está restringido a sólo esos puntos.

1.3 AYUDAS DE VISUALIZACIÓN

1.3.1 ZOOM

Habrá ocasiones en que necesitemos ver una parte de nuestro dibujo a detalle o alejar la hoja para observar nuestro dibujo en conjunto. Esto se logra por medio del comando zoom que cambia el tamaño aparente de nuestro dibujo. El comando se ejecuta por medio del

menú [View/Zoom >], con z en la línea de comando o con el botón situado en la barra de herramientas estándar y cuenta con las siguientes posibilidades:

All	ajusta la vista para mostrar toda el área de dibujo.
Center	ajusta el la vista especificando un centro y una altura (que se ajustará a la altura de la vista) o un factor (Ej. 2x para aumentar dos veces).
Dynamic	ajusta el vista por medio de una ventana que podemos mover y cambiar de tamaño.
Extents	ajusta el tamaño para mostrar todos los objetos existentes en nuestro dibujo.
Previous	ajusta la vista a la configuración previa, se pueden almacenar hasta 10 vistas previas.
Scale(X/XP)	Ajusta la vista por medio de un factor que nos multiplicaría el tamaño aprente del objeto tomando como base el tamaño que tendría haciendo zoom-all. Si se el factor precede a una x (3x, etc) se toma como base su tamaño actual.
Window	ajusta la vista para mostrar un área especificada por una ventana rectangular.
Realtime	ajusta la vista en tiempo real, para ajustar el tamaño se debe arrastrar el mouse.
In	aumenta el tamaño aparente de los objetos.
Out	disminuye el tamaño aparente de los objetos.

1.3.2 PAN

El comando PAN nos permite desplazar la vista sin cambiar el tamaño aparente de los objetos. Al ejecutarlo nos aparecerá una mano como cursor, la cual tendremos que arrastrar para mover nuestro dibujo.

2. REALIZANDO DIBUJOS

2.1 SISTEMA DE COORDENADAS

Las coordenadas son una forma de definir la localización de un punto en el espacio (en este caso un espacio bidimensional).

2.1.1 INTRODUCCIÓN DE COORDENADAS

Tenemos básicamente dos formas de introducir coordenadas en AutoCAD: podemos introducirlas por medio del dispositivo señalador (por ejemplo el mouse) o por medio del teclado. También podemos hacer una combinación de ambos métodos cuando lo necesitemos.

2.1.2 TIPOS DE COORDENADAS

Antes de explicar los comandos de dibujo es necesario que entendamos los tipos de coordenadas que el AutoCAD puede aceptar de acuerdo a lo que queramos hacer. Existen 5 tipos básicos de coordenadas:

- **Coordenadas rectangulares absolutas**.- es un par *x,y* que se mide con respecto al origen. Ejemplo: 27,215.
- **Coordenadas rectangulares relativas**.- es un par *x,y* que se mide con respecto a un punto determinado (por ejemplo, el último punto dibujado en un comando de línea). Se usa el símbolo @ para indicar que las coordenadas son relativas. Ejemplo: @17,20.
- **Coordenadas polares absolutas**.- es un par que especifica una distancia y un ángulo con respecto al origen. Se expresa así: *d<a*, donde *d* es la distancia y *a* el ángulo. Ejemplo: 150<70.
- **Coordenadas polares relativas**.- es un par que especifica una distancia y un ángulo con respecto a un punto determinado. Se expresa así: @*d<a*, donde *d* es la distancia y *a* el ángulo. Ejemplo: @3<45.
- **Distancia directa**.- es un número que especifica una distancia en la dirección actual del dispositivo señalador. Ejemplo: 4.

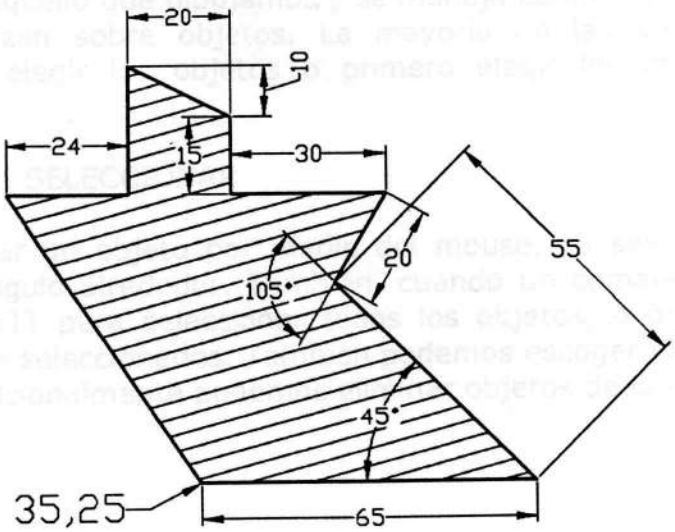
2.2 COMANDOS BÁSICOS DE DIBUJO

Los comandos básicos de dibujo son la base de cualquier dibujo que queramos realizar. Su uso es sencillo y nos servirá como introducción.

2.2.1 LINE

Por medio de este comando podemos dibujar líneas rectas. Se ejecuta por medio del menú `draw/line` o `l` en la línea de comandos. Se nos pedirá información acerca del punto inicial y sucesivamente de los demás puntos. Para concluir con el comando se puede utilizar enter o dar un clic con el botón secundario del mouse. O Podemos cerrar por medio de una c el polígono que hemos definido. Además podemos deshacer un punto que hayamos introducido por error por medio de una u.

Ejercicio 3.- Dibujaremos la siguiente figura con el comando `LINE`.



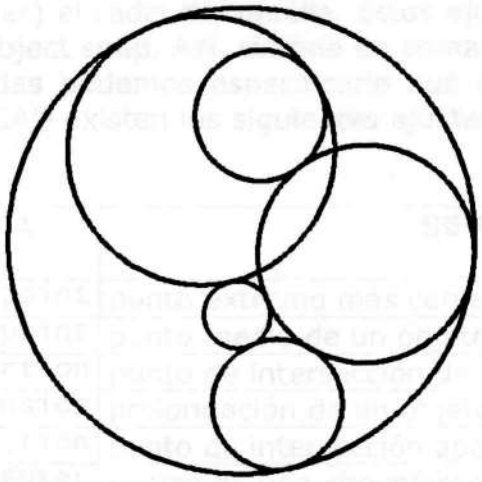
2.2.2 CIRCLE

Por medio del comando CIRCLE podemos dibujar, como su nombre lo indica, circunferencias. Las siguientes formas de crear circunferencias se listan a continuación:

Center point	(valor por omisión) dibuja la circunferencia basada en un punto central y un radio o un diámetro.
3P	dibuja una circunferencia que pase por los 3 puntos introducidos.
2P	dibuja una circunferencia cuyo diámetro vaya de un punto a otro.
TTR	dibuja una circunferencia tangente a dos objetos y con el radio especificado.

Ejercicio 4.- Experimentaremos con el comando CIRCLE

- Probemos todas las posibilidades del comando circle para comprender su funcionamiento. Tratemos de imitar la siguiente figura:



2.3 MANEJO DE OBJETOS

Un objeto es todo aquello que dibujamos y se maneja como una sola entidad. Casi todos los comandos se realizan sobre objetos. La mayoría de las veces podemos ejecutar un comando y luego elegir los objetos o primero elegir los objetos y luego ejecutar el comando.

2.3.1 SELECCIONAR

Podemos seleccionar un objeto por medio del mouse, ya sea dándole clic a una línea o trazando un rectángulo alrededor. También, cuando un comando nos pide una selección, podemos escribir all para seleccionar todos los objetos, o p para seleccionar el último conjunto de objetos seleccionados. También podemos escoger el último objeto seleccionado por medio de l. Adicionalmente podemos eliminar objetos de la selección por medio de r.

2.3.1 BORRAR

Podemos eliminar los objetos seleccionados con el comando [Edit/Clear] o e en la ventana de comandos. Si deseamos deshacer una acción usamos el comando [Edit/Undo] o u. Con esto se anula el efecto del último comando realizado.

2.3.1 GRIPS

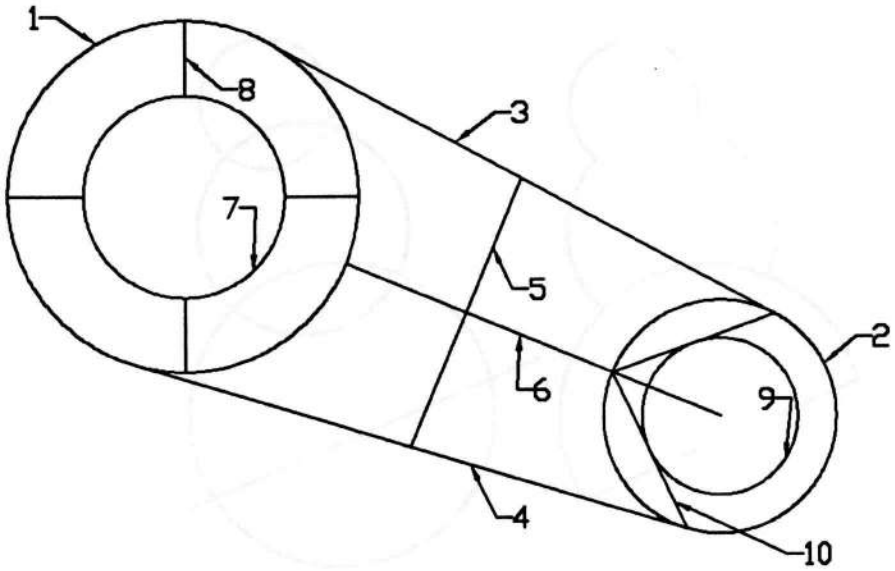
Cuando seleccionamos un objeto, aparecerán unos cuadros (azules por default) que nos indican que podemos modificar ese objeto. Podemos hacer clic y arrastrar uno de esos grips (o manijas) para modificar ciertas características de un objeto, por ejemplo, al arrastrar un grip en una circunferencia, ésta cambiará de radio.

2.4 AJUSTE A OBJETOS (OSNAP)

El ajuste a objetos (**object snap**) nos permite crear nuevos objetos con relación a otros de tal manera que nos evitemos cálculos o tratar de adivinar coordenadas. Por ejemplo, por medio de él podemos trazar una circunferencia que sea tangente a una línea cualquiera, sin tener que adivinar (o calcular) el radio de aquélla. Éstos ajustes se activan por medio de la barra de herramientas de object snap. Así, cuando un comando nos pide un punto, en lugar de introducir las coordenadas podemos especificarle qué queremos (punto de tangencia, punto medio, etc). En AutoCAD existen los siguientes ajustes a objetos (entre otros):

MODO DE AJUSTE A OBJETOS	SE AJUSTA A:
ENDpoint	punto extremo más cercano de un objeto.
MIDpoint	punto medio de un objeto (líneas o arcos).
INTersection	punto de intersección de 2 objetos.
EXTension	prolongación de un objeto.
APParent Intersection	punto de intersección aparente de 2 objetos
CENter	centro de una circunferencia, elipse o arco.
NODe	punto dibujado con el comando POINT o creado por el comando DIVIDE.
QUAdrant	cuadrante mas cercano de una circunferencia, arco o elipse.
PERpendicular	punto sobre un objeto que forma un ángulo recto con otro objeto.
TANgent	punto tangente a un objeto.
NEArest	se ajusta al punto mas cercano a un punto determinado.
INSert	se ajusta al punto de inserción de un bloque, atributo o texto.
PARallel	Se ajusta a una prolongación paralela a un objeto.
QUIck	Se ajusta al primer punto de ajuste encontrado.
NONe	Desactiva todos los ajustes a objeto.

Ejercicio 5.- Dibujaremos la siguiente figura:



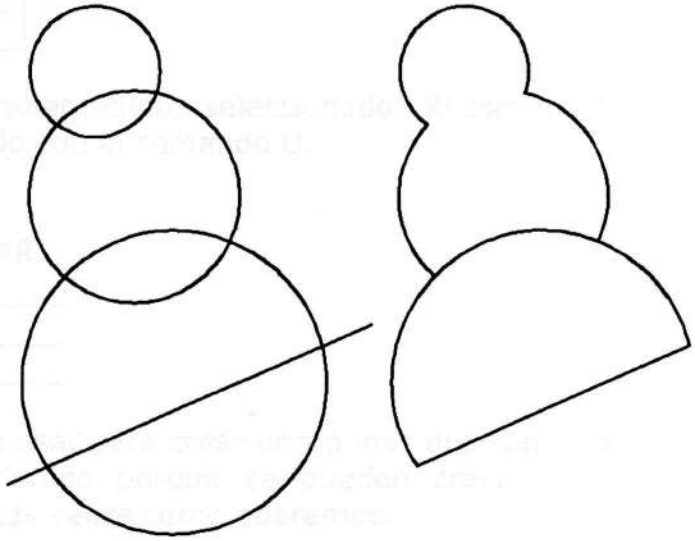
- Dibujemos los elementos en el comando indicado, las condiciones de la figura se listan a continuación:
  - Las rectas 3 y 4 son tangentes exteriores a las circunferencias 1 y 2.
  - La recta 5 va desde el punto medio de 3 al punto medio de 4.
  - La recta 6 va del centro de la circunferencia 2 y llega a la circunferencia 1 perpendicularmente.
  - La circunferencia 7 es concéntrica a la 1.
  - Las rectas 8 van de cuadrante a cuadrante de las circunferencias 1 y 7.
  - La circunferencia 9 tiene centro en el extremo izquierdo de la recta 6.
  - Las rectas 10 van desde la intersección de las rectas 3 y 4 con la circunferencia 2 hasta la intersección de la recta 6 y la circunferencia 2.

2.5 COMANDOS BÁSICOS DE MODIFICACIÓN

2.5.1 TRIM

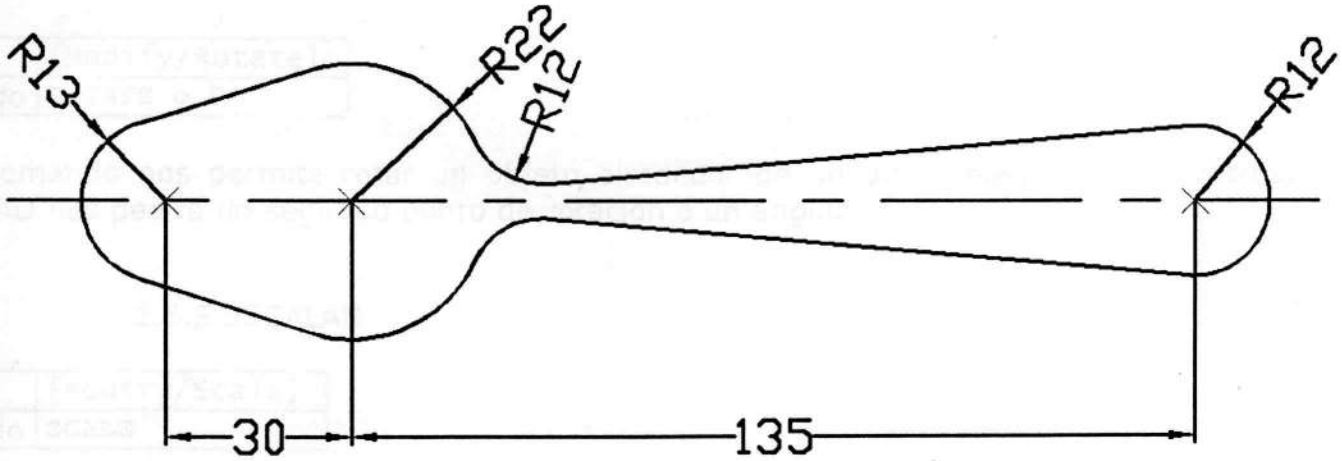
Este comando sirve para recortar objetos o trozos de objetos. El comando se encuentra en `Modify/Trim`. Nos pedirá, en primer lugar, un objeto que será el que cortará y en segundo al objeto cortado.

Ejercicio 6.- Dibujaremos la figura de la derecha ejecutando **TRIM** después de haber dibujado la figura izquierda:



- Dibujamos las 3 circunferencias y la recta
- Ejecutamos el comando **TRIM** cuantas veces sea necesario para quitar las partes sobrantes.

Ejercicio 7. Repaso. Dibujaremos la siguiente figura:



2.6 COMANDOS COMPLEMENTARIOS DE MODIFICACIÓN

2.6.1 BORRAR

Menú	[Modify/Erase]
Teclado	ERASE o E

Este comando borra cualquier objeto seleccionado. Recordemos que siempre es posible recuperar un objeto borrado con el comando U.

2.6.2 COPIAR

Menú	[Modify/Copy]
Teclado	COPY o CP

El comando COPY se puede usar para crear uno o mas duplicados de un objeto existente. Es muy útil y nos ahorra tiempo porque se pueden crear dibujos complicados y luego simplemente copiarlos tantas veces como queramos.

La opción para múltiples copias va copiando objetos mientras escogemos varios puntos, para terminar hay que darle enter.

2.6.3 MOVER

Menú	[Modify/Move]
Teclado	MOVE o M

Este comando funciona de manera similar a COPY, con la excepción de que no se hace una copia sino que se mueve solamente el objeto.

2.6.4 ROTAR

Menú	[Modify/Rotate]
Teclado	ROTATE o RO

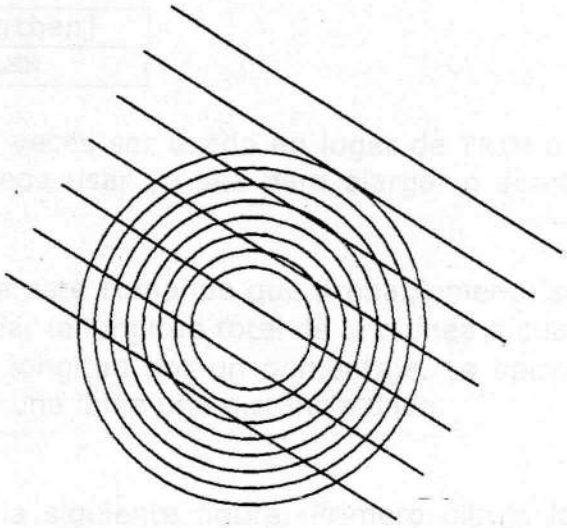
Este comando nos permite rotar un objeto alrededor de un punto elegido por nosotros, AutoCAD nos pedirá un segundo punto de rotación o un ángulo.

2.6.5 ESCALAR

Menú	[Modify/Scale]
Teclado	SCALE

Este comando se utiliza para cambiar el tamaño de un objeto. Se nos pedirá un punto alrededor del cual cambiará de tamaño el objeto y se nos pedirá un segundo punto (no

Este comando crea un nuevo objeto paralelo o concéntrico con un objeto seleccionado. El nuevo objeto se dibuja a una distancia definida del original y en una dirección definida por un punto.



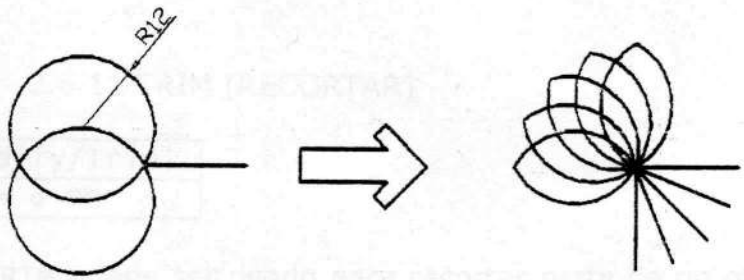
Cuando el objeto es un círculo o elipse al aplicar el comando se obtiene un círculo concéntrico (o elipse) con el original.

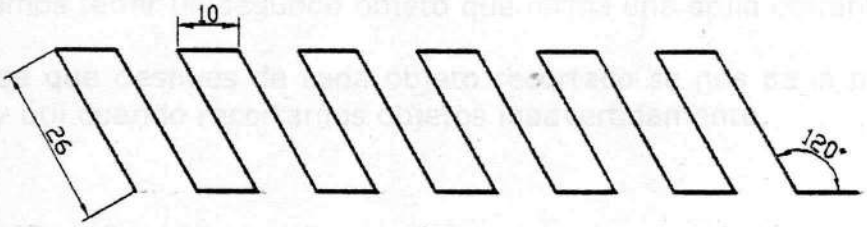
2.6.9 ARREGLO

Menú	[Modify/Array]
Teclado	**ARRAY**

El comando ARRAY hace múltiples copias de los objetos seleccionados y los dispone en una matriz rectangular (R) o un patrón circular (P).

Ejercicio 9.- Realizar las siguientes figuras por medio de array.





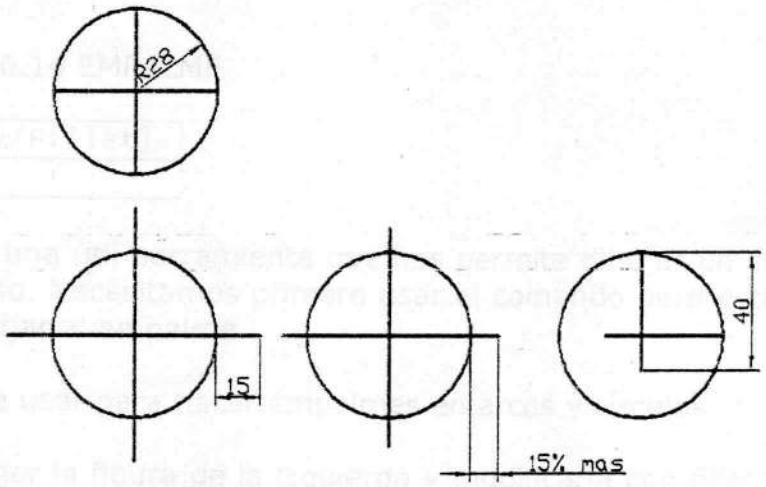
2.6.10 ALARGAR-ACORTAR

Menú	[Modify/Lengthen]
Teclado	**LENGTHEN o LEN**

Este comando puede a veces ser usado en lugar de TRIM o EXTEND, ya que los resultados son los mismos, se puede usar ya sea para alargar o acortar objetos sin la necesidad de límites.

El uso dinámico (DY) de este comando que probablemente sea el mas útil. La opcion **Total** (TO) nos permite cambiar la longitud total de una línea a cualquier valor. La opción **Percent** (P) permite cambiar la longitud por un porcentaje. La opción Delta (DE) puede ser usada para extender o reducir una línea una distancia dada.

Ejercicio 10.- Realizar la siguiente figura. Primero dibuja la circunferencia, luego los dos diámetros y luego usa lenghten para agrandarlos.



2.6.11 TRIM (RECORTAR)

Menú	[Modify/Trim]
Teclado	**TRIM o TR**

El comando TRIM puede ser usado para recortar parte de un objeto. Para poder recortar un objeto debemos tener un segundo objeto que forma una orilla cortante.

Debe notarse que después de cada objeto recortado se nos da la opción de deshacer (u), esto es muy útil cuando recortamos objetos inadvertidamente.

2.6.12 EXTENDER

Menú	[Modify/Extend]
Teclado	EXTEND

Este comando extiende una línea, polilínea o arco, hasta topar con otro objeto (límite) y funciona de manera similar a TRIM. Se realizan dos selecciones, una para los límites y otra para los objetos a extender.

Los objetos se pueden extender en dos direcciones. AutoCAD no tiene forma de saber donde está el límite por lo que debemos decirle de qué lado queremos que se extienda.

2.6.13 CHAFLÁN

Menú	[Modify/Chamfer]
Teclado	CHAMFER

Este comando nos permite crear un chaflán (esquina truncada) entre dos líneas no paralelas. Usualmente se usa primero el comando para establecer las dos distancias antes de hacer el chaflán.

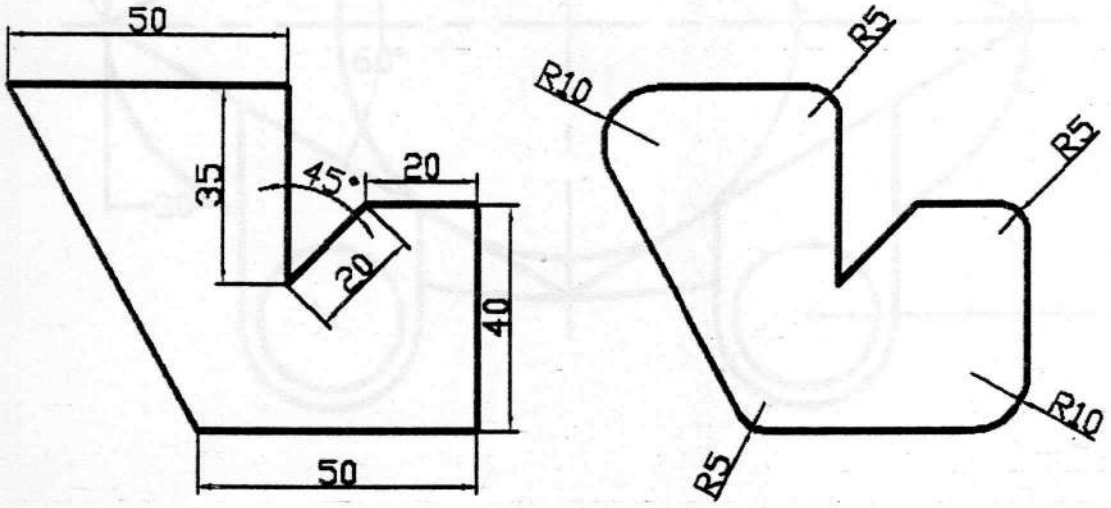
2.6.14 EMPALME

Menú	[Modify/Fillet]
Teclado	FILLET

Este comando es una útil herramienta que nos permite dibujar un arco entre dos líneas que se intersecten o no. Necesitamos primero usar el comando para establecer el radio y luego otra vez para dibujar el empalme.

También se puede usar para hacer empalmes en arcos y círculos.

Ejercicio 11. Dibujar la figura de la izquierda y modificarla con fillet para que quede la de la derecha.



2.6.15 EXPLOTAR

Menú	[Modify/Explode]
Teclado	EXPLODE

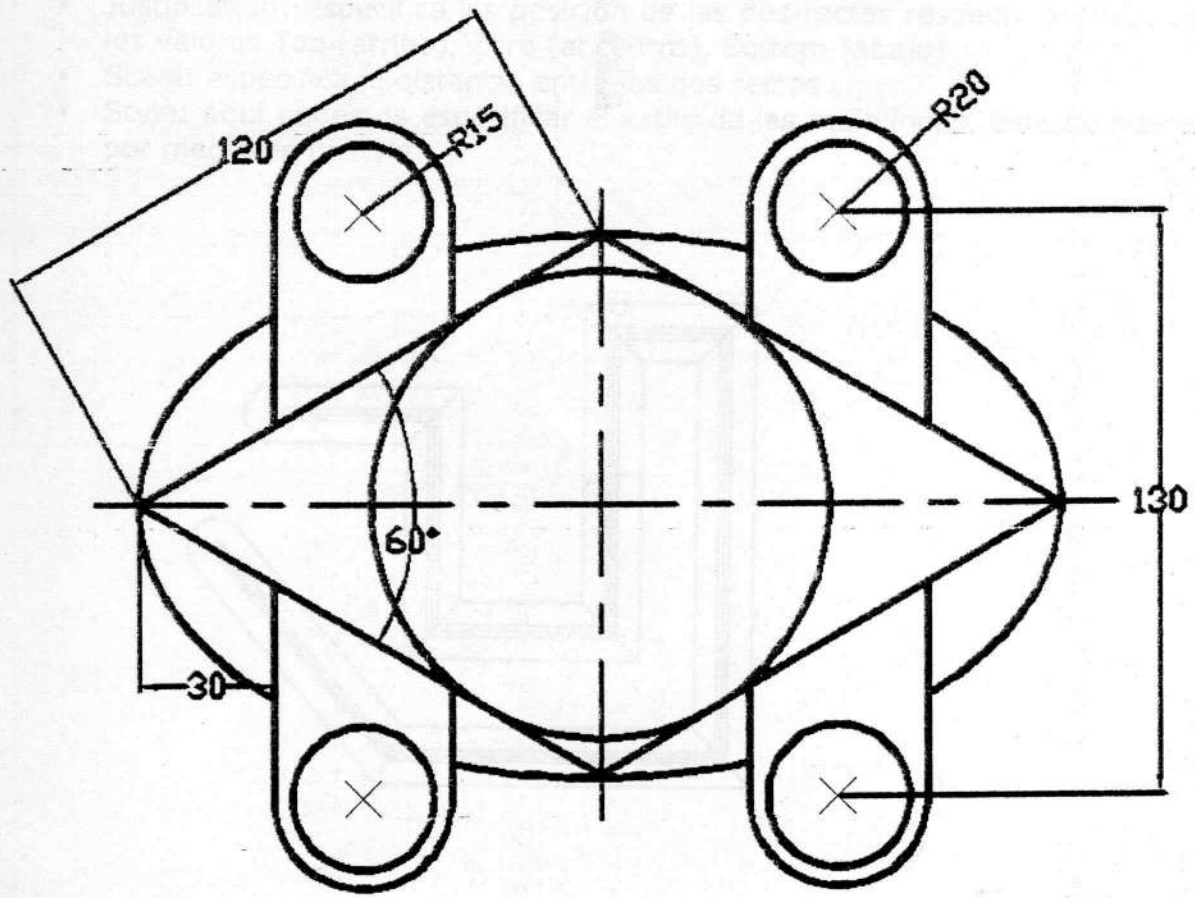
Este comando se usa para explotar un objeto a las partes que lo constituyen (un rectángulo en segmentos, un bloque en objetos individuales, etc).

2.6.16 DIVIDIR

Menú	[Draw/Point/Divide]
Teclado	DIVIDE

Este comando marca un número especificado de longitudes iguales en un objeto, colocando puntos o bloques a través del perímetro. El comando divide no modifica de manera alguna al objeto.

Ejercicio 12. Repaso. Dibujar la siguiente figura tratando de hacerla con el menor número de comandos.



2.7 COMANDOS COMPLEMENTARIOS DE DIBUJO

2.7.1 LÍNEAS DE CONSTRUCCIÓN

Menú	Draw/Construction Line
Teclado	xline o xl

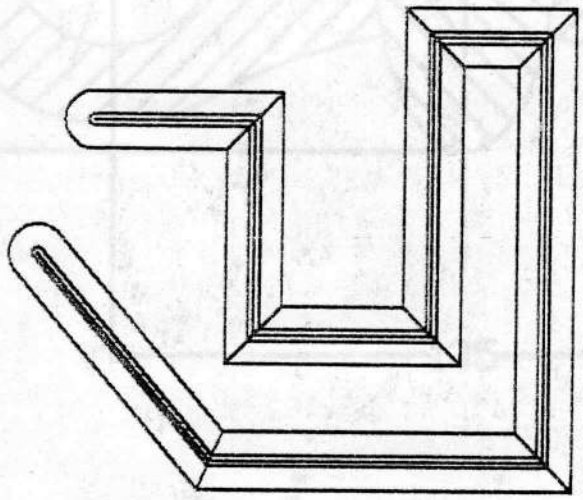
Este comando sirve para dibujar líneas infinitas que nos pueden servir como líneas auxiliares.

2.7.2 MULTILÍNEAS

Menú	Draw/Multiline
Teclado	mline o ml

Esta comando sirve para dibujar varias líneas paralelas. Su funcionamiento es igual al de line pero además cuenta con las siguientes opciones:

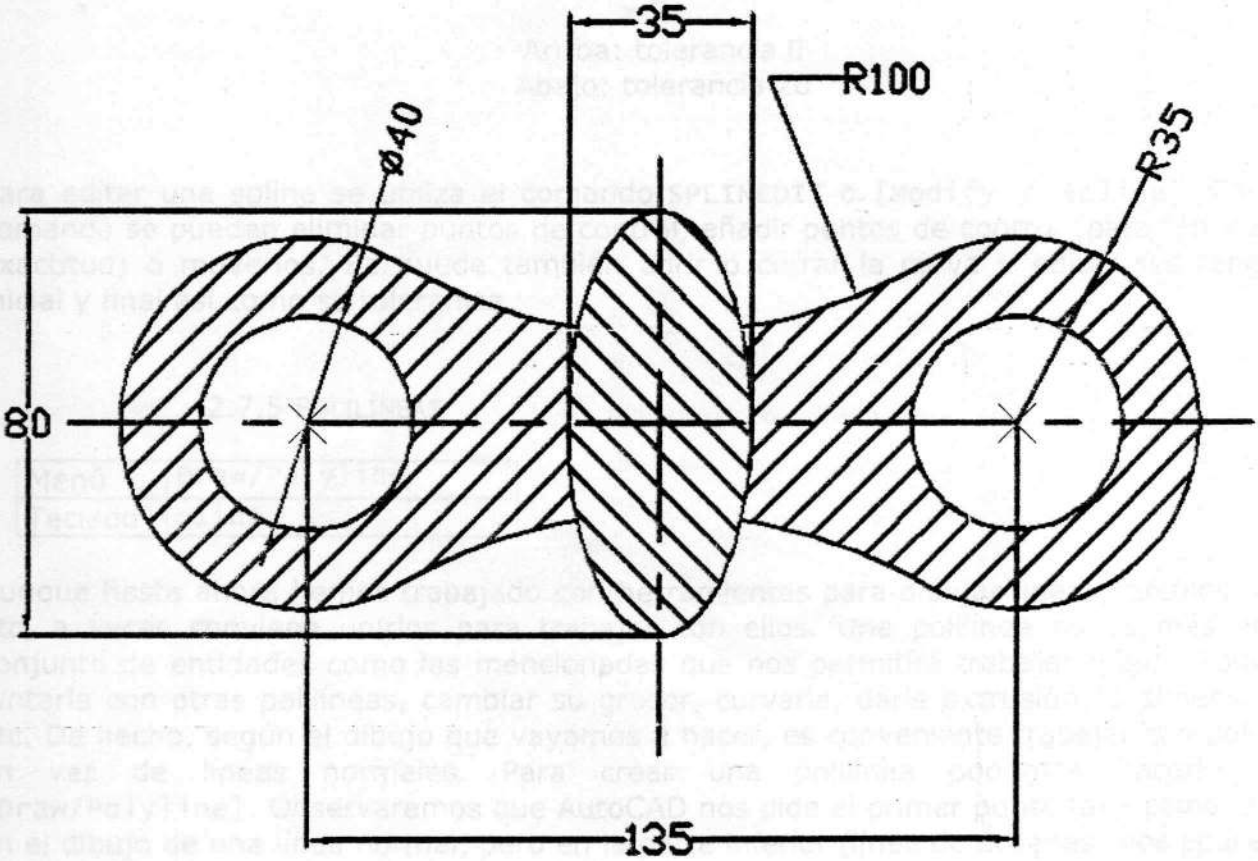
- Justification: especifica las posición de las dos rectas respecto al eje, puede tener los valores Top (arriba), Zero (al centro), Bottom (abajo)
- Scale: especifica la distancia entre las dos rectas
- Style: aquí podemos especificar el estilo de las multilíneas. Éste se puede cambiar por medio de mistyle.



2.7.3 HATCH (ACHURADO)

Podemos en AutoCAD realizar sombreado de las figuras que hemos dibujado para poder indicar el material, o simplemente para resaltar o diferenciar figuras. Esto se realiza con el comando Hatch o por medio de Draw/Hatch. Al ejecutar este comando se nos presentará un cuadro de diálogo donde podremos cambiar las propiedades del achurado como patrón (vienen muchos tipos integrados), escala, y ángulo. Antes de aplicar el achurado tenemos que decirle a AutoCAD qué es lo que queremos sombrear. Podemos elegir un o unos puntos a partir de los cuales se rellenará un área limitada por objetos o un o unos objetos que serán rellenados. Esto se hace con los botones 'Pick Points' y 'Select Objects' respectivamente. El achurado siempre tendrá el color de la capa donde es ejecutado y es considerado como un objeto, por lo que se puede mover, copiar, escalar, etc.

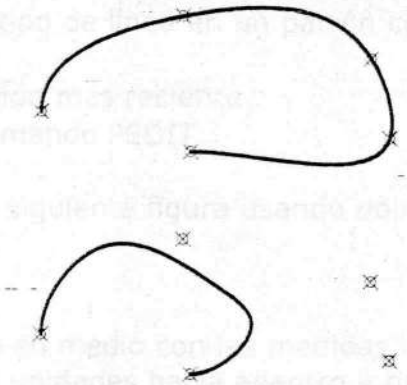
Ejercicio 9.- Realizar el siguiente dibujo y luego achurarlo con el patrón ANSI31; variar los ángulos para que quede como en la ilustración.



2.7.4 SPLINES (CURVAS SUAVES)

Menú	Draw/Spline
Teclado	spline o spl

Esta comando sirve para dibujar una curva suave que es tangente a un conjunto de puntos llamados puntos de control. A la hora de dibujar podemos cambiar la tolerancia de ajuste, que controla qué tan apegada a los puntos de control será la curva. Esto se hace con la opción de `Fit tolerance`. Entre menor sea la tolerancia, más se ajustará la spline a los puntos de control. Al terminar de dibujar tendremos que especificar las tangentes inicial y final.



Arriba: tolerancia 0
Abajo: tolerancia 20

Para editar una spline se utiliza el comando `SPLINEDIT` o `[Modify / Spline]`. Con este comando se pueden eliminar puntos de control, añadir puntos de control (para tener mayor exactitud) o moverlos. Se puede también abrir o cerrar la curva y editar sus tangentes inicial y final así como su tolerancia.

2.7.5 POLILÍNEAS

Menú	`Draw/Polyline`
Teclado	`pline`

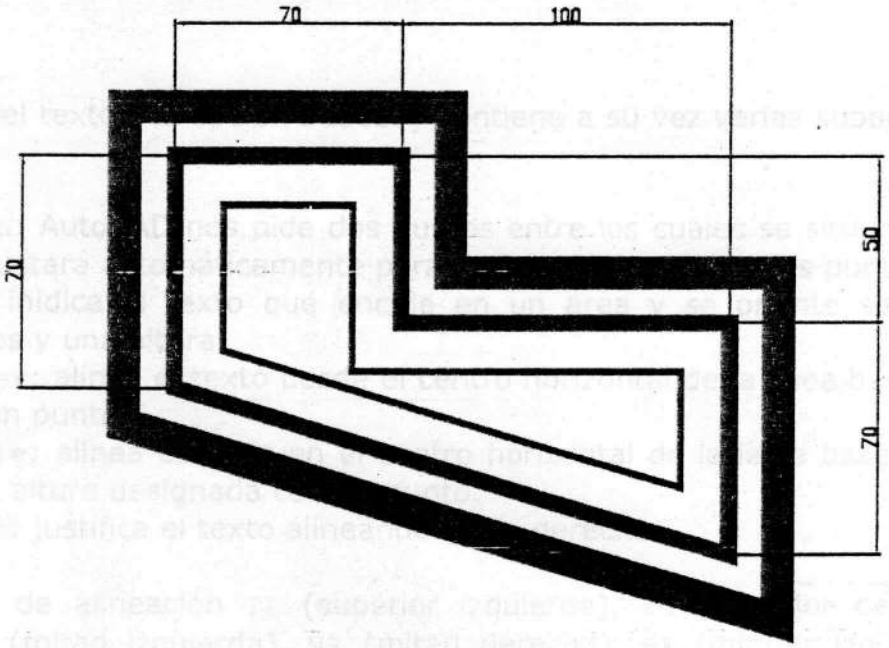
Aunque hasta ahora hemos trabajado con herramientas para dibujar líneas, círculos, arcos, etc, a veces conviene unirlos para trabajar con ellos. Una polilínea no es más que un conjunto de entidades como las mencionadas que nos permitirá trabajar mejor. Podremos juntarla con otras polilíneas, cambiar su grosor, curvarla, darle extrusión (3 dimensiones), etc. De hecho, según el dibujo que vayamos a hacer, es conveniente trabajar con polilíneas en vez de líneas normales. Para crear una polilínea podemos hacerlo desde `[Draw/Polyline]`. Observaremos que AutoCAD nos pide el primer punto tal y como lo haría en el dibujo de una línea normal, pero en la parte inferior (línea de órdenes) nos aparece un menú del que podemos escoger alguna opción antes de terminar de dibujar la polilínea. Para convertir una línea en polilínea debemos seleccionar la línea y ejecutar el comando `PEDIT` o en el menú `[Modify/Object>Polyline]` nos aparecerán varias opciones en la ventana de que son las siguientes:

- `Close`: dibuja un segmento que une los dos extremos de la polilínea

- Join: añade líneas, arcos o polilíneas al extremo de una polilínea abierta. Para que se unan, los dos extremos deben tocarse.
- Width: cambia el grueso uniforme de toda la polilínea.
- Edit vertex: señala con una X los vértices pudiendo ser eliminados, añadidos, etc.
- Fit: adapta o amolda una curva a los vértices de la polilínea.
- Spline: crea una curva spline con los vértices de la polilínea como puntos de control de movimiento.
- Decurve: se borran todos los vértices de más creados con Fit o Spline.
- Ltype gen: dibuja el tipo de línea en un patrón continuo mediante los vértices de la polilínea.
- Undo: anula la operación más reciente
- eXit: abandona el comando PEDIT

Ejercicio 11.- Dibujaremos la siguiente figura usando polilíneas:

- Dibujar la polilínea de en medio con las medidas indicadas
- Hacer un offset de 15 unidades hacia adentro y hacia fuera
- Modificar las polilíneas para que tengan 2, 5 y 10 de espesor.



2.7.12 TEXTO

AutoCAD dispone de la posibilidad de añadir textos a nuestros dibujos. Un texto está considerado como un objeto o entidad cualquiera que puede ser modificado. Antes de comenzar a escribir textos debemos definir un estilo que determinará su aspecto, tamaño, rotación, etc. Esto se hace por medio el menú [Format/Text Style] y te aparecerá un cuadro de diálogo. Por defecto, Autocad utiliza el estilo STANDARD. Para crear un estilo propio se pulsa el botón New y se le introduce un nombre. Podremos elegir el tipo de letra en una lista desplegable. Autocad dispone de dos tipos: AutoCAD, que son los tipos de letra

propios de Autocad, dispuestos en archivos con extensión .shx y True Type: tipos de letra almacenados en archivos con extensión .ttf (que son el formato común en Windows). En la lista del Estilo del tipo de letra podemos elegir entre cursiva, negrita, etc. La altura determina la altura propiamente dicha del texto. Otros efectos que podemos definir son cabeza abajo, vertical, etc. Al pulsar `Apply`, Autocad establecerá el estilo de texto el que esté seleccionado en la lista Nombre del estilo.

Para escribir texto tenemos que ejecutar el comando DTEXT (linea de texto) o MTEXT (párrafo de texto).El texto que escribamos en la pantalla puede ser añadido en forma de líneas o de párrafos. En forma de líneas permite escribir una sola línea, mientras que en forma de párrafos podemos escribir varias líneas formando un párrafo. Al ejecutar el comando DTEXT tenemos varias opciones:

- `Justify`: determina el ajuste del texto en el dibujo
- `Style`: podemos cambiar el estilo del texto antes de comenzar a escribir
- `Start point`: donde pulsemos click, marcará el punto inicial a partir del cual comenzaremos a escribir. En la línea de órdenes irán apareciendo: `Rotation`: rotación del texto; `Text`: el texto deseado cuando quieras terminar, deberás pulsar un último enter sin escribir nada, y el texto quedará insertado en la pantalla. - Prueba también a cambiar la rotación del ángulo del texto, cambiar al estilo STANDARD, etc.

Ajuste del texto.- la opción `Justify` contiene a su vez varias subopciones para ajustar el texto:

- `Align`: AutoCAD nos pide dos puntos entre los cuales se situará el texto. La altura se ajustará automáticamente para que quepa entre los dos puntos.
- `Fit`: inidica al texto que encaje en un área y se oriente según definamos dos puntos y una altura.
- `Center`: alinea el texto desde el centro horizontal de la línea base que es designada con un punto.
- `Middle`: alinea el texto en el centro horizontal de la línea base y el centro vertical del la altura designada con un punto.
- `Right`: justifica el texto alineándolo a la derecha

Las opciones de alineación `TL` (superior izquierda), `TC` (superior centro), `TR` (superior derecha), `ML` (mitad izquierda), `MR` (mitad derecha), `BL` (inferior izquierda), `BC` (inferior centro) y `BL` (inferior derecha), sitúan el texto en relación al punto de inserción en la forma indicada.

3 MANEJO DE DIBUJOS

3.1 CAPAS

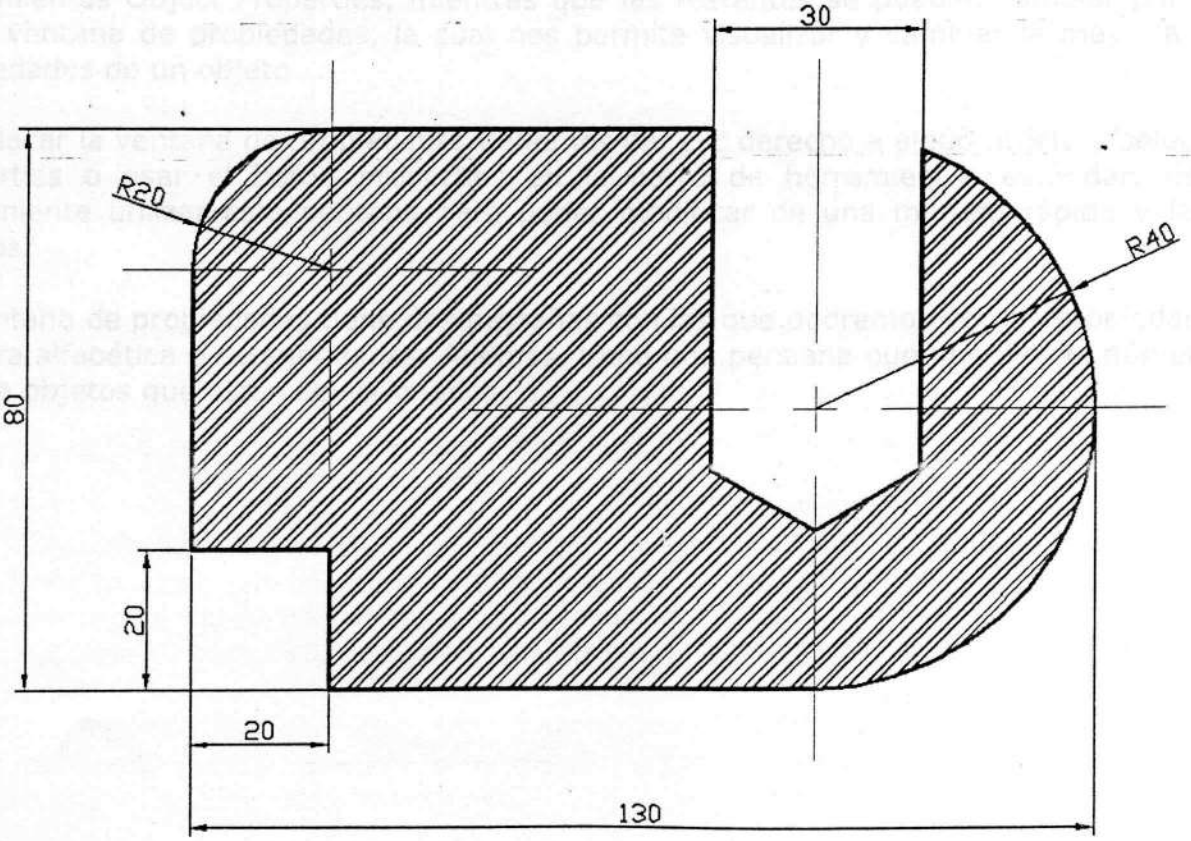
En AutoCAD el concepto de capas es muy importante y el correcto uso de capas puede hacer nuestro dibujo mas fácil de manejar. Básicamente, las capas son el equivalente a

usar acetatos en un restirador. Sin embargo, las capas son mucho más poderosas ya que podemos tener muchas capas en un solo dibujo y podemos controlar la visibilidad, color y tipo de línea de las capas de manera independiente, lo que hace mucho mas eficiente el trabajar con dibujos complicados. Por ejemplo, en nuestro dibujo podemos necesitar crear algunas líneas de construcción que no forman parte de la imagen final. Podríamos crear una capa llamada `construccion` y usarla para esto. Cuando termináramos el dibujo, simplemente tendríamos que desactivar esta capa de manera que no sea vea. De la misma forma podemos crear capas para ordenar nuestro dibujo en componentes (una capa para muros, otra para instalación eléctrica, etc., en el caso de un plano arquitectónico).

Aunque pueden haber muchas capas en un dibujo, sólo podemos dibujar en una a la vez. Esta capa se dice que es la actual. Cuando comenzamos un dibujo, AutoCAD solo dispone de una capa llamada "0".

Para crear una nueva capa ejecutamos el comando `Layer` [`Format/Layer`] con lo cual nos aparece una caja de diálogo de propiedades. Ahí aparece un botón para crear nuevas capas. Además nos presenta una lista de todas las capas y sus propiedades, como color, tipo de línea, espesor, visibilidad, activación y bloqueo. Si cambiamos, por ejemplo el tipo de línea de una capa, todos los objetos sobre esa capa cambiarán automáticamente de tipo de línea. Bloquear una capa hace que ésta no pueda ser modificada aunque se mantenga visible. Además de poder cambiar estas propiedades, podemos renombrar y borrar capas, así como establecer cual será la capa actual.

Ejercicio 10.- Dibujaremos la siguiente figura usando capas:



- Creamos 3 capas, una para los ejes, otra para el sombreado y otra para la pieza, estableciendo un color y tipo de líneas apropiado para cada una.
- Establecemos la capa 'ejes' como actual y dibujamos los ejes.
- Establecemos la capa 'pieza' como actual dibujamos el contorno de la figura.
- Establecemos la capa 'sombras' y realizamos un achurado.
- Experimentemos cambiando la visibilidad de varias capas para observar los efectos.

3.2 Propiedades De Objetos

Cada tipo de objeto tiene una serie de propiedades que lo definen. Existen propiedades generales (se aplican a todos los objetos) y propiedades específicas a cada tipo de objeto, como por ejemplo las propiedades geométricas.

Las propiedades generales son:

- Color
- Tipo de Línea
- Escala de tipo de línea
- Espesor de Línea
- Capa
- Estilo de Ploteo
- Hipervínculo

Las principales propiedades generales se pueden cambiar por medio de la barra de herramientas Object Properties, mientras que las restantes se pueden cambiar por medio de la ventana de propiedades, la cual nos permite visualizar y cambiar la mayoría de las propiedades de un objeto.

Para sacar la ventana de propiedades debemos dar clic derecho a algún objeto y seleccionar properties o usar el botón properties en la barra de herramientas estándar. Es muy conveniente utilizar esta ventana para poder modificar de una manera rápida y fácil los objetos.

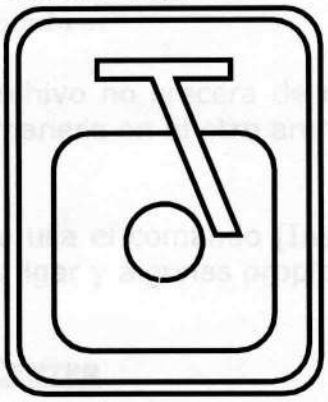
La ventana de propiedades tiene dos pestañas con las que podremos ver las propiedades de manera alfabética o categorizadas. Además, tiene una persiana que nos dice el número y el tipo de objetos que están seleccionados.

3.3 BLOQUES

Cuando dibujamos un dibujo complejo, es posible que nos encontremos con la necesidad de incluir un mismo objeto varias veces en un dibujo. Para solucionar este problema, podríamos copiar el mismo dibujo varias veces en distintas partes del dibujo, o bien crear los llamados *bloques*. Un bloque no es ni más ni menos que un dibujo que se mantiene en memoria y que puede recuperarse en cualquier momento en otra parte del dibujo. No obstante, el aspecto más importante de los bloques es que podemos insertar un dibujo externo, es decir, un archivo que tengamos guardado y que podemos insertarlo en cualquier parte del dibujo. Existen numerosas librerías de objetos que pueden adquirirse por separado y que nos permitirán insertar objetos con unas características muy concretas. Existe una auténtica colección de sanitarios con medidas estándar como lavabos, puertas, mamparas, cocinas, fregaderos, tabiques, muebles, etc.

Ejercicio 11.- Vamos a ver cómo se crea e inserta un bloque

- Dibujemos un sencillo dibujo como el que se muestra:



- Ejecuta Draw/Block->Create... Aparecerá un cuadro de diálogo que te pedirá el nombre del bloque. En nuestro caso escribiremos un nombre cualquiera y pulsa luego el botón Select objects donde tendrás que especificar los objetos que formarán el bloque. Selecciona con una ventana todos los objetos. – Con el botón de Select point seleccionaras el punto de inserción del bloque. El bloque ya está creado.

- Para Insertar el bloque - Accede a Insert/Block. Te aparecerá la ventana anterior. Pulsa el botón Block, selecciónalo de la lista y acepta. Haz click en el punto a partir del cual quieras insertarlo. - Acad te pide en la línea de órdenes si quieres modificar la escala X e Y, y la rotación. Si no quieres modificar nada, pulsa enter hasta el final. El bloque se ha insertado.

- Descomponiendo un bloque.- Cuando insertamos un bloque, éste queda como una sola entidad que se puede borrar, estirar, mover, etc. No obstante, a veces nos interesará modificar alguno de sus componentes (hacer el agujero más grande, por ejemplo). Para ello, cuando insertamos el bloque, tenemos la opción de descomponerlo activando la casilla explode o bien después, una vez insertado, con el comando Explode. Una vez descompuesto, el bloque ser transformará en las entidades individuales que lo componían antes de crearlo como bloque.

- Insertar un archivo como bloque.- asimismo, podemos insertar desde la misma opción (Insert/Block) un archivo externo como un bloque cualquiera. Podemos por ejemplo, tener varios trozos de un dibujo sofisticado e ir insertándolo en uno solo que formará el dibujo final. El método para insertarlo será el mismo, pero debemos escoger el botón File del mismo cuadro de diálogo de Insertar bloque y escogerlo de alguna unidad de disco.

3.4 Referencias Externas

Las referencias externas (xrefs) están hechas para ayudarnos a construir nuestro dibujo usando dibujos externos. Al insertar dibujos como xrefs, al contrario de lo que sucede cuando los insertamos como bloques, no guardamos el dibujo dentro de nuestro archivo, y podemos visualizar los últimos cambios que se hayan hecho al dibujo referenciado cada vez que abrimos nuestro archivo.

Cuando insertamos un xref, se agrega información no gráfica dependiente de éste, como capas, tipos de línea, estilos de dimensión, bloques y estilos de texto, solo que el nuevo nombre que tendrán estos elementos en el dibujo será de la forma *archivoreferenciado|nombre*.

El tamaño de nuestro archivo no crecerá de manera apreciable debido a que la geometría del dibujo insertado permanece en el otro archivo aunque la podamos ver dentro de nuestro dibujo.

Para insertar una xref se usa el comando [Insert/External Reference]. Ahí debemos buscar el archivo que deseamos ligar y algunas propiedades.

3.5 Design Center

Nuevo en AutoCAD 2000, el Design Center, es una herramienta que nos permite manejar los dibujos que tengamos almacenados, de manera que podamos compartir características como bloques, estilos, capas, etc. Además podremos examinar el contenido de los archivos sin tener que abrirlos y realizar búsquedas de bloques, etc, dentro de un conjunto de archivos.

Podremos arrastrar y soltar los elementos de un archivo guardado a un archivo abierto. Para visualizar el Design Center podemos dar clic a su botón en la barra de herramientas estándar.

4 PLOTEO

La característica de impresión ha sido modificada de la versión 14 a la 2000 de manera muy importante. Ahora es mucho mas fácil imprimir, establecer escalas, vistas, etc.

4.1 LAYOUTS

Siempre que hemos dibujado lo hemos hecho en el modo de modelo, pero también existe el modo de papel, que es en el que representamos una o varias vistas del modelo tal cual como se imprimirán. Para esto utilizaremos los layouts. Cada layout es la representación de una hoja de papel, cada una puede tener cualquier cantidad de vistas del modelo a diferente escalas y dispuestas de manera diferente. En la hoja se representan los márgenes de la impresora actual. Podemos crear varios layouts y se guardarán en el archivo de nuestro dibujo.

Los layouts se encuentran en unas pestañas debajo del área de dibujo, cada pestaña contiene el nombre del layout (el modelo también tiene una pestaña, que es la primera). Podemos crear, renombrar y borrar layouts por medio del menú contextual sobre una pestaña.

Sobre el layout podemos dibujar cosas que solo aparecerán al imprimir ese layout y que no alteran al modelo, como títulos, marcos, logotipos u otra información.

4.2 PUERTOS VISUALES

Un puerto visual (viewport) es una especie de "ventana" hacia el modelo, que contiene una vista en particular. Los puertos visuales pueden tener cualquier forma (rectangular, poligonal, circular, etc). Para crear un puerto visual podemos usar el menú: [View->Viewports].

Cuando damos doble clic a un puerto visual, entramos al modo de modelo y podemos modificar el dibujo, así como hacer pan y zoom para cambiar la vista.

Para regresar al modo de papel podemos hacer clic al boton model en la barra de estado.

4.3 ESCALAS

Cuando creamos un layout nos sale inicialmente un cuadro de diálogo donde cambiamos sus opciones. Ahí debemos especificar qué unidades estamos utilizando. Para esto debemos introducir el valor en Plot Scale. Por ejemplo, si estamos trabajando en metros debemos poner 1000 en el campo de mm y 1 en el campo de drawing units, así le decimos que cada unidad de dibujo significa 1000 mm o sea un metro.

Posteriormente podemos especificar la escala específica de cada puerto visual por medio de la ventana de propiedades, donde podemos escoger una escala estándar (1:10, 1:5, etc) o podemos teclear una que no esté listada. O podemos pedirle que ajuste la escala para que el modelo ocupe todo el puerto visual.

AUTOCAD EN 3D

1. INTRODUCCION

Hasta el momento habíamos estado dibujando vista bidimensionales de objetos que en realidad tienen 3 dimensiones, lo cual es algunas veces limitado debido a que las representaciones en 2D deben ser interpretadas para visualizar el objeto tridimensional. Los modelos en 3D se pueden usar para visualizar objetos desde cualquier punto, crear planos, visualizar los objetos con sombras o con un render fotorrealístico, crear animaciones, extraer información para manufactura, etc.

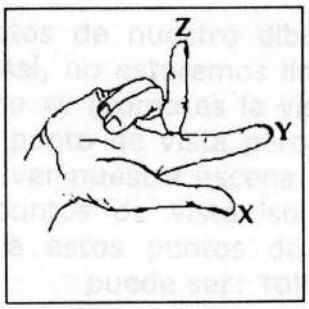
1.1 TRABAJANDO EN EL ESPACIO

La clave principal para crear modelos en 3D en AutoCAD es entender cómo usar los sistemas de coordenadas, ya que muchos comandos de dibujo, edición y visualización requieren una referencia de en qué lugar del modelo van a actuar.

1.1.1 LA REGLA DE LA MANO DERECHA

En los sistemas coordenados tridimensionales necesitamos dos reglas para poder determinar la dirección de los ejes y la dirección de rotación. En AutoCAD usaremos la regla de la mano derecha para ambas cosas; se llama así ya que usaremos nuestra mano derecha para obtener la información anterior.

Para determinar la dirección positiva de los ejes habrá que colocar el dedo pulgar en la dirección positiva del eje x y el dedo índice en la dirección positiva del eje y. Entonces la dirección positiva del eje z estará dada por nuestro dedo medio, como se indica en la figura. Notar que los 3 dedos estén en ángulo recto con respecto a los otros dos.



Para determinar los sentidos de rotación usaremos otra regla, también con la mano derecha. Ahora hay que colocar el pulgar derecho en la dirección positiva del eje y enrollar los dedos alrededor del mismo. Éstos indicaran la rotación positiva alrededor de ese eje.

1.1.2 TIPOS DE COORDENADAS

En cualquier momento del proceso de creación o modificación de nuestro objeto podemos utilizar los siguientes tipos de coordenadas:

- COORDENADAS CARTESIANAS.- especificar este tipo de coordenadas es similar a cuando trabajamos en 2D con la diferencia de que ahora habrá que incluir la coordenada faltante (z). Este tipo de coordenadas puede ser absoluto: `x,y,z` o relativo: `@x,y,z`.
- COORDENADAS CILÍNDRICAS.- son similares a las cartesianas, pero en lugar de las coordenadas x,y usaremos una distancia y un ángulo sobre el plano xy (como en las coordenadas polares en 2D). Este tipo de coordenadas puede ser absoluto: `d<a,z` o relativo: `@x,y,z`.
- COORDENADAS ESFÉRICAS.- este tipo de coordenadas consiste en especificar dos ángulos y una distancia. El primer ángulo es sobre el plano xy (partiendo de x) y el segundo es respecto al mismo plano. Pueden ser absolutas: `d<a<b` o relativo: `@d<a<b`.

1.1.3 FILTRO DE PUNTOS

A veces necesitaremos introducir puntos que no podemos tomar directamente con el mouse o por medio del ajuste a objetos, pero que por mediante el filtro de puntos podemos determinar. El filtro nos permite elegir solamente las coordenadas que necesitemos de un punto. Así, por ejemplo, podemos tomar la coordenada z de un punto y luego introducir una x y una y dadas. La forma de utilizarlo es por medio de un punto y la letra o letras de las coordenadas que queremos extraer. Por ejemplo:

.x	Extraer solo la coordenada x
.z	Extraer solo la coordenada z
.xy	Extraer las coordenadas x y y

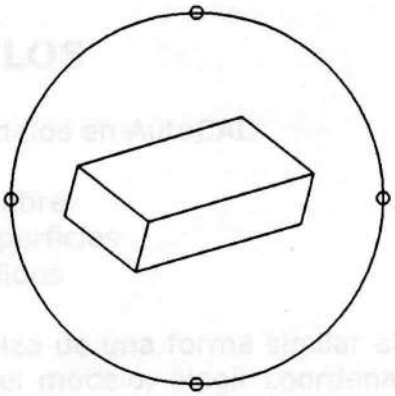
Cuando extraemos una coordenada, nos pedirá las restantes, pudiendo nosotros introducirlas o usar de nuevo otro filtro.

1.1.4 PUNTOS DE VISTA PREDEFINIDOS

Para poder visualizar los objetos de nuestro dibujo desde distintos ángulos existen los puntos de vista (viewpoints). Así, no estaremos limitados a verlos siempre desde arriba y de forma perpendicular al plano xy (como es la vista normal en AutoCAD). Contamos con varias órenes para cambiar el punto de vista pero además existen varios puntos de vista predefinidos que nos permiten ver nuestra escena desde abajo, arriba, izquierda, derecha, frente y atrás, así como 4 puntos de vista isométricos (sudoeste, sudeste, noroeste, noreste). Se puede cambiar a estos puntos de vista por medio del menú: View/3D Viewpoint->[ ], donde puede ser: TOP, BOTTOM, RIGHT, LEFT, FRONT, BACK, SW ISOMETRIC , SE ISOMETRIC, NW ISOMETRIC o NE ISOMETRIC. O también se puede utilizar la barra de herramientas *Viewpoint*.

1.1.5 LA HERRAMIENTA 3DORBIT

En AutoCAD 2000 se introdujo la herramienta 3DORBIT, la cual constituye una herramienta sumamente útil para visualizar nuestro modelo o parte de él de manera interactiva y además aplicarle distintos tipos de sombreado, vista de alambre o vista de línea escondida mientras lo rotamos por medio del ratón. La manera más fácil de activarlo es por medio de su botón en la barra de herramientas. Al entrar a 3DORBIT nos aparecerá un círuclo verde con 4 círculos mas pequeños. Dependiendo del lugar donde demos clic y arrastremos será la rotación del objeto.



Si damos clic con el botón derecho nos saldrá un menú donde podemos cambiar muchas opciones de visualización, como por ejemplo el modo de sombreado, los cuales son:

Wireframe	Vista de alambre
Hidden	Vista de línea escondida
Flat Shaded	Sombreado plano
Gouraud Shaded	Sombreado suave
Flat Shaded, Edges On	Sombreado plano, con orillas
Gouraud Shaded, Edges On	Sombreado suave, con orillas

También podemos cambiar el zoom, hacer paneos, cambiar a vistas predefinidas, entre otras cosas que se verán mas adelante.

1.1.6 SISTEMAS DE COORDENADAS DEL USUARIO (UCS)

Los sistemas de coordenadas del usuario (UCS) son un medio para cambiar de lugar el origen (0,0,0) y la orientación del plano xy y el eje z. Podemos crear todos los UCS que necesitemos así como salvarlos y mandarlos a llamar.

Generalmente es mas fácil alinear el sistema coordenado a la geometría existente que determinar la ubicación exacta de un punto en el espacio. Todas la coordenadas que introduzcamos son relativas al UCS actual. Se puede definir un nuevo UCS de las siguientes formas:

- Especificando un nuevo origen, un nuevo plano xy o nuevo eje z
- Alineando el nuevo UCS a un objeto existente
- Alinear el nuevo UCS a la dirección de vista actual

- Rotar el UCS actual alrededor de uno de sus ejes
- Seleccionar un UCS preestablecido por AutoCAD

El UCS que aparece por default es WORLD (mundo) y con base en éste crearemos los nuevos UCS. Para crear, modificar o borrar UCS podemos usar el comando UCS o activar la barra de herramientas de UCS que contiene todos los comando que necesitaremos para manejarlos.

2. CREANDO MODELOS

Hay 3 formas de crear modelos en AutoCAD:

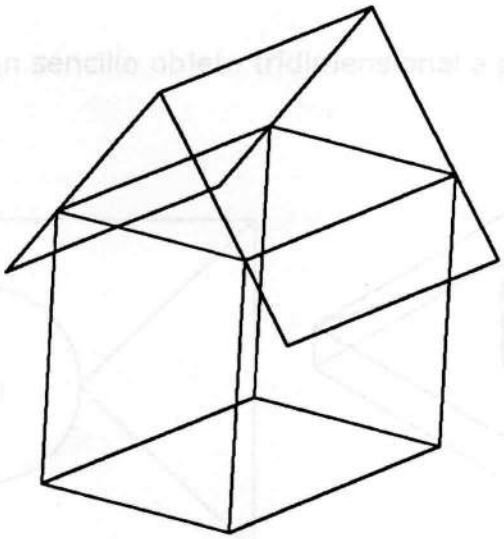
- Modelado en alambre
- Modelado con superficies
- Modelado con sólidos

El modelado en 3D se realiza de una forma similar al de 2D, con la diferencia de que en 3D será más difícil visualizar el modelo, elegir coordenadas, etc. Por eso debemos aprovechar al máximo las herramientas como OSNAP y cambiar el punto de vista y el sistema de referencia (UCS).

2.1 MODELADO CON ALAMBRE

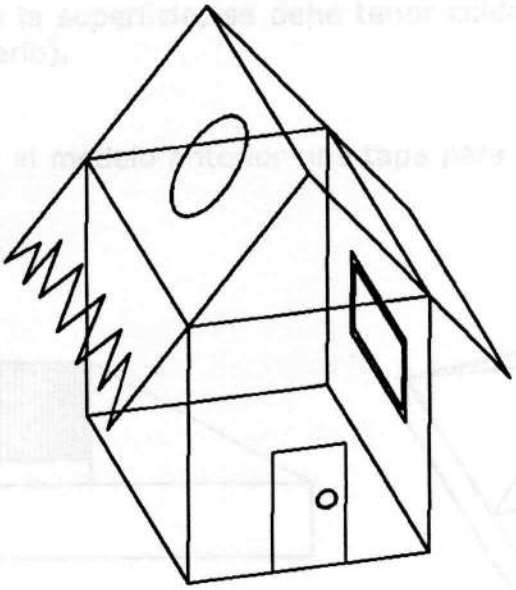
Para hacer modelado en alambre se utilizan los mismo comandos para crear objetos planos, sólo que ahora no nos limitaremos al plano xy. Por ejemplo, podemos dibujar líneas especificando puntos con 3 coordenadas en lugar de 2, así podemos definir una línea que vaya de 15,10,0 a 20,30,40 o una circunferencia con centro en 0,0,40. De la misma forma podemos mover objetos que se encuentre en el plano xy (con MOVE, COPY, ROTATE, etc) a cualquier lugar de nuestro espacio.

Ejercicio 1.- Dibujar la siguiente figura usando modelado de alambre.

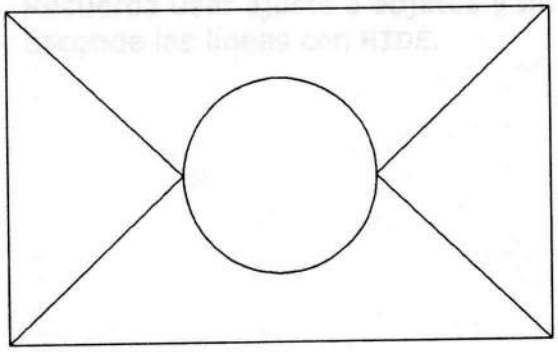


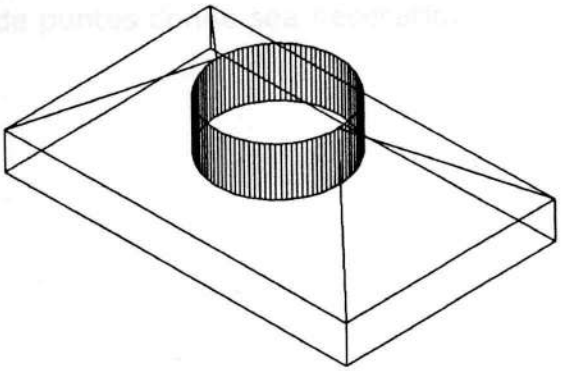
Aunque AutoCAD tiene varios comandos para crear objetos tridimensionales, se puede lograr mucho cambiando las propiedades de objetos planos, como las polilíneas. A la mayoría de los objetos se les puede dar un *espesor* usando la propiedad `thickness` con la cual todo el contorno del objeto se extenderá en la dirección positiva del eje z ó si se introduce un valor negativo en la dirección negativa de dicho eje. Debe notarse que no es lo mismo darle un espesor a un objeto por medio de la propiedad `thickness` que por medio de la orden EXTRUDE (que luego veremos); la primera crea una superficie y la segunda un sólido.

Ejercicio 3. Modificaremos la figura anterior para que quede como en la figura. Es necesario cambiar de UCS.



Ejercicio 4. Vamos a crear un sencillo objeto tridimensional a partir de objetos planos.



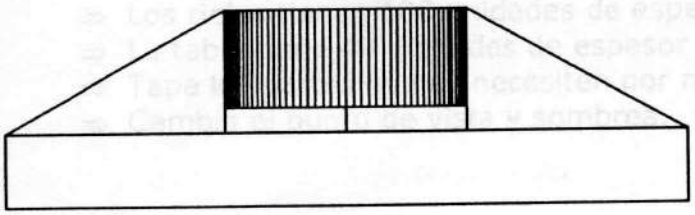


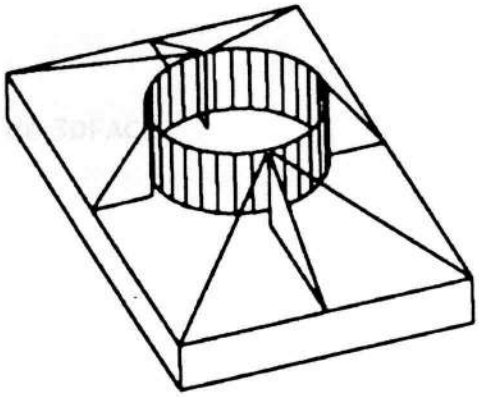
⇒ Dibuja la circunferencia (radio de 25) y el rectángulo (de 140x85) como los mostrados en un área de trabajo de 300x200 unidades.
⇒ Cambia la propiedad thickness del rectángulo a 15.
⇒ Mueve la circunferencia 40 unidades verticalmente hacia la parte positiva del eje z.
⇒ Cambia la vista a alguna de las isométricas predefinidas.
⇒ Cambia la propiedad thickness de la circunferencia a –20.
⇒ Usando snap dibuja las líneas, que van de los cuadrantes de la tapa del cilindro creado a las esquinas superiores de la caja.

2.2 MODELADO CON SUPERFICIES

El comando 3DFACE sirve para crear superficies planas de 3 o 4 lados en cualquier lugar de nuestro espacio tridimensional. Al ejecutar este comando nos serán pedidos los puntos que conforman los vértices de la superficie, se debe tener cuidado en introducirlos en un solo sentido (horario o antihorario).

Ejercicio 4.- Agregaremos al modelo anterior una tapa para el rectángulo y 4 los triángulos mostrados.





⇒ Regenera el dibujo por medio de REGEN
⇒ Crea la tapa usando 3DFACE y tomando como puntos las cuatro esquinas superiores de la caja.
⇒ Crea los triángulos como los de la figura.
⇒ Recuerda usar ajuste a objetos y filtro de puntos donde sea necesario.
⇒ Esconde las líneas con HIDE.

Ejercicio 5. Repaso. Vamos a crear una mesa con lo visto anteriormente.

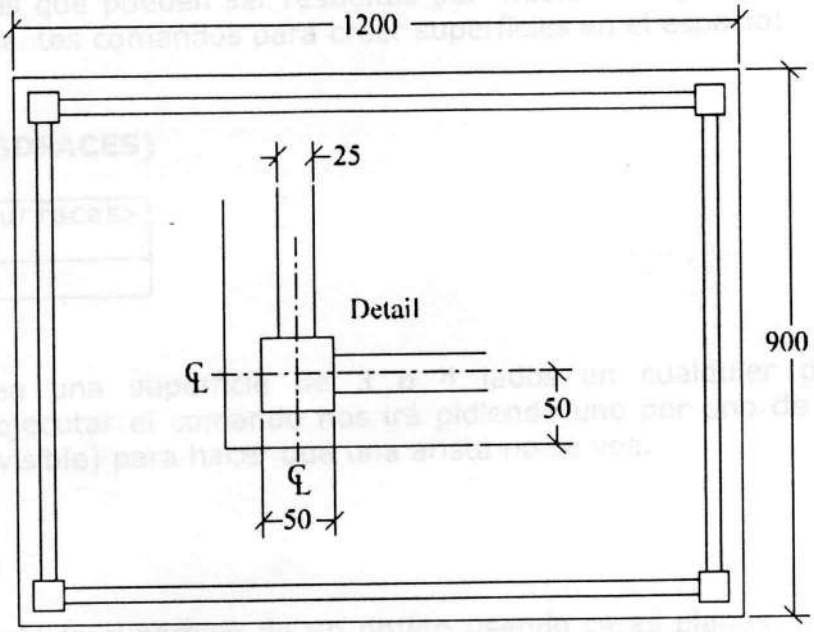


Table Plan - not to scale

⇒ Las patas tienen 700 unidades de altura
⇒ Los rieles tienen 100 unidades de espesor
⇒ La tabla tiene 40 unidades de espesor
⇒ Tapa las partes que se necesiten por medio de 3DFACE
⇒ Cambia el punto de vista y sombrea.

2.1 COMANDOS DE CREACIÓN DE SUPERFICIES

Vimos anteriormente que el modelado con alambre, a pesar de ser sencillo, presenta varias limitaciones, mismas que pueden ser resueltas por medio de superficies planas. AutoCAD cuenta con los siguientes comandos para crear superficies en el espacio:

CARAS PLANAS (3DFACES)

Menú	Draw/Surfaces> 3dface
Teclado	**3DFACE**

Este comando crea una superficie de 3 o 4 lados en cualquier punto del espacio tridimensional. Al ejecutar el comando nos irá pidiendo uno por uno de los vértices y nos dará la opción i (invisible) para hacer que una arista no se vea.

MALLAS (MESHES)

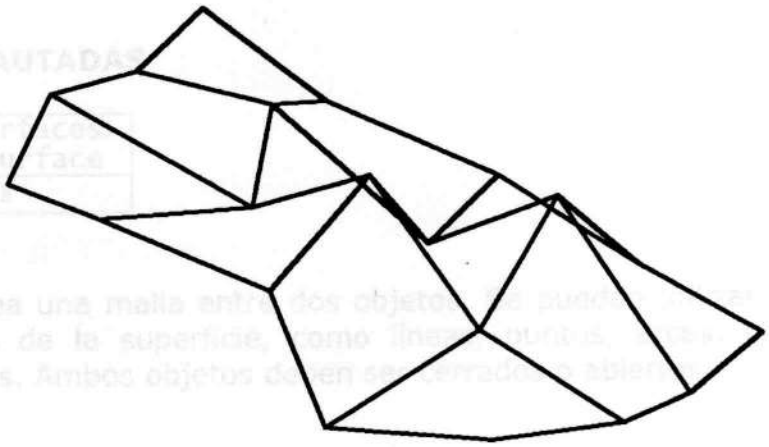
Una malla representa la superficie de un objeto usando caras planas. El número de caras que se van a usar se define por medio de una matriz de MxN vértices. Nos podemos imaginar una malla como una cuadrícula cuyos vértices pueden variar de lugar.

Las mallas se usan cuando necesitamos modelar superficies que no podemos con otro tipo de objetos, (como por ejemplo modelar un terreno montañoso) o cuando no necesitamos las propiedades de los sólidos como masa, peso, centro de gravedad, etc).

Las mallas pueden ser abiertas o cerradas ya sea en M o en N. Los siguientes comandos se usan para crear este tipo de superficies.

MALLAS RECTANGULARES

Menú	Draw/Surfaces> 3d mesh
Teclado	**3DMESH**



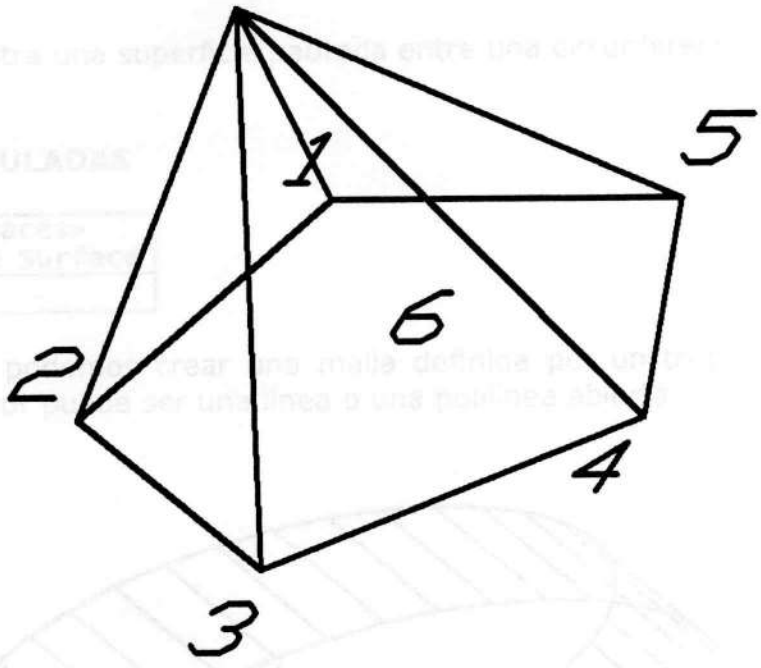
El comando nos irá pidiendo los vértices de la maya renglón por renglón de la matriz. El número de vértices será MxN.

Este comando rara vez se usa manualmente, la mayor parte de la veces se utilizará junto con rutinas en AutoLISP teniendo ya almacenados los puntos.

MAYAS POLIÉDRICAS

Teclado	**PFACE**

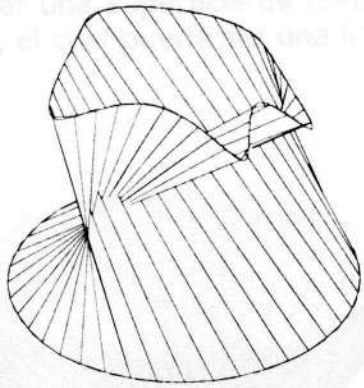
Una malla poliédrica es similar a una rectangular. La diferencia es que primero se crean los vértices y luego se asocia cada cara con 3 o mas vértices.



SUPERFICIES PAUTADAS

Menú	Draw/Surfaces> Ruled Surface
Teclado	**RULESURF**

Este comando crea una malla entre dos objetos. Se pueden utilizar diferente objetos para definir las orillas de la superficie, como líneas, puntos, arcos, circunferencias, elipses, polilíneas o splines. Ambos objetos deben ser cerrados o abiertos.



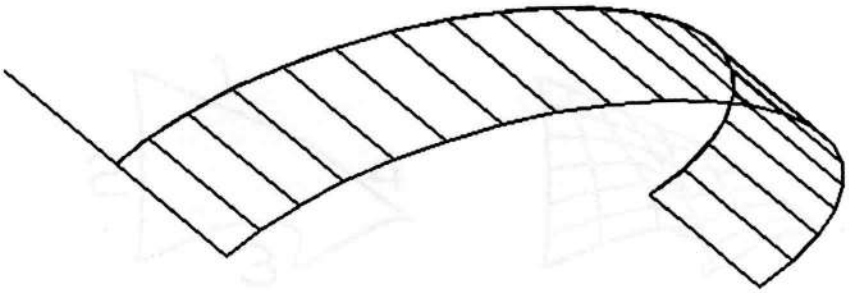
Para controlar la densidad (M y N) de la malla creada se usan las variables SURFTAB1 y SURFTAB2.

En la figura se muestra una superficie pautada entre una circunferencia y un spline.

SUPERFICIES TABULADAS

Menú	Draw/Surfaces> Tabulated Surface
Teclado	**TABSURF**

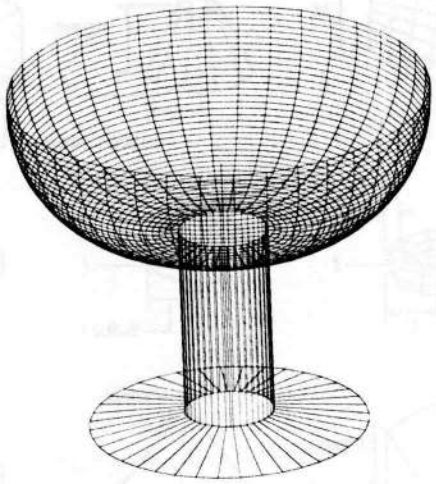
Con este comando podemos crear una malla definida por un trayectoria y un vector de dirección. Este vector puede ser una línea o una polilínea abierta



SUPERFICIES DE REVOLUCIÓN

Menú	Draw/Surfaces> Revolved Surface
Teclado	**REVSURF**

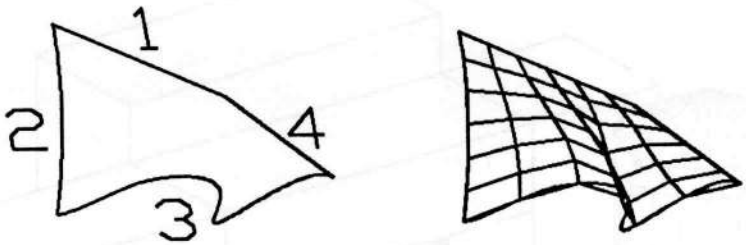
Este comando se usa para crear una superficie de revolución. Esto se hace rotando el perfil del objeto alrededor de un eje, el cual puede ser una línea o una polilínea abierta



SUPERFICIES DEFINIDAS POR ORILLAS

Menú	Draw/Surfaces> Edge Surface
Teclado	**EDGESURF**

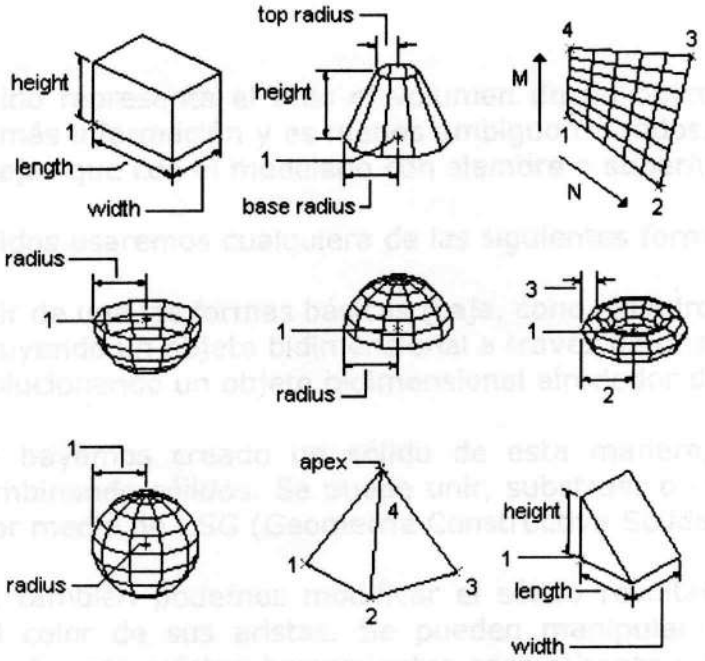
Con este comando creamos una malla a partir de cuatro objetos llamados orillas, los cuales deben formar una figura cerrada y compartir los puntos extremos. Entre las cuatro orillas se interpolará para crear una malla.



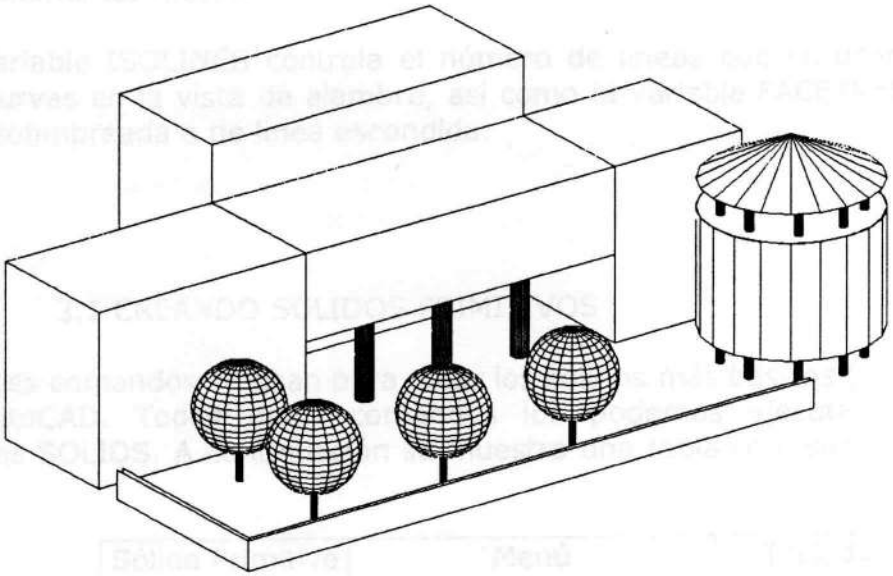
SUPERFICIES PREDEFINIDAS

Menú	Draw/Surfaces> 3D Surfaces
Teclado	**3D**

Con este comando creamos las siguientes superficies: cajas, conos, discos, domos, mallas, pirámides, esferas, toroides y cuñas.



Ejercicio 6.- Crear la siguiente escena usando superficies:



3 MODELADO CON SÓLIDOS

Un objeto sólido representa el todo el volumen de un objeto. El modelado con sólidos es que contiene más información y es menos ambiguo de todos. Es mas fácil construir y editar formas complejas que con el modelado con alambre o superficies.

Para crear sólidos usaremos cualquiera de las siguientes formas:

- partir de una las formas básicas (caja, cono, cilindro, esfera, toroide y cuña)
- extruyendo un objeto bidimensional a través de una trayectoria
- revolucionando un objeto bidimensional alrededor de un ejes

Una vez que hayamos creado un sólido de esta manera, podemos crear formas más complejas combinando sólidos. Se puede unir, substraer o encontrar el volumen común de dos sólidos por medio de CSG (Geometría Constructiva Sólida).

Naturalmente también podemos modificar el sólido resultante fileteando, achaflanando o cambiando el color de sus aristas. Se pueden manipular directamente las caras de un sólido. Adicionalmente existen herramientas para rebanar y obtener secciones de sólidos. Y si deseamos romper un sólido en mallas y objetos de alambre podremos explotarlos.

Al igual que con las mallas, los sólidos se ven como alambres hasta que cambiamos a la vista de línea escondida, vista sombreada o cuando los rendereamos. También tenemos la posibilidad de analizar la propiedades de masa de un sólido (volumen, momentos de inercia, centros de masa, etc).

Podemos también exportar nuestro objeto sólido a aplicaciones de control numérico o análisis de elementos finitos.

Nota: La variable ISOLINES controla el número de líneas que se usan para visualizar las porciones curvas en la vista de alambre, así como la variable FACETRES ajusta la suavidad en la vista sobmbreada o de línea escondida.

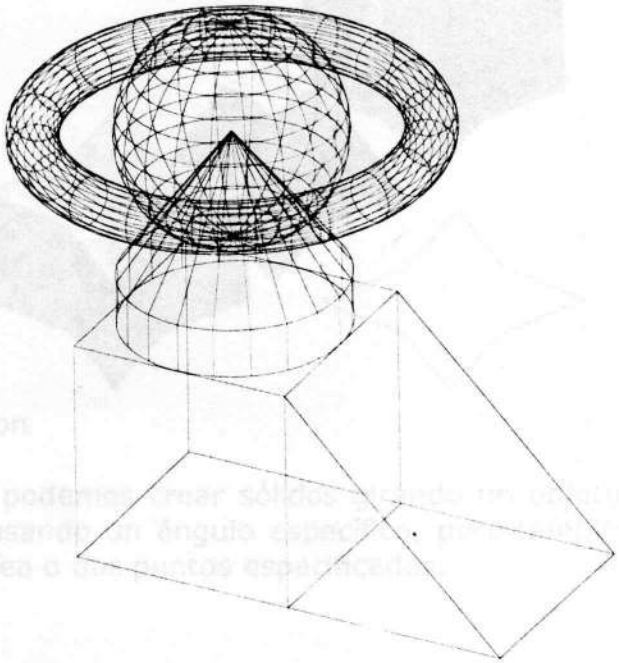
3.1 CREANDO SÓLIDOS PRIMITIVOS

Los siguientes comandos se usan para crear los sólidos más básicos (formas primitivas) que hay en AutoCAD. Todos estos comandos los podemos ejecutar desde la barra de herramientas SOLIDS. A continuación se muestra una tabla con sus equivalentes en menú y teclado.

Sólido Primitivo	Menú	Teclado
Caja	Draw/Solids>Box	box

Cono	Draw/Solids>Cone	cone
Cilindro	Draw/Solids>Sphere	sphere
Toroide	Draw/Solids>Torus	torus
Cuña	Draw/Solids>Wedge	wedge

Ejercicio 7. Realizar la siguiente figura usando solamente sólidos primitivos. Usar un color diferente para cada sólido. El cubo mide 180 unidades por lado.



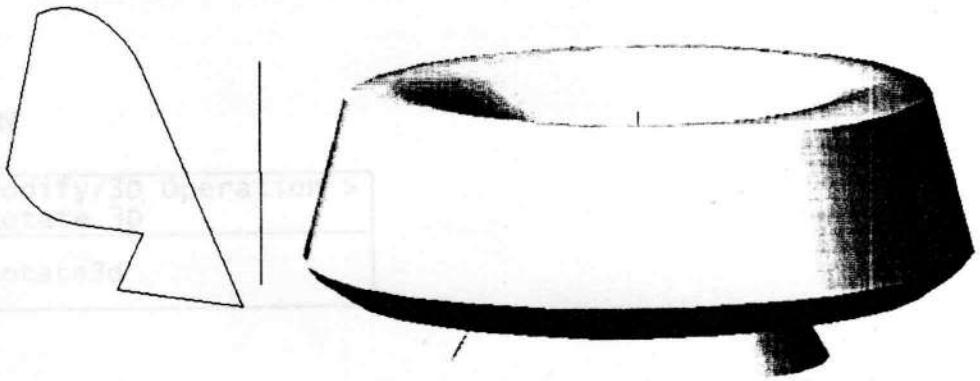
CREANDO OBJETOS CON EXTRUSIÓN

Con el comando EXTRUDE podemos crear sólidos por medio de la extrusión (añadir espesor) a los objetos seleccionados. Se pueden extruir objetos cerrados como polilíneas, polígonos, rectángulos, círculos, elipses, splines cerradas, donas y regiones. No se pueden extruir objetos tridimensionales, objetos contenidos dentro de un bloque, polilíneas que tienen segmentos que se intersectan o polilíneas abiertas.

Se puede extruir un objeto a través de una trayectoria o especificar una altura y un ángulo de afilado.

creando sólidos de revolucion

Con el comando REVOLVE podemos crear sólidos girando un objeto cerrado alrededor del eje x o y del UCS actual usando un ángulo específico, pero también podemos girarlo con respecto a una línea, polilínea o dos puntos especificados.



CREANDO SÓLIDOS COMPUESTOS

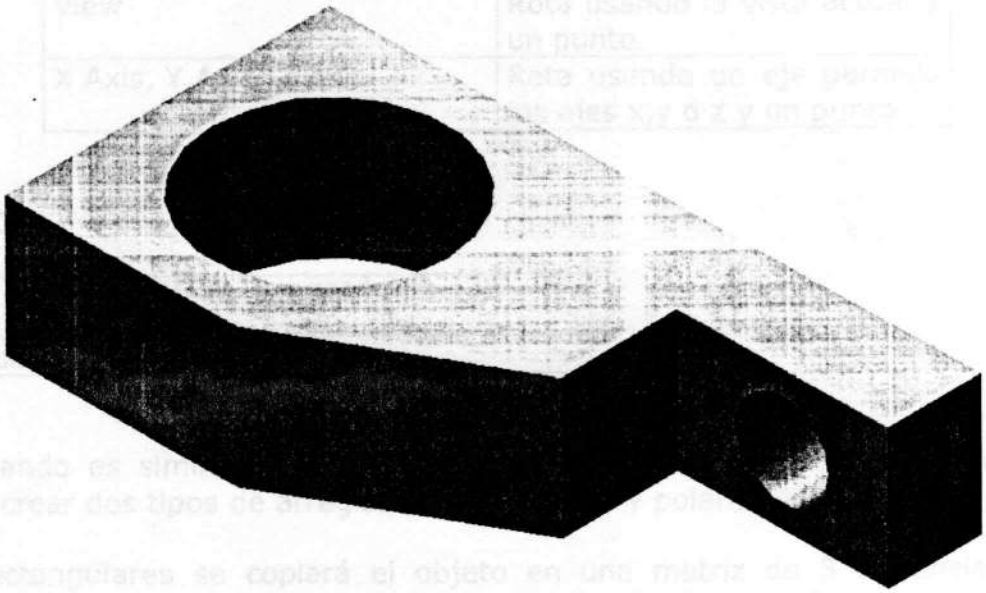
Para poder crear modelos que se ajusten mas al objeto real necesitamos operaciones que nos permitan crear un objeto por medio de una operación entre dos o mas objetos. Para esto, AutoCAD nos provee con operaciones de CSG (Geometría Constructiva Sólida). Estas son las operaciones que comúnmente se realizan en conjuntos y son:

- Unión (UNION).- junta varios objetos en un solo volumen
- Substracción (SUBSTRACT).- quita el volumen común de un objeto con otro.

- Intersección (INTERSECT).- crea un objeto que es el volumen común de otros dos.

Así podemos ya crear objetos sumamente complicado simplemente usando una serie de operaciones entre objetos primitivos.

Ejercicio 8. Realizar la siguiente pieza usando CSG. La figura mide 140x70 unidades



MODIFICACIÓN DE OBJETOS EN EL ESPACIO

ROTACIÓN

Menú	Modify/3D Operation > Rotate 3D
Tecl ado	rotate3d

Este comando es similar a `rotate`, con la diferencia de que aquí podemos rotar los objetos alrededor de cualquier eje. Cuenta con las siguientes opciones

Opción	Uso
2 Points (Default)	Rotar alrededor de un eje que definimos con dos puntos
Object	Rotar alrededor de un eje

	que definimos con una línea, la normal de un círculo o un arco o con segmentos de polilínea.
Last	Rota usando el último eje usado
View	Rota usando la vista actual y un punto.
X Axis, Y Axis, Z Axis	Rota usando un eje paralelo los ejes x,y o z y un punto

ARREGLOS

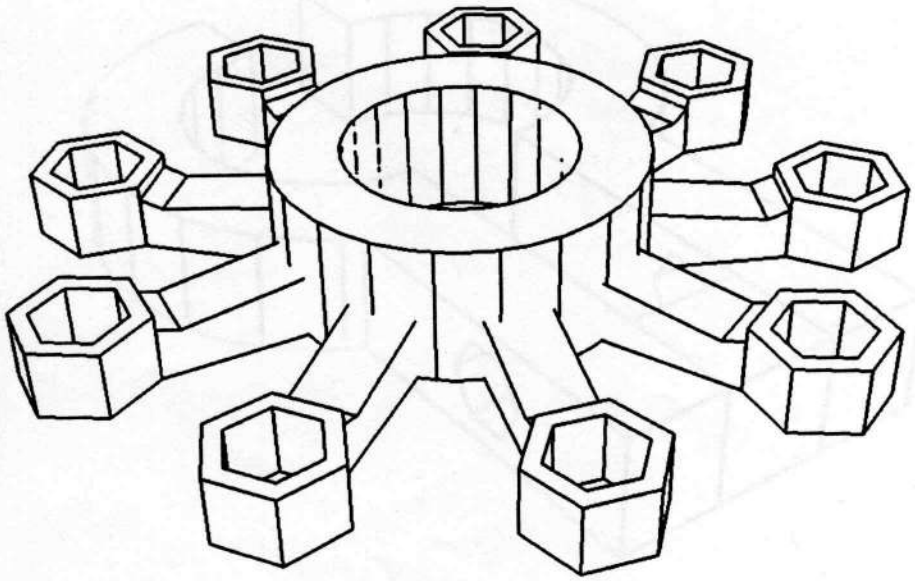
Menú	Modify/3D Operation > 3D Array
Teclado	3darray

Este comando es similar a `array`, solo que aquí los arreglos se realizan en el espacio. Podemos crear dos tipos de arreglos: rectangulares y polares.

En los rectangulares se copiará el objeto en una matriz de 3 dimensiones que estará definida por renglones, columnas y niveles, que coinciden con los ejes x,y,z. Debemos de especificar las distancias entre cada una de las dimensiones.

En los polares se copiará el objeto alrededor de un eje que especificaremos con dos puntos. Adicionalmente debemos darle el número de objetos que va a tener el arreglo (incluye al objeto original), el ángulo que abarcará y si queremos que rote los objetos individualmente.

Ejercicio 9. Crear la siguiente figura usando `3darray`.



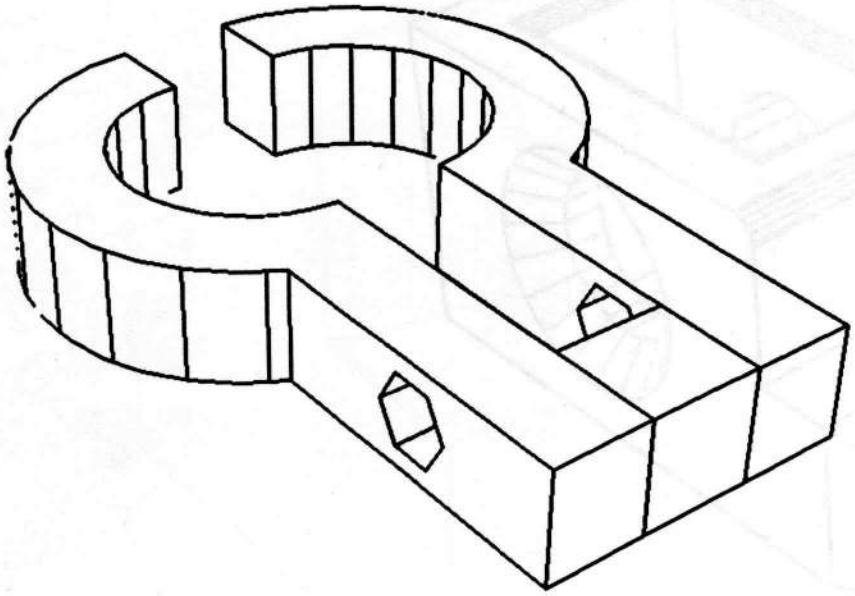
REFLEXIONES

Menú	Modify/3D Operation > Mirror3D
Teclado	Mirror3d

Con este comando podemos reflejar un objeto con respecto a un plano. Para definir el plano de reflexión podemos usar cualquiera de las siguientes opciones:

Object	Usa el plano sobre el cual está un objeto dado. El objeto tiene que ser plano.
Last	Usa el último plano definido
Z Axis	Define el plano de reflexión por medio de un punto y una normal.
View	Alinea el plano de reflexión con el plano de visión a través de un punto.
XY/YZ/ZX	Alinea el plano de reflexión con uno de los planos estándar (XY,YZ,XZ) a través de un punto.
3 Points	Define el plano de reflexión por medio de 3 puntos.

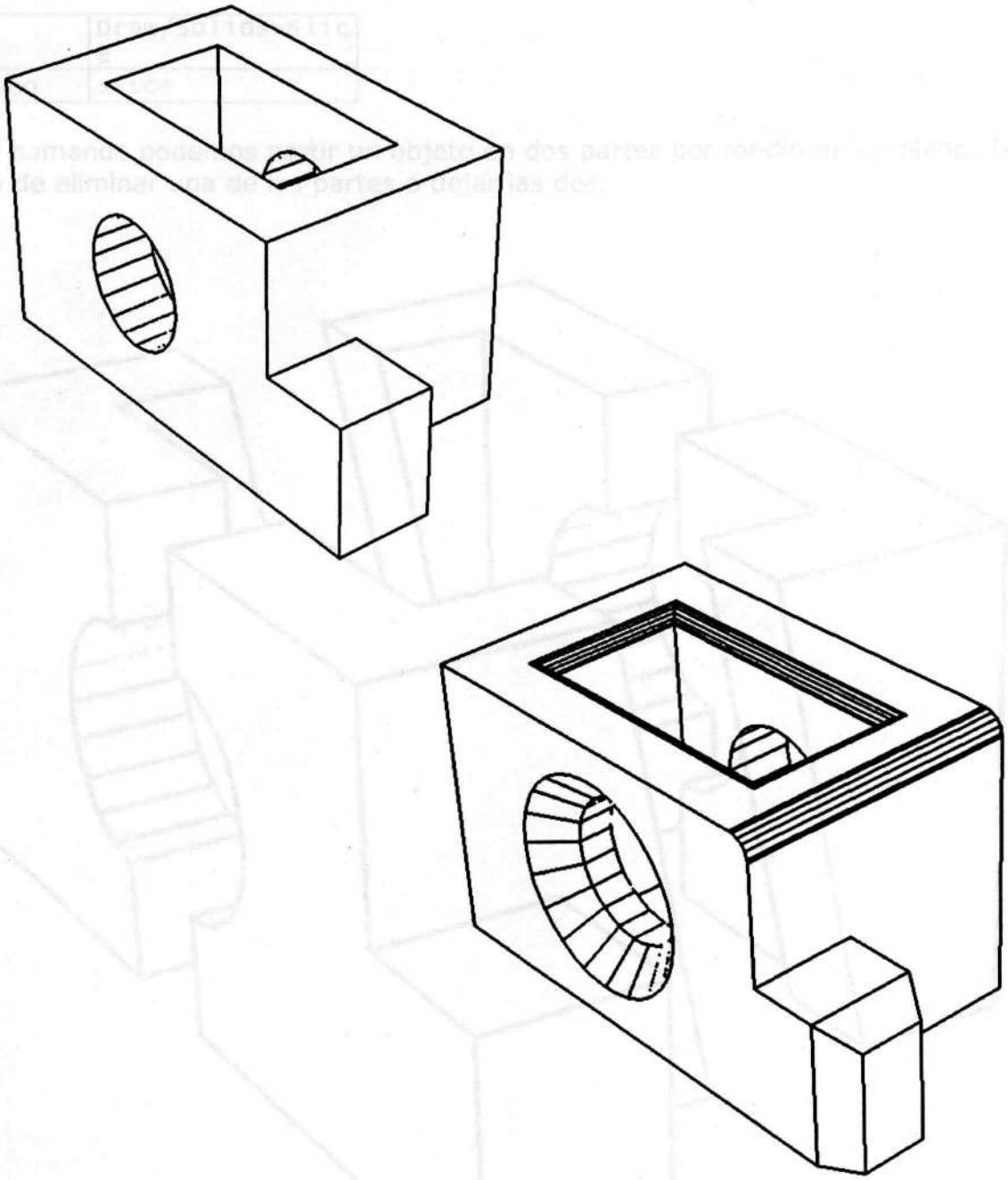
Ejercicio 10. Crear la siguiente figura usando `mirror3d`.



OTRAS MODIFICACIONES

Podemos utilizar los comandos `chamfer` y `fillet` como se hace en 2 dimensiones para achaflanar y filetear las orillas de un sólido.

Ejercicio 11. Crear el siguiente modelo y modificarlo con `chamfer` y `fillet`



CREAR SECCIONES

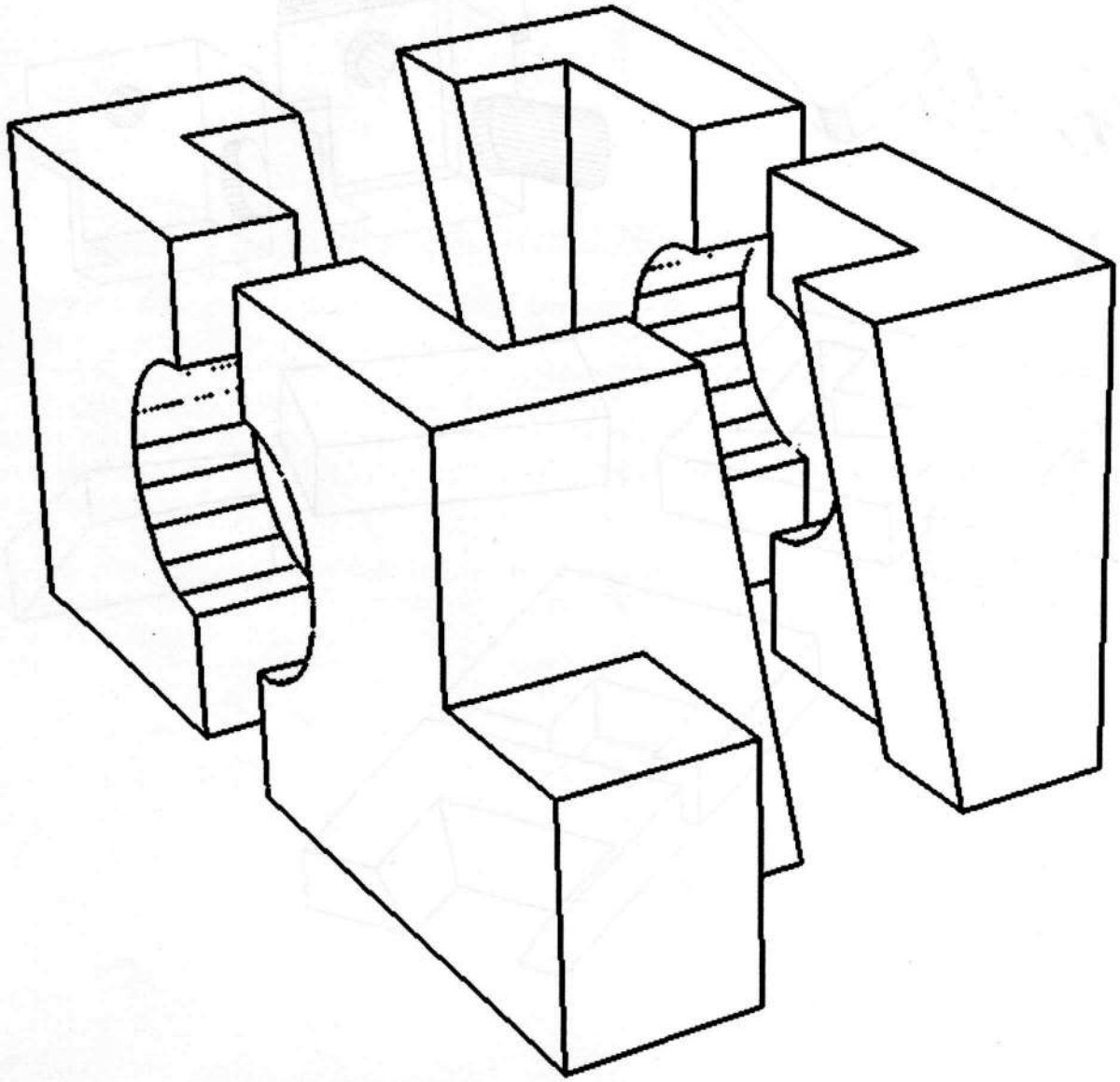
Menú	Draw/Solids>Section
Teclado	section

Con este comando creamos una sección sobre un sólido. El objeto que se crea es una región y el sólido original se mantiene. Para seccionar lo único que se necesita es definir un plano de corte.

REBANAR

Menú	Draw/Solids>Slice
Teclado	slice

Con este comando podemos partir un objeto en dos partes por medio de un plano. Tenemos la opción de eliminar una de las partes o dejar las dos.

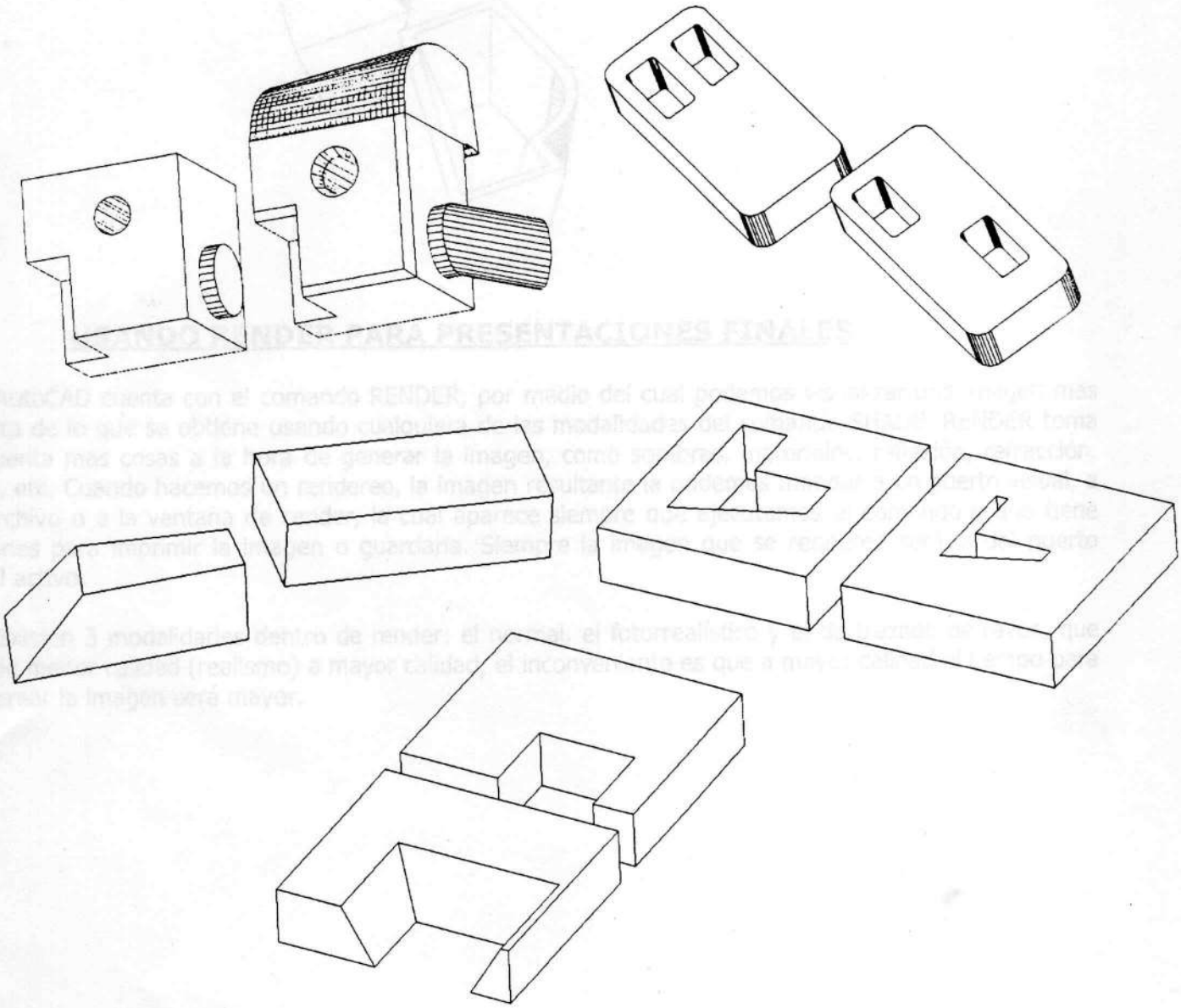


EDITANDO LAS CARAS DE UN SÓLIDO

Podemos modificar las caras de un objeto sólido por medio del comando SOLEDIT. Las operacioes que podemos realizar sobre las caras son:

- Extrusión
- Desplazamiento
- Offset
- Afilado
- Eliminación
- Copia
- Cambio de color

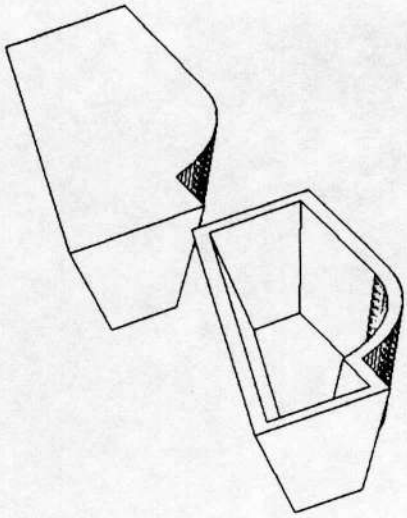
Al ejecutar el comando, se nos pedirá una cara o varias caras sobre las cuales actuará. Se pueden remover caras de la selección con la opción R.



CREANDO CASCARONES

Menú	Modify/Solids Editing > Shell
Teclado	solidedit Body Shell

Podemos crear un "cascarón" o una pared delgada a partir de un objeto tridimensional. AutoCAD crea nuevas caras aplicando offset a las existentes tanto hacia fuera como hacia adentro. Esta operación la realizará con las caras seleccionadas, mientras que las restantes serán eliminadas y por lo tanto quedarán como una abertura.



USANDO RENDER PARA PRESENTACIONES FINALES

AutoCAD cuenta con el comando RENDER, por medio del cual podemos visualizar una imagen mas realista de lo que se obtiene usando cualquiera de las modalidades del comando SHADE. RENDER toma en cuenta mas cosas a la hora de generar la imagen, como sombras, materiales, reflexión, refracción, luces, etc. Cuando hacemos un rendereo, la imagen resultante la podemos mandar a un puerto visual, a un archivo o a la ventana de render, la cual aparece siempre que ejecutamos el comando y que tiene opciones para imprimir la imagen o guardarla. Siempre la imagen que se renderea será la del puerto visual activo.

Existen 3 modalidades dentro de render: el normal, el fotorrealístico y el de trazado de rayos, que van de menor calidad (realismo) a mayor calidad, el inconveniente es que a mayor calidad el tiempo para renderear la imagen será mayor.

BIBLIOGRAFÍA

- Carranza Zavala, Oscar "**AutoCAD 2016"** Editorial Macro, 2016
- Linkan Sagar "**AutoCAD 2017 Training Guide"** Editorial BPB Publications, 2017
- Mediaactive **"Aprender AutoCAD 2017 con 100 ejercicios prácticos"**, Editorial Alfaomega, 2017