

# Introducción al Diseño 2D y 3D con MicroStation SE

**Diseño Gráfico**  
**5º Curso. Plan 95**



**Rafael Gutiérrez Olivar**  
**Jesús Lambás Pérez**  
**Esther Pascual Albarracín**  
**Tomás Vázquez Gallego**  
U.D. de Expresión Gráfica en la Ingeniería  
Dpto. de Infraestructura, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos  
E.T.S.I. Aeronáuticos - Universidad Politécnica de Madrid



<b>Introducción 1.</b>	<b>1</b>
1.1. Ejecutando MicroStation SE.	1
1.2. Mi primer fichero.	1
1.3. El entorno de MicroStation.	1
1.4. Uso del ratón.	2
1.5. Cazados y puntos tentativos	2
1.6. Ajustes de herramientas. Elementos lineales.	3
1.7. AccuDraw y SmartLine	4
1.8. Saliendo de MicroStation.	4
<b>2. Manipulación básica de elementos.</b>	<b>5</b>
2.1. Selección.	5
2.2. Herramientas básicas I.	5
2.2.1. Círculos y elipses.	5
2.2.2. Modificar Elemento	5
2.3. Atributos de elementos	6
2.4. Modificación de atributos.	7
<b>3. Configuración del entorno.</b>	<b>9</b>
3.1. Ficheros semilla (2D y 3D).	9
3.2. Controles de visualización	9
3.3. Unidades de trabajo	10
3.4. Lectura de coordenadas.	10
3.5. Rejilla	11
3.6. Atributos de vista	11
3.7. Herramientas básicas II.	13
3.7.1. Polígonos	13
3.7.2. Manipular	13
<b>4. Niveles o capas</b>	<b>15</b>
4.1. Visualización según número de nivel	15
4.2. Nombres de niveles	15
4.3. Grupos de niveles	16
4.4. Simbología de niveles	17
4.5. Ejemplo práctico	18-19
<b>5. Herramientas básicas III.</b>	<b>21</b>
5.1. Arcos	21
5.2. Restricciones	21
5.3. Multilíneas	22
5.3.1. Juntas (de Multilíneas)	23
5.4. Manipulación avanzada de elementos	23
5.4.1. Grupos	23
5.4.2. Separar	24
<b>6. Células, puntos y patrones.</b>	<b>25</b>
6.1. Creación y vinculación de células	25
6.1.1. Herramientas - Células	26
6.2. Puntos (como célula o carácter).	27
6.3. Patrones	27
<b>7. Cercados o Fences.</b>	<b>29</b>
7.1. Manipulación y modificación de grupos de elementos con cercados.	29
<b>8. Acotación y texto.</b>	<b>31</b>
8.1. Acotación.	31
8.1.1. Ajustes de Cota.	32
8.2 Texto.	34
8.2.1. Ajustes de Texto.	35
8.2.2. Instalar (importar) fuentes nuevas.	36
<b>9. Ficheros de referencia</b>	<b>37</b>
9.1. Archivos de referencia	38
<b>10. Salida por impresora o plotter.</b>	<b>39</b>
10.1. Impresión de un fichero de diseño.	39
10.2. Lenguaje de comandos de Plotter/Impresora.	40
<b>11. Herramientas avanzadas.</b>	<b>41</b>
11.1. Curvas.	41
11.2. Seleccionar según atributos.	43
11.3. Medición.	43
<b>12. Diseño 3D</b>	<b>45</b>
12.1. Introducción	45
12.2. Vistas 3D	45
12.3. Profundidad activa	45
12.4. Mostrar profundidad activa	46
12.5. Fijar profundidad de visualización	46

12.6. Mostrar profundidad de visualización	46
12.7. Bloqueos	46
12.8. AccuDraw 3D	47
<b>13. Herramientas avanzadas 3D</b>	
13.1. Primitivas 3D	49
13.2. Construcción 3D	49
13.3. Modificar	50
13.4. Utilidades 3D	51
13.5. Crear superficies	51
13.6. Control de vista 3D	54
13.7. Generar sección	55
<b>14. Ajustes de representación de modelos 3D</b>	
14.1. Ajustes de Rendering	57-8
14.2. Atributos de vista de rendering	59
14.3. Iluminación global	60
14.4. Iluminación de origen o fuente	61-2
14.5. Asignar materiales	63-4
14.6. Definir materiales	65
<b>15. Utilidades de Imagen</b>	
15.1. Guardar imagen	67
15.2. Capturar	67
15.3. Convertir	68
15.4. Visualizar	68
15.5. Películas	69
15.6. FlyThrough	70-2
15.7. Composición de dibujo	72-4
<b>16. Células guiadas por cotas</b>	
16.1. Introducción	75
16.2. Conceptos y terminología	75
16.2.1. Restricción	75
16.3. Aplicación teórico-práctica	76
16.3.1. Boceto	76
16.3.2. Restricción del modelo	76
16.3.3. Vinculación de la geometría del diseño	77
16.3.4. Acotación del modelo	77-8
16.3.5. Denominación de las cotas con variables	78
16.3.6. Creación de una restricción de ecuación	79
16.3.7. Modificación y visualización de variables	79
16.3.8. Creación y comprobación de la célula	79
16.4. Menú "Herramientas - Diseño DD"	
16.4.1. Perfil	80
16.4.2. Forzados paramétricos	81
16.4.3. Vincular elemento	81-2
16.4.4. Forzados geométricos	82-3
16.4.5. Evaluar forzados	84
16.4.6. Modificar forzado	85
<b>17. Herramientas básicas para modelado sólido</b>	
17.1. Sólidos paramétricos	87
17.2. Booleana	87
17.3. Sólidos paramétricos de forma libre	87-8
17.4. Modificar superficies ("Modify Sheet")	89
17.5. Crear características ("Create Feature")	90-3
17.6. Manipular características ("Manipulate Feature Tool Box")	93-4
17.7. Modificar características ("Modify Feature")	94-5

Apéndice A. AccuDraw y SmartLine.

# MicroStation® SE

## 1. Introducción

### 1.1. Ejecutando MicroStation SE.

Para entrar en el programa sólo tenemos que pulsar sobre el icono de “*MicroStation*” del escritorio de Windows (bajo MS-DOS, acceder al directorio de *MicroStation* (por defecto *USTATION*), y después teclear *USTATION*). Aparecerá en pantalla el *Administrador de MicroStation*, donde podemos crear, borrar, manipular ficheros, ..., etc.

**NOTA:** Una de las cosas que más puede llamar la atención a todos aquellos que ya han utilizado *MicroStation* en sus versiones anteriores es que el entorno gráfico de éste ha cambiado. Lo más importante puede ser el uso generalizado que teníamos de la “*ventana de comandos*” donde introducíamos los comandos por teclado así como las coordenadas de los puntos, y que en esta versión, por defecto **NO** aparece. Para solucionar ésto sólo tenemos que modificar en el *Administrador de MicroStation* donde dice *Estilo*, el modo *Barra de Estado* por *Ventana de Comandos*, eso es todo.

### 1.2. Mi primer fichero.

En el Gestor de *MicroStation* crearemos nuestro fichero de diseño. Seleccionar, mediante el botón de datos del ratón, el menú **FICHERO**, y después sobre **NUEVO**. Aparece otro menú donde anotaremos el nombre de nuestro fichero, pulsar “**OK**”. Debajo de este campo figura el nombre y ruta del directorio donde se ubicará dicho fichero. Después de pulsar “**OK**” regresamos automáticamente al gestor de *MicroStation*. El fichero creado aparece sobre fondo negro, pulsamos “**OK**” y entramos en el mismo.

### 1.3. El entorno de MicroStation.

Ya estamos en *MicroStation*, y en nuestro fichero de diseño. Vemos una serie de menús a base de iconos (con dibujos), una vista grande con fondo negro y puntos blancos. Es el área de visualización de nuestro diseño; los puntos blancos son la rejilla. Observamos que sobre la vista hay una flecha blanca con un círculo en su punta, es el cursor.

Si movemos éste hacia los laterales de la vista, veremos que cambia de forma. Las distintas flechas que aparecen indican la dirección en la que podemos modificar el tamaño de la vista. Si nos acercamos a la parte superior vemos una flecha que nos permite mover la vista. Sobre el borde superior de la vista podemos ver una serie de símbolos, que nos permiten realizar una serie de operaciones:

-  - La raya minimiza la vista.
-  - El cuadrado maximiza la vista.
-  - El doble cuadrado nos permite recuperar las dimensiones de la vista anteriores al último cambio.
-  - La “X” cierra la ventana o menú.

La imagen que vemos a continuación muestra la “*Ventana de Comandos*” de *MicroStation SE*. En ella podemos ver todas las herramientas, así como, los campos de mensaje. A continuación vamos a explicar qué son y para qué sirven:

*Campo de Entrada auxiliar de datos:* Sirve para introducir por teclado cualquier aplicación que queramos ejecutar, sea una herramienta, o un dato específico que requiera la herramienta que estemos utilizando.



**Campo de Estado:** Este campo muestra las coordenadas del plano donde nos encontramos, o la coordenada de un punto tentativo dado, así como otros datos relacionados con la herramienta en uso.

**Campo de Mensajes:** Muestra los modos de cazado (snaps), y la configuración de atributos de elemento.

**Campo de Errores:** Este campo sirve para visualizar el tipo de error cuando algo falla.

**Campo de Entrada de datos:** Este campo es muy importante pues nos indica paso a paso que es lo que tenemos que hacer con cada herramienta.

**Barra de Menú:** Muestra todos los menús de herramientas.

#### 1.4. Uso del ratón.

El ratón o dispositivo de entrada de datos en **MicroStation** tendrá 3 tipos de entrada gráfica. Cada una de ellas se obtendrá pulsando los diferentes botones del mismo:

BOTÓN	ENTRADA GRÁFICA
IZQUIERDO	DATOS
CENTRO (En el caso de ratones de dos botones, se pulsarán los dos botones simultáneamente)	PUNTO TENTATIVO
DERECHO	RESET (Reinicialización o anulación)

#### 1.5. Cazados y puntos tentativos.

El punto tentativo es aquel que sin ser un punto de datos, nos ayuda a "cazar" un elemento en el punto (exacto) deseado. Según el modo de cazado que tengamos activo, éste actuará de distinta forma. Los puntos clave de cada entidad son los que figuran a continuación.

Si realizamos este ejercicio y pulsamos el botón del tentativo aproximándonos a los elementos veremos que según esté el modo de cazado, el punto tentativo captará el elemento de diferente forma.

En el menú **Ajustes-Bloqueos-Completa** podemos modificar el divisor de cazado. También podemos introducir por teclado<sup>1</sup> "KY=N°". El número de puntos clave de un elemento varía según la fórmula:

$$\text{Divisor} = \text{N}^\circ \text{ de puntos clave} + 1$$

Si el divisor de cazado está en 1 el tentativo captará el elemento en los puntos clave (modo de **Cazado- Punto clave**). Si es 2, captaremos también puntos medios entre dichos puntos clave. . .

El menú de modos de cazado se encuentra en **Ajustes-Snaps-Barra de botones** de la **Ventana de Comandos**. (Dialog Snapbuttons)

Tomemos a modo de ejemplo los siguientes modos de cazado, y practiquemos con ellos:



- Punto más cercano. Captura el elemento en el punto más cercano al punto tentativo dado.



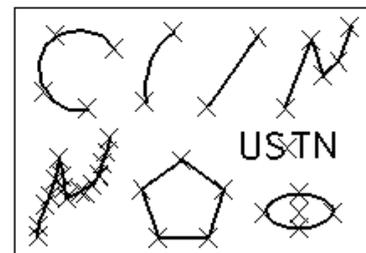
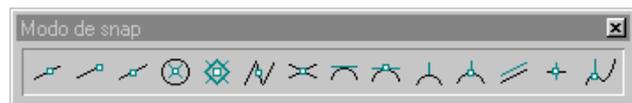
- Punto clave. Depende del divisor de cazado. Por defecto KY=3, es decir extremos y punto medio.



- Punto medio de elemento.



- Centro de arcos, círculos y elipses.



Modo de Cazado: Pto. clave

<sup>1</sup> Para introducir datos por teclado la "Ventana de Comandos de ..." debe estar activa. Para ello, pulsar la tecla ESC o pulsar con el ratón sobre dicha ventana.



- Origen de [célula](#) o texto.



- Bisectriz o punto medio de un elemento entero.



- Intersección de dos elementos (pulsar tentativo 2 veces, una sobre cada elemento).

- Los siguientes modos de cazado los trataremos más adelante en el apartado 5.2.



- Tangente.



- Tangente desde.



- Perpendicular.



- Perpendicular desde.



- Paralelo.



- Punto de paso.



- Sobre punto.

MicroStation permite también mediante menús **"Pop-Up"**, modificar el modo de cazado. Dichos menús aparecen bajo el cursor pulsando el botón tentativo del ratón y la tecla de Mayúsculas simultáneamente.

## 1.6. Ajustes de herramientas. Elementos lineales.

Existe un menú de diálogo que nos permite elegir entre los distintos usos de las herramientas, así como modificar sus atributos. Cada vez que activamos una herramienta vemos que dicho menú se abre mostrando una serie de opciones. Según actuemos en dicho menú, podremos optar por los distintos usos de cada herramienta.



Seleccionar la herramienta **Elementos lineales** del menú **"Herramientas -Principal"** y practicar con dichas opciones:



- Poner Smartline. Herramienta que combina líneas poligonales con arcos de circunferencia.



- Poner línea.



- Construir Bisectriz.



- Construir línea de distancia mínima.



- Construir línea según ángulo activo.

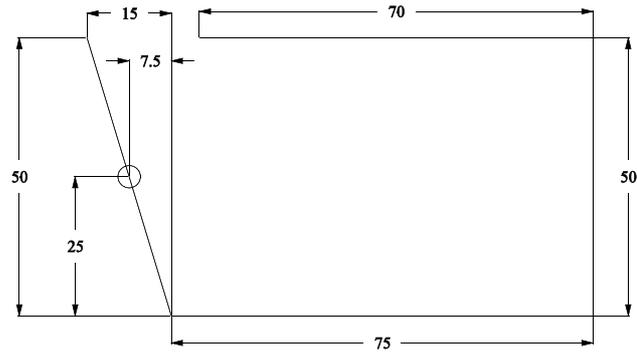
- . Hasta Punto.
- . Hasta punto y con longitud fija.
- . Desde punto.
- . Desde punto y con longitud fija.



### 1.7. AccuDraw y SmartLine<sup>2</sup>.

Accudraw es una herramienta que nos ayudará en el proceso del dibujo en cuanto a precisión de puntos de datos, así como a la colocación y manipulación de los elementos. Hagamos el siguiente ejemplo de forma tradicional (la única que sabemos hasta el momento), y a continuación repetir lo mismo pero de la siguiente forma:

- Seleccionar la herramienta SmartLine  y abrir AccuDraw 



- Crear una línea horizontal de 70mm (hacia la derecha). Seleccionamos un punto para el inicio de línea. Vemos el plano accudraw<sup>3</sup>, donde nos muestra mediante una línea más gruesa, los ejes vertical y horizontal. Poner el puntero del ratón sobre el eje horizontal y teclear 70 (eje X en ventana accudraw), aceptar mediante un punto de datos sobre dicho eje.
- Ahora sobre el eje vertical y de igual forma, teclear 50, aceptar sobre dicho eje.
- Trazar la siguiente línea horizontal.
- A continuación colocar el ratón sobre el eje vertical y en la ventana accudraw, teclear 50, (NO aceptar), y sobre eje X, teclear 15, aceptar dicho punto por el lado negativo de X. Reset.
- Para finalizar seleccionar la herramienta "Poner círculo según centro", tomar como punto tentativo la esquina inferior izquierda, teclear la letra "O" para situar el origen accudraw, y a continuación teclear 7.5 para el eje -X, y 25 para el eje Y, aceptar la circunferencia.

### 1.8. Saliendo de MicroStation.

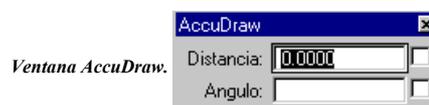
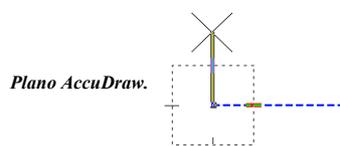
Antes de salir de **MicroStation** debemos salvar ajustes y comprimir el fichero de diseño. El fichero de diseño es actualizado en memoria continuamente, de este modo no es posible la pérdida de información, aún cuando el ordenador se quede "colgado". De todos modos es aconsejable comprimir (menú **Archivo-Comprimir-Diseño**) el fichero para evitar la acumulación de datos innecesarios. Al comprimir el fichero borramos definitivamente todos los elementos borrados durante la sesión de trabajo, así como reducimos el espacio (en disco) ocupado por dicho fichero.

Salvar ajustes es muy importante dado que si no lo hacemos, toda la información del fichero, como unidades de trabajo, configuración del entorno, atributos ... no se grabará. Dicha opción la tenemos en el menú **Archivo-Salvar Ajustes**. La entrada por teclado corresponde a las teclas **CTRL y F**, pulsadas simultáneamente.

2

Si desea más información sobre el uso de AccuDraw y SmartLine, vea el ejercicio titulado "AccuDraw y SmartLine" en el apéndice A.

3



## 2. Manipulación básica de elementos.

### 2.1. Selección.

Dibujemos una serie de elementos como los del apartado 1.6 (modo de cazado). En el campo de entrada de datos introducir el comando "**CHOOSE ALL**". Vemos que los elementos del fichero están marcados con una serie de asideros (puntos blancos), alrededor de éstos o sobre ellos. Dichos elementos están seleccionados, siendo así posible la manipulación de todos ellos de una sola vez. También podemos seleccionar los elementos individualmente, para ello activemos la herramienta  "**Choose Element**" y marquemos, mediante el botón de datos, cualquier elemento. Con la tecla **CTRL** pulsada podemos seleccionar varios elementos a la vez.

Si pinchamos sobre cualquier asidero y arrastramos el ratón podemos ver que el elemento es modificado dinámicamente. En el caso de pinchar el elemento en cualquier otro punto que no sea asidero, el elemento solo se moverá a una posición concreta. Existen otros métodos de modificación de elementos más exactos, los cuales veremos más adelante.

### 2.2. Herramientas básicas I.

#### 2.2.1. Círculos y elipses.

Cada vez que ejecutamos una herramienta o comando por teclado, en la "**Ventana de Comandos**" podemos ver una serie de datos que nos indican el tipo de herramienta que estamos usando así como una serie de instrucciones de cómo se usa, indicándonos paso a paso lo que hay que hacer.

Abrir el menú "*herramientas-principal-elipses*" y practicar con ellas cambiando los modos en la ventana de "*ajustes de herramientas*"



- Poner círculo según centro, borde y diámetro.



- Poner elipse según centro y borde.

#### 2.2.2. Modificar Elemento. ("*herramientas-principal-modificar*")



- *Modificar elemento.* Modifica vértices de elementos, escala polígonos, cambia el radio de un círculo o la longitud del eje de una elipse, etc.



- *Borrar parte de elemento.* Convierte un elemento cerrado en abierto. Si borramos parcialmente elementos abiertos estos se convertirán en dos elementos del mismo tipo. No usar con multilíneas.



- *Extender o acortar línea.* Identificamos el elemento y entramos el siguiente punto de datos o la dirección del nuevo extremo. No utilizar con arcos.



- *Extender o acortar dos elementos (líneas o arcos) hasta su intersección.* Identificamos los dos elementos y aceptamos. No usar con multilíneas.



- *Extender o acortar elemento (líneas o arcos) hasta intersección con otro elemento.* Identificamos el elemento a extender o acortar y luego el elemento hasta el cual queremos que se extienda o acorte.



- *Recortar elemento.* Recorta un elemento o varios elementos en el punto de intersección de otro elemento dado. Identificar primero el elemento de corte y después los elementos a recortar por el extremo que queramos borrar. Continuar con los siguientes elementos o reinicializar (*reset*). Podemos tener varios elementos de corte, basta con seleccionarlos e identificar los elementos a cortar.



- *IntelliTrim.* Herramienta similar a la anterior que nos permite además de recortar varios elementos, extenderlos tal como la herramienta "*extender o acortar elemento*" pero con múltiples elementos.



- *Insertar vértice en líneas, multilíneas, forma poligonal.* Identificamos el elemento y definimos el nuevo vértice introduciendo un punto de datos.



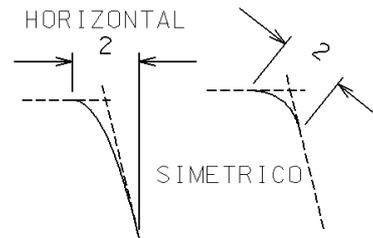
- *Borrar vértice.* Identificamos el vértice y aceptamos.



Construir acuerdo circular o parabólico. Sirve para construir un acuerdo entre dos elementos (líneas, arcos, círculos o formas poligonales.).



Construir chaflán. Sirve para construir un chaflán entre dos líneas o forma poligonal.



### 2.3. Atributos de elementos.

Seleccionar **Atributos** del menú **Elemento** (CTRL + B). Se abre la casilla de **Atributos de elemento**. En dicha casilla (o menú) vemos una serie de botones que nos permiten modificar las características de los elementos. Realicemos una práctica para ver el significado de todo esto.

Establecer como "*unidades principales*", milímetros y como "*unidad auxiliar*", décimas de milímetro. Las *U. Posicionales por U. Auxiliar* la definiremos en 100.000. El nombre del fichero será "**ejerc1**". (Ver cap. 3.3).



a) Dibujar un cuadrado de  $10 \times 10$ ; para ello activemos la herramienta **línea**. Introducir por teclado:  $XY=0,0$ ;  $XY=10,0$ ;  $XY=10,10$ ;  $XY=0,10$ ; y por último  $XY=0,0$  para cerrar el cuadrado. Cada vez que introducimos un dato por teclado debemos pulsar la tecla **INTRO** y para terminar pulsar el botón **RESET** del ratón. Los atributos de este primer elemento son los mismos que figuran en la imagen anterior. En el caso de que el dibujo no aparezca en la vista, o bien éste aparezca descentrado, pulsar sobre "**Ajustar Vista**"  y pinchar sobre la vista deseada.

b). Dibujar otro cuadrado de  $8 \times 8$ , interior al otro. Los atributos de este elemento serán:  $LV=2$ ;  $CO=1$ ;  $WT=1$ ; y  $LC=1$ . Para dibujar dicho cuadrado, utilicemos otra técnica. Introducir por teclado:  $XY=1,1$ ;  $DI=8,N$ ;  $DI=8,E$ ;  $DI=8,S$ ;  $DI=8,W$ . "**DI**" es la distancia incremental desde el último punto de datos, y las letras (N,S,E,W) corresponden con los 4 puntos cardinales.

c) Cambiar los atributos a:  $LV=3$ ;  $CO=2$ ;  $WT=2$ ; y  $LC=2$ . Seleccionar la herramienta "**Poner Círculo**" según borde y activar el **Bloqueo de Tangencia**. Dibujar las circunferencias inscritas a ambos cuadrados.

d) Sea  $LV=4$ ;  $CO=3$ ;  $WT=3$ ; y  $LC=3$ . Dibujar las circunferencias circunscritas a los cuadrados. Utilizar el "**Bloqueo de Intersección**".

e) Atributos:  $LV=5$ ;  $CO=4$ ;  $WT=4$ ; y  $LC=4$ . Hallar el centro de las circunferencias inscritas y poner una circunferencia de radio  $r=0.05$  concéntrica con esta. Probar con distintos modos de bloqueo.

f) Atributos:  $LV=6$ ;  $CO=5$ ;  $WT=5$ ; y  $LC=5$ . Dibujar las circunferencias exinscritas a los lados del cuadrado. Con la herramienta "**Extender Línea**" del menú "**Modificar Elemento**" alargar los lados de los cuadrados 5 unidades (definir distancia en la ventana de "*ajustes de herramientas*"). Trazar las circunferencias tangentes.

g) Atributos:  $LV=7$ ;  $CO=6$ ;  $WT=6$ ; y  $LC=6$ . Para finalizar, unir mediante líneas los centros de las circunferencias exinscritas. Usar el modo de caza "**Centro**".

**NOTA:** LV = NIVEL  
CO = COLOR  
WT = GROSOR DE LÍNEA  
LC = ESTILO DE LÍNEA

## 2.4. Modificación de atributos.

Practicar con las siguientes herramientas del menú “herramientas-principal-cambiar atributos”..



- *Cambiar atributos de elemento* como color, grosor, estilo de línea....Si abrimos la paleta de colores en el menú ajustes, podremos ver un cuadrado con la letra “B” sobre fondo negro (lado inferior derecho). Este color representa el color de fondo de las vistas de MicroStation, y también se puede modificar. Seleccionar dicho color y pulsar sobre el botón “cambiar”, hacer las modificaciones oportunas y aceptar (“OK”). En la ventana anterior, pulsar sobre el botón “vincular”, y podréis ver los cambios.



- *Cambiar elemento a área activa -sólido/hueco.*



- *Cambiar elemento a tipo de relleno activo.* Ver además: [Rellenado](#) en *Atributos de Vista.*



- *Modificar atributos de estilo de línea personalizada.*



- *Igualar atributos de multilíneas.*



- *Igualar atributos de elemento.*



- *Igualar atributos de **todos** los elementos.*

“Igualar”= define como atributos activos los del elemento seleccionado.



### 3. Configuración del entorno.

#### 3.1. Ficheros semilla (2D y 3D).

Un fichero semilla es un fichero de diseño que actúa de base (plantilla) para los demás ficheros. Es aquel donde guardamos la configuración de visualización, unidades de trabajo, atributos de elementos ... etc.

Al entrar en **MicroStation** aparece el **Gestor de MicroStation**, donde creamos nuestros ficheros de diseño. Seleccionamos en el menú **Archivo-Nuevo**. Aquí podemos ver un botón con el nombre "**Archivo-Semilla**"; al pulsar con el ratón se abre otro nuevo menú con todos los nombres de ficheros semilla por defecto. Existen ficheros semilla para 2D, 3D, arquitectura... Cada uno de ellos contiene información específica para cada tipo de diseño.

Visto esto, vamos a crear nuestro propio fichero semilla. Pulsar "**Cancelar**". Estamos de nuevo en el **Gestor de MicroStation**, donde vamos a abrir un nuevo fichero de diseño, un fichero que nos va a servir de fichero semilla. En el campo nombre, poner "**semilla.dgn**" y en el campo directorio especificar "**c:\win32app\ustation\wsmo\default\seed**"; pulsar "**OK**".

Ahora en nuestro fichero de diseño (semilla) vamos a configurar todos los parámetros, atributos y entorno para su posterior utilización. Movamos las vistas, menús de herramientas a la posición deseada; abramos alguna ventana o vista más y salvar ajustes.

A partir de ahora cada vez que creamos un fichero nuevo, podemos seleccionar el fichero semilla de manera que todos nuestros ficheros tengan la misma configuración.

#### 3.2. Controles de visualización.

Abrir el menú "**Herramientas-Control de vista-2D**" que nos permite variar cómodamente el modo de visualización de nuestro diseño. También podemos ver estas herramientas en la barra inferior de cada vista.

Practicar con estas herramientas:



- *Actualizar Vista*. Re-dibuja los elementos de diseño en la vista.



- *Zoom Cerca*. Aumenta el tamaño de los elementos contenidos en una vista.



- *Zoom Lejos*. Reduce el tamaño de los elementos contenidos en una vista.



- *Ventana Área*. Amplía el contenido de la ventana a toda la vista.



- *Encuadrar diseño activo*. Encuadra todos los elementos del fichero de diseño en la vista.



- *Rotar vista*. Cambia el ángulo de visualización.



- *Vista panorámica*. Mueve el contenido de la vista



- *Ver anterior*. Vuelve a la posición de vista anterior al último cambio.



- *Ver siguiente*. Vuelve a la posición de vista siguiente (si anteriormente hemos utilizado "ver anterior")



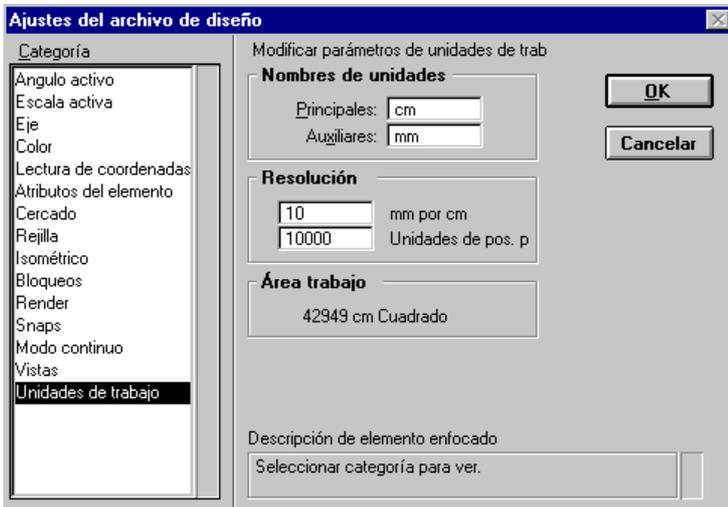
- *Copiar vista*. Copia el contenido de una vista en otra ventana de vista.

MicroStation dispone de otro menú "**Pop-Up**" para visualización. Para activarlo pulsar la tecla **Mayúsculas** y el botón de **Reset** del ratón.

### 3.3. Unidades de trabajo

**MicroStation** nos permite trabajar en las unidades que nosotros queramos, metros y centímetros, pies y pulgadas, ... Pero para ello tendremos que definir las unidades antes de empezar a trabajar, ya que si no, el programa trabajará con las unidades definidas por defecto, que dependerán de las existentes en el fichero semilla.

Las unidades de trabajo se componen de **Unidades Principales**, y de **Unidades Auxiliares** que son unidades fraccionarias de las anteriores. Además habrá que definir la resolución de nuestro dibujo, dando el número de unidades de resolución por unidad auxiliar, con lo que nos quedará definida el área de trabajo máxima.



Veamos cómo se hace todo esto:

1) Ir al menú "**Ajustes-Archivo de diseño**" y seleccionar "**Unidades de Trabajo**". Nos aparece una ventana de diálogo con diferentes campos, entre los cuales nos movemos con las flechas del cursor (o con el ratón).

2) Introducir en el primer campo, "**Nombres de Unidades**", las unidades principales que vayamos a utilizar, por ejemplo, **cm**.

3) Introducir en el siguiente campo, "**Unidades Auxiliares**", las sub-unidades que más nos convengan, por ejemplo, **mm**.

4) En el siguiente campo, "**Resolución**" tenemos que introducir el número de "**Unidades Auxiliares**" que hay en cada "**Unidad Principal**", en nuestro caso serán **10 mm** por cada **cm**.

5) Por último hay que introducir el número de "**Unidades de pos. p**" (unidades posicionales por cada unidad auxiliar), que deseamos en nuestro dibujo. Un valor que nos dará la suficiente resolución puede ser **10000**.

Observamos que nos aparece el área de trabajo máxima de que dispondremos para realizar nuestro trabajo, en este caso tendremos un cuadrado de **42949 cm<sup>2</sup>** ( $2^{32}=4297967295$ ), que se supone suficiente para las dimensiones que vamos a usar, si no fuera así variaríamos el número de "**Unidades de pos. p.**". Es aconsejable que el área de trabajo se ajuste al diseño que vamos a realizar.

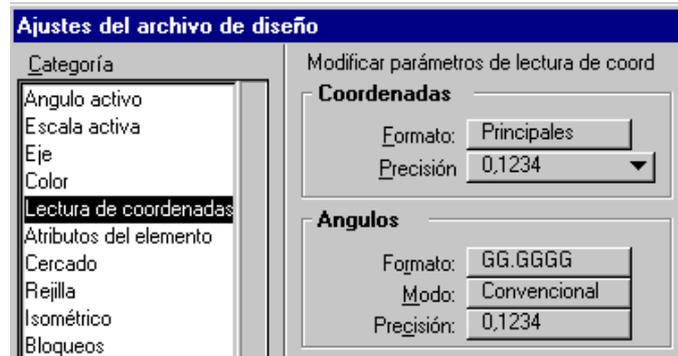
Al modificar las unidades de trabajo, el programa nos avisa que estamos variando las dimensiones de los elementos ya dibujados, como a nosotros eso nos da igual en este caso, respondemos con un "**OK**". En general será conveniente definir las unidades de trabajo antes de empezar a trabajar.

6) Por último, grabar los cambios realizados, para ello, abrimos el menú "**Archivo**" y seleccionamos "**Salvar Ajustes**", o bien, pulsamos las teclas **Control** y **F** al mismo tiempo.

### 3.4. Lectura de Coordenadas.

En el menú "**ajustes-archivo de diseño**" seleccionar lectura de coordenadas. Definir el "**formato**" en el campo "**Coordenadas**" como "**Principales**" y "**0.1234**" en "**Precisión**".

Estos ajustes se refieren a la lectura de coordenadas en medida (Ver herramienta de medida en la paleta principal) y lectura en punto tentativo (Ver campo de estado en *Ventana de Comandos*). En el campo "**Ángulos**" definir como "**Formato**" grados "**GG.GGGG**", "**modo**" "**convencional**" y "**precisión**" "**0,1234**".



Es aconsejable configurar el entorno de trabajo antes de iniciar cualquier diseño.

### 3.5. Rejilla.

Como ya vimos anteriormente llamamos **rejilla** a los puntos que aparecen en nuestro plano de diseño y que nos sirven como referencia para conocer el tamaño de un objeto y como apoyo al trazado de elementos.

Comprobar que el hecho de que la rejilla se vea o no en pantalla, obedece a que esté activada o no, en el submenú que aparece al seleccionar "**Atributos de Vista**" en el menú "**Ajustes**" (**CTRL + B**), o al zoom realizado. Para que lo esté, deberá estar activado el botón correspondiente a **Rejilla** para la vista o vistas en las que estemos trabajando. Para verlo en las distintas vistas actuaremos sobre el menú desplegable del botón de **Vista**.

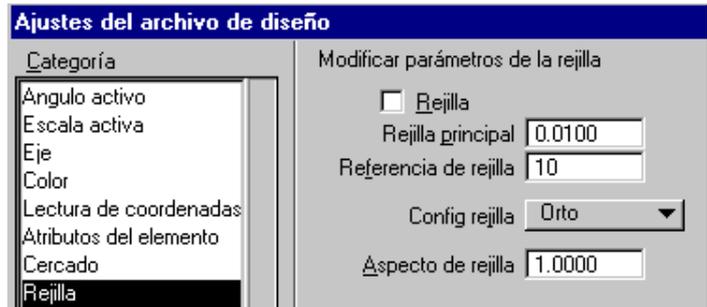
Si queremos visualizar la rejilla para todas las vistas, activamos **Rejilla**, y luego **Todos**.

Veamos cómo podemos modificar la configuración de la rejilla, para adaptarla a las definiciones de unidades que hicimos en el apartado anterior.

1) Para empezar vamos al menú **Ajustes-Archivo de diseño** y seleccionamos **Rejilla**. Nos aparece una ventana de diálogo con varios campos.

2) En el primer campo, **Rejilla Principal** hemos de introducir la distancia que habrá entre los puntos más pequeños de la rejilla. Introducir **1 (cm)**.

3) En el siguiente campo **Referencia de Rejilla**, introduciremos la distancia a la que se situarán las referencias de rejilla, en unidades de rejilla, es decir, si queremos que las referencias de rejilla se encuentren cada 5 unidades de rejilla, introduciremos un **5**.



4) En esta ventana podemos también activar el botón de **Bloq. rejilla**, de tal forma que cuando se encuentra activado, todos los puntos que introduzcamos por ratón se situarán sobre puntos de la rejilla. Pero por el momento lo dejaremos desactivado para seguir trabajando.

5) Al igual que en el apartado anterior, hemos de salvar los ajustes, grabando los cambios realizados. Ir al menú **Fichero** y seleccionar **Salvar Ajustes** (**CTRL + F**).

### 3.6. Atributos de vista.

El motivo de que se vean o no las distintas cosas de un diseño se debe principalmente a los atributos de cada una. Abrir "**Atributos**" en el menú "**Ajustes**".

Aparece una ventana de diálogo con una serie de casillas seguidas de un texto. Si la casilla está desactivada (en blanco), no podemos verlo, y si la casilla está activada (X), sí podemos verlo.

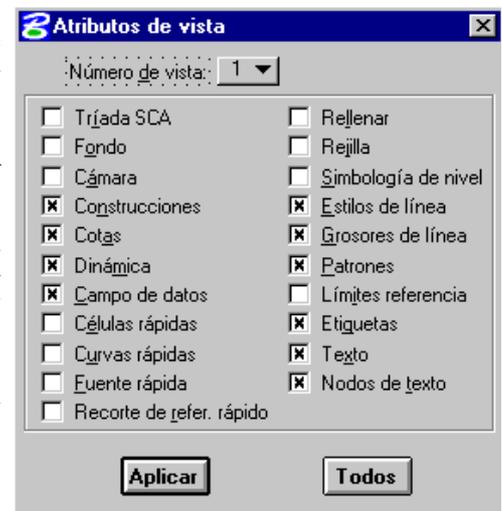
También podemos ver en la parte superior de la ventana un botón precedido con el texto "**Número de vista**". Es posible que queramos que la visualización (de los objetos) en todas las vistas sea igual o no. Podemos tener en una vista, el diseño de una pieza, con las líneas de construcción, acotación, texto, ... y en otra/s la pieza en sí.

Para tener los mismos elementos en todas las vistas, basta con pulsar el botón "**Todas**". Pero si queremos que la visualización de las vistas sea diferente, actuaremos de la siguiente forma.

- Pulsar sobre el botón "**Número de vista**" y seleccionar el número de vista deseado.

- Activar o desactivar los atributos de la vista que deseemos.

- Hecho todo esto pulsar sobre el botón "**Aplicar**".



Veamos para que sirve cada uno:

- **Triada SCA.** Sistema de coordenadas auxiliares.
- **Fondo.** Se refiere al fondo de la vista. A la hora de hacer una presentación de un diseño, nos puede interesar tener un fondo de vista con una imagen tal como: el cielo, el mar, una pared de ladrillo. Para realizar esto, abrir "Vistas" en "Archivo de Diseño" del menú "Ajustes", y seleccionar el fondo deseado, activar el botón "Fondo".
- **Cámara.** En algunas ocasiones nos puede interesar tener la visualización de una vista según el enfoque de una cámara. (Sólo para ficheros 3D. En ficheros 2D esta opción aparece inactiva (texto atenuado)).
- **Construcciones.** Líneas de construcción.
- **Cotas.** Elementos de acotación.
- **Dinámica.** Actualización o modificación dinámica de los elementos.
- **Campos de datos.** Campos de entrada de datos (Opción texto).
- **Células rápidas.** Si está activado, las células se visualizarán sólo por su contorno.
- **Curvas rápidas.** Si está activado las curvas se visualizarán en modo continuo, si no está activado las curvas se verán como segmentos o líneas poligonales. De este modo la visualización será más rápida.
- **Fuente rápida.** Podemos visualizar cualquier tipo de fuente de texto o la definida por defecto. Con ésta la visualización de la vista será más rápida.
- **Recorte ref. rápido.** Si está activado, los ficheros de referencia se recortan en función del mayor rectángulo que incluya los límites de recorte. Esto funcionará (bien) si los límites de recorte no son rectangulares.
- **Rellenar.** En elementos de tipo relleno, éste se verá o no.
- **Rejilla.** Esta opción nos permite ver o no la rejilla.
- **Simbología de nivel.** Si está activado, todos los elementos del fichero de diseño se verán según como tengamos definida la simbología por cada nivel. Si no esta activado veremos los elementos tal y como fueron creados.
- **Estilos de línea.** Según esté o no activo, veremos los elementos con el estilo (personalizado) que fueron creados o todos con el estilo por defecto.
- **Grosos de línea.** Si está activo los elementos se verán con el grosor que fueron diseñados o con el grosor por defecto.
- **Patrones.** El patrón es el rayado de un elemento. Según se actúe, el rayado de los elementos se verá o no.
- **Límites de referencia.** El límite de recorte de un fichero de referencia es aquella parte del fichero de ref. que escogemos mediante un cercado (fence). Esta zona del fichero puede estar definida mediante un contorno de puntos o sin él. Si está activo el contorno aparecerá.
- **Etiquetas** o datos no gráficos asociados a los elementos del diseño.
- **Texto.** También es posible visualizar el texto en el diseño o tenerlo oculto para simplificar el trabajo.
- **Nodos de Texto.** El nodo de texto es una marca que se utiliza para marcar los textos como posición de referencia.

Existen también otros métodos de visualización de elementos en el diseño, independientemente de la vista en la que estemos; son los niveles o capas en los cuales están diseñados los mismos.

### 3.7. Herramientas básicas II.

#### 3.7.1. Polígonos.

Practicar con las siguientes herramientas.



- Poner *rectángulo* (ortogonal o rotado).



- Poner *forma poligonal*.



- Poner *forma poligonal ortogonal*.



- Poner *polígono regular*.

- Poner polígono inscrito
- Poner polígono circunscrito.
- Poner polígono según borde.

#### 3.7.2. Manipular.

Practicar con las siguientes herramientas.



- Copiar *elemento o cercado*.



- Mover *elemento o cercado*.



- Copiar o mover *paralelo*. Tiene opción de fijar distancia paralela.



- Escalar *elemento* (o cercado) original o crear copia. La escala viene determinada por la escala activa o por 3 puntos.



- Rotar *elemento* (o cercado) original o crear copia. La escala puede ser la activa o bien definida por 2 o 3 puntos.



- Hacer *simetría del elemento* (o cercado) original o creando copia. La simetría puede ser horizontal, vertical o bien por una línea (eje) definida por el usuario.



- Construir *matriz* rectangular o matriz polar de un elemento (o cercado).



## 4. Niveles o capas

### 4.1. Visualización según número de nivel.

Todo elemento en un diseño está en alguno de los 63 **Niveles**, numerados del 1 al 63. Podemos observarlo en la ventana de diálogo **Niveles de Vista**.

Para ello en la barra de menús seleccionamos **Ajustes** y luego **Nivel-Visualizar**, o bien, pulsamos al mismo tiempo **Control+E**. Las capas son útiles para mostrar las distintas etapas en el desarrollo de un diseño.

La estructura de niveles la explicaremos con un símil, la podemos considerar como una superposición de 62 transparencias y un folio (opaco) que será nuestro nivel activo, el cual podemos ver en todo momento y es sobre el que trabajamos añadiendo nuevos elementos. Además del Nivel Activo también podemos visualizar en pantalla todos los que denominaremos **Niveles Vistos**, que corresponderían a las transparencias colocadas encima del folio en nuestro símil. Por otro lado, llamaremos **Niveles Ocultos** a los restantes, que serían las transparencias colocadas debajo del folio y que no podríamos ver aunque tuvieran elementos en ellas.

El orden de 1 a 63 no es más que una forma de poner un nombre a los niveles y no implica que los números anteriores al **Nivel Activo** sean Vistos y los de un número mayor sean Ocultos.

En la ventana de diálogo de **Niveles de Vista** tenemos:

**Nivel Activo:** con un **círculo negro** sobre el número del nivel.

**Niveles Vistos:** con un **cuadrado negro** sobre el número del nivel.

**Niveles Ocultos:** con un **cuadrado gris** sobre el número del nivel.

Podemos modificar cualquiera de ellos con el ratón, oprimiendo el botón de datos del ratón sobre el número que deseemos una vez para cambiar de **Oculto a Vista** o viceversa, y dos veces para convertirlo a **Nivel Activo**.

Podemos visualizar los mismos niveles en todas las vistas o independientemente en cada una, según pulsemos sobre los iconos de **"Aplicar"** o **"Todas"**.



### 4.2. Nombres de niveles.

La visualización según números de niveles es la más corriente y con la que trabajamos por defecto. Pero existen otros métodos de trabajo.

A la hora de realizar un proyecto nos será de gran ayuda asignar a cada nivel un nombre para identificar la parte diseñada en el mismo. Esto debería hacerse ("casi obligatoriamente") siempre que se realice un proyecto en grupo.

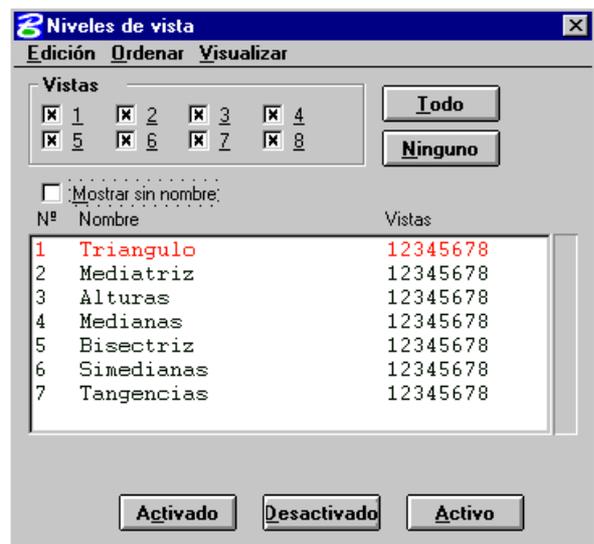
En el menú **"Niveles de Vista"** (CTRL+E), definimos la visualización de niveles según nombre.

Para ello pulsar sobre **"Visualizar-Nombres de Niveles"**. Vemos el menú de **"Niveles de vista"** tal como aparece en la imagen. Probemos con un ejemplo.

Una vez hecho el ejercicio del triángulo, renombrar (máx. 16 caracteres) los niveles de la siguiente forma:

- Nivel 1 --- *Triángulo*
- Nivel 2 --- *Mediatrices*
- Nivel 3 --- *Alturas*
- Nivel 4 --- *Medianas*
- Nivel 5 --- *Bisectrices*
- Nivel 6 --- *Simedianas*
- Nivel 7 --- *Puntos de tangencia*

En el menú **"Edición"** seleccionamos **"Definir Nombres"**. Pulsar sobre el botón **"Añadir"**.



Es en este menú donde pondremos el nombre al nivel deseado, así como un comentario para poder reconocer mejor los elementos que contiene. El comentario es opcional.

Rellenar los datos y pulsar sobre el botón **"OK"**. Al pulsar **"OK"** se cierra el menú y nos devuelve al anterior.

Realizar la misma operación para cada nivel.

Si seleccionamos un nombre de nivel vemos que se activan los botones inferiores. Podemos **"Editar"**, **"Borrar"** y **"Agrupar"**.

Cerramos el menú mediante el botón **"OK"**.

Estamos de nuevo en el menú de visualización de nombres de nivel. En dicho menú podemos activar (hacerlo visible) o desactivar (ocultar) niveles en una, varias o en todas las vistas. Debajo de *"nombre"* vemos todos los nombres de los niveles definidos y donde pone *"vistas"* el número de las vistas donde se visualizará dicho nivel.

Podemos seleccionar un nivel o varios a la vez. Si pulsamos sobre los niveles con la tecla **"CTRL"** pulsada, veremos que se seleccionan varios niveles consecutivamente. Si marcamos un nivel y con la tecla **"MAYS"** (†) pulsamos sobre otro, veremos que todos los niveles contenidos entre ambos, serán seleccionados.

El nivel activo aparece en rojo. Este lo definimos mediante el botón **"Activar"** o bien pulsando dos veces sobre el mismo.

Los botones **"Todo"** y **"Ninguno"** sirven para seleccionar todas y ninguna vista. El resto de los botones sirven para visualizar (**"Activado"**), ocultar (**"Desactivado"**) y definir como nivel activo (**"Activo"**).

Existe otro botón (**"Mostrar sin nombre"**) que nos permite ver todos los niveles, incluso aquellos que no tienen nombre definido.

### 4.3. Grupos de niveles.

Los niveles también los podemos agrupar de forma que mediante la activación de un sólo grupo podamos ver un conjunto de elementos de distintos niveles.

En el menú anterior pulsar **"Definir nombres"**. Aparece un nuevo menú de diálogo, seleccionar **"Operaciones de Grupo"** en **"Visualizar"**. Para crear o añadir nombres de grupo pulsar **"Añadir"**.

En el menú que aparece rellenar los datos del grupo y salir con **"OK"** para aceptar o **"Cancelar"** para salir sin salvar.

El modo de definición de grupos de niveles se asemeja a la estructura típica de directorios. Si estamos en el grupo *"raíz"* (\) todos los grupos que creamos estarán colgados de este. El nuevo grupo se creará siempre bajo el grupo que esté seleccionado.

Los grupos vienen precedidos por un signo "+" o "-". Si pulsamos sobre el botón **"Contraer"** o **"Expandir"** veremos que dichos signos se alternan. Si pulsamos el botón de **"Contraer"** veremos que el signo cambia, al igual que el significado del botón. Cuando el signo es "+" quiere decir que el grupo está *contraído*, es decir que tiene ocultos en sí otros subgrupos. Por tanto tendremos que *"expandir"* si queremos ver el contenido de este. Si el signo es "-" veremos todos los grupos y su contenido (si tiene algún grupo incluido.)



Podemos *expandir* o *contraer* pulsando dos veces (el botón de datos del ratón) sobre el nombre del grupo.

En dicho menú podemos activar y desactivar niveles y/o grupos, indistintamente.

Realizar la siguiente práctica:

Seleccionar "**Definir nombres**" en el menú "**Edición**". En el menú que aparece seleccionar "**Operaciones de Grupo**" en "**Visualizar**". Para crear los grupos, cuyos nombres figuran a continuación, pulsar sobre el botón "**Añadir**", introducir el nombre y pulsar "**OK**". Repetir los mismos pasos por cada grupo.

- Circuncentro
- Ortocentro
- Euler
- C. Exinscritas
- Lemoine
- Gergonne y Nagel

Una vez definidos los grupos, vamos a añadir los siguientes niveles por grupo. En cada grupo figurarán los niveles necesarios para la realización de cada ejercicio.

- Circuncentro. Niveles 1 y 2.
- Ortocentro. Niveles 1 y 3.
- Euler. Niveles 1, 3 y 4.
- C. Ex-inscritas. Niveles 1, 3 y 5.
- Lemoine. Niveles 1, 4, y 6.
- Gergonne y Nagel. Niveles 1, 5 y 7.

Para ello seleccionar "**Operaciones de nivel**" del menú "**Visualizar**". Marcar los niveles indicados anteriormente y pulsar sobre el botón "**Grupo**". Identificar el nombre del grupo donde queremos incluir los niveles y pulsar sobre el botón "**Copiar**".

Repetir los mismos pasos por cada grupo.

#### 4.4. Simbología de niveles.

A la hora de realizar un diseño, definimos las unidades de trabajo y configuramos el entorno para la realización de este.

¿Y por qué no definimos también, el color, estilo de línea, grosor, es decir, todos los atributos de los elementos según el nivel activo en el que trabajemos?. De esta forma, sólo tendremos que cambiar de nivel para realizar nuestras operaciones, según el tipo de elemento que vayamos a crear.

Abrir en el menú "Ajustes", "Nivel-Simbología". En dicho menú vemos un campo donde figuran todos los niveles y sus atributos correspondientes.

A la derecha, en ese mismo menú, justo debajo del campo "Ajustes" tenemos los atributos que podemos asignar a cada nivel. Si pulsamos sobre los distintos botones, podremos modificar dichos atributos. Para ello, seleccionamos el nivel adecuado, y tras modificar los atributos, pulsar sobre el botón "Aplicar", o pulsar dos veces consecutivas sobre el nivel.

En el campo "Sustituciones" figuran tres botones con los atributos de los elementos.

Si los botones esta activados, la simbología de niveles tendrá efecto, en cambio, si dichos botones están desactivados, los cambios no se visualizarán.

Después de modificar dichos atributos, pulsar "OK".

Todas las modificaciones no tendrán efecto hasta que no se actualice la vista .

En el caso de que no se vean los efectos, abrir "Atributos de Vista" en el menú "Ajustes" y activar el botón donde dice "Simbología de nivel"; y "Aplicar".

#### 4.5. Ejemplo práctico.

Para realizar el siguiente ejercicio, debemos seguir los siguientes pasos:

- El nombre del fichero será "**ejerc2.dgn**"

- Como unidades principales (de trabajo) tendremos milímetros (mm) y como unidades auxiliares, décimas de milímetro. Establecer las "U. Posicionales por U. Auxiliar" en 100.000.

- Definir como atributos activos de **Nivel y Color a 1 (color azul)**.

- Dibujar el triángulo de vértices:

A(0,0), B(92,0), C(90,50)

- **Nivel y color 2 (verde)**.

Hallar las mediatrices, el circuncentro, y trazar la circunferencia circunscrita.

- **Mediatriz.** Rectas perpendiculares desde los puntos medios de los lados del triángulo.

- **Circuncentro.** Punto de intersección de las mediatrices.

- **C. Circunscrita.** Circunferencia de centro, el circuncentro y de radio los vértices del triángulo.

Recortar las mediatrices entre el circuncentro y los lados del triángulo.

- **Nivel y color 3 (rojo)**.

Hallar las alturas y en el ortocentro un círculo de radio 0.4. Trazar la circunferencia de Feuerbach y un círculo de radio 0.4 concéntrico con ésta.

- **Alturas.** Rectas perpendiculares de los lados hasta los vértices opuestos.

- **Ortocentro.** Punto de intersección de las alturas.

- **C. de Feuerbach.** Circunferencia que pasa por los puntos medios de los lados y pies de las alturas.

- **Nivel y color 4 (amarillo)**

Hallar las medianas y trazar en el baricentro un círculo de radio 0.4. Trazar la recta de Euler. Comprobar que dicha recta contiene el centro de la circunferencia de Feuerbach.

- **Medianas.** Rectas cuyos lados coinciden con los vértices y puntos medios de los segmentos opuestos.

- **Baricentro.** Punto de intersección de las medianas.

- **R. de Euler.** Recta que pasa por el circuncentro, baricentro, y ortocentro.

- **Nivel y color 5 (magenta)**.

Hallar las bisectrices interiores y exteriores, y trazar las circunferencias inscrita y exinscritas. Extender los lados del triángulo (conservando siempre nivel y color) 10 mm. hacia el exterior, desde los puntos de tangencia de las circunferencias exinscritas y los lados del triángulo. Hallar los puntos de tangencia de las circunferencias exinscritas e inscrita con la circunferencia de Feuerbach, y trazar círculos de radio 0.4 en los mismos.

- **Bisectriz exterior.** Rectas perpendiculares a las bisectrices interiores desde los vértices del triángulo.

- **C. inscrita.** Circunferencia tangente a los lados del triángulo. El centro será el punto de intersección de las bisectrices interiores.

- **C. exinscrita.** Circunferencias tangentes a las prolongaciones de los lados del triángulo. Para hallar los centros de las circunferencias exinscritas debemos unir las bisectrices exteriores de manera que formen un triángulo exterior al dado.

- **Nivel y color 6 (naranja).**

Trazar las *simedianas* y dibujar un círculo de radio 0.4 en el punto de *Lemoine*.

- **Simedianas.** Simétricas de las *medianas* respecto de las *bisectrices*.

(NOTA: Al hacer simetría de un elemento, se conservan los atributos del mismo)

Cambiarlas de nivel y color.

- **Pto. de Lemoine.** Punto de intersección de las *simedianas*.

- **Nivel y color 7 (azul claro).**

Trazar círculos de radio 0.4 sobre los puntos de *Gergonne* y de *Nagel*.

- **Pto. de Gergonne.** Punto de intersección de los segmentos que van desde los puntos de tangencia de la *circunferencia inscrita* con los lados del triángulo y los vértices del mismo.

- **Pto. de Nagel.** Punto de intersección de los segmentos que van desde los puntos de tangencia de las *circunferencias exinscritas* con los lados del triángulo y los vértices del mismo.



## 5. Herramientas básicas III.

### 5.1. Arcos. (Menú "herramientas-principal-arcos")

Practicar con estas herramientas.



- Poner arco según centro o bordes.



- Poner media elipse.



- Poner cuarto de elipse.



- Modificar radio del arco.



- Modificar ángulo del arco.



- Modificar eje del arco.

### 5.2. Restricciones (Modo de caza)



- *Tangente*. Construcción de líneas o líneas poligonales tangentes a círculos, elipses, arcos o B-splines. Circunferencias tangentes a elementos.

- Ej.:
- 1- Seleccionar herramienta "Poner línea", "círculo" ...
  - 2- Introducir 1<sup>er</sup> punto de datos.
  - 3- Seleccionar mediante punto tentativo (modo cazado "tangente desde") el elemento sobre el cual vamos a hacer la tangente; aceptar.
  - 4- Introducir siguiente punto de datos.
  - 5- Reinicializar o introducir siguiente punto.<sup>1</sup>



- *Tangente desde*. Restricción de elementos a ser tangentes a otros. Construcción de líneas y líneas poligonales tangentes a circunferencias, arcos o B-splines.

- Ej.:
- 1- Seleccionar herramienta "Poner línea"
  - 2- Introducir 1<sup>er</sup> punto de línea
  - 3- Seleccionar mediante punto tentativo (modo cazado "tangente desde") el elemento sobre el cual vamos a hacer la tangente; aceptar.
  - 4- Introducir siguiente punto de línea.
  - 5- Reinicializar o introducir siguiente punto



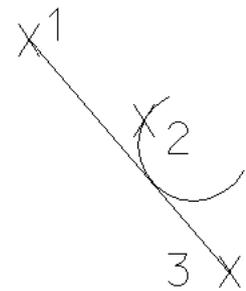
- *Perpendicular*. Construcción de líneas perpendiculares a elemento.

- Ej.:
- 1- Seleccionar herramienta "línea"
  - 2- Seleccionar con tentativo (modo de caza- "perpendicular") el elemento sobre el cual queremos trazar dicha perpendicular; aceptar
  - 3- Entrar punto final de línea; reinicializar.



- *Perpendicular desde*. Construcción de líneas con restricción de perpendicularidad a elemento.

- Ej.:
- 1- Seleccionar herramienta "línea"
  - 2- Entrar punto de origen de línea.
  - 3- Seleccionar con tentativo (modo cazado- "perpendicular desde") el elemento sobre el cual queremos trazar la perpendicular.
  - 4- Introducir siguiente punto de datos.
  - 5- Introducir siguiente punto de datos o reinicializar.



<sup>1</sup> El caso de que aparezca una ventanita de "DOS" con el siguiente mensaje "Assertion Failure Significant (tol) (f:\slvr\nsolver.c:255)" es debido a un uso inadecuado de la herramienta.



- *Paralelo*. Crear líneas, o líneas poligonales paralelas. Restringe la construcción a ser paralela.

- Ej.:
- 1- Seleccionar herramienta "línea".
  - 2- Seleccionar con punto tentativo el elemento paralelo.
  - 3- Entrar primer punto.
  - 4- Entrar siguiente punto.
  - 5- Entrar siguiente punto o reinicializar.

o bien:

- 1- Seleccionar herramienta "línea".
- 2- Entrar primer punto.
- 3- Seleccionar con tentativo el elemento paralelo.
- 4- Entrar siguiente punto.
- 5- Entrar siguiente punto o reinicializar.



- *Punto de paso*. Restringe la construcción (líneas, arcos, circunferencias o elipses) a pasar por un punto especificado.

- Ej.:
- 1- Seleccionar herramienta "línea".
  - 2- Seleccionar con tentativo el elemento sobre el cual queremos que pase dicha construcción.
  - 3- Seleccionar siguiente punto y reinicializar.

o bien

- 1- Seleccionar herramienta "línea".
- 2- Entrar punto de datos para la construcción.
- 3- Seleccionar con tentativo el elemento sobre el cual queremos que pase dicha construcción.
- 4- Entrar siguiente punto de datos y reinicializar.



- *Sobre punto*. Restringe una construcción a terminar (o comenzar) sobre un elemento dado.

- Ej.:
- 1- Seleccionar herramienta "línea".
  - 2- Seleccionar con tentativo el elemento sobre el cual queremos que termine dicha construcción.
  - 3- Entrar punto de datos.
  - 4- Entrar siguiente punto de datos y reinicializar.

o bien

- 1- Seleccionar herramienta "línea".
- 2- Entrar punto de datos para la construcción.
- 3- Seleccionar con tentativo el elemento sobre el cual queremos que termine dicha construcción.
- 4- Entrar siguiente punto de datos y reinicializar.

### 5.3. Multilíneas.

Una multilínea es, como su propio nombre indica, un grupo de líneas paralelas entre sí, con igual o distintos atributos, formando un sólo elemento.

Seleccionar "Multilínea" del menú "Elemento".

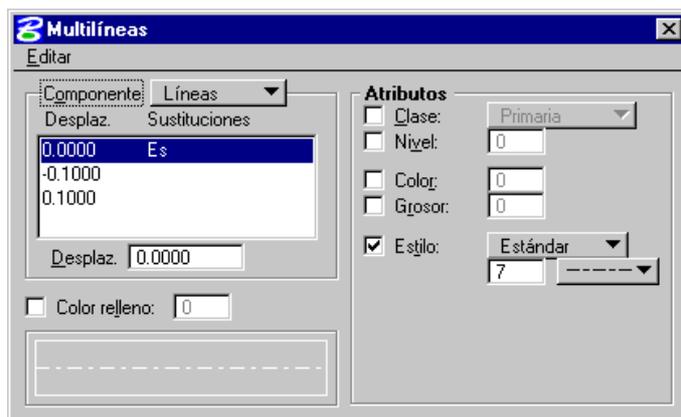
Aparece un menú, donde podemos crear nuestras propias multilíneas.

En dicho menú vemos una serie de campos con distintos datos y una imagen de la multilínea que estamos creando.

En el campo "Componente" tenemos un botón que nos muestra el elemento que vamos a crear. En él tenemos:

- Líneas.
- Tapa inicial.
- Tapa final.
- Juntas.

Debajo de todo esto, tenemos, las distancias (desplazamiento) entre cada línea, y sus atributos.



Para modificar el desplazamiento (distancia paralela entre elementos), nos vamos al campo "Desplaz" (más abajo) e introducimos el dato correspondiente.

También existe un botón a través del cual podemos rellenar, o no, dichas multilíneas.

Al lado de este campo tenemos todos los atributos modificables para cada elemento.

Si activamos el botón de "Estilo" y lo cambiamos a "personalizado" veremos una serie de opciones para modificar o crear el estilo de línea.

Veamos:

- Anchura de línea
- Escala
- Nombre de estilo.

... y un botón "Seleccionar estilo de línea..." donde se puede seleccionar cualquier estilo de línea por defecto.

Si pulsamos dicho botón veremos los estilos de línea por los que podemos optar.

En "Anchura de línea" modificaremos el grosor de ésta.

En "Escala" podemos modificar la escala de las líneas así como la distancia de los trazos y puntos en el caso de líneas de trazos, punto- raya . . .etc. Si tenemos activo el botón "anchura" también escalaremos ésta.

En el menú superior "Editar" podemos borrar, insertar y duplicar cualquier elemento de la multilínea.

Practicar con las siguientes herramientas



- Cambiar multilínea a definición activa.



- Escalar elemento. Cambiar el modo "**Escalar desplazamiento multilínea**"



- Hacer simetría de elemento. Cambiar el modo "**Simetría de desplazamiento multilínea**"



- Separar multilínea. Cambia el tipo de elemento de multilínea a polilínea.

### 5.3.1. Juntas (de Multilíneas)

Abrir "**Juntas Multilíneas**" en el menú "**herramientas**"



Practicar con las siguientes herramientas

- Junta transversal cerrada
- Junta transversal abierta
- Junta transversal combinada
- Cortar una sola línea componente
- Cortar todas las líneas componentes
- Junta T cerrada
- Junta T abierta
- Junta T combinada
- Junta en esquina
- Cancelar corte de líneas componentes
- Borrado parcial de multilínea.
- Mover perfil de multilínea.
- Editar tapa de multilínea.

### 5.4. Manipulación avanzada de elementos.

#### 5.4.1. Grupos ("menú herramientas-principal-grupos").



- **Crear cadena compleja.** Sirve para crear un elemento complejo abierto a partir de elementos abiertos como líneas, arcos, curvas . . .etc.



- **Crear forma poligonal compleja.** Sirve para crear una forma poligonal compleja (cerrada) a partir de varios elementos planos abiertos (líneas, arcos, curvas y B-splines).



- **Crear región.** Sirve para crear una forma poligonal compleja cerrada como unión, intersección o diferencia entre dos o más elementos. La opción denominada "Inundación" sirve para crear una región que este contenida entre varios elementos, haciendo de ella una cadena compleja cerrada. También podemos crear grupos gráficos, definiendo un sólido y un determinado número de agujeros. Esto podremos hacerlo también con la herramienta "Diferencia".



- **Añadir a grupo gráfico.** Sirve para crear un grupo gráfico o para añadir elementos u otro grupo gráfico a un grupo gráfico existente.



- **Separar de grupo gráfico.** Sirve para separar un elemento de un grupo gráfico, romper el grupo gráfico. Para romper el grupo gráfico debemos tener activado el bloqueo de "Grupo Gráfico".



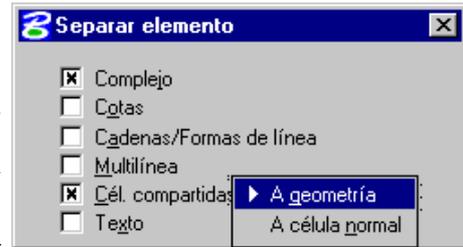
- **Agrupar agujeros.** Sirve para identificar un elemento sólido y los elementos (agujeros) que se asocian a él.

### 5.4.2. Separar



- *Separar elemento*. Esta herramienta la podemos encontrar también en el menú anterior (*grupos*), y sirve para separar cualquier elemento complejo, cotas, cadenas/formas de línea, multilineas, células compartidas y/o texto, a su estado natural. Por ejemplo: una cota es un único elemento o grupo de elementos que al separarlo se convierte en elementos individuales, es decir, líneas y texto.

Esta herramienta la podemos encontrar en el menú "**herramientas-separar**", donde tenemos las mismas opciones (y alguna más), pero separadas en distintos iconos como podemos ver a continuación:



- *Separar estado complejo*. Separa un elemento complejo (célula, cadena compleja, forma poligonal compleja...) en sus componentes originales.



- *Separar estado de línea/forma poligonal*. Convierte una cadena de líneas (tipo [SmartLine](#)) en elementos de línea individuales.



- *Separar texto*. Convierte los caracteres de texto en los elementos originales que se utilizaron para la formación de estos, como líneas, arcos ... En el caso de varias líneas de texto, es necesario separar primero el estado complejo que forman.



- *Separar asociación*. Rompe la continuidad de un punto de asociación entre un origen de [célula compartida](#), o un vértice de cota de línea de extensión, ..., y otro elemento.



- *Separar de grupo gráfico*. Divide el grupo gráfico en sus componentes originales.



- *Separar estilo de línea*. Convierte un elemento con un estilo de línea personalizado en sus elementos primitivos.



- *Separar patrón asociativo*. Rompe la asociación que hay entre un elemento y su [rayado](#) (patrón).



- *Separar multilinea*. Convierte el elemento multilinea en un conjunto de líneas y/o arcos.



- *Separar elemento de cota*. Separa una cota convirtiendola así, en líneas, arcos y texto por separado.

## 6. Células, puntos y patrones

### 6.1. Creación y vinculación de células.

Una célula es un grupo de elementos relacionados entre sí formando un único elemento. Una célula puede ser cualquier pieza mecánica, un símbolo eléctrico o electrónico, mobiliario, ... , o cualquier diseño que deseemos.

Para crear una célula, lo primero que debemos tener en cuenta es la ubicación de la misma. Para ello debemos crear nuestra propia biblioteca de células. Una biblioteca de células es un archivo donde crearemos y guardaremos nuestras propias células.

Para crear dicha biblioteca abrir en el menú "**Elemento**", "**Células**" y en la ventana que aparece seleccionar "**Archivo - Nuevo**".

Aparece una ventana, en la cual vamos a definir el nombre de nuestro fichero o biblioteca de células. Un dato muy importante a tener en cuenta es que las células también son diseños y como tales, pueden ser de 2D o 3D. Según el tipo de células que vayamos a diseñar, optaremos por el fichero semilla adecuado. Una vez seleccionado el tipo de fichero semilla, pulsar "**OK**".

Ya tenemos creada y vinculada nuestra biblioteca de células. Es el momento de crear nuestros diseños para generar dichas células.

A modo de ejemplo, crearemos una punta de flecha solida y con relleno.

Acabado el diseño, seleccionar los elementos y definir el origen de célula.

Para realizar esto nos vamos a la paleta de "**Células**"  en el menú "**Principal**" y con la herramienta "**Definir origen de célula**" ; seleccionar el elemento en el lugar adecuado para marcar el origen de la célula.

Hecho esto, abrir "**Células**" del menú "**Elemento**" (si no está abierto ya).

Aparece el menú "**Biblioteca de Células**". En dicho menú veremos los nombres de las células pertenecientes a esa biblioteca, así como una serie de opciones de colocación y vinculación.

En el campo "**Células Activas**" tenemos algunas de estas opciones:



- *Colocación*. Se refiere a la colocación de ésta, como si se tratara de un elemento mas.

- *Terminador*. Sirve para poner una célula como terminador de línea, es decir, como principio o fin de ésta.

- *Punto*. Sirve para colocar una célula como punto y aprovecharse de las utilidades de esta herramienta.

- *Patrón*. Se utiliza para rellenar una entidad o cadena compleja cerrada con elementos de célula.

Entre otros tenemos, un botón que nos sirve para visualizar las células compartidas. Una célula compartida es aquella que sin estar en su propia biblioteca, puede ser visualizada y vinculada en el diseño activo. Para hacer que una célula sea compartida, seleccionar ésta y pulsar el botón "**Compartir**", el botón "**Usar Células Compartidas**" debe estar activo.

Pulsar el botón "**Crear**". Aparece una nueva ventana ("**Crear célula nueva**") donde introduciremos el nombre de la célula, así como una breve descripción de la misma (opcional). En la barra "**Gráfico**" definimos el tipo de célula a crear.

Ésta puede ser un gráfico, punto, menú o aprendizaje.

Pulsar el botón "**Crear**".

En la ventana "**Biblioteca de células**" podemos ver el nombre de la célula nueva. Si seleccionamos dicha célula, aparecerá gráficamente en el campo de la derecha tal y como fue creada.

Existe otra opción que nos permite, además de vincular la biblioteca de células, visualizar el contenido de esta mediante una barra de botones, donde cada botón representa una imagen de la célula.

En el menú "utilidades" seleccionar "**Selector de Células**". Aparece un menú (como el de la imagen) en el que podemos vincular, e incluso crear un nuevo menú de botones con nuestras propias células.

En dicha ventana tenemos:

**Archivo.** Donde podremos abrir o crear un nuevo "selector de células".

Añadir una biblioteca de células a nuestros botones.

Guardar la configuración actual.

**Edición.** Para borrar, o insertar células/botones.

Cambiar el tamaño de los botones.



### 6.1.1. Herramientas - Células



- **Poner célula (AC=).** Se utiliza para poner la célula activa. En el campo célula activa, introduciremos el nombre de la célula activa (Para ello debemos tener vinculada una biblioteca de células).

- **Relativo (AR=).** Se diferencia del anterior en que la célula vinculada se creará a partir del nivel activo en el que estemos. Es decir, si la célula fue creada en las capas 2,3 y 5, y la capa o nivel activo es el 13, la célula se vinculará en los niveles 13,14, y 16 respectivamente.

- **Interactivo.** En este caso la escala y el ángulo de rotación de la célula activa se definirá mediante puntos de datos.



- **Poner matriz de célula activa.** Se utiliza para crear una matriz con células activas. Es lo mismo que si utilizásemos las herramienta de "**Matriz**" en la paleta auxiliar "**Manipular elemento**".

**CM=<filas, columnas, espaciado/filas, espaciado/columnas>**



- **Seleccionar y poner célula.** Se utiliza para seleccionar y copiar células. Es similar a la herramienta "**Copiar elemento**" de la paleta auxiliar "**Manipular elemento**".



- **Definir origen de célula,** donde, el origen de la célula, es el punto de referencia para colocar la misma.



- **Identificar célula.** Se utiliza para visualizar información (nombre y niveles) de la célula señalada. Los datos se mostrarán en la ventana de comandos.



- **Poner terminador de línea activo (LT=).** El uso más típico es la punta de flecha. Sirve para colocar cualquier tipo de célula como extremo de línea o arco. "TS=" es la entrada de teclado para fijar la escala activa del terminador de línea



- **Sustituir célula.** Sirve para sustituir una célula por otra del mismo nombre. Las célula (propiaamente dicha) no se puede modificar, podemos modificar el diseño de ésta, y volver a crear otra con el mismo nombre, bien en otra biblioteca, bien borrando la anterior.

## 6.2. Puntos (como célula o carácter).

La paleta de puntos activos sirve para poner puntos, caracteres o células en posiciones concretas del plano de diseño o sobre elementos.



- *Poner punto activo.* Sirve para poner un punto activo, bien sea punto (línea de longitud =0), carácter o célula. Para modificar la escala del punto activo podemos introducir por teclado  $AS=$  o  $XS=$ ,  $YS=$ ,  $ZS=$ , (en el caso de un diseño **3D**) según la coordenada que queramos escalar. También podemos modificar la escala y el ángulo en "**Archivo de Diseño**" del menú "**Ajustes**".



- *Construir puntos entre puntos de datos.* Sirve para construir puntos activos equidistantes entre puntos de datos. El número de puntos (células) se define en el campo "Puntos". Esta herramienta colocará siempre los puntos en línea recta; la línea recta imaginaria comprendida entre los dos puntos de datos.



- *Proyectar puntos activo sobre elemento.* Sirve para construir un punto activo sobre el elemento identificado. El punto será proyectado sobre el elemento en el punto más cercano al punto de datos.



- *Construir punto activo en intersección.* Sirve para poner un punto activo en el punto de intersección de los elementos especificados. La intersección de los elementos no tiene que ser visible, basta con una proyección imaginaria de los mismos.



- *Construir puntos a lo largo del elemento.* Sirve para colocar un número determinado de puntos activos equidistantes a lo largo del elemento. Este puede ser una línea, l. poligonal, arco, B-spline ... Para definir la distancia, identificar el elemento en uno de sus extremos y luego introducir un punto de datos en el otro extremo.



- *Construir puntos activos según distancia a lo largo del elemento.* Sirve para construir un punto de datos a una distancia y dirección de un elemento dado. Seleccionar el elemento en el punto a partir del cual queremos proyectar el punto activo y mediante otro punto de datos definir la dirección.

**NOTA:** *Cualquier elemento complejo, ya sea patrón o célula, se considera una única entidad, por tanto para poder manipular individualmente los elementos que la componen, debemos romper el estado complejo..*

*Para ello nos vamos al menú "**separar**"*



*de la paleta "**principal**".*

## 6.3. Patrones.

Esta paleta nos permite rayar o rellenar una región o entidad cerrada a base de líneas o células según un ángulo activo.



- *Rayar área.* Sirve para rayar un elemento o entidad cerrada según un ángulo activo.

- *Espaciado.* Especifica la distancia en unidades de trabajo de cada línea del rayado.
- *Ángulo.* Fija el ángulo con el que se dibujarán las líneas de rayado.
- *Tolerancia.* Distancia máxima entre el elemento curvo y los segmentos de línea que se emplean para rellenar.
- *Patrón Asociativo.* Si está activo forma un grupo común o única entidad entre los elementos de relleno y el elemento de contorno.
- *Patrón cazable.* Permite seleccionar mediante punto tentativo cualquier elemento componente del relleno.
- *Método.*

- *Elemento.* Rellena el interior de una entidad cerrada.
- *Cercado.* Rellena el interior de un cercado.
- *Intersección.* Calcula la intersección de dos o más elementos y la rellena.
- *Unión.* Calcula la unión de dos o más elementos y la rellena.
- *Diferencia.* Calcula la diferencia de dos o más elementos y la rellena.
- *Inundación.* Crea una región de la zona donde está comprendido el punto de datos y la rellena. Funciona igual que la herramienta "**Crear región**".
- *Puntos.* Rellena el área comprendida por el polígono creado por n número de puntos.



- *Rayar área de forma cruzada.* Sirve para rellenar elementos de forma cruzada, es decir, según dos ángulos y distancias diferentes.



- *Rayar área con patrón.* Sirve para rellenar un área con células o patrones.

- *Célula de relleno.* Espacio reservado para el nombre de la célula (antes de entrar el nombre de la célula debemos vincular la biblioteca de células correspondiente.)
- *Escala.* Escala de la célula. Es muy importante saber el espacio de trabajo en el que estamos, así como el tamaño de la célula a vincular. Si la célula es muy pequeña en relación con el elemento a rellenar, el proceso de relleno puede ser muy lento, incluso puede llegar a "saturar la memoria" .
- *Espaciado filas y columnas.* Es el espacio que habrá entre célula y célula.



- *Patrón lineal.* Se emplea para generar un patrón a lo largo de un elemento. Éste puede ser una línea, una línea poligonal, arco, elipse, o cadena compleja.

- *Ciclo.* Se refiere al método de colocación del patrón o célula. Este puede ser:
  - *Truncado.* Colocará un número "n" de células a lo largo del elemento de tal manera que si se montaran dos de ellas, debido a su tamaño, truncaría (borraría) una de ellas.
  - *Completo.* Colocará células completas aún cuando sobrepase el elemento.
  - *Simple.* Colocará una célula por segmento o parte componente de una cadena compleja.
  - *Múltiple.* Crea un patrón lineal con múltiples células (completas) incluso modificando, si es preciso, la escala del elemento lineal. Las células pueden montarse unas con otras, según sea el tamaño del elemento.



- *Mostrar atributos de relleno.* Muestra en la ventana de comandos, los atributos de los elementos de relleno. Dichos atributos son: escala y ángulo del patrón



- *Igualar atributos de relleno.* Modifica los atributos activos de acuerdo con los atributos del elemento identificado.



- *Borrar patrón.* Borra el relleno de un elemento. Conseguimos lo mismo con la herramienta "**Borrar Elemento**" de la paleta "**Principal**", siempre y cuando este activo el bloqueo de "**Grupo Gráfico**" del menú "**Ajustes- Bloqueos- Completa**"

## 7. Cercados o Fences

El menú "**Cercado**"  lo tenemos en la "**Paleta Principal**". Dicho menú nos sirve para manipular y modificar todo tipo de elementos como si de un grupo se tratara. El cercado es un polígono cerrado definido por sus vértices.

### 7.1. Manipulación y modificación de grupos de elementos con cercados.



- *Poner cercado*. Existen varios tipos de cercado, veamos:

- *Bloque*. Para colocar un cercado rectangular mediante dos vértices.
- *Forma poligonal*. Sirve para poner un cercado poligonal definido por un número de vértices no superior a 100.
- *Elemento*. Coloca un cercado igual que el elemento identificado (bloque, círculo o forma poligonal cerrada).
- *Círculo*. Pone un cercado con forma circular.
- *Desde vista*. Coloca un cercado en la vista seleccionada.
- *Desde archivo de diseño*. Pone un cercado que cubre el contenido del fichero de diseño.



- *Modificar cercado*. Sirve para modificar los vértices de un cercado o moverlo simplemente.



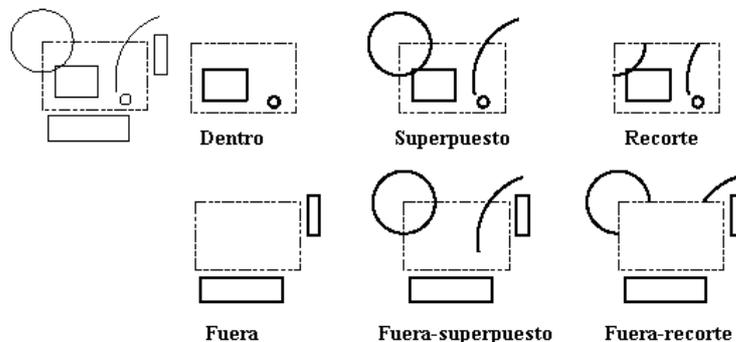
- *Manipular cercado*. Sirve para copiar, mover, rotar, escalar, hacer simetría, e incluso extender el contenido de un cercado.



- *Borrar contenido de cercado*. Sirve para borrar el contenido del cercado. El contenido de éste varía según el modo de cercado que tengamos activo.



- *Separar estado complejo de contenido de cercado*. Utilidad que nos permite devolver a su forma original todos los elementos en estado complejo que forman parte de dicho cercado.



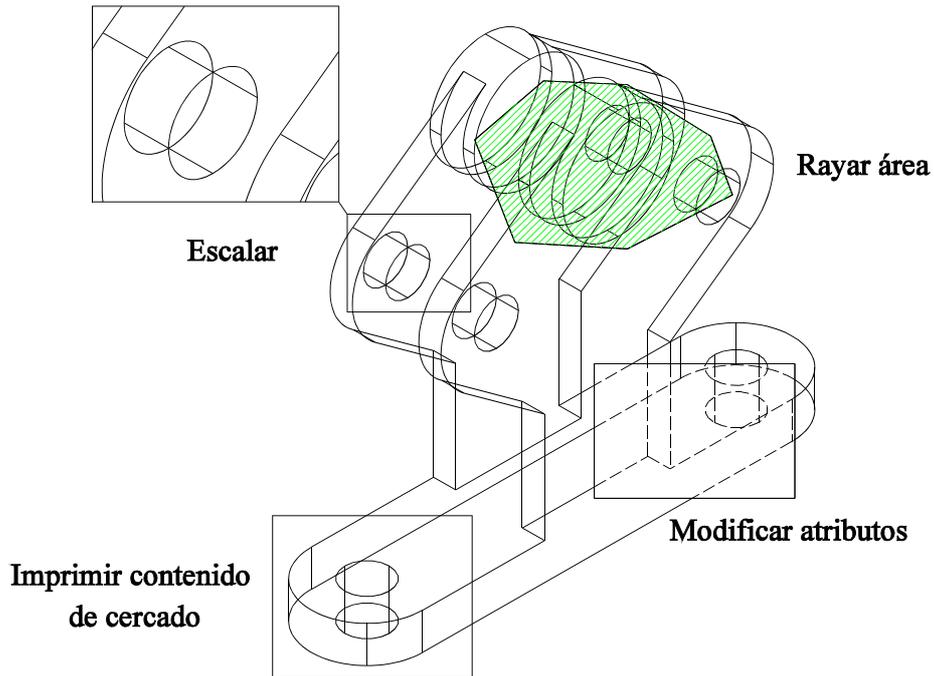
Los modos de cercado los veremos a través de este ejemplo:  
El cercado viene definido por el polígono rectangular de línea discontinua.

#### **Modo de cercado**

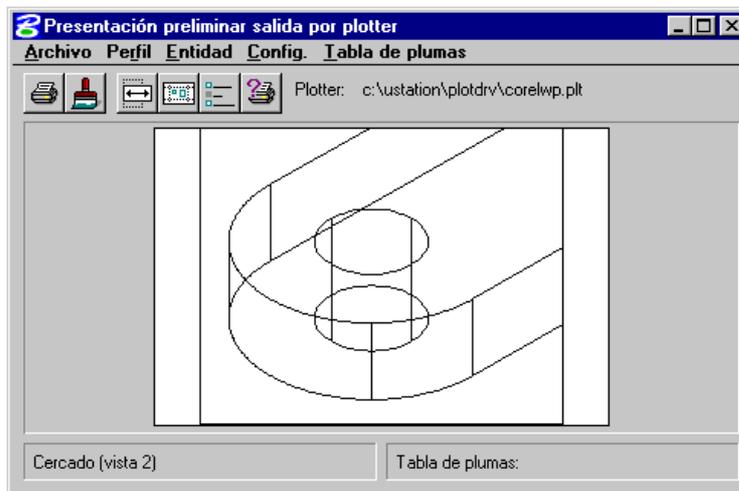
#### **Contenido**

<i>Dentro</i>	Elementos (enteros) contenidos en el cercado.
<i>Superpuesto</i>	Elementos dentro del cercado y/o que lo atraviesen.
<i>Recorte</i>	Elementos o partes de éstos que estén contenidas en el cercado.
<i>Fuera</i>	Elementos que estén completamente fuera del cercado.
<i>Fuera Super-puesto</i>	Elementos que estén fuera y/o que lo atraviesen.
<i>Fuera Recorte</i>	Elementos o partes de éstos que estén fuera del cercado.

Como podemos comprobar cualquier operación básica se puede realizar de una sola vez con varios elementos con las herramientas de **"cercado"**. Veamos en la siguiente imagen algunas de las herramientas que se pueden utilizar con cercados.



En la siguiente imagen vemos una previsualización del contenido de cercado a imprimir, a través del menú de impresora/plotter.



## 8. Acotación, texto y medición

### 8.1. Acotación.

En el menú "**herramientas-principal-cota**" nos encontramos las siguientes herramientas:



- *Acotar elemento*. Permite acotar un elemento, ya sea, línea, línea poligonal, multilinea, forma poligonal, arco o círculo. Si seleccionamos el elemento y pulsamos la tecla "**intro**" o el botón "**siguiente**" veremos los distintos modos de acotación posibles. Aceptar mediante punto de datos para finalizar.

- *Alineación*:

- Vista. Coloca las cotas paralelas al eje X o Y de la vista. Muy útil para **3D**.
- Dibujo. Cotas paralelas al eje X o Y.
- Verdadera. Paralela al elemento.
- Arbitraria. Definimos el origen, eje de líneas de referencia y cota mediante puntos de datos.

- *Bloqueo de Asociación*. Si esta activado se crea una asociación entre el elemento y la cota, de tal manera que si modificamos el elemento, la cota se modificará automáticamente.

- *Siguiente*. Este botón nos permite cambiar automáticamente la acotación entre los siguientes modos:

- Acotar elemento o tamaño de cota con flechas
- Tamaño de cota con trazo
- Etiqueta línea, o bien
- Tamaño de cota perpendicular a línea

En algunas ocasiones aparece el siguiente texto en la ventana de comandos: "*Pulse Retorno para editar texto de acotación*". Si en ese momento pulsamos dicha tecla, se abrirá el editor de texto de acotación, donde podremos modificar la cota. Esta herramienta sólo funcionará cuando la barra de menús esté activa.



- *Tamaño de cota con flechas*. Se emplea para acotar la distancia lineal entre dos puntos. Cada cota se calcula a partir del extremo de la anterior. Las cotas se colocan en línea. Seleccionamos el origen de cota, definimos la distancia de la línea de referencia, identificamos el siguiente extremo y para finalizar señalamos la posición del texto de cota. Seleccionar siguiente extremo o reinicializar.



- *Tamaño de cota con trazos*. Funciona de forma idéntica que la herramienta anterior.



- *Acotar ubicación*. Se utiliza para acotar la distancia lineal a partir de un origen. Las cotas se colocan en línea y la distancia de cota se va sumando con respecto a la anterior.



- *Acotar ubicación (apilada)*. Sirve para acotar la distancia lineal a partir de un origen común. Las cotas se apilan unas sobre otras.



- *Tamaño de cota perpendicular a puntos*. Permite acotar la distancia entre dos puntos. Los dos primeros puntos de datos introducidos definen el eje "y" de la cota, es decir, la línea de referencia de cota.



- *Tamaño de cota perpendicular a línea*. Se emplea para acotar la distancia perpendicular entre el elemento identificado hasta otro punto. La línea de referencia de la cota viene definido por el elemento identificado.



- *Acotar ordenadas*. Se emplea para acotar distancias a lo largo de un eje, y a partir de un origen común. Sirve para poner cotas referenciales a las coordenadas de los ejes "X" e "Y".



- *Acotar tamaño de ángulo*. Cada cota se calcula a partir del extremo de la anterior. Seleccionar inicio de cota, mediante punto de datos, definir longitud de línea de referencia, e identificar el vértice. Seleccionar siguiente extremo de cota o reinicializar.



- *Acotar ubicación de ángulo*. Cada cota se calcula a partir del mismo origen.



- *Acotar ángulo entre líneas*. Se emplea para acotar un ángulo entre dos líneas. Seleccionamos las dos líneas y definimos mediante punto de datos la posición de la línea de cota.



- *Acotar ángulo desde eje X*. Sirve para acotar un ángulo entre el elemento dado y el eje X de la vista. Seleccionar elemento y definir distancia de línea de cota.



- *Acotar ángulo desde eje Y*. Sirve para acotar un ángulo entre el elemento dado y el eje Y de la vista. Funciona de la misma forma que la anterior.



- *Dimensión radial*. Esta herramienta nos permite acotar cualquier radio o diámetro, así como poner una marca en el dentro del elemento circular que estemos acotando.



- *Cambiar cotas a ajustes activos*. Se utiliza para cambiar los atributos de una cota con los atributos activos.



- *Tolerancia geométrica*. Se emplea para poner una referencia geométrica sobre un elemento del diseño, mediante una flecha. También podemos utilizar para poner un texto cualquiera como referencia de cota, la herramienta "**Poner nota**" , de la paleta texto.

Las siguientes herramientas nos servirán para modificar los elementos de acotación.



- *Separar elemento de cota* - del menú "**Separar**". Sirve para separar los elementos que componen la cota (líneas, texto...)



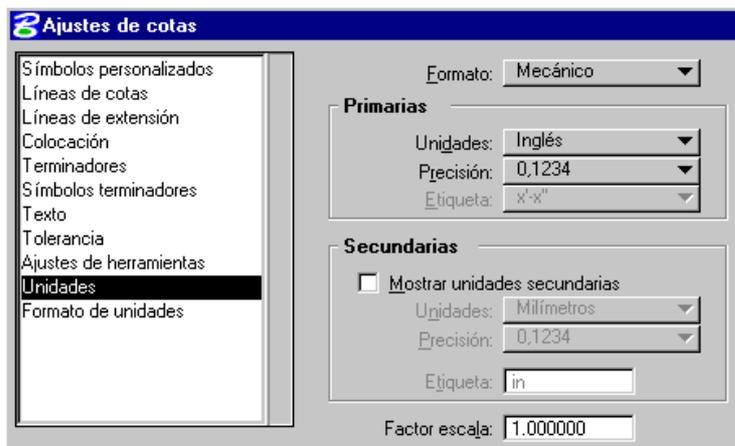
- *Modificar elemento* - del menú "**Modificar elemento**". Se utiliza para modificar la posición del texto de cota, así como, de la línea de referencia.



- *Editar texto* - del menú "**Texto**". Sirve para modificar el texto de una cota.

### 8.1.1. Ajustes de Cota

Para cambiar la configuración de los componentes de una cota, abrir el menú "**elemento-cotas**".



Seleccionar "**Unidades**", donde pone "**Formato**" podemos elegir entre "**Mecánico**", que representa las unidades, como unidades principales, y "**AEC**", como unidades de trabajo. En el campo "**Primarias**" definir las unidades y la precisión. El botón de etiqueta aparece semiresaltado, para activarlo elegir "**AEC**" en el campo "**Formato**". Probar las distintas variantes con la herramienta "**Acotar Elemento**".

Puede darse el caso de que las cotas no se vean. Esto se debe a que no esté configurado el tamaño del texto para el área de trabajo en la que estamos.

Introducir por teclado "**TX**". Veremos en el campo de estado (del **Menú de Comandos**) el tamaño por defecto. En base a estos datos, escribir "**TX=N°**". También es posible que el atributo de vista relacionado con cotas no esté activo.

Donde:

$$TX = TH * TW = \text{Tamaño del Texto (en Unidades de Trabajo)}$$

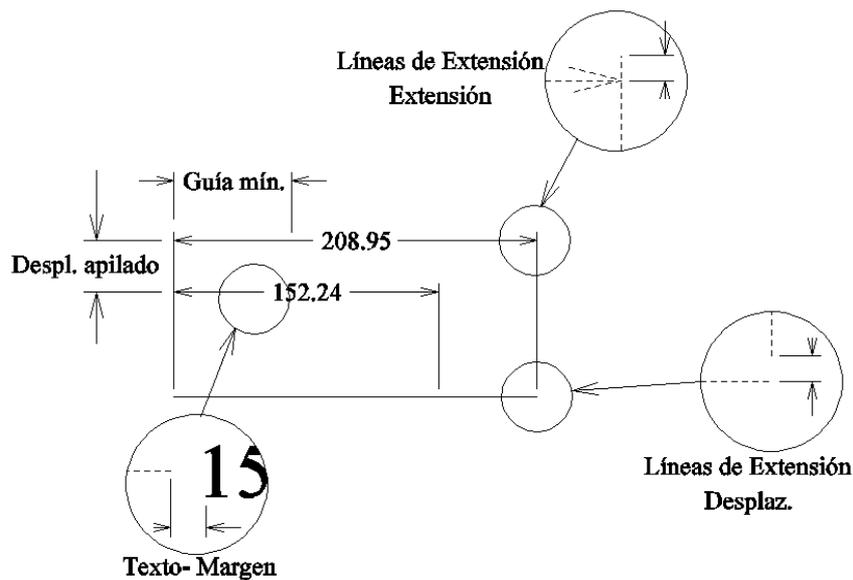
En el campo "**texto**" de dicho menú tenemos:

**Orientación.** Posición del texto en la cota. Este puede estar alineado con la línea de cota, arriba o en horizontal, sea cual sea, la orientación de la misma.

**Justificación.** Centro, izq. o drch. de la línea de cota.

**Marco de texto.** Se utiliza para enmarcar el texto con un rectángulo o cápsula.

Además de todo lo anteriormente expuesto, si queremos configurar perfectamente las herramientas de cota deberemos seguir los siguiente pasos<sup>1</sup> (ver gráfico):



En el menú "**elemento-cotas**" seleccionar:

- **Líneas de cotas - Geometría - Despl. apilado:** Distancia entre cotas apiladas.
- **Líneas de extensión - Geometría - Desplaz:** Distancia (en unidades de texto) entre el elemento a acotar y el principio de la línea de referencia.
- **Líneas de extensión - Geometría - Extensión:** Distancia (en unidades de texto) entre la línea de cotas y el final de la línea de referencia.
- **Terminadores - Geometría - Anchura y altura.** Tamaño de la flecha de cota.
- **Terminadores - Geometría - Guía mínima.** : Distancia mínima (en unidades de texto) de la línea de cota entre el terminador (flecha) y el texto de cota.
- **Texto - Margen:** Distancia entre el texto y la línea de cota.

<sup>1</sup> **NOTA:** en este apartado sólo explicaremos aquellos parámetros que más se ajusten a la visualización de los elementos de cota.

## 8.2. Texto.

Para poder visualizar el texto, el **atributo de vista** de texto debe estar activo.

También debemos tener en cuenta el tamaño del texto. Para ello seleccionar "**Poner Texto Encuadrado**". Introducir cualquier cadena de caracteres (intro) y con el ratón pinchar en la vista y arrastrar. Al arrastrar éste vemos que el texto cambia de tamaño. Soltar botón de datos cuando el tamaño sea el adecuado. Hecho esto seleccionar el icono (**igualar o fijar atributos de texto activos**)  y marcar el texto introducido.

A partir de ahora todo el texto que insertemos tendrá el mismo tamaño. Comprimir y salvar ajustes.

Veamos el funcionamiento de las siguientes herramientas practicando con ellas:



- *Poner texto según origen.* Se utiliza para colocar un texto.

*Método:*

- *Según origen.* Coloca el texto según un origen y ángulo activo.
- *Encuadrado.* Ajusta el texto entre dos puntos de datos.
- *Independiente de la vista.* El texto se mantendrá en la misma posición, incluso cuando la vista sea rotada.
- *Encuadrado- independiente de la vista.* Ambos métodos juntos.
- *Encima de elemento.* Coloca el texto encima del elemento con el mismo ángulo de éste.
- *Debajo de elemento.* Coloca el texto por debajo del elemento.
- *En elemento.* Coloca el texto sobre el elemento suprimiendo la parte correspondiente a éste.
- *A lo largo del elemento.* Coloca el texto a lo largo del elemento, modificando (el ángulo de rotación de) cada carácter del texto si fuera preciso



- *Poner Nota.* Es la misma herramienta que se usa en acotación. Introducir el texto en el editor. Seleccionar inicio de cota, donde irá el terminador (punta de flecha) y mediante punto de datos definir el siguiente extremo.



- *Editar texto.* Sirve para editar y modificar el contenido de un texto. También puede modificar un texto de cota.



- *Visualizar atributos de texto.* Visualiza en la ventana de comandos los atributos de texto. Entre estos atributos tenemos: altura, anchura, nivel y número de fuente.



- *Igualar atributos de texto.* Se utiliza para fijar los atributos de texto activos de acuerdo con el texto identificado. Identificamos el texto y aceptamos. Los atributos de dicho texto pasan a ser los atributos activos.



- *Cambiar texto a atributos activos.* Se utiliza para cambiar los atributos de un elemento de texto a los atributos activos.



- *Poner nodo de texto.* Sirve para poner nodos de texto vacíos. Un nodo de texto es una marca que nos indica la posición donde colocaremos el texto.



- *Copiar e incrementar texto.* Se utiliza para copiar e incrementar texto. El texto debe contener números. La proporción en la cual se incrementa dicho texto (números) se fijará en el campo "Incremento Etiqueta".



- *Copiar campo de entrada de datos.* Se utiliza para copiar el contenido de un campo de entrada de datos en otro. Seleccionar campo que modificará el resto de campos de datos e identificar los campos de datos a ser modificados.



- *Copiar e incrementar campo de entrada de datos.* Su función es copiar e incrementar el contenido de un campo de entrada de datos con números en otro campo de entrada de datos. Seleccionar el campo a partir del cual se incrementarán los restantes, copiar y reinicializar.



- *Rellenar un sólo campo de entrada de datos.* Se utiliza para rellenar o modificar un campo de entrada de datos. Un campo de entrada de datos es todo aquel texto que contenga el carácter "\_" "subrayado". Dicho campo puede ser múltiple.

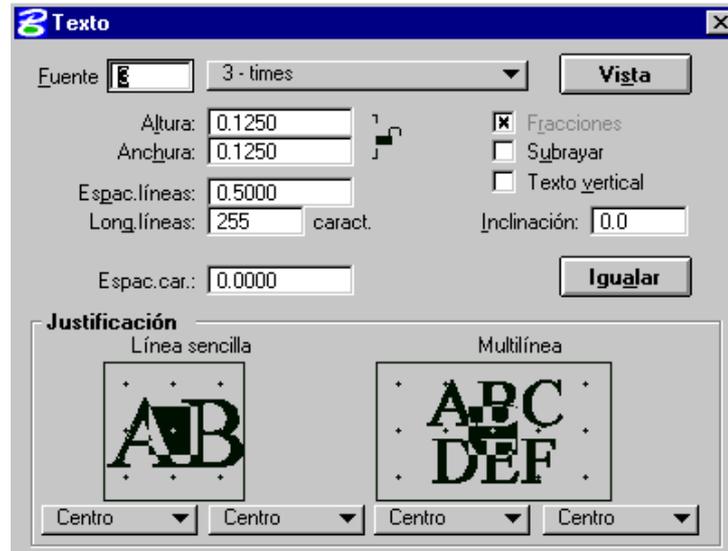


- *Relleno automático en campos entrada de datos.* Se utiliza para rellenar todos los campos de entrada de datos. Al identificar la vista, veremos que los campos de datos se van remarcando, pudiendo así modificarlos automáticamente. Cada vez que se marque un campo de datos, escribiremos el texto adecuado y pulsaremos la tecla "intro".

Existe una herramienta que nos permite separar el texto, como si de elementos básicos se tratase. Al separar texto, este se convierte en una serie de líneas. arcos . . etc.

Para separar texto seleccionar la herramienta "*Separar Elemento*"  del menú "*Herramientas-Separar*" y activar el botón "*Texto*".

### 8.2.1. Ajustes de Texto.



En el menú "*elemento-texto*" podremos modificar y visualizar los ajustes de texto para una óptima configuración.

- *Fuente.* En la casilla numérica podemos seleccionar el tipo de fuente que queramos activar. En la barra contigua vemos el nombre de las distintas fuentes.
- *Altura y anchura.* Tamaño del texto. Este puede modificarse individualmente o bloquearlo para ajustar altura y anchura por igual. Para ello pulsar sobre el "candado".
- *Espac. líneas.* Nos permite definir el espacio entre cada línea de texto.
- *Long. líneas.* Número de caracteres máximo por línea.
- *Espac. car.* Separación entre caracteres.
- *Justificación.* Punto de contacto o asidero para colocar texto.
- *Vista.* Este botón nos permite ver las fuentes, así como los caracteres que la componen.
- *Fracciones.* Este botón nos permite ver fracciones de números cuando escribimos en el editor, datos numéricos separados por la barra inclinada "/".
- *Subrayar.* Nos permite ver el texto subrayado.
- *Texto vertical.* Para representar texto verticalmente.
- *Inclinación.* Inclinación de los caracteres. Una forma de definir un texto de forma "cursiva".
- *Igualar.* Herramienta para fijar como atributos activos los del elemento identificado.

### 8.2.2. Instalar (importar) fuentes nuevas.

Como existen muchos tipos de fuentes de texto, puede que las fuentes que hay instaladas por defecto no sean de nuestro agrado y queramos instalar alguna de otros programas.

Abrir "**Instalar Fuentes...**" del menú "**Utilidades**"

Debajo del campo "*Archivo de origen*" pulsar el botón "**Abrir**". En este menú podemos abrir cualquier fichero de fuentes (de *AutoCad*, *PS Type-1*, *TrueType*, etc) que se tenga instalado. Seleccionar la fuente que deseemos instalar.

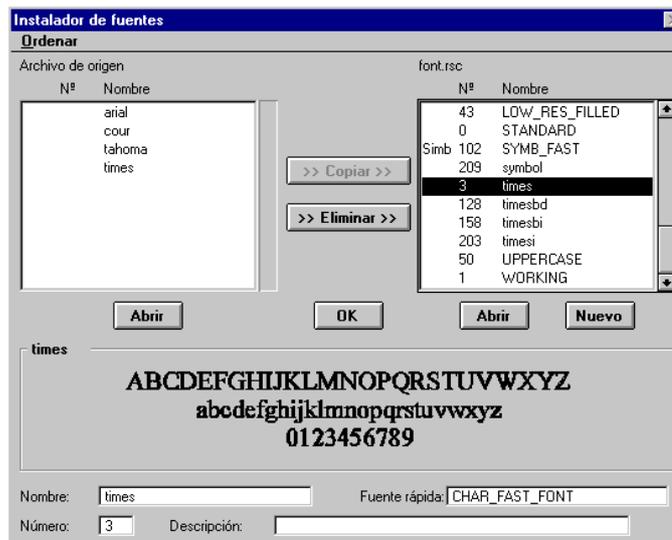
En el campo "*Archivo de Destino*". (en nuestro caso "font.rsc"), pulsar el botón "**Abrir**". En este campo abriremos el fichero de recursos donde estén contenidas las fuentes.

*Nuevo*. Aquí podremos crear nuestro propio fichero de recursos.

Para instalar una fuente determinada:

- Seleccionarla en el archivo de origen (por ejemplo en el directorio de C:\Winnt\Fonts seleccionar cualquier fuente).
- Una vez que aparezca en dicho campo, la seleccionaremos, activando así, el botón "**Copiar**". Pulsar dicho botón.
- Hecho esto, dicha fuente aparecerá en el campo destino precedido por un número de referencia.
- Si la seleccionamos de nuevo (en el campo destino), podremos asignarle manualmente un nombre y un número con el cual aparecerá cada vez que abramos el menú de texto.
- Cambiar el número puede ser necesario en el caso de que queramos instalar una fuente a la que se le asigne un número ya definido.
- Las fuentes aparecerán ordenadas por orden alfabético.

Una vez instaladas las fuentes, pulsar sobre el botón "**Listo**".



## 9. Ficheros de referencia

Un fichero de referencia es un fichero que podremos vincular (pegar) en el fichero de diseño activo pero que no podremos modificar ni "borrar". Sólo nos servirá como referencia en nuestro fichero de diseño.

En el menú "**Archivo**" abrir "**Referencia**". En la ventana que aparece, seleccionar "**Herramientas - Vincular**"



En el menú que aparece seleccionamos el fichero que queremos vincular. Se abre otro menú donde podemos seleccionar (si existen) las vistas salvadas de dicho fichero, así como la escala deseada. Existen otras herramientas en dicho menú, pero la veremos a continuación a partir de la paleta de herramientas de "**Archivos de Referencia**".

En el menú "**Ajustes**" tenemos:

- "**Vínculo**". Se abre otro menú de diálogo donde podremos cambiar los ajustes de dicho fichero.
- "**Niveles**". Se abre el menú de niveles del fichero de referencia. En dicho menú podemos activar o desactivar los niveles del fichero de referencia, según las partes del diseño que queramos visualizar, tal como lo hacemos con cualquier fichero de diseño.
- "**Simbología de niveles**". Este menú nos sirve para activar la simbología de niveles del fichero de referencia.
- "**Secuencia de actualización**". Esta opción nos permite modificar el orden en que se actualizan (ajustan) los ficheros en una vista. Puede personalizar la secuencia de actualización que se utiliza con el archivo de diseño activo mediante este cuadro de diálogo. La funcionalidad de personalización se utiliza para dar prioridad a la visualización de superposición de elementos e imágenes ráster. Tomemos como un ejemplo un archivo que contiene un elemento relleno y a continuación vinculamos un fichero de referencia, de modo que éste quede justo encima del anterior. Cambiar la secuencia de actualización y comparar los resultados con la herramienta de "Ajustar Vista" .

Estos cambios también influirán a la hora de imprimir.

Menú "**Visualizar**":

- "**Diseño**": Visualiza los nombres de los ficheros de referencia vinculados.
- "**Raster**": Utilidad que nos permite visualizar los ficheros "Raster" vinculados. Un fichero "Raster" es una imagen del tipo que se suele utilizar para poner los fondos a los ficheros de MicroStation. Los formatos más usuales son: bmp, tiff, gif, tga, jpg, pcx, etc., en el caso de ficheros "ráster" interactivos, y en el caso de ficheros "ráster" fijos (propios de InterGraph) tenemos: bum, cit, cot, rgb, rle, tga e int.

### 9.1. Archivos de referencia", (menú "herramientas - Archivos de referencia).



- Vincular fichero de referencia. Se utiliza para vincular un fichero de referencia al fichero de diseño activo.



- Definir límite recorte fichero referencia. Se utiliza para definir el límite de recorte del fichero de referencia, es decir, una forma poligonal que define el límite exterior del área del fichero de referencia que se visualiza. Seleccionar mediante cercado, la zona a visualizar.



- Definir área de recorte del fichero de referencia. Permite recortar mediante cercado una zona del fichero de referencia



-Borrar áreas de recorte del archivo de referencia.



- **Sólo 3D.** Definir plano posterior de recorte de fichero de referencia.



- **Sólo 3D.** Definir plano delantero recorte de fichero de referencia.



- Volver a cargar fichero de referencia. Sirve para volver a cargar el fichero de referencia. Esta opción nos permitirá ver las actualizaciones del fichero de referencia en caso de trabajar en una "red"



- Mover fichero de referencia. Se utiliza par desplazar un fichero de referencia.



- Escalar fichero de referencia. Se utiliza para escalar un fichero de referencia.



- Rotar fichero de referencia. Sirve para rotar un fichero de referencia.



- Hacer simetría horizontal de un fichero de referencia. Se utiliza para crear una simetría del fichero de referencia respecto a un eje horizontal.



- Hacer simetría vertical de un fichero de referencia. Se utiliza para crear una simetría del fichero de referencia. respecto a un eje vertical.



-. Sirve para desvincular (borrar del fichero activo) un fichero de referencia.

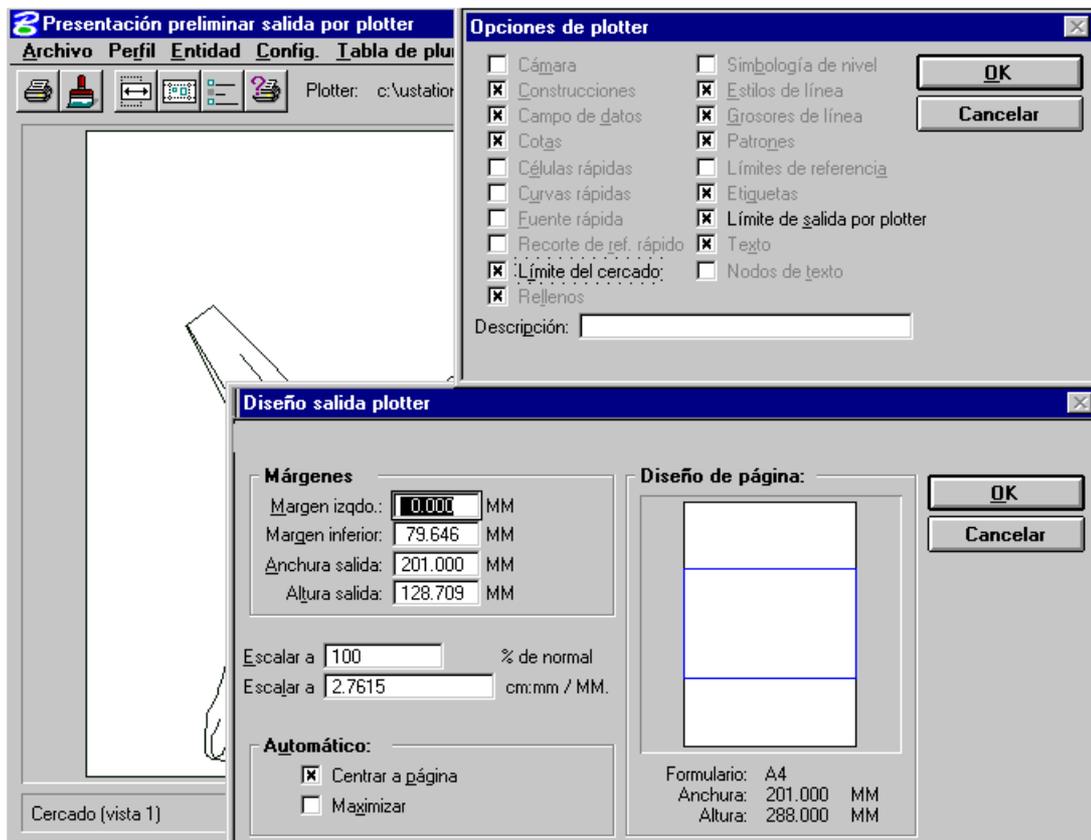
## 10. Salida por impresora o plotter.

### 10.1. Impresión de un fichero de diseño.

Imprimir un fichero de diseño con MicroStation es muy fácil, por eso, sólo vamos a mostrar las herramientas que se pueden utilizar, así como una breve explicación de las mismas.

Abrir "**Imprimir/Salida por Plotter**" del menú "**Archivo**".

En la ventana que vemos en la imagen podemos ajustar una serie de parámetros para "**volcar**" el fichero a una impresora o plotter. Entre otros, destacamos:



- Menú "**Archivo**":
  - *Plotter*: envía el fichero a Impresora o Plotter.
  - *Presentación preliminar*: muestra gráficamente el contenido de lo que vamos a imprimir
  - *Salir*: para volver al fichero de diseño.
- Menú "**Perfil**":
  - *Nuevo*: crea un perfil con la nueva configuración, es decir los cambios realizados en el resto de menús.
  - *Abrir*: abre un perfil ya creado.
  - *Guardar*: guarda los cambios realizados en la configuración del perfil.
- Menú "**Entidad**":
  - *Vista*: número de la vista a imprimir.
  - *Cercado*: en el caso de que exista, imprimirá sólo el contenido del cercado.
  - *Configuración*: si está activado, especifica el área definida en el archivo de configuración de plotter.
- Menú "**Configuración**":
  - *Página*: parámetros del dispositivo de impresión.
  - *Diseño*: márgenes de página, escala y posición del diseño.
  - *Opciones*: permite generar una breve descripción del diseño (título), así como visualizar o no ciertos elementos del mismo.
  - *\*Controlador*: menú para la selección del controlador de impresora o plotter.
  - *Dispositivo*: sólo disponible para MicroStation Geographics

- Menú **“Tabla de Plumas”** (sólo para Plotters): La tabla de plumas es una estructura de datos que puede ser modificada para cambiar el aspecto de la salida por plotter de los elementos.
  - *Nuevo*: crea una nueva tabla de plumas.
  - *Modificar*: modifica la tabla de plumas activa.
  - *Cargar*: abre una tabla existente.
  - *Descargar*: cierra la tabla.

...en el caso de los Plotters es aconsejable consultar los manuales de uso de los mismos para evitar cualquier contratiempo...

## 10.2. Lenguaje de comandos de Plotter/Impresora.

El lenguaje de comandos de Plotter/Impresora es el lenguaje que actúa como intérprete entre la impresora y el fichero de diseño o el software que estamos utilizando. A la hora de imprimir cualquier fichero debemos especificar el tipo de lenguaje que puede interpretar nuestra impresora, pues si esto no fuese así, los resultados podían no ser de nuestro agrado o simplemente la impresora no respondería. A continuación veremos que tipos de lenguaje tenemos bajo MicroStation SE y a que tipo de impresora pertenece. Lo más importante NO es el modelo de impresora que tengamos, sino, el tipo de lenguaje que ésta pueda interpretar:

<b>Lenguajes de Plotter / Impresora</b>	<b>Fichero (driver) de Plotter</b>
Calcomp 906	cal906.plt
Calcomp 907	cal104x.plt, cal524xx.plt, cal906.plt, cal907.plt, ver8536.plt, ver8524.plt
Calcomp 960	cal960.plt
DM/PL (Houston Instrument)	hidmp40.plt, hidmp52.plt, hidmp56.plt, ioline.plt
Enhanced Windows Metafile	emf.plt
EPS	epscripm.plt, epscripc.plt
ESC/P	epson8.plt, epson8h.plt, epson24.plt (necesitan soporte MDL)
HP-GL	drftpro.plt, mutoh500.plt, drftmstr.plt, hp7470a.plt, hp7440a.plt, hp7475a.plt, hp7550a.plt, hp7580b.plt, hp7585b.plt
HP-GL/2	hpgl2.plt, hpljet3.plt, hpljet4.plt, hpljet4v.plt, hpdjet.plt, hpxl300.plt, hp650c.plt, hpglrtl.plt, drfprop.plt, novajet2.plt, oce_rtl2.plt
PCL	hpljet.plt, hppcl5.pcl (necesitan soporte MDL), hp1200c.plt, hp5xxc.plt
Postscript	pscript.plt, pscriptc.plt, ps650c.plt, psc650.plt
SVF	svfhires.plt, svflores.plt

NOTA: Antes de imprimir es aconsejable comprobar en el manual de nuestra impresora cual es el tipo de lenguaje que puede interpretar ésta.

## 11. Herramientas avanzadas

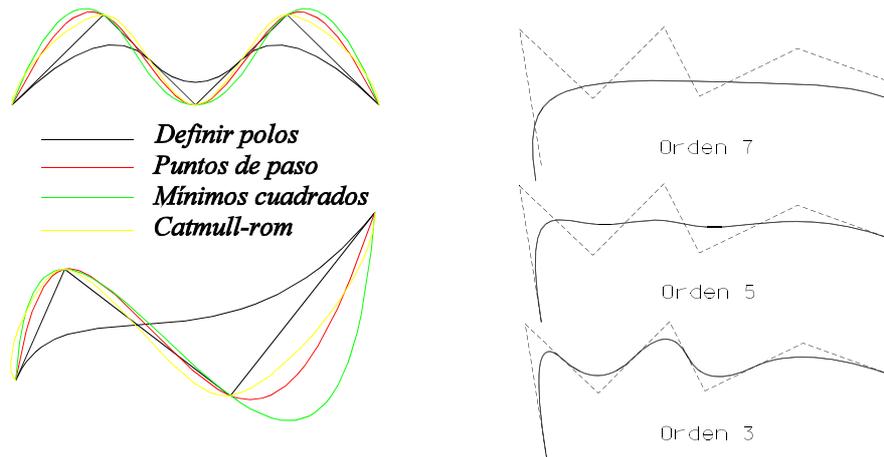
### 11.1. Curvas

En el presente capítulo vamos a tratar aquellas herramientas que nos permiten el trazado de cualquier tipo de curva, ya sea compuesta, B-spline<sup>1</sup>, de Bezier, etc, así como su manipulación y/o modificación.

Las herramientas que vamos a comentar a continuación las podemos encontrar en el menú **“Herramientas - 3D y B-spline - Crear curvas”**.



- Poner Curva B-spline. Esta herramienta permite la colocación de curvas B-spline. El resultado de las curvas depende del método utilizado (ver imagen izq.):



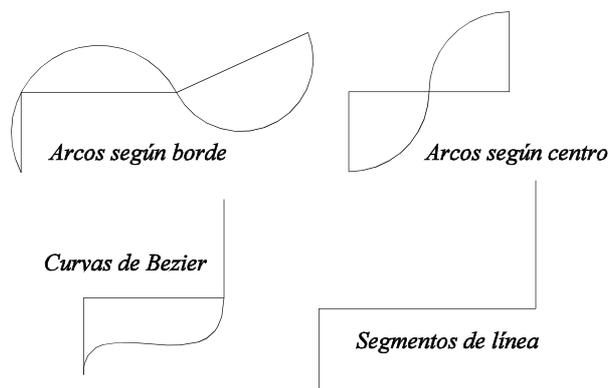
También podemos comprobar que el resultado varía con el número de orden y polos. En términos prácticos, el orden de una curva B-spline define el número de puntos que influyen en el trazado de la curva. Es decir, en una curva de orden 3 (el mínimo está en 2, el cual define una recta) y 7 polos, los puntos que influyen en su trazado serán los 3 últimos introducidos, dejando casi intacto el trazo de curva anterior. En la imagen anterior podemos ver los distintos resultados que nos daría un curva b-spline de 7 polos (puntos de paso) y orden 7, 5 y 3 respectivamente.



- Poner curvas por tangentes. Usado para crear curvas tangentes mediante vectores generados por los puntos de datos introducidos o bien a través de elementos. En este último caso, la curva pasará por los puntos finales de los elementos identificados. Las curvas pueden ser cúbicas o cuadráticas.



- Poner Curva Compuesta. Como en la herramienta “Poner Curva B-spline” anterior, el resultado dependerá del método utilizado. En este caso tenemos una herramienta muy importante, que nos permite construir curvas de Bezier. Las curvas de Bezier son curvas B-splines de 4º orden y 4 polos, con la variante de que el polígono de control visualiza la tangente al último punto de datos, es decir, permite controlar la posición inicial y final, así como las tangentes de dichas posiciones.

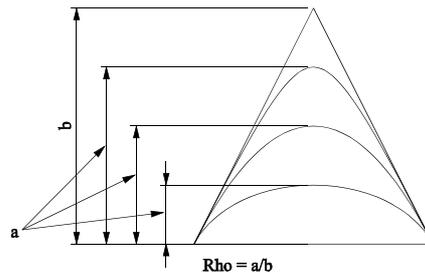


- Construir interpolación por arcos. Esta herramienta nos permite trazar una cadena compleja formada por arcos. Los arcos pasan por los puntos de datos introducidos conservando la tangencia entre estos.

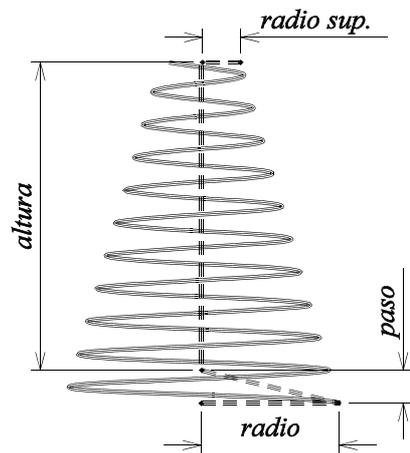




- Poner Cónica. Con esta herramienta podemos construir hipérbolas, parábolas o elipses, siendo variable su resultado mediante la fórmula:  $Rho = a/b$  (ver imagen).



- Poner Espiral. Se utiliza para poner una espiral del tipo Clotoide, logarítmica o de Arquímedes. Otra forma de poner este tipo de espirales es mediante las ecuaciones que podemos encontrar en la "calculadora de curvas".



- Poner hélice (sólo 3D). Se utiliza para construir hélices. La construcción de éstas es muy sencilla y podemos verlo en el siguiente gráfico. Los datos requeridos son: Punto de inicio, Radio base, Paso, Altura total y Radio superior.



- Desplazar elemento. Genera una curva b-spline paralela al elemento identificado conservando la misma distancia entre puntos con respecto al elemento seleccionado.



- Calculadora de curvas. Permite seleccionar o crear cualquier curva, tipo NURBS, basada en una fórmula matemática, permitiéndonos incluso, cambiar las variables de dicha ecuación para obtener resultados distintos.

(Menú "herramientas - curvas b-spline - modificar curvas")



- Cambiar a ajustes de curva activa. Cambia la curva seleccionada, modificando los parámetros definidos como activos. Entre estos tenemos:  
 Polígono: Visible o invisible  
 Curva: Visible o invisible  
 Cierre: Abierto o cerrado  
 Orden: N° de orden  
 Conservar forma: (sólo si orden está activo)



- Reducir datos de curva. Reduce número de polos de una curva, conservando el número de orden y su forma. Según la tolerancia definida nos conservará o no, la forma original de la curva.



- Extender curva. Extiende una curva hasta una posición concreta. Existen tres métodos distintos:  
 - Posición: la extensión es una línea recta  
 - Tangente\*: la extensión es una tangente continua  
 - Curvatura\*: la extensión es una curva continua.  
 \*Escala: Un número pequeño tiende a generar una línea, en cambio, un número grande aumenta la curvatura de la curva que une un punto dado con la curva seleccionada.



- Cambiar dirección de un elemento. Cambia el punto inicial de dicho elemento. Esta herramienta será útil cuando usemos "etiquetas" o bien al rotar una vista para alinearse con un elemento.



- Convertir elemento a b-spline. Convierte un elemento al tipo b-spline.



- Combinar curvas. Herramienta muy similar a la de "extender curva" pero con la particularidad de que las dos curvas seleccionadas se unen para formar una sola. Las opciones que podemos ver en esta herramienta son las mismas que tratamos en la herramienta "extender curva".



- Separar curva b-spline. Usado para convertir una curva B-spline a líneas, curvas, arcos o puntos.



- Aplanar curva. Usado para “aplanar” una curva o proyectarla a un plano específico.



- Modificar curva b-spline. (**Sólo Modeler** - menú herramientas - principal - curvas o entrada por teclado “modify bspline curve”). Permite cambiar una curva o parte de ésta. Podemos variar la tangente en un punto dado (seleccionando ésta), variar la tangente en ambos lados del punto (como si fuesen dos tangentes independientes). Al seleccionar un elemento, vemos una serie de símbolos:

- Triángulos: define el trazo de curva a modificar, el resto quedará intacto.
- Círculos: para modificar la tangente independientemente del lado que se trate.
- Cuadrado: punto sobre el cual modificaremos la curva.

### 11.2. Seleccionar según atributos.

Una de las herramientas más interesantes con las que cuenta MicroStation es “Seleccionar según atributos” que se encuentra en el menú “Editar”. Aparece una ventana como la que muestra la imagen, donde podemos hacer cualquier tipo de combinación para seleccionar o visualizar los elementos. Entre los distintos modos de selección tenemos:

- por niveles
- por tipo de elemento
- por atributos (color ,estilo, grosor)
- por propiedades (relleno, sólido, construcción...)

Otra característica de esta herramienta es la posibilidad de búsqueda sobre una cadena de texto y/o sus propiedades y la de células.



### 11.3. Medición.

Esta herramienta nos permite visualizar en la ventana de comandos una serie de datos como distancias entre elementos, longitudes, radios, etc. según:



- Medir distancia entre puntos. Visualiza la distancia entre 2 puntos o puntos consecutivos.



- Medir radio. Mide el radio de un arco, circunferencia y en el caso de una elipse el radio mayor y menor.



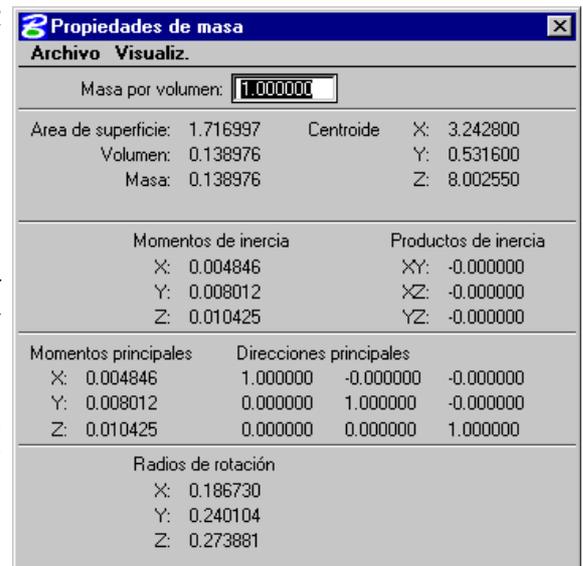
- Medir ángulo entre líneas. Mide el ángulo entre 2 líneas.



- Medir longitud. Mide la longitud de un elemento abierto o cerrado, mostrando, dependiendo del caso, propiedades de masa, así como su centroide. La tolerancia, en caso de medir curvas, es el porcentaje máximo de la distancia entre la curva verdadera y la aproximación usada para medir.



- Medir área. Calcula el área, el perímetro, las propiedades de masa y el centroide de un elemento cerrado, o bien, el área de intersección, unión, diferencia o inundación entre dos (o más, en el caso de inundación) elementos.





- Medir volumen. Calcula el volumen, área, perímetro, así como sus propiedades de masa, el centroide y la orientación de las normales entre otros.

Entre los conceptos anteriormente expuestos tenemos<sup>2</sup>:

- Longitud. La longitud, en unidades de trabajo, de un elemento lineal. Para las superficies, la longitud de geometría de la jaula de alambre.
- Perímetro. El perímetro, en unidades de trabajo, de un elemento plano cerrado.
- Área de superficie. El área de un elemento plano cerrado, o el área de superficie de sólidos en unidades al cuadrado.
- Volumen. Volumen delimitado por un sólido, en unidades cúbicas.
- Masa. La masa, computada mediante la multiplicación de Longitud, Área de superficie o Volumen por el ajuste Masa por <Longitud/Área/Volumen>.
- Centroide. Coordenadas, en unidades de trabajo, del centro de la masa.
- Momentos de inercia. Los momentos de inercia de masa son útiles para el análisis cinemático, incluido el cálculo de la fuerza necesaria para rotar un cuerpo sobre su eje.
- Productos de inercia.
- Momentos principales.
- Direcciones principales. Los tres ejes perpendiculares entre sí que se extienden desde el centroide en el cual tienen lugar los momentos principales. Los productos de inercia en torno a estos ejes son cero.

---

<sup>2</sup> Datos obtenidos del menú de ayuda de MicroStation J

## 12. Diseño 3D

### 12.1. Introducción.

La diferencia básica entre los diseños 2D y 3D estriba en el manejo de un nuevo sistema de coordenadas en el que, además de los clásicos ejes cartesianos X e Y, encontramos el eje Z.

El entorno **MicroStation** responde a la utilización de archivos semilla específicos para 3d, modificando su apariencia y suministrando facilidades para el tratamiento gráfico a lo largo del nuevo eje Z. El fichero semilla al que nos referimos y que deberemos seleccionar a la hora de crear un nuevo fichero de diseño 3D, es el fichero **"seed3d.dgn"**.

Pero lo más lógico sería crear un fichero semilla propio, configurado con las unidades de trabajo (milímetros, centímetros...) que vamos a utilizar normalmente, así como, el tamaño de las fuentes de texto, cota, etc... Hecho esto, cada vez que queramos empezar cualquier diseño, sólo tendremos que seleccionar nuestro fichero semilla y empezar a trabajar; en caso contrario deberíamos configurar cada uno de los nuevos ficheros de diseño.

### 12.2. Vistas 3D.

Al abrir un fichero 3D nos aparecerán cuatro vistas distintas (ver imagen) que corresponden a: planta, alzado, perfil derecho y vista isométrica de un cubo.

### 12.3. Profundidad activa.



Un aspecto importante de los dibujos en tres dimensiones es el concepto de profundidad activa. Se definirá como el plano paralelo a cada vista en el cual se colocan los puntos de datos. Por ejemplo, en la vista en planta, la profundidad activa es un plano paralelo al horizontal, a una distancia que podemos ajustar según nuestras necesidades en cada momento, en el cual los puntos de datos se introducen al trabajar en esa vista.

Para cambiar la profundidad activa de una vista:

- seleccionar la herramienta **"Fijar profundidad activa"**  del menú **"Herramientas - Control de vista - 3D"**.
- identificar la vista que queremos modificar mediante un punto de datos, veremos la imagen de un cubo en la vista isométrica
- introducimos un punto (de datos) en una vista (distinta a la fijada) que coincida con la profundidad deseada. En la vista isométrica podemos ver gráficamente el plano que define la profundidad activa que estamos seleccionando.

Otra opción es escribir por teclado **AZ= coordenada de la profundidad activa** y seleccionar la vista. Por ejemplo, para fijar la profundidad activa de la vista **"alzado"** al plano **Y=1.0**, escribir **AZ=-1** y seleccionar dicha vista. A partir de ahora los puntos introducidos en dicha vista tendrán como coordenada **Y** el valor 1 (El valor -1 es debido a que el criterio de signos no coincide con el propio del sistema de coordenadas. **AZ=-1** significará que nos desplazamos en el sentido de entrar hacia la pantalla y **AZ=1** significará que salimos de la pantalla, por eso en el caso de la vista **"alzado"** **AZ=-1** significará sentido coincidente con Y positivo).

## 12.4. Mostrar profundidad activa.

Para mostrar la profundidad activa de una o más vistas se seleccionará la herramienta  “mostrar profundidad activa” del menú “**Herramientas - 3D - Control de vista 3D**”, o bien por teclado **AZ=?** y a continuación se seleccionarán las vistas deseadas.

## 12.5. Fijar profundidad de visualización.

Para la visión de los distintos elementos de cada una de las vistas se define un cubo de visualización. Dicho cubo es el volumen del espacio tridimensional que **MicroStation** nos muestra en cada una de las vistas.

Para modificar el cubo de visualización elegir la herramienta  “**Fijar profundidad de visualización**” del menú anterior

- seleccionar la vista que se quiere modificar,
- introducir dos puntos de datos para definir los planos delimitadores (en otra vista distinta a la escogida), un punto de datos para el plano de recorte delantero y otro para el posterior, o bien
- por teclado, introducimos **DP= coordenada del plano delantero, coordenada del plano posterior**, y seleccionamos la/s vista/s deseada/s.

## 12.6. Mostrar profundidad de visualización.

Mediante la herramienta  “**Mostrar profundidad de visualización**”, o bien por teclado, **DP=?**, ajustamos el cubo de visualización de la vista. Seleccionar la herramienta y poner un punto de datos en la/s vista/s deseada/s.

**Conviene remarcar que la profundidad activa NO se puede establecer fuera del rango de la profundidad de visualización.**

## 12.7. Bloqueos.

Con este nombre definimos la forma de “bloquear” o permitir el acceso a ciertos datos del diseño. De esta forma podemos bloquear el plano activo para no introducir datos en otro que no sea este, tanto como punto de datos, como por puntos tentativos. El término “bloqueo” se puede referir a profundidad activa, nivel, rejilla, grupo gráfico, eje, coordenadas auxiliares, etc...

La ventana que nos permite configurar todo esto, la tenemos en el menú “**Ajustes - Bloqueos - Completa**”. Veamos el comportamiento de cada uno de ellos:

- **Rejilla**: todos los puntos de datos, así como tentativos, tomas como referencia un punto de la rejilla.
- **Nivel**: bloquea todos los niveles menos el nivel activo. Sólo nos permite trabajar en el nivel activo.
- **Profundidad**: Si está desactivado, sólo reconocerá los elementos que se encuentren en la profundidad activa (AZ=)
- **Nodo de texto**: Si está activado será necesario colocar un nodo de texto para introducir cualquier texto. Desactivado por defecto.
- **Grupo gráfico**: Si está activado reconocerá los elementos del grupo gráfico como si se tratará de un sólo elemento, en caso contrario, los elementos del grupo gráfico serán independientes de este.
- **Plano SCA**: Al activar esta opción todos los puntos de datos se corresponderán con los puntos del Sistema de Coordenadas Auxiliares.
- **Modo cercado**: Establece el modo en que se determina el contenido del cercado, para manipulación o selección de elementos.

### Snap

- **Bloquear snap**: Activa o desactiva el modo de cazado, es decir, el uso del punto tentativo.
- **Modo**: (ver Cap. 1.6 y 5.2) Establece el tipo de búsqueda que realiza el punto tentativo sobre el/los elemento/s.
- **Divisor**: (ver Cap. 1.6) Determina el número de puntos clave de un elemento.
- **Asociación**: Si está activo crea una asociación entre un elemento dado y las cotas, multilineas o células relacionadas. Un elemento de cota asociativo, será modificado automáticamente al cambiar el elemento al cual está relacionado.
- **Plano SCA**: Asocia cada punto tentativo con el plano SCA.
- **Profund-snap**: Si está activo, el punto tentativo se proyectará a lo largo del eje Z activo (profundidad activa) de la vista.



**Eje.**

- *Bloquear eje*: Al activarlo cualquier punto de datos estará bloqueado al eje de coordenadas definido por:
- *Ángulo inicial*: Ángulo que determina el inicio o posición del eje de coordenadas
- *Incremento*: Incremento angular desde el ángulo inicial.

**Unidad.**

- *Bloquear unidades*: Activa el bloqueo de unidades.
- *Distancia*: Determina la unidad mínima y el incremento de esta. La distancia mínima de cualquier elemento será esta o cualquier incremento de esta, en cualquiera de los ejes.

**Isométrico.**

- *Bloqueo isométrico*: Activa o desactiva el bloqueo isométrico.
- *Plano isométrico*: Define el plano sobre el cual se ejerce dicho bloqueo.

**12.8. AccuDraw 3D**

- *AccuDraw 3D* funciona de distinta forma que en 2D, ya que en este caso, independientemente del plano donde nos encontremos, *accudraw* tendrá que tener definido el suyo propio antes de iniciar el diseño. Aún en el caso de que nos encontremos en el plano superior (vista 1: planta), *accudraw* tendrá que saber en que plano queremos trabajar. Esta herramienta nos permite trabajar en una sola vista pero en planos diferentes.

Veamos como ejemplo el diseño de un cubo:

- Activar las herramientas *AccuDraw* y *Poner rectángulo*.
- Seleccionar mediante un punto de datos el origen del rectángulo (vista isométrica)
- Pulsar la tecla "T" para activar *AccuDraw* en el plano superior (TOP), mover el puntero del ratón hacia la derecha y teclear "1" sobre el eje "X", y para identificar el otro vértice del rectángulo, hacer lo mismo pero sobre el eje "Y".
- Identificar el origen del rectángulo mediante un punto tentativo. Teclear la letra "S" para ajustar *AccuDraw* en el plano lateral. Hacer lo mismo que en el apartado anterior, dando el valor "1" a ambos lados.
- Repetir los mismos pasos del apartado anterior, pero en este caso sobre el plano frontal, es decir tecleando la letra "F".

Para finalizar el cubo deberíamos hacer lo mismo de antes pero cambiando los orígenes de los rectángulos.



## 13. Herramientas avanzadas 3D

### 13.1. Primitivas 3D.

Todas las herramientas que vamos a ver a continuación se ejecutarán en la vista isométrica y con *AccuDraw* siempre activo. Además debemos marcar la opción de “eje” como “*puntos accudraw*” en la ventana de ajustes de herramientas. Como característica principal podemos destacar que todos los elementos pueden definirse como sólido, superficie o sólido paramétrico (“*parametric solid*”) en el caso de estar trabajando sobre **MicroStation Modeler**.



- *Poner paralelepípedo*. Seleccionamos el origen y definimos el ancho, alto y profundidad.



- *Poner esfera*. Seleccionar centro y radio.



- *Poner cilindro*. Seleccionar centro, radio y altura.



- *Poner cono*. Seleccionar centro, radio inicial, altura y radio final.



- *Poner toroide*. Seleccionar extremo del radio, centro y ángulo-radio secundario.



- *Poner cuña*. Seleccionar extremo del radio, centro, ángulo y altura.

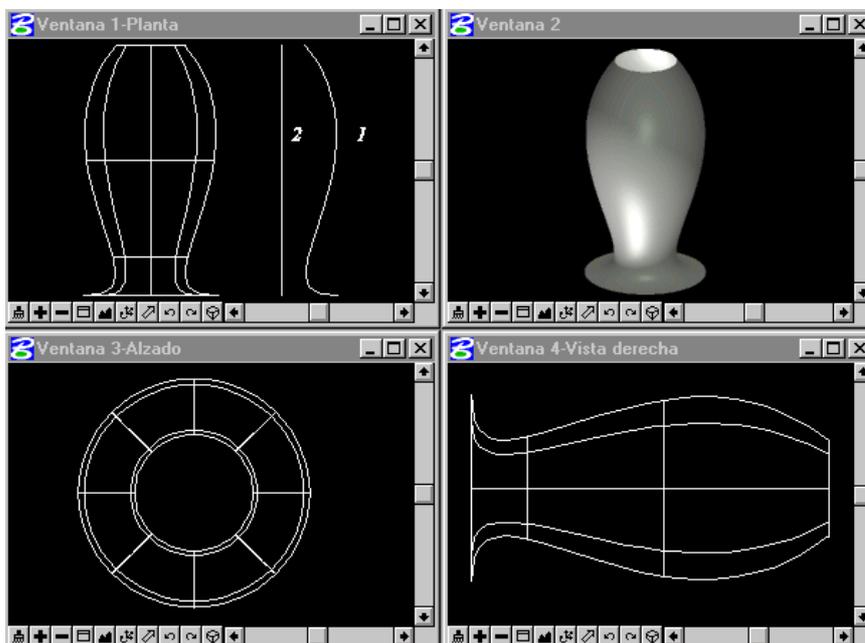
### 13.2. Construcción 3D.



- *Construir superficie de proyección*. Permite construir una superficie o un sólido a partir de elementos 2D por medio de una proyección sobre el eje perpendicular al plano.



- *Construir superficie de revolución*. Construye una superficie de revolución a partir de elementos 2D sobre un eje determinado. En la siguiente imagen podemos ver como se traza una superficie de revolución: Seleccionamos un elemento cualquiera (1) y definimos su origen mediante 2 puntos (2), a continuación vemos el primer trazo de la superficie, según demos puntos de datos se irá completando la superficie. El número de puntos de datos viene dado por la relación:  $360^\circ/\text{ángulo}$ . En el caso que nos ocupa, el ángulo es de  $45^\circ$ , es decir, el número de puntos de datos corresponde a 8.





- *Construir superficie tubular.* Crea una superficie tubular según una sección o elemento circular a través de un trazo que defina la dirección y forma de la superficie. Para crear una superficie tubular necesitamos una curva (segmento o ..) guía para direccionar la superficie y los dos radios, inicial y final en el caso de que “definir según” sea circular.



- *Laminar sólido.* Se utiliza para quitar material de un sólido dejando las caras definidas por un espesor. Pueden existir caras con espesor diferente al resto del sólido. Aquellas caras con espesor cero, son eliminadas del sólido.

#### Parámetros

- *Shell Thickness.* Indica el espesor general del sólido. Si es positivo se añade hacia el exterior, siendo el sólido inicial, el interior. Si es negativo, el efecto es inverso.
- *Face Thickness.* Indica el espesor de una cara distinta del espesor definido por el parámetro *Shell Thickness*



- *Convertir en sólido.* Convierte una superficie en un sólido

### 13.3. Modificar 3D.



- *Modificar sólido.* Modifica las dimensiones de un sólido con respecto a la cara identificada.



- *Borrar caras y componer.* Suprime las caras o características seleccionadas del sólido. Se utiliza para eliminar una o más caras de un sólido que no sean necesarias, como por ejemplo, partes no deseadas disjuntas del mismo, tapas de un sólido, etc. Se pueden eliminar caras individuales o grupos lógico, es decir, las caras que estén conectadas entre si.



- *Construir unión entre superficies.*



- *Construir intersección entre superficies.*



- *Construir diferencia entre superficies..*



- *Cortar sólido.* Se utiliza para realizar un corte de un sólido a través de:
  - Un perfil de diseño o un perfil paramétrico creado con la herramienta “Perfil de boceto”
  - Una célula de dimensión variable

Los perfiles pueden ser abiertos o cerrados. Cuando un perfil abierto no se extiende al borde del sólido se extiende tangencialmente a los lados.

#### Parámetros

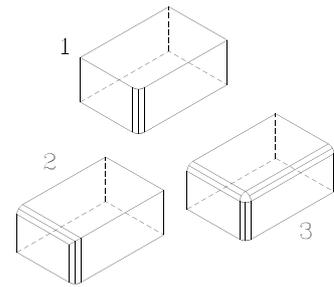
- *Dirección de corte.* Indica la dirección del corte según la superficie normal del perfil.
  - *Ambas*
  - *Adelante*
  - *Atrás*
- *Modo de corte.* Indica los límites de corte
  - *En.* Corta a través de todas las caras.
  - *Definir profundidad*
- *Dividir sólo.* Sólo divide el sólido, sin suprimir la parte seleccionada.
- *Mantener el perfil.* Mantiene el perfil utilizado para el corte.



- *Redondear bordes*. Utilizado para redondear aristas o vértices de un sólido.

*Parámetros*

- *Radio*. Define el radio de redondeo
  - *Seleccionar bordes tangentes*. Si esta activo, los vértices continuos son redondeados en una misma operación. Como podemos apreciar en la imagen, la figura 1 representa la figura tal cual es, y las figuras 2 y 3 con un redondeo sin o con “*bordes tangentes*” activo, respectivamente.



- *Achaflanar bordes*. Se utiliza para construir chaflanes.

*Parámetros*

- *Distancias*. Distancias de inicio del chaflán en cada cara.
  - *Distancia 1*. Distancia desde la primera cara.
  - *Distancia 2*. Distancia desde la segunda cara.
- *Seleccionar bordes tangentes*. Realiza un chaflán continuo a lo largo de todas las aristas.
- *Alternar dirección*. Invierte el valor de las distancias, siempre que estas sean distintas.

### 13.4. Utilidad 3D.



- *Alinear caras*. Existen dos métodos de alineación, uno que alinea las caras de ambos sólidos y el otro que define la alineación de la cara por un plano generado por 3 puntos.



- *Cambiar visualización de SmartSolid*. Cambio el modo de visualización, en cuanto a líneas de reglado, de sólidos y/o superficies. El método de superficie se usará sólo en caso de que el diseño a “renderizar” sea de una versión anterior de MicroStation.



- *Extraer cara o geometría de borde*. Se utiliza para extraer una cara o borde de un sólido. El elemento extraído (copiado y separado) puede ser modificado en cuanto a sus atributos originales.



- *Intersecar sólido/superficie con curva*. Se utiliza para visualizar los puntos de intersección de un sólido o superficie con un elemento lineal o una curva. También podemos visualizar las normales en las intersecciones.

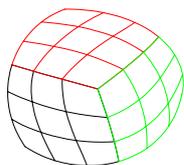
### 13.5. Crear superficies.



- *Construir superficie según sección o red*. Para crear una superficie de según sección debemos dibujar con anterioridad una serie de líneas (mínimo 2) que limiten dicha superficie. Echo esto seleccionar las líneas y aceptar mediante un punto de datos cualquiera. Dependiendo del orden en que se seleccionen los elementos que van a formar parte de dicha superficie así será el resultado. En el caso de una superficie de red, la cosa cambia, ya que en este caso debemos dibujar una serie de líneas que se crucen entre sí (orden “U” y “V”) para generar dicha superficie.



- *Construir superficie según lados*. (Sólo 3D) Se utiliza para construir una superficie B-spline que tenga elementos (líneas, líneas poligonales, formas poligonales, arcos, curvas, curvas B-spline, cadenas complejas y formas poligonales complejas) como lados. Si hay dos lados, se construye entre los límites una superficie reglada que conecta los extremos más próximos o lejanos (podemos aceptar dicha superficie o cambiar el sentido de esta pulsando sobre el botón *reset* del ratón, aceptar mediante un punto de datos.). Si hay cuatro lados, se crea un parche Coons bicúbico combinado. Los elementos que representan los lados se deben encontrar en sus puntos extremos. Si hay tres, cinco o seis, (ver en la imagen, como se diferencian las distintas superficies) entonces se juntan tres, cinco o seis superficies respectivamente para formar un parche, es decir, las superficies se unen formando un grupo gráfico.



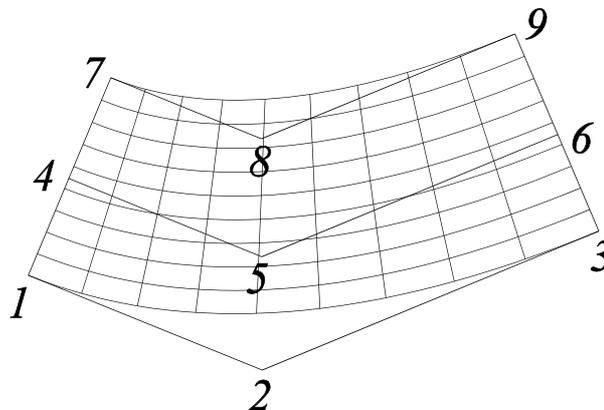
Si desactivamos la opción “*grupo gráfico*” en el menú “*ajustes-bloqueos-completa*”, e intentamos borrar dicha superficie, veremos que son varias superficies unidas entre sí, y no una sola.



- *Poner superficie de forma libre.* Crea una superficie según los puntos introducidos, dependiendo, eso sí, de los valores que le hallamos dado tanto en “U” como en “V”. En la imagen que vemos a continuación podemos ver los pasos que hay que dar para generar dicha superficie, que en este caso concreto tendrá tanto en “U” como en “V” un valor de 3:

El valor “U” en este caso está definido por los puntos sobre el eje horizontal, que como vemos son 3, y el valor “V” para el vertical. Una superficie de forma libre (o cualquier otra) tendrá como mínimo tantos puntos de datos como hallamos indicado en “U” y “V”.

- Introducir punto de inicio (1)
- continuar dando puntos (mínimo 3) y para cerrar la fila pulsar el botón *reset* del ratón. Vemos como automáticamente se pasa el control al primer punto de origen (1).
- introducir otros 3 puntos. Desde el punto número 6 nos pasa el control al origen 4.
- continuar de igual forma hasta el punto número 9.
- reset para finalizar la superficie.



- *Construir superficie exterior.* Crea una superficie tubular según una sección o elemento circular a través de un trazo que defina la dirección y forma de la superficie. Para crear una superficie tubular necesitamos una curva (segmento o ..) guía para direccionar la superficie y los dos radios, inicial y final en el caso de que “definir según” sea circular. Es semejante a la herramienta “*construir superficie tubular*”, pero en este caso podemos diferenciar los extremos de dicha superficie con elementos geoméricamente distintos.



- *Barrido a lo largo de 2 trazos.* Se utiliza para crear una superficie b-spline entre 2 curvas de trazo y/o dos secciones.



- *Construir superficie helicoidal.* Convierte una hélice en superficie, a través de una sección y una dirección dada.



- *Construir superficie desplazada.* Se utiliza par modificar, extender o desplazar una superficie en la dirección de la normal de esta.

### 13.3 Modificar superficies.



- *Construir recorte.* Recorta dos superficies hasta su intersección. Permite recortar ambas superficies a la vez o por separado a través de su intersección, en incluso generar una línea de sección de la intersección.



- *Perforar región de superficie (punch surface region).* Hace una perforación sobre una superficie a través de un elemento dado.  
[el icono pertenece a versiones anteriores de MicroStation, para esta versión debemos utilizar la entrada por teclado.]



- *Proyectar recorte.* Corta una superficie mediante la proyección de un perfil o proyecta una curva b-spline sobre dicha superficie.  
[NOTA: esta herramienta da como resultado un elemento que no es del tipo “superficie”, por tanto, es aconsejable utilizar la herramienta anteriormente expuesta.]



- *Modificar superficie b-spline. (modify bspline surface)* Se utiliza para modificar la forma poligonal de una superficie b-spline.  
[**sólo** entrada por teclado.]



- *Convertir 3D.* Cambio el modo de sólido a superficie o viceversa.



- *Construir grapado.* Une dos superficies separadas entre sí.



- *Cambiar dirección de la normal.* Cambia la dirección de la normal de la superficie seleccionada.



- *Modificar límite de recorte.* Cambia el sentido de los límites de recorte de una superficie. Es decir, lo que es agujero se convierte en superficie y viceversa. Podemos ver el funcionamiento de esta herramienta, creando un ejemplo con la herramienta "Punch surface region".



- *Cambiar a ajustes de superficie activa.* Cambia los ajustes de la superficie seleccionada a la configuración activa según n° orden, visualización polígonos o superficie de control, etc...



- *Dividir superficies.* Divide una superficie en dos. El primer punto de datos identifica la superficie, así como el punto de corte.



- *Extender superficie.* Extiende una superficie según un ángulo, distancia o tangencialmente.



- *Reducir datos de superficie.* Reduce el número de polos de una superficie b-spline. Dependiendo del tipo de superficie, así como de la tolerancia ajustada, se mantendrá la forma original de la superficie.

#### 13.4. Superficies de filete = Redondear superficies



- *Redondear superficies.* Esta herramienta permite crear un acuerdo (superficie B-spline) entre dos superficies (conos, superficies de proyección o revolución o superficies B-splines), no sin antes tener en cuenta las direcciones de las normales de ambas superficies.



- *Construir chaflán entre superficies [sólo entrada por teclado].* Igual que la anterior pero mediante chaflán.



- *Combinar superficies.* Combina o une 2 superficies mediante un tercer elemento o superficie. Es aconsejable ajustar los factores de tangencia y curvatura para una solución adecuada.



- *Combinar superficie b-spline según curvas guía.* Combina 2 superficies mediante un chaflán o redondeo, dejando ambas superficies unidas, pero conservando su independencia. El punto de combinación de ambas superficies mediante el acuerdo o chaflán se realizará a través de las "líneas de reglado" (ver siguiente apartado) de ambas superficies.

#### 13.5. Consultar superficies



- *Evaluar superficie.* Se utiliza para mostrar gráfica y numéricamente los atributos de una superficie b-spline.



- *Analizar curvatura.* Analiza la curvatura de una superficie según un render (gama) de colores.

- Rojo: región plana

- Púrpura: región de curvatura aguda.

Los valores intermedios de curvatura estarán entre la gama de colores púrpura-rojo.



- *Extender región de superficie.* Extruye o estira una superficie según el trazado de una curva auxiliar. [sólo entrada por teclado "extrud surface region"]

### 13.6. Control de vista 3D.



- *Zoom*. Esta herramienta es muy similar a la utilizada anteriormente en 2D, pero en este caso veremos en la vista deseada un rectángulo (o cubo en la vista isométrica) para definir el área sobre la que queremos hacer el "zoom". El área o la parte del diseño que queremos ampliar o reducir se define por tres puntos de datos:

- centro del área (rectángulo o cubo)
- vértices del área o volumen de interés
- volumen nuevo. En este momento según agrandemos o reduzcamos el área, estaremos aumentando o reduciendo respectivamente, el volumen de dicha vista



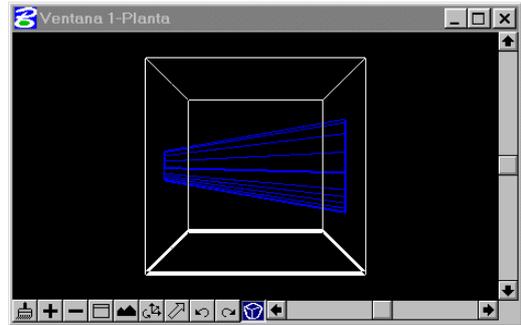
- *Cambiar perspectiva de vista*. Cambia el ángulo de perspectiva o visualización de la vista. En la imagen vemos una muestra de como actúa el cubo de vista.



- *Fijar profundidad de visualización*. Define los planos de recorte delantero y posterior, es decir el rango de visualización entre los dos planos.



- *Fijar profundidad activa*. Delimita el plano sobre el que se situarán los elementos o puntos de datos que introduzcamos. Es necesario activar el bloqueo de snap, "profund.-snap".



- *Mostrar profundidad de visualización*. Visualiza (en la barra de estado o en la ventana de comandos) el rango numérico de visualización de la vista especificada.



- *Mostrar profundidad activa*. Visualiza la profundidad activa (Z=) de la vista.



- *Cambiar rotación de vista*. Cambia el ángulo de visualización de la vista especificada. Se puede rotar la vista según la rotación estándar (planta, alzado, isométrico...) o bien de forma manual.



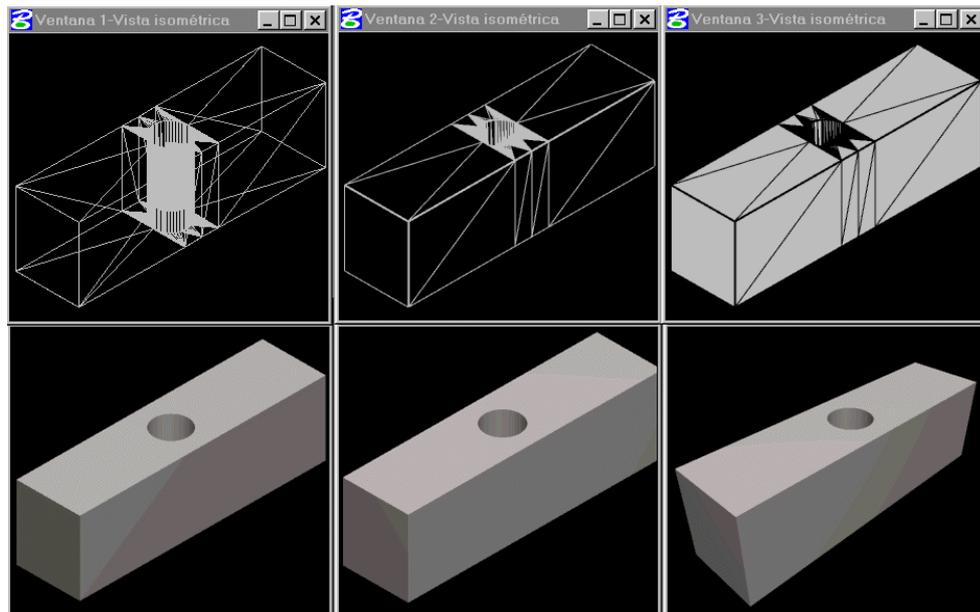
- *Ajustes de cámara*. Se utiliza para cambiar la visualización del diseño de un modo más realístico mediante el enfoque de una cámara fotográfica.



- *Render*. Con esta herramienta podemos cambiar el modo de visualización del diseño. Entre estos modos tenemos:

- *Malla de alambre*
- *Línea oculta o Línea oculta rellena*
- *Continuo*
- *Uniforme*
- *Phong*

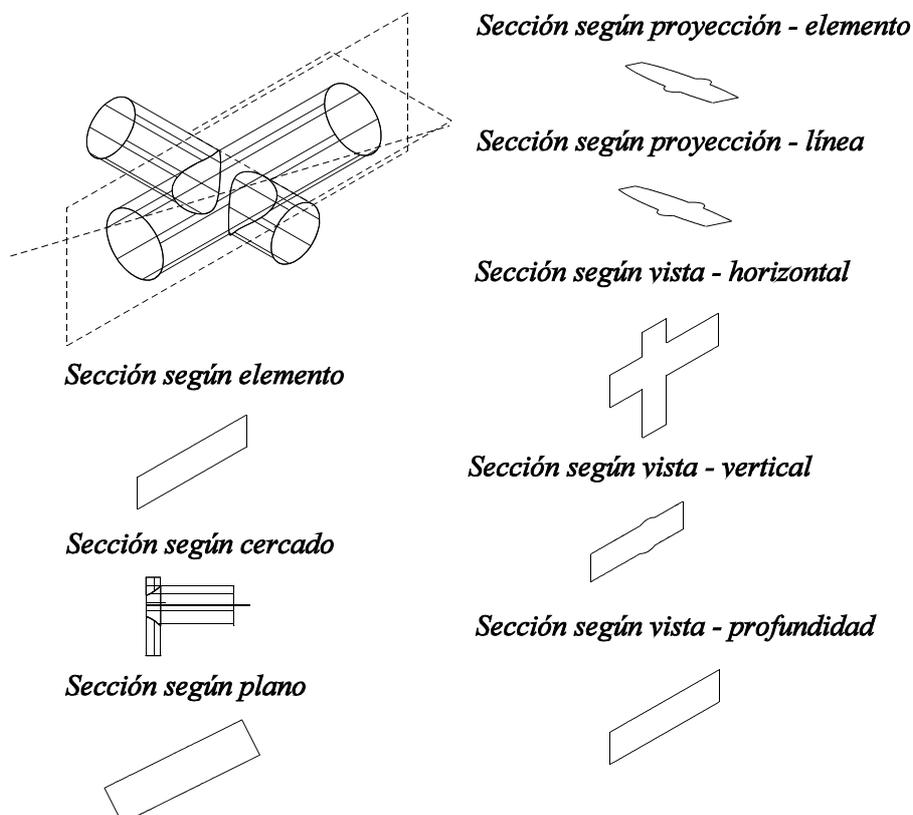
Veamos en la siguiente imagen los distintos modos de visualización mediante un ejemplo:



En la imagen anterior de izquierda a derecha y de arriba/abajo tenemos: malla de alambre, línea oculta, línea oculta rellena, continuo, uniforme y phong.

### 13.7. Generar sección.

Esta herramienta (menú "utilidades - generar sección) se utiliza para crear una sección de un elemento en un fichero de diseño nuevo. En la siguiente imagen podemos mediante este ejemplo todos los modos posibles para generar una sección. Los elementos de línea discontinua representan los elementos, cercado y plano utilizados para dicho ejemplo.



Los métodos son:

Un elemento existente	Sección según elemento
El área de un cercado	Sección según cercado
Un plano definido por tres puntos	Sección según plano
Una proyección de un elemento	Sección según proyección > Elemento
Una proyección de una línea poligonal definida por una serie de puntos de datos	Sección según proyección > Línea poligonal
Un plano horizontal/vertical perpendicular a una vista	Sección según vista > Horizontal/vertical
Un plano paralelo a un plano de vista a una determinada profundidad	Sección según vista > Profundidad

## 14. Ajustes de representación de modelos 3D

A la hora de representar un modelo 3D, influyen muchos factores, tal como resolución, iluminación y sombras, texturas, materiales, etc, que debemos configurar si queremos un resultado perfecto. A partir de aquí vamos a mostrar paso a paso todas las opciones configurables dentro del entorno de *Rendering*.

### 14.1. Ajustes de Rendering.

En el menú de “*Ajustes-rendering-general*” (ver imagen) podemos ver una serie de parámetros que influirán de forma general en la visualización de cualquier modelo 3D. Veamos:

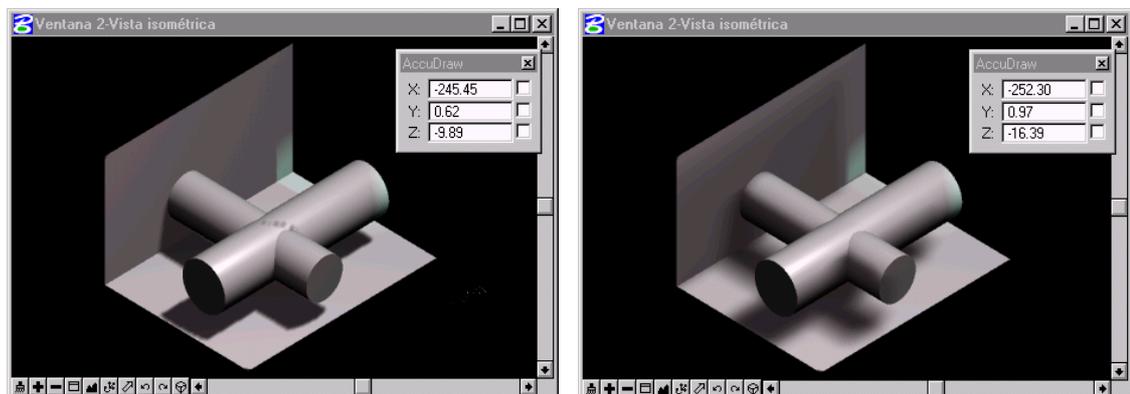
*Varios:*

- *Tolerancia poligonizado:* Define la desviación máxima (en pixels) desde la malla de superficie a la superficie real. Esto determina el tamaño de los polígonos en que se divide una superficie curva, cuando se hace rendering de la misma. Un valor pequeño genera muchos polígonos pequeños que aproximan en gran medida la superficie a aumentando considerablemente el tiempo de rendering. Un valor grande produce una malla compacta con polígonos de mayor tamaño de los que se puede hacer rendering con mayor rapidez. El valor debe estar comprendido entre 0.001 y 1000.



- *Tamaño rejilla filtrado:* Define el tamaño de la rejilla de filtrado, un patrón que determina la calidad del Sombreado Phong con anti-alias y el número de pases necesarios para hacer rendering de una imagen. El valor por defecto es 2, manteniendo un nivel de representación aceptable. El número de pases será 2x2 en este caso. Aumentar dicho número sería absurdo pues aumento en el nivel de representación sería prácticamente inapreciable.

- *Tamaño filtro sombra:* Controla la suavidad de las sombras. Un valor mayor produce sombras más tenues.  
0 -- Sombras muy marcadas y precisas.  
15 -- Sombras con bordes muy suaves.

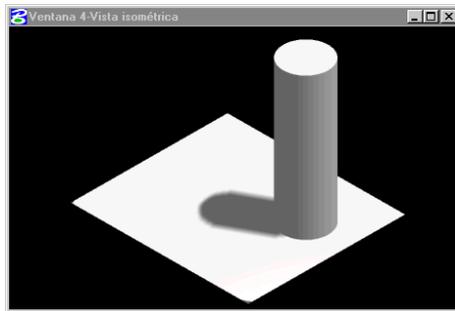


Tamaño filtro sombra 2

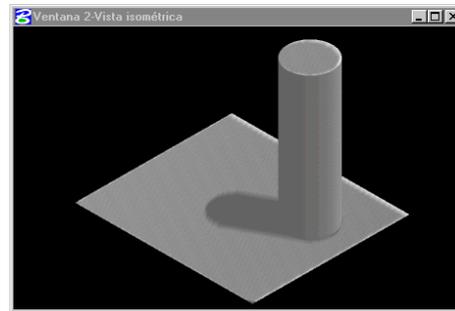
Tamaño filtro sombra máx. 15

NOTA: las sombras sólo se podrán visualizar en el modo de rendering “Phong”, además deberá estar activo el icono “sombras” del menú de “ajustes-rendering-atributos de vista”.

- *Tolerancia de sombra*: Se utiliza para evitar que las superficies proyecten sombras sobre sí mismas. La tolerancia es especificada como una proporción de la distancia máxima desde la luz a un elemento. El valor por defecto, 0,02, generalmente es suficiente para evitar el autosombreado. Un valor mayor puede ser de utilidad cuando la luz caiga sobre una superficie con un ángulo de incidencia pequeño. Las tolerancias de sombra excesivamente grandes pueden producir una generación de sombras inadecuada. El valor debe estar comprendido entre 0.001 y 0.100.



*Tolerancia de sombra 0.1*



*Tolerancia de sombra 0.0*

- *Interpolar texturas*: Si está activada, el color de la superficie se extrae de la imagen del patrón mediante la interpolación entre los dos pixels más cercanos. En la mayoría de los casos, esto genera los mejores resultados, aunque puede no ser recomendable en ciertos casos.

- *Guardar mapas de sombra*: Si está activada, los mapas de sombras se guardan la primera vez que se hace rendering de un diseño, lo que produce una reducción de los tiempos para futuros rendering. El rendering posterior del diseño utiliza los mapas de sombras guardados, en lugar de volver a crearlos. Los nombres de archivos de mapas de sombras se basan en el orden de las luces y en el nombre del archivo de diseño. Para el archivo de diseño "test3d.dgn," los mapas de sombras serán "test3d.l01", "test3d.l02," etc. (donde l es para la luz). Si se mueve una luz utilizando los controles del cuadro de ajustes Iluminación de origen, invalidando su mapa de sombras, el mapa de sombras se puede volver a calcular automáticamente. El cuadro de ajustes Iluminación de origen se abre al elegir Rendering > Iluminación de origen en el menú Ajustes.

- *Ignorar elementos abiertos y texto*: Si está activada, no se podrá visualizar ni hacer rendering de ningún elemento abierto como líneas, arcos y puntos, ni del texto. Si está desactivada, se hará rendering y se visualizarán estos elementos y el texto. Esta opción proporciona la posibilidad de hacer rendering de forma selectiva sólo de aquellos elementos que incluyan un componente de área. Estos incluyen todos los elementos cerrados como bloques, círculos y formas poligonales complejas. Además, se hará rendering de todas las construcciones de superficies (proyecciones, superficies b-spline, etc.) bajo esta opción.

*Indicación distancia*: Contiene controles para simular el efecto de la atmósfera en el modo en que se ven los objetos. Indicación de distancia se define para una vista en el menú "Ajustes-Rendering-Atributos de vista".

- *Distancia corta*: Define la distancia en que comienza el difuminado, especificada como una proporción de la distancia desde la parte frontal al plano de recorte posterior. Por ejemplo, si se define como 0,25, no hay difuminado en el cuarto más cercano del volumen de la vista.

- *Densidad corta*: Define la intensidad de la bruma en Distancia corta.

- *Densidad larga*: Define la intensidad de la bruma en el fondo de la vista.

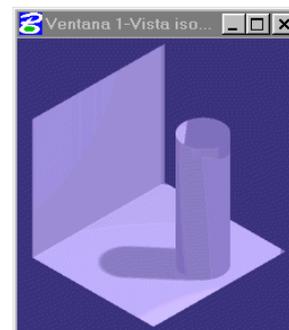
- *Color niebla(bruma)*: Abre el cuadro de diálogo Modificar color niebla, que se utiliza para seleccionar un color de niebla. Un color de niebla se puede utilizar para crear una neblina atmosférica real. Los controles del cuadro de diálogo son análogos a los del Cuadro de diálogo Modificar color.



*Distancia corta 0,  
Densidad corta 1.0  
Densidad larga 0*



*Distancia corta 0.50  
Densidad corta 1.0  
Densidad larga 0*



*Distancia corta 0.50  
Densidad corta 0.50  
Densidad larga 0.50*

## 14.2. Atributos de vista de rendering.

En el menú de "ajustes-rendering-atributos de vista" tenemos una serie de parámetros configurables que nos van a permitir controlar los modos de visualización de cada vista. Veamos en la siguiente imagen

- *Numero de vista*: Define la vista para la que se visualizan los ajustes de atributos de vistas con rendering.



- *Visualización retardada*: Si está activada, el rendering no se visualiza a medida que se realiza. En su lugar, se visualiza la imagen completa con rendering cuando ha terminado.

*Ventajas*: Rendering más rápido, en concreto con hardware de visualización lento. Además, si la visualización no es en color real, las imágenes retardadas utilizan un proceso de degradación superior, lo que genera una imagen mucho mejor en una visualización de 16 colores, y una sutil mejora en una visualización de 256 colores.

*Inconvenientes*: Se necesita más memoria (4 bytes por píxel) para la visualización retardada. Si se realiza el filtrado antialias o la transparencia, también resulta necesaria esta memoria. La visualización retardada no proporciona ninguna indicación visual de que el rendering está en curso.

- *Mapas de patrones/resaltos*: Si está activada, los Mapas de patrones aparecen en la vista.

- *Sombras*: Si está activada, se muestran Sombras en modelos de sombreado Phong.

- *Transparencia*: Si está activada, los materiales que tengan un valor Transmitir mayor que 0 serán translúcidas. Los objetos transparentes se actualizan en último lugar cuando se hace rendering de la vista.

- *Visualizar*: Controla si se hace un rendering continuo del contenido de la vista y, si es así, el modo en que se hace rendering de la vista: Jaula de alambre, Malla de alambre, Línea oculta, Línea oculta rellena, Sombreado continuo, Sombreado uniforme, Sombreado Phong.

- *Indicación de distancia*: Controla la simulación del desvanecimiento atmosférico en una vista:

*Ninguno*: No se produce el desvanecimiento atmosférico.

*Indicación de profundidad*: Los elementos se difuminan a negro a medida que aumenta la distancia visual.

*Bruma*: Los elementos se desvanecen al Color niebla... a medida que aumenta la distancia desde el ojo.

*Nota*: La Indicación de distancia para una vista se configura en el menú "Ajustes-rendering-General".

- *Aceleración de gráficos*: Si está activada, la vista con rendering se acelerará en todas las plataformas que tengan una extensión del acelerador instalada (p.e., Windows NT y SGI). Si está desactivada, la vista se trazará sin aceleración en ninguna plataforma. El botón *Ajustes...* abre el cuadro de diálogo Ajustes de MicroStation OpenGL, que se utiliza para definir opciones de aceleración de gráficos. La interfaz OpenGL mejora el rendimiento de las operaciones intensivas de gráficos, como el rendering o la rotación dinámica de elementos. *OpenGL requiere un dispositivo de visualización de color real o alto. Defina el controlador de visualización (en el Panel de control de Windows) en un mínimo de 32768 colores.*

- *Número de vista*: Se utiliza para seleccionar la vista a la que se aplica OpenGL. "Todo" aplica OpenGL a todas las vistas. Si está activada, OpenGL acelera el dibujo para cada vista que tenga Aceleración de gráficos activada en el cuadro de ajustes Atributos de vista de rendering.

- *Opciones*

*Memoria intermedia doble*: Si está activada, los gráficos OpenGL se visualizan en modo de memoria intermedia doble. Sin embargo, no todas las implantaciones OpenGL soportan las operaciones de visualización de memoria intermedia doble.

*Dinámica*: Si está activada, permite que las manipulaciones de vistas activadas desde los iconos de control de vista operen directamente en los elementos visualizados, en lugar de en un cubo dinámico. Se puede mejorar la rotación dinámica de vista al activar Ver caché.

*Nota*: Active Memoria intermedia doble y Dinámica para proporcionar manipulaciones de vistas uniformes.

*Ver caché*:

*Activar*: Si está activada, se activa la visualización de caché y se visualizan los elementos dentro de las actualizaciones de vistas posteriores desde la memoria caché.

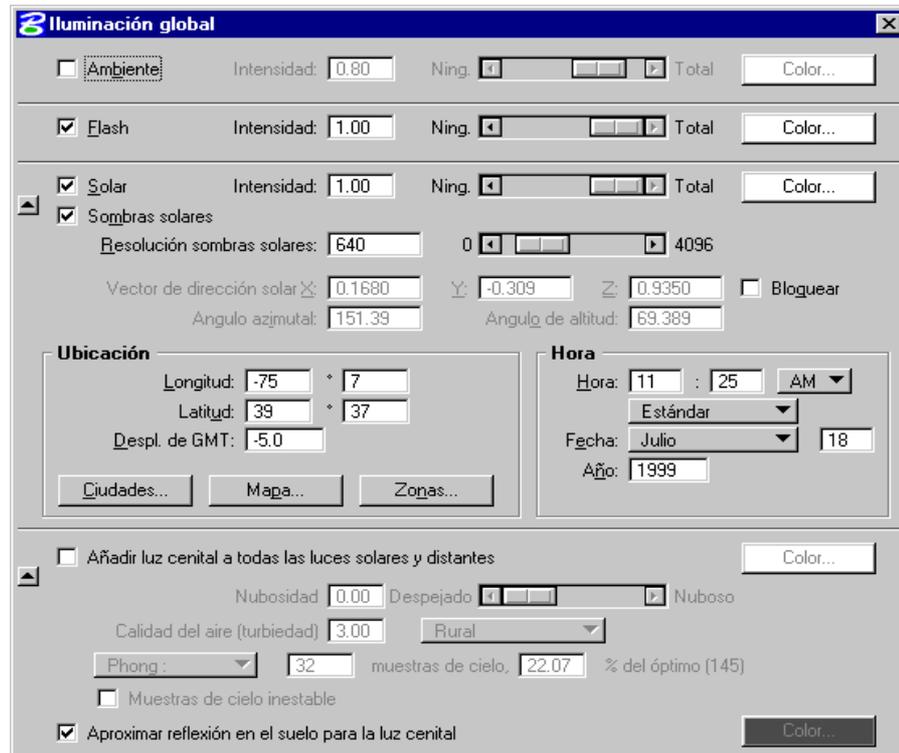
*Trazo múltiple*: Cuanto mayor sea el valor numérico, mayor será el trazo de los elementos y más fina será la malla. Una malla más fina permite la carga de más datos en la memoria caché y permite un aumento de zoom mayor antes de que las líneas curvadas y las superficies comiencen a aparecer en facetas.

Nota: Los mapas de texturas no se visualizan si está activada la visualización de caché.

- *Aplicar*: Aplica cambios de atributos de rendering al número de vista. La vista se actualiza, si es necesario, para mostrar el efecto de los cambios.
- *Todos*: Aplica los atributos del número de vista elegido a todas las vistas.

### 14.3. Iluminación global.

En el menú “ajustes-rendering-iluminación global” tenemos los ajustes necesarios para iluminar los objetos, pudiendo definir el tipo de iluminación, color de las luces, así como la posición geográfica, entre otros. En la siguiente imagen veremos todos los ajustes y a continuación una breve descripción de estos:

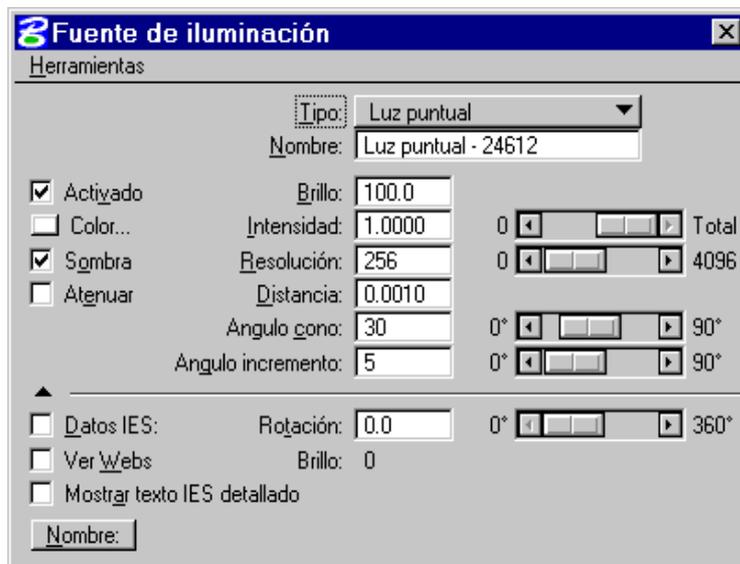


- *Ambiente*: Al activar la luz ambiental podremos modificar la intensidad y el color.
- *Flash*: Luz de Flash. Podemos controlar la intensidad y el color de esta.
- *Solar*: Luz solar. Igual que en los casos anteriores, podemos modificar la intensidad y el color, pero además podemos fijar la posición del sol en una zona geográfica concreta (ver “posición”), así como, el año, mes, día y hora (ver “hora”), o bien, mediante el “vector de dirección solar”.
- *Sombras solares*: Podemos visualizar sombras solares, definiendo la resolución del mapa de sombras generado para la luz solar. Cuanto menor sea el valor, menor será la resolución de las sombras, y se reducirá el tiempo de proceso. Hay que tener mucho cuidado con este valor, pues un valor demasiado alto tardará mucho en procesarlo, incluso en algunos casos “colgar” el ordenador. En el ejemplo que mostramos en apartados anteriores se hizo una prueba con los siguientes tiempos de ejecución:

<b>Resolución sombras solares</b>	<b>Tiempo de proceso</b>
512	9 segundos aprox.
4096	6 minutos aprox.

#### 14.4. Iluminación de origen o fuente.

La iluminación de origen se utiliza para controlar la colocación y configuración de células de origen de luz. Podemos distinguir entre tres métodos de colocación: puntual, punto o distante. En la imagen que vemos a continuación (menú "ajustes-rendering-iluminación de origen" podemos ver los distintos modos de colocación así como los factores que influyen en esta.



- Menú Herramientas:

- *Poner nueva luz*: Se utiliza para poner una célula de fuente de luz con los ajustes actuales.
- *Editar luz*: Se utiliza para cambiar los ajustes para una fuente de luz existente.
- *Explorar luces*: Se utiliza para buscar y resaltar la siguiente fuente de luz en un archivo.
- *Aplicar valores*: Aplica los ajustes actuales a la fuente de luz seleccionada.
- *Mover luz*: Se utiliza para mover una fuente de luz existente.
- *Apuntar luz*: Se utiliza para especificar un punto de destino nuevo para una fuente de luz Puntual o Distante. Está desactivada (atenuada) si Tipo de luz está definida como Punto o Distante.
- *Borrar luz*: Se utiliza para borrar una célula de fuente de luz existente.
- *Borrar mapa(s) de sombras*: Se utiliza para borrar un mapa o mapas de sombras existentes.

- *Tipo de luz*: Define el tipo de fuente de luz que se va a especificar: Puntual, Punto o Distante.

- *Puntual*: El efecto de una fuente de luz de foco es como el de un foco real, irradia un haz cónico. Estos ajustes le permiten "enfocar" la anchura del haz y el desvanecimiento en los bordes.

- *Ángulo cono* define el ángulo del haz (C).

- *Ángulo incremento* es el ángulo (D) en el borde exterior del haz en el que la intensidad disminuye a cero.

Puede especificar si las luces de foco proyectan sombras (en rendering Phong), aunque para ello es necesario que Sombras esté también activado en el cuadro de ajustes del menú "Ajustes-rendering-atributos de vista".

- *Punto*: La luz se irradia en todas las direcciones desde una fuente de luz, similar a una bombilla. Por ejemplo, cualquier superficie que se dirige directamente a una luz de punto es muy brillante, en una vista sombreada, en relación a las superficies que se dirigen fuera de cualquier luz de punto.

Las fuentes de luz de punto no proyectan sombras. Son útiles para la iluminación en general. Por ejemplo, una luz de punto situada sobre un modelo de un bloque de oficinas de varios pisos iluminará todos los pisos, en una vista con render. Esto se aplica también al rendering Phong, tanto si está activado el atributo Sombras para la vista como si no.

- *Distante*: Una fuente de luz distante simula la luz del sol, en dicha luz sólo es importante la dirección de la luz mientras que la posición de la distancia de la luz es irrelevante. Por ejemplo, para un polígono dado, la cara entera se sombrearía por igual. También admiten sombras.

- *Color*: Abre el Cuadro de diálogo Modificar color, que se utiliza para especificar un color para la fuente de luz.

- *Activado*: Si está activada, la fuente de luz está activada. Si está desactivada, la fuente de luz está desactivada.

- *Intensidad*: Define la intensidad de la fuente de luz: 0 -- Sin luz, 1 -- Brillo total.

- *Sombra*: Si está activada, la fuente de luz puede proyectar sombras, en una imagen con rendering Phong. Sólo se aplica a las fuentes de luz Puntual y Distante. Está desactivada (atenuada) si Tipo de luz está definido como Punto.

*Nota: Para que una fuente de luz proyecte sombras en una imagen con sombreado Phong, Sombras debe estar activada para la vista. Sombras se define en el cuadro de ajustes Atributos de vista de rendering, que se abre al elegir Rendering > Atributos de vista en el menú Ajustes.*

- *Resolución*: Define la resolución del mapa de sombras generado para la fuente de luz. Cuanto menor sea el valor, menor será la resolución de las sombras solares de dicha fuente, y se reducirá el tiempo de proceso.

- *Ángulo cono*: Define el ángulo del cono del rayo de una fuente de luz puntual. Se utiliza para "centrar" el rayo. Está desactivada (atenuada) si Tipo de luz está definida como Punto o Distante.

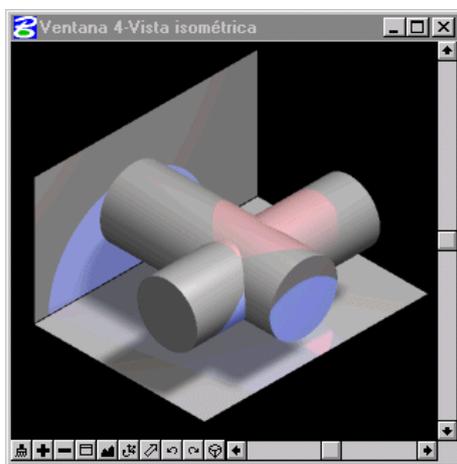
- *Ángulo incremento*: Define el ángulo por el que el rayo de la luz Puntual se encuentra entre intensidad total y cero. Está desactivada (atenuada) si Tipo de luz está definida como Punto o Distante.

- *Atenuar*: Si está activada, la fuente de luz se atenúa ; su intensidad disminuye a medida que aumenta la distancia.

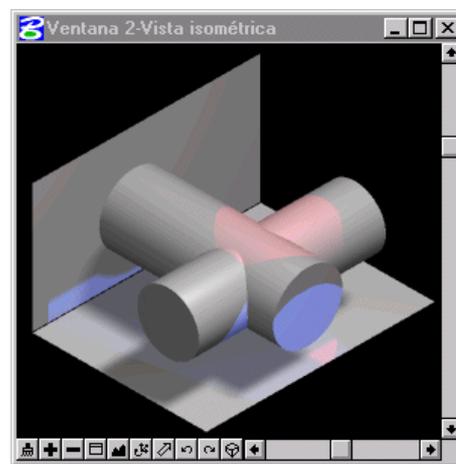
- *Distancia*: Define la distancia desde la fuente de luz, en unidades de trabajo, en la que su intensidad atenuada es la mitad de su intensidad original.

A continuación vamos a ver una serie de ejemplos que nos mostrarán gráficamente el significado de alguno de los conceptos anteriormente expuestos:

- *Iluminación fuente con o sin sombras*. En ambas imágenes podemos ver las sombras solares que reflejan los objetos, pero en cambio la sombra posterior generada por el objeto a través de la luz puntual (azulada), sólo podemos verla en una de las imágenes.

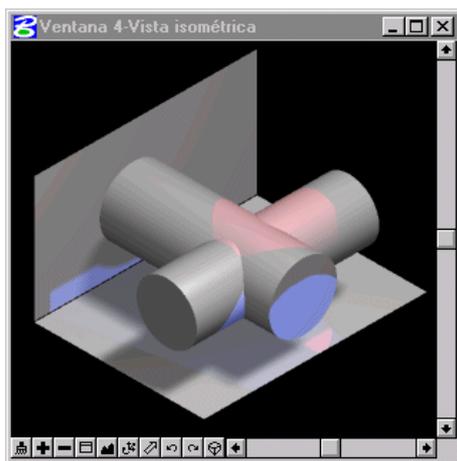


*Iluminación puntual sin sombra*

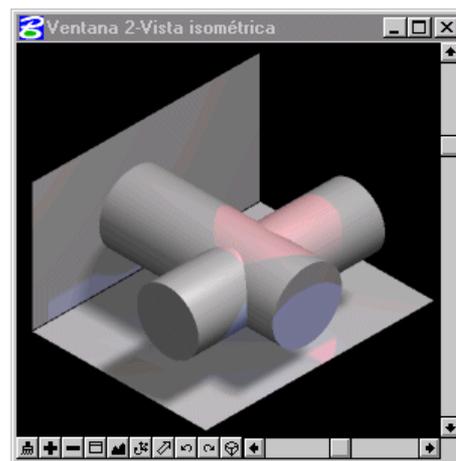


*Iluminación puntual con sombras*

- *Iluminación puntual con distintas intensidades de luz*. Las imágenes que vemos a continuación nos dan una muestra de lo que se puede hacer con distintas intensidades de luz.

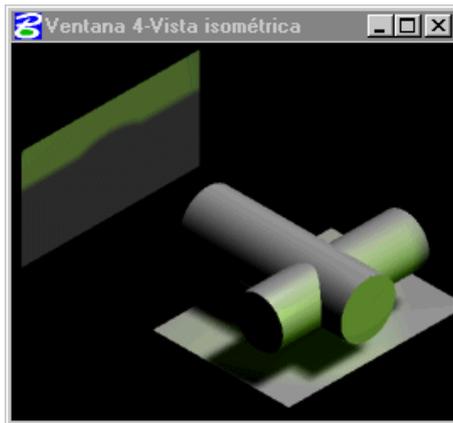


*Intensidad máxima (1)*



*Intensidad media (0.5)*

- *Atenuar según distancias*. La intensidad de la luz que incide sobre los objetos se puede ajustar (atenuar) según la distancia focal hasta el/los objetos. En los dos casos que muestran las imágenes podemos ver como la intensidad de la luz varía según la distancia de los objetos. En el primer caso la distancia se ha fijado justo detrás de la cara frontal del objeto, motivo por el cual, el plano posterior apenas está iluminado. En el siguiente caso la distancia se ha fijado detrás del plano posterior, pudiendo así iluminar ambos objetos con la misma intensidad. En ambos casos está activada la iluminación global, para poder visualizar mejor las imágenes.

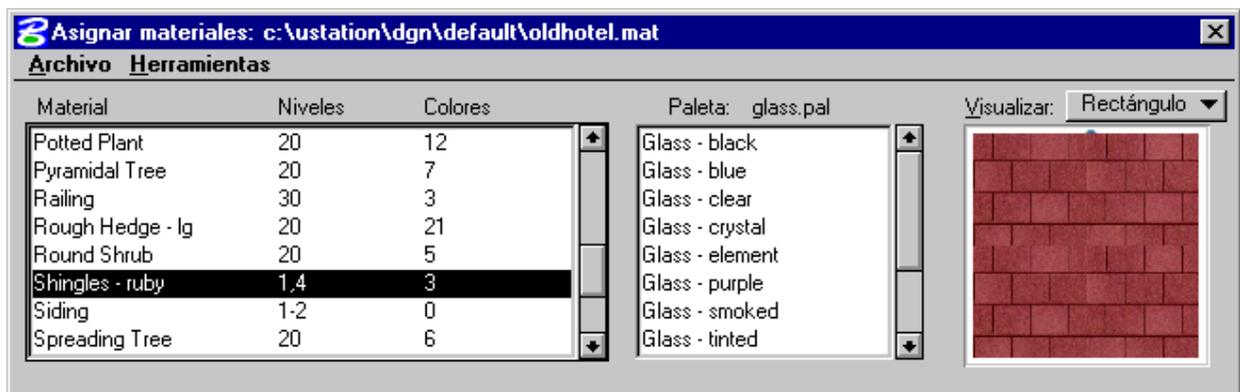


### 14.5. Asignar materiales.

En el menú “*ajustes-rendering-asignar materiales*” tenemos los ajustes necesarios para asignar materiales a los elementos dependiendo de sus atributos, tal como color, nivel...etc. Por defecto, se utilizan asignaciones de la tabla de asignación de materiales del archivo de diseño (en caso de este exista, tiene el mismo nombre que el archivo de diseño con la extensión “.mat”). Si se encuentra una tabla existente, la lista Materiales muestra las definiciones de materiales de este archivo. Si este archivo no se encuentra en el directorio por defecto o en el directorio que señala la variable de configuración MS\_MATERIAL, se crea una nueva tabla de asignación de materiales.

Es decir, una tabla de materiales es un fichero donde se guardan todas las asignaciones de materiales realizadas sobre un archivo de diseño, en cambio una paleta de materiales es un archivo con materiales de ejemplo, que luego podemos vincular sobre un archivo de diseño.

En la imagen que vemos a continuación podemos ver un ejemplo de tabla de materiales. Veamos los distintos menús, que son y como se utilizan:



- *Menú Archivo:*

- *Abrir tabla de materiales.* Abre el cuadro de diálogo “*Abrir archivo de tablas*”, que se utiliza para abrir un archivo de tabla de materiales.

- *Guardar tabla de materiales.* Guarda las asignaciones de materiales, realizadas o modificadas en el diseño actual, en la tabla de materiales abierta.

- *Guardar tabla de materiales como.* Similar a la anterior pero con la posibilidad de dar un nombre distinto.

- *Abrir paleta.* Abre el cuadro de diálogo “*Abrir archivo de paletas*”, que se utiliza para abrir un archivo de paletas de materiales.

- *Salir.* Cierra el cuadro de ajustes.

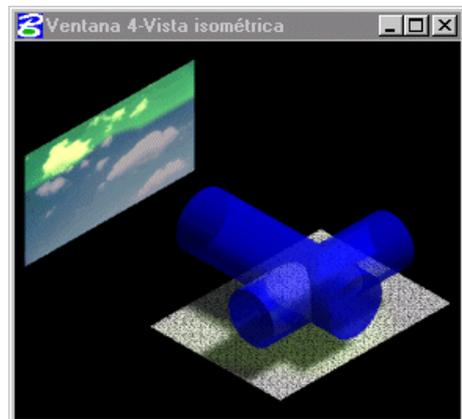
## - Menú Herramientas:

- *Asignar*. Abre el cuadro de diálogo *Asignar material*, que se utiliza para asignar un material a elementos en un nivel o niveles con un color o colores. Esta opción de menú no se encuentra disponible (atenuada) si no se selecciona ningún material en el cuadro Material o Paleta.
  - *Niveles*. Define el nivel o niveles a los que se asignará el material.
  - *Colores*. Define el color o colores a los que se va a asignar el material.
- *Asignar según selección*. Se utiliza para asignar un material a la paleta de materiales abierta mediante la identificación de un elemento. Esta opción de menú no se encuentra disponible (atenuada) si no se selecciona ningún material en el cuadro Material o Paleta.
- *Borrar asignación*. Borra la asignación seleccionada de la lista. Esta opción de menú no está disponible (atenuada), si no hay ningún material seleccionado en el cuadro Material.
- *Vincular material*. Vincula un atributo de material al elemento o elementos seleccionados.
- *Borrar vínculo de material*. Borra un atributo de material del elemento o elementos seleccionados.
- *Definir mapas de entorno*. Abre el cuadro de diálogo *Seleccionar mapa de entorno*, lo que permite asignar una imagen a las caras superior, inferior, alzado, posterior, izquierda y derecha del cubo de entorno.
- *Borrar mapas de entorno*. Borra todos los mapas de entorno.
- *Presentación preliminar de material*. Se utiliza para ver el aspecto de un material al aplicarse a un elemento o elementos de un archivo. Después de seleccionar un elemento, la sección Visualizar muestra el material aplicado al elemento. Para realizar una presentación preliminar de múltiples elementos, se utiliza la herramienta Selección de elementos para seleccionarlos antes de elegir Presentación preliminar.
- *Editar material*. Se utiliza para editar un material existente a partir de cualquier lista de asignación de materiales, o la lista Paletas. Si selecciona una asignación de la lista de asignación actual, o un material de la lista de paletas, la elección de Editar material abre el cuadro de ajustes Definir materiales con dicha paleta y material seleccionado. Si no se selecciona ninguna asignación o material, se le pedirá que seleccione elementos. Si el elemento tiene un material definido, el cuadro de ajustes Definir materiales se abre con la paleta y el material seleccionado. Esto resulta especialmente útil para consultar las definiciones de materiales en un archivo de diseño.

Veamos como funciona todo esto mediante un ejemplo:

- Crear un diseño como el utilizado en capítulos anteriores y definir cada elemento en una capa y color distintos.

- Abrir el menú “ajustes-rendering-asignar materiales” (ver imagen anterior).
- Abrir “archivo-abrir paleta”. En el menú que aparece, abrir la paleta de materiales “glass.pal” y en esta seleccionar “glass - blue”.
- En el menú “herramientas” seleccionar “asignar...”
- En el siguiente diálogo identificar el color y nivel del primer elemento (cilindros), OK.
- Abrir la paleta de materiales: “backdrop.pal” y en esta seleccionar el material “Clouds - puffy”.
- Asignar dicho material el color y nivel del segundo elemento (fondo).
- Abrir la paleta de materiales: “Granite.pal” y en esta seleccionar el material “Granite - ebony pearl”.
- Asignarlo al color y nivel del siguiente elemento (suelo).



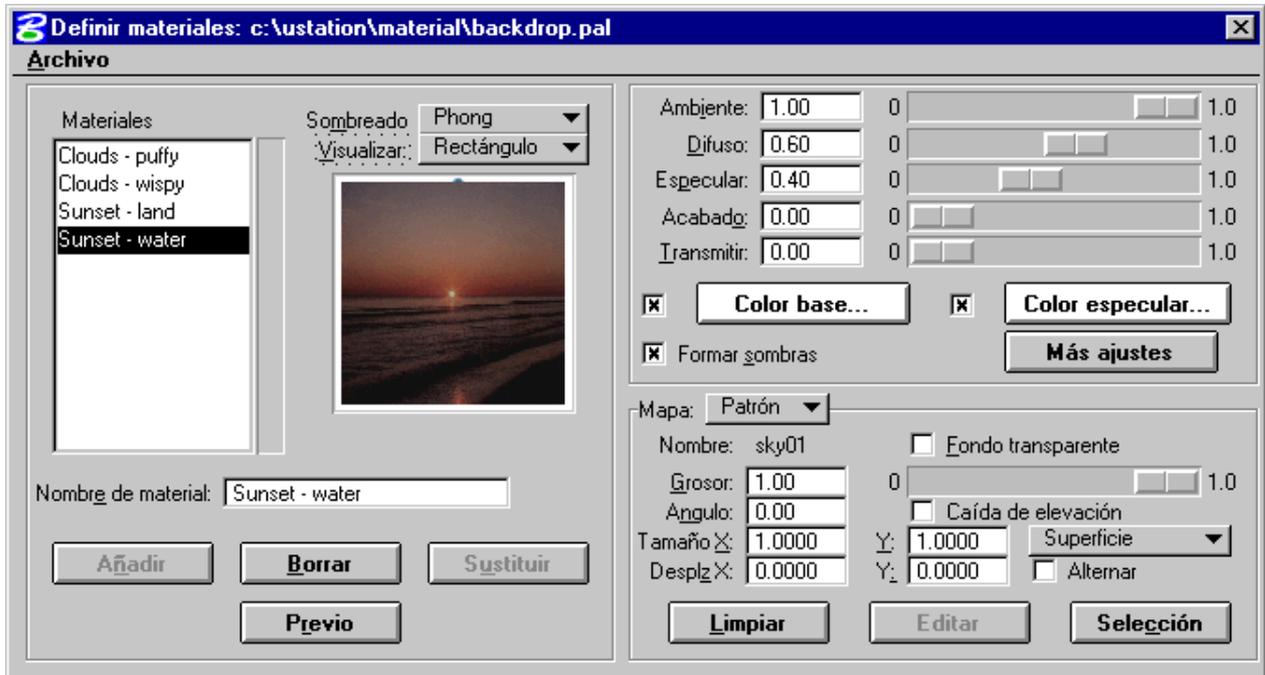
Para salvar los cambios en el fichero “.mat” abrir el menú “archivo-guardar..”

Para visualizar los cambios realizados en el diseño, realizar un “phong” sobre la vista deseada. Si usamos la paleta de materiales “glass.pal” debemos activar la opción de transparencia en el menú “ajustes-rendering-atributos de vista”.

## 14.6. Definir materiales.

Puede asignar definiciones de material, atributos relacionados con el color, textura, transparencia y acabado de las superficies. Los materiales se definen en una paleta de materiales. Las definiciones de material pueden incluir un mapa de patrones, un mapa de resaltos o ambos. Es decir, es la utilidad que nos va a permitir modificar cualquier textura de material, según una serie de datos, creando así nuestra propia tabla de materiales.

Entre las opciones disponibles, pasamos a destacar las siguientes:



- *Mapas de patrones.* Para conseguir un mayor realismo, se puede incluir un mapa de patrones en una definición de materiales. Los mapas de patrones son imágenes ráster (patrones) que se "asignan" a las superficies seleccionadas en el archivo de diseño, tal y como determinan las asignaciones de materiales.

Por ejemplo puede asignarse una imagen de una moqueta, a una forma poligonal del archivo de diseño que indique el suelo. Al hacerse render, la forma poligonal toma el aspecto de la moqueta.

- *Mapas de resaltos.* (Sólo para sombreado Phong) Las definiciones de materiales pueden incluir un mapa de resaltos, que puede ser cualquier imagen (incluso la misma imagen que se utiliza para un mapa de patrones). Las partes más brillantes de la imagen se interpretan como puntos más altos, o resaltos y las áreas más oscuras se interpretan como depresiones o hendiduras.

Los mapas de resaltos se pueden utilizar para simular superficies realistas. Por ejemplo, una definición de materiales puede utilizar un mapa de un patrón de ladrillos y cemento, junto con el mapa de resaltos equivalente, para conseguir ladrillos y cemento más realistas.

- *Efectos de iluminación de materiales.* El rendering depende de la reflexión de la luz sobre las superficies del archivo de diseño. Las definiciones de materiales incluyen ajustes para varias propiedades que afectan al modo en que se trata la iluminación. Los ajustes a los que nos referimos son:

- Ambiente
- Difuso
- Especular y acabado
- Transmitir
- Color base
- Color especular

### **Sugerencia:**

Se proporcionan muchos ejemplos de definiciones de materiales. Si no tiene previsto crear sus propias definiciones de material, aunque desea aplicar la definiciones de materiales a los elementos, véase asignar materiales a los elementos.



## 15. Utilidades de Imagen

### 15.1. Guardar imagen.

Esta herramienta la podemos encontrar en el menú “*utilidades-imagen-guardar...*” y sirve para guardar el contenido de una vista, conservando los atributos de esta. Es decir, una imagen con un “render” del tipo “phong” con texturas de materiales, iluminación ...etc, puede ser archivada en múltiples formatos de imagen.

En la imagen podemos ver todos los parámetros que influyen a la hora de guardar un archivo de este tipo.



- *Vista*. Define la vista de origen.

- *Formato*. Define el formato del archivo de imagen (véase Formatos de imagen admitidos). Entre los formatos de archivo, podemos destacar los siguientes: Intergraph RGB, Jpeg, Pcx, Postscript, Sun Raster, Targa, Windows BMP, WordPerfect WPG... etc.

- *Compresión*. Define el grado de compresión, desde Pérdida mínima a Pérdida máxima, para un archivo de imagen con Formato JPEG. Se consigue una mayor compresión a medida que se reduce la calidad de imagen: Pérdida mínima ofrece la calidad de imagen más alta y la menor compresión ; Pérdida máxima ofrece la calidad de imagen más pobre y la mayor compresión. Este control aparece desactivado (atenuado) si Formato no se ha definido como JPEG.

- *Modo*. Define el número de colores de la paleta de colores del archivo de imágenes. Las opciones disponibles dependen del Formato elegido. Por ejemplo, Intergraph RGB sólo soporta colores de 24 bits, mientras que PICT soporta colores de 24 bits, 256 colores y escala de grises.

- *Sombreado*. Define el método de rendering -- Malla de alambre, Línea oculta, Línea oculta rellena, Continuo, Uniforme (Gouraud) o Phong. Véase Métodos de rendering para obtener información sobre los métodos de rendering.

- *Tipo de sombreado*. Define el tipo de sombreado -- Normal, Anti-alias (véase Sombreado Phong con anti-alias) o Estéreo.

- *Resolución X Y*. Define la resolución, en pixels, en la que se guarda la imagen. Al definir la resolución X o Y, ésta se ajusta de forma automática para igualar la relación aspectual de la vista.

- *Corrección gamma*. Define el brillo de la imagen del archivo. El valor por defecto es 1; el rango válido es de 0,1 a 3,0. El aumento del ajuste de la corrección Gamma aclara la imagen, su reducción oscurece la imagen.

- *Rendering de banda*. Contiene controles que se utilizan para separar el sujeto de rendering de destino en una serie de bandas definidas por el usuario. Después, cada banda se procesa como una imagen individual dentro de la memoria del sistema del ordenador y se escribe en el disco. Al término de la última banda, la operación de rendering combina todas las bandas en la imagen terminada.

- *Guardar...* Abre el cuadro de diálogo Guardar imagen como, que se utiliza para guardar el archivo de imagen.

- *Cancelar*. Cierra el cuadro de diálogo sin crear ningún archivo de imagen.

### 15.2. Capturar.

Abre el cuadro de diálogo “*utilidades-imagen-captura*”, que se utiliza para realizar “capturas de pantallas”, osea para capturar una imagen de la pantalla o una parte de la pantalla en una amplia variedad de formatos gráficos.

Entre las opciones del menú tenemos:

- *Capturar pantalla*. Captura una imagen de toda la pantalla (incluido el cuadro de ajustes Captura de pantalla) y después abre el cuadro de diálogo Capturar salida de pantalla, que se utiliza para definir el nombre de archivo y el formato, y para guardar la imagen en disco.



Al ejecutar cualquiera de las opciones aparece un nuevo menú de diálogo que nos permite modificar el formato de salida de dicho archivo. Veamos:

- *Tipo de formato.* Define el formato del archivo de imagen (véase **Formatos de imagen admitidos**) en que se guarda la imagen de la pantalla.
- *Compresión.* Define el grado de compresión, desde Pérdida mínima a Pérdida máxima, para un archivo de imagen con formato JPEG. Se consigue un mayor grado de compresión cuando se sacrifica la calidad de la imagen. Pérdida mínima ofrece la mayor calidad de imagen y una menor compresión. Pérdida máxima ofrece la calidad de imagen más pobre y el mayor grado de compresión. Este control aparece desactivado (atenuado) si Formato no se ha definido como JPEG.
- *Modo.* Las opciones disponibles dependen del Formato elegido. Por ejemplo, Intergraph RGB sólo soporta colores de 24 bits, mientras que PICT soporta colores de 24 bits, 256 colores y escala de grises.
- *Capturar rectángulo.* Se utiliza para capturar una imagen de un área rectangular de una vista. Después de hacer clic en el botón, dos puntos de datos definen el rectángulo y abren el cuadro de diálogo Capturar salida de pantalla, que se utiliza para definir el nombre de archivo y el formato, y para guardar la imagen en disco.
- *Capturar vista.* Se utiliza para capturar una imagen del contenido de una vista. Después de hacer clic en este botón y de seleccionar la vista, se abrirá el cuadro de diálogo Capturar salida de pantalla. El cuadro de diálogo se utiliza para definir el nombre de archivo y el formato, y guardar la imagen en disco.
- *Capturar ventana de vista.* Se utiliza para capturar una imagen del contenido de una vista y el borde de su ventana. Después de hacer clic en este botón y de seleccionar la vista, se abrirá el cuadro de diálogo Capturar salida de pantalla. El cuadro de diálogo se utiliza para definir el nombre de archivo y el formato, y guardar la imagen en disco.

### 15.3. Convertir.

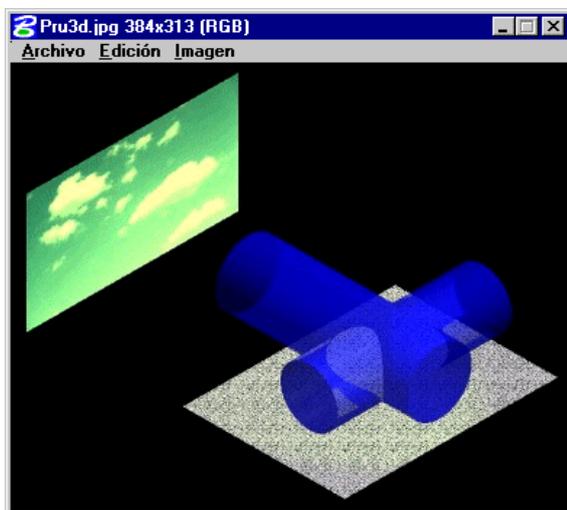
Abre el cuadro de diálogo “*utilidades-imagen-convertir*”, que se utiliza para convertir un archivo ráster (de mapa de bits) de un formato que MicroStation soporta directamente a un formato que MicroStation no soporta directamente.

El manejo es bien simple, sólo hay que especificar el nombre de fichero de entrada y el nombre y tipo del archivo de salida.

### 15.4. Visualizar.

Abre el cuadro de diálogo Visualizar imagen del menú “*utilidades-imagen-visualizar*”, que se utiliza para visualizar una imagen (ráster) de mapa de bits en una ventana. También puede realizarse la modificación del archivo de imagen.

Cuando ejecutamos la aplicación aparece una ventana donde seleccionamos el archivo a visualizar. La configuración de menús es la siguiente:



- *Archivo:*

- *Abrir.* Abre el cuadro de diálogo Visualizar imagen, que se utiliza para identificar la imagen ráster para su visualización.
- *Guardar.* Guarda la imagen modificada con el mismo nombre y tipo de imagen ráster.
- *Guardar como.* Guarda la imagen modificada con un nombre y/o tipo de imagen diferente.
- *Cortar.* Corta el área seleccionada (al Portapapeles) y la sustituye por el color de fondo.
- *Copiar.* Copia el área seleccionada (al Portapapeles).
- *Pegar.* Pega los datos del Portapapeles.



**Edición:**

- *Tamaño*. Cambia el tamaño de la imagen al permitir especificar una nueva cifra en pixels.
- *Recortar*. Recorta el área a un rectángulo seleccionado.
- *Rotar*. Rota la imagen 90 ó 180 grados, sobre el eje horizontal (X) o vertical (Y).
- *Simetría*. Realiza una simetría de la imagen a lo largo del eje horizontal (X) o vertical (Y).

**Imagen:**

- *Igualar*. Realiza una ecualización de histograma en la paleta de colores de la imagen.
- *Corrección gamma*. Aclara u oscurece los colores de la gama media de la imagen.
- *Tinte*. Tinta la imagen. Modifica la imagen según los valores RGB (R=red,rojo; G=green,verde; B=blue,azul)
- *Negativo*. Convierte una imagen en su negativo o complemento de color.
- *Desenfocar*. Suaviza las líneas dentadas mediante la ordenación de pixels a fin de crear una transición suave entre pixels adyacentes.
- *Modo de color*. Ajusta una profundidad de color de imágenes hacia arriba o hacia abajo.
  - *RGB*. Cambiar la profundidad del color a 24 bits (256 rojo, 256 verde, 256 azul)
  - *16 colores*. Cambiar el número de colores a 16 (profundidad de color de 4 bits)
  - *256 colores*. Cambiar el número de colores a 256
  - *Escala de grises*. Procesar todos los colores al valor de escala de grises más cercano (256 sombras de gris)
  - *Monocromo*. Procesar todos los colores y escala de grises a 1 bit o blanco y negro. Se realiza una degradación extrema.

**15.5. Películas.**

Abre la ventana del menú “*utilidades-imagen-películas*”, que se utiliza para reproducir una secuencia animada.

En la imagen podemos ver un ejemplo de la ventana de dialogo “*películas*”, la cual nos muestra unos botones y una serie de menús que pasamos a describir a continuación:

- *Botón Parar* (| |): Detiene la reproducción de una secuencia.
- *Botón Reproducir* (>): Reproduce la secuencia cargada.

**- Archivo**

- *Cargar*: Abre el cuadro de diálogo Cargar película, que se utiliza para cargar una secuencia.. Al cargar una secuencia, la ventana Películas cambia de tamaño para ajustar la secuencia a la resolución especificada.

- *Presentación preliminar*: Abre el cuadro de diálogo Visualización previa de película, que se utiliza para realizar una presentación preliminar de una secuencia.

- *Guardar como*: Abre el cuadro de diálogo Guardar película como, que se utiliza para guardar cambios en la secuencia actual.

**- Editar**

- *Borrar cuadro*: Borra el cuadro actual.

- *Insertar cuadro*: Abre el cuadro de diálogo Insertar cuadro, que se utiliza para insertar un cuadro en la secuencia actual.

- *Insertar secuencia*: Abre el cuadro de diálogo Insertar secuencia, que se utiliza para insertar otra secuencia en la secuencia actual.



- *Ajustes*

- *Reproducir*: Abre el cuadro de diálogo Ajustes de reproducción de la película, que se utiliza para adaptar los ajustes que afectan a la reproducción de la película.

- *Velocidad (Marcas/Cuadro)*: Define la cantidad de tiempo, en marcas de 1/60 segundos, que aparece cada cuadro de una secuencia durante la reproducción. La velocidad de reproducción mayor es de 60 cuadros por segundo. Sin embargo, la velocidad de reproducción real posible del sistema depende de la velocidad de su CPU, la velocidad del adaptador de gráficos y de la cantidad de información que cambie entre los cuadros.

- *Secuencia de bucle*: Si está activada, la secuencia se reproduce de manera continua.

- *Color verdadero*: Si está desactivada, la secuencia se degrada para una reproducción más rápida.

- *Edición*: Abre el cuadro de ajustes Ajustes de edición de la película, que se utiliza para modificar los ajustes que afectan a la edición de la película.

- *Tipo*: Define el modo en que se une una secuencia cuando se inserta en la secuencia actual.

- *Cortar*: Las secuencias se unen sin ningún cuadro de transición. La secuencia actual "corta" inmediatamente la secuencia insertada.

- *Barrido horizontal*: La secuencia insertada realiza un "barrido" horizontal en la secuencia actual.

- *Barrido vertical*: La secuencia insertada realiza un "barrido" vertical en la secuencia actual.

- *Difuminar*: La secuencia actual desaparece progresivamente y la secuencia insertada aparece progresivamente.

- *Cuadros*: Define el número de cuadros de transición, que determina la duración de una transición de barrido o difuminado. Cuanto mayor sea el número de cuadros de transición, más lenta y más gradual será la transición. Un valor de cero es equivalente a una transición de corte.

- *En pausa*. Si está activada, la transición de la secuencia se realiza entre el último cuadro de la secuencia actual y el primer cuadro de la secuencia insertada. Esto equivale a la congelación de la secuencia actual en el último cuadro y al barrido o difuminado del primer cuadro de la nueva secuencia. Si está desactivada, continúa el movimiento aparente, y el comienzo y el final de las secuencias combinadas se superponen durante la transición.

## 15.6. FlyThrough.

(Sólo 3D). Abre el cuadro de ajustes Productor FlyThrough del menú "utilidades-render" que se utiliza para crear animaciones sencillas, llamadas secuencias, a fin de visualizar modelos 3D.

Al abrir "flythrough" vemos una serie de opciones que nos van a permitir controlar los ajustes necesarios para generar una animación 3D. Veamos:

- *Herramientas*:

- *Definir ruta*. Se utiliza para definir la ruta que sigue la cámara a través de la secuencia.

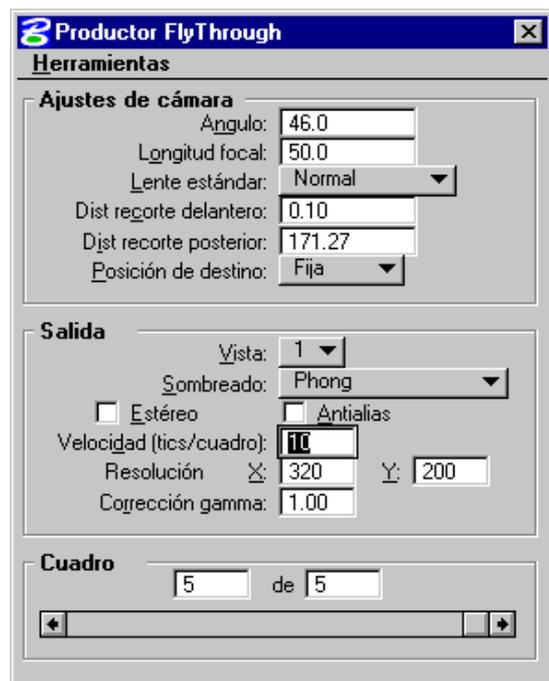
Antes de elegir esta opción, es necesario poner primero una línea, cadena de líneas, arco, elipse, curva o curva B-spline para definir la ruta que va a realizar la cámara. (Para hacer que la ruta no se vea en la secuencia, ponga la ruta como un elemento de construcción.)

Para definir la ruta de la cámara:

1. Del menú Herramientas en el cuadro de ajustes *Productor FlyThrough*, elija Definir ruta.
2. Identifique el elemento que define la ruta de la cámara en el punto en que vaya a comenzar la ruta de la cámara.
3. Acepte el elemento en el punto en el que vaya a terminar la ruta de la cámara.

*Sugerencia:*

Para obtener mejores resultados al definir una ruta de cámara alrededor de un diseño, hay que alinear la ruta de modo que se encuentre en el plano de coordenadas x-y.



- *Previo.*

- *Cámara.* Muestra la ubicación de la posición de la cámara y la visualización del volumen en cada posición a lo largo de la ruta de la cámara, sin registrar la secuencia.
- *Vista.* Muestra cada cuadro en la vista de contorno sin registrar la secuencia.

- *Registrar.* Abre el cuadro de diálogo Secuencia de registros, que se utiliza para definir el formato de archivo y el número de colores para una secuencia, y para registrar una secuencia.

- *Ajustes de cámara.* Contiene controles que se utilizan para definir las características de la "lente" y el "objetivo."

- *Ángulo.* Define el ángulo, en grados, del "campo de visión" de la lente. Como en una cámara real, al aumentar el ángulo disminuye la Longitud focal.

- *Longitud focal.* Define la "longitud focal" de la lente, en milímetros para ampliar el campo de visión de la lente. La disminución de la longitud focal aumenta el Ángulo, al igual que sucede en una cámara real.

- *Lente estándar.* Define el ángulo del "campo de visión" y la "longitud focal" de la lente para simular una lente de cámara estándar. La elección de una lente estándar hace que el Ángulo y la Longitud focal cambien. Los nombres de las lentes y sus ángulos y longitudes focales son las siguientes:

<b>Lentes estándares (mm):</b>	<b>Ángulo:</b>	<b>Longitud focal</b>
Ojo de pez	93,3°	20
Extra-ancho	74,3°	28
Ancho	62,4°	35
Normal	46,0°	50
Retrato	28,0°	85
Teleobjetivo	12,1°	200
Telescópico	2,4°	1000

- *Distancia de recorte frontal.* Define la distancia a lo largo del eje z de la vista, en unidades de trabajo, con respecto al plano en que la cámara comienza a "ver" elementos en el diseño. Cualquier parte de un elemento más cercano a la cámara que este plano no se incluye en el cuadro. Si el plano "recorta" un elemento, el cuadro mostrará un "sector" de dicho elemento.

- *Distancia de recorte posterior.* Define la distancia a lo largo del eje z de la vista, en unidades de trabajo, con respecto al plano más allá del cual la cámara no "ve" elementos en el diseño. Se recorta cualquier elemento (o parte de un elemento) que esté más lejos de este plano desde la cámara. En algunos casos, el plano es el fondo de la escena.

- *Posición de destino.* Afecta a la definición del "destino" al que apunta la cámara:

*Fija.* La cámara siempre señala al mismo lugar mientras se mueve a lo largo de la ruta de la cámara. Esto resulta útil para estudios aéreos cuando se quiere mantener la cámara centrada en un punto. MicroStation pide la ubicación del punto de destino cuando Posición de destino está definida como Fija.

*Flotante.* La cámara siempre apunta en la dirección tangente a la ruta. Esto resulta útil para simular un paseo, puesto que la cámara siempre señala "hacia adelante."

- *Salida.* Contiene controles que se utilizan para especificar la vista de origen y para modificar el aspecto general de la secuencia durante la reproducción en la ventana Películas.

- *Vista.* Define la vista que muestra cuadros a medida que se registran o se previsualizan y la vista en cuyos cuadros se hace rendering.

- *Sombreado.* Define el método de rendering -- Malla de alambre, Línea rellena, Línea oculta rellena, Continuo, Uniforme o Phong. Cuanto mayor sea la calidad del rendering, mayor será la calidad de la secuencia y más tiempo se necesitará para crearla. Véase Métodos de rendering para obtener más información sobre el rendering de líneas ocultas y el sombreado.

- *Estéreo.* Si está activada, se crean imágenes distintas para el ojo izquierdo y el ojo derecho, utilizando un esquema de colores adecuado para la visualización con gafas 3D especiales. La secuencia resultante, cuando se mira con las gafas, crea la ilusión de profundidad tridimensional.

- *Antialias.* Si está activado se realiza un rendering con antialias de la imagen. Véase Tamaño rejilla filtrado.

- *Velocidad.* Define la cantidad de tiempo en marcas de 1/60 segundos, que se visualiza cada cuadro de una secuencia durante la reproducción. El ajuste de velocidad más rápido posible es de 60 cuadros por segundo. Sin embargo, la velocidad de reproducción real del sistema depende de la CPU y del hardware de visualización, y de la cantidad de información que cambie entre los cuadros. Si su sistema es suficientemente rápido, puede reproducir una secuencia a la vez que continúa trabajando en MicroStation.

*Nota:* El ajustes Velocidad sólo se almacena en los archivos ".fli". Se ignora cuando guarda secuencias en cualquier otro formato.

- *Resolución X Y.* Define la resolución de la secuencia en las direcciones X e Y. Una resolución mayor puede aumentar de forma significativa el tiempo y la memoria necesarios para grabar y reproducir una secuencia.

*Sugerencia:*

Cuanto menor sea la resolución, más rápidamente se hará rendering de cada cuadro. Para obtener una velocidad mayor, utilice el formato de archivo ".fli" y una resolución baja para probar los ajustes de iluminación y de cámara. Una vez que esté satisfecho con el resultado, registre la secuencia en un formato de archivo diferente, como Targa, con una resolución mayor.

- *Corrección gamma.* Define el brillo de las imágenes del archivo o archivos de salida. El valor por defecto es 1, el rango válido es 0,1 a 3,0. El aumento del ajuste Corrección gamma aumenta el brillo de las imágenes, su disminución oscurece las mismas.

- *Cuadro.* El campo situado a la izquierda define el número del cuadro visualizado actualmente en la Vista de salida. El campo situado a la derecha define el número de cuadros en la secuencia. También puede utilizar la barra de desplazamiento para seleccionar el cuadro actual. Mientras la secuencia se registra o se visualiza previamente, el campo Número de cuadros muestra el número del cuadro que se está visualizando o registrando, y la barra de desplazamiento muestra la progresión a través de la secuencia.

## 15.7. Composición dibujo.

La Composición de dibujo automatiza la creación de hojas de dibujo, lo cual permite vincular vistas del modelo como archivos de referencia. Aunque las hojas de dibujo pueden crearse con un vínculo de archivo de referencia y herramientas de manipulación, el cuadro de ajustes Composición de dibujo simplifica el proceso de diversas maneras:

- Una vista vinculada en una vista de hoja puede ser cualquier vista encuadrada estándar (superior, inferior, derecha, izquierda, frontal, posterior, isométrica o derecha isométrica), o cualquier vista guardada del modelo. Las vistas estándares pueden recortarse o definirse para que muestren sólo ciertos niveles.

- Una vista vinculada del modelo puede vincularse en cualquier posición y con cualquier escala. Es posible agrupar las vistas vinculadas relacionadas. Un grupo de vistas vinculadas puede moverse, escalarse o desvincularse, como si se tratara de un todo. Las vistas vinculadas pueden añadirse a un grupo o eliminarse del mismo.

- Una vista puede vincularse plegando una vista vinculada sobre un eje ortogonal o una línea definida por dos puntos de datos. Una vista plegada se alinea automáticamente y se agrupa con la vista vinculada desde la que se desplegó.

Al abrir el menú "archivo-composición de dibujo" vemos los siguientes apartados y controles:

- *Archivo.*

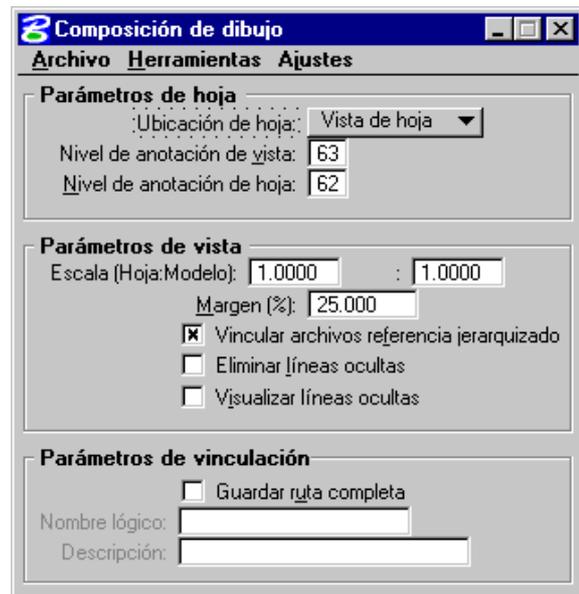
- *Nuevo.*

- *Hoja.* Abre el cuadro de diálogo Crear hoja de dibujo, que se utiliza para crear y abrir una nueva hoja de dibujo. La hoja de dibujo semilla por defecto es "seed.sht" en el directorio al que apunta la variable de configuración MS\_DEF.

- *Abrir.*

- *Hoja.* Abre el cuadro de diálogo Abrir hoja de dibujo, que se utiliza para abrir una hoja de dibujo como la hoja de dibujo activa. Por defecto, los archivos listados tienen extensiones que empiezan por "s" y se encuentran en el directorio al que señala la variable de configuración MS\_DEF.

- *Modelo.* Abre el cuadro de diálogo Abrir archivo modelo, que se utiliza para vincular un archivo modelo a la hoja de dibujo activa (como un archivo de referencia). Por defecto, los archivos con la extensión ".dgn" están en el directorio al que señala la variable de configuración MS\_DEF.



- *Herramientas.*

- *Abrir vista de hoja.* Abre el cuadro de ajustes Abrir/Cerrar vista, que se utiliza para seleccionar las vista de hojas que se va a abrir.

- *Vincular borde.*

- *Encuadrado.* Abre el cuadro de diálogo Vincular archivo de bordes que se utiliza para vincular una vista ajustada de un archivo de bordes.

- *Vista guardada.* Abre el cuadro de diálogo Vincular archivo de bordes que se utiliza para vincular una vista guardada de un archivo de bordes.

- *Vincular Copia.* Se utiliza para copiar una vista vinculada.

- *Vincular Desplegado.*

- *Ortogonal.* Se utiliza para vincular una vista plegándola de forma ortogonal sobre el borde de una vista vinculada. La vista vinculada se alinea con la vista vinculada desde la que se haya plegado.

- *Según línea.* Se utiliza para vincular una vista plegándola desde una vista vinculada sobre una línea definida por dos puntos de datos.

- *Vincular Vista guardada.* Se utiliza para vincular una vista guardada del archivo modelo a la hoja de dibujo activa.

*Nota:*

*Las vistas guardadas se definen en el cuadro de ajustes Vistas guardadas, que se abre mediante la elección de Vistas guardadas en el menú Utilidades.*

- *Vincular Estándar.* Se utiliza para vincular una vista estándar ajustada del archivo modelo.

- *Recortar.* Estos elementos funcionan de forma idéntica a sus homólogos de la caja de herramientas Archivos de referencia y el menú Herramientas del cuadro de ajustes Archivos de referencia.

- *Límite.* Recortar archivo de referencia

- *Área.* Máscara de archivo de referencia

- *Alzado.* Definir recorte Z frontal de referencia

- *Atrás.* Definir recorte Z posterior de referencia

- *Desvincular.* Se utiliza para desvincular una única vista vinculada del archivo modelo, un grupo de vistas vinculadas, o todas las vistas vinculadas.

- *Grupo.* Se utiliza para añadir o suprimir vistas agrupadas en un grupo.

- *Mover.* Se utiliza para mover una vista vinculada del archivo modelo, un grupo de vistas vinculadas o todas las vistas vinculadas.

- *Escala.* Se utiliza para escalar una única vista vinculada del archivo modelo, un grupo de vistas vinculadas o todas las vistas vinculadas.

- *Línea oculta.*

- *Uno.* Se utiliza para establecer los ajustes de línea oculta para una única vinculación de composición de dibujo.

- *Grupo.* Se utiliza para establecer los ajustes de línea oculta para un grupo de vínculos de composición de dibujo.

- *Todo.* Se utiliza para establecer los ajustes de línea oculta para todos los vínculos de composición de dibujo.

- *Sincronizar.* Se utiliza para volver a calcular todos los vínculos de línea oculta para sincronizarlas con el estado actual del modelo.

- *Ajustes.*

- *Niveles de modelos.* Cuando se vincula una vista a la hoja de dibujo, los niveles designados en este cuadro de ajuste (además del nivel de anotación de vista) se activan en la vista de hoja y se desactiva en el resto de vistas. Por defecto, todos los niveles, excepto el de anotación de hoja y de vista (1-61) se designan como niveles de modelo.

- *Ajustes de línea oculta.* Abre el cuadro de diálogo Ajustes de líneas ocultas que se utiliza para definir o modificar los ajustes, sustituciones de bordes visibles, sustituciones de bordes ocultos y ajustes de salida rápidos.

- *Ajustes.*

- *Método.* Define el modo en que se procesa un vínculo de línea oculta. Puede ser Rápido o Exacto.

- *Líneas de reglado.* Si se encuentra desactivado, las superficies curvadas aparecen sólo a través de los límites exteriores y las líneas con silueta. Si se encuentra activado, se añaden reglas interiores.

- *Calcular intersecciones.* Si se encuentra activado, se procesan las intersecciones.

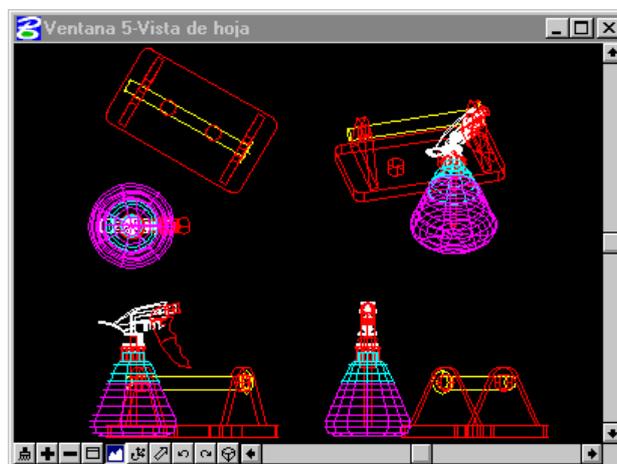
- *Procesar texto y cotas.* Si se encuentra activado, se procesa el texto y las cotas del vínculo de línea oculta.

- *Sustituciones de bordes visibles.* Define el nivel, color, estilo y grosor de los bordes visibles visualizados. Estos parámetros se sustituyen por lo definidos en Exportar> Bordes visibles.
- *Sustituciones de bordes ocultos.* Define el nivel, color, estilo y grosor de los bordes ocultos del vínculo.
- *Ajustes de salida rápida.*
  - *Resolución.* Define el número de líneas de la rejilla de prueba de visibilidad.
  - *Memoria de trabajo (Kbytes).* Define la cantidad de memoria asignada para pruebas de visibilidad. El número no debería exceder de 1/4 sobre la cantidad de memoria principal (RAM) del ordenador. Si utiliza un bloque más grande de memoria le podría llevar a un exceso de "intercambio" o "hiperpaginación", a medida que los datos se desplazan hacia adelante y atrás entre la RAM y la memoria de disco.

Veamos paso a paso, un ejemplo de composición de hoja:

- Abrir un diseño cualquiera (..\dgn\learning\3drend.dgn). Cambiar los elementos que representan el "fondo y suelo" a la clase construcción, y ocultarlos. "Ajustar" todas las vistas.
- Abrir el menú "archivo-composición de diseño".
- En la ventana de "composición de diseño" seleccionar "vista de hoja" en el apartado "Parámetros de hoja - Ubicación de hoja".
- Seleccionar la vista número 5 en "abrir vista de hoja" del menú "herramientas". Vemos que se abre una nueva vista, con el número 5.
- Seleccionar "vincular estandar- superior" del menú "herramientas", aparece un recuadro punteado que simula el contorno de la imagen, colocarla sobre la vista 5.
- Hacer lo mismo con las vistas isométrica, alzado y derecha.

...el resultado será similar al de la siguiente imagen:



## 16. Células guiadas por cotas

### 16.1. Introducción.

Una célula guiada por cotas es un diseño (cualquiera) con una serie de restricciones. Si tenemos la información suficiente, podremos modificar el diseño cambiando un elemento o varios, según esté restringido, es decir, que podemos modificar el diseño total o parcialmente con sólo modificar dichos parámetros.

### 16.2. Conceptos y terminología.

- *Restricción*: información que limita o controla un construcción.
- *Construcción*: elemento (línea, círculo, elipse...) Usado por las restricciones para situar, delimitar o disponer otros elementos.
- *Debidamente restringidas*: conjunto de construcciones completamente definido por restricciones. Normalmente hay varias soluciones posibles para un conjunto de construcciones perfectamente restringidas, pero la opción “suele” ser obvia.
- *Por debajo de la restricción*: Un conjunto de construcciones que no está completamente definido por restricciones y no es constante. Una construcción por debajo de la restricción tiene varias soluciones y es inaceptablemente ambigua.
- *Redundante*: restricción aplicada a un conjunto de construcciones que ya están correctamente restringidas.
- *Grados de libertad*: número que define la ambigüedad de una célula guiada por cotas.
- *Resolver*: construir el diseño a partir de un conjunto determinado de restricciones y mostrar lo que resta por definir.

#### 16.2.1. Restricción

Las restricciones establecen las características de la célula guiada por cotas. La mayoría de las relaciones restrictivas se aplican a la disposición básica o estructura general del diseño.

- *Tipos de restricción*:

- *De posición*: fija la posición de un punto en el plano de diseño.
- *Geométrica*: controla la posición u orientación de dos o más elementos relacionados.
- *De cota*: restricción controlada mediante una cota.
- *Algebraica*: ecuación que expresa una relación entre variables.

- *Efecto de las restricciones*: Cuando una restricción se añade, modifica o suprime, el modelo se soluciona, es decir, el diseño se intenta reconstruir para que tanto la restricción nueva o modificada como las existentes se satisfagan. Si se encuentra una solución, los elementos afectados se actualizan y se vuelven a mostrar, en caso contrario aparecerá el mensaje “sin resolver”. Esto no quiere decir que dicha restricción sea redundante, pero se sugiere (aunque este seguro de que es una posible solución) que vuelva a establecer la geometría del modelo.

- *Diagnóstico de una célula guiada por cotas*:

- Una construcción (o variable) totalmente definida por restricciones o constante está correctamente restringida si aparecerá con tipo de línea de color blanco.
- Una construcción (o variable) que no está totalmente definida por restricciones aparecerá con un tipo de línea discontinua de color amarillo.
- Una restricción redundante aparecerá con un tipo de línea discontinua de color rojo.

- *Visualización de restricciones válidas*: Las restricciones válidas aparecerán con colores distintos según el tipo:

- Cotas y ecuaciones: color blanco
- Otras restricciones geométricas: color azul.

- *Grados de libertad*: La ambigüedad restante de un diseño se calcula mediante un número denominado “grados de libertad”. Es decir, un diseño necesita una serie de restricciones para estar correctamente “definido”, y los grados de libertad serían el número total de esas restricciones. Cada restricción válida suprime grados de libertad.

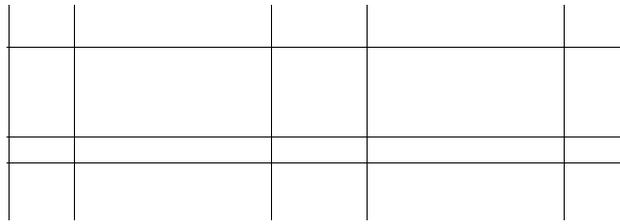
- *Diseños correctamente restringidos o sin suficientes restricciones*: Un diseño correctamente restringido tiene cero grados de libertad y carece de restricciones redundantes. Todas las construcciones están correctamente restringidas (aparecen en color blanco).

### 16.3. Aplicación teórico-práctica.

En esta sección trataremos de realizar una pieza sencilla de manera que veamos como se puede diseñar, acotar y restringir para la creación de una célula guiada por cotas.

#### 16.3.1 Boceto.

Empecemos haciendo un boceto como el de la siguiente figura, con líneas de 0° y 90°:



#### 16.3.2 Restricción del modelo.



Abrir el menú "herramientas-diseño DD". A continuación abrimos "forzados geométricos" y en el cuadro de "ajustes de herramientas" seleccionamos "fijar ángulo de línea o elipse".

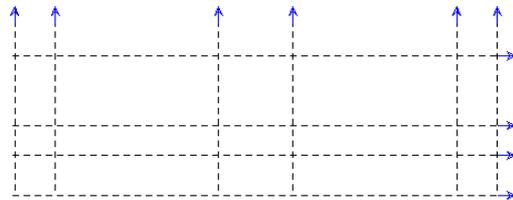
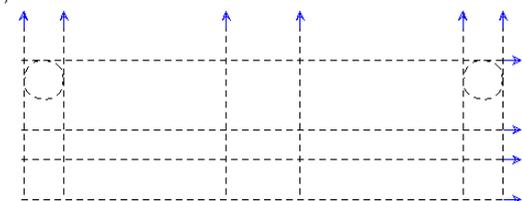


A continuación seleccionaremos las líneas una a una, ajustando el "bloqueo de ángulo" a horizontal o vertical según proceda. Activar el campo "convertir en construcciones". Aceptar la restricción. Es decir, identificamos la línea mediante el cursor del ratón y aceptamos la acción pulsando sobre cualquier punto de la vista. Repetir con todas las líneas.



Hecho esto aparecerán una serie de flechas de color azul limitando las líneas, que en este momento cambiarán a color amarillo y tipo discontinuo.

Puede darse el caso que las líneas desaparezcan, pues debemos tener el atributo de vista "construcción" activado y puede no estarlo.



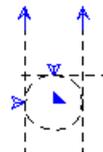
En el siguiente paso crearemos dos círculos, uno a cada extremo del boceto, tal y como se muestra en la figura. Para crear dichos círculos seleccionaremos la herramienta "Poner círculo según centro". El tamaño y posición de estos no es importante de momento; en el siguiente paso aplicaremos las restricciones oportunas para que sean tangentes a los bordes.

Seleccionar la herramienta "Restringir dos construcciones para ser tangentes"  y seguir los siguientes pasos.

1. Identificar el círculo (cualquiera)
2. Identificar la línea superior.
3. Aceptar.

Repetir estos pasos con la línea lateral, así como con el otro círculo.

Hecho esto aparecerán los indicadores de tangencia, tal y como aparece en la figura.



En el siguiente paso nos ocuparemos de fijar la posición del modelo en el plano de diseño. Seleccionar la herramienta "Fijar punto en posición"  y a continuación identificar el círculo superior izquierdo.

Aceptar.

Observar el punto en el centro del círculo de la figura anterior.

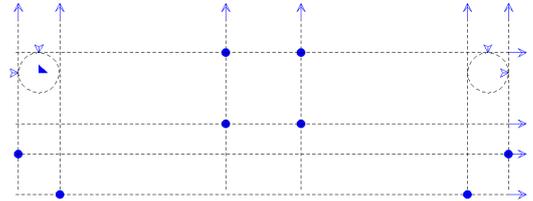
Para terminar la geometría del modelo, pasaremos a restringir los puntos de intersección que determinarán el diseño.

Seleccionar la herramienta “Restringir punto en intersección”



1. Identificar la primera línea.
2. Identificar la línea con la que corta.
3. Seleccionar un punto cerca de la intersección de ambas líneas.
4. Reset (botón derecho del ratón).

Deberemos repetir estos mismos pasos para todas las intersecciones que formen parte del modelo a realizar. Veamos esto en la siguiente figura, donde los círculos identifican las intersecciones del modelo que vamos a realizar.



### 16.3.3 Vinculación de la geometría del diseño.

Es el momento de perfilar el boceto para poder visualizar aquello que realmente estamos diseñando. Para empezar deberemos abrir la paleta “Vincular elemento”.

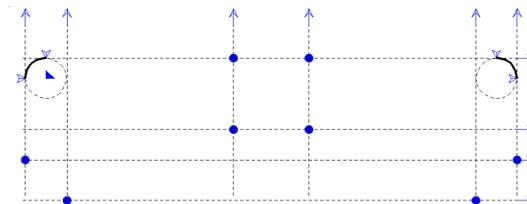


- Seleccionar la herramienta “Construir arco vinculado”



A continuación seguir los siguientes pasos:

1. Identifique el círculo del lateral izquierdo.
2. Identifique la restricción de tangencia superior (punta de flecha de color azul que aparece en el borde superior de la circunferencia). Este será el extremo inicial del arco.
3. Mueva el ratón en sentido anti-horario, hasta la restricción de tangencia del lateral izquierdo, e identifique dicho punto. El arco queda definido entre las dos tangentes.
4. Repita los pasos 2 y 3 con el círculo de la derecha, pero en este caso empiece por la tangente de la derecha y termine por la superior.



Seleccionar la herramienta “Construir cadena línea o forma vinculada” . Crearemos una línea poligonal que recorra todo el modelo por sus puntos clave, tal y como aparece en la figura. Identifique el punto de restricción de tangencia situado en la parte inferior del arco izquierdo y continúe dicha línea por los puntos de intersección hasta el punto de tangencia inferior del arco derecho, reset. Para finalizar hacer lo mismo entre los puntos de tangencia superior del arco derecho al izquierdo, pasando por los puntos de intersección de la muesca.

### 16.3.4. Acotación del modelo.

Hasta ahora sólo tenemos una aproximación general del perfil que deseamos. Para definir exactamente la geometría debemos recurrir a las restricciones dimensionales. Esta es la clave de la creación de células guiadas por cotas. Comentábamos al principio lo que eran los grados de libertad (DOF), pero hasta ahora no habíamos visto que son y como funcionan. Cada modelo tiene un número determinado de grados de libertad, y cada restricción dimensional suprime un DOF. Cuando acabe de colocar todas las cotas del modelo (DOF = 0), MicroStation sabrá exactamente como dibujar el modelo al tamaño adecuado. Cada vez que asignemos una restricción dimensional, la geometría de construcción del modelo cambiará a color blanco.

A continuación acotaremos los radios.

1. Seleccionar la herramienta “dimensión radial”  del menu “herramientas-principal-cota”. Cambiar el modo a “radio”.
2. Activar *bloqueo de asociación*
3. Identificar el círculo (no el arco) de construcción que vamos a acotar.
4. Mueva el ratón y acepte en el punto donde queramos colocar la cota.
5. Repetir los pasos anteriores con el otro círculo.

Una vez acotados los radios debemos “Convertir las cotas a restricciones”.

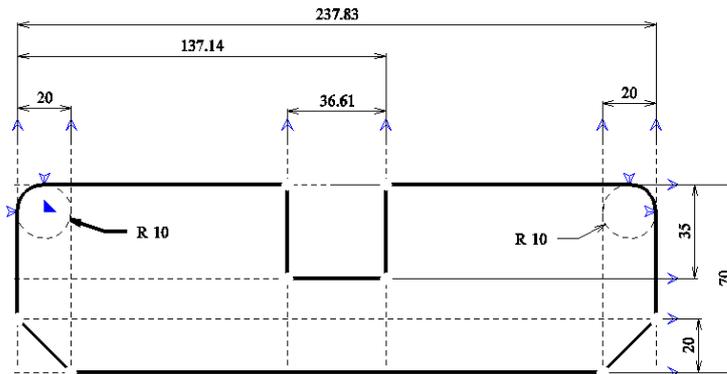


1. Seleccionar la herramienta. “Convertir las cotas a restricciones”.
2. Identificar la cota de radio. Si la cota no es asociativa nos dará error. Borrela e intentelo de nuevo.
3. Acepte.
4. Aparece la ventana “Elegir nombre de parámetro”, donde podremos indicar el nombre de la variable que vamos a dar a dicha cota. En este caso la definiremos como “rad”.
4. El círculo de construcción cambiará a color blanco, y aparecerá el texto “rad = xx” donde xx será el valor de la cota. En la ventana de comandos aparece el valor “DOF=9”.
5. Repetir con la siguiente cota, asignándole el mismo valor de la variable.. DOF=8.

A partir de este momento ya todo será igual, acotar y restringir. Para acotar el resto del modelo, seleccionar la herramienta “Acotar con flechas”



En la siguiente figura tenemos todas las cotas del modelo, acotar del mismo modo y restringir las cotas tal como vimos en los pasos anteriores.



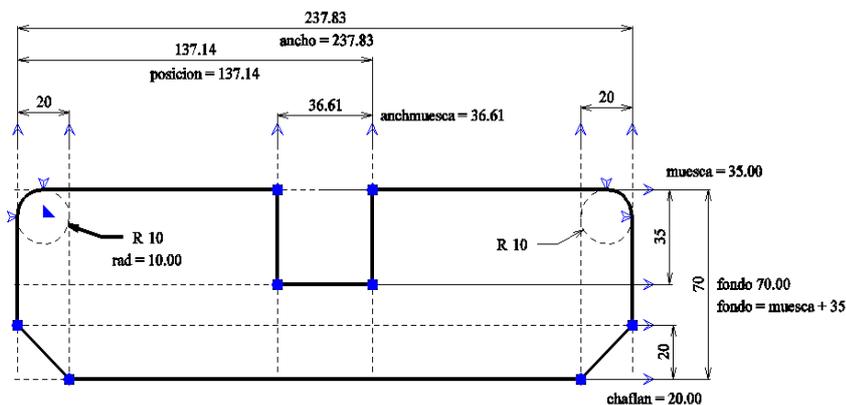
Cada vez que acotemos aparecerá la ventana para asignar el nombre de la variable. Nombrar las variables del modelo tal como aparecen en la imagen siguiente. Para acotar cualquier distancia, actuar del siguiente modo:

1. Seleccionar la herramienta “acotar con flechas”.
2. Seleccionar inicio de cota.
3. Escribir el nombre de la cota en el campo “forzado” de la ventana de ajustes de herramientas. Intro.
4. Seleccionar dirección de cota.
5. Marcar fin de cota y aceptar.

Con cada restricción reduciremos el número de grados de libertad (DOF), si por algún motivo el modelo continua con color amarillo o rojo, deberemos volver atrás y repetir el proceso. Con las cotas que vemos en la figura correctamente restringidas (exceptuando la cota que figura como “fondo”) el número de grados de libertad será 1 (DOF = 1).

### 16.3.5 Denominación de las cotas con variables.

El diseño está totalmente restringido, pero aún está algo desproporcionado. En este paso igualaremos los radios y los chaflanes con variables. Veamos:



1. Seleccione la herramienta "Poner texto" 
2. Escriba el siguiente texto "fondo" y coloquelo cerca de la cota.

3. Seleccione la herramienta "Asignar variable a restricción dimensional" 
4. Identifique el texto que acaba de crear.
5. Identifique la cota que figura como fondo.
6. Acepte la cota. (Aparecerá un texto de color amarillo con el nombre de la variable y el valor de cota)

### 16.3.6 Creación de una restricción de ecuación.

Una restricción de ecuación es aquella cuya variable queda definida por una ecuación. En el caso que nos ocupa definiremos una ecuación para el fondo (altura en 2D) total del modelo.

La ecuación será la siguiente: "fondo = muesca + chaflan". Para empezar crearemos los textos que definen dicha ecuación, tal como vemos en la figura:

1. Seleccionar la herramienta "Poner texto".
2. Escribir y colocar el texto: "fondo = muesca + chaflan"

3. Seleccionar la herramienta "Asignar ecuación" 
4. Identifique los tres elementos de texto que forman la ecuación, así como ésta, empezando por la ecuación.
5. Acepte. El valor DOF=0, y la figura queda perfectamente restringida.

### 16.3.7 Modificación y visualización de variables.

Seleccionar la herramienta "modificar y resolver forzados" y a continuación identificar un elemento del modelo. Aceptar. Aparece una ventana con el nombre de la variable y un campo para cambiar el valor de dicha variable. Modificar el valor y aceptar. El modelo cambiará de forma según el tamaño de la cota introducido.

### 16.3.8 Creación y comprobación de la célula.

Para finalizar vamos a crear la célula que contendrá todo el modelo incluyendo texto, cotas y líneas de construcción.

1. Seleccionar todo el modelo, bien con la herramienta de "selección", bien con un "fence".
2. Seleccionar la herramienta "definir origen de célula" e identifique un punto cualquiera del modelo.
3. En el menú "elemento", seleccione "células". Se abrirá el menú "biblioteca de células".

Antes de continuar con el siguiente paso, es aconsejable crear una biblioteca personalizada para nuestros trabajos. Abrir "nuevo" dentro del menú "fichero". En la ventana que aparece escribir el nombre de la nueva biblioteca de células (ojo, con el fichero semilla, este debe ser igual que el fichero en el que estamos trabajando, osea 2D (seed2d.cel)), pulsar OK.

4. Pulsar sobre el botón "crear". En la ventana emergente poner el nombre de la célula que vamos a crear y la descripción (si procede) de la misma. Pulsar sobre el botón "crear". Aparecerá el nombre de la célula que acabamos de crear. Si pulsamos sobre él mismo, veremos en la ventana de la derecha una imagen reducida con el contenido de dicha célula.
5. Pulsar sobre el botón "colocación"

A continuación vamos a colocar la célula en el fichero de diseño:

1. Ejecutar "PLACE CELL DIMENSIONS" desde la línea de comandos. En caso de que de error, ejecutar la aplicación "MDL LOAD DDCELL" primero. (También se pueden ejecutar varios comandos simultáneamente, si los separamos con ";" (punto y coma). Aparecerá la ventana de "diseño orientado a cotas" (ver figura) en la que podremos modificar cualquier variable antes de colocar la célula en el fichero de diseño.



Puede darse el caso de que la imagen aparezca sin texto, ni cotas, si esto sucede seguir con el paso 2, en caso contrario omitir este paso.

2. Activar "Guardar forzados".
3. Modifique (si procede) los valores de las variables para modificar el modelo.
4. Introduzca un punto de datos para situar la célula.
5. Reset, para terminar.

## 16.4. Menú “Herramientas - Diseño DD”.

### 16.4.1. Perfil

Las herramientas de la caja de herramientas Perfil se utilizan para realizar un boceto de un perfil y convertirlo en una cadena de líneas.



- *Perfil de boceto*. Se utiliza para realizar el perfil de un boceto, que puede utilizarse para crear una revolución paramétrica, una proyección, un corte o una protuberancia.

Ajuste de herramienta:	Efecto:
<p><i>Segmento</i>. Define el tipo de elemento a partir del cual se está realizando el boceto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Línea</li> <li>· Arco según borde</li> <li>· Arco según centro</li> <li>· Curva-Definir polos.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orden. Define el orden de la ecuación que define la curva.</li> </ul> </li> <li>· Curva-Puntos de paso</li> <li>· Curva-mínimos cuadrados.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orden. Define el orden de la ecuación que define la curva.</li> <li>- Polos. Define el número de polos.</li> </ul> </li> <li>· Curva-Catmull-Rom</li> </ul>
<p><i>Vértice</i>. Define el tipo de conexión en un vértice.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Agudo. Punto de intersección simple.</li> <li>· Redondeado. Crea un arco.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radio. Define el radio del círculo utilizado para crear la conexión.</li> <li>- Etiqueta. Define la etiqueta para la conexión</li> </ul> </li> <li>· Achaflanado. Crea un chaflán.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radio. Define el radio del círculo utilizado para crear la conexión.</li> <li>- Etiqueta. Define la etiqueta para la conexión</li> </ul> </li> <li>· Uniforme. Crea una curva uniforme.</li> </ul>
<p><i>Crear restricciones geométricas</i>. Cuando está activado (por defecto), las restricciones geométricas se añaden mientras se realiza el boceto del perfil, de acuerdo con las Normas para aplicar restricciones. Existen una multitud de Ajustes que nos permitirán relacionar la geometría del modelo con los forzados geométricos aplicado en dicho modelo.</p>	

- Para un perfil paramétrico:

1. Seleccione la herramienta “*Perfil de boceto*”.
2. En el menú de opciones “*Segmento*”, elija el tipo elemento.
3. En el menú de opciones “*Vértice*”, elija el tipo de conexión.
4. Active “*forzados geométricos*”.
5. Introduzca un punto de datos para seleccionar el primer punto.
6. Siga introduciendo puntos de datos para definir el perfil



- *Convertir elemento en perfil*. Se utiliza para convertir una cadena de líneas, cadena compleja, o forma poligonal compleja en un perfil restringido geoméricamente, de acuerdo con las normas para aplicar restricciones.

- Para convertir un elemento en un perfil geoméricamente restringido:

1. Seleccione la herramienta Convertir elemento en perfil.
2. Seleccione el elemento.
3. Introduzca un punto de datos para aceptar el modelo.
4. A partir de este momento surgirá una ventana que nos hará una serie de preguntas relacionadas con los forzados o restricciones a realizar.

### 16.4.2. Forzados paramétricos.



- *Convertir cotas a forzado*. Sirve para convertir una cota asociativa en una restricción dimensional. Es posible convertir los siguientes tipos de cotas: Acotar, acotar con flechas o trazos, acotar radio o diámetro, acotar ángulo entre líneas, poner etiqueta a línea y poner marca de centro, entre otros. Para crear una restricción dimensional:

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique la cota (imprescindible que este asociada).
3. Aceptar. Se realiza un intento de resolver y se elimina un grado de libertad.



- *Asignar ecuación*. Sirve para asignar una ecuación que exprese una relación restrictiva entre variables, constantes numéricas y funciones a un modelo.

1. Seleccione la herramienta.
2. Escriba los textos que definen la ecuación y los nombres de las variables.
3. Identifique los textos que definen la ecuación, comenzando por esta.
4. Aceptar. Se realiza un intento de resolver y se elimina un grado de libertad.



- *Asignar variable a forzado dimensional*. Sirve para asignar una constante o variable a una restricción dimensional (cota).

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique el texto que contiene la constante o variable.
3. Identifique la restricción dimensional (cota).
4. Aceptar. Si se asigna una variable, el valor de la restricción de cota se convertirá en desconocido y se añadirá un grado de libertad.

### 16.4.3. Vincular elemento.

Las herramientas de la caja de herramientas Vincular elemento se utilizar para crear arcos, cadenas de líneas, o formas poligonales vinculadas a una o más construcciones. Sólo se modifica el tamaño, forma o posición del elemento al resolver.



- *Construir cadena de líneas o forma vinculada*. Se utiliza para crear una cadena de líneas o forma con sus vértices vinculados a puntos de construcción, círculos, o restricciones.

1. Seleccione la herramienta “Construir cadena de líneas o forma vinculada”.
2. Señale un elemento existente para definir el primer vértice, introduciendo un punto de datos cerca del elemento.
3. Siga seleccionando elementos para definir otros vértices.
4. Para crear una forma vinculada, introduzca el último punto de datos en el punto inicial.
5. Reinicialice para finalizar la cadena de líneas o forma.



- *Construir arco vinculado*. Se utiliza para construir un arco que esté vinculado al círculo o elipse de construcción identificados. El arco se define hacia la derecha, desde el comienzo hasta el punto final.

1. Seleccione la herramienta “Construir arco vinculado”.
2. Seleccione el círculo o la elipse de construcción subyacentes.
3. Seleccione un elemento para definir el comienzo del arco.
4. Seleccione un elemento para definir el punto final del arco.



- *Construir elipse o círculo vinculado*. Se utiliza para crear y vincular un círculo a un círculo de construcción (o una elipse a una elipse de construcción).

1. En la caja de herramientas “Vincular elemento”, seleccione la herramienta “Construir elipse o círculo vinculado”.
2. Seleccione la construcción de destino.
3. Acepte la vinculación.



*Vincular elemento a punto.* Vincula la posición de un elemento (texto, célula, cadena de líneas, o forma poligonal) a un punto de restricción o construcción. A continuación el elemento se moverá siempre que se mueva la construcción o restricción. La rotación del elemento no varía.

1. Seleccione la herramienta Vincular elemento a punto.
2. Seleccione el elemento.
3. Seleccione una construcción o restricción a la que vincular la posición del elemento.

El elemento se vinculará a la construcción o restricción y se moverá a la posición de la construcción o restricción.



*Alinear elemento con punto y línea.* Vincula la posición y orientación de un elemento (texto, célula, cadena de líneas, o forma poligonal) a una restricción. A continuación el elemento se moverá o rotará siempre que la restricción se mueva o rote.

1. Seleccione la herramienta Alinear elemento con punto y línea.
2. Seleccione el elemento.
3. Seleccione la restricción.

El elemento se vinculará a la restricción, se moverá a la posición de la restricción y rotará hasta la orientación de la restricción.



*Vincular elemento de pluma a punto.* Se utiliza para que un elemento (de cualquier tipo) realice el seguimiento de un punto, elipse, o restricción, dejando una "cola" detrás de él.

Siempre que se resuelve el modelo, el "elemento de pluma" se mueve a la posición del punto objetivo sin haber sido borrado primero de su antigua posición. En la vista se acumula una historia de imágenes. Una vinculación de pluma es útil para los estudios de "rango de movimiento" e interferencias.

1. En la caja de herramientas "Vincular elemento", seleccione la herramienta "Vincular elemento de pluma".
2. Identifique el elemento que se convertirá en la "pluma."
3. Identifique el elemento al que se vinculará la pluma.

Para borrar la cola de "tinta de pluma" de las imágenes actualice la vista.

#### 16.4.4. Forzados geométricos.



*Elementos de forzado inteligente.* Al seleccionar esta herramienta veremos en la ventana de ajustes de herramientas las siguientes opciones:



*Restringir dos construcciones para ser tangentes.*

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique la primera construcción.
3. Identifique la siguiente construcción.
4. Aceptar. Se realiza un intento de resolver y se elimina un grado de libertad.



*Restringir dos líneas para ser perpendiculares.*

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique 2 línea, dos elipses o una línea y una elipse.
3. Aceptar. Se realiza un intento de resolver y se elimina un grado de libertad.



*Restringir dos líneas para ser paralelas.*

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique 2 línea, dos elipses o una línea y una elipse.
3. Aceptar. Se realiza un intento de resolver y se elimina un grado de libertad.



- *Fijar ángulo de línea o elipse.* Se utiliza para fijar la posición de un punto (o el centro de un círculo o una elipse) en el diseño.

- Para restringir un punto en una posición:
  1. Seleccione la herramienta Fijar punto en posición.
  2. Identifique el punto, círculo o elipse.

Se aplicará la restricción del ángulo fijo y se actualizarán la simbología del modelo y los grados de libertad.



- *Convertir construcción o parámetro en invariante.* Se utiliza para:

- Convertir una variable en constante, fijar el valor de una cota a la que esté asignado.
- Para convertir una construcción en invariante (no se recalcula al resolver). Una construcción invariante puede utilizarse en restricciones. Las restricciones directas, de un solo elemento, como las restricciones radiales o de cota de ángulo de línea o la restricción de posición, son redundantes cuando se aplican a una construcción invariante.

1. Seleccione la herramienta Convertir construcción o parámetro en invariante.
2. Identifique la construcción o variable.

Se intentará eliminar los grados de libertad restantes de la variable o de la curva.



- *Restringir punto en construcción.* Se utiliza para restringir un punto (o el centro de un círculo una elipse) para situarlo sobre una construcción que no sea un punto, o del mismo modo, para que la construcción pase a través de un punto.

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique la construcción.
3. Identifique el punto.

Se realiza un intento de resolver y se elimina un grado de libertad.



- *Restringir punto en intersección.*

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique la primera construcción.
3. Identifique la siguiente construcción.
4. Reset.

Se realiza un intento de resolver y se eliminan dos grados de libertad.



- *Restringir dos puntos a ser coincidentes, dos círculos a ser concéntricos, o un punto en el centro de un círculo.*

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique los dos puntos ...
3. Aceptar. Se realiza un intento de resolver y se eliminan dos grados de libertad



- *Fijar punto en posición.*

1. Seleccione la herramienta.
2. Identifique el punto, círculo o elipse.
3. Aceptar. Se realiza un intento de resolver y se eliminan dos grados de libertad



- *Igualar parámetros o construcciones.* Se utiliza para igualar dos construcciones o unir los puntos finales de dos elementos. También se utiliza para "obligar" a dos líneas a ser co-lineales.

- Para unir dos líneas o construcciones

1. Seleccionar la herramienta.
2. Identificar el primer elemento (en su punto final)
3. Identificar el segundo elemento (en su punto final)
4. Aceptar.

- Para convertir dos líneas a ser co-lineales.

1. Seleccionar la herramienta.
2. Seleccionar el primer elemento (NO en su punto final)
3. Seleccionar el segundo elemento (NO en su punto final)
4. Aceptar.

### 16.4.5. Evaluar forzados. (También puede leerse como “restricciones”)



- *Resolver forzados*. Se utiliza para restablecer las cotas necesarias y otros forzados en un modelo que haya sido modificado utilizando herramientas de manipulación de MicroStation.

Utilice “*Resolver forzados*”:

- cuando modifique una construcción utilizando Modificar elemento,
- para mover elementos con la herramienta “*Selección de elementos*”, o el cercado y quiera reconstruir el diseño, basándose en dichas modificaciones y también satisfaciendo todas las restricciones
- borre construcciones o restricciones y quiera separar todas las construcciones o elementos dependientes de los elementos borrados y a continuación volver a analizar los grados de libertad del diseño.
- copie construcciones.

- Para resolver forzados:

1. Seleccione la herramienta “*Resolver forzados*”.
2. Identifique un elemento en el modelo.

El diseño se reconstruirá. La simbología de las construcción y restricciones puede modificarse. Aparecerá un mensaje de diagnóstico. Si el diseño no puede reconstruirse, aparecerá “*Sin resolver*”.

*Nota: Podría ser imposible reconstruir el modelo para satisfacer las restricciones. Por ejemplo, se podrían haber modificado las restricciones hasta un grado en el que resolver no pudiera “volver a agruparlas”. En este caso, puede elegir Deshacer en el menú Edición para anular los cambios.*

*Todas las herramientas de colocación de restricciones activan Resolver restricciones automáticamente. Se pueden aplicar restricciones a un diseño modificado sin utilizar la herramienta Resolver restricciones.*



- *Modificar y resolver forzados*. Se utiliza para manipular un modelo gráficamente. La geometría de una construcción o el valor de una restricción o variable cambia mientras se mueve el puntero. La herramienta muestra cómo las restricciones mantienen unido el diseño y cómo influye la modificación de una restricción en el resto del diseño. Por ejemplo, si mueve un extremo de una cota de distancia en relación al otro extremo, el diseño se estirará y encogerá para ajustarse al cambio de la cota (de acuerdo con las otras restricciones). De este modo, podrá comprobar que las restricciones son lo que pretendía.

Esto ayuda a entender cómo resolver la ambigüedad (grados de libertad) de un diseño. Se puede modificar el tamaño, forma o posición de una construcción; las restricciones del diseño determinan cómo puede cambiar y cómo se transmite el cambio a otros elementos vinculados.

- Para modificar un modelo:

1. Seleccione la herramienta Modificar y resolver forzados.
2. Identifique un elemento en el modelo.

Si aparece el mensaje “*No se puede modificar el elemento*”, el elemento identificado no podrá modificarse con esta herramienta.

Mientras mueve el puntero, el diseño se resuelve y se actualiza dinámicamente.

3. Acepte la modificación, o bien reinicialice para restaurar el diseño a su estado anterior.

Si el diseño no puede modificarse, se visualizará el mensaje “*Sin resolver*”. Si el diseño está sobre-restringido, puede que no sea posible resolver ninguna posición del puntero y será necesario cambiar o borrar las restricciones para modificarlo.

*Nota: Los diseños por debajo de restricción pueden cambiar de formas inesperadas cuando se realizan cambios grandes (o incluso pequeños). Las soluciones de los diseños por debajo de restricción son “dependientes de la ruta”. No siempre se puede “dar marcha atrás” con facilidad, sólo cambiando de posición el puntero. (Por el contrario, tendrá que volver a realizar todos los movimientos). En algunos casos, un diseño por debajo de restricción avanza cada vez más desde su estado inicial mientras se mueve el puntero, ofreciendo información sobre las restricciones del diseño.*



- *Describir construcción o forzado seleccionado.* Se utiliza para visualizar el nombre de una construcción o restricción y los nombres de los objetos a los que está vinculado.

<b>Cuando identifica:</b>	<b>Se visualiza:</b>
Un forzado	El nombre del forzado y las construcciones a las que se aplica. La construcción de destino se resalta.
Una construcción	El nombre y el tipo de la construcción.
Un parámetro	El nombre del parámetro. Los forzados a los que se asigna se resaltan

- Para obtener información sobre un objeto de un modelo:

1. Seleccione la herramienta "Describir construcción o forzado seleccionado".
2. Identifique un elemento.
3. Acepte el elemento.

El número del objeto se visualizará en este punto. En la barra de estado aparecerá la descripción del objeto.

*Nota: A cada objeto de un modelo se le asigna un nombre único, basado en su tipo (por ejemplo, "Line1" para una línea, "Tangent2" para una restricción de Tangente, etc.). Los nombres no son únicos a lo largo de los modelos. Los números asignados distinguen un objeto de otro y no tienen otro significado.*

#### 16.4.6. Modificar forzado.



- *Dividir geometría restringida.* Sirve para dividir elementos entre construcciones de modo que nos permitan insertar nuevas geometrías y/o restricciones al modelo.



- *Recortar geometría restringida.* Se utiliza para recortar elementos que comparten intersección común.



- *Redondear geometría restringida.*



- *Achaflanar geometría restringida.*



- *Modificar valor de cota o variable.* Se utiliza para editar el valor de una restricción de cota.  
Parámetro = Ajusta el nombre y (opcionalmente) el valor.

- Para editar el valor de una restricción de cota:

1. En la caja de herramientas Modelo, seleccione la herramienta Modificar valor de cota.
2. Identifique la restricción de cota.
3. Introduzca un punto de datos para aceptar.

La etiqueta del campo "Parámetro" tomará el nombre de la variable que ajusta el valor de la restricción de cota.

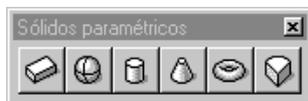
4. Teclee un nuevo valor.
5. Pulse <Intro>, el perfil se actualizará.
6. Vuelva al paso 4 para introducir otro valor para la misma cota o variable, o bien vuelva al paso 2 para identificar otra cota o variable que se vaya a modificar.

El valor se aplica a la cota cuando se identifica.



## 17. Herramientas básicas para modelado sólido

**MicroStation Modeler** es una extensión de **“MicroStation SE”** para el modelado de sólidos paramétricos o sólidos basados en características. Para poder hacer uso de estas herramientas es imprescindible ajustar el espacio de trabajo a **“modeler”** a través del **“Administrador de MicroStation”** (el menú que aparece al iniciar **MicroStation**), o bien iniciarlo a través del icono de **“Modeler”**



### 17.1. Sólidos paramétricos.

Funcionan de la misma forma que las herramientas primitivas 3D de Microstation.

### 17.2. Booleana.

Sirven para realizar operaciones “booleanas” entre sólidos.



- *Construir unión de sólidos:* Une dos o más sólidos.



- *Construir intersección de sólidos:* Crea un sólido con la intersección de dos o más sólidos.



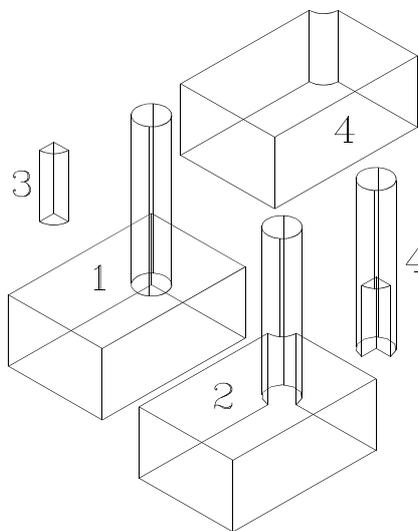
- *Construir diferencia de sólidos.* Utilizado para hallar la diferencia de dos o más sólidos.

El parámetro **“Conservar Original”** actúa del mismo modo en las tres herramientas anteriores y nos permite **“conservar”** los elementos originales según:

- Ninguno
- Todo
- Primero
- Último

En la imagen podemos ver un ejemplo con los distintos resultados de las operaciones booleanas:

- Figura 1: sólidos originales
- Figura 2: unión
- Figura 3: intersección
- Figuras 4: diferencia (el resultado depende del orden de selección de los elementos)



### 17.3. Sólidos paramétricos de forma libre.

Se utilizan para crear proyecciones, revoluciones ... de elementos simples, bien abiertos o cerrados, secciones, células, etc... Su funcionamiento es similar a las herramientas 3D, **“superficies de forma libre”**, como podremos ver a continuación.



- *Construir proyección paramétrica.* Utilizado para construir un sólido de proyección paramétrica por proyección lineal según:

- un perfil cerrado (forma compleja, circunferencia, elipse, o curva B-spline)
- perfil abierto (línea, cadena de líneas, curva o curva B-spline) siempre que el valor de Wall Thickness (espesor de la pared) esté definido a un valor distinto de cero.
- un conjunto de perfiles
- una multilínea o texto
- una célula plana
- un perfil variable dimensional dibujado con la herramienta **“Perfil de boceto”** (cap. 16.4.1.)
- una célula variable dimensional de la librería de células. Permite utilizar la herramienta **“Modificar perfil”** (cap 17.7.) para cambiar la forma del sólido.



*Parámetros:*

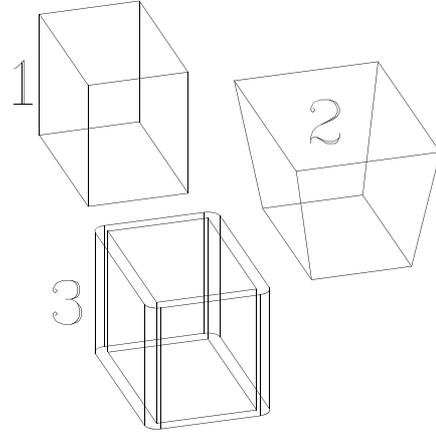
- *Distancia*. Si está activo, Define la distancia a la que el perfil se proyecta. La dirección de la proyección está dada por la normal.

- *Grosor*. (Espesor del sólido proyectado - fig. 3). Es imprescindible en el caso de elementos abiertos.

- *Ángulo* (Ángulo lateral de las caras). Define el ángulo de proyección (positivo o negativo). En la imagen podemos apreciar la diferencia entre las dos proyecciones, una con ángulo de 0° y otra con ángulo de 15° (fig. 2).

- *Célula*. Si está activo se proyecta una célula de dimensión variable. Es decir, se crea una proyección lineal sobre una célula, que podremos seleccionar o bien cambiar sus parámetros a través del icono "Modificar perfil"

- *Mantener perfil*. Si está activo conserva el perfil.



- *Construir revolución paramétrica*. Se utiliza para construir un sólido de revolución de un elemento dado (ver tipos de elemento en la herramienta anterior) alrededor de un eje.

*Parámetros*

- *Ángulo*. Si está activo, es el ángulo de rotación

- *Radio*. Si está activo, es el radio de rotación.

- *Girar eje*. Dirección del eje de revolución  
*Vertical* (respecto a la vista)  
*Horizontal* (respecto a la vista)  
*Por punto*. Eje definido por un punto.  
*Por dos puntos*. Eje definido por dos puntos.

El resto de parámetros son análogos a la herramienta anterior.



- *Construir sólido tubular paramétrico*. Crea extrusiones de una sección a lo largo de una curva guía. Antes de utilizar esta herramienta se debe tener una sección para proyectar y una curva guía para realizar la extrusión. No es necesario orientar ni posicionar correctamente la sección en el comienzo de la curva guía.

El perfil se gira a la orientación adecuada en el punto por el cual se ha seleccionado. El perfil y la curva guía pueden ser de dimensión variable y modificarse con la herramienta *Modificar perfil*. Los parámetros son los mismos que en apartados anteriores.



- *Construir sólido con revestimiento paramétrico*. Se utiliza para construir sólidos o superficies que se apoyan en diferentes secciones (de 2 a 255). Se necesita por lo tanto, dos o más secciones para definir el sólido. Las secciones pueden ser abiertas o cerradas. Una vez creado el sólido, se puede mover cualquier sección y reorganizar el sólido, con la herramienta *Mover característica* . Los perfiles pueden ser de dimensión variable.

*Parámetros:*

- *Grosor*. Define el grosor del sólido.

- *El inicio de perfil es el punto de ID*. Si está activo, los perfiles se alinean por el punto de identificación, evitando la torsión.

- *Mantener perfil*. Se forma un sólido con tapas.



- *Poner hélice de sólido*.

#### 17.4. Modificar Superficies (Modify Sheet.)

Estas herramientas se utilizan para modificar superficies normales de **MicroStation**, (superficies primitivas, superficies de proyección y superficies B-spline).

Las superficies pueden ser cortadas entre sí, y se pueden eliminar regiones después del corte. Las superficies pueden ser unidas y formar un sólido, o formar tapas para el mismo. También existe una herramienta para determinar la dirección normal de la superficie que indicará a qué lado está el material.

Las superficies creadas con estas herramientas se denominan cuerpos de superficie para distinguirlos de los sólidos que tienen volumen real.



- *Recortar superficie (Construct Trim Surface)*. Utilizado para crear una superficie de recorte entre dos superficies o sólidos. Crea la superficie resultante del corte entre otras dos.

##### Parámetros

- *Make copy*. Opción que permite mantener una copia de las superficies originales.
- *Trim type* (Tipo de corte):
  - *None*. Ninguna de las superficies es cortada. Las superficies serán “cosidas” por medio de su intersección.
  - *Single*. La primera superficie identificada será cortada por la otra.
    - *Impose intersections only*. La intersección de ambas superficies es “cosida” a la primera superficie identificada, la otra superficie desaparece.
    - *Reverse*. Invierte el resultado obtenido. (“*impose intersection only*” debe estar desactivado.)
  - *Both*. La intersección de las superficies actúa como elemento de corte. Ambas superficies son cortadas.
    - *Reverse 1st*. Identifica la parte de la primera superficie que será cortada.
    - *Reverse 2nd*. Identifica la parte de la segunda superficie que será cortada.



- *Eliminar caras (Modeler Remove Face)*. Se utiliza para eliminar una o más caras de un sólido que no sean necesarias, como por ejemplo, partes no deseadas disjuntas del mismo, tapas de un sólido, etc.

##### Parámetros

##### Remove (Eliminar)

- *Single Face*: Elimina una cara. Si se utiliza sobre sólidos, convierte el sólido en un conjunto de superficies
- *Connected Faces*: Elimina todas las caras que están unidas. Se utiliza para eliminar partes disjuntas en la diferencia booleana.



- *Unir superficies (Modeler Stitch Surfaces)* Se utiliza para “unir” superficies por su lado común para formar una única superficie. Si las superficies encierran un volumen se forma un sólido. La dirección de la normal de la segunda superficie se cambiará, si es necesario, para coincidir con la primera. Se utiliza un margen de tolerancia para determinar si el lado común está lo suficientemente cerca para unir las superficies; si es mayor aparece un mensaje de error.



- *Construir sólido con tapa (Construct Capped Solid)*. Se utiliza para crear un sólido añadiendo tapas a las superficies existentes.



- *Invertir normal (Modeler Reverse Normal)* Invierte el sentido de la normal de la superficie. La dirección normal apunta al exterior (donde no hay material). Puede ser necesario antes de realizar operaciones de unión de superficies. Aplicado a sólidos produce ambigüedades. No usar en sólidos.

**17.5. Crear características (Creature Feature).**

A través de estas herramientas podemos añadir características (redondeo, chaflán...) a un sólido. Veamos:



- *Redondeo por arista o vértice (Round Edge or Vertex)*. Utilizado para redondear aristas o vértices de un sólido.

*Parámetros*

- *Round* (Redondeo)

- *Edge*: Se redondea una arista.

- *Smooth Sequence*. Si esta activo, los vértices continuos son redondeados en una misma operación. Como podemos apreciar en la imagen, la figura 1 representa la figura tal cual es, y las figuras 2 y 3 con un redondeo sin o con "smooth sequence" activa, respectivamente.

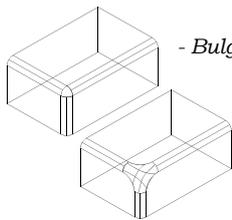
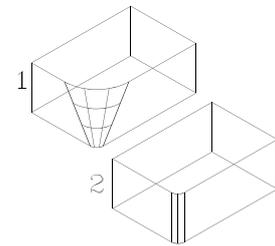
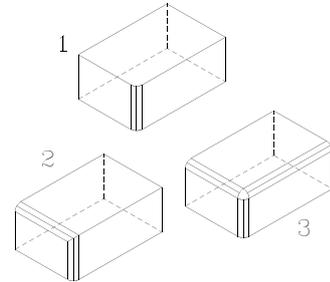
- *Start Radius*: Radio inicial de redondeo.

- *End Radius*: Radio final de redondeo.

- *Vertex*: Se redondea un vértice.

- *Radius*: Radio de redondeo

- *Setback*: Distancia del vértice que comienza el redondeo. En la imagen, podemos apreciar las diferencias al variar el valor de este parámetro.



- *Bulge*: (pandeo). Amplitud de mezcla del vértice.

0: (defecto), plano

0-2, mezcla

20, mezcla total.



- *Chaflán (Chamfer Edge)*. Se utiliza para construir chaflanes.

*Parámetros*

- *Smooth Sequence*. Realiza un chaflán continuo a lo largo de todas las aristas.

- *Method*

- *Chamfer Length*. Define la longitud del chaflán, el ángulo del mismo es 45°

- *Length*. Longitud del chaflán.

- *Distances*. Distancias de inicio del chaflán en cada cara.

- *Distance 1*. Distancia desde la primera cara.

- *Distance 2*. Distancia desde la segunda cara.

- *Reverse Chamfer*. Invierte el valor de las distancias, siempre que estas sean distintas.

- *Distance and Angle*. Distancia y ángulo del chaflán.

- *Distance*. Distancia de inicio del chaflán para ambas caras.

- *Angle*. Ángulo de inclinación del chaflán.

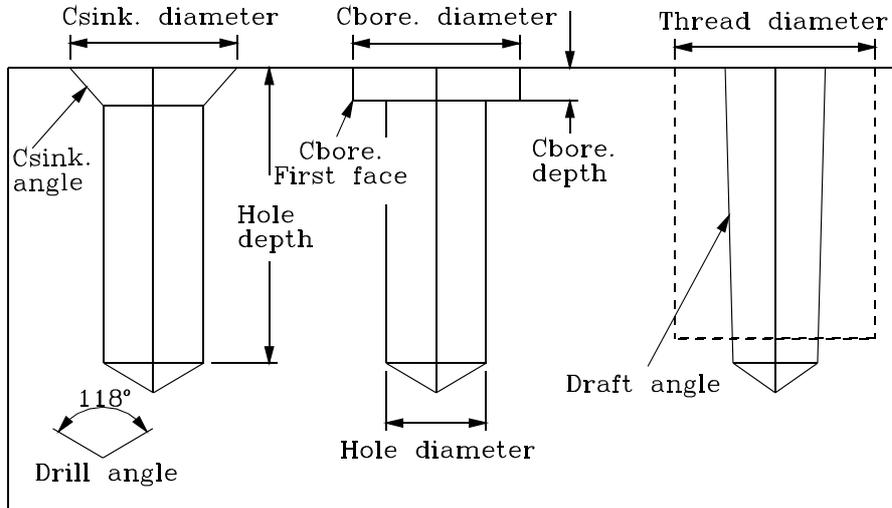
- *Reverse Chamfer*. Cambia la cara donde se inicia la inclinación.



- Crear agujero (Create Hole). Utilizado para crear agujeros simples, avellanados (countersink) y escariados (counterbore).

#### Parámetros

- Hole Type. En la imagen podemos ver gráficamente el significado de cada uno de los parámetros que veremos a continuación.



- Simple: Agujero simple recto.

- Counterbore. Agujero escariado.

- Cbore. End (sólo si el agujero es pasante). Indica el lado del agujero escariado

- First Face. El extremo de la cara que se selecciona.

- Last Face. El extremo opuesto de la cara que se selecciona.

- Both. Ambos.

- Cbore. Diameter. Diámetro del escariado

- Cbore. Depth. Profundidad del escariado

- Countersink. Agujero avellanado.

- Csink. End (solo si el agujero es pasante). Indica el extremo del agujero

- First Face. El extremo de la cara que se selecciona.

- Last Face. El extremo opuesto de la cara que se selecciona.

- Both. Ambos.

- Csink. Diameter. Diámetro del avellanado

- Csink. Angle. Ángulo de avellanado

- Drill. Indica la forma del taladrado del agujero.

- Through: Agujero pasante.

- Blind: Agujero ciego.

- Hole Depth. Profundidad del agujero.

- Drill Angle. Ángulo de taladrado. Por defecto es 118°.

- Direction

- Face Normal. Perpendicular a la cara seleccionada

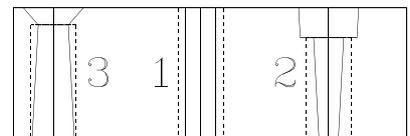
- Screen X,Y,Z. En la dirección de los ejes de vista X,Y,Z.

- Design X,Y,Z. En la dirección de los ejes absolutos X,Y,Z.

- ACS X,Y,Z. En la dirección de los ejes del sistema de referencia auxiliar.

- Hole Diameter. Diámetro del agujero.

- Draft Angle. Ángulo que forman los lados del agujero respecto a la normal. En la imagen podemos ver las distintas formas que toman al modificar dicho ángulo. En la figura 1 tenemos un agujero simple con ángulo 0; en la figura 2, un agujero escariado con ángulo positivo, y en la figura 3, un agujero avellanado con ángulo negativo.



- Thread Diameter. Diámetro de la rosca (ver línea discontinua en la imagen anterior)



- *Construir protuberancia circular (Construct Circular Boss)*. Se utiliza para construir protuberancias circulares.

*Parámetros*

- *Direction*
  - *Face Normal*. Perpendicular a la cara seleccionada.
  - *Screen X,Y,Z*. En la dirección de los ejes de vista X,Y,Z.
  - *Design X,Y,Z*. En la dirección de los ejes absolutos X,Y,Z.
  - *ACS X,Y,Z*. En la dirección de los ejes del sistema de referencia auxiliar.
- *Diameter*. Diámetro de la protuberancia.
- *Height*. Altura de la protuberancia.
- *Draft Angle*. Ángulo de los lados.
- *Round Radius*. Radio de redondeo entre la protuberancia y el sólido.



- *Crear corte (Create Cut)* Se utiliza para realizar un corte de un sólido a través de:

- Un perfil de diseño o un perfil paramétrico creado con *Sketch Profile*
- Una célula de dimensión variable

Los perfiles pueden ser abiertos o cerrados. Cuando un perfil abierto no se extiende al borde del sólido se extiende tangencialmente a los lados.

*Parámetros*

- *Inside*. Si está activo elimina el material del interior del perfil de corte; en caso contrario, se elimina el material del exterior del perfil.
- *Direction*. Indica la dirección del corte según la superficie normal del perfil.
  - *Back* (hacia atrás)
  - *Forward* (hacia delante)
  - *Both* (ambas)
    - *Back Through*. Indica los límites del corte posterior.
- *Through*. Indica los límites del corte
  - *Blind*. (Ciego). Se corta el sólido una distancia dada.
    - *Distance*. Indica la distancia del corte.
  - *Next Face*. Se corta el sólido hasta la siguiente cara
  - *All Faces*. Todas las caras

Los demás parámetros son análogos a los que existen en otras herramientas.



- *Construir protuberancia (Construct Protrusion)*. Se utiliza para crear protuberancias en un sólido utilizando una célula de dimensión variable o bien un perfil cerrado (forma compleja, circunferencia, elipse, etc.)

Los parámetros son análogos a los que existen en otras herramientas.



- *Construir refuerzo (Construct Rib)*. Se utiliza para construir un refuerzo entre dos caras de un mismo sólido.

*Parámetros*

- *Normal Axis*. Indica la dirección de la normal del refuerzo que se desee. Puede estar definido por puntos, ejes de vista, ejes de diseño o ejes auxiliares.
  - *Points*. Según la dirección de los puntos introducidos.
  - *Screen X,Y,Z*. En la dirección de los ejes de vista X,Y,Z.
  - *Design X,Y,Z*. En la dirección de los ejes absolutos X,Y,Z.
  - *ACS X,Y,Z*. En la dirección de los ejes del sistema de referencia auxiliar.
- *Thickness*. Indica el espesor del refuerzo.
- *Round Radius*. Es el radio de redondeo entre el refuerzo y el sólido.



- *Construir sólido de espesor fino (Construct Thin Shelled Solid)*. Se utiliza para quitar material de un sólido dejando las caras definidas por un espesor. Pueden existir caras con espesor diferente al resto del sólido. Aquellas caras con espesor cero, son eliminadas del sólido.

#### Parámetros

- *Shell Thickness*. Indica el espesor general del sólido. Si es positivo se añade hacia el exterior, siendo el sólido inicial, el interior. Si es negativo, el efecto es inverso.
- *Face Thickness*. Indica el espesor de una cara distinta del espesor definido por el parámetro *Shell Thickness*

## 17.6. Manipular características (Manipulate Feature tool box).

Estas herramientas se utilizan para manipular las características más importantes de los sólidos, pero **no** sirve para las herramientas de redondeo y chaflán



- *Move Feature*. Sirve para mover características del sólido. Funciona de forma similar a la herramienta "*Move Element*".

#### Parámetros

- *Make Copy*. Si está activo se hará una copia de la característica.
- *Drop Constraint*. Si está activo se eliminan las condiciones de la característica.



- *Rotate Feature*. Sirve para girar alguna característica del sólido. Funciona de forma similar a la herramienta *Rotate Element*.

#### Parámetros

- *Rotate About*. Indica el sistema de coordenadas de rotación
  - Drawing*. ejes globales del fichero de diseño
  - View*. ejes de vista
  - ACS*. ejes auxiliares
  - Feature*. ejes de la característica del sólido definidos con *Create Datum*
- *X Rotation*. Indica la rotación alrededor del eje X en el sistema definido en la opción anterior
- *Y Rotation*. Indica la rotación alrededor del eje Y en el sistema definido en la opción anterior
- *Z Rotation*. Indica la rotación alrededor del eje Z en el sistema definido en la opción anterior
- *Make Copy*. Se crea una copia de la característica. .



- *Mirror Feature*. Se utiliza para realizar una simetría de una característica del sólido. Funciona de forma similar a la herramienta *Mirror Element*.

*Parámetros*. Los mismos que la herramienta *Rotate Feature*



- *Construct Feature Array*. Se utiliza para realizar un *array* (matriz) de una característica del sólido. Funciona de forma similar a la herramienta *Construct Array*.

#### Parámetros

- *Array Type*. Indica el tipo de array
  - *Rectangular*.
    - *Angle*. Ángulo del array respecto al eje X del sistema de coordenadas definido.
    - *Rows*. Número de filas
    - *Columns*. Número de columnas
    - *Row Spacing*. Espaciado entre filas (positivo o negativo)
    - *Column Spacing*. Espaciado entre columnas
  - *Polar*.
    - *Items*. Número de elementos del array polar (contando el inicial)
    - *Delta Angle*. Ángulo entre elementos

- *Array about*. Indica el sistema de coordenadas para realizar el array
  - *Drawing*. ejes globales del fichero de diseño.
  - *View*. ejes de vista.
  - *ACS*. ejes auxiliares.
  - *Feature*. ejes de la característica del sólido definidos con *Create Datum*.



- *Locate Feature*. Sirve para posicionar características de un sólido mediante condiciones. La posición puede estar referida a:

- un vértice de un sólido
- otra característica
- un dato creado con la herramienta *Create Datum*

#### Parámetros

- *Type*. Tipo de dato de referencia.
  - *Vertex*. Vértice de un sólido.
  - *Datum*. Dato.
  - *Feature*. Característica del sólido.
- *X Delta, Y Delta, Z Delta*. Distancia en la dirección X,Y o Z respecto al dato.



- *Crear dato (Create Datum)*. Se utiliza para colocar un nodo de datos (similar a un eje de coordenadas auxiliares) y modificar con la herramienta "*Locate Feature*". las características del sólido respecto a dicho nodo.

## 17.7. Modificar características (modify Feature)

Las características de cualquier sólido pueden ser modificadas a través de las siguientes herramientas:



- *Modificar sólido paramétrico (Modify Parametric Solid or Feature)*. Se utiliza para editar y modificar los parámetros de un sólido o de una de sus características. Los parámetros modificables son los mismos que utilizamos para la creación de cada una de ellas (ver cap. 17.5.)

- *Parámetros*
- *Edit Solids About ID Point*. Si está activo las modificaciones se realizan a partir del punto seleccionado.



- *Modify Profile*. Se utiliza para editar y modificar los parámetros de un sólido o de una de sus características editando los parámetros del perfil, pudiendo ser éste una célula de dimensión variable.



- *Change Feature Attributes*. Se utiliza para cambiar la simbología de las características de un sólido

#### Parámetros:

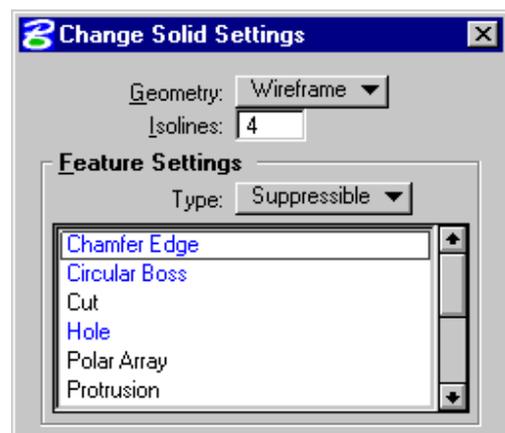
- *Level* (nivel o capa)
- *Color*
- *Style* (estilo de línea)
- *Weight*. (espesor)
- *Class*. (clase) . Primaria o de construcción



- *Change Solid Settings*. Se utiliza para controlar las características de visualización y almacenamiento de los nuevos elementos sólidos en el diseño. Al seleccionar la herramienta, vemos una ventana tal como muestra la siguiente imagen, con una serie de parámetros que pasaremos a ver a continuación:

- *Geometry*: define el modo de almacenamiento de los nuevos elementos en el diseño:

- *Wireframe*: líneas y curvas. Es la opción por defecto.



- *Surface*: Superficies. En elementos complejos puede ser bastante más lento y menos apropiado a la hora de utilizar el punto tentativo.

- *Isolines*: Es el número de líneas de reglado que se visualizan al representar una superficie. El valor por defecto es "4" y el rango está entre "2" y "9999".

Este dato viene a ser el mismo que utilizamos en las herramientas de superficies 3D, a través del menú "elemento - B-splines" donde el valor, en este caso, viene dado con el nombre de "number U/V rules".

*Feature settings*: Permite controlar los ajustes según el tipo específico de característica.

- *Type*: Tipo de ajustes.

- *Suppressible*: Características suprimibles. Controla la visualización de las características del diseño. Es decir, nos permite anular (no-visualizar) cualquier operación (característica) realizada en el diseño, es como si volviésemos hacia atrás en el proceso del diseño. Para "suprimir" una característica del diseño, seleccionarla de la lista e identificar el sólido en cuestión. Se pueden seleccionar varios elementos de la lista con las teclas <CTRL> o <SHIFT> presionadas mientras hacemos la selección. Entre las características suprimibles, tenemos:

- *Chamfer edge* (chaflán)
- *Circular boss* (protuberancia circular)
- *Cut* (corte)
- *Hole* (agujero)
- *Polar array* (matriz polar)
- *Protrusion* (protuberancia mediante perfil)
- *Rectangular array* (matriz rectangular)
- *Rib* (costilla o refuerzo)
- *Round edge* (redondeo por eje)
- *Round vertex* (redondeo por vértice)
- *Section* (sección)
- *Thin shell* (espesor)

- *Annotatable*: Permite modificar (en caso de que existan) las anotaciones (texto) referentes a las características del sólido. Veamos la lista:

- *Chamfer edge* (chaflán)
- *Circular boss* (protuberancia circular)
- *Hole* (agujero)
- *Round edge* (redondeo por eje)
- *Round vertex* (redondeo por vértice)



- *Drop Parametric Solid to Components*. Transforma el sólido en sus componentes elementales.



- *Delete Feature*. Elimina una característica de un sólido.



## APÉNDICE A.

### AccuDraw y SmartLine

*AccuDraw* es la herramienta de diseño más potente de MicroStation. Junto con la herramienta de diseño más flexible "*SmartLine*" realizará cualquier diseño con suma facilidad.

*AccuDraw* es una ayuda de dibujo que tiene en cuenta parámetros como la posición actual del puntero, el último punto de datos introducido, la última directriz de coordenadas, las necesidades actuales de las herramientas, y cualquier instrucción que haya introducido por medio de los métodos abreviados de teclado o de las opciones de *AccuDraw*. *AccuDraw* genera entonces las coordenadas de precisión apropiadas y las aplica a la herramienta activa.

Con *AccuDraw* cualquier diseño 3D se realizará cómodamente en una única vista, la Isométrica.

Veamos como funcionan estas dos herramientas con un simple ejemplo (llave inglesa):

- 1- Crear un fichero de diseño 3D con el nombre de "*llave-i.dgn*"
- 2- Definir las **unidades de trabajo** a cm (mm), y la resolución a 10 y 10000.
- 3- Seleccionar Color=3, Estilo de línea=2, y Clase=Construcción.
- 4- Activar *AccuDraw*<sup>1</sup> y con la herramienta *Línea* dibujar un segmento horizontal de 5cm desde el punto XY=0,0.

- En el siguiente paso vamos a generar el perfil del diseño. Sigamos los siguiente pasos:

- 5- Cambiar los atributos de elemento como sigue: Color=0, Estilo línea=0 y Clase=Primario
- 6- Con la herramienta *poner SmartLine* crear un segmento vertical de 0.5cm desde el origen XY=0,0. Es decir, con el punto tentativo seleccionar el origen XY y aceptar, mover el ratón en sentido vertical a través del plano *AccuDraw*, una vez indexado verticalmente, teclear "0.5" en el eje Y de la ventana<sup>2</sup> *AccuDraw*, aceptar mediante un punto de datos.
- 7- Cambiar en la ventana "*Ajustes de Herramientas*" el tipo de vértice a "*redondeado*" y el radio del arco a "0.1", pulsar la tecla "intro" para confirmar. Activar de nuevo la ventana "*accudraw*". Desplazar horizontalmente el puntero del ratón hacia la izquierda y teclear "1". Introducir un punto de datos para aceptar.
- 8- Cambiar tipo de segmento a "arcos" y tipo de vértice a "agudo". Desplazamos horizontalmente el puntero del ratón hacia la derecha, teclear "0.9" en el campo "distancia", aceptar mediante un punto de datos. Mover el ratón circularmente de forma que aparezca la semicircunferencia superior, teclear en el campo ángulo "180", y sin movernos del eje horizontal, aceptar con un punto de datos.
- 9- Para finalizar, cambiar en la ventana de "*ajustes de herramientas*" el tipo de segmento a "líneas" y en la ventana "*accudraw*" teclear 3.3 en el campo distancia, aceptar con un punto de datos en el eje horizontal.
- 10- "Reset" (botón derecho del ratón) para finalizar.

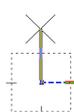


- A continuación vamos a reducir el radio del arco.

- 11- Seleccionar la herramienta "*modificar elemento*"  e identificar el arco.
- 12- En la ventana de "*ajustes de herramientas*" cambiar método a "*el radio conserva extremos*".
- 13- Teclear "0.7" en la ventana "*accudraw*"
- 14- Punto de datos para confirmar.
- 15- Reset para finalizar.

- En el siguiente paso vamos a realizar la simetría del perfil.

- 15- Seleccionar la herramienta "*simetría de elemento*"  e identificar el perfil.
- 16- Confirmar en el menu "*ajustes de herramientas*" que es una simetría horizontal.
- 17- Seleccionar el eje horizontal de simetría con un punto tentativo y aceptar.



<sup>1</sup>NOTA: Si *AccuDraw* esta activo vemos que aparece un plano cuadrado, que muestra dinámicamente una línea más gruesa según nos acercamos a los ejes vertical y horizontal.

<sup>2</sup> La ventana *AccuDraw* estará siempre activa y en el campo adecuado según orientemos el puntero del ratón en sentido horizontal o vertical.

- Dibujar el extremo cerrado de la llave inglesa.

18- Seleccionar la herramienta "poner smartline".

19- En la ventana "ajustes de herramientas" definir el tipo de segmento como "arcos" y vértices como "agudos".

20- Con punto tentativo seleccionar el extremo derecho del perfil superior para el inicio del arco. Aceptar.

21- El centro del arco estará en el extremo del eje de simetría. Mover el puntero del ratón de forma circular para formar el arco definido por esos dos puntos.

22- El final del arco quedará definido por el extremo derecho del perfil inferior.

23- Reset para finalizar.

- Crear el agujero hexagonal en dicho extremo.

24- Seleccionar la herramienta "poner polígono regular".

25- En la ventana "ajustes de herramientas" definir método como "circunscrito", bordes=6, radio=0.65.

26- Mediante punto tentativo seleccionar el centro en el extremo derecho del eje horizontal.

27- Aceptar con un punto de datos en el eje de simetría.

28- Reset.

- En el menú de "atributos de vista" quitar la visualización de los elementos de construcción para quitar el eje de simetría.

- Crear forma poligonal compleja automáticamente.

29- Seleccionar la herramienta "crear forma poligonal compleja"



30- En la ventana de "ajustes de herramientas" configurar método como "automático" y separación=0.0004.

31- Identificar el perfil de la pieza y pulsar mediante el botón de datos hasta que recorra toda la pieza. Aceptar.

- Rayado del interior de la pieza.

32- Seleccionar la herramienta "Rayar área"



33- En la ventana de "ajustes de herramientas" definir método como "diferencia", espaciado=0.125, ángulo=45°, tolerancia=0 y patrón asociativo=activo.

34- Seleccionar el perfil exterior, a continuación el agujero hexagonal, aceptar con un punto de datos.

35- Reset para confirmar la operación.

- Modificar la longitud de la pieza.

36- Seleccionar la herramienta "poner cercado rectangular".



37- Crear un "rectángulo" mediante sus dos vértices alrededor del extremo circular derecho.

38- Seleccionar la herramienta "manipular contenido de cercado"



39- En la ventana de "ajustes de herramientas" definir operación como "extender" y modo como "dentro".

40- Introducir un punto de datos en el centro del agujero.

41- En la ventana "accudraw" teclear "0.5". Poner un punto de datos en el eje horizontal del plano "accudraw".

42- Reset para finalizar.

- Para finalizar el diseño de la pieza seleccionar de nuevo la herramienta "poner cercado rectangular" para quitar dicho cercado. El diseño de la pieza ha sido realizado prácticamente con sólo dos herramientas: "Accudraw" y "SmartLine", las cuales, como hemos podido comprobar, nos permiten ejecutar multitud de funciones fácilmente, reduciendo tiempos de operación.

# INDICE ALFABÉTICO

## A

<i>Abrir paleta de materiales</i> .....	63
<i>Abrir tabla de materiales</i> .....	63
<i>AccuDraw</i> .....	4
<i>AccuDraw 3D</i> .....	47
<i>Aceleración de gráficos (ajustes rendering)</i> .....	59
<i>Acotación del modelo (DDE)</i> .....	77
<i>Acotación, texto y medición</i> .....	31
<i>Acotar ángulo desde eje X</i> .....	32
<i>Acotar ángulo desde eje Y</i> .....	32
<i>Acotar ángulo entre líneas</i> .....	32
<i>Acotar elemento</i> .....	31
<i>Acotar ordenadas</i> .....	31
<i>Acotar tamaño de ángulo</i> .....	31
<i>Acotar ubicación</i> .....	31
<i>Acotar ubicación (apilada)</i> .....	31
<i>Acotar ubicación de ángulo</i> .....	31
<i>Actualizar Vista</i> .....	9
<i>Agrupar agujeros</i> .....	24
<i>Ajustar Vista</i> .....	6
<i>Ajustes de cámara</i> .....	52
<i>Ajustes de cámara (FlyThrough)</i> .....	71
<i>Ajustes de Cota</i> .....	32
<i>Ajustes de herramientas</i> .....	3
<i>Ajustes de Rendering</i> .....	57
<i>Ajustes de representación de modelos 3D</i> .....	57
<i>Ajustes de Texto</i> .....	35
<i>Alinear elemento con punto y línea (DDE)</i> .....	82
<i>Altura y anchura (texto)</i> .....	35
<i>Ambiente (iluminación)</i> .....	60
<i>Analizar curvatura</i> .....	51
<i>Ángulo cono (iluminación de origen)</i> .....	62
<i>Ángulo incremento (iluminación de origen)</i> .....	62
<i>Ángulo inicial (bloqueos)</i> .....	47
<i>Añadir a grupo gráfico</i> .....	24
<i>Aplicar valores (iluminación de origen)</i> .....	61
<i>Apuntar luz (iluminación de origen)</i> .....	61
<i>Archivos de referencia</i> .....	38
<i>Arcos</i> .....	21
<i>Área</i> .....	43
<i>Arquímedes (espiral)</i> .....	42
<i>Asignar ecuación (DDE)</i> .....	83
<i>Asignar material</i> .....	64
<i>Asignar materiales</i> .....	63
<i>Asignar según selección (materiales)</i> .....	64
<i>Asignar variable a restricción de cota (DDE)</i> .....	83
<i>Asociación (cazado)</i> .....	46
<i>Atenuar (iluminación de origen)</i> .....	62
<i>Atenuar según distancias (iluminación de origen)</i> .....	63
<i>Atributos de elementos</i> .....	6
<i>Atributos de relleno</i> .....	28
<i>Atributos de vista de rendering</i> .....	59
<i>Atributos de vista</i> .....	11
<i>AZ</i> .....	45

**B**

<i>B-spline</i> . . . . .	41
<i>Barra de Menú</i> . . . . .	2
<i>Biblioteca de Células</i> . . . . .	24-25
<i>Bisectriz o punto medio de un elemento entero</i> . . . . .	3
<i>Bloquear eje (bloqueos)</i> . . . . .	47
<i>Bloquear snap (cazado)</i> . . . . .	46
<i>Bloquear unidades</i> . . . . .	47
<i>Bloqueo isométrico</i> . . . . .	47
<i>Bloqueos</i> . . . . .	46
<i>Boolean</i> . . . . .	88
<i>Borrar áreas de recorte del archivo de referencia</i> . . . . .	38
<i>Borrar asignación (materiales)</i> . . . . .	64
<i>Borrar contenido de cercado</i> . . . . .	29
<i>Borrar luz (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Borrar mapa(s) de sombras (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Borrar mapas de entorno (materiales)</i> . . . . .	64
<i>Borrar parte de elemento</i> . . . . .	5
<i>Borrar patrón</i> . . . . .	28
<i>Borrar vértice</i> . . . . .	5
<i>Borrar vínculo de material</i> . . . . .	64

**C**

<i>Calculadora de curvas</i> . . . . .	42
<i>Cámara (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Cámara</i> . . . . .	52
<i>Cambiar a ajustes de curva activa</i> . . . . .	42
<i>Cambiar a ajustes de superficie activa</i> . . . . .	51
<i>Cambiar atributos de elemento</i> . . . . .	7
<i>Cambiar cotas a ajustes activos</i> . . . . .	32
<i>Cambiar dirección de un elemento</i> . . . . .	42
<i>Cambiar elemento a área activa -sólido/hueco</i> . . . . .	7
<i>Cambiar elemento a tipo de relleno activo</i> . . . . .	7
<i>Cambiar multilínea a definición activa</i> . . . . .	23
<i>Cambiar normal a superficie</i> . . . . .	51
<i>Cambiar perspectiva de vista 3D</i> . . . . .	52
<i>Cambiar rotación de vista</i> . . . . .	52
<i>Cambiar texto a atributos activos</i> . . . . .	34
<i>Campo de Entrada de datos</i> . . . . .	2
<i>Campo de Entrada auxiliar de datos</i> . . . . .	2
<i>Campo de Errores</i> . . . . .	2
<i>Campo de Estado</i> . . . . .	2
<i>Campo de Mensajes</i> . . . . .	2
<i>Campos de datos (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Capturar imagen</i> . . . . .	67
<i>Capturar pantalla</i> . . . . .	67
<i>Capturar rectángulo</i> . . . . .	68
<i>Capturar ventana de vista</i> . . . . .	68
<i>Capturar vista</i> . . . . .	68
<i>Cazados</i> . . . . .	2
<i>DDE</i> . . . . .	75
<i>Células, puntos y patrones</i> . . . . .	24
<i>Células rápidas (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Centro de arcos, círculos y elipses</i> . . . . .	2
<i>Centroide</i> . . . . .	43
<i>Cercados o Fences</i> . . . . .	29
<i>Chamfer Edge</i> . . . . .	9 2
<i>Change Feature Attributes</i> . . . . .	9 6
<i>Change Solid Settings</i> . . . . .	9 6
<i>Choose Element</i> . . . . .	5
<i>Círculos y elipses</i> . . . . .	5
<i>Clotoide (espiral)</i> . . . . .	42
<i>Color (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Color niebla(bruma) (render)</i> . . . . .	58
<i>Combinar curvas</i> . . . . .	42
<i>Combinar superficie b-spline según curvas guía</i> . . . . .	51
<i>Combinar superficies</i> . . . . .	51
<i>Composición dibujo</i> . . . . .	72
<i>Compresión (capturar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Compresión (guardar imagen)</i> . . . . .	67
<i>Comprimir-Diseño</i> . . . . .	4

Construcción (DDE) .....	75
Construcciones ( a c t i v a r v i s u a l i z a c i ó n ) .....	12
Construct parametric projection .....	87
Construct parametric revolution .....	88
Construct parametric skinned solid .....	88
Construct parametric tubular solid .....	88
Construct Capped Solid .....	90
Construct Circular Boss .....	92, 96
Construct Feature Array .....	94
Construct Protrusion .....	92
Construct Rib .....	92
Construct solids Difference .....	88
Construct solids Intersection .....	88
Construct solids Union .....	88
Construct Thin Shelled Solid .....	93
Construct Trim Surface .....	89
Construir acuerdo circular o parabólico .....	6
Construir arco vinculado (DDE) .....	84
Construir Bisectriz .....	3
Construir cadena de líneas o forma vinculada (DDE) .....	84
Construir chaflán 2D .....	6
Construir chaflán entre superficies .....	51
Construir diferencia entre superficies .....	54
Construir elipse o círculo vinculado (DDE) .....	84
Construir interpolación por arcos .....	41
Construir intersección entre superficies .....	54
Construir línea de distancia mínima .....	3
Construir línea según ángulo activo .....	3
Construir punto activo en intersección .....	27
Construir puntos a lo largo del elemento .....	27
Construir puntos activos según distancia .....	27
Construir puntos entre puntos de datos .....	27
Construir superficie de proyección .....	49
Construir superficie de revolución .....	49
Construir superficie desplazada .....	50
Construir superficie exterior .....	50
Construir superficie según lados.(Sólo 3D) .....	50
Construir superficie según sección o red .....	50
Construir superficie tubular .....	50
Construir unión entre superficies .....	54
Control de vista 3D. ....	52
Controlador (impresora o plotter) .....	39
Controles de visualización .....	9
Convertir construcción o parámetro invariante (DDE) .....	82
Convertir cotas a restricciones (DDE) .....	82
Convertir elemento a b-spline .....	42
Convertir elemento en perfil (DDE) .....	85
Convertir imagen .....	68
Copiar (Visualizar imagen) .....	68
Copiar campo de entrada de datos .....	34
Copiar e incrementar campo de entrada de datos .....	34
Copiar e incrementar texto .....	34
Copiar elemento o cercado .....	13
Copiar o mover paralelo .....	13
Copiar vista .....	9
Corrección gamma (guardar imagen) .....	67
Corrección gamma (Visualizar imagen) .....	68
Cortar (Visualizar imagen) .....	68
Cotas .....	12
Creación de una restricción de ecuación (DDE) .....	79
Creación y comprobación de la célula (DDE) .....	80
Crear cadena compleja .....	23
Crear forma poligonal compleja .....	23
Crear región .....	23
Create Cut .....	92
Create Datum .....	93
Create Hole .....	91, 97
Creature Feature .....	90
Curvas .....	41
Curvas de Bezier .....	41
Curvas rápidas ( a c t i v a r v i s u a l i z a c i ó n ) .....	12

# D

<i>Debidamente restringidas (DDE)</i> . . . . .	75
<i>Definir área de recorte del fichero de referencia</i> . . . . .	38
<i>Definir límite recorte fichero referencia</i> . . . . .	38
<i>Definir mapas de entorno (materiales)</i> . . . . .	64
<i>Definir materiales</i> . . . . .	65
<i>Definir origen de célula</i> . . . . .	26
<i>Definir plano delantero recorte de fichero de referencia</i> . . . . .	38
<i>Definir plano posterior de recorte de fichero de referencia</i> . . . . .	38
<i>Delete Feature</i> . . . . .	98
<i>Denominación de las cotas con variables (DDE)</i> . . . . .	78
<i>Densidad corta (render)</i> . . . . .	58
<i>Describir construcción o restricción seleccionada (DDE)</i> . . . . .	81
<i>Desenfocar (Visualizar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Desplazar elemento</i> . . . . .	42
<i>Desvincular fichero de referencia</i> . . . . .	38
<i>Dimensión radial</i> . . . . .	32
<i>Dinámica (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Dinámica (ajustes rendering)</i> . . . . .	59
<i>Direcciones principales</i> . . . . .	44
<i>Diseño 3D</i> . . . . .	45
<i>Diseño DD (DDE)</i> . . . . .	75
<i>Distancia (bloqueos)</i> . . . . .	47
<i>Distancia (iluminación de origen)</i> . . . . .	62
<i>Distancia corta (render)</i> . . . . .	58
<i>Distante (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Dividir superficies</i> . . . . .	51
<i>Divisor</i> . . . . .	2
<i>Divisor (cazado)</i> . . . . .	46
<i>DP</i> . . . . .	46
<i>Drop Parametric Solid to Components</i> . . . . .	98

# E

<i>Ecuaciones (DDE)</i> . . . . .	79
<i>Editar luz (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Editar material</i> . . . . .	64
<i>Editar texto</i> . . . . .	32
<i>Editar texto</i> . . . . .	34
<i>Efectos de iluminación de materiales</i> . . . . .	65
<i>Eje (bloqueos)</i> . . . . .	47
<i>Elementos lineales</i> . . . . .	3
<i>Elipse</i> . . . . .	42
<i>Encuadrar diseño activo</i> . . . . .	9
<i>Engrapado (unir) superficies</i> . . . . .	51
<i>Escalar elemento</i> . . . . .	13
<i>Escalar fichero de referencia.</i> . . . . .	38
<i>Espac. líneas (texto)</i> . . . . .	35
<i>Espaciado entre caracteres (texto)</i> . . . . .	35
<i>Estilos de línea (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Etiquetas (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Explorar luces (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Extender curva</i> . . . . .	42
<i>Extender o acortar elemento hasta intersección</i> . . . . .	5
<i>Extender o acortar dos elementos hasta su intersección</i> . . . . .	5
<i>Extender o acortar línea</i> . . . . .	5
<i>Extender región de superficie</i> . . . . .	51
<i>Extender superficie</i> . . . . .	51

## F

<i>Ficheros de referencia</i> .....	37
<i>Ficheros semilla (2D y 3D)</i> .....	9
<i>Fijar ángulo de línea o elipse (DDE)</i> .....	82
<i>Fijar profundidad activa</i> .....	45
<i>Fijar profundidad activa.</i> .....	52
<i>Fijar profundidad de visualización.</i> .....	46
<i>Fijar profundidad de visualización</i> .....	52
<i>Fijar punto en posición (DDE)</i> .....	83
<i>Flash (iluminación)</i> .....	60
<i>FlyThrough</i> .....	70
<i>Fondo (activar visualización)</i> .....	12
<i>Formato (capturar imagen)</i> .....	68
<i>Formato (guardar imagen)</i> .....	67
<i>Fracciones (texto)</i> .....	35
<i>Fuente (instalar)</i> .....	36
<i>Fuente (texto)</i> .....	35
<i>Fuente rápida (activar visualización)</i> .....	12

## G

<i>Generar sección</i> .....	53
<i>Grados de libertad (DDE)</i> .....	75
<i>Grosos de línea (activar visualización).....</i> .....	12
<i>Grupo gráfico (bloqueos)</i> .....	46
<i>Grupos</i> .....	23
<i>Grupos de niveles</i> .....	18
<i>Guardar (Visualizar imagen)</i> .....	68
<i>Guardar como (Visualizar imagen)</i> .....	68
<i>Guardar imagen</i> .....	67
<i>Guardar mapas de sombra (render)</i> .....	58
<i>Guardar tabla de materiales</i> .....	63

## H

<i>Hacer simetría horizontal de un fichero de referencia</i> .....	38
<i>Hacer simetría vertical de un fichero de referencia</i> .....	38
<i>Hipérbola</i> .....	42

## I

<i>Identificar célula</i> .....	26
<i>Ignorar elementos abiertos y texto (render)</i> .....	58
<i>Igualar (texto)</i> .....	35
<i>Igualar (Visualizar imagen)</i> .....	68
<i>Igualar atributos de relleno</i> .....	28
<i>Igualar atributos de multilineas.</i> .....	7
<i>Igualar atributos de elemento.</i> .....	7
<i>Igualar atributos de todos los elementos</i> .....	7
<i>Igualar atributos de texto</i> .....	34
<i>Igualar parámetros o construcciones (DDE)</i> .....	83
<i>Iluminación (materiales)</i> .....	65
<i>Iluminación de origen o fuente</i> .....	61
<i>Iluminación global.</i> .....	60
<i>Imagen (capturar)</i> .....	67
<i>Imagen (guardar)</i> .....	67
<i>Impresora</i> .....	39
<i>Inclinación (texto)</i> .....	35
<i>Incremento (bloqueos)</i> .....	47
<i>Indicación de distancia (ajustes rendering)</i> .....	59
<i>Indicación distancia (render)</i> .....	58
<i>Insertar vértice en líneas, multilineas, forma poligonal</i> .....	5
<i>Instalar fuentes de texto</i> .....	36
<i>Intensidad (iluminación de origen)</i> .....	61
<i>Intergraph RGB (capturar imagen)</i> .....	68
<i>Intergraph RGB (guardar imagen)</i> .....	67
<i>Interpolar texturas (render)</i> .....	58
<i>Intersección de dos elementos</i> .....	3
<i>Isométrico.(bloqueos)</i> .....	47

**J**

<i>Jpeg (capturar imagen)</i> .....	68
<i>Jpeg (guardar imagen)</i> .....	67
<i>Juntas (de Multilíneas)</i> .....	23
<i>Justificación (cota)</i> .....	33
<i>Justificación (texto)</i> .....	35

**L**

<i>Lectura de Coordenadas</i> .....	10
<i>Lenguaje de comandos de Plotter/Impresora</i> .....	40
<i>Límites de referencia (activar visualización)</i> .....	12
<i>Líneas de cotas</i> .....	33
<i>Líneas de extensión - Desplazamiento</i> .....	33
<i>Líneas de extensión - Extensión</i> .....	33
<i>Locate Feature</i> .....	95
<i>Logarítmica (espiral)</i> .....	42
<i>Longitud de líneas (texto)</i> .....	35

**M**

<i>Manipulación de grupos de elementos con cercados</i> .....	29
<i>Manipular</i> .....	13
<i>Manipular cercado</i> .....	29
<i>Manipulate Feature</i> .....	94
<i>Mapas de patrones/resaltos (ajustes rendering)</i> .....	59
<i>Mapas de patrones (materiales)</i> .....	65
<i>Mapas de resaltos (materiales)</i> .....	65
<i>Marco de texto (cota)</i> .....	33
<i>Masa</i> .....	43
<i>Materiales (texturas)</i> .....	63
<i>Matriz</i> .....	13
<i>Medición</i> .....	43
<i>Medir ángulo entre líneas</i> .....	43
<i>Medir área</i> .....	43
<i>Medir distancia entre puntos</i> .....	43
<i>Medir longitud</i> .....	43
<i>Medir radio</i> .....	43
<i>Medir volumen</i> .....	43
<i>Memoria intermedia doble (ajustes rendering)</i> .....	59
<i>Mirror Feature</i> .....	94
<i>Modeler Remove Face</i> .....	89
<i>Modeler Reverse Normal</i> .....	90
<i>Modeler Stitch Surfaces</i> .....	89
<i>Modelo (DDE)</i> .....	80
<i>Modificación de atributos</i> .....	7
<i>Modificación y visualización de variables (DDE)</i> .....	79
<i>Modificar ángulo del arco</i> .....	21
<i>Modificar atributos de estilo de línea personalizada</i> .....	7
<i>Modificar cercado</i> .....	29
<i>Modificar curva b-spline</i> .....	42
<i>Modificar eje del arco</i> .....	21
<i>Modificar elemento</i> .....	5
<i>Modificar elemento ( c o t a )</i> .....	32
<i>Modificar límite de recorte</i> .....	51
<i>Modificar radio del arco</i> .....	21
<i>Modificar superficie b-spline</i> .....	51
<i>Modificar superficies 3D</i> .....	51
<i>Modificar valor de cota o variable (DDE)</i> .....	81
<i>Modificar y resolver restricciones (DDE)</i> .....	80
<i>Modify Feature</i> .....	95
<i>Modify Parametric Solid or Feature</i> .....	95
<i>Modify Profile</i> .....	95
<i>Modify Sheet</i> .....	89
<i>Modo (cazado)</i> .....	46
<i>Modo (paleta colores - imagen)</i> .....	67
<i>Modo (paleta colores - capturar imagen)</i> .....	68
<i>Modo cercado (bloqueos)</i> .....	46
<i>Modo de color (Visualizar imagen)</i> .....	68
<i>Modos de cercado</i> .....	29
<i>Momentos principales</i> .....	44
<i>Mostrar profundidad activa</i> .....	46
<i>Mostrar profundidad activa</i> .....	52

<i>Mostrar profundidad de visualización</i> . . . . .	46
<i>Mostrar profundidad de visualización</i> . . . . .	52
<i>Move Feature</i> . . . . .	94
<i>Mover elemento o cercado</i> . . . . .	13
<i>Mover fichero de referencia</i> . . . . .	38
<i>Mover luz (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Multilíneas</i> . . . . .	22

## N

<i>Negativo (Visualizar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Nivel (bloqueos)</i> . . . . .	46
<i>Niveles (F. de Referencia)</i> . . . . .	37
<i>Niveles o capas</i> . . . . .	15
<i>Nodo de texto (bloqueos)</i> . . . . .	46
<i>Nodos de Texto (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Nombres de niveles</i> . . . . .	17
<i>Número de nivel</i> . . . . .	15
<i>NURBS</i> . . . . .	42

## O

<i>Orientación (cota)</i> . . . . .	33
<i>Origen de célula o texto.</i> . . . . .	3

## P

<i>Paleta de materiales</i> . . . . .	63
<i>Parábola</i> . . . . .	42
<i>Paralelo</i> . . . . .	3, 22
<i>Parametric free-form solids</i> . . . . .	87
<i>Parametric solids</i> . . . . .	87
<i>Patrón lineal</i> . . . . .	28
<i>Patrones</i> . . . . .	27
<i>Patrones (activar visualización).....</i> . . . . .	12
<i>Pcx (capturar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Pcx (guardar imagen)</i> . . . . .	67
<i>Pegar (Visualizar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Películas</i> . . . . .	69
<i>Perfil (DDE)</i> . . . . .	85
<i>Perfil de boceto (DDE)</i> . . . . .	85
<i>Perforar región de superficie</i> . . . . .	51
<i>Perímetro</i> . . . . .	43
<i>Perpendicular desde</i> . . . . .	3, 21
<i>Perpendicular.</i> . . . . .	3, 21
<i>Plano isométrico (bloqueos)</i> . . . . .	47
<i>Plano SCA (bloqueos)</i> . . . . .	46
<i>Plano SCA (cazado)</i> . . . . .	46
<i>Plotter</i> . . . . .	39
<i>Polígonos</i> . . . . .	13
<i>Poner arco según centro o bordes</i> . . . . .	21
<i>Poner célula</i> . . . . .	26
<i>Poner cercado</i> . . . . .	29
<i>Poner cilindro</i> . . . . .	49
<i>Poner círculo según centro, borde y diámetro.</i> . . . . .	5
<i>Poner Cónica</i> . . . . .	42
<i>Poner cono</i> . . . . .	49
<i>Poner cuarto de elipse</i> . . . . .	21
<i>Poner cuña</i> . . . . .	49
<i>Poner Curva B-spline</i> . . . . .	41
<i>Poner Curva Compuesta</i> . . . . .	41
<i>Poner elipse según centro y borde.</i> . . . . .	5
<i>Poner esfera</i> . . . . .	49
<i>Poner Espiral</i> . . . . .	42
<i>Poner forma poligonal ortogonal.</i> . . . . .	13
<i>Poner forma poligonal.</i> . . . . .	13
<i>Poner hélice</i> . . . . .	42
<i>Poner línea</i> . . . . .	3
<i>Poner línea poligonal modo continuo</i> . . . . .	3
<i>Poner línea poligonal</i> . . . . .	3
<i>Poner matriz de célula activa</i> . . . . .	26
<i>Poner media elipse</i> . . . . .	21
<i>Poner nodo de texto</i> . . . . .	34
<i>Poner nota</i> . . . . .	32, 34
<i>Poner Nota</i> . . . . .	34

<i>Poner nueva luz (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Poner paralelepípedo</i> . . . . .	49
<i>Poner polígono regular</i> . . . . .	13
<i>Poner punto activo</i> . . . . .	27
<i>Poner rectángulo</i> . . . . .	13
<i>Poner Smartline</i> . . . . .	3-4
<i>Poner superficie de forma libre</i> . . . . .	50
<i>Poner terminador de línea activo</i> . . . . .	26
<i>Poner texto según origen</i> . . . . .	34
<i>Poner Texto Encuadrado</i> . . . . .	34
<i>Poner toroide</i> . . . . .	49
<i>Por debajo de la restricción (DDE)</i> . . . . .	75
<i>Postscrip (capturar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Postscrip (guardar imagen)</i> . . . . .	67
<i>Presentación preliminar de material</i> . . . . .	64
<i>Primitivas 3D</i> . . . . .	49
<i>Productos de inercia</i> . . . . .	44
<i>Profund-snap (cazado)</i> . . . . .	46
<i>Profundidad (bloqueos)</i> . . . . .	46
<i>Profundidad activa</i> . . . . .	52
<i>Profundidad activa</i> . . . . .	45
<i>Profundidad de visualización</i> . . . . .	52
<i>Proyectar puntos activo sobre elemento</i> . . . . .	27
<i>Punto (iluminación de origen)</i> . . . . .	61
<i>Punto clave</i> . . . . .	2
<i>Punto de paso</i> . . . . .	3, 22
<i>Punto mas cercano</i> . . . . .	2
<i>Punto medio de elemento</i> . . . . .	2
<i>Puntos</i> . . . . .	27
<i>Puntos tentativos</i> . . . . .	2
<i>Puntual (iluminación de origen)</i> . . . . .	61

## R

<i>Ratón</i> . . . . .	2
<i>Rayar área</i> . . . . .	27
<i>Rayar área con patrón</i> . . . . .	28
<i>Rayar área de forma cruzada</i> . . . . .	28
<i>Recortar (Visualizar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Recortar elemento</i> . . . . .	5
<i>Recortar superficies</i> . . . . .	51
<i>Recorte ref. rápido (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Redondear superficies</i> . . . . .	51
<i>Reducir datos de curva</i> . . . . .	42
<i>Redundante (DDE)</i> . . . . .	75
<i>Rejilla (activar visualización)</i> . . . . .	12
<i>Rejilla</i> . . . . .	11
<i>Rejilla (bloqueos)</i> . . . . .	46
<i>Rellenar</i> . . . . .	12
<i>Rellenar un sólo campo de entrada de datos</i> . . . . .	35
<i>Relleno automático en campos entrada de datos</i> . . . . .	35
<i>Render</i> . . . . .	52
<i>Render (ajustes)</i> . . . . .	57
<i>Rendering de banda (guardar imagen)</i> . . . . .	67
<i>Resolución (iluminación de origen)</i> . . . . .	62
<i>Resolución X Y (guardar imagen)</i> . . . . .	67
<i>Resolver restricciones (DDE)</i> . . . . .	80
<i>Restricción (DDE)</i> . . . . .	75-76, 82
<i>Restringir dos construcciones a ser tangentes (DDE)</i> . . . . .	82
<i>Restringir dos líneas a ser paralelas (DDE)</i> . . . . .	82
<i>Restringir dos líneas a ser perpendiculares (DDE)</i> . . . . .	82
<i>Restringir dos puntos a ser coincidentes (DDE)</i> . . . . .	83
<i>Restringir punto en intersección (DDE)</i> . . . . .	82
<i>Restringir punto en construcción (DDE)</i> . . . . .	82
<i>Rotación de vista 3D.</i> . . . . .	52
<i>Rotar (Visualizar imagen)</i> . . . . .	68
<i>Rotar elemento</i> . . . . .	13
<i>Rotar fichero de referencia</i> . . . . .	38
<i>Rotar vista</i> . . . . .	9
<i>Rotate Feature</i> . . . . .	94
<i>Round Edge or Vertex</i> . . . . .	90, 98

# S

<b>Salida por impresora o plotter</b> .....	39
<b>Salvar Ajustes</b> .....	4
<b>Secuencia de actualización (F. de Referencia)</b> .....	37
<b>Selección</b> .....	5
<b>Seleccionar según atributos</b> .....	43
<b>Seleccionar y poner célula</b> .....	26
<b>Separar asociación</b> .....	24
<b>Separar curva b-spline</b> .....	42
<b>Separar de grupo gráfico</b> .....	24
<b>Separar elemento</b> .....	24
<b>Separar elemento de cota</b> .....	32
<b>Separar elemento de cota</b> .....	24
<b>Separar estado complejo de contenido de cercado</b> .....	29
<b>Separar estado complejo</b> .....	24
<b>Separar estado de línea/forma poligonal</b> .....	24
<b>Separar estilo de línea</b> .....	24
<b>Separar multilínea</b> .....	24
<b>Separar patrón asociativo</b> .....	24
<b>Separar texto</b> .....	24
<b>Simbología de nivel (activar visualización)</b> .....	12
<b>Simbología de niveles (F. de Referencia)</b> .....	37
<b>Simbología de niveles</b> .....	19
<b>Simetría (Visualizar imagen)</b> .....	68
<b>Simetría del elemento</b> .....	13
<b>Snap (cazado)</b> .....	46
<b>Sobre punto</b> .....	3, 22
<b>Solar (iluminación)</b> .....	60
<b>Sombra (iluminación de origen)</b> .....	61
<b>Sombras (ajustes rendering)</b> .....	59
<b>Sombras solares (iluminación)</b> .....	60
<b>Sombreado (guardar imagen)</b> .....	67
<b>Subrayar (texto)</b> .....	35
<b>Sun Raster (capturar imagen)</b> .....	68
<b>Sun Raster (guardar imagen)</b> .....	67
<b>Superficies 3D de forma libre</b> .....	49
<b>Sustituir célula</b> .....	26

# T

<b>Tabla de materiales</b> .....	63
<b>Tamaño (Visualizar imagen)</b> .....	68
<b>Tamaño de cota perpendicular a puntos</b> .....	31
<b>Tamaño de cota perpendicular a línea</b> .....	31
<b>Tamaño de cota con trazos</b> .....	31
<b>Tamaño de cota con flechas</b> .....	31
<b>Tamaño filtro sombra (render)</b> .....	57
<b>Tamaño rejilla filtrado (render)</b> .....	57
<b>Tangente</b> .....	3, 21
<b>Tangente desde</b> .....	3, 21
<b>Targa (capturar imagen)</b> .....	68
<b>Targa (guardar imagen)</b> .....	67
<b>Terminador</b> .....	26
<b>Terminadores - Geometría - Anchura y altura</b> .....	33
<b>Terminadores - Geometría - Guía mínima</b> .....	33
<b>Texto (activar visualización)</b> .....	12
<b>Texto - Margen (cota)</b> .....	33
<b>Texto vertical (texto)</b> .....	35
<b>Texto</b> .....	34
<b>Texturas</b> .....	63
<b>Tiff (capturar imagen)</b> .....	68
<b>Tiff (guardar imagen)</b> .....	67
<b>Tinte (Visualizar imagen)</b> .....	68
<b>Tipo de luz (iluminación de origen)</b> .....	61
<b>Tolerancia de sombra (render)</b> .....	58
<b>Tolerancia geométrica</b> .....	32
<b>Tolerancia poligonizado (render)</b> .....	57
<b>Transparencia (ajustes rendering)</b> .....	59
<b>Triada SCA (activar visualización)</b> .....	12

# U

<i>U. Posicionales por U. Auxiliar</i> .....	6, 10
<i>Unidad (bloqueos)</i> .....	47
<i>Unidad auxiliar</i> .....	6, 10
<i>Unidades de trabajo</i> .....	6, 10
<i>Unidades principales</i> .....	6, 10
<i>Unir superficies</i> .....	51
<i>Utilidades de Imagen</i> .....	67

# V

<i>Variables (DDE)</i> .....	79
<i>Ventana Área</i> .....	9
<i>Ver anterior</i> .....	9
<i>Ver caché (ajustes rendering)</i> .....	60
<i>Ver siguiente</i> .....	9
<i>Vinculación de la geometría del diseño (DDE)</i> .....	77
<i>Vincular elemento (DDE)</i> .....	83
<i>Vincular elemento a punto (DDE)</i> .....	84
<i>Vincular elemento de pluma a punto (DDE)</i> .....	83
<i>Vincular fichero de referencia</i> .....	38
<i>Vincular material</i> .....	64
<i>Vínculo (F. de Referencia)</i> .....	37
<i>Vista panorámica</i> .....	9
<i>Vista. (texto)</i> .....	35
<i>Vistas 3D</i> .....	45
<i>Visualización retardada (ajustes rendering)</i> .....	59
<i>Visualizar (ajustes rendering)</i> .....	59
<i>Visualizar atributos de texto</i> .....	34
<i>Visualizar imagen</i> .....	68
<i>Volver a cargar fichero de referencia</i> .....	38

# W

<i>Windows BMP (capturar imagen)</i> .....	68
<i>Windows BMP (guardar imagen)</i> .....	67
<i>WordPerfect WPG (capturar imagen)</i> .....	68
<i>WordPerfect WPG (guardar imagen)</i> .....	67

# Z

<i>Zoom 3D</i> .....	52
<i>Zoom Cerca</i> .....	9
<i>Zoom Lejos</i> .....	9



**E.T.S.I. AERONAUTICOS**  
Pza. Cardenal Cisneros S/N  
28040 MADRID  
Tfno. 91-336.63.00

## ***Rafael Gutiérrez Olivar***

Departamento de Infraestructuras, Sistemas Aeroespaciales y Aeropuertos  
Unidad Docente de Expresión Gráfica en la Ingeniería

*AULA DE DISEÑO GRAFICO*  
Tfno.: 91-336.63.25  
Fax: 91-336.63.21

*email: [rafa@sartel.infra.upm.es](mailto:rafa@sartel.infra.upm.es)*  
*<http://sartel.infra.upm.es/adg/default.htm>*