

Tema 9: Resolución de ejercicios de Sistemas de Representación métricos con programas de DAO.

La resolución con programas CAD tridimensionales de los problemas geométricos usualmente resueltos en el sistema diédrico o acotado en el formato bidimensional del papel, requieren un cierto replanteo, por una parte en cuanto a la introducción de los datos del problema en el programa empleado y el sistema de visualización utilizado y por otra en cuanto a las operaciones geométricas empleadas para su resolución, es decir, cada caso puede resolverse de diversas formas, y la que es idónea en el papel con sus vistas, es distinta a la que es de aplicación en CAD al disponer de otras herramientas. Por ejemplo, la intersección de un tetraedro con esfera, que en papel requiere resolver la intersección de cada cara del tetraedro con la esfera, en CAD se realiza con una orden directa, situando correctamente los objetos tridimensionales.

Para ello, conociendo los elementos básicos del CAD, se va a ver:

- 1º. Introducción de datos. Ejecución precisa del dibujo.
- 2º. Visualización y elección de planos de trazado, es decir, el plano en el que se realiza la operación de trazado o modificación (que en papel se refiere a las ayudas que facilitan los cambios de plano, giros y abatimientos).
- 3º. Resolución de los diversos casos que se plantean, distancias, intersecciones, ángulos, triedros, secciones planas, desarrollos y otros.
- 4º. Preparación del dibujo para poderlo presentar en planos (formato bidimensional en papel).

Del programa de CAD se estudian las herramientas siguientes:

- Las relacionadas con la realización del dibujo: línea, circunferencia, polilínea,...
- Las relacionadas con la edición: borra, gira, alarga, recorta,...
- Las relacionadas con la ejecución precisa del dibujo, ayudas o referencia a objetos, como: punto final, medio, centro, perpendicular, paralela,...
- Sistemas de coordenadas personales o auxiliares. Visualización. Coordenadas absolutas y relativas (se ha de tener en cuenta que las órdenes de dibujo se ejecutan en el plano de la pantalla o en el plano xy del sistema de coordenadas).
- La introducción de datos por teclado.

Con estas consideraciones, vistos los temas 1 y 2 sobre generalidades de los sistemas de representación, de los temas siguientes se estudian las resoluciones espaciales que son básicas para entender los problemas que se plantean. A continuación, se muestran las indicaciones a seguir para la resolución de diversos ejercicios característicos de los temas precedentes, empleándose para ello el programa de DAO, Autocad.

Organización del espacio de trabajo. Ventanas gráficas.

Ya que se está trabajando con modelos tridimensionales, es conveniente dividir la pantalla en diversas ventanas para poder visualizarlo desde diferentes puntos de vista. Para ello se aplican las órdenes (figura 1):

Del menú desplegable: Ver / Ventanas / Nuevas ventanas... >Introducir

O escribir en el cuadro de texto: Ventanas

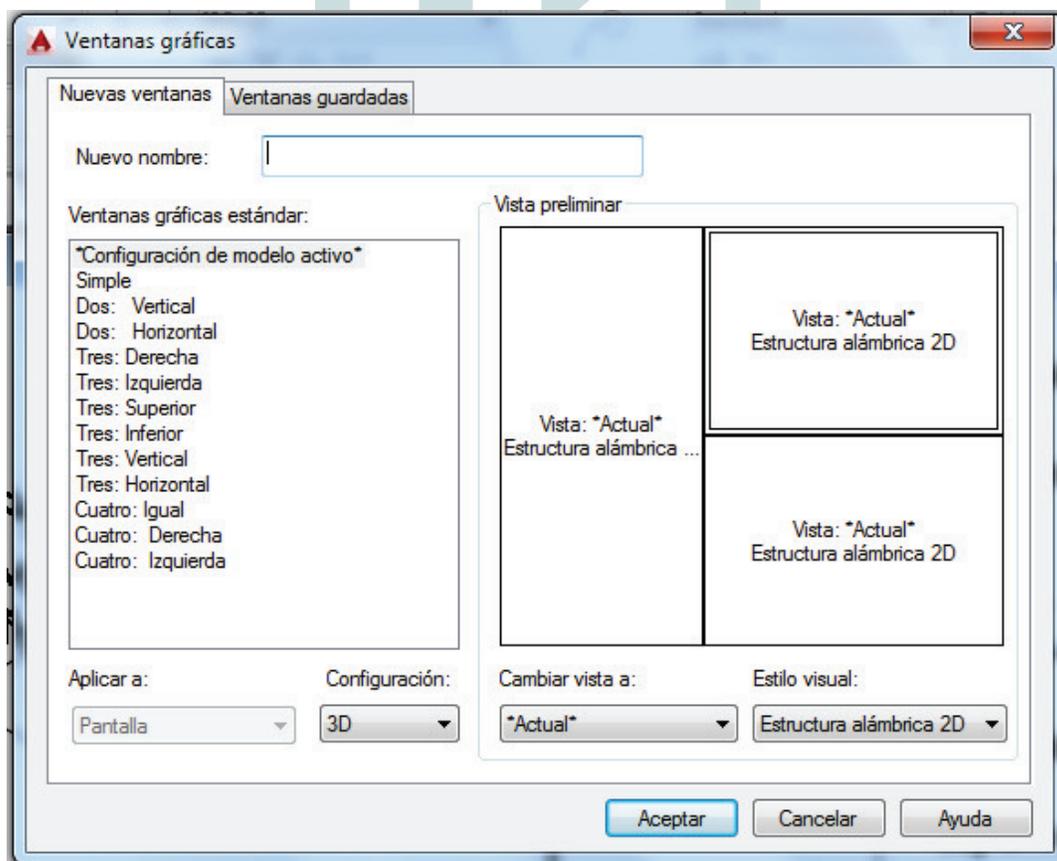
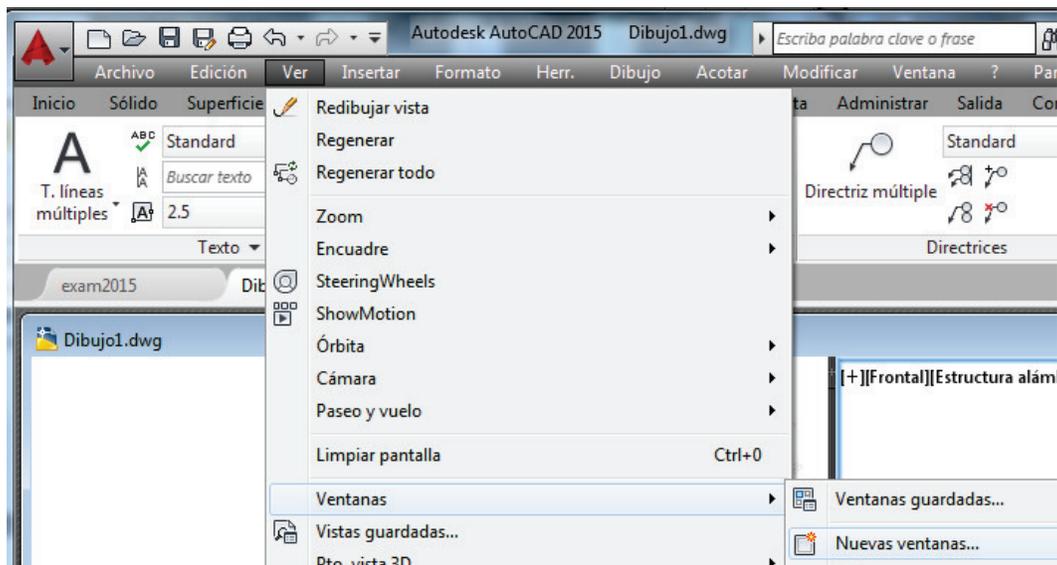


Figura 1. División de la pantalla de dibujo en diversas ventanas.

Se generan 3 ventanas, normalmente 3 izquierda (isométrica, alzado y planta). **Configuración ha de estar en 3D.**

Introducción de datos en CAD

Es preciso introducir los datos correctamente, teniendo en cuenta que se parte de un formato bidimensional (papel, plano,...) en un sistema de representación diédrico, acotado o axonométrico y se introducen en el programa en el que se genera **un modelo tridimensional**.

Siguiendo los convencionalismos de las normas, en el sistema Europeo, se sitúan los ejes coordenados de referencia siguiendo la regla de la “mano derecha”. En el sistema Americano, los ejes siguen el mismo orden, pero el triedro trirectángulo de referencia está girado con respecto al Europeo, 180° según el eje OZ (figura 2).

Por consiguiente, cuando se hayan de introducir las coordenadas de un punto representado en el sistema europeo, en el programa de dibujo que está en el sistema Americano hay que realizar una conversión de coordenadas:

Coordenadas Europeas: A (x, y, z) => Coordenadas americanas: A (-x, -y, z)

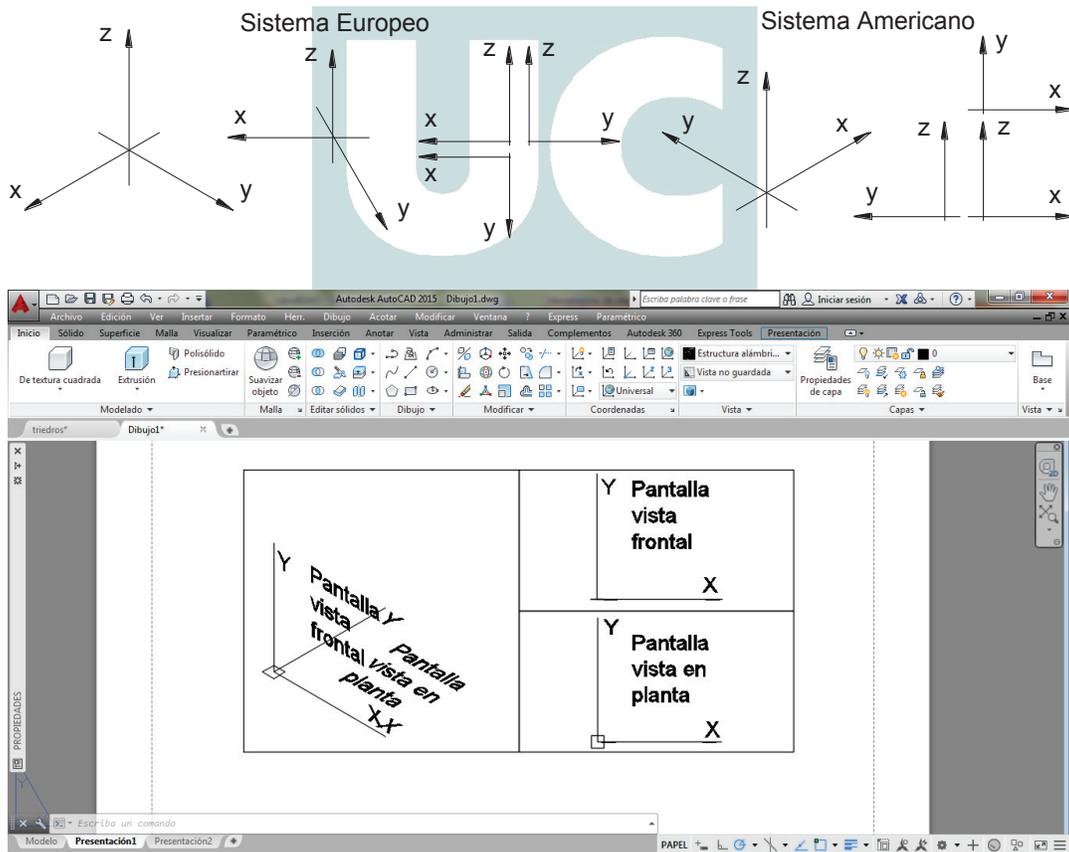


Figura 2. Sistemas de coordenadas.

Se observa que las coordenadas **X, Y** que aparecen en cada vista de la pantalla, indican las coordenadas en dicha vista y no se corresponden con las que se han indicado anteriormente. Por ello es necesario introducir los datos en la ventana inferior derecha que se corresponde con la “vista en planta” (figura 2).

Sea el triángulo de la figura 3, definido por sus vistas diédricas, introducir los datos en CAD.

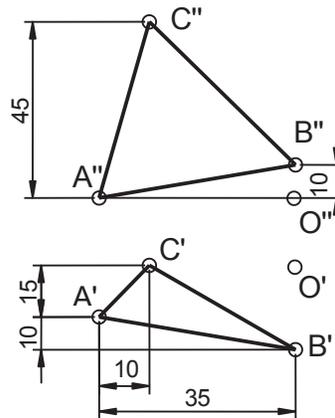


Figura 3

Resolución:

Para su resolución, se han de obtener las coordenadas de los puntos A, B y C e introducirlas en el programa de DAO en la **ventana correspondiente a la vista en planta**. Se puede resolver tomando las referencias siguientes:

1. Se toma como origen de referencia uno de los puntos, por ejemplo el A que tendría coordenadas (0,0,0) teniendo en cuenta que en la vista de planta nos movemos en X,Y y en la vista de alzado en X,Z. **Atención:** en las ventanas gráficas aparece en ambas X,Y (coordenadas de pantalla, temas gráficos únicamente)

Se introducen las coordenadas de A: (0,0,0).

Las coordenadas de B son: (35,-10,10)

X Las medidas en planta o alzado (positivas según X de pantalla)

Y Las medidas en planta (positivas según Y de pantalla)

Z Las medidas en el alzado (positivas según Y de pantalla)

Y las de C (10,15,45)

2. Considerando como origen de coordenadas el punto O, en el sistema europeo son:

A(35,15,0) B(0,25,10) y C(25,0,45)

Y en americano: A(-35,-15,0) B(-0,-25,10) y C(-25,-0,45)

Se ha de tener en cuenta al introducir los datos, si son coordenadas relativas o absolutas, es decir, si lo es con respecto al último punto introducido o con respecto al origen de coordenadas del programa. Las coordenadas anteriores son absolutas.

Cambio de plano de proyección. Giro. Abatimiento.

Son operaciones geométricas que se utilizan en los sistemas de representación para situar los objetos de forma favorable, para facilitar la resolución del problema, por ejemplo, la obtención de verdaderas magnitudes.

Las órdenes de dibujo y edición se realizan en el plano XY de la ventana. Este plano XY se puede modificar mediante el Sistema de Coordenadas Personales SCP. Esta operación equivale a las operaciones de cambios de plano, giro o abatimiento.

El cuadro de herramientas “coordenadas” se encuentra en la pestaña de “inicio”, figura 4. En esta operación se observa como se modifica el símbolo de coordenadas de la ventana.



Figura 4. Sistema de coordenadas personales.

A continuación se sitúa la ventana de modo que coincida con el nuevo XY, se puede hacer de dos formas:

1. Con el menú de persiana que se muestra en la figura 5 y
2. Escribiendo la orden “Planta”, opción “Actual”

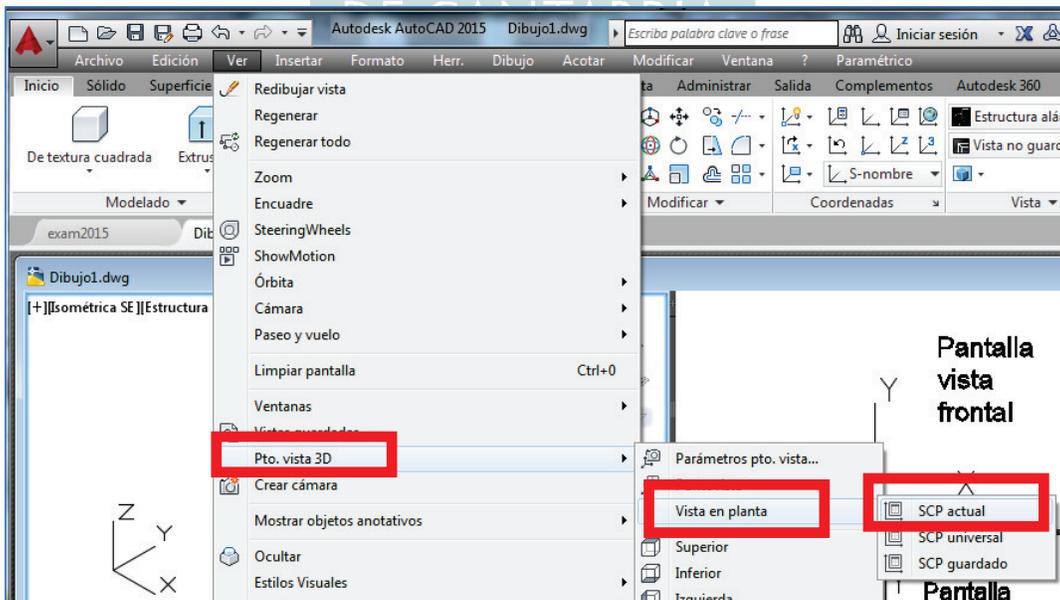


Figura 5. Actualización de pantalla.

Ejemplo: Mostrar en una de las ventanas, el triángulo de la figura 3 en verdadera magnitud. Girar 80°, con respecto al punto A en el plano en el que está dicho triángulo.

Resolución:

Representado el triángulo en CAD, para obtener su verdadera magnitud, se ha de situar el sistema de coordenadas auxiliares mediante la orden del SCP: , de modo que XY coincida con el plano que definen los puntos A,B,C. Se visualiza en una ventana siguiendo los pasos indicados en la figura 5, mostrándose en VM en la figura 6.

El giro se puede realizar directamente.

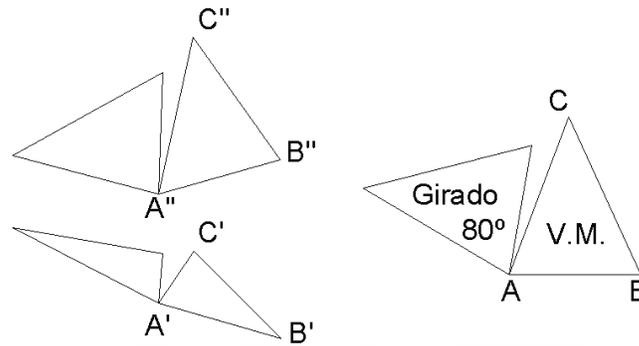


Figura 6. A la izquierda se representa el triángulo inicial y girado. A la derecha están situados en el SCP de dicho plano.

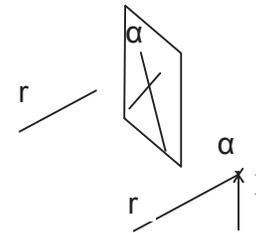
Intersecciones.

Se ha de tener en cuenta: Plano \cap Plano = recta i
 Recta \cap Plano =

punto I

1º Recta \cap plano = I .

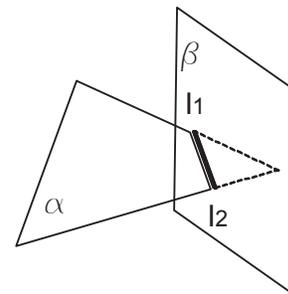
La intersección resultante es un punto. Con el SCP se sitúa el plano de perfil y se alarga r hasta su intersección.



Para situarlo de perfil, el SCP se coloca por medio de la opción de 3 puntos coincidente con el plano y a continuación se gira el SCP 90° con respecto al eje OX.

2º Plano \cap Plano = $i \cap$

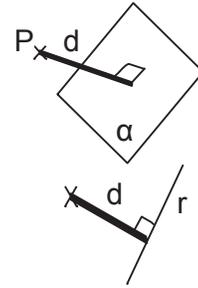
Se hace que uno de los planos quede definido por dos rectas, se sitúa el otro de perfil y como en el caso anterior, se obtienen los dos puntos intersección (I_1 - I_2) correspondientes, que unidos dan la recta solución.



Perpendicularidad y mínimas distancias.

1º Trazar por un punto una recta perpendicular a un plano dado (distancia de un punto a un plano).

Se sitúa la vista de modo que α esté de perfil y desde P se traza \perp a α , obteniéndose así la distancia pedida.



2º Distancia de un punto a una recta.

Desde P se traza línea d \perp a r y se obtiene la distancia.

3º Ángulo de dos planos.

Se sitúa de punta la recta intersección de ambos planos, con lo que ambos quedan proyectantes y se visualiza el ángulo directamente.

4º Mínima distancia entre dos rectas paralelas, o entre planos paralelos.

Se sitúan las rectas o planos, mediante el SCP como proyectantes.

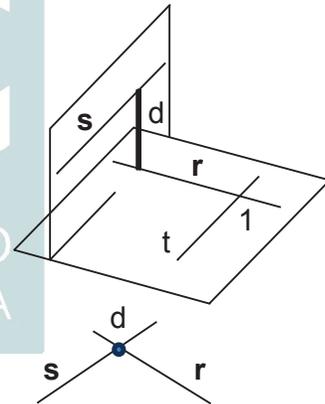
5º Mínima distancia entre dos rectas que se cruzan (perpendicular común).

Método 1:

- Por 1 (punto cualquiera de r), se traza recta t, paralela a s.

- Se sitúa el plano formado por r, t de frente (en VM) aplicando el SCP

- La mínima distancia d, se obtiene mediante "intersección ficticia" de s con r. En dicha vista d aparece de punta.



Método 2, mediante la “Proyección de puntos”:

Autocad tiene la posibilidad de poder proyectar puntos en el espacio sobre planos XY, XZ ó YZ. Esto es posible mediante el uso de “filtros de coordenadas”. (Figura 7).

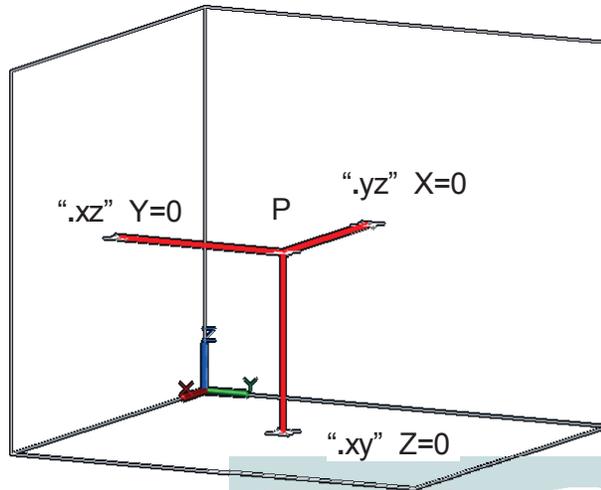


Figura 7. Proyección de puntos.

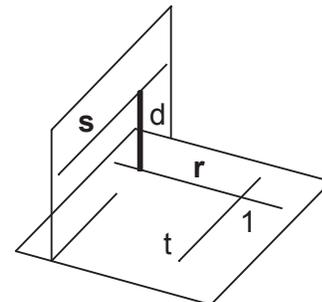
Se desea trazar una recta perpendicular a uno de los planos de proyección (XY, XZ o YZ) desde el punto P, para ello se indica el primer punto de la recta, el punto a proyectar; cuando pide el segundo punto, se escribe “.xy” ó “.xz” ó “.yz” en función de la coordenada que queremos proyectar. Autocad preguntará: “Línea de”, y se contesta que desde el mismo punto P. La siguiente pregunta será “falta la Z” sí se ha elegido .xy se indica que Z es cero, dibujando una recta que va desde el punto P hasta la proyección sobre el plano XY.

Resolución de la mínima distancia entre dos rectas **r**, **s** que se cruzan (Figura 8):

1.- Se copia una de las rectas, por ejemplo la **s**, sobre un punto de la otra, obteniéndose la recta **t**.

2.- Se aplica el SCP:  de modo que XY esté formado por las 2 rectas: la **r** y la copia de **s**, (**t**).

3.- Se proyectan 2 puntos de la recta **s** (la original) sobre el plano XY anteriormente definido.



Se unen ambas proyecciones y se busca el punto de intersección con la recta **r**. Ese punto es un punto de la mínima distancia, el otro se obtiene trazando una perpendicular a **s** desde ese mismo punto.

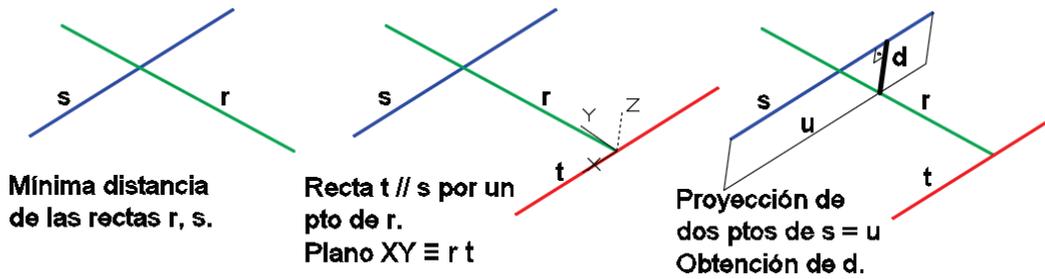


Figura 8: mínima distancia entre dos rectas r, s que se cruzan mediante la proyección de puntos.

Este método es también aplicable al visto anteriormente: Perpendicular a un plano por un punto. Distancia de un punto a una recta. (Figura 9)

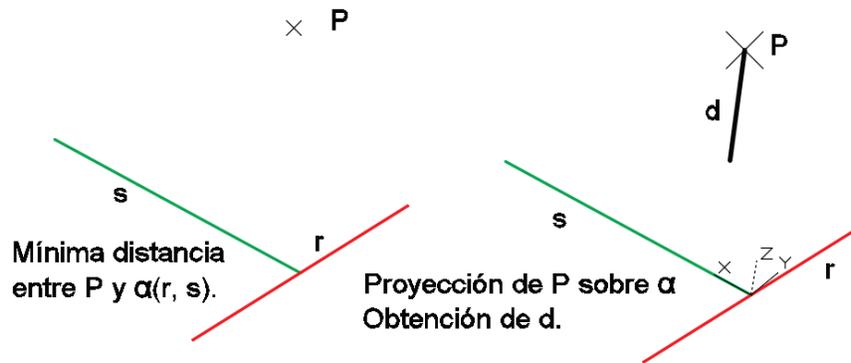


Figura 9: Distancia de un punto a una recta.

Permite además la resolución de problemas del tipo:

- Proyecciones de sólidos sobre un plano.
- Proyección de una circunferencia sobre un plano, este es un poco más complicado dado que la solución será una elipse y necesitaremos proyectar los puntos correspondientes a los ejes de esa elipse y luego dibujar la elipse en el plano proyectado.

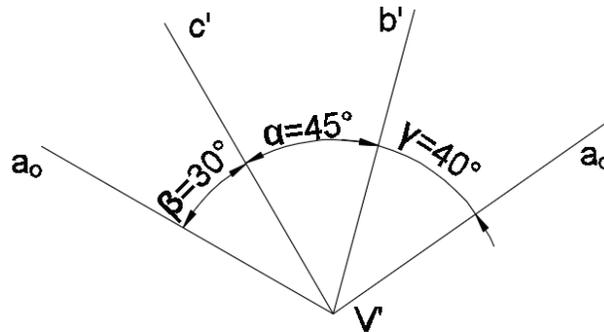
Paralelismo.

Problemas sobre paralelismo: Son todos ellos de solución inmediata empleando las ayudas o referencia a objetos.

Resolución de triedros.

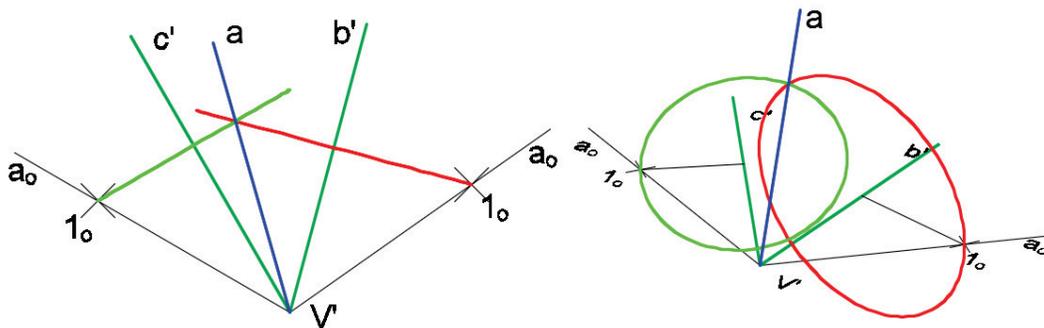
Se presentan diversos casos prácticos de resolución de triedros.

1º Caso. Dibujar el triedro dado por los ángulos de las caras $\alpha = 45^\circ$; $\beta = 30^\circ$, y $\gamma = 40^\circ$; estando la cara A apoyada en el plano horizontal.

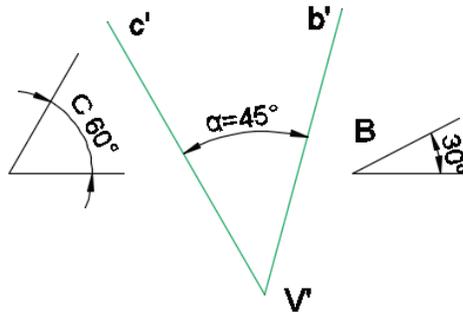


Resolución.

1. Se dibujan las tres caras del triedro apoyadas en el plano horizontal.
2. Se trazan rectas perpendiculares a las aristas **b** y **c** de la cara α desde un punto 1 de la arista a_o .
3. Con centro en los pies de las perpendiculares trazadas desde 1 se dibujan circunferencias perpendiculares a las aristas **b** y **c** y radio hasta 1. Para ello se aplica el SCP . Por el punto intersección de ambos círculos se pasa la arista a solución. (Hay dos soluciones posibles).



2º Caso. Dibujar el triedro dado por los ángulos de la cara $\alpha = 45^\circ$ y los ángulos diedros adyacentes $B = 30^\circ$ y $C = 60^\circ$, estando la cara α apoyada en el horizontal.

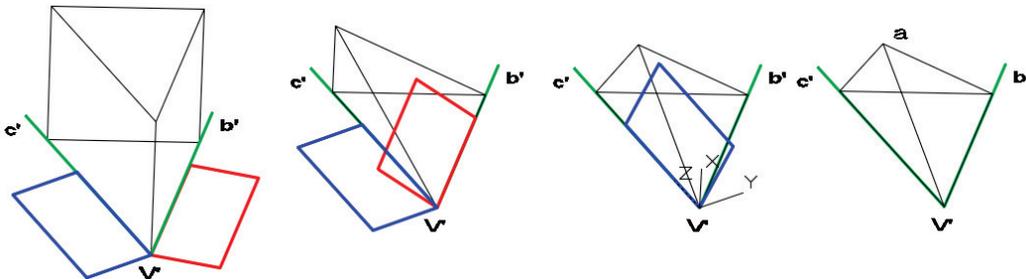


Resolución.

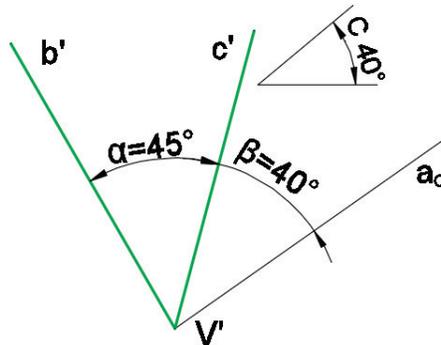
1. Se dibuja la cara α del triedro apoyada en el plano horizontal. En la perspectiva se visualizan mejor las operaciones.



2. Se construye un prisma de base triangular, a partir de la cara α . Se dibujan dos rectángulos, que constituyen las otras dos caras β y γ .
3. De las herramientas SCP (Sistema de coordenadas personales) se selecciona , que se hace coincidir con una de las aristas, b . Se gira el ángulo B y se corta el prisma. Se realiza la misma operación con la arista c .

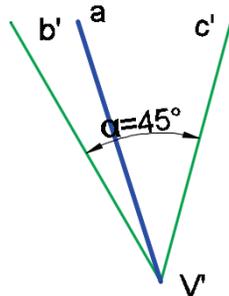


3º Caso. Dibujar el triedro dado por los ángulos de las caras $\alpha = 45^\circ$ y $\beta = 40^\circ$ y el ángulo diedro comprendido $C = 40^\circ$, estando la cara α apoyada en el horizontal.

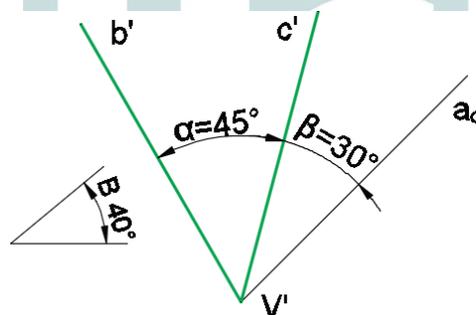


Resolución.

1. Se dibujan las dos caras del triedro apoyadas en el plano horizontal.
2. De las herramientas SCP (Sistema de coordenadas personales) se selecciona , que se hace coincidir con la arista c. Se gira el ángulo diedro correspondiente (40°), indicando el origen del giro en el vértice.



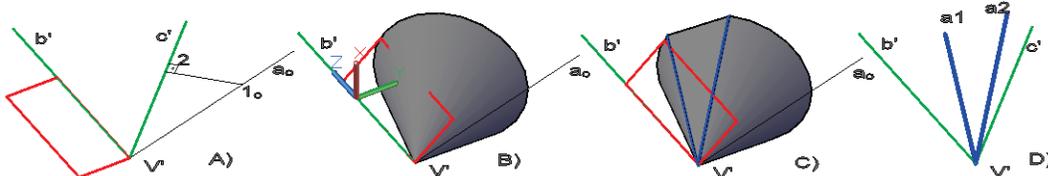
4º Caso. Dibujar el triedro dado por los ángulos de las caras $\alpha = 45^\circ$ y $\beta = 30^\circ$ y el ángulo diedro opuesto $B = 40^\circ$, estando la cara α apoyada en el horizontal.



Resolución.

DE CANTABRIA

1. Se dibujan las dos caras del triedro apoyadas en el plano horizontal.
2. Desde un punto 1 de la arista abatida a_0 , se traza recta perpendicular a la arista c de la cara α . Esta recta perpendicular define el radio de un cono recto con vértice el vértice del triedro y centro la intersección 2. Aplicando el SCP  en la arista c, se dibuja el cono.
3. Se dibuja un plano con un lado en b. Aplicando el SCP  en la arista b, se gira hasta formar el ángulo diedro B.
4. El corte del cono con el plano da dos posibles soluciones en la parte superior y habría otras dos en la parte inferior.



Secciones cónicas. Ejercicio de aplicación.

Dibujar un cono recto de base $D = 30$ mm y altura $H = 100$ (capa 1, color Blanco). Se pide:

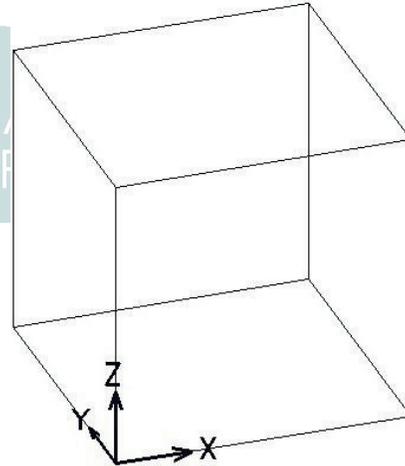
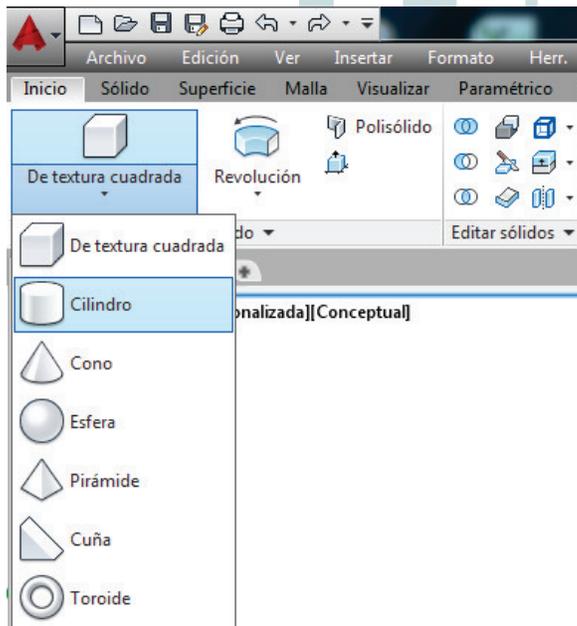
- 1º. Intersección de dicho cono con un plano paralelo al horizontal $h = 50$. (capa 2, color verde).
- 2º. Intersección con un plano perpendicular al horizontal (capa 3, color azul).
- 3º. Intersección con un plano oblicuo que forme 45° con el horizontal y (capa 4, color amarillo).
- 4º. Intersección con un plano paralelo a la generatriz del cono que pase por el centro de la base (capa 5, color azul).

Resolución.

1º. Construcción del cubo de referencia.

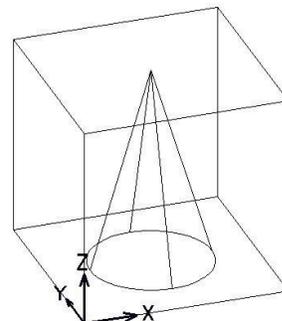
A la hora de definir los planos nos vamos a servir como apoyo de un cubo de determinadas dimensiones. El origen de coordenadas es el indicado en la figura siguiente.

- Se define como capa activa la capa 0 (por defecto) y como color activo el blanco ($n^\circ 0$).
- Se define un cubo de altura, anchura y longitud 100, mediante la herramienta de sólidos: Prisma rectangular.



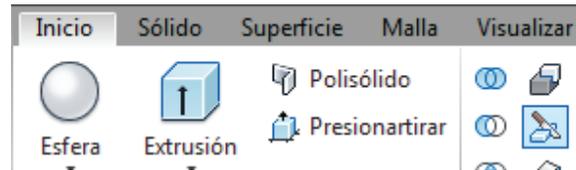
2º. Construcción del cono.

- Seleccione la herramienta "Poner Cono" de la caja de herramientas "sólidos". Se sitúa el centro de la base del cono en las coordenadas $(50, 50, 0)$. Radio de la base 30. Altura del cono 100.
- Se hace copia de los elementos anteriores (cubo y cono) colocándolos en las capas y colores indicados en el enunciado, para una mejor visualización gráfica del problema.



3º. Obtención de la intersección con un plano.

- Se cambia la capa y el color activo tomando la capa 2 y el color azul (nº 1), desactivando el resto de capas.
- Con la herramienta de sólidos: “corte”, se realiza el corte con el plano definido por tres de los puntos que se indican a continuación:

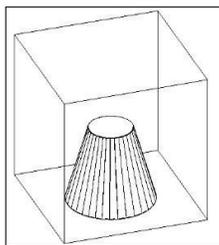


Plano horizontal: (0,0,50); (100,0,50); (100,100,50) y (0,100,50). Es un círculo.

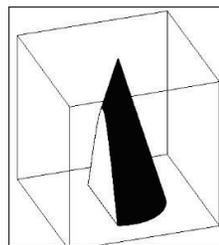
Plano vertical: (60,0,0); (60,0,100); (60,100,100) y (60,100,0). Es una hipérbola.

Plano oblicuo: (0,0,0); (0,100,0); (100,100,50) y (100,0,50). Es elipse o hipérbola.

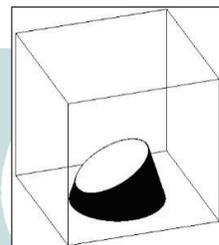
Plano paralelo a la generatriz del cono: (50,0,0); (50,100,0); (20,100,100) y (20,0,100). Es una parábola.



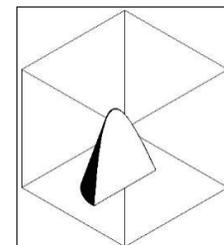
1. Círculo



2. Hipérbola

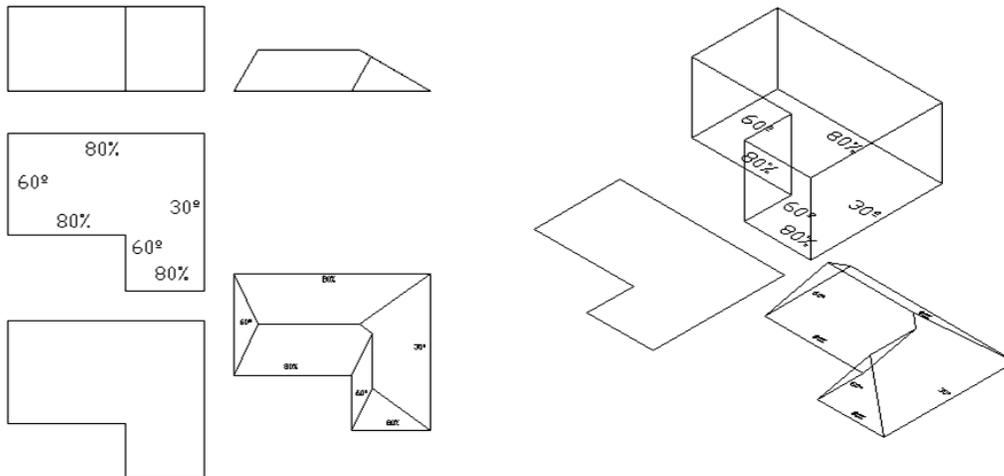


3. Elipse



4. Parábola

Cubiertas.



Esta figura muestra los pasos a seguir para la resolución de cubiertas:

- 1º Se realiza el contorno y se dibuja el prisma con el que se modela la cubierta.
- 2º Se inclinan las caras el ángulo complementario al que tiene la cubierta con la herramienta “inclinan caras” de la barra de herramientas “editar sólidos”.

Presentación en plano de dibujo.

Finalmente, resuelto el trabajo a realizar con el programa de DAO, se prepara la presentación con las vistas, resultados o aspectos que se quieren mostrar. Se indican brevemente los pasos a seguir:

- El programa dispone de unas pestañas inferiores en las que se indica “modelo”, “presentación” (figura 10). Al activar la de “presentación”, se transforma el espacio de trabajo y muestra una ventana con la de la ventana activa del modelo.

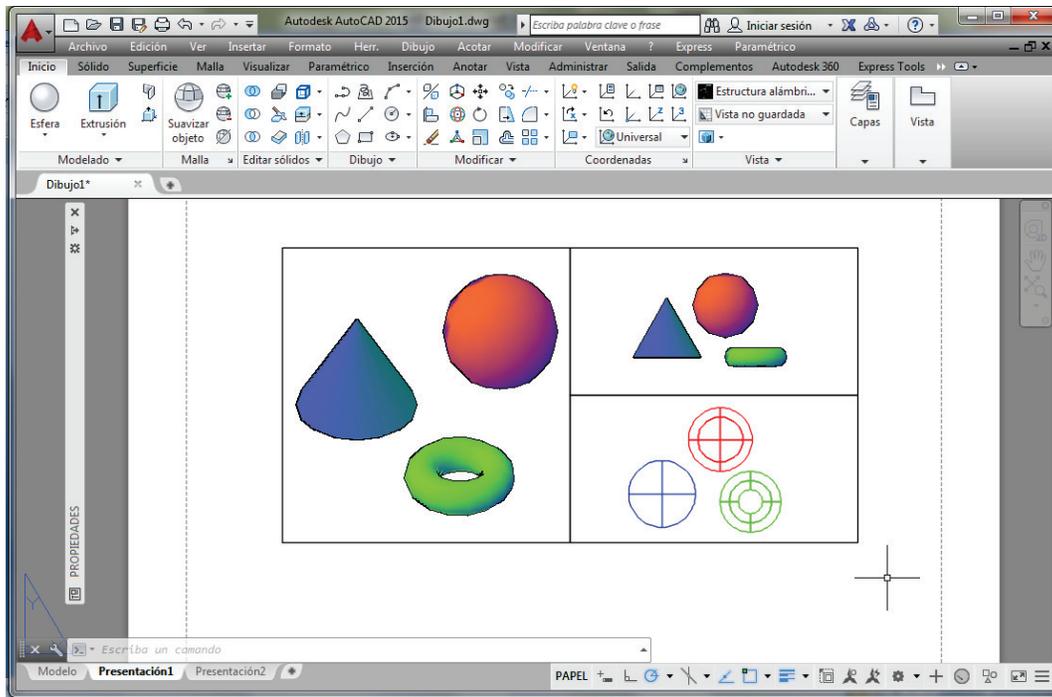


Figura 10: Ventanas de presentación de trabajos.

- Se pueden mostrar ventanas adicionales con la orden “Nuevas Ventanas” (figura 1) y se puede extraer también, de la pestaña de Herramientas, Barra de Herramientas; Autocad; “Ventanas Gráficas”:



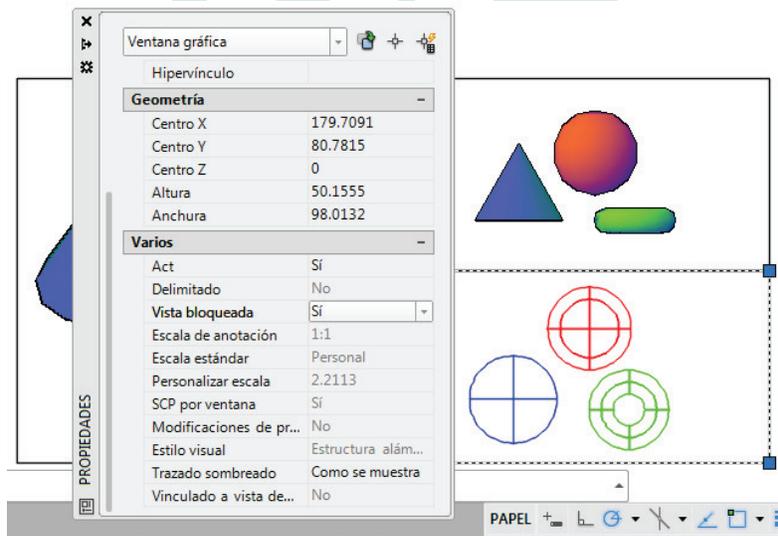
En cada ventana abierta la vista que se muestra la que se ha indicado al abrir con la orden “Ventanas Gráficas”. El espacio “modelo” es la ventana en la que se dibuja, mientras que en la presentación puede establecerse el espacio “papel” o espacio “modelo” (figura 10, abajo), pasando de uno a otro al activar el icono “papel” o “modelo”.

Es interesante poder acotar, dibujar o insertar texto en el espacio papel, completando la presentación del dibujo.

- Seleccionadas las ventanas, se puede elegir el que en cada una de ellas aparezcan determinadas capas activadas, pudiendo ser distintas las capas vistas en cada ventana. Esto se obtiene con los iconos de la tercera columna de “capas”.



- En el espacio “papel”, activando el marco de la ventana, que se puede ampliar y reducir, al pulsar el botón derecho del ratón aparece el panel de opciones con algunas nuevas. La opción “inmovilizar vista” permite desactivar el zoom de la ventana, fijando el tamaño del dibujo con respecto al formato del papel. La escala del zoom se establece en un valor determinado al activar en “propiedades”, “escala estándar”. También en la barra de herramientas “ventanas gráficas”. La escala se elige según el tamaño de la ventana y de las medidas reales del dibujo, ya que se modela a escala 1:1



- Queda por establecer, la alineación de las vistas, para que queden en la posición correcta unas con respecto a otras. Se realiza con la orden MVSETUP, de la que se elige la opción “Alinear”, y de ella “Horizontal”, “Vertical” u otra.