

## GRAFICA PARA INGENIERIA - SISTEMAS DE REPRESENTACION "C"

AÑO 2005

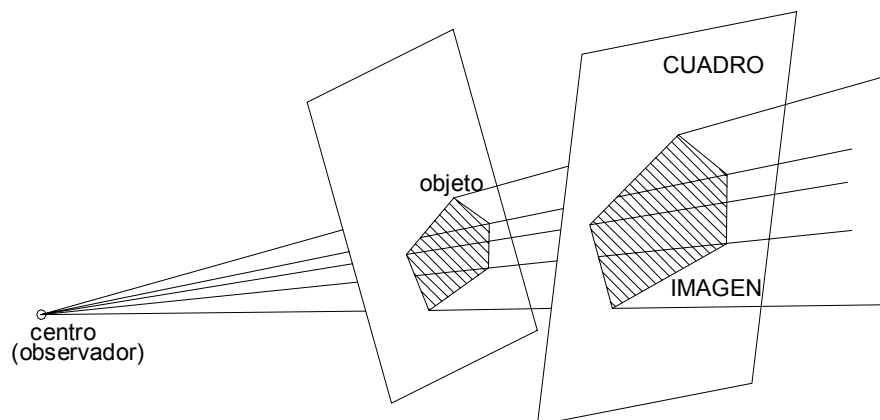
## PERSPECTIVAS

Apunte realizado por  
Prof. Adjunto Arq. Anselmo R. Badenes

## LA PALABRA

Desde el punto de vista geométrico, se dice que una figura es perspectiva de otra entidad (un cuerpo, otra figura), si es el resultado del corte o sección, con un plano, del haz de rectas que pasan por cada uno de los puntos de esa entidad. Si ambas figuras son planas, una es perspectiva, o imagen de la otra. También puede decirse (usando los mismos elementos) que una perspectiva es la proyección sobre un plano, desde un centro (el centro del haz), de cada uno de los puntos de una figura espacial cualquiera. Prácticamente podemos imaginar el centro del haz de rectas como el ojo de un observador, las rectas como visuales dirigidas a cada punto, y la figura perspectiva como el resultado de las distintas clases de representaciones que se usan en los medios gráficos (vistas tridimensionales, fotografías, planos, croquis, etc.).

En el lenguaje común, la palabra perspectiva tiene un sentido más restringido que el descripto: se excluye la fotografía de su significado, y se usa la palabra para designar representaciones gráficas que **muestren la forma de un objeto con apariencia tridimensional**, por lo cual no se llama perspectivas en este caso tampoco a las vistas ortogonales del sistema diédrico. Nosotros usaremos en general el término en este último significado, aclarando en algunos casos cuando contradice al lenguaje geométrico.



## PUNTOS DE FUGA

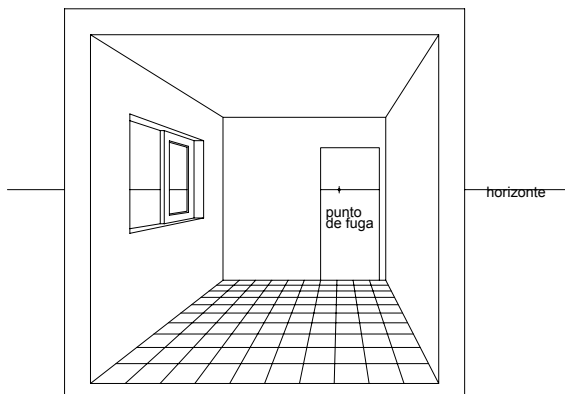
Las perspectivas entonces, desde este último punto de vista, son un esfuerzo por trasladar al plano del papel aquello que el ojo de un observador aprecia al mirar. Lograr esto es casi imposible, pero las distintas convenciones usadas se acercan más o menos a este propósito, con diferentes metodologías de construcción y distintas calidades de la representación. El siguiente cuadro sintetiza algunas de ellas, su campo de aplicación y sus características, las cuales se describen posteriormente

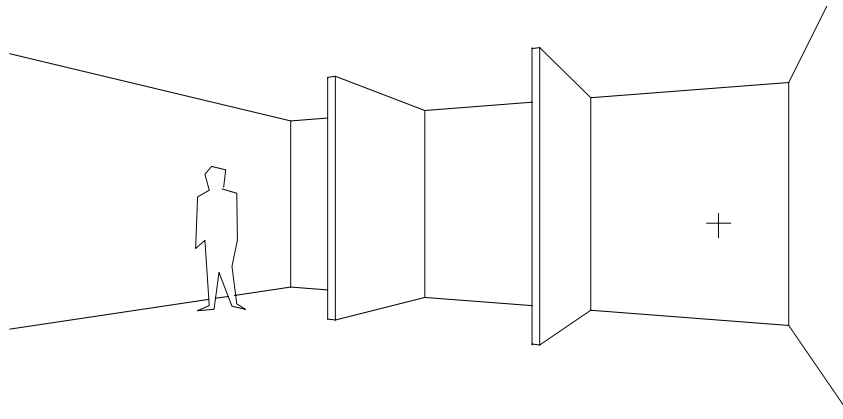
Centro	Modo de proyección	Posición de las aristas o direcciones principales	Tipo de Perspectivas	Usos
Propio (real)	Divergente o cónica	Dos direcciones, una dirección, o ninguna paralela al cuadro	Cónicas, con un solo punto de fuga, dos o más puntos de fuga	Arquitectura Elementos de gran tamaño
Impropio (en el infinito)	Ortogonal	Caras paralelas al cuadro Caras oblicuas	Sistema Monge Axonometrías	Dibujo de planos Cuerpos y piezas pequeñas
	Oblicua	Reducción a 45 grados Coeficiente 0,5 Plano horiz. // cuadro	Caballera/ Sombras Cabinet / Libre Militar	Cuerpos chatos Carpintería Urbanismo

Los métodos listados en la primera fila son aquellos que intentan conservar un aspecto de la visión que radica en que las líneas paralelas en la realidad parecen juntarse en algún punto lejano, es decir “fugan”. Las partes similares de un objeto se ven más chicas cuánto más lejos están del ojo.

Representar este fenómeno es más complejo a medida que se intenta hacerlo más cercano al real funcionamiento de la visión (trabajando con más “puntos de fuga”). Sin embargo, estos métodos no serán analizados aquí, dado que estas dificultades corresponden a campos de aplicación distintos de la ingeniería, por lo cual nos limitamos a mencionarlos.

En la figura, una perspectiva con un solo punto de fuga, se ven líneas iguales que tienen distinta medida en el dibujo, y las paralelas que convergen hacia el punto de fuga.





La figura superior muestra la imagen de un espacio con dos direcciones de fuga (una de ellas con el punto de fuga fuera de la hoja).

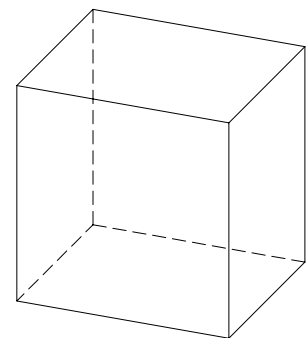
La ejecución de estas representaciones ha sido siempre extremadamente trabajosa hasta la aparición de los métodos asistidos por computadora. Y aún así, para las imágenes propias de la ingeniería, resulta innecesaria la perfección realista que brindan, por lo cual se usan en este ámbito las “perspectivas” que suponen **el ojo del observador en el infinito**.

## AXONOMETRÍAS EN GENERAL

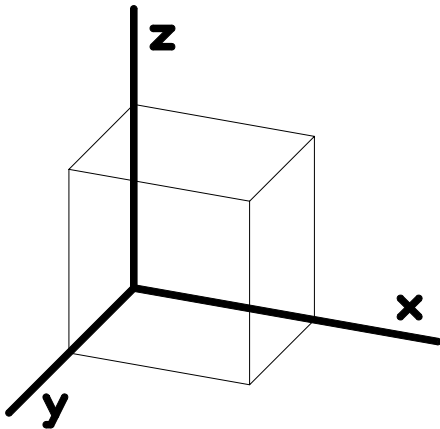
Esta **convención** tiene algunas consecuencias: una de ellas es que produce una deformación variable de las figuras resultantes, aceptada por ser en general pequeña mientras los objetos representados sean de medidas no muy grandes; a cambio de esto, como las líneas del objeto representado que son paralelas, lo son también en la imagen, las imágenes son más sencillas de construir que las anteriores.

Si la proyección es ortogonal (o perpendicular al plano del dibujo), se obtienen las vistas ya analizadas del Sistema Monge (que son perspectivas en sentido geométrico), cuando los objetos se colocan con algunas de sus caras paralelas a los planos de proyección. En ese caso, las líneas paralelas a éstos se ven además en su verdadera medida. Pero a cambio, los objetos no son fáciles de entender con claridad, porque otras caras o líneas suelen aparecer de canto o superpuestas unas con otras.

Pero si el objeto representado se mueve de manera que no existan estas superposiciones, es posible “ver” todas (o casi todas) sus partes. Esto es lo que ocurre con las representaciones llamadas axonométricas (de *axis* =eje)



La figura “representa” un cubo, y todos lo reconocemos como tal, aceptando las reglas sobre las que está construido, a pesar de que el dibujo no es un cubo tal como lo vemos en la realidad. Hay tres cosas que nuestro ojo ve de distinto modo. ¿Cuáles son?



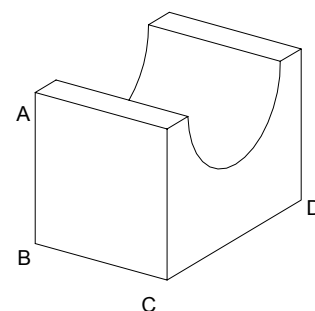
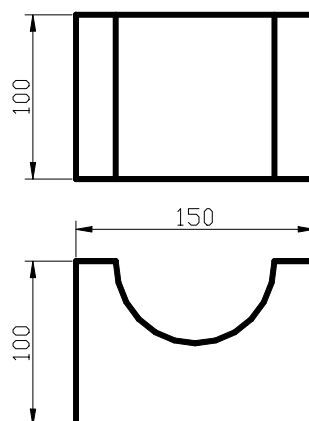
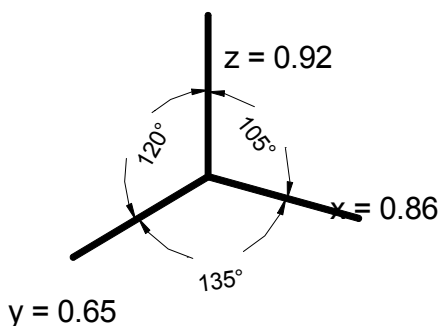
En el cubo de la figura, las aristas en sentido del eje “y” se ven más cortas, porque este eje forma un ángulo mayor con el plano del dibujo

En un cuerpo cualquiera, normalmente pueden identificarse sobre él tres direcciones de una terna espacial de ejes. Al proyectarse este cuerpo (y los ejes) sobre el plano del dibujo, las tres direcciones estarán inclinadas según ángulos diferentes con el plano, y cuanto mayor ángulo formen, más grande será la reducción con que esas medidas se afectan al proyectarse. La definición de una axonometría cualquiera está completa dando la imagen en proyección de los tres ejes: con ellos se pueden calcular las reducciones, cuyo factor es el coseno de aquel ángulo. O bien pueden darse los coeficientes de reducción (que implican la posición de los ejes).

Dado que las diferentes posibilidades han sido estudiadas ya desde hace mucho tiempo, en la práctica se dan las dos cosas, es decir: los ejes (los ángulos que forman entre ellos) y los coeficientes de reducción en cada dirección, y esto para aquellas axonometrías particulares en las cuales, o bien se ha comprobado una más aceptable representación de los objetos, o bien los coeficientes son tales que resulta muy cómodo calcular las medidas. Además de los ejes suele darse, por ser más intuitivo para la construcción posterior, la imagen del “cubo unidad”, tal como se ve a la izquierda.

En la figura siguiente se dan los elementos de una axonometría, las dos proyecciones de un objeto y la perspectiva del mismo, construida multiplicando las medidas de las vistas por los coeficientes de reducción que corresponden a cada dirección.

Como en todas las perspectivas, el proceso constructivo comienza por englobar el conjunto en un prisma en el cual puedan reconocerse los tres ejes, y luego restar agujeros, agregar salientes, planos inclinados, curvas, etc., dentro del bloque principal.



$$\begin{aligned} AB &= 0.92 \times 100 = 92 \\ BC &= 0.86 \times 100 = 86 \\ CD &= 0.65 \times 150 = 98.5 \end{aligned}$$

## DIMETRÍAS

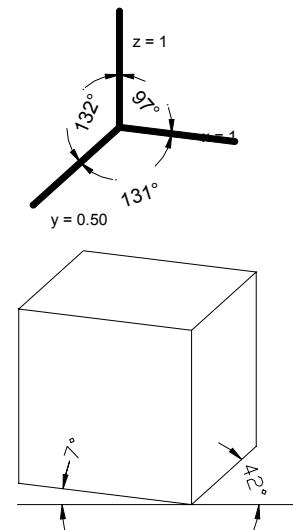
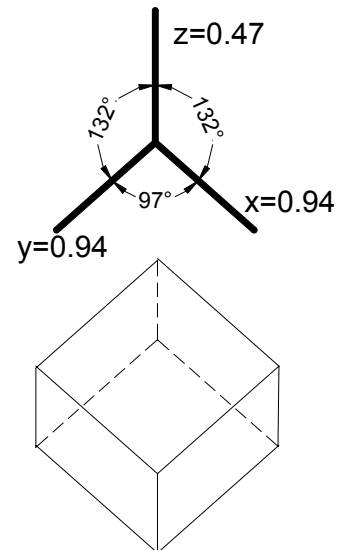
Las axonometrías que tienen dos ejes con coeficientes de reducción iguales se denominan “dimetrías”, y las que los tienen todos iguales (y como consecuencia los ángulos entre los ejes también iguales) son las “isometrías”. Ambas se usan con preferencia a las que tienen tres reducciones diferentes, por razones obvias.

Los esquemas de la derecha muestran dos dimetrías comunes. La primera, que enfatiza la visual desde un plano superior, no representa una ventaja demasiado sustancial respecto de las “trimetrías” anteriores, porque la necesidad de multiplicar las medidas reales por coeficientes de dos decimales subsiste (aunque dos de ellos sean iguales).

En la siguiente sin embargo, en dos de los ejes no hay reducción, y en el restante ésta es del 50%, lo que significa una ventaja evidente para la construcción. Además, esta perspectiva suele simplificarse todavía más en el trazado práctico reemplazando el ángulo de  $42^\circ$  por uno de  $45^\circ$  (que se obtiene con la escuadra), y el de  $7^\circ$  aproximadamente por la pendiente 1:10. Ambas modificaciones que no diferencian demasiado el resultado del que se obtiene con los datos estrictos.

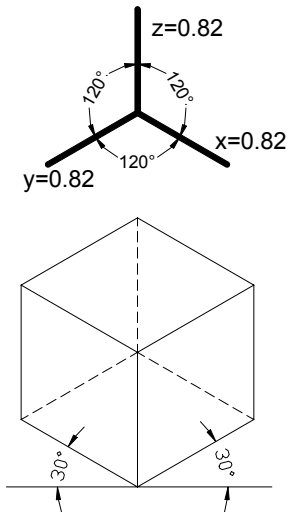
Aún con las simplificaciones del último ejemplo, queda pendiente la cuestión de “para qué” y “cuando” se hacen las perspectivas, luego de la comprobación obvia de que, para las mostradas, hace falta utilizar instrumentos de dibujo para reproducir los ángulos y medidas con una cierta exactitud. Una primera evaluación muestra que, entre las posibilidades de uso estas perspectivas está el ser la imagen completa y exacta de algún elemento (un plano en sí mismas), o bien un complemento de la representación en vistas ortogonales, o finalmente la base de un croquis, en el cual se respetan sólo las proporciones generales. La segunda reflexión consiste en decidir si esos “cubos” dibujados a la derecha son una representación suficientemente creíble de ese cuerpo, y cuál es mejor de los métodos descriptos para lograrlo.

Como elemento de comprobación proponemos el siguiente ejercicio: un ladrillo común mide 5 x 13 x 25 cm. Dibújese al menos en dos de los sistemas vistos, en varias posiciones posibles, y determínese cuál de las representaciones se ajusta más a la realidad.

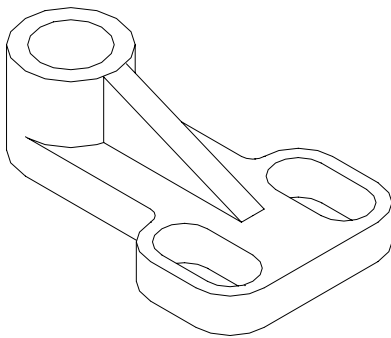


## ISOMETRIA

Cuando los tres ejes de la axonometría forman el mismo ángulo con el plano del dibujo, y por consiguiente también el mismo ángulo entre sí en proyección, producen reducciones iguales en las tres direcciones, y esto sí representa un hecho importante respecto de la facilidad de las construcciones. Si la perspectiva no va a usarse para medir elementos sobre ella (y esto es algo que no se hace, porque las cotas ya estarán indicadas, en la propia perspectiva o en las vistas), resulta indiferente que esa imagen sea un poco más grande o más chica.



Entonces, en la práctica lo que se hace es, una vez trazados los ejes a  $120^\circ$ , transportar las medidas del objeto sobre ellos **sin reducción**, con lo que se obtiene una representación llamada “dibujo isométrico”, que sólo difiere de la verdadera perspectiva en el tamaño, y que resulta notablemente fácil de ejecutar usando la escuadra de  $30^\circ$ . Para el caso de dibujo de croquis, que no requiere de instrumental, se usa el llamado “papel isométrico”, que tiene impresa una red de líneas de color suave en las tres direcciones, que no interfiere en el trazado y observación del croquis.



Una representación en isometría, en la cual aparecen dos de los problemas más comunes del método: el dibujo en direcciones “no isométricas” (el plano inclinado, que debe componerse entre sus medidas de largo y alto), y el trazado de circunferencias o curvas en general.

La sencillez de este método hace que se utilice (al igual que los dibujos oblicuos, que veremos más adelante) en la casi totalidad de los casos en los que se necesita una representación en perspectiva. Sin embargo, el método no carece de inconvenientes, ya que suele ofrecer en ciertos casos imágenes en las cuales algunos elementos del objeto pueden superponerse produciendo ambigüedades o interpretaciones engañosas.

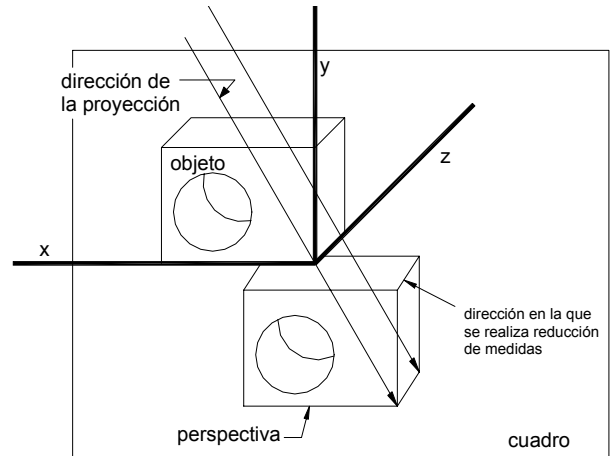
Tal es lo que ocurre en un caso tan simple como el del cubo de la izquierda, en el cual, si no se hubiesen representado algunas líneas como de trazos, sería difícil determinar si se está mirando el cuerpo desde arriba o desde abajo.

El camino seguido en la simplificación de los *métodos* de perspectiva y la observación de los *resultados* que se obtienen de cada uno de ellos, muestra que en general, cuanto más trabajoso es el método de ejecución, más representativa de la realidad suele ser la perspectiva, y es el dibujante el que debe decidir un término medio razonable entre sus deseos de exactitud y el trabajo necesario para conseguirla.

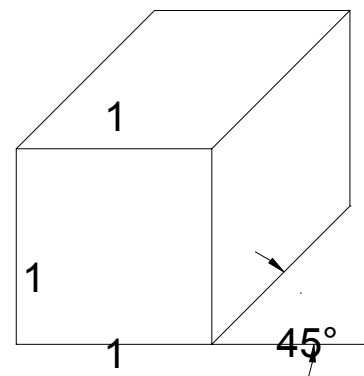
## PROYECCIÓN OBLICUA

Esta forma de proyección es la que proporciona caminos más sencillos para construir una representación tridimensional. De acuerdo a lo dicho en la página anterior, es también la forma que produce mayores deformaciones en los objetos representados.

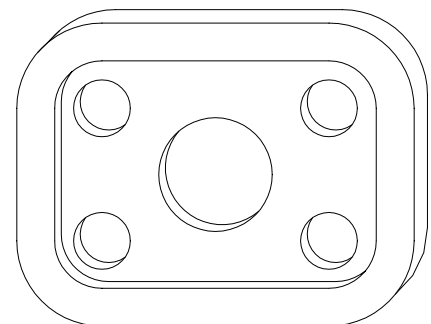
Se supone que una cara del objeto (o sea, dos de sus ejes) es paralela al plano del dibujo, y la proyección se hace con un cierto ángulo con éste. De este modo, dos direcciones no tienen deformación alguna, mientras que la restante es convencional, ya que la dirección de proyección es arbitraria. Un ejemplo práctico de este sistema son las sombras arrojadas que producen los rayos del sol: de acuerdo al ángulo que estos formen con el piso (el plano de proyección), la imagen del objeto será más o menos grande y más o menos deforme.



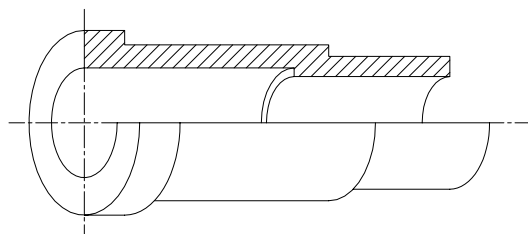
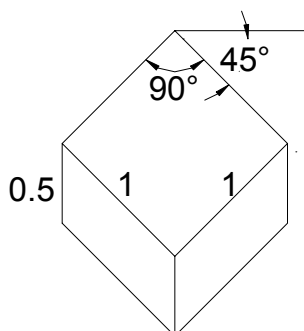
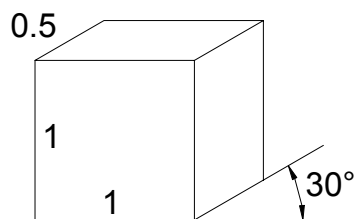
Si bien el modo de ejecución es siempre el mismo, los dibujos oblicuos se conocen con distintos nombres, generalmente relacionados con su ámbito de aplicación inicial. El más común es el llamado **perspectiva “caballera”**, en la cual no se aplica ninguna reducción en la dirección inclinada, la cual se toma generalmente a  $30^\circ$  o  $45^\circ$  con respecto a la horizontal. Si bien las imágenes resultan muy fáciles de dibujar, **producen representaciones muy deformadas en la mayoría de los casos**. Es el caso del cubo que se muestra a la derecha, cuyo alargamiento aparente lo convierte en una representación francamente errónea del cuerpo representado.



El método resulta cómodo en cambio para objetos de poco espesor, por ejemplo, o que tengan todos sus detalles complejos en un solo plano, el que se representará paralelo al cuadro, mientras que la deformación puede pasar desapercibida en la dirección inclinada, por su escasa dimensión. Tal lo que ocurre en la pieza de la derecha, cuyos agujeros circulares y las esquinas redondeadas son fáciles de dibujar en la posición en que está, pero darían considerable trabajo de hallarse el objeto colocado sobre otro plano de la perspectiva, el yz, por ejemplo.



En el intento de mejorar ese inconveniente de la perspectiva caballera, puede optarse por aplicar un coeficiente de reducción a las medidas sobre el eje con inclinación. Si se usa la misma terna de ejes que en el caso anterior, y se toma una

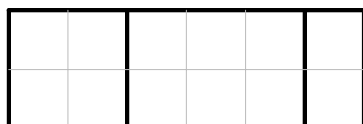
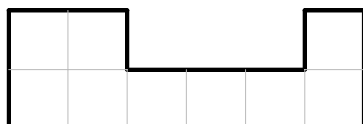


reducción del 50%, se tiene la perspectiva conocida como “**cabinet**”. Esta representación está difundida en los trabajos de ebanistería, y tallados en madera; para objetos pequeños es más aproximada a la realidad. Es notorio que el cubo anexo, representado con éste método, se aproxima a la realidad del cuerpo mucho más que el anterior de la perspectiva caballera

La perspectiva “**militar**”, que fue usada en sus orígenes en la representación de murallas y actualmente en planos de conjunto y esquemas de urbanismo, es apropiada para elementos de gran tamaño, que tengan sus mayores detalles en posición horizontal y cuya extensión sea dominante respecto de la altura. En la dirección del eje que contiene las alturas se aplica en general un coeficiente de reducción entre 0.50 y 0.75. A la derecha se representa un cubo con esta variante.

Finalmente, dado que la proyección oblicua es de normas tan arbitrarias, se puede también constituir con una inclinación del eje reducido en ángulos aún menores de 30°, y hasta de **inclinación nula**, de tal modo que el eje “y” se superponga con el “x” (o con el “z”). Esta modalidad se llama **perspectiva oblicua “libre”**, y resulta de muy fácil construcción, pero es apropiada sólo para objetos muy específicos.

En la figura de al lado se muestra como ejemplo una configuración de ejes posible y una pieza cortada que, mediante este modo “libre” permite representar sin ninguna deformación la sección longitudinal y a la vez, con una reducción usual, la vista frontal.



Ejercicios:

- Representar el cuerpo dado a la izquierda en dos vistas, en perspectivas isométrica (dibujo isométrico), caballera normal y cabinet.
- En cada caso, hacerlo en dos posiciones distintas del objeto, y analizar cuáles son las ventajas y desventajas de cada caso

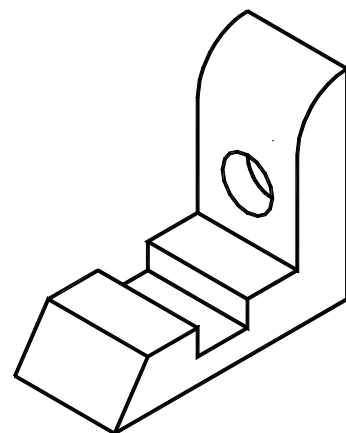
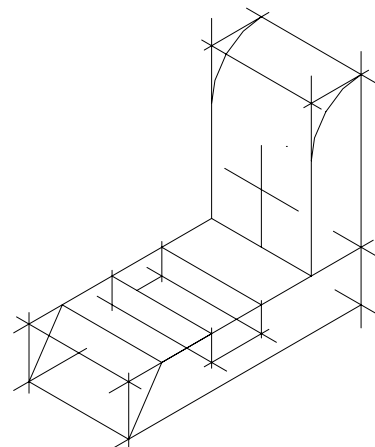
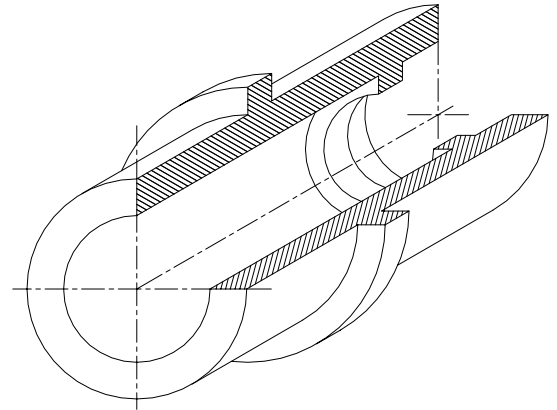


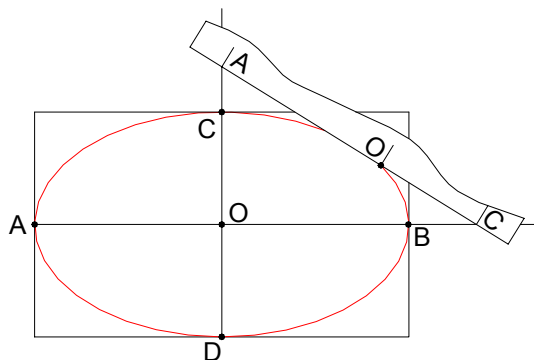
## ALGUNAS NORMAS

Además de las “reglas de construcción”, cuyo cumplimiento asegura el buen aspecto de las imágenes, hay unas pocas adicionales que dependen también de los propios objetos representados. Entre éstas podemos citar:

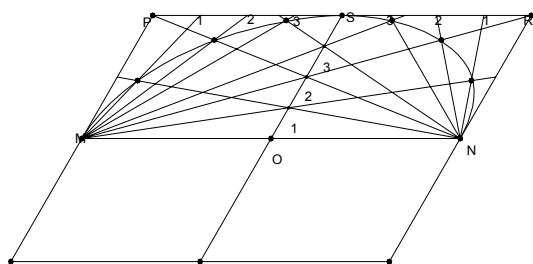
- Conviene colocar el objeto en la posición que ocupa en la realidad. Si no fuese posible, los elementos largos se dibujarán en posición horizontal. En la pieza de la figura se ha debido decidir entre afectar con las reducciones a las formas de la sección, para posibilitar el dibujo sencillo de las circunferencias que están de frente. Por sobre toda consideración se debe tener en cuenta que no haya superposición de líneas dentro de una misma imagen, y que se vean del objeto todos aquellos detalles que son esenciales para su comprensión.
- Hay que realizar un análisis previo del objeto, para reducir sus partes a formas simples, que queden inscriptas dentro de prismas cuyas aristas sigan las direcciones de los ejes de la perspectiva elegida, así como las figuras curvas deben inscribirse en cuadriláteros de manera de identificar luego sus vértices en el plano de los mismos.
- Se debe intentar que haya la menor cantidad posible de detalles en direcciones con reducción, lo que produce en general las deformaciones mas frecuentes. Para evitar errores en este aspecto es conveniente realizar un croquis previo de la perspectiva planeada, en el cual se sigan lo más fielmente posible las proporciones relativas de su partes
- En la representación en perspectiva no se acostumbra a dibujar las líneas invisibles, salvo el caso que fuese estrictamente necesario
- Cuando la perspectiva acompaña un juego de vistas ortogonales, la acotación debe ir en las vistas. En aquellos casos que la perspectiva constituye en sí todo el plano, y éste deba acotarse, las medidas deben trazarse como si ellas estuviesen apoyadas sobre los planos principales de la perspectiva.

Como ya se dijo más arriba, curvas o figuras no usuales deben inscribirse en cuadriláteros para poder trazar sus formas. Esto vale también para



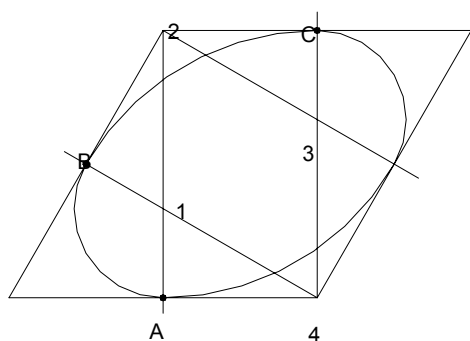


Si se tienen los ejes de la curva, este método es muy simple: en el borde de una tira de papel marque los semiejes AO y OC. Si se deslizan las marcas A y C sobre las rectas de los ejes, la marca “O” indica puntos de la elipse



Los diámetros conjugados son paralelos a las tangentes en sus extremos. Una vez construido el paralelogramo, divídanse los “medios lados” y “medios diámetros” como muestra la figura, en un número igual de partes.

Trazando por M y N rayos que pasen por esas divisiones, los rayos que crucen por números iguales determinan puntos de la elipse



las circunferencias, que en todos los métodos descriptos se visualizan como elipses, pero que no pueden dibujarse con un único método en todos los casos.

Debe recordarse que en cualquier perspectiva hay tres tipos de líneas: a) las que se ven en verdadera magnitud, porque son paralelas al plano del dibujo; b) las que están en dirección de los ejes, afectadas de un coeficiente conocido de reducción, y c) las que se hallan en direcciones distintas a las anteriores, que no se pueden calcular y deben “componerse” mediante la sumatoria de otras líneas.

## ELIPSES

Las elipses que representan circunferencias se pueden presentar de dos maneras diferentes según la perspectiva de que se trate. Pueden estar definidos sus ejes mayor y menor (el primero en verdadera magnitud) como ocurre en las axonometrías, o bien al quedar inscritas en un cuadrilátero obtenerse un par de “diámetros conjugados” (líneas que unen los puntos medios del paralelogramo); éste es el caso de los dibujos oblicuos. En los dos casos hay muchos métodos diferentes para el trazado, de los cuales se dan algunos a la izquierda, pero debe tenerse en cuenta que los métodos no son aplicables indistintamente a cualquier perspectiva.

En algunos casos, como ocurre con el dibujo isométrico, puede recurrirse a simplificaciones del trazado consistentes en reemplazar la elipse por arcos de circunferencia, con un resultado final que es tanto más aceptable cuanto más chica es la curva. Como se ve en la figura de abajo, el centro de los arcos está en el cruce de las normales trazadas por el centro de los lados del rombo que en la isometría circunscribe a la elipse. A simple vista se aprecia que los cuatro arcos difieren de la forma de la elipse, aunque los arcos son tangentes entre sí y la curva es continua, por lo que la utilización del método depende de la calidad de la perspectiva que se pretenda conseguir.

Este, como se dijo antes, es un punto esencial. La perspectiva puede tener destinos diferentes, que condicionan su elección y su ejecución. Puede ser hecha por quien está proyectando un objeto y necesita verlo con más claridad que en su imaginación, y en ese caso usará un método

lo más sencillo posible, trazado como un croquis. De la misma forma procederá quien, en la obra, deba reunir los datos de una pieza que debe ser reemplazada.

En cambio, la perspectiva será lo más realista posible y se apelará a instrumentos afinados cuando se trate de convencer a alguien de la bondad de un proyecto, cuando la imagen deba complementar las vistas de un conjunto complejo o cuando se esté diseñando los dibujos de un manual de instrucciones.

## INSTRUMENTAL

Esas dos variantes corresponden a dos posturas posibles frente al dibujo, simbolizadas de forma clara por el lápiz por un lado y la tinta por el otro. Actualmente está en curso en el campo del dibujo un proceso que aparentemente concluirá con el reemplazo total de los instrumentos clásicos (reglas, compás, lapiceras), por los programas de diseño asistido por computadora. Estos eliminan en parte uno de los pasos del mecanismo del diseño: la confección del plano que debe ser interpretado por quien construirá el elemento tecnológico de que se ocupa el diseñador. Y en parte solamente porque el plano parece aun subsistir como parte documental, lo que le da otro carácter, tal vez aún más estricto.

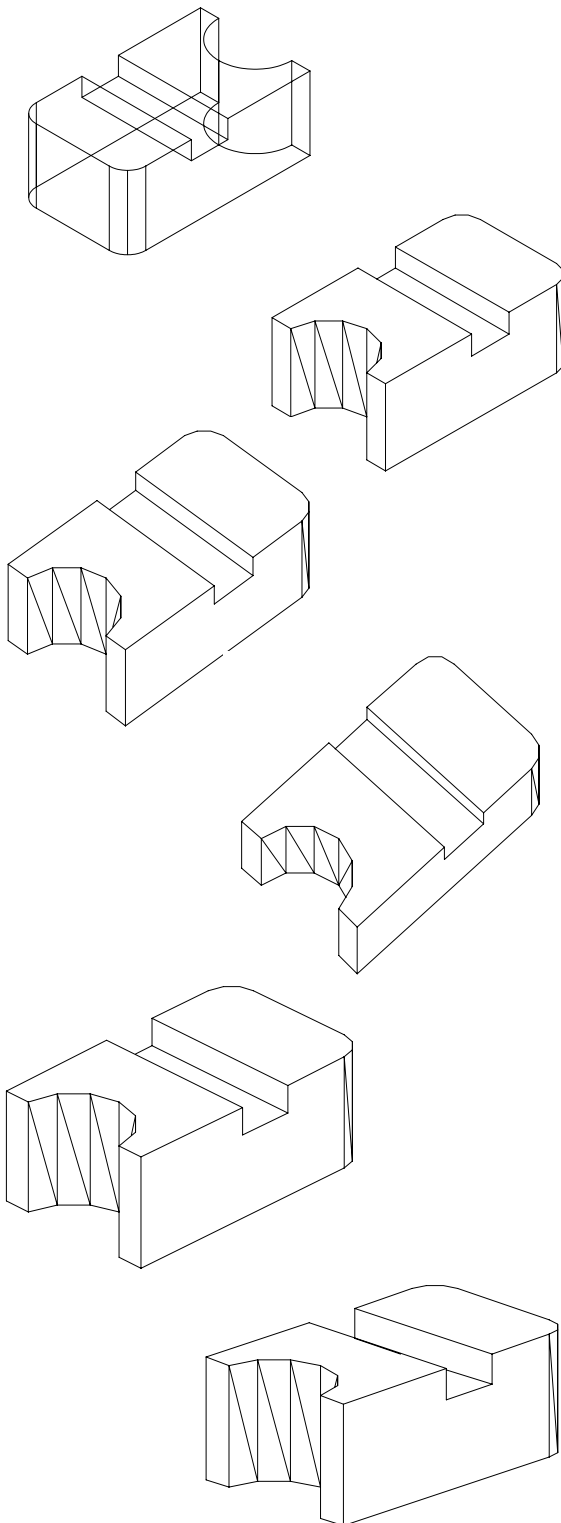
La fabricación y construcción en nuestra época y la que viene parece encaminarse a ser producida cada vez mas por máquinas que son capaces de interpretar objetos 3D definidos en su geometría por programas CAD y traducidos a instrucciones por los CAM (*Computer Aided Manufacturing*). De este modo la tarea del ingeniero implica sobre todo una muy precisa confección de las “maquetas 3D”, además del trabajo usual de planos y dibujos comunes. En este marco, lo importante es comprender *que son* los productos que se crean a través del CAD.

Líneas, arcos, círculos y otros elementos que están usualmente agrupados en el menú “Draw”, cumplen la misma función que si estuviesen realizados con los instrumentos tradicionales, aunque las herramientas del CAD permiten la confección de planos con mayor precisión, prolijidad y velocidad.

Además, casi todos los programas CAD poseen herramientas para el dibujo isométrico, y las del AutoCAD están descriptas en el apunte de la cátedra “Isometría en AutoCAD”. Como se explica en el mismo, el producto de estos es un

El desarrollo de las PC introdujo en el campo del dibujo un cambio tecnológico crucial, borrando del mapa una enorme cantidad de adminículos necesarios para el dibujo de precisión (como las puntas recargables, balustrines, letrógrafos, plantillas, etc.) y por añadido brindando otras virtudes a los dibujos (como la facilidad de ejecución) que configuran una verdadera revolución en el área.





Múltiples vistas en perspectiva axonométrica de un mismo modelo en 3D obtenidos variando el punto de vista

dibujo plano, que el programa simplemente facilita mediante la grilla de puntos, el conmutador de planos, etc. Algunos CAD realizan el dibujo isométrico automáticamente a partir de las vistas, pero ese dibujo sigue siendo una representación 2D, plana.

En cambio, si se crea un objeto 3D cualquiera (líneas con “thickness”, superficies, sólidos), es posible observarlo en perspectiva cambiando simplemente el punto de vista, que por defecto es perpendicular al plano del dibujo. Una vez definido un objeto, pueden obtenerse infinitas vistas diferentes del mismo

Los puntos de vista en AutoCAD se definen por las coordenadas del ojo del observador respecto del sistema WCS. La visual del observador se supone dirigida desde ese punto hacia el origen del sistema

Eligiendo un punto de vista adecuado puede obtenerse una proyección ortogonal del objeto sobre el plano de la pantalla, la cual será por defecto y de modo general una AXONOMETRÍA. Puede ser, también, una axonometría desde un punto de vista isométrico, que es una cosa totalmente diferente que un dibujo isométrico construido línea por línea. Puede ser también una vista en planta (si el ojo del observador está en las coordenadas 0,0,1 y el objeto está en una posición conveniente).

En realidad el CAD consiste casi exclusivamente en dos elementos simples de entender: a) una base de datos, que lista todos los elementos creados por el usuario con sus propiedades, especialmente las coordenadas de los puntos que los definen, y b) una serie de rutinas que mediante ecuaciones de proyección permiten visualizar los elementos de la base de datos sobre el plano de la pantalla. El resto es mover, copiar, manipular, recortar, etc.

De modo que si en AutoCAD uno define un cubo (Draw/Solids/Box), y un punto de vista por sus tres coordenadas, tiene el “cubo unidad” de una axonometría.

Además, para la confección de imágenes sofisticadas, que son comúnmente llamadas “fotorrealistas”, el programa desarrolla también perspectivas cónicas, así como aplicación de materiales a las superficies y juegos con distintos tipos de iluminación. Todo esto tiene poco que

ver con la perspectiva como herramienta de apoyo del proceso de ingeniería, por lo que no es necesario analizarlo aquí.

Conviene citar sin embargo, que cualquier tipo de perspectiva de las mencionadas, multiplica su efectividad al combinarse con otros métodos propios del dibujo de proyecciones, como es el caso de los cortes. Un conjunto cortado y en perspectiva, si está bien planeado permite mostrar con claridad su interior de un modo que en ocasiones resulta imposible conseguir sólo con vistas y cortes.

Algo parecido puede decirse de las perspectivas “en explosión”, que combinan varias pequeñas perspectivas, dibujadas de tal modo que su ubicación relativa muestra, por ejemplo, su armado en dirección de un eje.

#### Bibliografía:

- Hohenberg, F., Geometría Constructiva aplicada a la técnica, Ed. Labor, Barcelona, 1965
- Sánchez Gallego, Juan A., Geometría Descriptiva, Alfaomega Edic., Barcelona, 1999.
- Wellman, B. Leighton, Technical Descriptive Geometry, McGraw-Hill, New York, 1948
- Norma IRAM No. 4540 para Dibujo Técnico
- Los dibujos de este apunte fueron hechos con el “AutoCAD 2000” / posteriormente dichos dibujos DWG fueron exportados o convertidos en formato WMF / finalmente insertados en el documento de Word como “imagen desde archivo”.