

LAS TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN INGENIERÍA.

MsC. Juan Manuel Rodríguez Grasso¹, MsC. Adolfo Torres Valhuerdi²

1. Universidad de Matanzas, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.

2. Universidad de Matanzas, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba

Resumen.

El Dibujo Técnico se compone de diferentes técnicas y formas de representación de objetos, de manera tal que los mismos puedan ser interpretados por los entendidos en la materia, la mayoría de las mismas requieren de una serie de convencionalismos para su realización. Dichos convencionalismos han sido establecidos por las experiencias en ocasiones de los autores de los diferentes libros de textos y en otras por asociaciones Internacionales de Normalización, El presente trabajo trata de mostrar la historia, los criterios y normas relacionados a las formas de representación gráfica denominadas Perspectiva y sus vigencia aun con la aplicación del dibujo asistido por computadoras .

Palabras claves: Perspectiva, Dibujo Técnico, Proyecciones, Normalización.

Perspectiva. Un poco de historia

La Perspectiva es el arte de dibujar objetos sobre un plano, en dos dimensiones, recreando la profundidad y la posición relativa entre los mismos y simulando efectos de reducción, que crean la ilusión visual en el observador de profundidad y colocación espacial de los objetos.

Tanto en el arte como en las representaciones técnicas es empleado desde la antigüedad, ya en las pinturas del Antiguo Egipto que era eminentemente simbólica, funeraria y religiosa, al pintar se disponían los personajes de forma tal que los de mayor tamaño, eran los de mayor importancia por lo que se le denominó por los historiadores del arte ‘Perspectiva Jerárquica o Teológica’, aunque no puede decirse que sea realmente perspectiva, pues no se creaba la ilusión de profundidad.

En la Edad Media los intentos de lograr cierta perspectiva se hacían mediante la colocación de los objetos más alejados en la parte superior del dibujo y los más cercanos en la parte inferior, (Perspectiva Caballera)

Entre 1267 y 1336 el pintor Gótico Giotto di Bondone (1267-1337) comenzó a dotar a sus pinturas de los efectos de tridimensionalidad, siendo el gran iniciador del espacio tridimensional en la pintura europea, con obras como ‘La Adoración de los Magos,(1301) en este periodo los artistas comienzan a buscar la sensación espacial a través de la observación de la naturalezas destacándose obras como las de Fra Angélico (1390-1455) ‘La Anunciación’ y Masaccio en su ‘Trinidad’ (1420-1425) mediante el uso de la Perspectiva Cónica (las líneas paralelas convergen hacia un punto de fuga, provocando ilusión de profundidad al disminuir las dimensiones de las figuras en función de la distancia.

Un momento importante en el desarrollo de las Perspectivas ocurre en el periodo conocido como Renacimiento entre los años 1416-1420, donde una artista italiano Filippo Brunellschil (1377-1446) de la ciudad de Florencia quien también era arquitecto, para

representar edificios realizó una serie de estudios con la ayuda de instrumentos ópticos, específicamente algún tipo de perspectógrafo y descubre los principios geométricos que rigen la Perspectiva Cónica, dándole a los espectadores de sus obras la ilusión de lejanía. Se le considera el padre de este tipo de perspectiva. Uno de sus trabajos más renombrados fue la creación de la cúpula de la catedral de Florencia (Italia)

En el siglo XV la perspectiva se hace teoría matemática bajo la influencia de Piero de la Francesca mediante su obra 'De la mera intuición y de los medios técnicos'

A finales del siglo XV y comienzos del siglo XVI, Leonardo Da Vinci con su 'Tratado de la Pintura' (1680) incluye el color para perfeccionar la perspectiva, difuminando los mismos a medida que aumenta la distancia, perdiendo nitidez las figuras en la distancia.

Con la existencia de la perspectiva y la sección (intersección de un plano con un sólido), se crea la necesidad de crear las bases formales de la Geometría Proyectiva cuyos principios fundamentales aparecen con los trabajos de Gerard Desargues (1591-1661) en el siglo XVII fundamentando matemáticamente los métodos de la perspectiva que se habían desarrollado hasta el momento por los artistas, su trabajo fue publicado en 1639, pasando desapercibido durante siglos por la influyente obra de Descartes.

La Geometría Proyectiva se establece junto con la Geometría Hiperbólica como ciencia Matemática en el siglo XIX al hallarse un modelo Analítico. Dentro del contexto de la geometría euclidiana-cartesiana se puede construir la Geometría Proyectiva, y si se acepta la primera, hay que admitir la segunda.

Este proceso finaliza principios del siglo XX con los trabajos de Einstein, quien demuestra que a gran escala el universo se puede interpretar mejor con estas geometrías que con el rígido espacio euclidiano

Clasificación de las Proyecciones

Para poder realizar una correcta clasificación de las proyecciones y entender en que consiste cada una de ellas es necesario primeramente saber cuáles son los elementos que integran una proyección Fig. 1.

1. **Centro o polo.** Punto desde el cual parten los rayos de proyecciones o donde se ubica el observador.
2. **Objeto de proyección.** El objeto a representar.
3. **Rayos de proyecciones.** Líneas imaginarias que parten del polo de proyecciones, pasan por el objeto e inciden sobre el plano de proyecciones para obtener la proyección sobre el mismo.
4. **Plano de proyección.** Lugar o plano donde se recoge la proyección.
5. **Proyección:** Es la imagen de un objeto o figura, proyectada sobre un plano.

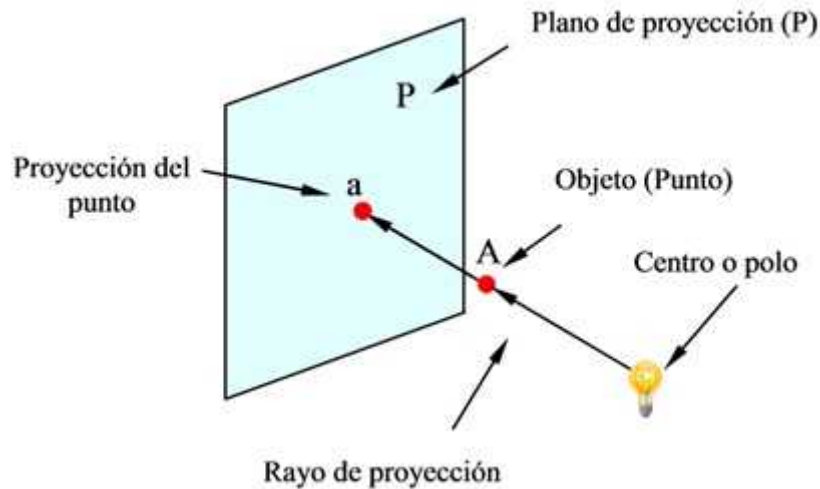


Fig. 1. Elementos de las proyecciones (Torres A.2012)

Al proyectar un objeto, no siempre la imagen será igual a este, ello dependerá de dos condiciones:

- La distancia que existe entre el centro o polo al plano de proyección.
- El ángulo con que inciden los rayos proyectantes posteriormente sobre el plano de proyecciones después de pasar por el objeto a proyectar.

La distancia que existe entre el centro o polo al plano de proyección determina que las proyecciones se clasifiquen como:

Central o cónica: Es cuando los rayos parten del centro o polo y este se encuentra relativamente cerca del objeto a proyectar, obteniéndose con ello una proyección aumentada. Este tipo de proyección es la que puede observarse en los cines y también se utiliza por los artistas para crear la sensación de profundidad en sus cuadros. En la representación se puede observar cómo los rayos inciden sobre el objeto. Como se observa, la proyección es mayor que el objeto que se encuentra en el espacio, formándose un **cono** entre la proyección y el centro o Polo. De ahí su nombre. Fig. 2.

Paralela o cilíndrica: En este tipo de proyección, se supone que el objeto y el plano están fijos, mientras que el centro o polo se encuentra situado en el infinito. Como consecuencia, los rayos de proyecciones serán paralelos entre sí, lo que hace posible que la proyección obtenida sea semejante a la del objeto en tamaño y forma. Fig.3.

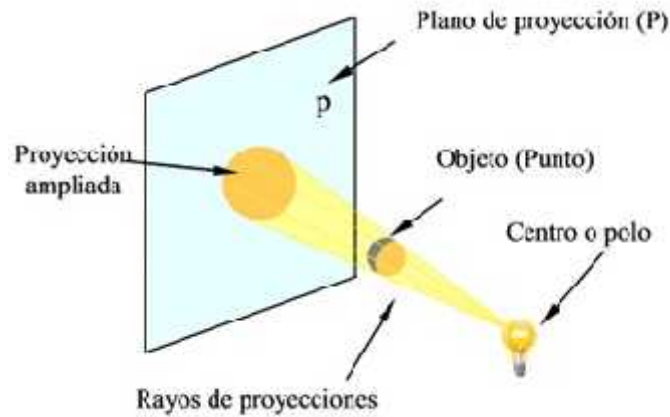


Fig. 2 Proyección cónica. (Torres A.2012)

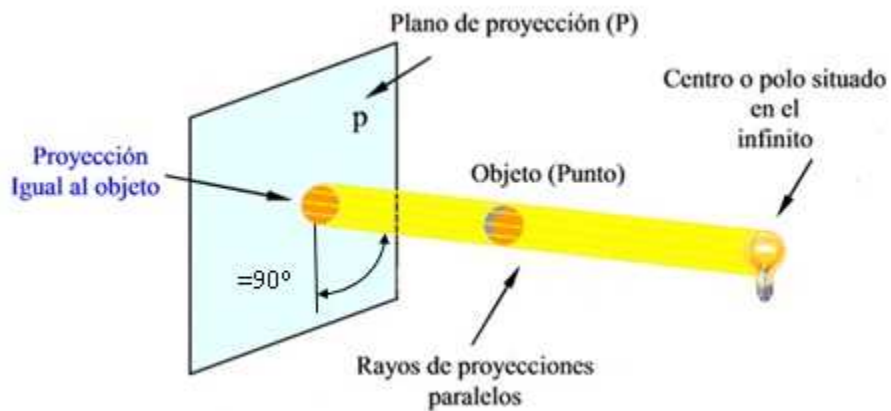


Fig. 3. Proyección paralela o cilíndrica. (Torres A.2012)

El ángulo con que inciden los rayos proyectantes posteriormente sobre el plano de proyecciones después de pasar por el objeto a proyectar determinan que estas se clasifiquen como:

- Proyección ortogonal o perpendicular. Cuando el ángulo de incidencia de los rayos proyectantes es igual a 90 grados. Fig. 3.
- Proyección cónica. Cuando el ángulo de incidencia es desigual a 90 grados. Fig. 4.

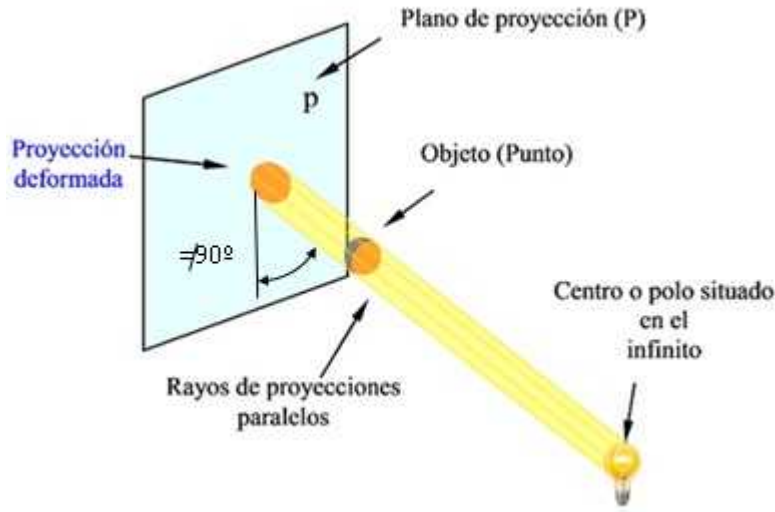


Fig. 4. Proyección Cónica. (Torres A.2012)

Como se puede uno percatar estas clasificaciones no son rígidas pudiendo existir combinaciones entre ellas esto da lugar a que los tipos de proyecciones sean muy variadas y su uso este en dependencia de lo que se quiera expresar con ellas. Generalmente los planos técnicos se realizan empleando una combinación que denominamos proyección ortogonal paralela o cilíndrica, lo que quiere decir que este tipo de documento técnico se realiza mediante la proyección de los objetos sobre uno o varios planos de proyección donde se cumplen las características de que supuestamente el foco está en el infinito, por lo que los rayos proyectantes son paralelos e inciden sobre los planos de proyección a 90 grados, siendo esta combinación garantía de que casi todo lo que se obtenga proyectado en los planos se encuentre en su verdadera forma y dimensión.

Proyección axonométricas. Este tipo de proyección es ampliamente utilizada, su fundamental característica es que consistente en representar elementos geométricos o volúmenes en un plano, mediante proyección paralela o cilíndrica, pero el objeto antes de ser proyectado es referido a un sistema de ejes X; Y; Z. y se proyectan sobre un plano de proyección denominado axonométricos, donde la imagen obtenida nos da una idea de profundidad. Fig. 5.



Fig. 5 Proyección Axonométrica

Estas pueden ser:

- Isométricas. La deformación de los ejes al ser proyectada sobre los planos es la misma, 120 grados, y tiene la ventaja de permitir la representación a escala.

Siendo sus coeficientes de deformación:

Coefficientes de distorsión reales: $P_x = P_y = P_z = 0.82$

Coefficientes de distorsión prácticos: $P_x = P_y = P_z = 1$

Este tipo de proyección es ampliamente utilizada en los dibujos técnicos fundamentalmente en Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial y programas de computación profesionales tales como el AUTOCAD tienen la opción de realizarlos.

- Dimétricas oblicua. La deformación de dos ejes es la misma, siendo el ángulo entre ellos de 90 grados y un eje diferente siendo el ángulo por norma de 45 grados.

Siendo sus coeficientes de deformación:

Coefficientes de deformación reales: $P_x = P_z = 0.94$ y $P_y = 0.47$

Coefficiente de deformación prácticos. $P_x = P_z = 1$ y $P_y = 0.5$

Este tipo de proyección es ampliamente utilizada en los dibujos técnicos fundamentalmente en Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial cuando las piezas o elementos a dibujar son extremadamente largos y la representación requiere de muchos arcos de circunferencias o circunferencias colocados en el mismo plano

- Trimétricas los tres ejes tienen diferente deformación al ser proyectados.

Este tipo de proyección es poco utilizada en las representaciones técnicas por lo complejas de su realización.

Dos propiedades importantes de las proyecciones axonométricas son:

- La escala del objeto representado no depende de su distancia al observador (equivalente a que el observador estuviera en el infinito).
- Dos líneas paralelas en la realidad son también paralelas en su representación axonométrica.

Proyecciones Cónicas.

Son las más compleja de representar gráficamente, pero una de las más utilizadas en Arquitectura y representación de interiores para representar edificios y volúmenes. Es la que más se aproxima a la visión real, y equivale a la imagen que observamos al mirar un objeto con un solo ojo. Se emplean generalmente cuando se requiere hacer presentaciones ya que muestra de una forma realista como va a quedar la nueva obra. De esta manera los compradores pueden tener una idea de lo que van a adquirir o donde van a invertir. Fig. 6.

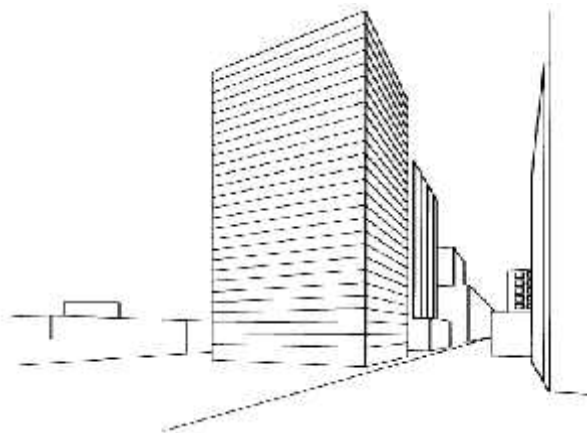


Fig. 6. Proyecciones Cónicas con dos puntos de fuga (NC-ISO 5456-4:2015)

Ventajas de la proyección cónica.

- Es una representación idónea para transmitir ideas de volumen.
- Se simplifica si la alzada del objeto es paralela al plano del cuadro obteniéndose una proyección frontal o paralela
- La complejidad matemática que representa puede ser relativamente resuelta mediante el uso de computadoras

Desventajas

- Dado que producen deformaciones por la propia representación no se pueden hacer mediciones sobre la misma

- Se mantienen la tangencias pero se pierde el paralelismo entre rectas no pertenecientes al plano del cuadro
- Es difícil realizar el acotado
- La representación por medios convencionales es bastante compleja.

Otros tipos de Proyecciones.

Proyección caballera

Algunos autores la definen como una proyección oblicua cilíndrica de un cuerpo sobre un plano de cuadro, otros como una proyección axonométrica cilíndrica oblicua en el cual el plano de cuadro es paralelo al plano XZ

En cualquiera de los casos los coeficientes de deformación reducidos para los ejes X, Z son igual a 1 la dirección de inclinación y el coeficiente de reducción del eje Y corresponderán a la inclinación que se le dé a la proyección oblicua, se recomienda que para el eje Y un coeficiente de reducción de 0,5 y un ángulo de inclinación de 45grados, 135 grados, 225, o 315 grados en dependencia de la vista del cuerpo que se quiera representar

Ventajas

- Facilidad de representación por medios convencionales
- Da idea de volumen en el cuerpo representado
- Se asemeja a una proyección cónica con un punto de fuga impropio
- Es muy práctica para cuerpos sencillos o con simetría axial
- Permite el acotado fácil en piezas sencillas
- Desventajas
- Es imposible acotar piezas complejas
- La representación de piezas complejas o si ejes de simetrías da como resultado una elevada distorsión

Proyección militar

Según algunos autores es una proyección oblicua de cuerpos sobre planos de proyección siendo este paralelo al plano horizontal X; Y. Otros plantean que es una proyección axonométrica cilíndrica oblicua en la que el plano de proyecciones es paralelo al XY.

En cualquier caso los coeficientes de reducción en los ejes X; Y son iguales a 1 y los coeficientes en el eje Z dependerán de la inclinación que se le dé al mismo, recomendándose 120 Grados, 150 Grados con un coeficiente de reducción de 2/3

Proyección estereográfica

Es la proyección de superficies que situadas sobre una esfera se proyectan sobre un plano que generalmente contiene al centro de la misma es muy utilizada en cartografía terrestre

Proyección Gnomónica

Es la proyección central de superficies que situadas sobre una esfera se proyectan sobre un plano tangente a la misma siendo el centro de la esfera el centro de proyecciones igual que la anterior es muy útil en cartografía terrestre.

Normalización de las proyecciones

A partir de los trabajos del gran matemático francés Gaspar Monge (1746-1818), quien logró desarrollar un método gráfico para representar el espacio de tres dimensiones en el plano bidimensional, es decir, en una simple hoja de papel, pero no al estilo del dibujo plano sin precisiones métricas, sino aplicando métodos proyectivos exactos. Se puede decir que comenzó la normalización de los dibujos técnicos y por ende la normalización de las proyecciones.

En estos momentos la norma cubana NC ISO 5456-1:2015 Dibujos Técnicos- Métodos de Proyección. Parte 1. Sinopsis. Plantea que los sistemas de proyecciones se clasifican como se aprecia en la tabla.1. Asiendo la coincidencia con la norma internacional correspondiente.

Tabla 1. Sistemas de proyecciones.

Centro de proyección	Posición del plano de proyección respecto a los rayos	Posición de las características principales respecto al plano de proyección	Número de planos de proyección	Tipo de vista	Tipo de proyección
Infinito (rayos de proyección paralelos)	Ortogonal	Paralela / ortogonal	Uno o más	Dos dimensiones	Ortogonal (INTE-ISO 5456-2)
		Oblicua	Uno	Tres dimensiones	
	Oblicua	Paralela / ortogonal	Uno	Tres dimensiones	Axonométrica (INTE-ISO 5456-3)
		Oblicua	Uno	Tres dimensiones	
Finita (rayos de proyección convergentes)	Oblicua	Oblicua	Uno	Tres dimensiones	Central (INTE-ISO 5456-4)

La norma NC-ISO 5456-3:2003, "Dibujos técnicos — Métodos de proyección — Parte 3: representaciones axonométricas". Recomienda el empleo dentro de este tipo de proyecciones a:

- Axonometría isométrica (Fig. 7.).

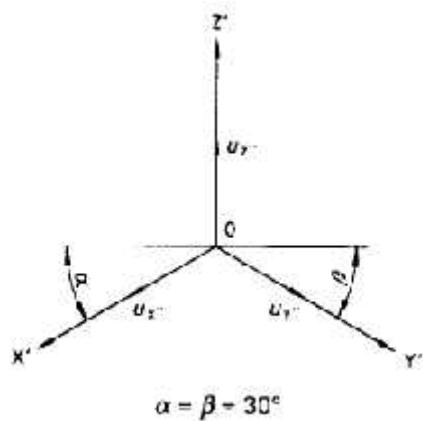


Fig. 7. Sistema de ejes Isométricos (NC-ISO 5456-3:2003)

- Axonometría dimétrica (Fig. 8).

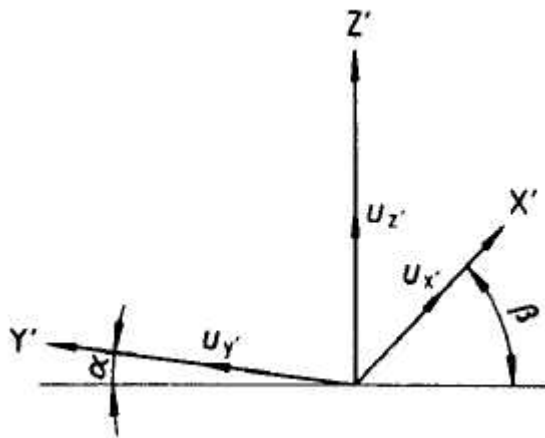


Fig. 8. Sistema de ejes Proyección dimétrica. (NC-ISO 5456-3:2003)

- Axonometría oblicua (Fig. 9).

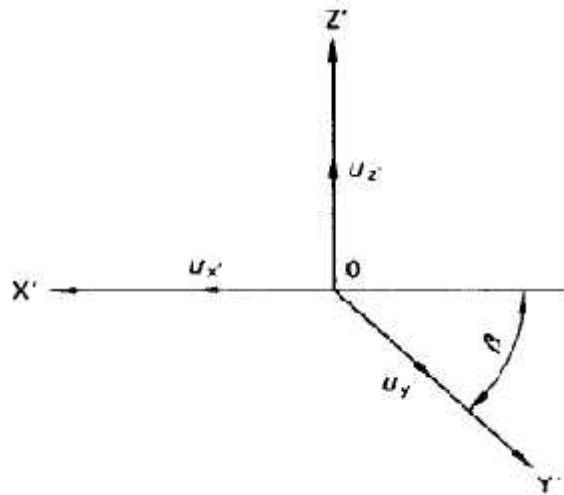


Fig. 9. Sistema de ejes Proyección oblicua. (NC-ISO 5456-3:2003)

En la axonometría oblicua, el plano de proyección es paralelo a uno de los planos coordenados y a la cara principal del objeto a representar, quedando su proyección a la misma escala. Dos de las proyecciones de los ejes de coordenadas son ortogonales. La dirección de la proyección del tercer eje y su escala son arbitrarias. Se utilizan varios tipos de axonometría oblicua, en razón de su facilidad de dibujo.

Tipos especiales de axonometría Oblicua

1. Axonometría caballera isométrica (especial).

Las cuatro posibilidades de axonometría caballera isométrica de un hexaedro regular se representan en la Fig. 10.

La axonometría caballera isométrica es muy sencilla de dibujar y permite acotar el dibujo, pero distorsiona fuertemente las proporciones sobre el tercer eje de coordenadas.

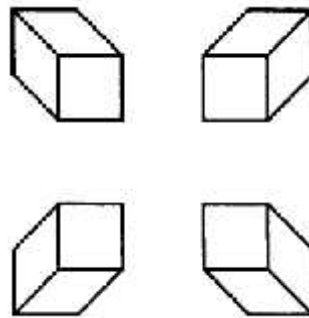


Fig. 10. Posibilidades de axonometría caballera isométrica. (NC-ISO 5456-3:2003)

2. Axonometría caballera (dimétrica)

La axonometría caballera es similar a la axonometría caballera isométrica excepto en que sobre el tercer eje proyectado está reducida por un factor de 2. Con ello se consigue una proporción mejor del dibujo.

3. Axonometría planimétrica

En la axonometría planimétrica, el plano de proyección es paralelo al plano horizontal de coordenadas. Fig. 11.

- Proyección planimétrica normal. Este tipo de axonometría oblicua es particularmente empleado en el dibujo de planos de ciudades, donde se puede elegir escalas 1:1:1 para los tres ejes
- Axonometría planimétrica acortada. Las posibles proyecciones de los ejes de coordenadas que se pueden elegir con escalas en relación 1:1:2/3

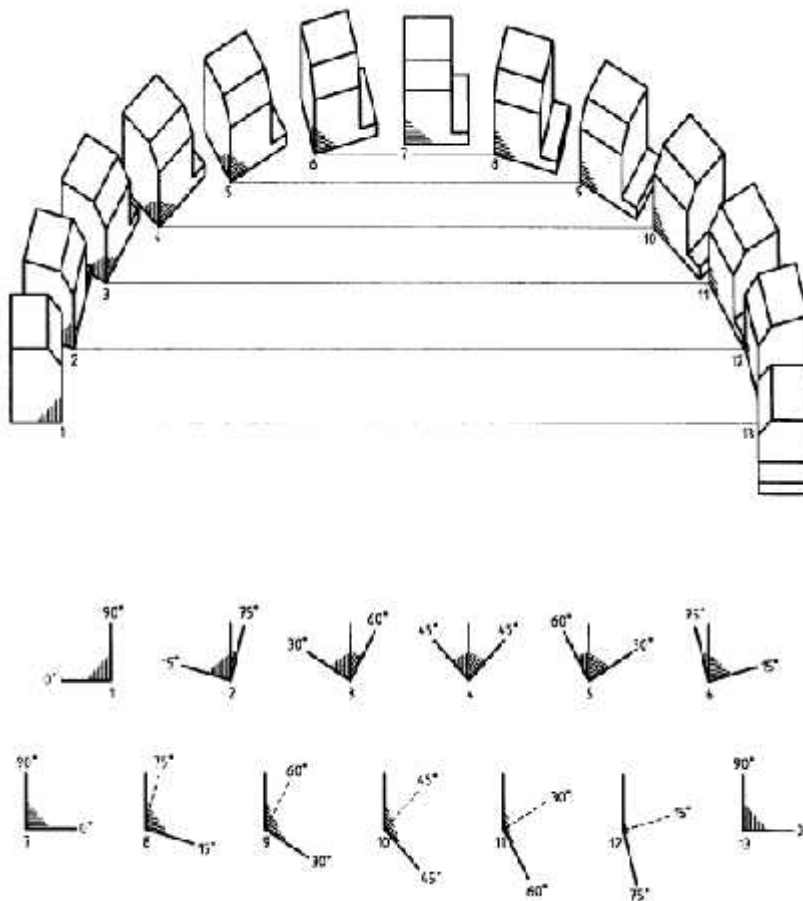


Fig.11. Axonometría planimétrica. (NC-ISO 5456-3:2003)

En estos casos se recomienda evitar realizar proyecciones con ángulos = 0°, 90° o 180°, con el objetivo de que pueda ser visible toda la información

Conclusiones.

Las representaciones graficas siguen teniendo gran actualidad y vigencia y los aportes a esta especialidad a través de los años siguen siendo válidos. Lo que ocurre es que en la actualidad la globalización obliga cada vez más a la normalización de los mismos; por lo que en dependencia de la especialidad donde se haga necesario representar dibujos técnicos, estos responderán a la norma vigentes, que pueden ser nacionales o internacionales, pero que la brecha entre ellas es cada vez menor, dado que la mayoría de los países se agrupan alrededor de la ISO (la Organización Internacional de Normalización) que es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). En ella el trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo.

Los Proyectos de Normas Internacionales aceptados por los comités técnicos son enviados a los organismos miembros para votación. La publicación como Norma Internacional requiere la aprobación de al menos el 75% de los organismos miembros requeridos para votar, estas a su vez son revisada cada cierto tiempo y reajustada a las nuevas condiciones de trabajo.

Bibliografías.

- Espinosa M; Domínguez M, 2007. Fundamentos del Dibujo Técnico y diseño asistido. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Ediciones UNED. ISBN84-362-4348-X.
- INTE-ISO 10209-2:2003, "Documentación técnica de productos — Vocabulario — Parte 2: términos relativos a los métodos de proyección.
- ISO 1503:1977, "Geometrical orientation and directions of movements".
- ISO 6412-2:1989, "Technical drawings — Simplified representation of pipelines — Part 2: Isometric projection".
- ISO 10209-1:2003, "Documentación técnica de producto — Vocabulario — Parte 1: términos relativos a los dibujos técnicos: generalidades y tipos de dibujos".
- ISO 10209-2:2003, "Documentación técnica de producto — Vocabulario — Parte 2: términos relativos a los métodos de proyección".
- ISO 5456-1:1996 "**Technical drawings – Projection methods**
- NC-ISO 5456-1:2015 "Dibujos técnicos — Métodos de proyección — Parte 1: Sinopsis.

- NC-ISO 5456-2:2015, "Dibujos técnicos — Métodos de proyección — Parte 2: representaciones ortográficas".
- NC-ISO 5456-3:2015, "Dibujos técnicos — Métodos de proyección — Parte 3: representaciones axonométricas".
- NC-ISO 5456-4:2015, "Dibujos técnicos — Métodos de proyección — Parte 4: proyección central".
- Torres. A. 2012. Dibujo Técnico. Matanzas 2012.
- UNE1031:1975 Dibujos Técnicos. Perspectiva Caballera y axonometría.