



Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica

Expresión Gráfica en la Ingeniería

INGENIERÍA GRÁFICA

1. NORMALIZACIÓN

1.1 Introducción a la normalización

1.2 Documentación gráfica

1.3 Principios de representación

1.4 Acotación

1.5 Representación en ingeniería aeronáutica



POLITÉCNICA

Ingeniamos el futuro

Javier Pérez Álvarez
José Luis Pérez Benedito
Santiago Poveda Martínez



Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica

1.4 Acotación

| | |
|--|----|
| 1.4.1 Normas de aplicación | 3 |
| 1.4.2 Definición y conceptos generales | 4 |
| Definiciones que intervienen en la acotación | 5 |
| Principios de acotación | 7 |
| 1.4.3 Métodos de ejecución y simbología | 8 |
| Simbología | 9 |
| Disposición global de cotas | 10 |
| 1.4.4 Acotación de roscas y representación | 29 |
| 1.4.5 Conicidad, convergencia e inclinación | 38 |



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.1 Normas de aplicación

| | |
|----------------------|--|
| UNE 1 039 94 | Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales (ISO 129:1985) |
| UNE 1 122 96 | Dibujos técnicos. Acotación y tolerancias. Conos. (ISO 3040:1990) |
| UNE-EN ISO 1660 | Acotación de perfiles. |
| UNE-EN ISO 6433:1996 | Dibujos técnicos. Referencias a elementos. |
| UNE-EN ISO 6411:1998 | Dibujos técnicos. Representación simplificada de los agujeros de centrado. |
| UNE-EN ISO 1660:96 | Dibujos técnicos. Representación simplificada de piezas fundidas. Inyectadas y forjadas. |
| UNE-EN ISO 6410 | Partes 1, 2 y 3. Roscas y piezas roscadas. |



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

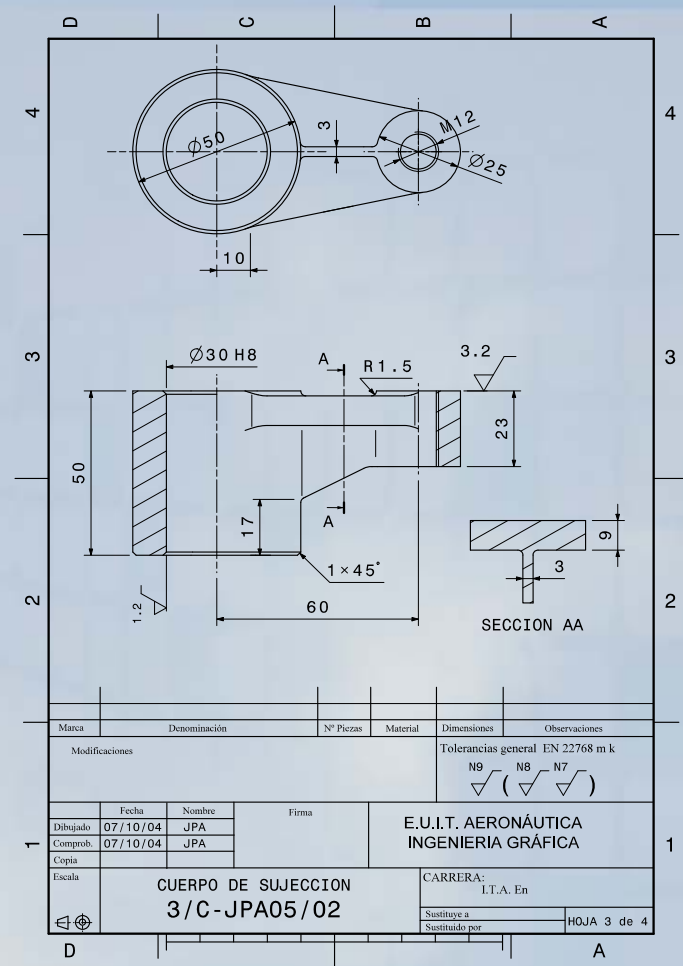
1.4 Acotación

1.4.2 Definición y conceptos generales

Acotación:

Definición:

Es el proceso de indicar sobre la representación de un objeto las dimensiones que lo definen.



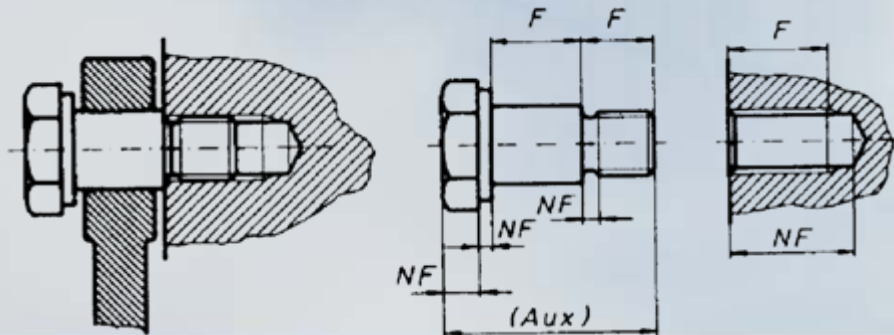


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Definiciones (según UNE 1 039 94)

- **Cota:** “valor numérico expresado en unidades de medida apropiadas y representada gráficamente en los dibujos técnicos con líneas, símbolos y notas”. Indica la magnitud real de la dimensión del elemento al que hace referencia independientemente de la escala del dibujo.
- **Cota funcional:** “cota esencial para la función de la pieza o hueco”. De ella depende el funcionamiento de la pieza o conjunto al que afecta.
- **Cota no funcional:** “cota no esencial para la función de la pieza o hueco”. Junto a las cotas funcionales definen la forma completa de la pieza o hueco.
- **Cota auxiliar:** “cota dada únicamente a nivel informativo. No juega ningún papel decisivo en la fabricación o el control y se deduce de otros valores dados en el dibujo o documentos afines. Se indican entre paréntesis y en ningún caso serán objeto de tolerancia.”



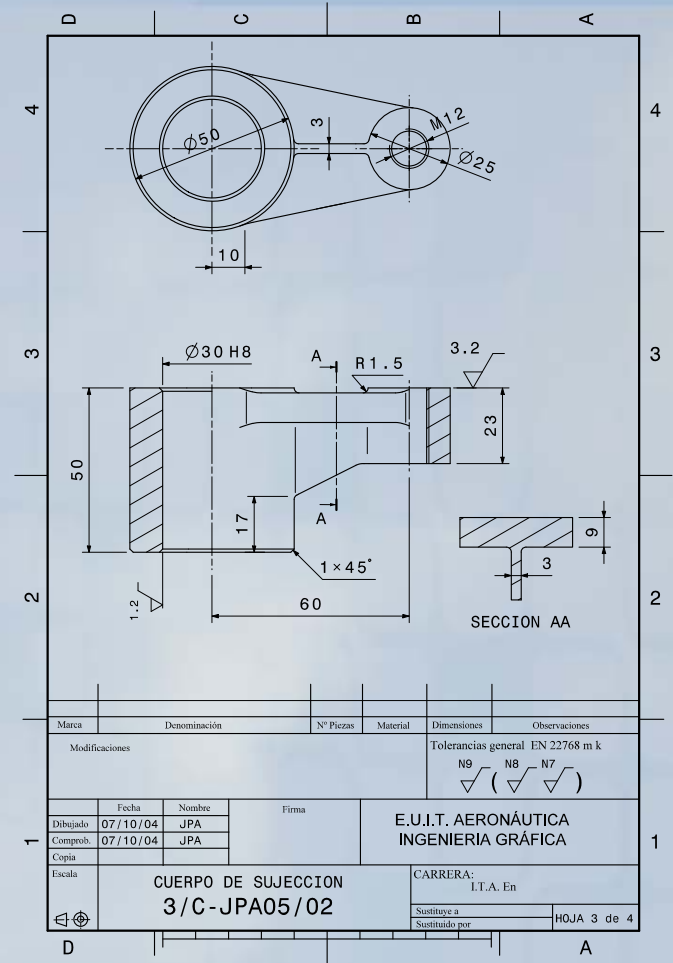


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Definiciones que intervienen en la acotación

- **Producto acabado:** en el dibujo se consignarán las dimensiones correspondientes al objeto terminado.
- **Elemento:** es una parte característica de un objeto p.ej. una superficie un cilindro, una rosca, etc.
- **Elemento funcional:** es el que desempeña una función primordial para el funcionamiento de la pieza a que pertenece.





INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Principios de acotación

1. En el plano se inscriben todas las cotas necesarias para definirlo completamente con la información complementaria que sea precisa.
2. Cada cota solo se inscribirá una vez.
3. Las cotas funcionales serán inscritas de forma directa.
4. Las cotas se colocarán en las vistas en que resulten más claras.
5. Las cotas se expresan en las mismas unidades (se pueden utilizar sistemas de unidades diferentes haciendo separaciones que resulten inequívocas).
6. No se utilizarán más cotas de las necesarias.
7. Las cotas funcionales se expresarán sin que dependan unas de otras.
8. Las cotas no funcionales se elegirán de manera que faciliten los procesos de fabricación.
9. Se indicarán tolerancias en todo lo que afecte al funcionamiento. Como consecuencia todas las cotas funcionales las incorporarán.
10. Dentro de lo posible se utilizarán medidas normalizadas.

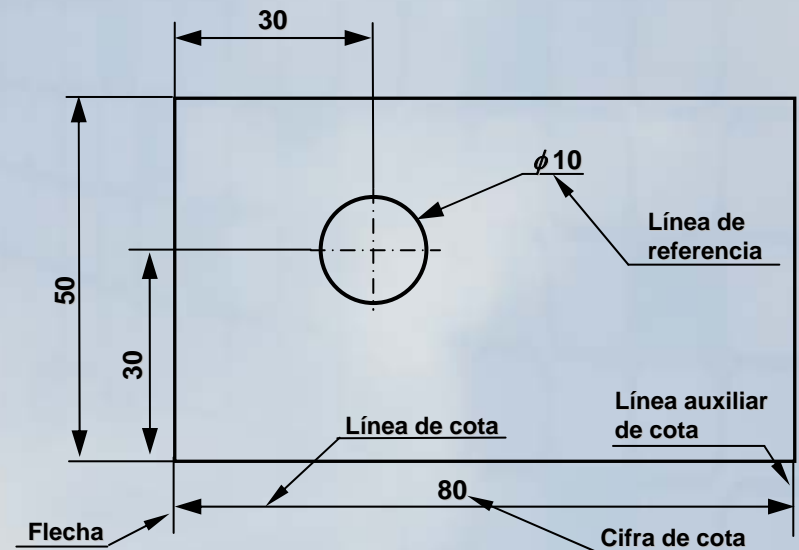
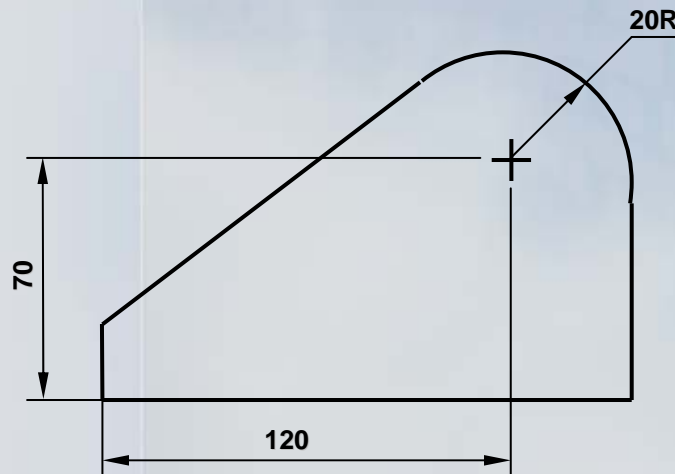


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.3 Métodos de ejecución y simbología

- **Líneas de cota:** delimitadas por flechas, trazos oblicuos o puntos gruesos.
- **Líneas de referencia :** extensión de los contornos o de los ejes.
- **Líneas de directriz:** terminadas en flecha o punto grueso.
- **Valores numéricos:** situados entre o encima de la línea de cota y para leer en la misma dirección del cuadro de rotulación o desde la derecha del mismo.





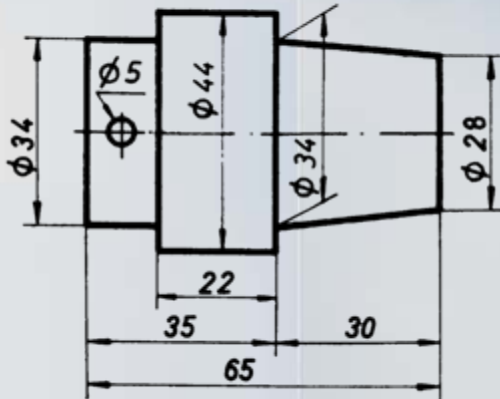
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Simbología

- **Líneas de cota:** delimitadas por flechas, trazos oblicuos o puntos gruesos.
- **Líneas de referencia :** extensión de los contornos o de los ejes.
- **Líneas de directriz:** terminadas en flecha o punto grueso.
- **Valores numéricos:** situados entre o encima de la línea de cota y para leer en la misma dirección del cuadro de rotulación o desde la derecha del mismo.

ACOTACION



ELEMENTOS EMPLEADOS EN LA ACOTACIÓN.- Líneas de cota, líneas auxiliares, líneas de referencia, flechas, cifras y signos.

LINEAS DE COTA.- Se disponen en general, perpendicularmente entre las aristas del objeto o paralelamente a la medida que se indica. Se dibujarán con línea llena fina según se indicó en la normalización de dichas líneas. No se utilizarán los ejes y aristas como líneas de cotas. La separación de una línea de cota a la arista visible del cuerpo ha de ser de aprox. 8mm, y de líneas de cota entre sí, de 5mm.

LINEAS AUXILIARES.- Si las líneas de cota no se sitúan entre las aristas del objeto, se utilizan las líneas de cota auxiliares perpendiculares en la mayoría de los casos a la línea de cota y excepcionalmente a 60°

LINEAS DE REFERENCIA.- Se evitarán en lo posible, se ha utilizado para el diámetro 5 de la figura.

FLECHAS.- Las líneas de cota terminan en dos flechas situadas en sus extremos. Se dibujan a mano alzada, ángulo de los lados de la flecha = 15° y longitud = 5 veces el espesor de las aristas visibles.

CIFRAS.- Se escribirán según UNE 1034, de altura nominal no menor de 3mm. El sentido de las cifras es el mismo que el de las líneas de cota y se dispondrán de forma que puedan ser leídos desde abajo o desde la derecha del dibujo.



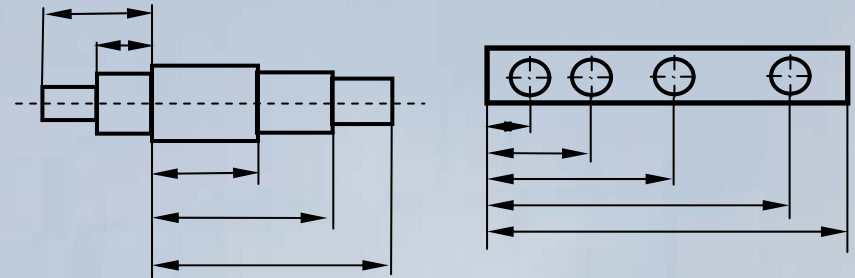
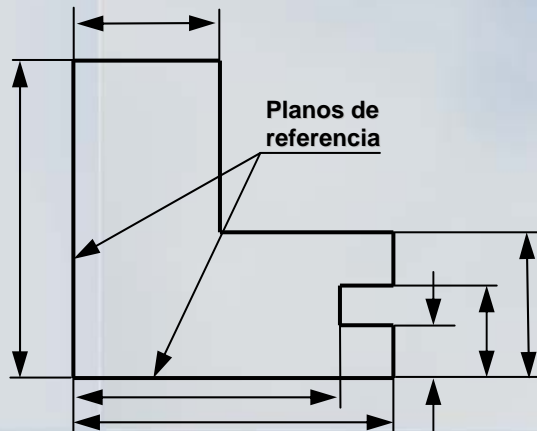
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

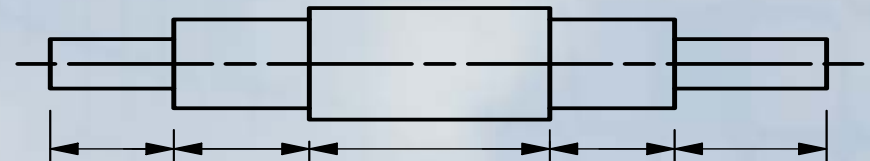
Disposición global de cotas

La elección de las *referencias* (origen de las cotas) es uno de los aspectos más importantes que se presentan en el momento de realizar la acotación como consecuencia de la incidencia que tiene en el proceso de fabricación, por la posibilidad de acumulación de errores.

Las situaciones posibles son:



Acotación en paralelo



Acotación en serie o cadena

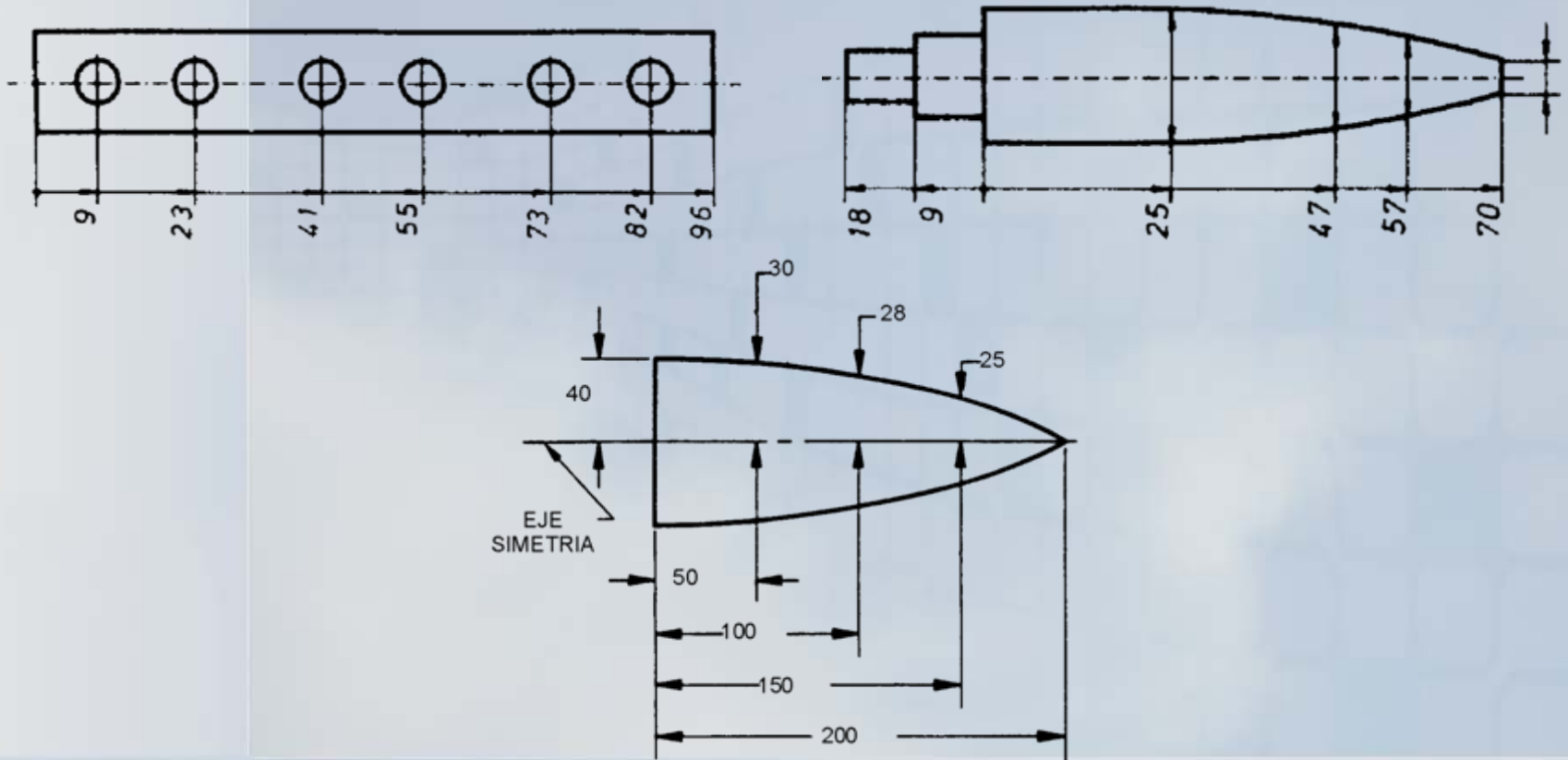


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación en paralelo





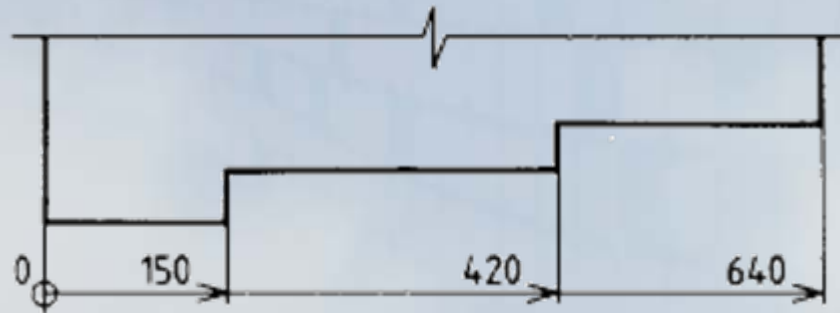
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación progresiva:

Disposición de cotas en forma acumulada y superpuestas, simplificación de la acotación en paralelo.



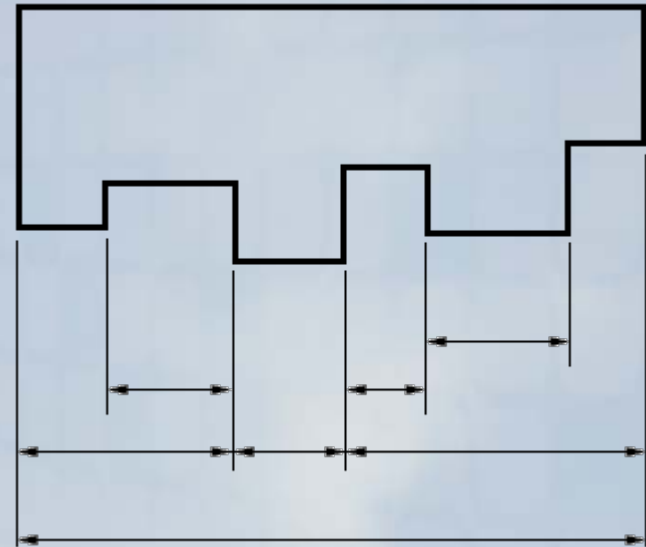
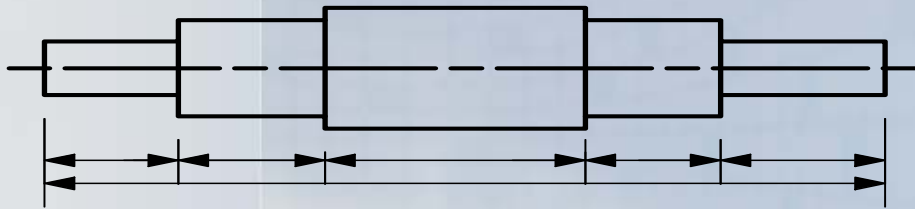


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación combinada





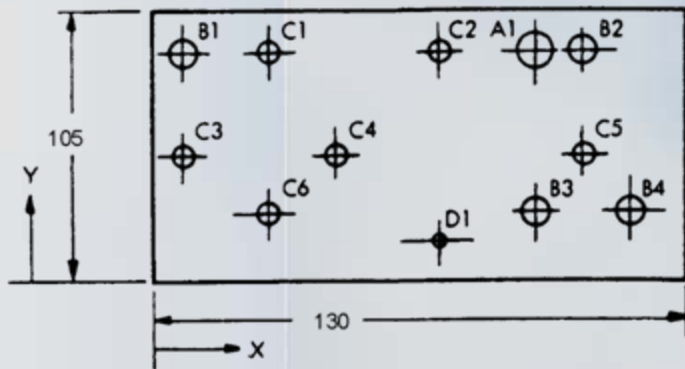
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

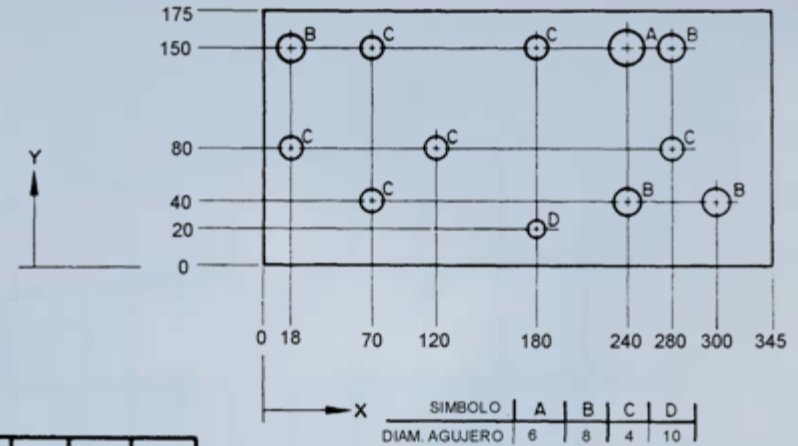
Disposición global de cotas

Acotación:

por coordenadas o
por tablas



| CANTIDAD | 1 | 4 | 6 | 1 | |
|-----------|-----|----|----|----|----|
| DIAM AGUJ | 6 | 4 | 8 | 10 | |
| X → | Y ↑ | A | B | C | D |
| 60 | 35 | A1 | | | |
| 4 | 35 | | B1 | | |
| 70 | 35 | | B2 | | |
| 60 | 10 | | B3 | | |
| 75 | 10 | | B4 | | |
| 25 | 35 | | | C1 | |
| 15 | 35 | | | C2 | |
| 36 | 18 | | | C3 | |
| 20 | 18 | | | C4 | |
| 30 | 18 | | | C5 | |
| 45 | 10 | | | C6 | |
| 40 | 8 | | | | D1 |



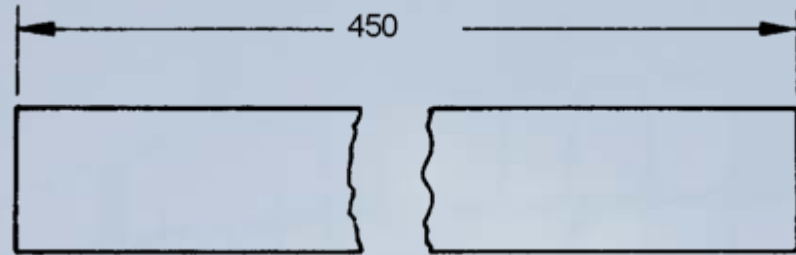


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

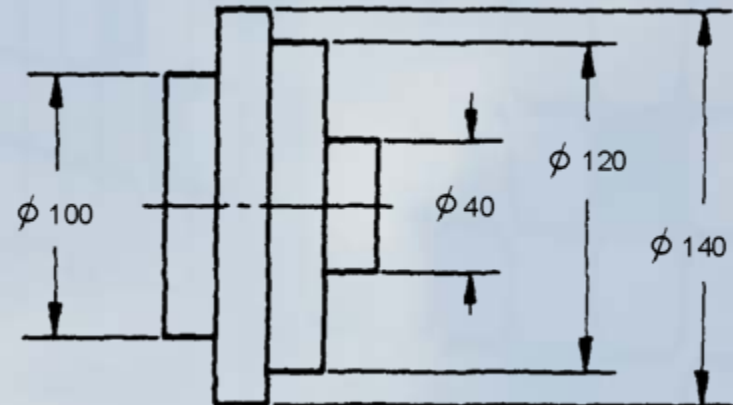
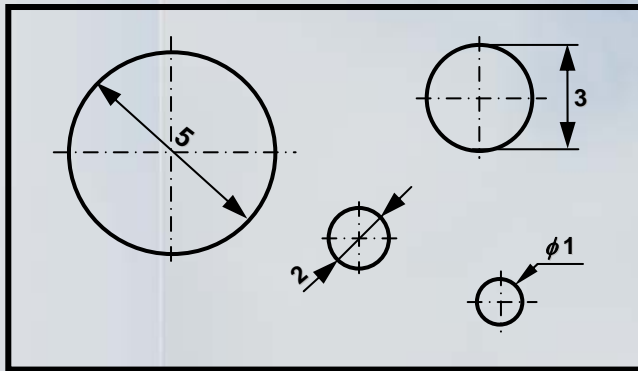
1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de longitudes en vistas interrumpidas



Acotación de diámetros





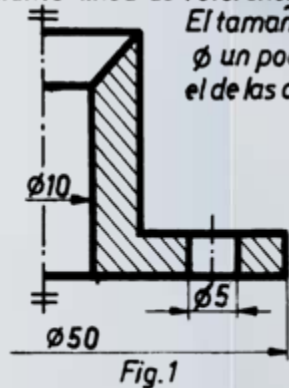
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de diámetros

\varnothing = DIAMETRO.- Se colocará delante, y a igual altura de la cifra de cota cuando ésta no figure señalada en un círculo (figura 1) y también cuando, a pesar de estar colocada en éste, la línea de cota sólo tenga una flecha, así como para una cifra de cota que señale el \varnothing de un círculo mediante línea de referencia sin línea de cota. (fig. 2)

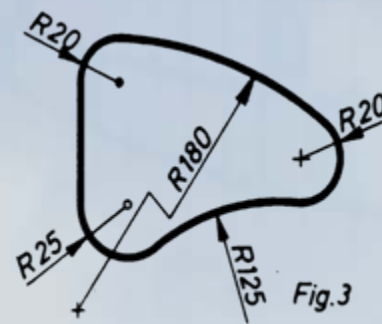


El tamaño del signo de \varnothing un poco menor que el de las cifras de cota.

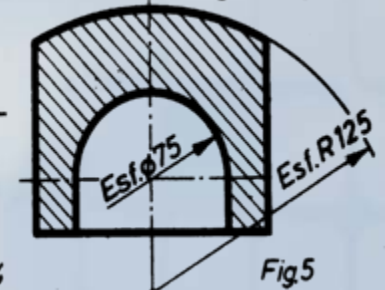


SIGNOS EN LA ACOTACION.-

R = RADIO.- Se colocará siempre delante de la cifra de cota, sea o no conocido el centro del radio. El centro, cuando se señale, se representará por un punto, por una cruz o por un círculo. (fig. 3)



esf. = ESFERA.- Se agregará en forma de exponente detrás de la cifra de cota del \varnothing o del r, para formas esféricas representadas en una sola vista (fig. 4). Si la línea se representa con una sola flecha y pasa por el centro de la esfera se pondrá, además, el signo de \varnothing . Si el centro se encuentra fuera de la parte esférica dibujada, se acotará también el radio de la esfera con el signo r (fig. 5).



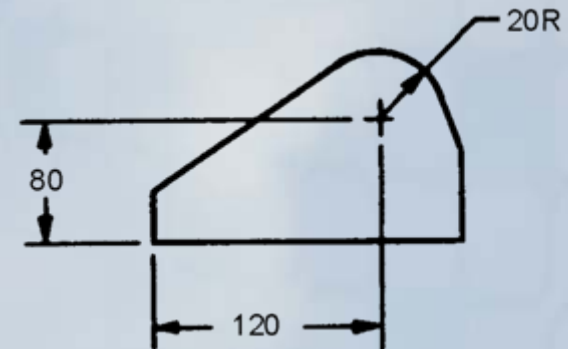
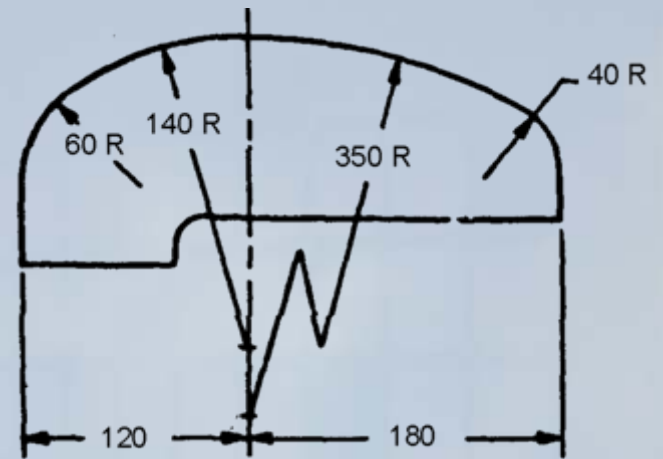
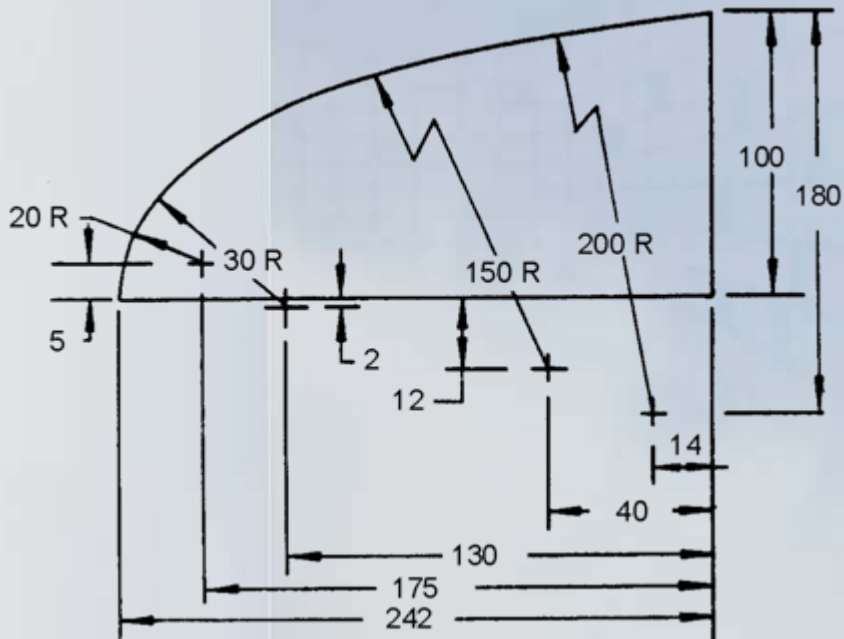


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de radios



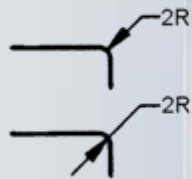


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

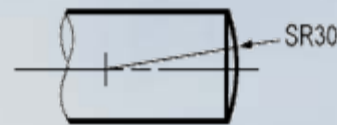
Acotación de radios



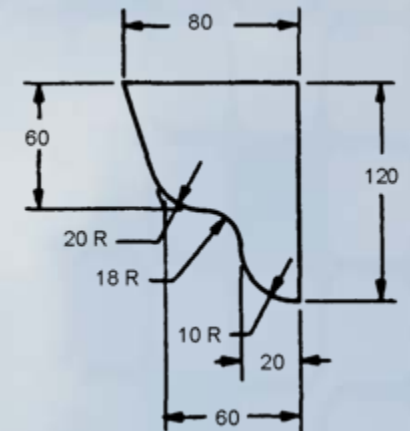
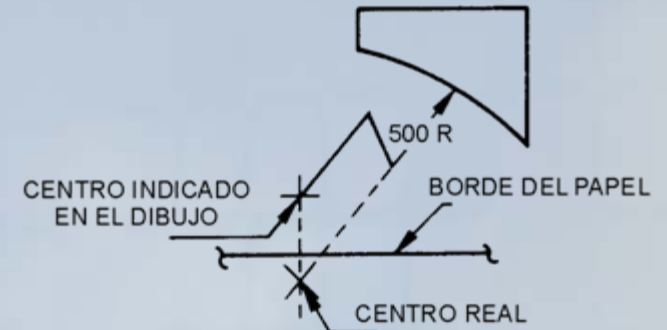
(a)



(b)



(c)



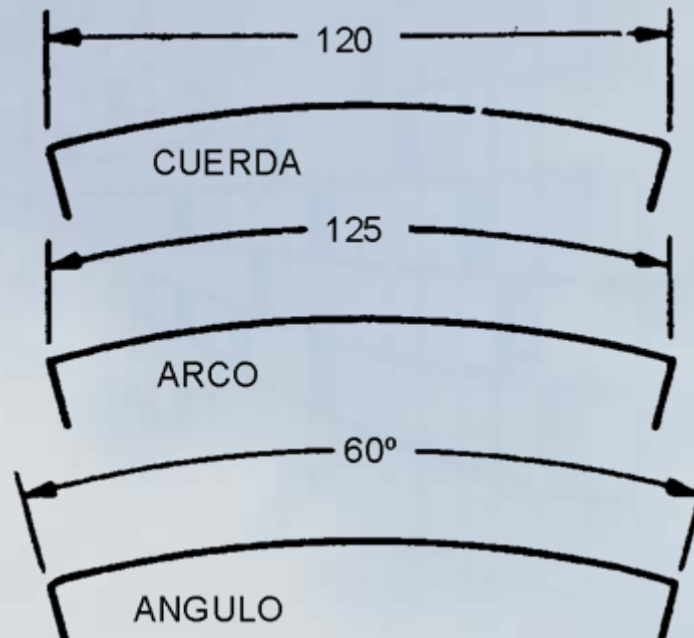


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de cuerdas, arcos y ángulos



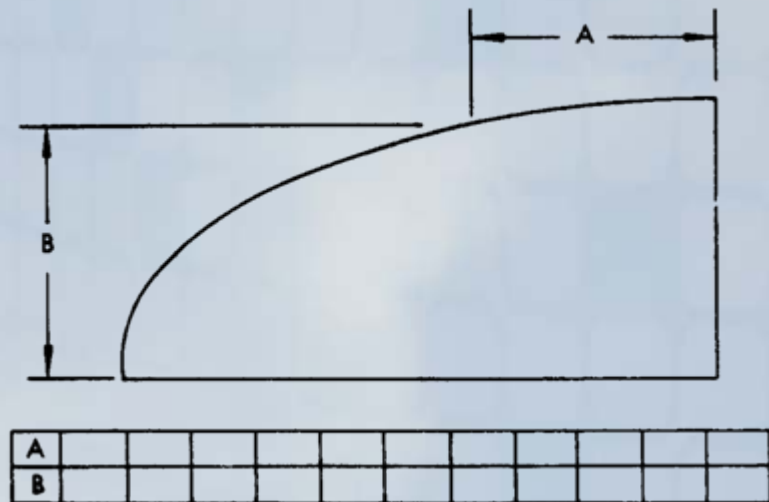
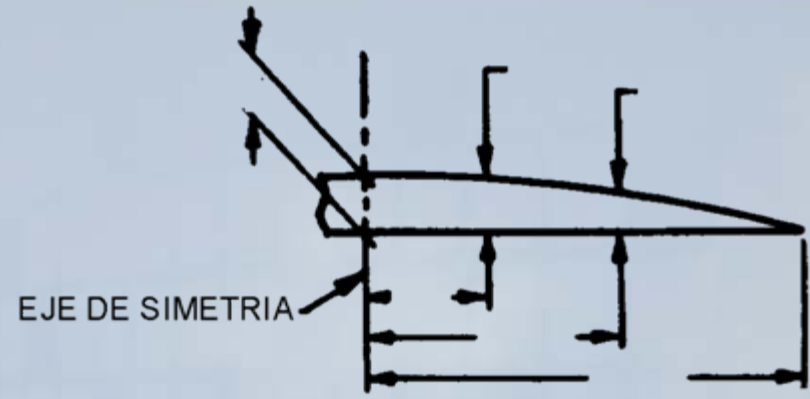
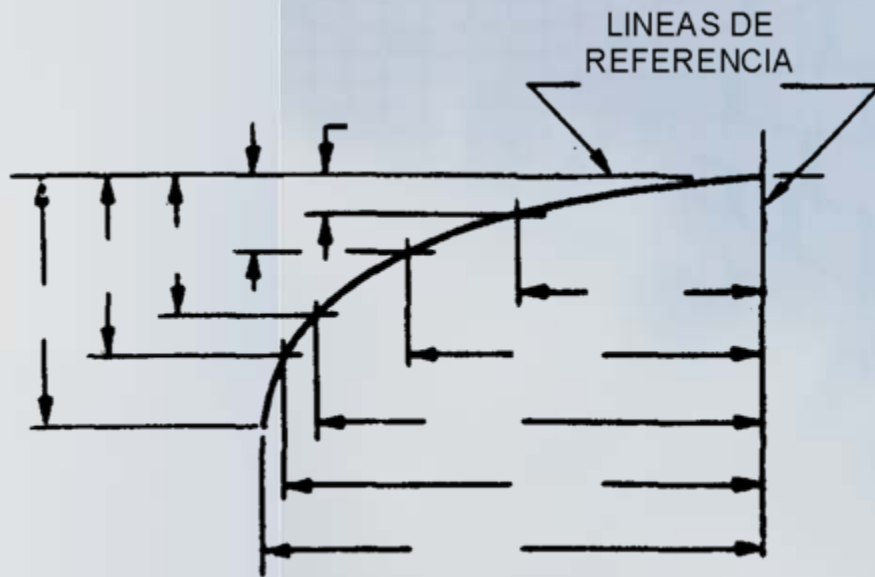


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de formas irregulares





INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de ranuras



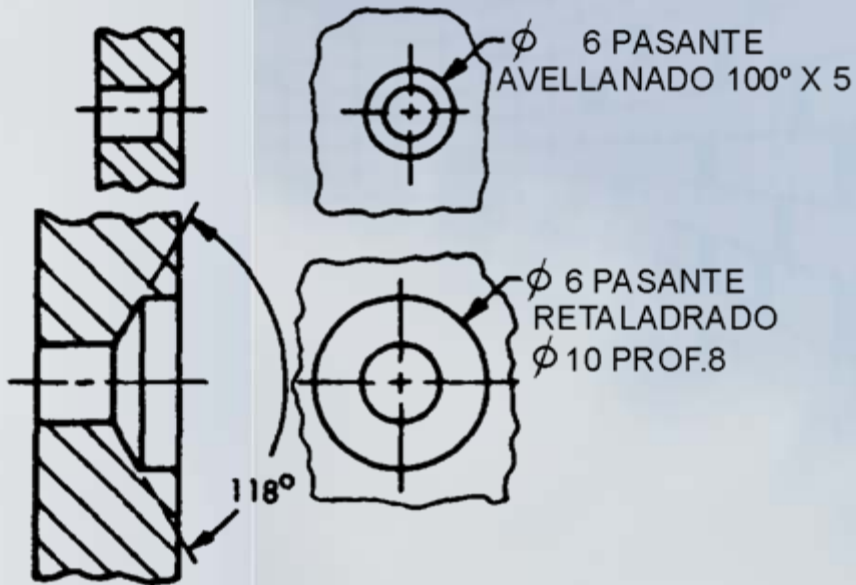


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

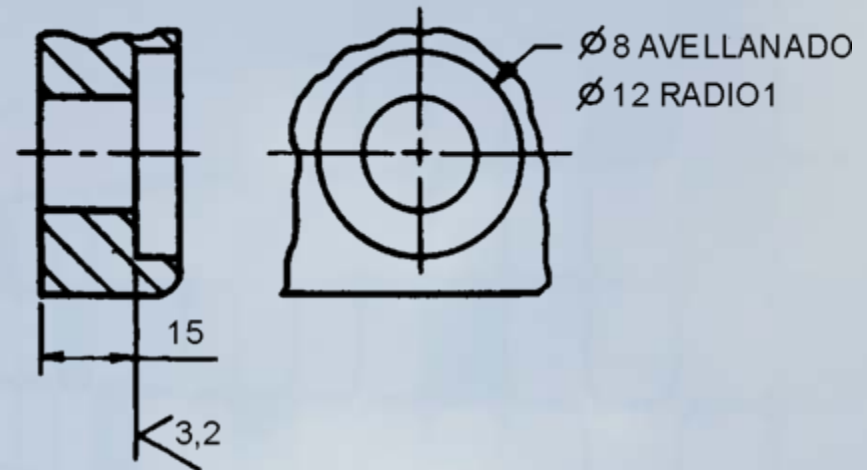
1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de avellanados



PREFERENTE



ACEPTABLE





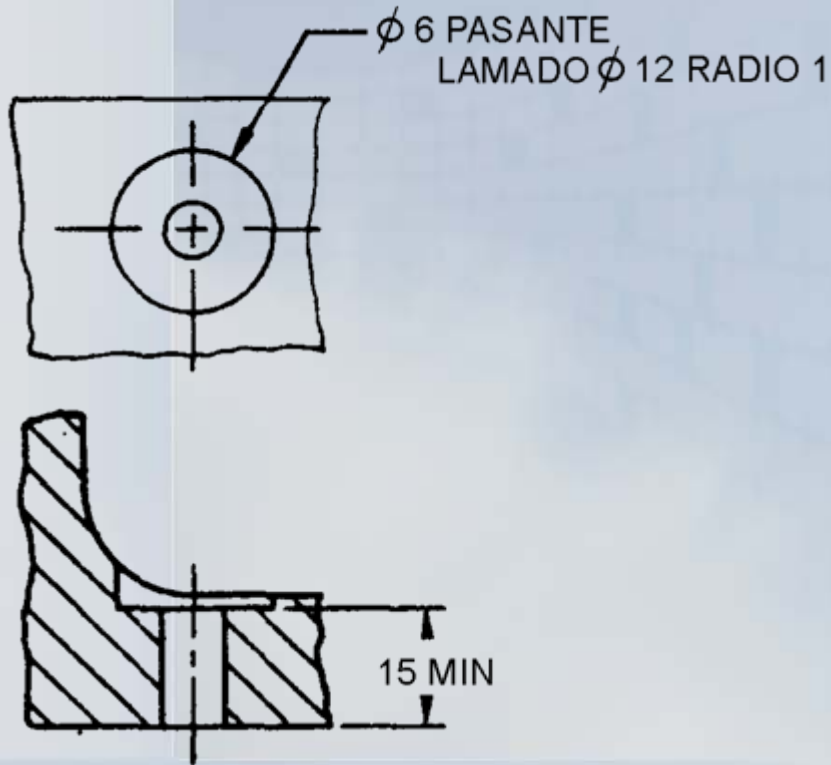
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

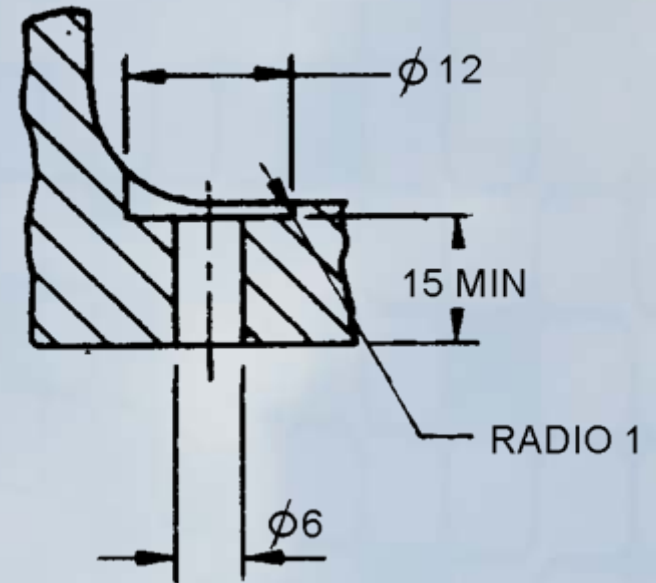
Disposición global de cotas

Acotación de avellanados

ESTO



SIGNIFICA ESTO



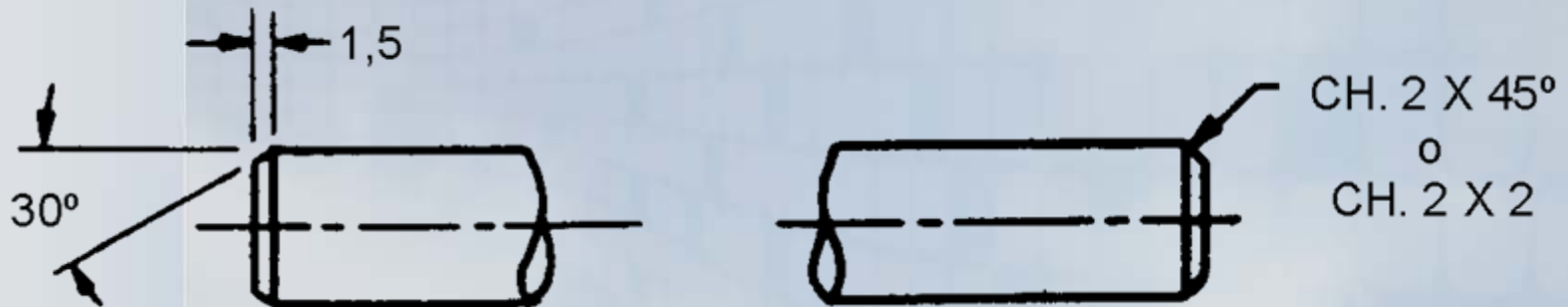


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de chaflanes



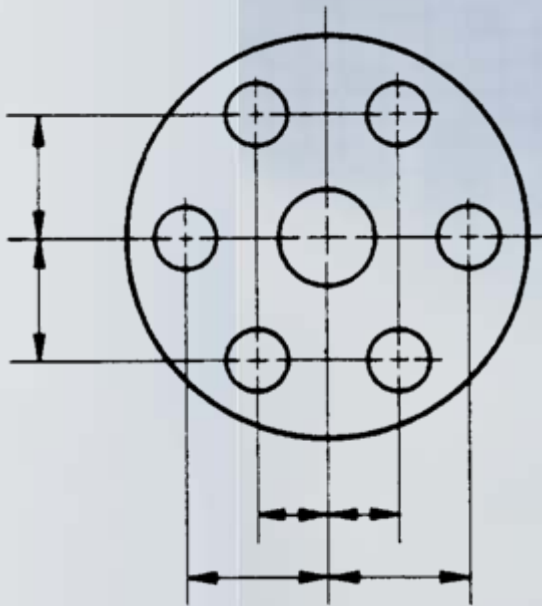


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

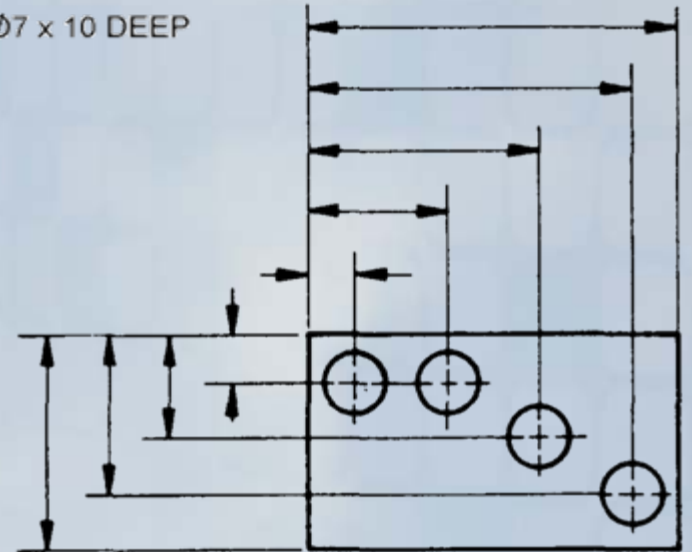
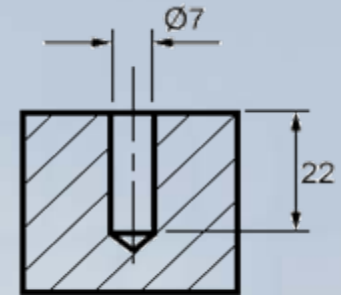
1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Posicionado de taladros



4 HOLES $\varnothing 7$ x 10 DEEP



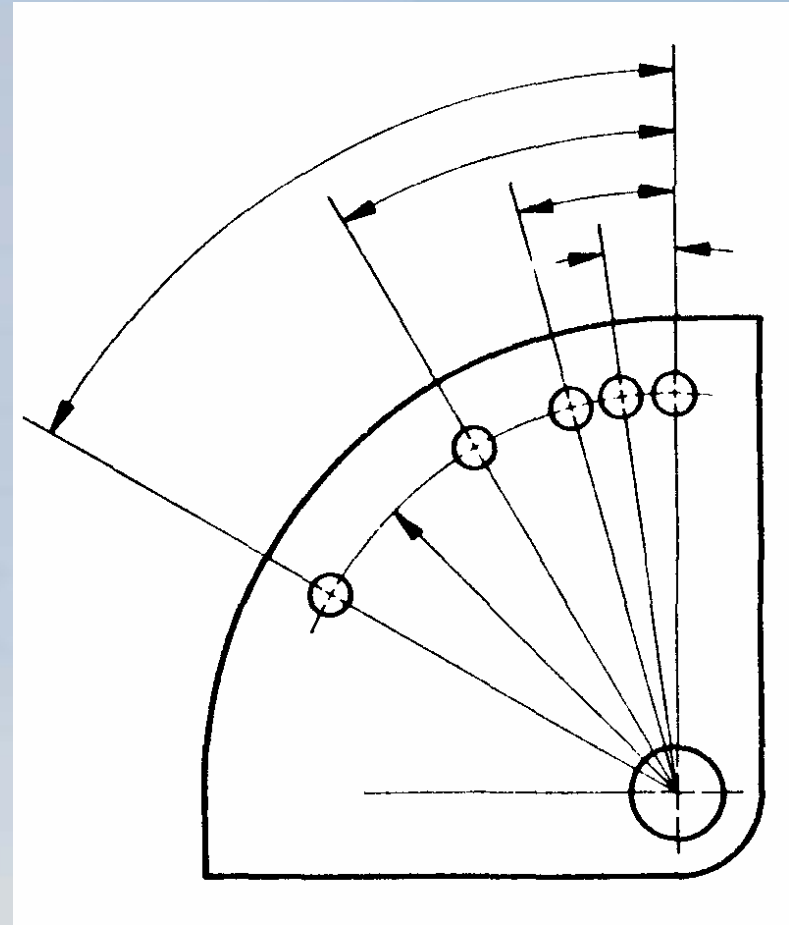
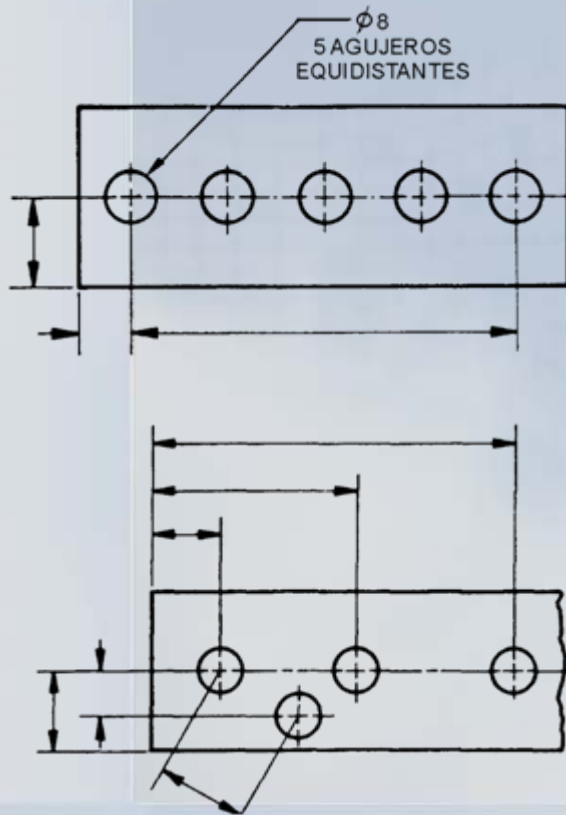


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Posicionado de taladros



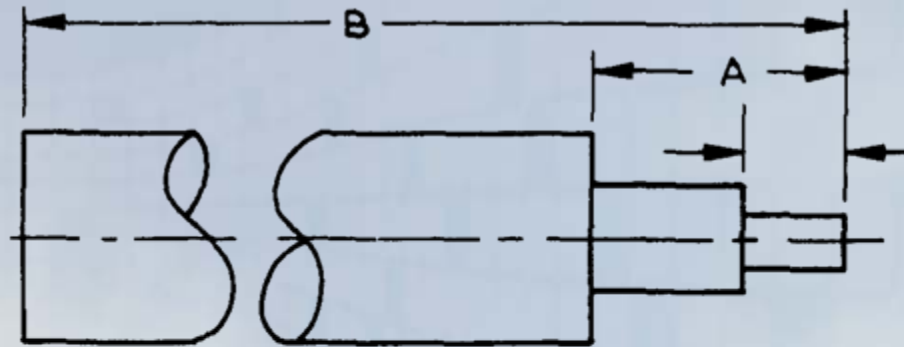


INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de piezas múltiples



| | | |
|----------------|-----------|----|
| -2 | 30 | 75 |
| -1 | 25 | 80 |
| MARCA o P/N | A | B |
| | DIMENSION | |



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

Disposición global de cotas

Acotación de piezas teniendo en cuenta la intercambiabilidad.

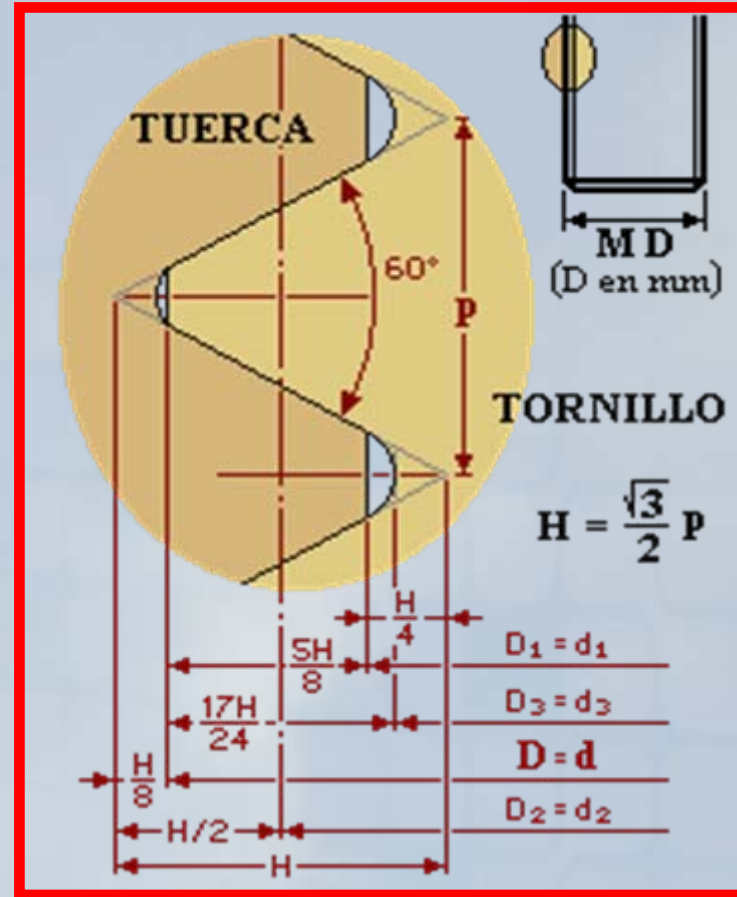
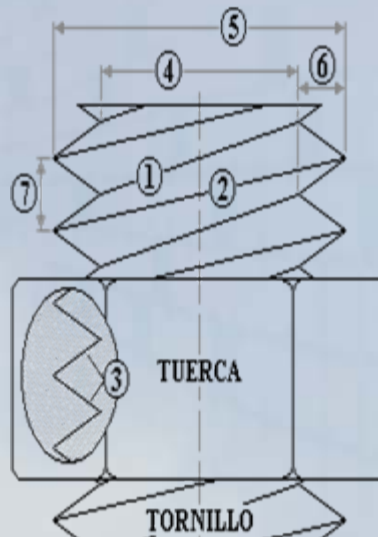
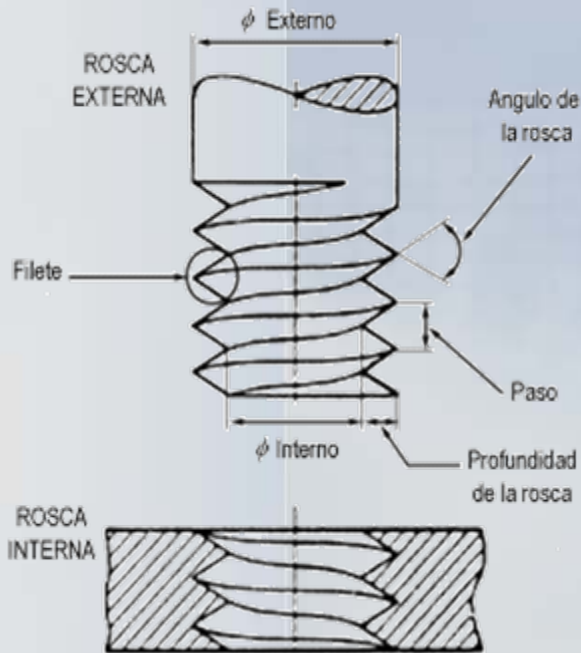
| TALADRADO AL MONTAJE | POSICION DE TALADROS CON TOLERANC | ESPECIFICACION MEDIANTE NOTAS |
|--|---|--|
| <p>DETALLE EN DIBUJO A</p> <p>TORNILLOS o REMACHES</p> <p>LA TOLERANCIA DE SITUACION DE LOS AGUJEROS ES DEMASIADO GRANDE PARA ASEGURAR LA INTERCAMBIABILIDAD</p> | <p>DETALLE EN DIBUJO B</p> <p>4 AGUJEROS DIAM 5</p> <p>LA TOLERANCIA DE SITUACION DE LOS AGUJEROS ES DEMASIADO GRANDE PARA ASEGURAR LA INTERCAMBIABILIDAD</p> | <p>DETALLE EN DIBUJO C</p> <p>4 AGUJEROS DIAM 5</p> <p>LA TOLERANCIA DE POSICION DEL AGUJERO ES DEMASIADO GRANDE PARA ASEGURAR LA INTERCAMBIABILIDAD</p> |
| <p>DETALLE EN DIBUJO D</p> <p>NO ES NECESARIO DIBUJAR LA POSICION DE LOS TALADROS EN ESTE DIBUJO</p> | <p>DETALLE EN DIBUJO E</p> <p>4 AGUJEROS DIAM 5</p> <p>LA TOLERANCIA DE SITUACION DE LOS AGUJEROS ES DEMASIADO GRANDE PARA ASEGURAR LA INTERCAMBIABILIDAD</p> | <p>DETALLE EN DIBUJO F</p> <p>4 AGUJEROS DIAM 5</p> <p>SITUACION DE TALADROS SEGUN DIBUJO C SE REQUIERE INTERCAMBIABILIDAD</p> |
| <p>MONTAJE DE A Y D</p> <p>4 TORNILLOS MS: _____</p> <p>SITUACION DE LOS TALADROS SEGUN DIBUJO A</p> | <p>MONTAJE DE B Y E</p> <p>4 TORNILLOS MS: _____</p> <p>SITUACION DE LOS TALADROS SEGUN DIBUJO B</p> | <p>MONTAJE C Y F</p> <p>4 TORNILLOS MS: _____</p> <p>SITUACION DE LOS TALADROS SEGUN DIBUJO C</p> |



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.4 Acotación de roscas y representación

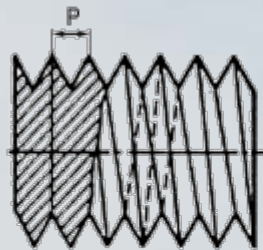
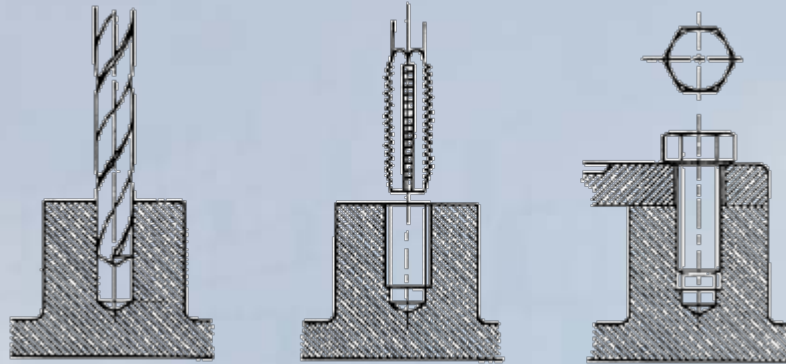




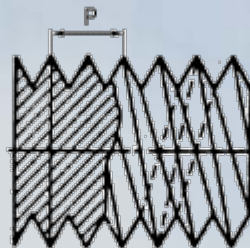
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

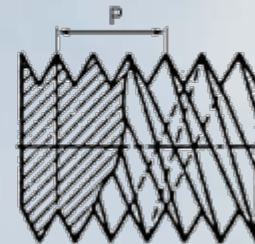
1.4.4 Acotación de roscas y representación



Una entrada



Dos entradas



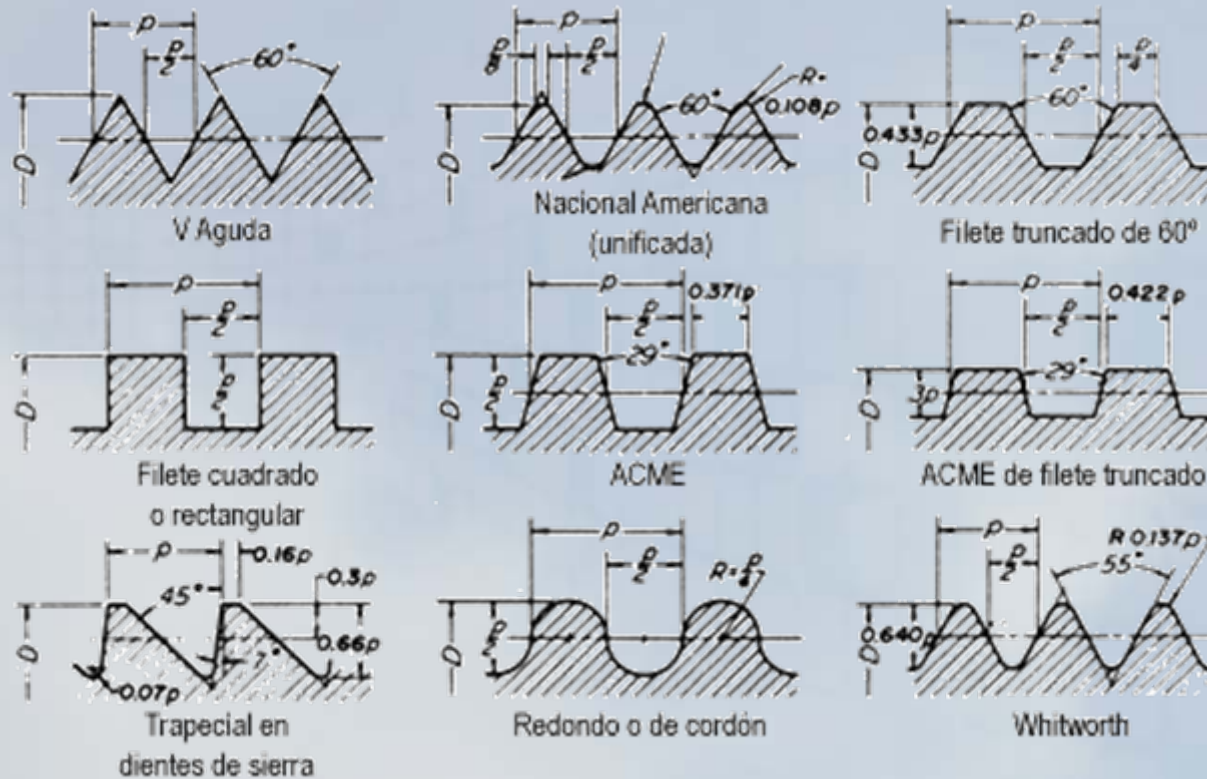
Tres entradas



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.4 Acotación de roscas y representación

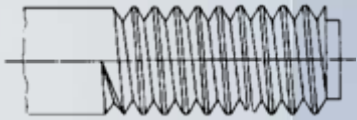




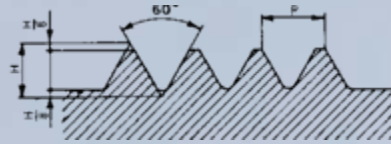
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

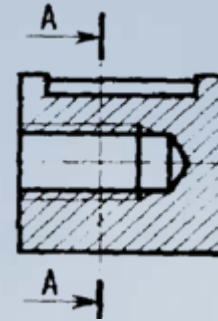
1.4.4 Acotación de roscas y representación



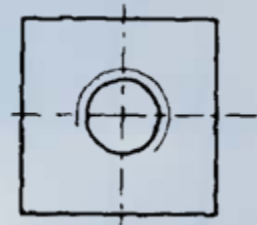
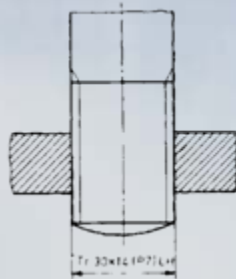
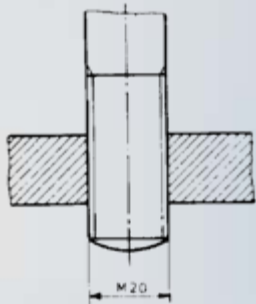
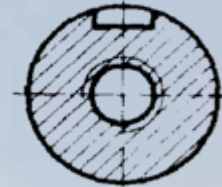
Representación real de rosca



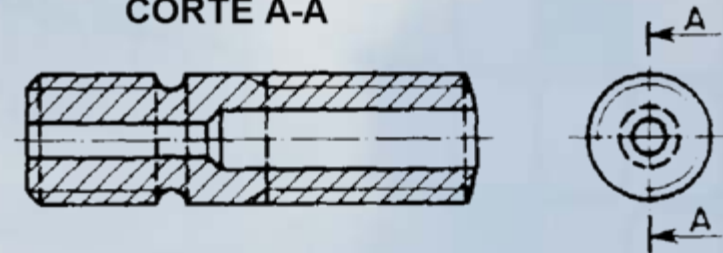
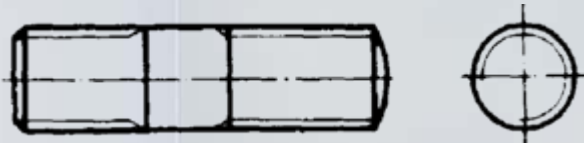
Rosca métrica ISO



CORTE A-A



CORTE A-A

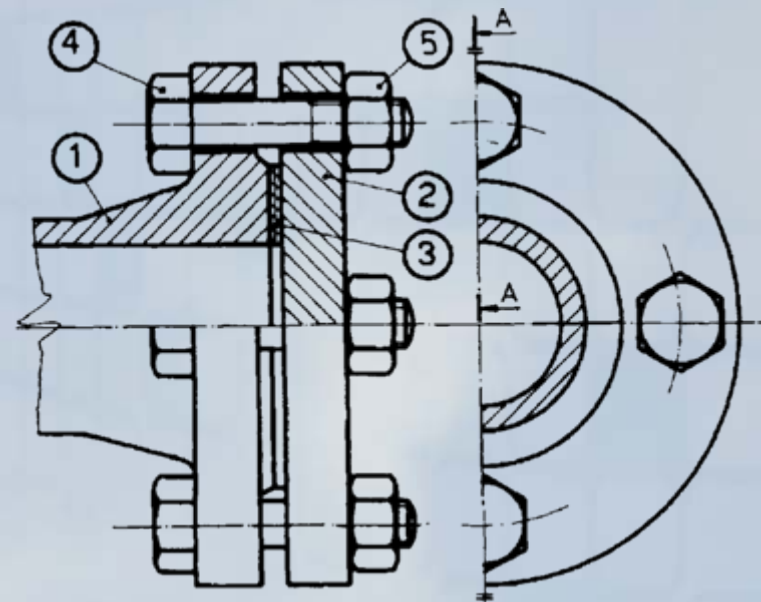
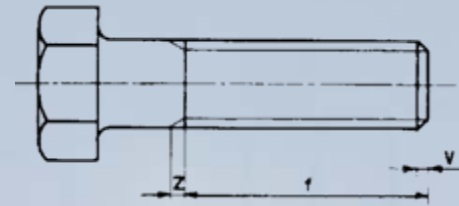
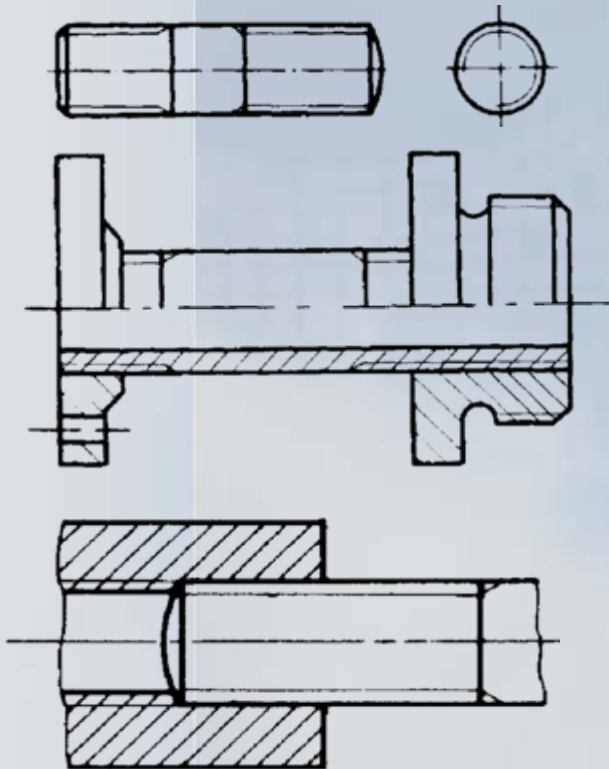




INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.4 Acotación de roscas y representación



Representaciones en dibujo de roscas exteriores, interiores y en conjunto



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.4 Acotación de roscas y representación

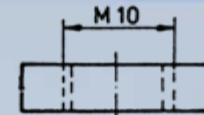
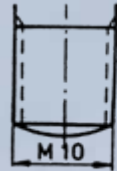
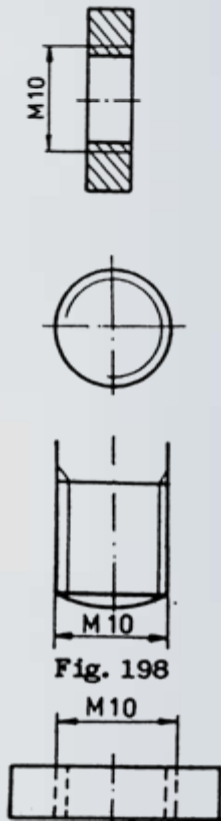


Fig. 204

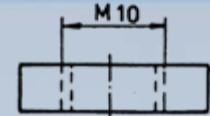


Fig. 205

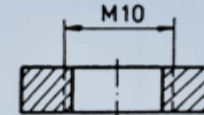


Fig. 206

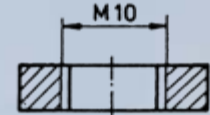


Fig. 207

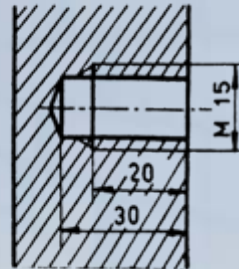
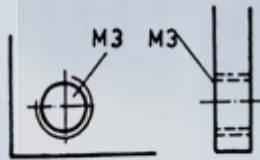


Fig. 208

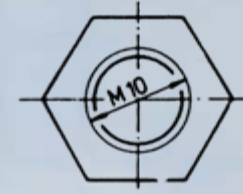
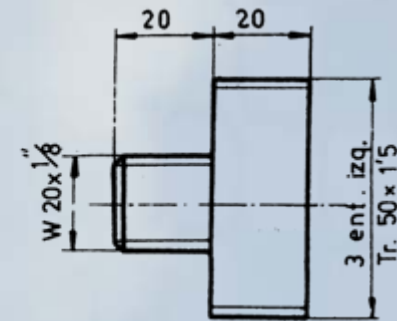
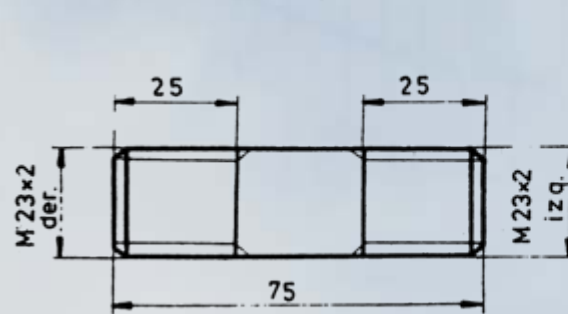


Fig. 209





INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.4 Acotación de roscas y representación

MACHOS ROSCADOS

HEMBRAS ROSCADAS

$d = \phi$ nominal

AGUJERO NO PASANTE ROSCADO

a.- Agujero b.- Montaje del macho

| DESIGNACION ABREVIADA DE ROSCAS | | | |
|---------------------------------|-------------|----------------------------------|--------------|
| Clase de rosca | Signo | Medidas | Ejemplo |
| Whitworth | — | ϕ ext. en pulgadas (") | 2" |
| Whitworth fina | W | ϕ ext. en mm. por paso en " | W62x1/5" |
| Whitworth gas | G | ϕ int. del tubo en " | G4" |
| Métrica | M | ϕ ext. en mm. | M50 |
| Métrica fina | M | ϕ ext. y paso en mm. | M105x4 |
| Trapezoidal | Tr | ϕ ext. y paso en mm. | Tr40x7 |
| Redonda | Rd | ϕ ext. en mm. y paso en " | Rd 40x1/6" |
| En diente de sierra | S | ϕ ext. y paso en mm. | S70x10 |
| Estanca a gas y vapor. | estanca | | M20estanca |
| Izquierda | Izq. | | M60 izq. |
| Varias entradas | (... entr.) | | 2" (2 entr.) |

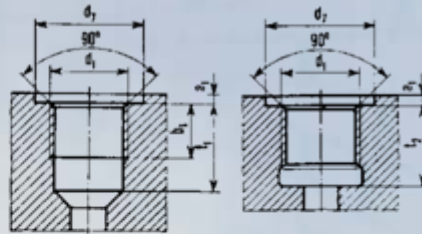
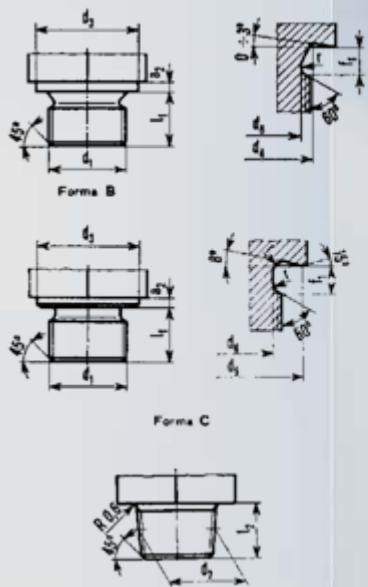
La separación entre las dos líneas que representan el perfil de la rosca, es convencional. Los perfiles de rosca no normalizados se representan dibujando un detalle de los mismos.



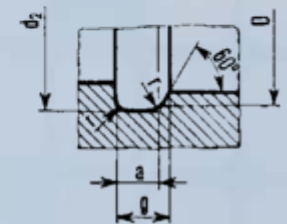
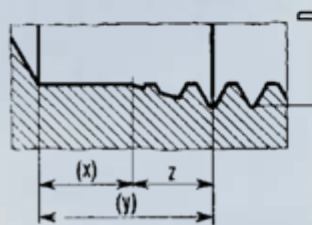
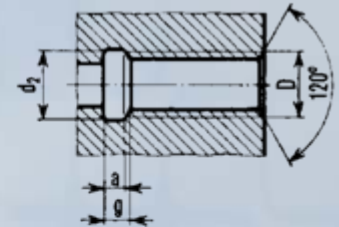
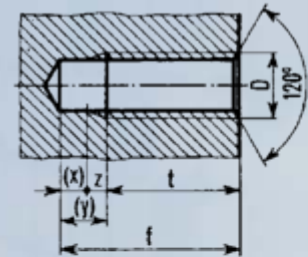
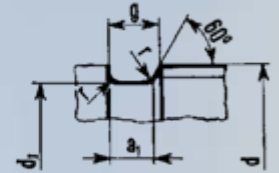
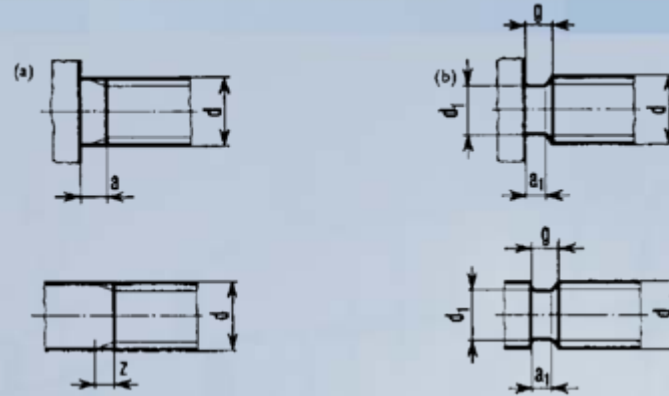
INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.4 Acotación de roscas y representación



Forma Z

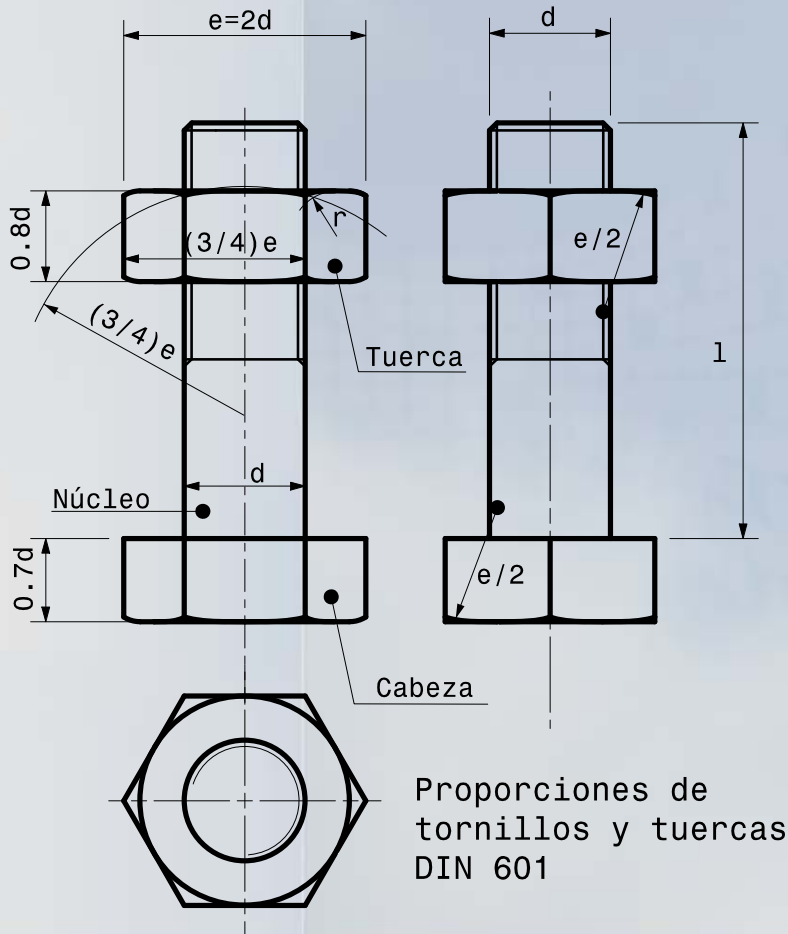




INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.4 Acotación de roscas y representación



ROSCA WHITWORTH DIN 11

En las series finas, la relación del \varnothing nominal d al paso h , viene expresada en tablas.

En la serie normal, dicha relación es: $h = 1 + 0,008 d$ (h y d en mm)

ROSCA MÉTRICA DIN 13

En las series finas, la relación del \varnothing nominal d al paso h , viene expresada en tablas. En la serie normal, dicha relación es: $d = 0,8(h+4)^2 - 14$ (h y d en mm)

UTILIZACIÓN DE LAS ROSCAS DE PERFIL TRIANGULAR

Elementos de unión (tornillos, espárragos, etc.) y en algunos casos, para husillos (transmisión y transformación del movimiento) para pequeños esfuerzos.



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Existen en la práctica gran número de piezas cónicas o troncocónicas, como pasadores cónicos, extremos cónicos de árboles, conos de sujeción en usillos de máquinas y herramientas, etc.

Asimismo existen piezas con planos inclinados respecto a otros, como pirámides o troncos de pirámide, chavetas, perfiles laminados, bancadas de máquinas, etc.

En estos casos habrá que indicar en el dibujo, según proceda, la conicidad, la convergencia o la inclinación de la pieza representada.



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Conicidad. Se ha de consignar en el dibujo de una pieza cónica o troncocónica el **grado de conicidad** de la misma.

Este grado se determina por medio del cociente $1:K$, Fig. 1., en el que K es la longitud del eje del cono para el cual el diámetro vale la unidad. Ambas dimensiones tomadas, naturalmente, con la misma unidad de medida.

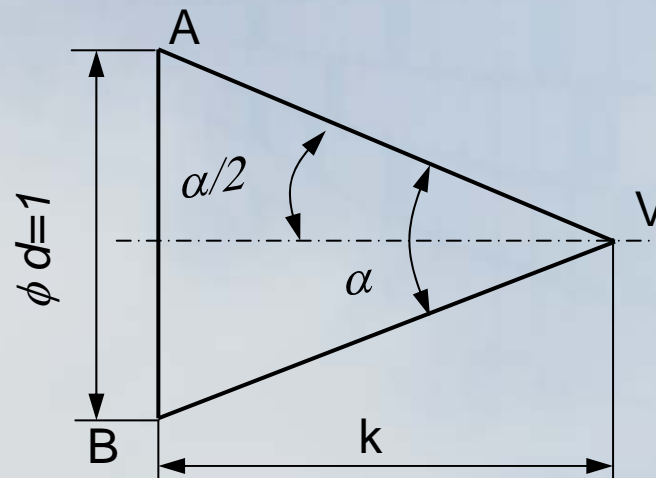


Fig. 1



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

En un cono de diámetro d y altura h , Fig. 2, por la semejanza de los triángulos VAB y VMN se tiene:

$$\frac{1}{K} = \frac{d}{h}; \text{ de donde } K = \frac{h}{d}$$

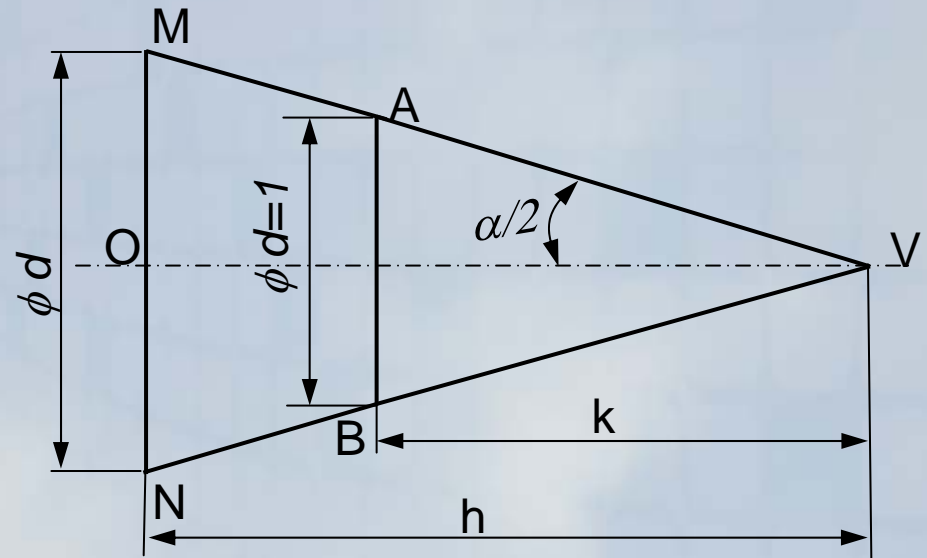


Fig. 2



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

En una pieza cónica el valor de K, para expresar el grado de conicidad 1: K, se determina dividiendo su altura entre el diámetro.

Por ejemplo, en el cono dibujado en la Fig. 3, K es igual a $100 : 50 = 2$ y, por consiguiente, su grado de conicidad es 1: 2.

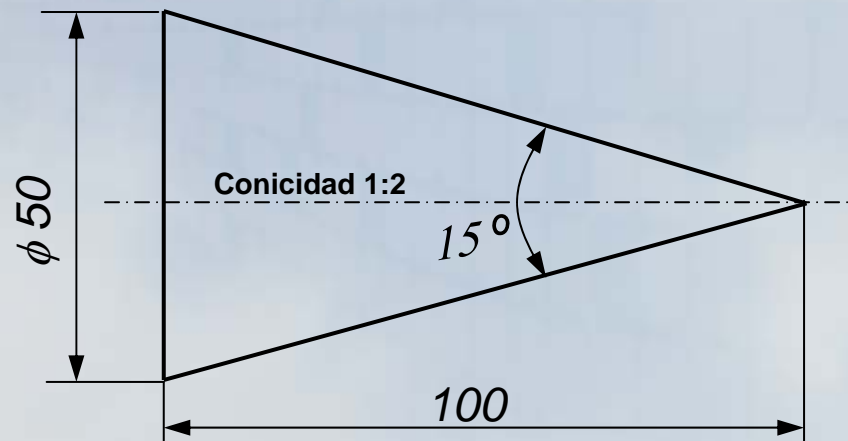


Fig. 3



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

El grado de conicidad se acota siempre paralelamente al eje.

Si se desea acotar el semiángulo en el vértice, $\alpha/2$, dato de interés para el operario que haya de mecanizar la pieza, se puede determinar su valor mediante la relación trigonométrica siguiente:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{OM}{OY} = \frac{d : 2}{h} = \frac{d}{2h};$$

En el cono de la fig. 12.44 la tangente de $\alpha/2$ vale $50 : 200 = 0.25$ y en la tabla de líneas trigonométricas se halla $\alpha/2 = 15^\circ 36'$



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Si la pieza es troncocónica, como la representada en la Fig. 4, se puede deducir, también el grado de conicidad, haciendo:

$$\frac{1}{K} = \frac{d_1 - d_2}{h}; \text{ de donde } K = \frac{h}{d_1 - d_2}$$

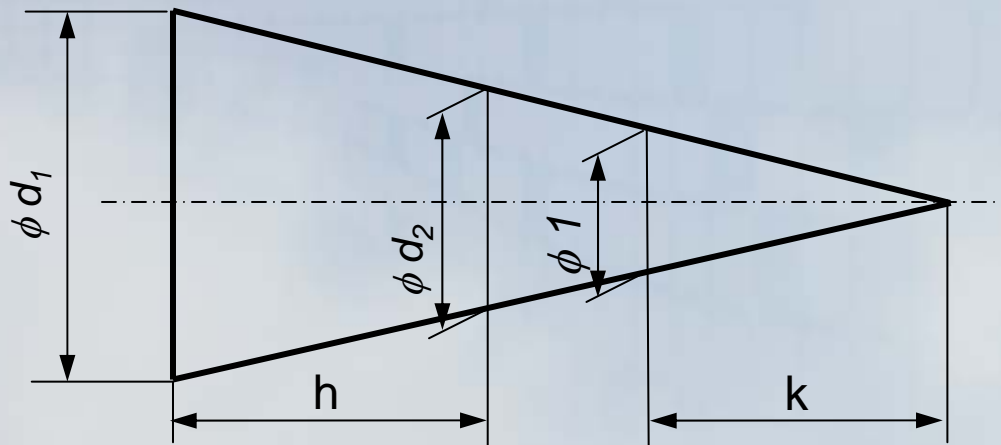


Fig. 4



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

En una pieza troncocónica el valor de K , para expresar el grado de conicidad 1: K , se determina dividiendo su altura entre la diferencia de los diámetros de sus bases.

En la fig. 12.46, se ha representado un tronco de cono para el cual se tiene:

$$\frac{1}{K} = \frac{80 - 40}{90} = \frac{40}{90}; \text{ o sea } K = \frac{90}{40} = 2.5$$

El valor de la conicidad se acota según se indica en la Fig. 5.

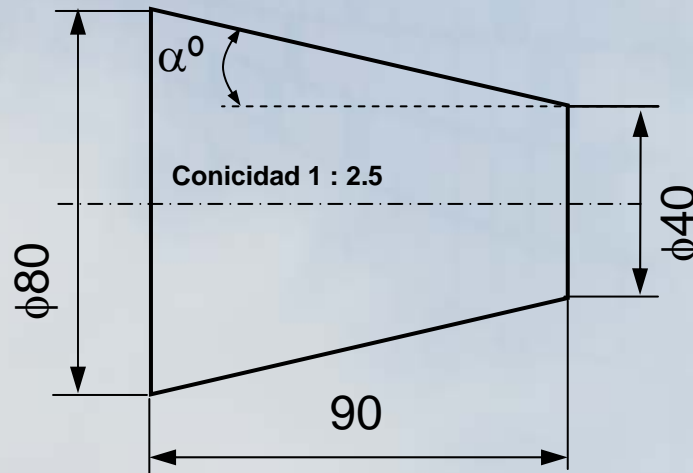


Fig. 5



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Para calcular el ángulo $\alpha/2$, Fig. 12.45, se tiene, en este caso:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{d_1 - d_2}{2h}$$

Y con los valores del tronco de cono representado en la Fig. 12.46.

$$\frac{\alpha}{2} \text{ vale } \frac{80 - 40}{180} = 0.22$$

Con este valor, en las tablas trigonométricas, se halla $\alpha/2 = 13^\circ 47'$.



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Convergencia. El grado de convergencia de una pirámide regular de base cuadrada o de un tronco de esta pirámide ha de acotarse en el dibujo.

Este grado se determina de modo análogo al grado de conicidad, por medio del cociente $1 : K$, Fig. 6, en el que K es la altura de la pirámide para la cual el lado de la base ha valido la unidad.

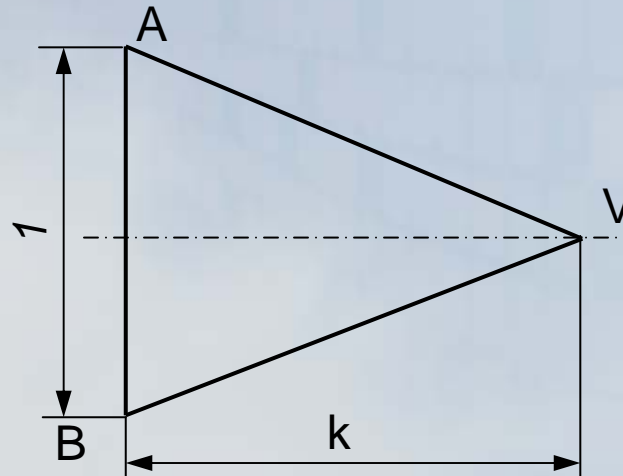


Fig. 6



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Para una pirámide de lado L y altura h , Fig. 7, se puede establecer la proporción:

$$\frac{1}{K} = \frac{L}{h}; \text{ o sea } K = \frac{h}{L}$$

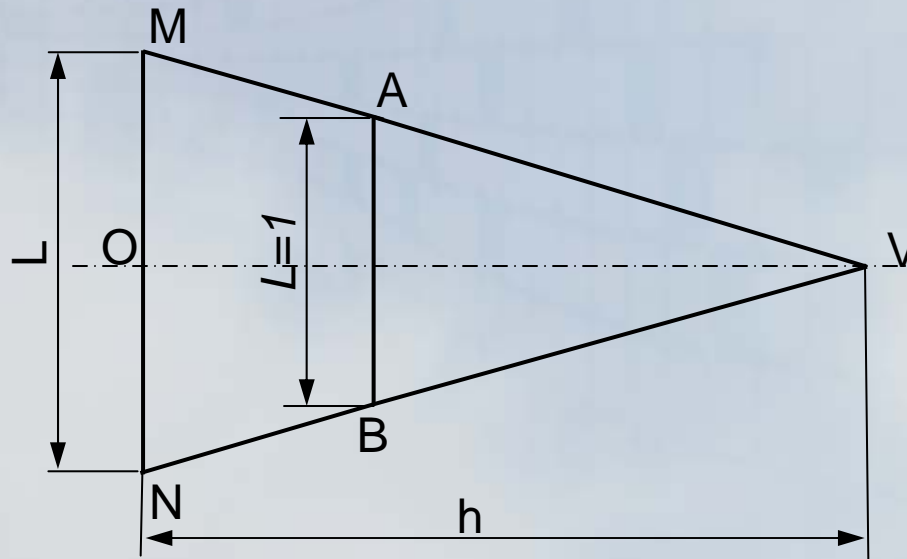


Fig. 7



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

En una pieza piramidal el valor de K, para expresar el grado de convergencia $1 : K$, se determina dividiendo su altura entre el lado.

En la pirámide representada en la Fig. 8, se obtiene un valor de K igual a $600 : 60 = 10$, siendo su convergencia por consiguiente $1 : 10$.

La convergencia se acota del mismo modo que la conicidad, es decir, paralelamente al eje.

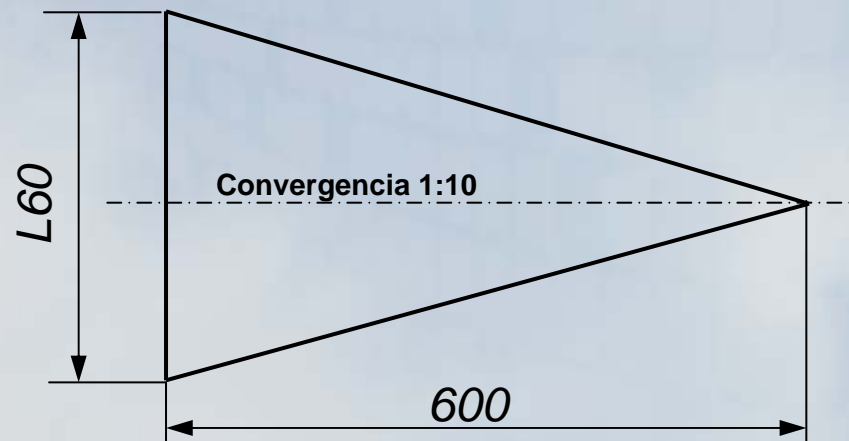


Fig. 8



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Cuando la pieza sea troncopiramidal como la de la Fig. 9, su convergencia se determina, también, como la conicidad de un tronco de cono. Según esto se tiene:

$$\frac{1}{K} = \frac{l_1 - l_2}{h} = \frac{60 - 50}{100}; \text{ de donde } K = \frac{100}{10} = 10,$$

siendo la convergencia 1:10.

En una pieza troncopiramidal el valor de K, para expresar el grado de convergencia 1: K, se determina dividiendo su altura entre la diferencia de los lados de sus bases.

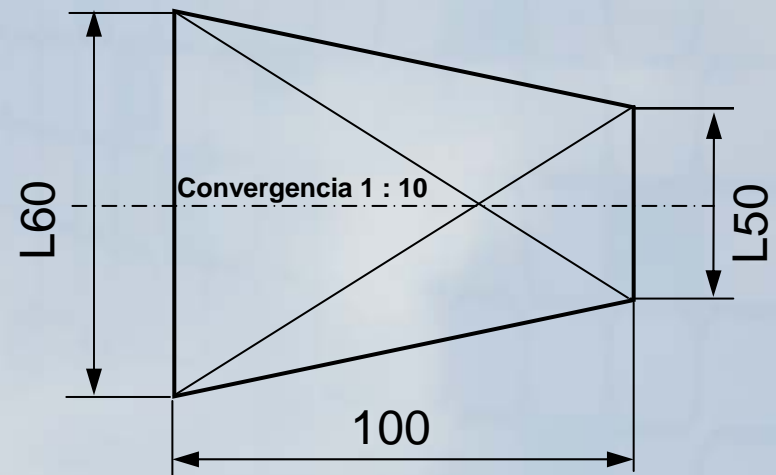


Fig. 9



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

Inclinación. En las piezas cónicas y troncocónicas se puede acotar el grado de inclinación de la generatriz y en las piramidales y troncopiramidales el grado de inclinación de las caras.

Este grado se determina por medio del cociente $1 : K$, en el que K es la longitud del eje del cono o de la pirámide para la cual, el radio de la base del cono o la mitad del lado de la base de la pirámide, ha valido la unidad.

Se puede establecer por consiguiente, para una pieza cónica de altura h y diámetro d , Fig. 10, la proporción:

$$\frac{1}{K} = \frac{d : 2}{h} = \frac{d}{2h}; \text{ de donde } K = \frac{2h}{d}$$

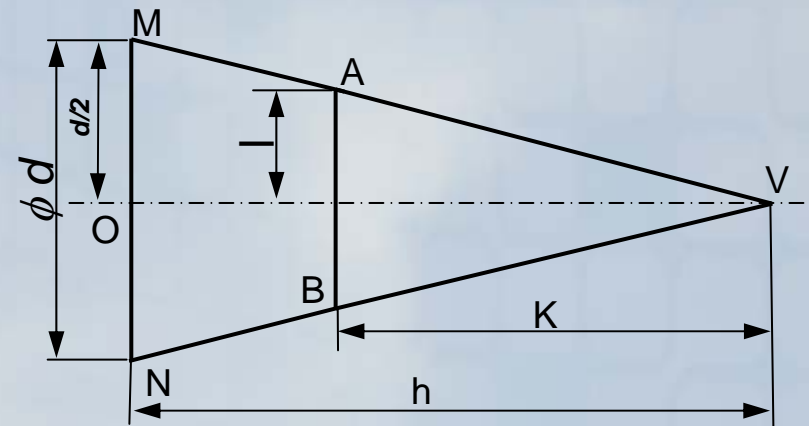


Fig. 10



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

En una pieza cónica el valor de K para hallar el grado de inclinación 1 : K de la generatriz se determina dividiendo el doble de su altura entre el diámetro de su base.

Por ejemplo, en el cono representado en la Fig. 11, K es igual a $240 : 60 = 4$ y la inclinación es 1 : 4.

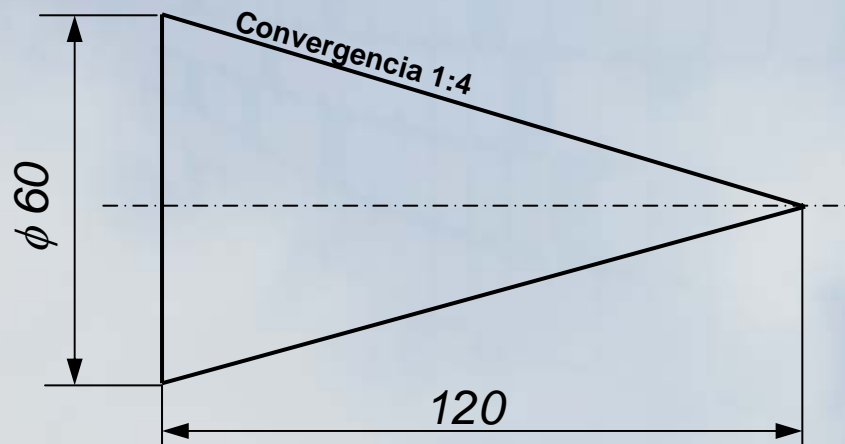


Fig. 11



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

La inclinación ha de acotarse, siempre, paralelamente a la generatriz, del modo indicado en la figura anterior.

Para un tronco de cono como el representado en la Fig. 12, se puede deducir, también el grado de inclinación, estableciendo la proporción:

$$\frac{1}{K} = \frac{d_1 - d_2}{2h} = \frac{40 - 30}{120}; \text{ de donde } K = \frac{120}{10} = 12,$$

siendola inclinación, por consiguiente, 1:12.

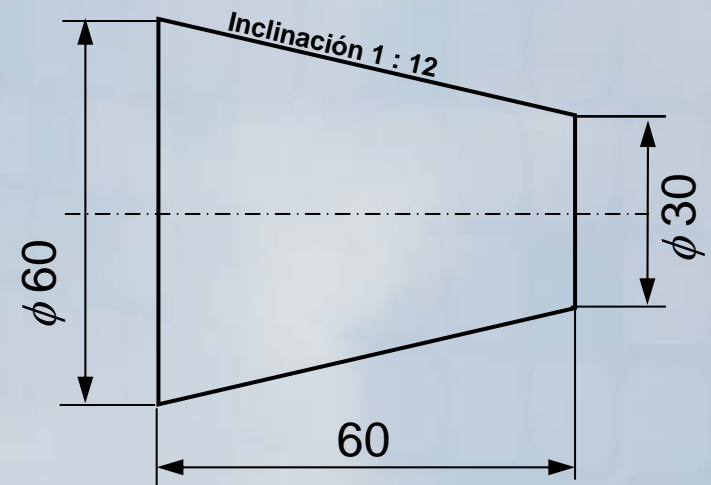


Fig. 12



INGENIERÍA GRÁFICA: Normalización

1.4 Acotación

1.4.5 CONICIDAD, CONVERGENCIA E INCLINACIÓN

En una pieza troncocónica el valor de K , para hallar el grado de inclinación $1 : K$, de la generatriz, se determina dividiendo el doble de su altura entre la diferencia de los diámetros de sus bases.

En las piezas piramidales o troncopiramidales, se determina el grado de inclinación de modo análogo a lo expuesto para las cónicas o troncocónicas, respectivamente, tomando el lado de la base en lugar del diámetro.