

**CODIGO DE
DIBUJO
TECNICO-MECANICO**

PRESENTACION

El presente trabajo reúne las recomendaciones técnicas sobre dibujo mecánico, hechas al nivel de la ISO (International Organization for Standardization) y de otros organismos de normalización, tanto nacionales como internacionales.

La modernidad de estos conceptos normativos está basada en un profundo análisis de las convenciones realizadas sobre esta importante materia desde hace varios años, y consiste únicamente en un proceso de racionalización de esas convenciones, el mismo que, además, ha logrado una simplificación de las mismas.

"En el Ecuador, desgraciadamente, se han estado utilizando todos los criterios técnicos y las convenciones prácticas sobre esta materia, provenientes de varios orígenes, peor aún, en muchos casos no se utiliza convención alguna, cayendo a menudo en el caos y en una presentación de los dibujos que no resiste la crítica profesional; por consiguiente, el presente Código llena un gran vacío nacional y está llamado a proporcionar a todo el ámbito profesional de la Ingeniería, a la industria, al Gobierno, a las Universidades y Politécnicas y al usuario, en general, de un conjunto de normas prácticas, bien sustentadas técnicamente, que facilitan el intercambio de tecnologías y la interpretación de planos por todos los usuarios.

INDICE

PRESENTACION	Pág.
1. OBJETO.....	1
2. GENERALIDADES.....	1
2.1 Láminas.....	1
2.2 Rotulación.....	2
2.3 Lista de piezas	5
2.4 Escalas.....	8
2.5 Escritura.....	8
3. PRINCIPIOS DE REPRESENTACION	10
3.1 Vistas.	10
3.2 Perspectivas.....	13
3.3 Líneas.....	13
3.4 Cortes y secciones.....	16
3.5 Representaciones especiales.....	23
4. ACOTACION.....	26
4.1 Principios generales.....	26
4.2 Elementos de acotación.....	29
4.3 Acotación de elementos comunes.....	34
4.4 Métodos para acotar.....	52
4.5 Tolerancias dimensionales	58
4.6 Tolerancias geométricas	72
4.7 Principios de material máximo.....	78
4.8 Aplicaciones típicas de las tolerancias geométricas.	97
5. REPRESENTACION y ESPECIFICACION DE MATERIALES.	109
5.1 Indicación de superficies.....	109
5.2 Indicación de piezas templadas.....	116
6. REPRESENTACION DE MEDIOS DE UN ION.	117
6.1 Representación de roscas y elementos roscados.	117
6.2 Representación de soldaduras y uniones soldadas.	118
7. REPRESENTACION DE ELEMENTOS DE MAQUINAS .,	138
7.1 Representación de ruedas dentadas y engranajes.	138
7.2 Representación de resortes	141

Código de Práctica Ecuatoriano	CODIGO DE DIBUJO TÉCNICO-MECÁNICO	CPE INEN 003:1989
---	--	------------------------------

1. OBJETO

1.1 Este Código establece las disposiciones referentes a la representación en dibujos de piezas mecánicas y sus conjuntos.

1.2 El presente Código resume las normas técnicas más recientes sobre dibujo técnico, particularmente las normas ISO, (International Organization for Standardization) y está en completa conformidad con éstas.

1.3 Este Código responde a la necesidad de ofrecer un compendio de material actualizado, a fin de unificar los criterios sobre dibujo técnico en el país y facilitar de esta manera su correcta interpretación y utilización.

2. GENERALIDADES

2.1 Láminas.

2.1.1 Formatos.

2.1.1.1 Los formatos de las láminas para toda clase de dibujos se indican en la Tabla 1.

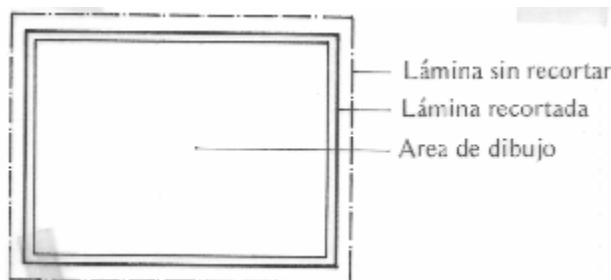


TABLA 1. Formatos de láminas (medidas en mm).

Formato (ver nota 1)	Lámina recortada	Área de dibujo	Lámina sin recortar medidas mínimas
A 0	841 x 1 189	831 x 1 179	880 x 1 230
A 1	594 x 841	584 x 831	625 x 880
A 2	420 x 594	410 x 584	450 x 625
A 3	297 x 420	287 x 410	330 x 450
A 4	210 x 297	200 x 287	240 x 330
A 5	148 x 210	138 x 200	165 x 240

2.1.2 Márgenes.

2.1.2.1 Las dimensiones recomendadas para márgenes y la división de la superficie de la lámina (recuadros) se harán según lo indicado en la figura 1.

2.1.2.2 Las divisiones se designan en los recuadros horizontales con números, de izquierda a derecha, empezando con el 1, y en los recuadros verticales con letras mayúsculas, de arriba hacia abajo, empezando por la A. Estas divisiones tienen por objeto la ubicación rápida y precisa de cualquier detalle del dibujo (ver Fig. 1).

2.1.3 Plegado.

2.1.3.1 Para el archivo de copias de planos y dibujos, las láminas recortadas se doblarán al formato A 4.

2.1.3.2 El método de plegado de las láminas se indica en la Fig. 2.

2.1.3.3 La lámina debe plegarse de modo que la rotulación quede visible en la parte anterior.

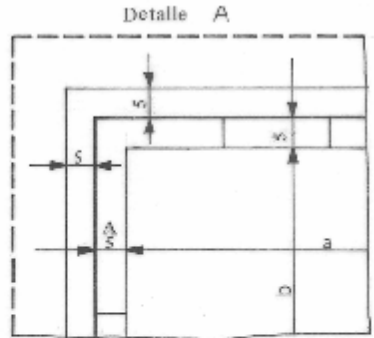
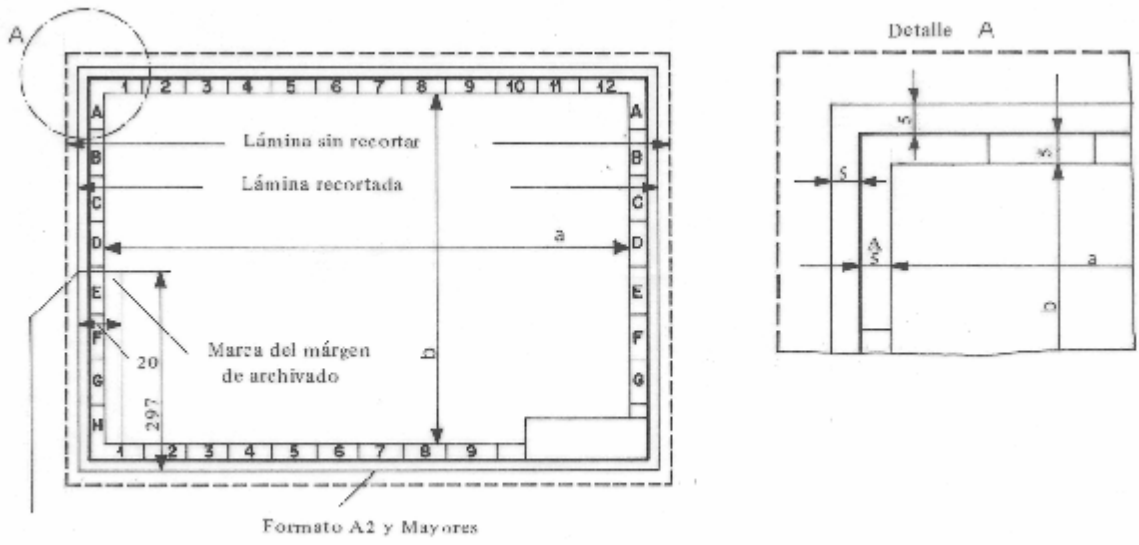
2.2 Rotulación.

2.2.1 El cuadro para rotulación contiene los datos que identifican al dibujo, tales como:

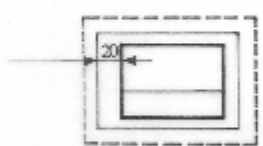
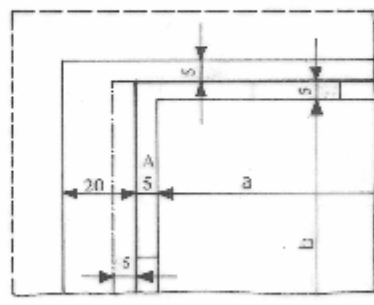
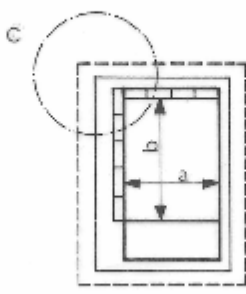
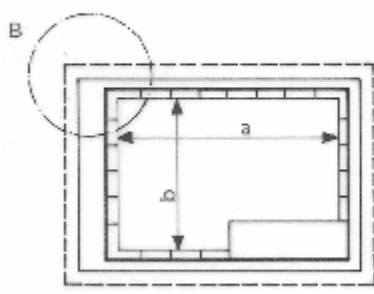
- a) denominación;
- b) número del dibujo;
- c) siglas o nombre de la firma propietaria o confeccionadora de la lámina;
- d) fechas y nombres correspondientes a la ejecución, revisión y aprobación de la lámina;
- e) materiales;
- f) escala;
- g) símbolo de disposición de las vistas;
- h) tolerancias;
- i) marca de registro para señalar originales y copias;
- j) sustituciones;
- k) peso o masa, en caso necesario.

2.2.2 El cuadro para rotulación se ubicará en la esquina inferior derecha de la lámina, a fin de que se pueda observar con facilidad, aun cuando ésta se halle plegada.

NOTA 1: La serie principal A normal de formatos está explicada en la Norma INEN 72 Formatos de papeles (ISO 216). Los formatos de esta serie se obtienen dividiendo en la mitad el inmediato anterior a partir del formato básico A 0, cuya superficie es igual a 1 m². La relación de superficie entre un formato y otro es, por tanto, 2: 1. Los formatos son, además, semejantes, por cuanto los lados menor y mayor del rectángulo del formato guardan entre sí la misma relación que el lado y la diagonal de un cuadrado, es decir, 1: $\sqrt{2}$



Detalle C ———
Detalle B - - - - -



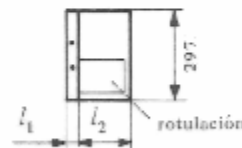
División de la lámina en recuadros

División		Formato				
		A0	A1	A2	A3	A4
número de recuadros iguales	a	16	12	8	8	4
	b	12	8	6	6	5

FIGURA 1. Márgenes y división del área de dibujo

Formato	Esquema de plegado	Pliegues longitudinales	pliegues transversales
A0 841 x 1189 mm			
A1 594 x 841 mm			
A2 420 x 594 mm			
A3 297 x 420 mm			

Dibujos plegados para el archivo



Formato del dibujo	l_1	l_2
A0, A1, A3	20	190
A2	18	192

FIGURA 2. Plegado de láminas.

2.2.3 Se recomienda utilizar el cuadro para rotulación indicado en la Fig. 3.

2.2.4 La denominación del dibujo debe ser lo más corta posible y permitirá identificar exactamente la clase de aparato, elemento, conjunto o pieza dibujados.

2.2.5 Es esencial un sistema metódico para la numeración de dibujos. El sistema de numeración será de la competencia de cada firma o departamento técnico; pero, en general, debe sujetarse a las siguientes recomendaciones:

- debe llevarse un registro para la localización de los números de los dibujos con un índice de referencia;
- debe usarse un sistema de numeración directa y consecutiva, de acuerdo a las condiciones generales;
- es ventajoso indicar el año de realización del dibujo (las dos últimas cifras), junto al número de orden y separado por un guión; de esta manera se limita el número de serie a un año, lo cual facilita la localización de un dibujo.

2.2.6 Las indicaciones sobre los materiales empleados en la fabricación de las piezas deben, en lo posible, referirse a designaciones normalizadas.

2.2.7 Deben indicarse la escala principal y las escalas auxiliares empleadas en el dibujo.

2.2.8 En el recuadro destinado para el efecto, debajo de la escala, se indicará el símbolo correspondiente al método para la disposición de las vistas (ver numeral 3.1.2).

2.2.9 Los dibujos registrarán todas las modificaciones y alteraciones que se realicen en el recuadro correspondiente. En caso necesario, la modificación se describirá en un informe separado, debiéndose anotar, en este caso, el número del informe en el recuadro.

2.2.10 En el recuadro de sustituciones se hace referencia a otras láminas, por ejemplo: sustituye a...; o sustituido por.....

2.2.11 El recuadro para masa o peso puede emplearse para otras indicaciones.

2.3 Lista de piezas.

2.3.1 La lista de piezas comprende los aparatos, grupos, elementos constructivos y piezas necesarias para el montaje del conjunto representado en el dibujo. La lista de piezas es el punto de partida para la preparación del trabajo (lista de materiales de pedido, etc.). Las anotaciones deben hacerse, en lo posible, siguiendo el orden de montaje; sin embargo, pueden agruparse piezas normalizadas, productos semielaborados (piezas fundidas, estampados), etc.

2.3.2 La lista de piezas puede incluirse en el dibujo o realizarse en una hoja aparte de formato A 4.

2.3.3 La lista de piezas, cuando se incluya en el dibujo, se colocará sobre el cuadro de rotulación y deberá realizarse en la forma indicada en la Fig. 4. Esta lista debe incluir columnas para los datos siguientes:

- a) cantidad de cada pieza o elemento;
- b) denominación de cada pieza o elemento componente del conjunto; se redactará en singular, basándose preferentemente en la forma constructiva de la pieza;
- c) número de norma o de dibujo; para piezas normalizadas, se anotará el número de la norma; para piezas que figuran en la lista, pero que tienen números de dibujo propios, se anotarán los números de estos dibujos;
- d) material, de preferencia con designaciones normalizadas;
- e) número de orden;
- f) número del modelo de la estampa o matriz, producto semiterminado, etc., en caso necesario;
- g) peso (masa) de la pieza terminada en kg/pieza(s);
- h) observaciones.

2.3.4 La lista de piezas, cuando se efectúe en una hoja separada de formato A 4, deberá realizarse en la forma indicada en la Fig. 5. Esta lista debe incluir, además del recuadro de rotulación respectivo, columnas para los siguientes datos:

- a) número de orden de la pieza;
- b) número de piezas, referido a un aparato o grupo constructivo;
- c) denominación;
- d) número de norma o dibujo; para piezas normalizadas se anotará el número de la norma correspondiente; para piezas que figuran en la lista, pero que tienen números de dibujo propios, se anotarán los números de estos dibujos;
- e) observaciones, es decir, aquellas indicaciones que no se incluyen en las columnas anteriores.

				Tolerancias	(Peso)	Materiales			17	
				fecha	Nombre	Denominación			Escala	
				Dib.						
				Rev.						
				Apro.		Número del dibujo (Sustitución)			Marca de Registro	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa						
7,5	10	10	10	12		80			17	
46					42		185			

FIGURA 3. Cuadro de rotulación

								0,6
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones	0,6
5	55	23	17	7	40	10	28	
(espacio para cuadro de rotulación)								

FIGURA 4. Lista de piezas (incluida en el dibujo).

20	10	10	60		60		45	5
10	10	Denominación		Número de norma o dibujo		Observaciones		
10	10	Denominación		Número de norma o dibujo		Observaciones		
(Notas al pie)								
				Fecha	Nombre	Denominación		Lista de ... Hojas
				Dib.		Número del Dibujo		Hoja No.
				Rev.		(Número de la lista de piezas)		Marca de Registro
				Apro.		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa				
7,5	10	10	10	12		80		17
46				42		185		

FIGURA 5. Lista de piezas (en formato A4).

2.4 Escalas.

2.4.1 Las escalas adoptadas para el dibujo deben guardar relación con el grado de exactitud requerido. En general, se adoptará la escala más grande que sea posible y conveniente.

2.4.2 Las escalas utilizadas para dibujo técnico mecánico se indican en la Tabla 2.

TABLA 2. Escalas.

Reducción	1:2,5
	1:5
	1:10
	1:20
	1:50
	1:100
	1:200
	1:500
1:1000	
Natural	1:1
Ampliación	2:1
	5:1
	10:1

2.4.3 La escala principal del dibujo se indicará con escritura grande en el recuadro correspondiente del cuadro de rotulación. Las escalas auxiliares se indicarán junto a los dibujos correspondientes.

2.5 Escritura.

2.5.1 Los caracteres empleados para la escritura en dibujos técnicos serán los correspondientes a la escritura normal vertical o inclinada, indicados en la Fig. 6.

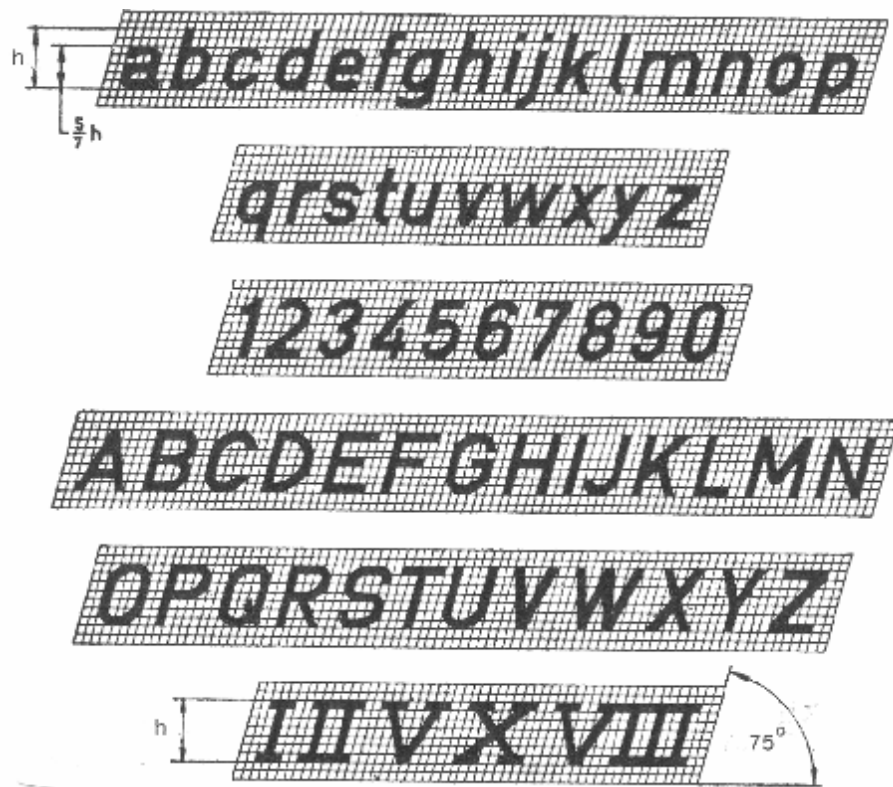
2.5.2 Las letras y números se designan por la altura. Las alturas nominales de las letras y números, así como los espesores optativos de los trazos correspondientes, se indican en la Tabla 3.

TABLA 3. Altura y espesor de caracteres (mm).

Altura de la letra mayúscula (h)		2,5	3,5	5	7	10	14	20
Espesor del trazo (d)	(1/14) h	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4
	(1/10) h	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2



Escritura normal vertical



Escritura normal inclinada

FIGURA 6

2.5.3 Las letras mayúsculas, minúsculas, espacios entre letras y renglones, se relacionan entre sí en base a la altura h , según se indica en la Tabla 4 (ver Fig. 7).

TABLA 4. Características de los caracteres.

Característica	Símbolo	Espesor	
		(1/14) h	(1/10) h
Altura de las mayúsculas	h	1h	1h
Altura de las minúsculas	c	0,7 h	0,7 h
Distancia entre letras	a	0,14 h	0,2 h
Distancia entre renglones	b	1,6 h	1,6 h

2.5.4 Para la escritura en los dibujos se utilizarán de preferencia letras mayúsculas con espesor de trazo igual a $(1/10) h$ en escritura vertical. Deben emplearse letras minúsculas solamente en casos especiales, como símbolos y abreviaciones establecidas internacionalmente.

2.5.5 La altura escogida de las letras debe ser la adecuada para el tamaño y propósito del dibujo, sobre todo en aquellos documentos que son reducidos por medios fotográficos, a fin de asegurar la suficiente legibilidad y claridad de la escritura.

2.5.6 La escritura en un dibujo debe efectuarse de modo que pueda leerse cuando se mantiene el dibujo en su posición de empleo, excepto si se trata de acotamientos.

3. PRINCIPIOS DE REPRESENTACION

3.1 Vistas.

3.1.1 Denominación de las vistas.

3.1.1.1 Las vistas son los elementos básicos para la representación de un objeto, observado según una dirección y un sentido.

3.1.1.2 Del sinnúmero de direcciones según las cuales puede observarse un objeto, se han seleccionado tres direcciones perpendiculares entre sí, y sobre cada una de ellas se han tomado los dos sentidos posibles, como se indica en la Fig. 8.

Las vistas así observadas son:

- Vista de frente, según la flecha A
- Vista de arriba, según la flecha B
- Vista de izquierda, según la flecha C

- Vista de derecha, según la flecha D
- Vista de abajo, según la flecha E
- Vista de atrás, según la flecha F.

3.1.2 Disposición de las vistas.

3.1.2.1 Existen dos métodos para la disposición de las vistas, el método E (Europeo) o del primer diedro, y el método A (Americano) o del tercer diedro.

3.1.2.2 En el método E, la disposición de las vistas con relación a la vista de frente se indica en la Fig. 9. La vista de atrás puede colocarse indistintamente a la derecha o izquierda, según sea conveniente. El símbolo distintivo de este método de proyección de las vistas se indica en la Fig. 10.

3.1.2.3 En el método A, la disposición de las vistas con relación a la vista de frente se indica en la Fig. 11. La vista de atrás puede colocarse indistintamente a la derecha o izquierda, según sea conveniente.

El símbolo distintivo de este método de proyección de las vistas se indica en la Fig. 12.

3.1.2.4 El método establecido como norma nacional en este Código para la disposición de las vistas en toda clase de dibujos técnicos es el método E, cuyo símbolo distintivo debe inscribirse en el recuadro correspondiente del cuadro de rotulación, debajo de la indicación de la escala.

3.1.2.5 El método A se indica en este Código solamente a título informativo.

3.1.3 Selección de las vistas.

3.1.3.1 Para representar una pieza deben seleccionarse las vistas cuidadosamente, siguiendo los criterios generales indicados a continuación:

- la vista frontal debe elegirse de modo que muestre a la pieza en su posición normal de funcionamiento o utilización;
- cuando la pieza no tiene una posición definida de utilización, como pernos, tornillos, etc., se debe representarla en la posición de fabricación;
- la vista frontal debe elegirse de modo que por sí sola proporcione la mayor información posible sobre la pieza y que contenga, además, el menor número posible de elementos no visibles;
- el número de vistas, incluyendo cortes y secciones, debe ser limitado al mínimo necesario para representar la pieza sin ambigüedad.

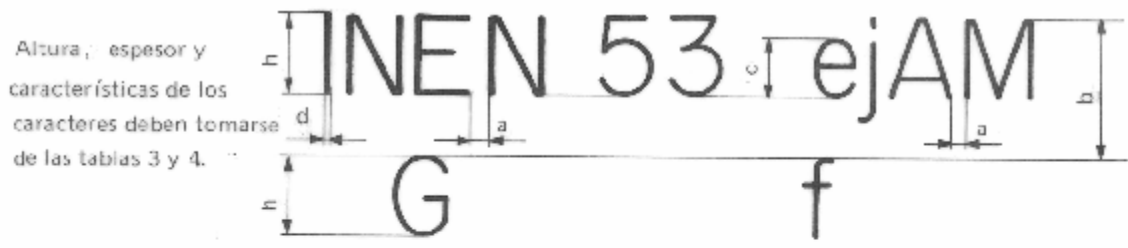


FIGURA 7

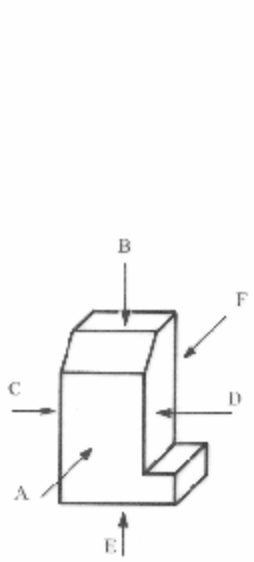


FIGURA 8

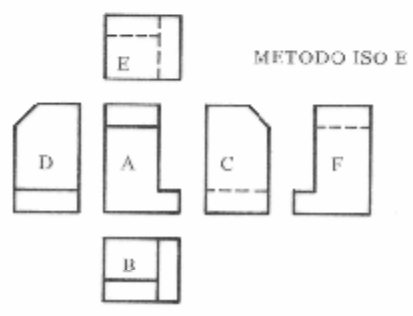


FIGURA 9



FIGURA 10

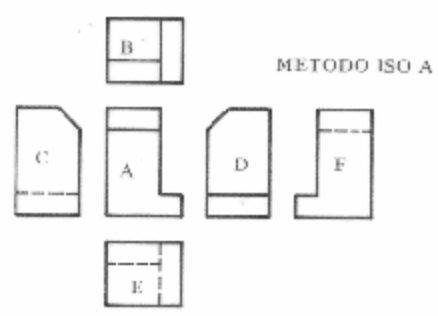


FIGURA 11



FIGURA 12

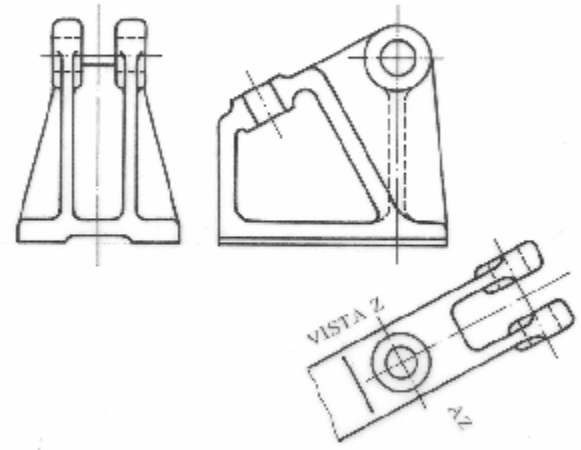


FIGURA 13

3.1.4 Vistas auxiliares.

3.1.4.1 Si fuera necesario dibujar una vista en una dirección distinta de las indicadas arriba, o si la posición de una vista no corresponde al método de disposición de las vistas utilizado, se indicará la dirección de aquella vista por medio de una flecha identificada por una letra mayúscula (de las últimas del alfabeto). Junto a la representación respectiva se escribirá la palabra vista y la letra mayúscula correspondiente (ver Fig. 13).

3.2 Perspectivas.

3.2.1 La representación de una pieza en perspectiva permite una mejor visualización general del objeto, por lo que es empleada en casos necesarios.

Las proyecciones axonométricas más usuales son la proyección isométrica y la dimétrica.

3.2.2 La proyección isométrica es usada para dibujos de piezas en las cuales deben aparecer con claridad elementos esenciales en las tres vistas, así como para dibujo de tuberías. La representación en proyección isométrica de un cubo con círculos inscritos en tres caras del mismo se indica en la Fig. 14. Las Figs. 15 y 16 muestran dos piezas dibujadas en proyección isométrica.

3.2.3 La proyección dimétrica se usa en dibujos de piezas, en los cuales deben aparecer claramente los detalles de la vista principal. La representación en proyección dimétrica de un cubo con círculos inscritos en tres caras del mismo se indica en la Fig. 17.

Las Figs. 18 y 19 muestran dos piezas dibujadas en proyección dimétrica.

3.3 Líneas.

3.3.1 Tipos de líneas.

3.3.1.1 Los diversos tipos de líneas usados en dibujo técnico y su aplicación se indican en la Tabla 5 (ver Fig. 20).

3.3.2 Espesor de líneas.

3.3.2.1 El espesor de las líneas está normalizado y corresponde a la serie 0,13 0,18 0,25 0,35 0,50 0,70 1,0 1,4 2,0 (valores en mm). La relación entre un valor y el siguiente es de $1:\sqrt{2}$, es decir, corresponde a la misma relación de formatos y de tamaños de caracteres de escritura, con lo cual se obtienen nuevamente espesores de líneas y caracteres de escritura normalizados, luego de realizar ampliaciones o reducciones de un dibujo. Esto significa una racionalización considerable y permite, además, una reducción en el número de instrumentos de trazado y escritura.

3.3.3 Grupos de Líneas.

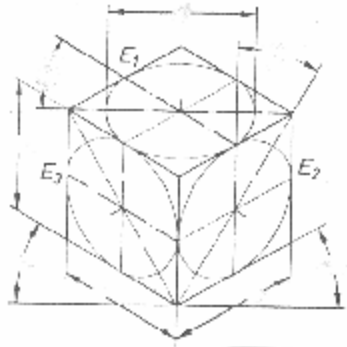


FIGURA 14

PROYECCION ISOMETRICA

Relación de los lados:

$$a : b : c = 1 : 1 : 1$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

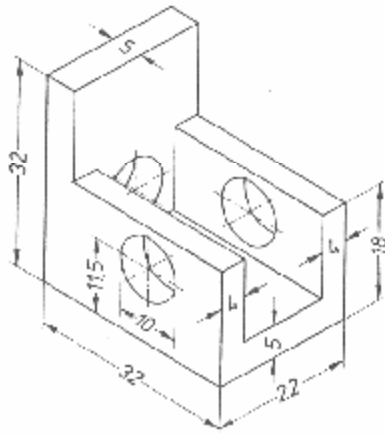


FIGURA 15

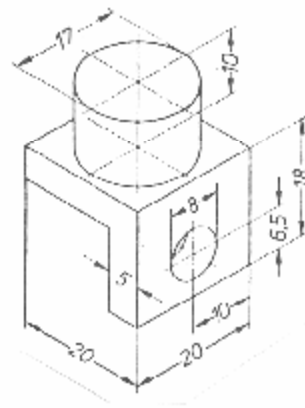


FIGURA 16

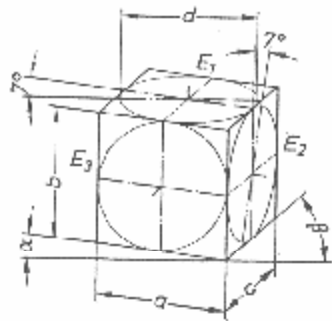


FIGURA 17

PROYECCION DIMETRICA

Relación de los lados:

$$a : b : c = 1 : 1 : 1/2$$

$$\alpha = 7^\circ$$

$$\beta = 42^\circ$$

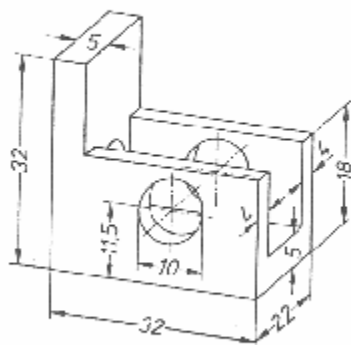


FIGURA 18

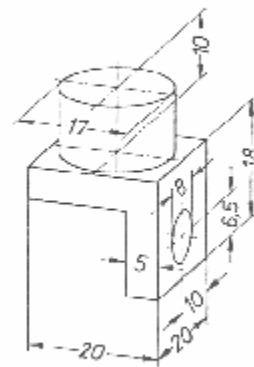









FIGURA 19

3.3.3.1 Al combinar los tipos de líneas con los espesores normalizados se forman grupos de Líneas definidos por el espesor de la Línea gruesa. Se ha determinado la relación del espesor de los diversos tipos de líneas, con objeto de conseguir el óptimo contraste entre ellas y facilitar la interpretación de un dibujo.







TABLA 5. Tipos de líneas y su aplicación.

Representación	Designación	Aplicación
A 	Línea continua gruesa	- contornos, aristas visibles
B 	Línea continua fina	- líneas de cota y auxiliares - rayados en cortes y secciones - contornos de secciones rebatidas - contornos y aristas imaginarias - contornos de piezas contiguas
C 	Línea continua fina (a mano alzada)	- límite de vistas o cortes parciales, cuando no coinciden con un eje.
D 	Línea de segmentos (media)	- contornos y aristas ocultos.
E 	Línea fina de segmentos cortos y largos alternados	- ejes de simetría - posiciones extremas de piezas móviles - piezas situadas delante de un plano de corte - circunferencias de centros de agujeros en bridas, etc. - circunferencias primitivas de engranajes - ubicación de elementos no detallados (placa de características)
F 	Línea de segmentos cortos y largos, alternados, fina y gruesa en los extremos.	- planos de corte
G 	Línea gruesa de segmentos cortos y largos alternados	- Indicación de superficies que deben someterse a un tratamiento complementario

3.3.3.2 Los grupos de líneas están indicados en la Tabla 6.

3.3.3.3 Según el tamaño y clase de dibujo, se escogerá el grupo de líneas más conveniente. En la representación gráfica de un dibujo, deben emplearse únicamente líneas correspondientes a un mismo grupo.

TABLA 6. Grupos de líneas.

Tipo de Línea	Grupos de líneas (espesor en mm)					
	0,25	0,35	0,50	0,7	1,0	1,4
A 	0,25	0,35	0,50	0,7	1,0	1,4
B 	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7
C 	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7
D 	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0
E 	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7
G 	0,25	0,35	0,50	0,7	1,0	1,4

3.4 Cortes y secciones.

3.4.1 Definiciones.

3.4.1.1 Corte es la representación de la parte de un objeto situado detrás del plano de corte.

3.4.1.2 Sección es la representación de la superficie situada únicamente en el plano de corte de la pieza.

3.4.2 Disposición de cortes y secciones.

3.4.2.1 La disposición de los cortes se realiza aplicando las mismas reglas generales que para las vistas, según se indica en la Fig. 21.

3.4.2.2 Por razones de disponibilidad de espacio, se puede adoptar lo indicado en la Fig. 22 para la representación de varios cortes.

Igualmente, para facilitar la comprensión del dibujo de un objeto, pueden realizarse varios cortes sucesivos sin necesidad de representar todas las partes de este objeto, situadas detrás de los planos de corte y desplazados según se indica en la Fig. 23.

3.4.2.3 La disposición de las secciones se realiza normalmente aplicando las reglas generales utilizadas para las vistas, según se indica en la Fig. 24.

3.4.2.4 Por razones de espacio o de facilidad para la interpretación del dibujo, se pueden desplazar las secciones y ubicarlas en otro lugar, pero en la posición correcta de proyección (ver Fig. 25). Si se representa en otra posición, se indicará el ángulo que se ha girado (ver Fig. 26).

3.4.2.5 Para simplificar los dibujos, especialmente en los casos de piezas simples que tengan secciones transversales uniformes, se utilizan secciones abatidas según las Figs. 27 y 28. Conviene indicar el sentido de observación a fin de evitar confusiones (ver Fig. 29).

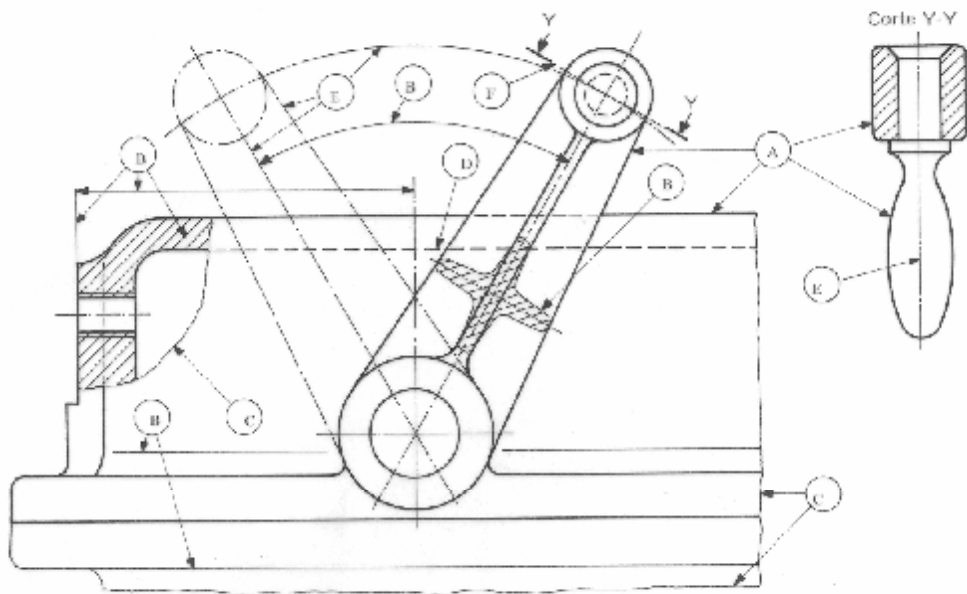


FIGURA 20

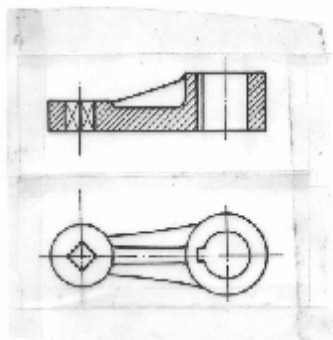


FIGURA 21

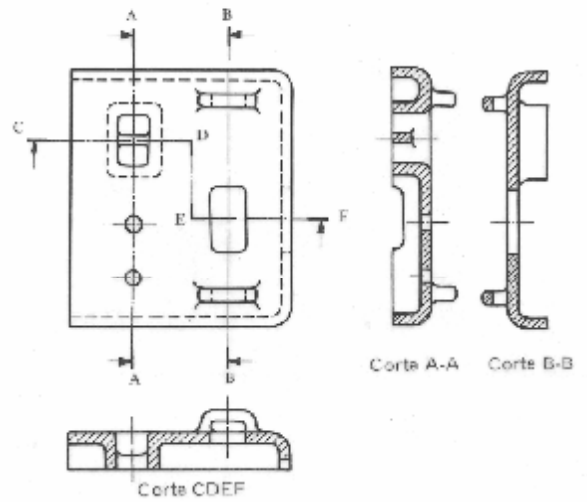


FIGURA 22

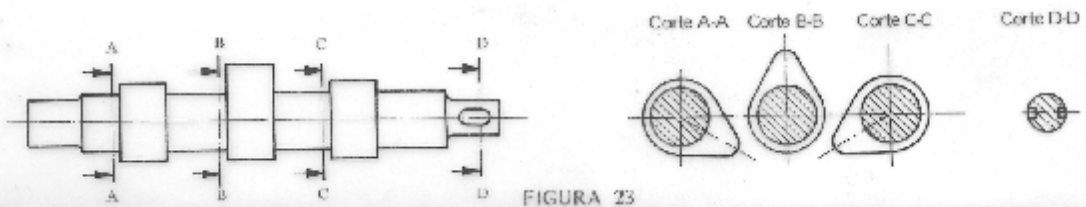


FIGURA 23

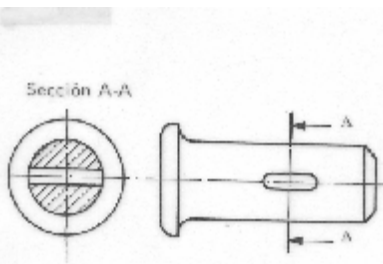


FIGURA 24

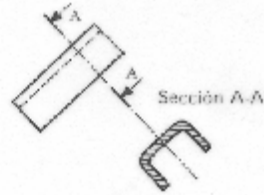


FIGURA 25



FIGURA 26



FIGURA 27

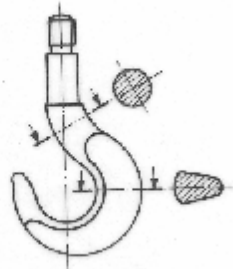


FIGURA 28

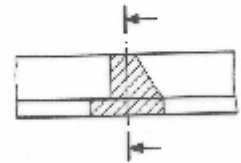


FIGURA 29

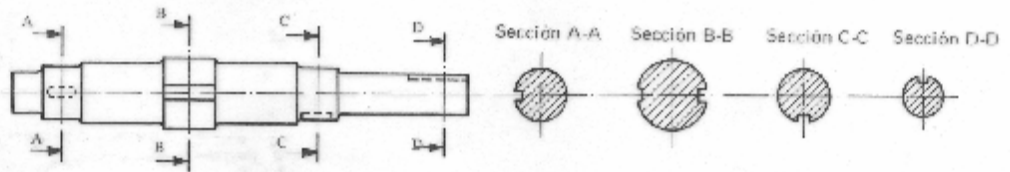


FIGURA 30

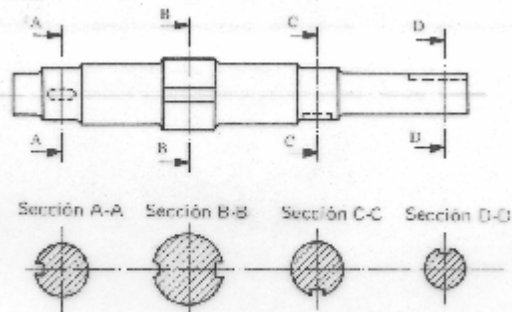


FIGURA 31

3.4.2.6 Si por razones de espacio no es posible mostrar secciones sucesivas como en la Fig. 30, éstas pueden desplazarse como se indica en la Fig. 31.

3.4.3 *Representación de cortes y secciones.*

3.4.3.1 Los planos de corte se representan mediante líneas de segmentos delgados, largos y cortos, entre segmentos cortos y gruesos en los extremos. El sentido de observación se indica mediante flechas.

3.4.3.2 En caso necesario, cuando existen varios planos de corte en una pieza, o cortes en varios planos, se deben identificar los cortes mediante letras mayúsculas de las primeras del alfabeto, en cada extremo del plano de corte.

Debe utilizarse una misma letra para cada corte.

Los cortes y secciones se designan por las letras correspondientes a los planos de corte, colocadas en lo posible sobre dicho corte o sección.

3.4.3.3 Si el corte de una pieza se realiza en varios planos que se encuentran mutuamente en una arista formando un ángulo entre sí, éste debe señalarse con segmentos gruesos.

3.4.3.4 Las superficies de corte se identifican mediante rayado. Los rayados se realizan con líneas continuas finas, inclinadas preferentemente 45° en relación a los ejes o contornos principales de la figura (ver Fig. 32). La distancia entre las líneas de rayado se adaptará al tamaño de las superficies de corte.

3.4.3.5 El rayado, en principio, no tiene ningún significado convencional en cuanto a la naturaleza del material, el cual debe especificarse exactamente en el dibujo. Sin embargo, para facilitar la comprensión de dibujos de conjuntos y cuando no exista el riesgo de confusiones, se pueden representar diferentes materiales mediante los rayados convencionales de la Tabla 7.

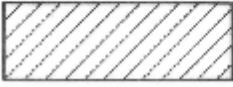
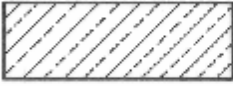

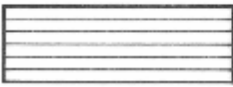
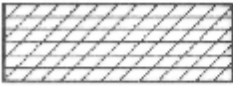
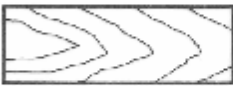



3.4.3.6 Los cortes que por su pequeño espesor resultan difíciles de rayar pueden ennegrecerse completamente, como en la Fig. 33. En caso de secciones contiguas, se deja entre ellas una pequeña separación en blanco, como en la Fig. 34.

3.4.3.7 Las superficies de corte separadas de una misma pieza se rayan de la misma forma y las superficies de corte de piezas contiguas se rayan cambiando la orientación o la distancia entre las líneas (ver Fig. 35).

3.4.3.8 Para superficies de corte grandes, el rayado puede quedar limitado a una zona del borde que indique el contorno de la superficie (ver Fig. 36).

3.4.3.9 Si en una pieza se representan dos planos de corte paralelos separados, el rayado de las superficies de corte contiguas será igual, pero desplazado uno del otro a lo largo de la línea de separación de las dos superficies, según se indica en la Fig. 37.

TABLA 7. Rayados convencionales de materiales.

MATERIAL	RAYADO CONVENCIONAL
Acero, fundición gris, aleaciones ferrosas	
Cobre y sus aleaciones	
Metales livianos. Aluminio, magnesio y sus aleaciones.	
Metales antifricción	
Plásticos, asbesto, caucho, fibra y otros materiales aislantes y empaques	
Madera	 
Vidrio	
Líquidos. (lubricantes, agua, etc.)	

3.4.3.10 El rayado se interrumpirá para números de cota e inscripciones, en caso necesario (ver Fig. 38).

3.4.4 Posición de los planos de corte.

3.4.4.1 En función de la forma de la pieza, los planos de corte se eligen según las posiciones indicadas a continuación:

- a) corte por un plano (ver Fig. 39),
- b) corte por dos planos paralelos (ver Fig. 40),
- c) corte por planos sucesivos (ver Fig. 41),
- d) corte por planos concurrentes (ver Fig. 42).

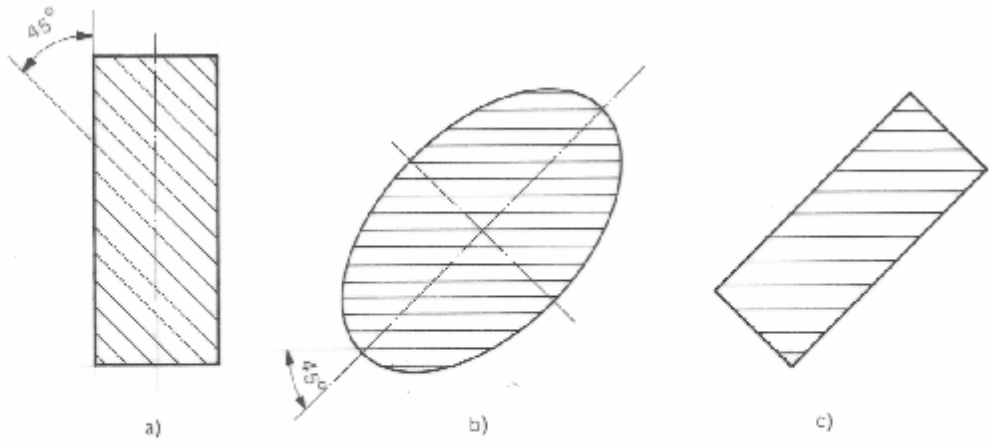


FIGURA 32

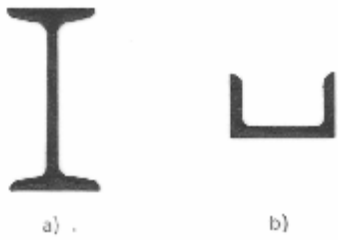


FIGURA 33

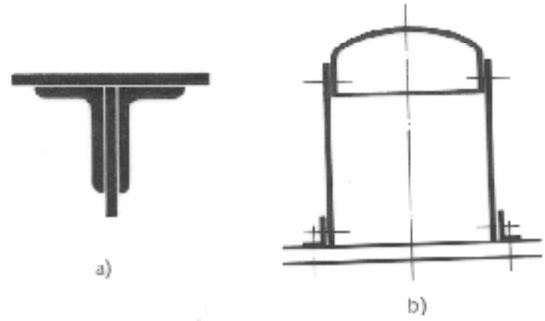


FIGURA 34

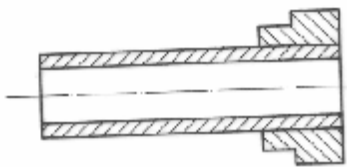


FIGURA 35

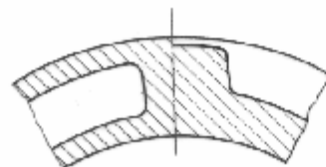


FIGURA 37

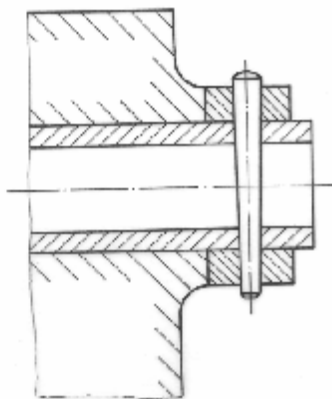


FIGURA 36

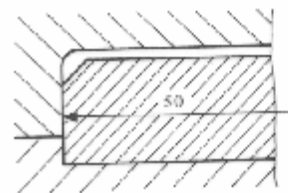
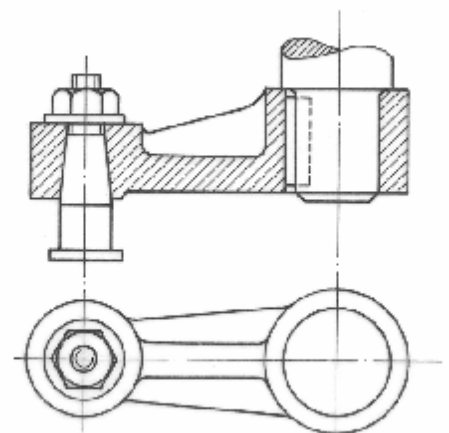
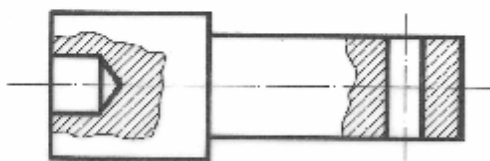
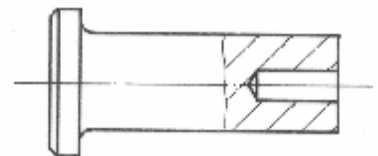
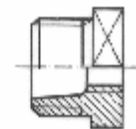
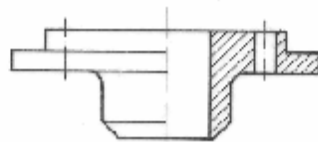
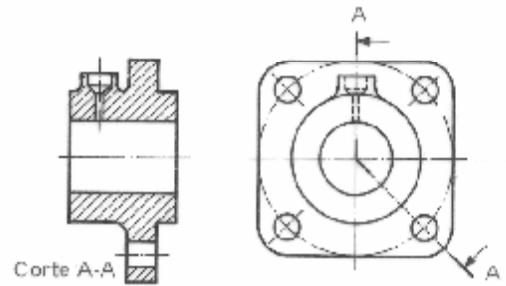
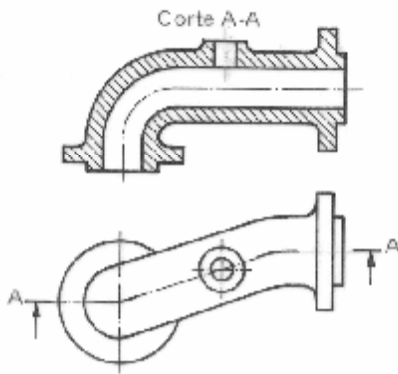
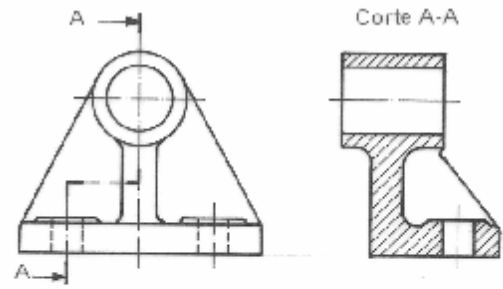
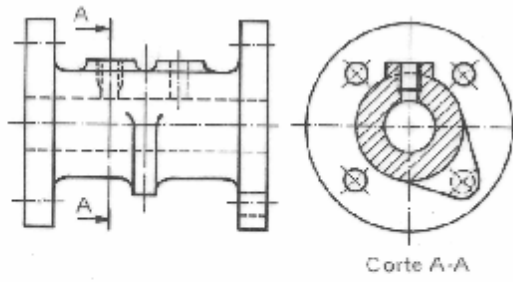


FIGURA 38



3.4.5 Medios cortes.

3.4.5.1 Pieza simétricas, en particular piezas de revolución, se representan convenientemente la mitad como vista y la otra mitad como corte (medio corte). Los medios cortes se representarán preferentemente debajo del eje horizontal y a la derecha del eje vertical (ver Fig. 43).

Si en un medio corte coincide una arista de la pieza con un eje, ésta se representará como en las vistas (ver Fig. 44).

3.4.6 Cortes parciales.

3.4.6.1 Si no conviene realizar un corte total o un medio corte de una pieza, es suficiente dibujar un corte parcial. Este se limita mediante una línea fina continua trazada a mano alzada (ver Fig. 45).

Cuando en una misma pieza se efectuaren dos o más cortes parciales, éstos serán rayados en la misma forma (ver Fig. 46).

3.4.7 Representaciones convencionales en cortes.

3.4.7.1 Para facilitar la interpretación de los dibujos de piezas en corte, se han adoptado las convenciones siguientes:

3.4.7.1.1 Si en el plano de corte se encuentran elementos mecánicos, como ejes, pernos, remaches, etc., éstos no se representan en corte (ver Fig. 47).

3.4.7.1.2 Detalles simétricamente repartidos en piezas de revolución, como agujeros en bridas y piezas análogas, pueden abatirse sobre el plano de corte, sin necesidad de hacer indicación alguna en el dibujo (ver Fig. 48).

3.4.7.1.3 Piezas con un número impar de elementos, tales como radios, nervios, etc., distribuidos no simétricamente, se dibujan con dichos elementos abatidos en el plano de corte, pero no representados en corte, según se indica en la Fig. 49.

3.5 Representaciones especiales.

3.5.1 Partes adyacentes a una pieza se representan con sus contornos dibujados con línea continua fina.

Las aristas de la pieza principal, que se encuentren detrás de las partes adyacentes dibujadas, aparecerán como visibles mediante líneas continuas gruesas (ver Fig. 50).

3.5.2 Aristas redondeadas y curvas de transición se representarán por líneas continuas finas, que terminarán antes de las líneas que delimitan los contornos de la pieza (ver Figs. 51 y 52).

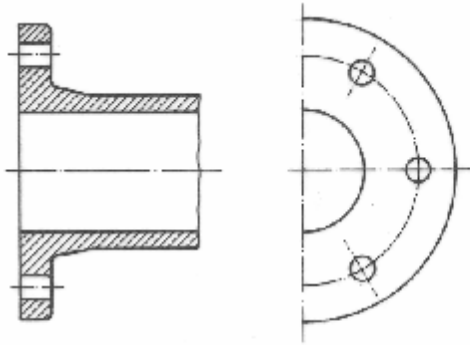


FIGURA 48

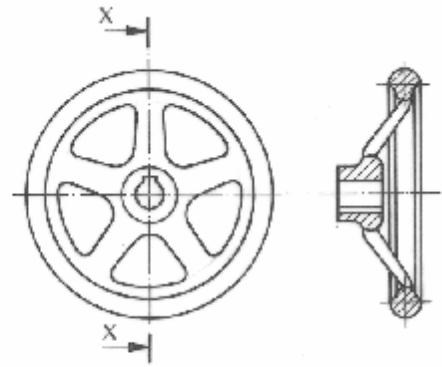


FIGURA 49

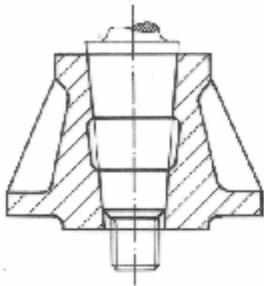


FIGURA 50

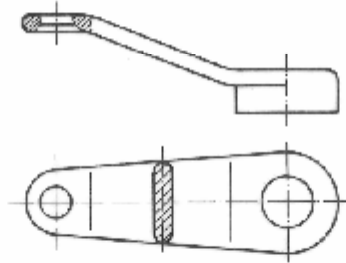


FIGURA 51

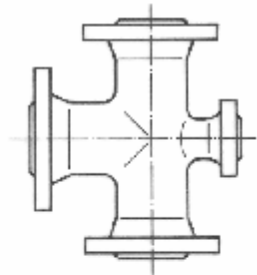


FIGURA 52

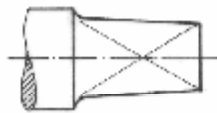


FIGURA 53

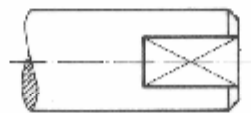


FIGURA 54

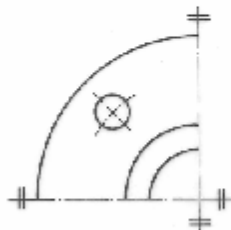


FIGURA 56

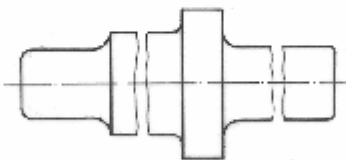


FIGURA 57

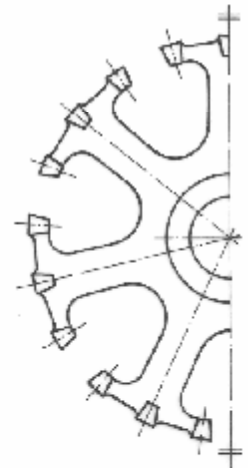


FIGURA 55

3.5.3 Para evitar dibujar una vista suplementaria, las formas planas que cortan una pieza cilíndrica y las secciones cuadradas se identifican mediante dos trazos diagonales con línea continua fina, según las Figs. 53 y 54.

3.5.4 Piezas simétricas pueden ser dibujadas de manera simplificada mediante una fracción de su vista completa, como se indica en las Figs. 55 y 56.

Los ejes de simetría se indican en sus extremos por dos trazos cortos paralelos y perpendiculares a los ejes.

3.5.5 Para economizar espacio, las piezas pueden representarse interrumpidas. Las líneas de interrupción se representan mediante líneas continuas finas a mano alzada, como se indica en la Fig. 57.

Piezas cilíndricas macizas interrumpidas se representan según la Fig. 58, y piezas cilíndricas huecas (tubos) interrumpidas según la Fig. 59.

3.5.6 Elementos idénticos que se repiten en una misma pieza pueden dibujarse una sola vez e indicar la posición de los restantes por sus líneas de ejes, como se indica en la Fig. 60.

3.5.7 Para economizar trabajo, es suficiente dibujar en un área pequeña el detalle correspondiente a una superficie grande, por ejemplo: planchas perforadas, superficies moleteadas, estriadas, placas cuadrículadas, etc. (ver Fig. 61).

3.5.8 Aquellos detalles que no se puedan representar y acotar claramente en la escala elegida se desplazan y dibujan a una escala mayor (ver Fig. 62). Alrededor del detalle se traza una circunferencia con línea fina de segmentos cortos y largos, que se señala con una letra mayúscula de las últimas del alfabeto.

El detalle amplificado se dispone, en lo posible, en la proximidad de la circunferencia y se designa por la misma letra, antecedida de la palabra "Detalle".

3.5.9 Para evitar vistas adicionales, pueden abatirse ciertos detalles de una pieza.

Elementos particulares se representan con línea continua fina, según se indica en la Fig. 63. Detalles ubicados sobre circunferencias se representan según se indica en la Fig. 64.

3.5.10 Si es necesario representar detalles localizados delante de un plano de corte, éstos se dibujan con línea fina de segmentos cortos y largos (ver Fig. 65).

3.5.11 En ciertos casos, es conveniente representar una pieza por su contorno simplificado junto a un detalle ampliado de la misma. Por lo general, el contorno de la pieza se ennegrece, como en la Fig. 66.

3.5.12 En el caso de máquinas o equipos, se puede simplificar su representación dibujando sus contornos a escala reducida en la vista más conveniente (ver Fig. 67).

3.5.13 Para simplificar la representación de intersecciones muy próximas a los contornos originales de una pieza, se reemplazan las curvas correspondientes por dichos contornos, según se indica en las Figs. 68 y 69.

3.5.14 Para la representación de la forma primitiva de piezas se utiliza línea continua fina, como en los casos siguientes:

- desarrollo de una pieza (ver Fig. 70),
- contornos de partes de una pieza que desaparecen por mecanizado (ver Fig. 71).

4. ACOTACION

4.1 Principios generales.

4.1.1 Todas las dimensiones necesarias para definir el estado final de la pieza representada deben indicarse directamente en el dibujo y aparecer sólo una vez en el mismo.

4.1.2 Las dimensiones deben indicarse en la vista que muestre más claramente las características relevantes de la pieza.

4.1.3 Todas las dimensiones en un dibujo deben indicarse en la misma unidad; en caso contrario, la unidad empleada debe indicarse junto a la dimensión.

4.1.4 Debe emplearse el número mínimo necesario de dimensiones para definir el estado final de la pieza representada. Sin embargo, pueden hacerse excepciones en los casos siguientes:

- a) cuando sea necesario indicar dimensiones aplicadas a etapas intermedias de producción;
- b) cuando se requiera indicar dimensiones auxiliares que, aunque no sean esenciales para la definición del estado final de la pieza, provean información útil y eviten la necesidad de realizar cálculos por operarios o inspectores.

Las dimensiones auxiliares no llevan indicación de tolerancias, y en los casos que se aplican tolerancias generales, las dimensiones auxiliares deben escribirse entre paréntesis.

4.1.5 Las dimensiones funcionales, es decir, aquellas que son esenciales para la función de la pieza representada, deben estar indicadas explícitamente en el dibujo y no deben ser deducidas de otras dimensiones u obtenidas a partir de la escala del dibujo.

La aplicación de este principio implica la selección de elementos de referencia, en base a la función de la pieza y al método de localización en un conjunto del que pueda formar parte (ver Fig. 72).

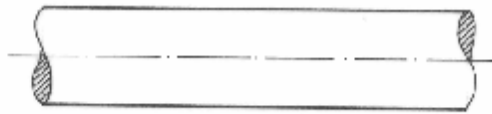


FIGURA 58

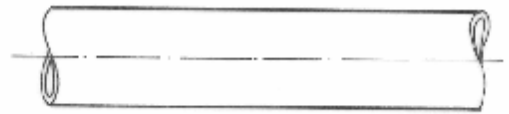


FIGURA 59

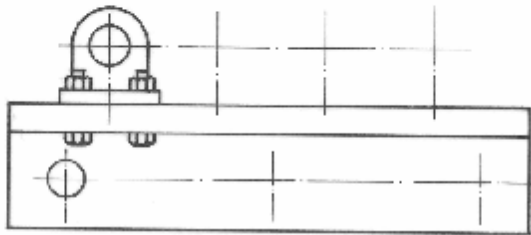


FIGURA 60

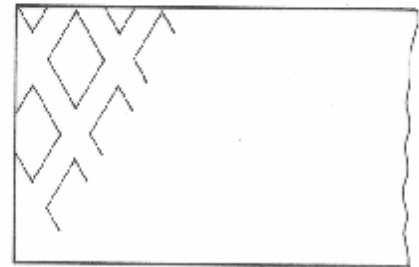


FIGURA 61

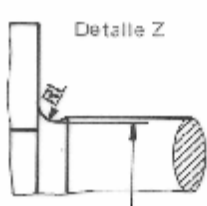


FIGURA 62

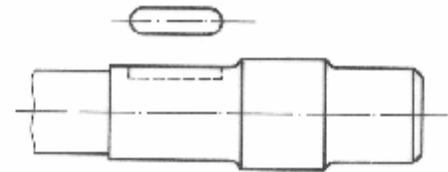
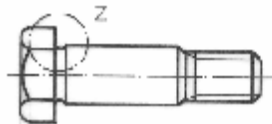


FIGURA 63

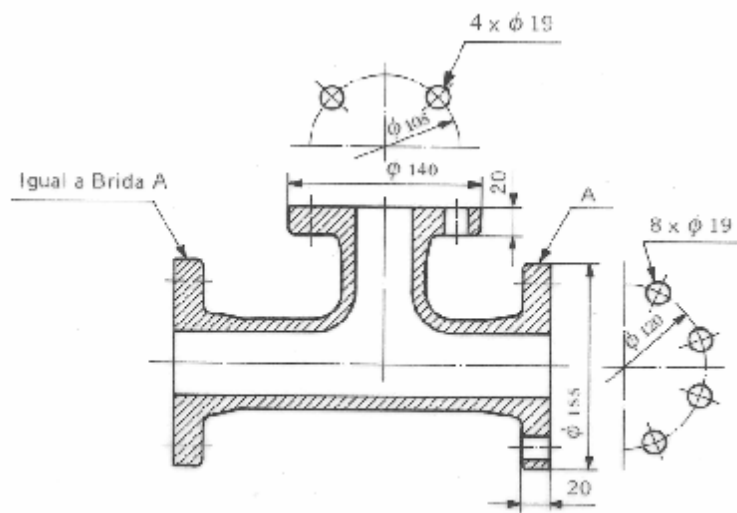


FIGURA 64

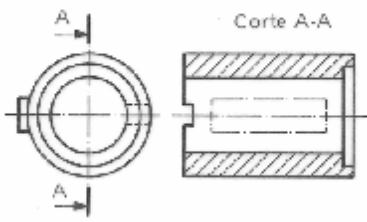


FIGURA 65

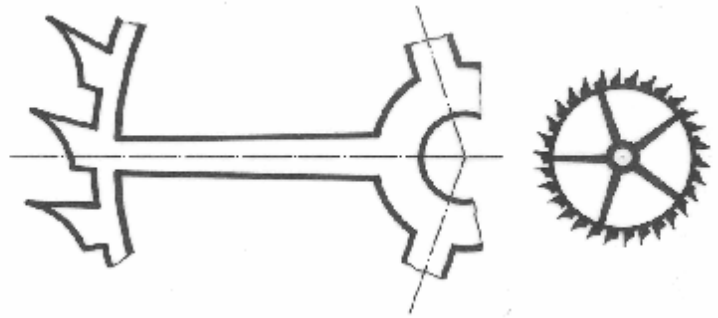


FIGURA 66

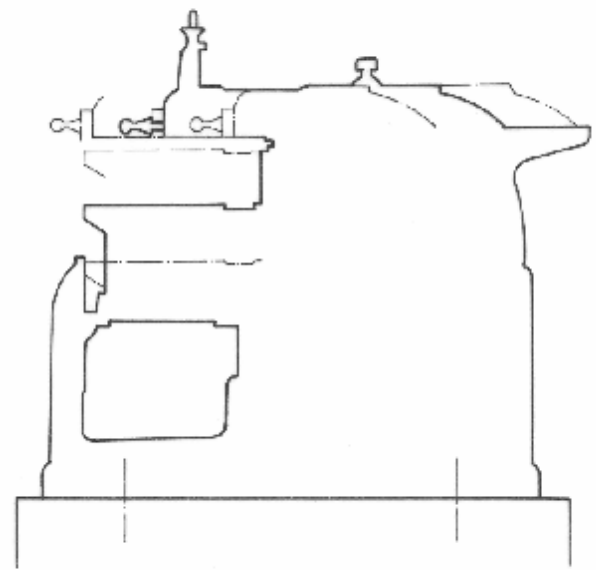
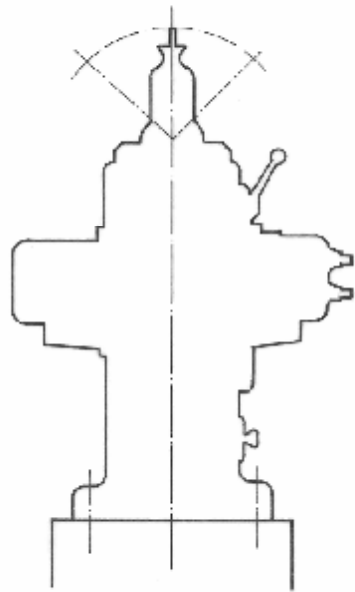
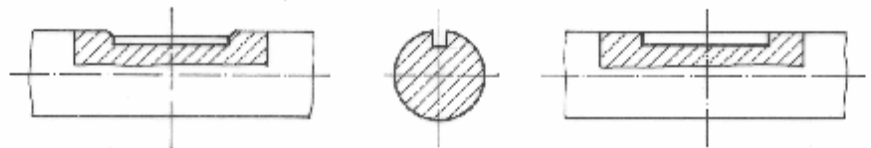


FIGURA 67



Representaciones exactas

FIGURA 68

Representaciones convencionales

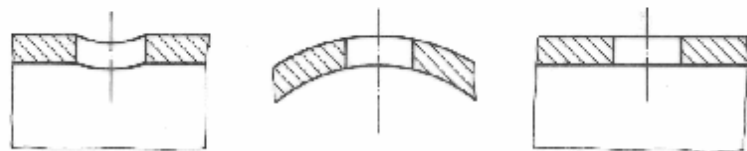


FIGURA 69

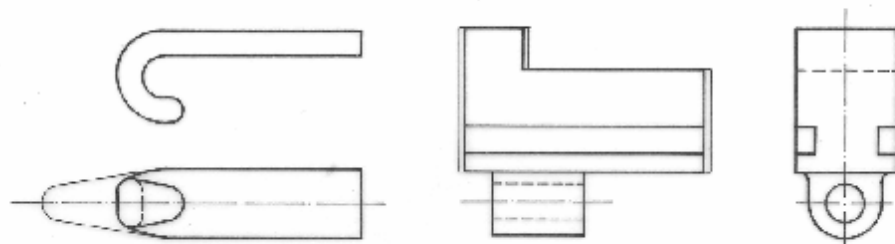


FIGURA 70

FIGURA 71

4.1.6 Las dimensiones no funcionales deben ser localizadas de la manera más conveniente para la producción y/o inspección.

4.1.7 Deben especificarse tolerancias para todas las dimensiones que afectan la funcionalidad o intercambialidad de la pieza. Cuando no se indican tolerancias, éstas quedan definidas por el proceso de producción aplicado. Este es el caso de las tolerancias implícitas.

4.1.8 Deben emplearse dimensiones normalizadas en todos los casos que sea posible, especialmente en agujeros, roscas, pernos, pasadores, etc.

4.2 Elementos de acotación.

4.2.1 Cotas.

4.2.1.1 El uso ha establecido en el dibujo técnico el término cota, que es el grupo de elementos gráficos y numéricos por medio de los cuales se indican las dimensiones geométricas de las piezas representadas.

Una cota consta de los siguientes elementos:

- línea de cota
- línea auxiliar de cota flecha de cota
- valor nominal de la cota
- tolerancia dimensional.

4.2.2 Líneas de cota.

4.2.2.1 Las líneas de cota indican en el dibujo la dimensión a la que corresponde una cota y se representan con línea continua fina. Generalmente se disponen paralelas a la dimensión acotada (ver Fig. 73).

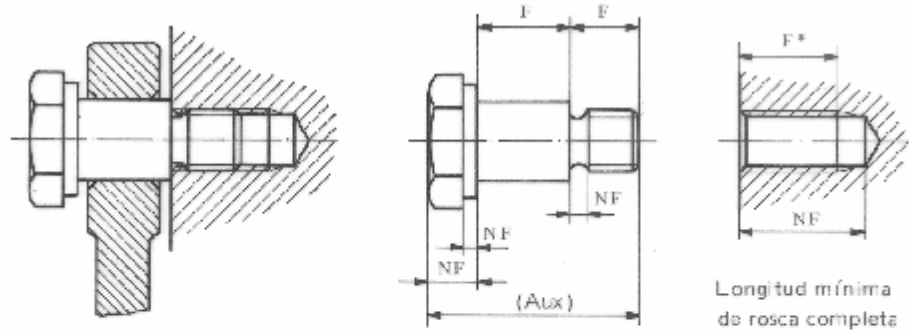
Las líneas de cota deben disponerse aproximadamente a 8 mm de distancia de las aristas de la pieza. Las líneas de cota paralelas deben guardar entre sí una distancia suficientemente grande y uniforme por lo menos de 5 mm.

La línea de cota debe ser continua, excepto en los casos que convenga interrumpirla.

4.2.2.2 Ejes y aristas no deben ser empleados como líneas de cota.

4.2.2.3 Para longitudes de arco y medidas de ángulos, la línea de cota es un arco de circunferencia concéntrico en el vértice del ángulo (ver Figs. 74 y 75).

4.2.2.4 Las líneas de cota para las medidas de cuerdas se indican según la Fig. 76.



Longitud mínima de rosca completa

- F = dimensión funcional
- NF = dimensión no funcional
- Aux = dimensión auxiliar sólo para información (sin tolerancia)

FIGURA 72

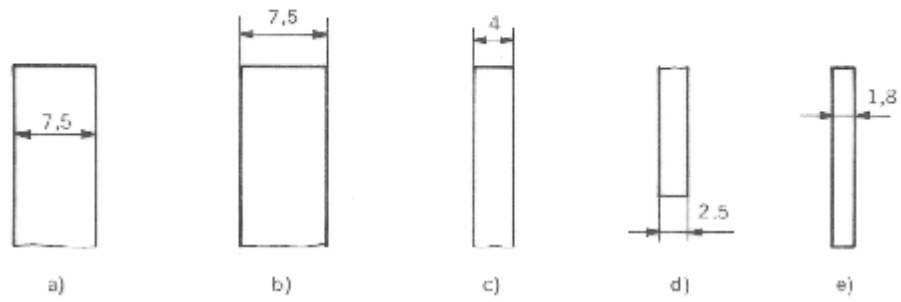


FIGURA 73



FIGURA 74



FIGURA 75

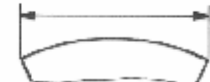


FIGURA 76

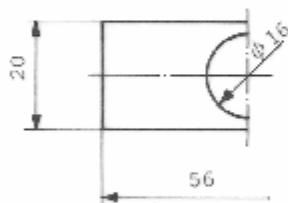


FIGURA 77

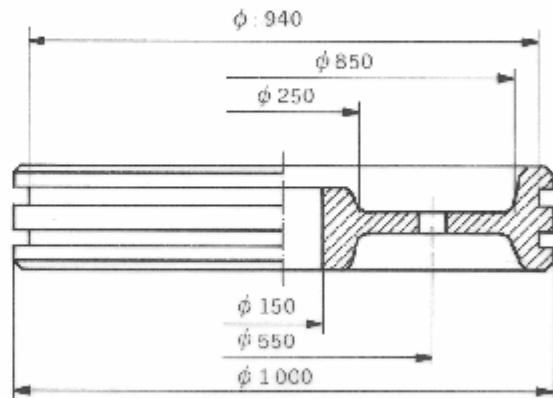


FIGURA 78

4.2.2.5 En vistas o cortes parciales de piezas simétricas, las líneas de cota deberán prolongarse ligeramente más allá del eje de simetría. En este caso irá provista de una sola flecha de cota (ver Fig. 77). En objetos simétricos grandes, especialmente con un gran número de diámetros, las líneas de cota pueden acotarse análogamente (ver Fig. 78).

4.2.2.6 En lo posible, se evitarán acotaciones en las zonas angulares de 30° rayadas, a causa de la posición de lectura desfavorable de las medidas (ver Fig. 79).

4.2.2.7 Las líneas de cota deben ubicarse preferentemente fuera de los contornos del dibujo, a menos que esto no sea posible o cuando sea conveniente ubicarlas dentro del dibujo para economizar espacio, o relacionadas más directamente con los elementos acotados.

4.2.3 *Líneas auxiliares de cota.*

4.2.3.1 Cuando una línea de cota no puede dibujarse entre las aristas de una pieza o cuando razones de claridad lo aconsejen, se trazan líneas auxiliares de cota paralelas entre sí y, por lo general, perpendiculares a la dimensión acotada. Parten del contorno de la pieza y sobrepasan aproximadamente 2 mm a las líneas de cota (ver Fig. 73). Las líneas auxiliares de cota se representan con línea continua fina.

4.2.3.2 Para dimensiones angulares, las líneas auxiliares de cota se trazan prolongando los lados, aristas o contornos que definen el ángulo que se acota (ver Fig. 75).

4.2.3.3 Excepcionalmente, las líneas auxiliares de cota pueden dibujarse a un ángulo, en lo posible de 60°, respecto a la línea de cota, cuando esto favorezca la claridad de la acotación (ver Fig. 80).

4.2.3.4 Cuando las líneas auxiliares de cota se refieren a puntos de intersección, deben extenderse ligeramente más allá de éstos (ver Fig. 81).

4.2.3.5 Las líneas de ejes y aristas de una pieza pueden emplearse como líneas auxiliares de cota. Las líneas de ejes pueden prolongarse en este caso fuera de los contornos de la pieza (ver Fig. 82).

Las líneas auxiliares de cota y líneas de ejes no deben trazarse a continuación de una arista a otra, ni tampoco sacarse fuera para una medida en diversas vistas.

4.2.3.6 Debe evitarse el cruce de líneas auxiliares de cota y líneas de cota. Las cotas parciales deben disponerse en orden creciente y en todo caso éstas se colocarán entre el dibujo y las cotas totales (ver Fig. 83).

4.2.3.7 Si en un dibujo se destacan las aristas o contornos de una pieza con líneas continuas gruesas, las líneas auxiliares de cota se trazarán desde las aristas exteriores para medidas exteriores (ejes) y desde las aristas interiores para medidas interiores (agujeros) (ver Figs. 84, 85, 86).

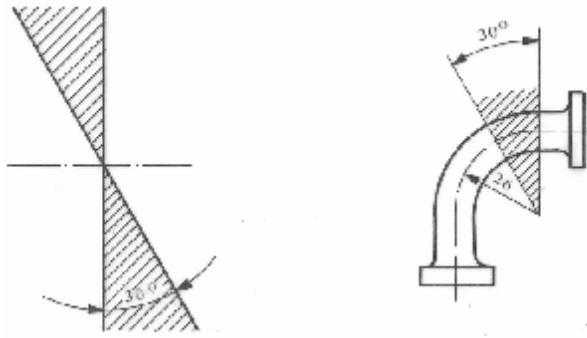


FIGURA 79

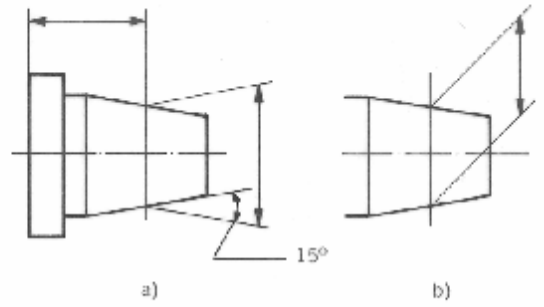


FIGURA 80

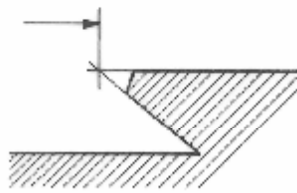


FIGURA 81

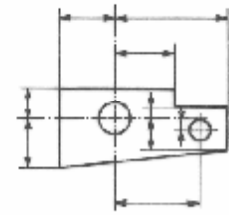


FIGURA 82

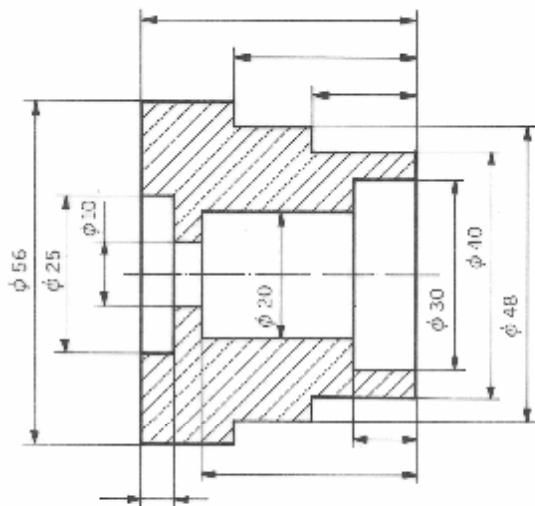


FIGURA 83

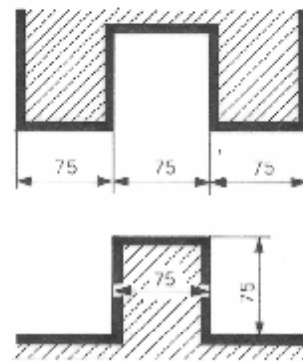


FIGURA 84

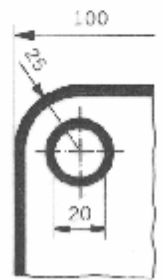


FIGURA 85

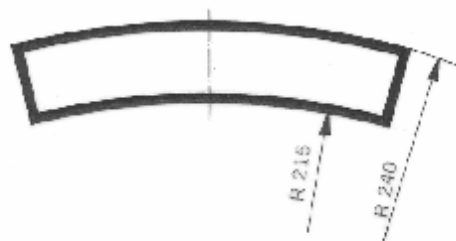


FIGURA 86

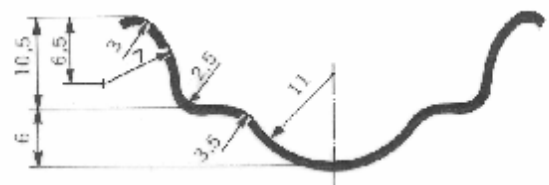


FIGURA 87

Si se traza una línea de cota entre aristas gruesas, debe dejarse un espacio libre en éstas para las flechas de cota (ver Fig. 84). De igual modo se procederá para la acotación de planchas finas, cuya sección se presenta ennegrecida (ver Fig. 87).

4.2.4 Flechas de cota.

4.2.4.1 Los extremos de las líneas de cota se señalarán con flechas, las mismas que están formadas por un triángulo isósceles ennegrecido, cuya relación entre la base y la altura será aproximadamente 1:4 (ver Fig. 88).

El tamaño de las flechas debe ser proporcional al espesor de las líneas del dibujo (ver Fig. 89).

4.2.4.2 Las flechas de cota deben situarse, en lo posible, entre las aristas de la pieza o líneas auxiliares de cota. Si no existe espacio suficiente, las flechas pueden colocarse fuera de las mismas.

Flechas adyacentes pueden reemplazarse por un punto claramente marcado (ver Fig. 90).

4.2.4.3 Las líneas de cota para radios llevan sólo una flecha de cota. Análogamente, las líneas de cota acortadas para diámetros llevan en el arco de circunferencia o su proyección sólo una flecha (ver Fig. 77).

4.2.5 Valor nominal de la cota.

4.2.5.1 El valor nominal de la cota para dimensiones lineales debe expresarse en milímetros, en cuyo caso no es necesario escribir la unidad (mm). Si excepcionalmente se utilizan otras unidades, éstas deberán indicarse junto al valor correspondiente. Para dimensiones angulares, deben indicarse siempre las unidades correspondientes.

4.2.5.2 Para escribir el valor de la cota deben emplearse números normalizados (ver numeral 2.5 Escritura) de tamaño adecuado al dibujo. Estos deben ser, en lo posible, no menores de 3,5 mm, debiendo mantenerse el mismo tamaño dentro de un mismo dibujo.

Se recomienda, cuando existen más de cuatro dígitos a la derecha o izquierda de la coma decimal, separar por un espacio libre cada grupo de tres dígitos contados a partir de la coma decimal, por ejemplo: 12 500; 125,000 5.

4.2.5.3 Los valores numéricos deben situarse:

- a) preferentemente al medio y sobre la línea de cota, y no deben ser separados o cruzados por otras líneas (ver Fig. 91);
- b) desplazados cerca de las flechas de cota, para evitar la superposición de números en grupos de cotas paralelas o cuando las líneas de cota están interrumpidas (ver Fig. 92);
- c) sobre la extensión de la línea de cota y preferentemente al lado derecho, en caso de falta de espacio (ver Fig. 93).

4.2.5.4 Para facilitar su lectura, todos los números y datos de cota deben anotarse de modo que sean legibles desde abajo o desde la derecha del dibujo (ver Figs. 94, 95). Si son inevitables medidas lineales o angulares en los espacios rayados de las Figs. 94 Y 95, éstas deberán ser legibles desde la izquierda.

4.2.5.5 Valores de dimensiones no dibujadas a escala deben ser subrayados (ver Fig. 96), pero no en partes interrumpidas (ver Fig. 97).

Dimensiones auxiliares se escriben entre paréntesis (ver Fig. 98).

4.2.5.6 Las dimensiones teóricas, es decir, aquellas que sirven para localizar un plano teórico en una pieza, se identifican en el dibujo inscribiendo su valor en un recuadro, como se indica en la Fig. 99.

Una dimensión teórica se materializa, generalmente, por un calibre cuya precisión en la mayoría de los casos es muy superior a la precisión de la pieza sobre la que se usa.

4.2.5.7 Aquellas medidas que deben tenerse en cuenta, particularmente en determinaciones de comprobación, se señalarán encuadrándolas según se indica en la Fig. 100. Son inadmisibles círculos para encuadrar.

En los dibujos se explicará la importancia del símbolo, por ejemplo; "las medidas



serán observadas especialmente por el inspector".

4.2.5.8 Valores numéricos como 6, 9, 66, 68, 89, 98 y 99, llevarán a continuación un punto, para evitar posibles confusiones a causa de su posición (ver Fig. 101).

4.2.6 *Tolerancias dimensionales (ver numeral 4.5).*

4.2.7 *Líneas de referencia.*

4.2.7.1 Líneas de referencia usadas para indicar dimensiones, números de piezas, notas, etc. deben ser trazadas oblicuamente con línea continua fina.

Las líneas de referencia llevarán en su extremo una flecha cuando terminen en el contorno de la pieza o en una línea de cota, y un punto cuando terminen dentro del contorno de la pieza (ver Fig. 102 a, b, c).

4.3 Acotación de elementos comunes.

4.3.1 *Acotación de diámetros.*

4.3.1.1 Las cotas de diámetros deberán ir precedidas del símbolo ϕ , cuando éstas no son evidentes en la vista que se representa. El tamaño del símbolo debe ser igual al de los números empleados.

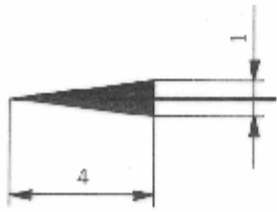


FIGURA 88

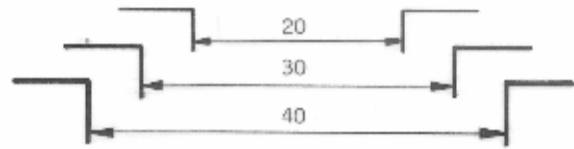


FIGURA 89

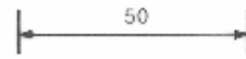


FIGURA 91

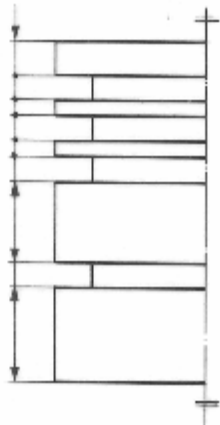


FIGURA 90

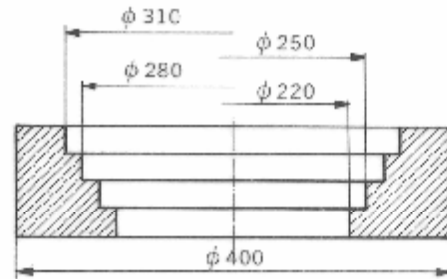


FIGURA 92

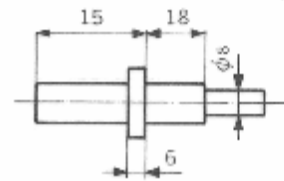


FIGURA 93

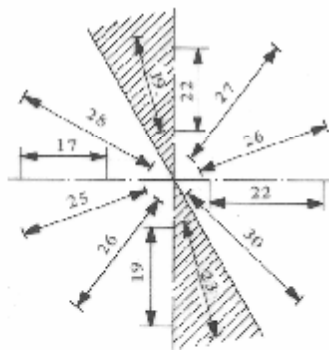


FIGURA 94

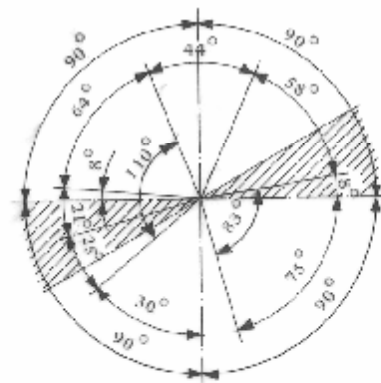


FIGURA 95

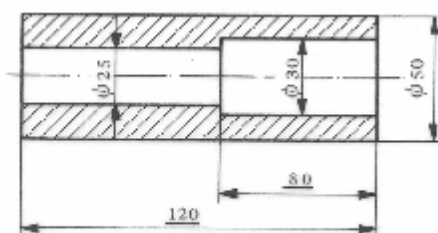


FIGURA 96

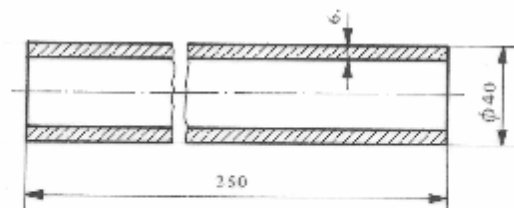


FIGURA 97

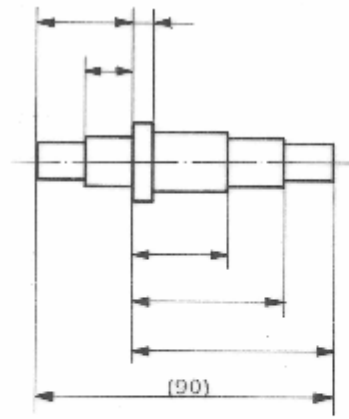


FIGURA 98

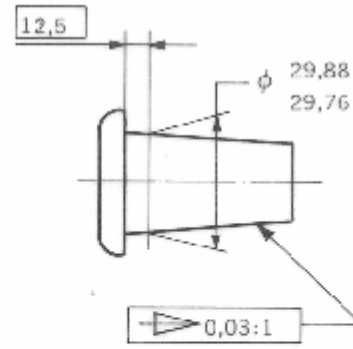


FIGURA 99

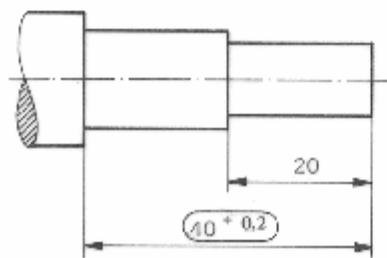


FIGURA 100

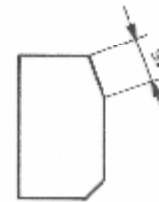
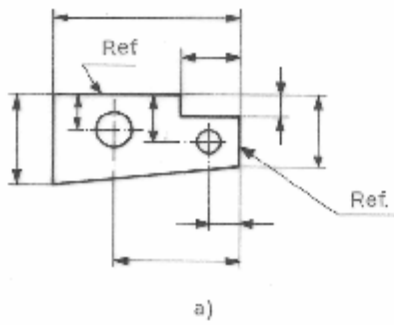
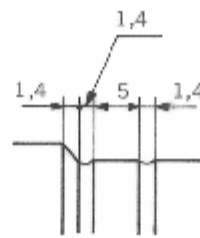


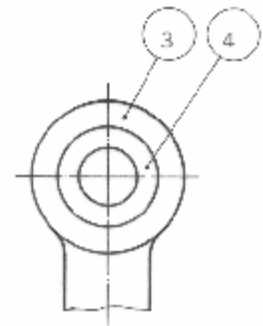
FIGURA 101



a)



b)



c)

FIGURA 102

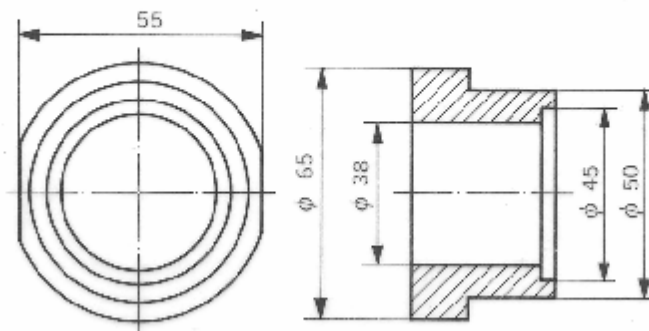


FIGURA 103

4.3.1.2 Las cotas de diámetros deben ser localizadas en la vista más apropiada para asegurar la claridad, como en el ejemplo de la Fig. 103, donde se acotan los diámetros en la vista longitudinal antes que en la vista de frente, consistente de un número de círculos concéntricos.

4.3.1.3 Para economizar espacio en vistas de piezas interrumpidas, puede dibujarse con una sola flecha de cota, según las Figs. 104 a, b.

4.3.1.4 Los diámetros de círculos pueden acotarse por uno de los métodos de la Fig. 105.

4.3.1.5 Los diámetros de esferas se acotan anteponiendo al diámetro la palabra esfera o su abreviatura "esf." (ver Fig. 106).

4.3.2 *Acotación de radios.*

4.3.2.1 Las cotas de radios deberán ir presididas del símbolo R, cuando éstas no son evidentes en la vista que se representa. La letra R será del mismo tamaño de los números empleados. Las líneas de cota llevarán una sola flecha de cota junto al arco de circunferencia y su centro debe señalarse con una cruz de ejes, un círculo pequeño o un punto.

Los valores numéricos pueden disponerse sobre la prolongación de la línea de cota. Esta prolongación puede ser quebrada para escribir horizontalmente los valores (ver Figs. 107 y 108).

4.3.2.2 Radios pequeños se acotan según la Fig. 109.

4.3.2.3 Radios grandes, cuyo centro no interesa indicar, se trazan con línea de cota parcial, pero siempre en dirección al centro omitido (ver Fig. 110).

4.3.2.4 Radios grandes, cuyo centro esté fuera de los límites del dibujo, e interese indicarlo, se trazan con línea de cota quebrada en ángulo recto, y su origen debe indicarse sobre la línea auxiliar de cota que pase por dicho centro (ver Figs. 111, 112).

4.3.2.5 Si se han de disponer muchos radios a partir de un mismo centro, no es necesario trazar las líneas de cota hasta dicho centro, sino solamente hasta un arco de circunferencia auxiliar pequeño (ver Fig. 113).

4.3.2.6 Cuando por razones de claridad sea conveniente que la flecha de cota no toque el arco cuyo radio se indica, deberá prolongarse el arco con línea continua fina o línea de ejes, según sea el caso (ver Fig. 113).

4.3.2.7 Los radios de superficies esféricas se acotan anteponiendo al radio la palabra esfera o su abreviatura "esf." (ver Fig. 106).

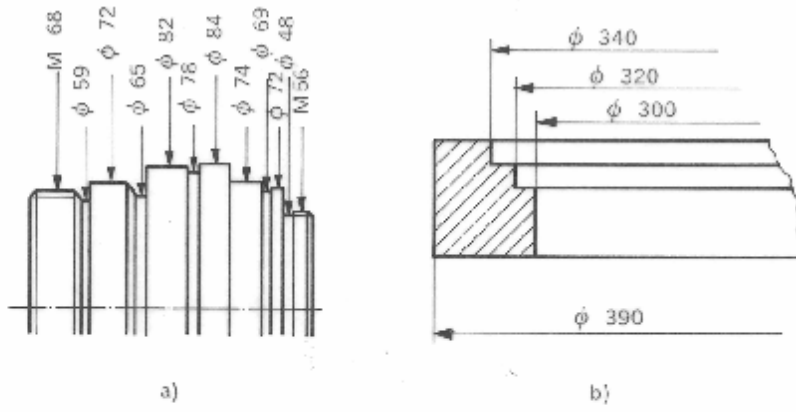


FIGURA 104

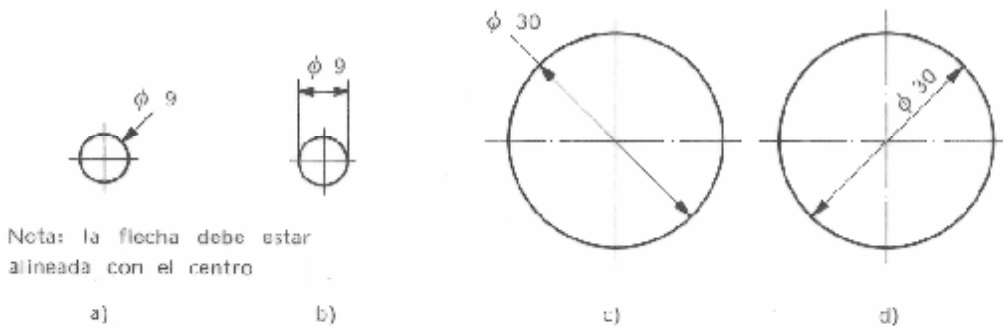


FIGURA 105

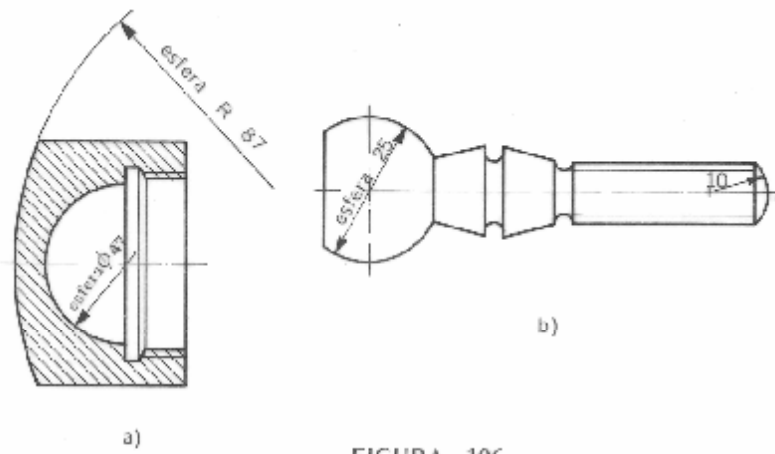


FIGURA 106

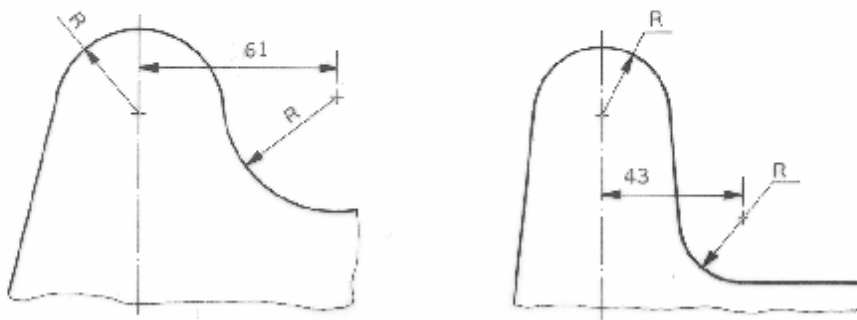


FIGURA 107

FIGURA 108



FIGURA 109

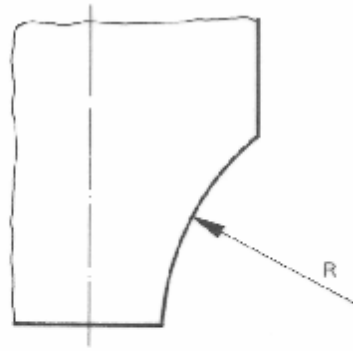


FIGURA 110



FIGURA 111

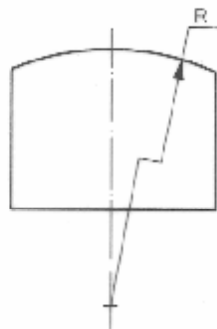


FIGURA 112

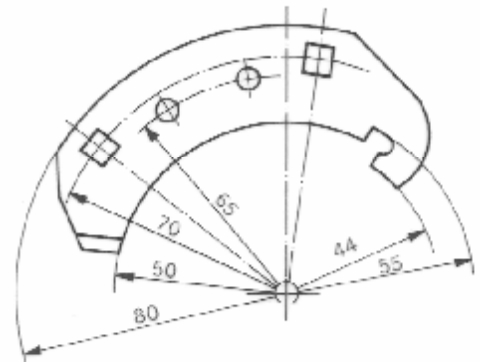


FIGURA 113

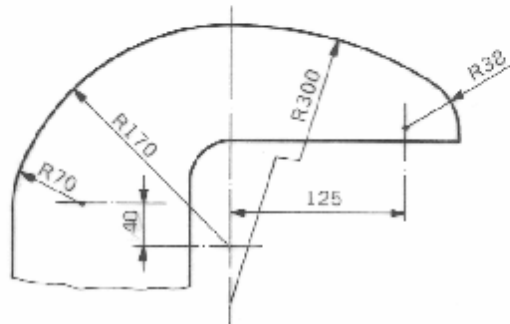


FIGURA 114

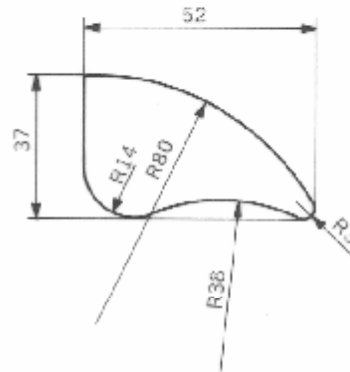


FIGURA 115

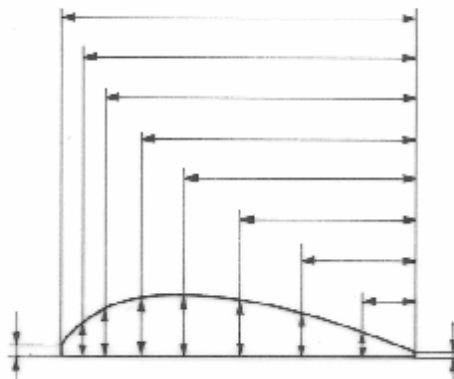


FIGURA 116

4.3.3 Acotación de perfiles y superficies curvas.

4.3.3.1 Una curva compuesta por diversos arcos debe acotarse preferentemente por medio de los radios y las posiciones de sus centros o las tangentes de los arcos según se indica en las Figs. 114 y 115.

4.3.3.2 En caso que el método anterior resulte impracticable, deberá utilizarse el método de acotación por coordenadas, las que deben ser suficientemente estrechas para reducir las posibles desviaciones de la curva a un nivel razonable (ver Fig. 116). Las coordenadas pueden indicarse en forma tabular.

4.3.4 Acotación de ángulos.

4.3.4.1 La línea de cota para ángulos es un arco trazado con su centro en el vértice del ángulo y cuyas flechas de cota terminan en los lados del ángulo o sus prolongaciones (ver Fig. 117, a, b, c, d).


4.3.4.2 Los valores de ángulos deben disponerse preferentemente según lo indicado en la Fig. 117.

En ciertos casos, los valores de ángulos pueden disponerse horizontalmente, si esto mejora la claridad de la representación.

4.3.5 Acotación de cuerdas.

4.3.5.1 La acotación de una cuerda se realiza mediante una línea de cota paralela a la cuerda, según se indica en la Fig. 118.

4.3.6 Acotación de arcos.

4.3.6.1 Las medidas de arcos se identifican con el símbolo  dispuesto sobre el valor de la cota.

4.3.6.2 En la acotación de longitudes de arco con el ángulo central menor o igual a 90° , se sacan fuera las líneas auxiliares de cota paralelamente a las bisectrices y las líneas de cota se trazan como arcos concéntricos (ver Fig. 119).

4.3.6.3 Para arcos con ángulo central mayor a 90° , se trazan las líneas de cota como arcos concéntricos limitados por las líneas auxiliares de cota que pasan por el centro del arco. En caso de existir varios arcos en la representación, se deberá indicar con una línea de referencia el arco al que corresponde la dimensión (ver Fig. 120).

4.3.6.4 Al acotar la distancia entre agujeros u otros elementos en una superficie circular, debe ponerse cuidado en indicar claramente la superficie a la que corresponde la dimensión (exterior, interior) y si ésta se refiere a una cuerda o un arco (ver Fig. 121 a, b).

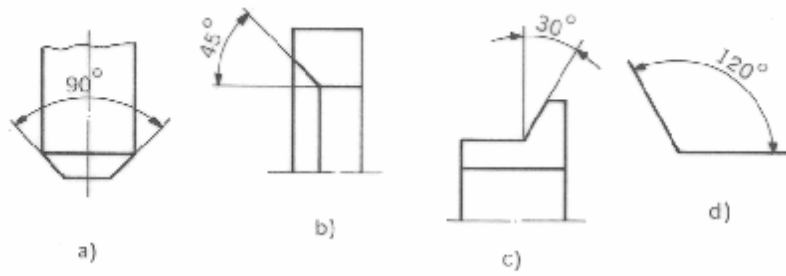


FIGURA 117

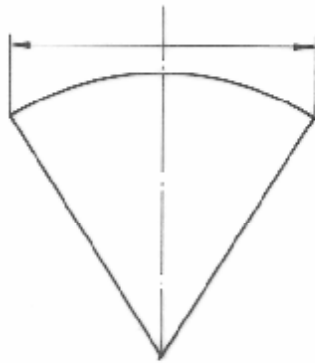


FIGURA 118

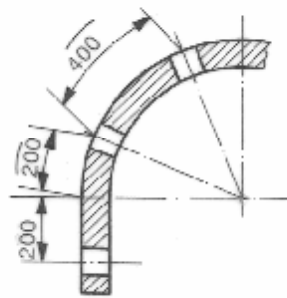


FIGURA 119

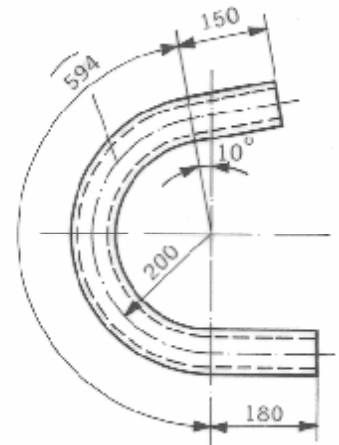
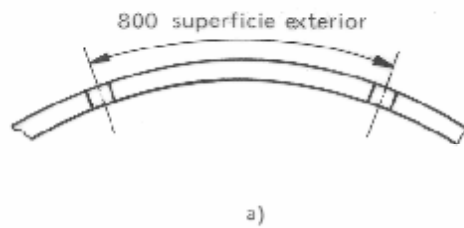
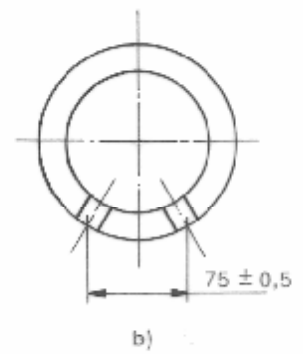


FIGURA 120

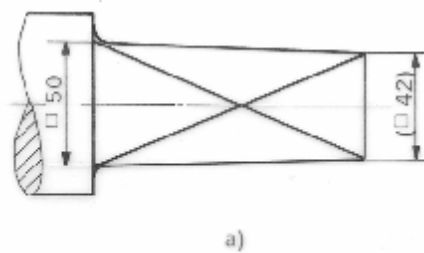


a)

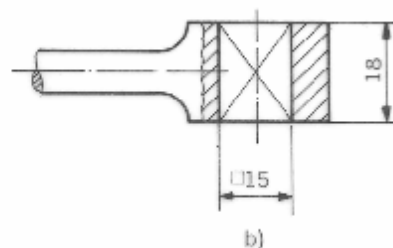


b)

FIGURA 121



a)



b)

FIGURA 122

4.3.7 Acotación de cuadrados.

4.3.7.1 El símbolo de cuadrado o deberá anteponerse a la medida de una forma cuadrada, cuando ésta no sea evidente a la vista que se representa (ver Fig. 122). El tamaño del símbolo de cuadrado debe ser igual al de las letras minúsculas utilizadas. Se preferirá, sin embargo, la acotación en la vista donde se proyecta el cuadrado.

4.3.8 Acotación de elementos cónicos (conos, pendientes).

4.3.8.1 Las definiciones y símbolos para conicidad y pendiente, se indican a continuación:

- Conicidad es la relación entre la diferencia de los diámetros o anchos de dos secciones de un cono y la distancia entre ellas, esto es, según la Fig. 123:

$$\text{Conicidad } C = \frac{D-d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$

El símbolo de conicidad, cuya dirección debe coincidir con el cono correspondiente, es:



- Pendiente es la inclinación de una superficie, arista o contorno de una pieza expresada como la relación entre la diferencia de las alturas tomadas a una distancia específica entre ellas y esa distancia, esto es, según la Fig. 124:

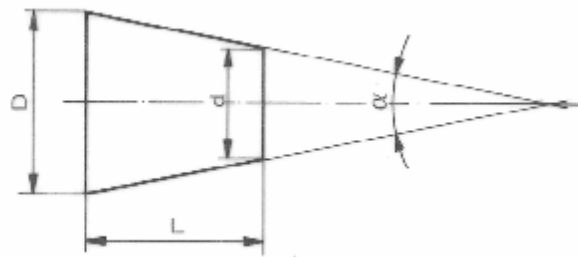
$$\text{Pendiente } P = \frac{H-h}{L} = \tan \beta$$

El símbolo de una pendiente, cuya dirección debe coincidir con la representación, es:



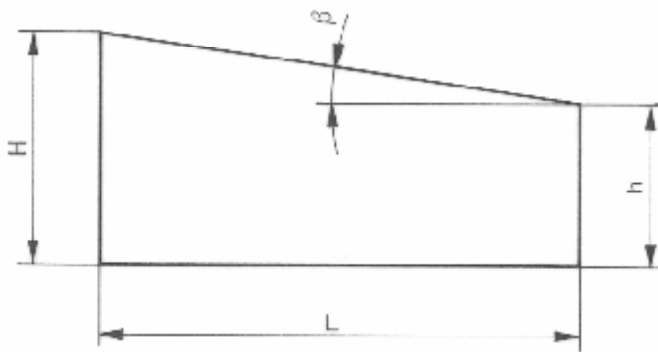
4.3.8.2 Para definir el tamaño y forma de un elemento combinación adecuada las siguientes dimensiones:

- la conicidad, sea expresada como relación o por el ángulo correspondiente, por ejemplo: 0,3 rad; 35°; 1:5; 20%;
- el diámetro (o ancho) en el extremo mayor;
- el diámetro (o ancho) en el extremo menor;
- el diámetro (o ancho) de una sección escogida dentro o fuera del cono;
- la dimensión que localiza el plano de corte en el que se especifica el diámetro o el ángulo de la sección;
- la longitud del cono.



Conicidad $C = \frac{D-d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2}$

FIGURA 123



Pendiente = $\frac{H-h}{L} = \tan \beta$

FIGURA 124

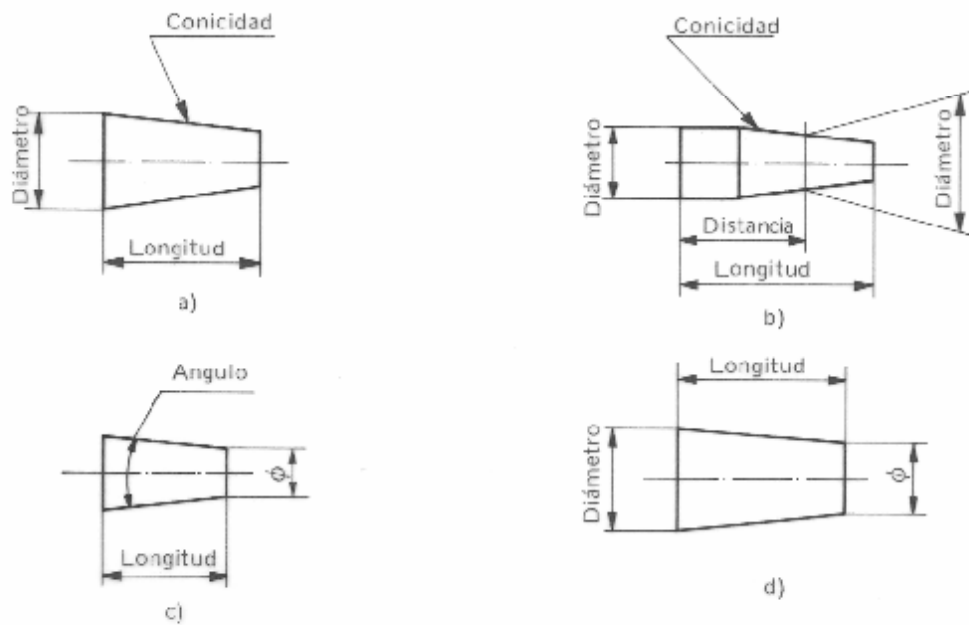


FIGURA 125

La figura 125 muestra algunas combinaciones típicas de dimensiones para la acotación de elementos cónicos.

4.3.8.3 Solamente deben especificarse las dimensiones necesarias. Sin embargo, pueden indicarse dimensiones adicionales como dimensiones auxiliares entre paréntesis para información, tal es el caso del semiángulo de conicidad para facilitar el ajuste de la máquina de mecanizado (ver Fig. 126).

4.3.8.4 La conicidad se indica por la palabra "conicidad" o por el símbolo correspondiente, seguido por el valor de la misma, expresado como relación, decimal o porcentaje (ver Figs. 126, 127).

4.3.8.5 La pendiente se indica por la palabra "pendiente" o el símbolo correspondiente seguidos por el valor de la inclinación, expresado como relación, decimal o porcentaje.

La anotación de la pendiente, en caso que ésta se exprese con la palabra, deberá ser paralela al elemento inclinado (ver Figs. 128 y 129).

4.3.8.6 En muchos casos, para la acotación de un cono, debe tenerse en cuenta el método de comprobación empleado.

Tanto en el cono exterior como en el interior, se señala la posición del calibre con línea fina de segmentos; se indica la distancia con su correspondiente tolerancia del diámetro máximo del calibre al plano de referencia escogido (ver Figs. 130, 131).

4.3.8.7 Si un diámetro del cono debe tener una posición determinada respecto a un plano de referencia que no coincida con una arista de la pieza, esta distancia debe indicarse con la tolerancia respectiva (ver Fig. 132).

4.3.8.8 Cuando se trata de acotar un cono de una serie normalizada, en particular, conos morse o métricos, es suficiente indicar la serie y número correspondientes, por ejemplo: cono serie métrica No. 4.

4.3.9 *Acotación para chaveteros.*

4.3.9.1 Los chaveteros para lengüetas de ajuste y chavetas en ejes cilíndricos y agujeros se acotan según las Figs. 133, 134 y 135.

4.3.9.2 En la vista superior de chaveteros, es suficiente la acotación de la longitud y anchura (ver Fig. 136).

4.3.9.3 Si el fondo del chavetero es paralelo a una generatriz inclinada, se acotará la profundidad según la Fig. 137.

4.3.9.4 Para chaveteros en cuña, se indicará la dirección de la pendiente que corresponda a la dirección de introducción de la chaveta (ver Fig. 138).

4.3.9.5 El fondo de un chavetero se acotará según la Fig. 139, cuando éste sea paralelo a la generatriz inclinada de un agujero de cubo cónico.

4.3.9.6 Para extremos de ejes cónicos, el fondo del chavetero paralelo al eje del cono se acotará preferentemente desde la superficie cilíndrica más próxima a la generatriz (ver Fig. 140 a). Para esto se tomará en cuenta, si es el caso, la tolerancia del diámetro del cilindro. En caso contrario, se acotará el fondo del chavetero desde el eje (ver Fig. 140 b).

4.3.9.7 El fondo de un chavetero paralelo al eje del cono en un agujero de cubo cónico se acota según la Fig. 141.

4.3.10 *Acotación de chaflanes o biseles.*

4.3.10.1 Los chaflanes o biseles de 45° deben acotarse según uno de los métodos indicados en la Fig. 142. La Fig. 143 indica la forma de acotar chaflanes con un ángulo distinto de 45°.

4.3.11 *Acotación de avellanados, abocardados y fresados.*

4.3.11.1 Los avellanados de rosca, en general, no se dibujan ni acotan, ya que en la preparación de agujeros roscados son, en su mayoría, desbastados y avellanados hasta el diámetro exterior de la rosca.

Si es necesario acotar el avellanado, se indicarán ángulo y profundidad del avellanado o ángulo y diámetro del avellanado, según los ejemplos de la Fig. 144.

4.3.11.2 Abocardados de fondo plano y fresados para proporcionar una superficie plana de apoyo (a tuercas, cabezas de perno, etc.) se acotan en la forma indicada en las Figs. 145 y 146.

4.3.12 *Acotación de roscas.*

4.3.12.1 Para la acotación de roscas normalizadas se emplearán las designaciones establecidas en las normas correspondientes (ver Fig. 147).

4.3.12.2 Roscas sin normalizar, en casos excepcionales, deben incluir todos los datos necesarios para su fabricación (ver Fig. 148).

4.3.12.3 Para la acotación de longitudes de rosca debe tenerse en cuenta que esta dimensión designa siempre la longitud de rosca útil exterior o interior.

4.3.12.4 La salida de rosca no se indica, por lo general, en el dibujo, ya que la misma se encuentra fuera de la cota de longitud de rosca, es decir, fuera de la línea gruesa de terminación (ver Figs. 149, 150). Sólo se dibuja y acota cuando sea necesario en casos especiales (ver Fig. 151).

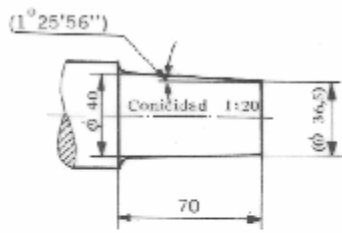


FIGURA 126

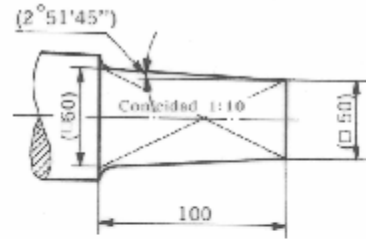


FIGURA 127

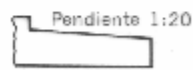


FIGURA 128

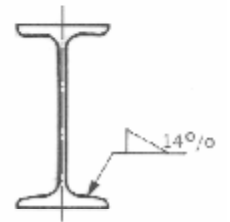


FIGURA 129

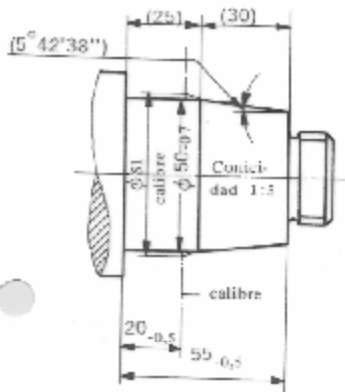


FIGURA 130

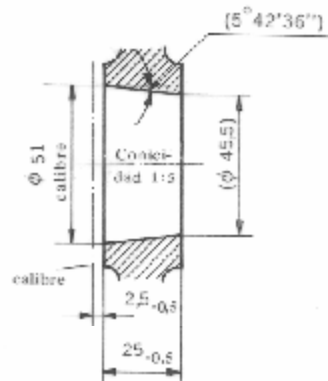


FIGURA 131

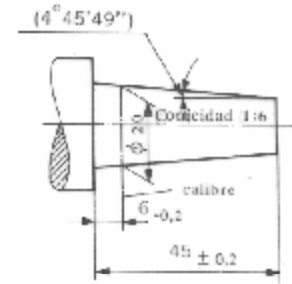


FIGURA 132

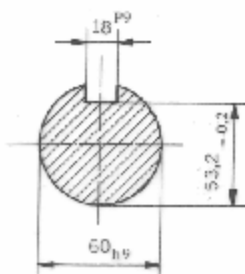


FIGURA 133

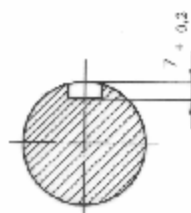


FIGURA 134

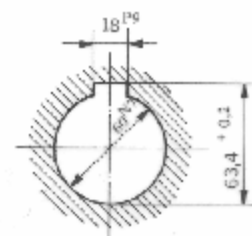


FIGURA 135

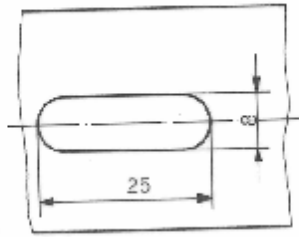


FIGURA 136

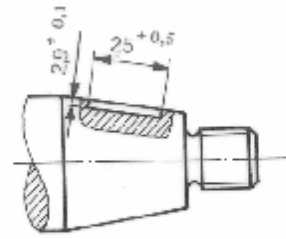


FIGURA 137

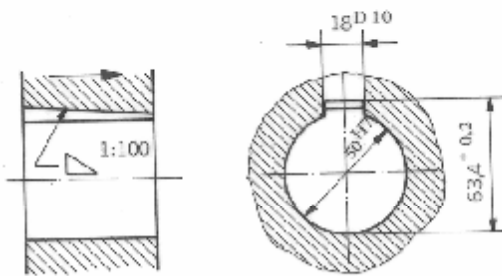


FIGURA 138

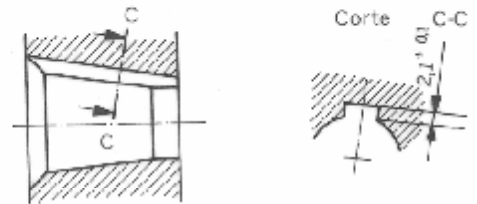


FIGURA 139

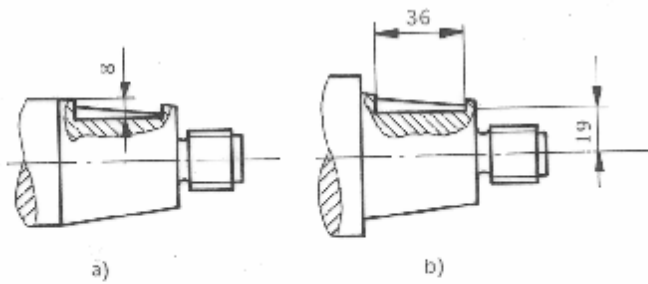


FIGURA 140

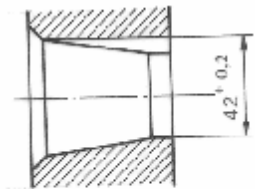


FIGURA 141

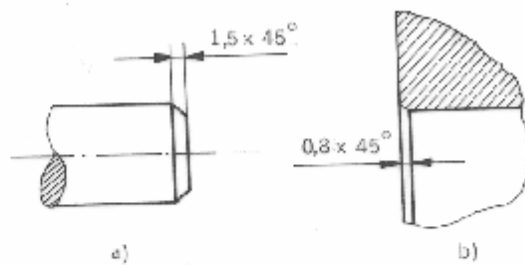


FIGURA 142

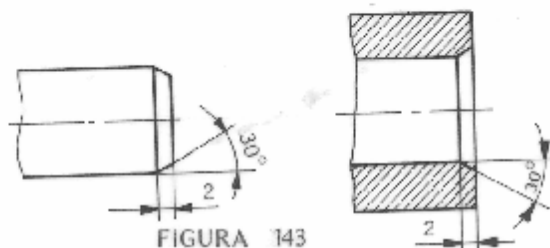
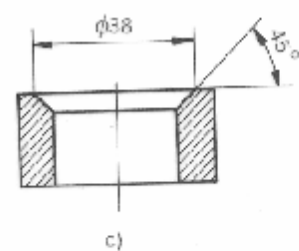


FIGURA 143

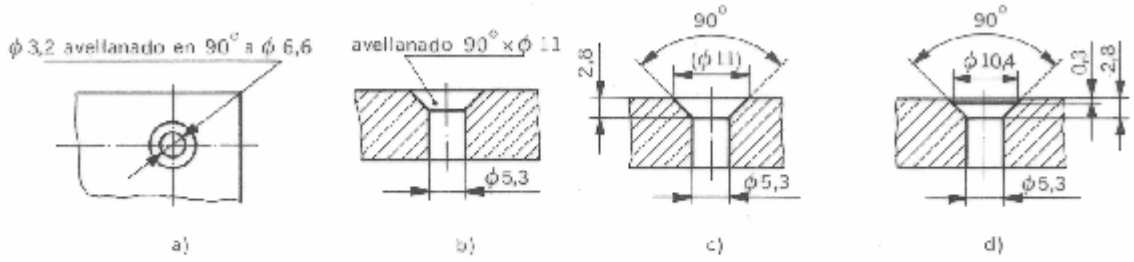


FIGURA 144

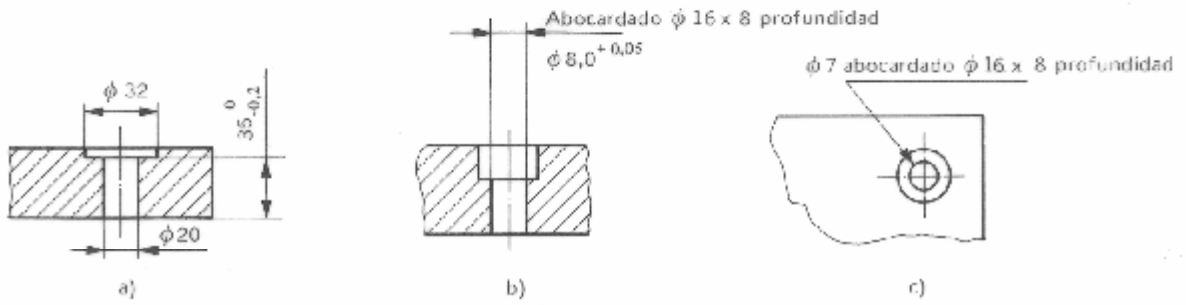


FIGURA 145

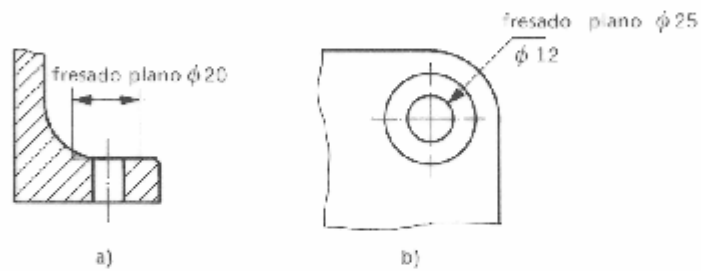


FIGURA 146

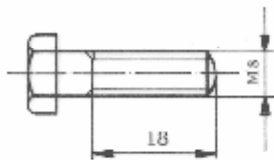


FIGURA 147

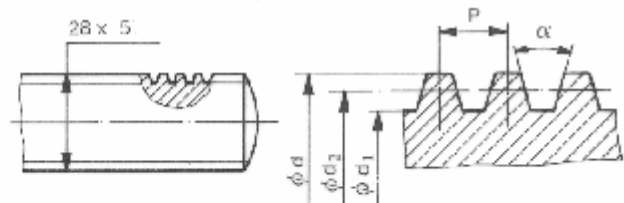


FIGURA 148

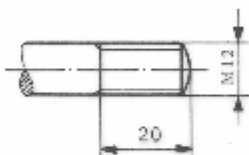


FIGURA 149

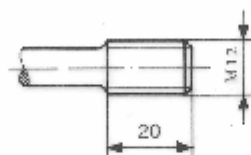


FIGURA 150

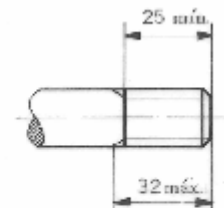


FIGURA 151

4.3.12.5 Los extremos de rosca se acotarán de modo que el extremo biselado o redondeado quede dentro de la longitud de rosca (ver Figs. 152, 153). La forma y dimensiones de los extremos de rosca están especificadas en las normas respectivas.

4.3.12.6 Para espárragos roscados, se cuenta la salida de rosca del extremo para atornillar dentro de la longitud de rosca útil, de modo que en este caso, el límite de la salida de la rosca es también la limitación de la rosca (ver Fig. 154).

4.3.12.7 Espárragos con ranura se acotan según la Fig. 155.

4.3.12.8 La acotación de acanaladuras, ranuras y gargantas de rosca, en caso que no estén normalizadas, se efectuará según lo indicado en las Figs. 156, 157 y 158, en detalles dibujados a mayor escala.

4.3.12.9 Las roscas izquierdas se indicarán añadiendo a la designación de la rosca la palabra "izquierda" o su abreviatura (ver Fig. 159).

4.3.12.10 Los agujeros ciegos rascados para roscas abiertas por mecanizado se representan y acotan, en general, según la Fig. 160, o sea, se indica la profundidad del agujero del núcleo y la longitud de rosca útil sin salida.

4.3.12.11 Los agujeros ciegos rascados para roscas prensadas o inyectadas se representan y acotan según la Fig. 161.

4.3.12.12 La representación de roscas internas se realiza según las Figs. 162, 163, 164 y 165.

4.3.12.13 Agujeros rascados en una plancha se acotan según las Figs. 166 y 167.

4.3.13 *Acotación de agujeros.*

4.3.13.1 La acotación de agujeros se realizará considerando la clase y medios de fabricación.

La acotación puede realizarse desde los planos de referencia (aristas de la pieza en las Figs. 168 y 169) o desde las líneas de ejes (agujeros superior izquierdo) en la Fig. 170.

El espesor de la plancha puede indicarse sobre la superficie de la misma, o por falta de espacio, junto a la vista.

4.3.13.2 El tamaño de los agujeros se indica generalmente según la Fig. 171. La profundidad del agujero, cuando se indica como nota, se refiere siempre a la profundidad de la parte cilíndrica del agujero.

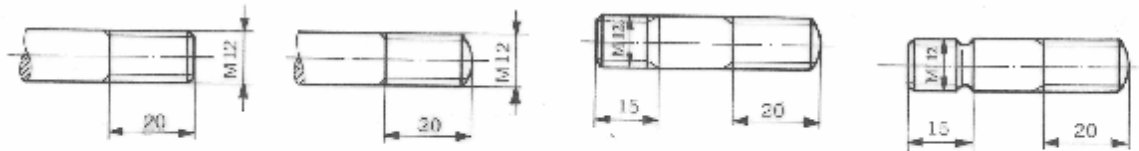


FIGURA 152

FIGURA 153

FIGURA 154

FIGURA 155

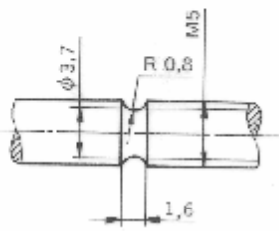


FIGURA 156

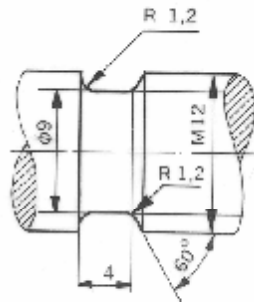


FIGURA 157

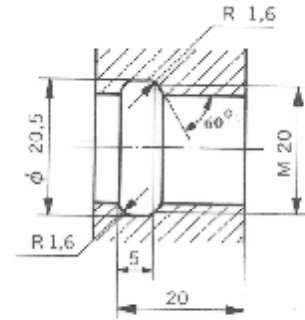


FIGURA 158

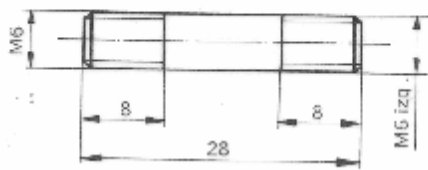


FIGURA 159

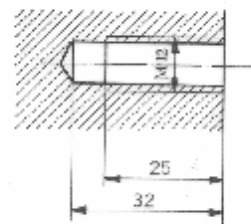


FIGURA 160

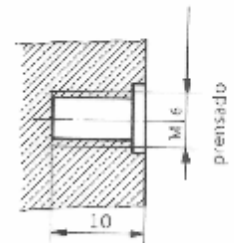


FIGURA 161

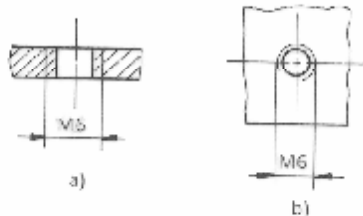


FIGURA 162

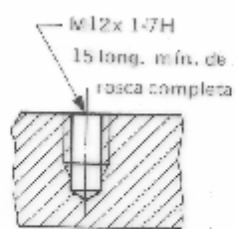


FIGURA 164

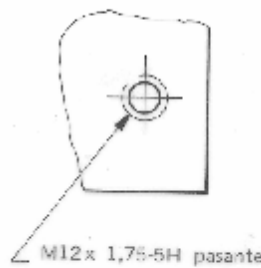


FIGURA 165

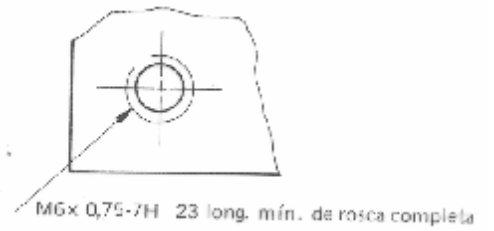


FIGURA 163

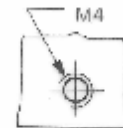


FIGURA 166

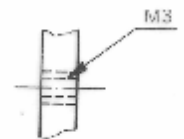


FIGURA 167

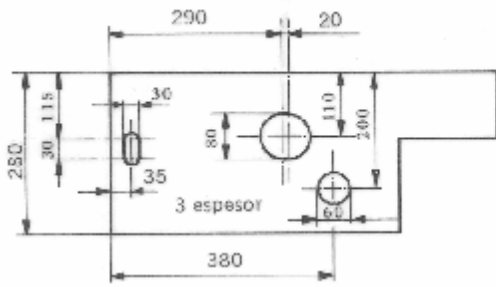


FIGURA 168

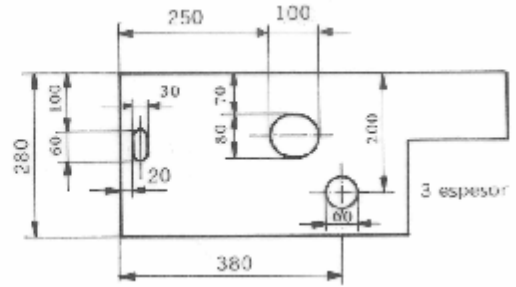


FIGURA 169

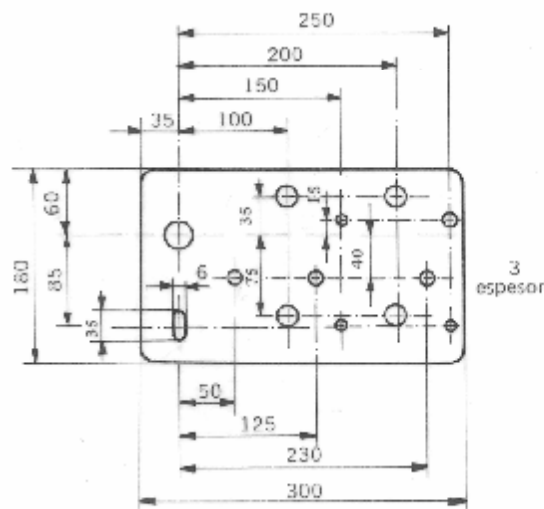


FIGURA 170

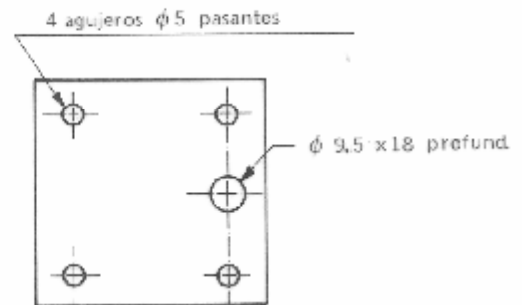


FIGURA 171 a)

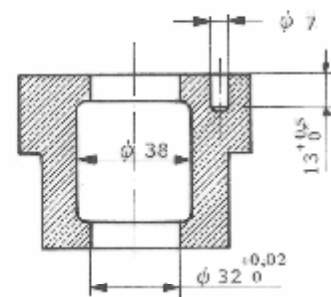


FIGURA 171 b)

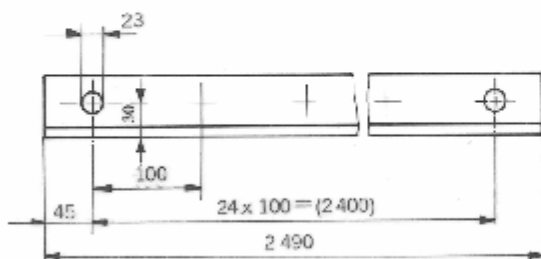


FIGURA 172

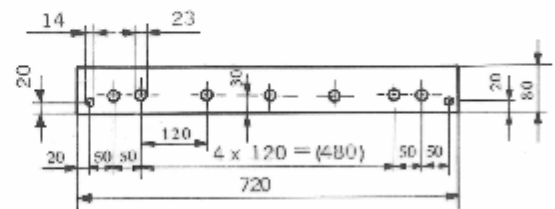


FIGURA 173

4.3.14 *Acotación de divisiones.*

4.3.14.1 Como divisiones se consideran distancias entre centros sucesivos, una tras otra, y que se encuentran sobre una recta o un arco de circunferencia.

4.3.14.2 Para divisiones iguales sobre una recta, las series largas de cotas pueden simplificarse según se indica en las Figs. 172 y 173.

La medida para la primera distancia entre centros de agujeros, anotada junto a la medida del producto de las divisiones, debe facilitar la vista general.

4.3.14.3 Divisiones para series de perforaciones rectangulares, chaveteros, etc., se acotan de arista a arista (ver Fig. 174).

4.3.14.4 Cuando sea necesario acotar distancias entre centros de agujeros a partir de un plano de referencia, puede emplearse la acotación simplificada que se indica en la Fig. 175. El principio de la acotación se señala claramente con un punto.

4.3.14.5 Para divisiones de circunferencia en grados pueden emplearse cotas alineadas juntas (ver Fig. 176) o series de cotas cerradas (ver Fig. 177).

Para cotas alineadas juntas se señala el principio de la acotación con un punto.

4.3.14.6 Para indicar la posición de centros de agujeros sobre una circunferencia, se acota de acuerdo a la Fig. 178 para agujeros espaciados equidistantemente y según la Fig. 179 para agujeros espaciados desigualmente.

4.3.14.7 Otra clase de acotación de divisiones de circunferencia aplicable a sectores de cualquier tamaño se indica en las Figs. 180 y 181.

4.3.14.8 La posición de centros de agujeros sobre una circunferencia puede acotarse también por medio de coordenadas cartesianas (ver Fig. 182).

4.3.15 *Indicaciones especiales.*

4.3.15.1 Cuando es necesario indicar que una superficie o una zona de ésta debe recibir un tratamiento adicional, que sea aplicado dentro de ciertos límites especificados en el dibujo, estos límites se definen por una línea gruesa de segmentos paralela a la superficie en cuestión ya corta distancia de ésta con las cotas correspondientes (ver Fig. 183).

4.3.15.2 Si la localización y extensión de la superficie a ser tratada se desprende claramente del dibujo, no es necesario acotarla (ver Fig. 184).

4.4 Métodos para acotar.

4.4.1 Acotación en cadena.

4.4.1.1 La acotación en cadena (ver Fig. 185) debe usarse solamente en caso que la posible acumulación de tolerancias no ponga en peligro los requisitos funcionales de la pieza.

4.4.1.2 Ejemplos de la acotación en cadena se indican en las Figs. 186, 187 y 188. En la pieza cilíndrica de la Fig. 187, las medidas exteriores están acotadas en la parte superior, en tanto que las medidas interiores se han dispuesto en la parte inferior.

En el eje de transmisión de la Fig. 188, las cotas de la parte superior se refieren a las longitudes de los diversos diámetros, mientras que las cotas de la parte inferior se refieren a la ubicación de chiveteros y detalles.

4.4.2 Acotación en paralelo.

4.4.2.1 La acotación en paralelo se refiere a varias dimensiones en la misma dirección, que tienen un elemento de referencia común (ver Figs. 189 y 190).

4.4.2.2 Ejemplos de la acotación en paralelo se indican en las Figs. 170 y 191. En la Fig. 170, el elemento de referencia común es el centro del agujero superior izquierdo; en la Fig. 191, las aristas izquierda e inferior de la pieza.

4.4.3 Acotación combinada.

4.4.3.1 La acotación combinada es la aplicación simultánea de los métodos de acotación en cadena y en paralelo, en forma independiente (ver Fig. 192).

4.4.3.2 Es recomendable que las dimensiones de una pieza se dispongan de tal modo que aquellas dimensiones de partes maquinadas en un mismo proceso estén agrupadas (ver Fig. 193).

4.4.3.3 Cuando se dibujan varias piezas ensambladas, los grupos de dimensiones relacionadas a cada pieza deben separarse tanto como sea posible (ver Fig. 194).

4.4.4 Acotación progresiva.

4.4.4.1 La acotación progresiva se utiliza para simplificar la indicación de cotas, cuando no existe riesgo de confusión.

El elemento de referencia se indica por un punto y el valor cero y los valores de las cotas se sitúan a la altura de las líneas auxiliares de cota (ver Figs. 195 y 196).

4.4.5 Acotación por coordenadas.

4.4.5.1 En caso necesario y con el objeto de simplificar cierto tipo de acotación, puede indicarse la posición de los diferentes elementos en una pieza, mediante coordenadas agrupadas en una tabla adjunta a la representación (ver Fig. 197).

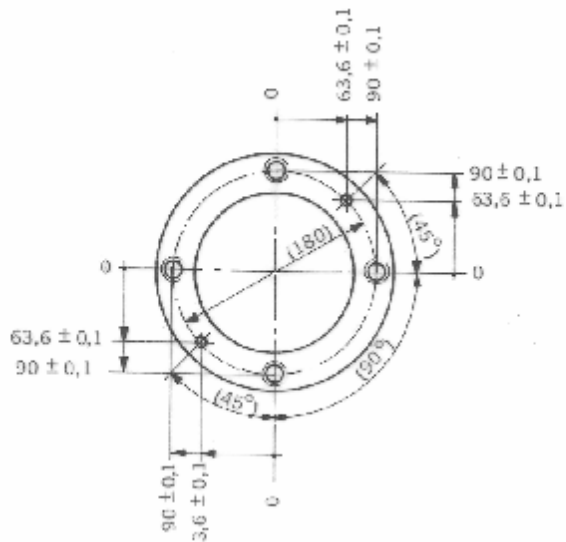


FIGURA 182

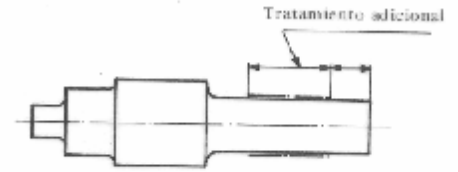


FIGURA 183



FIGURA 184

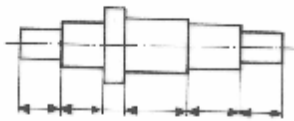


FIGURA 185

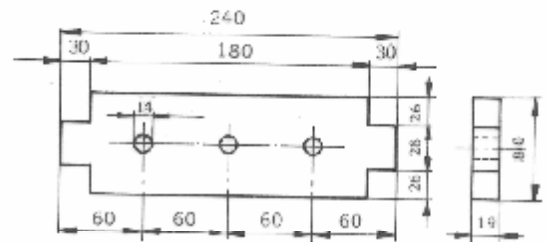


FIGURA 186

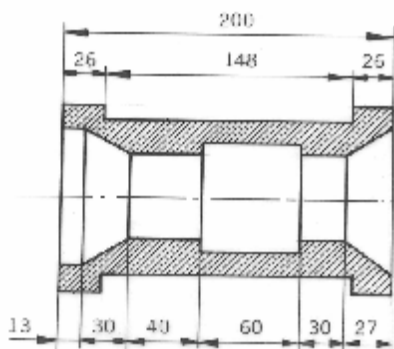


FIGURA 187

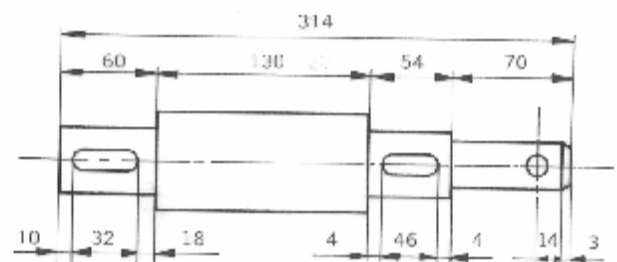


FIGURA 188

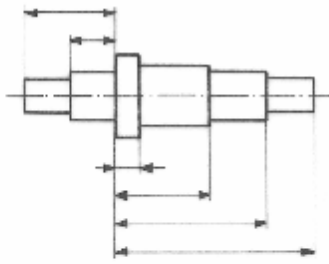


FIGURA 189

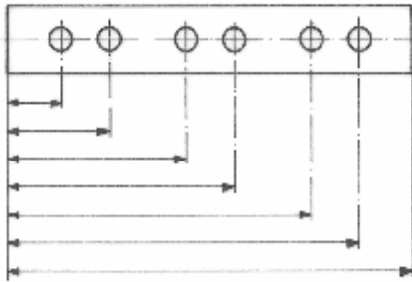


FIGURA 190

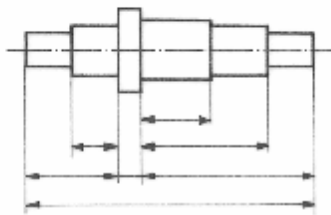


FIGURA 192

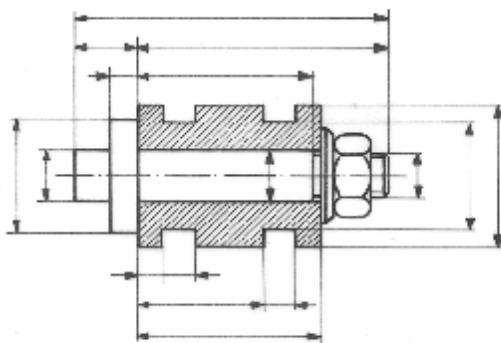


FIGURA 194

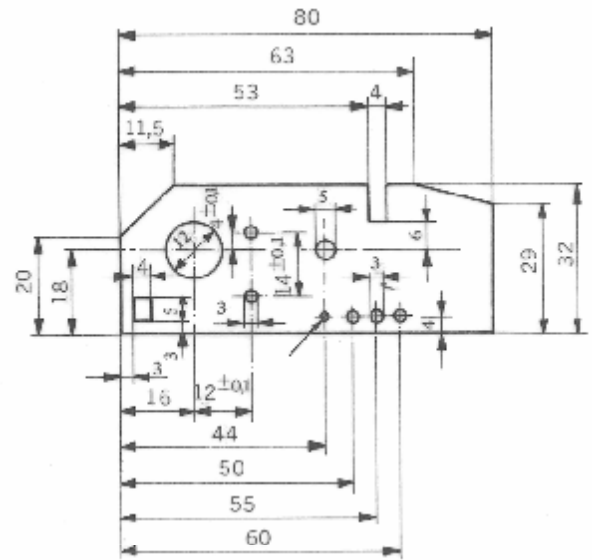


FIGURA 191

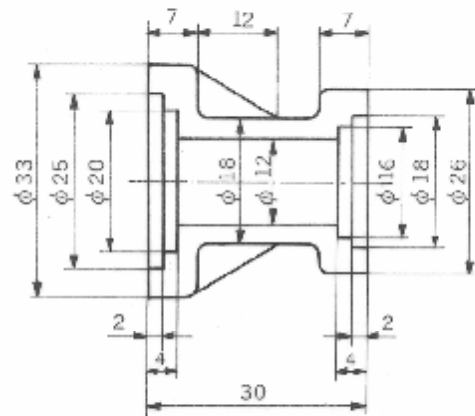


FIGURA 193

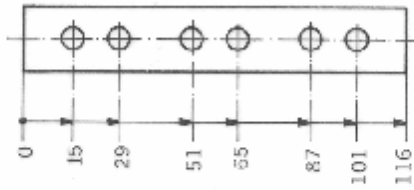


FIGURA 195

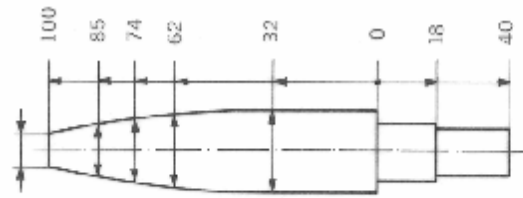
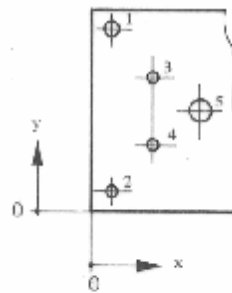
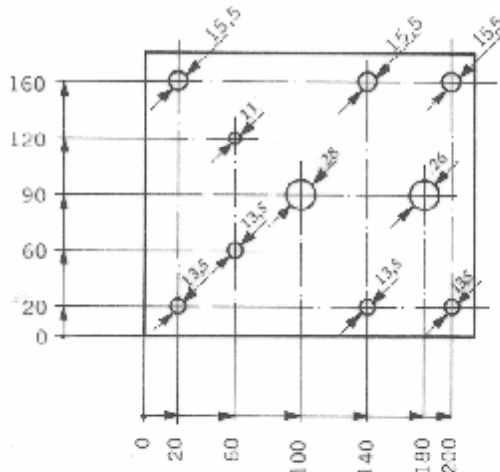
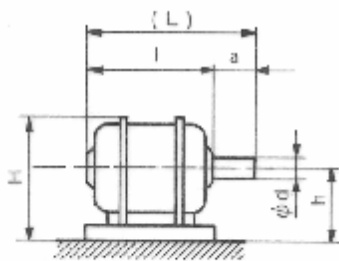


FIGURA 196



	1	2	3	4	5
x	20	20	60	60	100
y	160	20	120	60	90
ϕ	15,5	13,5	11	13,5	7,6

FIGURA 197



Tipo	H	h	ϕd	L	l	a
I	300	175	25	480	400	80
II	350	200	25	530	450	80
III	400	240	32	600	500	100
IV	450	260	32	670	570	100
V	500	290	38	720	600	120
VI	550	310	38	790	670	120

FIGURA 198

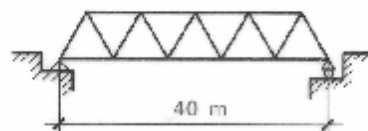


FIGURA 199

4.4.6 Acotación tabulada.

4.4.6.1 Para indicar las dimensiones de series de piezas o productos homólogos, es conveniente acotar una sola representación e identificar las dimensiones por literales en vez de valores. En una tabla junto al dibujo se indican los valores correspondientes (ver Fig. 198).

4.4.7 Acotación en perspectivas.

4.4.7.1 Para la acotación en perspectivas, las líneas de cota y auxiliares de cota deberán trazarse paralelas o perpendiculares a los contornos de la pieza (ver Figs. 15,16, 18 y 19).

4.4.8 Acotación de estructuras metálicas.

4.4.8.1 Como en el caso general, las dimensiones se indicarán en milímetros. En casos especiales, en que se utilicen unidades diferentes, deberá indicarse la unidad diferente. Por ejemplo: m (ver Fig. 199).

4.4.8.2 Cuando las dimensiones pueden ser anotadas entre los símbolos o líneas de eje de un sistema, no es necesario sacar las líneas de cota de los contornos del sistema (ver Fig. 200).

4.4.8.3 Los extremos de las líneas de cota pueden señalarse por trazos oblicuos (ver Figs. 201 y 202), por flechas de cota o puntos (ver Figs. 203 y 204).

4.4.8.4 Las medidas de arco se indican según la Fig. 204. En casos especiales, son convenientes indicaciones escritas explicativas, por ejemplo: "medidas referidas al eje" o "medidas para R = ..." (ver Fig. 205).

4.4.8.5 Medidas para distancias de agujeros pueden escribirse entre las representaciones de agujeros (ver Fig. 200) o, cuando esto no se puede realizar con suficiente claridad, se sacarán fuera (ver Fig. 206).

4.4.8.6 En la representación de sistemas de estructuras se consignan las dimensiones sin líneas de cota junto a las líneas del sistema (ver Fig. 207).

4.4.8.7 Los datos de las posiciones de altura, por ejemplo para pisos, se ponen en la línea de referencia o se señalan con un triángulo ennegrecido (ver Figs. 208 y 209).

4.5 Tolerancias dimensionales.

4.5.1 Tolerancias lineales.

4.5.1.1 Las tolerancias dimensionales lineales pueden expresarse de tres maneras:

a) por las desviaciones respecto al valor nominal;

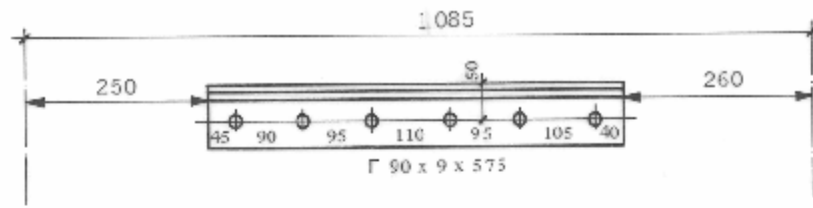


FIGURA 200

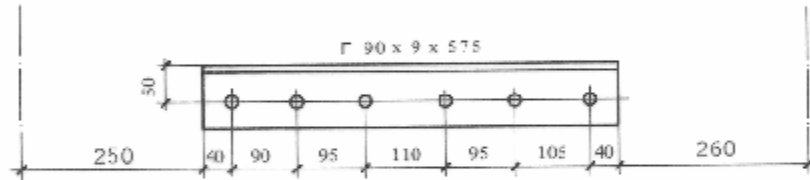


FIGURA 201

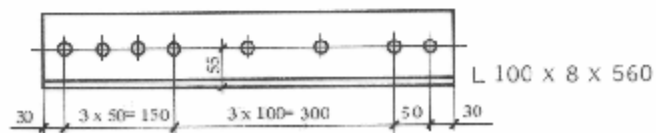
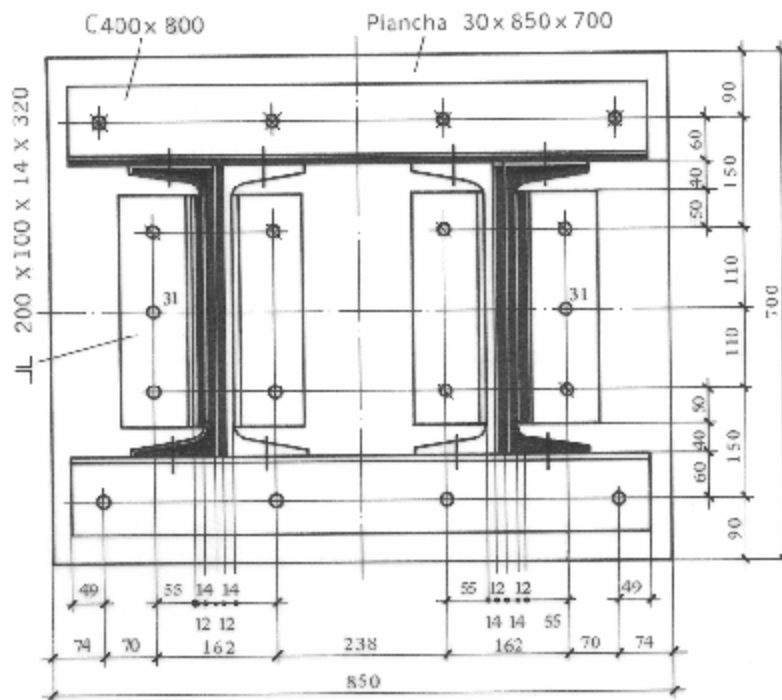


FIGURA 202



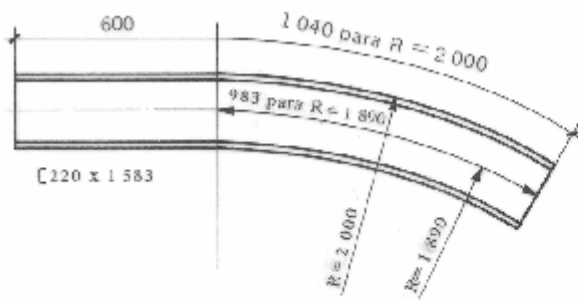


FIGURA 204

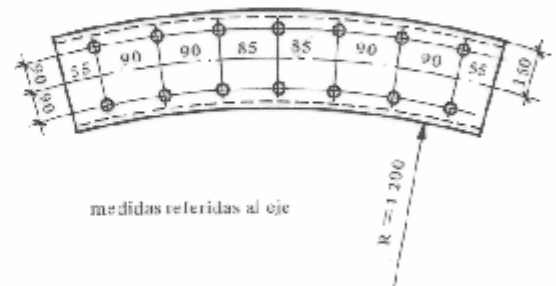


FIGURA 205

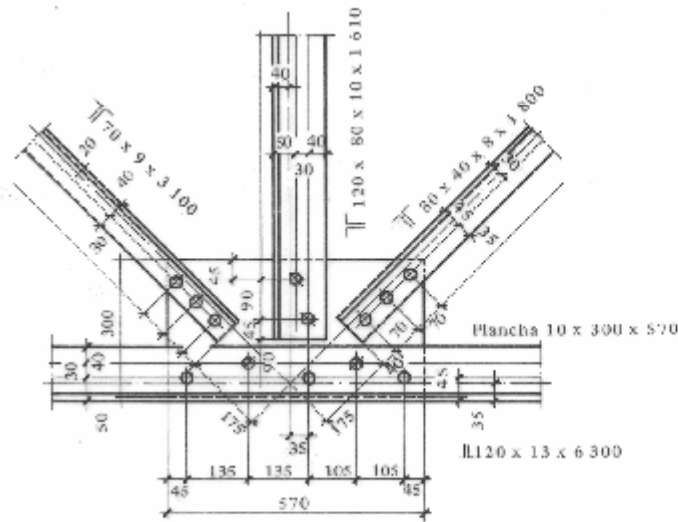


FIGURA 206

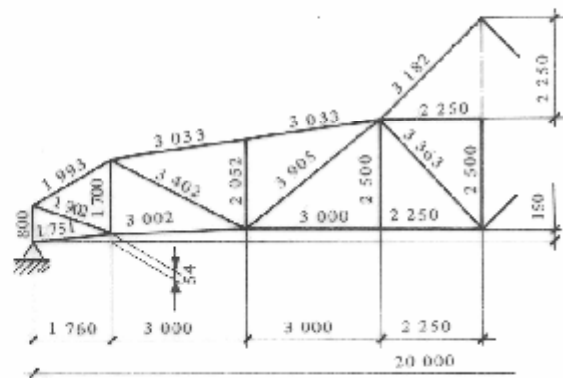


FIGURA 207

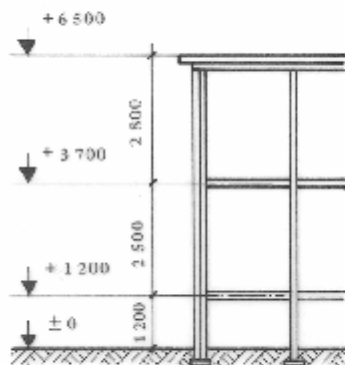


FIGURA 208

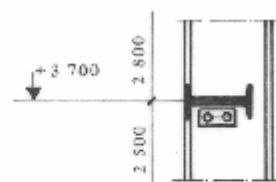


FIGURA 209

- b) por el símbolo ISO de las tolerancias normalizadas; y,
- c) por los límites, en cuyo caso no se indica el valor nominal.

4.5.1.2 Las desviaciones se indicarán con su signo respectivo a continuación del valor nominal. Para ello, se pueden emplear números de tamaño menor que los empleados para expresar el valor nominal, pero, en lo posible, no menores de 2,5 mm (ver Fig. 210).

Si una de las desviaciones es nula, esto se expresa por el valor cero sin signo (ver Fig. 211).

La desviación superior se escribirá siempre sobre la desviación inferior, tanto en ejes como en agujeros (ver Fig. 212). Si la tolerancia está dispuesta simétricamente con relación al valor nominal, el valor de la desviación se escribe una sola vez precedido del signo \pm (ver Fig. 213).

Las desviaciones deben expresarse en la misma unidad de la dimensión nominal y con el mismo número de decimales, excepto la desviación nula.

Cuando se emplean milímetros, no es necesario escribir la unidad.

4.5.1.3 Cuando la tolerancia corresponde al sistema ISO de tolerancias y ajustes, se indicará el símbolo de la tolerancia correspondiente a continuación del valor nominal de la cota (ver Fig. 214).

El símbolo consta de una letra, que identifica la posición de la zona de tolerancia, y de un número que indica el grado de precisión de la tolerancia (ver nota 2).

En caso necesario, pueden agregarse a continuación los valores de las desviaciones entre paréntesis (ver Fig. 215).

4.5.1.4 Cuando la tolerancia se expresa por los límites, estos se escriben sobre la línea de cota, el límite superior colocado sobre el límite inferior (ver Fig. 216).

Si una dimensión necesita limitarse en una dirección solamente, esto se indica añadiendo la abreviatura "máx." o "mín." a la dimensión (ver Fig. 217).

4.5.1.5 Para la indicación de tolerancias en dibujos de piezas ensambladas pueden utilizarse los símbolos ISO de tolerancias o las desviaciones.

Si se emplean símbolos ISO, el símbolo de la tolerancia del agujero se escribirá antes del símbolo de la tolerancia del eje (ver Fig. 218), o sobre éste (ver Fig. 219). Los símbolos van precedidos del valor nominal de la cota, escrito solamente una vez. Si es necesario especificar también los valores numéricos de las desviaciones, éstos se escriben entre paréntesis, a continuación (ver Fig. 220).

NOTA 2. Consultar Norma INEN 53. Sistema ISO de Tolerancias y Ajustes. Definiciones, Tolerancias y Desviaciones fundamentales.

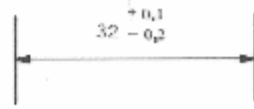


FIGURA 210

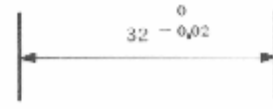
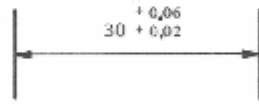
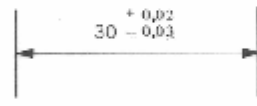


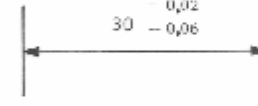
FIGURA 211



a)



b)



c)

FIGURA 212

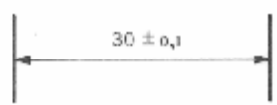


FIGURA 213



FIGURA 214

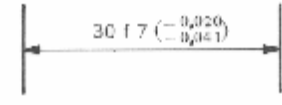


FIGURA 215

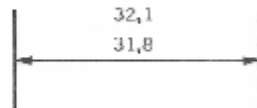


FIGURA 216

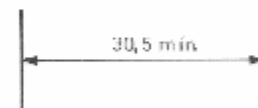


FIGURA 217

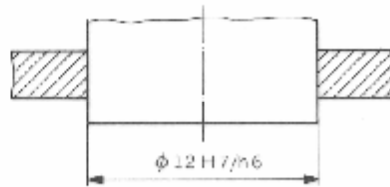


FIGURA 218

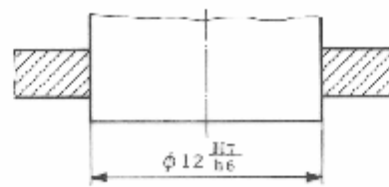


FIGURA 219

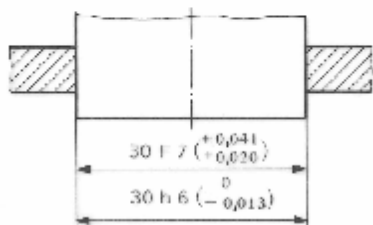


FIGURA 220

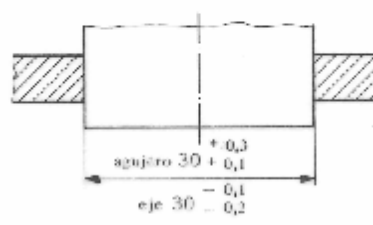


FIGURA 221

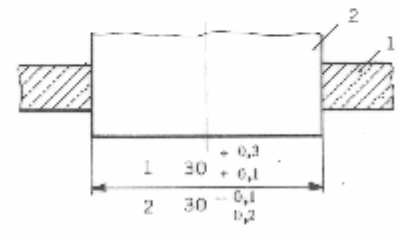


FIGURA 222

Si se indican las tolerancias por las desviaciones, la dimensión de cada componente debe ir precedida por su nombre o referencia, debiéndose situar la dimensión del agujero sobre la línea de cota y la dimensión del eje debajo de ésta (ver Figs. 221, 222).

4.5.1.6 Las tolerancias de la rosca métrica ISO se indican mediante la designación de la clase de tolerancia, que comprende una designación de la clase de tolerancia del diámetro medio seguido de la designación de la clase de tolerancia del diámetro de la cresta (ver nota 3).

Cada designación de clase consiste de un número que indica la calidad de la tolerancia y una letra que indica la posición de la tolerancia, mayúscula para rosca interna (tuercas) y minúscula para rosca externa (pernos).

Si las dos designaciones de la clase de tolerancias son iguales, no es necesario repetir los símbolos (ver Fig. 223).

La tolerancia de un ajuste entre piezas roscadas se indica por la clase de tolerancia de la rosca interna (tuerca) seguida de la clase de tolerancia de la rosca externa (tornillo), separadas por una barra inclinada (ver Fig. 224).

4.5.2 *Tolerancias angulares.*

4.5.2.1 Las tolerancias de dimensiones angulares se indican análogamente a las tolerancias lineales, pero deben indicarse siempre las unidades en que se miden las desviaciones (ver Fig. 225).

4.5.3 *Tolerancias generales.*

4.5.3.1 El uso de notas sobre tolerancias generales, en los casos que resulte conveniente, simplifica el dibujo y economiza trabajo en su preparación.

La indicación de tolerancias generales se escribe en el recuadro destinado al efecto en el cuadro de rotulación, o cuando éste no resulte suficiente, en un cuadro aparte junto al cuadro de rotulación (ver Fig. 226).

4.5.4 *Tolerancias en piezas cónicas.*

4.5.4.1 Existen dos métodos para especificar la precisión requerida en piezas cónicas. Estos son:

- método de la conicidad básica,
- método de la conicidad con tolerancia.

NOTA 3. Consultar la Norma INEN 514. Rosca métrica ISO. Tolerancias. Fundamentos y datos básicos.

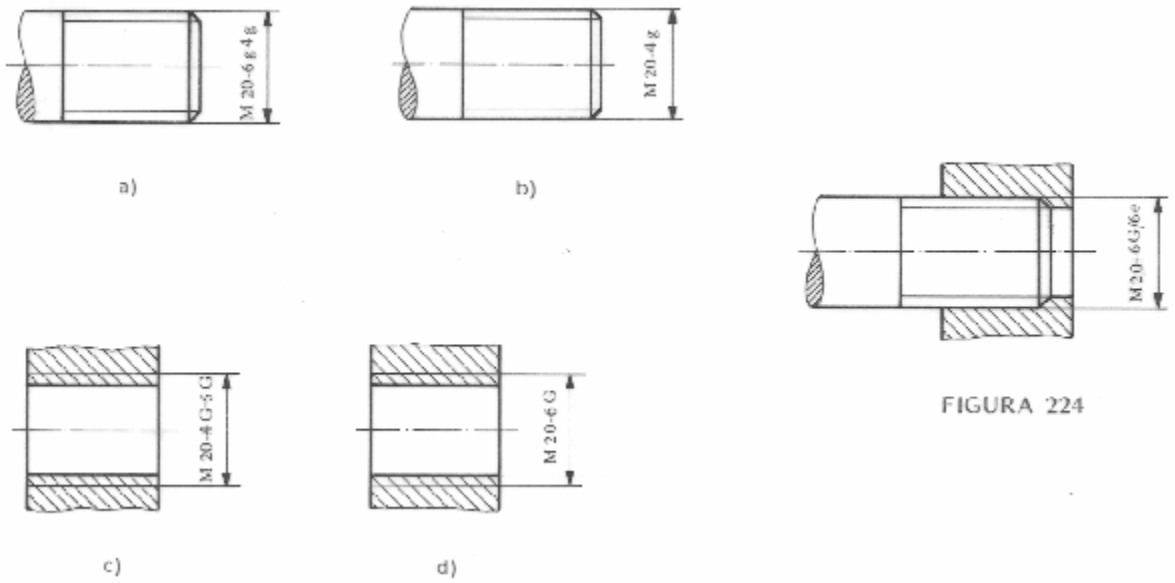


FIGURA 224

FIGURA 223

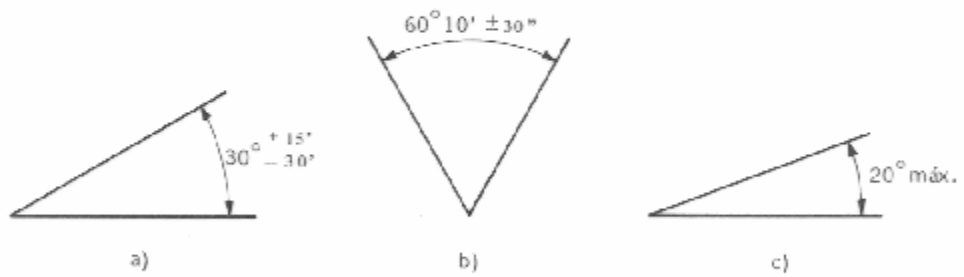


FIGURA 225

Tolerancia, excepto donde se indique otra cosa $\pm 0, X$

Tolerancias, excepto donde se indique otra cosa

dimensión	tolerancia
hasta X	$\pm 0, X$
más de X hasta XX	$\pm 0, X$
más de XX hasta XXX	$\pm 0, Y$
más de XXX	$\pm 0, Z$
en ángulos	$+ 0, X^{\circ}$

Tolerancia, en el espesor de fundición $\pm X \%$

Para tolerancias dimensionales de piezas forjados ver Norma INEN 59 1975-02

FIGURA 226

La selección del método utilizado y de los valores de las tolerancias depende de los requisitos funcionales.

4.5.4.2 Método de conicidad básica.

4.5.4.2.1 En este método las tolerancias limitan la variación de penetración de superficies acopladas, mediante el requisito que cada superficie se mantenga entre dos perfiles límites de la misma conicidad, correspondientes a las condiciones de material máximo y mínimo.

La zona de tolerancia limitante del cono está establecida por la tolerancia de un diámetro o de la posición de éste.

La tolerancia prescrita o resultante en el diámetro de la pieza se aplica a todas las secciones transversales de la misma.

4.5.4.2.2 La figura 227 muestra una pieza cónica con indicación de la conicidad básica, en la cual se especifica la tolerancia de la dimensión de un extremo de la pieza.

La tolerancia de $\pm 0,05$ se aplica a todas las secciones transversales de la pieza.

4.5.4.2.3 La figura 228 muestra una pieza cónica con indicación de la conicidad básica en la cual sus medidas están controladas por un diámetro con tolerancia en un plano transversal localizado por una dimensión teórica de referencia (en recuadro) (ver nota 4).

La tolerancia de $\pm 0,1$ se aplica a todas las secciones transversales en toda la longitud de la pieza.

4.5.4.2.4 La figura 229 muestra, una pieza cónica con indicación de la conicidad básica en la cual el diámetro de una sección transversal es la dimensión teórica de referencia. Esta sección transversal está localizada dentro de ciertos límites especificados a partir de un extremo de la pieza.

El diagrama de tolerancia adjunto indica los resultados de la aplicación de la tolerancia de $\pm 0,5$ m en la localización del plano de referencia sobre toda la longitud de la pieza.

4.5.4.2.5 El método de la conicidad básica, utilizando una distancia teórica de referencia, es apropiado especialmente para piezas con ligera conicidad (ver Fig. 230) y para el dimensionamiento de conos que requieran un cierto juego en el ensamble (ver Fig. 231).

NOTA 4. Una dimensión teórica de referencia es una dimensión teóricamente exacta que localiza un punto, línea o plano de referencia, en relación al cual se requiere que un elemento esté dentro de ciertos límites dimensionales o que otros elementos sean localizados.

La dimensión teórica de referencia puede ser usada para definir la posición exacta de una sección transversal en un cono, en la cual se admite una variación del diámetro dentro de ciertos límites o también puede ser usada para definir el diámetro exacto de una sección transversal en un cono, en el cual se admite una variación de la posición de la sección dentro de ciertos límites.

4.5.4.2.6 El método de la conicidad básica, utilizando un diámetro teórico de referencia, es igualmente apropiado para piezas con conicidad acentuada (ver Fig. 232) o para piezas cónicas con una posición definida de acople (ver Fig. 233).

4.5.4.3 Método de conicidad con tolerancia.

4.5.4.3.1 En este método, el valor numérico de la tolerancia dimensional se aplica solamente a la sección transversal, en la que se indica la dimensión en el dibujo y no a todas las secciones transversales como en el método anterior.

La exactitud del cono está especificada directamente por la tolerancia de la conicidad y es independiente de la tolerancia dimensional.

La tolerancia de la conicidad puede ser unilateral o bilateral:

- $(3,5 \pm 0,5)$: 1
- $(1 \pm 0,1)$: 50
- $(5 \pm 0,1)$ %
- $25^\circ \pm 30'$

La superficie del cono puede estar situada en cualquier posición, entre las posiciones extremas que resultan de la acumulación de tolerancias lineales y de conicidad.

4.5.4.3.2 La figura 234 muestra un cono dimensionado por el método de conicidad con tolerancia, en el cual la dimensión del diámetro mayor tiene una tolerancia dimensional.

La figura adjunta muestra una representación gráfica de las zonas de tolerancia.

4.5.4.3.3 La figura 235 muestra un cono dimensionado por el método de conicidad con tolerancia, en el cual el diámetro de una sección transversal es la dimensión teórica de referencia localizada dentro de ciertos límites en relación al extremo derecho de la pieza. La zona de tolerancia del cono varía según la dimensión real L (ver Fig. 235 a, b, c).

4.5.4.3.4 La figura 236 muestra un cono dimensionado por el método de conicidad con tolerancia, en el cual se utiliza una dimensión teórica de referencia para definir la posición del plano de la sección transversal, en la cual el diámetro debe estar entre ciertos límites dimensionales.

La zona de tolerancia del cono varía de acuerdo al valor real del diámetro D en el plano de referencia (ver Fig. 236 a, b, c).

4.5.4.3.5 Este método resulta conveniente utilizar en piezas cónicas en las cuales la exactitud de la conicidad es más importante que las dimensiones o localización (ver Figs. 237 y 238), o cuando la localización de un diámetro teórico de referencia es más importante que la conicidad (ver Figs. 239 y 240).

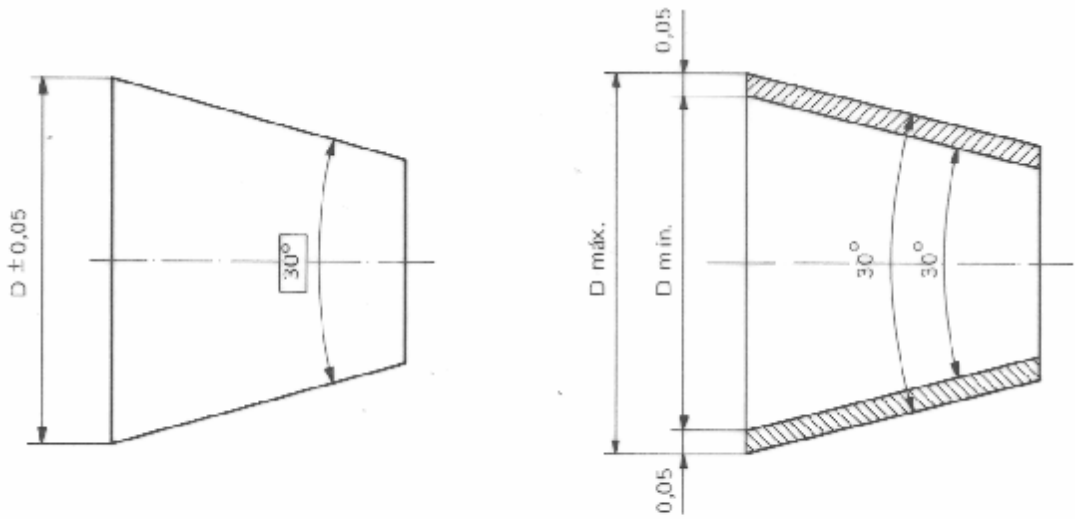


FIGURA 227

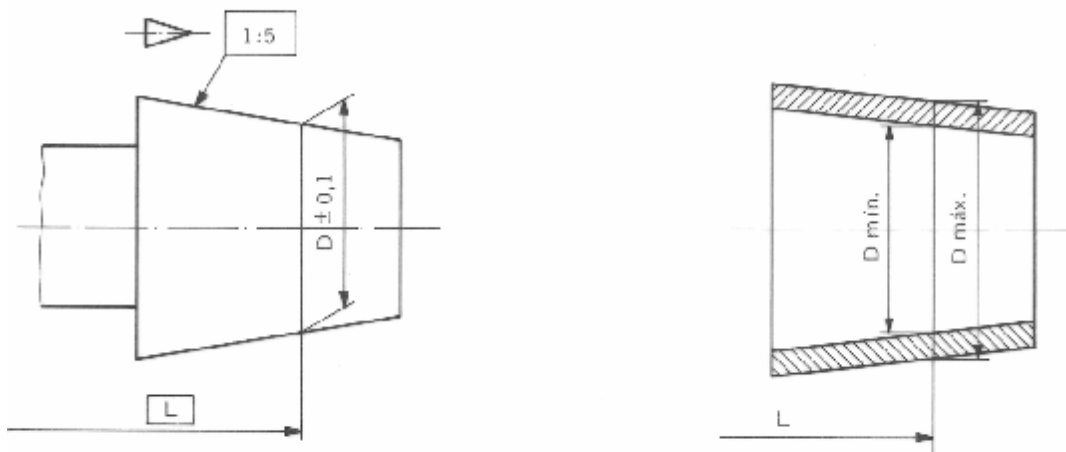


FIGURA 228

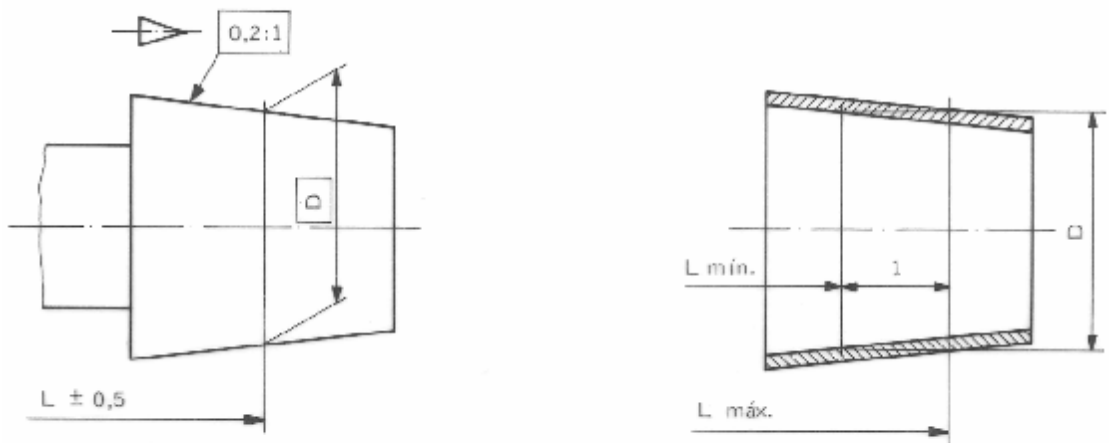


FIGURA 229

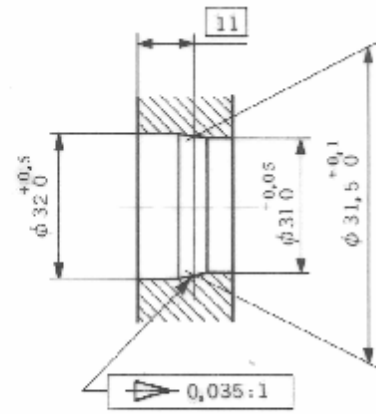


FIGURA 230

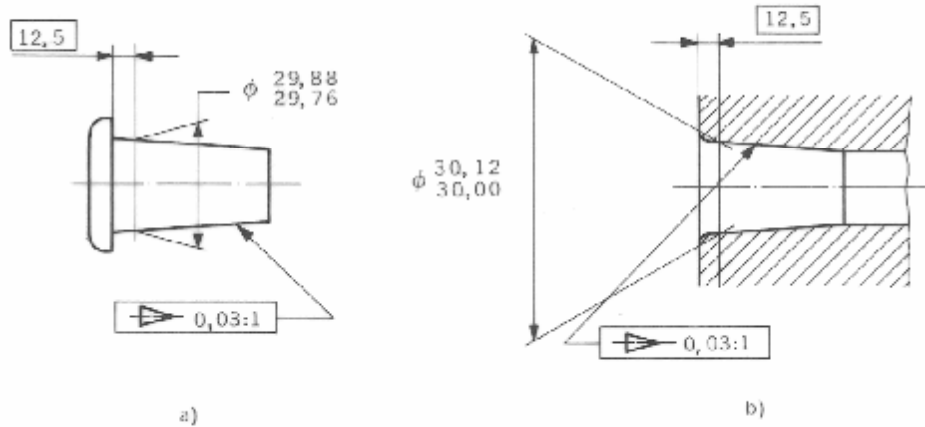


FIGURA 231

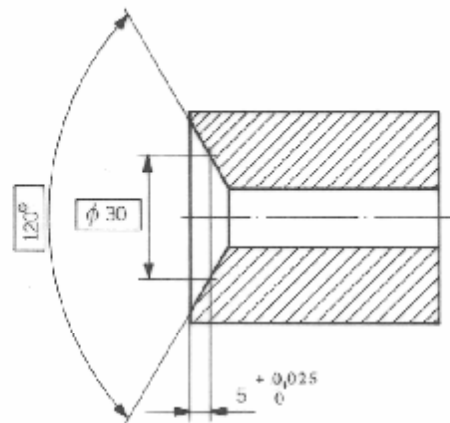


FIGURA 232

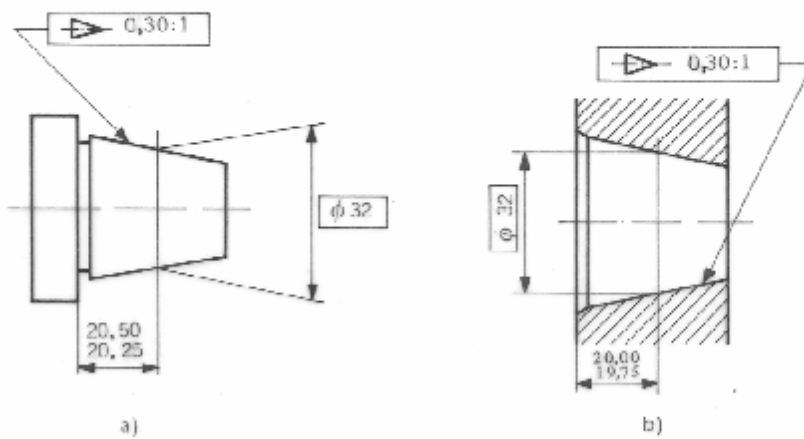


FIGURA 233

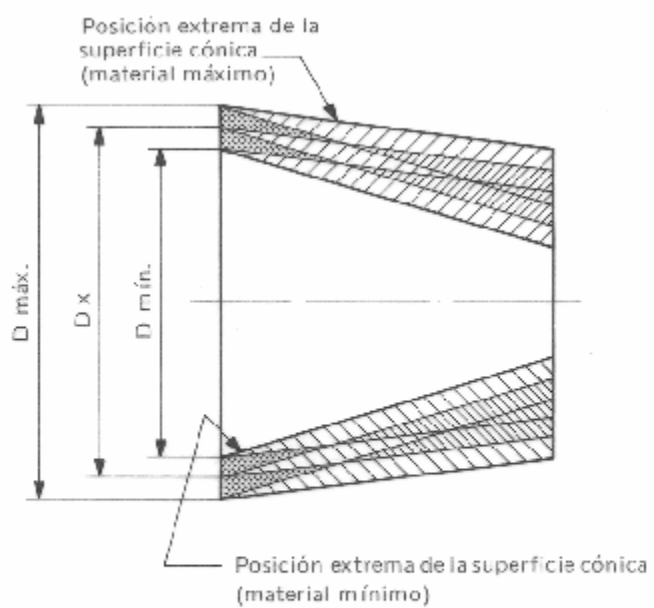
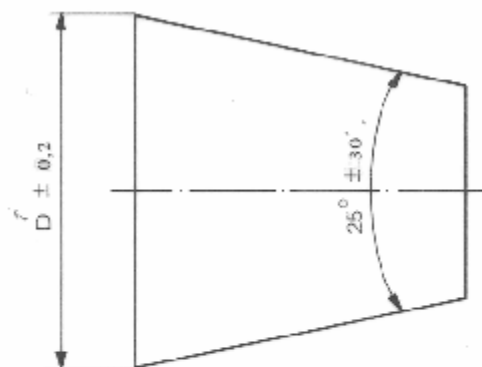


FIGURA 234

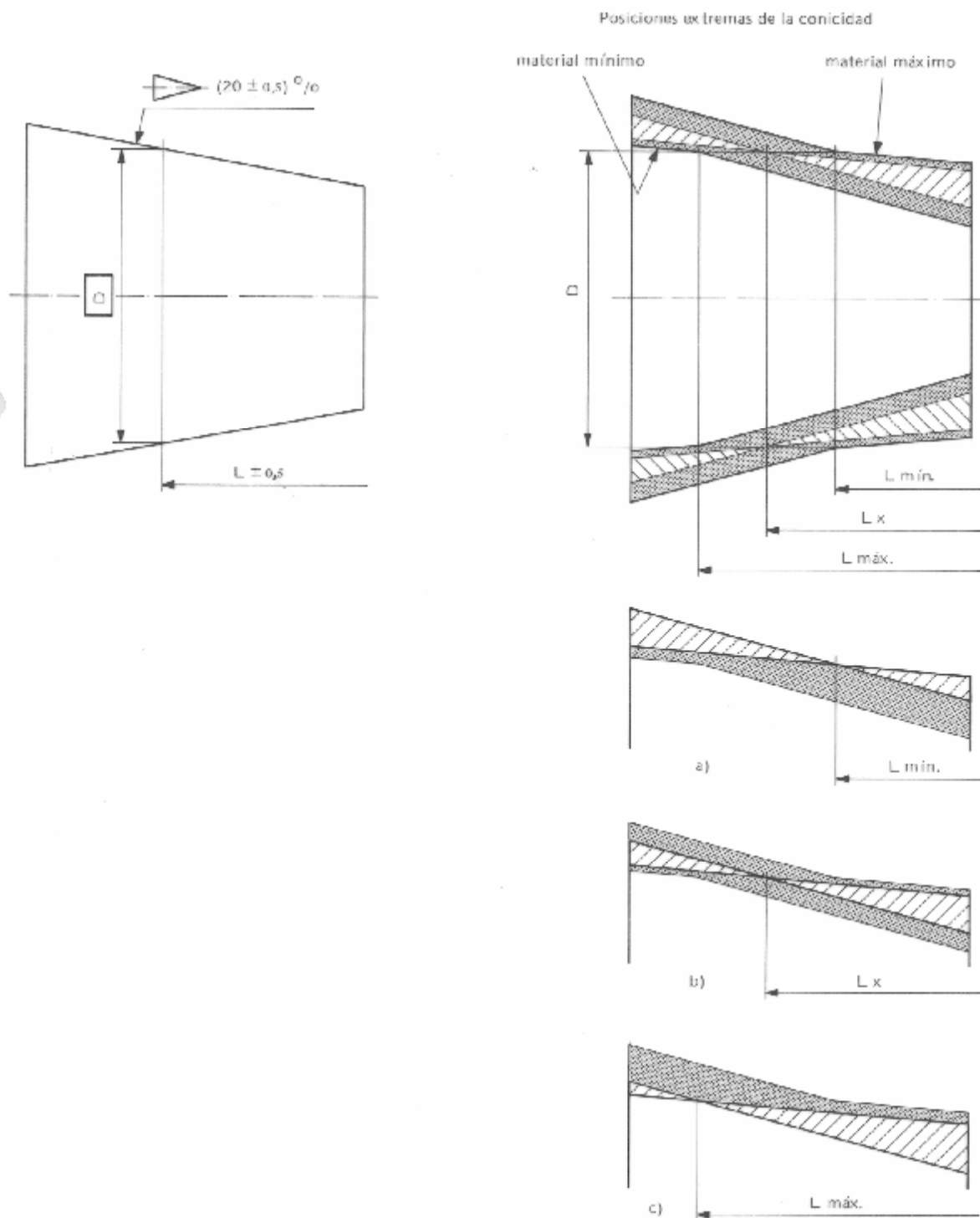


FIGURA 235

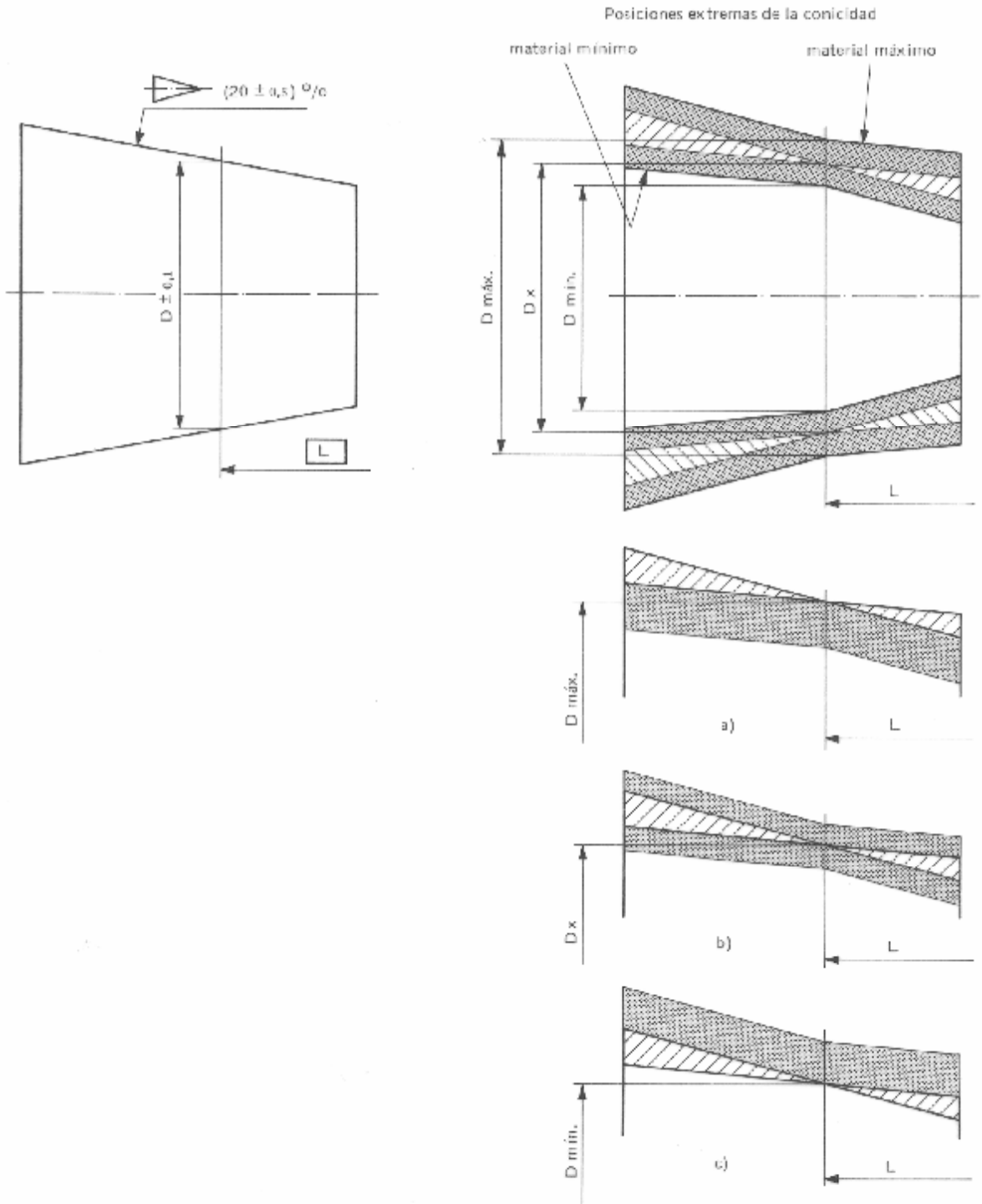


FIGURA 236

4.6 Tolerancias geométricas.

4.6.1 Generalidades.

4.6.1.1 Esta sección trata de los principios de las tolerancias geométricas (tolerancias de forma, posición, orientación, alineación), establece las definiciones necesarias y señala los métodos para la indicación de estas tolerancias en los dibujos.

El propósito fundamental de las tolerancias geométricas es asegurar el funcionamiento satisfactorio y la intercambiabilidad de componentes.

4.6.2 Definiciones.

4.6.2.1 Tolerancia geométrica es la máxima variación permisible de forma o posición de un elemento. Define la dimensión y forma de la zona de tolerancia del elemento.

4.6.2.2 Zona de tolerancia es la zona dentro de la cual debe estar contenido un elemento geométrico (punto, línea, superficie, plano medio).

De acuerdo a la característica a la que se impone una tolerancia y a la manera que esté dimensionada, la zona de tolerancia puede ser:

- el área de un círculo;
- el área entre dos círculos concéntricos;
- el área entre dos líneas paralelas o rectas paralelas;
- el espacio dentro de una esfera;
- el espacio dentro de un cilindro o entre dos cilindros coaxiales;
- el espacio entre dos superficies paralelas o planos paralelos;
- el espacio dentro de un paralelepípedo.

4.6.2.3 Elemento de referencia es aquel al que se refieren las tolerancias de posición, orientación y alineación.

4.6.3 Principios generales.

4.6.3.1 Las tolerancias geométricas deben especificarse únicamente cuando son esenciales para asegurar el funcionamiento de una pieza.

4.6.3.2 Cuando se especifica únicamente una tolerancia dimensional, ésta limita ciertos errores de forma y posición. Las superficies reales de la pieza fabricada pueden desviarse de la forma geométrica especificada, con la condición que se mantengan dentro de las tolerancias dimensionales. Pero si los errores de forma deben mantenerse dentro de límites más estrechos, debe especificarse una tolerancia geométrica.

4.6.3.3 Una tolerancia geométrica puede especificarse aun cuando no se indique una tolerancia dimensional.

4.6.3.4 Las tolerancias geométricas no implican necesariamente el uso de ningún método particular de producción, medición o calibración.

4.6.3.5 Una tolerancia geométrica se aplica a la longitud o superficie total de un elemento, a menos que se especifique de otra manera.

4.6.3.6 Un elemento puede tener cualquier forma y tomar cualquier posición dentro de la zona de tolerancia especificada, excepto en caso que se impongan mayores restricciones.

4.6.3.7 El uso de un elemento de referencia requiere que el mismo tenga una exactitud adecuada de forma y posición y, por tanto, puede ser necesario especificar, en ciertos casos, tolerancias de forma para elementos de referencia.

En principio, los elementos de referencia deben escogerse en base a consideraciones sobre la función de la pieza, pero en algunos casos puede ser conveniente indicar la posición de ciertos puntos que formen un elemento de referencia temporal para propósitos de fabricación e inspección de componentes.

4.6.4 Símbolos.

4.6.4.1 Los símbolos de la Tabla 8 representan las características que deben ser controladas por las tolerancias geométricas.

TABLA 8. Símbolos de las tolerancias geométricas.

CARACTERÍSTICA		SÍMBOLO
Forma de elementos geométricos individuales	Rectitud	
	Planitud	
	Circularidad	
	Cilindricidad	
	Perfil de una línea cualquiera	
	Perfil de una superficie cualquiera	
Orientación de elementos geométricos relacionados.	Paralelismo	
	Perpendicularidad	
	Angularidad	
Posición de elementos geométricos relacionados.	Posición	
	Concentricidad y coaxialidad	
	Simetría	
Alineación (run-out)		

4.6.5 *Indicaciones en los dibujos.*

4.6.5.1 Las indicaciones necesarias se escriben en un cuadro rectangular dividido en dos ya veces en tres compartimientos (ver Figs. 241, 242). Estos se llenan de izquierda a derecha en el siguiente orden:

- el símbolo de la característica cuya tolerancia se indica;
- el valor de la tolerancia en la unidad de las dimensiones lineales; este valor va precedido del signo ϕ si la zona de tolerancia es circular o cilíndrica, o por la indicación "esfera ϕ " si la zona de tolerancia es esférica;
- la letra o letras que identifican el elemento o elementos de referencia, en caso necesario.

4.6.5.2 El cuadro de tolerancias estará conectado al elemento geométrico correspondiente por una línea terminada en una cabeza de flecha de la siguiente manera:

- sobre una arista o extensión de la misma (pero no una línea de cota), cuando la tolerancia se refiere a dicha línea o superficie (ver Fig. 243);
- sobre las líneas auxiliares de cota, cuando la tolerancia se refiere al eje o plano medio de la parte dimensionada (ver Figs. 244, 245);
- sobre el eje, cuando la tolerancia se refiere al eje o plano medio de todos los elementos con este eje o plano medio común (ver Figs. 246, 247, 248).

4.6.5.3 A falta de espacio, la flecha puede ser una de las flechas de cota (ver Fig. 245).

4.6.5.4 Si la zona de tolerancia no es circular o cilíndrica, su ancho está localizado en la dirección de la flecha.

4.6.5.5 El elemento o elementos geométricos de referencia se indican por una línea que termina en un triángulo cuya base está situada:

- sobre una arista del elemento o su extensión (pero no una línea de cota), cuando el elemento de referencia es aquella línea o superficie (ver Fig. 249);
- sobre la línea auxiliar de cota, cuando el elemento de referencia es el eje o plano medio de la parte dimensionada (ver Figs. 250, 251, 252);
- sobre el eje o plano medio comunes de dos o más elementos (ver Figs. 253, 254, 255).

4.6.5.6 Si no hay espacio suficiente para dos flechas, una de ellas puede ser reemplazada por el triángulo (ver Fig. 256).

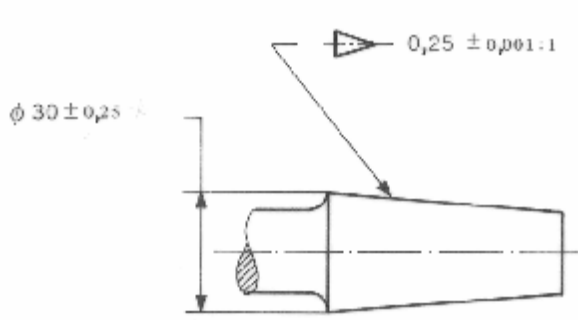


FIGURA 237

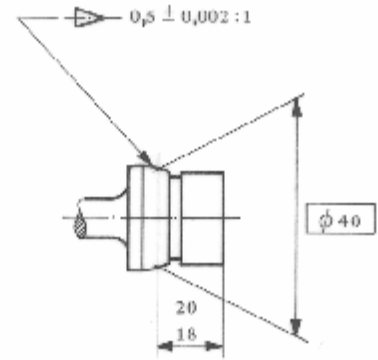


FIGURA 238

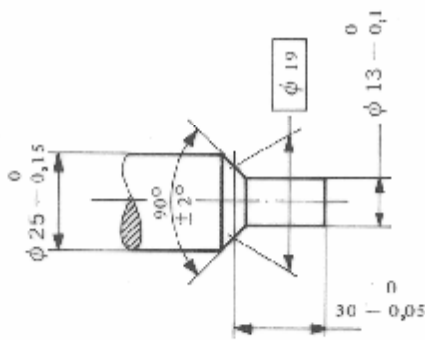


FIGURA 239

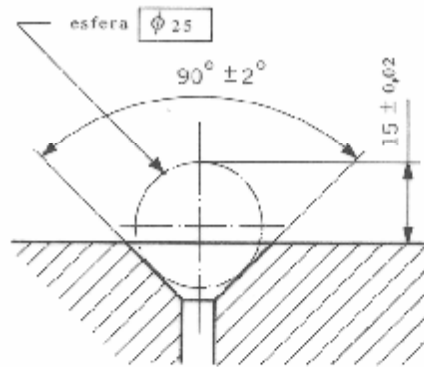


FIGURA 240



FIGURA 241

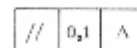


FIGURA 242

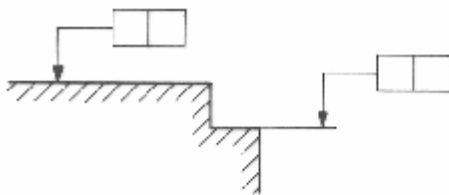


FIGURA 243

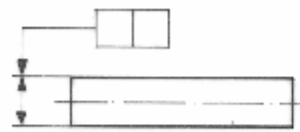


FIGURA 244

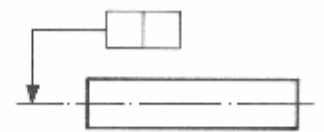


FIGURA 246

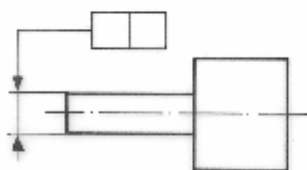


FIGURA 245

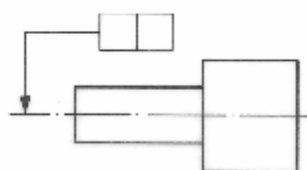


FIGURA 247

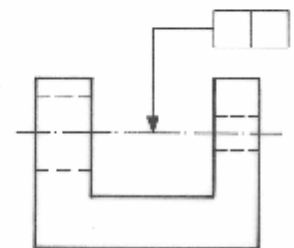


FIGURA 248

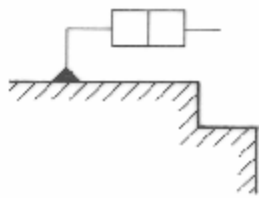


FIGURA 249

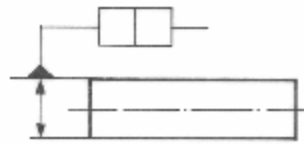


FIGURA 250

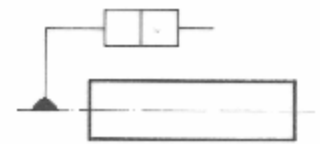


FIGURA 253

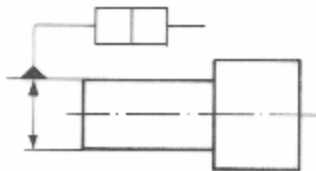


FIGURA 251

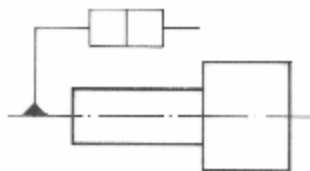


FIGURA 254

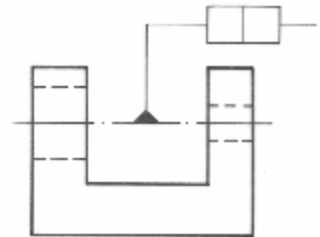


FIGURA 255

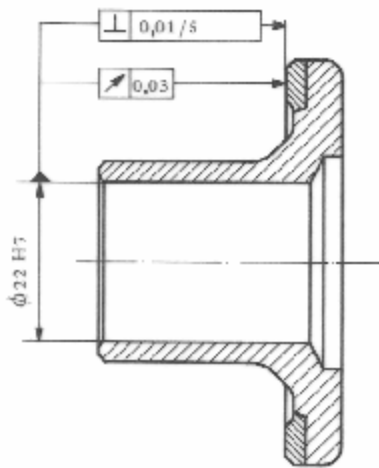


FIGURA 252

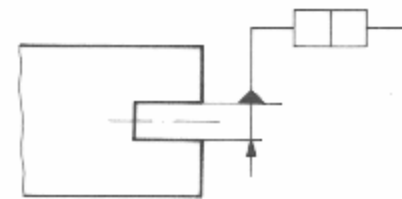


FIGURA 256

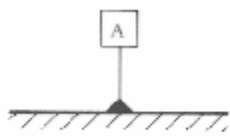


FIGURA 257

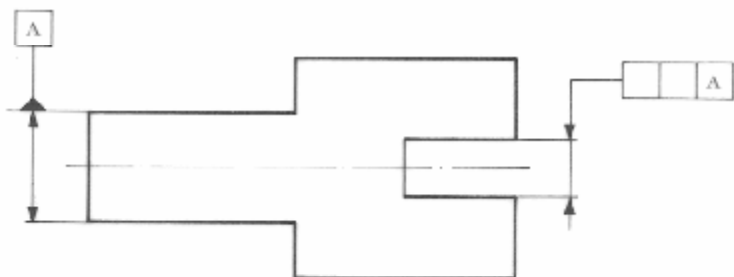


FIGURA 258

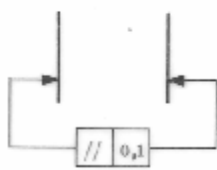


FIGURA 259

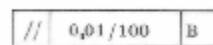


FIGURA 260

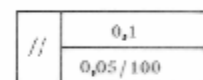


FIGURA 261

4.6.5.7 Si el cuadro de tolerancias no puede ser conectado de una manera clara y simple con el elemento de referencia, debe usarse una letra mayúscula (diferente para cada elemento de referencia) (ver Figs. 257,258).


La letra mayúscula se inscribe en un cuadrado conectado al elemento de referencia, según lo descrito en el numeral 4.6.5.5.

4.6.5.8 Si dos elementos asociados son idénticos o no existe una razón para escoger uno de ellos como elemento de referencia, la tolerancia se indica como en la Fig. 259.

4.6.5.9 Si la tolerancia se aplica a una longitud específica localizada en cualquier parte, debe añadirse el valor de esta longitud al valor de la tolerancia, separándolas por una línea oblicua (ver Fig. 260). En caso de una superficie, se usa la misma indicación; esto significa que la tolerancia se aplica a todas las líneas de la longitud especificada en cualquier posición y dirección.

4.6.5.10 Si a una tolerancia para un elemento completo se añade otra tolerancia del mismo tipo, pero menor y restringida a una longitud limitada, esta última debe indicarse bajo la primera (ver Fig. 261).

4.6.5.11 Si la tolerancia se aplica solamente a una parte restringida de un elemento, ésta deberá ser dimensionada según la Fig. 262.

4.6.5.12 La condición de material máximo (ver numeral 4.7) se indica  el símbolo colocado:


- después del valor de la tolerancia (ver Fig. 263);
- después de la letra del elemento de referencia (ver Fig. 264);
- después de ambos (ver Fig. 265);

según que la condición de material máximo se aplique al elemento con tolerancia, al elemento de referencia o a ambos.

4.6.5.13 Si están prescritas tolerancias de posición o de perfil para un elemento, las dimensiones que determinan la posición o el perfil exacto no deben estar provistas de tolerancia.

Si están prescritas tolerancias de angularidad para un elemento, las dimensiones que definen el ángulo no deben estar provistas de tolerancias.

Estas dimensiones que definen posiciones exactas se escriben en un cuadro así:

 o 

Las dimensiones reales correspondientes de la pieza están sujetas únicamente a las tolerancias de posición, perfil o angularidad especificadas.

4.6.5.14 Como método alternativo para indicar las tolerancias geométricas individualmente en un dibujo, éstas pueden agruparse en una tabla (ver Fig. 266).

4.6.6 Interpretación.

4.6.6.1 Las definiciones detalladas de las tolerancias geométricas, su indicación e interpretación se señalan en la Tabla 9.

Para objetos de simplificación, se supone que en todas estas definiciones el elemento considerado no tiene otros errores que aquellos de los que trata la definición.

4.6.6.2 Cuando sea necesario, por razones funcionales, se especificarán tolerancias para una o más características, a fin de definir la exactitud geométrica de un elemento.

En ciertos casos, cuando la exactitud geométrica de un elemento está definida por ciertos tipos de tolerancia, otros errores del mismo elemento pueden estar controlados por estas mismas tolerancias; así por ejemplo, la rectitud está controlada por tolerancias dimensionales o de paralelismo.

De este modo, pocas veces será necesario simbolizar estas características, ya que los otros errores están incluidos en la zona de tolerancia definida por el símbolo especificado.

No obstante, ciertos tipos de tolerancia no controlan otros errores, así por ejemplo, la rectitud no controla el paralelismo.

4.6.6.3 En las figuras de la columna izquierda de la Tabla 9, las zonas de tolerancia se indican a menudo solamente a un lado del elemento de referencia, pero se sobreentiende que las zonas de tolerancia corresponden a la extensión completa del elemento con indicación de tolerancia.

4.7 Principios de material máximo.

4.7.1 Generalidades.

4.7.1.1 El ensamble holgado de componentes depende del efecto combinado de las dimensiones finales reales y de los errores de forma y posición de los elementos de acople.

Cuando un elemento tiene errores de forma o posición, sus dimensiones están de hecho alteradas, el tamaño de un agujero virtualmente se reduce y el tamaño de un eje virtualmente aumenta.

El juego mínimo para el ensamble ocurre cuando los elementos están en su condición dimensional de material máximo y existen los errores permisibles de forma o posición más desventajosos. Consecuentemente, existirá mayor juego para el ensamble si las dimensiones reales de los elementos de acople están lejos de los límites dimensionales correspondientes a la condición de material máximo y si los errores reales de forma o posición son

menores que los máximos permisibles. Se deduce, por tanto, que si las dimensiones reales de los elementos de acople están lejos de los límites dimensionales de material máximo, la tolerancia de forma o posición especificada puede excederse sin disminuir la posibilidad del ensamble.

Este incremento de la tolerancia, de acuerdo al principio de material máximo que se aplica tanto a tolerancias dimensionales como a tolerancias de posición a ciertas tolerancias de forma, es ventajoso para la fabricación, pero no siempre puede ser permitido desde el punto de vista funcional.

Por ejemplo, en tolerancias de posición, el incremento de la tolerancia es generalmente permisible para las distancias entre centros de elementos, tales como agujeros pasantes de pernos, espárragos, etc., pero puede no ser permisible para articulaciones cinemáticas, centros de engranajes, etc.

En todos los casos el diseñador deberá decidir si la aplicación del principio de material máximo es permisible y, si éste es el caso, deberá añadir el símbolo \textcircled{M} a la tolerancia en cuestión. Este símbolo indica que la tolerancia con la que está asociado ha sido especificada en relación a los límites dimensionales de material máximo del elemento o elementos concernientes y que, si las dimensiones reales del elemento están lejos de los límites de material máximo, la tolerancia de forma o posición especificada puede incrementarse tanto como lo permita la diferencia entre la dimensión real del elemento y su límite de material máximo. Obviamente, este incremento no puede exceder la tolerancia dimensional del elemento.

Es importante anotar que el incremento en la tolerancia de forma y posición antes indicado puede aplicarse a una pieza de un ensamble sin hacer referencia a la contrapieza. El ensamble siempre será posible, aun si la contrapieza está terminada con las tolerancias en los extremos límites en las direcciones más desfavorables para el ensamble, por cuanto no se excede el total combinado de errores de dimensión, forma o posición especificadas para esta pieza.

Cuando una tolerancia de forma o posición se aplica a un elemento que está relacionado a otro de referencia que tenga límites dimensionales, es posible aplicar el principio de material máximo tanto al elemento con tolerancia como al elemento de referencia, logrando de esta manera una ventaja completa. En tal caso, el símbolo \textcircled{M} debe añadirse a la letra de referencia.

4.7.2 Aplicación.

4.7.2.1 Perpendicularidad.

La aplicación del principio de material máximo a la perpendicularidad se ilustra en la figura 267. El eje del vástago debe estar contenido en una zona de tolerancia cilíndrica, perpendicular al plano de referencia A; el diámetro de esta zona varía entre 0,04 y 0,06, el diámetro real del vástago varía entre 16 (material máximo) y 15,98 (material mínimo).

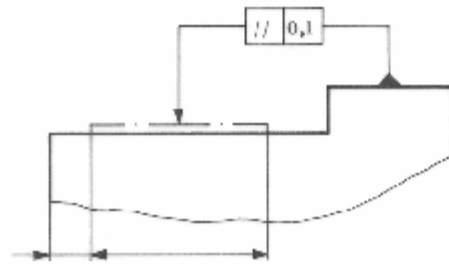


FIGURA 262

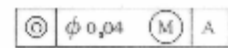


FIGURA 263

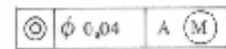
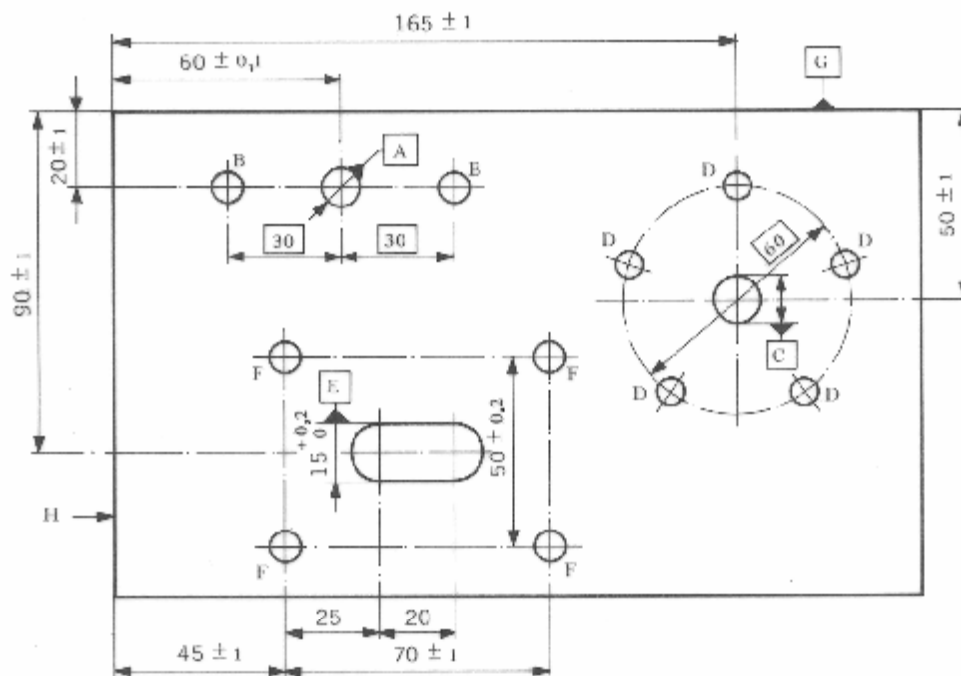


FIGURA 264



FIGURA 265



Grupo	Letra	Agujeros		Tolerancias	
		Dimensión	Número	Símbolo	
1	A	$\phi 10^{+0,1}_0$	1	(M)	
	B	$\phi 8^{+0,5}_0$	2	Tol. $\phi 0,8$ (M)	
2	C	$\phi 12^{+0,2}_0$	1	(M)	
	D	$\phi 7^{+0,5}_0$	5	Tol. $\phi 0,6$ (M)	
3	E	—	—	(M)	
	F	$\phi 8^{+0,5}_0$	4	Tol. 0,1 (M)	
4	G	—	—	(M)	
	H	—	—	Tol. 0,05	

FIGURA 266

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación.

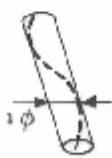
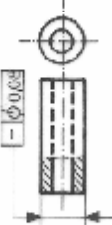

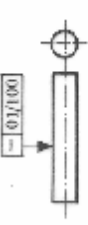

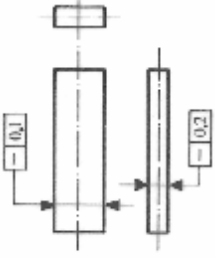

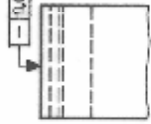
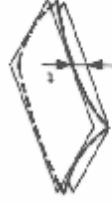

Definición de la zona de tolerancia	Indicación de Interpretación
Tolerancia de rectitud	
Tolerancia de rectitud de una línea	
<p>La zona de tolerancia está limitada por un cilindro de diámetro t si el valor de la tolerancia está precedido de signo ϕ.</p> 	<p>El eje del cilindro a cuya dimensión está conectado el cuadro de tolerancia deberá estar contenido en una zona cilíndrica de diámetro igual a $0,08$ mm.</p> 
<p>La zona de tolerancia está limitada por dos líneas rectas paralelas a una distancia t entre sí, si la tolerancia está especificada solamente en un plano.</p> 	<p>Cualquier segmento de 100 mm de longitud de cualquier generatriz de la superficie cilíndrica indicada por la flecha deberá estar contenida entre dos líneas rectas paralelas separadas $0,1$ mm entre sí.</p> 
<p>La zona de tolerancia está limitada por un paralelepípedo de sección $t_1 \times t_2$ si la tolerancia se especifica en dos planos perpendiculares entre sí.</p> 	<p>El eje de la barra deberá estar contenido en un paralelepípedo de $0,1$ mm en la dirección vertical y $0,2$ mm en la horizontal.</p> 
Tolerancia de rectitud de una superficie en dos direcciones	
	<p>Si se aplican dos tolerancias de rectitud, diferentes a dos direcciones de la misma superficie, la zona de tolerancia de rectitud de esta superficie es de $0,05$ mm en la dirección indicada en la vista de la izquierda y $0,01$ mm en la dirección de la vista de la derecha.</p> 
Tolerancia de planitud	
<p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos a una distancia t entre sí.</p> 	<p>La superficie debe estar contenida entre dos planos paralelos separados $0,08$ mm entre sí.</p> 

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

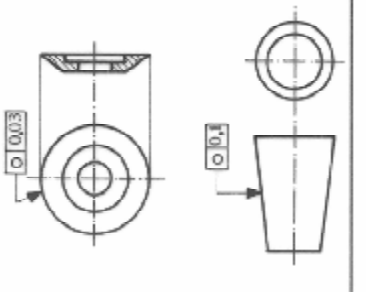
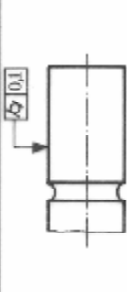
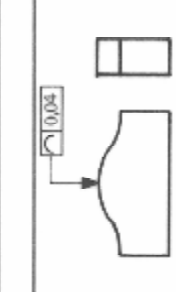
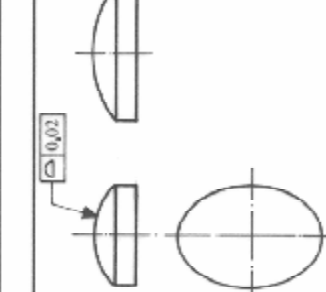
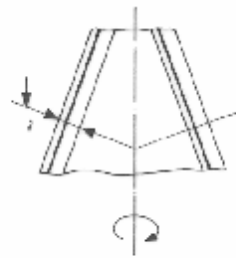
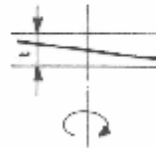
<p>Tolerancia de circularidad</p>	 <p>La zona de tolerancia en el plano considerado está limitada por dos círculos concéntricos situados a una distancia t entre sí.</p> <p>La circunferencia del disco debe estar comprendida entre dos círculos concéntricos coplanares separados 0,03 mm entre sí.</p> <p>La circunferencia de cada sección transversal debe estar comprendida entre dos círculos concéntricos coplanares separados 0,1 mm entre sí.</p>
<p>Tolerancia de Cilindricidad</p>	 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos cilindros coaxiales a una distancia t entre sí.</p> <p>La superficie considerada debe estar contenida entre dos cilindros coaxiales cuyos radios difieren 0,1 mm.</p>
<p>Tolerancia de perfil de una línea cualquiera</p>	 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos líneas envolventes de círculos de diámetro t cuyos centros están situados en una línea con la forma geométrica correcta.</p> <p>En cada sección paralela al plano de proyección, el perfil considerado debe estar contenido entre dos líneas envolventes de círculo de diámetro 0,04 mm cuyos centros están situados en una línea con el perfil geométrico correcto.</p>
<p>Tolerancia de perfil de una superficie cualquiera</p>	 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos superficies envolventes de esferas de diámetro t, cuyos centros están situados en una superficie con la forma geométrica correcta.</p> <p>La superficie considerada debe estar contenida entre dos superficies envolventes de esferas de 0,02 mm de diámetro cuyos centros están situados en una superficie con la forma geométrica correcta.</p>

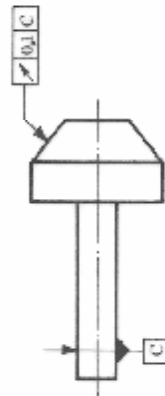
TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)



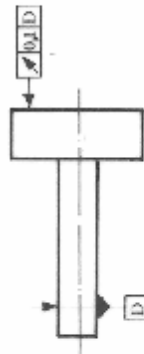
La zona de tolerancia en un cono cualquiera cuyas líneas generatrices son perpendiculares a las líneas generatrices del elemento considerado está limitada por dos cilindros concéntricos separados por una distancia t entre sí.



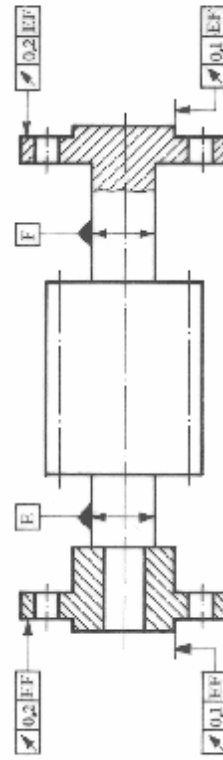
La zona de tolerancia para cualquier punto de medición está limitada por dos cilindros separados por una distancia t entre sí y situados en el cilindro de medición.



La desviación en dirección de la flecha no debe ser mayor que 0,1 mm en cualquier cono de medición durante una revolución completa alrededor del eje de la superficie C.



La desviación axial no debe ser mayor que 0,1 mm en cualquier cilindro de medición durante una revolución completa alrededor del eje de la superficie D.



Durante una revolución completa del conjunto, el diámetro de centrado de las bridas no debe indicar una desviación radial mayor de 0,1 mm y las caras de las bridas no deberán indicar una desviación axial mayor que 0,2 mm respecto a los ejes de las espigas E y F.

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

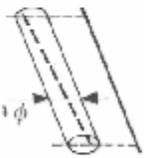
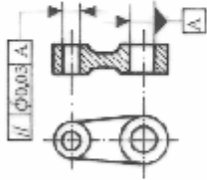
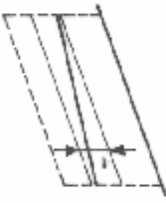
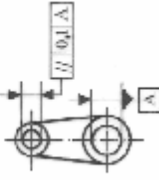
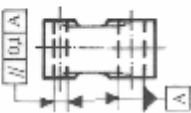
Tolerancia de paralelismo	
Tolerancia de paralelismo de una línea con referencia a otra línea.	
<p>La zona de tolerancia está limitada por un cilindro de diámetro t paralelo a la línea de referencia, si el valor de la tolerancia está precedido de signo ϕ</p> 	<p>El eje superior debe estar contenido en una zona cilíndrica de diámetro 0,03 mm, paralela al eje inferior A (línea de referencia).</p> 
<p>La zona de tolerancia está limitada por dos líneas rectas paralelas, a una distancia t entre sí y paralela a la línea de referencia, si la tolerancia se especifica solamente en un plano.</p> 	<p>El eje superior debe estar contenido entre dos líneas rectas, separadas 0,1 mm entre sí, paralelas al eje inferior A y situadas en el plano vertical.</p>  <p>El eje superior debe estar contenido entre dos líneas rectas separadas 0,1 mm entre sí, paralelas al eje inferior y situadas en el plano horizontal.</p> 

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

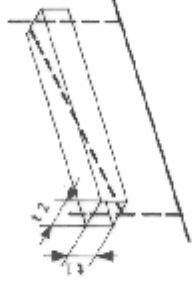
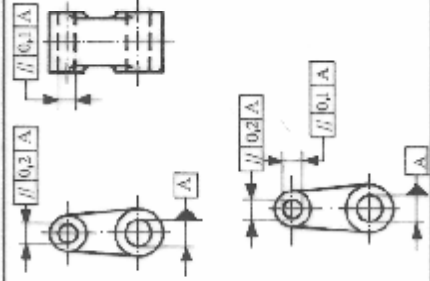
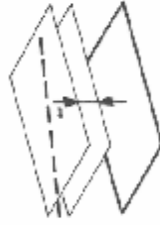
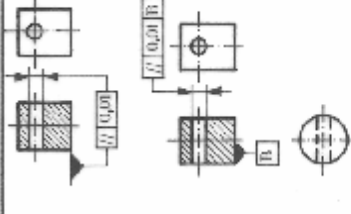
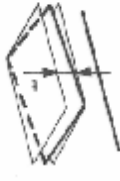
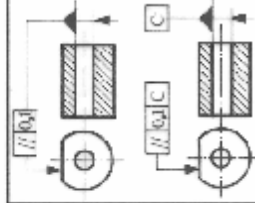
 <p>La zona de tolerancia está limitada por un paralelepípedo de sección $l_1 \times l_2$ paralelo a la línea de referencia, si la tolerancia está especificada en dos planos perpendiculares entre sí.</p>	 <p>El eje superior debe estar contenido en una zona de tolerancia paralelepípedica de 0,2 mm en dirección horizontal y 0,1 en la vertical y paralela a la línea de referencia A.</p>
 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos a una distancia t entre sí y paralelos al plano de referencia.</p>	 <p>El eje del agujero debe estar contenido entre dos planos separados 0,01 mm entre sí y paralelos a la superficie de referencia.</p>
 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos situados a una distancia t entre sí y paralelos a la línea de referencia.</p>	 <p>La superficie superior debe estar contenida entre dos planos separados 0,1 mm entre sí y paralelos al eje del agujero (línea de referencia).</p>

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

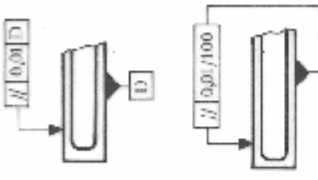
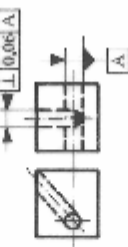
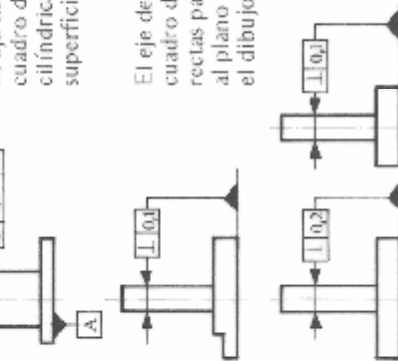
<p>Tolerancia de paralelismo de una superficie con referencia a un plano.</p>	 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos a una distancia t entre sí y paralelos al plano de referencia.</p> <p>La superficie superior debe estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,01 mm entre sí y paralelos a la superficie inferior D (plano de referencia).</p> <p>Todos los puntos de la superficie en una longitud de 100 mm situados en cualquier parte de dicha superficie, deben estar contenidos entre dos planos paralelos separados 0,01 mm entre sí y paralelos a la superficie inferior (plano de referencia).</p>
<p>Tolerancia de perpendicularidad</p>	<p>Tolerancia de perpendicularidad de una línea recta con referencia a una línea.</p>  <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos situados a una distancia t entre sí y perpendiculares a la línea de referencia.</p> <p>El eje del agujero inclinado debe estar contenido o entre dos planos paralelos separados 0,06 mm entre sí y perpendiculares al eje del agujero horizontal A (línea de referencia).</p>
<p>Tolerancia de perpendicularidad de una línea con referencia a un plano.</p>	 <p>La zona de tolerancia está limitada por un cilindro de diámetro t perpendicular al plano de referencia si el valor de la tolerancia va precedido del signo ϕ.</p> <p>El eje del cilindro a cuya dimensión está conectado el cuadro de tolerancia debe estar contenido en una zona cilíndrica de 0,01 mm de diámetro, perpendicular a la superficie A (plano de referencia).</p> <p>La zona de tolerancia está limitada por dos líneas rectas paralelas, separadas entre sí por una distancia t y perpendiculares al plano de referencia si la tolerancia se especifica solo para un plano.</p> <p>El eje del cilindro a cuya dimensión está conectado el cuadro de tolerancia debe estar contenido entre dos líneas rectas paralelas separadas 0,1 mm entre sí, perpendiculares al plano de referencia y situados en el plano mostrado en el dibujo.</p> <p>La zona de tolerancia está limitada por un paralelepípedo de sección $t_1 \times t_2$ perpendicular al plano de referencia si la tolerancia se especifica en dos planos perpendiculares entre sí.</p> <p>El eje del cilindro debe estar contenido en una zona de tolerancia paralelepédica de 0,1 mm x 0,2 mm de sección, perpendicular al plano de referencia.</p>

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

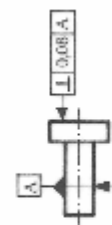

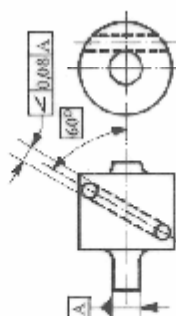
<p>Tolerancia de perpendicularidad de una superficie con referencia a una línea</p>	 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos a una distancia t entre sí y perpendiculares a la línea de referencia.</p>	<p>La cara de la derecha de la pieza debe estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,08 mm entre sí y perpendiculares al eje A (línea de referencia).</p>
<p>Tolerancia de perpendicularidad de una superficie con referencia a un plano</p>	 <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos separados por una distancia t entre sí y perpendiculares al plano de referencia.</p>	<p>La superficie vertical debe estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,08 mm entre sí y perpendiculares a la superficie horizontal A (plano de referencia).</p>
<p>Tolerancia de angularidad</p>	<p>Tolerancia de angularidad de una línea con referencia a otra línea</p>	<p>La zona de tolerancia está limitada por dos líneas rectas paralelas separadas entre sí por una distancia t e inclinadas en un ángulo especificado con respecto a la línea de referencia.</p>
<p>Tolerancia de angularidad</p>	<p>Si la línea considerada y la línea de referencia no se encuentran en el mismo plano, la zona de tolerancia se aplica a la proyección de la línea considerada sobre un plano que contenga la línea de referencia y paralelo a la línea que se considera.</p>	 <p>El eje del agujero debe estar contenido entre dos líneas rectas paralelas separadas 0,08 mm entre sí, inclinadas en un ángulo de 60° respecto al eje horizontal A (línea de referencia).</p>

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

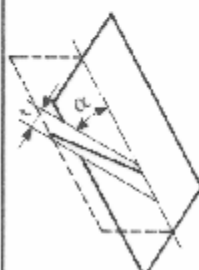
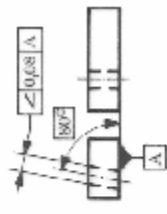
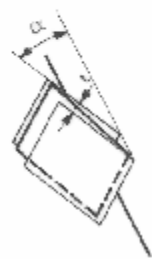
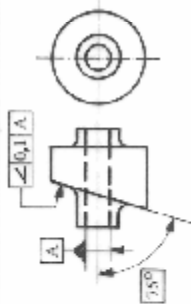
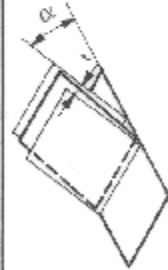
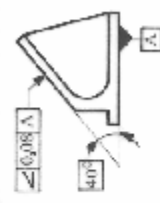
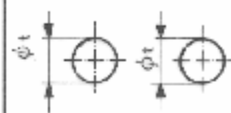
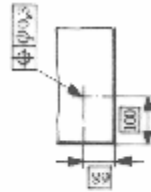
<p>Tolerancia de angularidad de una línea con referencia a un plano</p> 		<p>El eje del agujero debe estar contenido entre dos líneas rectas paralelas separadas 0,08 mm entre sí e inclinadas en un ángulo de 80° con respecto al plano A (plano de referencia).</p> 	
<p>Tolerancia de angularidad de una superficie con referencia a una línea</p> <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos separados por una distancia t entre sí e inclinados en un ángulo especificado con respecto a la línea de referencia.</p> 		<p>La superficie inclinada debe estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,1 mm entre sí e inclinados en un ángulo de 75° con respecto al eje A (línea de referencia).</p> 	
<p>Tolerancia de angularidad de una superficie con referencia a un plano</p> <p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos a una distancia t entre sí e inclinados en un ángulo especificado con respecto al plano de referencia.</p> 		<p>La superficie inclinada debe estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,08 mm entre sí e inclinados en un ángulo de 40° con respecto al plano A (plano de referencia).</p> 	
<p>Tolerancia de posición</p>			
<p>Tolerancia de posición de un punto</p> <p>La zona de tolerancia está limitada por una esfera o un círculo de diámetro t y cuyo centro está en la posición especificada correcta del punto considerado.</p> 		<p>El punto de intersección real debe estar situado dentro de un círculo de 0,3 mm de diámetro, cuyo centro coincide con la posición especificada correcta del punto de intersección considerado.</p> 	

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

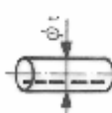

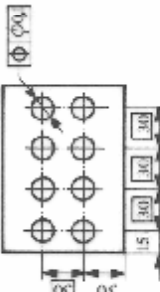
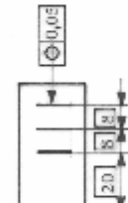
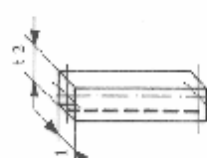
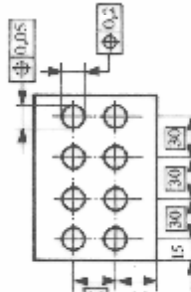
<p>Tolerancia de posición de una línea</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p>La zona de tolerancia está limitada por un cilindro de diámetro t cuyo eje está en la posición especificada correcta de la línea considerada, si el valor de la tolerancia está precedido del signo ϕ</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>El eje del agujero debe estar contenido dentro de una zona cilíndrica de 0,08 mm de diámetro, cuyo eje está situado en la posición especificada correcta de la línea.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;">  <p>Cada uno de los ejes de los ocho agujeros debe estar contenido dentro de una zona cilíndrica de 0,1 mm de diámetro cuyos ejes están en la posición especificada correcta.</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>Cada una de las líneas debe estar contenida entre dos líneas rectas paralelas separadas 0,05 mm entre sí, dispuesto simétricamente sobre la posición especificada correcta de las líneas.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;">  <p>La zona de tolerancia está limitada por un paralelepípedo de sección $t_1 \times t_2$ cuyos ejes están en la posición especificada correcta de la línea considerada, si la tolerancia está especificada en dos planos perpendiculares entre sí.</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>Cada uno de los ejes de los ocho agujeros debe estar contenido en una zona paralelepíptica de 0,05 mm en el plano horizontal y 0,02 mm en el plano vertical y cuyos ejes están en la posición especificada correcta del agujero considerado.</p> </div> </div>
<p>Tolerancia de posición de una superficie plana o un plano medio</p>	

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

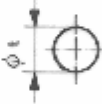
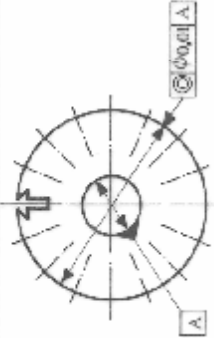
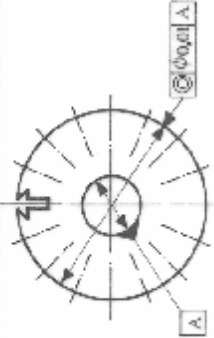
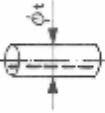
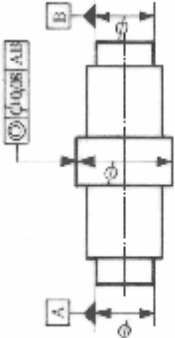
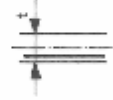
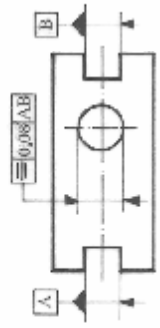
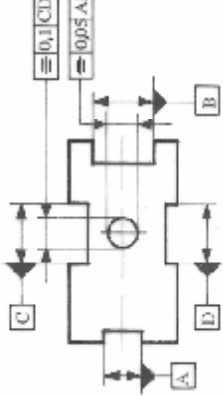
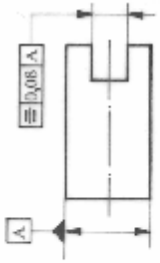

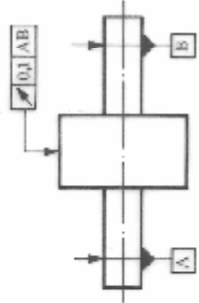
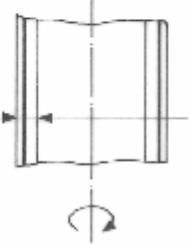
<p>Concentricidad, coaxialidad y tolerancia de simetría</p>	
<p>Tolerancia de concentricidad de un punto</p>	
<p>La zona de tolerancia está limitada por un círculo de diámetro t, cuyo centro coincide con el punto de referencia.</p>	
<p>El centro del círculo a cuya dimensión está conectado el cuadro de tolerancia debe estar contenido en un círculo de 0,01 mm de diámetro concéntrico con el centro del círculo de referencia A.</p>	
<p>(Coaxialidad)</p> <p>La zona de tolerancia está limitada por un cilindro de diámetro t cuyo eje coincide con el eje de referencia si el valor de la tolerancia está precedido del signo ϕ</p>	
<p>El eje del cilindro a cuya dimensión está conectado el cuadro de tolerancia debe estar contenido en una zona cilíndrica de 0,08 mm de diámetro, coaxial con el eje de referencia A B.</p>	
<p>(Simetría)</p> <p>La zona de tolerancia está limitada por dos líneas paralelas a dos planos paralelos a una distancia t entre sí y dispuestos simétricamente con respecto al eje de referencia (o plano de referencia), si la tolerancia se especifica solamente en un plano.</p>	
<p>El eje del agujero debe estar contenido entre dos planos paralelos separados 0,08 mm entre sí y dispuestos simétricamente con respecto al plano medio común verdadero de las ranuras de referencia A y B.</p>	
<p>El eje del agujero debe estar contenido en una zona paralelepípedica de 0,1 mm en dirección horizontal y 0,05 mm en dirección vertical y cuyos ejes coincidan con los ejes de referencia AB y CD.</p>	

TABLA 9. Definiciones detalladas de tolerancias geométricas, indicación e interpretación (Continuación)

<p>Tolerancia de Simetría de un plano divisorio medio</p>  <p>El plano medio de la ranura debe estar contenido entre dos planos paralelos separados 0,08 mm entre sí y dispuestos simétricamente con respecto al plano medio del elemento de referencia A.</p>	<p>La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos separados por una distancia t entre sí y dispuestos simétricamente respecto al eje de referencia c plano de referencia.</p> 
<p>Tolerancia de alineación (run out)</p> <p>La tolerancia de alineación representa la máxima variación admisible de posición t del elemento considerado con respecto a un punto fijo durante una revolución completa alrededor del eje de referencia (sin considerar el desplazamiento axial relativo de la pieza y del instrumento de medida). La tolerancia de alineación se aplica separadamente a cada posición de medida. Excepto cuando se indica de otra manera, esta variación se mide en la dirección indicada por la flecha al final de la línea de guía que señala el elemento con tolerancia.</p> <p>Las tolerancias de alineación pueden incluir defectos de circularidad, coaxialidad, perpendicularidad o planitud, siempre que la suma de estos defectos no exceda la tolerancia de alineación especificada. La tolerancia de alineación en consecuencia no especifica la rectitud y el ángulo de la línea generatriz con relación al eje de referencia ni planitud de la superficie.</p>  <p>La desviación radial no debe ser mayor que 0,1 mm en cualquier plano de medida durante una revolución completa alrededor del eje común de las superficies A y B.</p>	<p>La zona de tolerancia está limitada dentro de cualquier plano perpendicular al eje por dos círculos concéntricos separados por una distancia t entre sí.</p> 

Nótese que el calibrador mostrado en las figuras 267 c y d verifica el efecto combinado de perpendicularidad y tamaño.

El tamaño del vástago debe ser verificado independientemente, para asegurar que no se excedan los límites dimensionales.

En este ejemplo debe anotarse, además, que la exactitud posicional (relación con otro elemento) no se toma en cuenta.

4.7.2.2 Perpendicularidad con tolerancia de forma cero.

Si es necesario especificar que cualquier error de orientación debe estar contenido dentro de los límites de material máximo de un elemento, esto debe indicarse según la figura 268. Esta indicación significa que, si el elemento está terminado con los límites dimensionales máximos en todas partes, éste debe tener una forma perfecta. Errores de forma son permisibles si el elemento está terminado lejos de los límites dimensionales correspondientes a la condición de material máximo, siempre que los límites dimensionales mínimos sean observados en todas partes.

Debe notarse que tolerancias de forma cero solamente pueden ser asociadas con la condición de material máximo, pues, de otra manera, significaría demandar perfección.

4.7.2.3 Rectitud.

La aplicación del principio de material máximo a la rectitud se ilustra en las figuras 269 y 270. El eje del pasador debe estar contenido en una zona de tolerancia cilíndrica cuyo diámetro varía entre 0,01 y 0,03, si el diámetro real del pasador varía entre 10,0 (material máximo) y 9,98 (material mínimo).

Nótese que el calibrador mostrado en las figuras 270 a y b verifica el efecto combinado de rectitud y tamaño.

El tamaño del pasador debe ser verificado para asegurar que no se exceden los límites dimensionales.

4.7.2.4 Distancia entre centros.

La figura 271 ilustra un caso simple de una tolerancia lineal para una distancia entre centros, y muestra dos componentes que se ensamblan aun bajo las peores condiciones posibles permitidas por las tolerancias de la distancia entre centros y de las dimensiones, esto es,

- pieza superior: distancia entre centros y diámetros de los vástagos máximos;
- pieza inferior: distancia entre centros y diámetro de los agujeros mínimos; o
- pieza superior: distancia entre centros mínima y diámetro de los vástagos máximo;
- pieza inferior: distancia entre centros máxima y diámetro de los agujeros mínimo.

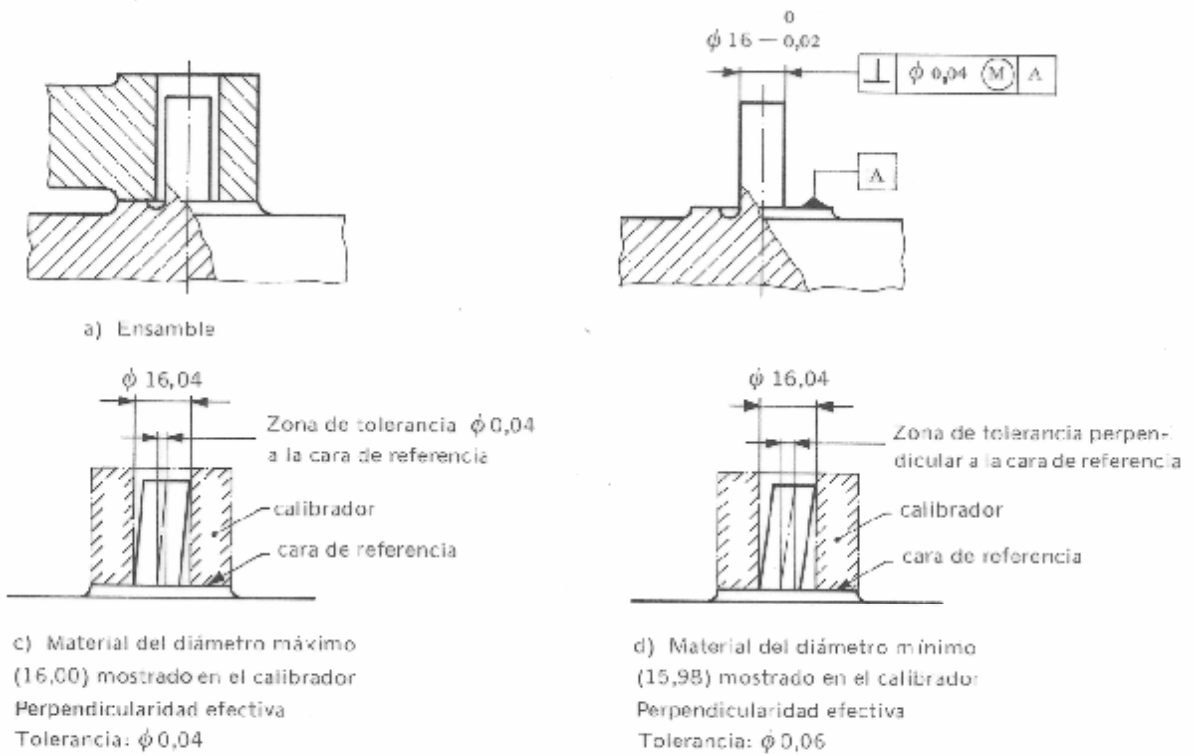


FIGURA 267

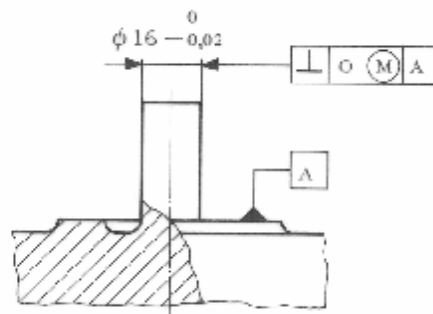


FIGURA 268

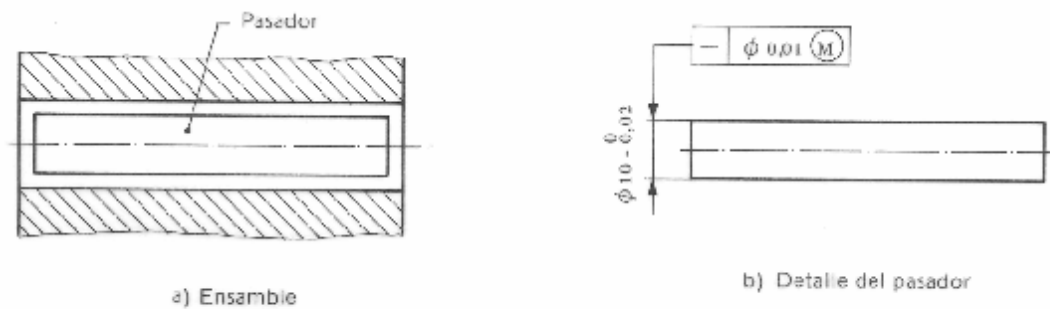
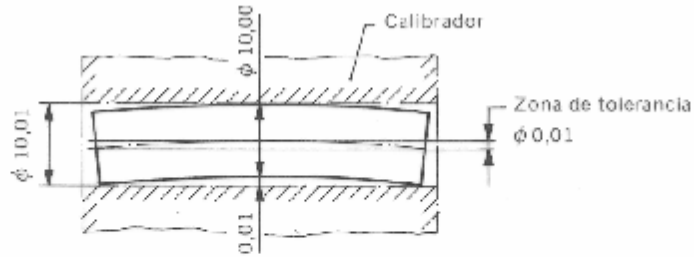
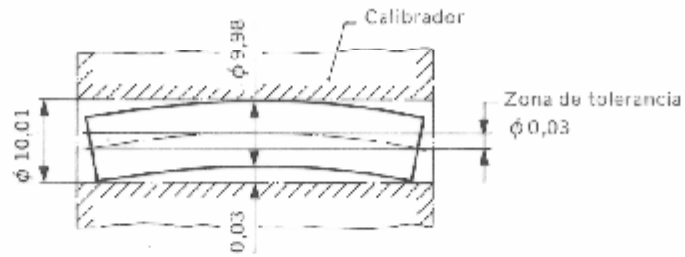


FIGURA 269



a) Material máximo del pasador ($\phi 10$) mostrado en el calibrador.
Tolerancia de rectitud efectiva $\phi 0,01$



b) Material mínimo del pasador ($\phi 9,98$) mostrado en el calibrador.
Tolerancia de rectitud efectiva $\phi 0,03$

FIGURA 270

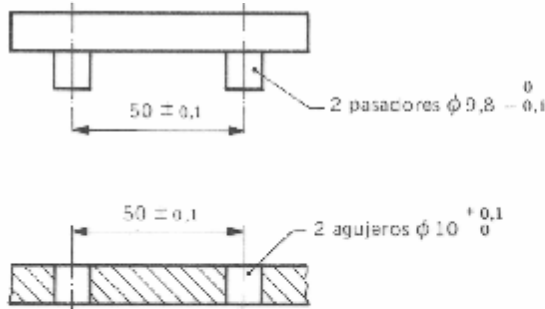


FIGURA 271

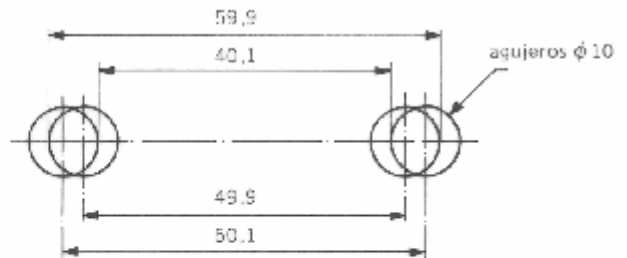


FIGURA 272

La figura 272 ilustra los casos extremos para la pieza inferior. El ensamble será posible siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- 1) la distancia entre los lados exteriores de los vástagos de la pieza superior no debe exceder 59,9;
- 2) la distancia entre los lados interiores de los vástagos no debe ser inferior a 40,1.

Por tanto, si los diámetros de los vástagos están en su condición de material mínimo, es decir 9,7, su distancia entre centros puede variar entre $59,9 - 9,7 = 50,2$ y $40,1 + 9,7 = 49,8$, que es equivalente a una tolerancia de $\pm 0,2$ comparada con el requisito del dibujo de $\pm 0,1$.

De esta manera se puede obtener ventaja en el incremento de la libertad de fabricación, especificando que el concepto de material máximo se aplica a la distancia entre centros de los vástagos de la pieza superior.

El principio de material máximo puede especificarse también para la pieza inferior de la figura 271, con la ventaja correspondiente.

El principio de material máximo puede especificarse:

- según la figura 273 que muestra la pieza inferior; el símbolo \textcircled{M} está junto a la tolerancia de la distancia entre centros;
- según la figura 274 que muestra la misma pieza; el símbolo \textcircled{M} está junto a la tolerancia de posición de los agujeros, indicando que las zonas de tolerancia son circulares para los centros de agujero.

La única diferencia entre los requisitos de las figuras 273 y 274 es que esta última especifica zonas de tolerancia circulares para los centros de agujero.

4.7.2.5 Tolerancias de posición.

La figura 275 es un ejemplo de tolerancia de posición en el que se aplica el principio de material máximo, tanto a los agujeros con tolerancia como al elemento de referencia.

Si los agujeros y el cilindro de referencia están en su condición de material máximo, los ejes de los agujeros deberán estar contenidos en zonas de tolerancia cilíndricas de diámetro 0,2 cuyos ejes están en la posición exacta.

Las variaciones del tamaño de los agujeros y del cilindro de referencia, a partir de la condición de material máximo, permitirá una tolerancia de posición adicional a los agujeros.

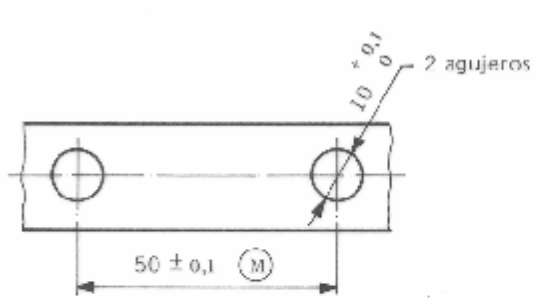


FIGURA 273

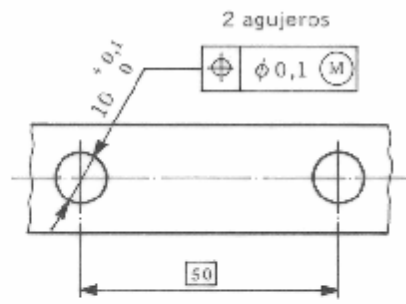


FIGURA 274

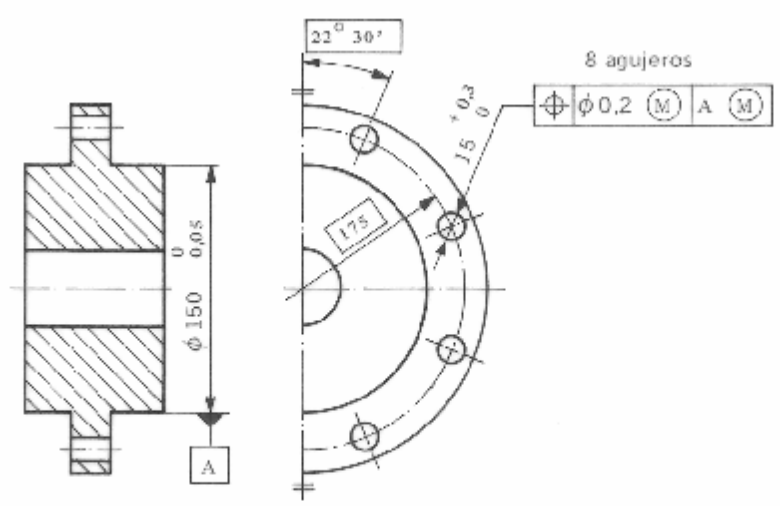


FIGURA 275

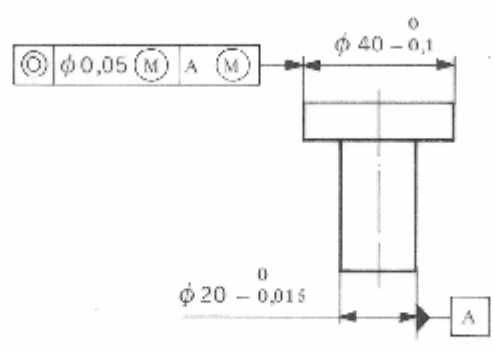


FIGURA 276

El diámetro real de los agujeros en comparación con su dimensión de material máximo determinará la tolerancia adicional sobre las posiciones de los agujeros entre sí.

La variación del cilindro de referencia de la dimensión de material máximo permitirá un incremento en la tolerancia de posición para todos los agujeros en relación al elemento de referencia, pero no entre sí.

4.7.2.6 Coaxialidad.

La aplicación del principio de material máximo a la coaxialidad se indica en la figura 276.

El eje de la cabeza de la espiga debe estar contenido en una zona de tolerancia cilíndrica cuyo eje coincide con el eje del vástago y con un diámetro que varía de 0,05 a 0,065, si los diámetros de la cabeza y del vástago varían entre los límites dimensionales de material máximo y mínimo (ver Figs. 277 y 278).

4.8 Aplicaciones típicas de las tolerancias geométricas.

4.8.1 En esta sección se indican ejemplos de métodos para expresar tolerancias geométricas en ciertas aplicaciones típicas.

4.8.2 *Elemento de referencia doble.*

La figura 279 indica la aplicación de tolerancias de concentricidad a un husillo rotatorio localizado en su bastidor por medio de cojinetes montados sobre los asientos identificados como elementos de referencia A y B. El eje común de estos asientos es usado como eje de referencia al cual se relacionan las tolerancias que controlan la concentricidad de los diámetros especificados.

4.8.3 *Tolerancias de concentricidad de agujeros para asegurar el ensamble con un pasador.*

La figura 280 señala un ejemplo de una tolerancia de concentricidad especificada en relación a la condición de material máximo de los elementos. En este ejemplo, la concentricidad de los dos agujeros tiene tolerancia para asegurar el ensamble intercambiable con el pasador (Fig. 280 a). Debe notarse, en este ejemplo, que ninguno de los agujeros puede considerarse como elemento de referencia para el otro.

La interpretación en la figura 280 d muestra que se requiere la concentricidad de los agujeros con su eje común dentro de un diámetro 0,01, si ambos están en su condición de material máximo. Sin embargo, si no están en su condición de material máximo (Fig. 280 e), la tolerancia de concentricidad se incrementa, según lo explicado en el numeral 4.7.

4.8.4 *Superficie con tolerancia de perpendicularidad en relación a dos superficies de referencia.*

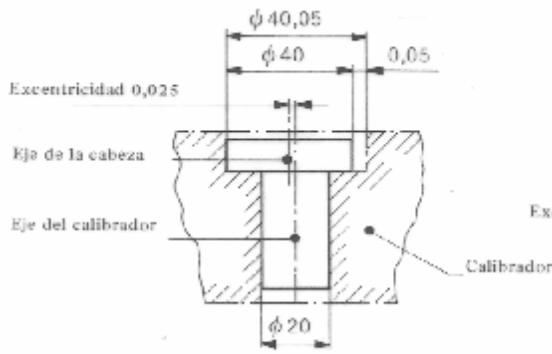


FIGURA 277

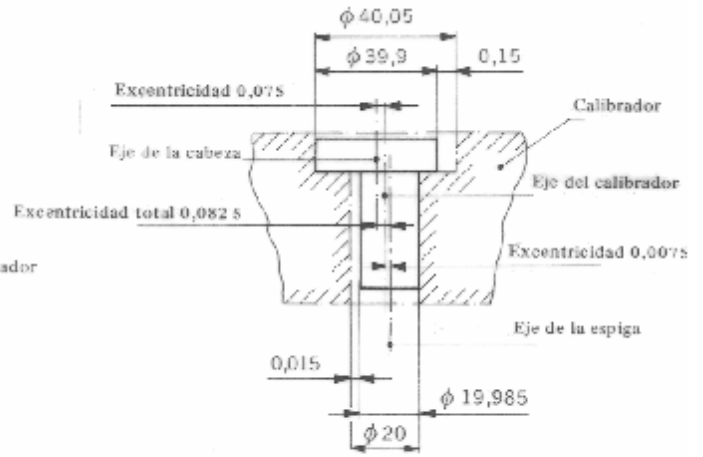


FIGURA 278

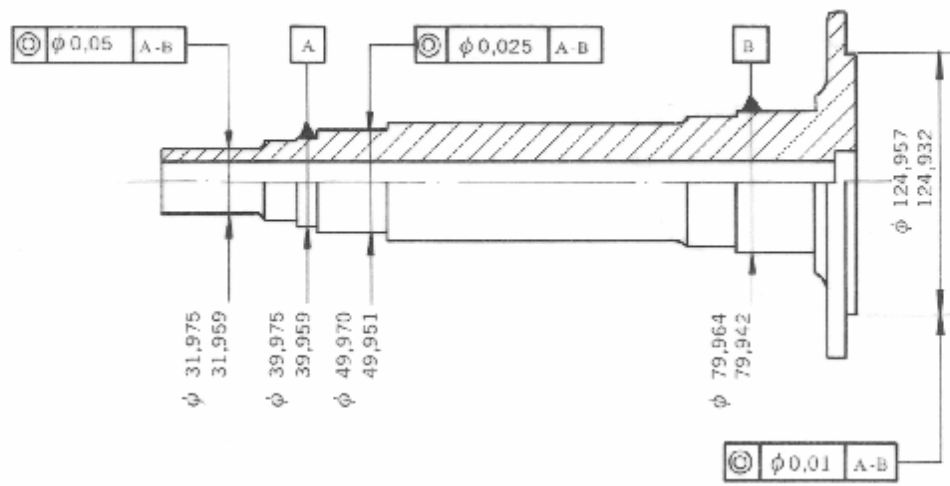


FIGURA 279

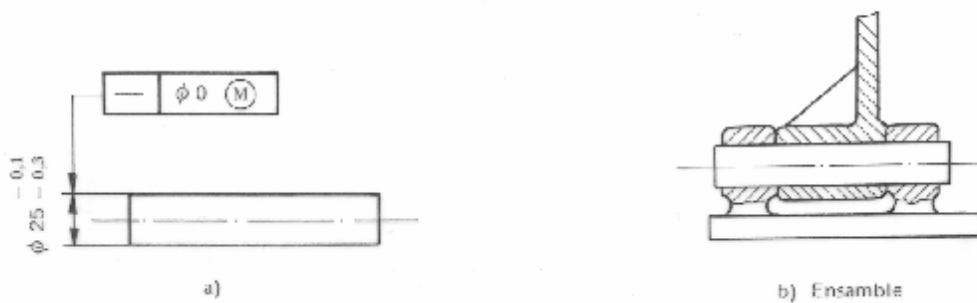
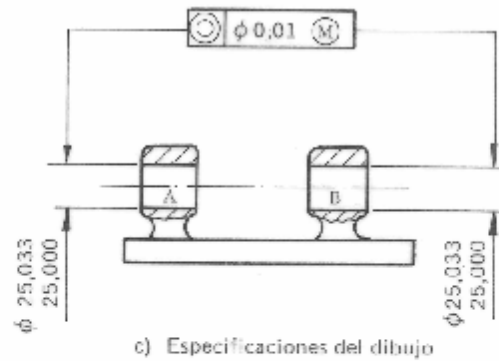
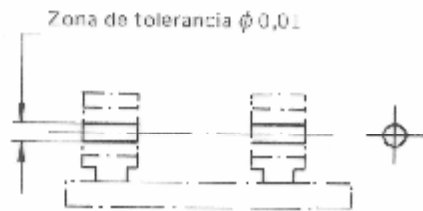


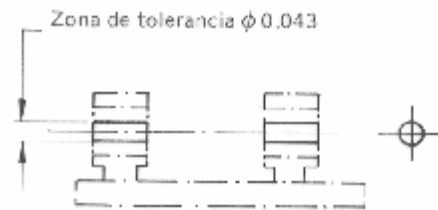
FIGURA 280



c) Especificaciones del dibujo



d) Zona de tolerancia de concentricidad en la condición de material máximo. La zona de tolerancia está limitada a $\phi 0,01$ y los ejes de los agujeros A y B se requiere estén dentro de esta zona.



e) Zona de tolerancia de concentricidad en la condición de material mínimo. La zona de tolerancia está permitida extenderse a $\phi 0,043$ y los ejes de los agujeros A y B se requiere estén dentro de esta zona.

FIGURA 280

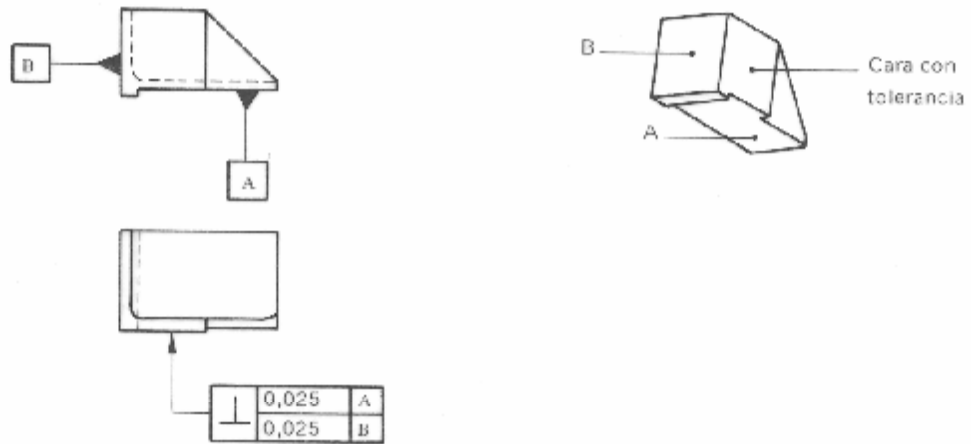


FIGURA 281

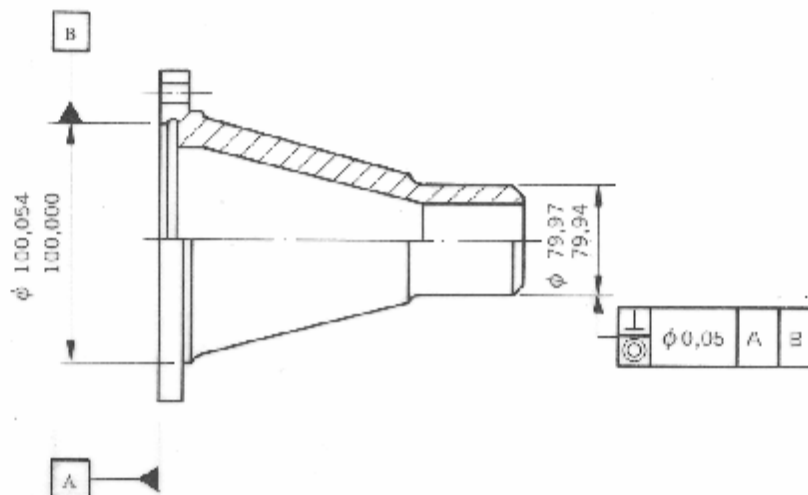


FIGURA 282

A menudo es necesario especificar tolerancias de angularidad, perpendicularidad o paralelismo para un elemento con relación a más de un elemento de referencia. La figura 281 muestra un ejemplo típico en el cual la perpendicularidad de una superficie de la pieza tiene una tolerancia relacionada con dos superficies de referencia.

4.8.5 *Uso de elementos de referencia para tolerancias combinadas, concentricidad y perpendicularidad.*

Las tolerancias de perpendicularidad muchas veces son combinadas convenientemente con otras tolerancias geométricas. El ejemplo de la figura 282 ilustra una extensión de un eje cuyo asiento debe estar alineado con el eje principal dentro de ciertos límites de error. Por tanto, se aplica una tolerancia combinada de concentricidad y perpendicularidad al asiento, usando la superficie A y el diámetro B juntos como sistema de referencia.

4.8.6 *Tolerancia combinada de concentricidad y perpendicularidad dentro de límites dimensionales.*

La figura 283 muestra otro ejemplo en el cual se requiere que un grupo de elementos sean realmente concéntricos y perpendiculares con una superficie de asiento, cuando estén en su condición de material máximo, a fin de asegurar un ensamble y funcionamiento satisfactorio.

4.8.7 *Tolerancias para la posición relativa de agujeros.*

En caso que a todos los elementos de un grupo se les pueda asignar la misma tolerancia de posición en relación de uno a otro, puede utilizarse un cuadro de tolerancias junto a una nota, según se indica en la figura 284 a. De esta manera se limita el desplazamiento de cada uno de los elementos relativos el uno al otro, en todas las direcciones.

La interpretación que se indica en la figura 284 b muestra las zonas de tolerancia de posición para la condición de material máximo de los agujeros.

Si cualquiera de los agujeros está acabado lejos del límite de material máximo de $\phi 6$, el diámetro de la zona de tolerancia se incrementa consecuentemente según lo explicado en el numeral 4.7.

4.8.8 *Tolerancia para la posición relativa de agujeros respecto a un elemento de referencia.*

En la figura 285 a, se muestra un grupo de agujeros con tolerancias en relación a un reborde y a una superficie de referencia. El diagrama de tolerancias de la figura 285 b muestra los requisitos posicionales para la condición de material máximo de los agujeros y del reborde de referencia. Si algún agujero está terminado lejos de su límite de material máximo, habrá, en efecto, un incremento en la tolerancia de posición para este agujero.

Además, si el reborde está terminado lejos de su límite de material máximo de $\phi 150,05$, habrá un incremento adicional de la tolerancia de posición para todos los agujeros relativo al reborde de referencia, pero no en relación de uno con otro.

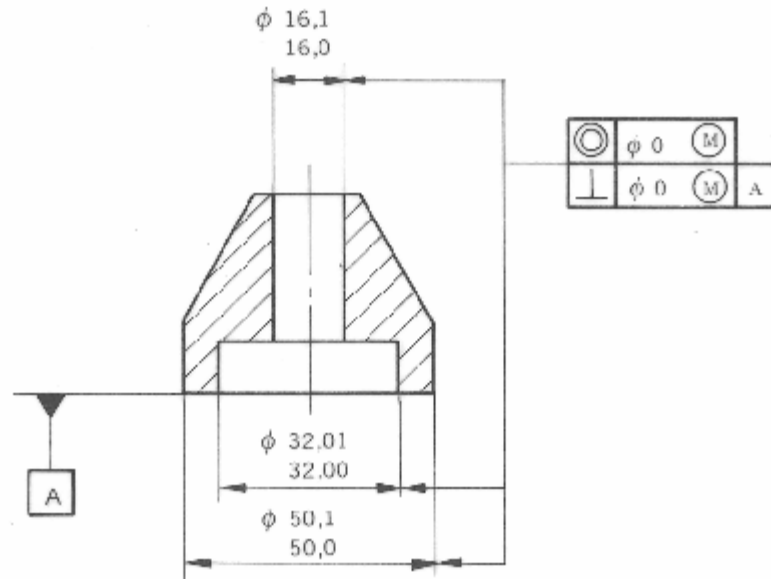
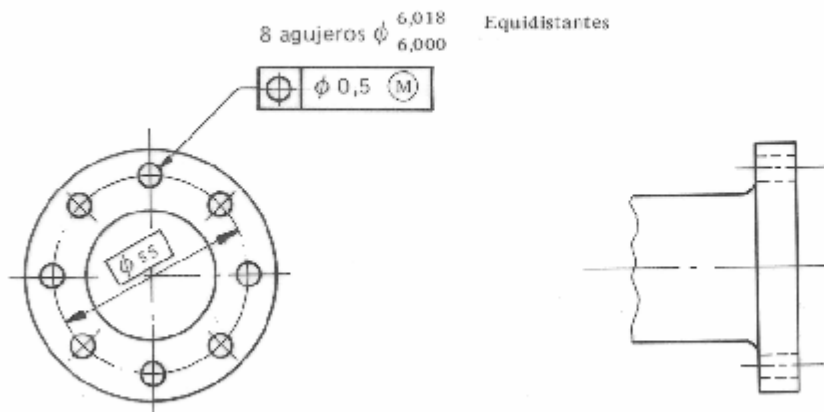
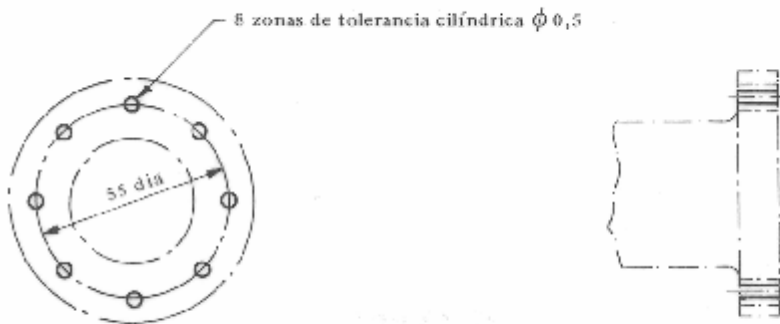


FIGURA 283

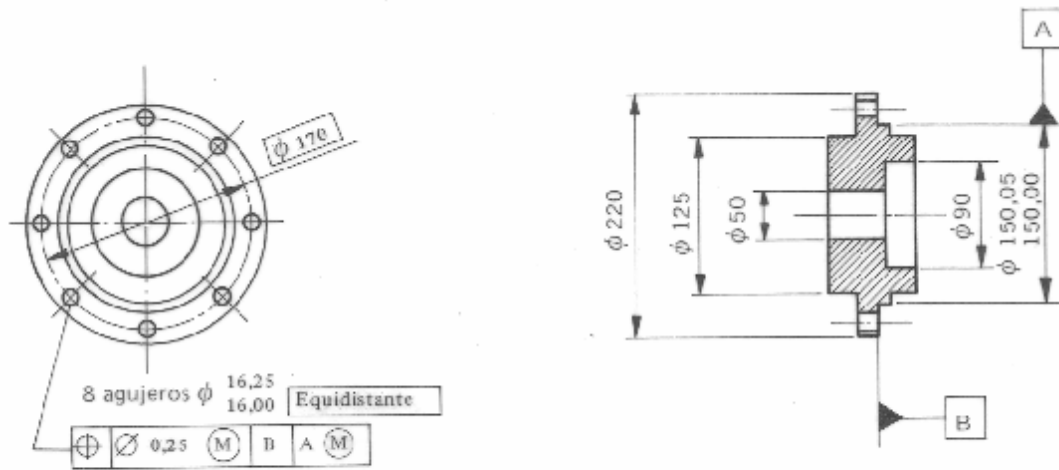


a) Especificación del dibujo

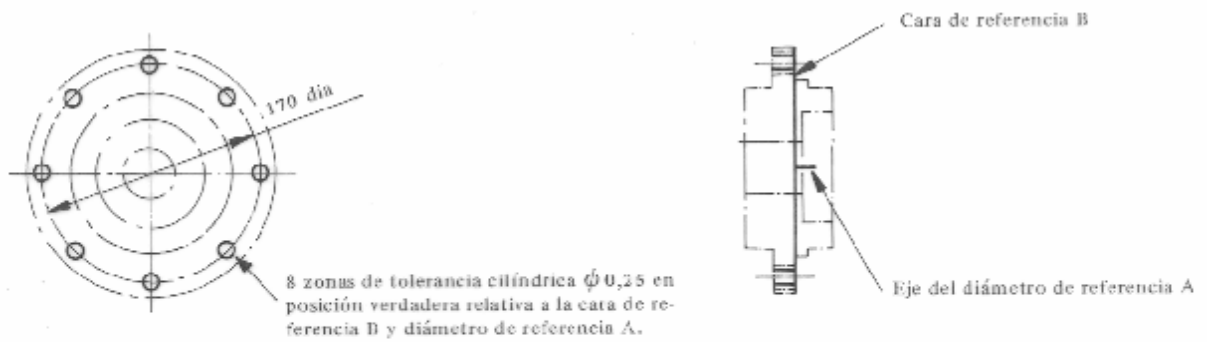


b) Interpretación de la tolerancia de posición cuando los agujeros están en la condición de material máximo.

FIGURA 284



a) Especificación de dibujo



b) Interpretación de la tolerancia de posición cuando los agujeros y espigas están en condición de material máximo.

FIGURA 285

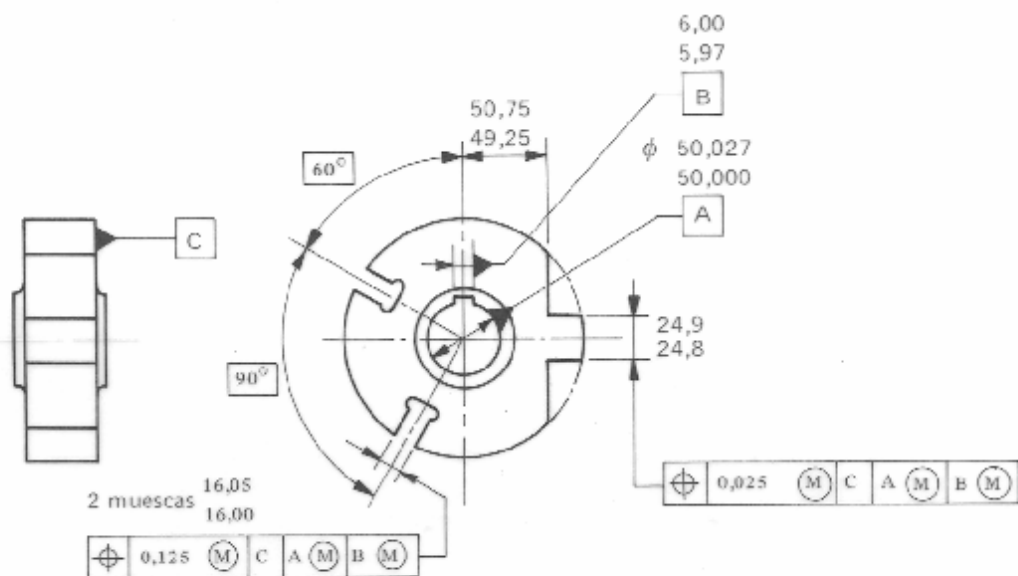


FIGURA 286

4.8.9 Tolerancias de posición aplicados a elementos rectangulares.

Las tolerancias de posición pueden aplicarse también a elementos distintos de los cilíndricos planos, tales como agujeros y pasadores. La figura 286 muestra un ejemplo en el cual se especifican tolerancias de posición para dos muescas y una lengüeta en relación a un agujero y a un chavetero de referencia.

La tolerancia de posición para las ranuras requiere que el plano medio de cada ranura esté situado entre dos planos separados 0,125 entre sí y dispuestos equidistantemente de la posición exacta.

De manera similar, la tolerancia de posición para la lengüeta requiere que el plano medio de la misma esté situado dentro de una zona de tolerancia de 0,025 de ancho, dispuesta simétricamente con relación a la posición exacta.

En este caso, las tolerancias de posición se aplican a los elementos en su condición de material máximo y cuando cualquiera de estos elementos, ya sean de referencia o no, están terminados fuera de su límite de material máximo, la tolerancia de posición puede incrementarse.

4.8.10 Control posicional de grupos de agujeros.

Cuando un componente contiene un número de elementos pertenecientes a ciertos grupos determinados en consideración a la función del componente, pueden usarse tolerancias de posición para relacionar un grupo con otro, según sea necesario, así como para los elementos dentro de cada grupo, independientemente de los elementos de otros grupos.

Esto se ilustra en la figura 287; los agujeros A se utilizan para ubicar la pieza en el conjunto y, por tanto, estos dos agujeros sirven como elementos de referencia para la ubicación de los agujeros de los pernos de aseguramiento, y los agujeros B, C y D que alojan componentes que deben ser fijados exactamente en el conjunto.

Finalmente, cada uno de los agujeros B, C y D sirven como referencia para los agujeros roscados asociados.

4.8.11 Localización de grupos y relación de los agujeros dentro de cada grupo.

4.8.11.1 Cuando la localización de un grupo de elementos es de relativa importancia, en tanto que se requiere la mayor precisión de posición dentro del grupo, es a veces conveniente establecer tolerancias para la distancia entre centros y tolerancias de posición. Un ejemplo típico es el del panel de un instrumento que se muestra en la figura 288. En este ejemplo, la posición de los agujeros dentro de cada grupo debe controlarse de manera que se asegure el ensamble de los componentes, pero la posición de estos últimos en el panel puede variar dentro de límites más amplios.

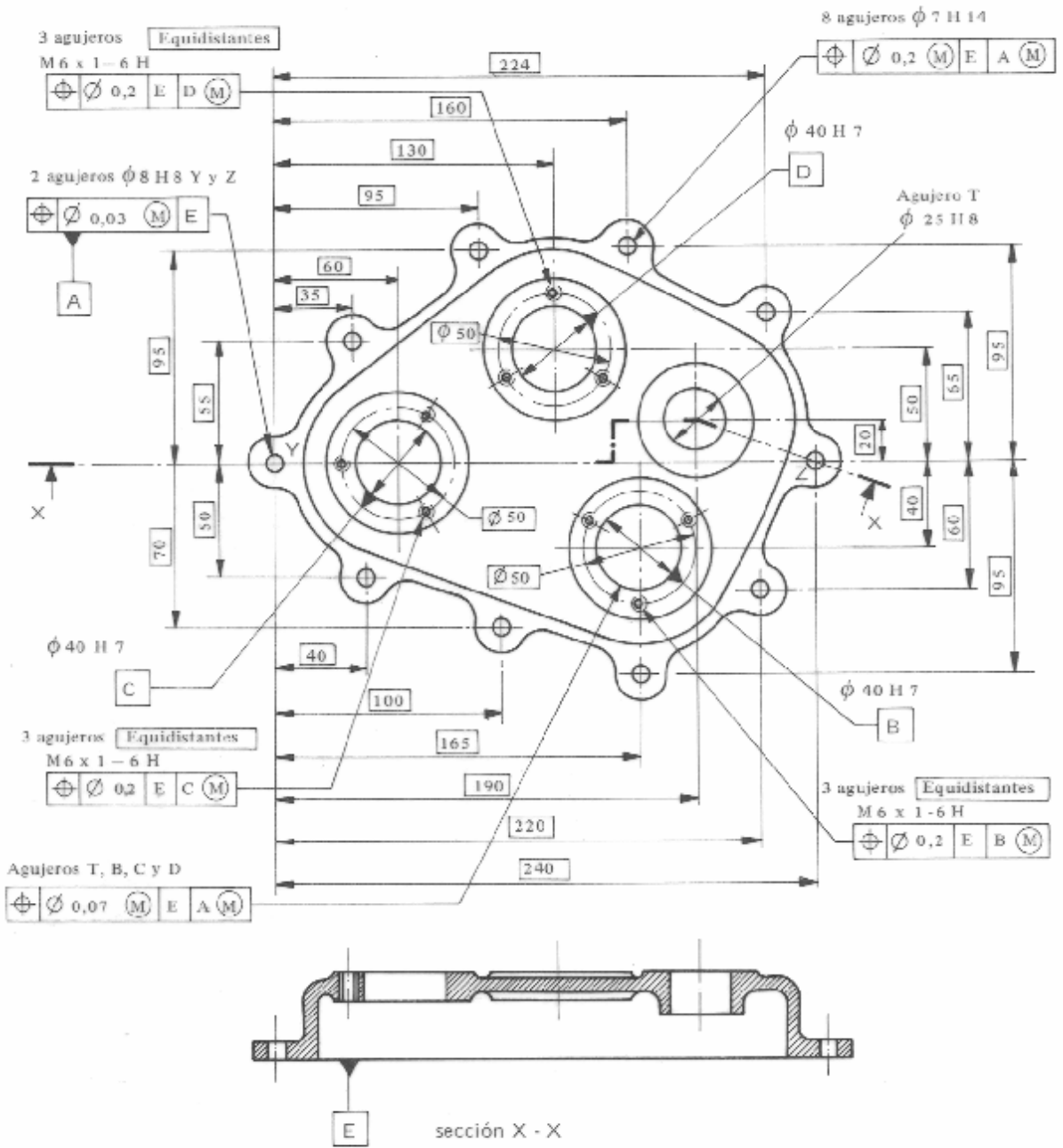


FIGURA 287

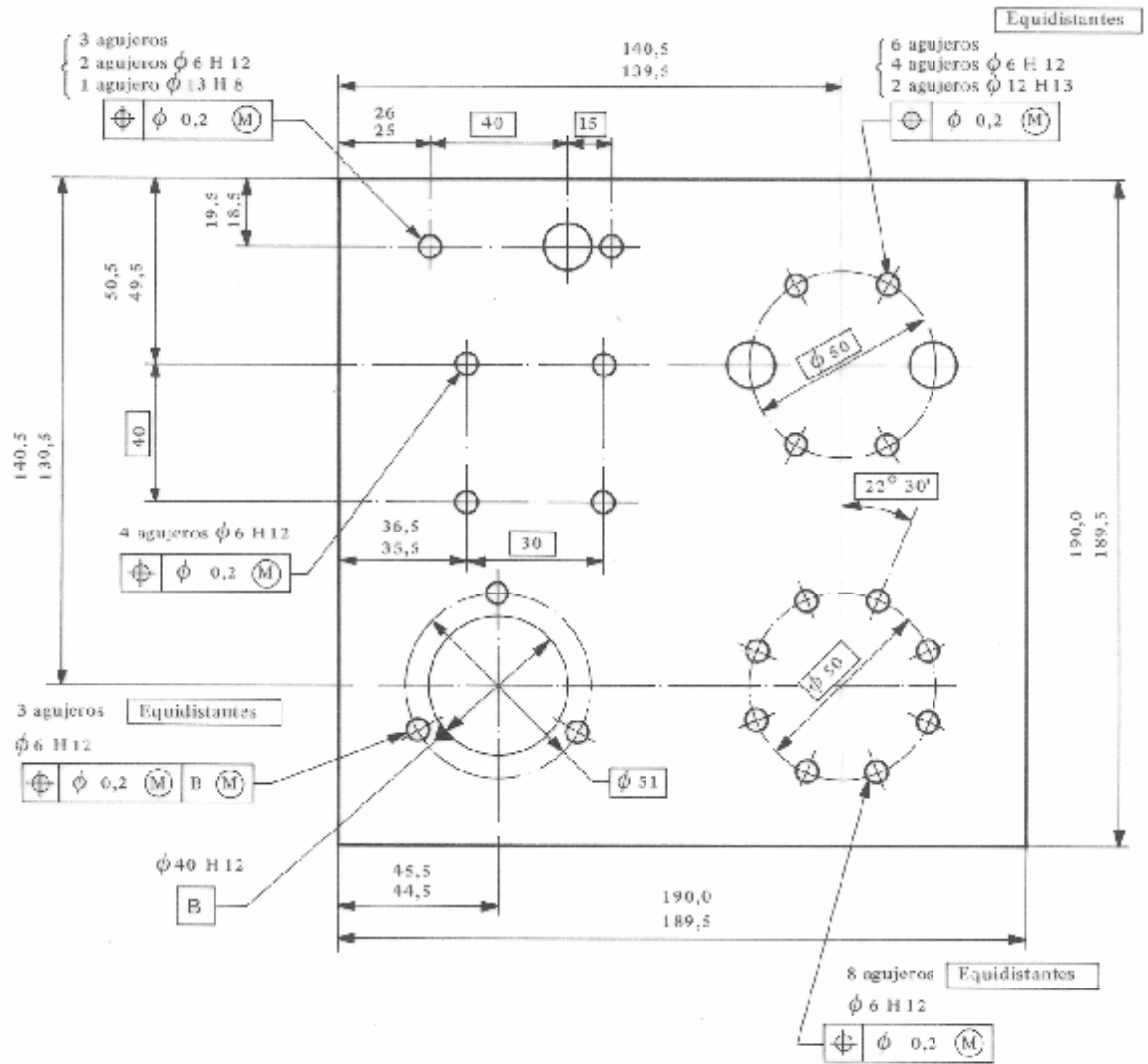


FIGURA 288

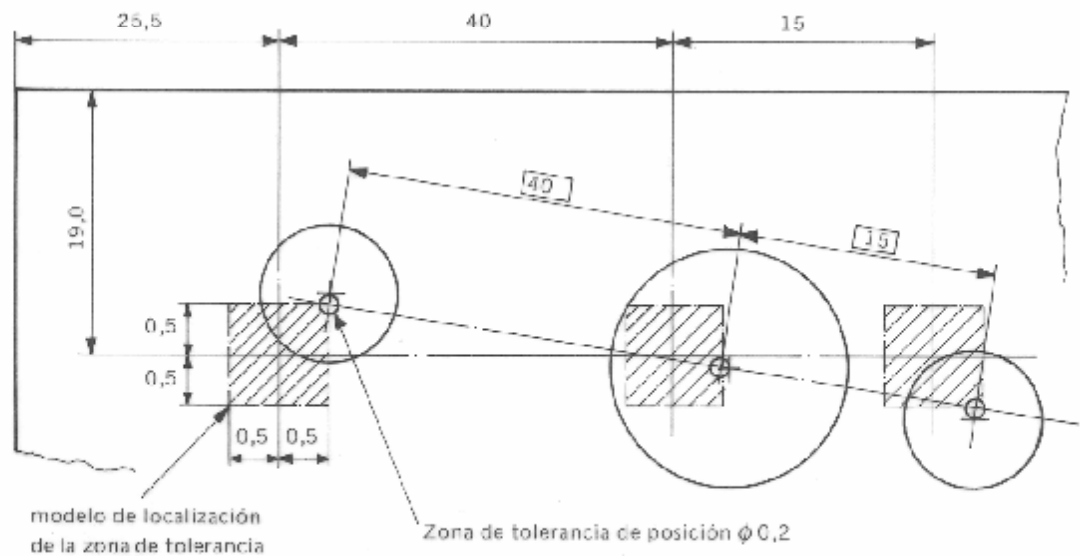


FIGURA 289

Cuando se usa una combinación de tolerancias para las distancias entre centros y tolerancias de posición, las distancias entre centros deben interpretarse como que se refieren solamente a las líneas de ejes teóricas de cada grupo. Cada elemento individual puede entonces desplazarse de su posición exacta (sobre sus propias líneas de ejes), dentro de la zona de tolerancia de posición para dicho elemento.

4.8.11.2 Las figuras 289 y 290 indican las variaciones extremas de posición, permisibles cuando la distribución de los agujeros está dimensionada como en la figura 288 y los elementos individuales están en su condición de material máximo.

La condición de material máximo para la tolerancia posicional de 0,2 de diámetro indica que, si los agujeros están en cualquier condición distinta de ésta, es permisible una variación adicional de la posición especificada.

La tolerancia de posición de los agujeros relativa al grupo es, en la mayoría de los casos, pequeña, comparada con la tolerancia directa para la localización del grupo, y, consecuentemente, permite solamente un incremento pequeño en la tolerancia de posición total. Sin embargo, unos pocos casos límites han mostrado que las implicaciones que se derivan del numeral anterior, a veces no se aprecian completamente.

Es, por tanto, necesario un análisis detallado de la interpretación del método de acotación de grupos de agujeros mostrado en la figura 288.

En las figuras 289, 290, 291 y 292 se observará que:

- a) las dimensiones en recuadro indican la relación teórica (perfecta) entre los centros de los agujeros del grupo;
- b) en referencia al grupo de tres agujeros en la esquina superior izquierda del panel (Fig. 289), las posiciones permitidas por el marco de referencia están establecidas por las dimensiones con tolerancia 25-26 y 18,5-19,5 que originan zonas de tolerancia cuadradas de 1,0 x 1,0;

los centros de las zonas de tolerancia de posición circulares deben estar dentro de estos cuadrados y, por tanto, los agujeros localizados según la figura 289 son aceptables, pese a que sus centros están fuera de la zona de tolerancia cuadrada de 1,0 x 1,0;

- c) si en un dibujo se especifica un agujero dentro de un grupo como elemento de referencia para dicho grupo, las dimensiones con tolerancias para su localización se consideran sin otra libertad adicional que aquella establecida por la condición de material máximo; tal es el caso del agujero cuyos ejes están definidos como ejes de referencia C en la figura 291; su centro debe estar localizado en una zona de tolerancia cuadrada de 1,0 x 1,0. La figura 292 ilustra el diagrama de tolerancias para este caso.

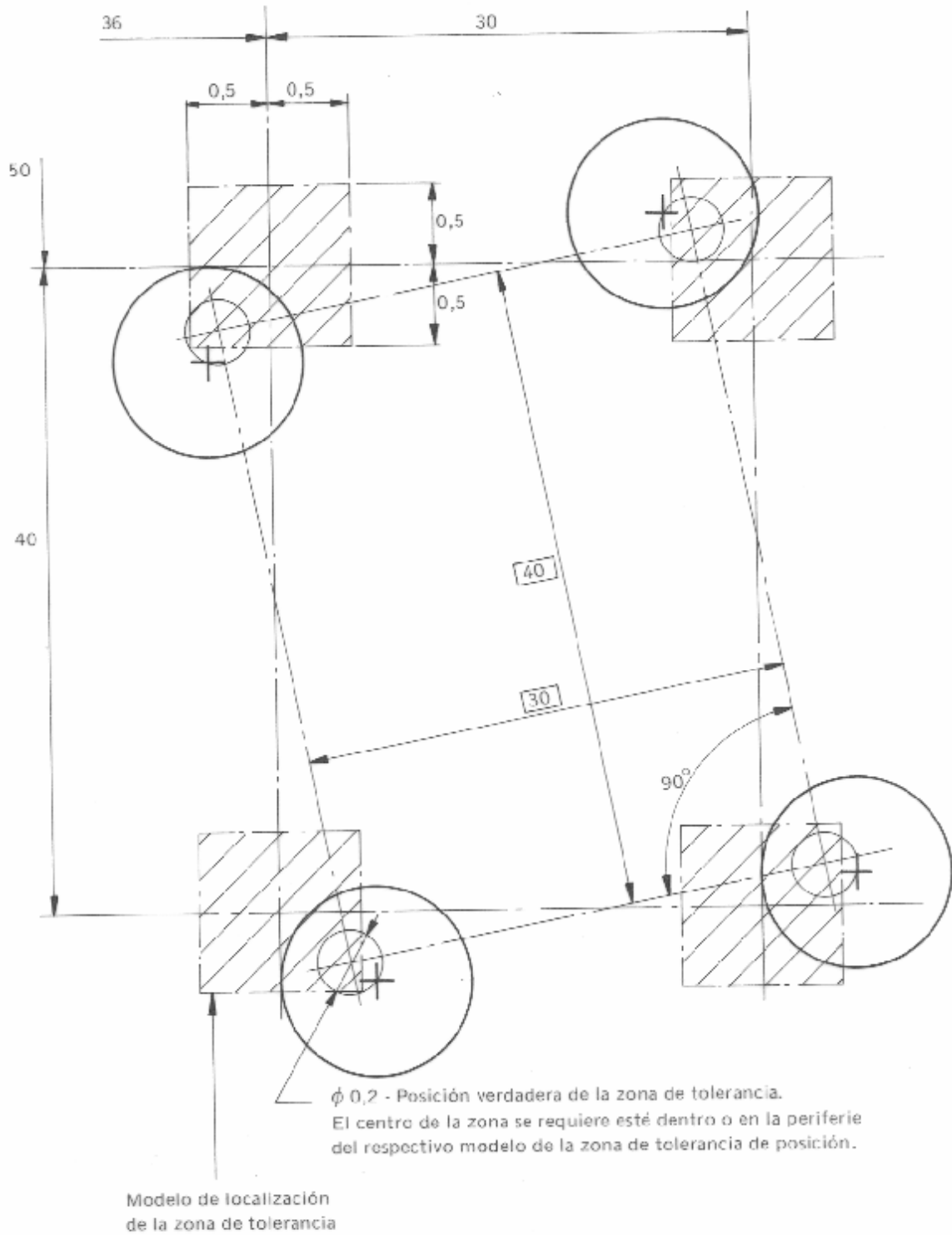


FIGURA 290

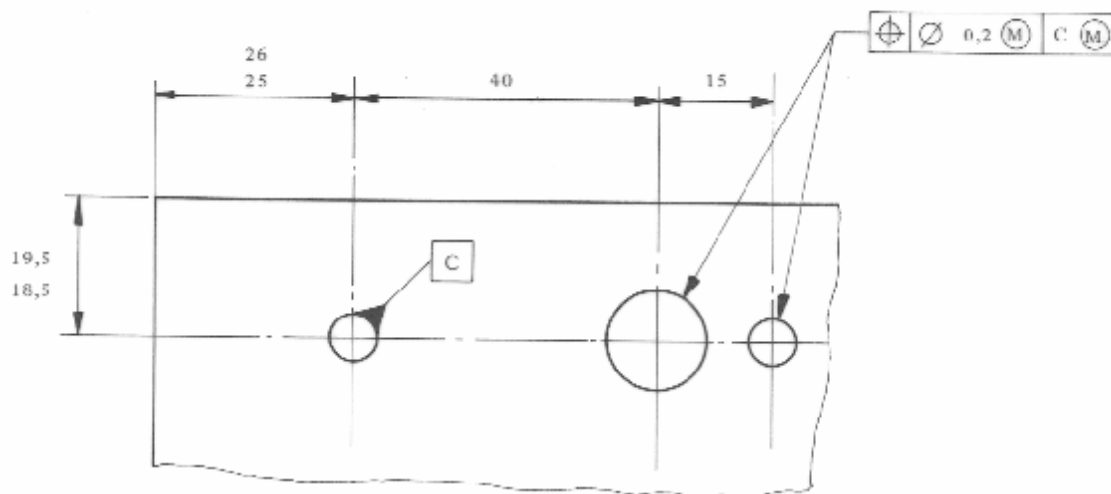


FIGURA 291. Un agujero de un grupo especificado como referencia

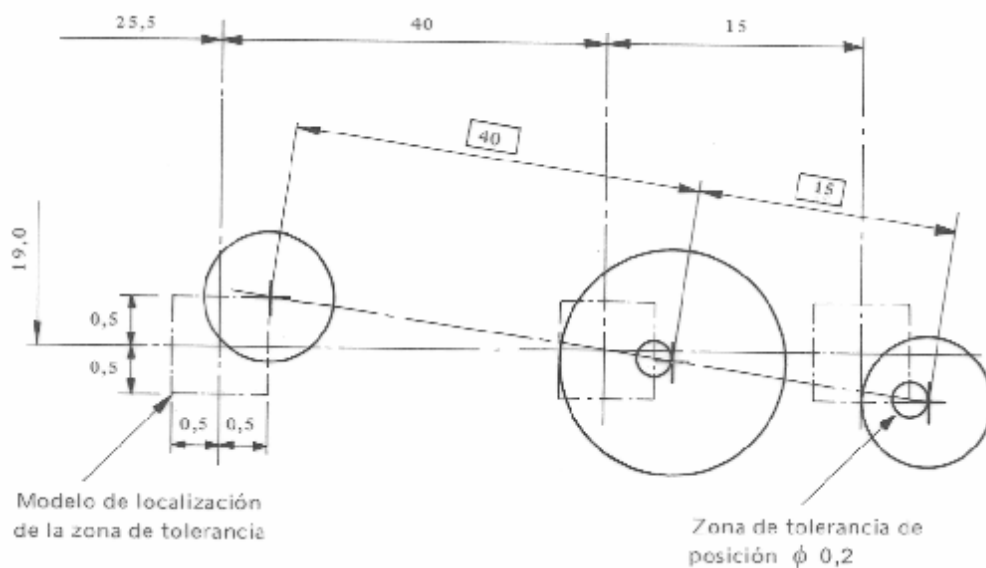


FIGURA 292. Interpretación del caso indicado en la Fig. 291

5. REPRESENTACION Y ESPECIFICACION DE MATERIALES

5.1 Indicación de superficies.

5.1.1 Generalidades.

5.1.1.1 Esta sección trata de los símbolos e indicaciones que deben utilizarse en un dibujo para representar el estado final de una superficie.

5.1.1.2 Indicaciones de rugosidad superficial, método de producción o tolerancia de maquinado solamente deben darse cuando esto es necesario para asegurar el ajuste según un propósito específico y únicamente a las superficies que lo requieren.

5.1.1.3 Las indicaciones superficiales; no son necesarias cuando los procesos de producción ordinarios, por sí solos, aseguran un acabado superficial aceptable.

5.1.2 Símbolos básicos.

5.1.2.1 El símbolo básico consiste en un ángulo de brazos de longitud desigual, inclinados aproximadamente 60° respecto a la línea que representa la superficie considerada (ver Fig. 293). Este símbolo solo no tiene ningún significado, excepto en los casos señalados en los numerales 5.1.4.6 y 5.1.4.8.

5.1.2.2 Si el maquinado implica remoción de material, se añadirá una barra horizontal al símbolo básico (ver Fig. 294).

5.1.2.3 Si no se permite la remoción de material, se añadirá un círculo al símbolo básico (ver Fig. 295). Este símbolo también puede ser usado en un dibujo relativo a un proceso de producción, para indicar que una superficie debe dejarse en el estado que resulta del proceso de manufactura precedente, aun cuando éste se haya obtenido por medio de remoción de material. En este caso, ninguna de las indicaciones de este numeral se aplica al símbolo.

5.1.2.4 Cuando sea necesario indicar características especiales de superficie, se añade una línea al brazo más largo de cualquiera de los símbolos anteriormente indicados (ver Fig. 296).

5.1.3 Indicaciones adicionales a los símbolos.

5.1.3.1 El valor o valores que definen la rugosidad superficial se añadirán a los símbolos básicos indicados antes (ver Figs. 297, 298 y 299).

5.1.3.2 Una rugosidad superficial especificada:

- según la figura 297, puede obtenerse por cualquier método de producción;
- según la figura 298, puede obtenerse por remoción de material mediante maquinado;
- según la figura 299, puede obtenerse sin remoción de material.

5.1.3.3 Cuando se especifica un solo valor de rugosidad superficial, éste representa el máximo valor permisible.

5.1.3.4 Si es necesario especificar límites máximo y mínimo de rugosidad superficial, se indican los dos valores (ver Fig. 300) con el límite máximo sobre el límite mínimo.

5.1.3.5 Los valores de rugosidad superficial pueden especificarse directamente mediante valores numéricos en micrones o por números de grado de rugosidad según la Tabla 10.

TABLA 10. Valores de rugosidad superficial.

Valor de rugosidad R_a μm	Número del grado de rugosidad
50	N 12
25	N 11
12,5	N 10
6,3	N 9
3,2	N 8
1,6	N 7
0,8	N 6
0,4	N 5
0,2	N 4
0,1	N 3
0,05	N 2
0,025	N 1

5.1.3.6 La Tabla 11 indica las relaciones entre los diversos procesos de mecanizado y la rugosidad obtenida.

5.1.3.7 En ciertos casos, por razones funcionales, es necesario especificar requisitos especiales para el acabado superficial. Así por ejemplo, si se requiere que éste se obtenga por un método de producción particular, esto debe escribirse sobre la extensión del brazo más largo del símbolo (ver Fig. 301). Igualmente, pueden escribirse sobre la línea de extensión indicaciones relativas a tratamientos o recubrimientos.

Si es necesario definir una rugosidad superficial antes y después de un tratamiento, esto deberá explicarse mediante una nota explicativa (ver Fig. 302).

5.1.3.8 Si es necesario indicar la longitud de muestreo, ésta deberá inscribirse junto al símbolo básico en la posición mostrada en la figura 303.

5.1.3.9 Si es necesario especificar la dirección de la textura (ver nota 5), ésta será indicada por el símbolo correspondiente de la Tabla 12 junto al símbolo básico, según la figura 304.

5.1.3.10 Si es necesario especificar el valor de la tolerancia de maquinado, ésta deberá indicarse a la izquierda del símbolo básico según la figura 305.

5.1.3.11 La posición de las especificaciones sobre el estado final de una superficie con relación al símbolo básico se muestra en la figura 306, en la cual:

- a = valor de la rugosidad R_a en micrones, o número de grado de rugosidad;
- b = método de producción, tratamiento o recubrimiento;
- c = longitud de muestreo;
- d = dirección de la textura;
- e = tolerancias de maquinado;
- f = otros valores de rugosidad, entre paréntesis.

5.1.4 *Indicaciones en los dibujos.*

5.1.4.1 Los símbolos e inscripciones deberán presentarse de tal modo que sean legibles desde abajo o desde la derecha, cuando se mantiene el dibujo en su posición de empleo (ver Fig. 307).

5.1.4.2 En caso que no sea practicable adoptar esta regla general, el símbolo puede ser dibujado en cualquier posición, siempre que no lleve indicaciones de características superficiales o de tolerancias de maquinado como las mencionadas en los numerales 5.1.3.7 a 5.1.3.10. No obstante, en tales casos, el valor de la rugosidad debe ser inscrito de conformidad con la regla general enunciada en 5.1.4.1 (ver Fig. 308).

5.1.4.3 En caso necesario, el símbolo básico puede ser conectado a la superficie por, una línea de referencia terminada en punta de flecha. El símbolo o la flecha debe señalar desde fuera el material de la pieza, ya sea la línea que representa la superficie o una extensión de ésta (ver Fig. 307).



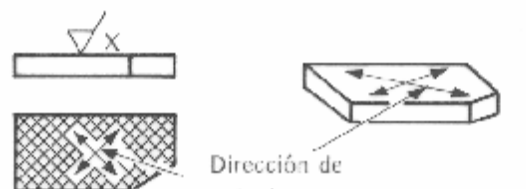



5.1.4.4 De acuerdo a los principios generales de acotación, el símbolo superficial debe utilizarse solo una vez para una superficie determinada y, en lo posible, en la vista con la dimensión que define el tamaño o posición de la superficie (ver Fig. 309).

5.1.4.5 Si se requiere la misma calidad superficial en todas las superficies de una pieza, ésta se especifica:

- por una nota cercana a una vista de la pieza (ver Fig. 310), cerca del cuadro de rotulación, o en el espacio para notas generales;
- junto al número de la pieza en el dibujo (ver Fig. 311).

NOTA 5. La dirección de la textura es la orientación del diseño predominante de la superficie, el cual está ordinariamente determinado por el método de producción empleado.

TABLA 12. Símbolos de direcciones comunes de textura (ver nota 6).

Símbolo	Interpretación	
=	Paralela al plano de proyección de la vista en la que se utiliza el símbolo	 <p>Dirección de textura</p>
⊥	Perpendicular al plano de proyección de la vista en que se utiliza el símbolo	 <p>Dirección de textura</p>
X	Cruzada en dos direcciones oblicuas con relación al plano de proyección de la vista en la que se utiliza el símbolo	 <p>Dirección de textura</p>
M	Multidireccional	
C	Aproximadamente circular con relación al centro de la superficie a la que se aplica el símbolo	
R	Aproximadamente radial con relación al centro de la superficie a la que se aplica el símbolo	

NOTA 6. Si fuera necesario especificar una dirección de textura que no esté definida claramente por uno de estos símbolos, esto se efectuará por medio de una nota en el dibujo.

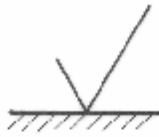


FIGURA 293

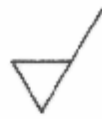


FIGURA 294



FIGURA 295

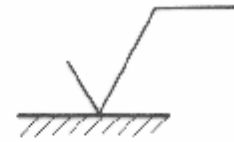


FIGURA 296

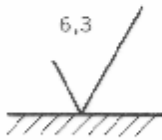


FIGURA 297

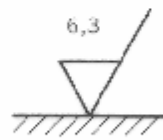


FIGURA 298

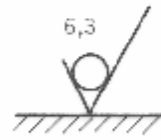


FIGURA 299

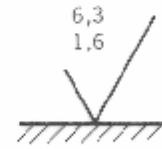


FIGURA 300

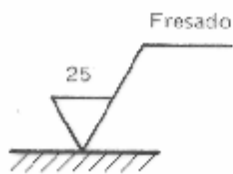


FIGURA 301

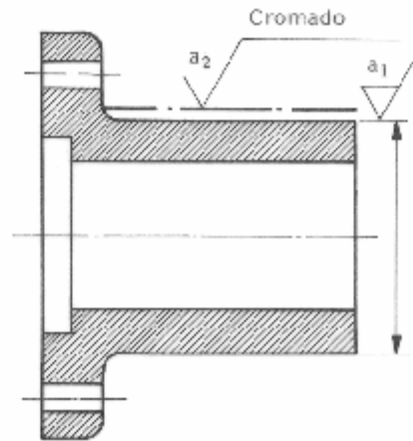


FIGURA 302

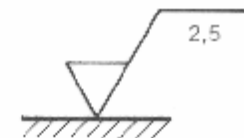


FIGURA 303

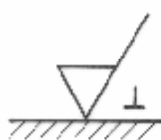


FIGURA 304

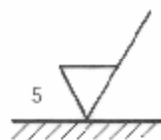


FIGURA 305

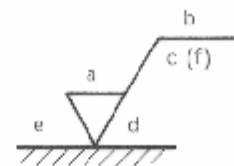


FIGURA 306

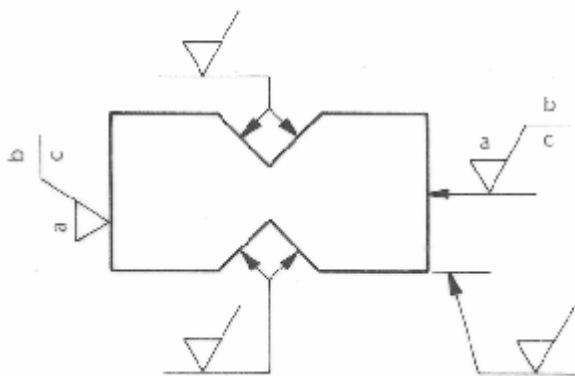


FIGURA 307

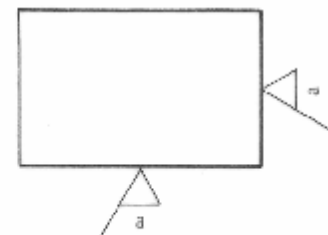


FIGURA 308

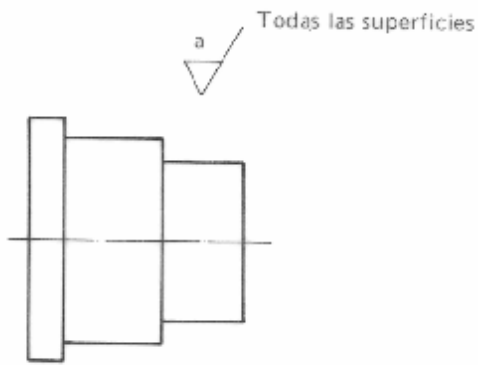
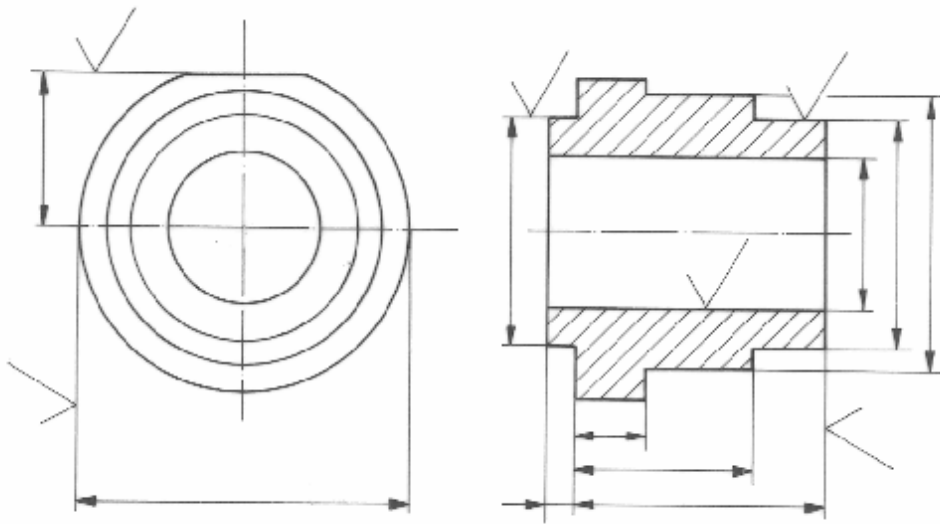


FIGURA 310

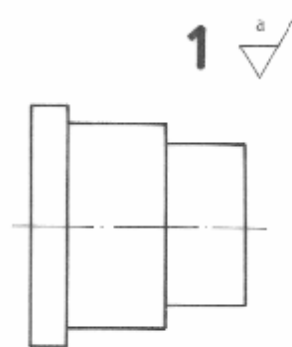


FIGURA 311

a₁ Todas las superficies excepto donde se indique otra cosa.

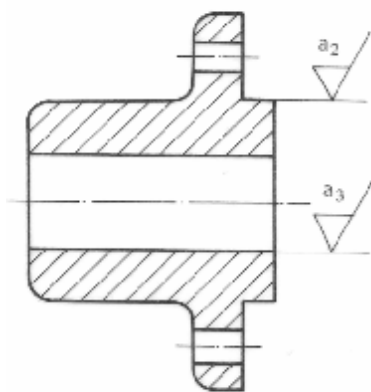


FIGURA 312

2 a₁ (✓)

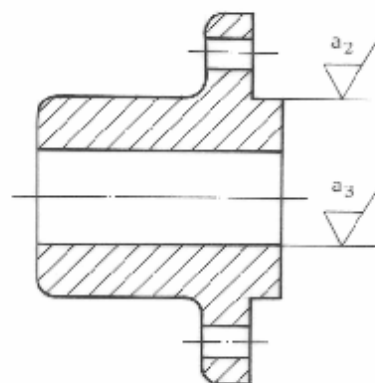


FIGURA 313

5.1.4.6 Si se requiere la misma calidad superficial para la mayoría de las superficies de una pieza, ésta se indica como en 5.1.4.5 con la adición de:

- la observación "excepto donde se indique otra cosa" (ver Fig. 312);
- otro símbolo básico, entre paréntesis, con cualquier otra indicación (ver Fig. 313);
- otro símbolo, entre paréntesis, con la calidad o calidades superficiales diferentes (ver Fig. 314).

Los símbolos superficiales que son las excepciones al símbolo general utilizado deben indicarse en las superficies correspondientes.

5.1.4.7 Para evitar repetir varias veces una especificación complicada puede usarse una especificación simplificada de la superficie, siempre que su significado se explique cerca del dibujo de la pieza, cerca del cuadro de rotulación o en el espacio destinado a notas generales (ver Fig. 315).

5.1.4.8 Si se requiere la misma calidad superficial en un gran número de superficies de la pieza, puede usarse uno de los símbolos de las figuras 316, 317 o 318.

5.2 Indicación de piezas templadas.

5.2.1 Generalidades.

5.2.1.1 Las indicaciones dadas a continuación se refieren a la representación de partes templadas (temple, temple de penetración, cementación en caja, temple superficial) de materiales férreos. Estas indicaciones no se aplican a los aceros rápidos y aceros para herramientas.

Deberá tenerse en cuenta que todas las piezas son revenidas (aliviadas de tensiones) después del temple.

5.2.1.2 El valor de la dureza indicada se refiere fundamentalmente solo a la superficie, a menos que se indique otra cosa.

5.2.1.3 Para el temple de penetración o cementación en caja, los valores de dureza se expresan, por regla general, como dureza Vickers HV 10, aunque también pueden expresarse según otros métodos de ensayo.

5.2.1.4 En caso de una pieza completamente templada, es suficiente una indicación según la figura 319.

5.2.1.5 En piezas templadas parcialmente, las partes templadas se representan por líneas de segmentos (ver Fig. 320). En caso de piezas extensas o complicadas es conveniente añadir una figura de temple (a escala reducida) con la caracterización correspondiente (ver Fig. 321). Las partes de una pieza que no deben ser templadas deben ser señaladas y, si es del caso, acotadas.

5.2.1.6 Si la dureza y la zona de temple son discrecionales, es suficiente una indicación escrita (ver Fig. 322).

5.2.1.7 Si la dureza debe comprobarse en un punto determinado, éste se señalará con una cruz. El valor de la dureza se anota junto a la flecha que señala el punto a comprobar (ver Fig. 323).

5.2.1.8 Para el temple de penetración, se indicará la profundidad del mismo. Si el temple debe realizarse solamente en ciertas partes, éstas se indicarán por líneas de segmentos e indicaciones escritas como en la figura 324.

5.2.1.9 Si no es factible emplear líneas de segmentos como señal inequívoca para la zona de temple, será necesario una indicación más detallada como en la figura 325.

5.2.1.10 Si el núcleo de una pieza debe permanecer blando y la zona de temple ha de seguir un curso determinado, esto puede indicarse igualmente por líneas de segmentos como en la figura 326.

5.2.1.11 Los valores de dureza que deben ser comprobados, sea por acuerdos o especificaciones, se inscriben en un recuadro (ver Fig. 327).

5.2.1.12 La profundidad de la cementación en caja exigida será provista de una indicación de tolerancia que generalmente se fija dentro del taller, por ejemplo: profundidad (600 HV 10) = 1,0 + 0,4.

Para la cementación en caja por todos los lados es suficiente una indicación escrita según la figura 328.

6. REPRESENTACION DE MEDIOS DE UNION

6.1 Representación de roscas y elementos roscados.

6.1.1 La rosca externa e interna de toda clase se representa de acuerdo a las figuras 329 a 337. Si es necesario dibujar expresamente la forma de una rosca, por ejemplo rosca trapezoidal, puede hacerse según la figura 332 o mejor aún puede dibujarse una parte del perfil de la rosca como detalle a escala ampliada.

6.1.2 Un avellanado hasta el diámetro exterior de un agujero roscado, dibujado en corte, no se representa en la vista en dirección del eje (ver Fig. 334).

6.1.3 En representaciones de corte, las roscas de tornillos y tuercas se dibujan según las figuras 338 y 339. Las tuercas pueden dibujarse esquemáticamente.

6.1.4 En la representación de piezas atornilladas, la rosca interna aparece en el corte solamente donde no está oculta por la rosca externa. En la figura 340, el tubo (rosca externa) está dibujado en la tuerca de racor y brida, cortada como si el tubo estuviera solo (ver también Figs. 338 y 339).

6.1.5 Tuercas y cabezas de pernos se dibujan a escala con las simplificaciones indicadas en la figura 341. Las aristas del bisel se dibujan como arcos de circunferencia. El valor de las cotas se indica en las normas correspondientes.

6.1.6 En representaciones simplificadas, se puede prescindir de las aristas de bisel de tuercas y cabezas de tornillos, así como de los extremos de los pernos (ver Figs. 342, 343).

6.1.7 La representación simplificada de tornillos se muestra en las figuras 344, 345 y 346.

En vistas en dirección a la cabeza del tornillo, se representan las ranuras de tornillos de cabeza redonda a 45° y en tornillos hexagonales a 30°.

6.1.8 La representación simplificada de tornillos con hexágono interior se indica en la figura 347.

6.2 Representación de soldadura y uniones soldadas.

6.2.1 Generalidades.

6.2.1.1 Las soldaduras pueden indicarse de acuerdo a las recomendaciones generales para el dibujo técnico. Sin embargo, con el propósito de simplificación, es conveniente adoptar para sueldas comunes la representación simbólica descrita en esta sección.

6.2.1.2 La representación simbólica debe ofrecer claramente todas las indicaciones necesarias para una soldadura específica, pero sin sobrecargar el dibujo con notas o vistas adicionales.

6.2.1.3 La representación simbólica incluye un símbolo elemental que puede ser completado con:

- un símbolo suplementario;
- indicación de dimensiones;
- algunas indicaciones complementarias (en particular para dibujos de taller).

6.2.1.4 A fin de simplificar los dibujos en cuanto sea posible, deben hacerse referencias a instrucciones específicas o especificaciones particulares, dando detalles sobre la preparación de las piezas para la soldadura o sobre los procesos de soldadura, antes que escribirlas por entero junto al dibujo.

6.2.2 Símbolos.

6.2.2.1 Símbolos elementales.

Cada tipo de soldadura está representado por un símbolo característico, que, en general, es similar a la forma de la soldadura.

El símbolo no especifica los procesos empleados en su realización.

Los símbolos elementales se muestran en la Tabla 13.

2 $\sqrt{a_1}$ ($\sqrt{a_2}$ $\sqrt{a_3}$)

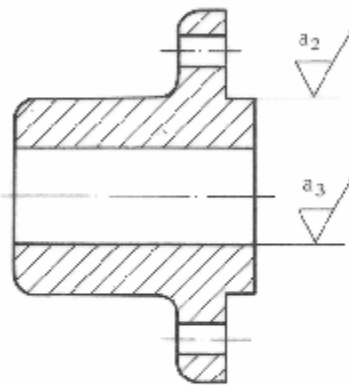


FIGURA 314

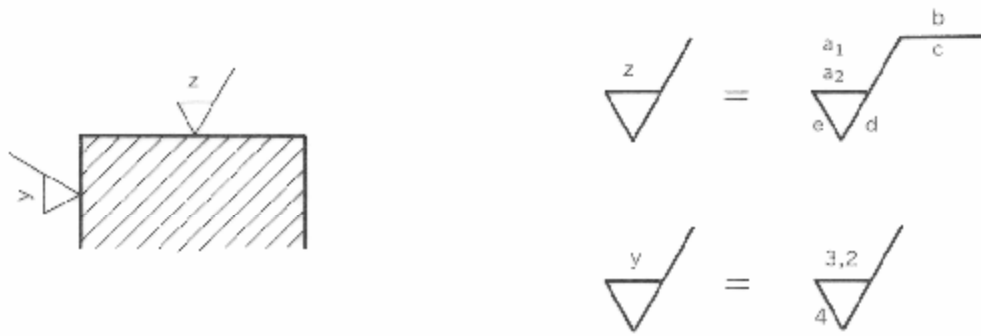


FIGURA 315

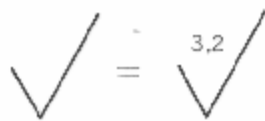


FIGURA 316

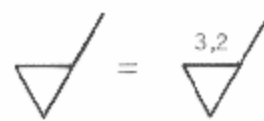


FIGURA 317

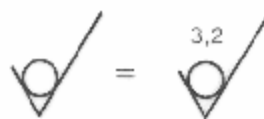
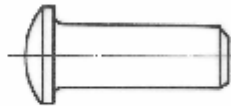
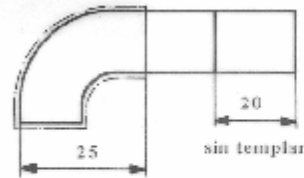


FIGURA 318



Templado: HV 10 = 620 ± 70

FIGURA 319



templado: HV 10 = 600 ± 90

FIGURA 320

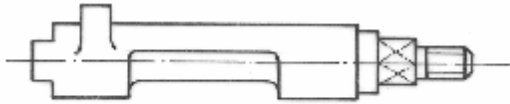
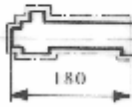


diagrama de temple



Rosca: HV 10 ≤ 400 recocida con exactitud de medidas.

templado: HV 10 = 600 ± 90

FIGURA 321

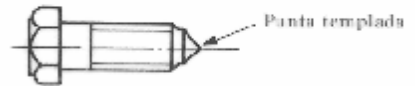
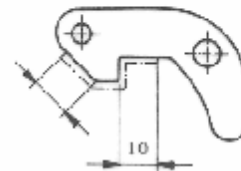


FIGURA 322



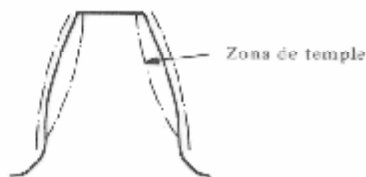
templado: HV 10 = 720 ± 70

FIGURA 323



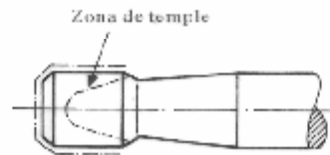
temple de penetración:
HV 10 = 520 ± 90
Profundidad (450 HV 10) = 1,5 ± 0,5

FIGURA 324



temple de penetración:
HV 10 = 570 ± 90
Profundidad (500 HV 10) = 0,6 ± 0,2 (en el punto más profundo)

FIGURA 325



temple de penetración:
HV 10 = 620 ± 70

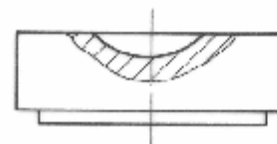
FIGURA 326



temple de penetración HV 10 = 720 ± 90

Profundidad (600 HV 10) = 0,6 ± 0,3

FIGURA 327



Cementación en caja:
HV 10 = 800 ± 90
Profundidad (550 HV 10) = 0,5 ± 0,2

FIGURA 328

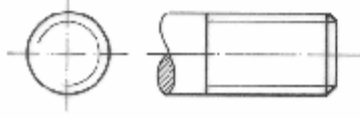


FIGURA 329

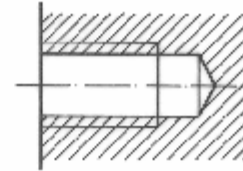


FIGURA 335

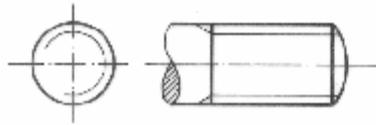


FIGURA 330

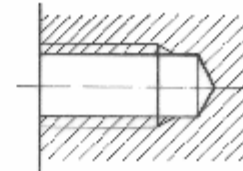


FIGURA 336

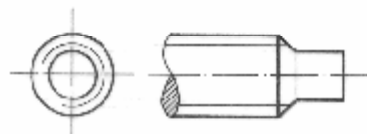


FIGURA 331

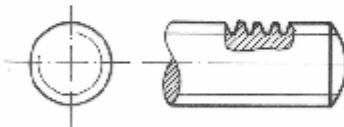


FIGURA 332

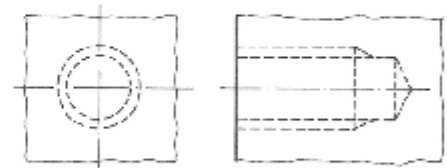


FIGURA 337

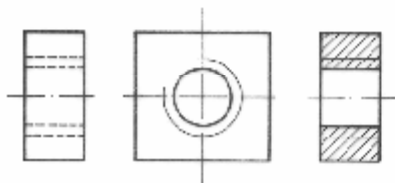


FIGURA 333

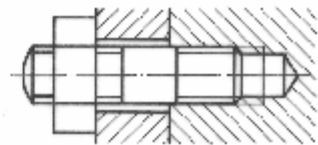


FIGURA 338

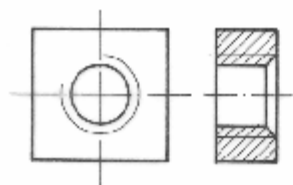


FIGURA 334



FIGURA 339

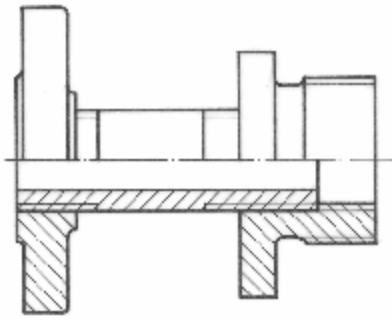


FIGURA 340

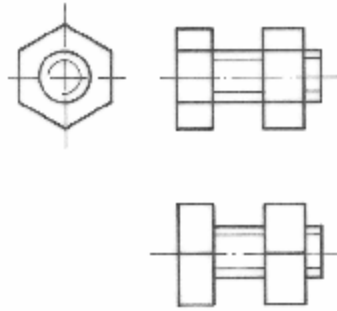


FIGURA 342

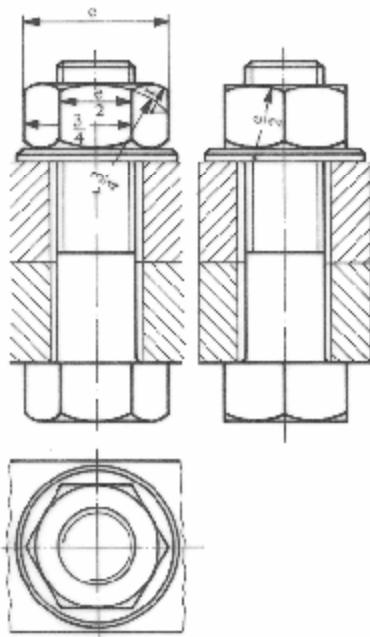


FIGURA 341

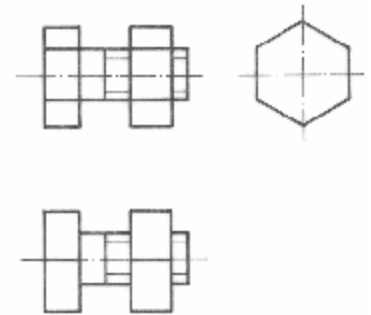


FIGURA 343

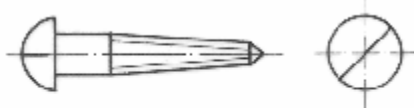


FIGURA 344



FIGURA 346



FIGURA 345

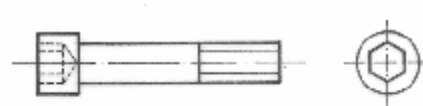


















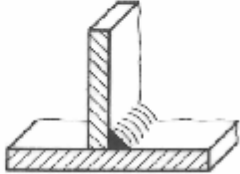



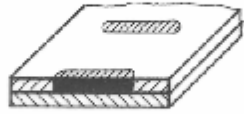

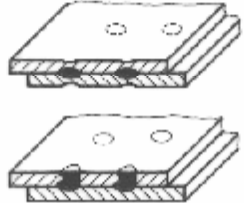

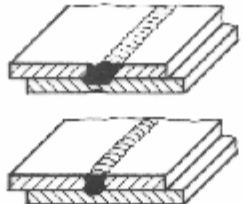

FIGURA 347

TABLA 13. Símbolos elementales.

No.	Designación	Ilustración	Símbolo
1	Soldadura a tope de pestañas (bordes levantados completamente fundidos)		
2	Soldadura a tope sobre bordes derechos (a tope en escuadra)		
3	Soldadura a tope en V simple		
4	Soldadura a tope en media V (a chafilán simple con cara de raíz).		
5	Soldadura a tope en Y		
6	Soldadura a tope en media Y (a bisel simple con cara de raíz)		
7	Soldadura a tope en U (simple)		
8	Soldadura a tope en J		
9	Soldadura con respaldo		
10	Soldadura en ángulo (a filete)		

(Continúa)

TABLA 13. Símbolos elementales (continuación).

No.	Designación	Ilustración	Símbolo
11	Soldadura en entalladura (de tapón)		
12	Soldadura por puntos (o por protuberancias)		
13	Soldadura en línea continua (de costura)		

6.2.2.2 Combinación de símbolos elementales.

En caso necesario pueden usarse combinaciones de símbolos elementales. Ejemplos típicos se indican en la Tabla 18.

6.2.2.3 Símbolos suplementarios.

Los símbolos elementales pueden completarse con otro símbolo que caracteriza la superficie exterior de la soldadura. La ausencia de símbolos suplementarios significa que no es necesario precisar la forma de la superficie de la soldadura.

Los símbolos suplementarios se indican en la Tabla 14.

TABLA 14. Símbolos suplementarios












Forma de la superficie de la soldadura	Símbolo
a) Plana (al ras)	
b) Convexa	
c) Cóncava	

TABLA 15. Ejemplos de la aplicación de símbolos suplementarios.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura a tope en V al ras		
Soldadura a tope en doble V convexa		
Soldadura en ángulo cóncava		
Soldadura a tope en V al ras con cordón posterior al ras.		

Ejemplos sobre la aplicación de símbolos suplementarios se muestran en la Tabla 15.

6.2.3 Posición de los símbolos en los dibujos.

6.2.3.1 Los símbolos definidos son solamente parte del método completo de representación (ver Fig. 348) que incluye además del símbolo:

- una línea de señal (1) por cada junta;
- una línea de referencia (2);
- cierto número de signos convencionales y dimensionales (3).

6.2.3.2 La posición de la línea de señal con relación a la representación esquemática de la soldadura puede ser cualquiera (ver Fig. 349), excepto para los tipos de soldadura 4, 6 y 8 de la Tabla 13, en los cuales la línea de señal será dirigida a la plancha que ha sido preparada (ver Fig. 350). La línea de señal forma un ángulo con un extremo de la línea de referencia y generalmente termina en una cabeza de flecha, la misma que puede omitirse o reemplazarse por un punto.

6.2.3.3 Los ejemplos de las figuras 351 y 352 definen el significado de los términos:



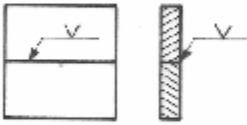


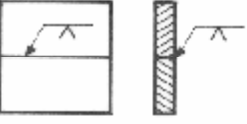

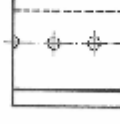
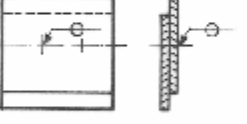
- "del lado de la línea de señal",
- "del lado opuesto a la línea de señal u otro lado".

6.2.3.4 La línea de referencia se traza horizontalmente según se indica en los ejemplos de la Tabla 16.

6.2.3.5 La posición de los símbolos con relación a la línea de referencia está definida por las reglas ilustradas en la Tabla 16 (ver nota 7).

NOTA 7. El método de proyección utilizado es ISO E.

TABLA 16. Posición de los símbolos de soldadura.

Ilustración	Representación	Símbolo	Descripción de posición
			Sobre la línea de referencia si la superficie exterior de la soldadura está del lado de la línea de señal de la junta.
			Bajo la línea de referencia si la superficie exterior de la soldadura está del lado opuesto de la línea de señal de la junta.
			A través de la línea de referencia en el caso de soldaduras hechas dentro del plano de la junta.

6.2.3.6 Las Tablas 17, 18 y 19 muestran ejemplos del uso de los símbolos de soldadura.

6.2.4 Acotación de las soldaduras.



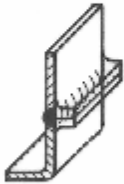









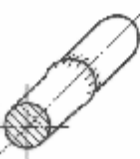
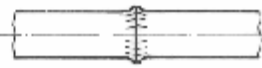


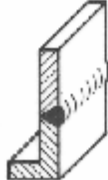

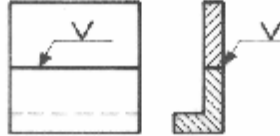
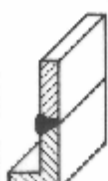


6.2.4.1 En general, cada símbolo de soldadura puede estar acompañado por un cierto número de dimensiones, las mismas que se escriben de la manera siguiente (ver Fig. 353):

- a la izquierda del símbolo, la dimensión principal relativa a la sección transversal (a);
- a la derecha del símbolo, la dimensión longitudinal (l).

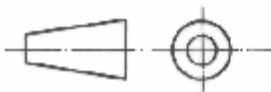


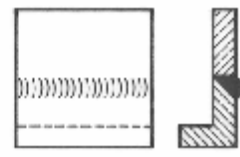
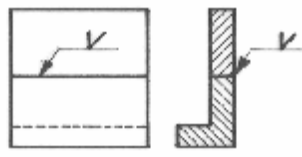


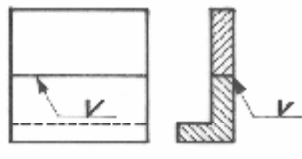


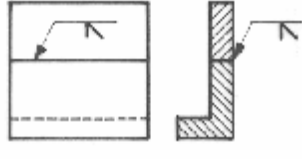
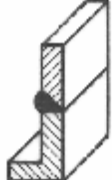

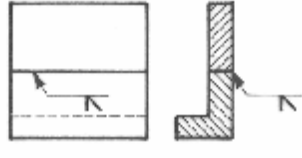



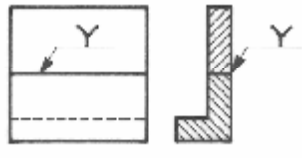


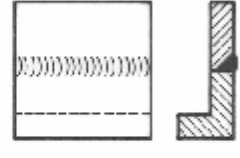
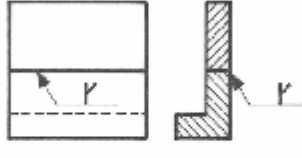


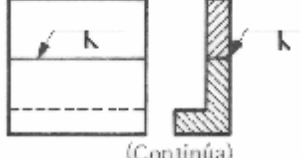
6.2.4.2 Las dimensiones principales están definidas en la Tabla 20, en la misma que se indican también las reglas de acotación. Otras dimensiones de menor importancia pueden ser indicadas, si es necesario.

6.2.4.3 A menos que se especifique otra cosa, la soldadura a tope se entenderá como de penetración completa y continua a lo largo de toda la junta.

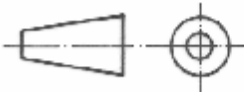

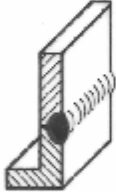
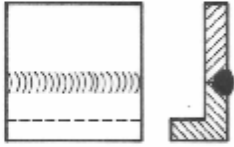
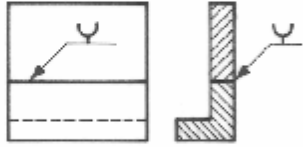

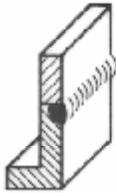

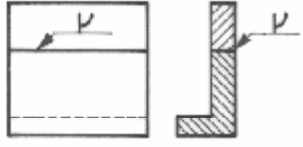
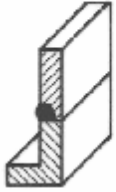

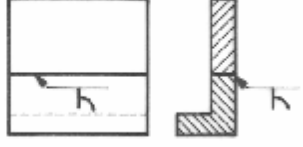

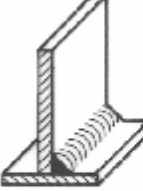
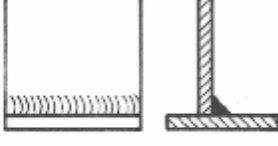
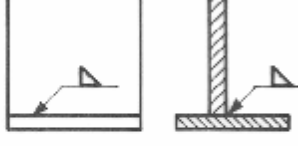
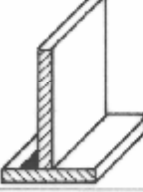

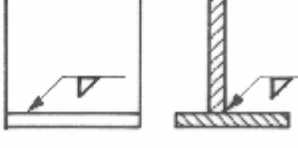
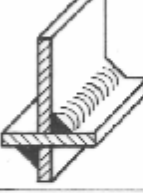
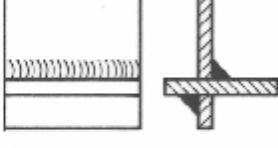
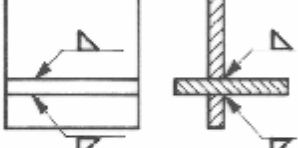
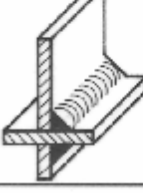
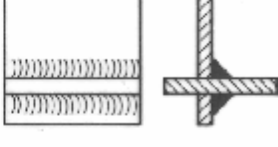
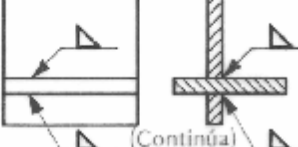
6.2.4.4 La ausencia de cualquier indicación a la derecha del símbolo significa que la soldadura es continua en toda la longitud de la pieza.

No.	Designación	Ilustración		
			Representación	Simbología
1	Soldadura a tope de pestañas en bordes (bordes levantados completamente fundidos). 			
2				
3	Soldadura a tope sobre dos bordes derechos (a tope en escuadra). 			
4				
5	Soldadura a tope en V simple. 			
6				

(Continúa)

No.	Designación	Ilustración		
			Representación	Simbología
7	Soldadura a tope en media V (a chaflán simple con cara de raíz). 			
8				
9				
10				
11	Soldadura a tope en Y 			
12	Soldadura a tope en media Y (a chaflán simple con cara de raíz). 			
13				

(Continúa)

No.	Designación	Ilustración		
			Representación	Simbología
14	Soldadura a tope en U (simple) 			
15	Soldadura a tope en J 			
16				
17	Soldadura en ángulo (a filete) 			
18				
19				
20				 (Continúa)

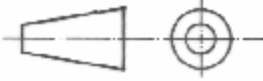

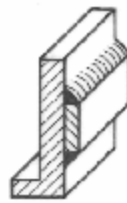
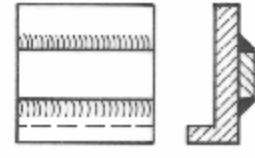
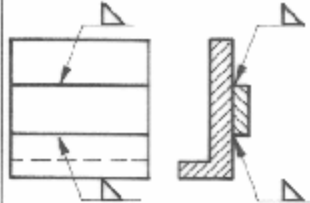
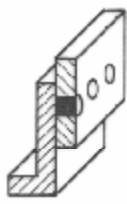
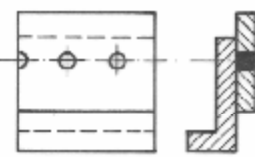
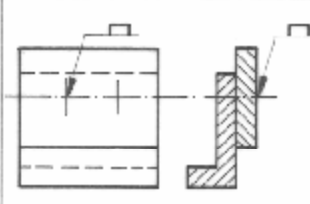

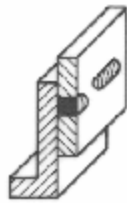
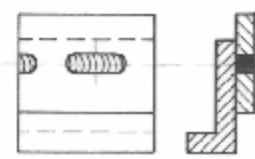
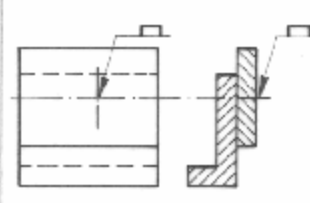
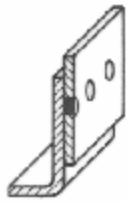
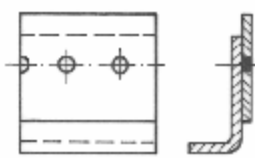
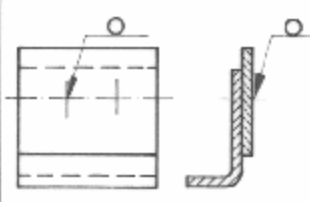

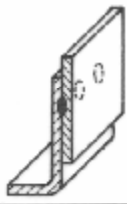
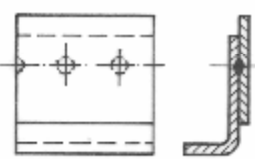
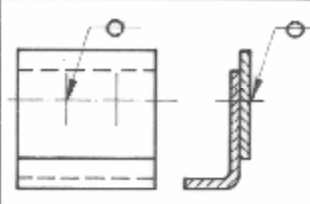
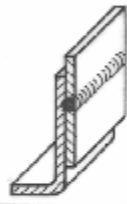

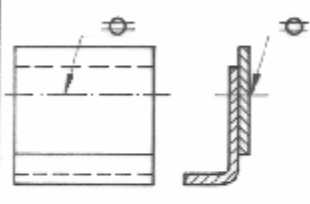

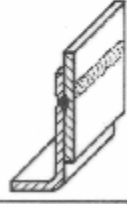

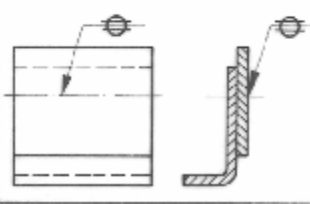


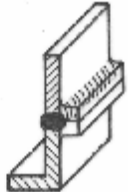

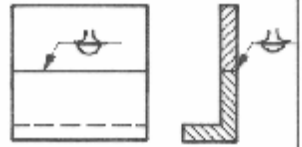

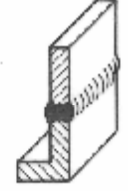

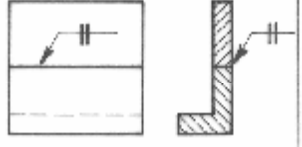
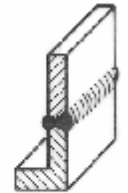
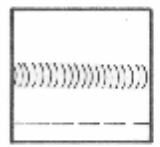
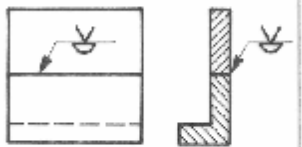
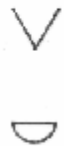
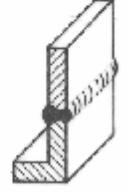
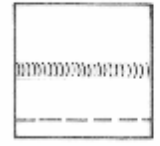
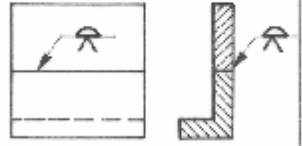

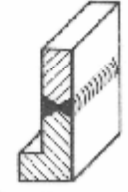

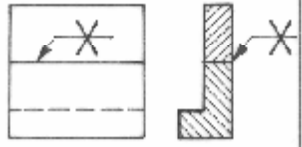
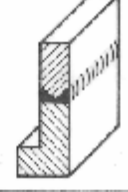



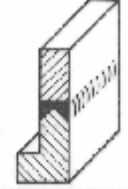
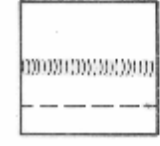

No.	Designación	Ilustración		
			Representación	Simbología
21	Soldadura en ángulo reverso (a filete) (10) 			
22				
23	Soldadura en entalladura (tapones o muescas) 			
24				
25	Soldadura por puntos (o por protuberancias) 			
26				
27	Soldadura en línea continua por recubrimiento (de cos- tura). 			

TABLA 18. Ejemplos de aplicación de la combinación de símbolos elementales.

No.	Designación	Ilustración		
			Representación	Simbología
1	Soldadura a tope de pestañas en bordes con respaldo a lado opuesto 			
2	Soldadura a tope sobre bordes derechos, efectuada ambos lados. 			
3	Soldadura a tope en V y refuerzo lado opuesto.			
4				
5	Soldadura a tope en V (ambos lados) 			
6	Soldadura a tope en media V (ambos lados)			
7				

(Continúa)

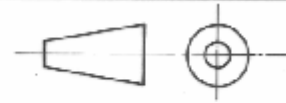

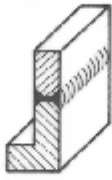
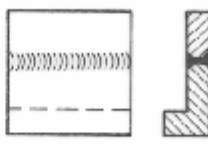
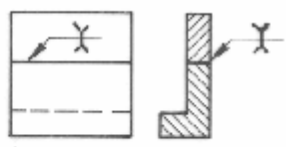

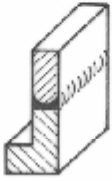
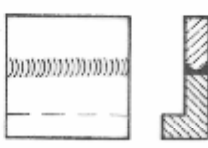
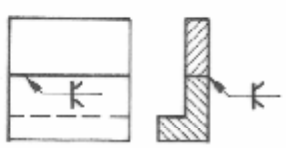

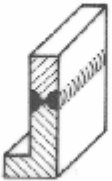
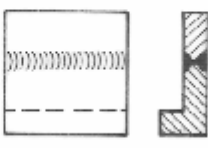
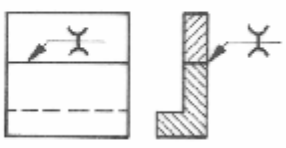

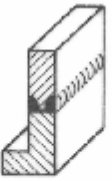
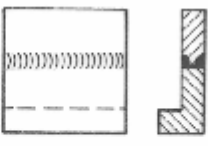
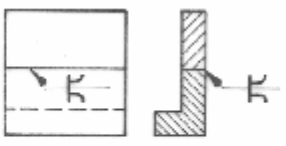

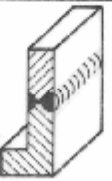
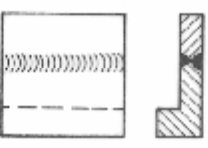
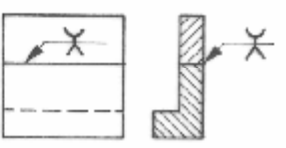

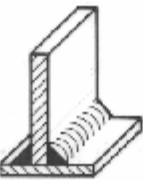
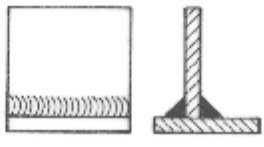
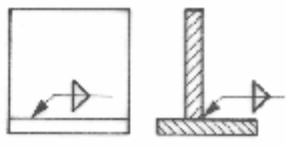

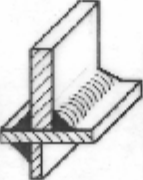
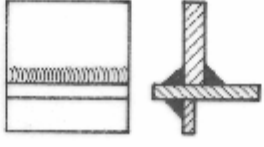
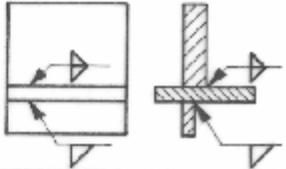
No.	Designación	Ilustración		
			Representación	Simbología
8	Soldadura a tope en Y doble (ambos lados) 			
9	Soldadura a tope en media Y (ambos lados) 			
10	Soldadura a tope en U (ambos lados) 			
11	Soldadura en mitad de J (ambos lados) 			
12	Soldadura a tope en U y en el lado opuesto Soldadura a tope en V 			
13	Soldadura en ángulo (a filete) 			
14	Soldadura en ángulo (a filete) en ambos lados 			

TABLA 19. Ejemplos de aplicación de la combinación de símbolos elementales y suplementarios.

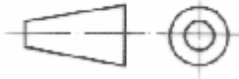

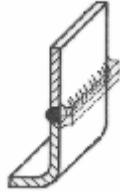



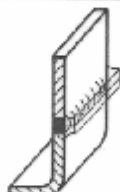



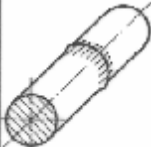
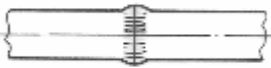
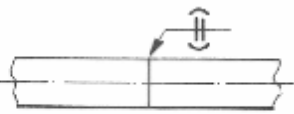

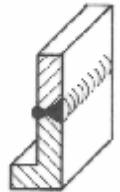



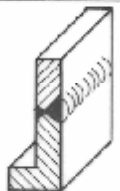
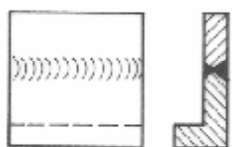


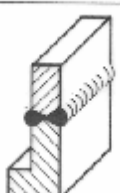



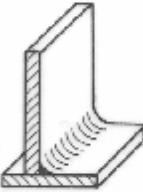
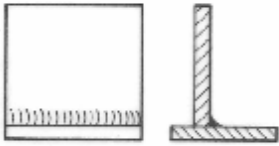
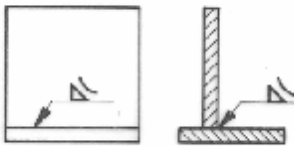
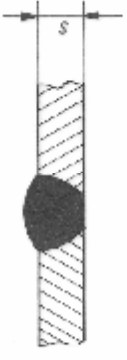
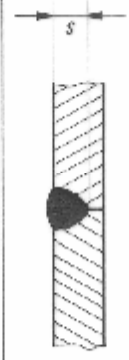
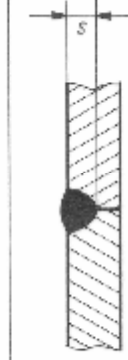
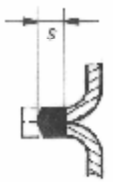

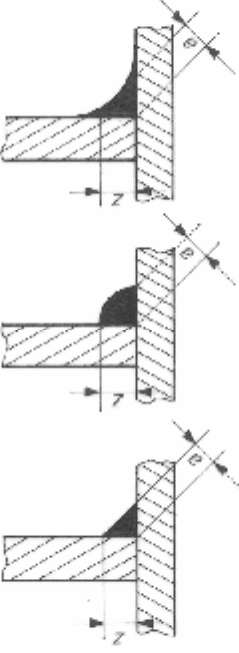
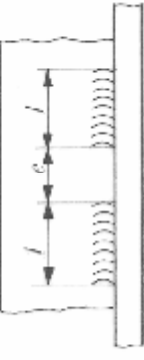
No.	Designación	Ilustración		
			Representación	Simbología
1	Soldadura lisa a tope de pestañas en bordes con respaldo en el lado opuesto. 			
2	Soldadura lisa a tope de pestañas en bordes con respaldo chato en lado opuesto. 			
3	Soldadura convexa a tope sobre bordes rectos. 			
4	Soldadura lisa a tope en V chata con respaldo en el lado opuesto. 			
5	Soldadura a tope en V chata con refuerzo chato en el lado opuesto. 			
6	Soldadura a tope convexa en V ambos lados. 			
7	Soldadura en ángulo cóncavo (a filete) 			

TABLA 20. Dimensiones principales en soldaduras.

No.	Designación de la soldadura	DEFINICION	INSCRIPCION
1	Soldadura a tope		∇ (ver 6.2.4.3 y 6.2.4.4.) $s \parallel$ (ver 6.2.4.3)
			
			
2	Soldadura a tope con boquillas de pestañas		$s \parallel$ (ver 6.2.4.3)
3	Soldadura en ángulo continua		a z (ver 6.2.4.5)
			
4	Soldadura en ángulo discontinua		a $nXl(e)$ z $nXl(e)$ (Continúa)

No.	Designación de la soldadura	DEFINICION	INSCRIPCION
5	Soldadura en ángulo alternada	<p>(Ver No. 4)</p> <p>$\frac{l}{(e)} \quad n$</p>	 <p>(Ver 6.2.4.51)</p>
6	Soldadura de muesca	<p>(Ver No. 4)</p> <p>$\frac{l}{(e)} \quad n$</p> <p>c: ancho de la muesca</p>	
7	Soldadura de costura	<p>(Ver No. 4)</p> <p>$\frac{l}{(e)} \quad n$</p> <p>c: ancho de la soldadura</p>	
8	Soldadura de tapón	<p>(Ver No. 4)</p> <p>$\frac{l}{(e)} \quad n$</p> <p>d: espaciamiento</p> <p>d': diámetro del agujero</p>	
9	Soldadura por puntos	<p>(Ver No. 4)</p> <p>$\frac{l}{(e)} \quad n$</p> <p>(e): espaciamiento</p> <p>d: diámetro del punto</p>	

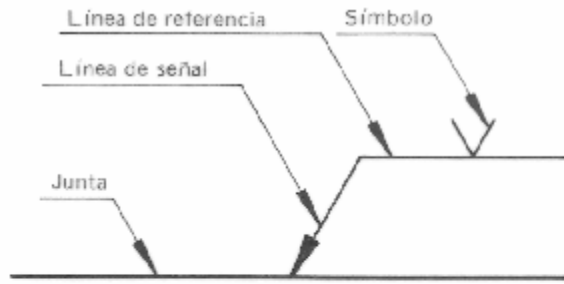


FIGURA 348

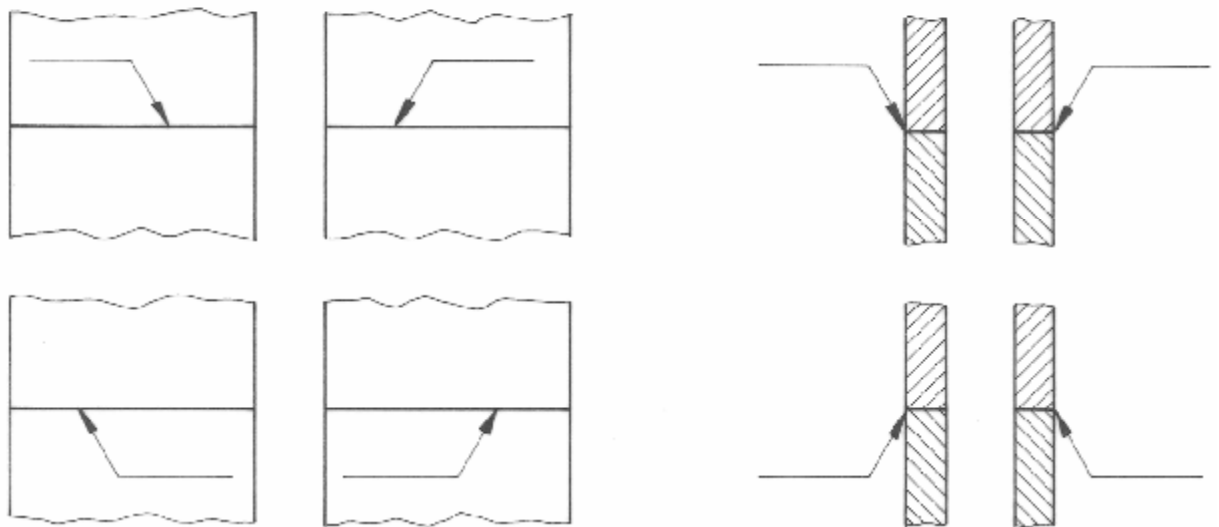


FIGURA 349

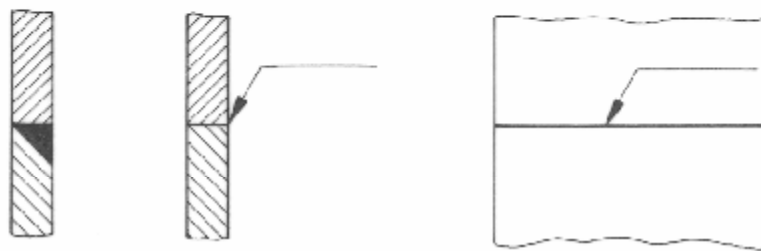


FIGURA 350

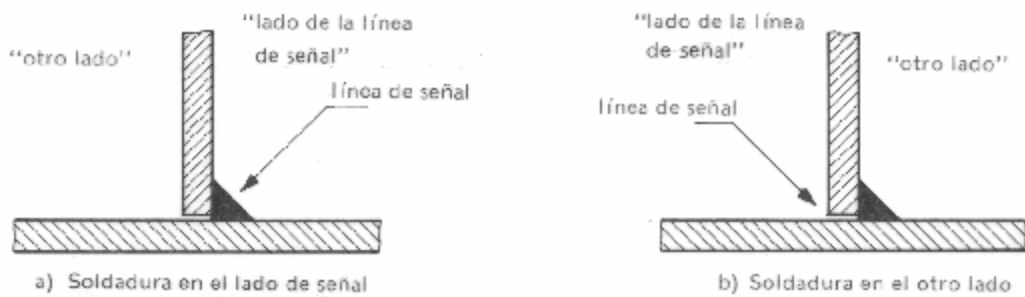


FIGURA 351. Unión T con una soldadura en ángulo.

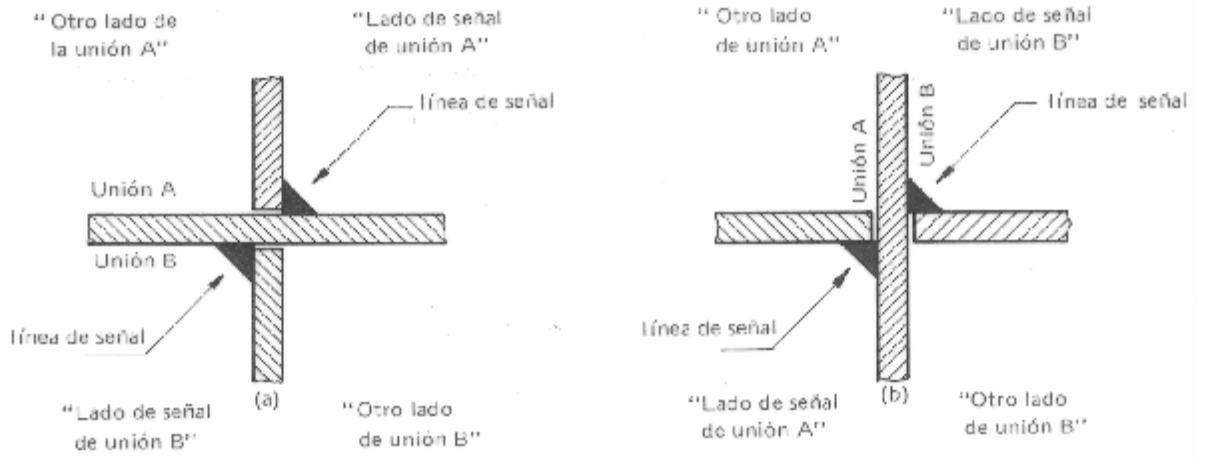


FIGURA 352. Unión cruciforme con dos soldaduras en ángulo

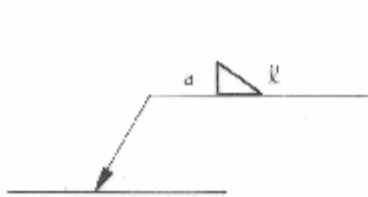


FIGURA 353

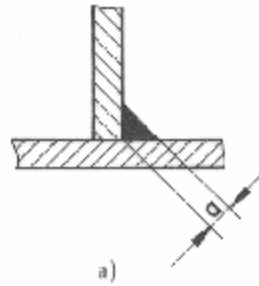


FIGURA 354

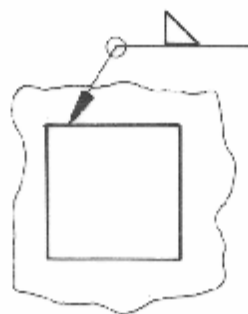
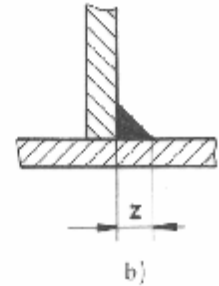


FIGURA 355

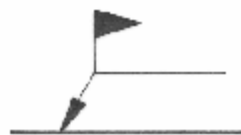


FIGURA 356



FIGURA 357

6.2.4.5 Normalmente, para soldadura en ángulo (filete), la dimensión indicada correspondiente al método de proyección ISO E es la "a" (ver Fig. 354 a). Si excepcionalmente esta indicación no fuera posible, se indicará la dimensión z (Método ISO A), en cuyo caso deberá colocarse la letra z delante de la dimensión correspondiente en el dibujo.

6.2.5 *Indicaciones complementarias.*

6.2.5.1 Soldaduras periféricas.

Cuando la soldadura debe efectuarse sobre el contorno de una pieza, esto se indicará trazando una circunferencia como se indica en la figura 355.

6.2.5.2 Soldadura en obra.

Cuando la soldadura debe ejecutarse en obra, se indicará mediante una bandera como en la figura 356.

6.2.5.3 Indicaciones sobre el procedimiento de soldadura.

Cuando sea necesario precisar el procedimiento de soldadura, éste será identificado por una cifra (n) (ver nota 8) colocada junto a la bifurcación en el extremo de la línea de referencia (ver Fig. 357).

7. REPRESENTACION DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

7.1 Representación de ruedas dentadas y engranajes.

7.1.1 La representación usual de ruedas dentadas en dibujos parciales se indica en las figuras 358, 359 y 360. La vista lateral puede dibujarse discrecionalmente también en corte completo.

7.1.2 La circunferencia de cabeza de la rueda dentada se representa con línea continua gruesa y la circunferencia primitiva con línea de segmentos cortos y largos fina (ver Figs. 358, 359 y 360). En general, se puede prescindir de la representación de la circunferencia de base, la misma que se representa, en caso necesario, con línea continua delgada.

7.1.3 Si es necesario representar y dimensionar la forma de un diente, se puede hacer referencia a la norma correspondiente, o dibujar el diente como detalle adicional a escala conveniente.

NOTA 8. La lista de las cifras que identifican los procesos se indican en el documento ISO 4063 Welding, braze welding and soldering of metals. List of processes; for symbolic representation on drawings bilingual edition.

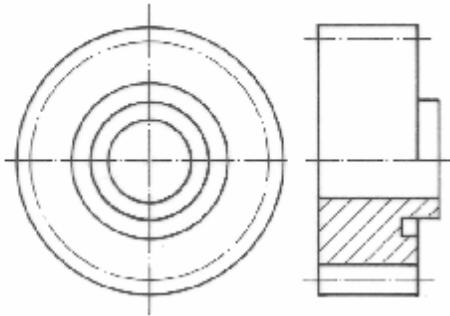


FIGURA 358. Rueda cilíndrica recta.

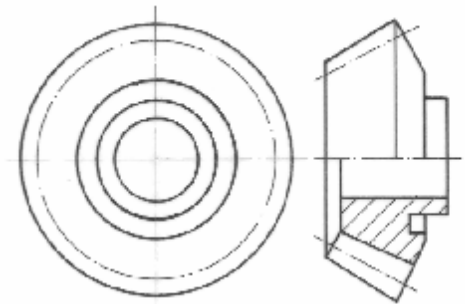


FIGURA 359. Rueda cónica.

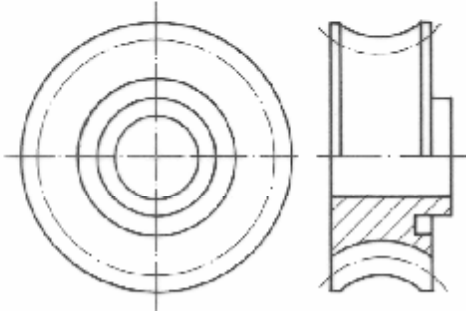


FIGURA 360. Rueda sin fin.

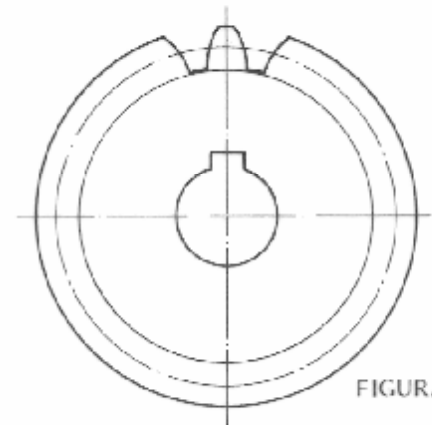


FIGURA 361.

Representación	Representación simplificada

FIGURA 362. Ruedas cilíndricas rectas.



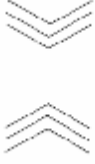

FIGURA 363. Ruedas helicoidales cilíndricas.

7.1.4 Si resulta esencial mostrar uno o dos dientes en el dibujo, sea para definir los extremos de un sector dentado o para especificar la posición de los dientes con relación a un plano axial dado, éstos se dibujan con línea continua gruesa (ver Fig. 361).

7.1.5 Cuando fuere necesario indicar la dirección de los dientes de una rueda dentada o cremallera, en una vista de la superficie de los dientes en proyección paralela al eje de las mismas, deben dibujarse tres líneas continuas delgadas de la forma y dirección correspondiente indicadas en la Tabla 21.

7.1.6 En la representación de engranajes pares, la forma y dirección de los dientes se muestra en una rueda solamente.

TABLA 21. Forma y dirección de los dientes.

Sistema de dientes	Símbolo
Helicoidal a derecha	
Helicoidal a izquierda	
Helicoidal doble	
Espiral	

7.1.7 Las reglas especificadas para la representación de ruedas dentadas en dibujos parciales se aplican igualmente para dibujos de conjuntos. Sin embargo, para engranajes cónicos en proyecciones paralelas a los ejes, la línea de la superficie primitiva debe extenderse hasta el punto donde se encuentran los ejes (ver Figs. 365, 368 y 370).

7.1.8 Se asume que ninguna de las dos ruedas dentadas de un engranaje está oculta por la otra en la zona de acoplamiento (ver Figs. 362, 363, 364, 366 y 367), excepto en los casos siguientes:

- a) si una de las ruedas dentadas está en su totalidad delante de la otra y oculta efectivamente parte de esta última (ver Fig. 365, 368, 369);

b) si las dos ruedas dentadas se representan en corte rodal, en cuyo caso una de las dos ruedas, escogida arbitrariamente, se supone que está oculta en parte por la otra (ver Fig. 365).

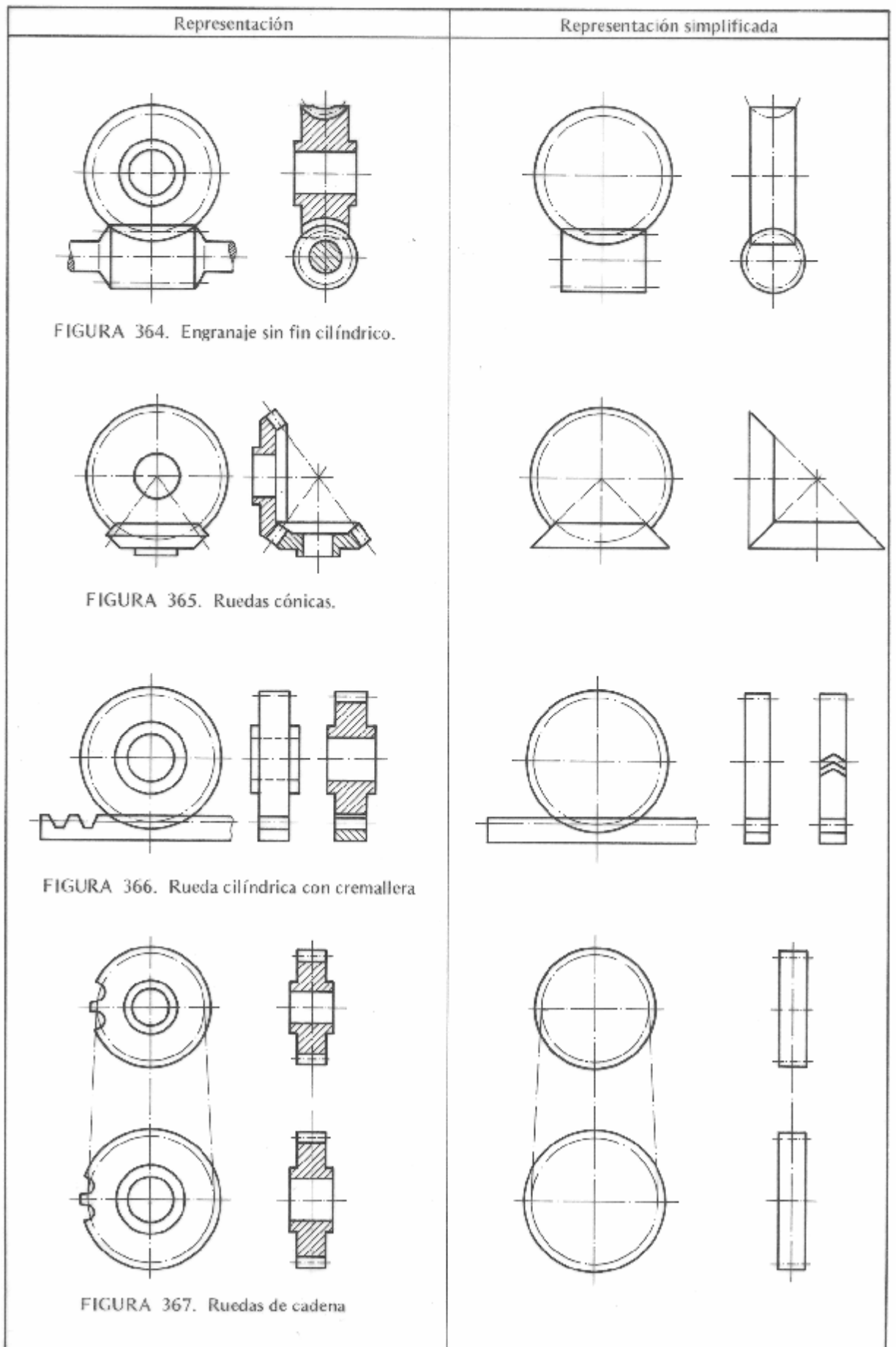
En los dos casos, los contornos ocultos no necesitan ser representados, si no son esenciales para la claridad del dibujo (ver Figs.365 y 368).

7.1.9 El sentido de rotación de un engranaje puede indicarse por medio de flechas (ver Fig. 363).

7.2 Representación de resortes.

7.2.1 La representación y símbolos de resortes se indican en las figuras 371 a 385.

En representaciones interrumpidas de resortes a comprensión, tracción, etc., se trazan solamente las líneas de centro de las secciones mediante líneas de trazos largos y cortos. Se suprime este tipo de líneas como elementos de unión de los diámetros exterior e interior.



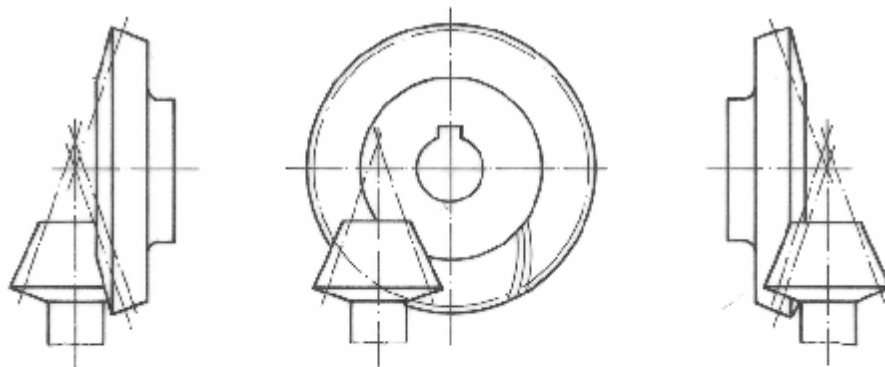


FIGURA 368. Ruedas cónicas espirales

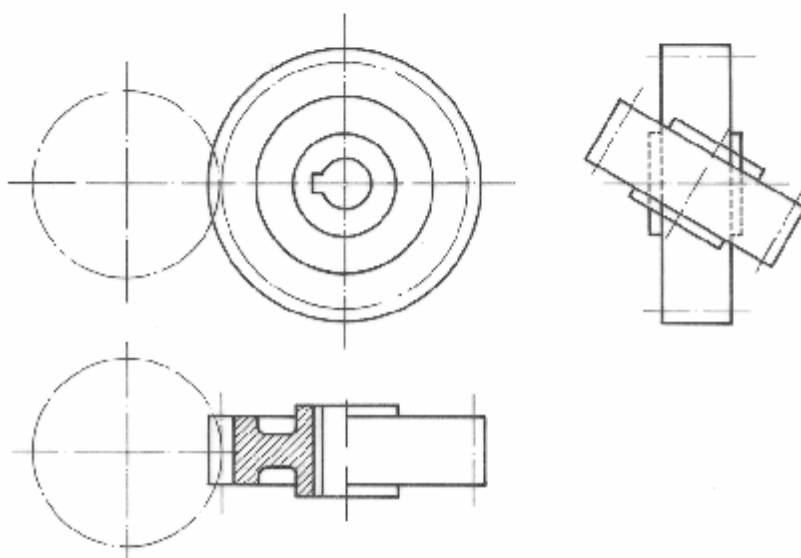


FIGURA 369. Ruedas rectas cilíndricas acopladas en cualquier ángulo.

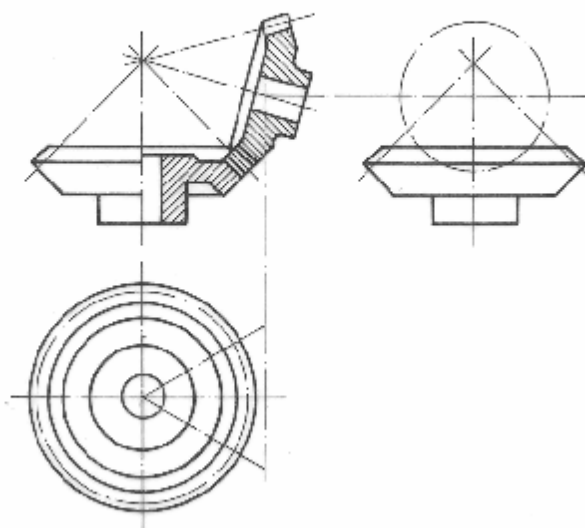

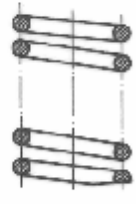
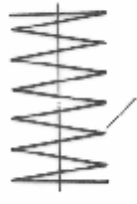
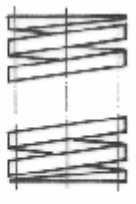
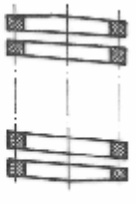
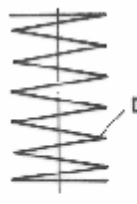



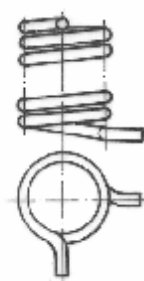



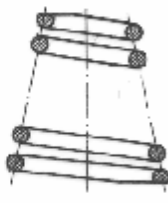
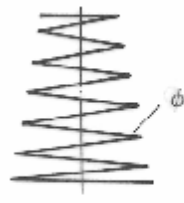

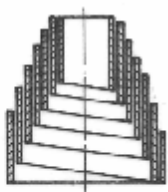
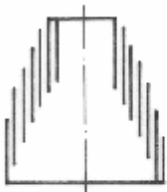


FIGURA 370. Ruedas cónicas con intersección de ejes en cualquier ángulo.

Designación	Representación		Símbolo
	en vista	en corte	
Resortes helicoidales cilíndricos.	<p>FIGURA 371.</p> <p>Resorte a compresión de sección redonda.</p> 		
	<p>FIGURA 372.</p> <p>Resorte a compresión de sección cuadrada.</p> 		
	<p>FIGURA 373.</p> <p>Resorte a tracción.</p> 		
	<p>FIGURA 374.</p> <p>Resorte a flexión.</p> 		
Resortes a compresión cónicos.	<p>FIGURA 375.</p> <p>Resorte de sección redonda (Troncocónico)</p> 		
	<p>FIGURA 376.</p> <p>Resorte de sección rectangular.</p> 		

Designación		Representación		Símbolo
		en vista	en corte	
Muelles de platillo	FIGURA 377 Platillo sencillo			
	FIGURA 378 Paquete de muelles			
	FIGURA 379 Columna de muelles			
Resortes espirales	FIGURA 380 Resorte espiral sin tensión			
	FIGURA 381 Resorte espiral con caja, en tensión			
Balles-tas	FIGURA 382 Sin ojos			
	FIGURA 383 Con ojos			
	FIGURA 384 Sin ojos con brida			
	FIGURA 385 Con ojos y brida			

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

- INEN 53 *Conversión de unidades al SI. (Primera revisión).*
 INEN 59 *Sistema ISO de tolerancias y ajustes. Definiciones. Tolerancias y desviaciones fundamentales.*
 INEN 72 *Formatos de papeles. Serie de formatos finales.*
 INEN 514 *Rosca métrica ISO. Tolerancias. Fundamentos y datos básicos.*
 ISO 216:1975 *Writing paper and certain classes of printed matter. Trimmed sizes. A and . B series.*
 ISO 4063 *Welding, brazing, braze welding and soldering of metals. List of processes for symbolic representation on drawings bilingual edition.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- ISO Standards:

- ISO 128:1982 *Technical drawings. General principles of presentation.*
 ISO 129: 1985 *Technical drawings. Dimensioning. General principles, definitions, methods of execution and special indications.*
 ISO 406: 1987 *Technical drawings. Tolerancing of linear and angular dimensions.*
 ISO 1101:1983 *Technical drawings. Geometrical tolerancing. Tolerancing of form, orientation, location and run-out. Generalities, definitions, symbols, indications on drawings.*
 ISO 1302:1978 *Technical drawings. Method of indicating surface texture on drawings.*
 ISO 1660: 1987 *Technical drawings. Dimensioning and tolerancing of profiles.*
 ISO 2162: 1973 *Technical drawings. Representation of springs.*
 ISO 2203: 1973 *Technical drawings. Conventional representation of gears.*
 ISO 2553:1984 *Weld. Symbolic representation on drawings.*
 ISO 3040: 1971 *Technical drawings. Dimensioning and tolerancing cones.*

International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.

DIN - Taschenbuch Band 2. *Zeichnungs normen*. 5 Aufl 1971. Deutsches Institut für Normung. Berlín, Germany.

Manual de Normas para Dibujo Técnico 1975. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, Argentina.

British Standard BS 308. *Engineering Drawing Practice* 1972.

- Part 1. *General Principles.*
- Part 2. *Dimensioning & tolerancing of size.*
- Part 3. *Geometrical tolerancing.*

British Standards Institution. London, England.

Indian Standard IS: 696 - 1972. *Code of practice for General Engineering Drawings (2nd. Revision).* Indian Standards Institution. New Delhi, India.

ANSI Y-14 *American Drafting Standards Manual*. American National Standards Institute Inc. New York, U. S. A.

Section A 6 of SAE Drawing Standards : *Dimensioning and Tolerancing for Engineering Drawings* (rev. 1969). Society of Automotive Engineers, Inc. New York, U. S. A.

Japanese Industrial Standard JIS B 0001- 7 3 *Drawing Practice for Mechanical Engineering*. Japanese Standards Association. Tokyo, Japan.

Proyectos de Norma del Comité COPANT C - 28 de Dibujo Técnico:

- 28:1-001 *Norma básica de dibujo técnico.*
- 28:1-002 *Clasificación de los dibujos según su función.*
- 28:1-003 *Clasificación de los dibujos según su presentación.*
- 28:1-004 *Terminología para el dibujo técnico.*
- 28:1-007 *Rótulos para los dibujos.*
- 28:1-009 *Escalas.*
- 28:1-010 *Escrituras.*

- 28:2-021 *Vistas.*
- 28:2-022 *Líneas.*
- 28:2-023 *Cortes y secciones.*
- 28:2-024 *Rayados.*
- 28:2-025 *Representaciones particulares.*

- 28:3-041 *Forma y reglas de acotación.*
- 20:3-042 *Principios de acotación.*
- 28:3-043 *Acotación funcional.*
- 28:3-045 *Tolerancias de posición.*
- 28:3-046 *Tolerancias de forma y principio de material máximo.*

Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT. Comité COPANT C - 28: *Dibujo Técnico*

Secretaría Técnica: DGN Dirección General de Normas, México.