



# Normas para dibujo mecánico e industrial

Alvaro Ayala Ruiz

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.

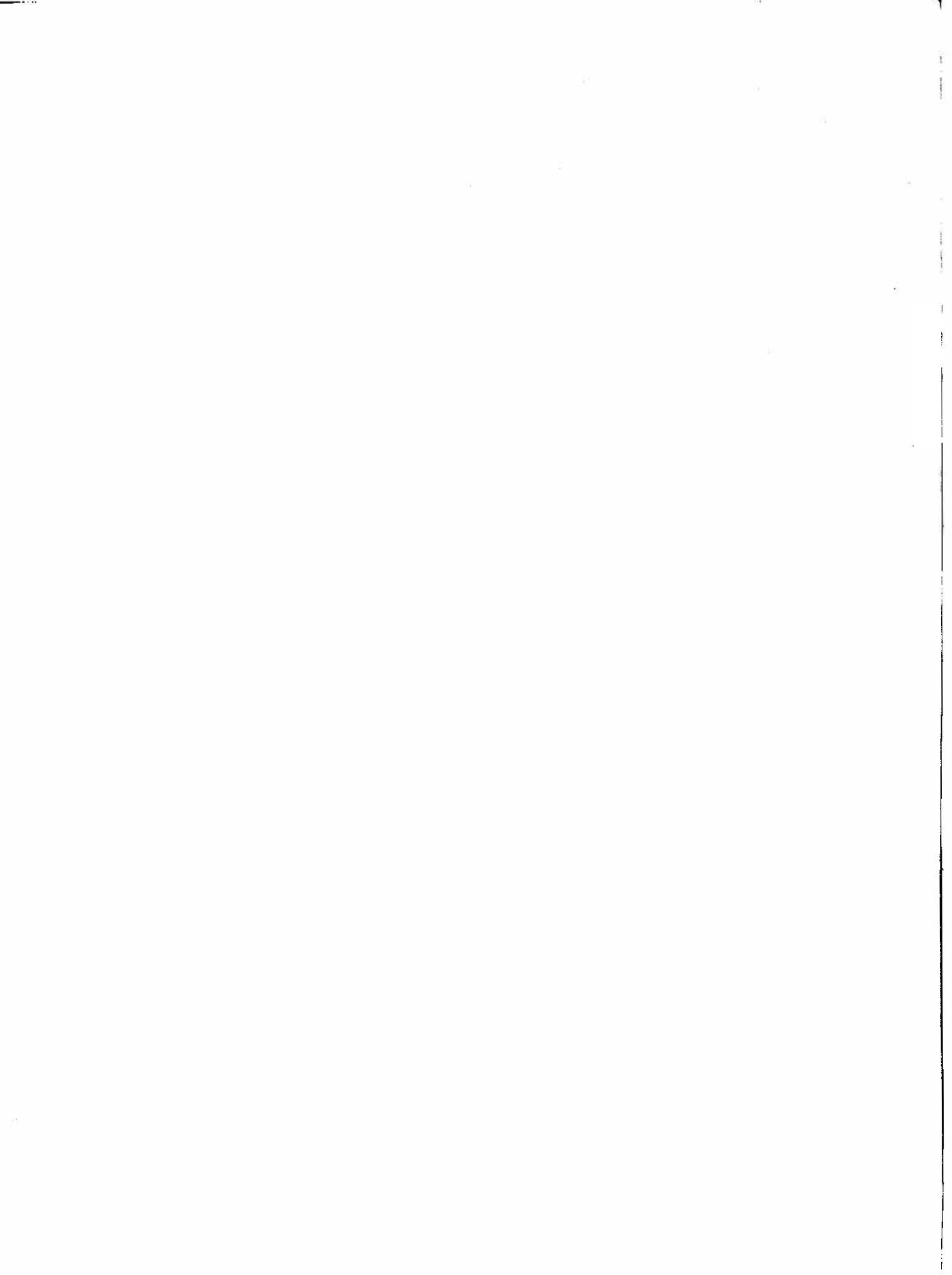


188254

188254

**NORMAS PARA DIBUJO  
MECÁNICO  
E  
INDUSTRIAL**

ALVARO AYALA RUIZ



G.1-188254

## P R E S E N T A C I Ó N

La Facultad de Ingeniería ha decidido realizar una serie de ediciones provisionales de obras recientemente elaboradas por académicos de la institución, como material de apoyo para sus clases, de manera que puedan ser aprovechadas de inmediato por alumnos y profesores. Tal es el caso de las *Normas para el dibujo mecánico e industrial*, del profesor Álvaro Ayala Ruiz.

Se invita a los estudiantes y profesores a que comuniquen a los autores las observaciones y sugerencias que mejoren el contenido de la obra, con el fin de que se incorporen en una futura edición definitiva.

T357  
A93

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



188254

G1.- 188254



## PREFACIO

El presente trabajo tiene como finalidad, ayudar a los alumnos de la materia de dibujo mecánico e industrial de la carrera de ingeniero mecánico, industrial y mecatrónico a estudiar, entender y usar las reglas de dibujo técnico.

El objetivo de la materia de dibujo mecánico e industrial es desarrollar la capacidad para la interpretación y elaboración de planos dentro de la rama de la ingeniería mecánica, a fin de poder establecer una comunicación eficaz durante el ejercicio profesional.

Para lograr éste objetivo es necesario conocer las reglas a las que está sujeto el dibujo, así, se ha realizado una selección de normas básicas que le permitirán al lector entender y conocer la realización de planos para el área de ingeniería mecánica.

Se presenta la recopilación de las normas utilizadas para impartir la materia de dibujo mecánico en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Las normas aquí mostradas se encuentran basadas en las normas ISO de Dibujo.

## AGRADECIMIENTOS

Por sus contribuciones en el desarrollo de este trabajo, quiero agradecer al Dr. Vicente Borja Ramírez y al Ing. Mariano García del Gallego, y por su ayuda en la elaboración de esta norma a Rafael Valencia Vera.



# INDICE

1. DIBUJOS	1
2. ESCALAS	6
3. FORMATOS	7
4. CUADRO DE REFERENCIA	9
5. LISTA DE MATERIALES	12
6. DOBLADO DE PLANOS	13
7. ESCRITURA	16
8. LINEAS	18
9. VISTAS	21
10. CORTES Y SECCIONES	26
11. ACOTACIONES	31
12. PRINCIPIO DE TOLERANCIAS FUNDAMENTALES	39
13. TOLERANCIAS LINEAS Y ANGULARES	40
14. TOLERANCIAS Y AJUSTES	43
15. TOLERANCIAS GEOMETRICAS	47
16. REFERENCIAS Y SISTEMAS DE REFERENCIA	58
17. ACABADOS SUPERFICIALES	65
18. ROSCAS	71
19. SOLDADURA	74
20. RESORTES	77



# DIBUJOS TÉCNICOS

NORMA  
LIMAC-1-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma describe los diferentes dibujos y clasificaciones que se emplean en el área de ingeniería mecánica.

## 2 INTRODUCCIÓN

El dibujo tiene como fin la representación de elementos de máquinas, mecanismos, etc. de tal manera que es posible comunicar formas, configuraciones, dimensiones, acabados y demás características de los componentes. El dibujo es el lenguaje con el que se comunican los ingenieros con técnicos y entre sí.

Es importante que el dibujo sea realizado con simplicidad y la ejecución requiera un mínimo de tiempo. Mientras más sencilla y rápida sea la realización de los dibujos más clara será su interpretación.

Para lograr esto es necesario conocer los diferentes tipos de dibujos.

## 3 CLASIFICACIÓN DE LOS PLANOS

### Dibujos generales

**Dibujo:** Es una forma de comunicar y documentar ideas, en general es cualquier representación gráfica.

**Bosquejo:** Es un dibujo que se realiza a mano alzada, representa una idea o solución de algún problema.

**Croquis:** Es un dibujo a mano alzada. A partir del croquis el diseñador prepara un trazo para después realizar el dibujo de diseño.

El croquis debe contener los suficientes datos para localizar las partes, sólo se dan distancias entre centros y algunas dimensiones, es decir, se realiza un dimensionamiento global.

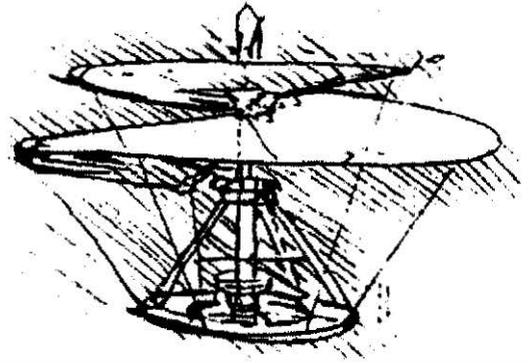


Figura.- 1 Bosquejo de un helicóptero.

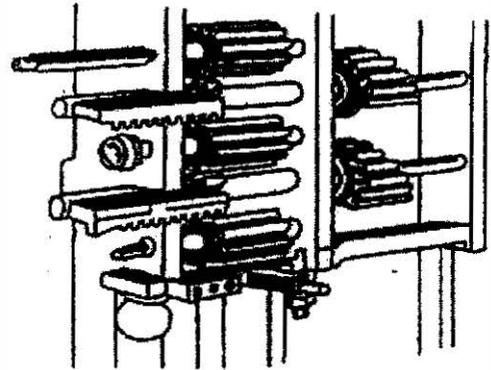


Figura.- 2 Croquis del mecanismo de una máquina para cálculo aritmético realizado por Leibniz.

**Esquema:** Es un dibujo realizado con instrumentos, donde se representan elementos en forma simbólica o simplificada.

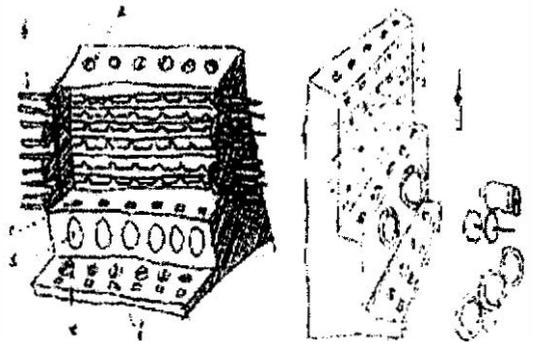
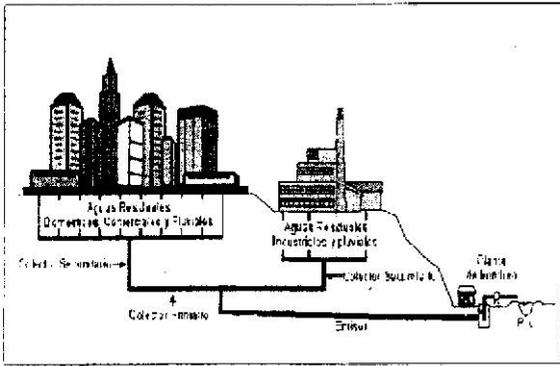
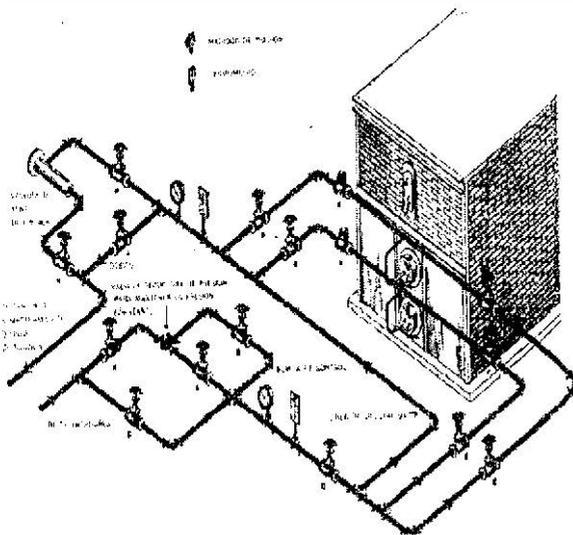


Figura.- 3 Croquis de una máquina de cálculo aritmético realizado por Schickard



**Figura.- 4 Esquema del sistema de alcantarillado.**

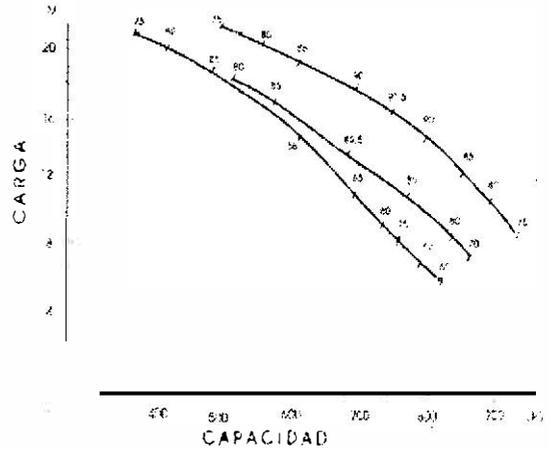
**Diagramas:** Es la representación simplificada de dos o más elementos que interactúan entre si. Existen diagramas eléctricos, hidráulicos, etc.



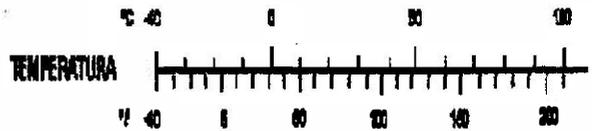
**Figura.- 5 Diagrama hidráulico.**

**Gráficas:** Las gráficas representan las relaciones existentes entre dos datos o más. Las gráficas se usan para representar de manera sencilla a valores o sus relaciones; se les puede conocer como cuantitativas y cualitativas respectivamente.

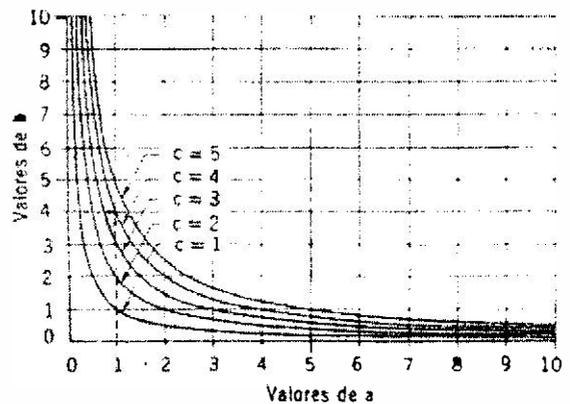
**Nomograma:** Es un tipo de gráfica que permite obtener valores aproximados de un cálculo (Fig. 7 y 8).



**Figura.- 6 Gráfica para el cálculo de eficiencia en bombas.**



**Figura.- 7 Nomograma para conversión de temperatura.**



**Figura.- 8 Nomograma de multiplicación  $ab=c$ .**

### Tipos de proyección

**Proyección ortogonal:** Representa las proyecciones ortogonales de un objeto, es decir, las vistas (Fig. 9). La proyección se obtiene cuando se proyecta el objeto perpendicularmente sobre un plano paralelo a las caras o ejes principales.

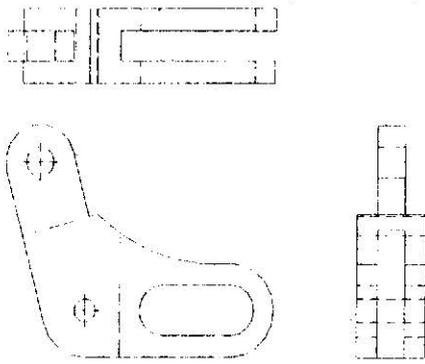


Figura.- 9 Proyección ortogonal

**Perspectiva:** Es una representación axonométrica de los objetos, componentes o conjunto de piezas. Se tienen tres: isométrica (Fig. 10 y 11), dimétrica (Fig. 12) y trimétrica (Fig. 13).

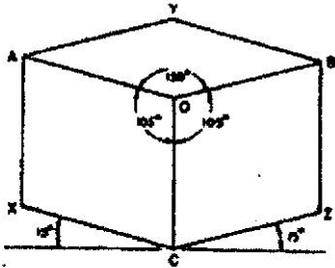


Figura.- 10 Dibujo isométrico.

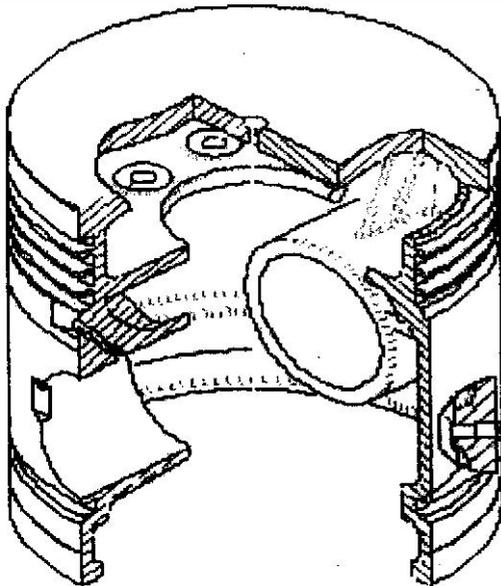


Figura.- 11 Perspectiva isométrica con corte parcial

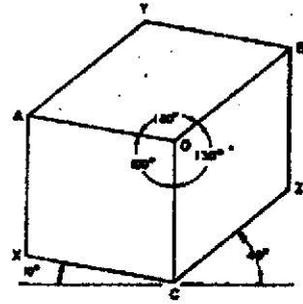


Figura.- 12 Dibujo dimétrico.

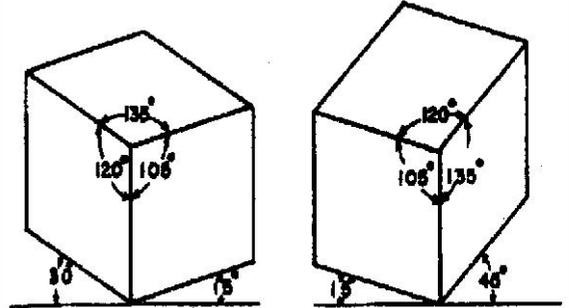


Figura.- 13 Dibujo trimétrico

Según su contenido

**Dibujos de conjunto:** Este dibujo contiene la representación completa de una máquina, de un subensamble, de ensamble o de instalación.

Estos dibujos se realizan a partir de los dibujos de fabricación y de proyecto. Los ensambles se deben revisar antes de aceptar los dibujos de fabricación.

Dentro de los dibujos de conjunto existen los siguientes:

- montaje o subensamble
- instalación
- explosión

**Dibujo para montaje o subensamble:** Es un dibujo de un grupo de partes, que muestra como se relacionan o interactúan entre si. Pueden existir más de un dibujo de montaje para mostrar una máquina completa (Fig. 14 y 17).

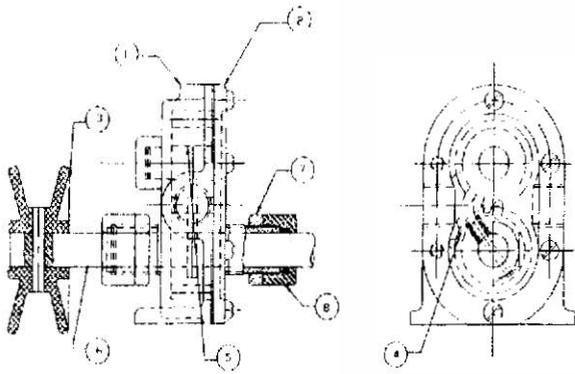


Figura.- 14 Dibujo de montaje de una bomba.

**Dibujo para instalación:** Son los dibujos que muestran información necesaria para armar un producto. Incluyen los nombres de las partes, orden de las partes que se ensamblan, dimensiones de localización e instrucciones especiales para la instalación (Fig.15).

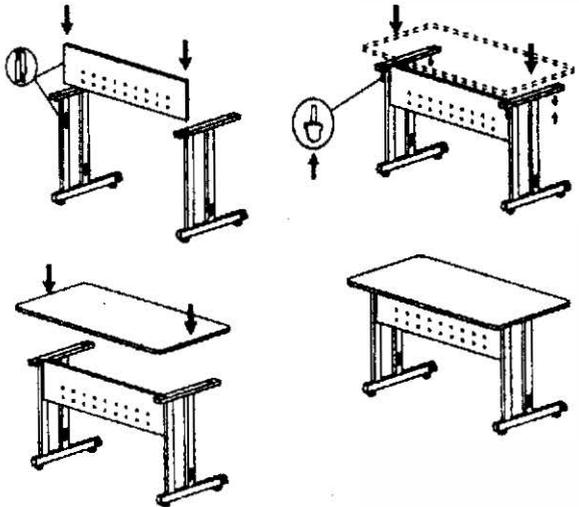


Figura.- 15 Plano de instalación.

**Dibujo en explosión:** Estos dibujos se usan en manuales de usuario y generalmente son fáciles de entender (Fig. 16 y 17).

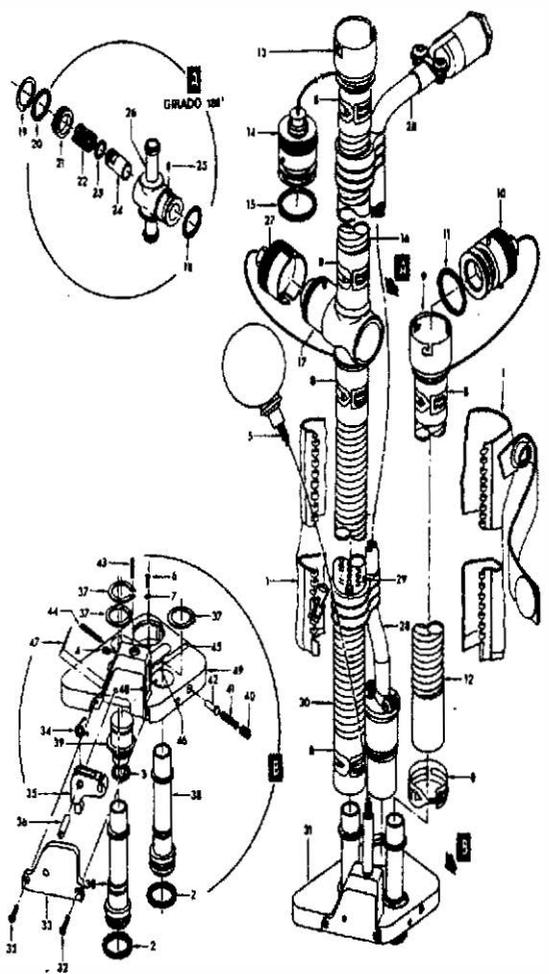


Figura.- 16 Ensamble en isométrico y en explosión.

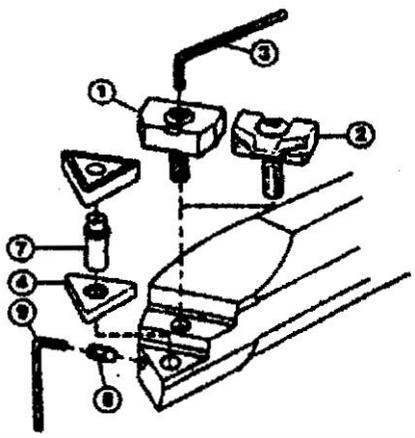


Figura.- 17 Dibujo en explosión

## Según su función

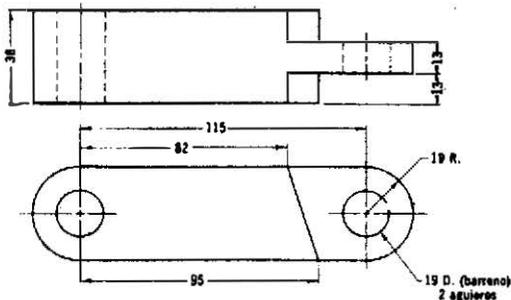
**Dibujo de anteproyecto:** Son dibujos que contienen la solución de diseño, son documentos internos y se realizan sin mucho detalle.

**Dibujos de proyecto:** Es un dibujo donde se establecen las características y/o especificaciones de un producto después de realizar cálculos.

**Dibujos de taller:** Es el dibujo que fija las características para la fabricación de una pieza. Dentro de los dibujos de taller existen variantes que dependiendo de la función se conocen como dibujos de:

- Fabricación
- Montaje
- Herramientas y utillajes.

**Dibujos de fabricación:** Establecen las características para la fabricación de componentes. Deben indicar las dimensiones, acabados superficiales, así como los procesos requeridos (Fig.18).



**Figura.- 18 Dibujo de fabricación.**

**Dibujos de herramientas o utillajes:** En estos dibujos se realizan los diseños o adaptaciones de herramientas para la manufactura de productos, así como los dispositivos necesarios para la sujeción de la pieza o piezas.

**Dibujos de verificación:** Permiten garantizar la calidad del producto, lo utiliza personal que no es del departamento de diseño y está familiarizado con los principios de diseño o

debe tener conocimiento del proceso de fabricación y de los métodos de ensamble.

## 4 REFERENCIAS

Norma ISO-128 Technical Drawings-  
General principles of representation.

# ESCALAS

NORMA  
LIMAC-2-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma especifica las escalas recomendadas para los dibujos técnicos y la forma de designarlas.

## 2 ESCALA

**ESCALA:** Es la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal real del objeto.

**Escala natural:** Es aquella que corresponde a la relación 1:1

-ESCALA 1:1 : Escala natural.

**Escala de ampliación:** Es donde la relación es mayor a 1:1.

-ESCALA 10:1 : Es una escala de ampliación.

**Escala de reducción:** Es donde la relación es inferior a 1:1.

-ESCALA 1:20 : Es una escala de reducción.

La escala se escribe en el cuadro de rotulación del plano

Quando se utilizan varias escalas, la principal se escribe en el cuadro de rotulación y las escalas secundarias al lado de la sección, corte o detalle.

Las escalas recomendadas para los dibujos técnicos son las siguientes:

**Tabla 1 Escalas para Ingeniería Mecánica**

Categoría	Escalas recomendadas		
Escalas de ampliación	50:1	20:1	10:1
	5:1	2:1	

Tamaño natural	1:1		
Escalas de reducción	1:5	1:2	1:10
	1:50	1:20	1:100
	1:500	1:200	1:1000
	1:5000	1:2000	
	1:10000		

Quando sea necesario utilizar una escala de ampliación mayor o una escala de reducción menor que las indicadas en el cuadro, la escala elegida debe ser una de las recomendadas multiplicada por una potencia de 10.

### 2.1 Elección de la escala

La escala a elegir depende de la complejidad del elemento a representar y de la finalidad del plano.

La escala debe permitir una interpretación clara y sencilla del plano.

La elección del formato del plano depende de la escala y de las dimensiones del objeto a representar.

En todos los casos, la escala seleccionada debe ser suficientemente grande para permitir la interpretación clara y fácil de la información representada en el dibujo.

## 3 REFERENCIAS

Norma ISO-5455-79 Technical Drawings – Scales.

# FORMATOS

NORMA  
LIMAC-3-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma especifica los formatos normalizados.

## 2 ELECCIÓN Y DESIGNACIÓN DE FORMATOS

### Formatos de la serie A

El tamaño de formato de un dibujo se elige de la serie A, la cual se conoce como serie principal A, entre los especificados en un conjunto llamado ISO (tabla 1).

Tabla 1 Formatos de la serie A

Designación	Medidas (mm)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

### Formatos alargados especiales

Para el caso en que sea necesario un plano con dimensiones diferentes a las anteriores, se tienen los formatos alargados (tabla 2).

Tabla 2 Formatos de la serie A alargados.

Designación	Medidas (mm)
A3 x 3	420 x 841
A3 x 4	594 x 1198
A4 x 3	297 x 630
A4 x 4	297 x 841
A4 x 5	297 x 1051

### Formatos alargados especiales

En caso de necesitar un tamaño de plano más grande o alargado, se utiliza uno de los formatos de la tabla 3.

Tabla 3 Formatos de la serie A especiales

Designación	Medidas (mm)
-------------	--------------

A0 X 2	1189 X 1 682
A0 X 3	1189 X 2 523
A1 X 3	841 X 1 783
A1 X 4	841 X 2 378
A2 X 3	594 X 1 261
A2 X 4	594 X 1 682
A2 X 5	594 X 2 102
A3 X 5	420 X 1 486
A3 X 6	420 X 1 783
A3 X 7	420 X 2 080
A4 X 6	297 X 1 261
A4 X 7	297 X 1 471
A4 X 8	297 X 1 682
A4 X 9	297 X 1 892

### Cuadro de referencia

#### Posición

El cuadro de referencia debe estar colocado en la esquina inferior derecha, para el caso de las hojas verticales u horizontales (Fig. 3.1).

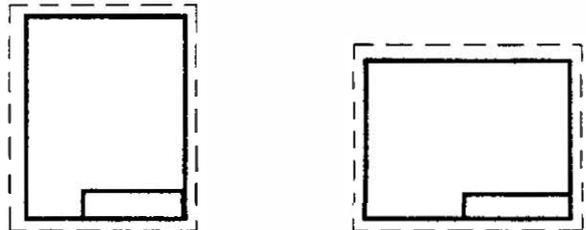
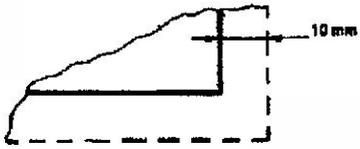


Figura 3.1 Posición del cuadro de referencia.

#### Dimensión

El marco de referencia debe tener una longitud máxima de 170 x 55 mm.

Para la serie A el margen recomendado es de 10 mm por lado (Fig. 3.2).



**Figura 3. 2 Margen para la serie A.**

### **3 REFERENCIAS**

Norma ISO-5457 Technical Drawings—  
Sizes and layout of drawing sheets.

# CUADRO DE REFERENCIA

NORMA  
LIMAC-4-2006

## 1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma proporciona la guía para formular las reglas y recomendaciones apropiadas, para la ejecución y uso práctico de los cuadros de referencias relacionados con la identificación, administración y comprensión de los dibujos técnicos y documentos anexos.

### 1.1 Requisitos generales

Todo dibujo técnico debe contar con un cuadro de referencia.

### 1.2 Presentación

El cuadro de referencias debe constar de preferencia con uno o más rectángulos contiguos. Estos pueden subdividirse en compartimientos para introducir la información específica.

### 1.3 Contenido

Para tener uniformidad en el arreglo, la información requerida para incluirse en el cuadro de referencia debe agruparse en zonas rectangulares contiguas como sigue:

- 1) La zona de identificación;
- 2) Una o más zonas para la información complementaria.

### 1.4 Zona de identificación

La zona de identificación debe contener la información básica siguiente:

- Ⓐ el número de registro o identificación;
- Ⓑ el título del dibujo;
- Ⓒ el nombre del propietario legal del dibujo.

Estos elementos son obligatorios.

La zona de identificación debe situarse en la esquina inferior derecha del cuadro de referencia, respecto al lector. La zona debe resaltarse con líneas continuas del mismo espesor que las usadas para el cuadro que determina la zona de trabajo del dibujo.

La longitud máxima de la zona de identificación es de 170 mm y se puede disponer como se muestra en las figuras 1, 2 y 3.

El número de registro o identificación del dibujo, determinado por el propietario; debe situarse en la esquina inferior derecha de la zona de identificación.

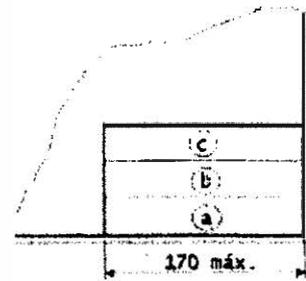


Figura 4. 1 Posible posición de elementos básicos.

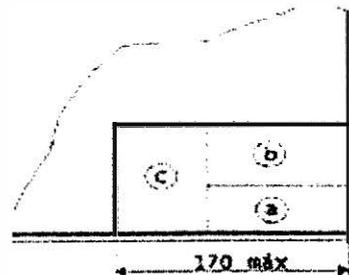
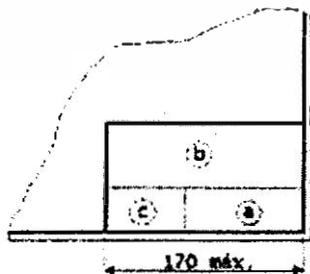


Figura 4. 2 Posible posición de elementos básicos.



**Figura 4. 3 Posible posición de elementos básicos.**

Los subcontratos o requisitos de otras partes legales pueden aparecer en el dibujo, teniendo éste más de un número de identificación, uno dado por el propietario y el otro por el subcontratista o la otra parte. Deben usarse los medios más adecuados para distinguirlos.

Bajo ninguna circunstancia el número original deberá borrarse; el número extra no debe aparecer en el compartimiento destinado para el número del propietario.

El título del dibujo debe describir de manera funcional al dibujo (por ejemplo, designación del artículo o ensamble dibujado).

El nombre del propietario (razón social, compañía, empresa, etc.), puede ser el nombre oficial del propietario, un nombre comercial abreviado o siglas.

Si el espacio es suficiente, puede incluirse una indicación de protección legal de los derechos del propietario. De otra manera, esta indicación debe mostrarse en el cuadro de referencia o en el dibujo, aún fuera del marco del dibujo.

### 1.5 Zonas de información complementaria

Los elementos que deben incluirse en las zonas para la información adicional deben distinguirse como sigue:

- elementos indicativos
- elementos técnicos
- elementos de utilización

### 1.6 Elementos indicativos

Los elementos indicativos son necesarios para evitar errores de interpretación del método de presentación aplicado en el dibujo principal. Estos datos se refieren a:

- (d) el símbolo para designar el método de proyección empleado en el dibujo (primer o tercer cuadrante).
- (e) la escala principal del dibujo.
- (f) la unidad de dimensión lineal.

Los elementos (d), (e) y (f) son obligatorios, sólo si el dibujo no se entiende sin esta información adicional.

### 1.7 Elementos técnicos

Los elementos técnicos relacionados con los métodos particulares y convenios para la presentación del producto o los dibujos de operación (funcionamiento), pueden escribirse como sigue:

- (g) el método de indicación de los acabados superficiales.
- (h) el método de indicación de las tolerancias geométrica .
- (i) los valores de las tolerancias generales que se aplican si no se indican tolerancias específicas con la acotación.
- (k) otras normas en este campo.

### Elementos de utilización

Los elementos de utilización dependen de los métodos empleados para el uso del dibujo y pueden incluirse como sigue:

- (m) el formato de la hoja de dibujo.
- (n) fecha de la primera edición del dibujo.
- (p) símbolo de revisión, situada en el apartado del número de registro o identificación .
- (q) fecha y descripción abreviada de la revisión con respecto al símbolo de revisión p .
- (r) otra información administrativa (por ejemplo la firma de toda la gente responsable).

El elemento  $\bigcirc q$  puede situarse fuera del cuadro de referencias, de tal manera de que forme una tabla separada o pueda situarse en un documento anexo.

### 1.8 Dibujos de láminas múltiples.

Los dibujos de láminas múltiples marcados con el mismo número de registro o identificación  $a$ , deben indicarse por medio de un número secuencial de lámina. Además, el número total de láminas debe indicarse en cada una de ellas, por ejemplo: "Plano No.  $n/m$ "

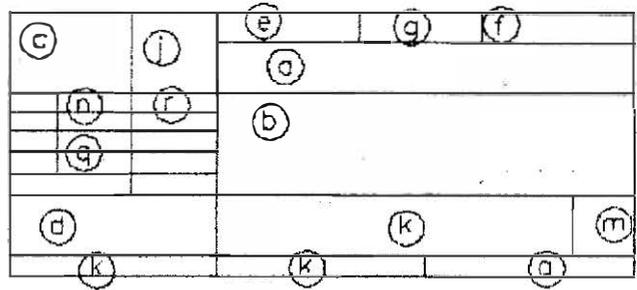
donde:

$n$  el número de plano.

$m$  el número total de planos.

Se puede utilizar un cuadro de referencias abreviado, que sólo contenga la zona de

identificación, para todos los dibujos que siguen del primero.



**Figura 4. 4 Ejemplo de rotulación fundamental para planos.**

## 2 REFERENCIAS

NORMA ISO 7200- Technical Drawings- Title Blocks.

# LISTAS DE MATERIALES

NORMA  
LIMAC-5-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma especifica las listas de los materiales que componen dibujos de ensamble y la forma de designarlas.

## 2 INTRODUCCIÓN

La lista de elementos contiene la información necesaria para los ensambles o sub-ensambles para la fabricación de componentes o productos.

### 2.1 ESPECIFICACIONES

Las listas de partes identifican los grupos de componentes relacionados que constituyen una unidad o parte ensamblada dentro de una máquina o mecanismo más complicado.

Las listas de los materiales se pueden dibujar en el mismo plano donde se desarrolla el ensamble o en un documento separado del plano.

Cuando la lista de materiales se incluye en el dibujo, se sitúa cerca del marco de referencia y se realiza de tal manera que pueda ser leída de abajo hacia arriba. El espesor de las líneas de los contornos de las listas debe ser igual al del cuadro de referencia.

Las listas de elementos que se muestran en el plano, deben estar ordenadas en columnas y

como mínimo deben contener los siguientes elementos: *número de elemento*, *nombre descriptivo*, *material*, *cantidad requerida*; los cuales serán los títulos de las columnas. Es posible realizar abreviaciones en los títulos.

Cuando las listas de materiales o elementos se muestran en un documento separado, se deben realizar con los mismos elementos descritos anteriormente, además de colocar el número de plano al cual la lista de materiales pertenece o describe, se debe realizar en un formato mínimo A4.

### Elementos

La columna *Elemento*, muestra el número del elemento que se le asignó en el plano.

La columna *Descripción*, debe mostrar el nombre del elemento.

La columna *Cantidad*, muestra la cantidad total de elementos requeridos para realizar el ensamble.

La columna *Material*, describe el material del elemento.

## 3 REFERENCIAS

NORMA ISO 7573 TECHNICAL  
DRAWINGS-ITEM LISTS

# DOBLADO DE PLANOS

NORMA  
LIMAC-6-2006

## 1 OBJETO

Esta norma establece los principios para el doblado de planos.

## 2 DEFINICIONES

*Modo doblado:* Forma de realizar el doblado de planos.

*Doblez:* Borde que se produce en el material a plegar en el proceso de plegado.

*Longitud de plegado:* La correspondiente a la de una franja del material plegado, medido en la dirección del plegado.

*Franja básica:* la franja básica es la de partida, está comprendida entre el borde izquierdo del formato y el primer doblez. Incluye el margen de archivado y en su caso está provista de perforaciones.

*Margen de archivado:* Zona del plano situada en la parte inferior izquierda de la franja delimitada por el doblez básico, que en su caso lleva perforaciones para fijar el plano en un archivador.

*Plegado longitudinal:* Conjunto de pliegues (en zig zag) por los que el material a plegar es doblado alternativamente hacia delante y hacia atrás a partir de la franja que contiene la portada.

Los dobleces son paralelos a los lados más cortos del formato antes de ser plegado.

*Plegado transversal:* Conjunto de pliegues cuyos dobleces son paralelos a los lados mayores del formato antes de ser plegado.

*Dobleces oblicuo:* Pliegue hecho para que en la operación de archivado, las perforaciones se produzcan únicamente en la parte de la franja básica, correspondiente a la banda de protección.

*Dobleces de apilamiento:* Son pliegues, excluido el que delimita la franja básica, necesarios para obtener el formato de archivado.

*Dobleces intermedio:* Es el realizado en algún punto entre la franja básica y la portada para obtener el formato de archivado.

## 3 DESIGNACIONES

La norma marca tres tipos de dobleces: A, B, C. El tipo A tiene como característica el archivado con elementos de sujeción (Fig.1).

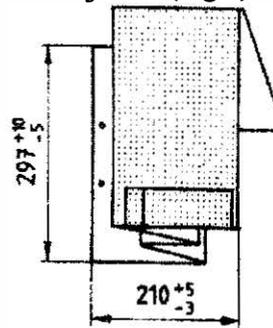


Figura 4.1 Doblado de planos tipo A

El tipo B tiene como característica el archivado con elementos de sujeción y banda de sujeción (Fig.2).

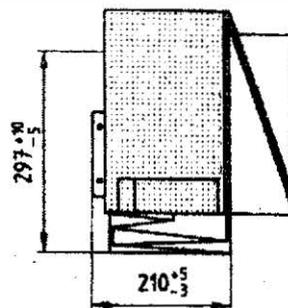


Figura 4.2 Doblado de planos tipo B

El tipo C tiene como característica el archivado sin elementos de sujeción.

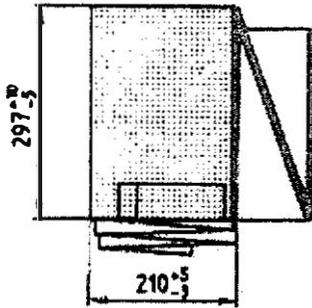


Figura 4.3 Doblado de planos tipo C

#### 4 REQUISITOS

##### 4.1 Posición del cuadro de referencia

El cuadro de referencia debe estar colocado en la esquina inferior derecha, después de doblar el plano.

Tabla 1 Doblado tipo A.

FORMATO	ESQUEMA DE DOBLADO	DOBLADO
2A0	<p>Diagram showing the folding scheme for format 2A0. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 5, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). A 'Dobler oblicuo' (oblique fold) is also indicated. Dimensions 188, 190, 190, 190, 190, 190 are shown at the bottom.</p>	<p>3D perspective view of the 2A0 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>
A0	<p>Diagram showing the folding scheme for format A0. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 6, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 210, 200, 190, 190, 190 are shown at the bottom.</p>	<p>3D perspective view of the A0 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>

A1	<p>Diagram showing the folding scheme for format A1. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 5, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 105, 210, 190, 190 are shown.</p>	<p>3D perspective view of the A1 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>
A2	<p>Diagram showing the folding scheme for format A2. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 3, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 105, 210, 192, 192 are shown.</p>	<p>3D perspective view of the A2 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>
A3	<p>Diagram showing the folding scheme for format A3. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 2, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 105, 125, 190 are shown.</p>	<p>3D perspective view of the A3 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>

#### 5 DOBLADO

El doblado recomendado es el doblado tipo A y en la tabla 1 se muestra el doblado para los diferentes formatos.

El 5.2 doblado tipo C sin fijación se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Doblado tipo C.

FORMATO	ESQUEMA DE DOBLADO	DOBLADO
A0	<p>Diagram showing the folding scheme for format A0. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 3, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 297, 210, 210, 210, 210 are shown.</p>	<p>3D perspective view of the A0 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>
A1	<p>Diagram showing the folding scheme for format A1. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 2, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 297, 210, 210, 210 are shown.</p>	<p>3D perspective view of the A1 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>
A2	<p>Diagram showing the folding scheme for format A2. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 2, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 297, 210, 210 are shown.</p>	<p>3D perspective view of the A2 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>
A3	<p>Diagram showing the folding scheme for format A3. It includes labels for 'Dobles longitudinales' (longitudinal folds) numbered 1 to 2, 'Dobles transversales' (transverse folds) numbered 1 to 2, and 'Dobles intermedio' (intermediate folds). Dimensions 297, 210, 210 are shown.</p>	<p>3D perspective view of the A3 folded sheet, showing the multiple layers and the placement of the reference frame in the bottom right corner.</p>

**REFERENCIAS**

Norma ISO-5457-80 Technical Drawings

# ESCRITURA

NORMA  
LIMAC-7-2006

## 1 OBJETIVO

La norma establece las características de las letras, que se emplean en el dibujo técnico.

## 2 CLASIFICACIÓN

En los dibujos se utilizan diversos tipos de líneas. La escritura en los planos es rotulada y se puede realizar a mano alzada o por medio de plantillas.

Para esta norma las letras se clasifican en dos tipos:

- a) TIPO A Escritura estrecha
- b) TIPO B Escritura corriente

## 3 ESPECIFICACIONES

Para las letras del tipo A, la altura de las letras mayúsculas  $h$  se toma de la tabla 1. El espesor de la línea  $d$  es  $1/14$  de la altura  $h$  de la letra mayúscula (Fig.3.1).

Las alturas ( $h$ ) a utilizar son: 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm.

Los espesores ( $d$ ) para los trazos son de: 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 2 mm.

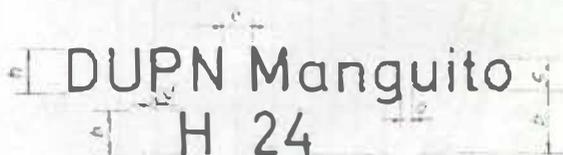


Figura 3.1 Variables para la escritura estrecha.

Tabla 1 Escritura estrecha, o tipo A ( $d=h/14$ ).

Características	Relación	Medidas (mm)						
		2.5	3.5	5	7	10	14	20
Altura de las letras mayúsculas $h$	$(14/14) h$							
Altura de las letras minúsculas $c$	$(10/14) h$	-	2.5	3.5	5	7	10	14
Espacio entre caracteres $a$	$(2/14) h$	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
Espacio entre renglones $b$	$(20/14) h$	3.5	5	7	10	14	20	28
Espacio mínimo entre palabras $e$	$(6/14) h$	1.05	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4
Ancho del trazo $d$	$(1/14) h$	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4

Para las letras del tipo B, la altura de las letras mayúsculas  $h$  se toma de la tabla 2. El espesor de la línea  $d$  debe ser de  $1/10$  de la altura  $h$  de la letra mayúscula (Fig.3.2).

Los espesores para los trazos son: 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.2 mm.

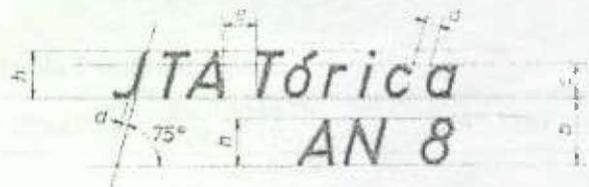


Figura 3.2 Variables para la escritura estrecha.

Tabla 2 Escritura corriente o tipo B ( $d=h/10$ ).

Características	Relación	Medidas (mm)						
		2.5	3.5	5	7	10	14	20
Altura de las letras mayúsculas $h$	$(10/10) h$							
Altura de las letras minúsculas $c$	$(7/10) h$	-	2.5	3.5	5	7	10	14
Espacio entre caracteres $a$	$(2/10) h$	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8	4
Espacio entre renglones $b$	$(14/10) h$	3.5	5	7	10	14	20	28
Espacio mínimo entre palabras $e$	$(6/10) h$	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4	12
Ancho del trazo $d$	$(1/10) h$	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2

La escritura puede ser cursiva con una inclinación de 15°.

Los rasgos esenciales de las letras de los dibujos técnicos deben ser legibles, uniformes y adaptarse a cualquier reproducción. Deben a continuación distinguirse unos a otros para evitar confusiones entre ellos, aun en casos de mutilaciones leves.

Para las letras mayúsculas y minúsculas, el espesor de la línea debe ser el mismo para facilitar la rotulación.

En la figura 2 se muestra ejemplo para realizar el trazo de las letras mayúsculas y minúsculas.



Figura 3. 2 Trazo manual de letras.

#### 4 REFERENCIAS

NORMA ISO 3098/1. TECHNICAL  
DRAWINGS - Lettering - Part.

# LÍNEAS

NORMA  
LIMAC-8-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma especifica las características que deben tener las líneas empleadas en la realización de trazo en los dibujos técnicos.

Las líneas se clasifican por su trazo y su espesor (Tabla 1)

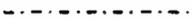
Las aplicaciones y características de los diferentes tipos de líneas se muestran en las figuras 1 y 2.

### 2.1 Espesor de las líneas

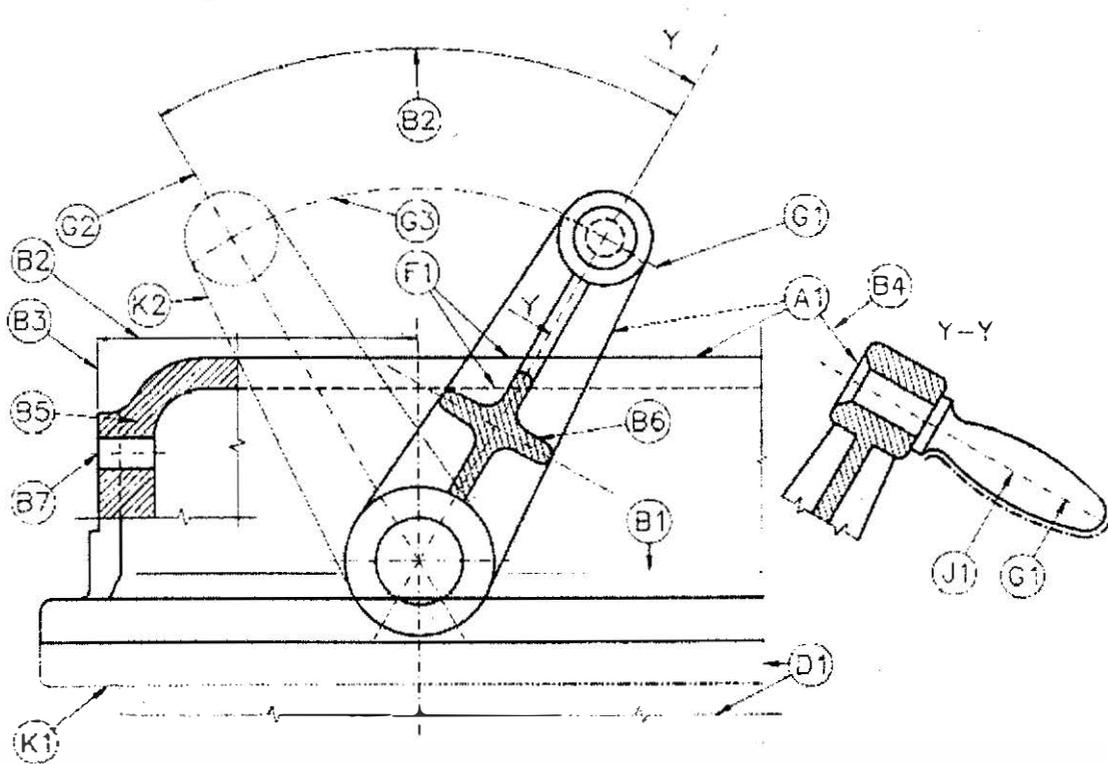
La relación entre el espesor de las líneas gruesas y finas de la tabla, no debe ser inferior a 2.

## 2 CLASIFICACIÓN

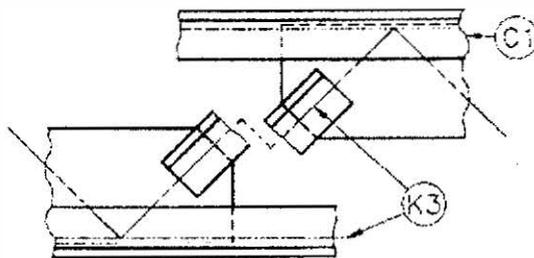
**Tabla 1 Tipos de líneas.**

Tipo de trazo	Designación	Aplicaciones generales
A 	Línea gruesa	A1 Contornos visibles A2 Aristas visibles
B 	Línea fina	B1 Líneas imaginarias de intersección B2 Líneas de cota B3 Líneas de proyección B4 Líneas de referencia B5 Rayados B6 Contornos de secciones abatidas B7 Ejes cortos
C 	Línea fina a mano alzada	C1 Límites de vistas o cortes parciales C2 Límites de vistas y secciones parciales o interrumpidas
D 	Línea fina en zig zag	D1 Representación de cortes, en piezas largas
E 	Línea gruesa de trazos	E1 Contornos ocultos E2 Aristas ocultas
F 	Línea fina de trazos	F1 Contornos ocultos F2 Aristas ocultas
G 	Línea fina de trazos y puntos	G1 Ejes de revolución G2 Trazos de planos de simetría G3 Trayectorias
H 	Línea fina y puntos, gruesa en los extremos y en los cambios de dirección	H1 Planos de corte
J 	Línea gruesa de trazos y puntos	J1 Indicación de líneas o superficies que son objeto de especificaciones particulares

<p>K</p> 	<p>Línea fina de trazos y' doble punto</p>	<p>K1 Contornos de piezas adyacentes  K2 Posiciones intermedias y extremos de piezas móviles  K3 Líneas de centros de gravedad  K4 Contornos iniciales antes del conformado  K5 Partes situadas delante del plano de corte.</p>
--	--	---



**Figura 2. 1** Uso de los diferentes tipos de línea



**Figura 2. 2** Tipos de línea.

El espesor de la línea debe elegirse, en función de las dimensiones o del tipo del dibujo, entre la gama siguiente:

0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.4, 2 mm.

Para todas las vistas los espesores de las líneas escogidos deben prevalecer en el dibujo.

## 2.2 Espaciamiento entre líneas

El espacio entre líneas paralelas incluyendo rayados, debe ser dos veces el espesor de la línea más gruesa y el mínimo de 0.7 mm.

## 2.3 Orden de prioridad de las líneas coincidentes

Cuando dos o más líneas de diferentes tipos coinciden, debe observarse el siguiente orden de prioridad.

- 1) Contornos y aristas visibles (líneas Tipo A).
- 2) Contornos y aristas ocultos (líneas Tipo E o F).
- 3) Planos cortantes (líneas Tipo H).
- 4) Ejes y trazos de planos de simetría (línea Tipo G).
- 5) Líneas de centros de gravedad (línea Tipo K).
- 6) Líneas de proyección (línea Tipo B).
- 7) Los contornos de partes ensambladas deben coincidir con excepción de las secciones negras

delgadas que deben estar separadas por un espacio no menor de 0.7 milímetros.

- 8) Las líneas de intersección geométrica verdaderas deben dibujarse con líneas Tipo A cuando son visibles y con líneas Tipo E o F cuando son ocultas.

## 2.4 Terminación de las líneas de referencia

Una línea de referencia sirve para indicar un elemento de un dibujo, el cual puede ser una línea de cota, un objeto, un contorno, etc.

La líneas de referencia deben terminar:

- con un punto, si es dentro del contorno de un objeto;
- en una punta de flecha, si es sobre el contorno de un objeto
- sin punto o punta de flecha si es sobre una línea de cota.

## 3 REFERENCIAS

Norma ISO-128 Technical Drawings – General principles of representation.

# VISTAS

NORMA  
LIMAC-9-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma define los principios generales de representación para los dibujos técnicos realizados según los métodos de proyección ortogonales.

El contenido de esta norma se destina a todo tipo de dibujo técnico en ingeniería mecánica. Sin embargo, se puede aplicar en otras áreas técnicas (mecánico, eléctrico, arquitectura, ingeniería civil, etc.).

Para otros campos, se deben respetar los principios generales de éstos y asegurar la coherencia entre dibujos que pertenecen a las diversas áreas industriales.

## 2 VISTAS

### Denominación de las vistas

Vista frontal o principal. Es la indicada en el sentido de la flecha "a" en la (Fig. 1).

Vista superior o de planta. Es la indicada en el sentido de la flecha "b" (Fig. 1).

Vista lateral izquierda. Es la indicada en el sentido de la flecha "c" (Fig. 1).

Vista lateral derecha. Es la indicada en el sentido de la flecha "d" (Fig. 1).

Vista inferior. Es la indicada en el sentido de la flecha "e" (Fig. 1).

Vista posterior. Es la indicada en el sentido de la flecha "f" (Fig. 1).

Elegida la vista frontal, las otras direcciones usuales de observación forman con ésta y entre ellas ángulos de 90 grados o múltiplos de 90 grados (Fig. 1).

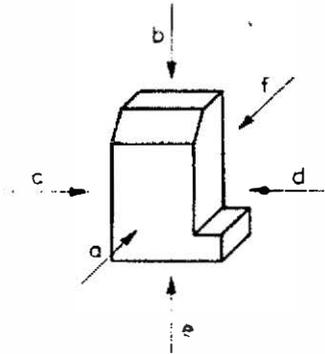


Figura 2. 1 Denominación de las vistas.

### Posiciones relativas de las vistas.

Pueden utilizarse dos variantes de proyección ortogonal de la misma importancia.

- El método de proyección del primer diedro, o sistema europeo (Fig. 2).
- El método de proyección del tercer diedro, o sistema americano (Fig. 3).

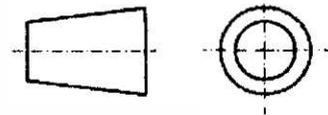


Figura 2. 2 Sistema europeo.

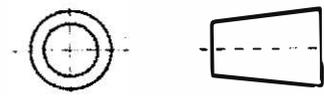


Figura 2. 3 Sistema americano.

### Método de proyección del primer diedro.

En relación con la vista frontal (a), las otras vistas se disponen de la siguiente manera (Fig. 4).

- La vista superior ("b") se coloca abajo de la vista frontal ("a")

- La vista inferior ("e") se coloca arriba de la vista frontal ("a")
- La vista lateral izquierda ("c") se coloca a la derecha de la vista frontal ("a")
- La vista lateral derecha ("d") se coloca a la izquierda de la vista frontal ("a")
- La vista posterior ("f") se coloca indistintamente a la izquierda o derecha de la vista frontal ("a").

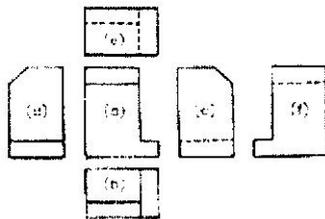


Figura 2. 4 Proyección del primer diedro.

### Método de proyección del tercer diedro.

En relación con la vista frontal (a), las otras vistas se disponen de la siguiente manera (Fig 5.).

- La vista superior ("b") se coloca arriba de la vista frontal ("a").
- La vista inferior ("e") se coloca abajo de la vista frontal ("a").
- La vista lateral izquierda ("c") se coloca a la izquierda de la vista frontal ("a").
- La vista lateral derecha ("d") se coloca a la derecha de la vista frontal ("a").
- La vista posterior ("f") se coloca indistintamente a la izquierda o derecha de la vista frontal ("a"), indistintamente.

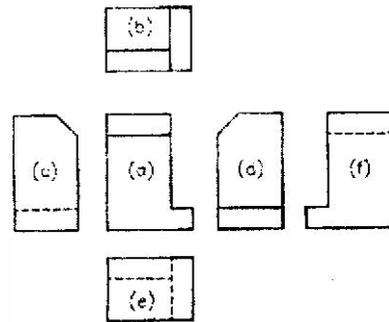


Figura 2. 5 Proyección del tercer diedro.

### Disposición de las vistas según las flechas de referencia

En los casos en que resulte más ventajoso colocar las vistas sin seguir estrictamente lo establecido por los dos métodos de proyección (de primer y tercer diedro), se pueden usar flechas de referencia que permiten poner las vistas con una disposición libre (figura 6)

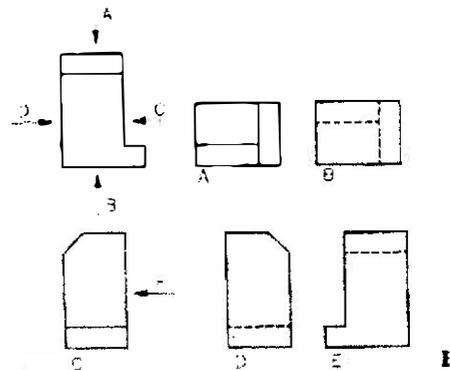


Figura 2. 6 Vistas según las flechas de referencia.

Excepto la vista frontal o principal, cada vista se debe identificar con una letra mayúscula, la cual se debe repetir cerca de la flecha que indica la dirección de observación para la vista en cuestión. Las vistas designadas pueden colocarse indistintamente respecto a la vista principal. Las letras mayúsculas que identifican las vistas de referencia deben colocarse abajo o arriba de ellas. Cualquier otra indicación es innecesaria.

### Indicación del método

Cuando se emplea uno de los dos métodos especificados anteriormente, debe indicarse mediante el símbolo distintivo (Fig. 2 ó 3).

El símbolo se debe colocar en un espacio especial para este fin en el cuadro de rotulación.

No se requiere símbolo distinto para la distribución de vistas que emplean flechas de referencia.

### Elección de vistas

Debe emplearse como vista principal o frontal, aquella con la mayor información posible sobre lo que se está representando.

La vista frontal, que por lo general va acompañada de otras vistas, debe mostrar lo representado en su posición normal de funcionamiento preferente.

Cuando lo representado no tiene una posición definida, la vista frontal debe mostrarlo en la posición principal de manufactura o montaje preferentemente.

Cuando sean necesarias otras vistas (incluidas las secciones), deben elegirse de manera que:

- Se limite el número de vistas y de secciones al mínimo necesario, pero suficiente para definir el objeto sin ambigüedades;
- Se evite la representación de numerosos contornos o aristas ocultas;
- Se evite la repetición inútil de detalles.

### Vistas particulares

Si una dirección de observación es diferente de las establecidas en la figura 1 y es necesario o si la vista no puede colocarse en la posición correcta según los métodos de proyección de las figuras 2 y 3, deben utilizarse las flechas de referencia según las figuras 7 y 8.

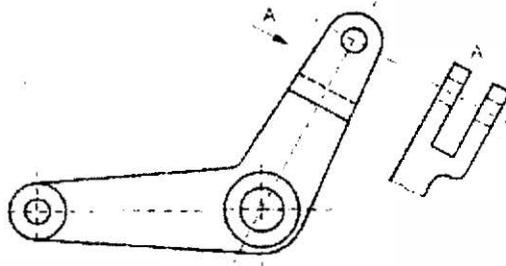


Figura 2. 7 Vista particular.

Cualquiera que sea la dirección de observación de las vistas, las letras mayúsculas de identificación de vistas deben colocarse siempre en la posición para ser leídas del fondo y del lado derecho.

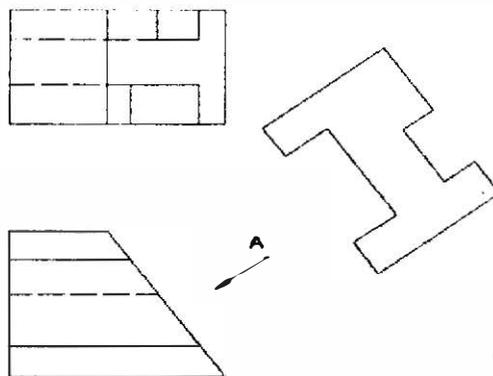


Figura 2. 8 Vista particular.

### Vistas parciales

Cuando las vistas completas no proporcionan una mejor información pueden usarse las vistas parciales

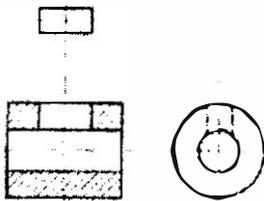
La vista completa puede ser reemplazada por una vista parcial, limitada por una línea fina a mano alzada o una recta con zig-zag (Fig.7)

### Vistas locales

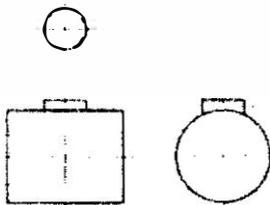
Para los objetos simétricos, se permite una vista local, en lugar de una completa, con la condición de que la representación no sea ambigua.

La vista local debe dibujarse en proyección del tercer diedro independientemente del método empleado en el dibujo general.

Las vistas locales se dibujan con línea gruesa y deben ir unidas a la vista principal por medio de una línea fina de trazos y puntos (Fig. 9 y 10)



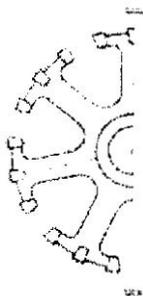
**Figura 2. 9 Vista local.**



**Figura 2. 10 Representación de vista local.**

#### Vistas de piezas simétricas

Para ahorrar tiempo y espacio, es posible representar piezas simétricas con una fracción de la vista completa (Fig. 11, 12 y 13).



**Figura 2. 11 Vista de Pieza simétrica.**



**Figura 2. 12 Vista de pieza simétrica**



**Figura 2. 13 Vista de pieza simétrica en dos planos.**

#### Vistas interrumpidas

Una pieza larga es posible dibujarla con los elementos suficientes para definirla y recortarla mediante líneas finas de trazo quebrado (Fig.14 y 15).



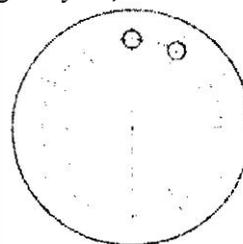
**Figura 2. 14 Vista de pieza interrumpida.**



**Figura 2. 15 Vista de pieza interrumpida.**

#### Elementos repetidos

La representación de elementos repetidos se puede simplificar (Fig. 16 y 17).



**Figura 2. 16 Vista de elementos repetidos.**



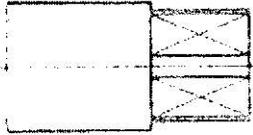
**Figura 2. 17 Vista de pieza con elementos repetidos**



**Figura 2. 19 Cuadrados ahusados**

### 2.14 Representación de cuadrados

A fin de evitar una vista suplementaria o sección, los extremos cuadrados (Fig. 18), o extremos cuadrados ahusados en las flechas o ejes (Fig. 19), pueden indicarse por medio de diagonales dibujadas con líneas finas.



**Figura 2. 18 Extremos cuadrados.**

### 3 REFERENCIAS

Norma ISO-128. Technical Drawings - General Principals of Presentation.

# CORTES Y SECCIONES

NORMA  
LIMAC-10-2006

## 1 OBJETIVO

La norma establece las características de los cortes y secciones que se emplean en los dibujos.

## 2 SECCIÓN

Una sección representa exclusivamente la intersección del plano de corte y la pieza (Fig. 1).

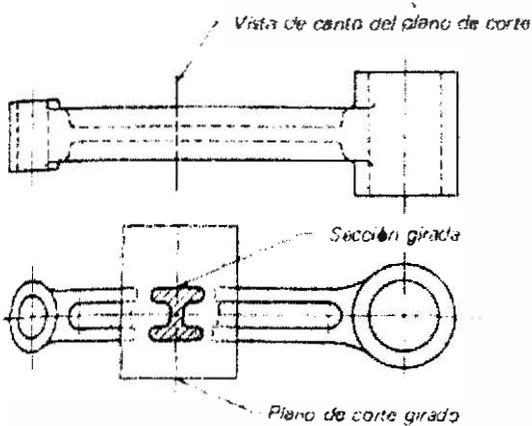


Figura 8. 1 Representación de sección

## 3 CORTE

Un corte representa la sección y la parte de la pieza que se encuentra detrás del plano secante, incluyendo otros contornos visibles localizados más allá de dicho plano, cuando se observa en dirección de la vista (Fig. 2).

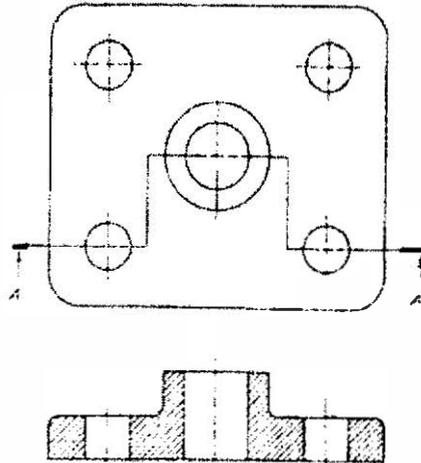


Figura 8. 2 Representación de corte.

### Plano de corte

Es el trazo que representa la posición y dirección del corte o sección que se realiza en el dibujo (Fig. 2)

Según la extensión y posición de corte hay que diferenciar entre: corte total, medio corte y corte parcial.

En general, una vista seccional completa sustituye una vista frontal exterior.

El medio corte retira la mitad de la vista del objeto de tal manera que la mitad de la vista aparece seccionada y la otra mitad se muestra como vista externa.

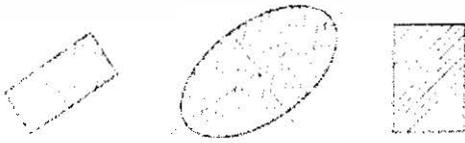
El corte parcial se usa para mostrar el interior de los objetos o ensambles.

## 4 ESPECIFICACIONES

### Rayados

Los rayados se utilizan para resaltar las partes cortadas por los planos de corte. Se utiliza la línea fina continua, con una inclinación de  $45^{\circ}$  con

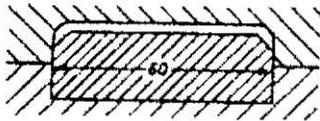
respecto a las líneas de contorno. La distancia entre líneas se determina en función de la representación del dibujo (Fig. 3).



**Figura 8.3 Rayados de secciones.**

Las diferentes partes cortadas de una misma pieza deben rayarse de la misma manera. El rayado de las piezas contiguas del mismo material debe rayarse con una orientación diferente.

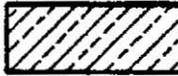
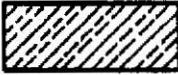
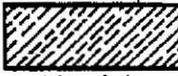
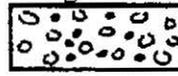
El rayado se interrumpirá cuando se encuentre una acotación en la pieza que no pudo ser colocada fuera de las piezas (Fig. 4).



**Figura 8.4 Rayado interrumpido**

Si se utilizan diferentes tipos de rayados para representar distintos materiales, cada uno de ellos debe estar bien definido o utilizar la norma.

**Rayados básicos**

		
Hierro fundido	Acero	Cobre, bronce y latón
		
Estaño, plomo, zinc	Material aislante	Madera transversal y longitudinal
		
Material refractario	Aluminio, magnesio y sus aleaciones	Concreto

**Figura 8.5 Símbolos normalizados de rayado.**

**Reglas**

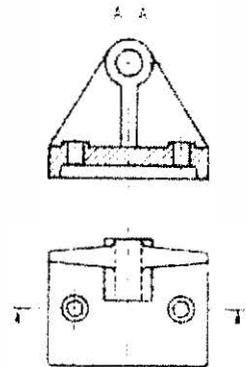
Las reglas generales relativas a las vistas se aplican de la misma manera a los cortes y a las secciones.

Las secciones de espesor reducido pueden expresarse completamente en negro, con espacios en blanco no inferiores a 0.7 mm (Fig. 6).



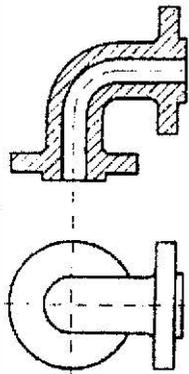
**Figura 8.6 Secciones de espesor reducido.**

Los planos de corte se deben indicar por medio de una línea fina de trazos, con finales y cambios de dirección gruesos (Fig. 7).



**Figura 8.7 Indicación del plano de corte.**

Si la ubicación de un plano de corte simple es obvia, no es necesario indicar su posición e identificación (Fig. 8).

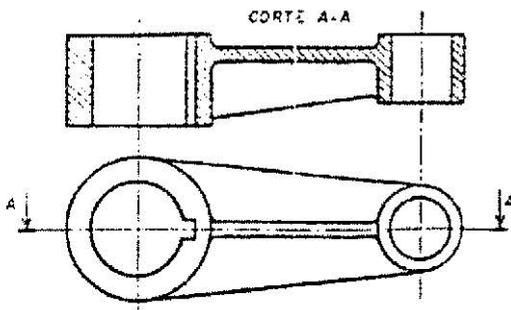


**Figura 8. 8 Corte sin indicaciones.**

El plano de corte debe identificarse por medio de letras mayúsculas al lado de las flechas, y la dirección de la vista debe indicarse por medio de flechas perpendiculares a dicho plano (Fig. 9).

Se dibuja en línea continua el contorno de la pieza contenida en el plano de corte y se raya la sección.

Los cortes y secciones se designan por las mismas letras del plano de corte correspondiente y se pueden colocar arriba o debajo de las secciones o cortes.



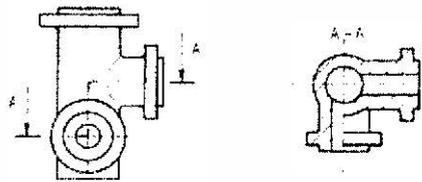
**Figura 8. 9 Indicación y designación de corte.**

En algunos casos, las partes indicadas más allá del plano de corte no necesitan dibujarse por completo.

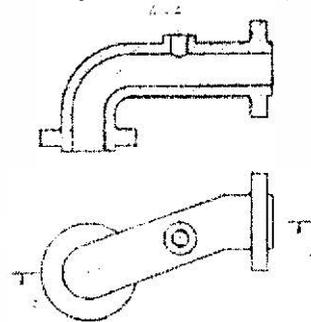
**Planos de corte.**

Corte por un plano (Fig. 7, 8, y 9).

Corte por dos planos paralelos (Fig. 10).

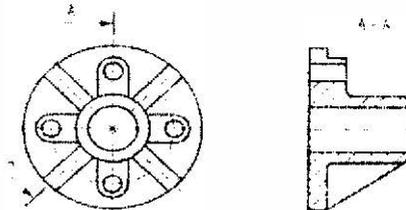


**Figura 8. 10 Dos planos paralelos.**  
Corte por tres planos sucesivos (Fig. 11).



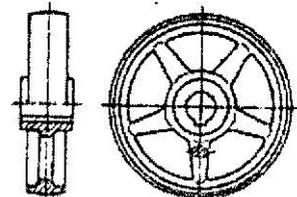
**Figura 8. 11 Planos sucesivos.**

En un corte por dos planos concurrentes, uno se muestra abatido en el plano de proyección (Fig. 12).



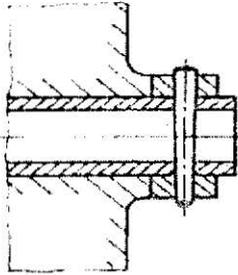
**Figura 8. 12 Dos planos concurrente.**

En el corte longitudinal de una pieza de revolución que contienen detalles (agujeros, nervios, etc.) regularmente repartidos y que no están situados en el plano de corte, se deben de representar girándolos dentro de dicho plano, sin necesidad de mostrar alguna otra indicación, siempre y cuando no se produzcan ambigüedades (Fig. 13).



**Figura 8. 13 Corte longitudinal.**

Si en el plano de corte se encuentran rayos, nervaduras, pasadores, flechas, ejes, brazos de polea, remaches, pernos, etc., no se representan en el corte longitudinal, por lo que no deben tener rayado (Fig.14).



**Figura 8. 14 Corte de pernos, ejes, etc.**

**Secciones abatidas sin desplazamiento o con desplazamiento**

Las secciones transversales pueden abatirse sobre el plano de la vista sin desplazamiento o con desplazamiento.

Si la sección se abate sin desplazamiento, el contorno de la sección debe dibujarse con líneas continuas delgadas (Fig. 15).

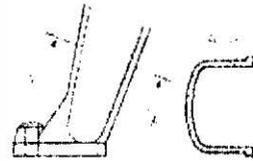


**Figura 8. 15 Secciones abatidas.**

Si la sección se desplaza, el contorno de la sección debe dibujarse con línea continua gruesa y colocarse ya sea cerca y conectada con la vista por una línea de trazo (Fig.16) o en una posición diferente e identificarse en forma convencional por medio de designaciones (Fig. 17).



**Figura 8. 16 Sección con desplazamiento**



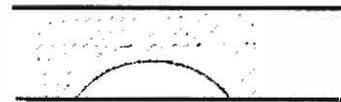
**Figura 8. 17 Sección con desplazamiento.**

**Piezas simétricas**

Las partes simétricas pueden dibujarse, la mitad en vista completa y la mitad en sección, es decir utilizando medio corte. (Fig. 18 y 19).



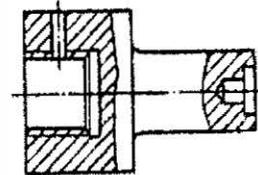
**Figura 8. 18 Corte medio.**



**Figura 8. 19 Corte medio.**

**Cortes parciales**

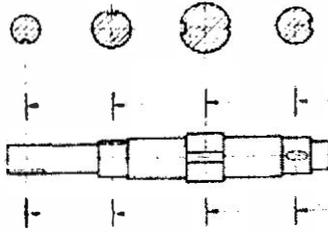
Un corte parcial puede dibujarse cuando no es conveniente una media sección o sección completa. La interrupción local puede mostrarse ya sea por medio de una línea continua delgada, trazada a pulso o por una continua delgada, con zigzag (Fig. 20).



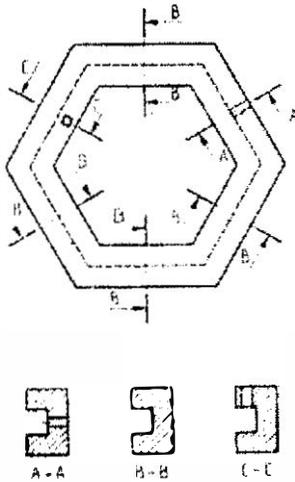
**Figura 8. 20 Cortes parciales.**

**Secciones sucesivas**

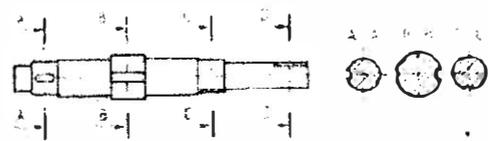
Las secciones sucesivas pueden arreglarse en forma similar a lo mostrado en las figuras 21, 22 y 23 para una mejor distribución y comprensión del dibujo.



**Figura 8. 21 Secciones sucesivas.**



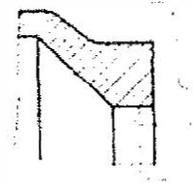
**Figura 8. 22 Secciones sucesivas.**



**Figura 8. 23 Secciones sucesivas.**

### Partes contiguas

En caso necesario, las partes contiguas de una vista se pueden dibujar con líneas en cadena doble delgadas y no deben ocultar a la parte principal aunque ésta sí lo haga (Fig. 24). Las partes adyacentes en secciones no deben tener rayado.



**Figura 8. 24 Rayado de partes contiguas.**

## 5 REFERENCIAS

Norma ISO-128. Technical Drawings -  
General Principals of presentation.

# ACOTACIONES

NORMA  
LIMAC-11-2006

## 1 OBJETIVO

Esta Norma establece las formas en que deben indicarse las acotaciones en los dibujos técnicos.

## 2 DEFINICIONES

### Cota:

Valor numérico expresado en unidades de medida y representado gráficamente en los dibujos

### Cota funcional (F)

Cota esencial para la función de la pieza.

### Cota no funcional (NF)

Cota no esencial para la función de la pieza.

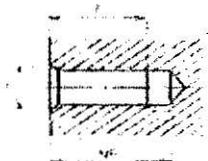


Figura 9. 1 Cotas funcionales y no funcionales

### Cota auxiliar (AUX)

Cota dada solamente a nivel informativo. Se puede deducir de otros valores dados en el dibujo (Fig.2)

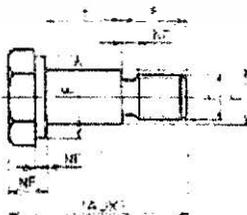


Figura 9. 2 Tipos de cotas.

### Elemento

Parte característica de una pieza, representada en el dibujo, tal como superficie plana, nervadura, rosca, ranura, perfil, etc. (Fig.3).

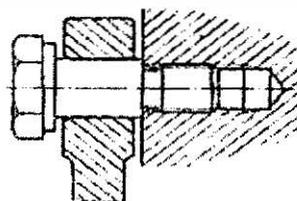


Figura 9. 3 Elemento

## 3 APLICACIONES

Se indican directamente sobre el dibujo, así como, todas las dimensiones necesarias para definir claramente una pieza o componente. (Fig.4)

Cada elemento se acotará sólo una vez en un dibujo.

Las cotas se colocan sobre las vistas, cortes o secciones que representen claramente a las piezas o elementos.

Todas las cotas se expresan en la misma unidad, pero sin indicar su símbolo.

No se indican más cotas de las necesarias para definir una pieza o un componente. Ningún elemento debe ser definido por más de una cota.

Los métodos de fabricación o de control no deben ser especificados, a menos que sean imprescindibles para asegurar el buen funcionamiento.

Las cotas funcionales deben estar indicadas directamente sobre el dibujo.



Figura 9. 4 Cotas funcionales directas.

## 4 METODO DE ACOTACIÓN

### Elementos de acotación

Los elementos de acotación son la línea auxiliar de cota, línea de cota, línea de referencia y la cota (Fig. 5)



Figura 9. 5 Elementos para la acotación

Las líneas de referencia y las líneas de cota se dibujan en trazo continuo fino (Fig. 6).

Las líneas de referencia deben prolongarse ligeramente más allá de las líneas de cota (Fig. 6).



Figura 9. 6 Líneas de referencia

Las líneas de referencia se trazan perpendicularmente a los elementos a acotar, pero en caso necesario se pueden trazar en forma oblicua (Fig. 7).



Figura 9. 7 Líneas de referencia.

Cuando se cruzan dos líneas de referencia, éstas deben extenderse ligeramente más allá del punto de intersección (Fig. 8).

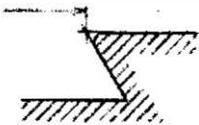


Figura 9. 8 Líneas de referencia

Las líneas de cota deben trazarse sin interrupciones, inclusive si el elemento que se

acota está representado mediante una vista interrumpida (Fig.9).

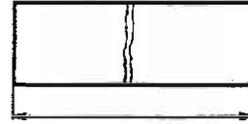


Figura 9. 9 Líneas de cota

Las líneas de referencia y las de dimensión no deben cruzar otras líneas a menos que sea inevitable (Fig. 10).

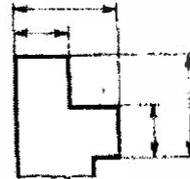


Figura 9. 10 Líneas de referencia y de dimensión.

Las líneas de referencia, para acotación lineal, deben trazarse perpendicularmente al elemento (Fig. 11).

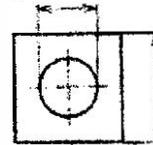


Figura 9. 11 Líneas de referencia.

No debe utilizarse como línea de cota una línea de simetría o de contorno, pero puede emplearse como líneas de referencia (Fig. 12).

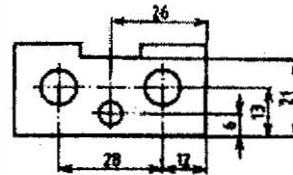


Figura 9. 12 Líneas de referencia.

Las líneas de referencia para acotación angular, deben trazarse prolongando los lados, aristas o contornos que definen el ángulo (Fig. 13).



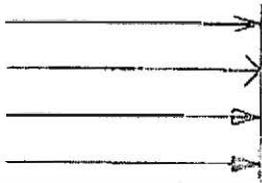
Figura 9. 13 Líneas de referencia.

## Extremos

Cada extremo de la línea de cota debe definirse con una punta de flecha trazada o trazos oblicuos.

Las líneas de cota pueden tener dos tipos de extremos y una indicación de origen.

La flecha se representa por trazos cortos que formen un ángulo comprendido entre  $15^\circ$  y  $90^\circ$ . La flecha puede ser abierta, cerrada o cerrada y llena (Fig. 14).



**Figura 9. 14 Tipos de extremos**

El trazo oblicuo, se dibuja con un trazo corto inclinado a  $45^\circ$  (Fig. 15).

**Figura 9. 15 Trazo oblicuo**

La indicación de origen se representa por medio de un círculo pequeño de aproximadamente 3 mm de diámetro (Fig. 16).

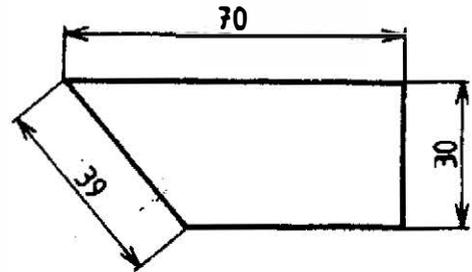
**Figura 9. 16 Indicación de origen**

El tamaño de las puntas de flecha debe ser proporcional al espesor de las líneas del dibujo.

## Dimensiones

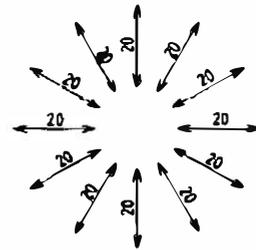
### Método 1

Las dimensiones deben colocarse paralelas a las líneas de cota y al centro (Fig. 17).



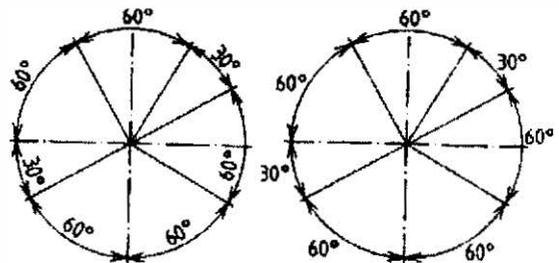
**Figura 9. 17 Dimensiones lineales.**

Las dimensiones deben estar dispuestas de tal manera que se puedan leer desde abajo y de la derecha del dibujo. Las dimensiones sobre líneas de cota oblicuas deben orientarse como se muestra en la figura (Fig. 18).



**Figura 9. 18 Dimensiones lineales.**

Las dimensiones angulares pueden orientarse como se indica en la figura (Fig. 19).



**Figura 9. 19 Dimensiones angulares.**

### Método 2

Las dimensiones deben de estar dispuestas de tal manera que se puedan leer desde abajo y de la derecha del dibujo. Las líneas de cota no horizontales se interrumpen en el centro, para colocar las dimensiones (Fig. 20 y 21).

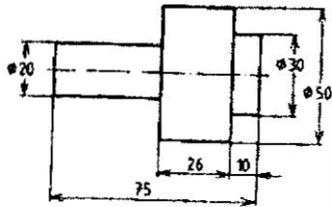


Figura 9. 20 Dimensiones método 2.

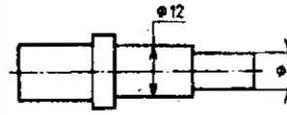


Figura 9. 24 Dimensiones con poco espacio

En caso de cotas fuera de escala, la cota debe estar subrayada con un trazo grueso continuo (Fig. 25).

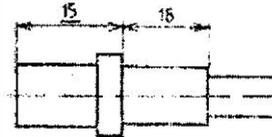


Figura 9. 25 Cotas fuera de escala.

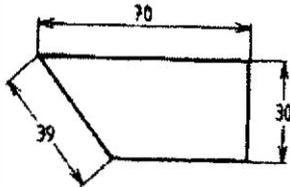


Figura 9. 21 Dimensiones lineales.

Las dimensiones angulares se pueden orientar como se muestra en la figura 22.

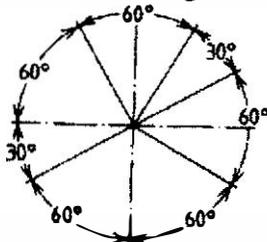


Figura 9. 22 Dimensiones angulares.

**Dimensiones con poco espacio**

Para evitar dibujar líneas largas de cota, se recomienda trazarlas parcialmente colocando la cota cerca de los extremos (Fig. 23).

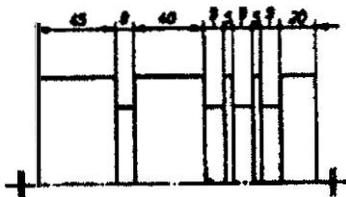


Figura 9. 23 Dimensiones con poco espacio.

Por falta de espacio entre las líneas de extensión, las flechas se pueden colocar afuera y la cota encima de la prolongación de la flecha (Fig. 24).

**Símbolos**

Los siguientes símbolos se usan para la identificación de formas y ayudan a la mejor interpretación del dibujo (Tabla 1).

Tabla 1 Uso de símbolos

Descripción	Símbolo
Diámetro	$\phi$
Radio	R
Cuadrado	$\square$
Radio de esfera	SR
Diámetro de esfera	S $\phi$

El uso del símbolo  $\phi$  es para indicar que la cota se refiere a un diámetro (Fig. 26).

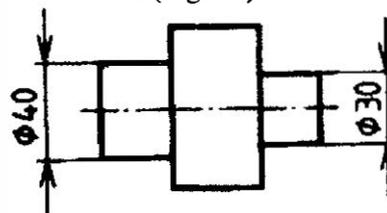


Figura 9. 26 Representación de diámetro.

El uso del símbolo R es para indicar que la cota se refiere a un radio, cuando el arco de circunferencia es menor de 180° (Fig. 27).

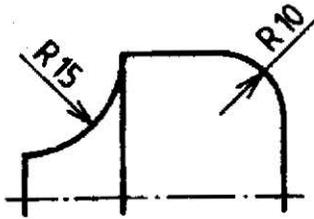


Figura 9. 27 Representación de radio.

El símbolo □ se usa para indicar que se está acotando sólo un lado del cuadrado.

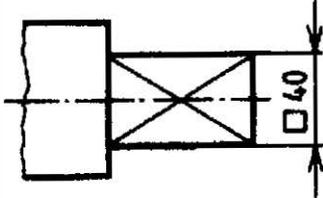


Figura 9. 28 Representación de cuadrado.

Los símbolos SR y SΦ se usan para indicar que se esta acotando el radio o el diámetro de una esfera respectivamente (Fig. 29y 30).

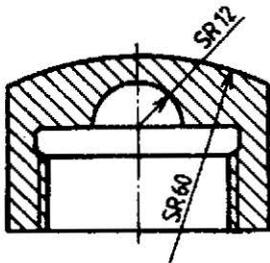


Figura 9. 29 Acotación de una esfera con radio.

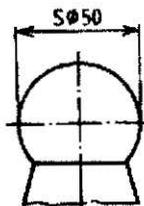


Figura 9. 30 Acotación de una esfera con diámetro.

**Acotación en serie**

Las acotaciones con dimensiones en cadena sólo deben usarse en donde la acumulación de éstas no haga confusos los requisitos funcionales (Fig. 31 y 32).

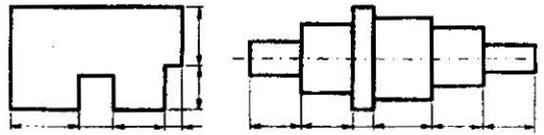


Figura 9. 31 Acotación en serie

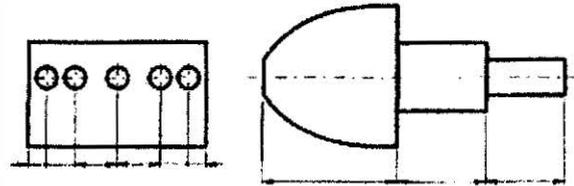


Figura 9. 32 Dimensionamiento en serie o cadena

**Acotación a partir de un elemento en común**

Cuando un número de dimensiones con la misma dirección tiene un elemento de referencia común, la acotación debe efectuarse en paralelo o con cotas superpuestas (Fig. 33, 34 y 35).



Figura 9. 33 Cotas con origen común.

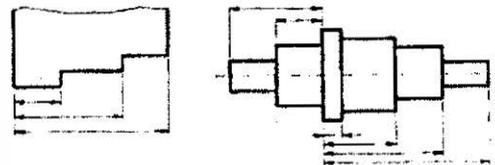


Figura 9. 34 Cotas con origen común

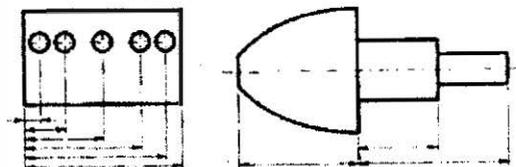


Figura 9. 35 Cotas con origen común

**Acotación en paralelo**

Consiste en colocar líneas de cota paralelas como se muestra en la figura 36.

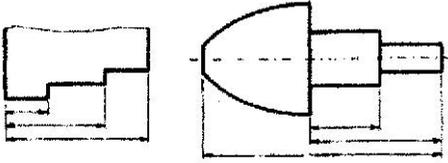


Figura 9. 36 Acotación en paralelo.

**Acotación superpuesta**

La acotación superpuesta es una forma simplificada de la acotación en paralelo, siempre y cuando falte espacio y no afecte al dibujo (Fig. 37 y 38).



Figura 9. 37 Acotación superpuesta.

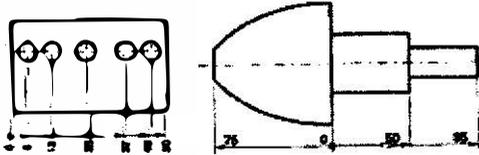


Figura 9. 38 Acotación superpuesta.

La acotación superpuesta se puede dar en dos direcciones.

**Acotación por coordenadas**

En algunos casos suele ser útil agrupar las acotaciones en una tabla para evitar aglomeraciones (Fig. 39).

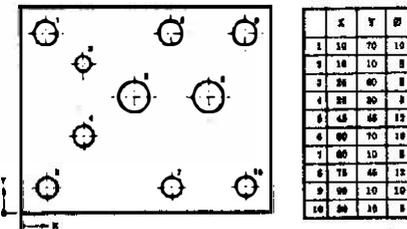


Figura 9. 39 Acotación por coordenadas

**Acotación combinada**

Las cotas en serie y las cotas a partir de un elemento común, se pueden combinar en un dibujo (Fig. 40 y 41).

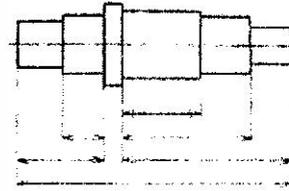


Figura 9. 40 Acotación combinada.



Figura 9. 41 Acotación combinada.

**Indicaciones especiales**

**1.1.1 Cuerdas, arcos, ángulos y radios.**

Estos elementos deben de acotarse como se muestra en las figuras 42 y 43.



Figura 9. 42 Acotación de cuerdas y arcos.



Figura 9. 43 Acotación de ángulos.

Para acotar un radio, la línea de dimensión se traza del centro hacia la circunferencia: puede iniciar en el centro, sobrepasarlo o no llegar a él. Generalmente es suficiente un extremo de la línea de dimensión en el arco (Fig. 44).

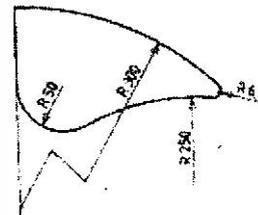
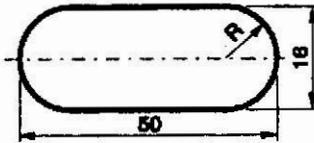


Figura 9. 44 Acotación de radios.

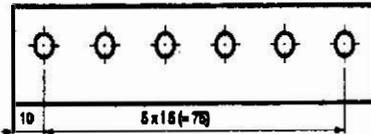
Cuando la cota de un radio sea una cota redundante, ésta se indicará con una flecha de radio y el símbolo **R** sin mostrar la dimensión (Fig. 45).



**Figura 9. 45 Cota redundante.**

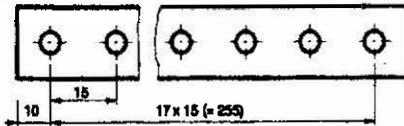
**Elementos equidistantes**

Cuando se tienen elementos dispuestos regularmente o equidistantes, se puede acotar, como se muestra en la figura 46.



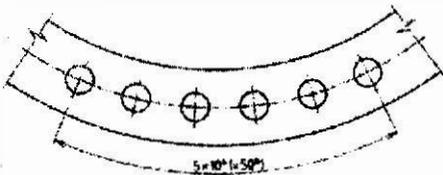
**Figura 9. 46 Elementos equidistantes.**

Si existe cualquier posibilidad de confusión entre la acotación y el número de distancias equidistantes, se debe acotar como en la figura 47.



**Figura 9. 47 Elementos equidistantes.**

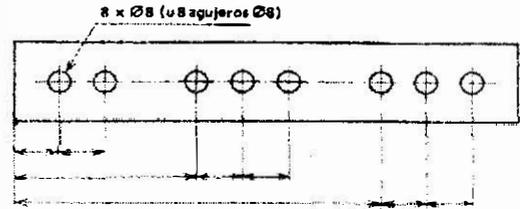
Los elementos equidistantes angulares pueden ser acotados como se muestra en la figura 48.



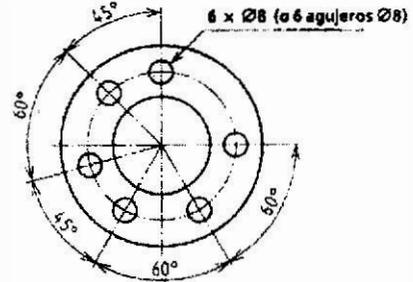
**Figura 9. 48 Cotas equidistantes angulares.**

**Elementos en intervalos repetidos**

Los elementos repetitivos cuando sea posible, se pueden acotar como se muestra en la figura 49 y 50.



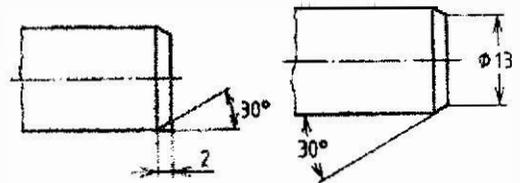
**Figura 9. 49 Elementos repetitivos lineales.**



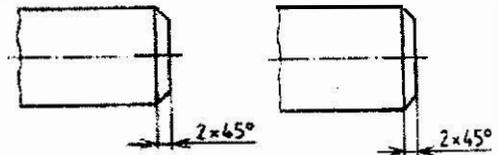
**Figura 9. 50 Elementos repetitivos angulares.**

**Chaflanes y avellanados**

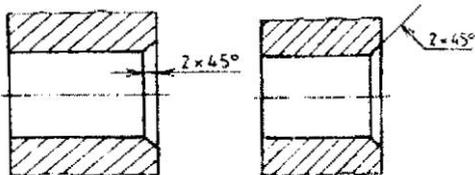
Los chaflanes deben acotarse como se muestra en la figura 50, sin embargo cuando el ángulo es igual a 45°, la acotación se puede simplificar como lo muestran las figuras 51, 52 y 53.



**Figura 9. 51 Acotación de chaflanes.**

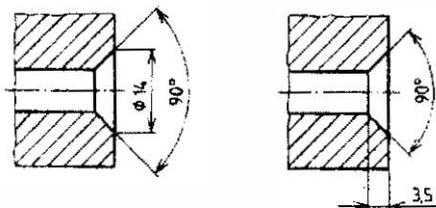


**Figura 9. 52 Chaflanes de 45°**



**Figura 9. 53 Chafilanes interiores de 45°**

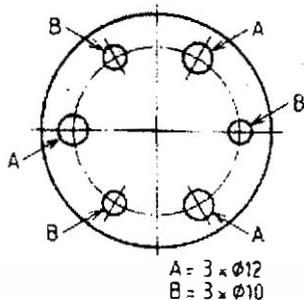
Los avellanados se pueden acotar con el diámetro en la superficie y el ángulo, o con el ángulo y la profundidad del barreno (Fig. 54).



**Figura 9. 54 Acotación de avellanados**

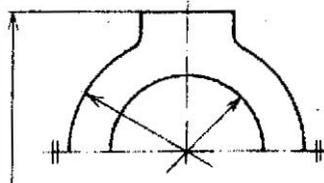
**Otras indicaciones**

Para evitar la repetición de una misma acotación o para evitar líneas guía largas, pueden usarse letras de referencia, las cuales se relacionan a una tabla o nota (Fig.55).



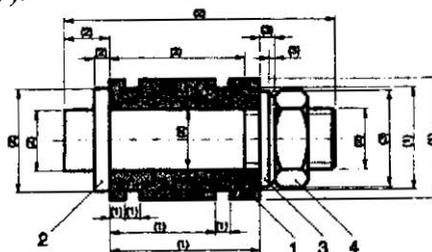
**Figura 9. 55 Cota repetidas.**

En vistas o cortes de piezas simétricas parcialmente dibujadas, las líneas de cota se deben prolongar más allá del eje de simetría. La segunda flecha se suprime (Fig. 56)



**Figura 9. 56 Acotación en piezas con simetría.**

Cuando varias partes se dibujen en conjunto, los grupos de acotaciones relativas a cada parte deben mantenerse separadas tanto como sea posible (Fig. 57).



**Figura 9. 57 Acotación de un ensamble.**

**5 BIBLIOGRAFIA**

Norma ISO 129 Technical Drawings- Dimensioning- General principles, definitions, methods of execution and special indications.

# PRINCIPIO DE TOLERANCIA FUNDAMENTAL

NORMA  
LIMAC-12-2006

## 1 OBJETIVO

Esta Norma especifica el principio de la tolerancia dimensional (lineal y angular) y tolerancia geométrica.

## 2 INTRODUCCIÓN

En la realización de dibujos en ingeniería mecánica es necesario establecer dimensiones y tolerancias. Las dimensiones pueden ser lineales y angulares. Las tolerancias pueden ser lineales, angulares y geométricas. La combinación de dimensiones y tolerancias define: dimensión; forma; orientación; y localización.

## 3 PRINCIPIO DE INDEPENDENCIA

Cada especificación dimensional o requisito geométrico en un dibujo debe ser independiente, a no ser que la relación sea especificada. Es decir, la dimensión especificada en un elemento geométrico no tiene relación alguna con la tolerancia geométrica del mismo elemento.

## 4 TOLERANCIAS

### *Tolerancias dimensionales*

### *Tolerancias lineales*

La tolerancia lineal controla sólo la dimensión local (medida entre dos puntos) de un elemento pero no sus desviaciones de forma, orientación y localización.

### *Tolerancias angulares*

Una tolerancia angular especificada en unidades angulares, controla solamente la orientación general de líneas o elementos de líneas de superficies, pero no sus desviaciones de forma.

### *Tolerancias geométricas*

La tolerancia geométrica es la desviación permitida del elemento en su forma, orientación y localización.

La tolerancia geométrica es independientemente de la dimensión real local del elemento.

## 5 DEPENDENCIA ENTRE DIMENSIÓN Y GEOMETRÍA

La dependencia de dimensión y geometría esta dada por:

- Envolvente
- El principio de material máximo

### *Requisito de envolvente*

Para un elemento que puede ser cilíndrico o con dos superficies paralelas planas, existen curvas o superficies que rodean a la medida local del elemento.

### Principio del material máximo

Si por razones de funcionalidad y economía este es un requisito para la dependencia mutua de la dimensión y orientación o localización de la(s) característica(s), entonces el principio del material máximo (M), puede ser aplicado

## 6 BIBLIOGRAFÍA

Norma ISO 8015 Technical drawings --  
Fundamental tolerancing principle

# TOLERANCIAS LINEALES Y ANGULARES

NORMA  
LIMAC-13-2006

## 1 OBJETIVO

Esta Norma especifica las indicaciones para las tolerancias lineales y angulares aplicadas en los dibujos técnicos.

## 2 DEFINICIONES

**Medida nominal:** Se define como la medida teórica a partir de la que se determinan las desviaciones.

**Desviación:** Es la diferencia entre la medida nominal y cada uno de los dos límites. Esta desviación se obtiene en valor absoluto.

**Cota T:** Es la tolerancia específica (Fig.1).

**Línea al origen:** Es la línea a la que están referidas las desviaciones. Corresponde a la medida nominal. Representa la dimensión nominal donde la desviación es nula (Fig.1).

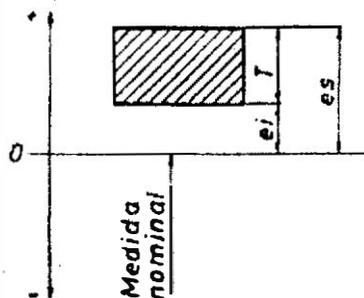


Figura.- 1 Línea de origen y cota T.

**ES:** Es la desviación superior de un eje. Su valor es la diferencia algebraica entre la medida máxima y la medida nominal (Fig. 2).

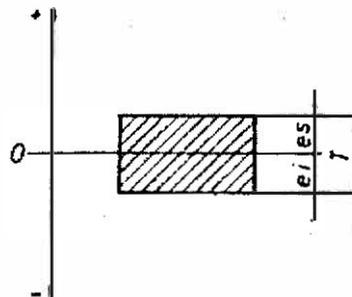


Figura.- 2 Desviación superior.

**EI:** Es la desviación inferior para ejes. Su valor es la diferencia algebraica entre la medida mínima y la medida nominal. (Fig. 3).

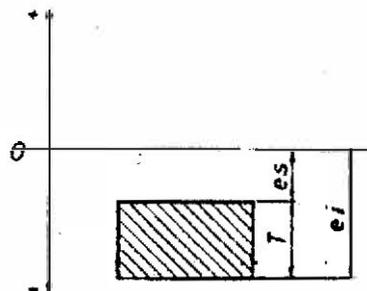


Figura.- 3 Desviación inferior.

Para las desviaciones en agujeros se emplean "ES" para la superior y "EI" para la inferior.

## 3 ESPECIFICACIONES

### 3.1 Tolerancias que se indican según la ISO

Las tolerancias que se representan según la norma ISO, tienen los siguientes elementos:

- Medida nominal
- Símbolo de la tolerancia

Si es necesario los valores de las desviaciones se indican entre paréntesis (Fig. 4).

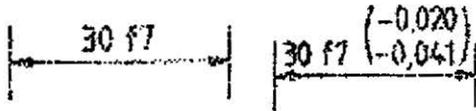


Figura.- 4 Tolerancias según ISO.

### 3.2 Tolerancias que se indican con cifras

Los componentes de una dimensión lineal con tolerancias que no contienen símbolos normalizados tienen los siguientes elementos (Fig. 5).

- Medida nominal
- Valores de las desviaciones

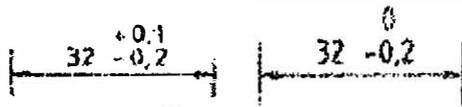


Figura.- 5 Tolerancias con cifras.

Si el valor de cada una de las desviaciones es nulo, debe expresarse con un cero eliminándose el signo. (Fig. 5)

### 3.3 Tolerancias simétricas

Si el valor de las desviaciones es el mismo, debe escribirse sólo una vez precedido por los signos (Fig. 6).

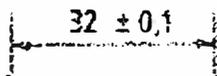


Figura.- 6 Tolerancias simétricas

### 3.4 Medidas límites

La dimensión puede expresarse sólo por límites como se muestra (Fig. 7).

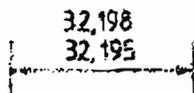


Figura.- 7 Cotas límites

### 3.5 Cota límite en un sentido

Si una dimensión se limita sólo en una dirección, el valor del límite debe indicarse

adicionando la palabra mín. cuando es el inferior o máx. cuando es el superior (Fig. 8).

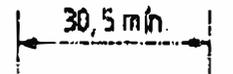


Figura.- 8 Cota límite en un sentido.

### 3.6 Orden de las diferencias

En todos los casos la desviación superior debe expresarse en la posición superior y la desviación inferior en la posición inferior (Fig.9).

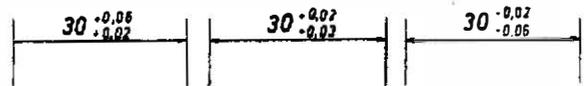


Figura.- 9 Orden de las diferencias.

### 3.7 Unidades de las tolerancias

Las desviaciones deben expresarse en la misma unidad que la dimensión fundamental. Si se emplea una unidad diferente ésta debe expresarse después del valor de la desviación.

Si la unidad empleada es la misma para todas las tolerancias en el dibujo, debe usarse una nota general cerca del cuadro de referencia del dibujo.

Las desviaciones se deben expresar con el mismo número de cifras decimales (Fig. 4) excepto cuando su valor sea nulo (Fig. 5).

### 3.8 Tolerancias en dibujos de ensamble

Para los dibujos de partes ensambladas que utilizan tolerancia con símbolos normalizados, el correspondiente para un agujero se sitúa antes o arriba del eje precedido por la dimensión nominal expresada una sola vez (Fig. 10 y 11).



Figura.- 10 Tolerancias en ensambles.

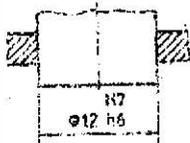


Figura.- 11 Tolerancias en ensambles.

Si es necesario especificar también los valores de las desviaciones, éstos se deben expresar entre paréntesis como se muestra (Figura 12).

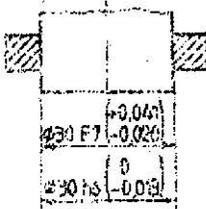


Figura.- 12 Tolerancias en ensambles

Para el fin de simplificar, puede usarse sólo una línea de dimensión en la acotación como se muestra en la figura 13.

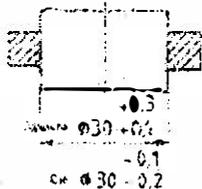


Figura.- 13 Tolerancias en ensambles.

Se puede utilizar una referencia numérica como se muestra en la figura 14, colocando la medida del agujero sobre la medida del eje.

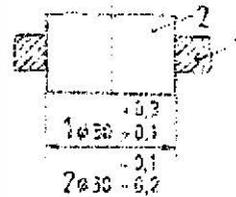


Figura.- 14 Tolerancias en ensambles.

### 3.9 Tolerancias angulares

Las reglas dadas para las indicaciones de las tolerancias en dimensiones lineales se aplican de igual manera a las dimensiones angulares (Fig. 15).

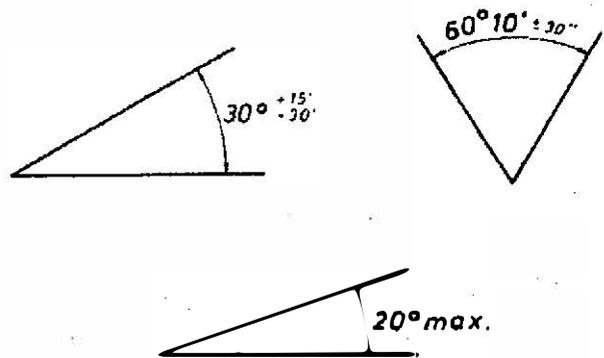


Figura.- 15 Tolerancias angulares.

## 4 BIBLIOGRAFÍA

NORMA ISO-406, Technical drawings-Linear and angular tolerancing. Indications in drawings.



**Tabla 1 Medidas nominales**

1 a 10 mm			
R		Ra	
R10	R20	Ra 10	Ra 20
1.00	1.00	1	1
	1.12		1.1
1.25	1.25	1.2	1.2
	1.40		1.4
1.6	1.60	1.6	1.6
	1.80		1.8
2.00	2.00	2	2
	2.24		2.2
2.50	2.50	2.5	2.5
	2.80		2.8
3.15	3.15	3	3
	3.55		3.5
4.00	4.00	4	4
	4.50		4.5
5.00	5.00	5	5
	5.60		5.5
6.30	6.30	6	6
	7.10		7
8.00	8.00	8	8
	9.00		9
10.00	10.00	10	10

**Tabla 2 Rangos de diámetros nominales**

Serie principal	
De	hasta
	3
3	6
6	10
10	18
18	30
30	50
50	80
80	120
120	180
180	250
250	315
315	400
400	500

**3.1 Tolerancias fundamentales**

Existen 18 calidades y cada una corresponde a una de las tolerancias fundamentales IT: IT01, IT0, IT1, ..., IT16 y están en función de las medidas nominales. Los valores numéricos de estas tolerancias están calculadas para cada grupo de diámetros nominales.

**Tabla 3 Tolerancias fundamentales IT**

DIÁMETROS mm	CALIDADES																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
> 3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
> 6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
> 10 a 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
> 18 a 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
> 30 a 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
> 50 a 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
> 80 a 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
> 120 a 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500

> 180 a 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
> 250 a 315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
> 315 a 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	670	890	1400	2300	3600
> 400 a 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

de apriete

#### 4 REPRESENTACIÓN

La representación de las tolerancias esta dada por la medida seguido de una letra mayúscula o minúscula según sea el caso (Fig.3).

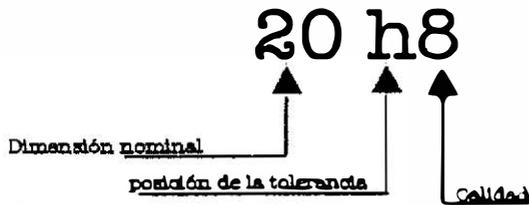


Figura.- 3 Elementos para representar tolerancias

Un ajuste esta constituido por el ensamble de dos piezas de la misma dimensión nominal, por lo que se representa de la siguiente manera: la medida nominal común a las dos piezas que lo forman, seguida de las letras correspondientes, empezando por el agujero (Fig. 4).

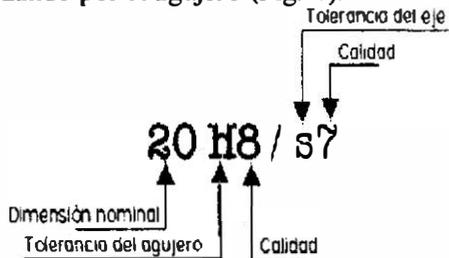


Figura.- 4 Representación de tolerancias para ensamble.

#### 5 AJUSTES

Para designar lo apretado o suelto que puede estar el ensamble se utilizan los ajustes. Como consecuencia de las diferencias de medidas entre los agujeros y los ejes se tienen tres casos.

Ajuste { de juego  
          { indeterminado

**Ajuste de juego:** Un ajuste de juego es cuando los límites garantizan un claro entre las partes ensambladas.

**Ajuste indeterminado:** El ajuste tiene límites que conducen, ya sea a un claro y a un apriete. Una flecha puede ser mayor o menor que un agujero, cuando se ensambla.

**Ajuste de apriete:** Un ajuste de apriete tiene los límites de tal manera que siempre se presenta una interferencia entre dos partes que se ensamblan.

#### 6 SISTEMA ISO

Quando se requiere realizar un ajuste de cualquier tipo, tienen dos sistemas: agujero único o eje único.

##### Sistema de agujero único:

Es un conjunto de ajustes donde se asocia un agujero con una tolerancia constante y ejes con diferentes tolerancias.

En este sistema, la posición para las tolerancias de todos los agujeros viene dada por la letra H (Fig. 5).

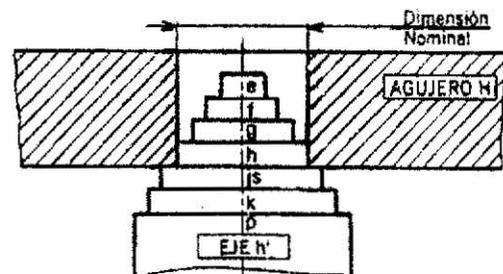


Figura.- 5 Sistema de agujero único.

##### Sistema de eje único:

En este sistema, se mantiene fija la posición para las tolerancias de todos los ejes, utilizando la letra **h** y se varía la posición del agujero. De tal manera que la diferencia inferior es cero y coincide con la línea cero (Fig. 6).

## 7 REFERENCIAS

ISO 286-1:1988 System of limits and fits -  
- Part 1: Bases of tolerances, deviations and fits

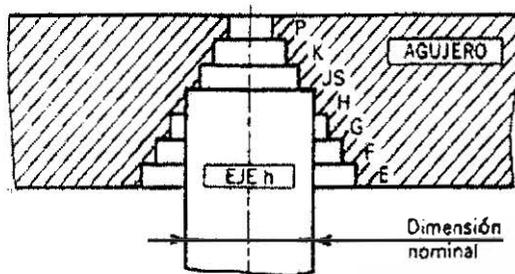


Figura.- 6 Sistema de eje único.

# TOLERANCIAS GEOMETRICAS

NORMA  
LIMAC-15-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma establece los principios para la indicación de las tolerancias geométricas que se dividen en tolerancias de: forma, orientación, posición y oscilación.

## 2 GENERALIDADES

Las tolerancias geométricas se deben especificar sólo cuando sean esenciales.

Una tolerancia geométrica aplicada a un elemento define la zona en la cual el elemento (superficie, eje o plano de simetría) debe estar contenido.

De acuerdo con las características objeto de la tolerancia y de la forma en que esté acotada, la zona de tolerancia puede ser una de las siguientes:

- La superficie de un círculo
- La superficie comprendida entre dos círculos concéntricos
- La superficie entre dos líneas equidistantes o dos rectas paralelas
- El espacio interior a un círculo
- El espacio entre dos cilindros coaxiales
- El espacio entre dos planos equidistantes o dos planos paralelos
- El espacio interior a un paralelepípedo

El elemento dentro de la zona tolerancia puede tener cualquier forma u orientación, excepto si se señalan algunas otras restricciones.

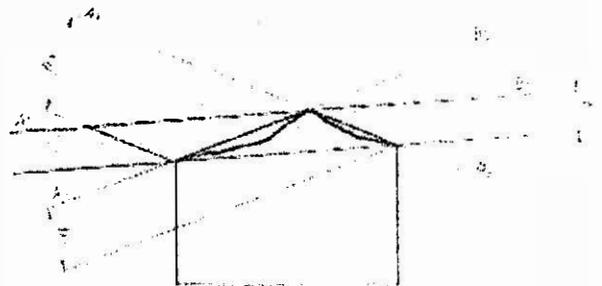
La tolerancia se aplica a la totalidad de la longitud o superficie del elemento, a menos que se especifique un cambio.

El elemento de referencia es un elemento real de la pieza, que se utiliza para establecer la localización de los demás elementos y se le conoce como dato.

Las tolerancias geométricas asignadas a elementos relacionados con una referencia, no restringe las desviaciones de formas del elemento de referencia. De tal manera que el elemento de referencia deberá ser lo suficientemente exacta para ser utilizada y puede ser necesario especificar tolerancias de forma para dichos elementos de referencia.

La **rectitud** o **planicidad** de un elemento simple se considera correcto cuando la distancia entre cualquiera de sus puntos y una superficie geométrica ideal, es igual o menor que el valor de la tolerancia especificada. La orientación de la superficie o línea ideal deberá elegirse de modo que la distancia entre ella y la superficie o línea efectiva del elemento controlado, sea el mínimo valor posible.

La orientación de la figura 1 se muestran tres rectas posibles líneas ideales: A1-B1, A2-B2 y A3-B3.



**Figura.- 1 Rectitud**

La orientación correcta de la superficie o línea ideal es A1-B1 y la distancia  $h_1$  debe de ser igual o menor a la tolerancia especificada.

Para la definición de **redondez** y **cilindricidad**, los dos círculos concéntricos o cilindros coaxiales, deberán situarse de forma que la distancia radial entre ellos sea mínima.

Para el elemento mostrado en la figura 2 se define la posible localización de los círculos concéntricos y las distancias mínimas.

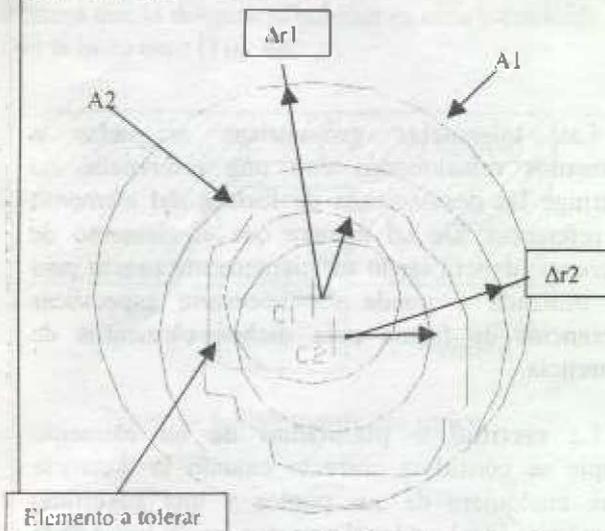


Figura.- 2 Redondez

El centro C1 de A1 posiciona los dos círculos concéntricos, o cilindros coaxiales.

El centro C2 de A2 posiciona los dos círculos concéntricos, o cilindros coaxiales, con distancia radial mínima.

Distancias radiales correspondientes:

$$\Delta r1 \quad \Delta r2$$

$$\Delta r2 < \Delta r1$$

Por lo que la posición correcta de los dos círculos concéntricos, o los dos cilindros coaxiales, es la designada como C2. la distancia radial  $\Delta r2$  debería ser entonces igual o menor que la tolerancia especificada.

### 3 SÍMBOLOS

Para señalar el tipo de tolerancias geométricas se utilizan los símbolos mostrados en la tabla 1.

Tabla 1 Símbolos para las tolerancias.

Elementos y Tipo de Tolerancias	Características	Símbolo	
Elementos simples	Forma	Rectitud	—
		Planicidad	
		Redondez	
		Cilindricidad	
Elementos simples o asociados	Forma	Forma de una línea	
		Forma de una superficie	
Elementos asociados	Orientación	Paralelismo	
		Perpendicularidad	
		Inclinación	
Elementos asociados	Situación	Posición	
		Concentricidad Coaxialidad	
	Oscilación	Simetría	
		Circular	
		Total	

### 4 INDICACIÓN DE TOLERANCIA

Las tolerancias geométricas se colocan en una caja rectangular dividida en dos o mas partes. Estas divisiones contienen, de izquierda a derecha, en el orden siguiente (Fig. 3, 4 y 5):

- El símbolo de la característica a controlar
- El valor de la tolerancia en las unidades utilizadas en el cuadro de referencia. Este valor será precedido por el signo, si la zona de tolerancia es circular o cilíndrica
- La letra o letras que identifican al elemento o elementos de referencia, si es necesario (Fig. 4 y 5)

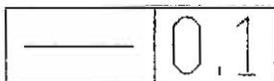


Figura.- 3 Indicación de tolerancia.

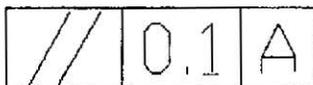


Figura.- 4 Tolerancia con elemento de referencia.

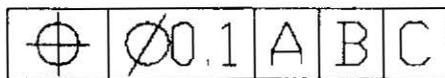


Figura.- 5 Tolerancia con elementos de referencia.

Es posible colocar información adicional asociada a la tolerancia, como por ejemplo " 6 agujeros ", " 4 Superficies " o " 6 X "; deberán colocarse encima del rectángulo (Fig. 6 y 7).

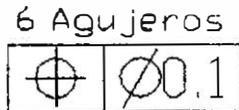


Figura.- 6 Tolerancia con indicación adicional.

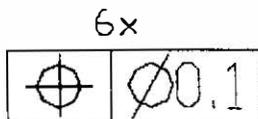


Figura.- 7 Tolerancia con indicación adicional.

Las indicaciones complementarias, se deberán escribir al lado del rectángulo (Fig.8), pudiendo utilizar una línea de referencia (Fig. 9).

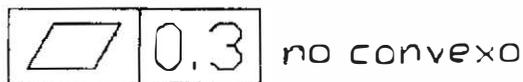


Figura.- 8



Figura.- 9

Cuando sea necesario especificar más de una tolerancia a un elemento, se darán las especificaciones en rectángulos colocados uno sobre otro (Fig. 10).

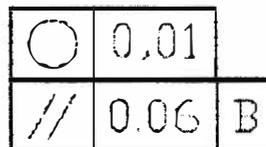


Figura.- 10

## 5 ELEMENTO A CONTROLAR

El elemento al que se refiere la tolerancia es conectado con la caja rectangular utilizando una línea fina terminada con cabeza de flecha.

Se coloca sobre el contorno del elemento o con una línea de extensión (Fig. 11), pero no se debe colocar sobre una línea de cota (Fig. 12).

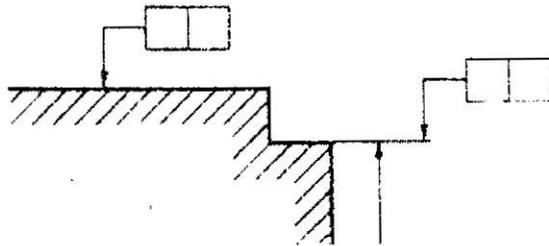


Figura.- 11

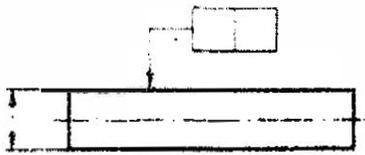


Figura.- 12

Es posible señalar una línea de extensión cuando la tolerancia se refiere a eje o plano de simetría del elemento a señalar (Fig. 13, 14 y 15).

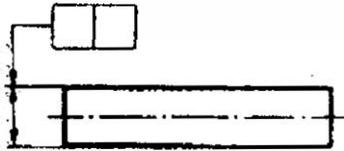


Figura.- 13

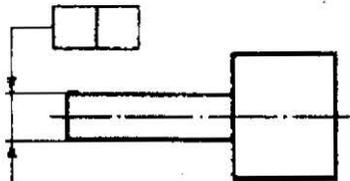


Figura.- 14

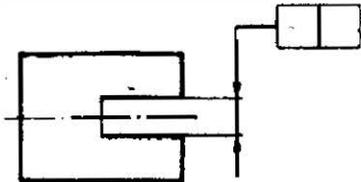


Figura.- 15

También es posible colocarlo sobre el eje cuando la tolerancia se refiere al eje o plano medio de todos los elementos asociados a este eje (Fig. 16, 17 y 18).



Figura.- 16

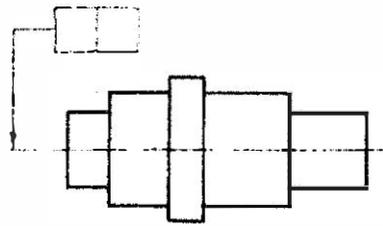


Figura.- 17

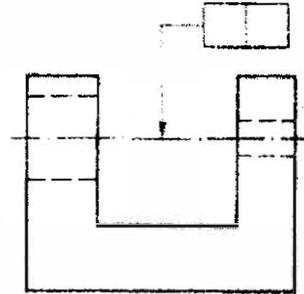


Figura.- 18

## 6 ZONAS DE TOLERANCIA

La zona de tolerancia se mide en la dirección de la flecha de la línea de referencia que viene del rectángulo de tolerancia (Fig. 19), excepto cuando se indica con el símbolo de diámetro (Fig. 20).

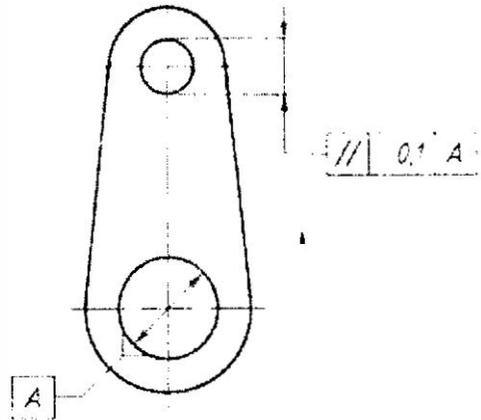


Figura.- 19

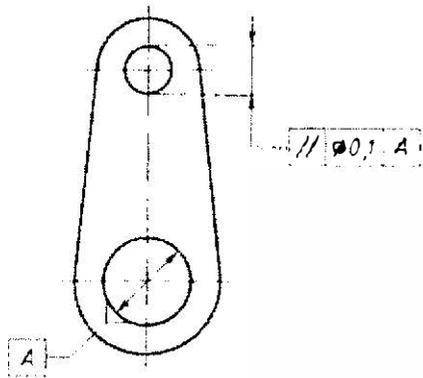


Figura.- 20

En general la dirección de la tolerancia es normal a la línea o superficie especificada. (Fig. 21 y 22)

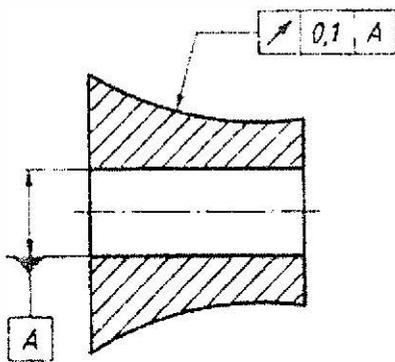


Figura.- 21

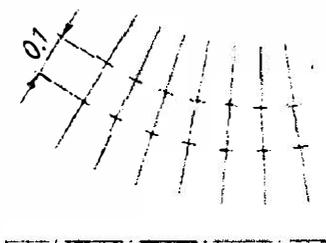


Figura.- 22

Cuando no se desea que la dirección de la tolerancia sea normal a la línea o superficie especificada, se debe indicar. (Fig.23 y 24).

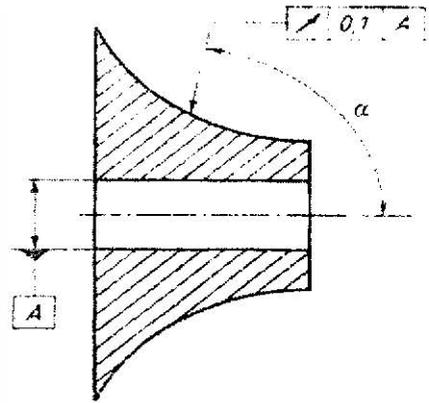


Figura.- 23

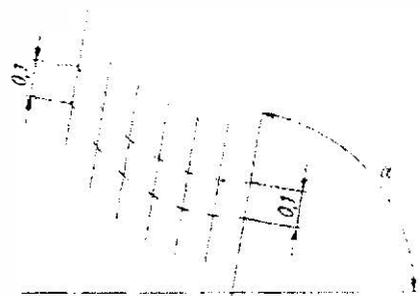


Figura.- 24

Zonas de tolerancias repetidas en una figura se pueden especificar como se muestra en las figuras 25 y 26.

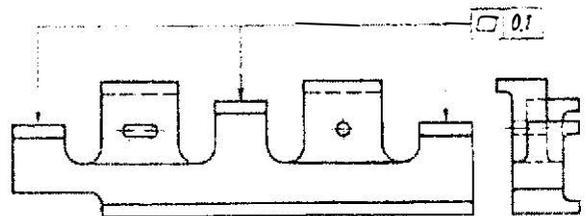


Figura.- 25

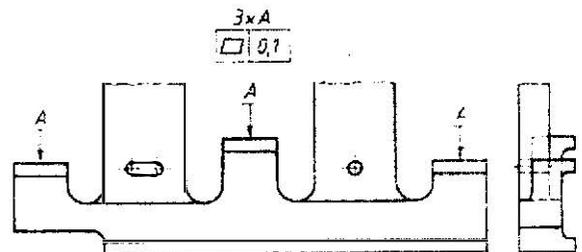


Figura.- 26

Cuando se definen zonas comunes de tolerancias se coloca la frase *zona común* (Fig. 27 y 28).

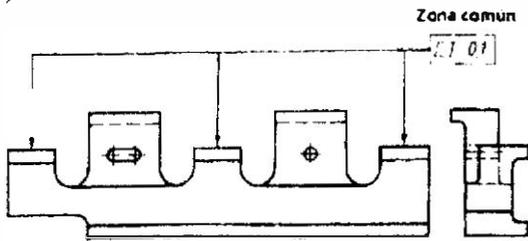


Figura.- 27

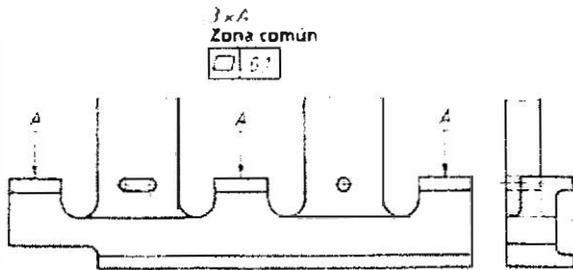


Figura.- 28

## ELEMENTOS DE REFERENCIA

Cuando se requiere asociar un elemento a la tolerancia se utiliza, un elemento conocido como referencia. La referencia se denota con una letra mayúscula dentro de un rectángulo que se une con un triángulo relleno o vacío (Fig. 29).

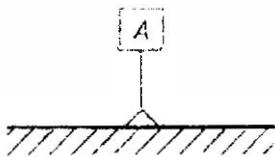


Figura.- 29

El triángulo y el rectángulo asociados se colocan sobre el contorno o con una extensión (Fig.30).

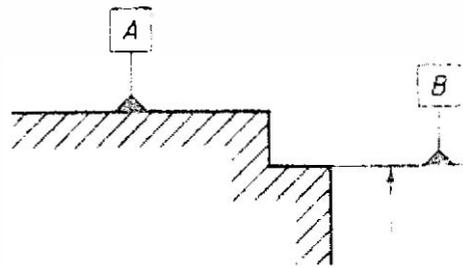


Figura.- 30

Sobre las líneas de extensión cuando la referencia es el eje o plano medio (Fig. 31 y 32).

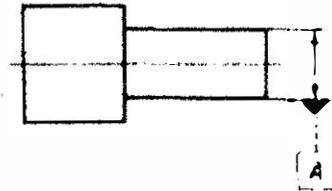


Figura.-31

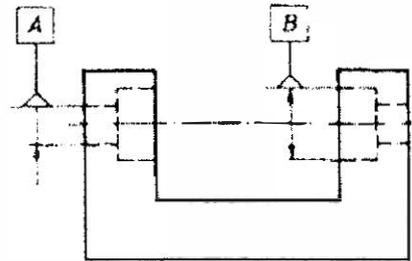


Figura.-32

Sobre el eje de simetría cuando la referencia es el mismo eje de una figura simple y/o cuando estos son comunes a dos elementos (Fig. 33).

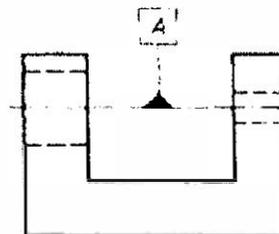


Figura.-33

Si el rectángulo de tolerancia puede conectarse directamente con la línea o superficie de referencia por medio de una línea (Fig. 34y 35).

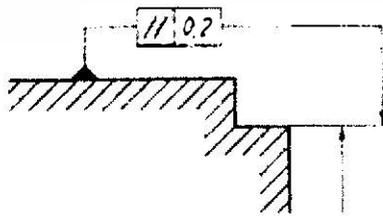


Figura.-34

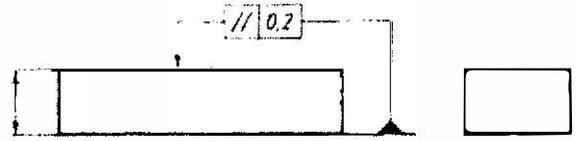
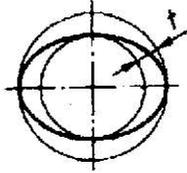
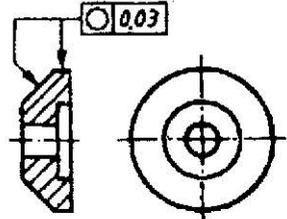
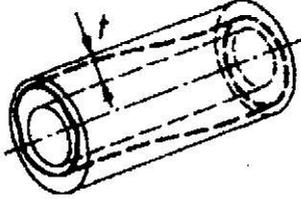
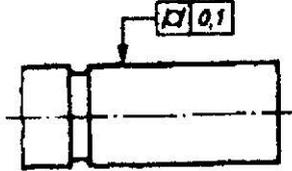
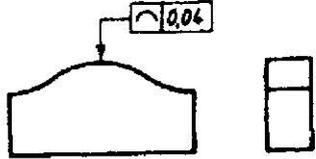
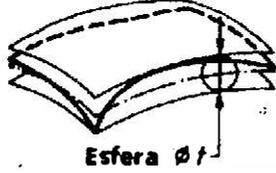
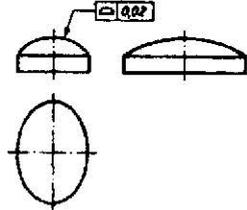
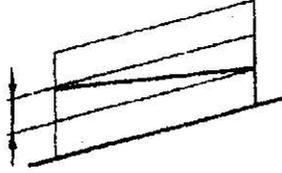
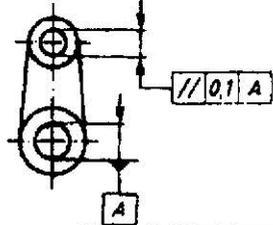
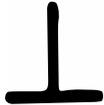
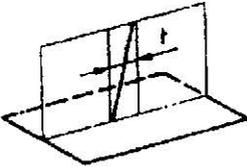
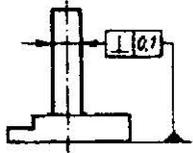
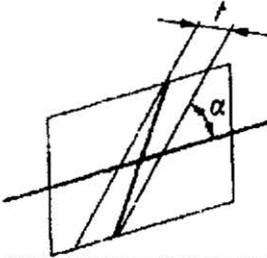
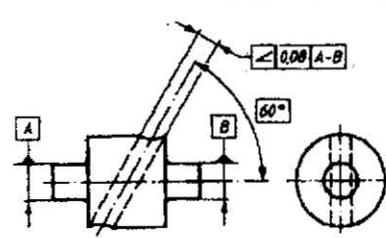
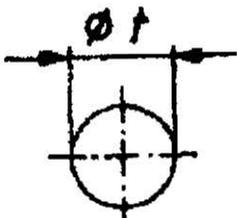
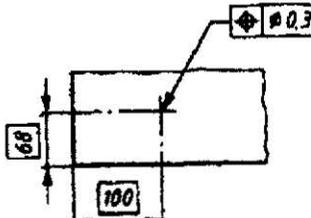
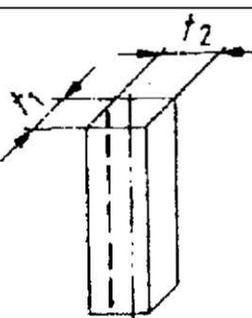
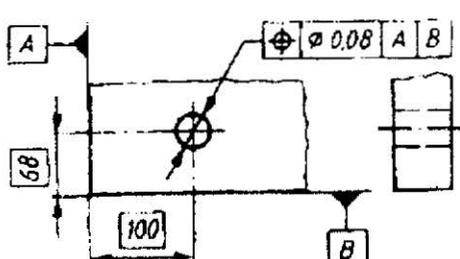
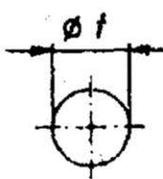
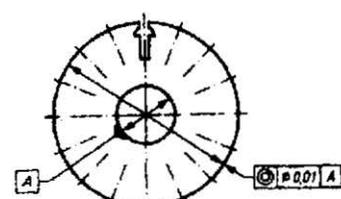
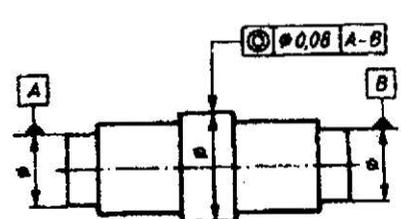


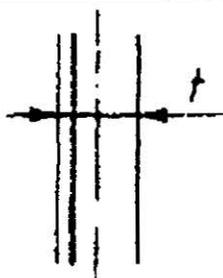
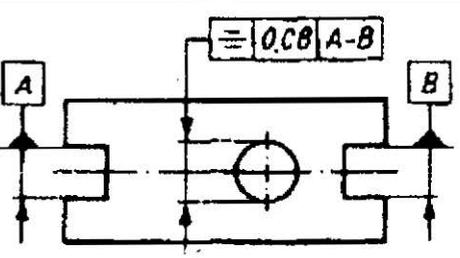
Figura.-35

8 TOLERANCIAS

SÍMBOLO	DEFINICIÓN	INDICACIÓN E INTERPRETACIÓN	
<b>TOLERANCIAS DE FORMA</b>			
—	<b>RECTITUD</b> La zona de tolerancia es la delimitada por dos rectas paralelas separadas una distancia $t$ .		<p>Cualquier línea de la superficie</p>
	La zona de tolerancia es un paralelepípedo de sección $t1 \times t2$ , si la tolerancia se especifica en dos direcciones perpendiculares.		
	La zona de tolerancia en un cilindro de diámetro $t$ , cuando se coloca el símbolo de diámetro.		
□	<b>PLANICIDAD</b> La zona de tolerancia está limitada por dos planos paralelos separados una distancia $t$ .		

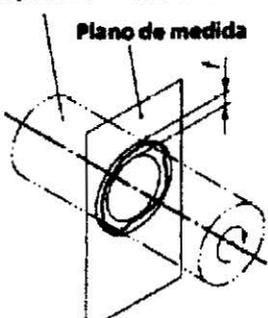
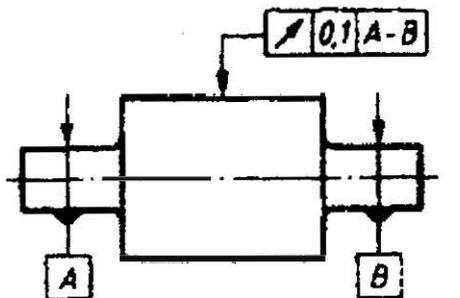
	<p><b>REDONDEZ</b> La zona de tolerancia plana, está delimitada por dos círculos concéntricos separados una distancia <math>t</math>.</p>		
	<p><b>CILINDRIDAD</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos cilindros coaxiales con una diferencia entre radios <math>t</math>.</p>		
	<p><b>FORMA DE UNA LÍNEA</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos envolventes de círculos de diámetro <math>t</math>, con sus centros situados sobre una línea que tiene la forma geométrica perfecta.</p>		
	<p><b>FORMA DE UNA SUPERFICIE</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos superficies envolventes de esferas de diámetro <math>t</math>, con sus centros situados sobre una superficie que tiene la forma geométrica perfecta.</p>		
<b>TOLERANCIAS DE POSICION</b>			
	<p><b>PARALELISMO</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos rectas paralelas separadas una distancia <math>t</math> y paralelas a la recta de referencia.</p>		
	<p><b>PERPENDICULARIDAD</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos rectas paralelas separadas una distancia <math>t</math> y perpendiculares a</p>		

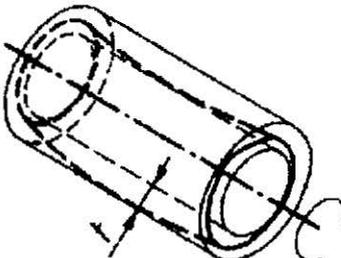
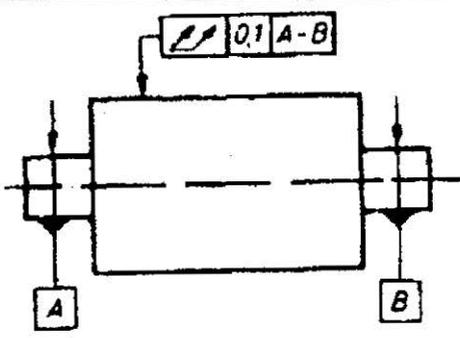
	la recta de referencia.		
	<p><b>INCLINACIÓN</b></p> <p>La zona de tolerancia está delimitada por dos rectas paralelas separadas una distancia <math>t</math> e inclinadas el ángulo especificado al plano de referencia.</p>		
	<p><b>POSICIÓN DE UN PUNTO</b></p> <p>La zona de tolerancia está limitada por un círculo de diámetro <math>t</math>, cuyo centro está colocado en la posición teórica ideal exacta del punto controlado.</p>		
	<p><b>POSICIÓN DE UN PUNTO</b></p> <p>La zona de tolerancia está limitada por un círculo de diámetro <math>t</math>, cuyo centro está colocado en la posición teórica ideal exacta del punto controlado.</p>		
	<p><b>COAXIALIDAD DE UN PUNTO</b></p> <p>La zona de tolerancia está delimitada por un círculo de diámetro <math>t</math>, cuyo centro está en el centro del elemento de referencia</p>		
	<p><b>COAXIALIDAD DE UN EJE</b></p> <p>La zona de tolerancia está delimitada por un cilindro de diámetro <math>t</math>, cuyo eje coincide con el del elemento de referencia</p>		

	<p><b>SIMETRÍA</b> La zona de tolerancia está delimitada por un dos rectas paralelas separadas por una distancia <math>t</math> y colocadas simétricamente con respecto al eje de referencia.</p>		
--	---	---	--

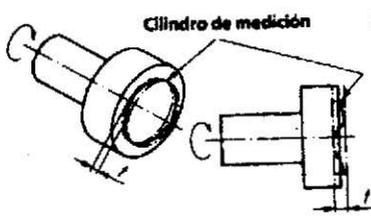
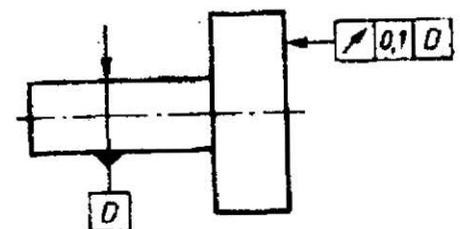
**TOLERANCIAS DE SALTO U OSCILACIÓN**

**TOLERANCIAS DE SALTO AXIAL**

	<p><b>SALTO SIMPLE RADIAL</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos círculos concéntricos separadas por una distancia al radio <math>t</math> y colocados en cualquier sección trasversal del elemento.</p>	<p align="center">Superficie de tolerancia Plano de medida</p> 	
--	---	--	--

	<p><b>SALTO TOTAL RADIAL</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos cilindros coaxiales separadas por una distancia al radio <math>t</math> y colocados sobre el eje de referencia del elemento.</p>		
--	---	--	---

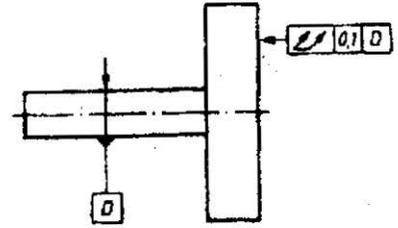
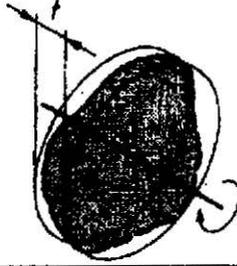
**TOLERANCIAS DE SALTO AXIAL**

	<p><b>SALTO SIMPLE AXIAL</b> La zona de tolerancia está delimitada por dos círculos concéntricos separados por una distancia <math>t</math> y colocados paralelos a la sección transversal del elemento.</p>	<p align="center">Cilindro de medición</p> 	
--	--	--	--



**SALTO SIMPLE  
AXIAL**

La zona de tolerancia está delimitada por dos planos paralelos separados una distancia  $t$  y colocados perpendiculares al eje.



9

**REFERENCIAS**

Norma ISO-1101, 1983 Technical drawings Geometrical tolerancing, tolerancing of form, orientation, location and run-out -Generalities, definitions, symbols indications on drawings.

# REFERENCIAS Y SISTEMAS DE REFERENCIA PARA LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

NORMA  
LIMAC-16-2006

## 1 OBJETIVO

Establecer las definiciones necesarias de las referencias y los sistemas de referencias que se utilizan para representar las tolerancias geométricas.

## 2 DEFINICIONES

*Dato o Referencia:* Es la forma geométrica teórica exacta, con la que se compara un elemento.

*Sistema de referencias:* Grupo de dos o más referencias utilizadas como punto de comparación.

*Elemento de referencia:* Es el elemento real de una pieza (corte, superficie, agujero, etc.), que se utiliza para establecer la posición de una referencia.

*Marca de referencia:* Punto, línea o área sobre la pieza a fabricar que se utiliza para definir las referencias y satisfacer los requisitos funcionales.

*Elemento de referencia simulado:* Superficie real (superficie de una placa, de un cojinete, de un mandril, etc.), que se encuentra en contacto con el elemento de referencia y se utiliza para definir las referencias.

## 3 REFERENCIAS

### *Establecimiento de las referencias*

Los elementos utilizados como puntos de referencias no son perfectos debido al proceso de fabricación, por lo que se tomar en cuenta estas irregularidades. Las desviaciones pueden ser cónicas, cóncavas o convexas, los métodos presentados a continuación son ejemplos para el establecimiento de las referencias.

### 3.1 La referencia es una recta o plano

El elemento de referencia se coloca de tal forma que la distancia máxima entre éste y el elemento de referencia simulado sea la mínima distancia. En el caso de que el elemento de referencia no se apoye en la superficie de contacto, se deben colocar entre ambos apoyos.

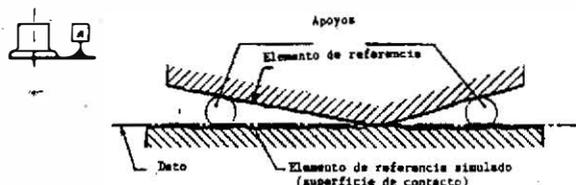


Figura.- 1

### 3.2 La referencia es el eje de un cilindro

El eje del mayor cilindro inscrito en un agujero o el diámetro menor de un cilindro circunscrito de un eje, colocado de tal manera que los movimientos sean iguales en cualquier dirección.

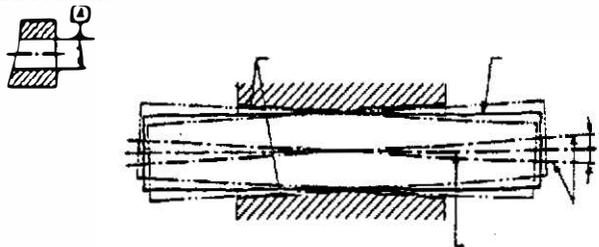


Figura.- 2

### 3.3 La referencia es el eje común o el plano de simetría común.

La referencia es el eje común formado por los dos cilindros menores coaxiales circunscritos.

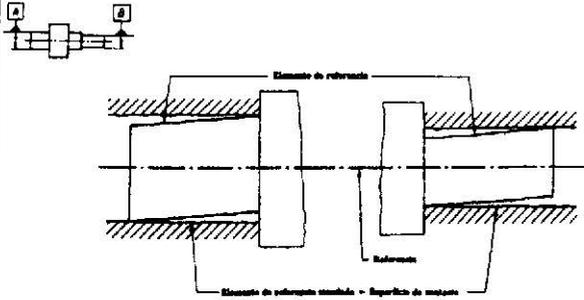


Figura.- 3

3.4 La referencia es el eje de un cilindro y es perpendicular al plano

La referencia A es el plano que paralelo a la superficie plana de contacto y la referencia B es el eje del mayor cilindro inscrito y perpendicular a la referencia A.

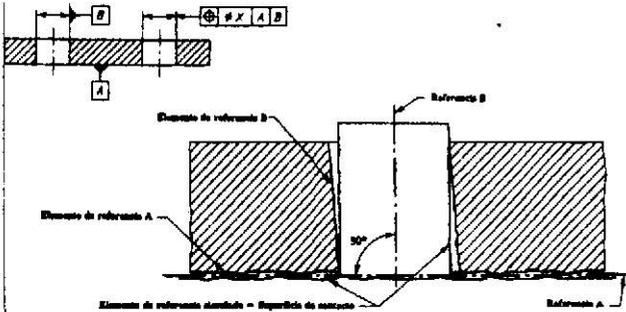


Figura.- 4

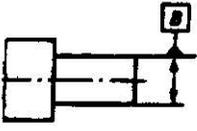
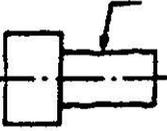
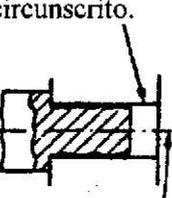
4 APLICACIÓN DE LAS REFERENCIAS

A continuación se muestran las relaciones que se emplean mostrando las posiciones, los elementos utilizados.

Tabla 1 Ejemplos de referencias

REFERENCIA	ELEMENTOS DE REFERENCIA	REFERENCIAS
		Referencia, centro de la menor esfera circunscrita.

		Elemento de referencia, mayor círculo inscrito 
		Elemento de referencia simulado, el círculo menor inscrito. 
		Elemento de referencia simulado, el cilindro mayor inscrito. 
		Elemento de referencia simulado, el menor cilindro

		<p>circunscrito.</p>  <p>Referencia, eje del menor cilindro circunscrito.</p>
<p>Referencia plano Super cie de una pieza.</p> 	<p>Superficie real</p> 	<p>Referencia, plano definido por la sup. de la placa.</p>  <p>Elemento de referencia, sup. de la placa</p>
<p>Plano de simetría. Plano de simetría de dos superficies</p> 	<p>Superficies reales</p> 	<p>Referencia, plano de simetría definido por las superficies planas de contacto</p>  <p>Elemento de referencia simulado, superficies planas de contacto.</p>

## 5 INDICACIONE DE LAS REFERENCIAS Y LOS SISTEMAS DE REFERENCIA

Las referencias se indican con un triángulo que puede estar relleno o sin relleno (Fig.5).



Figura.- 5 Triángulos de referencias

Letra de referencia, se utiliza una letra mayúscula dentro de un rectángulo sin relleno y unido a la línea de referencia (Fig.6).



Figura.- 6 Símbolos de referencias.

Cuando se marca una referencia definida por un solo elemento, se indica con una sola letra mayúscula en el tercer lugar del marco de referencia (Fig.7).

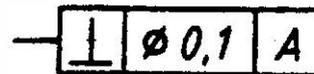


Figura.- 7 Marco de referencia

Cuando se marcan dos referencia con un elementos en común, se indica con dos letras mayúscula separadas por un guión y en el en el tercer lugar del marco de referencia (Fig.8).

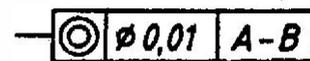


Figura.- 8 Notación referencias comunes

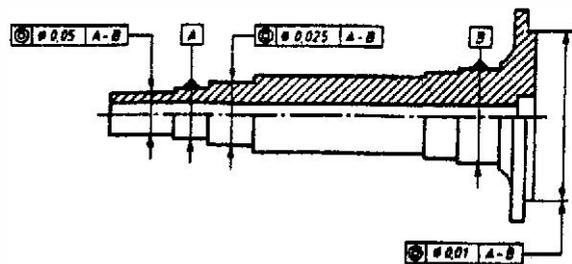


Figura.- 9 Ejemplos de referencias comunes

Cuando se marcan referencias definidas por dos o mas elementos, se indica con dos letras mayúscula en el tercer y cuarto lugar del marco de referencia (Fig.10), respetando el orden definido(Fig.11,12,13 y 14).

Referencia secundaria



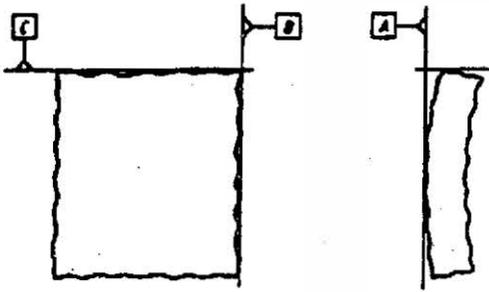


Figura.- 17 Resultado de la figura 16.

La referencia parcial se indica por un marco circular dividido en dos partes por una línea horizontal (Fig. 18). En la parte inferior se coloca la letra que representa el elemento de referencia y el número de la marca de referencia. La parte superior se utiliza para la información adicional (como las dimensiones en el caso que la marca referencia sea un área).

En el caso de que no halla suficiente espacio dentro de las divisiones, información adicional puede colocarse afuera y unirse adecuadamente por medio de una línea guía (Fig. 18).



Figura.- 18 Notación de referencias parciales.

Si la marca de referencia es un punto, se indica por con una cruz (Fig. 19); si es una línea se indica con dos cruces unidas por una línea continua delgada (Fig.20) y si es un área, se indica por un área rayada determinada por una línea en cadena doble delgada (Fig. 21). El marco se une a la marca de referencia con una línea guía que termina en una punta de flecha.



Figura.- 19 Referencia de un punto.



Figura.- 20 Referencia de una línea continua.



Figura.- 21 Referencia de un área.

Las marcas de referencia deben colocar en la vista que muestre más claramente la superficie principal y su acotación (Fig. 22, 23, 24 y 25).

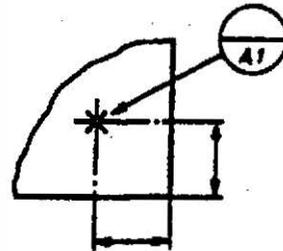


Figura.- 22 Punto de referencia parcial

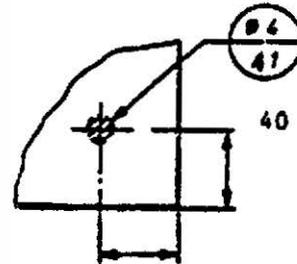


Figura.- 23 Zona de referencia parcial

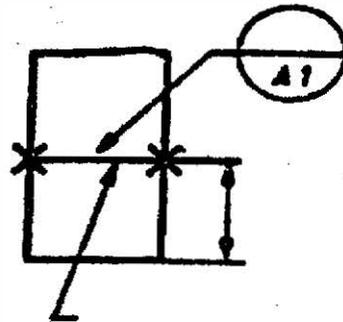
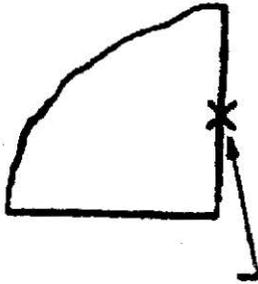
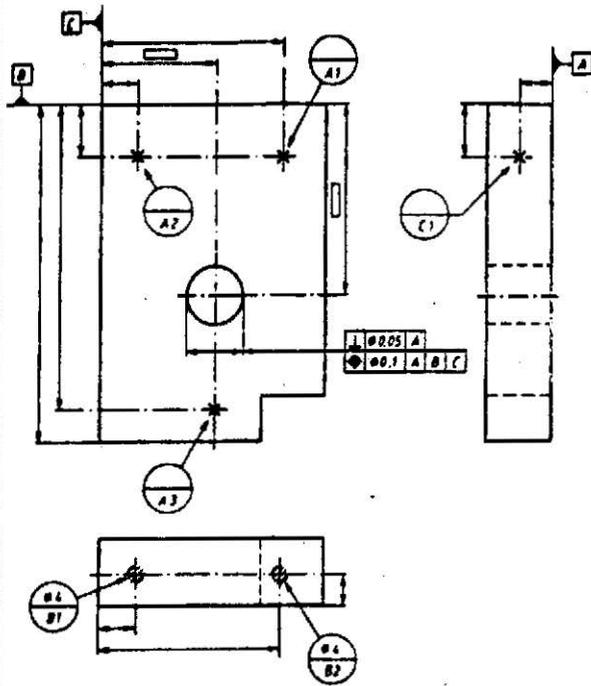


Figura.- 24 Marca de referencia línea.



**Figura.- 25 Marca de referencia línea.**

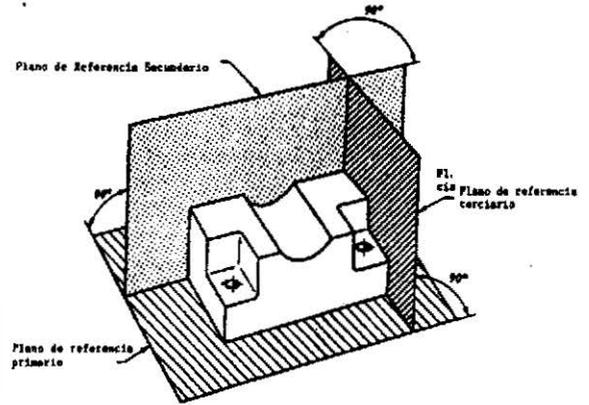
En la figura 26 se muestran las referencias parciales A1, A2 y A3 que establecen la referencia A. Las marcas de referencias parciales B1 y B2 establecen la referencia B. La marca de referencia parcial C1 establece la referencia C.



**Figura.- 26 Ejemplo de referencias parciales.**

### 7 Sistema de datos de tres planos

En las tolerancias de orientación solo se requieren uno o dos datos; sin embargo, algunas veces se requieren un sistema de referencias de tres planos en donde los tres planos son perpendiculares entre sí, y se establece un orden de prioridad, que puede ser primario, secundario y/o terciario (Fig. 27).

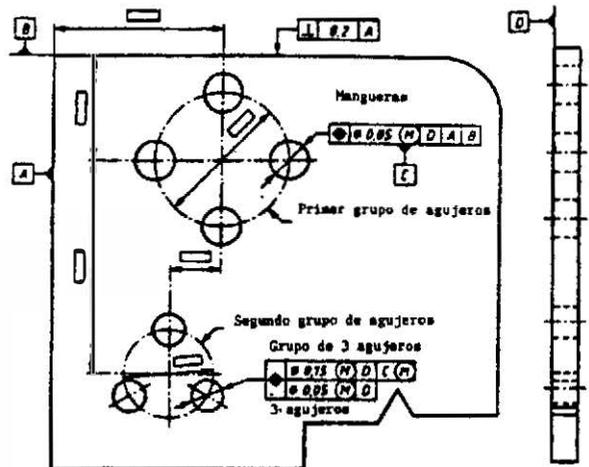


**Figura.- 27 Referencias de tres planos.**

Para cuando sea necesarias referencias parciales, éstas se aplican de la siguiente manera; referencia primaria: tres referencias parciales (punto o áreas); referencia secundaria: dos referencias parciales (punto o áreas) y referencia terciaria: una marca de referencia (punto o área) (Fig.28).

### 8 Grupos de elementos denominados como datos.

Cuando en un diseño se defina que la posición de un grupo de elementos sea tome como referencial de un elemento adicional o grupo del elementos, se debe indicar como se muestra en la figura 28, uniendo la referencia C con el marco de tolerancia



**Figura.- 28 Lo referencia C esta asociada a los agujeros.**

**BIBLIOGRAFIA**

Norma ISO-5459 Technical Drawing -  
Geometrical Tolerancing- Da ums And Datum  
Systems For Geome rical Tolerances.

# ACABADOS SUPERFICIALES

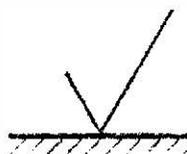
NORMA  
LIMAC-17-2006

## 1 OBJETIVO

Esta Norma especifica los símbolos e indicaciones adicionales de la textura de la superficie que se indican en los dibujos técnicos.

## 3 SIMBOLOS

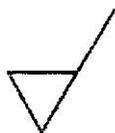
El símbolo básico utiliza dos de longitud desigual, inclinadas 60 aproximadamente respecto a la superficie señalada (Fig. 1).



**Figura.- 1 Símbolo básico**

El símbolo por sí sólo no tiene significado, excepto en los casos que se mencionan en .

Cuando se realiza la manufactura de una pieza por arranque de viruta, se incluye una línea como se indica en la figura 2.



**Figura.- 2 Arranque de viruta.**

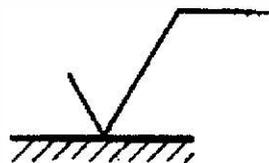
Si no se permite arranque de viruta, se le adiciona un círculo como se indica en la figura 3.



**Figura.- 3 Sin arranque de viruta**

Este símbolo se puede emplear para indicar que una superficie debe quedar como esta y que es resultado de un proceso anterior. En este caso, ninguna indicación adicional debe añadir.

Cuando se indiquen características especiales del acabado superficial (Fig. 9, 10 y 11), se agrega una línea horizontal (Fig. 4).

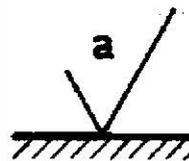


**Figura.- 4 Símbolo de acabado superficial adicional.**

## 2 Indicaciones adicionales a los símbolos

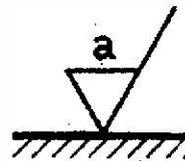
El valor o valores que definen el criterio de rugosidad  $R_a$  (tabla 1), se colocan sobre los símbolos de las figuras 1, 2 y 3 (Fig. 5, 6 y 7).

Cuando la pieza se puede obtener a partir de cualquier método de producción, se denota como en la figura 5.



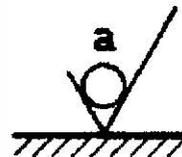
**Figura.- 5 Notación de valor de la rugosidad**

la pieza se Cuando debe obtenerse por arranque de viruta, se utiliza el símbolo que se muestra en la figura 6.



**Figura.- 6 Arranque de viruta y valor  $R_a$ .**

Cuando la pieza se debe obtenerse sin arranque de material, se utiliza el símbolo que se muestra en la figura 7.



**Figura.- 7 Sin arranque de viruta y valor  $R_a$ .**

Cuando se especifica un sólo valor, representa el valor máximo permitido de la rugosidad de la superficie.

Cuando sea necesario especificar límites máximo y mínimo de rugosidad, ambos valores se denotan como en la figura 8, colocando el límite máximo (a1) arriba del límite mínimo (a2).

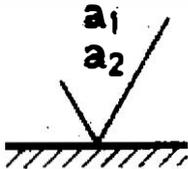


Figura.- 8 Límites de rugosidad.

El criterio de rugosidad principal, se puede indicarse con el número relacionado con la calidad (Tabla 1).

Tabla 1 VALORES DE RUGOSIDAD

RUGOSIDAD	CALIDAD
Ra	
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
0.5	N 5
0.2	N 4
0.1	N 3
0.05	N 2
0.025	N 1

## 2.1 Indicaciones de características especiales del acabado superficial.

En casos especiales, se pueden especificar condiciones especiales del acabado superficial.

Cuando se requiere aplicar un proceso especial para obtener el acabado superficial, se debe indicar sobre la línea de extensión de la figura 4 ( Fig. 9).

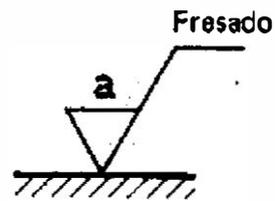


Figura.- 9 Proceso especial.

De igual manera si se debe indicar cualquier indicación relativa a un tratamiento o recubrimiento.

Salvo otra indicación, el valor numérico de la rugosidad se refiere a acabado superficial de la superficie después del tratamiento o recubrimiento.

Si es necesario definir acabado superficial de la superficie antes y después del tratamiento o recubrimiento, se debe colocar una nota. (Fig. 10).

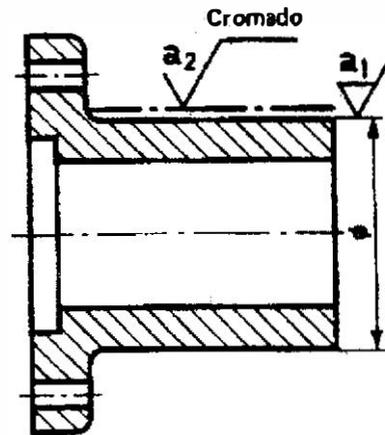


Figura.- 10 Recubrimiento y rugosidad.

Cuando se indica la longitud básica ésta se selecciona de las series siguientes: 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8; 25 mm y colocarse según figura 11.

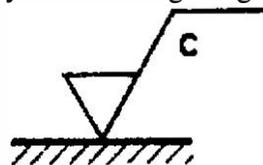


Figura.- 11 Longitud básica

Cuando se requiere indicar la dirección de las estrías, ésta se especifica como se muestra en la figura 12. La dirección de las estrías que predomina y que se obtiene comúnmente por el proceso de producción utilizado.

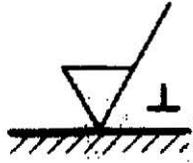


Figura.- 12 Dirección de estrías-

3 Símbolos para la dirección de las estrías.

Los símbolos mas usados para indicar la dirección se muestran en la tabla 2.

Cuando sea necesario especificar una dirección de orientación de la superficie que no esté definida claramente por los símbolos de la tabla 2, se puede realizar colocando en el dibujo una nota adecuada.

Indicación de la tolerancia para el trabajo por medio de máquinas.

Cuando se necesita especificar el valor de la tolerancia para el trabajo por medio de máquinas, éste debe indicarse a la izquierda del símbolo básico expresándose en milímetros (Fig. 13 ).

M	Multidireccional	
C	Aproximadamente circular donde se coloca el símbolo.	
R	Aproximadamente radial con respecto a la superficie donde se coloca el símbolo.	

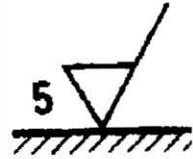


Figura.- 13 Valor de la tolerancia.

4 Indicación de sobre material para manufactura.

Las especificaciones del acabado superficial se deben colocar como se muestra en la figura 14.

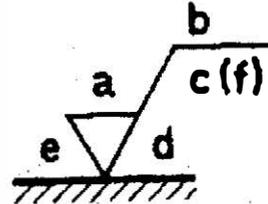


Figura.- 14 Elementos de acabado superficial.

- a) Valor de la rugosidad, Ra, en micrómetros o el número del grado de aspereza N1 a N12.
- b) Método de producción, de tratamiento o de revestimiento,
- c) Longitud básica
- d) Dirección de las estrías de manufactura
- e) Sobre material para manufactura.

Tabla 2 Símbolos de dirección de estrías.

SIMBOLO		INDICACION
=	Paralelas al plano donde se coloca el símbolo.	
⊥	Perpendicular al plano donde se coloca el símbolo.	
X	Direcciones cruzadas donde se coloca el símbolo.	

f) ● otros valores de rugosidad

### 5 Indicaciones en los dibujos.

El símbolo así como las inscripciones deben orientarse de manera que puedan del fondo y del lado derecho.

Si no es práctica la regla anterior el símbolo puede ubicarse en cualquier posición.

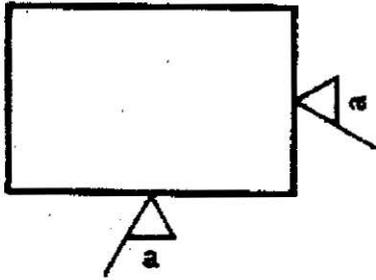


Figura.- 15 Posibles posiciones de la notación

El símbolo o la flecha colocarse afuera de la pieza, sobre la línea de la superficie o con una extensión de la misma (Fig. 16).

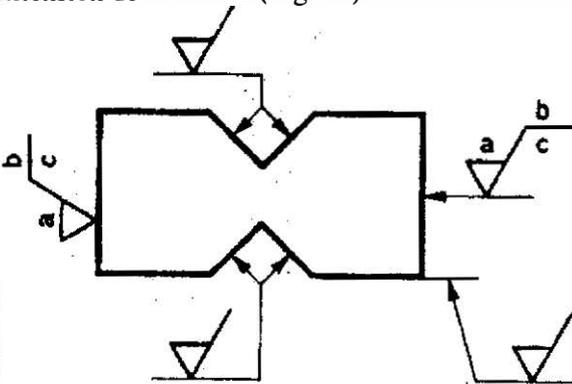


Figura.- 16 Notación alternativa.

Se coloca sólo un símbolo en cada superficie (Fig. 17).

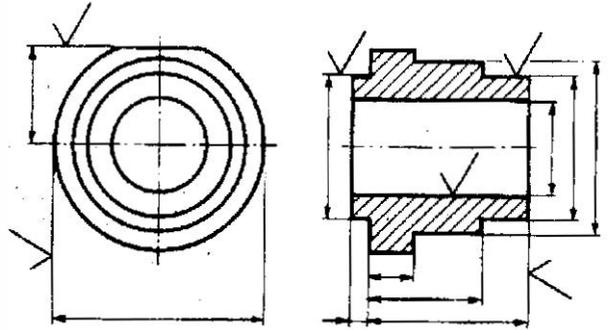


Figura.- 17 Superficies con el mismo acabado.

Si se requiere la misma textura en todas las superficies de la pieza, es posible designarlo con una nota cerca del cuadro de referencias (Fig. 18), o a continuación del número de la pieza /Fig. 19).

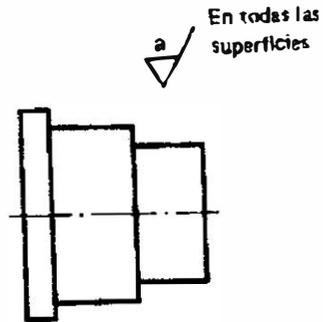


Figura.- 18 Simplificación de símbolos.

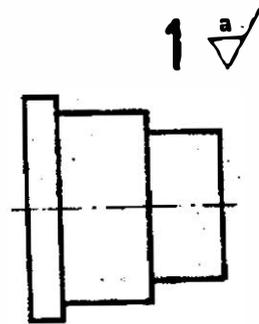


Figura.- 19 Mismo acabado para todas las superficies.

Si se pide el mismo acabado superficial el la mayoría de las superficies de una pieza, se debe colocar una que diga "Excepto donde se indique" (Fig. 20) o un símbolo básico entre paréntesis sin ninguna otra indicación (Fig. 21).

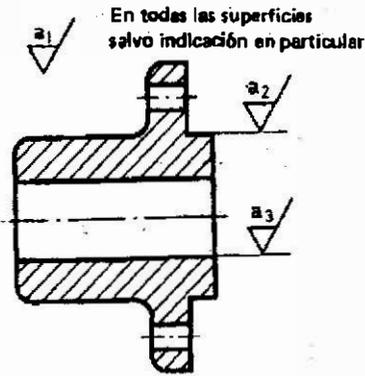


Figura.- 20 Acabados iguales en algunas superficies.

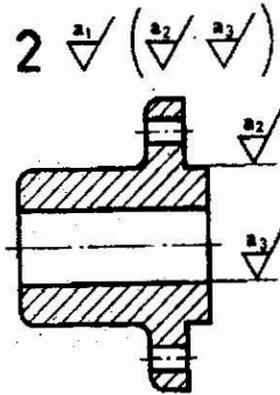


Figura.- 22

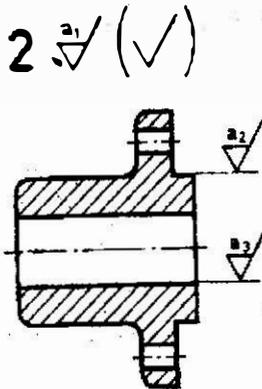


Figura.- 21 Notación alternativas de acabados con exepción.

Para utilizar sólo una vez el símbolo o cuando el espacio es pequeño se puede utilizar una simplificación como se muestra en la figura .

Si se tienen un mismo acabado superficial en una gran cantidad de superficies, puede indicarse con un símbolo de los mostrados en las figuras 1, 2 o 3, colocarlo en todas las superficies y mostrar una indicación como se presenta en las figuras 20,21 y 22.

Para evitar la repetición de una especificación compleja que es necesaria o donde el espacio es limitado, se puede emplear una especificación simplificada en la superficie siempre que su significado se explique cerca del dibujo de la parte, cerca del cuadro de referencias o en el espacio dedicado a las notas generales (Fig. 23).

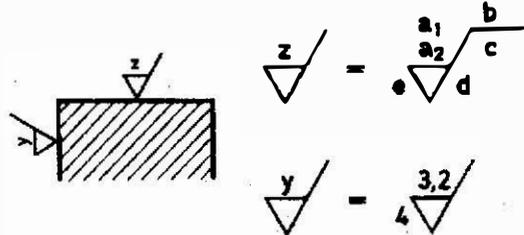


Figura.- 23 Especificación simplificada.

Si se requiere la misma textura en un gran número de las superficies de la pieza, se puede aplicar en las superficies apropiadas, uno de los símbolos mostrados en las figuras 1, 2 y 3 y sus significados dados en el dibujo (Fig. 24, 25 y 26).

La especificación de la textura de la superficie es innecesaria siempre que los procesos comunes de fabricación aseguren por sí mismos un acabado aceptable de la superficie.

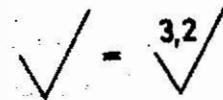


Figura.- 24 Notación de simplificación .

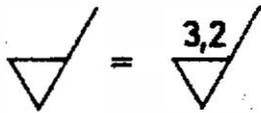


Figura.- 25 Notación de simplificación , otra opción.

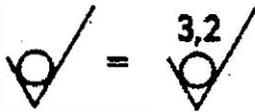


Figura.- 26 Ejemplo de notación simplificada.

## 6 REFERENCIAS

Norma ISO - 1302 Technical Drawings-  
Method Of Indicating Surface Texture On Drawings.

# ROSCA MÉTRICA ISO

NORMA  
LIMAC-18-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma define el perfil de las roscas métricas ISO para usos generales.

## 2 DEFINICIONES

**Rosca o filete:** Es la forma de la hélice.

**Paso:** Es la distancia entre cualquier punto de la rosca y el mismo punto en la siguiente rosca.

**Avance:** Es la distancia que se avanza paralela al eje longitudinal cuando el tornillo gira una revolución.

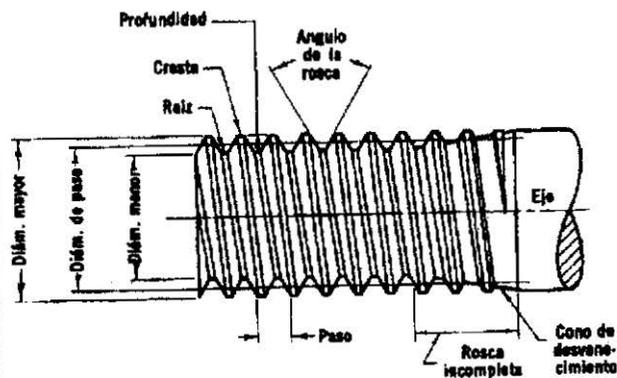


Figura.- 1 Elementos de la rosca

## 3 CLASIFICACION DE LAS ROSCAS

Las roscas se clasifican según su función, por el número de hilos, la forma del filete, por su posición y por el sentido de giro.

**Las roscas según su función:** roscas para los elementos de sujeción, roscas para juntas herméticas, roscas para instrumentos de medida, roscas para reducir un movimiento de avance .

**Por el número de hilos o filetes,** las roscas pueden ser de una entrada (un solo filete) o de varias entradas (varios filetes).

**Por la forma del filete o rosca** se clasifican en rosca puntiaguda o triangular, rosca cuadrada,

rosca trapecial, rosca redonda, rosca en diente de sierra, según que la sección del filete sea un triángulo, un cuadrado, un trapecio isósceles, un semicírculo o un trapecio rectángulo, respectivamente.

**Por su posición,** las roscas se clasifican en exteriores (tornillo) e interiores (tuerca).

**Por el sentido de giro,** pueden ser roscas derecha y rosca izquierda; las primeras giran en sentido de las agujas del reloj avanzando en el sentido del eje.

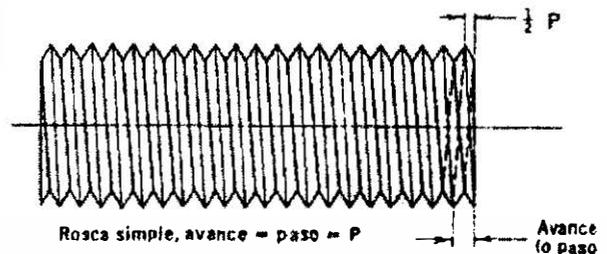


Figura.- 2 Avance de la rosca con una entrada.

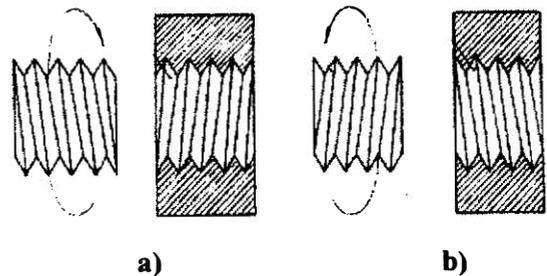


Figura.- 3 Roscas a) derechas y b) izquierda.

## 4 LAS PRINCIPALES ROSCAS NORMALIZADAS SON LAS SIGUIENTES:

- Rosca triangular ISO (Rosca Métrica).
- Rosca de gas Whitworth para tubos ( triangular).
- Rosca trapecial
- Rosca de diente de sierra.
- Rosca redonda (perfil de media caña).

Las roscas admiten tres grados de calidad: calidad fina (f), calidad media (m) y calidad basta (g); las letras f, m y g se colocan a continuación de la designación abreviada de la rosca. En general, la calidad -m- se omite.

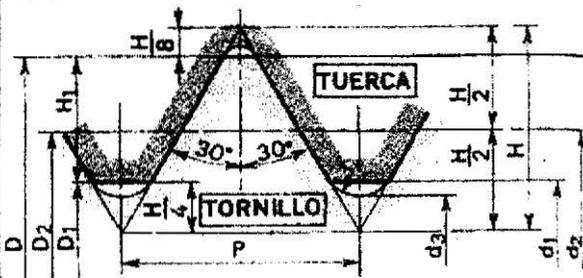


Figura.- 4 Roscas tipo ISO.

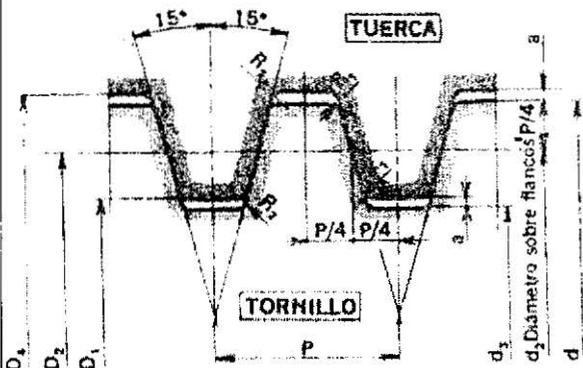


Figura.- 5 Roscas tipo trapezoidal.

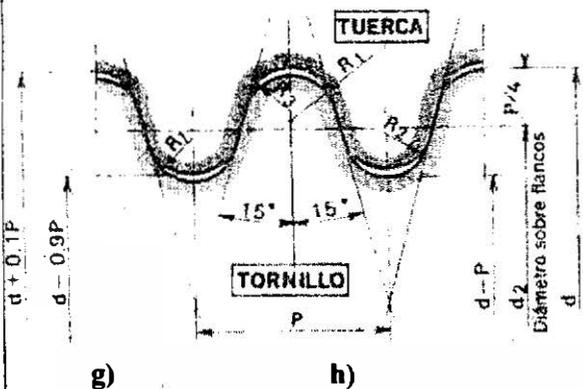


Figura.- 6 Roscas tipo De cordón

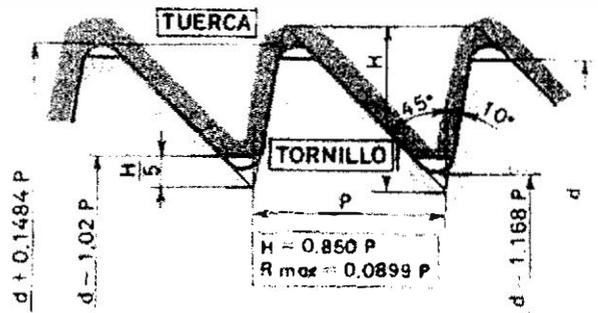


Figura.- 7 Rosca tipo dientes de sierra.

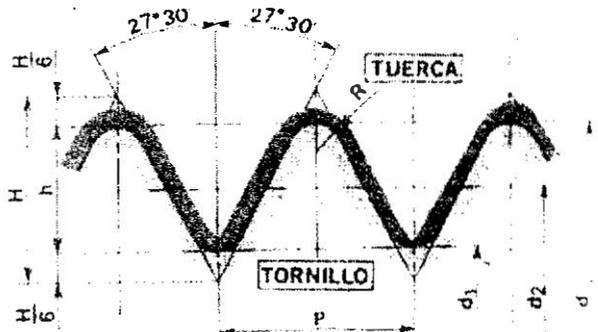


Figura.- 8 Roscas tipo Whitworth

## 5 PERFIL DE BASE

El perfil teórico correspondiente a las medidas básicas: el diámetro exterior, el diámetro interior. Las diferencias son aplicadas a partir de las medidas básicas.

### 5.1 DIMENSIONES DEL PERFIL DE BASE.

#### MEDIDAS MÉTRICAS.

Para el cálculo de las medidas de las roscas métricas ISO de perfil triangular se toman como base los valores correspondientes del diámetro de rosca -d- y del paso -P-, utilizando las siguientes fórmulas.

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot P = 0,866025404 P \quad \frac{H}{4} = 0,216506351 P$$

$$\frac{5}{8} H = 0,541265877 P \quad \frac{H}{8} = 0,108253175 P$$

$$\frac{3}{8} H = 0,324759526 P$$

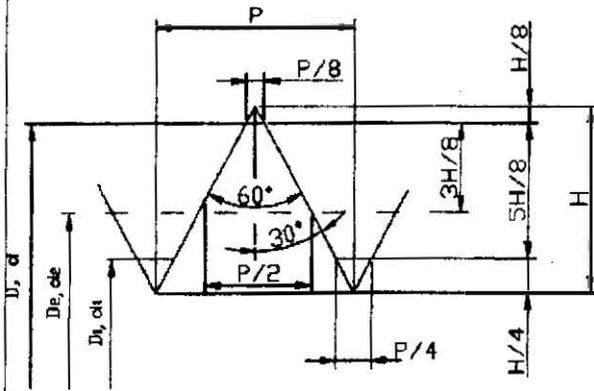


Figura 1 Rosca triangular.

$D$  = Diámetro exterior de la rosca interior  
 $d$  = Diámetro exterior de la rosca exterior  
 $D_2$  = Diámetro medio de la rosca interior  
 $d_2$  = Diámetro medio de la rosca exterior  
 $D_1$  = Diámetro interior de la rosca interior  
 $d_1$  = Diámetro interior de la rosca exterior  
 $P$  = Paso  
 $H$  = Altura del triángulo primitivo

## 6 Designación.

Las roscas conformes con esta norma se designan mediante la letra **M** seguida de los valores del diámetro nominal y del paso, expresados en milímetros y separados con el símbolo **X**.

Ejemplo: **M6 X 0.75**

La representación puede ser de rosca interna o externa (Fig.7 y 8).

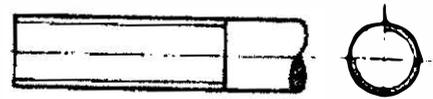


Figura.- 9 Representación de rosca externa

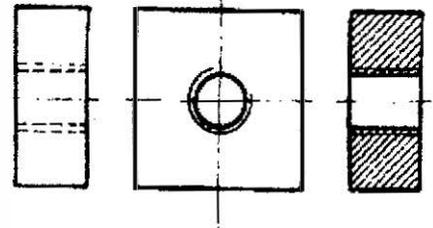


Figura.- 10 Representación de rosca interna

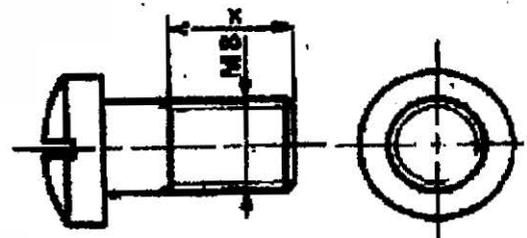


Figura.- 11 Designación de rosca externa

## 7 REFERENCIAS

Norma ISO 1891:1979 Bolts, screws, nuts and accessories -- Terminology and nomenclature

Norma ISO 5408:1983 Cylindrical screw threads -- Vocabulary

Norma ISO 6410-1:1993 Technical drawings -- Screw threads and threaded parts -- Part 1: General conventions .

Norma ISO 6410-2:1993 Technical drawings -- Screw threads and threaded parts -- Part 2: Screw thread inserts

Norma ISO 6410-3:1993 Technical drawings -- Screw threads and threaded parts -- Part 3: Simplified representation

# SOLDADURA

NORMA  
LIMAC-19-2006

## 1 OBJETIVO

Esta norma especifica las características que deben tener la representación simbólica de las soldaduras que se emplean en la realización de trazo de los dibujos técnicos.

## 2 GENERALIDADES

Se tienen diferentes procesos de soldadura los más comunes son: soldadura por arco, autógena y por puntos. En soldadura por arco se realiza mediante el empleo de un arco eléctrico que permite unir dos elementos de metal. En la soldadura autógena el calor se produce al quemar una mezcla de oxígeno y acetileno. La soldadura se forma al fundir material de aporte y unir los metales. En la soldadura por resistencia o por puntos las laminas se traslapan y la soldadura se realiza en puntos.

A pesar de los diferentes tipos de soldadura todas se representa de la misma manera para simplificar la representación.

### Representación

La representación se realiza utilizando un símbolo elemental que puede ser complementado por:

- un símbolo adicional,
- un sistema para indicar cotas,
- un símbolo complementario.

### Simplificación

Para la simplificación de planos se recomienda referenciar instrucciones específicas o especificaciones particulares, dando los datos necesarios tanto para la realización como para la preparación, en lugar de indicarlos en el plano de fabricación

## 3 SIMBOLOS

### Símbolos elementales

El símbolo elemental es una representación de la soldadura que se va a realizar (Tabla 1).

### Símbolos adicionales

Los símbolos elementales pueden complementarse con los símbolos que caractericen la forma de la superficie externa o la forma de la soldadura (Tabla 2 y 3).

## 4 POSICIÓN DE LOS SÍMBOLOS EN LOS PLANOS

El símbolo que se utiliza para representar la soldadura en planos está constituido por tres elementos:

- línea de posición,
- línea de referencia,
- cotas y signos adicionales (Fig. 1).

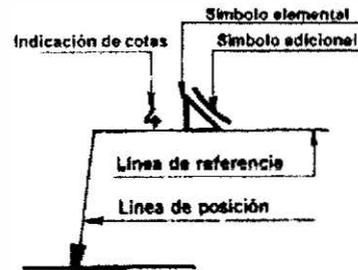
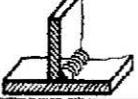


Figura. 1 Representación de soldadura

Tabla 1 Símbolos elementales

Núm.	Descripción	Representación	Símbolo
1	Soldadura a tope con bordes levantados		∩
2	Soldadura a tope.		
3	Soldadura en V		V

4	Soldadura en V con chaflán.		✓
5	Soldadura en Y.		Y
6	Soldadura en Y con chaflán.		Y✓
7	Soldadura en U.		U
8	Soldadura en J.		J
9	Soldadura en ángulo.		△
10	Soldadura de ranura.		□
11	Soldadura por puntos.		○
12	Soldadura en línea continua.		⊕

**Tabla 2 Símbolos adicionales**

Forma de la soldadura	Símbolo
Plano	
Convexa	
Concava	

**Tabla 3 Aplicación de símbolos adicionales**

Tipos de soldadura	Representación	Símbolo
En V		▽
En doble V		∞
En ángulo cóncava		△
En V plana		▽
En V plana con condón de respaldo		Y

## Reglas de aplicación

El propósito de las siguientes reglas es establecer la El uso de los elementos de la representación.

## Línea de posición

La posición de la línea de posición respecto a la soldadura puede colocarse como se muestra en las figuras 2a y 2b, en la figura 2c y 2d se muestra para los tipos 4, 6 y 8 de la tabla 1.

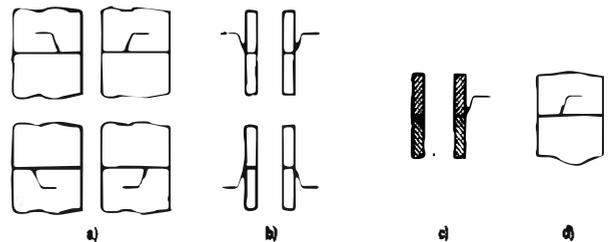
## Línea de referencia

Se dibujará de preferencia paralela al borde inferior del dibujo, en caso de no ser posible lo anterior se puede dibujar paralela al borde (Fig. 2).

## Posición del símbolo

El símbolo se colocará arriba o debajo de la línea de referencia (Tabla ).

El símbolo se colocará arriba de la línea de referencia. Si la línea de posición indica el punto donde se realizará la soldadura. Si la línea de posición indica el punto contrario a donde se realizará la soldadura entonces el símbolo se colocará debajo de la línea de referencia.

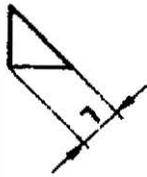


**Figura. 2 Tipos de soldadura.**

## 5 DIMENSIONES

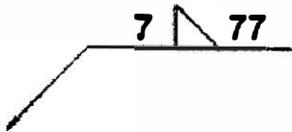
Los símbolos elementales pueden ir acompañados de un conjunto de cotas. Las cotas se colocan como se muestran en la figura 3.

A la izquierda del símbolo, se colocarán las cotas relativas a la sección transversal (Fig. 3). En la figura 4 se muestra un ejemplo de la dimensión.



**Figura. 3 Sección transversal de la soldadura**

A la derecha del símbolo, se colocarán las cotas relativas a las dimensiones longitudinales (Fig. 4).

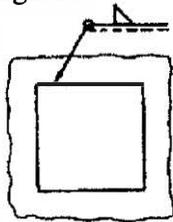


**Figura. 4 Dimensiones**

## 6 SIMBOLOS COMPLEMENTARIOS

### Soldadura alrededor

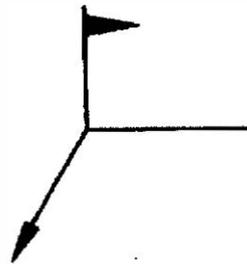
Quando la soldadura se requiere realizar alrededor de una pieza, se utiliza un círculo, como se muestra en la figura 5.



**Figura. 5 Soldadura alrededor de la pieza**

### Soldadura en campo

Para indicar que la soldadura se realizará en el campo y no en el taller se coloca una bandera como se muestra en la figura 6.

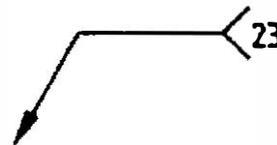


**Figura. 6 Soldadura de campo**

### Información de la soldadura

Quando es necesario incluir información adicional se puede colocar en la cola en el siguiente orden (Fig.7):

- o Proceso
- o Nivel de aceptación
- o Posición del trabajo
- o Materiales de aporte.



**Figura. 7 Indicación de información adicional**

## 7 REFERENCIAS

Norma ISO 2553:1992. Welded, brazed and soldered joints -- Symbolic representation on drawings

Norma ISO 6947:1990. Welds -- Working positions -- Definitions of angles of slope and rotation

# RESORTES

NORMA  
LIMAC-20-2006

## 1 OBJETIVO

Esta Norma especifica los símbolos e indicaciones adicionales de la textura de la superficie que se indican en los dibujos técnicos.

## 2 DEFINICIONES

**Espira:** Es una vuelta a parte de hélice correspondiente a una vuelta del cilindro:

**Espiras totales  $N_t$ :** es el número de espiras que componen al resorte.

**Longitud libre  $L_o$ :** Es la longitud del resorte cuando se encuentra sin carga (compresión)

**Longitud cerrada  $L_s$ :** Es la longitud del resorte cuando se encuentra totalmente comprimido (compresión) o sin carga (torsión).

**Paso de la hélice  $p$ :** Es la distancia, entre dos espiras adyacentes, paralela al eje del resorte.

**Diámetro Exterior  $D_o$ :** Es el diámetro máximo del resorte.

**Diámetro del alambre o calibre  $d$ :** Es el diámetro del alambre con el que se fabrica el resorte.

## 3 DESCRIPCION

Los resortes se utilizan en las maquinas con objeto de ejercer fuerzas, proporcionar flexibilidad y almacenar o absorber energía.

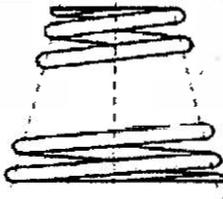
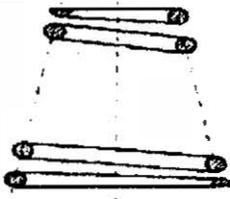
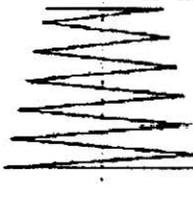
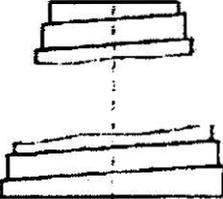
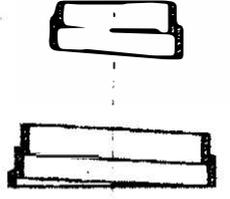
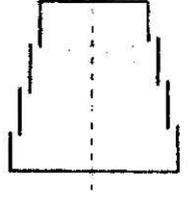
Los resortes se pueden clasificar según su función como:

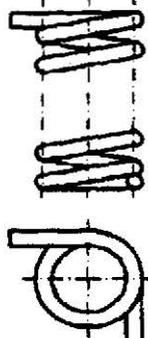
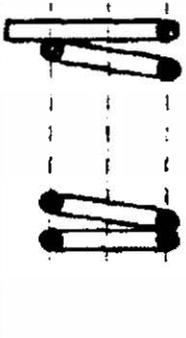
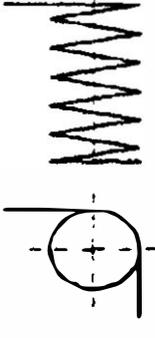
- Resorte de compresión
- Resortes de tensión
- Resortes de torsión.

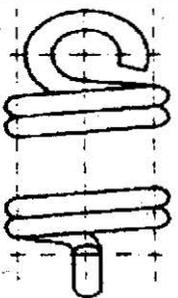
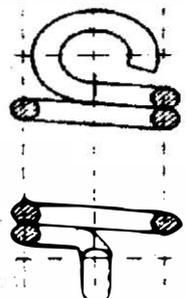
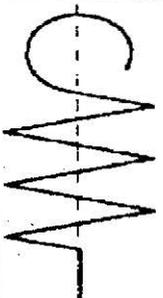
Según la geometría como

- Resortes cilíndricos
- Resortes cónicos
- Arandelas y
- Muelles.

RESORTES DE COMPRESIÓN			
Descripción	Representación real	Representación en corte	Representación simplificada
Resorte cilíndrico de sección circular.			
Resorte cilíndrico de sección rectangular			

Resorte cónico de sección circular			
Resorte cónico			

RESORTES DE TENSION			
Descripción	Representación real	Representación en corte	Representación simplificada
Resorte cilíndrico circular			

RESORTES DE TORSION			
Descripción	Representación real	Representación en corte	Representación simplificada
Resorte cilíndrico de sección circular			

Resorte convexo de sección			
----------------------------	--	--	--

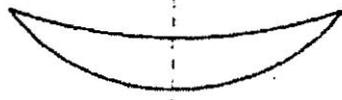
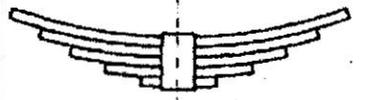
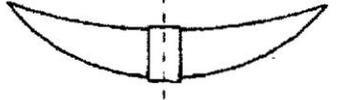
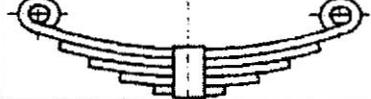
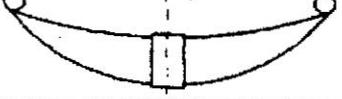
ARANDELAS ELASTICAS			
Descripción	Representación real	Representación en corte	Representación simplificada
Arandela			
Arandelas superpuestas			
Arandelas superpuestas inversamente			

RESORTES EN ESPIRAL		
Descripción	Representación real	Representación simplificada
Resorte en espiral		
Resorte de tambor		



FACULTAD DE INGENIERIA

G.I-188254

<b>MUELLES</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Representación real</b>	<b>Representación simplificada</b>
Muelles con soporte		
Muelles simples		
Muelles simples con brida		
Muelles con soporte y brida		

**4 REFERENCIAS**  
 Norma ISO 2162 - 73

Esta obra se terminó de imprimir  
en octubre de 2007  
en el taller de imprenta del  
Departamento de Publicaciones  
de la Facultad de Ingeniería,  
Ciudad Universitaria, México, D.F.  
C.P. 04510

**Secretaría de Servicios Académicos**

El tiraje consta de 750 ejemplares



**Universidad Nacional  
Autónoma de México**

**Facultad de Ingeniería**