

**Acotación múltiple: en serie y paralelo.**

Las líneas de referencia de dos cotas pueden coincidir, lo cual hace que cuando tengamos un número considerable de cotas estas puedan presentar una ordenación en serie: la línea de referencia «izquierda» de una de las cotas coincide con la línea de referencia de «derecha» de la anterior; o pueden presentar una ordenación en paralelo: todas las cotas tienen una línea de referencia en común. El que una pieza se acote de una u otra forma depende de cuáles sean las cotas funcionales y cómo afecten las tolerancias al funcionamiento de la pieza.

La situación de las líneas de cota en el caso de una ordenación en serie, puede hacerse de forma que coincidan. Se muestra un ejemplo en la figura 16. En la ordenación en paralelo, dado que todas tienen una línea de referencia en común, en principio no se podría utilizar la misma línea de cota. En la figura 17 se muestra un ejemplo de acotación en paralelo. Nótese cómo agrupamos por encima del alzado las cotas cuya línea de referencia común es la derecha y por debajo aquellas cuya línea de referencia común es la izquierda. Que sean unas u otras las que se sitúen por encima o por debajo se deja a libre elección.

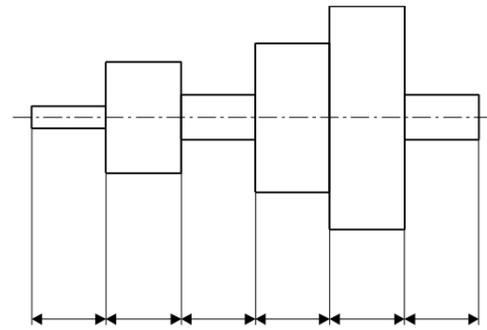


Figura 16

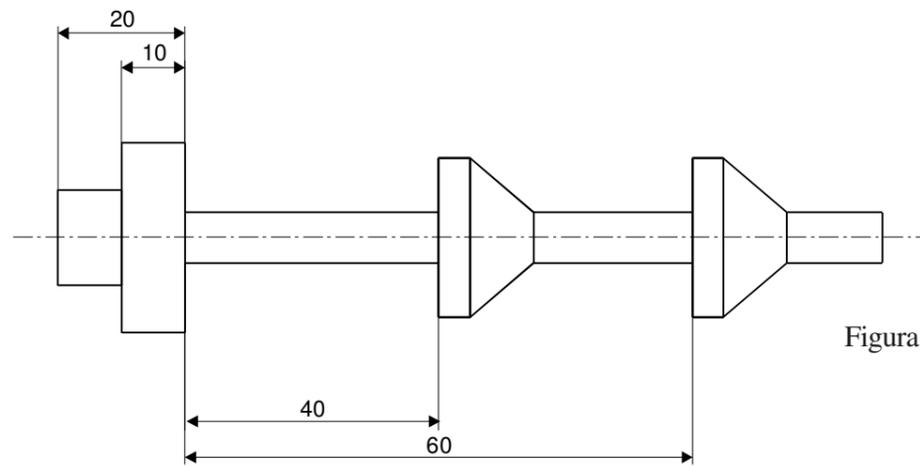


Figura 17

Se puede, no obstante, simplificar la representación de cotas en paralelo, empleando una sola línea de cota, señalando con un punto la línea de referencia común y conservando únicamente la flecha en la línea de referencia no común de cada cota. Se indica la cota con un número junto a la flecha orientado perpendicularmente a la línea de cota según se muestra en el ejemplo de la figura 18.

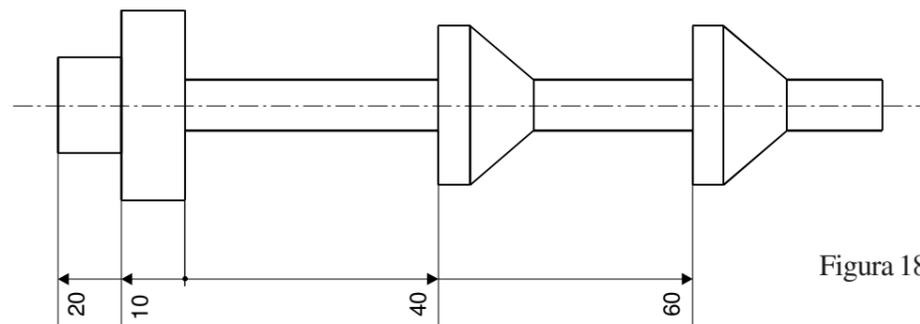


Figura 18

**Acotación de forma.**

En las piezas industriales suelen repetirse un número reducido de símbolos correspondientes, permiten ahorrar en el número de vistas...

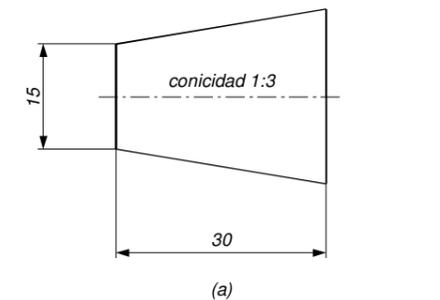
**Esfera**

En el caso de una esfera se indica anteponiendo a la cota radial... la palabra «esfera». En la figura 19 podemos observar un ejemplo. N... con el alzado queda perfectamente definida la pieza gracias a la in... aportada por la acotación de forma.

**Cono**

Un cono se indica acotando sobre el eje la *conicidad* o relac... bases y la altura, expresada en forma de fracción. Se muestra un eje... mayor, no acotado, puede deducirse que es de 25 mm, dado que... diámetro menor es de 15 mm. También puede indicarse mediante u... punto sobre la generatriz del cono, con el símbolo de cono (triángulo... la conicidad después. Véase el ejemplo de la figura 21.

Figura 20

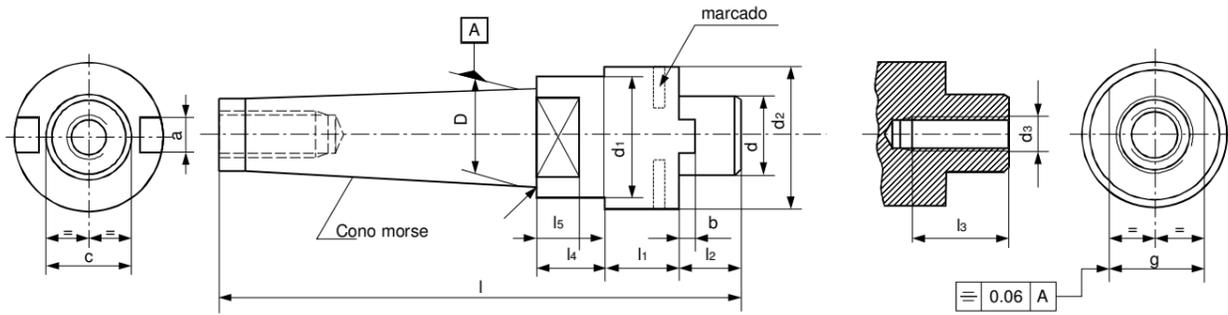


La forma cónica es empleada comúnmente para facilitar el montaje de herramientas giratorias en husillos de máquina-herramienta. Esto ha llevado a normalizar las conicidades y los diámetros en series. Basta pues en el caso de estas piezas indicar el tipo de cono para que quede perfectamente acotado.

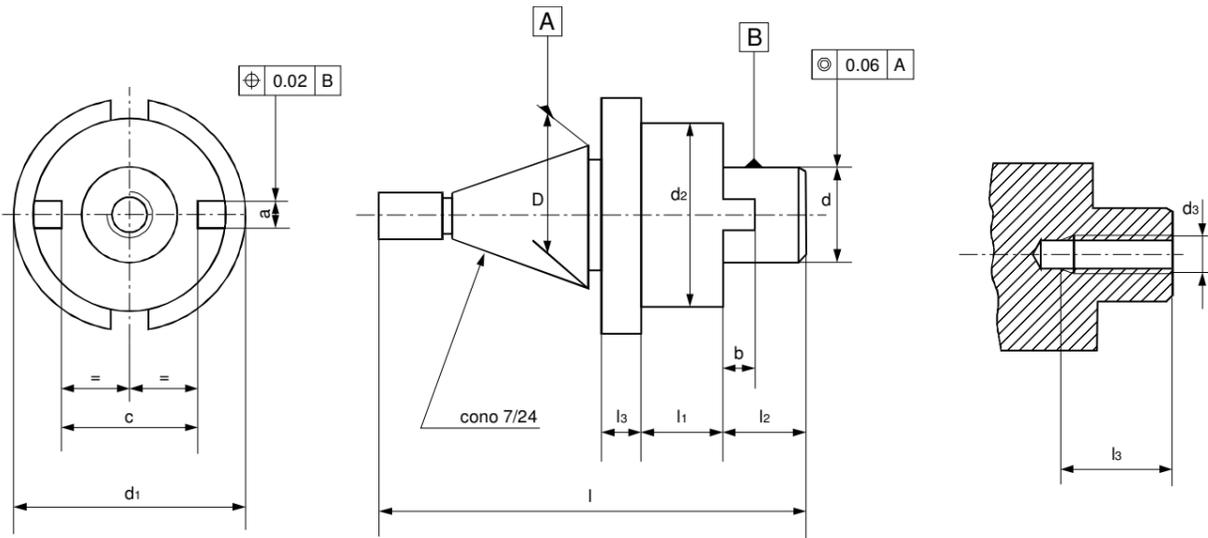
El diámetro de referencia en los conos Morse es el de la base mayor. Las conicidades de los diferentes conos Morse son cercanas al 5% como puede comprobarse en la tabla 1.

Cono Morse
0
1
2
3
4
5
6

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Eje porta-fresas de arrastre por tetones con mango cono Morse



Eje porta-fresas de arrastre por tetones con mango cónico 7/24

Tabla 2.

Los conos ISO tienen todos conicidad 7/24.

Cono ISO	Diámetro de referencia (mm)	Conicidad
30	31.750	7/24
40	44.345	7/24
45	57.315	7/24
50	59.850	7/24
55	88.900	7/24
60	107.950	7/24
65	133.350	7/24
70	165.100	7/24
75	203.200	7/24
80	254.000	7/24

Tabla 3.

En el caso de brocas se emplean los conos Jacobs.

Cono Jacobs	Diámetro de referencia (mm)	Conicidad (%)
0	6.350	4.929
1	8.469	7.709
2 corto	13.940	8.155
2	14.199	8.155
33	15.850	6.350
6	17.170	5.191
3	20.599	5.325
(4)	28.550	5.240
(5)	35.890	5.183

### Inclinación

La inclinación de una superficie se indica de forma similar, mediante un triángulo rectángulo y la relación entre las diferencias de alturas máxima y mínima y la distancia horizontal. En el ejemplo de la figura 22 se deduce que la altura a la izquierda es de 20 mm, dado que a la derecha es de 30 mm y la longitud horizontal es 40 mm y la inclinación es tal que crece una unidad cada cuatro recorridos.

### Taladro

Un taladro es una forma ubicua en las piezas industriales y al determinar la posición del centro y el diámetro. Nótese que estos datos son los que necesita el operario para realizarlo: debe conocer el diámetro para saber qué broca emplear y debe conocer la posición del centro. En el caso de taladros ciegos, se debe acotar también la profundidad, en cuyo caso se conserva su diámetro y por tanto exceptuando la parte cónica de la broca empleada. De igual forma, si es roscado, se acota sólo la profundidad de la rosca si tuviese otra misión como taladro ciego. El diámetro en ese caso se acota métrica de la rosca.

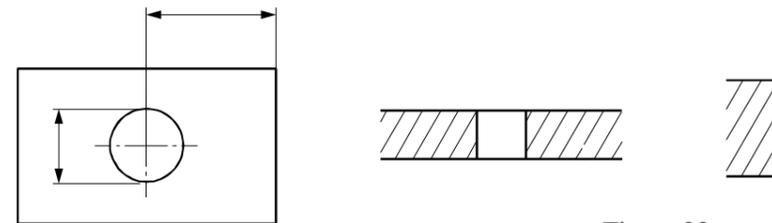
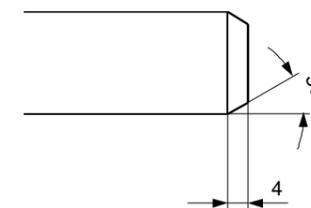


Figura 23

### Achaflanado

Un achaflanado en los extremos de una pieza cilíndrica con un cono y por tanto, para acotarlos bastan dos valores: ángulo que forma la generatriz del cilindro y altura del tronco de cono. Estos valores se acotan como se muestra en la figura 24(a) o bien se indica el valor de la altura con el símbolo «x» y el valor del ángulo con el símbolo «α» como se muestra en la figura 24(b).



(a)

Figura 24

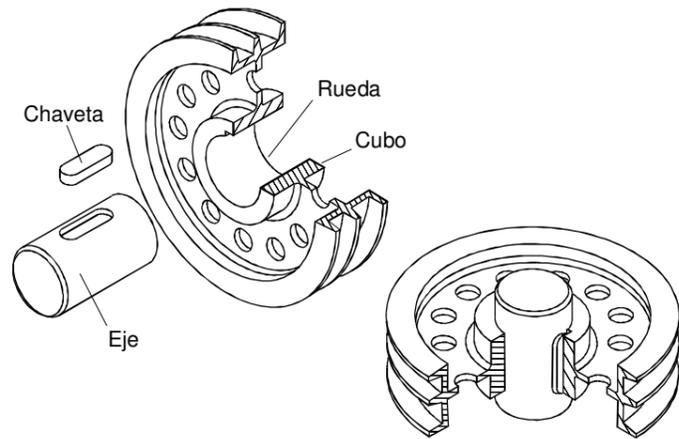
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE**  
**LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**  
**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS**  
**CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70**



**Chavetas y entalladuras**

Otras formas muy comunes son entalladuras y chavetas. Sus tamaños y formas están normalizados en series para facilitar la intercambiabilidad y su fabricación. Esto permite que su acotación consista en su identificación según la norma.

En el caso de chavetas paralelas de sección cuadrada o rectangular la norma aplicada es la UNE 17-102-67 equivalente a la ISO 1-084-67. Según dicha norma hay dos tipos posibles de extremos de la chaveta: tipo A (recto) o tipo B (en semicircunferencia). Cuando tiene un extremo de una forma y otro de otra se dice que es tipo AB. En la figura 25 se muestran chavetas de los tres tipos con sus dimensiones características *l* o longitud, *h* o altura y *b* o anchura. Se nombra entonces la chaveta: «Chaveta paralela» después la letra del tipo, y después *b* x *h* x *l* seguido de «UNE 17-102». Así, por ejemplo, una chaveta de tipo AB de ancho 20 mm, altura 12 mm y longitud 150 mm se designará: «Chaveta paralela AB 20x12x150 UNE 17-102». Sólo hay unas determinadas secciones normalizadas.



El chavetero es el lugar de un eje en que queda alojada la chaveta y permite así la transmisión de un par de fuerzas. Los chaveteros, dado que se van a verificar mediante un pie de rey se acotan mediante su anchura y la distancia del fondo del chavetero al punto del eje diametralmente opuesto -esto es la diferencia entre el diámetro del eje y la profundidad del chavetero. En la figura 26 se muestra un ejemplo de acotación de un chavetero en un eje y en un cubo.

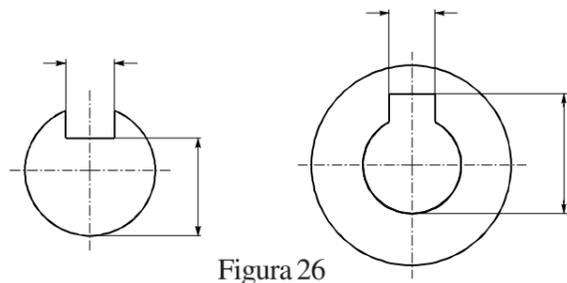
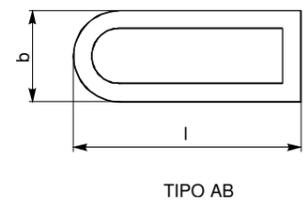
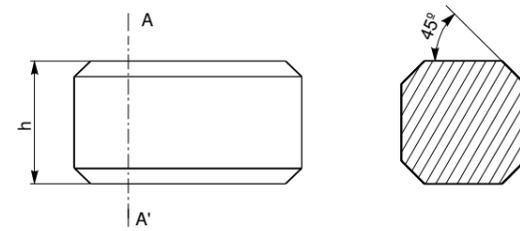
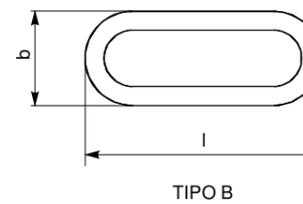
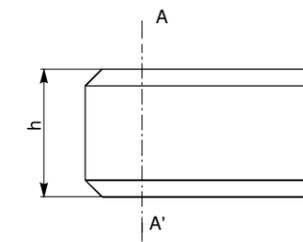
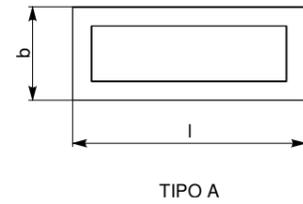
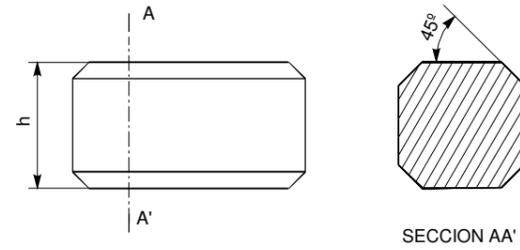


Figura 26

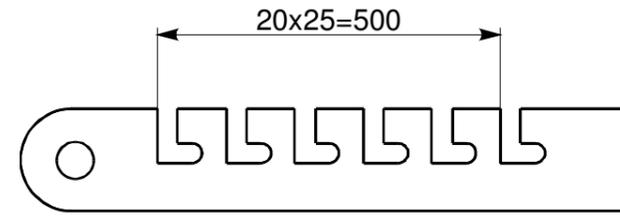


TIPO AB

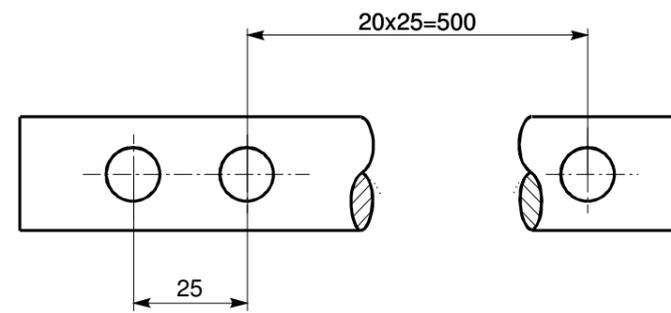
Figura 25

**Secuencias**

En la acotación de una pieza pueden darse situaciones en las que se repite una acotación varias veces. Para evitar esto se han establecido normas aportando la misma información. Así, cuando hay elementos equidistantes, se puede acotar la distancia entre el primer elemento y el último elemento por (x) la distancia entre dos elementos consecutivos, seguidos de un número. Nótese que es el número de distancias el que se especifica y no el de elementos.



Si es necesario, por claridad, se puede acotar también la distancia entre dos consecutivos. En la figura 28 se muestra como ejemplo la acotación de una pieza por ser muy larga, se ha representado parcialmente.



Esta notación de número de repeticiones por cota repetida puede emplearse para indicar el número de repeticiones que no sean distancias, como en el ejemplo de la figura 29; o para indicar el número de repeticiones evidente su igualdad por su posición, como se muestra en la figura 30. En el ejemplo de los centros de los cuadrados implica dos cotas (una horizontal y una vertical) para cada cuadrado que podrían indicarse como cotas en paralelo con referencia común en la esquina inferior izquierda de la pieza -supuestas que estas son las cotas funcionales. En la propia figura 30 se han acotado de esta forma los centros de los cuadrados.

Figura 29.

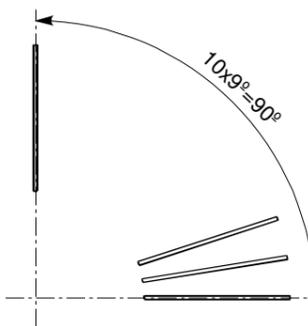
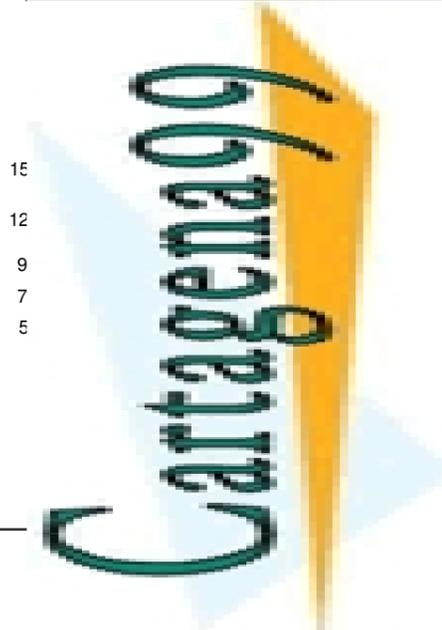


Figura 30.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE**  
**LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**  
**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS**  
**CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Se puede, además, agrupar las coordenadas en una tabla, identificando cada elemento mediante un número. Esto nos permite incluir en la tabla información adicional, como en el caso de la figura 31 en el que cada cuadrado tiene un tamaño diferente que se indica en la tabla.

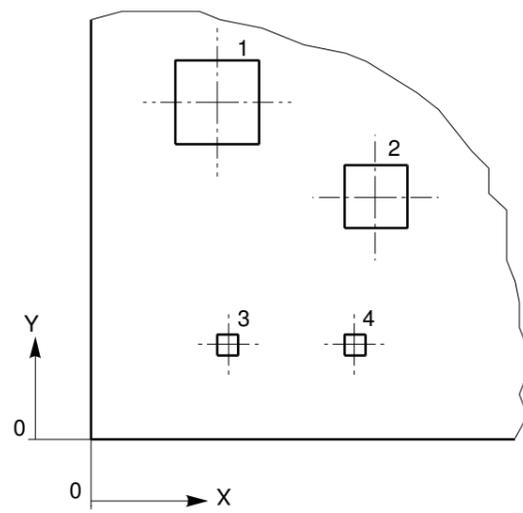
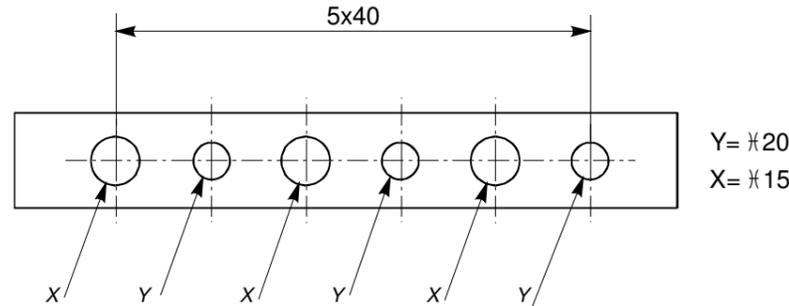


Figura 31

	1	2	3	4
X	30	70	40	70
Y	80	60	30	30
□	20	15	5	5

El empleo de una referencia puede en cualquier caso evitarnos repetir una determina cota varias veces. Por ejemplo, en la figura 32 se emplean referencias con las letras X e Y para indicar qué taladros tienen diámetro de 20 y de 15 mm.

Figura 32



Finalmente, notemos que la funcionalidad de una pieza puede fundarse en la igualdad de cotas o en posicionar determinados elementos en divisiones de una cota. Se indica que dos cotas en serie son iguales empleando en cada una de ellas como texto solamente el signo «=». Por ejemplo, en la figura 33 se emplea esta notación para indicar que el taladro se encuentra en el centro del rectángulo. Nótese que, acotando de esta forma su posición, si cambiásemos durante el proceso de diseño las cotas que definen el ancho y el largo de la placa rectangular, automáticamente cambiaría el valor numérico de las cotas que definen la posición del taladro respecto de los bordes, pero estará en el punto que ahora sea el centro de la placa.

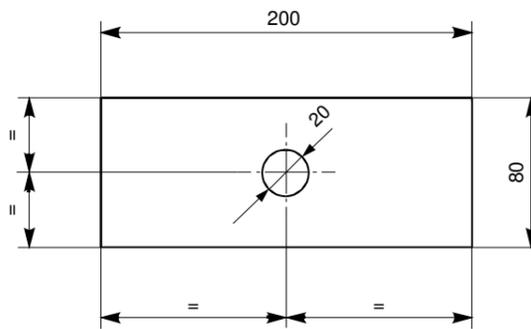


Figura 33

### Relación entre acotación y fabricación

Un plano de taller de una pieza debe contener las indicaciones de fabricarla (o de programar las máquinas que lo hagan) tenga el material de partida, la herramienta empleada y cualquier otro dato que dependerán lógicamente del proceso seguido. Por ejemplo, en el caso de una pieza rectangular de chapa de partida, por lo que necesita el fabricante es el tamaño de la chapa de partida, por lo que el primer proceso será el corte de la pieza rectangular de chapa de partida. El segundo proceso será el plegado, empleando una plegadora, los datos necesarios serán las distancias desde los bordes hasta el ángulo de plegado central y la altura del troquel empleado. En el caso de forja en prensa el orden es fundamental, puesto que si hubiéramos usado un ángulo de plegado lambda, estos podrían haberse deformado. En una pieza de este tipo, si se forman probablemente sean cotas funcionales por ello es mejor referenciar las nuevas deformaciones en la pieza. Como se ve en el ejemplo, son los procesos de fabricación los que deben regir los criterios de acotación.

Los puntos que hay que analizar son pues el orden del proceso de fabricación que necesita conocer el fabricante para realizar el proceso y cómo afecta al conocimiento de los procesos de fabricación el que nos permite acotar.

El estudio de los procesos de fabricación es tema de otras asignaturas, aquí limitaremos a mostrar una tabla resumen de los diferentes procesos de fabricación.

### Acabados superficiales

Una parte importante del proceso de fabricación de una pieza es el acabado de la superficie, permitiendo una cierta rugosidad o forma. Es fácil definir el acabado superficial de una superficie basta de una pulida. Si observamos un perfil de una superficie además comprobar que la superficie pulida es mucho más plana que la original.

En la figura 34 se muestra un esquema de cómo puede ser a escala microscópica el perfil de una superficie nominalmente plana y horizontal cuando recorremos una línea recta de longitud L sobre ella. Si trazamos una recta paralela al trazado teórico de la superficie, definirá junto al perfil real unas áreas A<sub>i</sub> por encima y B<sub>i</sub> por debajo. Llamamos *línea media* en un recorrido de *longitud básica* L a aquella línea paralela al trazado teórico de la superficie tal que la suma de áreas A<sub>i</sub> por encima es igual a la de áreas B<sub>i</sub> por debajo.

Se define la *rugosidad media aritmética* R<sub>a</sub> como el cociente por debajo de la línea media con la longitud L recorrida. Es decir

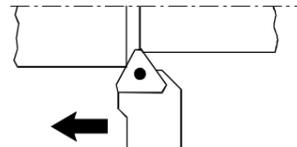
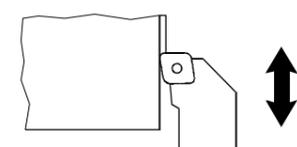
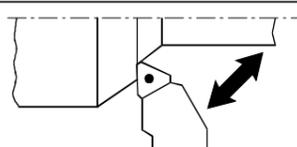
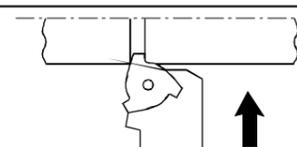
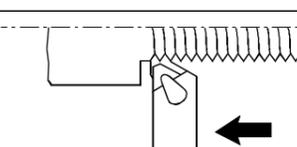
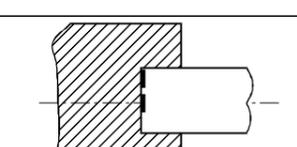
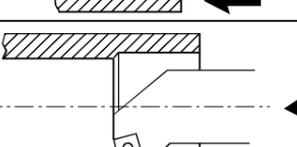
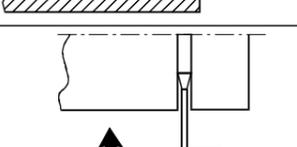
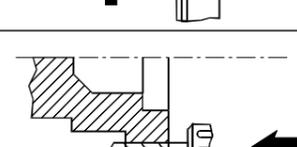
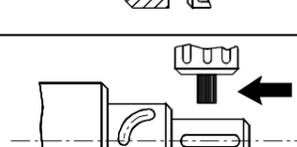
$$R_a = \frac{\sum A_i + \sum B_i}{L}$$

Esta magnitud tiene dimensiones de longitud y se expresa en *rugosímetros*, los cuales disponen de un palpador que explora la superficie.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Tabla 4. Operaciones de fabricación en torno.

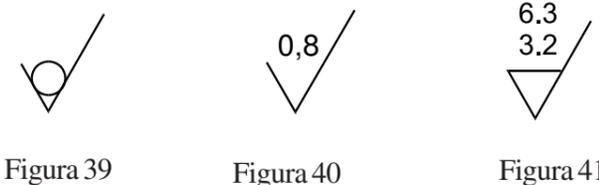
	Torneado longitudinal o cilíndrado. Es la operación de torneado más común en la que la herramienta se mueve a lo largo del eje de la pieza a trabajar reduciendo el diámetro
	Refrentado. Esta también es una operación común en la que la herramienta tornea una cara perpendicular al eje de la pieza, bien hacia fuera del centro o hacia el centro.
	Copiado. Este se puede realizar hacia fuera o hacia dentro y con ángulos penetrantes que imponen exigencias sobre la accesibilidad que puede obtenerse con la herramienta.
	Cortes perfilados. Se realizan con herramientas a las que se les ha dado la forma específica que ha de cortarse. Los más comunes son diferentes tipos de ranuras, rebajes y chaflanes.
	Roscado. Se realiza cuando la pieza requiere una parte roscada, interior o exterior. Esta operación también se puede hacer sobre un plano inclinado o en la cara frontal de la pieza.
	Taladrado. Consiste en realizar un agujero centrado en el eje en aquellas piezas que tienen una forma interior determinada. Se posibilita de esta manera la posterior entrada de otras herramientas.
	Mandrinado o maquinado interno. Se realiza sobre una pieza en la que ya se ha taladrado un agujero. La mayoría de las operaciones externas antes mencionadas se realizan también internamente con las herramientas adecuadas.
	Tronzado. Se realiza esta operación cuando ya está maquinada la pieza por lo menos en un extremo. Es un método de separar la pieza de una barra sin quitar ésta de la máquina
	Taladrado complementario. Se realiza esta operación en aquellas máquinas que tienen herramientas con giro propio. Sirve perfectamenet para completar el trabajo en piezas sencillas y puede realizarse tanto axial como radialmente.
	Maquinado diverso. Al igual que la operación anterior, también es adecuado paracomplementarse con otros maquinados. Esta operación puede ser radial o axial y también puede tener cualquier dirección con el eje (levas, ranuras de guiado, etc.).

La rugosidad superficial depende principalmente de los procesos de fabricación. Entre los procesos que pueden emplearse para tratar una superficie se encuentran el rectificado, bruñido y pulido como procesos mecánicos, y pavonado y pintado como procesos con adición de material.

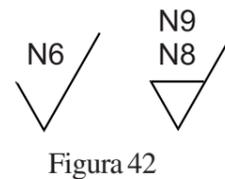
El acabado superficial se indica mediante dos trazos desiguales que forman un ángulo de 60° justo sobre la superficie de la cual se indica su acabado (figura 35). El símbolo puede escribirse con otro paralelo a la superficie acotada si es necesario escribiendo un símbolo de rugosidad.



En el texto se indican procesos de acabado. El símbolo puede situarse sobre líneas de cota que prolonguen la superficie o que acaben en una flecha indicando la superficie de que se trata como se muestra en la figura 37. Este símbolo fundamental se acompaña de otros adicionales que especifican el acabado. Así, un mecanizado con arranque de viruta se especifica añadiendo un trazo paralelo a la superficie que cierra un triángulo (figura 38). Por el contrario, se incluye una circunferencia inscrita en el ángulo cuando no se permite el arranque de viruta (figura 39). Este mismo símbolo, no obstante, puede significar si se trata de una pieza en proceso de mecanizado, que el acabado debe ser como en la fase anterior.



El valor de la rugosidad, bien su máximo (figura 40), bien el intervalo admitido con valores máximo y mínimo (figura 41), se indican sobre el ángulo del símbolo fundamental y los añadidos que tenga. Así, en la figura 40 se está indicando que la rugosidad superficial puede tener un valor máximo de 0.8 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y puede ser obtenida por cualquier método de fabricación, mientras que en la figura 41 se está indicando que la rugosidad superficial debe estar entre 6.3 y 3.2 micrómetros y debe necesariamente obtenerse por un proceso de mecanizado (con arranque de viruta). Dado que en planos que siguen el sistema de medida británico se emplean micropulgadas, es preferible señalar la clase de rugosidad normalizado según se indica en la tabla 5. Así, en la figura 42 se muestran las indicaciones similares a las de las figuras 30 y 31 pero con esta notación.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

