

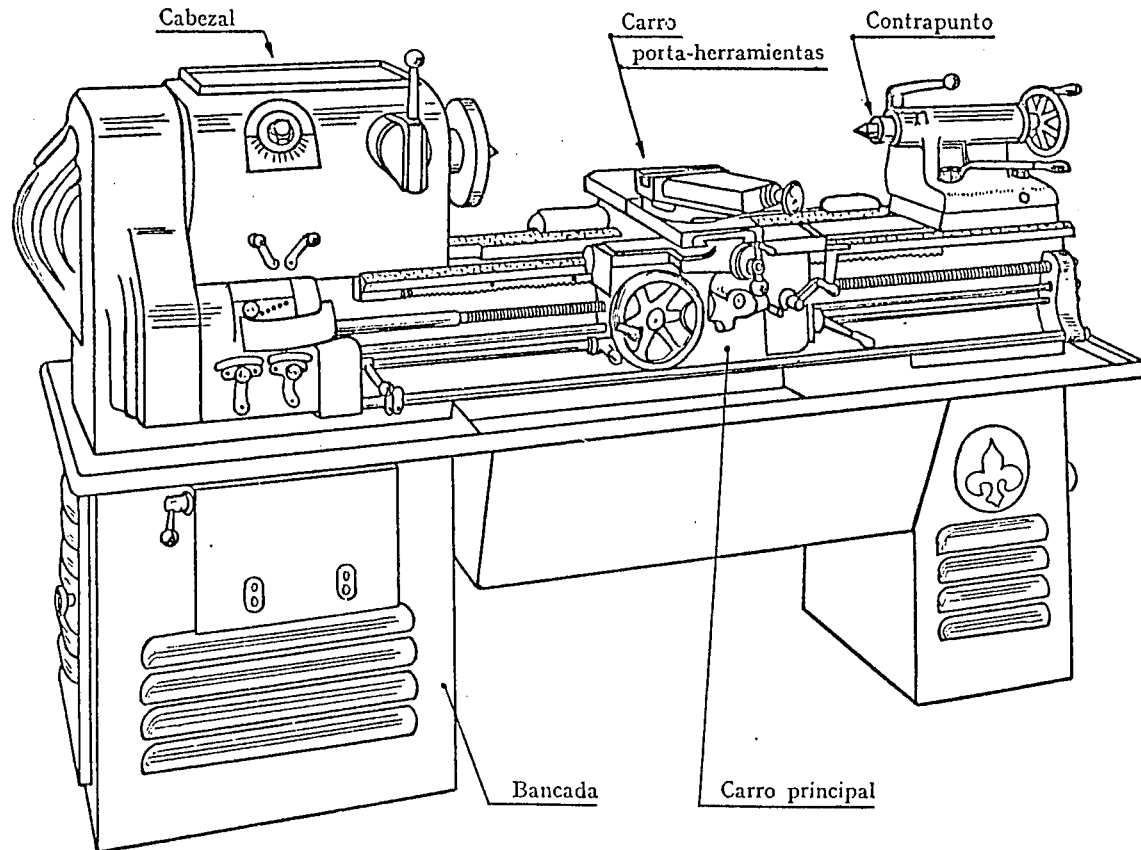
# EL TORNEADO

El torno es la máquina-herramienta que permite la transformación de un sólido indefinido, haciéndolo girar alrededor de su eje y arrancándole material periféricamente a fin de obtener una geometría definida (sólido de revolución). Con el torneado se pueden obtener superficies: cilíndricas, planas, cónicas, esféricas, perfiladas, roscadas.

Existen una gran variedad de tornos:

- Paralelos
- Universales
- Verticales
- De Copiar
- Automáticos
- De Control Numérico Computarizado (CNC)

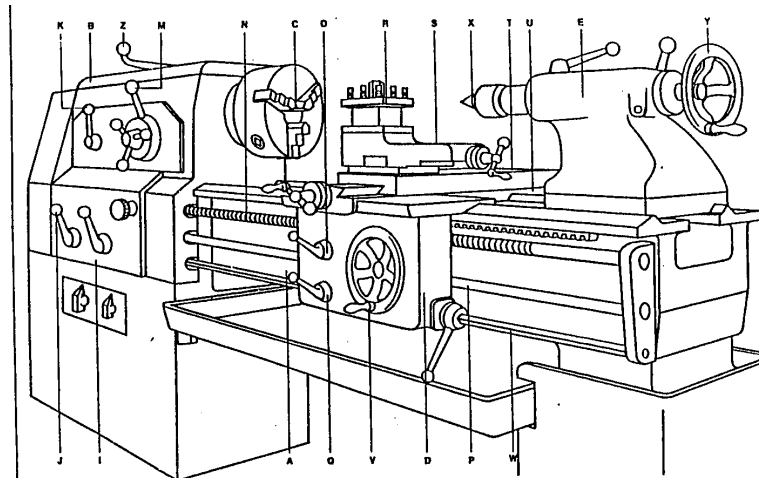
# EL TORNO PARALELO



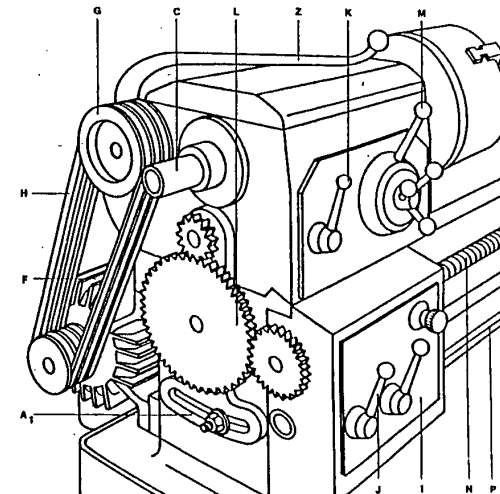
De todos los tipos de torno, este es el más difundido y utilizado, aunque no ofrece grandes posibilidades de fabricación en serie.

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

- A Bancada
- B Cabezal del Motor
- C Husillo
- D Carro
- E Cabezal móvil
- F Motor
- G Polea
- H Correas trapeciales
- I Caja de cambio de velocidades de avance
- J Palanca de cambio de velocidades de avance
- K Palanca de Inversión del movimiento de avance.
- L Engranajes de unión entre el husillo y la caja de cambios
- M Palanca del cambio de velocidades del husillo
- N Barra de roscar
- O Palanca de acoplamiento con la barra de roscar
- P Barra de cilindrar
- Q Palanca pra la transmisión del movimiento de la barra de cilindrar al carro superior
- R Portaherramientas
- S Carro portaherramientas



- T Carro transversal
- U Puente del carro
- V Volante para el desplazamiento longitudinal del carro.
- W Barra de transmisión para el mando del embrague de la barra de cilindrar.
- X Contrapunto
- Y Volante del cabezal móvil
- Z Palanca del embrague a fricción y freno
- A1 Soporte para engranajes, llamado lira



# **PARTES PRINCIPALES DEL** **TORNO PARALELO**

## 1. LA BANCADA

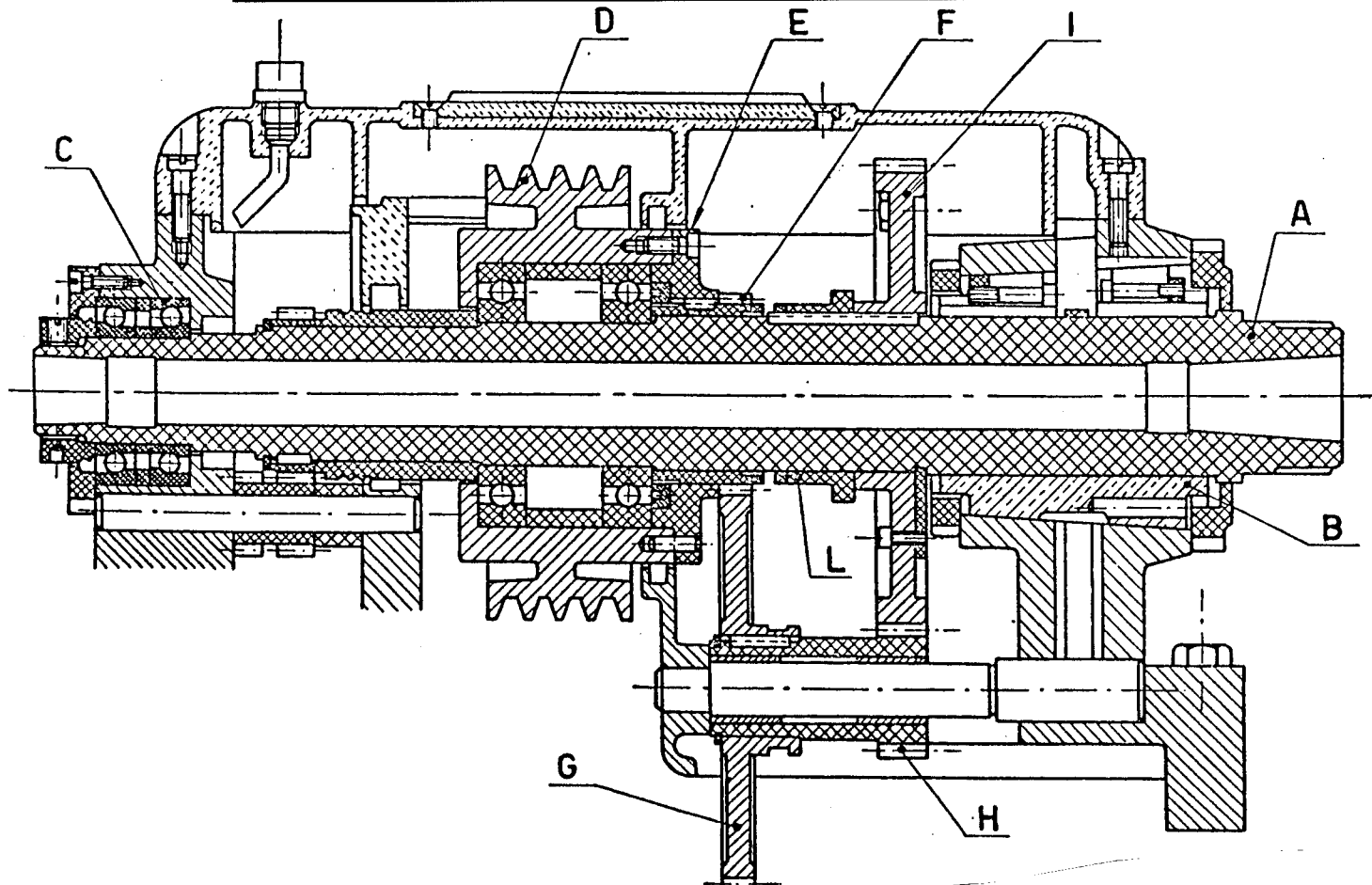
Es una pieza compacta hecha de fundición, muy rígida y robusta con nervaduras internas. En su parte superior lleva las guías para los carros. A su izquierda se encuentra el cabezal principal y a la derecha generalmente el contrapunto.

## 2. EL CABEZAL

Es principalmente una caja de velocidades y además comprende el árbol principal o husillo el cual sostiene al plato que sujeta a la pieza a trabajar, imprimiéndole un movimiento de rotación continua.

Dada la diversidad de materiales y tamaños de las piezas a trabajar, el cabezal debe permitir al husillo girar según diferentes velocidades mediante cambios accionados por palancas exteriores.

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO



Cabezal de un Torno Paralelo

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

## 3. EL CARRO LONGITUDINAL

Comprende el carro compuesto, el porta herramientas y el delantal.

Dado que el carro soporta y guía a la herramienta de corte, debe ser rígido y construido con precisión.

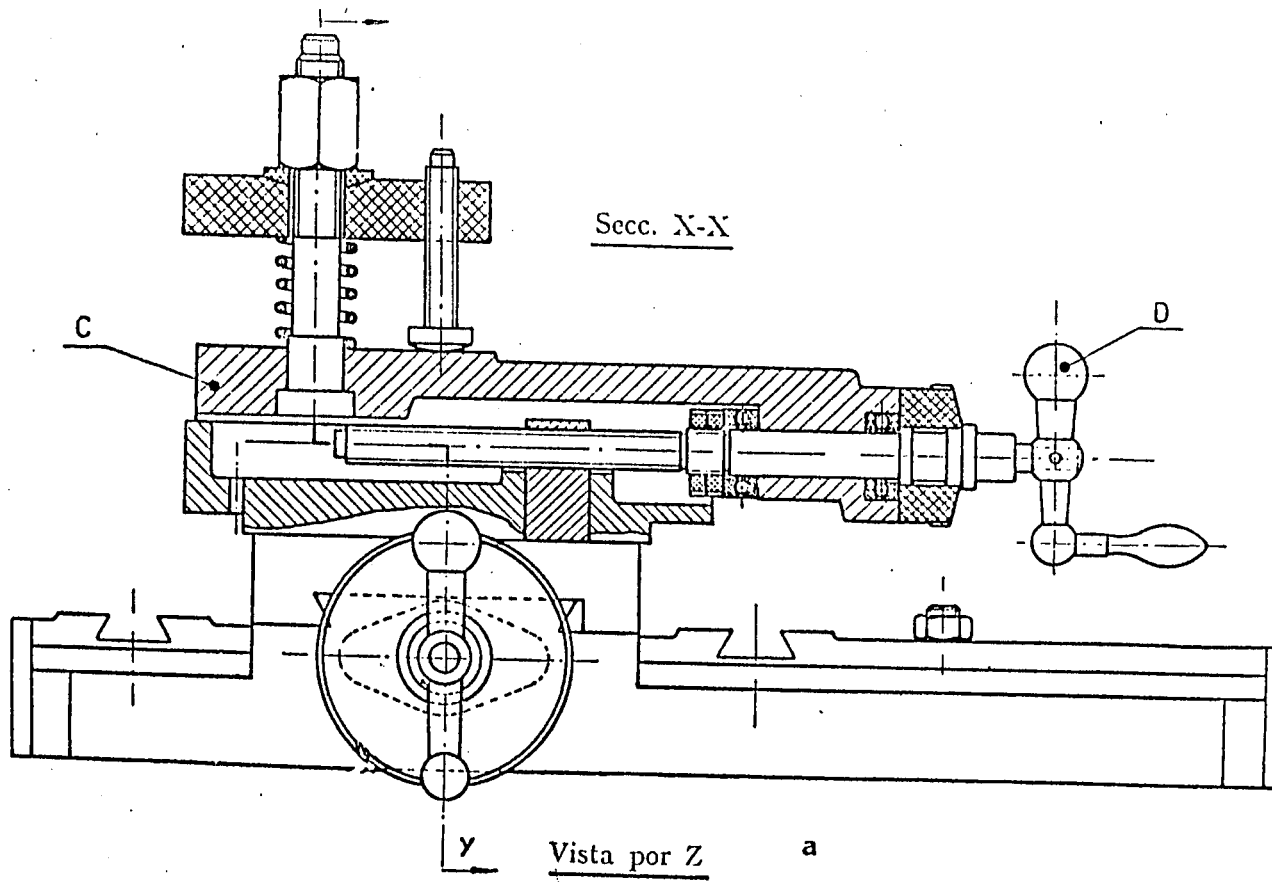
El carro compuesto son en realidad 3 carros: el longitudinal que se desplaza sobre las guías de la bancada imprimiendo el movimiento de avance a la herramienta. El carro transversal que provee un movimiento perpendicular al anterior y la herramienta puede en ese caso tener un movimiento oblicuo como resultado de la composición del longitudinal y transversal.

Estos 2 movimientos sepradamente pueden ser automáticos con un mecanismo interno, pero el movimiento oblícuo sólo se consigue con accionamiento manual del operario en los volantes.

Un tercer carro más pequeño va sobre el transversal y puede ser inclinable por un transportador que lo coloca en diferentes posiciones angulares. Encima de este carro se encuentra el portaherramientas que sirve para sujetar en posición correcta las cuchillas o buriles.

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

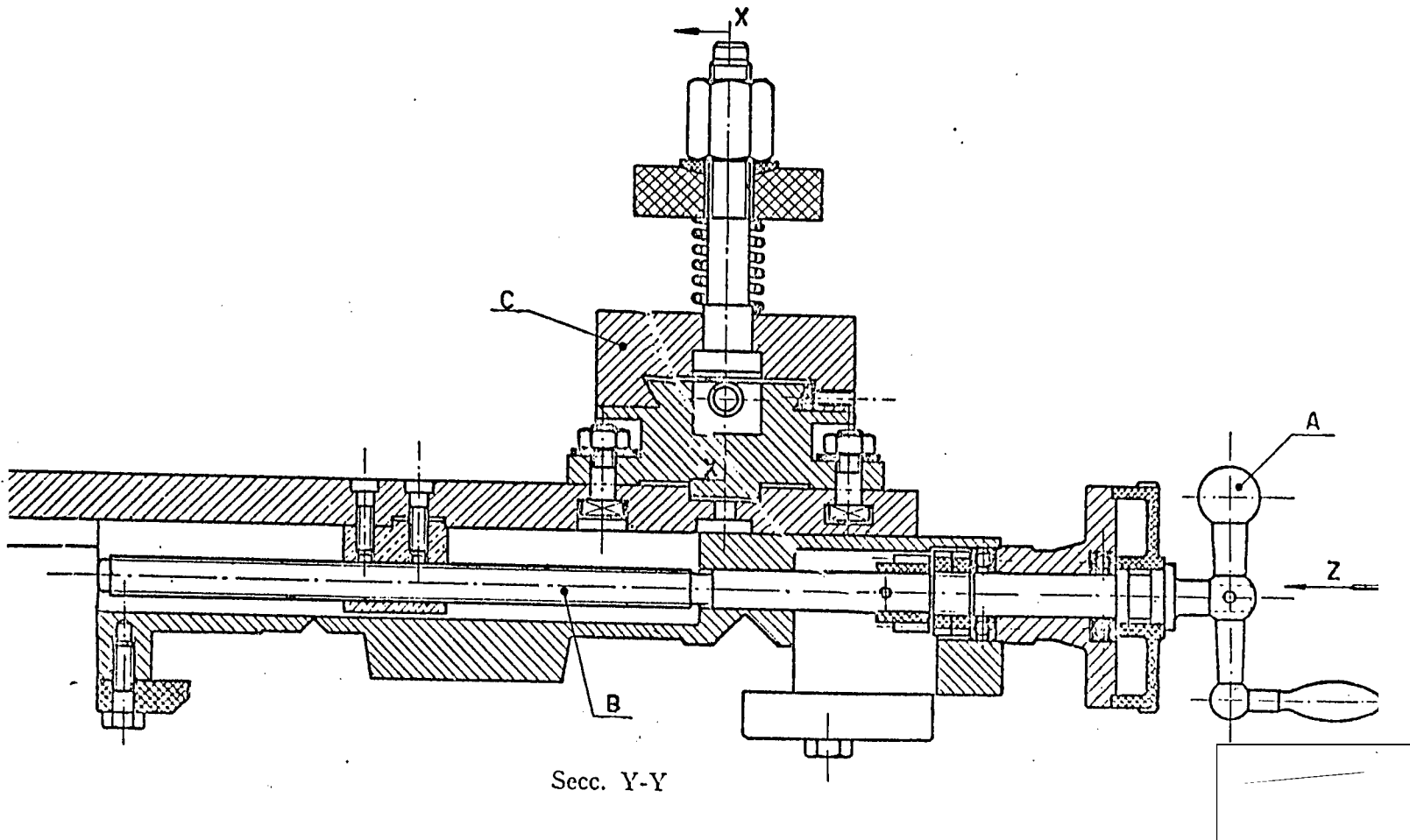
## Seccion del carrillo transversal



# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO

## PARALELO

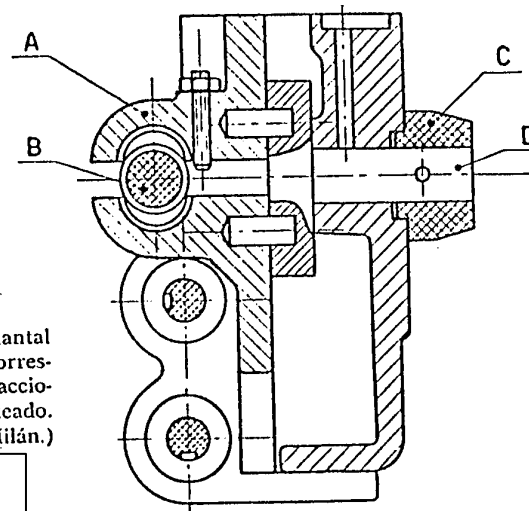
Sección del carrillo transversal del mismo  
torno



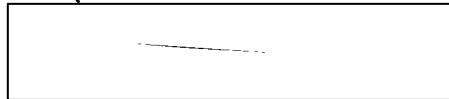


# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

El husillo patrón o barra de roscar es una barra larga cuidadosamente roscada, localizada abajo de las guías de la bancada extendiéndose desde el cabezal hasta el contrapunto. Está engranada al cabezal de tal forma que puede invertirse su rotación y se ajusta al carro longitudinal embragándose y desembragándose para las operaciones de roscado.



—Sección transversal del delantal de un torno paralelo, en la parte correspondiente al acoplamiento para el accionamiento automático para el fileteado. (Construcción de la casa Grazioli, Milán.)

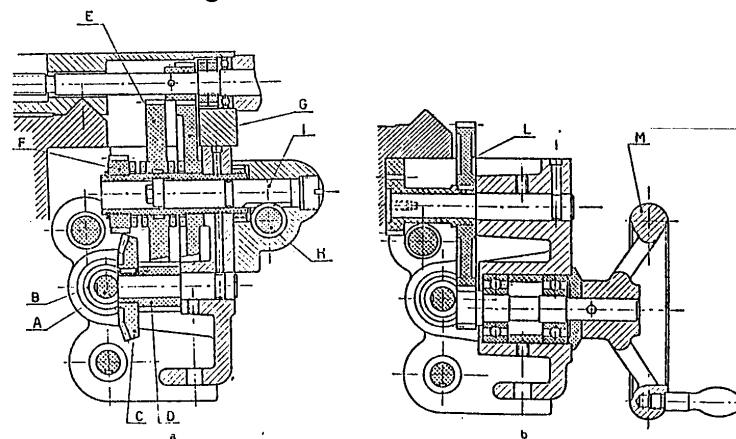


Justamente abajo de este husillo se encuentra la barra de cilindrar que transmite el movimiento desde la caja de cambio de velocidades de avance para el mecanismo del carro longitudinal como se aprecia en las siguientes figuras.

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

Cuando es necesario cambiar la velocidad del husillo de roscar o de la barra de cilindrar, esto se hace rápidamente por medio de la caja de cambio de avances localizada en el extremo del cabezal principal.

La parte del carro que se encuentra al frente del torno se llama delantal y es una pieza fundida y que contiene los engranes y mecanismos para mover los carros longitudinal y transversal tanto manual como automáticamente. Al frente del delantal se encuentran volantes y palancas para su accionamiento.

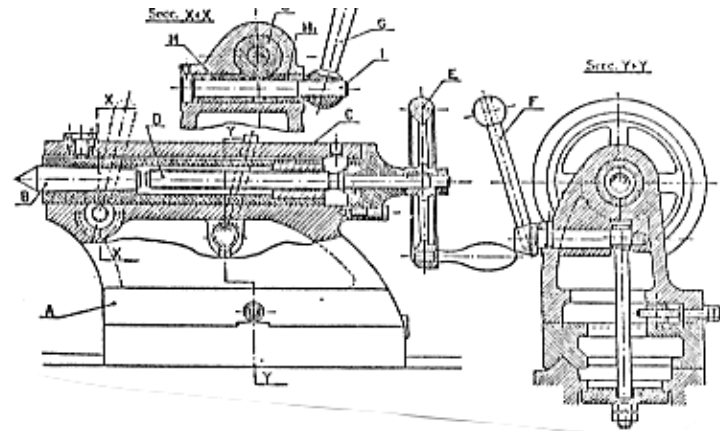


-a, sección transversal del delantal de un torno paralelo en la parte correspondiente a los mandos para el avance de alimentación automática de los carrillos longitudinal y transversal; b, sección transversal del delantal del mismo torno y correspondiente a los mandos para el avance a mano. (Construcción de la casa Grazioli, Milán.)

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

## 4. EL CABEZAL MÓVIL:

Viene montado sobre las guías de la bancada y se puede deslizar sobre ellas acercándose o alejándose del cabezal principal. Su función es sostener las piezas que giran, cuando estas son muy largas.



Se compone del soporte A de fundición, el contrapunto B encajado en un agujero cónico, el casquillo C que es empujado por el tornillo D accionado por el volante E. Todo el conjunto se fija sobre la bancada con la palanca F excéntrica, mientras el casquillo C se fija con la palanca G también excéntrica.

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

## 5. CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN:

En todas las operaciones de corte se desarrollan altas temperaturas como resultado de la deformación plástica del metal y la fricción, y a menos que se controlen estas temperaturas, las superficies metálicas (herramienta-viruta-pieza) tenderán a adherirse.

Por esta razón todas las máquinas herramientas vienen provistas de un circuito refrigerante que lleva este fluido directamente hacia la zona de corte.

Se constituyen de una electrobomba localizada en la parte inferior de la máquina, que succiona el refrigerante de un recipiente y lo envía a través de un tubo hasta la zona de corte, el fluido luego regresa al recipiente inferior.

En la línea existen adecuados filtros para evitar el paso de las virutas, en instalaciones grandes además existen enfriadores para mantener la temperatura del refrigerante.

Sólo en el caso de las rectificadoras existen también en la línea separadores magnéticos para impedir el paso de las finas virutas desprendidas en este proceso.

# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO

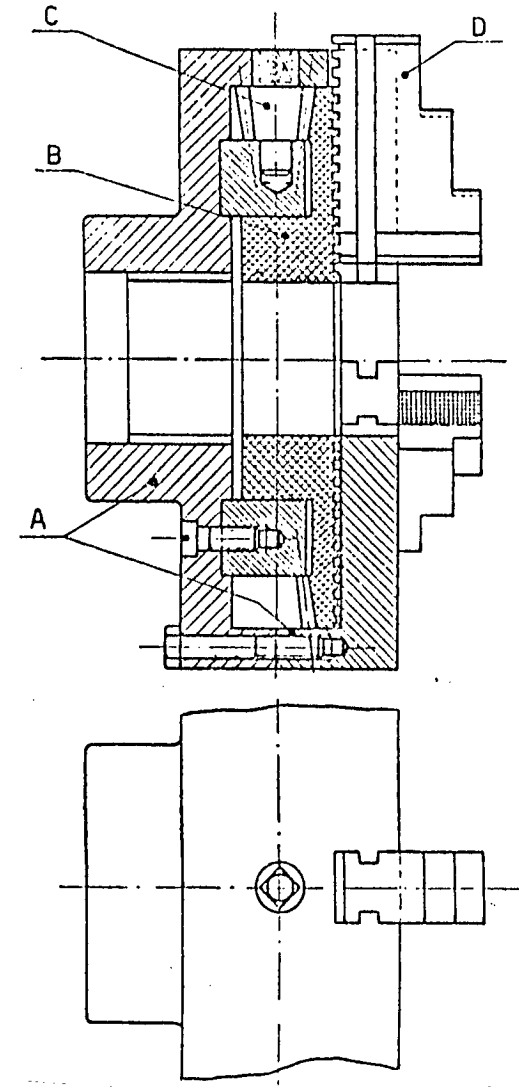
## PARALELO

### 1. PLATO UNIVERSAL DE 3 GARRAS (CHUCK)

Se monta en el extremo del husillo principal del torno y sirve para sujetar las piezas de forma cilíndrica.

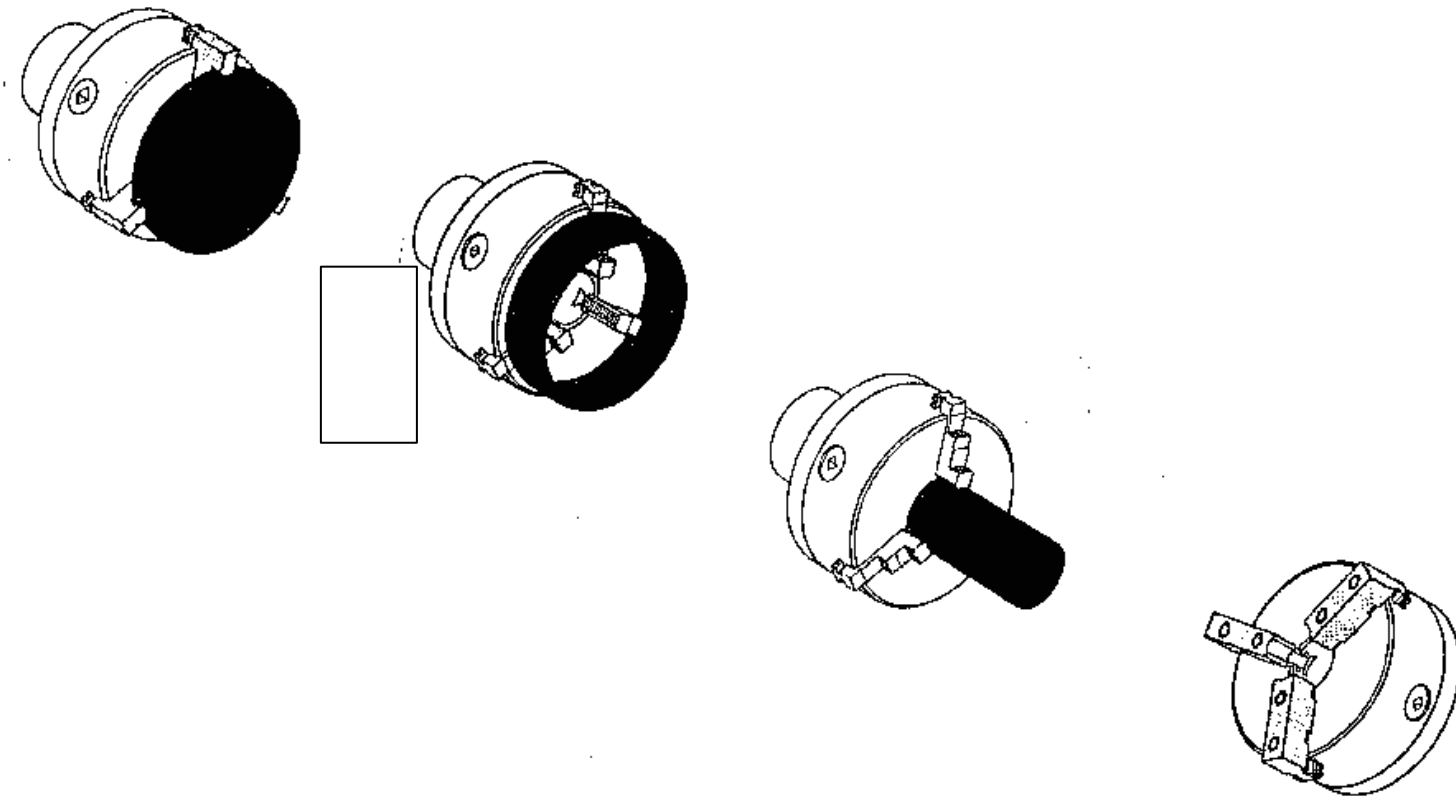
Las mordazas o garras son recambiables y se accionan con una llave especial que se inserta por C, las 3 mordazas se desplazan simultáneamente hacia el centro o hacia afuera.

La llave debe ser siempre retirada antes de que empiece a girar el husillo, pues de lo contrario puede salir despedida con gran fuerza causando algún accidente a los operarios.



# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

Tipos de mordazas para plato universal (chuck)

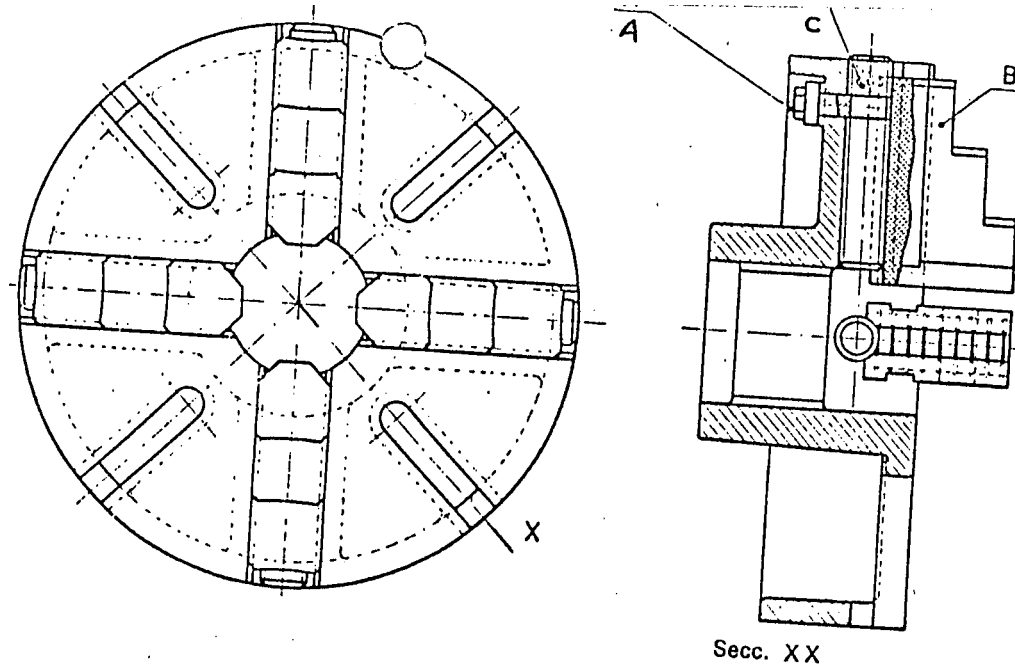


# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## 2. PLATO DE GARRAS INDEPENDIENTES

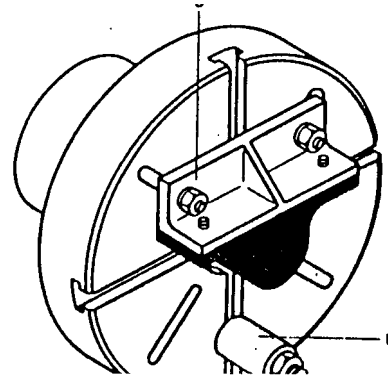
Se emplea para la sujeción de piezas de forma irregular.

Consta de 4 garras, cada una accionada en forma independiente.



# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## 3. PLATO SIN MORDAZAS

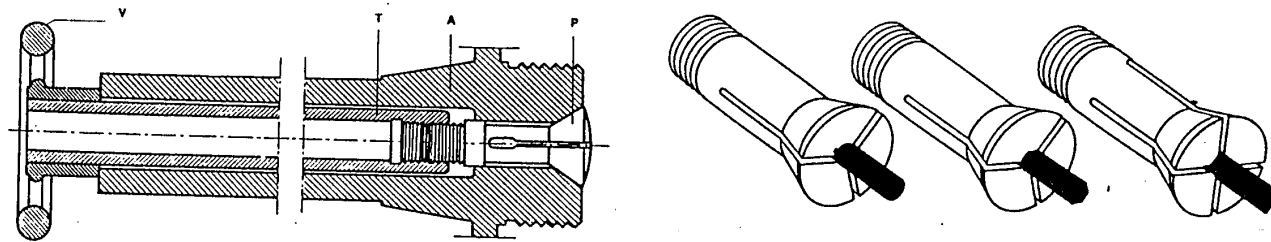


Las piezas que no se pueden fijar con mordazas, se bloquean con estribos y tornillos sobre platos que no disponen de mordazas. Para poder aplicar los estribos, estos platos presentan unas ranuras radiales en forma de T y unas ventanas también radiales. Las mesas que giran conjuntamente con el plato deben estar equilibradas. Por esta razón, cuando la distribución del peso de la pieza es asimétrica respecto al eje del plato se añade un contrapeso P.



# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## 4. PINZAS

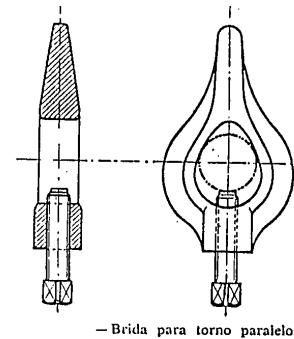
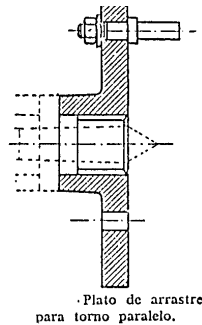


Cuando se deben torneear cuerpos cilíndricos, barras trefiladas de pequeñas dimensiones o piezas en grandes series con tornos semiautomáticos y automáticos, en lugar de los platos autocentrantes es posible utilizar un dispositivo, en forma de tubo, llamado pinza. Las pinzas se utilizan sobre todo en el torneado de barras que pueden ser cilíndricas, hexagonales o cuadradas. La pinza consiste en un cuerpo cónico con un agujero axial en el que se inserta la barra a torneear. Tres o cuatro cortes longitudinales dan elasticidad a un extremo de la pinza, de forma que ejerciendo una presión uniforme sobre su superficie externa, se estrangula el agujero y bloquea la barra. La presión necesaria para cerrar la pinza se obtiene al hacer entrar forzosamente su extremo cónico en el alojamiento hueco del husillo. El medio empleado para efectuar esta operación está constituido por un tirante T tubular con mando por tornillo, coaxial al husillo A y unido a la pinza P mediante un tramo roscado y accionado por el volante v.

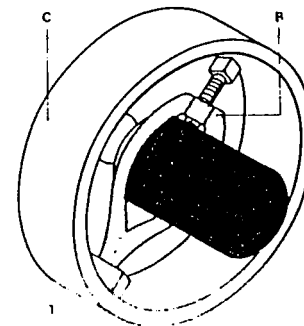
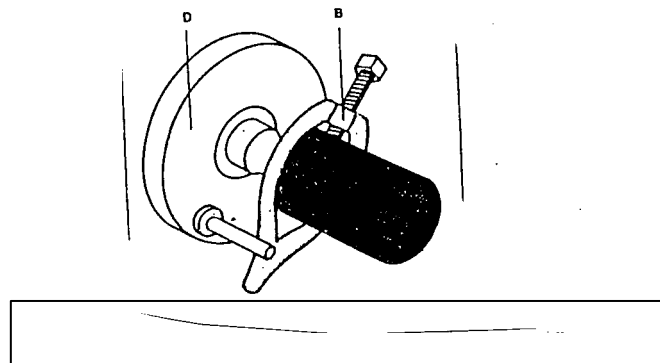
# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## 5. PLATO DE ARRASTRE Y BRIDA DE ARRASTRE (PERRO)

Estos dos elementos mecánicos nos permiten montar una pieza entre puntos y darle movimiento giratorio.

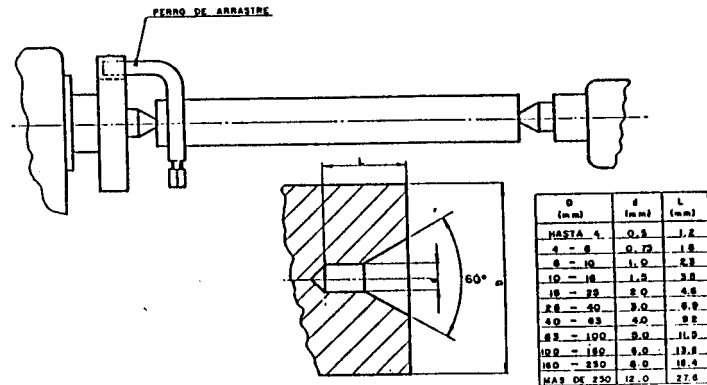


Unión Plato-Perro de arrastre

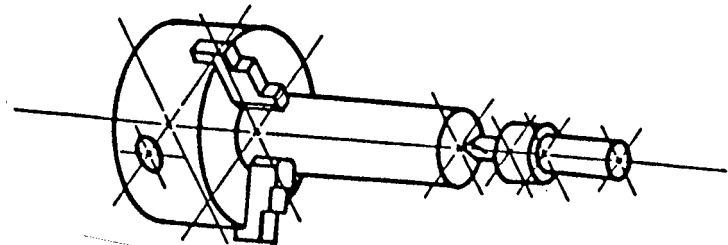


# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

Montaje de una pieza entre puntos



Montaje de una pieza con el chuck y centrado de su extremo



# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## 6.- UÑETAS DE ARRASTRE:

### FUERZA DEL CONTRAPUNTO Y ELECCIÓN DE LAS UÑETAS DE ARRASTRE

La fuerza axial requerida, que es suministrada por el contrapunto, depende de la dirección y sentido de corte, material de la pieza, sección de la viruta y la relación entre el diámetro de la pieza y el diámetro de arrastre.

En la tabla A, la fuerza del contrapunto es obtenida en función de la sección de viruta y la relación entre el diámetro de la pieza y el diámetro de arrastre. Si el sentido de corte (2) es hacia el contrapunto. La fuerza axial de corte actúa contra éste, por lo que la fuerza obtenida en la tabla A debe multiplicarse por 2, esto es, aumentarla en un 100%. En el caso de corte tangencial (1.5) hacia adentro, la fuerza obtenida debe multiplicarse por 1.5.

SECCIÓN DE VIRUTA A x S	RELACION = $\frac{\text{Ø PIEZA}}{\text{Ø ARRASTRE}}$						
	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.50
0.1	200	200	250	300	350	400	450
0.2	200	225	275	325	375	425	500
0.3	200	250	300	350	400	450	550
0.4	225	275	325	375	425	500	600
0.5	250	300	350	400	450	550	650
0.6	275	325	375	425	500	600	700
0.7	300	350	400	450	550	650	750
0.8	325	375	425	500	600	700	800
0.9	350	400	450	550	650	750	850
1.0	375	425	500	600	700	800	900
1.25	400	450	600	700	800	900	1000
1.5	425	500	700	800	900	1000	1100
2.0	450	600	800	800	1000	1100	1200
2.5	500	700	900	1000	1100	1200	1400
3.0	600	800	1000	1100	1200	1400	1600
3.5	700	900	1100	1200	1400	1600	1800
4.0	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
5.0	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2300
6.0	1200	1350	1600	1800	2000	2300	2600
7.0	1300	1500	1750	2000	2200	2500	2800
8.0	1400	1650	1900	2200	2400	2700	3000
9.0	1500	1800	2050	2350	2600	2900	3200
10.0	1600	1900	2200	2500	2800	3100	3400

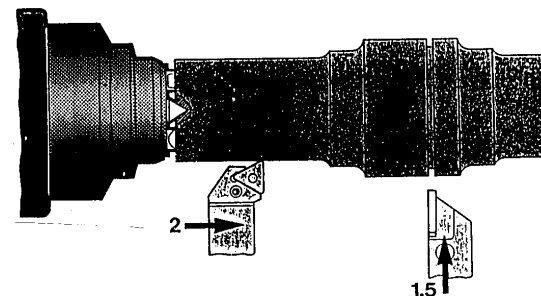


TABLA A  
A = PROFUNDIDAD DE CORTE  
S = AVANCE POR REVOLUCIÓN

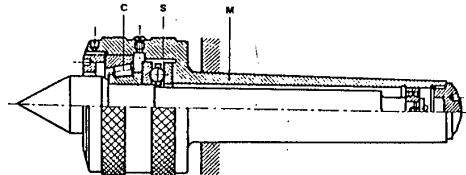
# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## FIJACIÓN DE LA PIEZA ENTRE LOS PUNTOS

Las piezas a toronar de forma alargada se colocan entre los puntos del torno. Se llama punto al que se aloja en el husillo y contrapunto al que se aloja en el manguito del cabezal móvil. El contrapunto puede ser fijo o rotativo. Los puntos están formados por un cono Morse para su fijación a la máquina y por una punta cónica con un ángulo en el vértice de 60 grados que sostiene y centra la pieza a trabajar. El contrapunto puede presentar un escote para permitir a la herramienta refrentar el extremo de la pieza (media punta).



Los puntos rotativos giran conjuntamente con la pieza a trabajar. Están formados por un cono Morse M para su fijación a la máquina, y por una punta que sostiene y centra la pieza, que gira sobre cojinetes de rodillos cilíndricos o cónicos C y hace tope con un cojinete axial S.

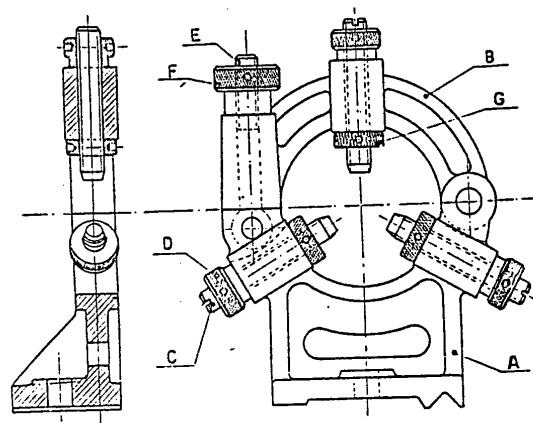


No debe fijarse demasiado rígidamente la pieza entre los puntos. Para juzgar si una pieza está fijada de forma correcta, debe probarse a mano si aquella gira alrededor de su eje. Para reducir el rozamiento entre el centro y el contrapunto fijo se lubrica con grasa y aceite mezclado con grafito.

# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## 7. LUNETAS

Son un soporte auxiliar para sostener una pieza muy larga que se interpone entre el cabezal principal y el contrapunto evitando que la pieza se deflexione y vibre por efecto de la fuerza de corte impuesta por la herramienta. Existen lunetas fijas y móviles que se montan sobre las guías de la bancada o sobre el carro portaherramientas respectivamente; sus patines soportan la superficie de la pieza en rotación.



—Luneta para torno paralelo.

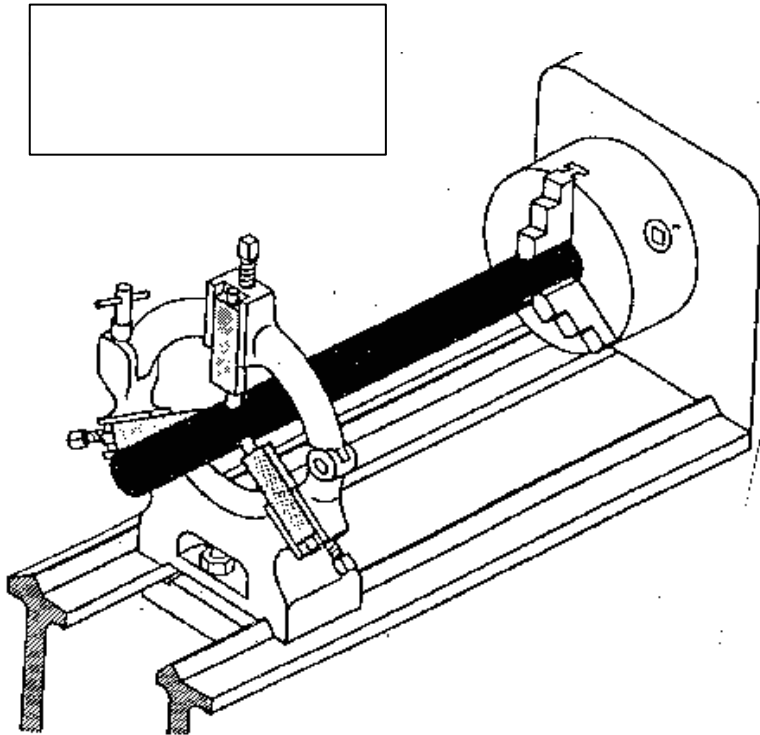
A, soporte fijo; B, soporte rebatible; C, tornillo de fijación; D, tuerca; E, tirante de fijación del soporte rebatible; F, tuerca; G, contratuercas.

# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO

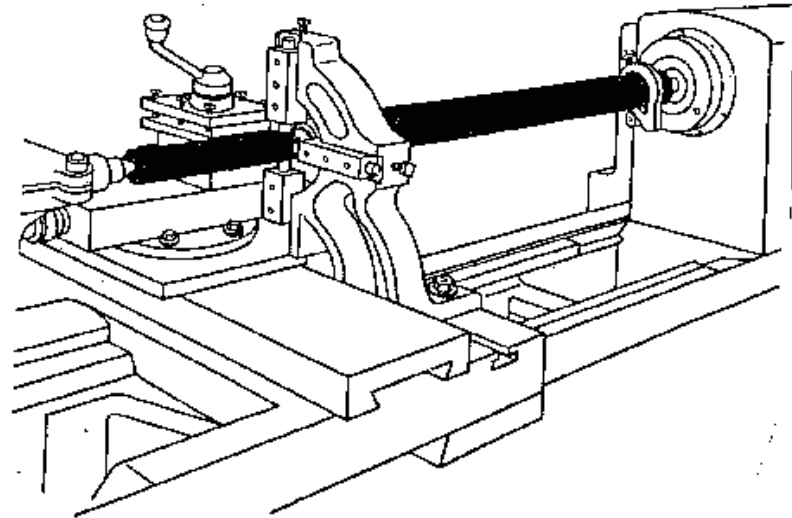
## PARALELO

### Montaje de lunetas

LUNETAS FIJA



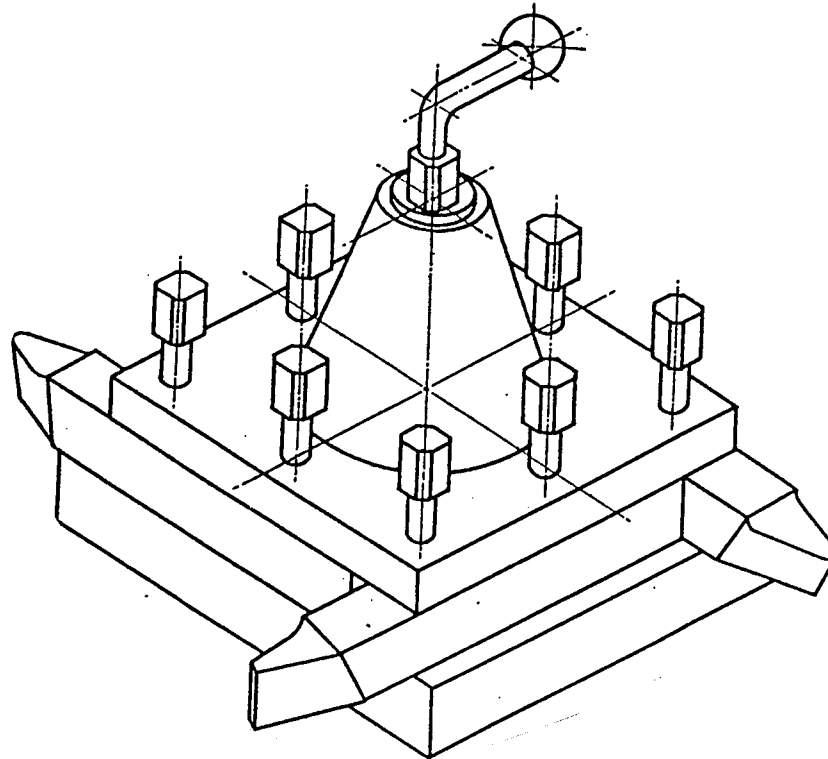
LUNETAS MÓVIL



# DISPOSITIVOS PARA EL TORNO PARALELO

## 8. TORRETA MÚLTIPLE:

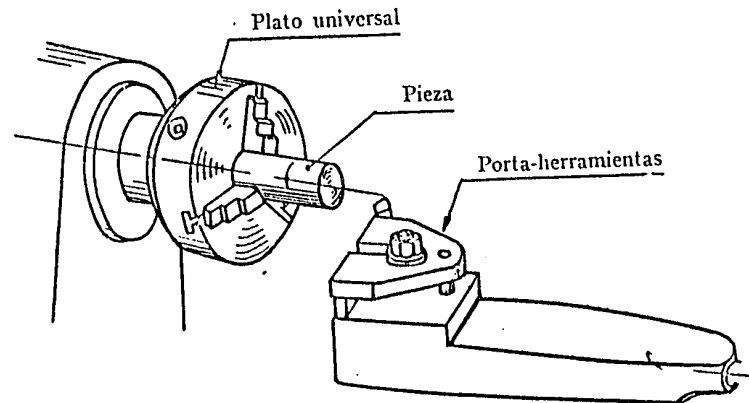
Nos permite montar simultáneamente hasta 4 herramientas, lo cual permite con un simple giro presentar un nuevo buril sobre la pieza.



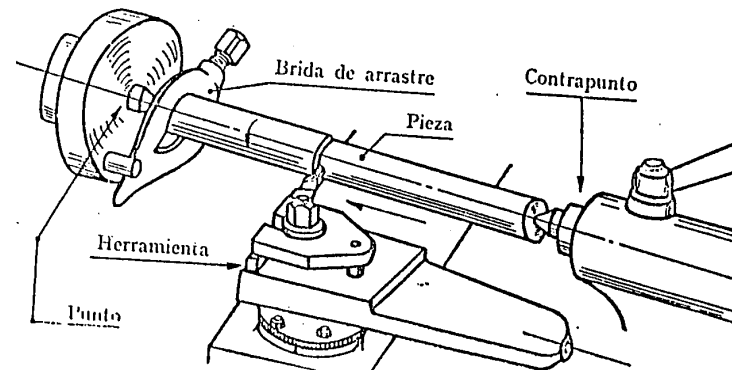


# DOS SISTEMAS CARACTERÍSTICOS DE COLOCAR UNA BARRA EN EL TORNO PARALELO

## COLOCACIÓN SOBRE PLATO UNIVERSAL

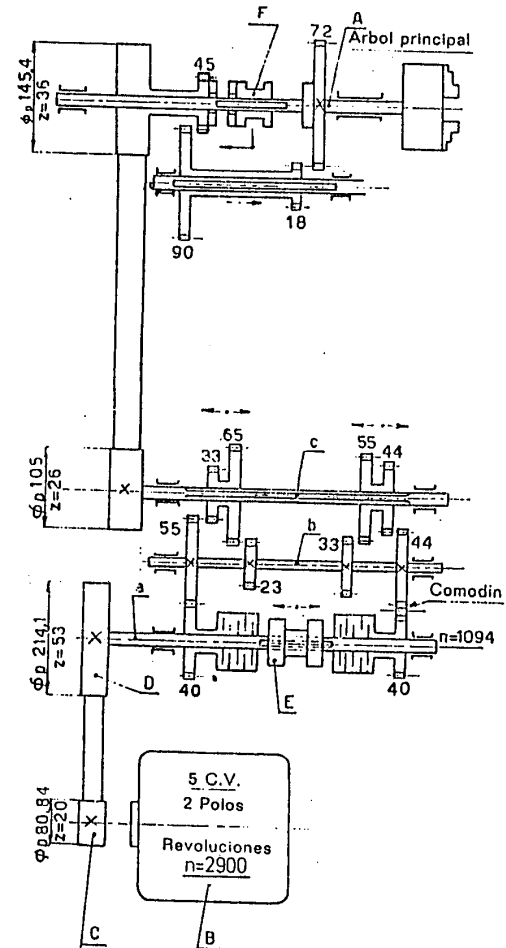


## COLOCACIÓN ENTRE DOS PUNTOS



# TRANSMISIÓN EN UN TORNO PARALELO

ESQUEMA DE LA  
CADENA  
CINEMÁTICA PARA  
EL MANDO DEL  
HUSILLO PRINCIPAL  
DE UN TORNO  
PARALELO.



# TRABAJOS DE TORNEADO

## CILINDRADO:

Se debe torner una pieza de diámetro 25mm a diámetro 20 h8.

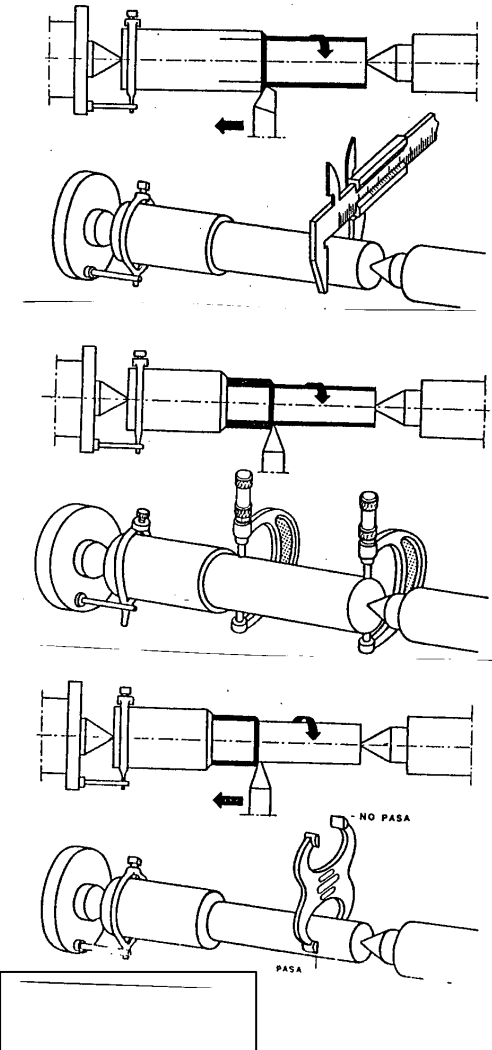
El símbolo h8 indica la tolerancia de la cota 20. Consultando unas tablas de tolerancias, se lee que para la cota 20 mm corresponden las cifras + 0.000 y - 0.033 mm. Se trata, por lo tanto, de un diámetro bastante preciso, para alcanzar el cual se precisan varias pasadas cada vez más ligeras y controlar los diámetros que se van obteniendo.

*Procedimiento:*

El exceso de material de la pieza a trabajar es igual a  $(25-20)/2 = 2.5\text{mm}$ . Con una herramienta recta para desbastar se efectúa una primera pasada de desbaste hasta reducir el exceso de material a 0.8 / 1 mm. La profundidad de pasada se regula con el tambor graduado del carro transversal. El diámetro obtenido se controla con un pie de rey.

Después de haber sustituido la herramienta de desbastar por una herramienta recta de acabar, se efectúa una segunda pasada hasta reducir el exceso de material a 0.3 / 0.5mm. Se controla el diámetro y el alineamiento de los puntos midiendo con un micrómetro dos diámetros en los extremos de la pieza. La diferencia entre las dos lecturas debe ser inferior a la tolerancia admitida.

Con una última pasada de acabado se lleva finalmente el diámetro a su valor final. El control final de la tolerancia del diámetro se efectúa con un calibre diferencial de herradura (o calibre de herradura "pasa no pasa" (sólo en caso de producción en serie).

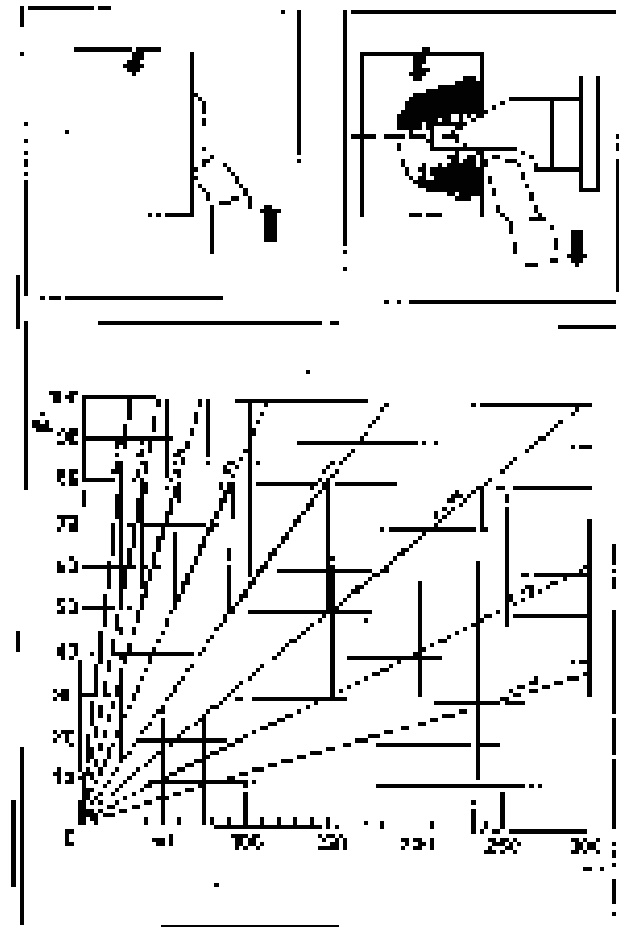


# TRABAJOS DE TORNEADO

## REFRENTADO:

Se entiende por refrentado al torno la operación mediante la que se tallan las caras planas terminales de la pieza. El refrentado puede efectuarse con dos herramientas diferentes: herramienta curva para refrentar, con avance dirigido de la periferia al centro, herramienta de costado acodada con avance dirigido del centro a la periferia. La herramienta de costado se utiliza en particular, cuando se refrenta una pieza montada entre puntos. Para permitir trabajar a la herramienta se utiliza un contrapunto con escote. En las operaciones de refrentado la herramienta, avanzando desde la periferia en dirección al centro, trabaja sobre un diámetro que se reduce continuamente hasta anularse en el centro. En estas condiciones, si no se varía el número de revoluciones durante el refrentado de una pieza de diámetro considerable, la velocidad de corte se irá reduciendo continuamente. A partir de cierto punto resulta ya antieconómica. El diagrama polar permite determinar a qué valores del diámetro se debe cambiar de velocidad de rotación sin sobrepasar los límites superior e inferior predeterminados de la velocidad de corte.

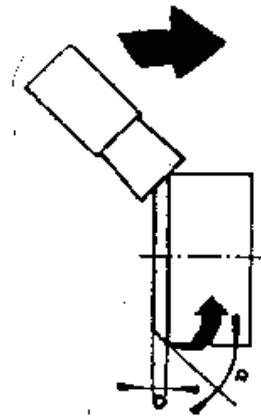
Ejemplo: para refrentar una pieza de 230 mm de diámetro, sin que la velocidad de corte sobrepase los 80 m/min ni descienda por debajo de los 50 m/min, se cambiará la velocidad según indica la línea roja del diagrama. El procedimiento resulta más simple y práctico si se efectúa la operación sobre torno con variador de velocidad. En tal caso, la variación de velocidad de corte se obtiene de forma continua durante el refrentado actuando sobre un volante.



# TRABAJOS DE TORNEADO

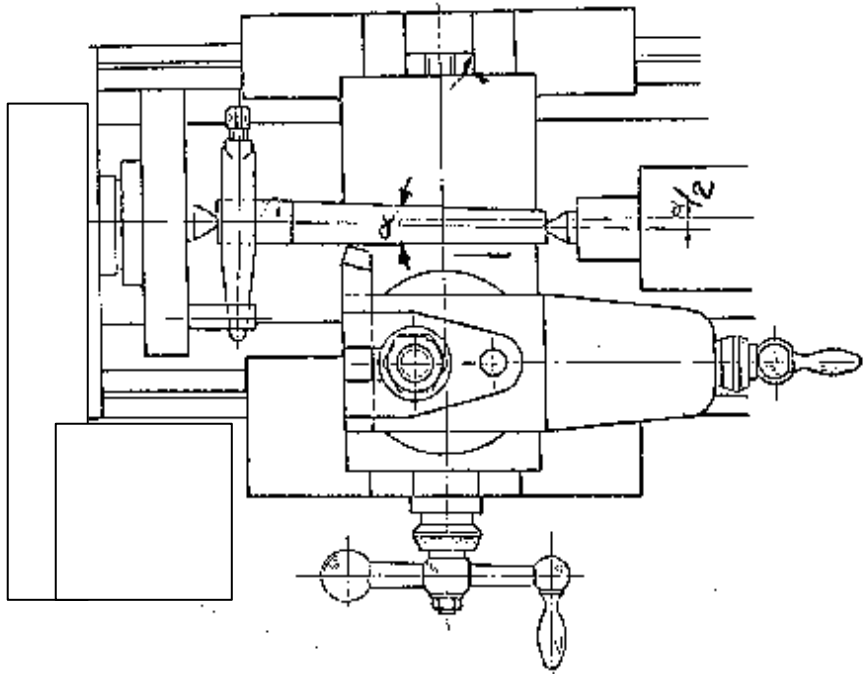
## *Achaflanados:*

Los achaflanados de las superficies refrentadas se efectúan con herramientas anchas de acabar. La longitud  $Q$  y el ángulo  $a$  del chaflán se regulan controlando la carrera de la herramienta, cuyo avance es axial, mediante el tambor graduado del carro superior. La operación de refrentado deja siempre sobre la pieza una punta viva cortante y, por lo tanto, peligrosa. Se elimina dicha punta con la lima, inmediatamente después del refrentado.

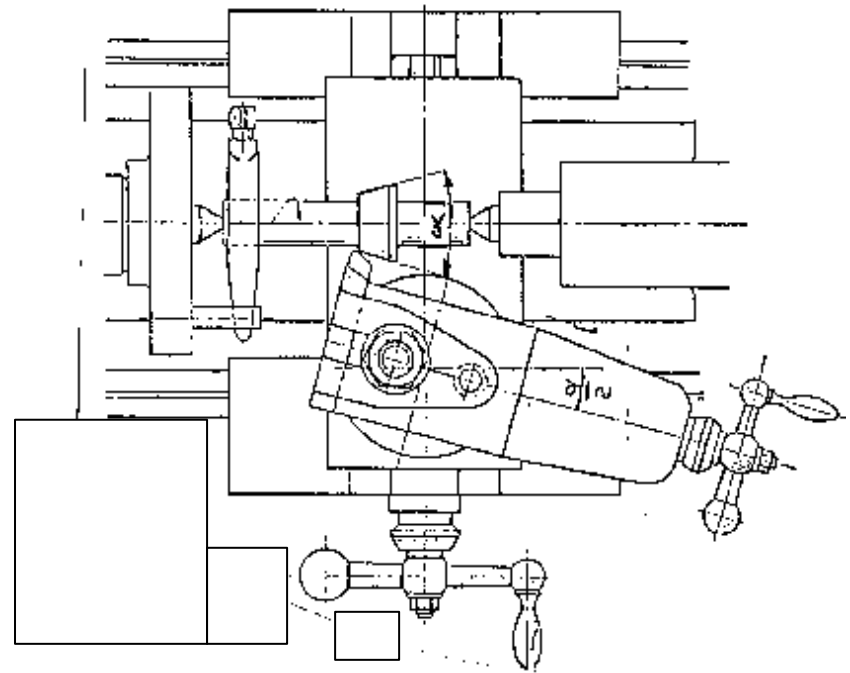


# TRABAJOS DE TORNEADO

## *TORNEADO DE CONOS:*



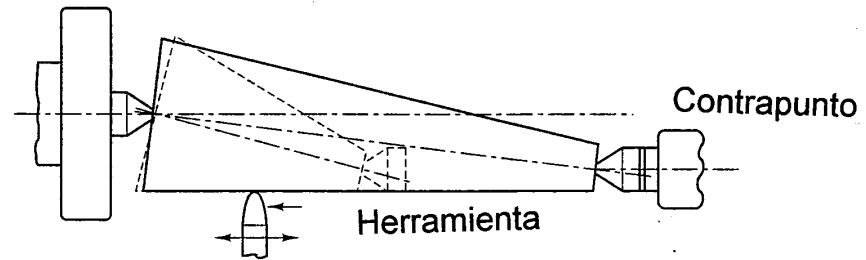
Conicidades pequeñas se logran desplazando el contrapunto.



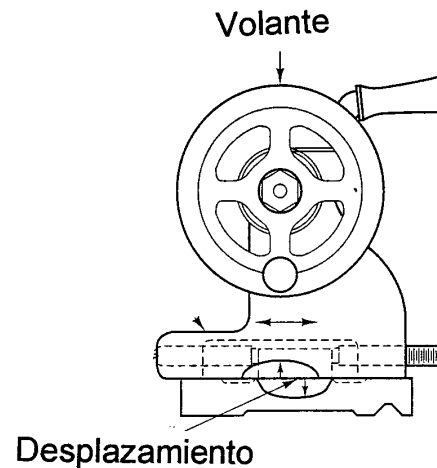
Para conicidades grandes se inclina el carro auxiliar midiendo los grados con su transportador.

# CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO DEL CONTRAPUNTO

D= diámetro mayor  
d= diámetro menor  
Lw= longitud de la pieza  
Lt= longitud del cono



Vista superior

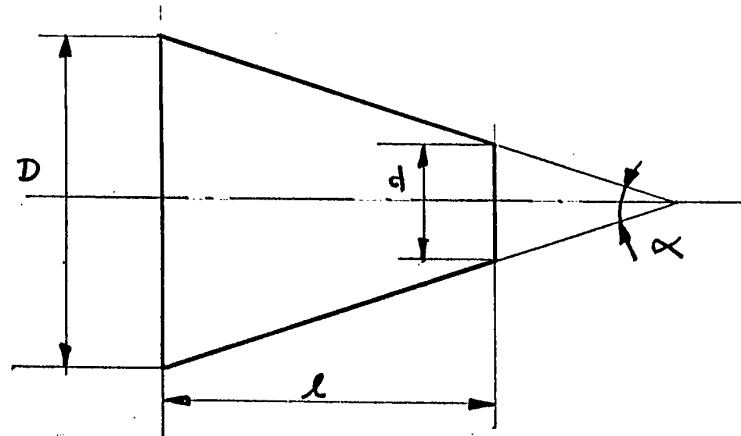


Vista lateral

$$\frac{\frac{1}{2}(D-d)L_w}{L_t} = \text{Desplazamiento}$$

# TRABAJOS DE TORNEADO

CONICIDAD:



Los conos son cuerpos de revolución cuyas generatrices se cortan en un punto. En los talleres es común llamar también conos a los troncos de cono.

1. Conicidad:  $\frac{D - d}{L} = \frac{1}{K}$

Significa que en una longitud de k mm, el diámetro del cono varía 1mm.

Ejemplo: D=50mm, d=45mm, L=50mm

$$\frac{50 - 45}{50} = \frac{5}{50} = \frac{1}{10}$$



# TRABAJOS DE TORNEADO

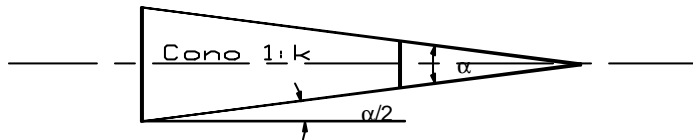
2. Inclinación:  $\frac{D - d}{2L} = \frac{1}{X}$  Significa que en una longitud de Xmm, el radio del cono varía en 1mm

Ejemplo:  $\frac{50 - 45}{2 \times 50} = \frac{5}{100} = \frac{1}{20}$

3. Angulo de Ajuste:  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2L}$

Ejemplo:  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{20} = 0.05 = \frac{\alpha}{2} = 5^\circ 44'$

# CONICIDADES MÉTRICAS



cono	ajuste en	(M) = construcción de máquinas	(W) = construcción de herramientas
1:k	$\alpha$	la máquina $\alpha/2$	
<b>CONOS SEGÚN DIN 254</b>			
1:0.289	120°	60°	(M) Avellanamiento protector para taladros de centrado
1:0.5	90°	45°	(M) Cono de válvula, enlaces en vástagos de embolo
1:0.866	60°	30°	(M) Cono de cierre hermético para roscas ligeras de tubo; ranuras en V; taladros de centrado; (W) puntas de granete
1:1.5	36°52'	18°26'	(M) Cono de cierre hermético para roscas fuertes de tubo
1:3.429	16°36'	8°18'	(W) Cono del husillo de fresar (recomendación de ISA)
1:4.074	14°	7°	(W) Caja de husillo de construcción de máquinas-herramientas
1:5	11°25'	5°42'30"	(M) Extremo inferior de pivotes verticales, acoplamientos a fricción, elementos de máquinas sometidos a esfuerzos transversales a su eje, a torsión y longitudinalmente
1:6	9°32'	4°26'	(M) Conos de grifería, pernos de cruceta para locomotoras
1:10	5°44'	2°52'	(M) Pernos de acoplamiento, cajas de cojinete ajustables, elementos de máquinas sometidas a esfuerzos transversales a su eje, a torsión y longitudinalmente
1:15	3°49'	1°54'30"	(M) Vástagos de émbolos de locomotoras, cubos de hélices de buques
Véase cono Morse DIN 228			(W) Mangos de herramienta y conos de acoplamiento en los husillos de las
1:20	2°52'	1°26'	máquinas-herramientas
1:30	1°54'34"	57'17"	(W) Taladros de los escariadores y avellanadores de casco
1:50	1°8'46"	34'23"	(M) Pasadores cónicos

## MANGOS CÓNICOS DE HERRAMIENTAS SEGÚN DIN 228

Designación	Métrico		Morse							
	4	6	0	1	2	3	4	5	6	
Cavidad	D	4	6	9.045	12.065	17.78	23.825	31.267	44.399	63.348
	$d_4$	3	4.6	6.7	9.7	14.9	20.2	26.5	38.2	54.8
	$l_6$	25	34	52	56	67	84	107	135	187
Mango	$l_5$	21	29	49	52	63	78	98	125	177
	$D_1$	4	6.2	9.212	12.24	17.981	24.051	31.543	44.731	63.759
	d	3	4.4	6.453	9.396	14.583	19.784	25.933	37.574	53.905
	$l_2$	25	35	53	57	68	85	108	136	189
	$d_2$	—	—	6.115	8.972	14.059	19.132	25.154	36.547	52.419
	$l_4$	—	—	59.5	65.5	78.5	98	123	155.5	217.5
a	2	3	3.2	3.5	4	4	5.3	6.3	7.9	
Cono	1:20		1:19.212	1:20.048	1:20.020	1:19.922	1:19.254	1:19.002	1:19.180	
Ángulo de ajuste $\alpha/2$	1°25'56"		1°29'27"	1°25'46"	1°25'50"	1°26'16"	1°29'15"	1°30'26"	1°29'36"	

NORMALMENTE UTILIZADAS EN TORNOS Y TALADROS

# CONICIDADES AMERICANAS

## BROWN AND SHARPE

No.	Macho		Hembra		Conicidad pul/pie
	Diámetro menor	Longitud	Diámetro mayor	Longitud	
1	0.2000	0.937	0.2392	1.062	0.50200
2	0.2500	1.187	0.3000	1.312	0.50200
3	0.3125	1.500	0.3750	1.625	0.50200
4	0.3500	1.687	0.4200	1.812	0.50240
5	0.4500	2.125	0.5390	2.250	0.50160
6	0.5000	2.375	0.5990	2.500	0.50339
7	0.6000	2.875	0.7200	3.000	0.50147
8	0.7500	3.562	0.8980	3.687	0.50100
9	0.9000	4.250	1.0770	4.375	0.50085
10	1.0446	5.000	1.2600	5.125	0.51612
11	1.2500	5.937	1.4980	6.062	0.50100
12	1.5000	7.125	1.7970	7.250	0.49973
13	1.7500	7.750	2.0625	7.875	0.50020
14	2.0000	8.250	2.3440	8.375	0.50000
15	2.2500	8.750	2.6150	8.875	0.50000
16	2.5000	9.250	2.8850	9.375	0.50000
17	2.7500	9.750	3.1560	9.875	0.50000
18	3.0000	10.250	3.4270	10.375	0.50000

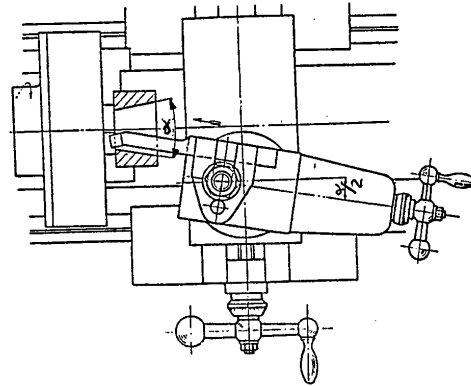
## STEEP

No.	Diámetro menor	Diámetro mayor	Longitud	Conicidad Pul/pie
10	0.370	0.625	7/8	3.500
20	0.492	0.875	1-5/16	3.500
30	0.703	1.250	1-7/8	3.500
40	0.966	1.750	2-11/16	3.500
50	1.583	2.750	4	3.500
60	2.391	4.250	6-3/8	3.500

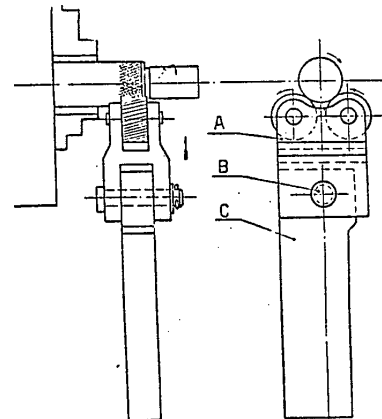
NORMALMENTE UTILIZADAS EN FRESADO

# TRABAJOS DE TORNEADO

Torneado de conos interiores:

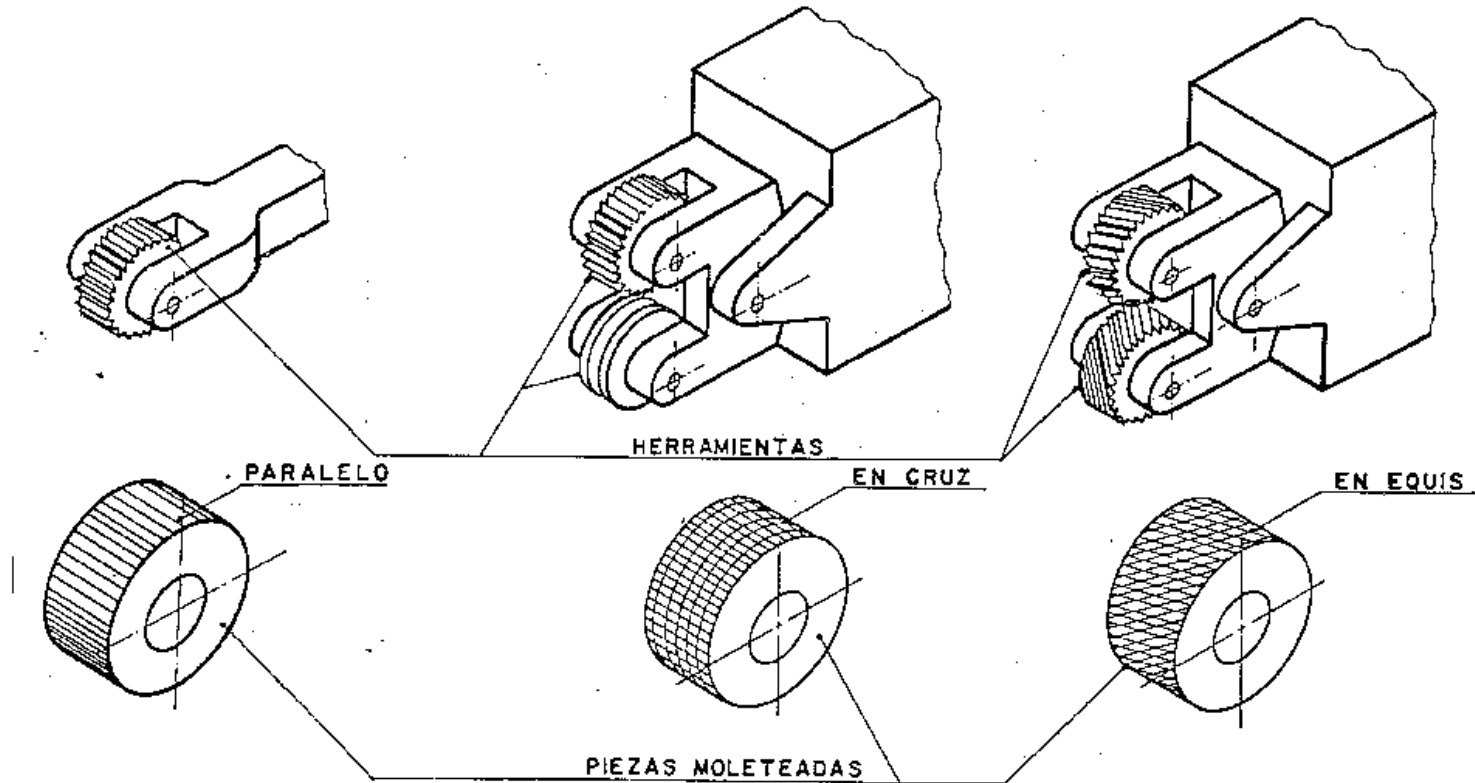


**MOLETEADO:** Operación que consiste en imprimir estrias sobre la pieza con una herramienta especial de rodillos.



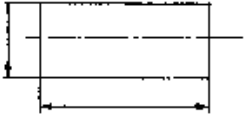
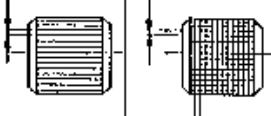
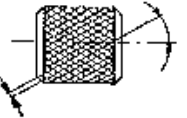
# TRABAJOS DE TORNEADO

## Herramientas para moletear



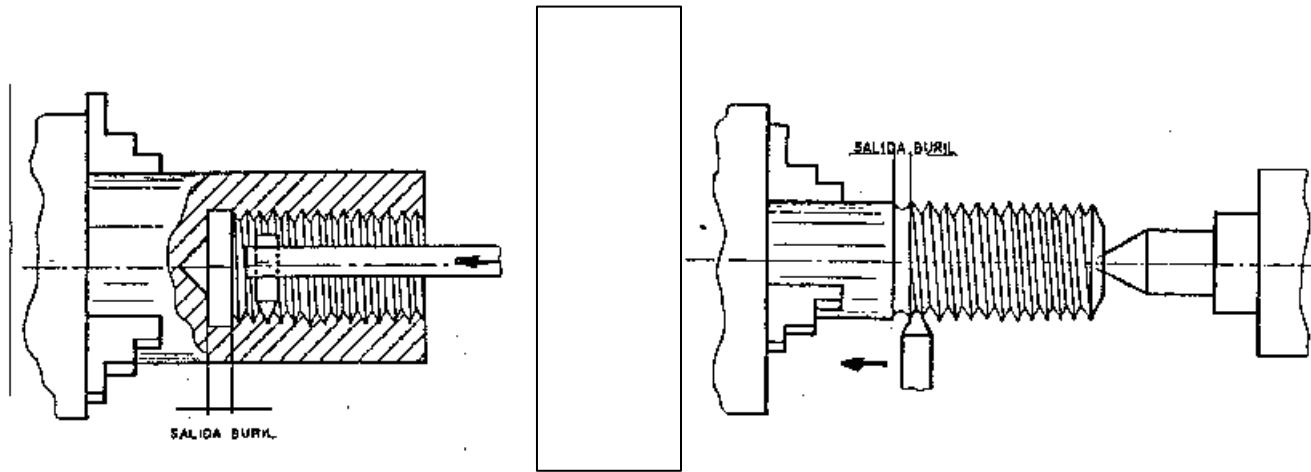
# TRABAJOS DE TORNEADO

*Valores de orientación para el paso de moleteados paralelos, en cruz y en X*

Medidas de la pieza en mm		Moleteado paralelo para todos los materiales		Moleteado en cruz para guisa dura	Moleteado en X para latón, aluminio, acero y fibra
					
Diámetro d	longitud l	t	t	para fibra, Al, latón t =	para acero t =
hasta 6	cualquiera	0.5	0.6	0.6	0.6
8 a 16	cualquiera	0.5 y 0.6	0.6	0.6	0.8
16 a 32	hasta 6	0.5 y 0.6	0.6	0.6	0.8
16 a 32	más de 6	0.8	0.8	0.8	1
32 a 63	hasta 6	0.6	0.6	0.6	0.8
32 a 63	6 a 16	0.8	0.8	0.8	1
32 a 63	más de 16	1	1	1	1.2
63 a 100	hasta 6	0.8	0.8	0.8	0.8
63 a 100	6 a 16	0.8	0.8	0.8	1
63 a 100	16 a 32	1	1	1	1.2
63 a 100	más de 32	1.2	1.2	1.2	1.6

# TRABAJOS DE TORNEADO

## ROSCADO

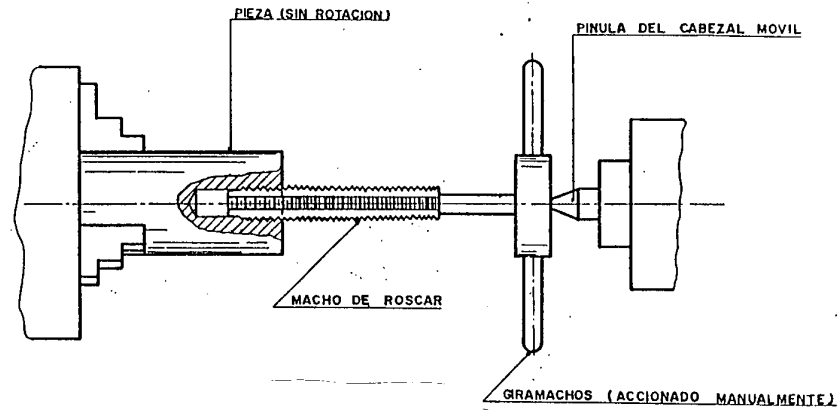


Roscado interior con buril

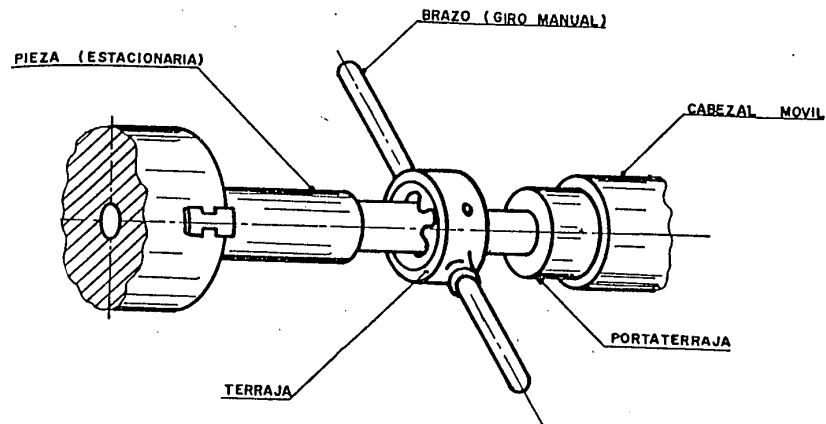
Roscado exterior con buril

# TRABAJOS DE TORNEADO

## ROSCADO INTERIOR CON PIEZA FIJA

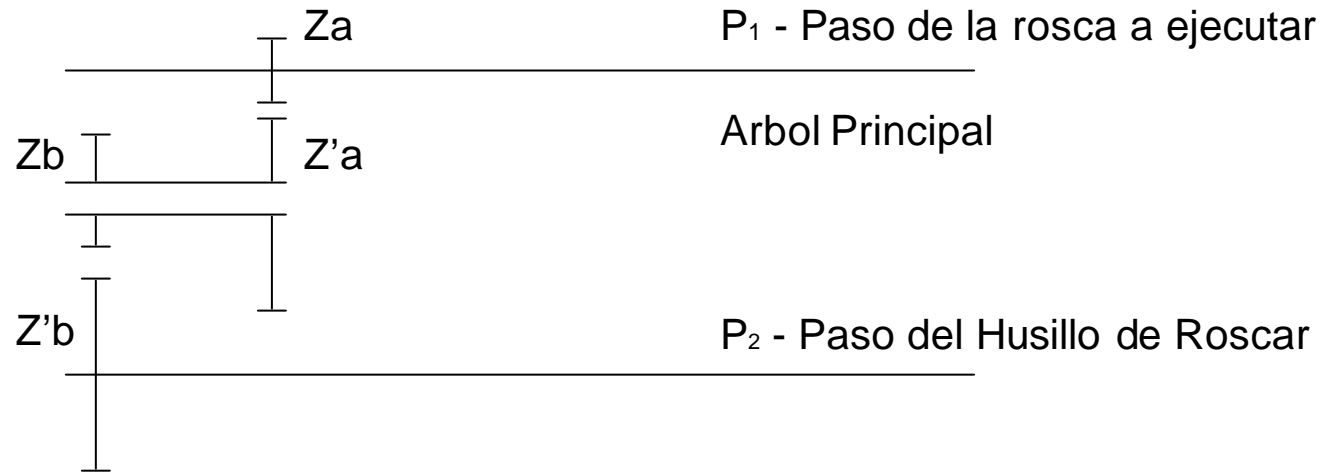


## ROSCADO EXTERIOR CON PIEZA FIJA





# CÁLCULO DE ENGRANES PARA LA EJECUCIÓN DE ROSCAS



$Z_a, Z_b, Z_c$  - Número de dientes de los engranes conductores.

$Z'_a, Z'_b, Z'_c$  - Número de dientes de los engranes conducidos.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{Z_a \times Z_b \times \dots \times Z_n}{Z'_a \times Z'_b \times \dots \times Z'_n}$$

# CÁLCULO DE ENGRANES PARA LA EJECUCIÓN DE ROSCAS

Ejemplo: Se tienen disponibles engranes de recambio de 15, 20, 25, ..., 150 dientes.

- 1) Determinar la combinación de ruedas para hacer una rosca con paso de 1mm con un paso del husillo de roscar de 5mm.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{5} = \frac{1}{5} \times \frac{15}{15} = \frac{15}{75} = \frac{Z_a}{Z'_a}$$

- 2)  $P_1=4.25$  mm, y  $P_2=10$  mm

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{4.25}{10} = \frac{425}{1000} = \frac{25 \times 17}{20 \times 50} = \frac{25}{20} \times \frac{17 \times 5}{50 \times 5} = \frac{25 \times 85}{100 \times 50} = \frac{Z_a \times Z_b}{Z'_a \times Z'_b}$$

- 3)  $P_1=8$ , y  $P_2=4$  hilos/pulg

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{8}{\frac{25.4}{4}} = \frac{32}{25.4} = \frac{320}{254} = \frac{80 \times 4}{127 \times 2} \times \frac{15}{15} = \frac{80 \times 60}{127 \times 30} = \frac{Z_a \times Z_b}{Z'_a \times Z'_b}$$

# ROSCAS

## ISO

ISO metric screw threads (coarse pitch threads) following DIN 13 Part 1, 12.86 edition

$d_1 = d - 2 H_1$   
 $d_2 = D_2 = d - 0.64952 P$   
 $d_n = d - 1.22667 P$   
 $H = 0.86603 P$   
 $H_1 = 0.54127 P$   
 $h_1 = 0.61343 P$   
 $R = \frac{H}{6} = 0.14434 P$

Nut thread diameter      Bolt thread diameter

Diameters of series 1 should be related to those of series 2, and these again to those of series 3.

Nominal thread diameter	Pitch diameter	Core diameter	Depth of thread		Round	Tensile stress cross-section $A_s$ in mm <sup>2</sup>
			$d_2 = D_2$	$d_1$		
Series 1	Series 2	Series 3	$d_2 = D_2$	$d_1$	$H_1$	$H$
$d = D$	$P$	$d_2 = D_2$	$d_1$	$d_1$	$H_1$	$H$
3	0.5	2.675	2.587	2.450	0.217	0.672
4	0.5	3.440	3.264	3.050	0.368	1.067
5	0.75	4.013	3.541	3.242	0.429	1.310
6	1	4.685	3.968	3.588	0.480	1.463
8	1	5.350	4.473	4.017	0.541	1.615
10	1.5	6.350	5.173	4.617	0.613	1.868
12	1.75	7.188	6.166	5.617	0.757	2.190
16	2	8.188	7.468	6.647	0.757	2.811
20	2.5	9.025	8.160	7.376	0.920	3.512
24	3	10.020	9.160	8.376	0.920	4.213
30	3.5	10.863	9.853	9.070	1.074	4.914
36	4	12.701	11.448	10.305	1.227	5.615
42	4.5	14.701	13.546	12.305	1.227	6.316
48	5	16.376	14.933	13.694	1.534	7.017
54	5.5	18.376	16.833	15.284	1.534	7.718
60	6	20.076	18.333	16.784	1.534	8.419
66	6	22.051	20.319	18.752	1.840	9.120
72	7	25.051	23.319	20.752	1.840	9.821
78	7	27.727	25.796	22.811	2.147	1.052
84	8	29.727	27.706	24.811	2.147	1.122
90	8	33.402	31.093	28.070	2.454	1.273
96	8	36.402	34.093	31.070	2.454	1.343
102	9	38.402	36.077	32.129	2.760	1.413
108	9	42.377	39.478	35.129	2.760	1.483
114	10	44.752	41.860	37.129	3.067	1.553
120	10	48.727	45.860	40.129	3.067	1.623
126	11	52.428	49.252	42.046	3.374	1.693
132	11	56.428	53.252	45.046	3.374	1.763
138	12	60.103	56.838	47.905	3.681	1.833
144	12	64.103	60.838	50.905	3.681	1.903
150	13	68.163	65.839	54.905	4.010	1.973

## UNIFICADAS AMERICANAS

Dimension	Filetes (psi)		Diámetro primitivo		Diámetro menor	
	UNC	UNF	UNC	UNF	Rosca externa	Rosca interna
0 (0.050)		80		0.0519	0.0447	0.0465
1 (0.073)	64	72	0.0629	0.0640	0.0538	0.0560
2 (0.086)	56	64	0.0744	0.0759	0.0641	0.0667
3 (0.099)	48	56	0.0855	0.0874	0.0734	0.0764
4 (0.110)	40	48	0.0958	0.0985	0.0813	0.0849
5 (0.125)	40	40	0.1088	0.1102	0.0943	0.0979
6 (0.138)	32	40	0.1177	0.1218	0.0997	0.1073
8 (0.164)	32	36	0.1437	0.1460	0.1257	0.1299
10 (0.190)	24	32	0.1629	0.1697	0.1389	0.1419
12 (0.216)	24	28	0.1889	0.1928	0.1649	0.1722
	1/4	20	0.2175	0.2268	0.1887	0.2022
	5/16	18	0.2764	0.2854	0.2443	0.2524
	3/8	16	0.3344	0.3479	0.2983	0.3077
	7/16	14	0.3911	0.4050	0.3499	0.3762
	1/2	13	0.4300	0.4675	0.4056	0.4167
	9/16	12	0.5084	0.5264	0.4603	0.4733
	5/8	11	0.5660	0.5889	0.5135	0.5266
	3/4	10	0.6850	0.7094	0.6173	0.6417
	7/8	9	0.8028	0.8286	0.7387	0.7547
	1	8	0.9188	0.9459	0.8466	0.8647
	1-1/8	7	1.0322	1.0700	0.9497	0.9704
	1-1/4	7	1.1572	1.1959	1.0747	1.0954
	1-3/8	6	1.2867	1.3209	1.1705	1.1946
	1-1/2	6	1.3917	1.4459	1.2953	1.3196
	1-3/4	5	1.6201	1.6816	1.5116	1.5315
	2	4-1/2	1.8557	1.9274	1.7274	1.7594
	2-1/4	4-1/2	2.1057	2.1974	2.0094	2.0894
	2-1/2	4	2.3376	2.4376	2.1933	2.2294
	2-3/4	4	2.5876	2.6876	2.4433	2.4794
	3	4	2.8376	2.9376	2.6933	2.7294
	3-1/4	4	3.0876	3.1876	2.9433	2.9794
	3-1/2	4	3.3376	3.4376	3.1933	3.2294
	3-3/4	4	3.5876	3.6876	3.4433	3.4794
	4	4	3.8376	3.9376	3.6933	3.7294

1) The tensile stress cross-section is calculated acc. to DIN 13 Part 28 with formula

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_w + d_{g1}}{2} \right)^2$$

# ESPECIFICACIONES GENERALES DE UN TORNO PARALELO

A manera de ejemplo, se ofrecen a continuación las características que describen un torno paralelo convencional.

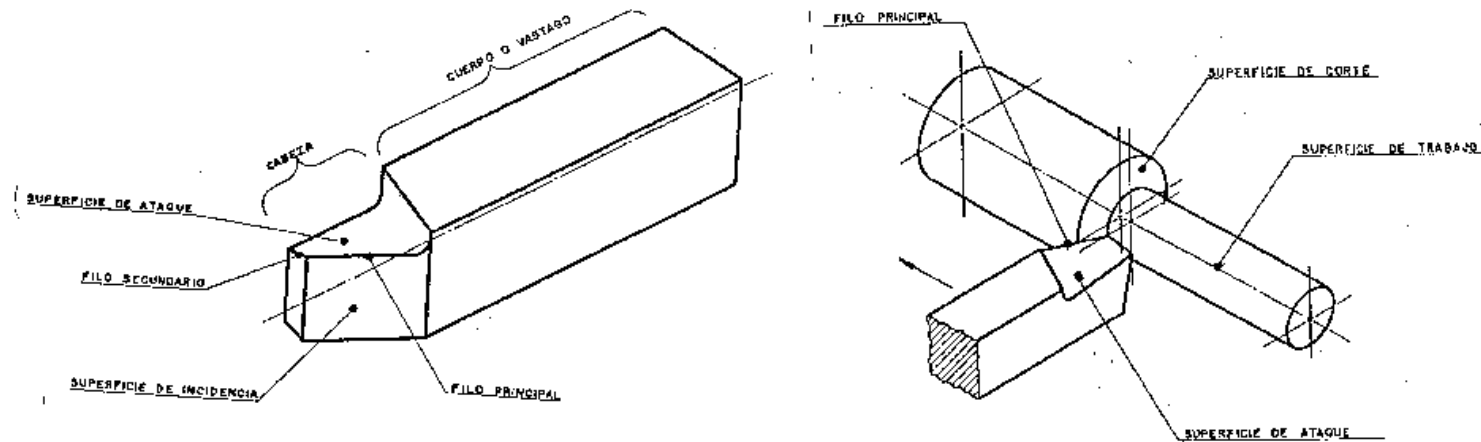
- |  |               |  |                     |
|--|---------------|--|---------------------|
| • Volteo sobre la bancada                    | 500 mm        | • Gama de avances longitudinales y transversales   | 0.007 a 1.25 mm/rev |
| • Volteo sobre el carro                      | 265 mm        | • Número de avances longitudinales y transversales | 79                  |
| • Perforación pasante del árbol              | 62 mm         | • Roscas métricas(43)                              | 0.5 a 160 mm        |
| • Ancho de la bancada                        | 450 mm        | • Motor principal                                  | 15 HP               |
| • Número de velocidades                      | 21            | • Motor de avances rápidos                         | 3/4 HP              |
| • Gama de velocidades                        | 16 a 1600 rpm | • Carga entre centros                              |                     |
| • Cono del husillo (métrico)                 | 80            | - sin luneta                                       | 2000 Kg             |
| • Cono casquillo de reducción (morse)        | 5             | - con luneta                                       | 2500 Kg             |
| • Diámetro de la funda de la contrapunta     | 80 mm         | • Distancia entre centros                          | 3000 mm             |
| • Cono de la funda de la contrapunta (Morse) | 5             | • Peso aproximado                                  | 3800 Kg             |

# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

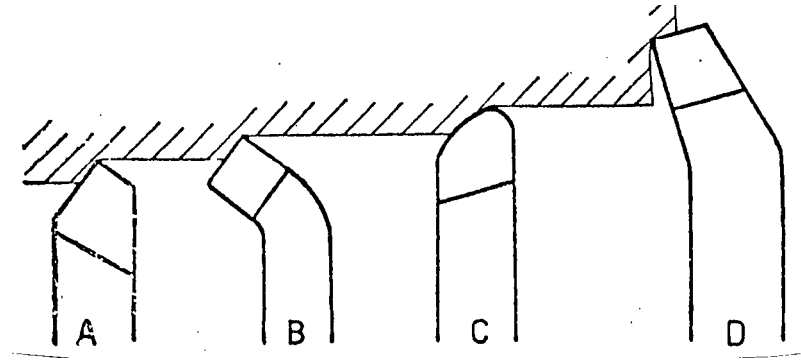
## I. INTEGRALES

Son hechas en forma de barra redonda cuadrada o rectangular de acero para herramientas forjadas, que en un extremo tienen su filo cortante.

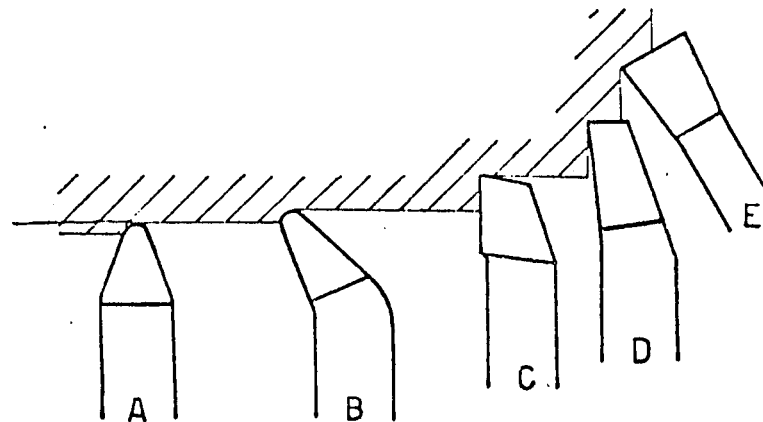
### HERRAMIENTA MONOFILO O BURIL



# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

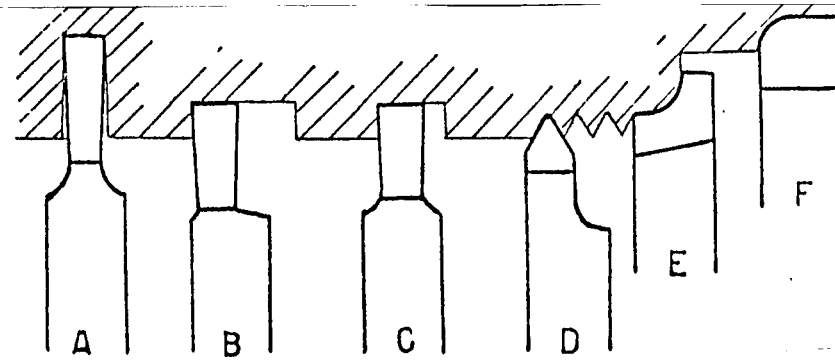


Formas de herramientas para el torneado de desbaste. A, recta, derecha, de cilindrar; B, acodada, derecha, de cilindrar; C, de bisel, derecha, de cilindrar; D, acodada, derecha, para refrentar.

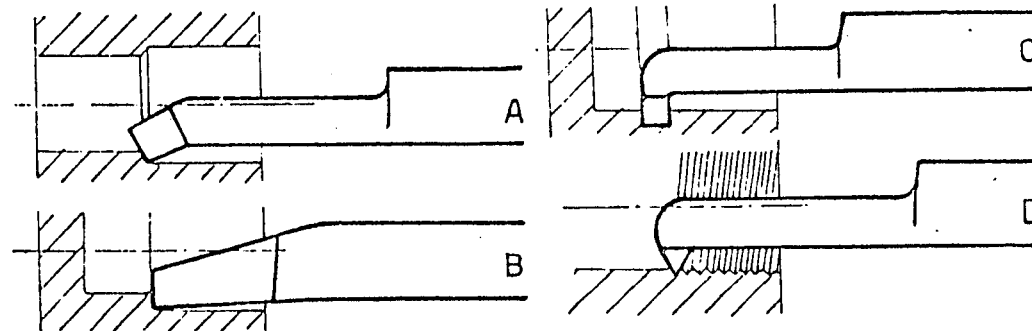


Formas de herramientas para el torneado de acabado. A, de uña, simétrica, de cilindrar; B, de uña, acodada, derecha, de cilindrar; C, de cuchillo, derecha, para refrentar; D, de cuchillo, acodada, derecha, para refrentar; E, de refrentar.

# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR



Diversas formas de herramientas de torno. A, de tronzar, central; D, para entallas, derecha; C, para entallas, central; D, para filetear, derecha; E para redondeos convexos , F, para redondeados cóncavos.



Formas de herramientas para el torneado interior.

A, acodada, derecha, para agujeros pasantes, B, recta, derecha para agujeros ciegos; C, acodada para ranuras interiores; D, de garfio para el fileteado interior.

# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## Ángulos principales

Para las caras:

- a) Superficie anterior o de ataque: la cara ACEFB.
- b) Superficie de incidencia: la cara ABB'D.
- c) Superficie secundaria: la cara ACD'D

Los ángulos, que caracterizan la herramienta, dan la inclinación a las caras; distinguimos:

- a) Ángulo de filo de corte  $\beta$ , formado por la superficie de ataque con la superficie de incidencia.
- b) Ángulo de ataque  $\alpha$ , formado por la superficie de ataque con el plano horizontal que pasa por el filo de corte.
- c) Ángulo de incidencia  $\delta$ , formado por la superficie de incidencia con el plano vertical que pasa por el filo de corte.
- d) Ángulo de inclinación lateral  $\phi$ , que formado por el filo cortante con el eje de la barra a torneear.
- e) Ángulo de resistencia  $\varepsilon$ , de la punta "epsilon", formado por el filo cortante con el arista secundaria

Hemos llamado ángulo de trabajo la suma de los ángulos  $\beta + \delta$  y sabemos que  $\alpha + \beta + \delta = 90^\circ$

En general se puede afirmar que el valor de los distintos ángulos depende:

- a) De la calidad del material a arrancar.
- b) De la calidad del material que consituye la herramienta.
- c) De la clase de trabajo, o sea, si es desbaste, acabado, etc.
- d) De las condiciones de trabajo.



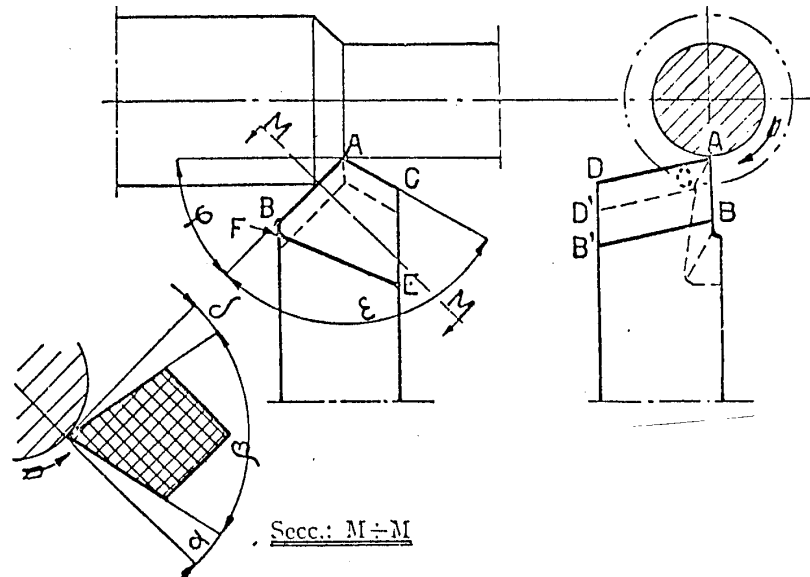
# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## Ángulos principales

Regla: Elegir la sección del mango de 80 a 100 veces la sección de viruta.

Dimensiones de la sección del mango, en mm:	16 X 25	20 X 32	32 X 50	40 X 63
	20 X 20	25 X 25	40 X 40	50 X 50
Sección de viruta, en mm <sup>2</sup> :	hasta 5	5 : 10	10 : 16	26 : 25

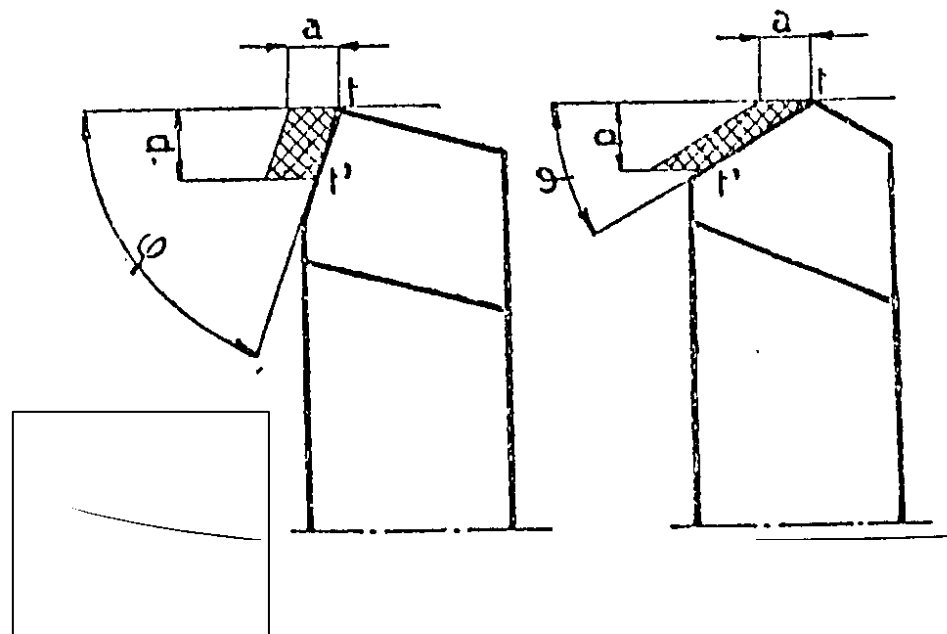
## ÁNGULOS PRINCIPALES



# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## Ángulos principales

Al disminuir  $\phi$ , aún permaneciendo constante la superficie de la viruta arrancada, aumenta la longitud del filo cortante  $t-t'$  en contacto. Esta reducción del ángulo es aconsejable porque se producen vibraciones durante el torneado.



# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## Ángulos principales

Ángulos de corte, ataque e incidencia de las herramientas de acero rápido para  
tornear distintos materiales

Material a arrancar	Dureza HJB = Brinell HS = Shore	Carga de rotura R en kg/mm <sup>2</sup>	$\alpha$	$\beta$	$\delta$
Fundición en coquilla .....	HS 75 ÷ 90	—	1° ÷ 0°	87° ÷ 88°	2°
Fundición al silicio (15 % Si)	—	—	2° ÷ 1°	85° ÷ 87°	3° ÷ 2°
Acero fundido .....	HB 120 ÷ 280	50 ÷ 100	15° ÷ 10°	67° ÷ 75°	8° ÷ 5°
Fundición gris .....	HB hasta 400	—	15° ÷ 10°	67° ÷ 75°	8° ÷ 5°
Acero duro .....	Hb 200 ÷ 250	65 ÷ 140	10° ÷ 2°	72° ÷ 85°	8° ÷ 3°
Acero semiduro .....	HB 135 ÷ 180	45 ÷ 65	20° ÷ 15°	62° ÷ 70°	8° ÷ 5°
Acero dulce .....	HB 130	40 ÷ 45	25° ÷ 20°	55° ÷ 64°	10° ÷ 6°
Bronce, latón duro .....	HB 90 ÷ 180	20 ÷ 80	10° ÷ 0°	74° ÷ 87°	6° ÷ 3°
Aleaciones ligeras .....	HB 25 ÷ 150	10 ÷ 55	48° ÷ 30°	30° ÷ 55°	12° ÷ 5°

Nota: Los dobles valores de los ángulos, para cada clase de material, corresponden, respectivamente, a los mínimos y a los máximos de dureza o resistencia.

**Ángulos de inclinación y de resistencia de las herramientas de pasada, según las condiciones de trabajo.**

Condiciones de trabajo	$\varphi$	$\epsilon$
Para grandes pasadas sobre fundición templada, aceros bonificados, aceros extraduros y hierro fundido .....	30°	110°
Para grandes pasadas sobre aceros de $R > 45$ kg/mm <sup>2</sup> .....	45°	100°
Para pasadas medianas .....	55°	95°
Para pasadas ligeras (afinado) .....	65°	90°
Para acabado esmerado .....	85°	85°

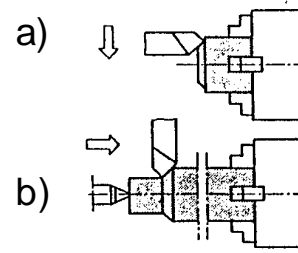
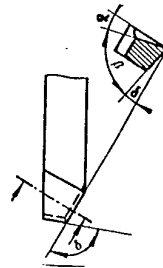
# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## Herramientas integrales de torneado

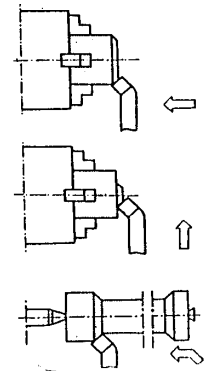
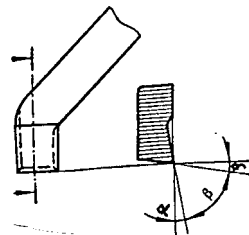
En las figuras que siguen se ilustran las principales herramientas utilizadas en el torneado. Se destaca en particular la forma geométrica de las herramientas, los ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , el tipo de trabajo para el que se utilizan y el movimiento de avance que se les imprime.

**1. Herramienta recta para desbastar:** Sirve para tornear exteriores y para refrentar. El ángulo de la punta,  $\alpha$  puede ser, según los casos de  $100^\circ$ ,  $90^\circ$  u  $80^\circ$ .

a) Herramienta a la derecha, b) Herramienta a la izquierda.



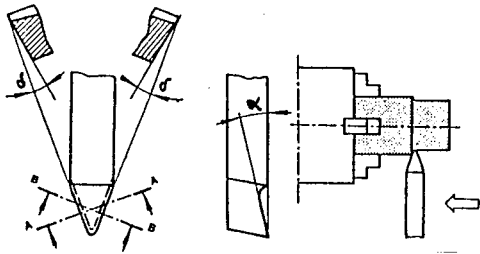
**2. Herramienta curvada para desbastar.**



# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

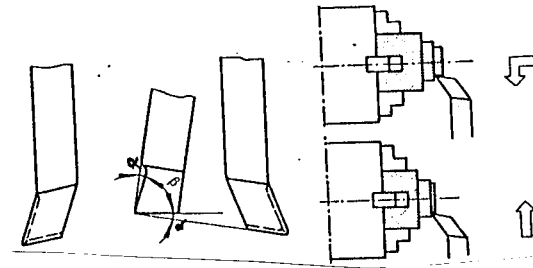
## Herramientas integrales de torneado

### 3. Herramienta recta de acabar



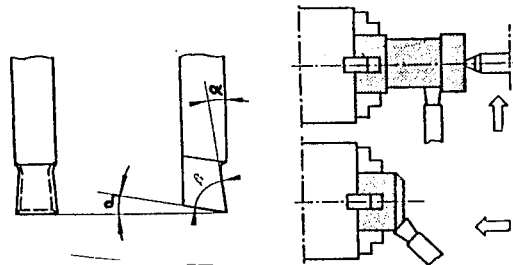
### 4. Herramienta curva de acabar

*(Sirve sobre todo para refrentar y para efectuar rebajes)*



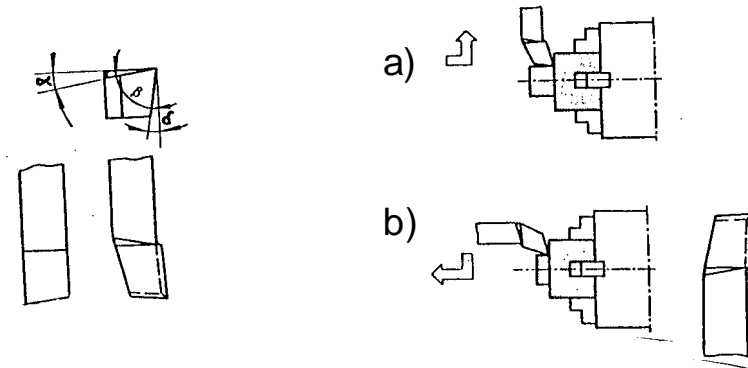
### 5. Herramienta ancha para acabar

*(Se utiliza esta herramienta con avance frontal para formar gargantas y chaflanes).*



### 6. Herramienta de costado, acodada

*(Sirve para torneado exteriores con rebajes y para refrentar) a) Herramienta a la derecha, b) Herramienta a la izquierda*

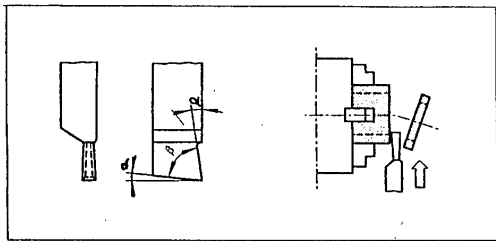


# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## Herramientas integrales de torneado

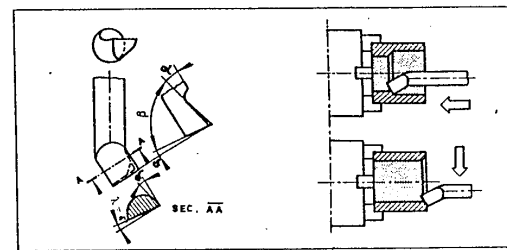
### 7. Herramienta de Tronzar

*(Se utiliza para trozar y para torneado gargantas. Trabaja solamente con avance radial. Puede ser a la derecha o a la izquierda).*



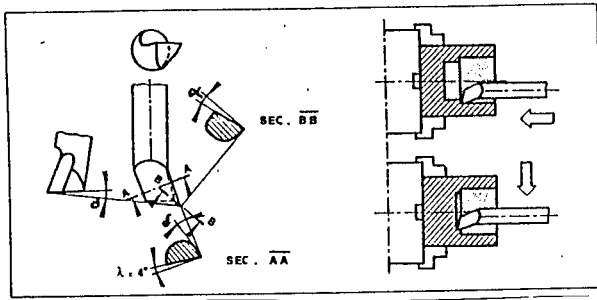
### 8. Herramienta para desbastado interior

*Esta herramienta, además de mandrinar agujeros pasantes, se utiliza para hacer biseles o achaflanar las aristas del agujero.*



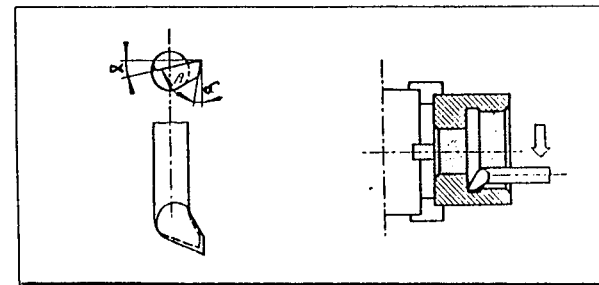
### 9. Herramienta de costado para acabar

*(Se utiliza esta herramienta para mandrinado y refrentado del fondo de los agujeros ciegos)*



### 10. Herramienta de cajado interior

*(Se utiliza en las partes a rectificar y sólo tiene avance radial)*



# OPERACIONES DE AFILADO

El afilado de las herramientas de torno puede efectuarse en húmedo y en seco.

## **Afilado en húmedo**

*El afilado a mano se efectúa casi siempre en húmedo, es decir, con un chorro reducido y regular de refrigerante sin que sumerja completamente la zona del filo en contacto con la muela.*

## **Afilado en seco:**

*Si no se dispone de un chorro regular o bien se desea observar el proceso de la operación de afilado, se afila en seco. (En este caso se evita el recalentamiento de la herramienta trabajando con pasadas ligeras, usando muelas de aglutinante elástico).*

## **Colocación de la herramienta**

*Tanto para el afilado a mano como para el efectuado a máquina en la afiladora, es importante establecer la posición relativa entre herramienta y la muela. Se prefiere generalmente el afilado contra el filo. Esto es, la abrasión se inicia en el filo y se prosigue a lo largo del flanco del filo principal. De esta forma se atenúa el calentamiento del filo y se evita la formación de rebabas.*

*En el afilado de las herramientas de filo simple se amolan todas las superficies que forman el filo. En el afilado de herramientas de perfil constante solamente es preciso amolar la superficie de desprendimiento.. Una vez efectuado el afilado con la muela, si se trata de herramientas para trabajos de acabado se pasa el filo por la piedra de aceite.*

# OPERACIONES DE AFILADO

El orden progresivo del afilado de las superficies que forman los filos principal y secundario de la herramienta de la figura son los siguientes:

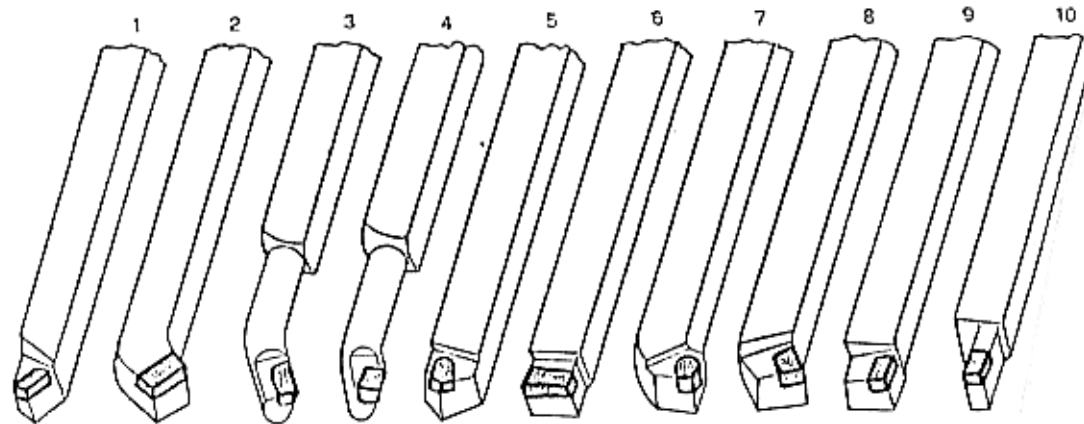
- 1 Superficie de desprendimiento
- 2 Flanco del filo principal
- 3 Flanco del filo secundario





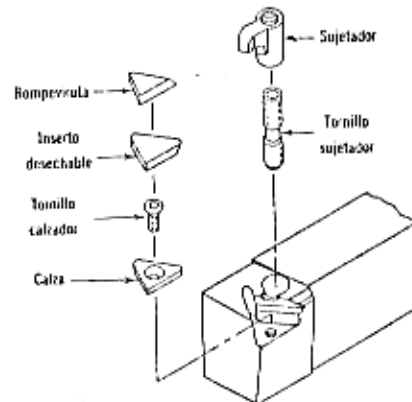
# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## II. CON INSERTOS



-- Perfiles de herramientas con plaquita de «metal duro» unificadas según DIN.

1, recto, para desbastar, DIN E 4971; 2, acodado, para desbastar, DIN E 4972; 3, acodado, para desbastar interiores, DIN E 4973; 4, acodado, para mandrinar y cilindrar interiores, DIN E 4974; 5, recto, para afinar, DIN E 4975; 6, de cabeza plana, para tornerar de frente, DIN E 4976; 7, acodado, para afinar y cilindrar, DIN E 4978; 8, acodado, para cilindrar, DIN E 4979; 9, de refrentar, DIN E 4980; 10, de frenar; DIN E 4981. (Véanse también las tablas DIN 4951, 4952, 4953, 4954, 4955, 4956, 4959 y 4961.)



Vista expuesta de una herramienta con inserto de punta cortante de carburo, desechable, triangular.

# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

- Ángulos de corte, ataque e incidencia de las herramientas de metal duro para torneear distintos materiales

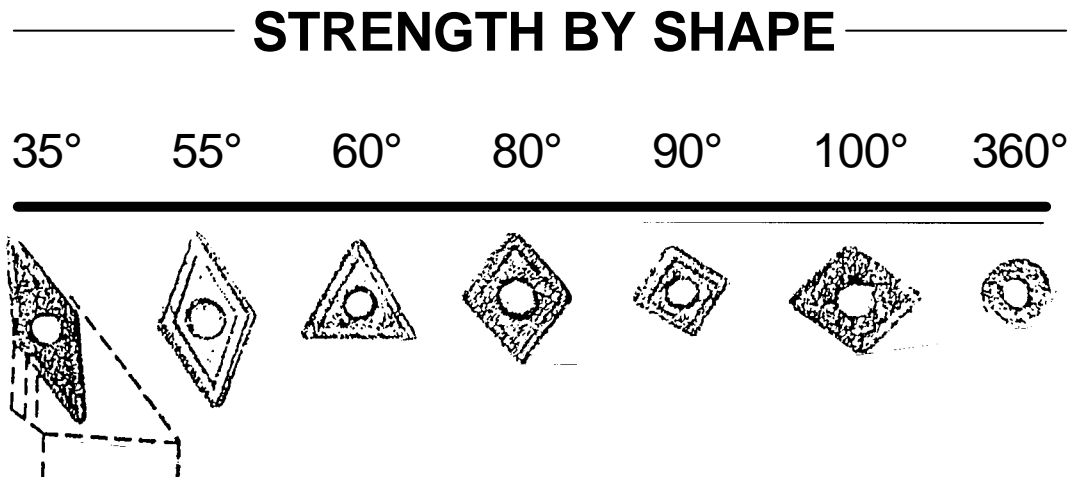
Material a arrancar	Dureza HB = Brinell HS = Shore	Carga de rotura R en kg/mm <sup>2</sup>	$\alpha$	$\beta$	$\delta$
Acero dulce o semiduro .....	HB 100 ÷ 200	36 ÷ 70	15°	70°	5°
Acero duro .....	HB 200 ÷ 325	70 ÷ 115	8°	77°	5°
Acero extra-duro .....	HB 325 ÷ 425	115 ÷ 148	5°	80°	5°
Acero templado .....	HB 425 ÷ 550	148 ÷ 190	0°	85°	5°
Acero fundido (semiduro) .....	—	R < 70	8°	77°	5°
Acero fundido (duro) .....	—	R > 70	5°	80°	6°
Acero inoxidable .....	—	~ 70	10°	75°	5°
Fundición en coquilla .....	HS < 90	—	0°	85°	5°
Fundición aleada dura .....	HS 90 ÷ 107	—	0° ÷ -4°	86° ÷ 90°	4°
Fundición maleable .....	—	—	12°	73°	5°
Fundición dulce .....	HB < 200	—	8°	77°	5°
Fundición dura .....	HB > 200	—	5°	80°	5°
Cobre dulce .....	—	—	20°	64°	6°
Cobre duro .....	—	—	15°	69°	6°
Latón fundido y bronce dulce .....	—	—	10°	75°	5°
Bronce medio .....	—	—	5°	80°	5°
Bronce duro .....	—	—	0°	85°	5°
Aluminio puro (dulce) .....	—	—	30°	50°	10°
Aleaciones de aluminio (duro) .....	—	—	15°	65°	10°

# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## GEOMETRÍA DE LAS HERRAMIENTAS DE

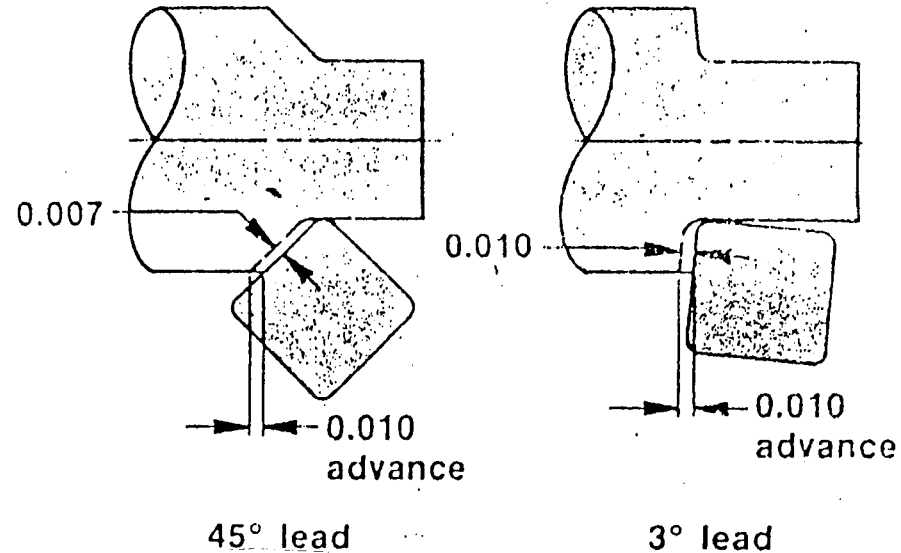
### INSERTOS

HERRAMIENTAS DE INSERTOS DE CARBURO Y CERÁMICAS, CUYA GEOMETRÍA SE PUEDE APRECIAR A CONTINUACIÓN:



# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## INSERTOS - ÁNGULO DE AVANCE



Un ángulo de filo de corte lateral de 15° a 30° es deseable por las siguientes razones:

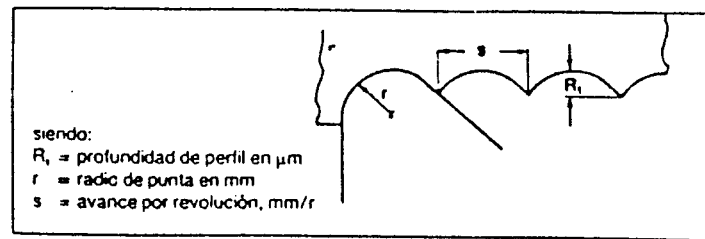
1. Estos ángulos distribuyen los esfuerzos de corte favorablemente al inicio y al final del corte.
2. Reducen el espesor de la rebaba y por lo tanto reducen la presión unitaria en el filo de corte.
3. Aumenta el ángulo incluido al punto de corte, por lo tanto fortalece esta área.
4. Crea una presión trasera contra la herramienta, la cual a menudo reduce la vibración en la maquinaria.

# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## INSERTOS - RADIO DE LA PUNTA (r)

EL RADIO DE LA PUNTA AFECTA EL ACABADO DE LA PIEZA SEGÚN:

$$R_t = \frac{0.008 s^2}{r} \quad \text{ó} \quad R_a = \frac{0.0321 s^2}{r}$$



Esta relación sólo considera el acabado superficial obtenido en perfectas condiciones de corte. No considera otros efectos como pueden ser vibración, afilado de la herramienta, velocidad de corte o profundidad de corte.

PARA DESBASTE:

- SELECCIONAR EL RADIO MAS GRANDE POSIBLE, MAYOR A 1.2mm DE PREFERENCIA.
- r GRANDE PERMITE GRANDES AVANCES
- DISMINUIR r SI HAY TENDENCIA A LA VIBRACIÓN

PARA ACABADO:

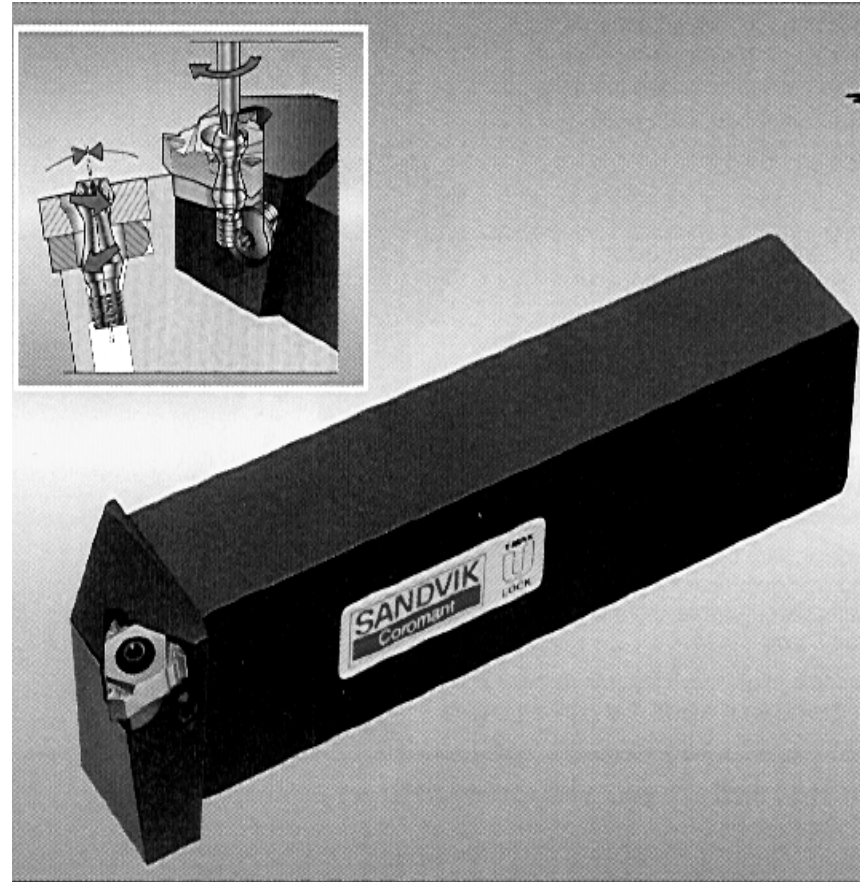
- USAR LA FÓRMULA PARA LOGRAR EL ACABADO SUPERFICIAL DESEADO

# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## PORTAHERRAMIENTAS

Los insertos se montan en un portaherramientas al que se sujetan por medio de grapas o tornillos. El estilo del portaherramientas se determina por:

- 1.- Forma de la pieza
- 2.- Resistencia requerida
- 3.- Disponibilidad en el mercado
- 4.- Estandarización



# **HERRAMIENTAS PARA TORNEAR**

## **III. HERRAMIENTAS DE FORMA**

Los sucesivos reafilados de la herramienta conllevan la pérdida de su perfil inicial, este cambio no es tolerable para aquellas herramientas dotadas de una forma especial que debe ser conservada. Esto conlleva la necesidad de fabricar herramientas de perfil constante o de forma para elementos que se hacen en serie por ejemplo: resaltes, gargantas, canales, convexidades, etc. El mayor costo de estas herramientas se compensa con las siguientes ventajas:

1. Posibilidad de hacer (en algunos casos) una pieza con una sola herramienta y en una sólo pasada.
2. Facilidad de montaje sobre la máquina.
3. Facilidad de reafilado.
4. Mayor duración de la herramienta al arrancar la viruta de un modo más racional.

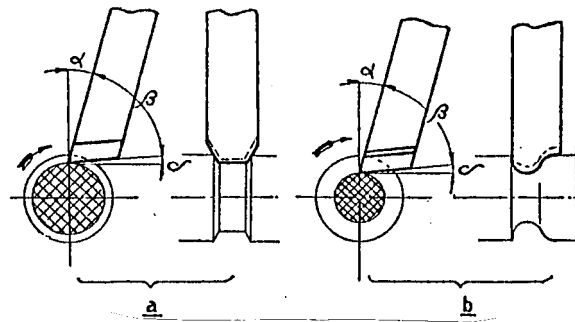
# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## III. HERRAMIENTAS DE FORMA

*Las herramientas de perfil constante pueden ser de:*

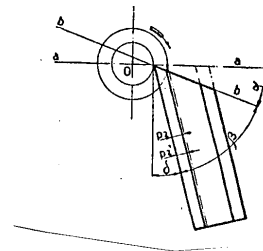
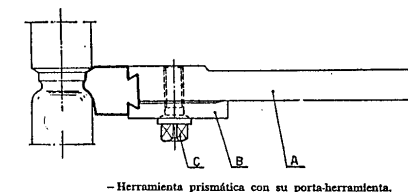
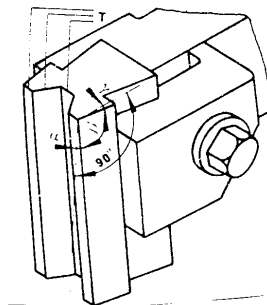
a) Barra o Radiales:

Su mango está dispuesto en dirección radial a la pieza.



b) Prismáticas o Tangenciales:

Con el mango dispuesto en dirección tangencial a la pieza. La solidez de estas herramientas permite tornearse perfiles complicados y soportar grandes esfuerzos.



- Herramienta prismática con la cara de corte inclinada según un ángulo de ataque  $\alpha$ .

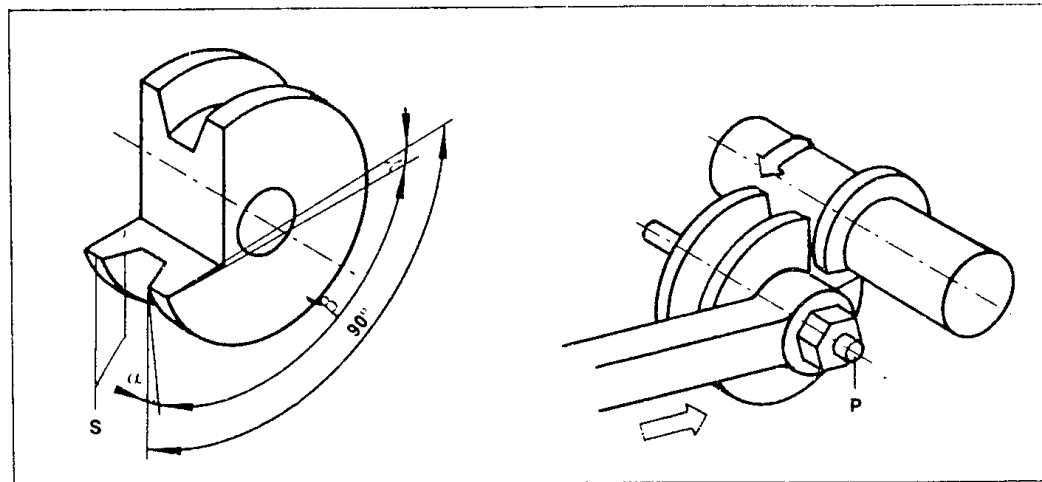


# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## III. HERRAMIENTAS DE FORMA

### c) Circulares:

Tienen la forma de un disco, sobre cuya circunferencia viene impresa la forma que debe reproducirse en la pieza.

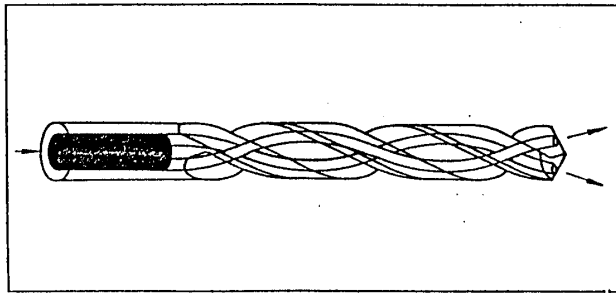


# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

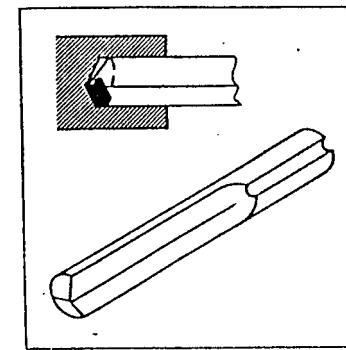
## IV. ESPECIALES

Herramientas para taladrar y escariar al torno. Las herramientas empleadas en el taladrado y escariado en el torno son las mismas que se utilizan en las taladradoras. Para efectuar agujeros profundos se utilizan básicamente dos tipos de brocas: brocas helicoidales con agujeros para la lubricación forzada y brocas para cañones.

Broca Helicoidal. La broca helicoidal empleada en el torno presenta dos agujeros helicoidales pasantes que recorren: la broca en toda su longitud. A través de estos agujeros se suministra aceite a presión a los correspondientes filos de la propia broca.



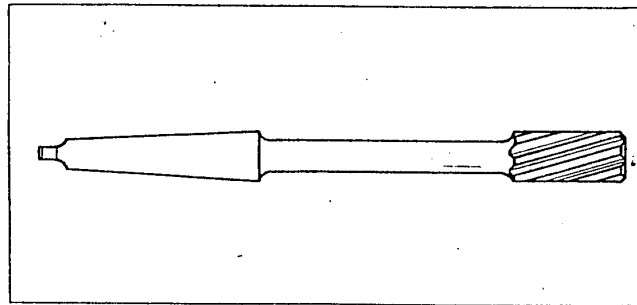
Broca para cañones. La broca para cañones se utiliza para efectuar agujeros profundos y precisos. Presenta un solo filo y una canaladura rectilínea, por esto resulta mucho más rígida que la broca helicoidal.



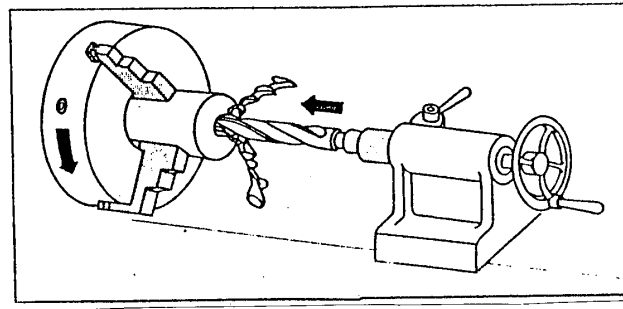
# HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

## IV. ESPECIALES

Escariador para máquina. Para escariar en el torno, además de las herramientas de filo simple, se utilizan también los escariadores de dientes, llamados también escariadores para máquina. Los escariadores están formados por un número de dientes que varía de 4 a 16, dispuestos simétricamente alrededor del eje de la herramienta. Los dientes pueden ser rectos o helicoidales.



Tanto la broca espiral como los escariadores para máquina se fijan mediante un acoplamiento cónico al manguito del cabezal móvil.



# PARÁMETROS DEL TORNEADO

## Desbaste:

Consiste en eliminar la mayor cantidad de material posible, aproximándose a la dimensión final de la pieza. No es importante el acabado superficial de la pieza

Velocidad de corte	Baja	Fuerza de corte	Grande
Avance	Alto	Potencia	Grande
Profundidad de corte	Grande	Tiempo de maquinado	Bajo

## Acabado:

Consiste en eliminar la pequeña cantidad de material que queda luego de la operación de desbaste para obtener las dimensiones finales y el acabado superficial deseado.

Velocidad de corte	Alta	Fuerza de corte	Baja
Avance	Bajo	Potencia	Baja
Profundidad de corte	Pequeña	Tiempo de maquinado	Alto

# PARÁMETROS INDEPENDIENTES DEL TORNEADO

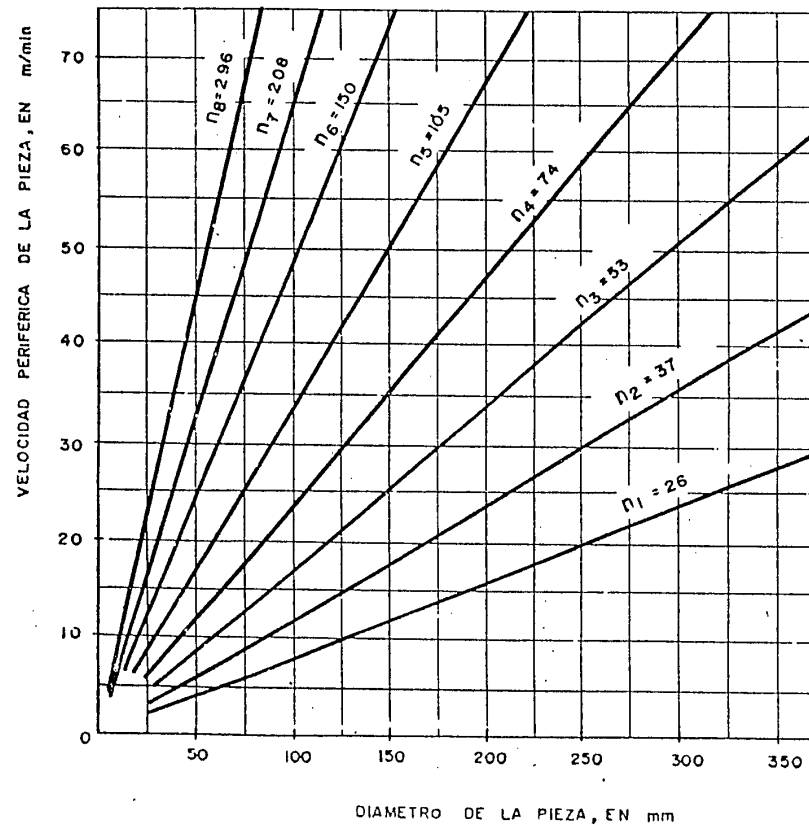
## Velocidad de corte (V):

La velocidad de corte se relaciona con la velocidad de rotación del husillo y de la pieza.

$$V = \pi \times d \times n / 1000$$

n - rpm de la pieza

d - diámetro de la pieza (mm)



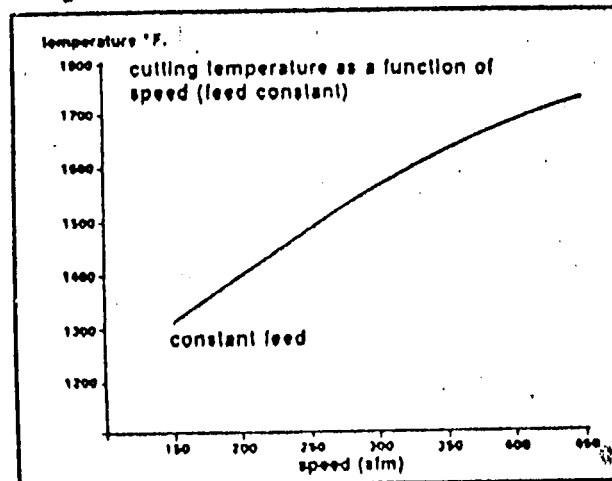
# PARÁMETROS INDEPENDIENTES DEL TORNEADO

## ELECCIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORTE

Los factores que determinan la elección de la velocidad de corte son:

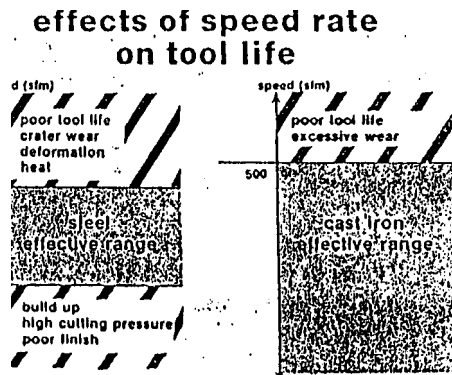
1. Dureza de la pieza
2. Condición de la pieza (arena, óxido, desbalance, corte interrumpido)
3. Condición de la máquina, velocidades disponibles, potencia disponible
4. Vida satisfactoria de la herramienta
5. Dureza en caliente de la herramienta

### **speed vs. temperature**



# PARÁMETROS INDEPENDIENTES DEL TORNEADO

## EFFECTOS DE V SOBRE LA VIDA DE LA HERRAMIENTA



1. En la izquierda; maquinado de acero bajo el rango efectivo de velocidad, experimentamos un filo con adherencias. El metal al ser cortado se solda a la cara de ataque superior del inserto. Básicamente no estamos trabajando lo suficientemente rápido. Esto resulta en una alta presión a la herramienta y un acabado pobre en nuestra pieza de trabajo.
2. Operando arriba del rango efectivo experimentaremos probablemente un rápido desgaste de craterización y posible deformación causada por excesivo calentamiento y alta presión de corte. Esto resulta en un desgaste abrasivo adicional en el flanco de la herramienta.
3. En el lado derecho de la gráfica; maquinado de fundición gris, generalmente no experimentamos efectos negativos por trabajar a baja velocidad. Como siempre operando arriba del rango efectivo de velocidad puede resultar en un rápido y excesivo desgaste del filo. Esto se aplica para grados de carburos no revestidos solamente.
4. El alcance del rango efectivo, varía con el material de trabajo y dureza. Adquiriendo este conocimiento por experiencia y datos técnicos.

# PARÁMETROS INDEPENDIENTES DEL TORNEADO

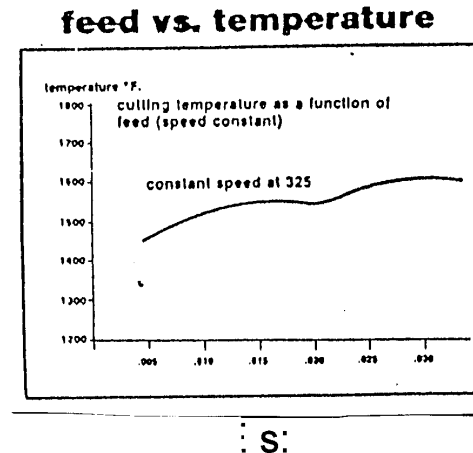
## El Avance (s)

ES LA VELOCIDAD A LA QUE SE DESPLAZA LA HERRAMIENTA FRENTE A LA SUPERFICIE MAQUINADA DE LA PIEZA.

$$s' = s \times n \text{ (mm/min)}$$

s - mm/rev

n - rpm



FACTORES QUE AFECTAN LA ELECCIÓN DE s:

1. Potencia disponible
2. Acabado superficial
3. Radio de nariz de la herramienta
4. Rigidez de la sujeción y de la máquina



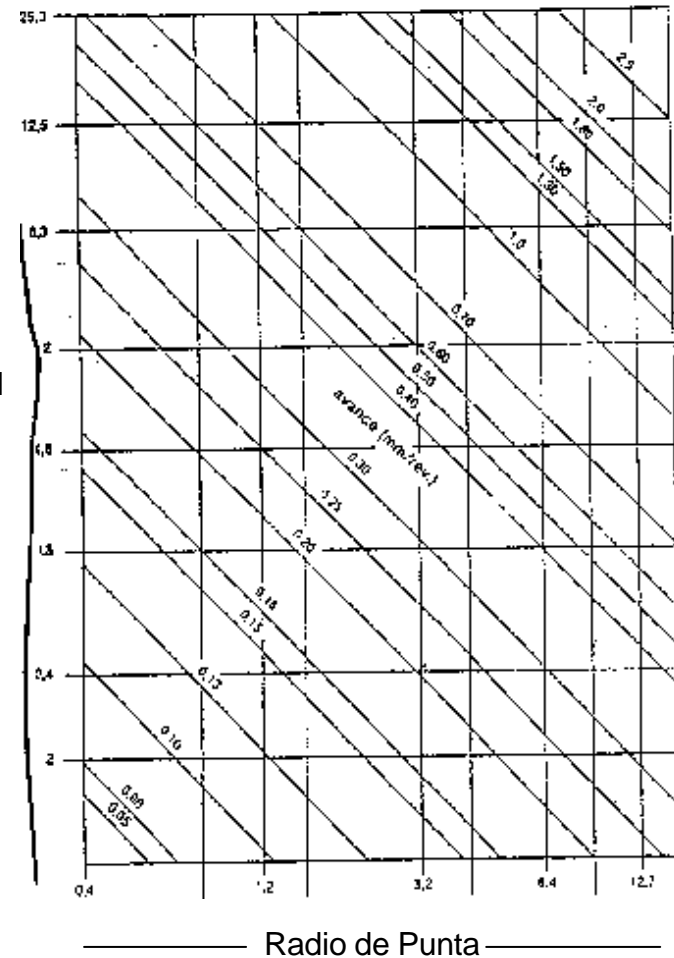
# PARÁMETROS INDEPENDIENTES DEL TORNEADO

## Acabado Superficial

El radio de punta de la plaquita y el avance son los factores que más influyen en el acabado superficial (valor medio de rugosidad) obtenido en una operación de torneado o mandrinado. El aumento del radio de punta o la reducción del avance mejoran el acabado superficial.

Halle en primer lugar la línea horizontal correspondiente al valor teórico de acabado deseado. Desde el punto de intersección de esta línea con la diagonal correspondiente al avance de la operación, trace una recta hacia abajo a la escala de radios de punta. Si esta recta cae entre dos valores de radio de punta, seleccione el mayor. Si el radio de punta seleccionado no produce el acabado requerido, debe reducirse el avance.

Acabado superficial en  $\mu\text{m}$



# PARÁMETROS INDEPENDIENTES DEL TORNEADO

## La Profundidad de Corte (a)

REPRESENTA EL ESPESOR DE MATERIAL QUE SE RETIRA DE LA PIEZA.

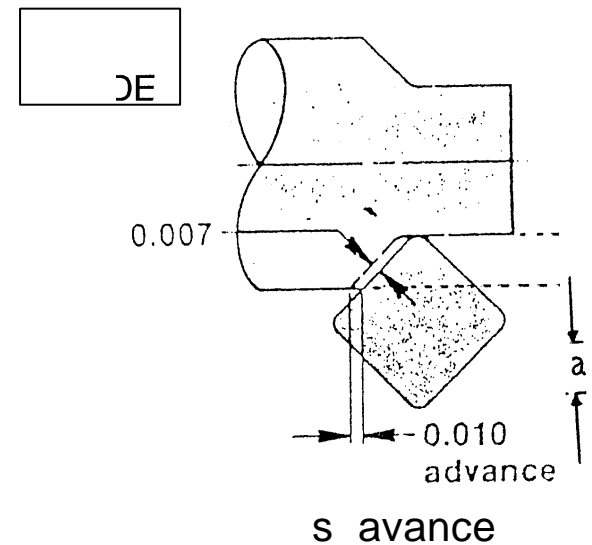
FACTORES QUE AFECTAN LA SELECCIÓN DE a:

1. Cantidad de material a eliminar
2. Rigidez de la sujeción y de la máquina
3. Potencia disponible

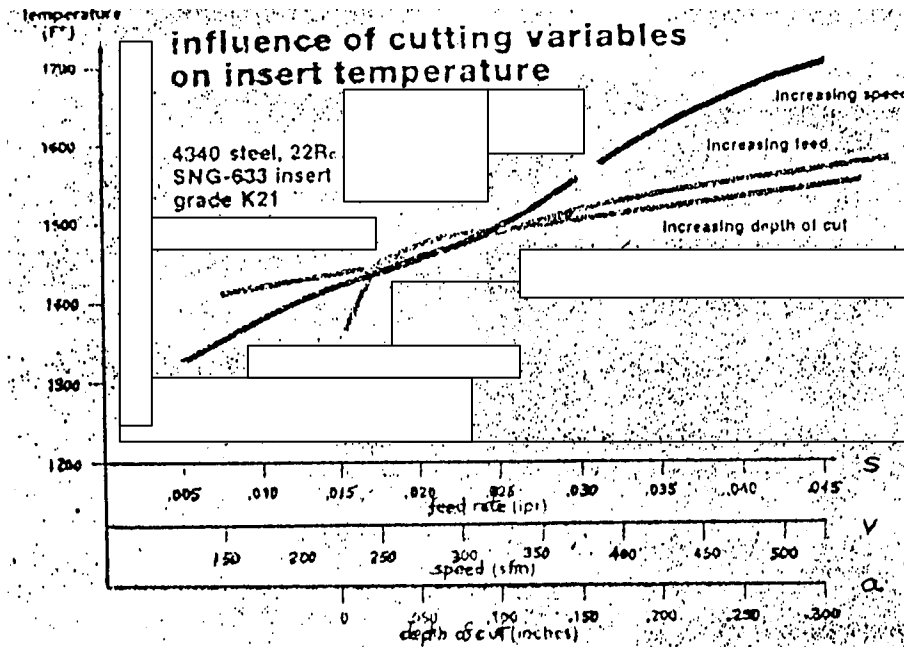
SECCIÓN DE VIRUTA (q)

Se determina la sección de viruta según:

$$q = s \times a \text{ (mm}^2\text{)}$$



# PARÁMETROS INDEPENDIENTES DEL TORNEADO INFLUENCIA DE V, s, a EN LA TEMPERATURA



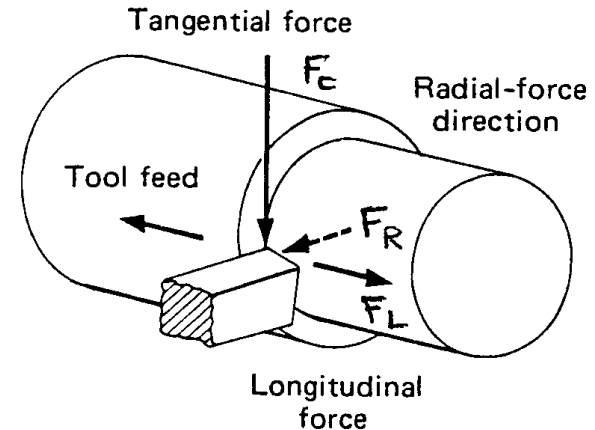
Incrementando la velocidad de 200 a 400 SFM aumenta la temperatura de 1400 a 1600 °F. Cuando aumentamos el avance de 0.020 a 0.040 o la profundidad de corte de 0.100 a 0.200 nosotros incrementamos la temperatura en solamente 100°F. Se concluye que la velocidad es la última a considerar y debe ser ajustada solamente cuando el avance y la profundidad de corte han sido maximizados.

# PARÁMETROS DEPENDIENTES DEL TORNEADO

## La Fuerza

ES NECESARIO DETERMINARLA PARA:

1. Seleccionar el motor necesario.
2. El diseño de la máquina.
3. El diseño del herramienta.



FUERZAS (EJEMPLO PARA TORNEADO)

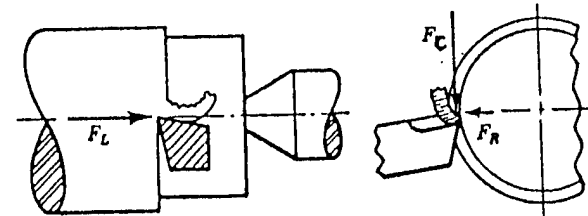
$F_c =$  Fuerza de corte (consume 99% de potencia)

$F_l =$  Fuerza longitudinal (40% de  $F_c$ )

$F_r =$  Fuerza radial (despreciable)

$$F_c = K_s \times q \text{ (N)}$$

Donde:  $K_s$  - esfuerzo específico de corte ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ),  $q$  - sección de viruta ( $\text{mm}^2$ )



# PARÁMETROS DEPENDIENTES DEL TORNEADO

Las fuerzas sobre la herramienta de corte dependen de:

1. A mayor avance, mayores fuerzas.
2. Un cambio en la velocidad de corte no afecta a las fuerzas
3. A mayor profundidad de corte mayores fuerzas.
4. La fuerza de corte aumenta con el tamaño de la viruta.
5. Un fluido refrigerante reduce ligeramente las fuerzas pero aumenta considerablemente la vida de la herramienta.
6. La fuerza de corte disminuye al aumentar el ángulo de ataque.

# PARÁMETROS DEPENDIENTES DEL TORNEADO

## Potencia

$P_n$  = Potencia en el punto de contacto

$P_t$  = Potencia de tara

$P_m$  = Potencia del motor

$E_f$  = Eficiencia de la máquina (60 a 80%)

$$P_n = F_c \times V + F_l \times s + F_r \times V_r$$

99% de  $P_n$       Despreciable      0

Por lo tanto:

$$P_m = P_n / E_f + P_t$$

# PARÁMETROS DEPENDIENTES

## DEL TORNEADO

### POTENCIA

LA POTENCIA DEL MOTOR QUE DEMANDA UNA OPERACIÓN DE TORNEADO DESPRECIANDO LA POTENCIA DE TARA SE DETERMINA POR:

$$P = (K_s \times a \times s \times V) / (1000 \times 60 \times E_f) \quad (\text{Kw})$$

$K_s$  - Esfuerzo específico de corte del material (N/mm<sup>2</sup>)

$a$  - Profundidad de corte (mm)

$s$  - Avance (mm / rev)

$V$  - Velocidad de corte (m / min)

$E_f$  - Eficiencia de la transmisión (0.6 - 0.85)

# PARÁMETROS DEPENDIENTES DEL TORNEADO

Relación entre la potencia, torque y rpm

Siendo:

R radio de la pieza que gira (m)

n RPM

M Torque = F x R (N x m)

Sabemos que:

$$P = (F \times V) / (60000 \times E_f) \quad \text{y} \quad v = 2 \pi R n$$

$$P = (F \times 2 \pi R n) / (60000 \times E_f) = (F \times R \times n) / (E_f \times 60000 / 2 \pi)$$

$$P = (M \times n) / (9,549.3 \times E_f) \quad (\text{kw})$$

o también:

$$M = (9,549.3 \times P \times E_f) / n \quad (\text{N x m})$$

$$n = (9,549.3 \times P \times E_f) / M \quad (\text{rpm})$$



# PARÁMETROS DEPENDIENTES DEL TORNEADO

## Tiempo efectivo de corte

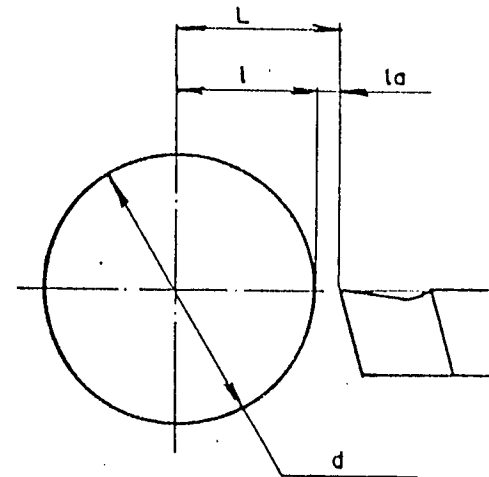
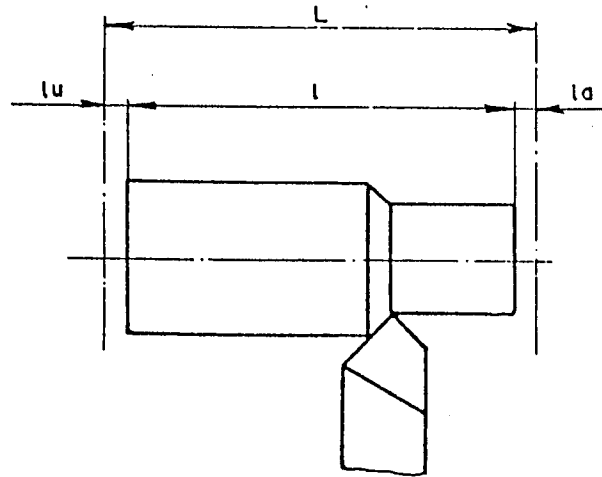
EL TIEMPO PARA UNA PASADA ES:

$$t_h = L / (s \times n) \quad (\text{min})$$

L - mm

s - mm/rev

n - rpm



# PARÁMETROS DEPENDIENTES DEL TORNEADO

## Partes del tiempo productivo

- 1.- TIEMPO DE AJUSTE (T). Es el tiempo requerido para preparar una operación. Incluye montar el herramental, centrarlo, ajustar parámetros en la máquina y pruebas.
- 2.- TIEMPO DEL TRABAJADOR O DE MANIPULACIÓN ( $t_t$ ). Incluye el tiempo de carga y descarga de piezas, arranque y paro de máquina, medición, cambio de herramientas, necesidades personales.
- 3.- TIEMPO DE MÁQUINA ( $t_h$ ). Es el tiempo de ciclo de la máquina.
- 4.- TIEMPOS MUERTOS ( $t_{\text{muertos}}$ ). Incluye descomposturas, esperas, etc.

TIEMPO PARA PRODUCIR UNA PIEZA  
n= lote de producción

$$T_t = T/n + t_t + t_h + t_{\text{muertos}}$$

# Datos Técnicos

## Selección de calidades Kennametal

calidad	valor del ángulo de inserción (mm)	profundidad de corte (mm)	avance (mm/rev)	aplicación de la propiedad
<b>sección de Taper</b> <b>Presentación:</b> Las condiciones de mecanizado se dan en un sistema de unidades de un solo lado de diámetro.	K0260 K0211 K0215 K0210	180-220 180-250 180-250	hasta 1,00 hasta 1,20 hasta 1,20	0,10-0,15 hasta 0,20 hasta 0,20
<b>110-120 BHN</b>  <b>sección</b>	K15	50-150	hasta 1,0	0,15-0,25
	K110	10-300	hasta 1,20	0,20-0,40
	K080	200-250	hasta 1,50	0,10-0,20
	K0250	180-200	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0350	180-220	hasta 1,50	0,20-0,40
	K05	60-120	hasta 1,50	0,10-0,20
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
	K160	—	—	—
	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
<b>sección</b>	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
	K160	—	—	—
	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
	K160	—	—	—
	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	<b>sección</b>	K1150	45-120	hasta 1,6
K1050		100-250	hasta 1,50	0,20-0,40
K105		300-400	hasta 1,50	0,15-0,25
K1250		180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
K1080		50-130	hasta 1,50	0,15-0,25
K105		90-110	hasta 1,50	0,15-0,25
K1050		100-210	hasta 1,50	0,20-0,40
K1210		30-100	hasta 1,50	0,15-0,25
K1150		—	—	—
K1250		—	—	—
K1050		100-250	hasta 1,50	0,20-0,40
K1050		100-250	hasta 1,50	0,20-0,40
K1100		—	—	—
K1050		100-250	hasta 1,50	0,20-0,40
<b>sección</b>	K0250	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40

calidad	velocidad superficial (m/min)	profundidad de corte (mm)	avance (mm/rev)	aplicación de la propiedad
<b>sección de Taper</b> <b>Presentación:</b> Las condiciones de mecanizado se dan en un sistema de unidades de un solo lado de diámetro.	K0260 K0211 K0215 K0210	180-220 180-250 180-250	hasta 1,00 hasta 1,20 hasta 1,20	0,10-0,15 hasta 0,20 hasta 0,20
<b>110-120 BHN</b>  <b>sección</b>	K15	50-150	hasta 1,0	0,15-0,25
	K110	10-300	hasta 1,20	0,20-0,40
	K080	200-250	hasta 1,50	0,10-0,20
	K0250	180-200	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0350	180-220	hasta 1,50	0,20-0,40
	K05	60-120	hasta 1,50	0,10-0,20
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
	K160	—	—	—
	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
<b>sección</b>	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
	K160	—	—	—
	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	K150	—	—	—
	K160	—	—	—
	K0350	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40
	<b>sección</b>	K1150	45-120	hasta 1,6
K1050		100-250	hasta 1,50	0,20-0,40
K105		300-400	hasta 1,50	0,15-0,25
K1250	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40	
K1080	50-130	hasta 1,50	0,15-0,25	
K105	90-110	hasta 1,50	0,15-0,25	
K1050	100-210	hasta 1,50	0,20-0,40	
K1210	30-100	hasta 1,50	0,15-0,25	
K1150	—	—	—	
K1250	—	—	—	
K1050	100-250	hasta 1,50	0,20-0,40	
K1050	100-250	hasta 1,50	0,20-0,40	
K1100	—	—	—	
K1050	100-250	hasta 1,50	0,20-0,40	
<b>sección</b>	K0250	180-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0310	120-250	hasta 1,50	0,20-0,40
	K0210	90-210	hasta 1,50	0,20-0,40



# Datos Técnicos

## selección de calidades Kennametal

aplicación	velocidad superficial (m/min)	profundidad de corte (mm)	avance (mm/rev)	geometría de la herramienta
aceros al carbono 1.85 Cr 0.45 Ni, grupo de temperatura hasta 400°C (750°F) - SAE 5140 hasta 500°C (900°F) - SAE 52100	K1000	50-250		
	K1010	50-250		
	K1020	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1030	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1040	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1050	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1060	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1070	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1080	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1090	40-150	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
aceros inoxidables al cromo (serie 200 y 300): 1.35 Cr 0.03 Ni 0.03 N, grupo 2800 1.4 Cr 0.03 Ni 0.03 N, grupo 2900 1.45 Cr 0.03 Ni 0.03 N, grupo 3000	K1100	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1150	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1200	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1250	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1300	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1350	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1400	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1450	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1500	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1550	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
aceros al níquel 600 y 600 Ni 600 Ni 0.03 C 600 Ni 0.03 C 0.03 N 600 Ni 0.03 C 0.03 N 0.03 S	K1600	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1650	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1700	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1750	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1800	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1850	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1900	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K1950	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2000	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2050	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
aceros al aluminio 7000 y 7000 Ni 7000 Ni 0.03 C 7000 Ni 0.03 C 0.03 N 7000 Ni 0.03 C 0.03 N 0.03 S	K2100	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2150	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2200	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2250	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2300	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2350	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2400	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2450	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2500	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2550	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
aceros al titanio 6000 y 6000 Ni 6000 Ni 0.03 C 6000 Ni 0.03 C 0.03 N 6000 Ni 0.03 C 0.03 N 0.03 S	K2600	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2650	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2700	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2750	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2800	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2850	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2900	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K2950	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3000	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3050	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
aceros al cobalto 8000 y 8000 Ni 8000 Ni 0.03 C 8000 Ni 0.03 C 0.03 N 8000 Ni 0.03 C 0.03 N 0.03 S	K3100	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3150	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3200	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3250	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3300	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3350	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3400	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3450	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3500	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3550	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
aceros al molibdeno 9000 y 9000 Ni 9000 Ni 0.03 C 9000 Ni 0.03 C 0.03 N 9000 Ni 0.03 C 0.03 N 0.03 S	K3600	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3650	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3700	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3750	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3800	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3850	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3900	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K3950	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K4000	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7
	K4050	30-300	1.0-1.5	3°-8°/R 0.4-0.7

## selección de calidades Kennametal

	calidad	suavidad superficial (Ra)	profundidad de corte (mm)	velocidad (m/min)	temperatura (°C)	sección de planchado		
fundición de hierro aleada todas las fundiciones de hierro que producen una viruta continua: Las condiciones de mecanizado y velocidad están dadas en un una gama de 1/3 dentro de ±50-200 SHM	acabado KCS60 KCS10 ELJ100 K72 K74E K1-50 K08E K09E K09E	160-200 140-210 50-150	0.2-0.1 0.1-0.15	100-150 100-200	0.2-0.25 0.2-0.25	GA, PA, SA GA, PA, SA		
							K09E K09E K45 K45	20-80 110-150 70-120
	desbaste K09T0 K116E K09E S78E	100-150	1.0-2.0-3.0	0.2-0.25	100-150 100-200	0.2-0.25 0.2-0.25	PA, JA	
								K09E K48 K49T
	acero inoxidable martensítico y ferrítico series 400 y 500. Y aceros inoxidables (A1): Los valores de mecanizado sugeridos están basados en una gama de durezas de 175-210 UHN	acabado K09E0 I0150 K09E K09E K09E S48E S48E K09E10 K116E K116E K09E0 K09E0 K75 K75 K75E	150-200 200-450 90-150 75-110 15-65	0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.25-0.30	100-150 100-200 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150	0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15	GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA	
								K09E0 K09E0 K75 K75E
		desbaste K09E10 K116E K116E K09E0 K09E0 K75 K75 K75E	150-200 200-450 90-150 75-110 15-65	0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.25-0.30	100-150 100-200 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150	0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.25-0.30	100-150 100-200 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150	GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA
		grueso desbaste K75 K75 K75E	150-200 200-450 90-150 75-110 15-65	0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.25-0.30	100-150 100-200 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150	0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.1-0.15 0.25-0.30	100-150 100-200 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150 100-150	GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA GA, PA, SA
aleaciones con base de cobalto		K09E K49E K1200	15-20 150-200	0.1-0.15 0.1-0.15	100-150 100-200	0.1-0.15 0.1-0.15	GA, PA, SA GA, PA, SA	
								K09E K49E K1200
grueso desbaste K75 K75 K75E		K09E K49E K1200	15-20 150-200	0.1-0.15 0.1-0.15	100-150 100-200	0.1-0.15 0.1-0.15	GA, PA, SA GA, PA, SA	
								K09E K49E K1200



## selección de calidades Kennametal

TIPO	calidad	velocidad superficial (m/min)	profundidad de corte (mm)	avance (mm/rev)	temperatura de la pieza
HERRAMIENTA	K20	60-80	0,10-0,15	0,10-0,15	600-700
	K25	80-100	0,15-0,20	0,15-0,20	650-750
CONSUMIBLE	K20	60			

aplicaciones no frías de helf macroaliteón aleaciones de cobre, zinc, y latón): Las condiciones de mecanizado seguirán en un proceso de una gama de duradas de	material	velocidad superficial (m/min)	profund. de corte (mm)	avance (mm/rev)	temperatura de la pieza
BO-120 S-1H	acabado	K18	15-30	0,10-0,15	600
		K19	15-30	0,10-0,15	600
		K20	15-30	0,10-0,15	600
		K21	15-30	0,10-0,15	600
BO-120 S-1H	acabado	K22	15-30	0,10-0,15	600
		K23	15-30	0,10-0,15	600
		K24	15-30	0,10-0,15	600
		K25	15-30	0,10-0,15	600
BO-120 S-1H	acabado	K26	15-30	0,10-0,15	600
		K27	15-30	0,10-0,15	600
		K28	15-30	0,10-0,15	600
		K29	15-30	0,10-0,15	600
BO-120 S-1H	acabado	K30	15-30	0,10-0,15	600
		K31	15-30	0,10-0,15	600
		K32	15-30	0,10-0,15	600
		K33	15-30	0,10-0,15	600

materias no metálicas (materiales de nylon, perfiles, y de resinas fandilques):	calidad	velocidad superficial (m/min)	profund. de corte (mm)	avance (mm/rev)	temperatura de la pieza
BO-120 S-1H	acabado	K34	15-30	0,10-0,15	600
		K35	15-30	0,10-0,15	600
		K36	15-30	0,10-0,15	600
		K37	15-30	0,10-0,15	600
BO-120 S-1H	acabado	K38	15-30	0,10-0,15	600
		K39	15-30	0,10-0,15	600
		K40	15-30	0,10-0,15	600
		K41	15-30	0,10-0,15	600
BO-120 S-1H	acabado	K42	15-30	0,10-0,15	600
		K43	15-30	0,10-0,15	600
		K44	15-30	0,10-0,15	600
		K45	15-30	0,10-0,15	600
BO-120 S-1H	acabado	K46	15-30	0,10-0,15	600
		K47	15-30	0,10-0,15	600
		K48	15-30	0,10-0,15	600
		K49	15-30	0,10-0,15	600



# Datos Técnicos

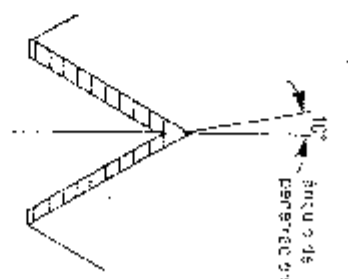
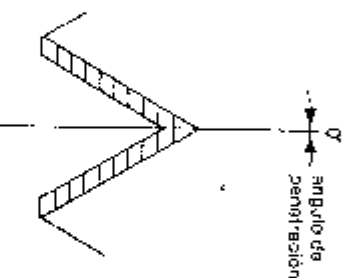
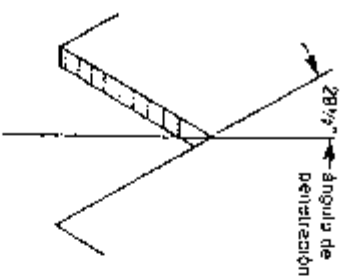


## roscado y ranurado Top Notch

material de la pieza	velocidades de corte [m/min]				
	K60	KC250	K4H, K420	KC810, KC850	KC950
acero de fácil mecanización	no	45-120	100-120	150-250	150-200
acero al carbono normal	no	45-120	75-100	120-180	120-250
acero aleado	no	—	65-90	100-150	100-200
acero tratado 300 BHN	no	75-120	60-75	75-120	75-180
acero tratado 400 BHN	no	60-90	50-60	60-90	60-150
acero inoxidable martinitico Series 400, 500, y acero inox. PH	no	45-120	75-100	90-150	90-220
acero inoxidable austenitico series 200 y 300	recomendada	60-90	60-90	60-120	60-120
fundición gris	65-80	90-120	90-120	90-150	90-180
fundición perlítica	50-70	75-140	75-140	90-150	90-180
aleaciones de aluminio	75-180	75-250	—	75-300	—
aleaciones de titanio	120-250	75-300	—	60-120	—
plásticos	35-60	45-90	—	—	—
	120-450	120-450	—	—	—

NOTA: Para el ranurado la gama de avances es de 0,08-0,25 mm/rev.

### relación entre ángulo de penetración y espesor de viruta



**ventaja**  
El cortar con el filo principal hace que las virutas sigan con facilidad del filo en vivo se forma la rosca.

**desventaja**  
El filo de corte secundario puede rozar en el flanco y por tanto puedan producirse grietas en el filo.

**ventaja**  
Al cortar por ambos lados trabaja todo el filo y se impide la formación de grietas.

**desventaja**  
La herramienta produce una viruta enrollada que puede ser difícil de controlar.

**ventajas**  
La herramienta corta por ambos lados y por tanto se impide la formación de grietas al 90° que con penetración perpendicular (0°). Se produce viruta compacta para que al ser más pesada en el filo principal disminuya su efecto en el filo secundario y la viruta sale de la rosca en forma similar a la de penetración 29-32°

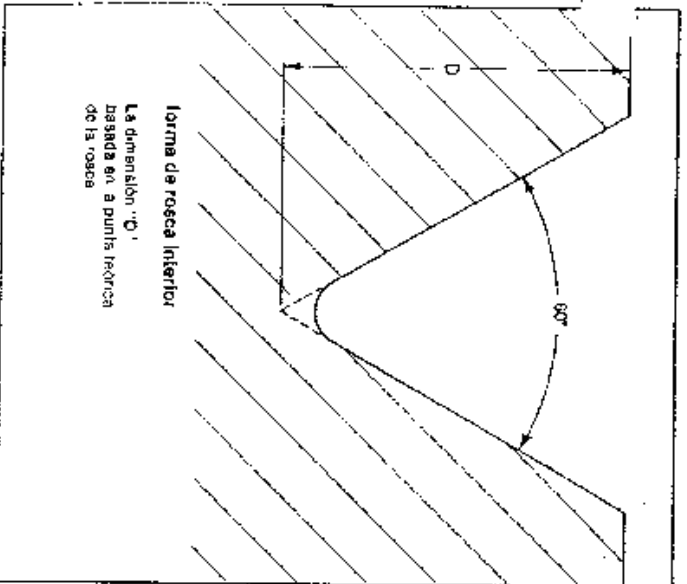
# Datos Técnicos

## Top Notch

penetración para roscas a 60° en V interiores

paso de rosca	numero de pasadas en desbaste	"D" penetración		
		a 0°	a 29°	a 10°
6	6-24	0,896	4,455	3,057
5.5	16-20	0,571	4,082	3,027
5	16-20	0,246	3,711	3,297
4.5	16-20	1,924	3,343	2,989
4	12-16	2,596	2,972	2,639
3.5	12-16	2,273	2,598	2,309
3	7-11	1,948	2,228	1,979
2.5	6-10	1,623	1,857	1,648
2	6-10	1,299	1,483	1,318
1.75	6-10	1,138	1,300	1,158
1.50	5-8	0,976	1,116	0,991
1.25	5-8	0,813	0,930	0,826
	4-6	0,650	0,744	0,660
0.8	3-5	0,521	0,594	0,528
0.75	3-4	0,488	0,559	0,495
0.7	3-4	0,455	0,521	0,482

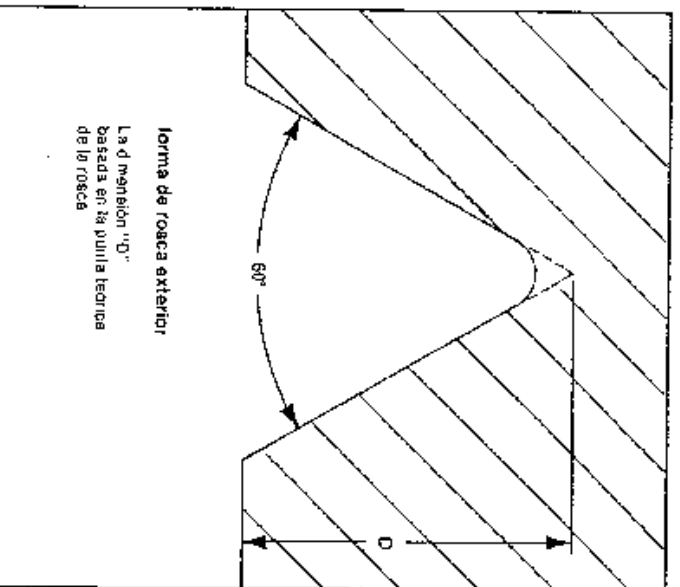
Disminuya la profundidad de penetración a cada pasada. La pasada final de acabado debe hacerse con penetración inferior a 0,038 mm.



penetración para roscas a 60° en V exteriores

paso de rosca	numero de pasadas en desbaste	"D" penetración		
		a 0°	a 29°	a 10°
6	16-24	4,547	5,198	4,617
5.5	16-20	4,168	4,785	4,282
5	16-20	3,790	4,363	3,848
4.5	16-20	3,410	3,997	3,461
4	12-16	3,031	3,464	3,077
3.5	12-16	2,652	3,032	2,693
3	7-11	2,273	2,599	2,309
2.5	6-10	1,895	2,186	1,924
2	6-10	1,516	1,734	1,540
1.75	6-10	1,326	1,516	1,346
1.50	5-8	1,138	1,301	1,155
1.25	5-8	0,947	1,083	0,962
1	4-6	0,758	0,885	0,799
0.8	3-5	0,607	0,694	0,616
0.75	3-4	0,569	0,650	0,578
0.7	3-4	0,531	0,607	0,539

rosca 6H (interiores) y 4H (exteriores) en 2-3 pasadas de acabado. Para roscas gruesas es aconsejable hacer un desbaste a fondo, y después acabar la rosca con una segunda herramienta.

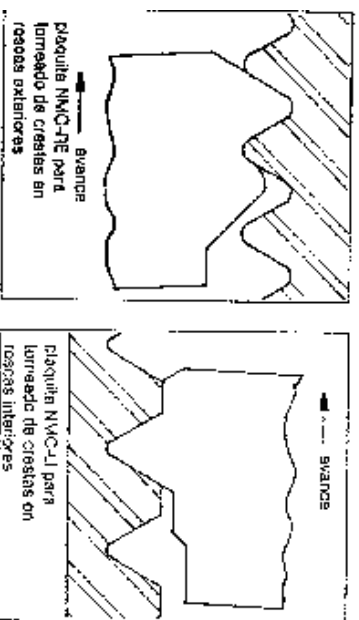


# Datos Técnicos



## límites en el roscado Top Notch

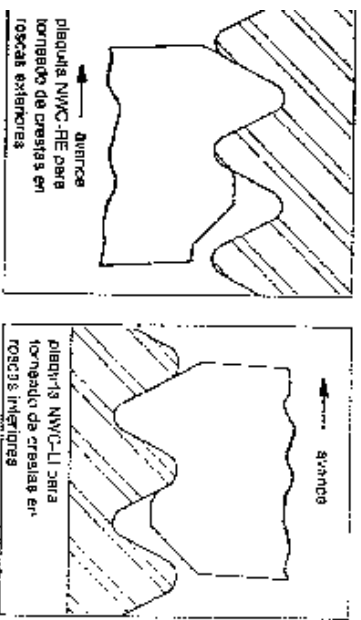
50° en V-datos de aplicación para torneado de crestas de rosca



especificaciones para radios de fondo controlados para roscas UNJ

código para pedir plaquitas	radio de la punta de la plaquita	radio de la rosca según MIL-S-8879A
NJ-3020R/L8	0.478/0.503	0.478/0.574
NJP-3020R/L8		
NJ-3014R/L12	0.318/0.343	0.318/0.381
NJP-3014R/L12		
NJ-3010R/L16	0.239/0.254	0.239/0.287
NJP-3010R/L16		
NJ-3012R/L14	0.272/0.297	0.272/0.326
NJP-3012R/L14		
NJ-3010R/L16	0.239/0.254	0.239/0.287
NJK-3010R/L16		
NJ-3009R/L18	0.211/0.236	0.211/0.254
NJK-3009R/L18		
NJ-3008R/L20	0.190/0.216	0.190/0.229
NJK-3008R/L20		
NJ-3007R/L24	0.160/0.185	0.160/0.190
NJK-3007R/L24		
NJ-3008R/L28	0.137/0.163	0.137/0.163
NJK-3008R/L28		
NJ-3005R/L32	0.119/0.142	0.119/0.142
NJK-3005R/L32		

58° Whitworth - datos de aplicación para torneado de crestas de rosca



oscas 60° en V-datos de aplicación

referencia	plaquitas	d	s (ref.)	radio de la plaquita		paso de rosca recomendado	
				mínimo	máximo	exterior	interior
NT-1L	1.91	1.12	0.05	0.10	0.70 a 3.00	1.00 a 2.00	
NT-2	2.87	1.90	0.06	0.13	1.25 a 3.50	1.25 a 3.50	
NTF-2	1.57	1.02	0.05	0.10	0.50 a 1.75	1.00 a 2.00	
NTK-2	1.57	1.02	0.05	0.10	0.50 a 1.75	1.00 a 2.00	
NTP-2	2.87	1.90	0.08	0.13	0.70 a 3.00	1.25 a 3.50	
NT-3	3.78	2.46	0.13	0.20	1.25 a 4.00	2.00 a 6.00	
NTF-3	2.11	1.37	0.05	0.10	0.50 a 2.50	1.00 a 2.50	
NTK-3	2.11	1.37	0.05	0.10	0.50 a 2.50	1.00 a 2.50	
NTP-3	3.76	2.48	0.13	0.20	1.25 a 4.00	2.00 a 6.00	
NT-4	4.99	3.22	0.13	0.20	1.25 a 6.00	2.00 a 6.00	
NTF-4	2.11	1.37	0.05	0.10	0.50 a 2.50	1.00 a 2.50	
NTK-4	2.11	1.37	0.05	0.10	0.50 a 2.50	1.00 a 2.50	
NTP-4	4.99	3.22	0.13	0.20	1.25 a 6.00	2.00 a 6.00	

Basado en los límites máximos de radio de la plaquita y especificaciones de tolerancia clase 6.

# Datos Técnicos

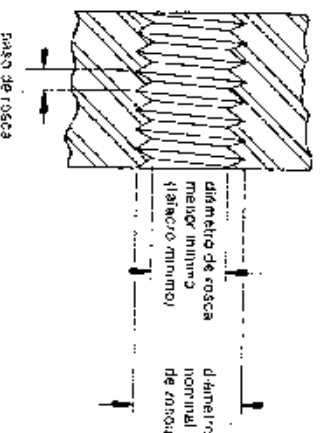
## límites en el roscado con plaquitas standard

En las tablas siguientes se indica el paso de rosca máximo que puede usarse para aplicaciones de roscado en V, Acme, y bulbross para tamaños de plaquillas 1, 2, 3 y 4 de roscar Top Natch.

### Limitaciones en el roscado 60° en V

limitaciones en el roscado de interiores con plaquitas en V NT-1, NT-2			
paso de rosca	tamaño nominal de rosca	díámetro de rosca menor mínimo	NT-2
4	M40 x 4	43,87	NT-1
3	M42 x 3	38,75	—
2,5	M39 x 2,5	36,29	21,29
2	M33 x 2	30,84	12,84
1,75	M32 x 1,75	30,11	13,11
1,50	M32 x 1,5	30,38	13,38
1,25	M29 x 1,25	27,65	12,65
1,00	M27 x 1	25,92	12,92
.75	M27 x .75	21,19	11,19

\* Paso de rosca de 1 mm y más finos pueden aplicarse con las plaquitas NT-2 si el diámetro menor de rosca es de 25,4 o superior, y con a NT-1 si es 11,18 o superior.



### limitaciones en el roscado de interiores con plaquitas en V NT-3 y NT-4

paso de rosca	tamaño nominal de rosca	díámetro de rosca menor mínimo
6 x *	M76 x 6	69,50
5,5 x *	M73 x 5,5	67,05
5	M70 x 5	64,59
4	M64 x 4	60,67
3	M52 x 3	48,75
2,5	M48 x 2,5	45,29
2	M42 x 2	39,84
1,75	M40 x 1,75	38,11
1,50*	M38 x 1,50	36,38

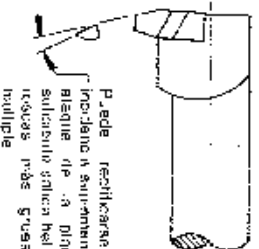
\* Paso de rosca de 1,5 mm y más finos pueden obtenerse si el diámetro menor de rosca es de 38,20 o superior

\*\* Solamente plaquitas NT-4

### Limitaciones en el roscado Acme

limitaciones en el roscado de interiores con plaquitas Acme MA-2				
hilos por pulgada	tamaño nominal de rosca	díámetro de rosca menor mínimo	pulgada	mm
6	2 1/2	63,50	2,333	58,26
8	2 1/4	57,15	2,125	53,96
10	2	50,80	1,900	48,26
12	1 3/4	44,45	1,667	42,34
14	1 1/2	41,28	1,554	39,47
16*	1 1/4	38,10	1,438	36,52

\* Pueden obtenerse diez hilos por pulgada o más si el diámetro menor de rosca es 38,52 o superior. Las plaquitas de roscar MA-2 se ofertan sobre demanda



Puede rectificarse un ángulo de incidencia si se incrementa en el borde de ataque de la plaquilla para dar la saliente hacia adelante para producir roscas más gruesas y de entrada múltiple

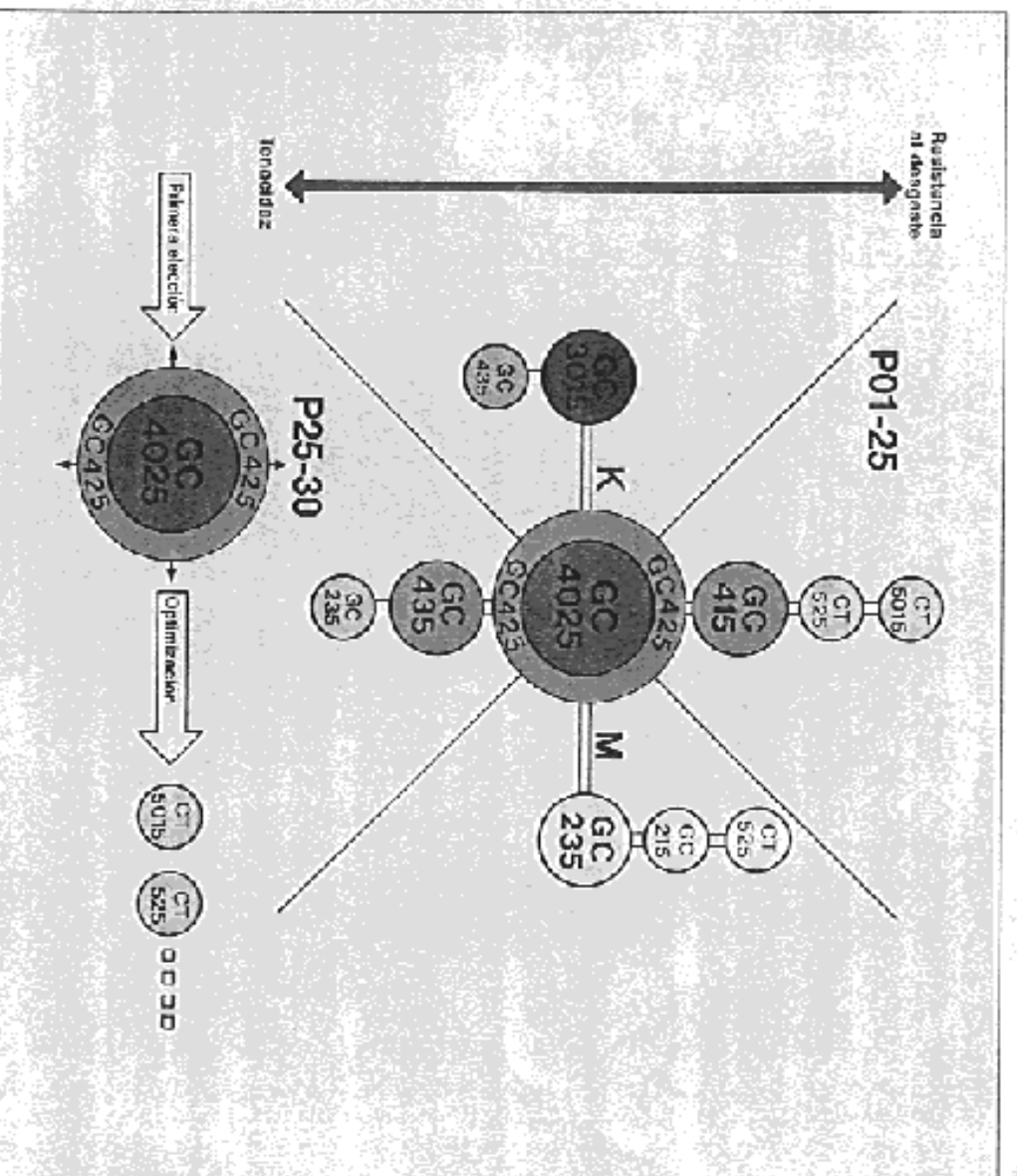
Pueden suministrarse plaquitas standard modificadas para mecanizar roscas no indicadas en las tablas de limitaciones en el roscado de interiores.

### limitaciones en el roscado de interiores con plaquitas Acme MA y NAs-3 y 4.

hilos por pulgada	tamaño nominal de rosca	díámetro de rosca menor mínimo	pulgada	mm
4	3 1/4	88,90	3,250	82,55
5	3	76,20	2,500	71,12
6	2 1/2	63,50	2,333	58,85
8	2	57,15	2,125	53,96
10	1 3/4	50,80	1,667	48,26
12	1 1/4	44,45	1,667	42,34
14	1 1/2	41,28	1,554	39,47
16*	1 1/2	38,10	1,438	36,52

\* Dieciséis hilos por pulgada o más pueden obtenerse si el diámetro menor de rosca es 38,52 o superior.

NOTA: Los productos Acme con ángulo de perfilamiento pueden ser requeridos para ciertos modelos y aplicaciones de alta temperatura.



## Calidades Coromant para torneado avanzado

La gama Coromant de calidades más altas de metal duro accorrimos al núcleo de nuestro avanzado programa de torneado. Comprende calidades como primera elección — en los circuitos más rápidos — para cada fase de aplicación importante, y calidades complementarias para un mayor rendimiento con determinados materiales y en aplicaciones específicas.

La calidad de aplicación general GC4025, primera elección en el área P25 y una buena alternativa en el área CT3, completa toda la gama de SE GC400, contribuyendo a incrementar el rendimiento de manera importante.

La experiencia de Coromant en materiales de corte, técnicas de recubrimiento y métodos de producción de plaquitas, permite satisfacer una gran variedad de necesidades del cliente, lo que ha contribuido a aumentar el espectro de materiales de corte. El programa básico empieza con los de tungsteno, carburos y nitruros de titanio, cerámicos y continúa también con plaquitas de cerámica, de nitruro de boro cúbico y de dióxido de polilitalio.

# Calidades de plaquitas Coromant para torneado

La posición y forma del símbolo de calidad indica el campo de aplicación.

- A Centro de campo de aplicación.
- B Campo de aplicación recomendado.



ISO/ANSI

Calidades básicas

Calidades complementarias

Aplicaciones especiales

P Material ISO 513 Material ANSI Material SAE Material DIN Material JIS	V1 CB 10 20 30 40 50	Calidades básicas				Calidades complementarias		Aplicaciones especiales	
		GC A15	GC A25	GC A35	GC A45	GC B075	GC B15	GC C020	GC C030
M Material ISO 513 Material ANSI Material SAE Material DIN Material JIS	10								
	20								
	30								
	40								
P Material ISO 513 Material ANSI Material SAE Material DIN Material JIS	10								
	20								
	30								
	40								

Recomendado:  
utilizar con buena (GC),  
trazo de buen calidad  
(GC20 y GC30) y  
plaquitas con punta  
de alta velocidad (GC10)

ADFERID  
Código de identificación  
COROMANT para el acero

ALEACIONES TERMOM-  
RESISTENTES  
COROMANT  
para el acero

ALUMINIO  
COROMANT  
para el aluminio  
COROMANT  
para el aluminio  
COROMANT  
para el aluminio  
COROMANT  
para el aluminio

# Valores nominales de velocidad de corte y avance

ISO	CMC No.	Material	Fuerza de corte específica $k_c$ 0,4	Dureza Brinell HB	Resistencia al desgaste						
					Calidades básicas						
					CT5015						
					Avance mm/f	0,05-0,1-0,2	0,05-0,1-0,3				
					Velocidad de corte m/min						
<b>P</b>	01.1	Acero al carbono no aleado	C = 0,15% C = 0,35% C = 0,50%	1900 2100 2250	125 150 200	640 560 510	530 430 420	430 410 390	290 260 230		
	02.1	Acero de baja aleación templado y revenido templado y revenido	Recocido	2100	180	445	370	307	315	285	
	02.2			2600	275	305	250	205	215	180	
	02.2			2700	300	280	235	190	200	165	
	03.1	Acero de alta aleación templado	Recocido	2850	250	245	205	165	175	145	
	03.2			2900	200	400	330	280	235	165	
	05.1	Acero inoxidable, recocido	Mañanitas/ferítico	3900	325	95	160	145	115		
	06.1	Fundiciones de acero	No aleado	2300	200	345	285	230	245	180	
	06.2			Baja aleación	2000	180	270	225	130	155	
	06.3	Alta aleación	2700	225	270	225	130	55			
					CT525						
					Resistencia al desgaste						
					Calidades básicas						
					GC3015						
					GC1025						
					GC405						
					Avance mm/f						
					0,05-0,1-0,2						
					Velocidad de corte m/min						
					0,1-0,3-0,6						
					220			205			
					180			230			
					195			190			
					215			180			
					120			120			
<b>M</b>	05.2	Acero inoxidable, recocido	Austenítico Ni > 8%, Cr 12-25%	2450	180						
	05.51	Acero inoxidable duplex	Austenítico/ferítico	3000	200						
	05.52 <sup>2)</sup>			3050	250						
	20.11	Super aleaciones termo-resistentes	Ferroceda	3050	200						
	20.12			Envejecida	3500	250					
	20.21			Recocida	4150	350					
	20.22			Base Co níquel u cobalto	4150	320					
	20.24	Fundida									
	23.1	Aleaciones de titanio	Ti puro comercial	1530	400						
	23.21			aleaciones $\alpha$ , casi $\alpha$ y $\alpha + \beta$	1675	950					
23.22	aleaciones $\alpha + \beta$ envejecidas.			1680	1050						
					Resistencia al desgaste						
					Calidades básicas						
					GC3015						
					GC1025						
					GC405						
					Avance mm/f						
					0,1-0,4-0,8						
					0,1-0,4-0,8						
					0,2-0,5-1,0						
					Velocidad de corte m/min						
					225			270			
					235			235			
					210			210			
					185			185			
					165			165			
					190			225			
					90			90			
					55			55			
					285			285			
					175			180			
					145			65			
					20			20			
					90			55			
ISO	CMC No.	Materia	Fuerza de corte específica $k_c$ 0,4	Dureza Brinell HB	Resistencia al desgaste						
					Calidades básicas						
					GC3015						
					GC1025						
					GC405						
					Avance mm/f						
					0,1-0,4-0,8						
					0,1-0,4-0,8						
					0,2-0,5-1,0						
					Velocidad de corte m/min						
225											
235											
210											
185											
165											
190											
90											
55											
285											
175											
145											
20											
90											
55											

<sup>1)</sup> Pm = resistencia a la tracción máxima, media en MPa  
<sup>2)</sup> Datos de corte recomendados, en base a una vida de la herramienta de 7 minutos

# para Tornado en general

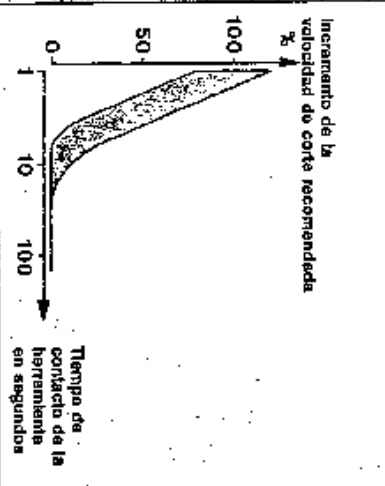
Tenacidad		Resistencia al desgaste				Tenacidad	
GC415	GC4025	GC425	GC435	GC235	Calidades complementarias	GC215	SE
0,1-0,4-0,8		0,1-0,4-0,8	0,1-0,4-0,8	0,2-0,5-1,0	0,1-0,3-0,5	0,1-0,4-0,8	0,3-0,6-1,2
Avance mm/r					Velocidad de corte m/min		
0,1-0,3		0,1-0,3-0,5		0,1-0,3-0,5		0,3-0,6-1,2	
490 345 230	450 310 215	440 300 205	320 230 165	180 130 110	510 365	410 260 230	170 130 85
440 315 230	410 280 195	400 275 190	300 210 150	165 120 100	470 335	380 260 210	*160 115 80
385 275 200	360 260 170	350 240 165	260 185 130	145 105 90	410 295	330 230 185	130 100 70
390 265 195	340 230 165	320 220 170	200 140 100	155 110 90	400 290	300 205 160	100 75 50
280 190 130	225 160 120	215 150 115	170 100 70	105 75 60	275 195	100 120 100	70 60 35
240 165 120	205 140 110	200 135 105	125 90 60	95 70 50	255 180	185 115 90	65 45 30
240 145 105	180 125 85	170 120 90	110 75 55	85 60 45	220 155	145 100 80	55 40 26
350 230 170	280 195 145	260 185 135	175 115 80	140 100 80	235 165	265 175 130	90 65 50
170 110	130 90 70	120 80 60	85 50 40	65 45 35	180 120	110 75 65	45 30 20
265 240 190	260 215 170	275 210 165	225 180 145	130 110 90	315 225	240 195	125 105 85
200 105 145	235 165 125	200 160 120	135 105 75	100 90 65	275 200	155 120	70 55 40
230 180 130	200 135 95	190 125 85	120 90 60	90 70 55	270 185	155 110	60 50 35
190 130 95	175 120 85	170 115 80	85 70 55	80 60 45	205 140	125 90	45 35 25

Tenacidad		Resistencia al desgaste				Tenacidad	
GC235	H10A	H13A	H10F	Calidades complementarias	GC425	GC435	
0,2-0,4-0,8		0,1-0,4-0,8	0,2-0,5-1,0	0,3-0,6-1,2	CT5015	SIP	
Avance mm/r					Velocidad de corte m/min		
0,2-0,4-0,8		0,1-0,3-0,5		0,2-0,4-0,8		0,2-0,4-0,6	
120 105 90	100	70	-	310 255	205 170	200 155 140	190 160 130
120 105 90	94	43	23	200 165 120	200 165 120	150 120	140 110
	50	31	19				
	42	18	46				
	34		27				
	23		17				
			15				
			45				
			30				
			18				
			10				
			10				
			135				
			112				
			95				
			55				
			45				
			36				
			48				
			42				
			34				

Tenacidad		Resistencia al desgaste				Tenacidad	
H13A	Calidades complementarias	GC415	H1P	Avance mm/r	CT5015	SIP	
0,2-0,5-1,0		0,1-0,2-0,3	0,1-0,4-0,8	0,1-0,3	0,05-0,1	0,1-0,3	
Velocidad de corte m/min					Velocidad de corte m/min		
0,2-0,5-1,0		0,1-0,3-0,5		0,2-0,4-0,8		0,2-0,4-0,6	
27 16 10				310 255	205 170	200 155 140	190 160 130
85 40 18							
108 75 45							
80 60 30							
136 85 60							
95 65 45							
80 50 30							
17 11 5							
1780 1200 900							
510 370 290							
400 285 175							
1300 1160 110							
610 430 285							
510 320 185							
225 160 115							
340 240							
190 120							
225 160							

**Influencia del tiempo de contacto de la herramienta para GC235 y GC435**  
 Las recomendaciones de velocidades de corte para carbidos de metal duro tenaces por el GC235 y GC435, son en cierto modo restringidas, teniendo en cuenta el riesgo de deformación plástica del sustrato por un excesivo calentamiento.

Teniendo en cuenta que el efecto térmico disminuirá para tiempos de contacto más cortos, se pueden admitir velocidades superiores a las recomendadas en la tabla. Ver la guía más abajo.



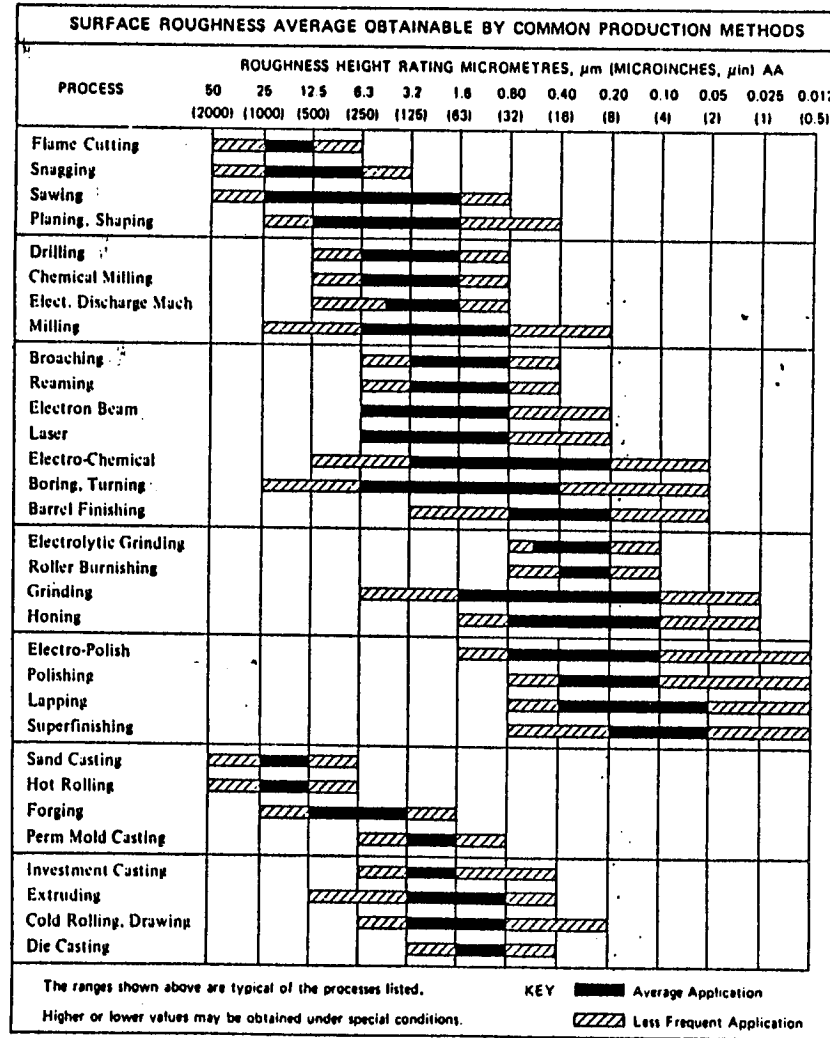


# VELOCIDAD DE CORTE, EN EL TORNEADO, EN RELACIÓN A LA SECCIÓN DE LA VIRUTA Y A LA CALIDAD DEL MATERIAL A TRABAJAR.

(Velocidad expresada en m/min)  
HERRAMIENTAS DE ACERO HSS

Material a trabajar	Sección de la viruta en mm																				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	8
Acero extra dulce de $R = 40 \text{ kg/mm}^2$	120	100	88	80	73	67	65	62	59	54	50	46	43	38	35	33	32	30	29	27	24
+ dulce de $R = 90 \div 90 \text{ kg/mm}^2$	93	78	70	64	60	56	53	50	48	45	40	38	35	33	30	29	27	26	24	22	21
+ semiduro de $R = 50 \div 65 \text{ kg/mm}^2$	55	48	42	39	36	35	34	32	30	28	27	25	24	22	21	20	18	18	17	17	14
+ duro de $R = 65 \div 80 \text{ kg/mm}^2$	34	30	27	25	24	23	22	21	20	20	19	18	17	16	15	15	14	14	13	12	11
+ tratado de $R = 80 \div 120 \text{ kg/mm}^2$	21	20	19	18	17	16	16	15	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	9,5	9,5	9
Fundición: dureza hasta 250 Brinell	38	34	31	28	27	25	25	24	23	22	21	20	20	18	17	17	16	15	14	14	13
" " de 250 + 400 Brinell	29	27	25	24	23	22	21	20	19	18	18	17	16	15	15	14	13,5	13,5	13	11	12
Cobre, bronce, latón (dulces)	415	355	370	340	310	282	260	150	145	125	112	96	88	76	70	64	56	51	48	45	43
Bronce, latón (duros)	215	180	165	120	108	98	90	84	78	70	60	54	49	43	39	35	31	30	29	26	23
Magnesio (electrolítico)	1300	800	620	610	560	520	480	440	400	360	310	270	240	210	175	160	144	130	122	112	96
Aluminio, aleaciones blandas	720	600	530	440	400	350	320	290	270	250	230	205	183	160	145	135	122	112	109	98	92
Aluminio, aleaciones duras	440	370	320	285	260	245	230	215	195	180	158	145	135	125	115	104	97	92	85	80	74

# CAPACIDAD DEL PROCESO ACABADO SUPERFICIAL



# DESCRIPCIÓN DE ACABADOS SUPERFICIALES

- 4- $\mu$ m rms (0.1 $\mu$ m) Esta es una superficie con acabado de espejo que está libre de marcas visibles de cualquier tipo. Es usado en rodamientos de alta calidad. Este acabado tiene un muy alto costo y se produce por procesos como lapeado y honeado, o rectificado de precisión.
- 8- $\mu$ m rms (0.2 $\mu$ m) Este es un acabado libre de rayones de tolerancia cerrada que se usa para partes como el interior de los cilindros hidráulicos, pistones y rodamientos de cojinetes. Se produce por torneado y taladrado con punta de diamante, o rectificado de precisión.
- 16- $\mu$ m rms (0.4 $\mu$ m) Este acabado se utiliza cuando el acabado de la superficie sea de vital importancia para el funcionamiento de la pieza; rodamientos para flechas que giran a altas revoluciones, rodamientos con altas cargas, aplicaciones hidráulicas y anillos estáticos a escala. También requiere de herramientas con diamante o rectificado de precisión.
- 32- $\mu$ m rms (0.8 $\mu$ m) Este es un acabado de máquina fino producido por un torneado, fresado o taladrado cuidadoso seguido de un rectificado o brochado. Es generalmente encontrado en partes sujetas a concentración de esfuerzos y vibración, tal como los dientes de un engrane o los tambores de frenos.
- 63- $\mu$ m rms (1.6  $\mu$ m) Este es un suave acabado de alta calidad, tan suave como económicamente puede ser producido por medio de torneado o fresado sin una operación subsecuente. Es deseado para rodamientos ordinarios, así como partes de máquina con tolerancias cerradas donde no exista una gran fatiga.
- 125- $\mu$ m rms (3.2 $\mu$ m) Este acabado superficial resulta de maquinados de alta calidad cuanto se utilizan cortes ligeros, alimentaciones finas y herramientas filosas en la pasada de acabado. Se puede utilizar para superficies de rodamientos con cargas pequeñas y partes con esfuerzos moderados, pero no debe ser utilizado para superficies con deslizamiento.
- 250- $\mu$ m rms (6.4  $\mu$ m) Este acabado superficial resulta de operaciones ordinarias de maquinado usando alimentaciones medianas. No es objetable en apariencia y puede ser usado para la superficie de componentes no críticos.





# PLAN DE PROCESO

Se define como plan de proceso al conjunto de las operaciones, ordenadas según una secuencia preestablecida, que deben efectuarse sobre una pieza determinada para transformarla en un producto semi elaborado o acabado, empleando para ello herramientas y máquinas determinadas.

En la mayoría de los casos, no basta una sola operación para concluir el ciclo de trabajo que debe sufrir una pieza para poder quedar dispuesta para su empleo. En general, cada operación forma parte de una serie de operaciones que van transformando progresivamente un material en bruto, hasta convertirlo en una pieza acabada. El estudio del ciclo viene impuesto por la necesidad de determinar, para cada pieza, la secuencia de operaciones más corta, empleando el menor tiempo posible, con los medios más adecuados y a un costo de fabricación más reducido.

Cuando se debe efectuar una fabricación que comprende operaciones diversas adquiere una gran importancia la programación detallada de todo el proceso: deben quedar bien claros el número de operaciones simples, la forma de efectuarlas, su secuencia y sus tiempos de ejecución, con el fin de evitar pérdidas de tiempo, pasos inútiles, etc.

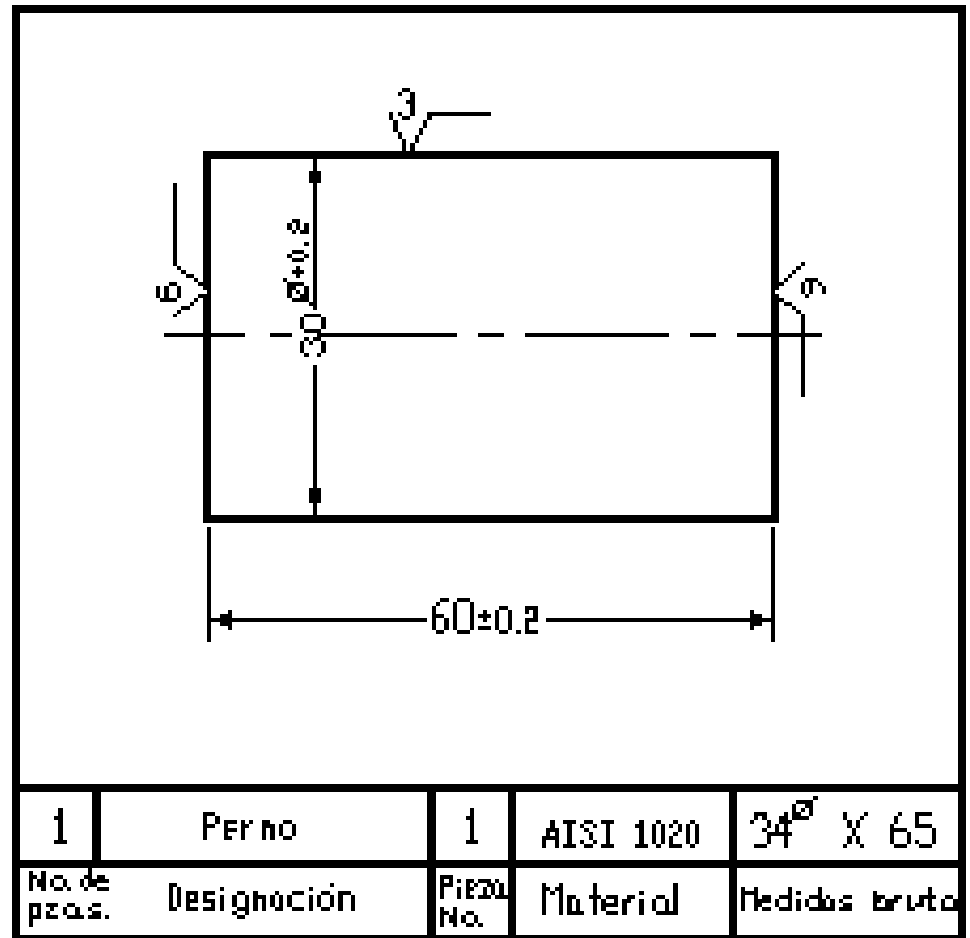
# **ESTRUCTURA DEL PLAN DE PROCESO**

Todo plan de proceso se subdivide en una serie ordenada de operaciones. Cada operación esta formada por un conjunto de fases de trabajo que el operario debe efectuar, en un mismo puesto de trabajo y en una misma máquina.

La secuencia de cada operación viene indicada por un número, que por razones de comodidad va progresando de 10 en 10 (por ejemplo la primera operación tendrá el número 10 la siguiente el 20 y así sucesivamente). Los números intermedios se reservan para el caso de posibles operaciones intermedias.

# TORNEADO DE PERNOS LISOS

**Lectura del plano:** El plano nos da idea sobre la forma, naturaleza de las superficies, medidas y número de piezas a fabricar, así como sobre las medidas en bruto y el material. La naturaleza de las superficies se indica mediante signos. Nuestro perno ha de ser alisado o afinado en su superficie lateral y desbastado en sus bases. Para el diámetro del perno se indica la cota  $f30_{+0.2}$ , es decir, que el perno debe resultar después de torneado con diámetro no mayor a 30.2 mm ni menor a 30 mm.



Dibujo de taller.

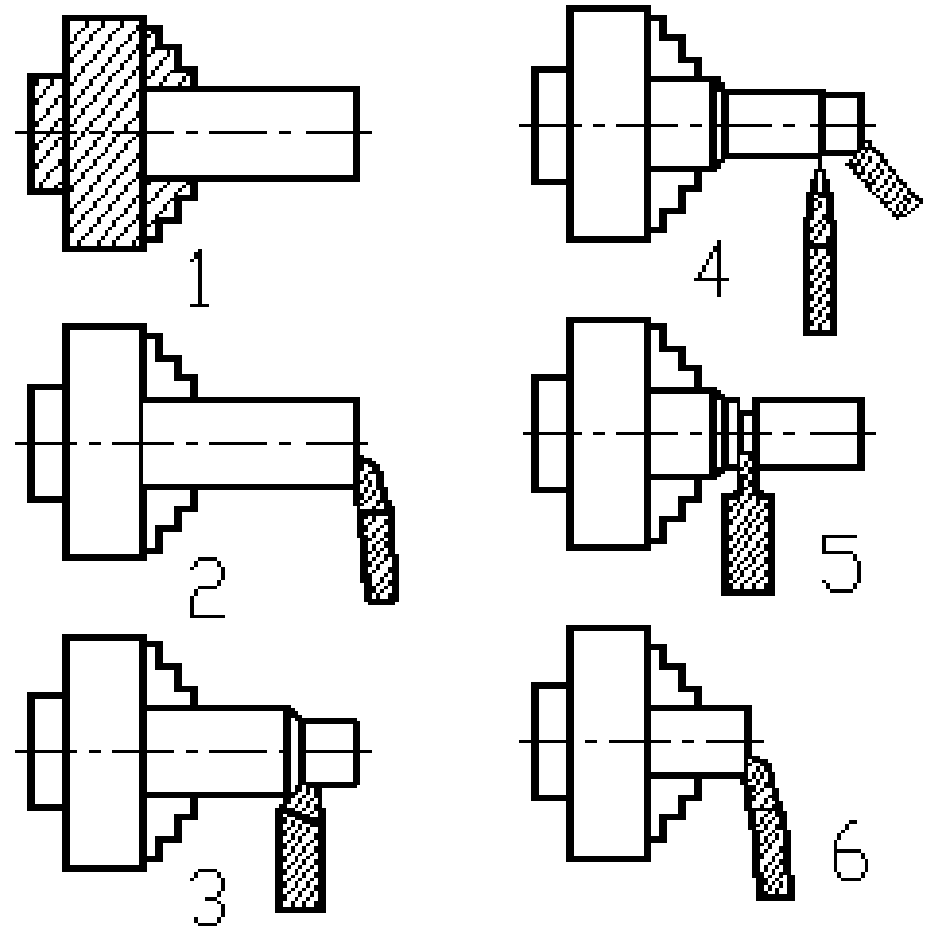


# TRAZADO DE PLAN DE PROCESO

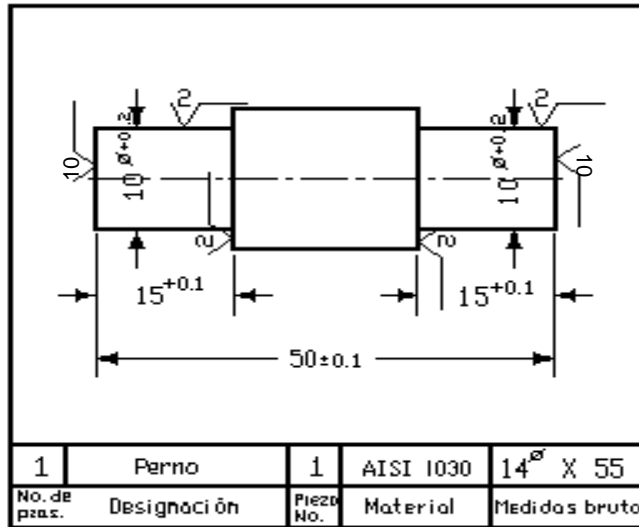
Antes de empezar a trabajar se piensa en qué orden de sucesión es más ventajoso que se ejecuten los procesos de trabajo y qué herramientas son necesarias para la labor de torno.

Plan de trabajo.		
	Fase del trabajo	Herramientas
1	Sujeción de la Pieza en Bruto	Chuck 3 mordazas
2	Refrentado de la cara frontal	Buril de corte lateral frontal
3	Desbaste	Buril de desbastar
4	Acabado, desbarbado	Buril de acabar, Buril de desbarbar
5	Tronzado	Buril de tronzar
6	Refrentado de la segunda cara frontal, desbarbado	Buril de corte lateral, útil a mano
Instrumentos de medida: regla de acero, pie de rey		

El perno hay que “trabajarlo de la barra” y por lo tanto, la pieza en bruto debe venir en forma de barra. Para este trabajo resulta adecuado un torno paralelo de tamaño pequeño o mediano.

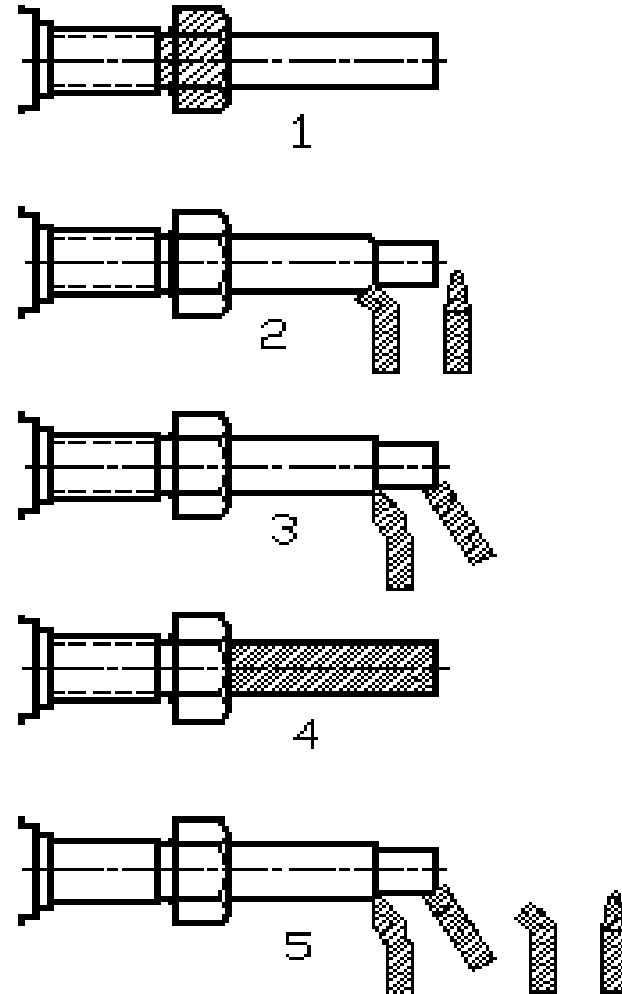


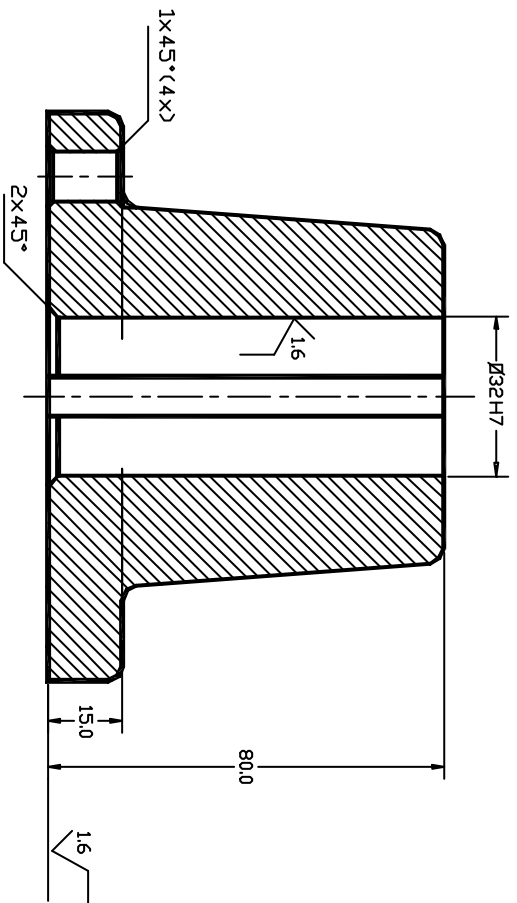
# TORNEADO DE PERNOS CON ESPIGA EN LOS EXTREMOS



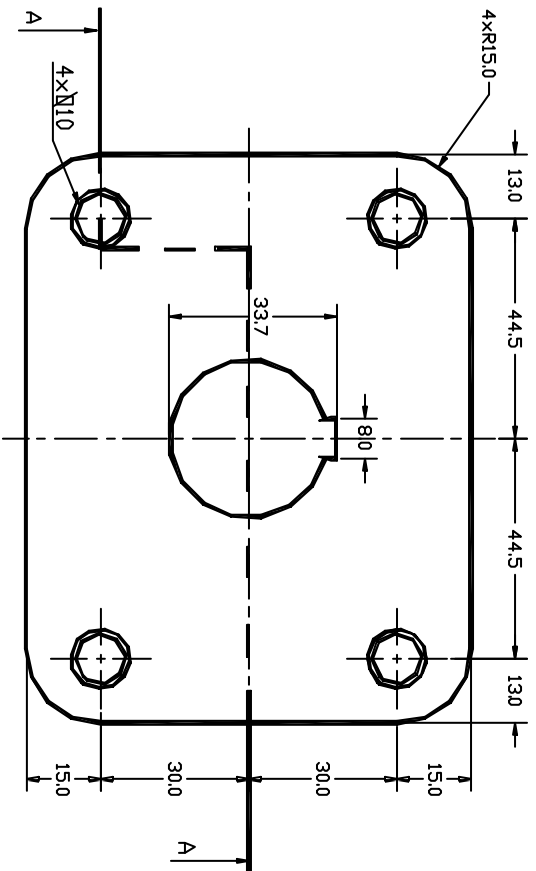
Plano de taller.

Plan de trabajo		
	Fases del trabajo	Herramientas
1	Sujeción	Boquilla de sujeción
2	Desbastar y acabar la 1a. espiga	Buril de desbastar y de acabar
3	Terminar de torneear la 1a. espiga a su longitud y desbarbar	Buril de corte lateral, útil de mano
4	Invertir la sujeción	
5	Desbastar la 2a. espiga, acabar, terminar de torneear a su longitud y desbarbar	Buril de desbastar, de acabar, de corte lateral y de mano.
Instrumentos de medida; calibre de profundidades, pie de rey, micrómetro		





sección A-A



Acabado superficial no Ind. 1  5

Redondeos R 3 mm

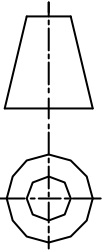
Acotaciones en mm

TOLERANCIA  $\pm 0.10\text{mm}$   
GENERAL

Escala S / E

$32H7=32^{+0.025}$

DIBUJADO POR: FDMC	TÍTULO: SOPORTE PARA BARRA PORTAHERRAMIENTAS DE TORNO AUTOMÁTICO	MATERIAL: HIERRO FUNDIDO BAJA RESISTENCIA DUREZA 250 HB
FECHA: 21/12/98	NUMERO: 1	CANTIDAD: 1
		UDLA-P

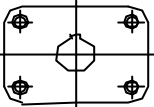
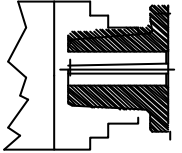
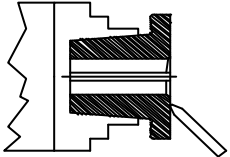
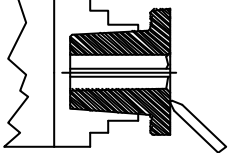
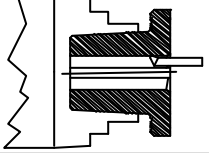
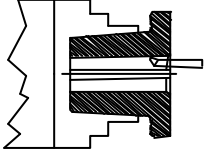


NOMBRE: Soporte para barra portaherramientas de torno automático. HOJA NO. 1

MATERIAL: Hierro fundido de baja resistencia

CANTIDAD: 1

## PLAN DE PROCESO

NO	DESCRIPCION	MAQ.	HERR.	PARAMETROS	INSTR.	T <sub>min</sub>	CROQUIS
10	Trazado completo sobre la pieza					8	
20	Sujeción de la pieza	Torno paralelo	Chuck con garras independientes.	L=55	Vernier	0.5	
30	Refrentado de desbaste	Torno paralelo	Buril Hss	a=1.7mm s=1mm/rev v=20m/min P= 0.83 Kw N = 43 rpm	Vernier	1.32	
40	Refrentado de acabado	Torno paralelo	Buril Hss r=0.8	a=0.3mm s=0.2 mm/rev v=38m/min	micrómetro	6.97	
50	Mandrinado de desbaste del agujero.	Torno paralelo	Buril HSS acodado	a=1.7mm s=1mm/rev v=20m/min P=0.83 kw N=202.7	Vernier	0.4	
60	Mandrinado de acabado del agujero.	Torno paralelo	Buril HSS acodado r=0,8	a=0.3mm s=0.19mm/rev v=38 N=378	micrómetro	1.17	



# TORNEADO DE EJES

Fabricación de una árbol para una sierra circular.

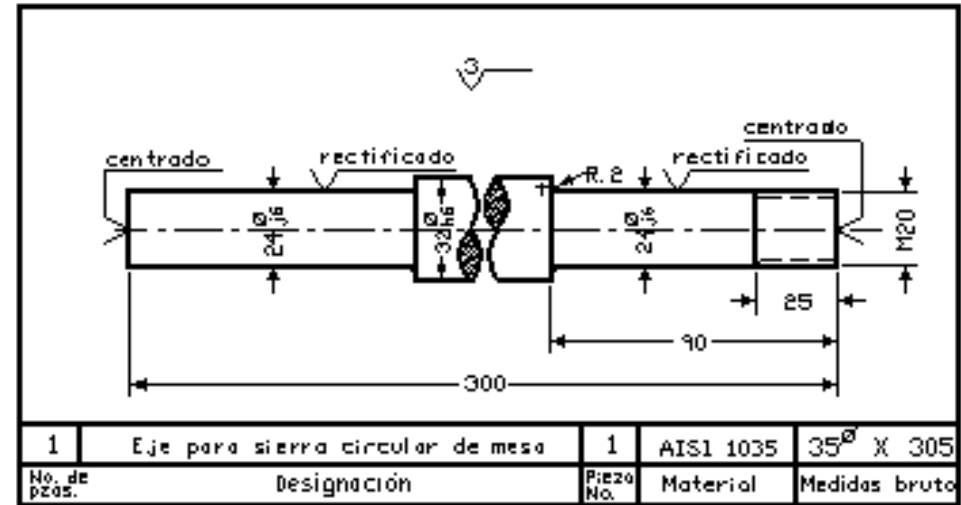
Las designaciones j6 y h6 indicadas junto a los diámetros 24 y 32 son designaciones abreviadas para indicación de ajustes. esto significa que hay que mantener unas cotas máxima y mínima normalizadas. \*Las espigas de f24 j6 deben ir en cojinetes de rodillos. Se termina con rectificación cilíndrica.

La designación centrado dispuesta sobre las caras frontales significa que los centrados deben mantenerse. El árbol se sujeta para su torneado entre las puntas del torno.

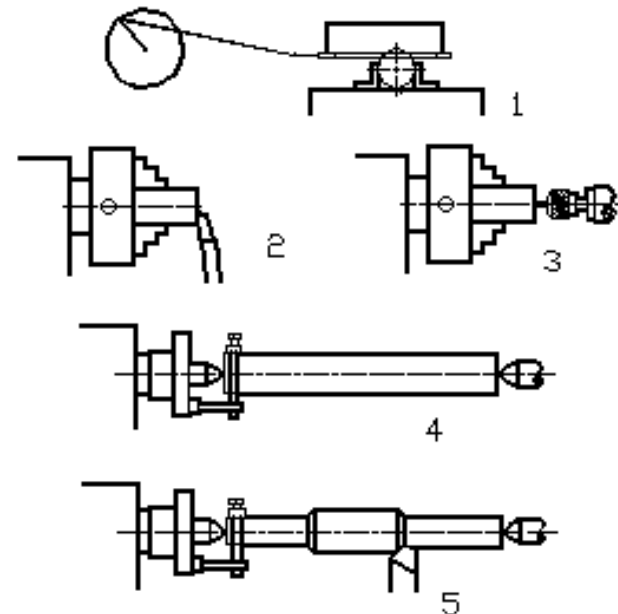
Plan de trabajo		
	Fases del trabajo	Herramientas
1	Corte de la barra en bruto	Sierra
2	Refrentado de las caras frontales	Buril de corte refrentor
3	Centrado	Broca de centrar
4	Sujeción entre puntas	Torno de puntas, perno de arrastre
5	Torneado del árbol	Buril de desbastar, de afinar, de corte lateral y de redondear
Instrumentos de medida; Metro de acero, compás curvo, pie de rey, pálmer, calibres de tolerancia para árboles, calibre de redondeamientos.		

## Preparación del árbol, para ser torneado.

La pieza en bruto se corta de la barra unos 5 mm más larga que la medida nominal. Los taladros de centrado deben practicarse en el centro de las caras frontales, las cuales deben ser planas y perpendiculares al eje de la pieza, por lo cual se refrentan éstas antes de proceder al centrado.



Plano de taller.

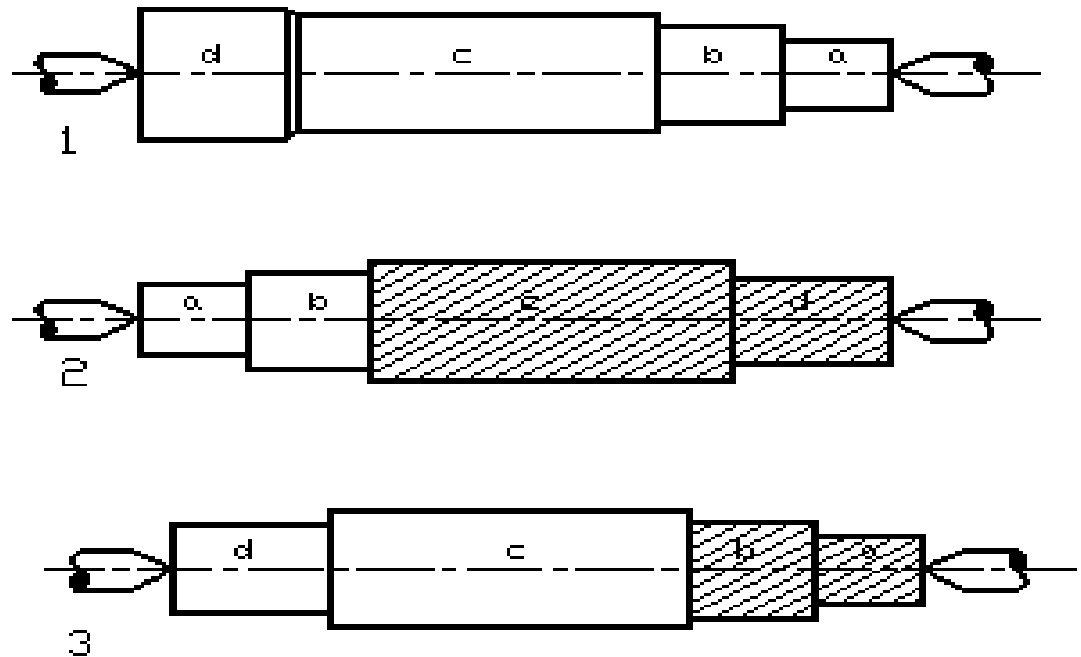


# TORNEADO DE EJES

## Torneado del árbol.

El árbol se maquina mediante desbastado y acabado.

1. Desbastar a, b, c, (1).
  2. Inversión de la sujeción (2).
  3. Desbastar d.
  4. Acabar d, c.
  5. Torneado del redondeamiento.
  6. Inversión de la sujeción (3).
  7. Acabar a, b.
  8. Torneado del redondeamiento.
- Torneado de las espigas a su longitud debida.

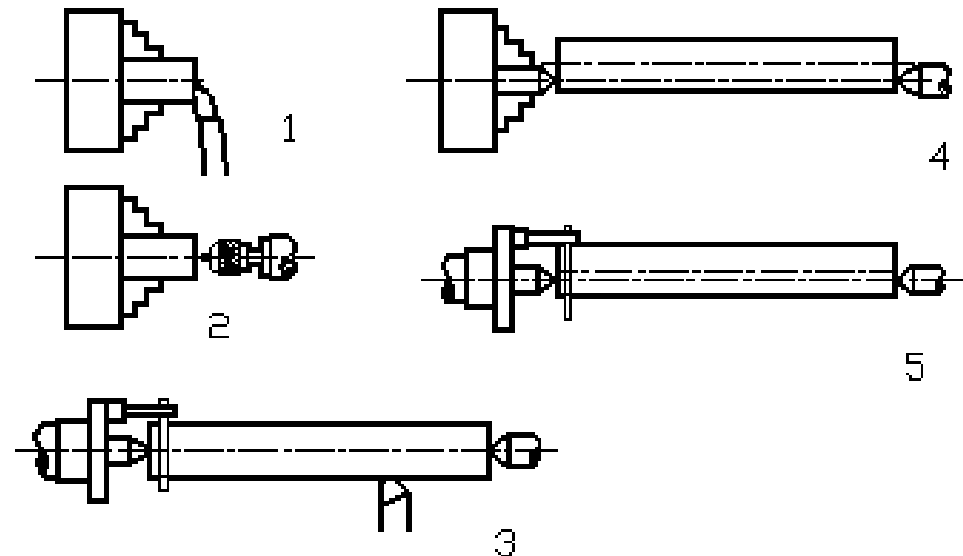
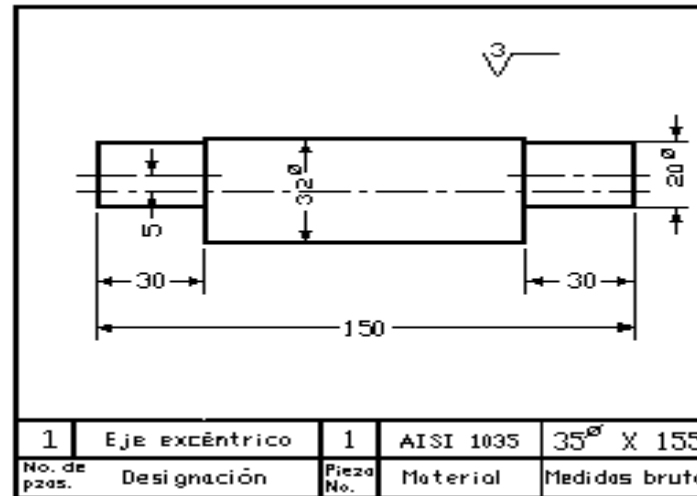


Torneado del árbol.

Como las espigas de  $f24 j6$  han de rectificarse, hay que mantener los diámetros más gruesos en la demasía necesaria para el rectificado, o sea, que en este caso se dejen a 24.3 mm.

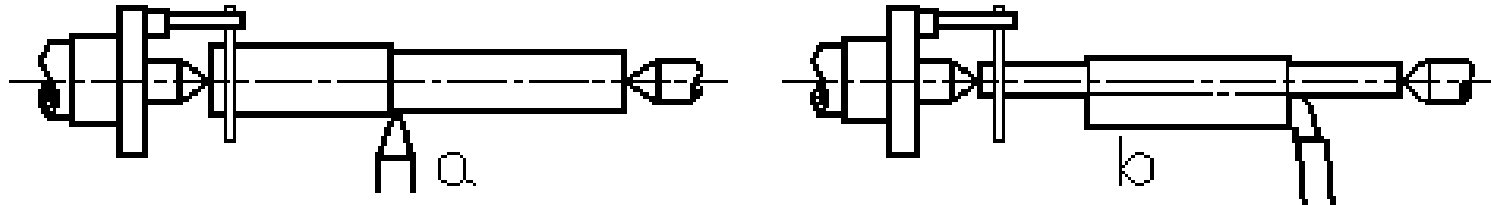
# TORNEADO DE EJES EXCÉNTRICOS

Plan de trabajo		
Fases del trabajo	Herramientas	
1 Dejar la pieza a una longitud mayor y refrentar las caras frontales	Butil de refrentar	
2 Establecer los puntos de centrado para $f$ 32	Broca de centrar de $f$ 3 mm	
3 Desbastar y acabar entre puntas a $f$ 32	Butil de desbastar	
4 Refrentar, trazar y taladrar las puntas de centrado para las espigas descentradas	Gramil, compás, broca de centrar, butil de refrentar	
5 Desbastar y acabar las espigas $f$ 20	Butil de desbastar, de acabar y de corte lateral.	





# TORNEADO DE EJES EXCÉNTRICOS



Maquinado de un árbol excéntrico con gran excentricidad.

a) Torneado al diámetro mayor b) torneado de las espigas descentradas

Cuando se trata de descentramientos pequeños se termina primeramente el torneado de la pieza al diámetro mayor. después de esto, se eliminan, mediante refrentado, los puntos de centrado empleados y se realizan sobre ambas caras frontales los puntos de centrado excéntricos. La pieza en bruto debe tener una longitud suficiente para ello.

Para sujetar la pieza en el torneado excéntrico pueden usarse platos de sujeción excéntricos.



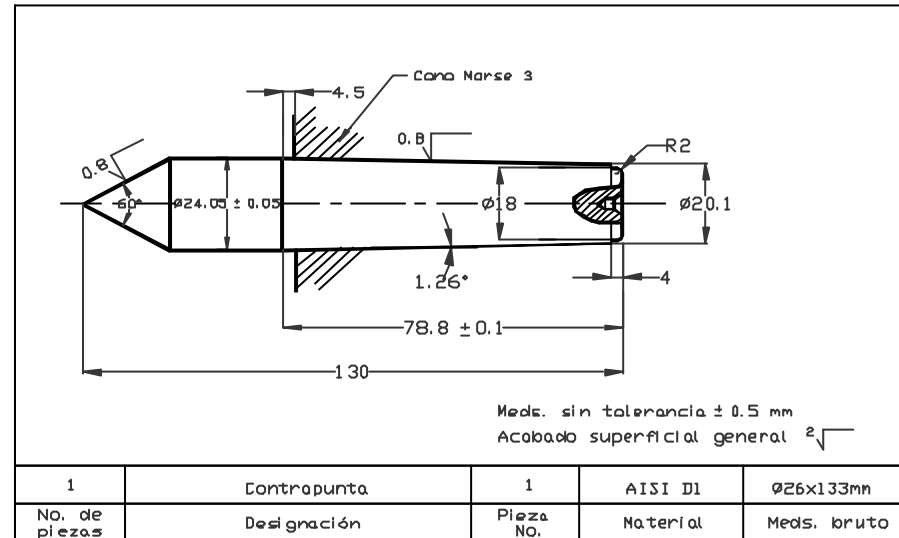
Maquinado de un árbol excéntrico con pequeña excentricidad

*Los cigüeñales y ejes de manivela* tienen frecuentemente excentricidades muy grandes y se tornan en tornos especiales para ello.

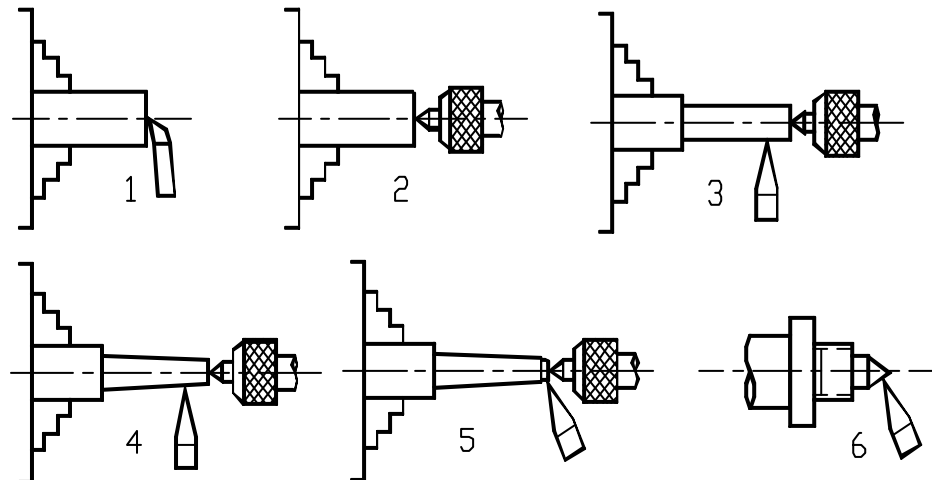
# MECANIZADO DE CONTRAPUNTAS

**Ejemplo de trabajo:** Mecanizado de contrapuntas

Al mecanizar contrapuntas, hay que tener en cuenta, sobretodo, además del ajuste del cono Morse, la coincidencia del eje de la punta con el del mango cónico. Por esta razón para torneear la punta se introduce el mango cónico en el alojamiento cónico del husillo de trabajo, en caso necesario utilizando un casquillo intermedio.

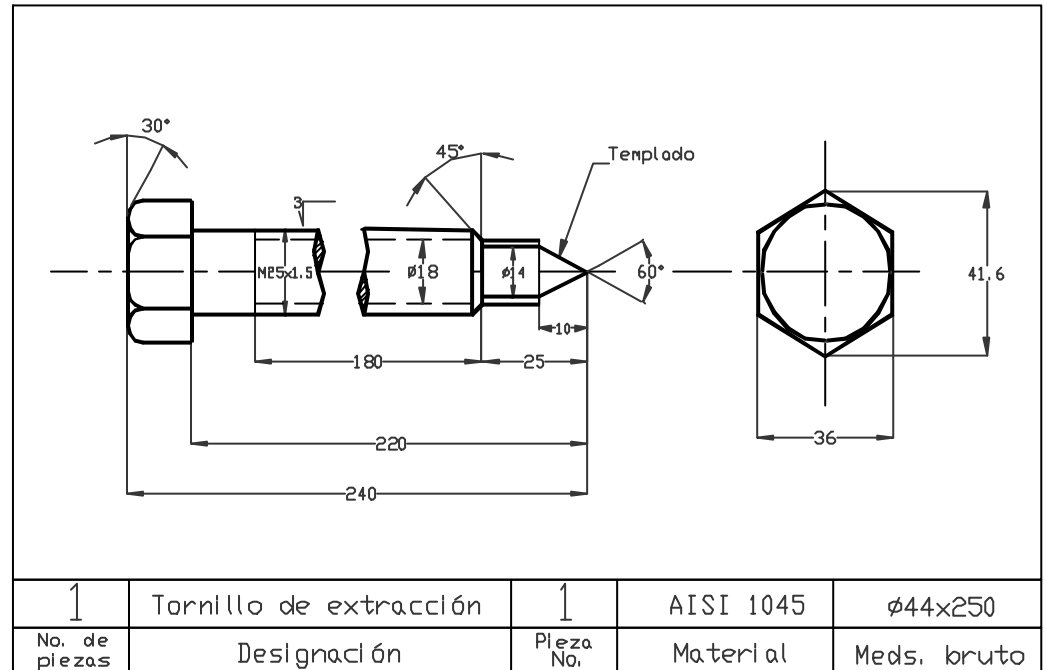


Plan de trabajo		
	Fases del trabajo	Herramientas
1	Torneado de la pieza a su longitud debida	Buril de corte lateral
2	Centrado de uno de los extremos	Broca de centrar de $f$ 2 mm
3	Torneado desbaste y acabado a diámetro 24.05	Buril de desbastar y buril de acabado
4	Torneado previo y final de cono morse	Buril de desbastar y buril de acabado
5	Torneado a diámetro 18 y torneado del redondeamiento	Buril de acabado y buril de mano
6	Torneado previo y final de la punta	Buril de desbastar y buril de acabado
7	Templar la punta y rectificar	
Instrumentos de medida y verificación: Regla metálica, calibre micrométrico, calibre de redondeamientos, transportador universal, calibre casquillo Morse 3.		

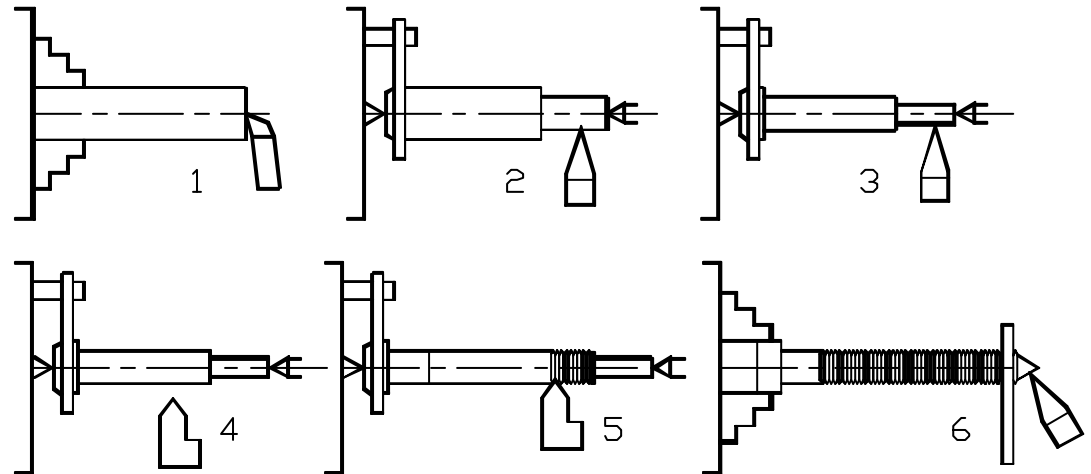


# ROSCADO DE PERNOS CON HERRAMIENTA DE ROSCAR

Ejemplo de trabajo: Mecanizado del tornillo para un dispositivo de extracción



Fases del trabajo	Herramientas
1 Refrentar la pieza y centrarla	Buril de corte lateral y broca de centrar
2 Sujeción de la pieza entre puntas, desbastado y afinado al diámetro menor	Buril de desbastar y buril de acabado
3 Desbastar y afinar la parte fileteada de diámetro 24, y la espiga	Buril de desbastar y buril de acabado, buril de corte lateral
4 Disponer el tomo para el roscado y sujetar el buril de roscar	Ruedas dentadas del cambio de marchas y buril de roscar
5 Tallado de la rosca	Buril de afinar y buril de mano
6 Torneado de la punta	Luneta de afinar
7 Fresado de los cantos de la cabeza hexagonal	Fresa frontal
8 Templado de la punta	
Instrumentos de medida y verificación: pie de rey, palmer, galga para roscas, calibre del anillo para roscas	

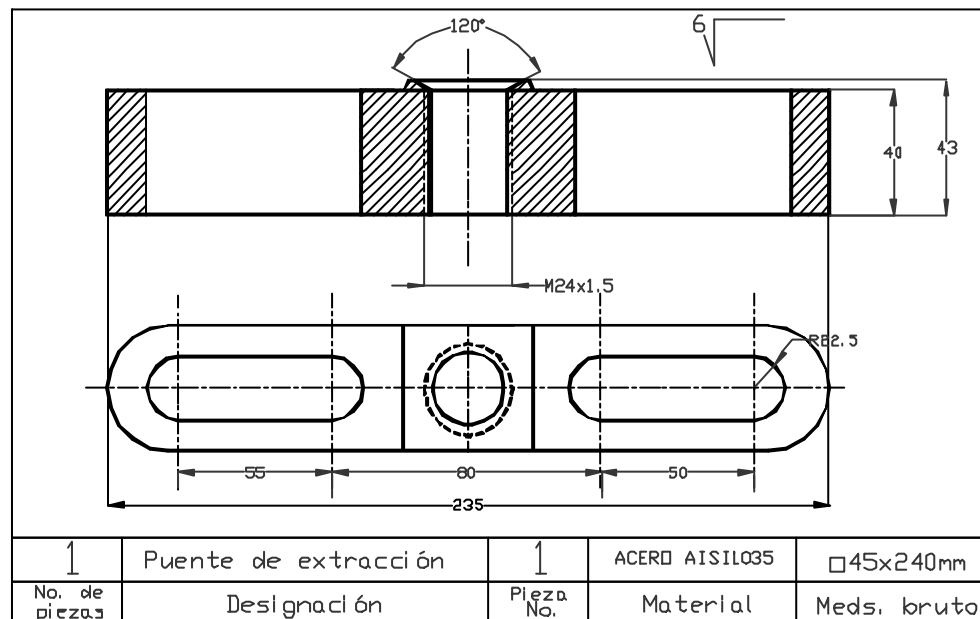


# ROSCADO DE TUERCAS CON HERRAMIENTA DE ROSCAR

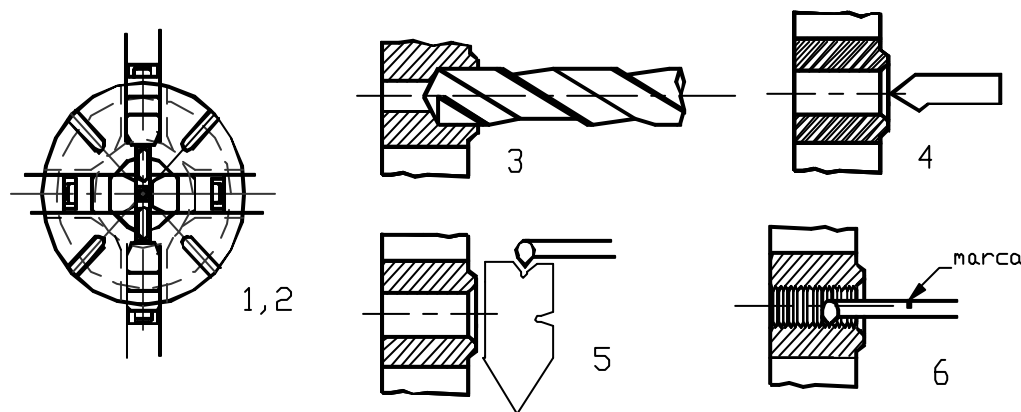
**Trabajo encargado:** Dotar de rosca al puente de extracción de la figura.

**Mecanizado de la rosca hembra M 24 x 1.5:** Se sujeta la herramienta de roscar utilizando la galga y tan en corto como sea posible. Se le hará una marca al taladro para que al roscar no sobrepase demasiado. La profundidad de viruta será menor que la de las roscas exteriores en virtud de la flexión de la herramienta de roscar.

**Medida y verificación de la rosca hembra M 24 x 1.5:** La verificación de la rosca se hace atornillándole un calibre macho M 24 x 1.5. Antes de atornillarlo hay que eliminar cuidadosamente la viruta que pudiera contener.



Fases del trabajo	Herramientas
1 Sujeción de la pieza y nivelación de la misma	Plato de tomo, gramil
2 Refrentado de la cara frontal y centrado	Buril de desbaste y broca de centrar
3 Taladrado previo a diam. 10 y 18	Brocas helicoidales de diam. 10 y 18
4 Barrenado con herramienta de tomeado interior al diámetro del núcleo 22.052, biselado	Herramienta de tomeado interior
5 Sujeción de la herramienta de roscar	Herramienta de roscar
6 Roscado	





NOMBRE:  
MATERIAL:  
CANTIDAD:

HOJA NO.

# PLAN DE PROCESO

NO	DESCRIPCION	MAQ.	HERR.	PARAMETROS	INSTR.	Tmin	CROQUIS

TTotal

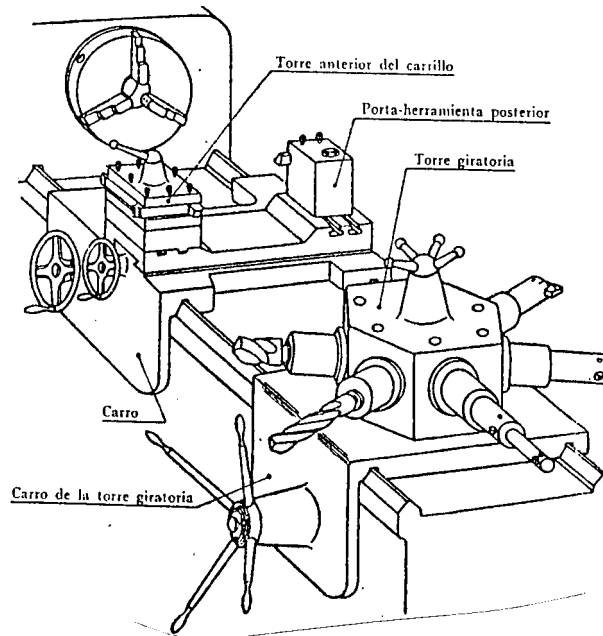
# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

Los tornos semiautomáticos se desarrollaron por la incapacidad del torno paralelo de desarrollar trabajos en serie.

Pueden ser:

### a) De Torre Revólver:

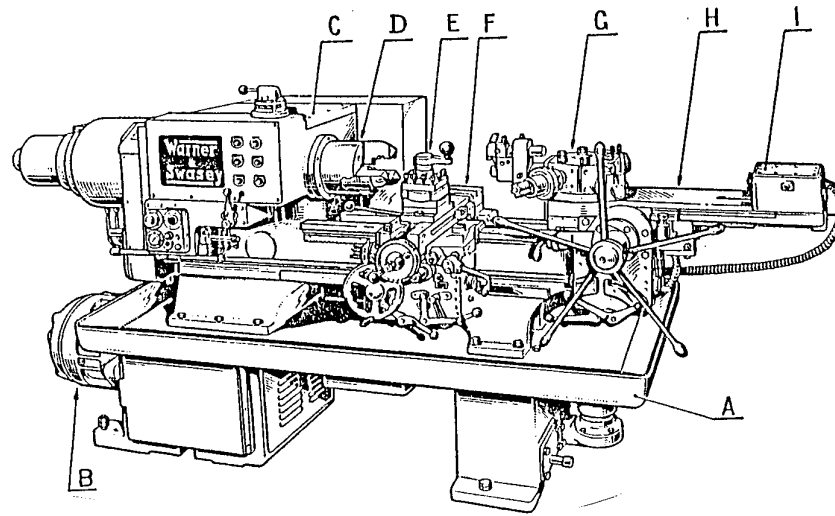


Es un torno más sólido y resistente. En el carro portaherramientas se pueden montar hasta cuatro herramientas simultáneamente y además un porta herramientas posterior.

# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

Además se tiene un carro longitudinal en lugar del cabezal móvil, que tiene una torre giratoria de 6 posiciones para otras 6 herramientas. El trabajo de la torre giratoria y de los carros es automático para todo el ciclo de trabajo. La carga y descarga de piezas corre a cargo de un operario.



Torno semiautomático "Electro-Cycle" de ciclo intermitente, con los cambios de velocidad y de alimentación automáticos controlados por un grupo electrónico. (Construcción de la casa Warner y Swasey, Cleveland 3, Ohio, USA).

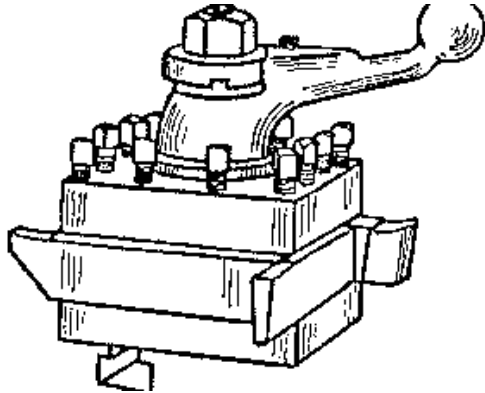
A) bancada, B) motor eléctrico, C) cabezal, D) plato de autocentrado de tres garras, E) torre porta-herramientas del carrillo transversal, F) carro transversal, G) torre central de seis posiciones, H) carro longitudinal, I) grupo electrónico para la variación automática del número de revoluciones del árbol principal y de los avances.



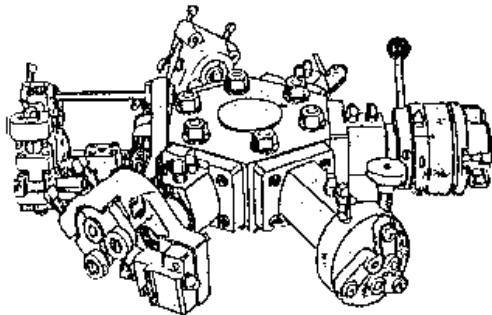
# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

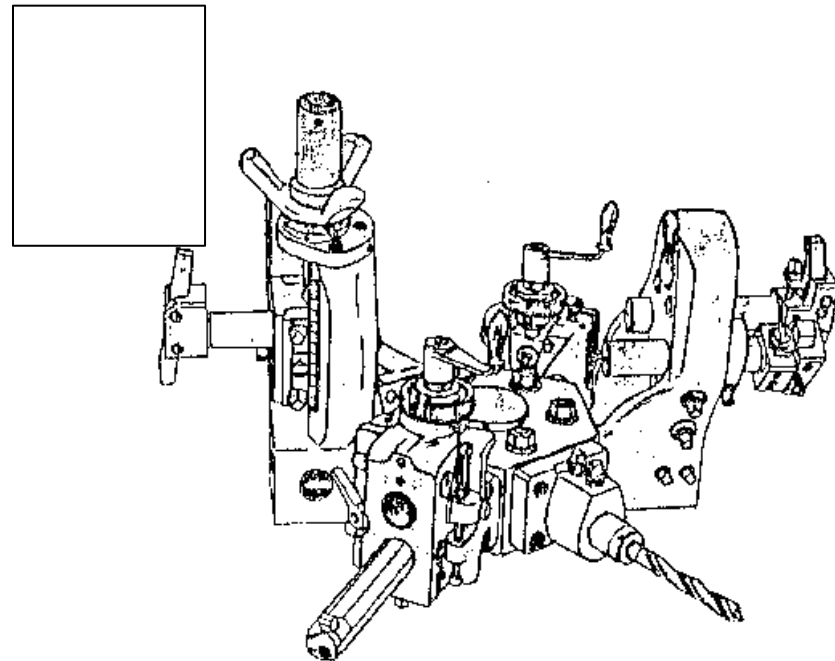
Colocación de cuatro herramientas sobre la torre del carro de un torno revólver.



Portaherramientas montados en la torre del torno revólver



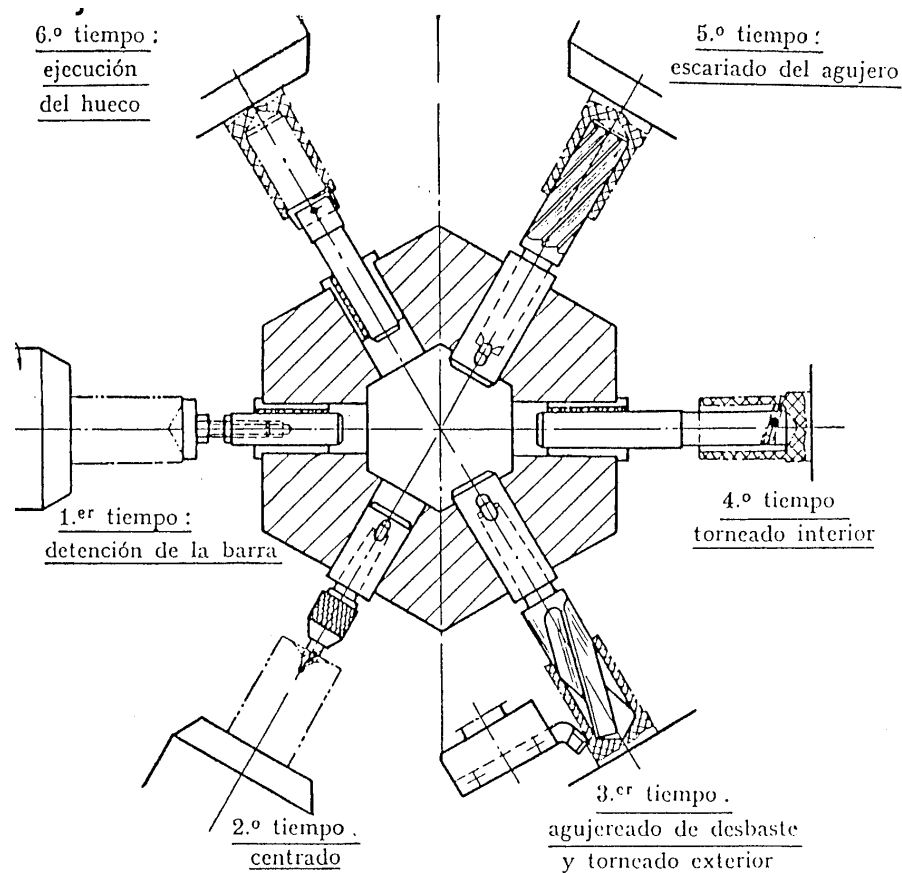
Portaherramientas montados en la torre del torno revólver



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

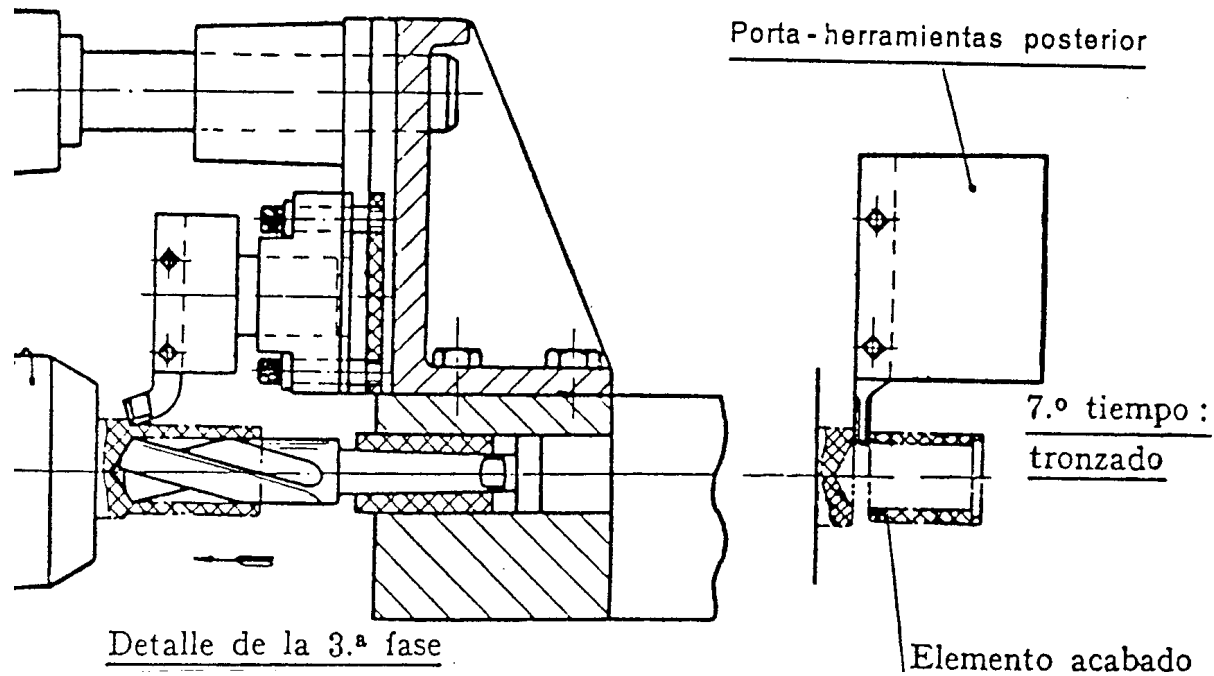
Fases de trabajo realizables en el torno revólver semiautomático.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

Fases de trabajo realizables en el torno revólver semiautomático.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

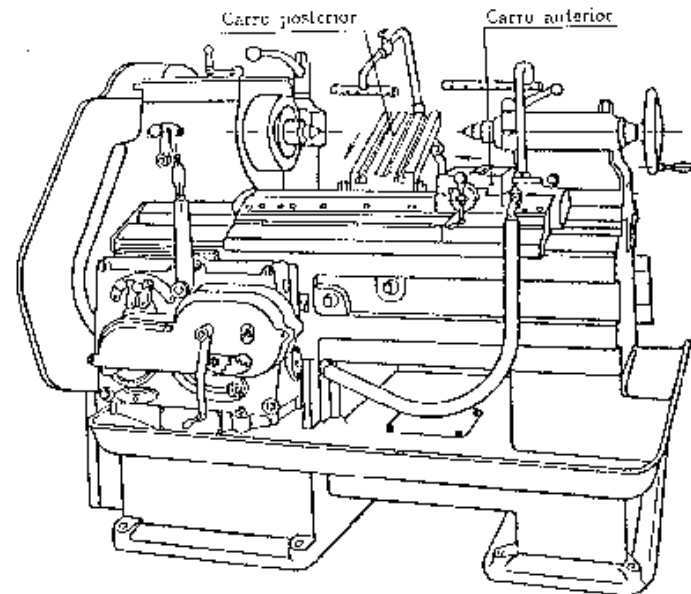
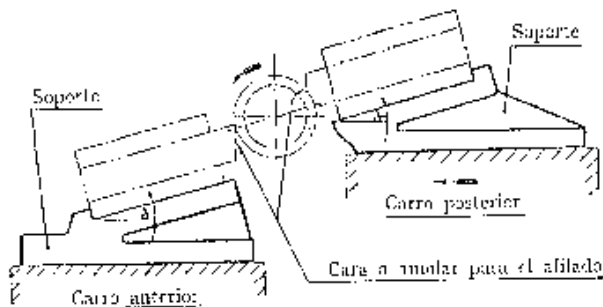
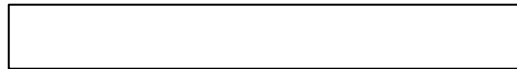
## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

### b) De Herramientas Múltiples:

Se caracteriza por llevar 2 carros que trabajan simultáneamente con avance automático:

1. Carro anterior con movimiento longitudinal.
2. Carro posterior con movimiento transversal.

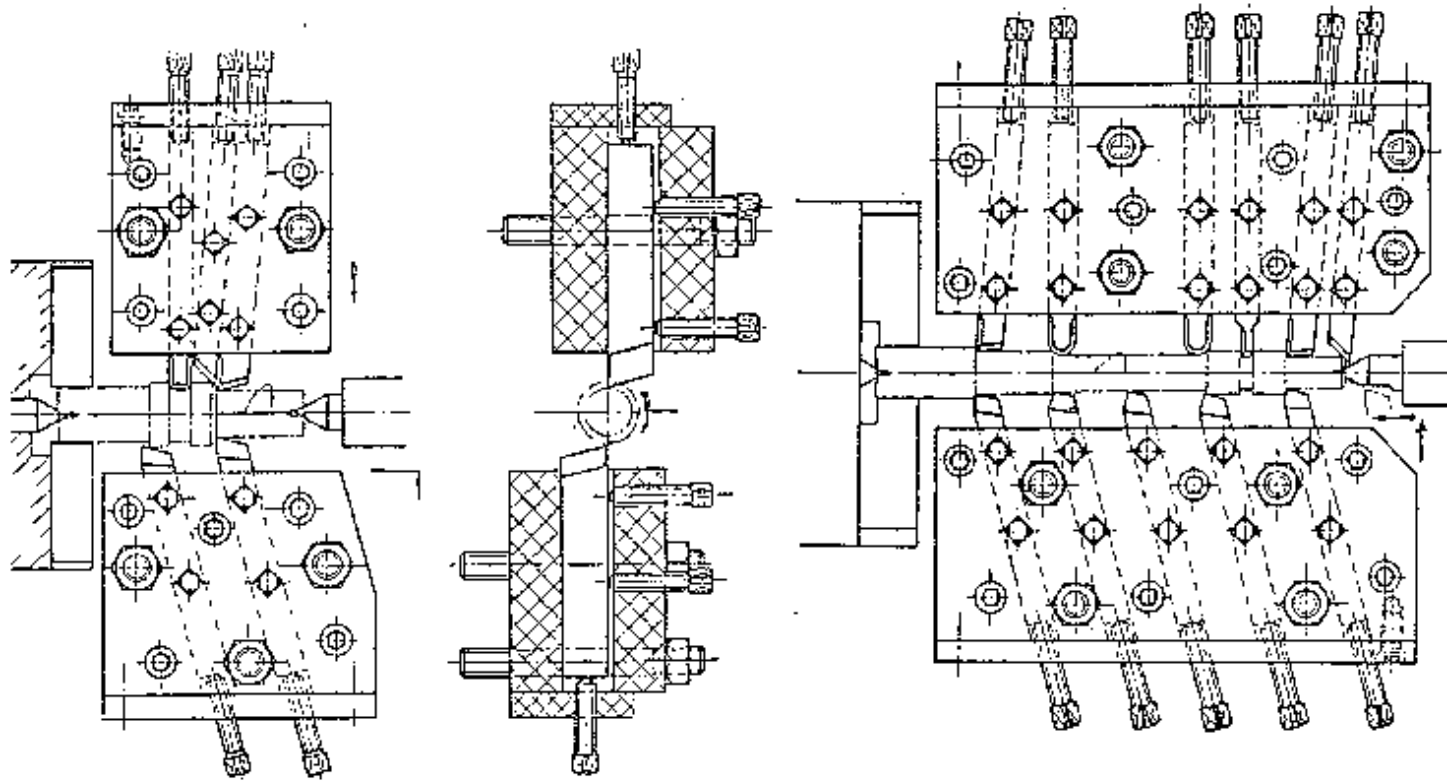
No es necesario que el movimiento de los dos carros inicie y termine al mismo tiempo.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

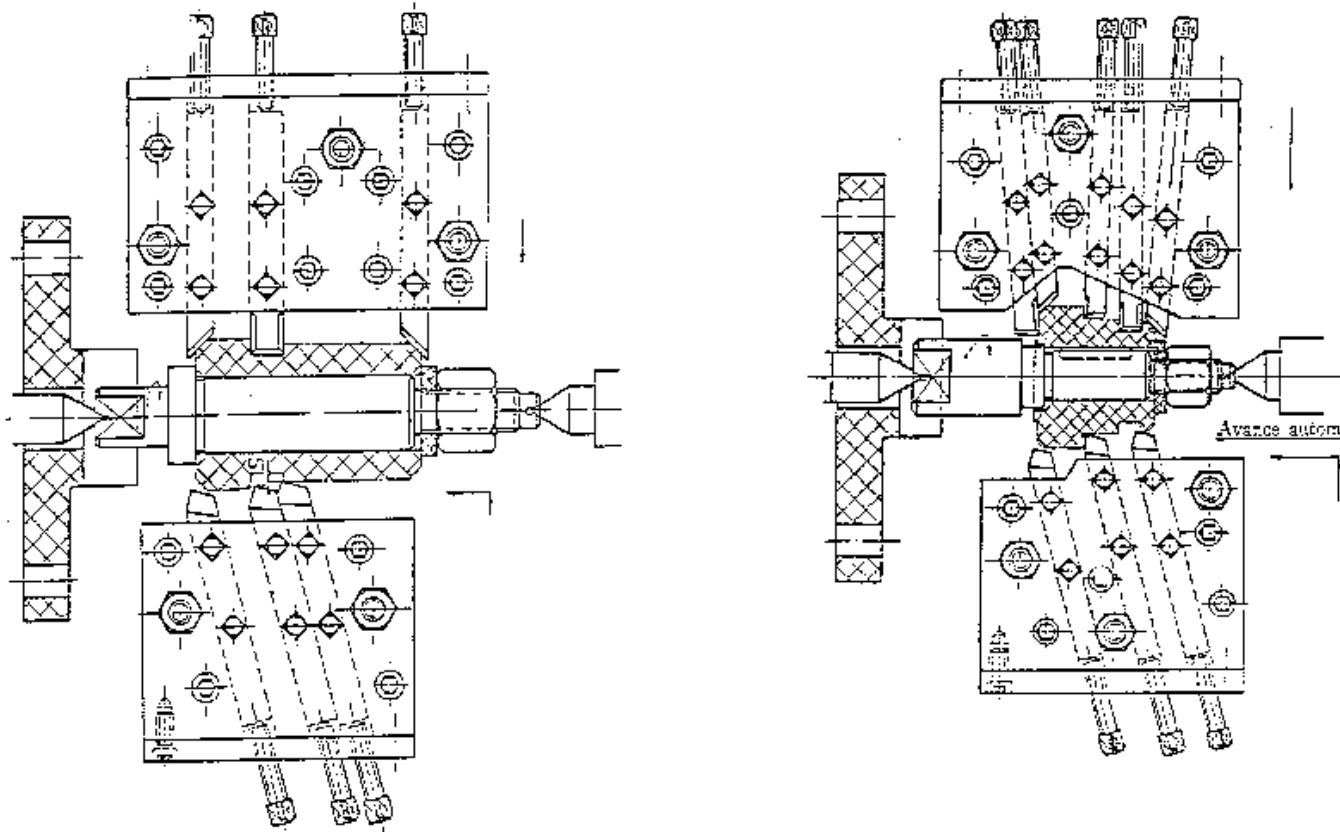
Operaciones de torneado realizables en torno semiautomático con herramientas múltiples.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

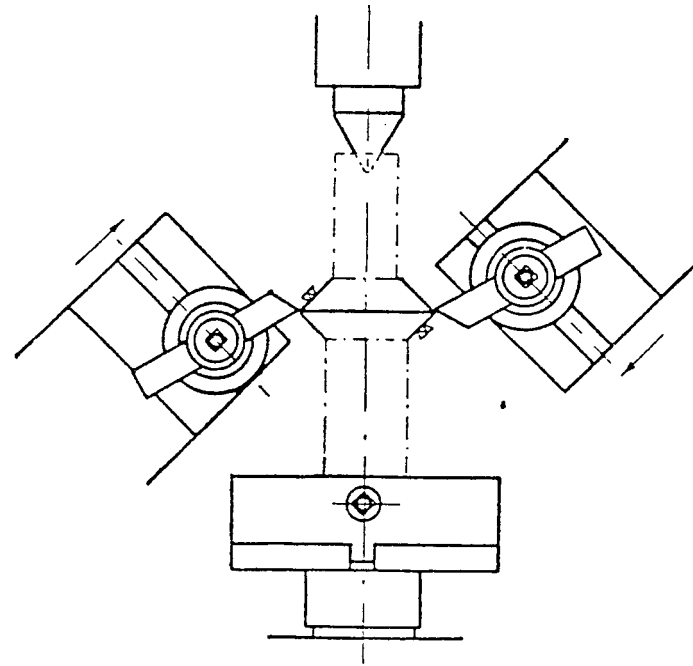
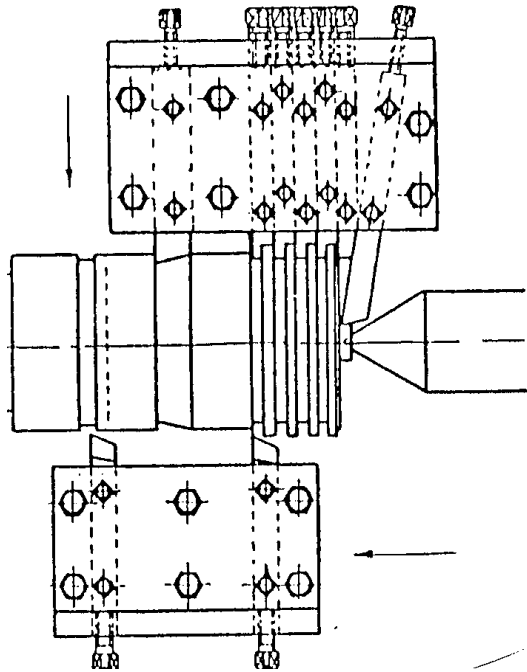
Operaciones de torneado realizables en torno semiautomático con herramientas múltiples.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

Mecanizado exterior de un pistón, ejecutado al torno con herramientas múltiples en paralelo.

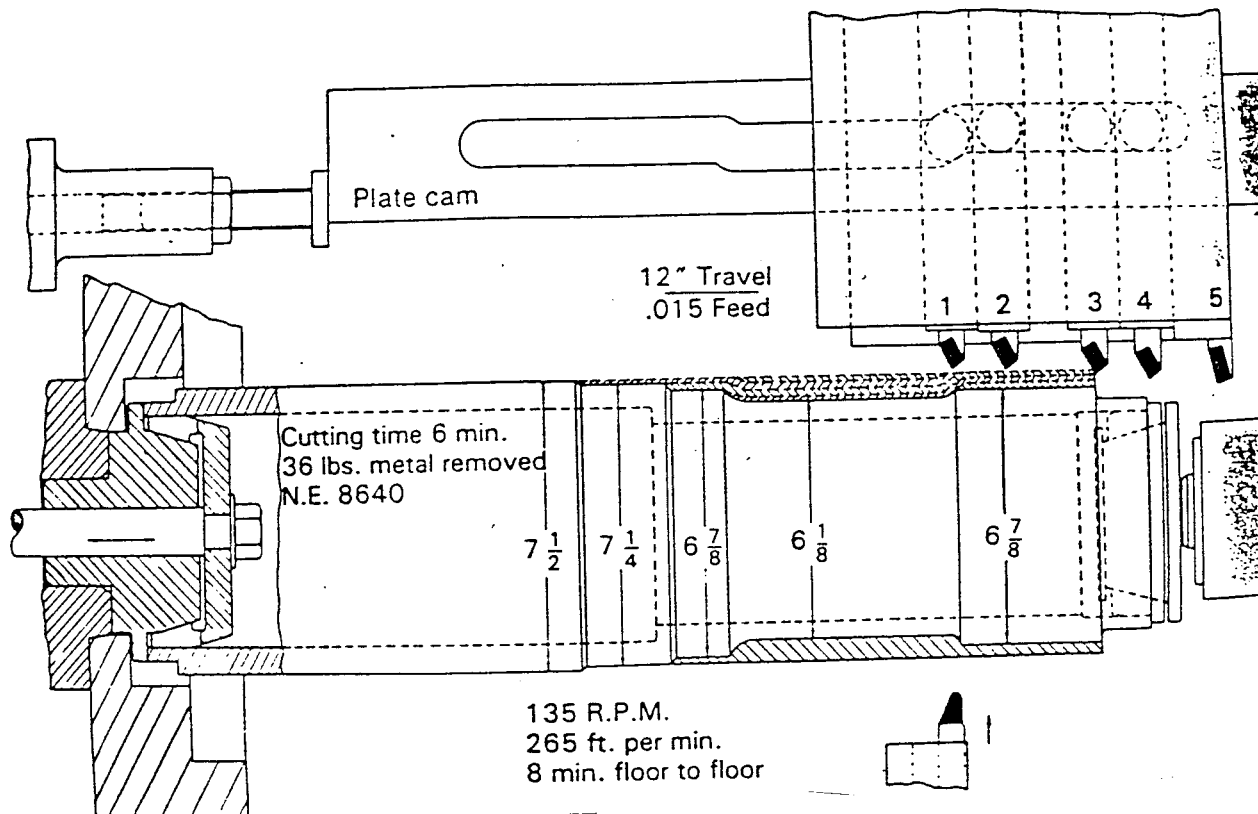


Torneado cónico bilateral ejecutado al torno con herramientas múltiples.

# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 1. TORNOS SEMIAUTOMÁTICOS

Maquinado en torno de herramientas múltiples con guía leva.





# TORNOS DE PRODUCCIÓN

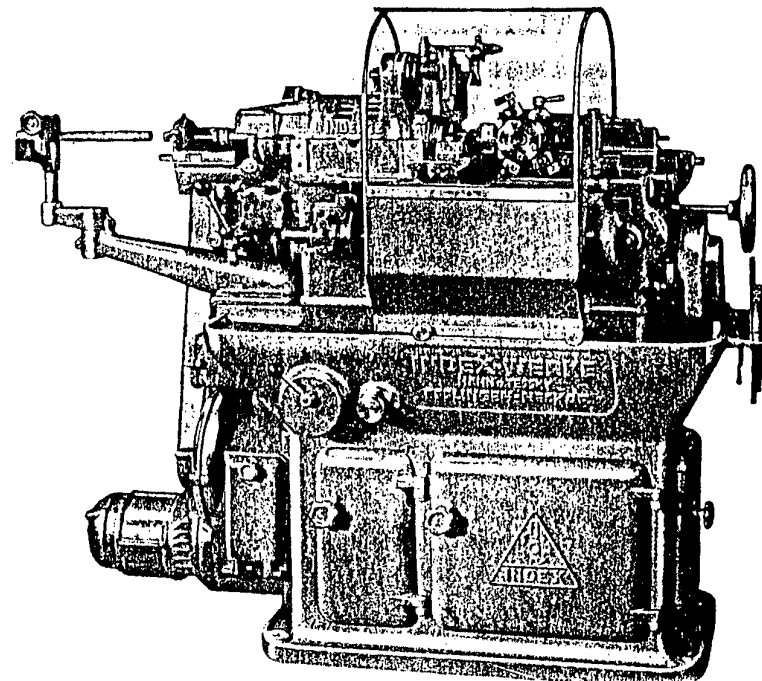
## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

Para una gran producción de piezas se impone la condición de repetir mecánicamente y en orden, un determinado ciclo de torneado, sin recurrir al empleo de un operario para la maniobra de la máquina. Un mismo operario puede supervisar varios tornos automáticos, ya que su trabajo está limitado a la carga de las barras y a la vigilancia. En todos los casos el principio de operación está basado en la programación de órganos mecánicos tales como: engranes, cremalleras, balancines, levas, etc.

Pueden ser:

**a) De un Husillo con Torre Revólver:**

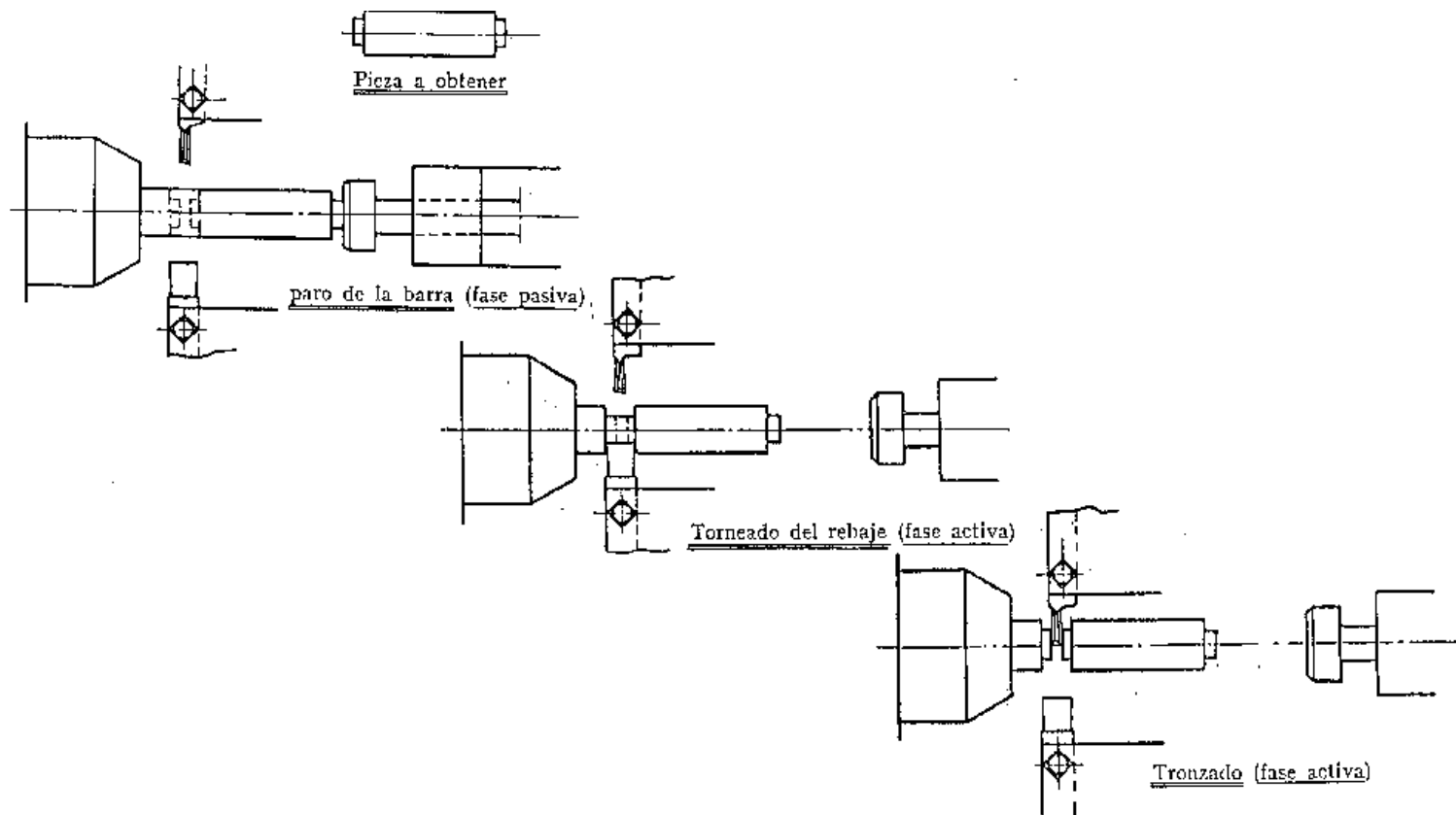
La torre puede estar en un plano horizontal o vertical.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

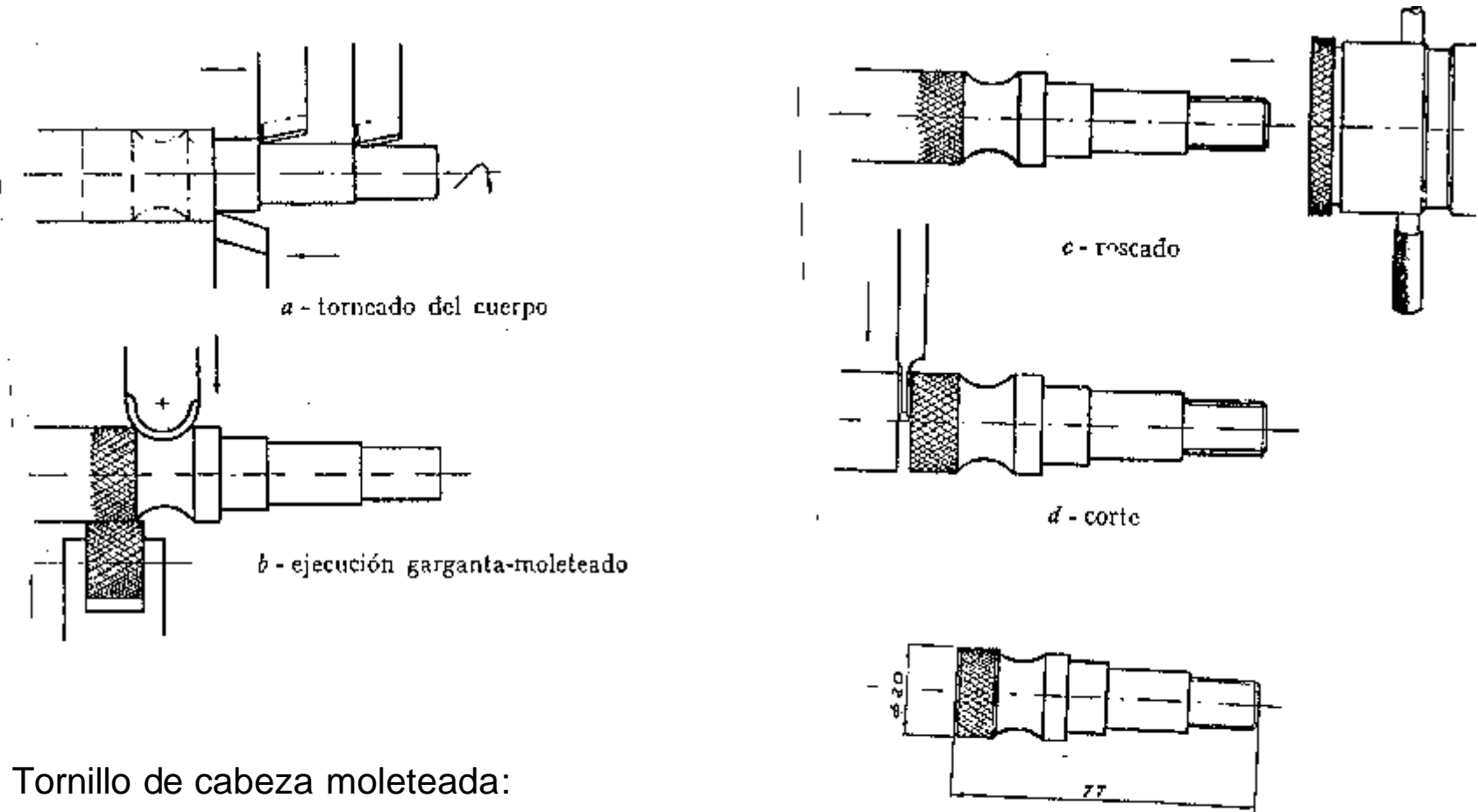
Ciclo de fabricación realizado con el torno automático.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

Fases de trabajo desarrolladas en el torno automático.

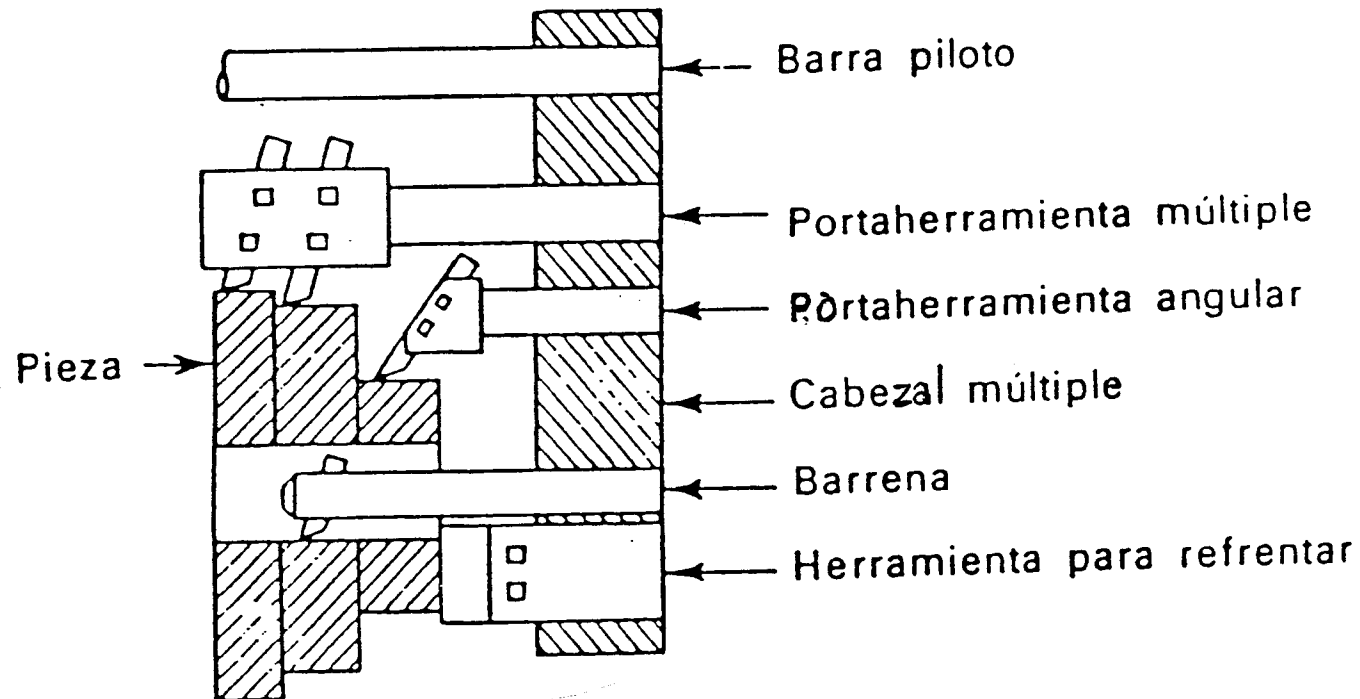


Tornillo de cabeza moleteada:

# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

Torno automático con torre revolver frontal:

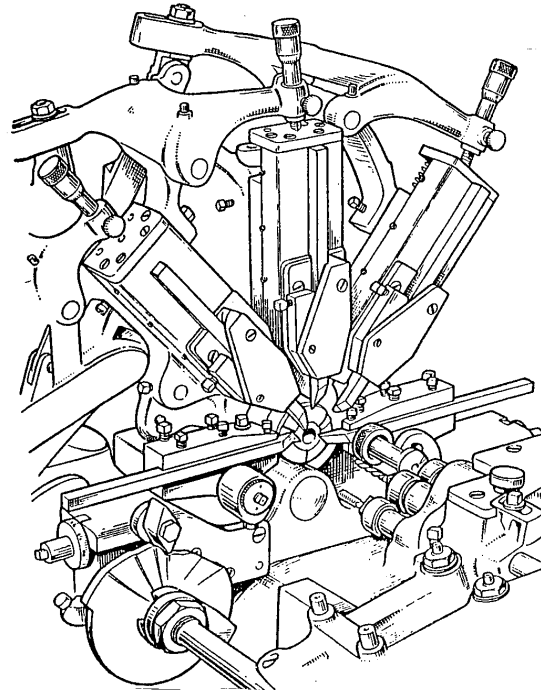


# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

### b) De Herramientas Independientes:

La característica principal es el cabezal principal desplazable para darle a la pieza el movimiento de avance, mientras las herramientas sólo tienen desplazamiento radial.

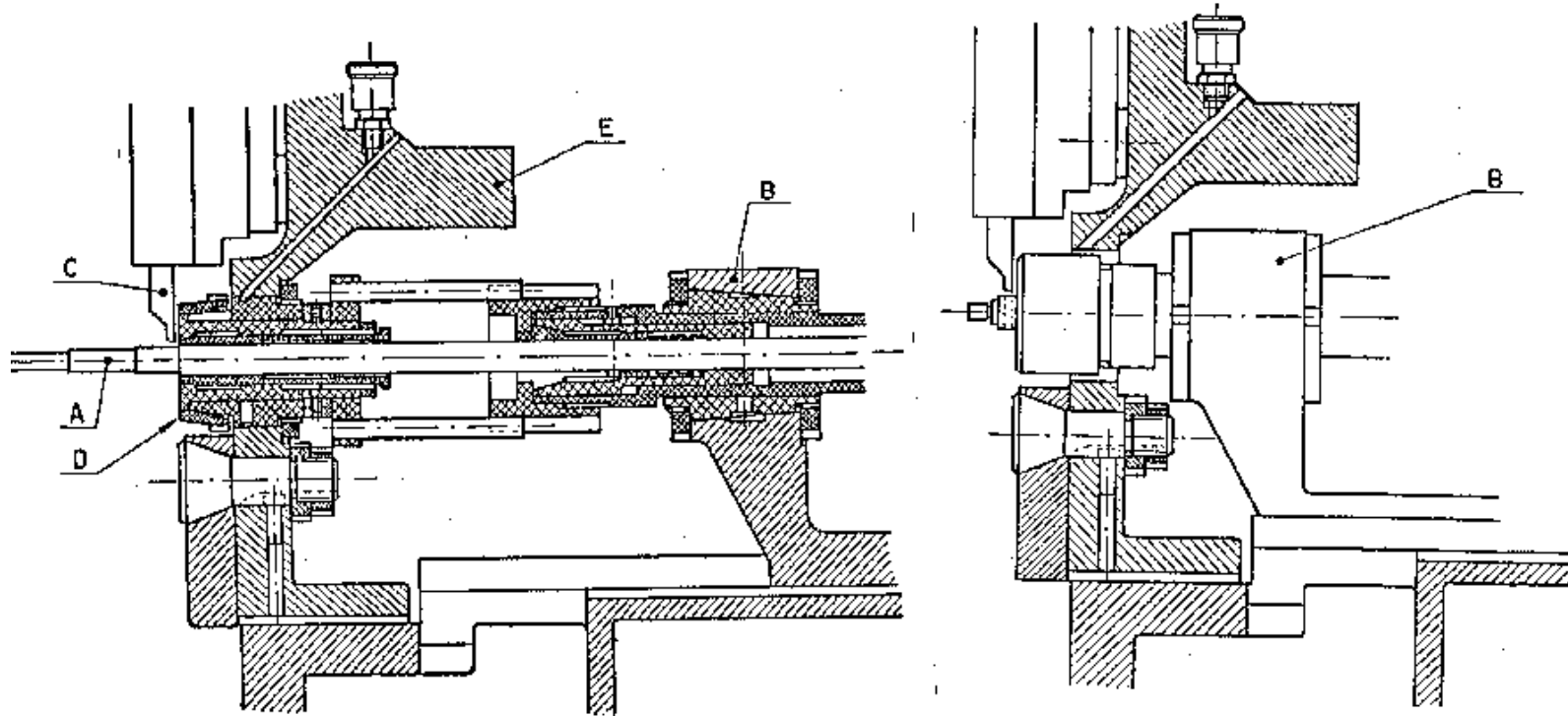


Vista en perspectiva de varias herramientas del torno automático.

# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

Sección longitudinal de la cabeza del árbol principal del torno automático de herramientas independientes.

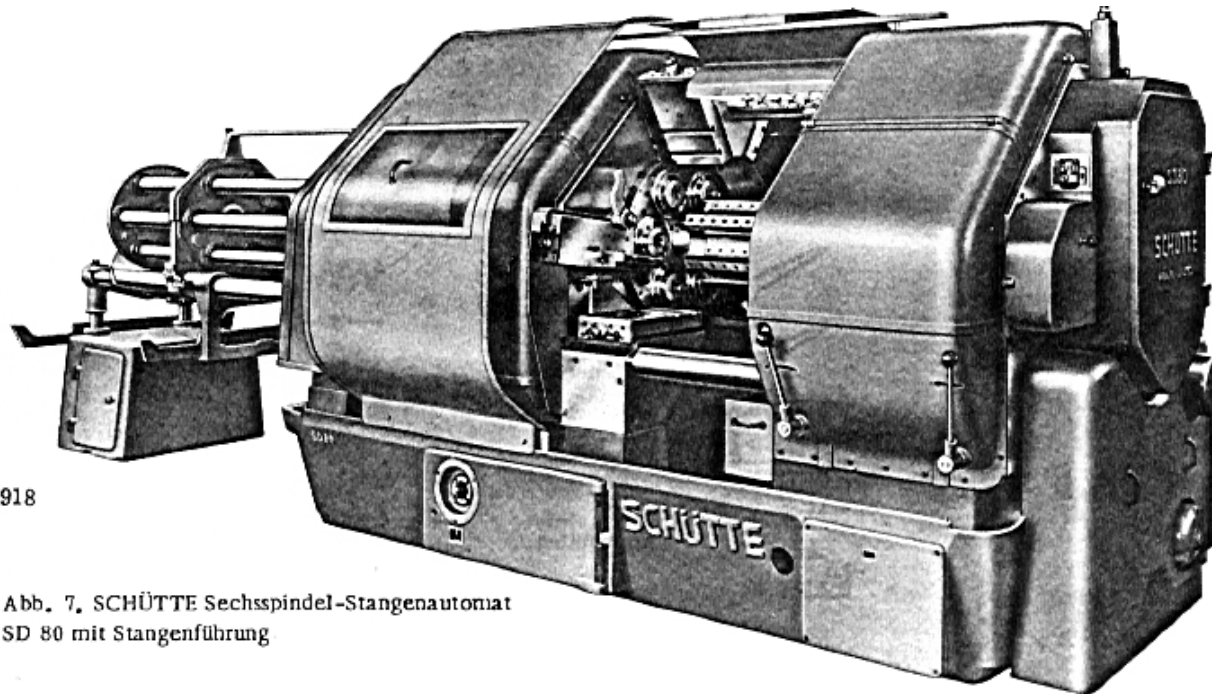


# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

### c) Tornos multihusillos:

En estos tornos las herramientas actúan al mismo tiempo sobre varias barras. El costo de fabricación es bajo pues sustituye a varias máquinas monohusillo.

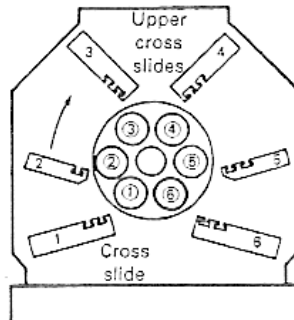


918

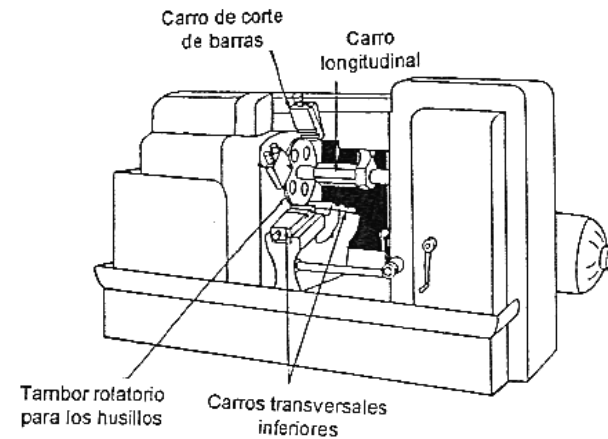
Abb. 7. SCHÜTTE Sechsspindel-Stangenautomat  
SD 80 mit Stangenführung

# TORNOS DE PRODUCCIÓN

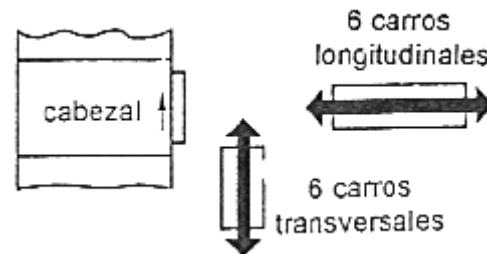
## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS



Arreglo de 6 husillos. El círculo sombreado muestra la posición en la que se alimenta la barra



Torno automático de 6 husillos.



El torno multihusillos realiza todos los maquinados simultáneamente y luego realiza las operaciones sin corte ( retiro de herramientas, giro, alimentación de barra) a gran velocidad.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 2. TORNOS AUTOMÁTICOS

### DETALLE DE LAS OPERACIONES EN EL TORNO MULTIHUSILLOS

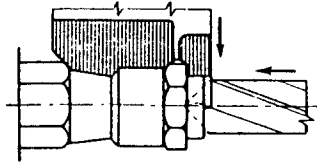
THE NATIONAL ACME COMPANY CLEVELAND, OHIO		ORDER NO.	DATE
CUSTOMER ADDRESS		MACH. SIZE 1-1/4" RA-C Acme-Gridley	
NAME OF PIECE		DRAW NO.	
MACH. TIME MIN. 10.7 SEC.	SHORT PROD. 336 PER HR.	MATERIAL SAE-1112 C.D. Steel	
Part sketch		1" diameter rounds	
		CONSTANT SPEED 1750 R.P.M.	
SCALE 1 3/8"		SPINDLE SPEED 617 R.P.M. 162 L.I.	
		SPINDLE GEARS 32-44 low range	
		FEED GEARS 60-40-44-56	
		6. POS. CAM 5/32" ±.001"	
		1 " " 1/8" ±.0015"	
		" " 1/4" ±.0021"	
		TOOL SLIDE 3/4" ±.0051"	
	<u>6th position</u> Rough form .150" Spot drill	Six - 1" Dia. round collets Six - 1" Dia. round pushers Six - 1" Dia. round spool bushings One - D.O.Cir. form tool holder One - Circular forming tool One - 1" diameter drill One - Drill bushing	
	<u>1st position</u> Finish form .105" Drill .720" Face end	One - Dovetail form tool holder One - Dovetail forming tool One - 47/64" drill One - Drill bushing One - Knee turner	
	<u>2nd position</u> Drill .750"	One - High speed drilling attach. One - Drive unit One - 1/2" drill One - Drill bushing	
	<u>3rd position</u> Shave .190" Counterbore Ream	One - Shaving fixture One - Shaving tool One - Roll rest One - Combined reamer & counterbore One - Floating bushing	
	<u>4th position</u> Tap in .375"	One - Universal threading attach. One - Releasing type tap holder One - 13/16"-24 tap One - Lead cam One - guard cam One - Return cam One - Pushing	
	<u>5th position</u> Cutoff .125"	One - Cutoff tool holder One - Cutoff tool	
SUBSEQUENT OPER.		SIGNED	

Máquina tamaño 1: **RB-8 ACME-GRIDLEY BAR AUTOMATIC**

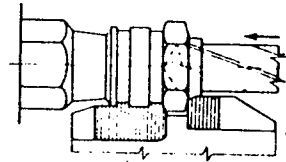
Nombre de la pieza: CASQUILLO DE BUJÍA, Tiempo de máquina **Min 4.5 Seg**, Producción Bruta: **800 pzas. por hora**

Material **ACERO HOGAR ABIERTO GRADO A CON PLOMO (SMF 416)**, Como herramienta lateral **11/ 13**

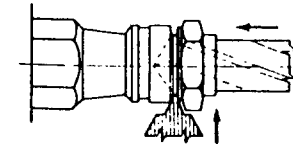
Dimensiones totales **HEX 13 / 16 X 1 1/4 "** de largo Velocidad de flecha **1692 rpm**



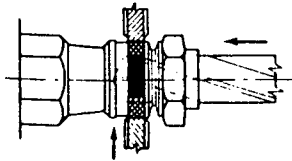
8a POSICION: alimentación de material, desbastado, taladrado de punta de taladrado



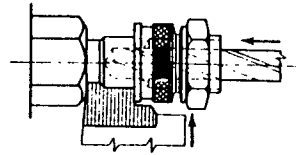
1a POSICIÓN: acabado de porción de forma, parte de taladrado



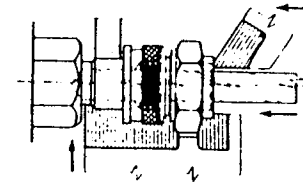
2a POSICIÓN: acabado de porción forma, parte de



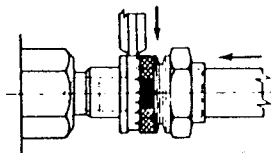
3a POSICIÓN: moleteado, parte del taladrado



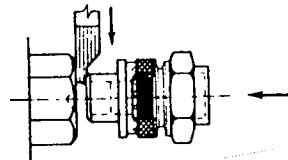
4a POSICIÓN: acabado del resto de forma, marca para corte, parte de taladrado



5a POSICIÓN: rasurado, chafflán, resto del taladrado



6a POSICIÓN: impresión, rimado acelerado



7a POSICIÓN: corte de separación

# MÉTODOS DE TRABAJO EN LOS TORNOS AUTOMÁTICOS

1. Determinar convenientemente el orden cronológico de las distintas fases (cilindrado, perfilado, roscado, agujerado, corte, etc.)
2. Fijar las carreras de trabajo de las herramientas.
3. Establecer los avances.
4. Elegir la velocidad de corte (tener presente las distintas velocidades para desbastar, acabar, roscar, etc.)
5. Se examina la posibilidad de hacer actuar 2 o más herramientas simultáneamente. (Controlar que no vayan a interferir entre si)

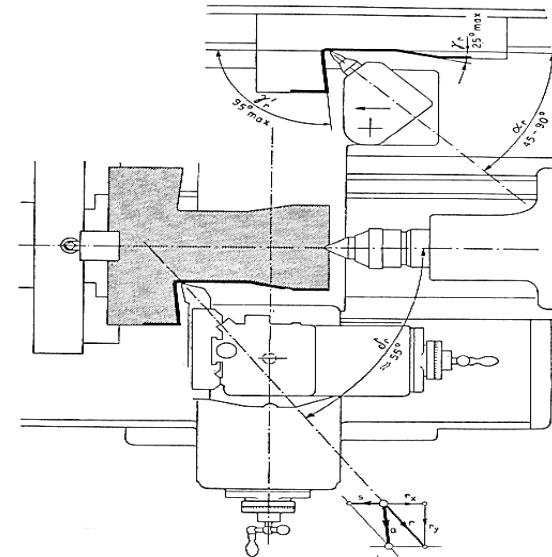
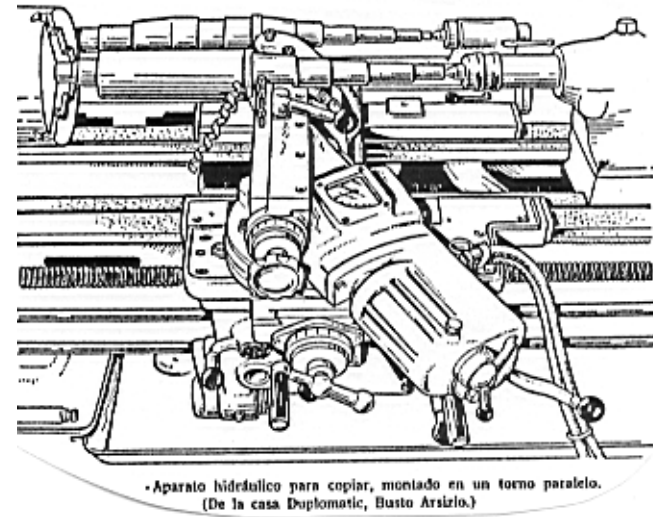
# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 3. TORNOS DE COPIAR

Estos tornos toman al elemento indefinido entre el chuck y el contrapunto haciéndolo girar y a continuación lo someten al arranque de viruta mediante la herramienta que se mueve automáticamente siguiendo el perfil impuesto por una pieza prototipo o plantilla. Se emplean generalmente en la producción en serie de piezas similares y de perfil complicado.

### **Ventajas:**

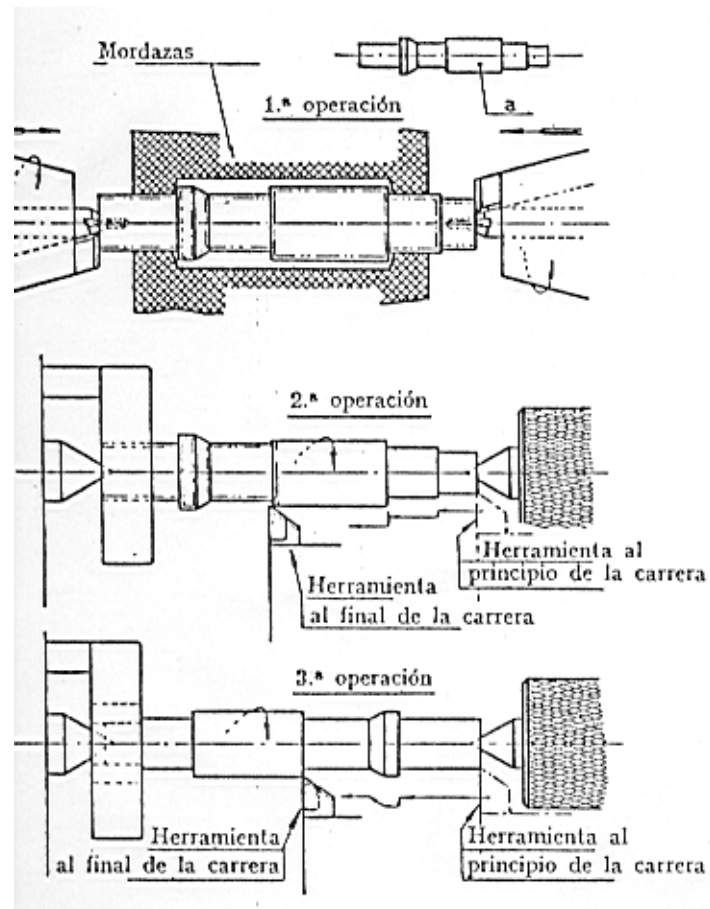
1. Reproducción perfecta de un gran número de piezas iguales entre si.
2. Empleo de operarios no especializados.
3. Reducción del costo por la rapidez de la operación.



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 3. TORNOS DE COPIAR

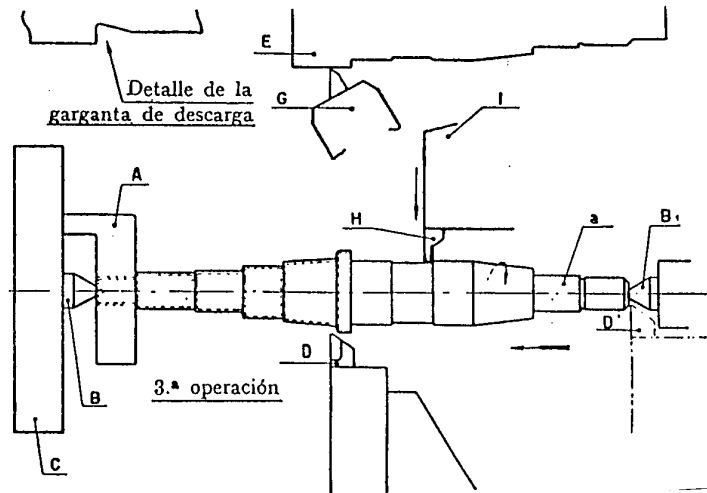
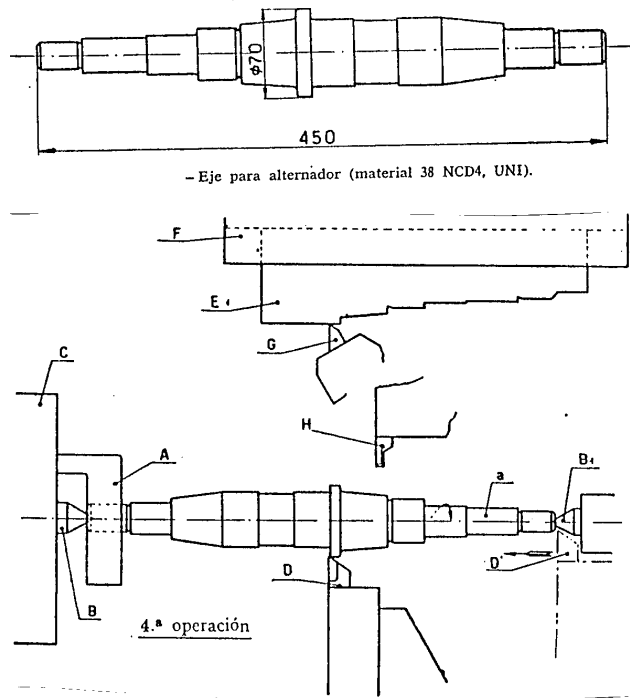
Ejemplo de trabajo en un torno de copiar:



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 3. TORNOS DE COPIAR

Torno de copiar con plantilla:

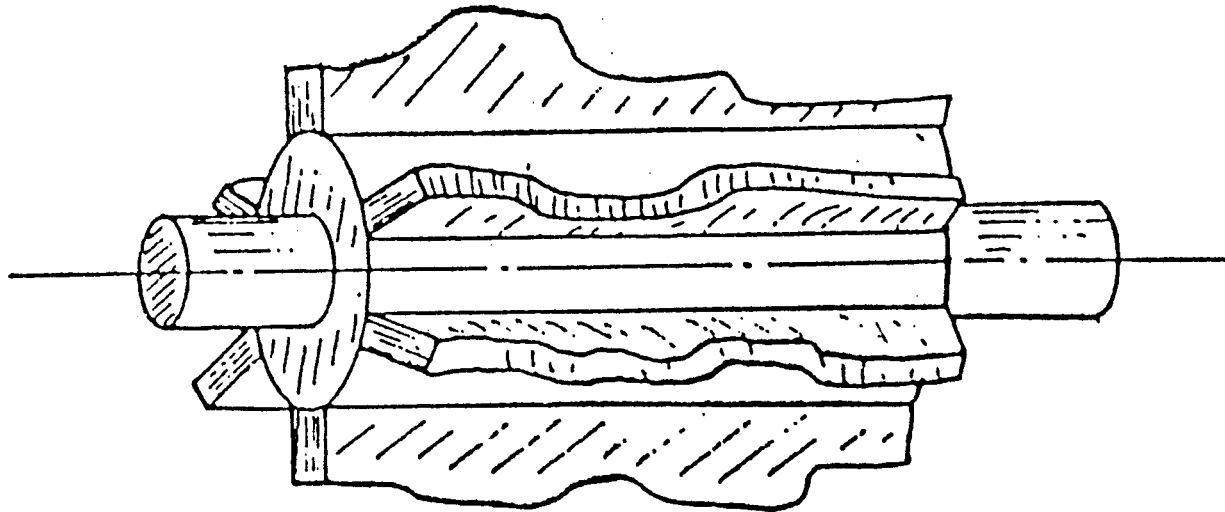


A, brida; B, contrapunta del plato; B<sub>1</sub>, contrapunto opuesto; C, plato universal; D, herramienta en la posición de final de carrera; D', herramienta en la posición de principio de carrera; E, plantilla de chapa para la 3.ª operación; E<sub>1</sub>, plantilla de chapa para la 4.ª operación; F, porta-modelo; G, palpador; H, herramienta posterior; I, carro posterior transversal.

# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 3. TORNOS DE COPIAR

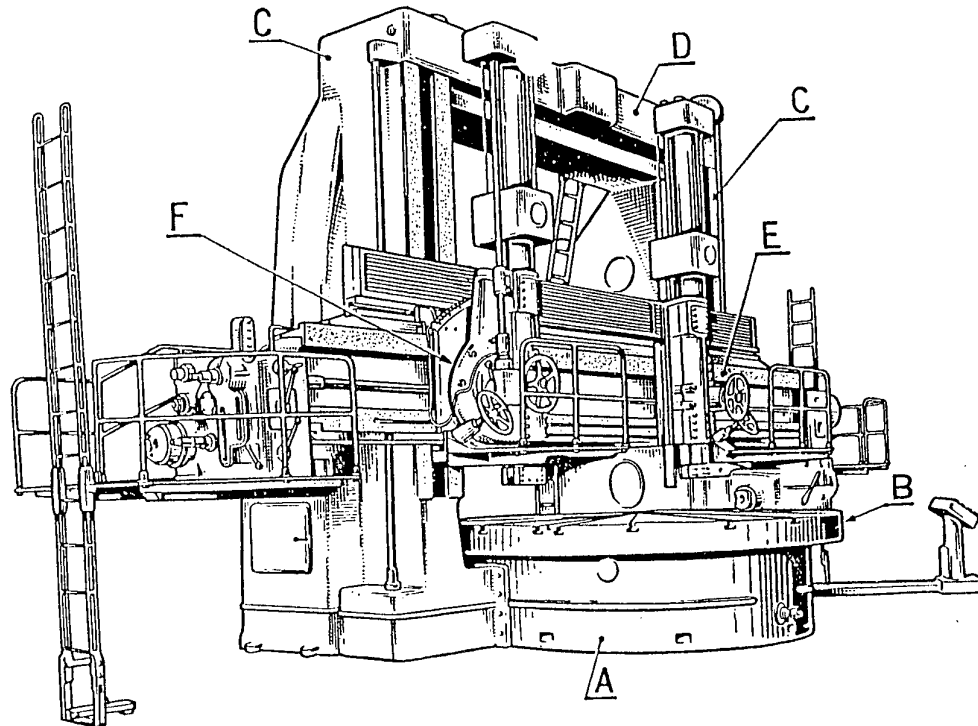
Montaje de plantillas múltiples en torno de copiar:



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 4. TORNOS VERTICALES

Estos tornos nacieron de la necesidad de tener que torneear elementos de gran tamaño principalmente de poca altura pero gran diámetro como rodetes de turbinas, grandes volantes, poleas, ruedas dentadas de molinos, etc., los cuales por su peso se pueden montar mas fácilmente sobre una plataforma horizontal.



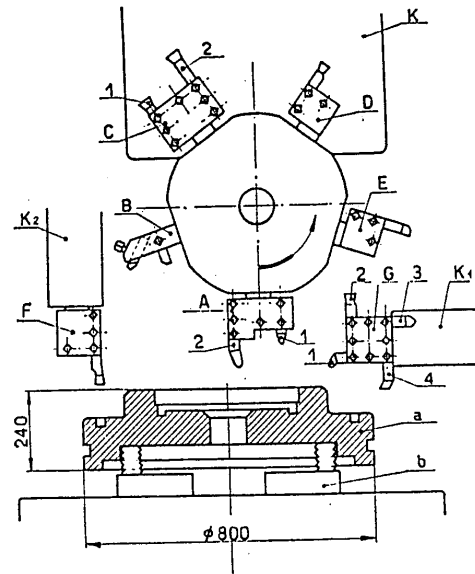
—Torno vertical de dos montantes. (Construcción de la casa S. Eustacchio, Brescia.)



# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 4. TORNOS VERTICALES

El movimiento principal lo tiene la pieza, y el de avance la herramienta. Las plataformas portapiezas pueden llegar a medir hasta 6m de diámetro. Algunos constructores han previsto un dispositivo para mortajar (en el caso de cuñeros) para ahorrar tiempo en el maquinado de piezas pesadas. Pueden ser hechos también con un sólo montante.



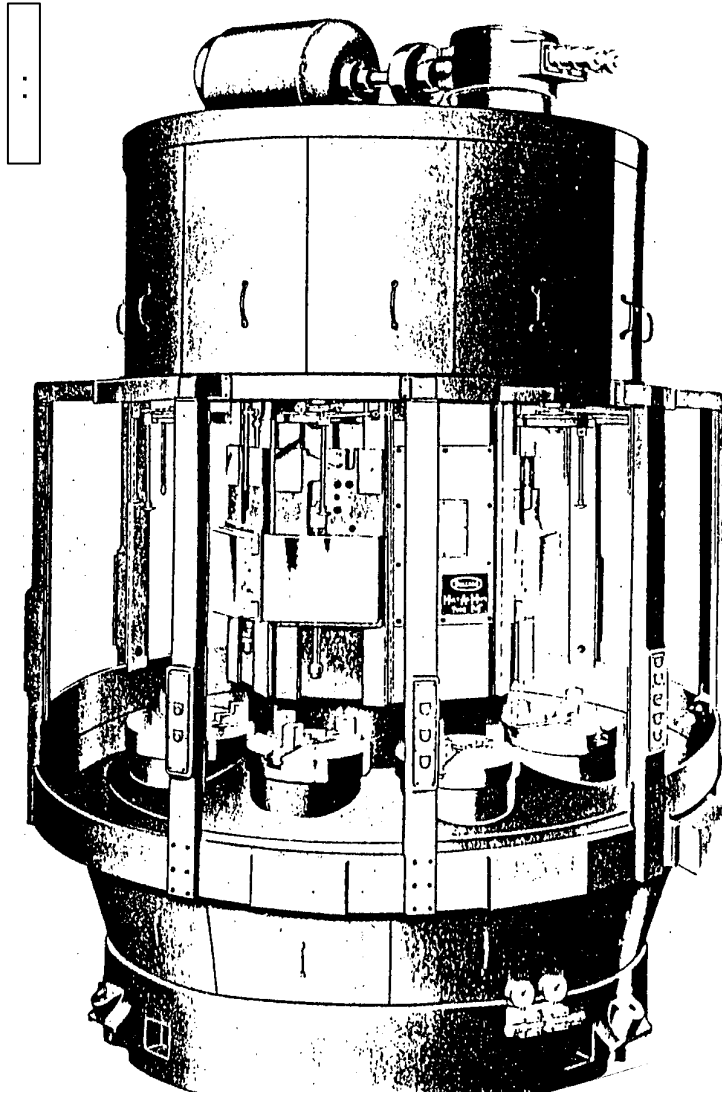
Disposición de las herramientas en los bloques de los carrillos de un torno vertical.

K, carrillo vertical central; K1, carrillo transversal del montante de la derecha; K2, carrillo vertical lateral.

# TORNOS DE PRODUCCIÓN

## 4. TORNOS VERTICALES

Torno Vertical Multihusillos: :



# DATOS NECESARIOS PARA LA SOLUCIÓN DE PLANES DE PROCESO

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. Plano de la pieza:          | <ul style="list-style-type: none"><li>-Geometría</li><li>-Dimensiones y Tolerancias</li><li>-Acabado Superficial</li><li>-Material y su condición</li></ul> |
| 2. Volúmenes de Producción     | <ul style="list-style-type: none"><li>-Unitario</li><li>-Por lotes</li><li>-En serie</li></ul>  |
| 3. Máquinas-Herramientas (*) : | <ul style="list-style-type: none"><li>-Potencia</li><li>-Dimensiones</li><li>-Velocidades, avances, carreras</li><li>-Otros</li></ul>                       |
| 4. Herramental (*) :           | <ul style="list-style-type: none"><li>-Dispositivo de fijación</li><li>-Herramientas de corte</li></ul>   |

# DATOS NECESARIOS PARA LA SOLUCIÓN DE PLANES DE PROCESO

5. Restricciones Adicionales:

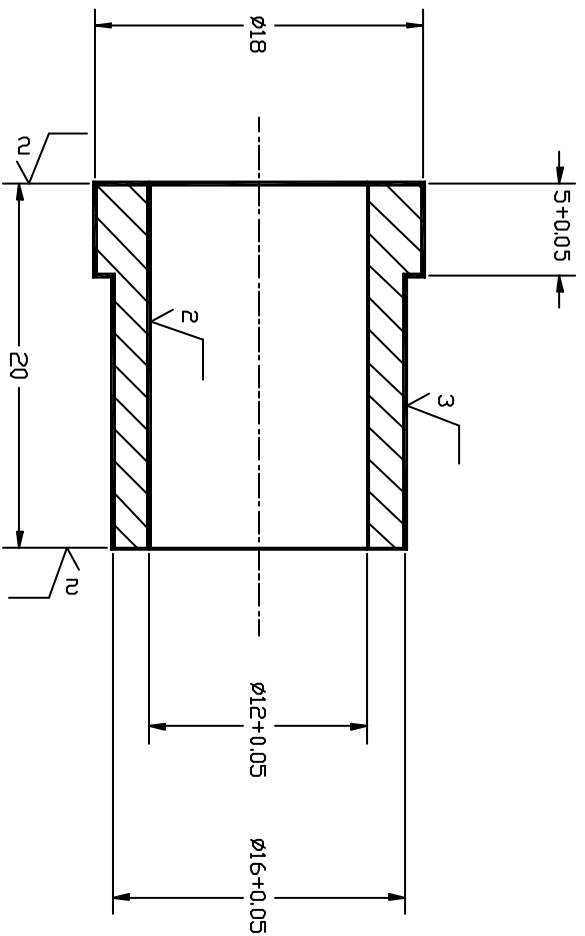
- Disponibilidad del material
- Condición de la materia prima (\*)
- Tiempo de entrega
- Costo Unitario Máximo
- Capacidad de planta

(\*) Si no se tienen estos datos se deben generar, en cuyo caso, se le considera a esta etapa como parte de la solución del problema.

# **RECOMENDACIONES PARA PLANES** **DE PROCESO**

- Minimizar el número de sujeciones y volteos de la pieza.
- Emplear pasadas de desbaste y acabado solo para sobreespesores grandes y  $R_a$  pequeños (ver descripción de acabados superficiales), de lo contrario sólo ejecutar una pasada de desbaste, como generalmente puede ocurrir cuando se emplean preformados de forja o fundición para producción en serie.
- Proveer salidas para roscas y superficies contiguas antes del roscado y del acabado
- Para realizar cualquier agujero primero pasar una broca de centros.
- Antes de la sujeción entre puntos primero refrentar y luego pasar una broca de centros a ambos lados de la barra.
- Para agujeros con acabado superficial fino se requiere además del taladrado un mandrinado y un rimado.
- Si la producción es unitaria usar herramientas de HSS sencillas, si la producción es en serie usar insertos, herramientas de forma y/o dispositivos copiadores. En este último caso es imperativo ahorrar tiempo haciendo varias operaciones simultáneamente
- Para superficies externas maquinar al límite mayor de la tolerancia. Para superficies internas maquinar al límite inferior de la tolerancia.

# PLAN DE PROCESO EN SERIE



Acabado superficial no Ind. 1

Acotaciones en mm

TOLERANCIA  $\pm 0.10\text{mm}$

Escala S / E

DIBUJADO POR:

FDMC

FECHA: 21/12/98

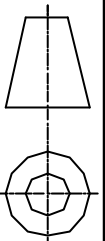
TITULO:

MANGUITO

MATERIAL:

BRONCE DURO

UDLA-P



NUMERO:

1

CANTIDAD:

10 000

# PLAN DE PROCESO EN SERIE

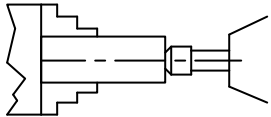
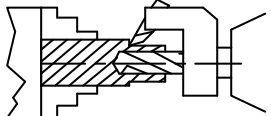
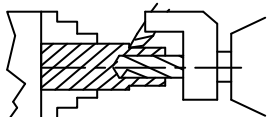
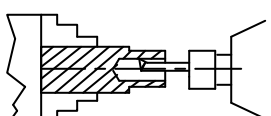
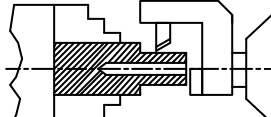
NOMBRE: Manguito

HOJA NO. 1

MATERIAL: Bronce en barra  $\varnothing 18\text{mm}$ , Bronce duro,  $K_s=1750\text{ N/mm}^2$

CANTIDAD: 10,000

## PLAN DE PROCESO

NO	DESCRIPCION	MAQ.	HERR.	PARAMETROS	INSTR.	T <sub>mi</sub> n	CROQUIS
10	Avance de Barra	Torno revolver.	Tope	L=?		0.1	
20 a)	Cilindrado de desbaste Ext. $\varnothing 16.4$	Torno revolver.	Inserto K68 CPGN060308	$a=0.8\text{mm}$ $E_f=0.7$ $s=0.5\text{mm/rev}$ $v=60\text{m/min}$ $P=1\text{kw}$ $n=1061\text{rpm}$ $L=14.95+2\text{mm}=16.95$	Pasa no pasa	0.03	
20 b)	Taladrado	Torno revolver.	Broca HSS $\varnothing 11.4$	$s=0.5\text{mm/rev}$ $v=38\text{m/min}$ $n=1061\text{rpm}$ $L=20+0.3 \times 11.4\text{mm}=23.42$	Pasa no pasa	0.04	
30	Torneado Interior de acabado a $\varnothing 12\text{mm}$	Torno revolver.	Inserto K68 $r=0.8\text{mm}$	$a=0.3\text{mm}$ $s=0.21\text{mm/rev}$ $v=360\text{m/min}$ $n=9549.3\text{rpm}$ $L=24\text{mm}$	Pasa no pasa	0.012	
40 A)	Cilindrado de acabado Exterior a $\varnothing 16.05\text{mm}$	Torno revolver.	Inserto K68 $r=0.8\text{mm}$	$a=0.175\text{mm}$ $s=0.25\text{mm/rev}$ $v=360\text{m/min}$ $n=6987.3\text{rpm}$ $L=14.95+2\text{mm}$	Pasa no pasa	0.009	
40 B)	Refrentado de acabado	Torno revolver.	Inserto K68 $r=0.8\text{mm}$	$a=2\text{mm}$ $s=0.25\text{mm/rev}$ $v=360\text{m/min}$ $n=6987.3\text{rpm}$ $L=2+2\text{mm}$	Pasa no pasa	0.002	





# PLAN DE PROCESO EN SERIE Cont...

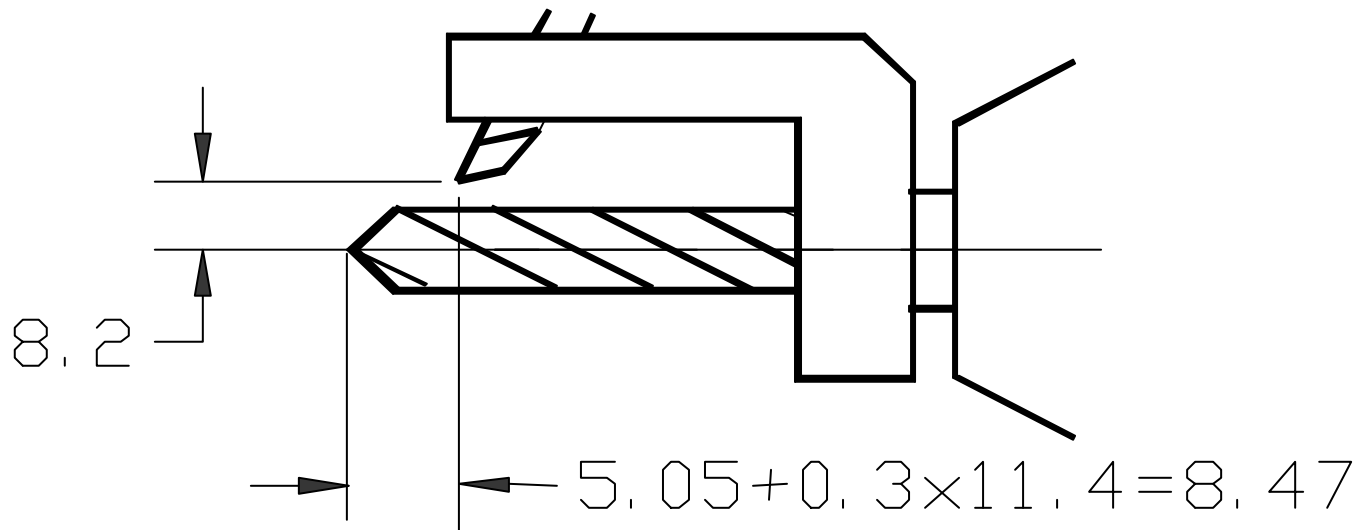
Faltaba calcular la longitud del avance de la barra al tope en la operación No. 10

L = 5.0 0+	Exceso
3.00+	Tronzado
0.20+	Acabado de cara posterior
20.0+	Longitud de la pieza
<u>0.20=</u>	Acabado de cara frontal
28.4mm	

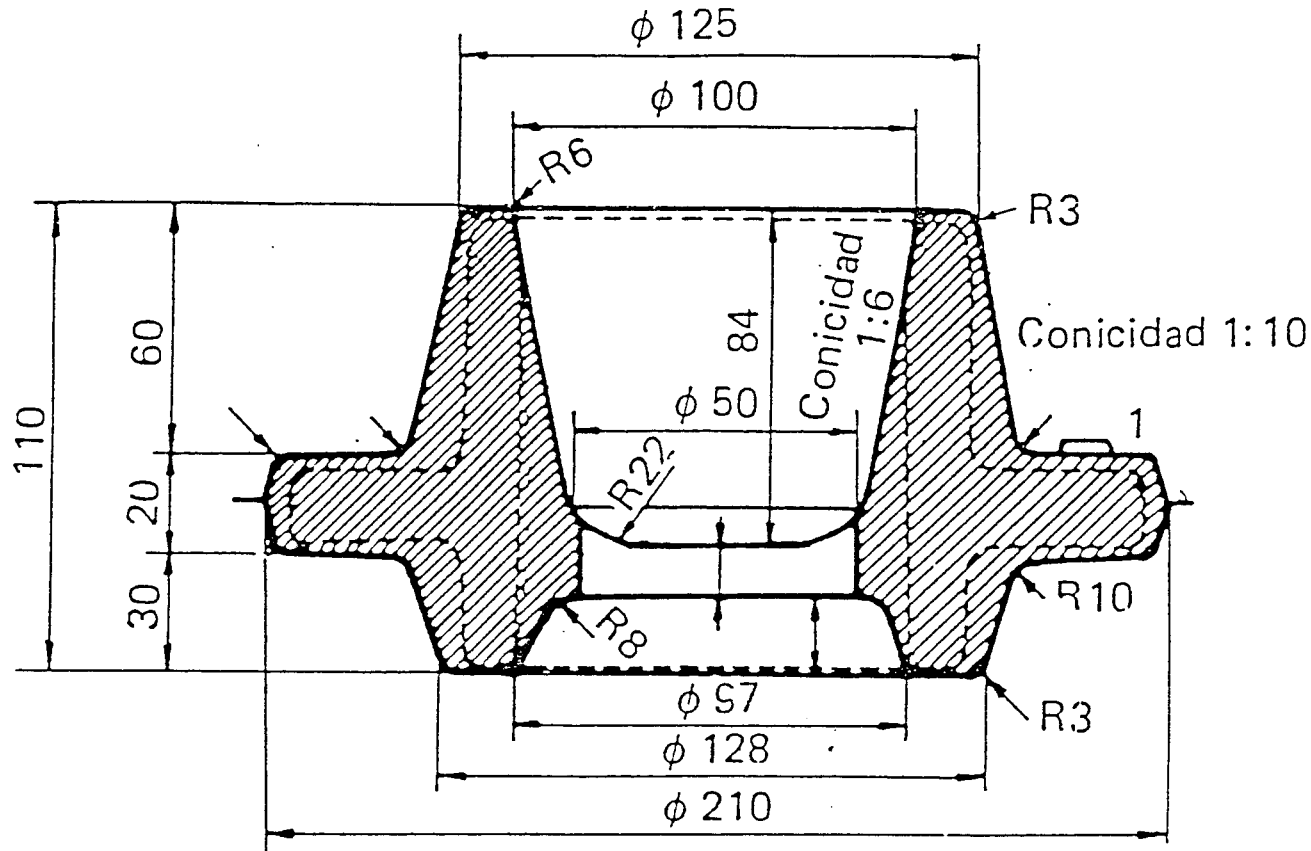
# PLAN DE PROCESO EN SERIE Cont...

- Torno requerido:
  - Automático de torre revólver
  - Potencia = 1Kw + Pot de 20 b)
  - N = 1061, 9549.3, 6987.3 RPM
  - s = 0.13, 0.21, 0.25, 0.50 mm/rev
  - Alimentación automática de barras
  - Chuck Neumático
- Herramientas requeridas:
  - Kennametal grado K68
  - En geometría CPNG 060308 para todos los cortes excepto geometría especial para el tronizado
  - Broca de insertos o HSS

# PLANO DE AJUSTE OPERACIÓN 20



# PREFORMAS PARA PRODUCCIÓN EN SERIE



Ejemplo de transformación de un diseño de pieza (en línea de puntos).

El preformado en este caso se obtiene mediante forja. El agujero ha sido forjado y luego punzonado.

# SOBREESPESORES PARA MAQUINADO

## 1. PARTIENDO DE PIEZAS FUNDIDAS

MATERIAL	DIMENSION MAXIMA DE LA PIEZA	COTA NOMINAL						
		≤ 25	> 25 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 180	> 180 ≤ 250	> 250 ≤ 400	> 400 ≤ 630
FUNDICIÓN GRIS - Modelo independiente - Moldeo manual	≤ 250	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0		
	> 250 ≤ 830 > 830 ≤ 1800	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
FUNDICIÓN GRIS - Modelos de madera sobre placa	≤ 250	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0		
	> 250 ≤ 830 > 830 ≤ 1800	4.0	4.5	4.5	5.0	5.0	5.5	6.0
FUNDICIÓN GRIS - Modelos placa - Modelos metálicos - Moldeo mecánico	≤ 250	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5		
	> 250 ≤ 830 > 830 ≤ 1800	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5	5.0	5.5
ACERO - Modelo de madera sobre placa	≤ 250	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0		
	> 250 ≤ 1000 > 1000	5.5	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	8.0
ACERO - Modelo placa - Modelo metálico - Moldeo mecánico	≤ 250	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0		
	> 250 ≤ 1000 > 1000	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	6.5	7.0
		5.0	5.0	5.0	5.0	7.0	7.0	8.0

MOLDEO	FUNDICIÓN ALEADA	ALEACIONES de Al		ALEACIONES de Cu	ALEACIONES de Zn
		Al - Si	otras		
En arena	≈ Fundición gris	≈ Fundición gris	≈ Acero	≈ Acero	...
En cámara por gravedad	-	± 0,3 a 1,0	± 0,4 a 1,0	± 0,6 a 1,2	± 0,15 a 0,25
Bajo presión	-	≈ js 11	≈ h 12	≈ js 13	≈ js 10

## 2. PARTIENDO DE PIEZAS OXICORTADAS

OXICORTE MANUAL	5 a 7 mm
OXICORTE CON PANTOGRAFO	3 a 5 mm

## 3. PARTIENDO DE PIEZAS LAMINADAS

LAMINADO EN CALIENTE	3 a 4 mm	si no se admiten defectos en la superficie,
	1 a 2 mm	si se admiten eventuales defectos.
LAMINADO EN FRIO	1 a 3 mm	

## 4. PARTIENDO DE PIEZAS FORJADAS

2 a 3 mm

## 5. PARTIENDO DE PIEZAS MAQUINADAS

PARA RECTIFICADO CILINDRICO ORDINARIO	0.2 a 0.5 mm
PARA RECTIFICADO CILINDRICO DE PRECISION	0.1 a 0.3 mm
PARA RECTIFICADO PLANO	0.2 a 0.3 mm
PARA BRUSIDO INTERIOR (HONING)	0.1 a 0.3 mm

Nota: Además de los sobreespesores hay que considerar los ángulos de salida, redondeos, apoyos de corazón si los hubiera, etc.

(Ver manual de Manufactura 1)

# TABLA COMPARATIVA DE ESCALAS DE DUREZA

Rockwell DR <sub>b</sub>	Brinell DB	Vickers DV	R daN/mm <sup>2</sup>	Rockwell DR <sub>b</sub>	Brinell DB	Vickers DV	R daN/mm <sup>2</sup>	Rockwell DR <sub>b</sub>	Brinell DB	Vickers DV	R daN/mm <sup>2</sup>
1	57		20	35	75		27	69	123		44
2	57		20	36	76		27	70	125	137	45
3	58		21	37	77		28	71	127		45
4	58		21	38	78		28	72	130	143	46
5	58		21	39	79		28	73	132		47
6	58		21	40	80		29	74	135	149	48
7	59		21	41	81		29	75	137		49
8	59		21	42	82		29	76	139	156	50
9	60		22	43	83		30	77	141		51
10	60		22	44	85		30	78	144	163	52
11	61		22	45	86		31	79	147		53
12	61		22	46	87		31	80	150	167	54
13	62		22	47	88		32	81	153		55
14	62		22	48	90		32	82	156	170	56
15	62		23	49	92		33	83	159		58
16	63		23	50	93	95	33	84	162	180	59
17	63		23	51	95	105	34	85	165		60
18	64		23	52	96		35	86	169	187	61
19	64		23	53	97		36	87	172		62
20	65		23	54	98		36	88	176	194	63
21	65		24	55	100	112	36	89	179		64
22	66		24	56	101		37	90	185	195	65
23	66		24	57	103		37	91	190		66
24	67		24	58	104		38	92	195	196	67
25	68		25	59	106		38	93	200	196	69
26	69		25	60	107		39	94	205		71
27	70		25	61	108	121	39	95	210	200	72
28	71		26	62	110		40	96	216	200	75
29	71		26	63	112		41	97	222	210	77
30	72		26	64	114	126	41	98	228	220	79
31	73		26	65	116		42	99	234	230	81
32	74		27	66	117	131	42	100	240	240	83
33	74		27	67	119		43				
34	75		27	68	121						

Rockwell DR <sub>c</sub>	Brinell DB	Vickers DV	R daN/mm <sup>2</sup>	Rockwell DR <sub>c</sub>	Brinell DB	Vickers DV	R daN/mm <sup>2</sup>	Rockwell DR <sub>c</sub>	Brinell DB	Vickers DV	R daN/mm <sup>2</sup>
20	216	200	75	36	331	335	112	52	506	575	175
21	222	210	77	37	340	345	117	53	518	605	178
22	228	220	79	38	350	367	122	54	530	635	182
23	234	230	81	39	360	375	125	55	542	660	188
24	240	240	83	40	370	385	126	56	555	690	191
25	246	245	85	41	381	395	127	57	568	720	194
26	252	250	86	42	392	415	133	58	581	750	200
27	258	255	88	43	403	425	138	59	594	780	206
28	265	260	90	44	414	445	144	60	607	810	214
29	272	270	92	45	425	455	148	61	627	840	218
30	280	280	94	46	436	465	151	62	635	875	222
31	288	290	98	47	447	490	153	63	650	920	224
32	296	300	100	48	458	500	157	64	665	950	229
33	304	308	104	49	470	512	161	65	682	990	235
34	313	316	107	50	482	540	166	66	697	1030	240
35	322	325	110	51	494	565	171	67	712	1070	246