

# Tecnología Mecánica

Unidad N° 3

## Procesos de manufactura con arranque de virutas 6 - Acepillado

Roberto Driussi/Martín Alarcón/Fernando Nadalich



17 de mayo de 2024

# Índice

- Generalidades
  - Descripción
  - Clasificación
  - Proceso
  - Características de corte
  - Tipos de herramientas
- Máquinas herramientas, partes y accionamientos
- Cálculos
  - Velocidades
  - Fuerza y potencia de corte
  - Tiempo de mecanizado
- Datos de interés

# Generalidades - Descripción

- Permite obtener superficies planas.
- Movimiento principal de corte es rectilíneo alternativo.
- El movimiento principal, lo puede tener la herramienta o la pieza (clasificación).
- Corte interrumpido (impacto).
- Bajas velocidades de corte.

# Generalidades - Clasificación

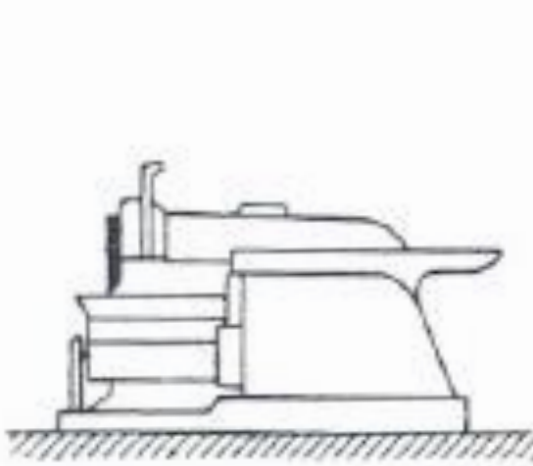
Si el movimiento principal de corte lo tiene:

**La pieza:**

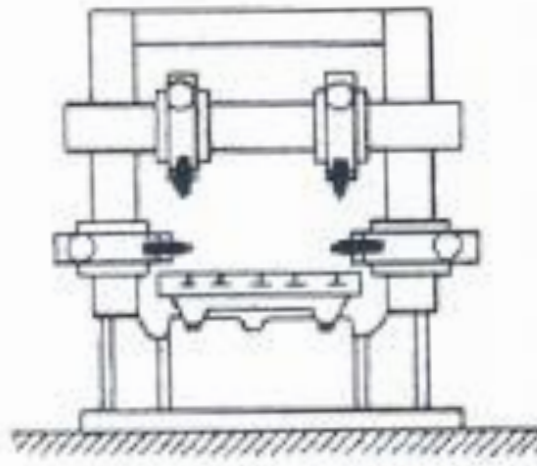
- Cepilladora o cepillo (movimiento horizontal) - **Cepillado de mesa móvil**

**La herramienta:**

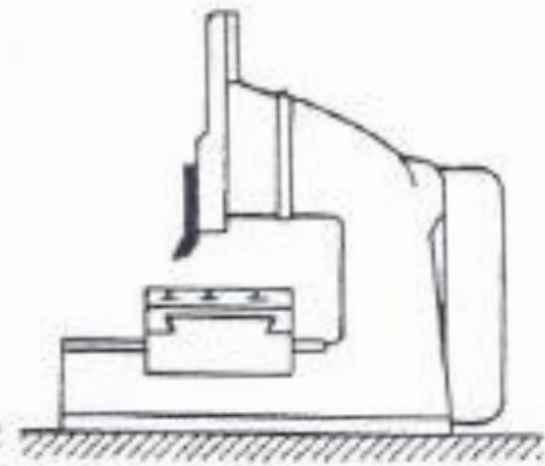
- Limadora (movimiento horizontal) - **Cepillado de mesa fija**
- Mortajadora (movimiento vertical)



Limadora



Cepilladora



Mortajadora

# Generalidades - Cepillado

## Cepillado de mesa móvil.

Operación mediante la cual se producen superficies planas.

- Dimensiones de piezas: 25 m x 15 m. Normalmente son de longitud de 10 m.
- La pieza se desplaza alternativamente en una trayectoria recta.
- Uno o más cabezales de herramientas pueden moverse de modo vertical y horizontal sobre un pórtico.
- Para evitar que los filos de corte de la herramienta se astillen durante la carrera de retorno, las herramientas se inclinan o elevan mecánica o hidráulicamente.
- Es importante el tiempo que transcurre sin corte durante la carrera de retorno.
- La eficacia puede mejorarse utilizando portaherramientas y herramientas que corten en ambas direcciones de avance de la mesa.
- Las velocidades de corte en las cepilladoras pueden ser hasta de 120 m/min con capacidades de potencia hasta de 110 kW (150 hp).
- Las velocidades recomendadas para hierros fundidos y aceros inoxidable van de 3 a 6 m/min y hasta de 90 m/min para aleaciones de aluminio y magnesio. Por lo general, los avances son de 0.5 a 3 mm/carrera. Los materiales más comunes de las herramientas son aceros de alta velocidad y carburos.

# Generalidades - Limado

## Cepillado de mesa fija.

El maquinado por cepillado de mesa fija (limadora) es básicamente el mismo que el de mesa móvil, excepto que (a) la que se desplaza es la herramienta y no la pieza de trabajo, y (b) las piezas son más pequeñas, por lo general de menos de 1 m x 2 m de área superficial.

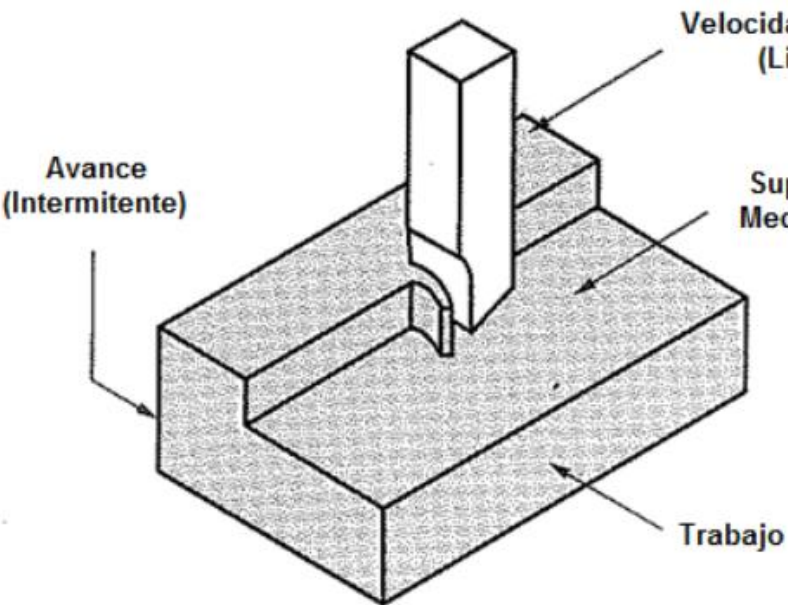
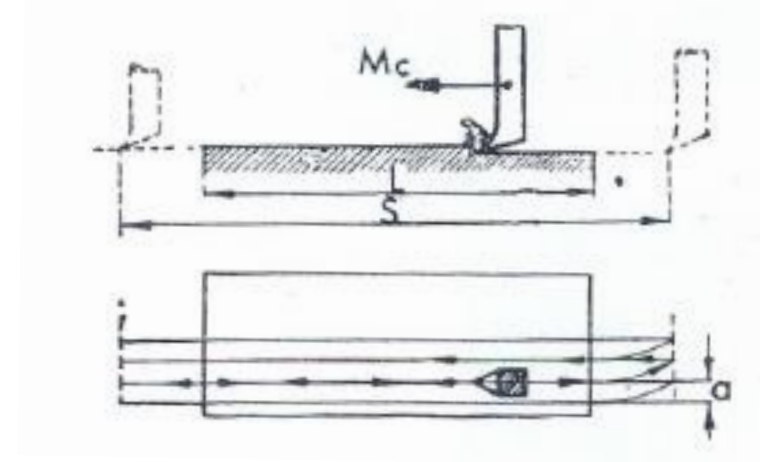
- En una limadora, la herramienta de corte se desplaza hacia delante y hacia atrás a lo largo de la trayectoria recta.
- En la mayoría de las máquinas, el corte se efectúa durante el movimiento de avance de la corredera (corte de empuje); en otras, se realiza durante la carrera de retorno de la corredera (corte de arrastre).
- Las cepilladoras de mesa fija verticales (ranuradoras | mortajadoras) se utilizan para maquinar muescas, ranuras de chavetas y matrices.
- Debido a las bajas capacidades de producción, sólo se utilizan para propósitos especiales.

# Generalidades - Proceso de limado y cepillado

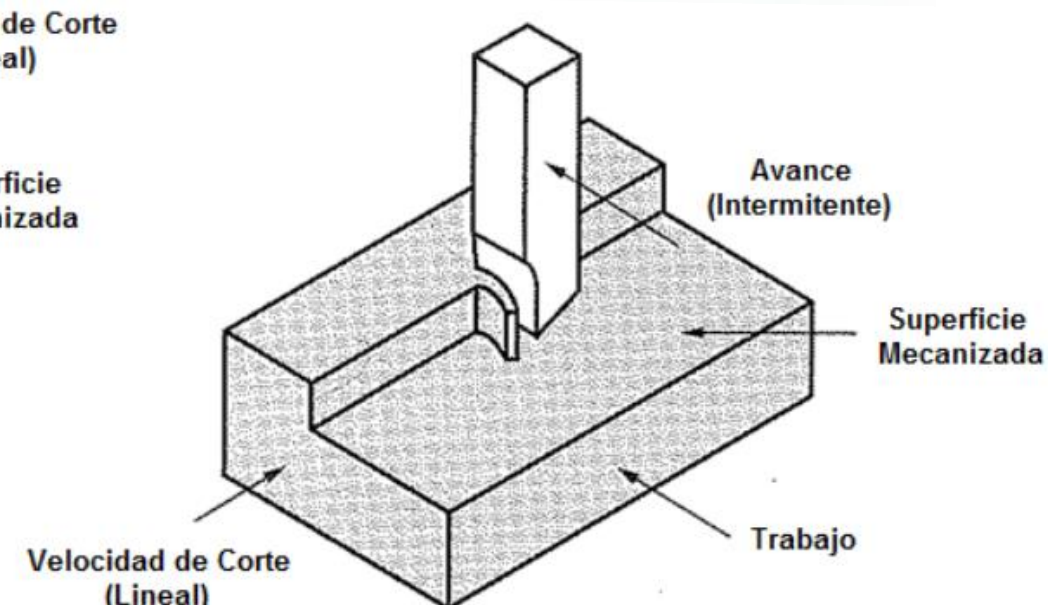
- El ciclo completo en el limado y en el cepillado se compone de dos carreras simples: una de ida o de trabajo (útil o activa), y otra de vuelta o pasiva.
- La herramienta solo corta durante la carrera activa, siendo la carrera de retorno el preparativo de una nueva pasada.
- Con el fin de reducir al mínimo el tiempo perdido en la carrera de retroceso, el mecanismo principal de las máquinas está ideado de manera tal, que la carrera pasiva sea más rápida que la activa.
- El recorrido de retorno es 1,5 a 3 veces más rápido que el recorrido de ida.
- Existen más tiempos perdidos que se presentan en la carrera activa, pues la longitud de ésta debe ser igual a la longitud de la pieza a mecanizar, más una longitud de carrera sin carga necesaria para la acometida y la salida de la herramienta a ambos extremos. Estas longitudes de carrera excedentes se denominan **ante carrera** y **sobre carrera**.
- Es necesario que la ante carrera sea mayor que la sobre carrera, para permitir que el avance, que tiene lugar en la entrada de la herramienta, se efectúe antes que la misma vuelva a tomar contacto con la pieza en la próxima pasada; por ello es necesario también, que el movimiento lateral de la mesa que determina el avance, suceda al final de la carrera de retorno.

# Generalidades - Características de corte

## Limado y cepillado



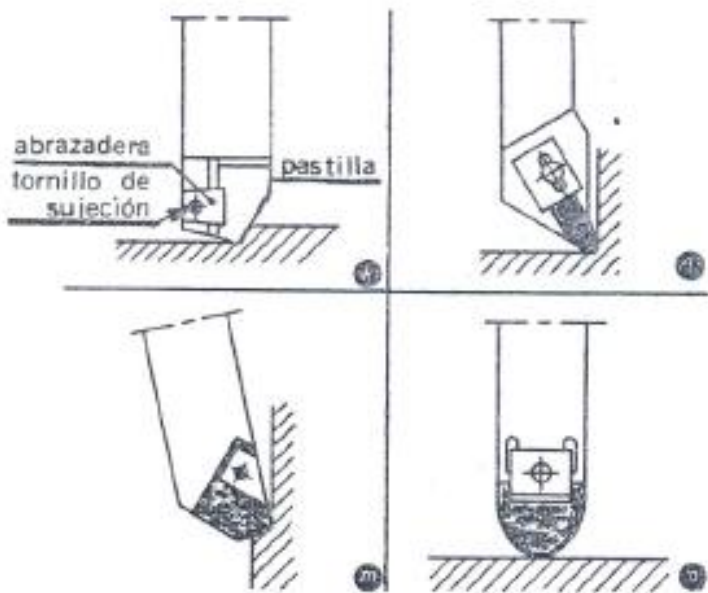
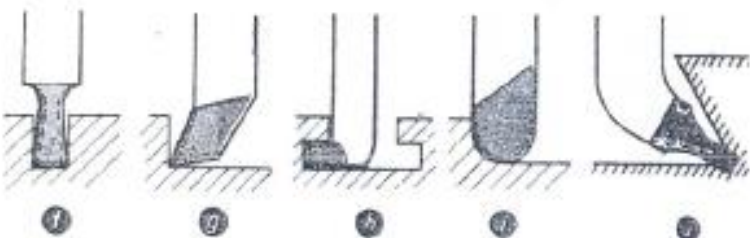
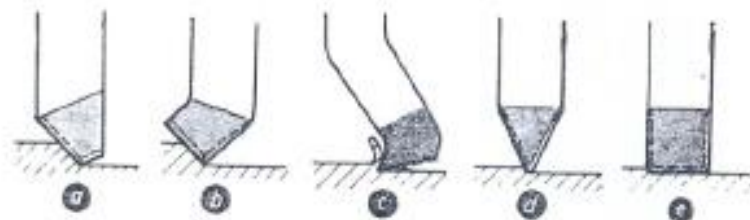
**LIMADO**



**CEPILLADO**

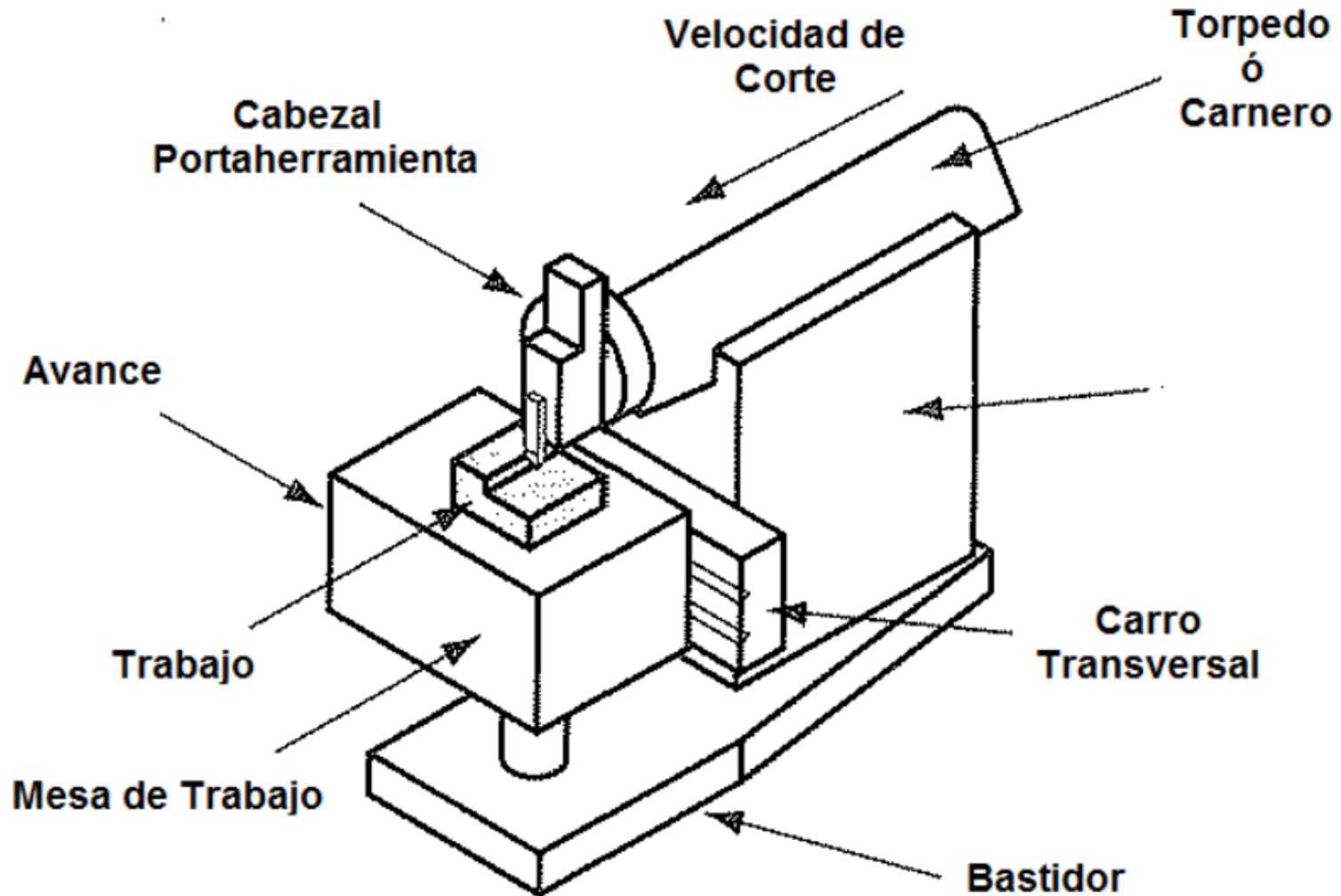


# Generalidades - Tipos de herramientas



CASO	TIPO DE HERRAMIENTA
a	Herramienta de desbastar superficies horizontales, izquierda o derecha
b	Herramienta de desbastar superficies horizontales, acodada, de corte izquierdo o derecho
c/e	Herramienta de afinar, en punta, para perfilar Herramienta de afinar, forma pala, para superficies planas
f	Herramienta de tronzar, acanalar o ranurar
g	Herramienta de corte lateral y para ejecución de ángulos vivos
h	Herramienta de ranurar, de gancho, para ranuras en "T"
i	Herramienta para ejecución de redondeamientos
j	Herramienta para ejecución de desahogos en ranurados-guiadores
k/n	Herramientas de metal duro (MD) y pastillas de carburos metálicos de características análogas

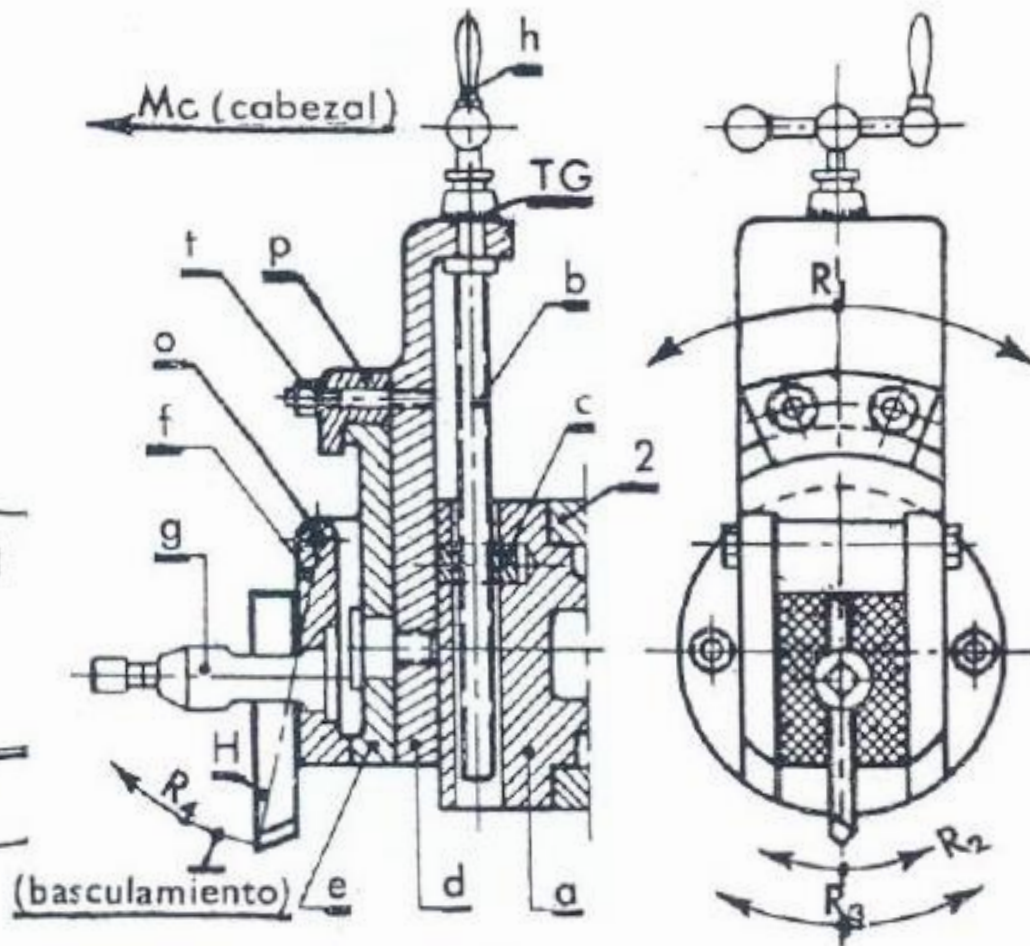
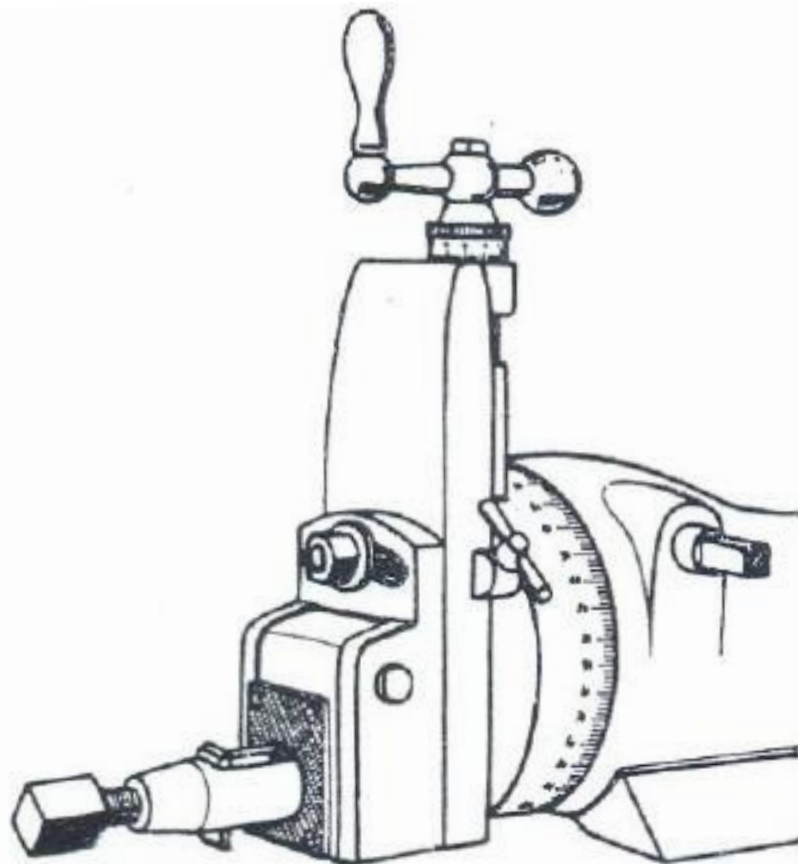
# Máquinas herramientas - Limadora



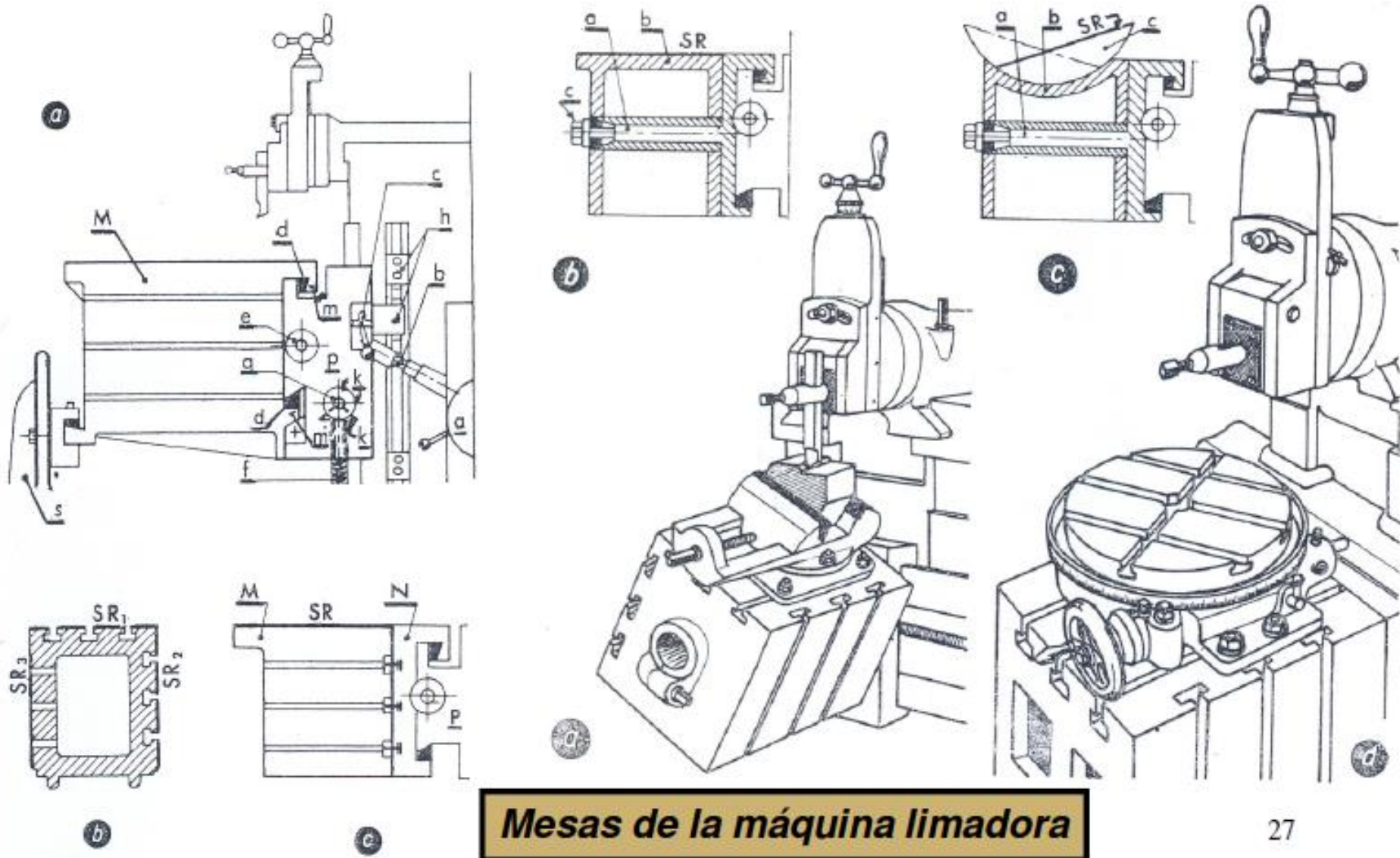
# Limadora



# Limadora - Porta-herramientas



# Limadora - Mesa porta-piezas

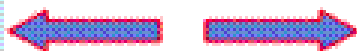


**Mesas de la máquina limadora**

# Limadora - Accionamiento Mecánico

Velocidad  
m/min

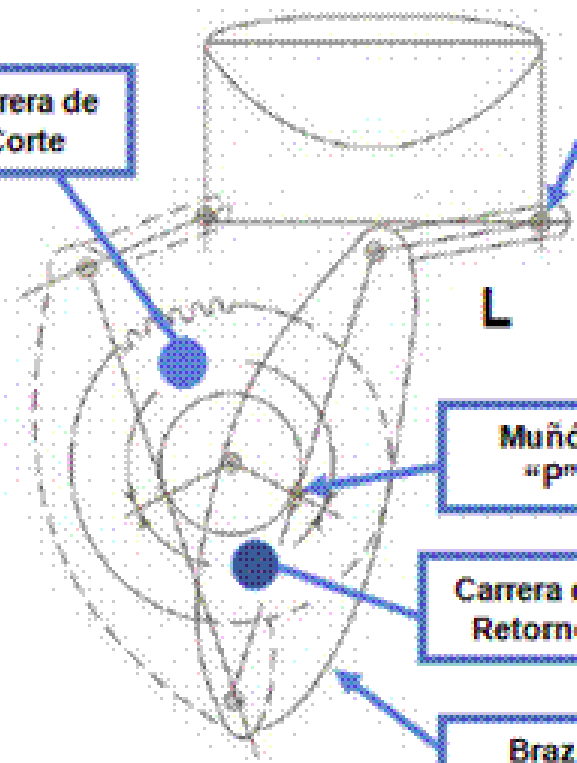
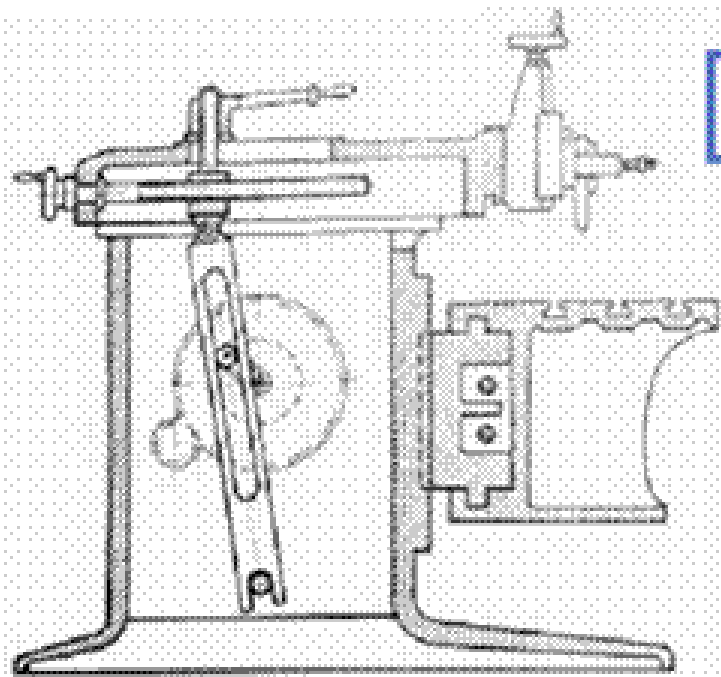
Carrera de Corte



Carrera de Retorno

Bloque

Carrera de Corte



L

Muñón  
"p"

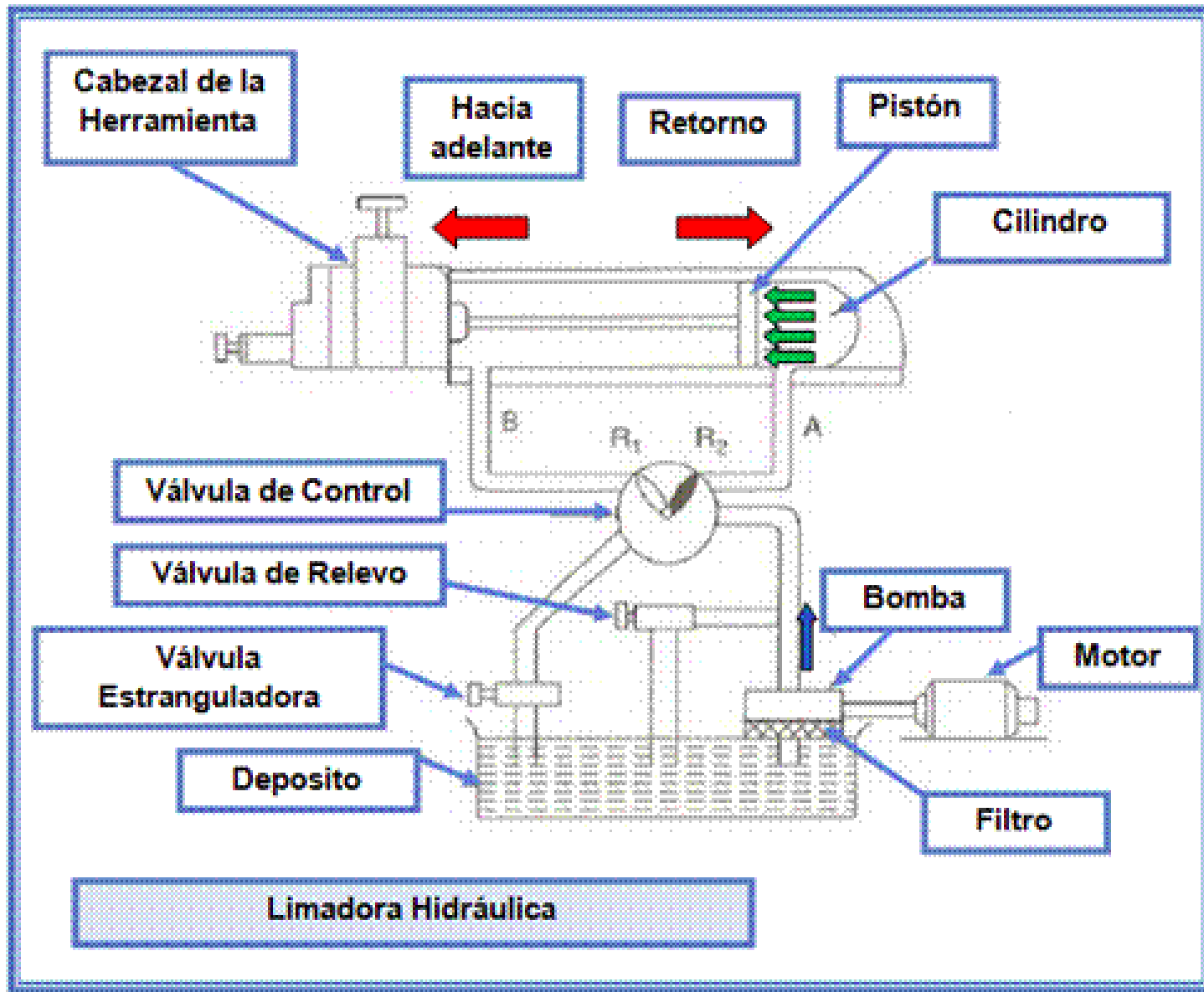
Carrera de Retorno

Brazo Oscilante

Limadora Mecánica

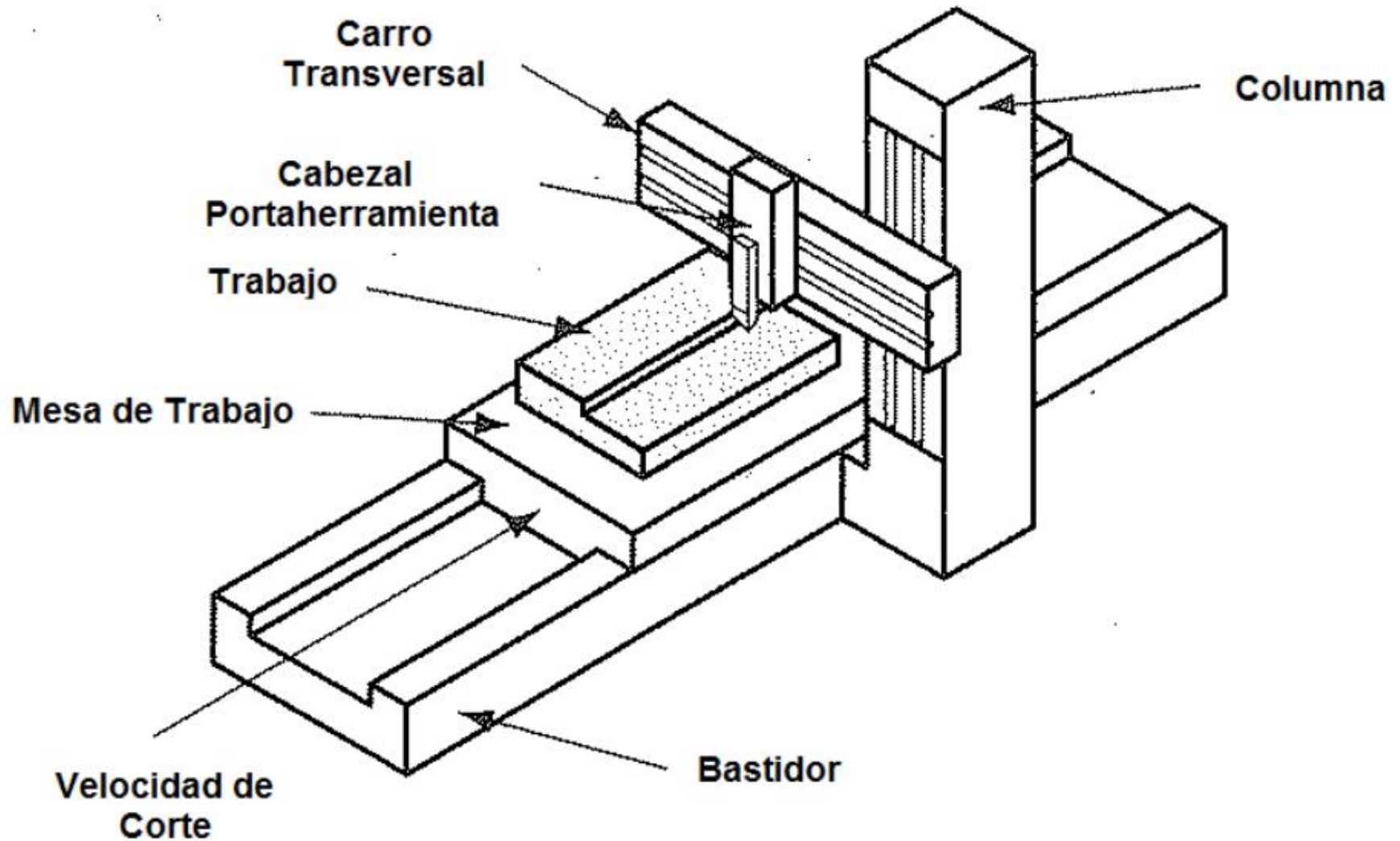


# Limadora - Accionamiento Hidráulico





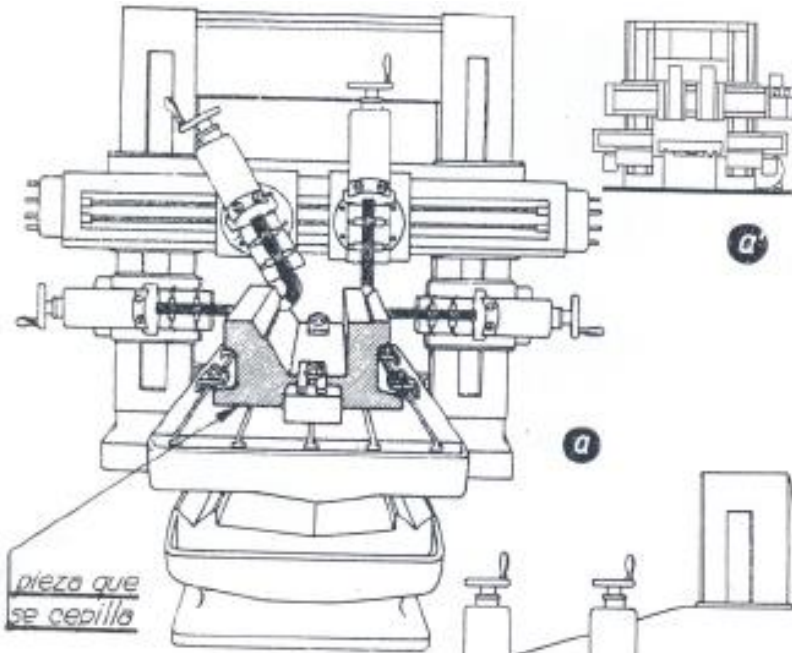
# Máquinas herramientas - Cepillo



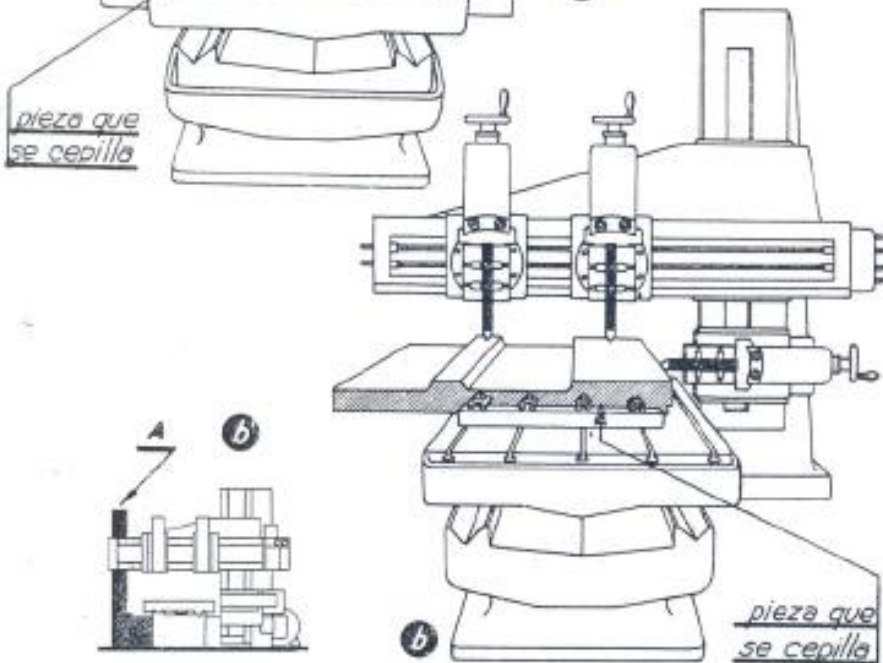
# Cepilladora



# Cepilladora – Componentes mecánicos



**Cepilladora de dos montantes,  
de pórtico ó cepillo - puente**



**Cepilladora de un montante  
ó en voladizo**

# Cepilladora – Sistemas de accionamiento

El mecanismo de impulsión, que constituye el factor más importante en la operación de cepillado, se halla dispuesto en la bancada de la máquina, transmitiendo a la mesa el movimiento rectilíneo alternativo de vaivén.

Los principales mecanismos de impulsión de la mesa son:

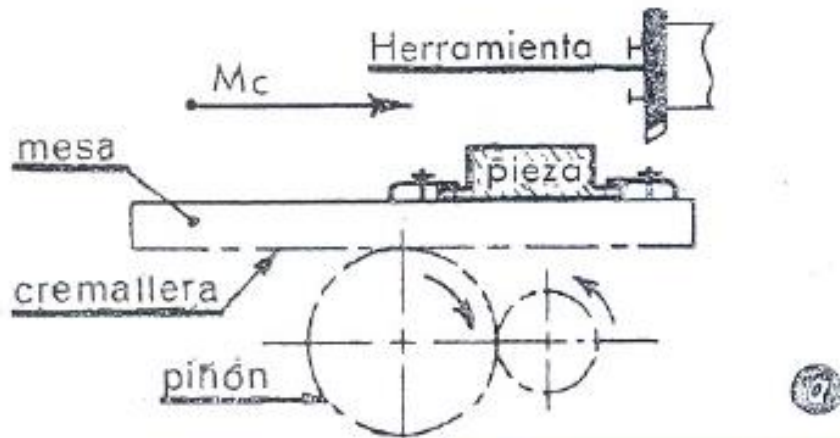
a.- Piñón y cremallera

c.- Tornillo sin fin y tuerca

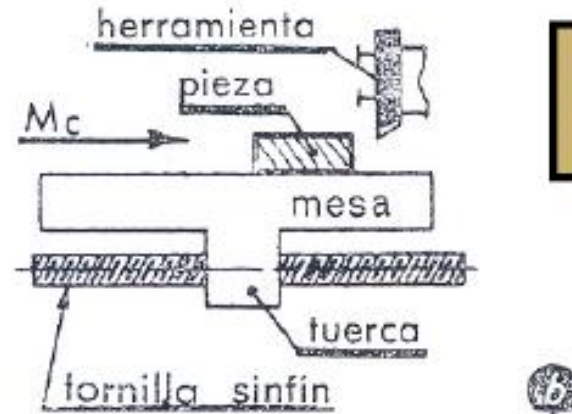
b.- Tornillo sin fin y cremallera

d.- Sistema hidráulico

# Cepilladora – Sistemas de accionamiento

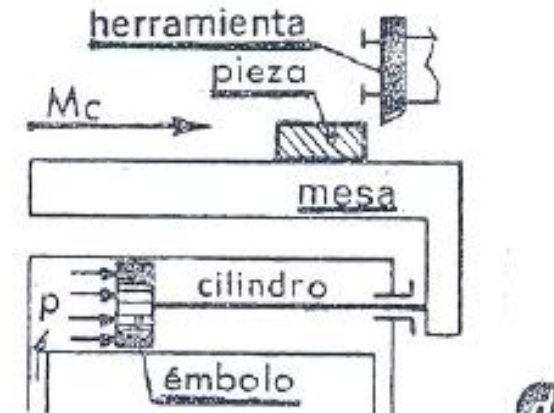
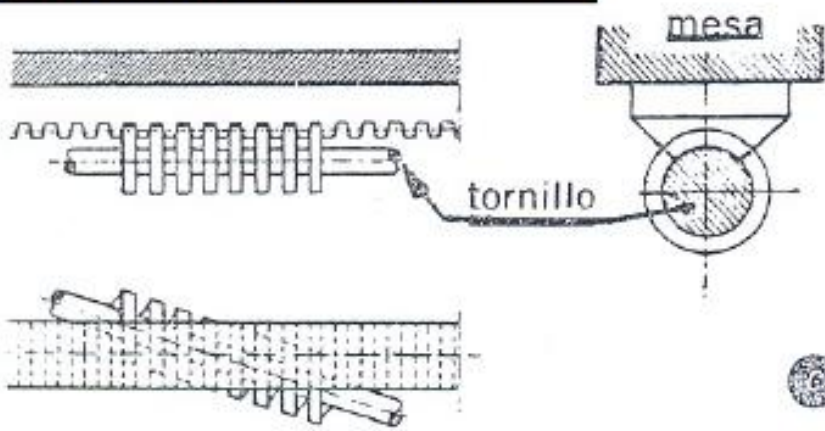


**Piñón - cremallera**



**Tornillo sin fin - tuerca**

**Tornillo sin fin - cremallera**



**Sistema hidráulico**

**Mecanismos de impulsión**

# Cepilladora – Sistemas de accionamiento

- El movimiento de avance o alimentación de la herramienta es intermitente y automático, al igual que el de la mesa. Cada vez que ésta llega al final de la carrera activa, actúa sobre topes regulables de tal forma que la herramienta se traslada lateralmente una dimensión lineal, produciendo el avance.
- Este avance puede ser horizontal, lateral y vertical, siendo este último la profundidad de pasada. Los dos primeros pueden ser accionados automáticamente y por separado. El mecanismo de avance clásico es el de disparador a gatillo y trinquete, similar al utilizado en la limadora.

# Cálculos - Velocidades

Comparando el triángulo FCD y el FOE se tiene:

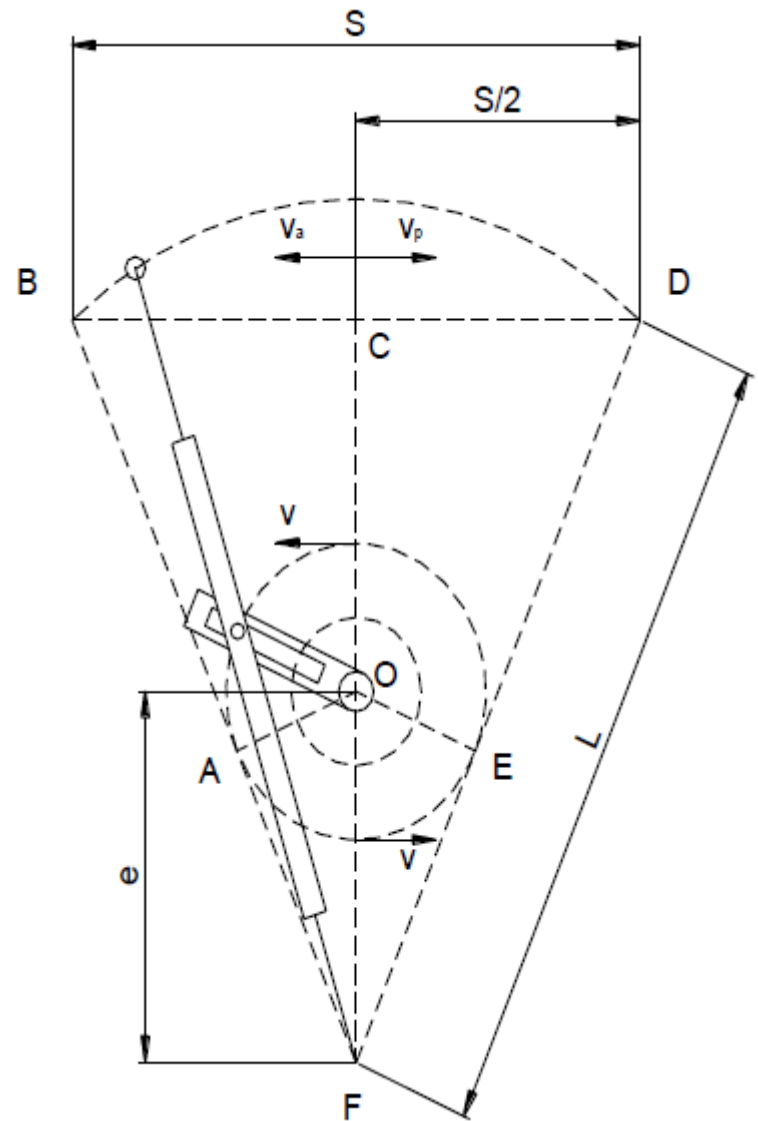
$$\frac{v_a}{v} = \frac{L}{R + e} \rightarrow v_a = v \times \frac{L}{R + e}$$

$$\frac{v_p}{v} = \frac{L}{R - e} \rightarrow v_p = v \times \frac{L}{R - e}$$

Donde:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \left[ \frac{m}{min} \right]$$

Estas velocidades son medias



# Cálculos – Fuerza y Potencia de corte

## Fuerza de corte:

Es proporcional a la sección de viruta cortada y a la resistencia específica que ofrece el material al corte:

$$F(Kg) = q(mm^2) \times K_s \left( \frac{Kg}{mm^2} \right)$$

## Potencia de corte:

Esta dada por la suma de la necesaria para el corte y la consumida por rozamiento.

$$N_t = N_c + N_r$$

Dónde:

N<sub>t</sub>: potencia total a suministrar

N<sub>c</sub>: potencia necesaria para el corte

N<sub>r</sub>: potencia necesaria para vencer efectos de rozamiento

A su vez se tiene que:

$$N_c = \frac{F \times V}{75} = \frac{q \times K_s \times V}{75} = \frac{e \times a \times K_s \times V}{75}$$

$$N_r = \frac{Q \times f \times V}{75}$$



# Cálculos – Fuerza y Potencia de corte

Dónde:

Q: peso de la pieza + peso del carro porta pieza o porta herramienta

f: coeficiente de rozamiento

Por lo tanto, se tendrá que:

$$N_t = \frac{e \times a \times K_s \times V}{75} + \frac{Q \times f \times V}{75} = \frac{(e \times a \times K_s + Q \times f) \times V}{75}$$

En las limadoras y mortajadoras el rozamiento a vencer es normalmente pequeño por lo cual no se considera Nr.

# Cálculos – Tiempo de mecanizado

Se obtiene aplicando la formula general estudiada en el “principio del corte de los metales”

$$T_t = T_p + T_m$$

$$T_m = \frac{e_t}{e_p} \times \frac{n'}{n}$$

Para este caso debemos considerar doble carrera, por lo tanto, designaremos:

$e_t$ : espesor total a mecanizar

$e_p$ : espesor a cortar por pasada

$n'$ : número de dobles carreras para

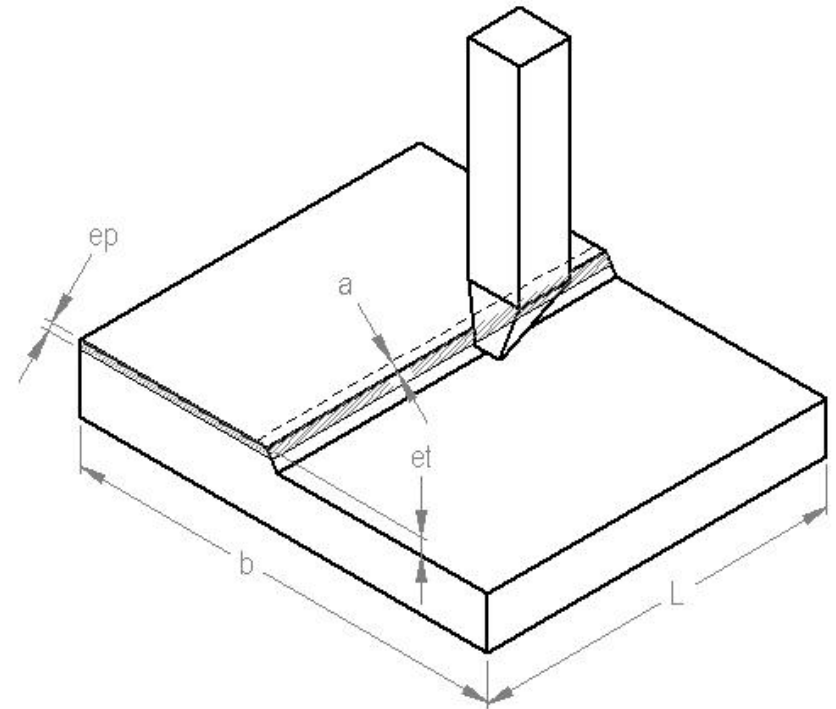
mecanizar una determinada longitud “L”

$n$ : número de dobles carreras por minuto

$a$ : avance por cada doble carrera

De acuerdo con lo indicado en el gráfico será:

$$b = n' \times a$$



$$n' = \frac{b}{a} \quad y \quad T_m = \frac{e_t}{e_p} \times \left( \frac{b}{a \times n} \right)$$

# Cálculos – Tiempo de mecanizado

Como mencionamos anteriormente en el acepillado tenemos una velocidad de avance y otra de retroceso, por tal motivo para el cálculo del número de carreras dobles por minuto ( $n$ ) debemos considerar un tiempo medio ( $t_m$ ) es decir:

$$n = \frac{1(\text{vuelta})}{t_m(\text{minuto})}$$

Donde  $t_m$ : tiempo medio de una doble carrera. Su valor se obtiene de:

$$t_m = \frac{2 \times S}{V_m}$$

Donde “S” es la carrera total que describe la herramienta de corte (carrera activa más pasiva en ambos extremos).

A su vez se tiene que:

$$V_m = \frac{2 \times S}{t_a + t_p} = \frac{2 \times S}{\frac{S}{V_a} + \frac{S}{V_p}} = \frac{2 \times S}{S \times \left( \frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_p} \right)} = \frac{2}{\frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_p}}$$

# Cálculos – Tiempo de mecanizado

Dónde:

S: carrera total

ta: tiempo de la carrera activa

tp: tiempo de la carrera pasiva

Va: velocidad activa

Vp: velocidad pasiva

Reemplazando y operando será:

$$t_m = \frac{2 \times S}{\frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_p}} = S \times \left( \frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_p} \right)$$

$$n = \frac{1}{S \times \left( \frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_p} \right)}$$

Con estos valores resulta finalmente:

$$T_m = \frac{e_t}{e_p} \times \left( \frac{b}{a \times \left( \frac{1}{S \times \left( \frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_p} \right)} \right)} \right) = \frac{e_t}{e_p} \times \frac{b}{a} \times S \times \left( \frac{1}{V_a} + \frac{1}{V_p} \right)$$

# Datos de interés

## Enlaces Web:

*[https://www.google.com/search?q=limadora+mec%C3%A1nica+industrial&rlz=1C1ONGR\\_esAR1046AR1046&biw=1366&bih=635&tbm=vid&sxsrf=APwXEddjKOMEQfhMnmljt5-L-YicVlqswQ%3A1683317319755&ei=R2JVZN7eLejT1sQP\\_vKlwAo&ved=0ahUKEwieno3X\\_d7-AhXoqZUCHX55CagQ4dUDCA0&uact=5&oq=limadora+mec%C3%A1nica+industrial&gs\\_lcp=Cg1nd3Mtd2l6LXZpZGVvEAMyBQgAEKIEMgUIABCiBDIFCAAQogQ6BggAEAcQHjoICAAQBxAeEBM6CAgAEAUQHhANOGgIABAFEAcQHjoFCAAQgAQ6CAgAEAgQHhAPOgYIABAFEB46CAgAEAgQBxAeOggIIRCgARDDBD0KCCEQoAEQwwQQCIAAWJlrYLIsaABwAHgAgAF-iAH6C5IBBDE0LjOYAQCgAQHAAQE&sclient=gws-wiz-video#fpstate=ive&vld=cid:88d1c687,vid:KQ5PLTwdyMQ](https://www.google.com/search?q=limadora+mec%C3%A1nica+industrial&rlz=1C1ONGR_esAR1046AR1046&biw=1366&bih=635&tbm=vid&sxsrf=APwXEddjKOMEQfhMnmljt5-L-YicVlqswQ%3A1683317319755&ei=R2JVZN7eLejT1sQP_vKlwAo&ved=0ahUKEwieno3X_d7-AhXoqZUCHX55CagQ4dUDCA0&uact=5&oq=limadora+mec%C3%A1nica+industrial&gs_lcp=Cg1nd3Mtd2l6LXZpZGVvEAMyBQgAEKIEMgUIABCiBDIFCAAQogQ6BggAEAcQHjoICAAQBxAeEBM6CAgAEAUQHhANOGgIABAFEAcQHjoFCAAQgAQ6CAgAEAgQHhAPOgYIABAFEB46CAgAEAgQBxAeOggIIRCgARDDBD0KCCEQoAEQwwQQCIAAWJlrYLIsaABwAHgAgAF-iAH6C5IBBDE0LjOYAQCgAQHAAQE&sclient=gws-wiz-video#fpstate=ive&vld=cid:88d1c687,vid:KQ5PLTwdyMQ)*

## Videos de interés

<https://youtu.be/ep4IWSwvR20>

<https://youtu.be/OSpRUq4CFVw>

<https://youtu.be/jAOIR5U7wcE>

<https://youtu.be/UcsZSxtPov8>

<https://youtu.be/krSW5k7wZbl>