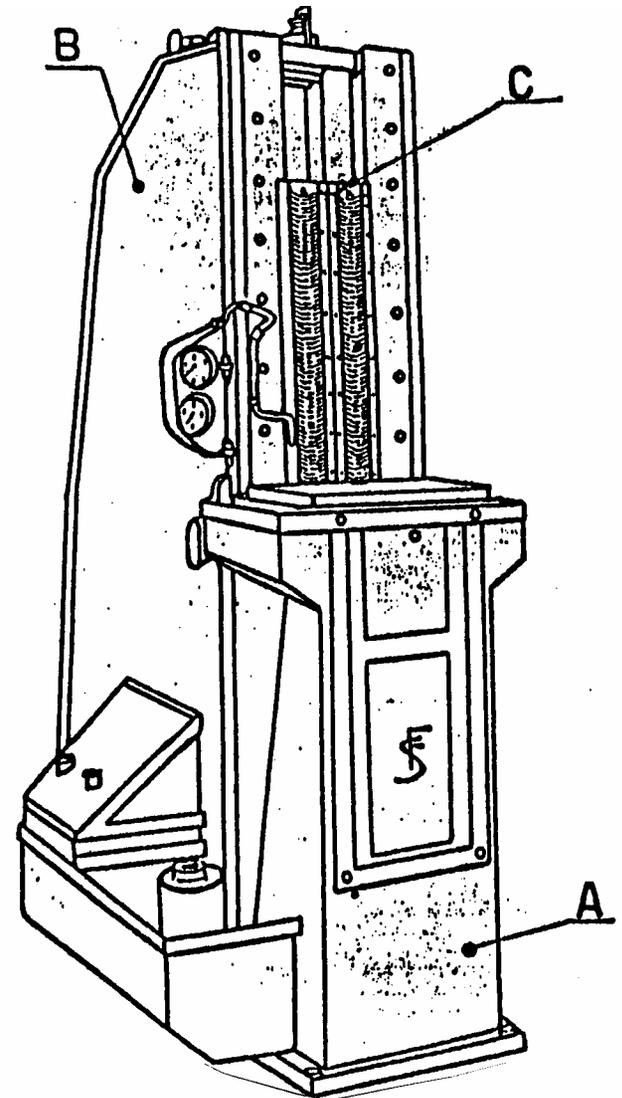




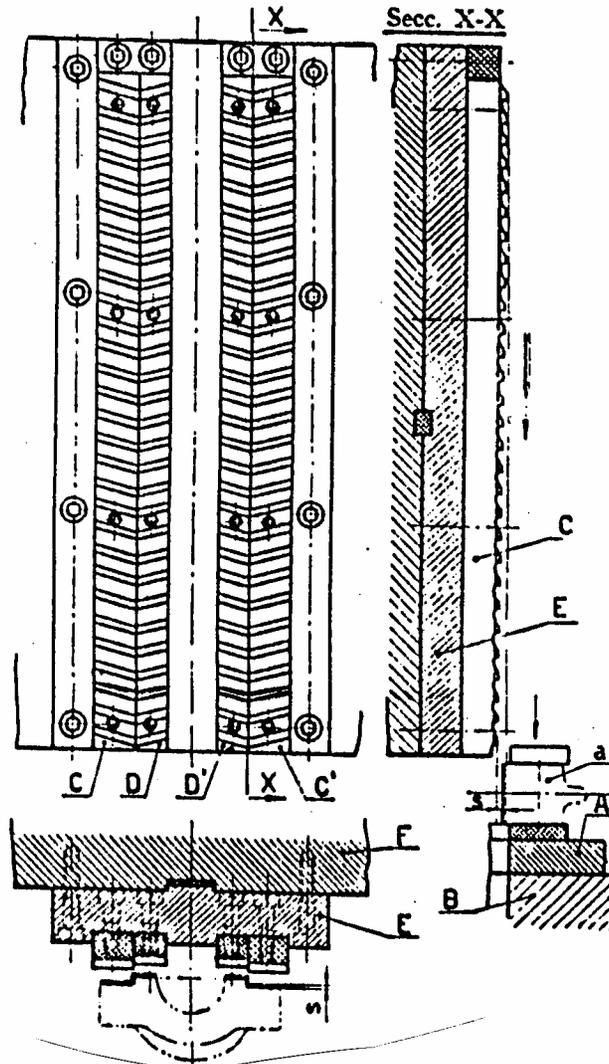
# BROCHADORA HIDRÁULICA PARA EXTERIORES

Por el tiempo de ejecución tan breve están disputando el terreno a las fresadoras (La brocha puede considerarse en el límite como una fresa de radio infinito)



Brochadora hidráulica vertical para el brochado exterior

# BROCHADORA HIDRÁULICA PARA EXTERIORES



Disposición de la pieza de las brochas y del portabrochas en una bróchadora de exteriores.

# BROCHAS

Es una herramienta con la característica de poseer una sucesión longitudinal de dientes dispuestos geoméricamente respecto a un eje o un plano y variable diametralmente según una progresión aritmética.

La brochadora recorre una superficie y arranca el material en el sentido de marcha.

**Proyecto y cálculo de una brocha para interiores:** Se deben ir determinando ordenadamente los siguientes elementos:

1. **Diámetro del Agujero Inicial ( $D_i$ ):** En general el perfil inicial tiene forma de círculo cuyo diámetro depende de las dimensiones mínimas del perfil a obtener. Puesto que el agujero tiene la misión de guiar a la brocha, debe ser de precisión.
2. **Cantidad de Material a Arrancar:** Es un dato del problema porque el perfil a obtener es fijado con anterioridad.
3. **Incremento de los dientes:**  $\Delta$  = Diferencia en mm entre el diámetro exterior de un diente y el de su inmediato anterior.

# BROCHAS

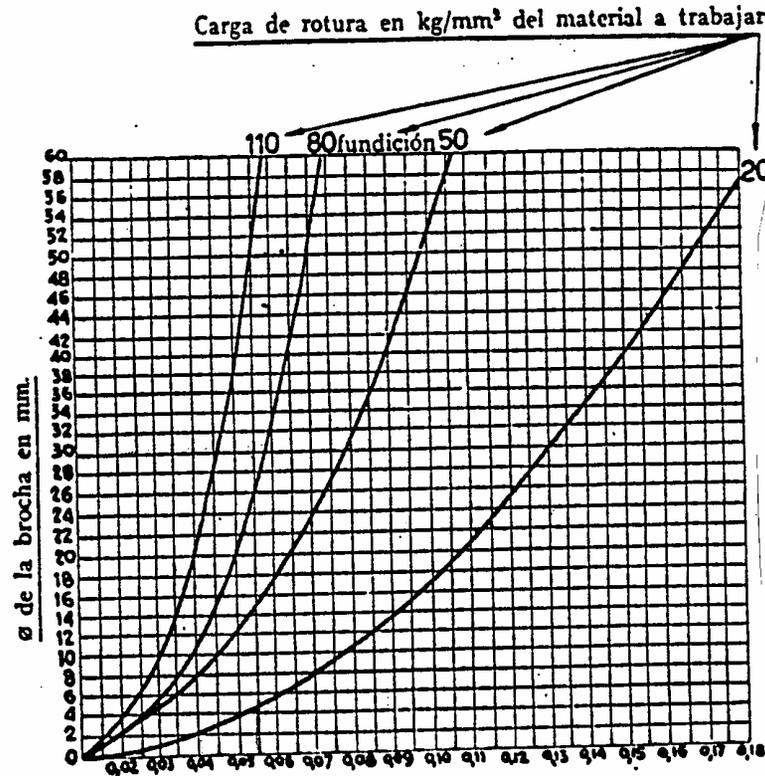


Diagrama para determinar el incremento a fijar para las brochas

El incremento debe ser tanto más pequeño cuanto mayor sea la dureza del material a trabajar, y tanto más grande cuanto mayor el diámetro de la brocha.

Usualmente para distribuir esfuerzos se asigna un incremento inicial mínimo aumentándolo sucesivamente.

# BROCHAS

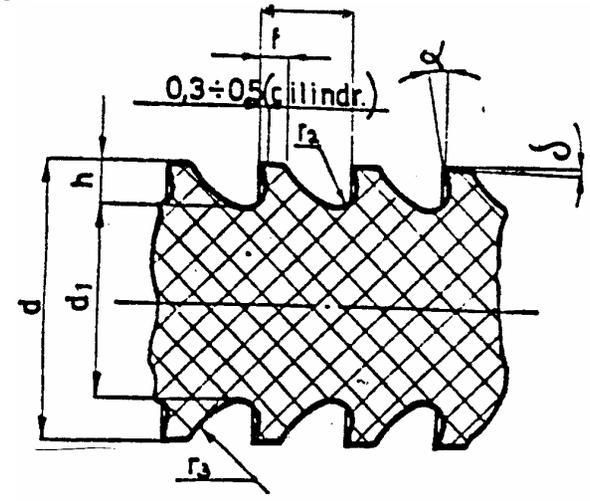
## 4. Paso de los dientes:

Fórmula Genérica  $p = 1.75 \sqrt{l}$   
siendo  $l$  - longitud del agujero.

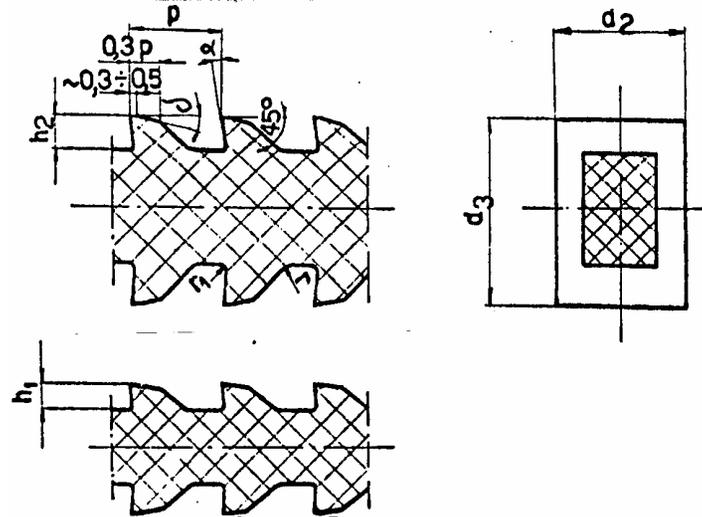
Se redondean los valores procurando que la longitud  $l$  no sea múltiplo de  $p$ . El paso de los dientes puede ser también desigual para obtener una superficie más lisa. Con las brochas de paso uniforme se ha podido comprobar el defecto de una variación rítmica del esfuerzo de tracción, cada vez que un filo de corte entra bruscamente en contacto con el material, produciendo una superficie ondulada, esta irregularidad adquiere su máximo cuando  $l$  es múltiplo de  $p$ .

Es buena práctica tener siempre 3 dientes cortando.

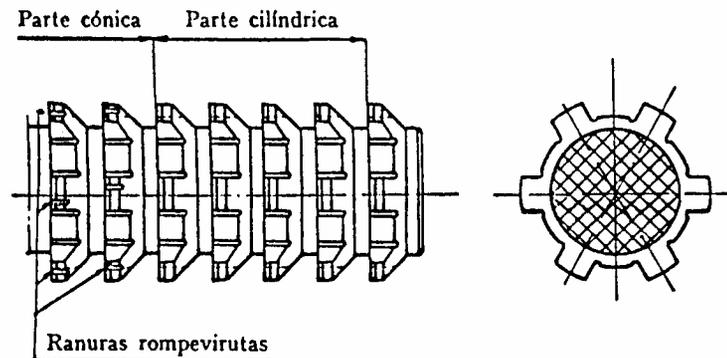
## 5. Perfil de los dientes:



# BROCHAS



Para obtener una superficie lisa y un buen calibrado final del agujero se añaden varios dientes de acabado (3 a 5) sin ningún incremento, y además para alcanzar mayor precisión se disminuye el incremento de los dientes hacia el final de la pasada.



# ÁNGULOS DE ATAQUE E INCIDENCIA RECOMENDADOS EN BROCHAS DE ACERO DE ALTA VELOCIDAD

Nota: Las brochas también pueden construirse con dientes insertados de carburos.

Angulo de ataque o de gancho $\alpha$	
Material brochado	Grados
Fundición de acero	6 a 8
Acero de alta dureza	8 a 12
Acero dúctil	15 a 20
Aluminio	10, o más
Latón y bronce	0 a 10, o más
Latón frágil	-5 a +5
Angulo de Incidencia $\phi$	
Fundición gris	2 a 5
Acero:	
Dientes primarios	1 a 1 1/2
Dientes finales	1/2 a 1 1/2
Latón y bronce:	
Dientes primarios	2
Dientes intermedios	1
Dientes finales	1/2
Brochas para ranuras:	
Dientes primarios	3
Dientes finales	1 1/2
Brochas de superficie	más de 3 1/2

# BROCHAS

## 6. Número total de dientes:

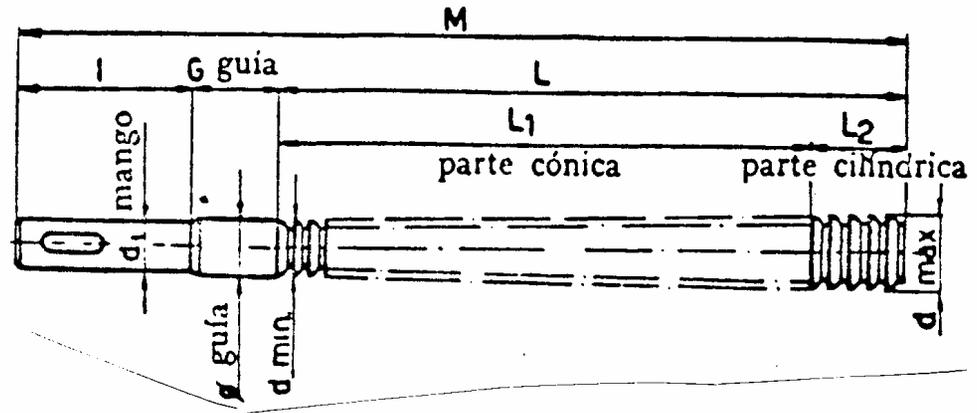
$$N = \frac{D_f - D_i}{\Delta}$$

y la longitud

$$L_1 = N \times p$$

$$L_2 = 5 \times p$$

$$L = L_1 + L_2$$



Brocha para agujeros cilíndricos.

## 7. Número de brochas:

En el caso de que el número de dientes fuese elevado y diese una longitud total exagerada y no permitida por la carrera de la brochadora, se procederá a construir 2 o 3 brochas de igual longitud de modo que cada una sea la continuación de la anterior.

# BROCHAS

## 8. Prueba a la tracción de la sección mínima:

Es aconsejable asegurarse que la sección mínima de la brocha pueda resistir la fuerza máxima debida al arranque de viruta de los dientes.

Llamando con:

$n$ = Número de dientes en trabajo.

$K_s$ = Esfuerzo específico de corte (N/mm<sup>2</sup>)

$F$ = Fuerza total de corte (N).

$p_r$ = Perímetro en contacto, (mm)

$\Delta$ = Incremento en el diámetro (mm)

$A$ = Área de la sección mínima de la brocha (mm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  = Esfuerzo admisible a la tracción del material de la brocha. (N/mm<sup>2</sup>)

$Q$ = Resistencia de la sección mínima de la brocha (N).

Se tendrá:

$$F = p_r \times \frac{\Delta}{2} \times K_s \times n$$

por otra parte, la sección mínima de la brocha ofrece la siguiente resistencia:

$$Q = A \sigma_t$$

# BROCHAS

Para que la brocha pueda resistir deberá verificarse:

$$Q > F$$

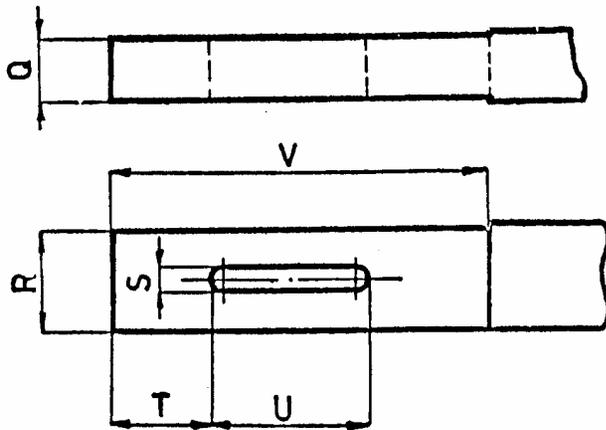
Se considera

$\sigma_t = 157 \text{ N/mm}^2$  para el acero rápido templado.

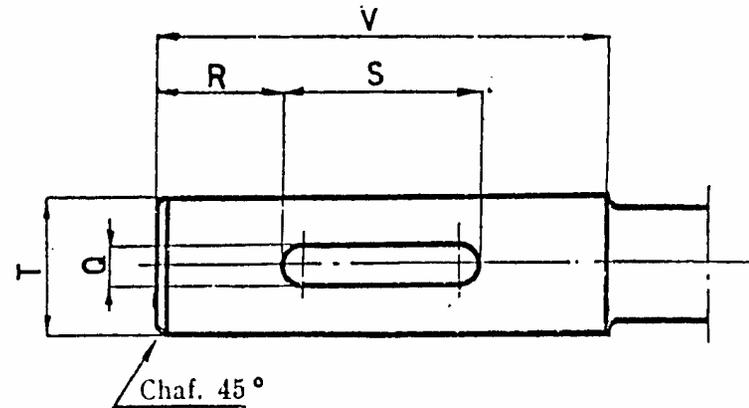
# BROCHAS

## 9. Elección del tipo de mango:

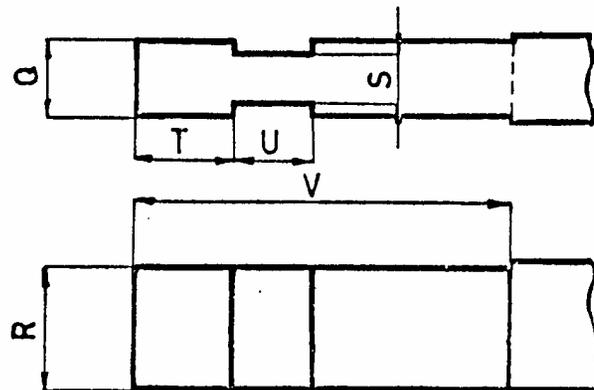
Debe hacerse de acuerdo a las formas de sujeción permitidas por la máquina



-Mango con ojal para brochas planas.



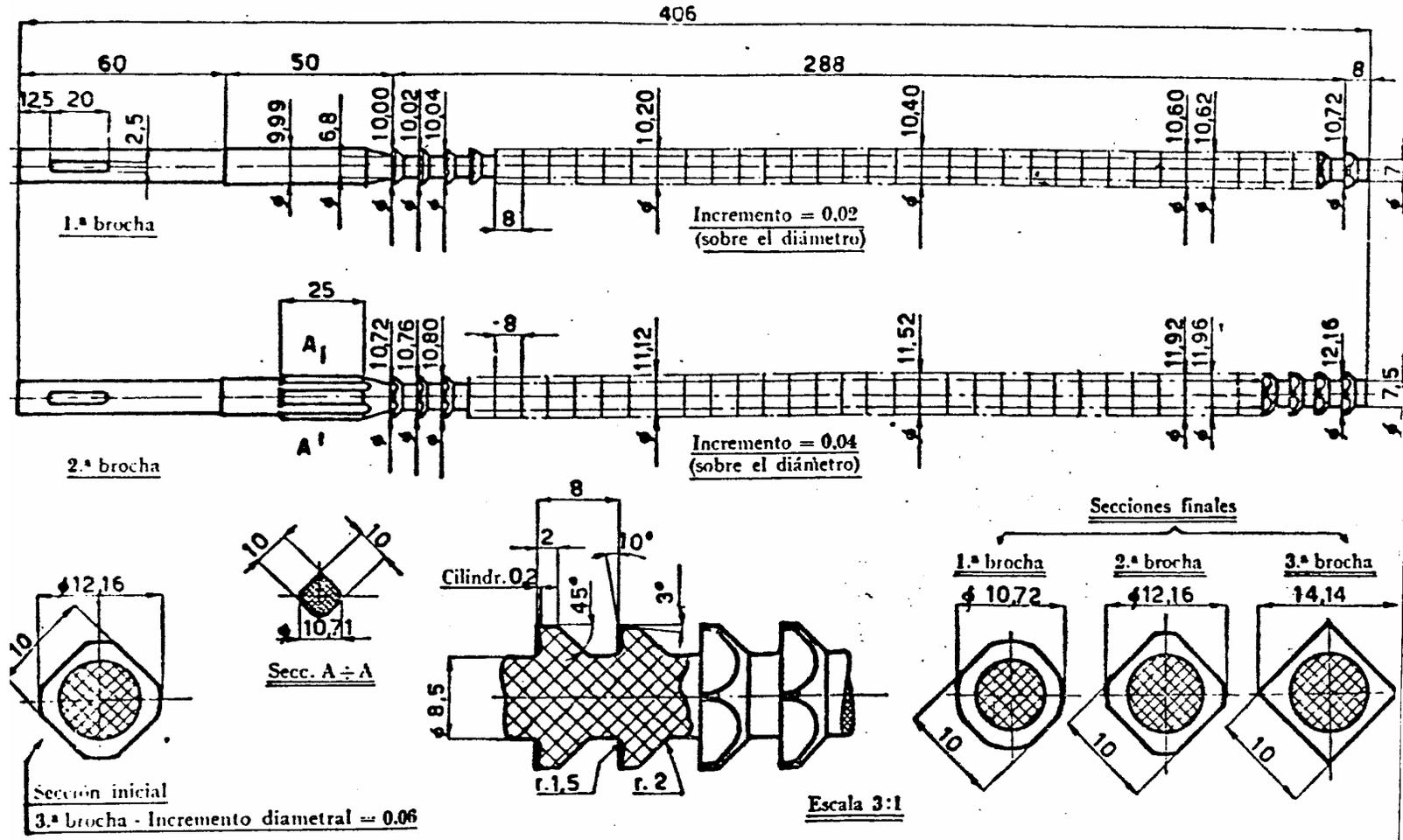
-Mango con ojal para brochas de cuerpo cilíndrico.



-Mango entallado para brochas planas.

# BROCHAS

## 10. Ejecución del Dibujo para su construcción:



# POTENCIA ABSORBIDA POR EL BROCHADO

V - Velocidad de corte (m/min)

F - Fuerza de corte (N)

Ef - Eficiencia de la brochadora (0.65-0.85)

$$\text{Potencia} = \frac{F \times V}{60,000 \times E_f} \quad (\text{kW})$$

## CÁLCULO DEL TIEMPO

C - Longitud de la parte dentada de la brocha + longitud del agujero o superficie a brochar. (m)

$$T_m = \frac{C}{V} \quad (\text{min})$$

# CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN (Brochado)

Ejemplo

Velocidad de corte (V)	= 9 m/min
Velocidad de retorno	= 18 m/min
Carrera (C)	= 1.22 m
Arranque y Paro	= 2 seg
Carga y Descarga	= 5 seg
Eficiencia de Prod.	= 85 %

Luego

TM = C/V	= 1.22/9	= 0.1355 min
Tiempo de retorno	= 1.22/18	= 0.0677 min
Tiempo de Arranque y Paro		= 0.0333 min
Tiempo de Carga y Descarga		= 0.0833 min
		<hr/>
		0.3198 min

$$\text{Producción horaria} = \frac{0.85}{0.3198 \text{ min/pieza} \times 1 \text{ hr}/60 \text{ min}} = 160 \text{ piezas/hora}$$

# **VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL BROCHADO**

El brochado es un proceso con arranque de viruta que ha sido adoptado para el trabajo de producción en serie debido a las siguientes ventajas:

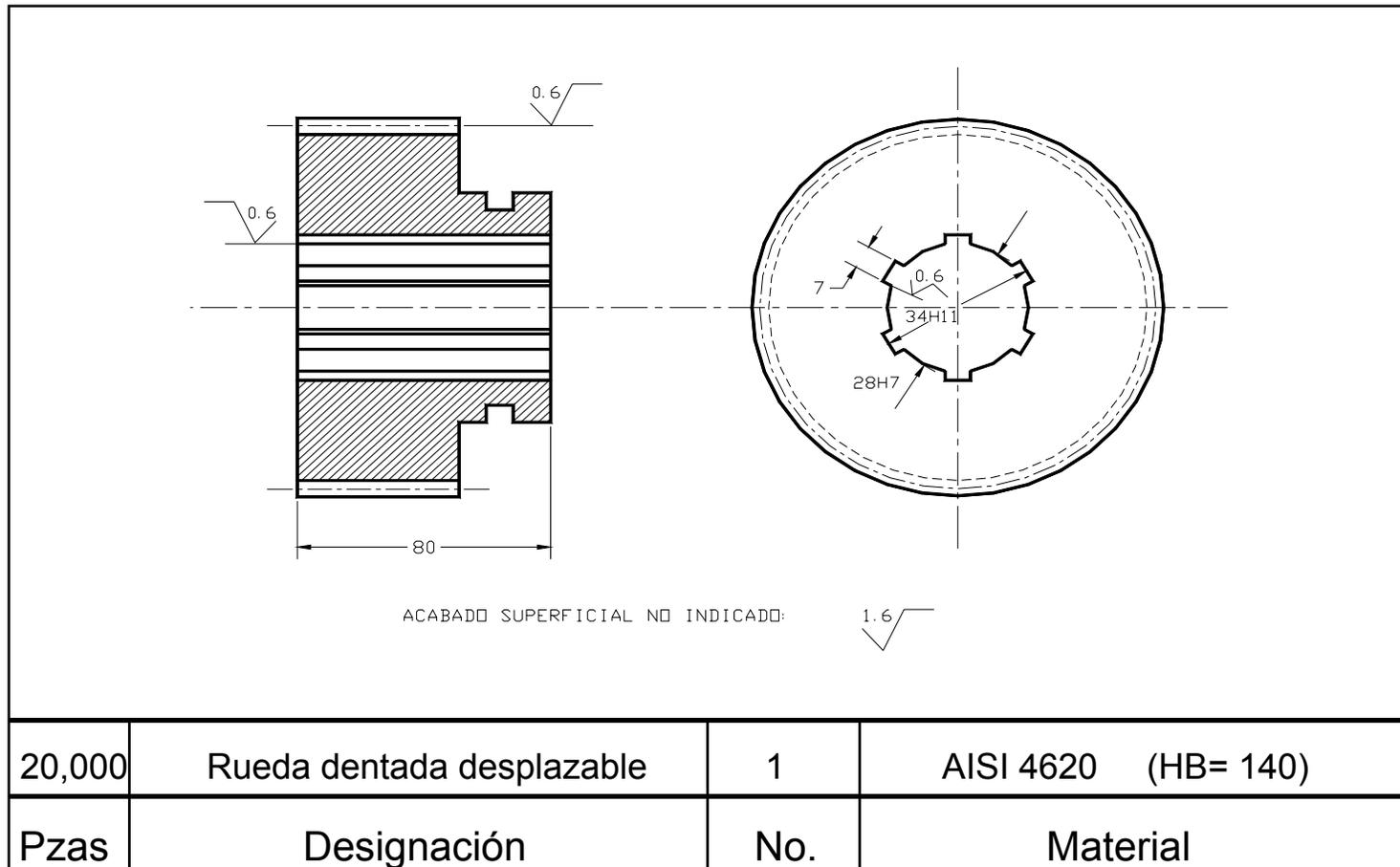
## **Ventajas:**

1. El desbaste y acabado se terminan con una sola pasada de la herramienta.
2. La velocidad de producción es alta por lo que el tiempo real para el corte es cuestión de segundos. La carga y descarga rápida de piezas mantienen el tiempo total en un mínimo y se puede adaptar a producción automática.
3. El proceso se aplica a superficies internas o externas.
4. Es fácil mantener tolerancias muy precisas.
5. Se logran acabados similares a los del fresado.

## **Limitaciones:**

1. Costo elevado de las herramientas.
2. Sólo se justifica para gran volumen de producción.
3. Las piezas deben ser sujetadas fuertemente.
4. Las superficies a brochar no deben tener obstrucciones.
5. El brochado no se recomienda para quitar grandes cantidades de material.

# BROCHADO DE PIEZAS CON AGUJERO DE RANURAS MÚLTIPLES



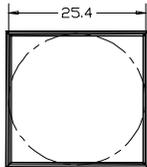
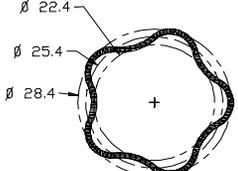
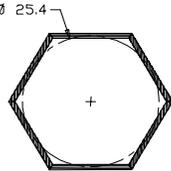
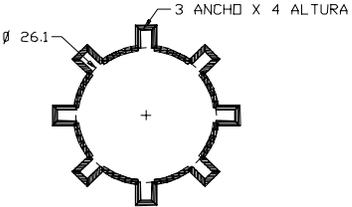
**Trabajo encargado:** Brochado del estriado interno de una rueda dentada frontal para un engranaje. Los dientes se fresan; el cuerpo de rueda se da ya torneado.

# **BROCHADO DE PIEZAS CON AGUJERO** **DE RANURAS MÚLTIPLES**

	Fases de trabajo	Máquinas herramientas
1	Taladrado, desbastado, previo de la forma exterior; la cara frontal grande, normal al taladro	Torno Automático.
2	Brochado del taladro y brochado de las ranuras, calibrado del fondo de las ranuras y del taladro.	Brochadora
3	Afinar todas las superficies exteriores.	Torno
4	Fresado de los dientes	Generadora de engranes
5	Templado y Revenido	Horno
6	Rectificado del taladro y de los flancos de los dientes.	Rectificadora.

# EJERCICIOS

Diseñar una brocha de acero rápido para interiores para los siguientes diseños de agujeros. Adicionalmente, calcular la potencia necesaria y el tiempo de máquina de la operación. Usar una brochadora hidráulica vertical para interiores, con motor de 10 Kw, carrera de 1.5 m., velocidades continuas en el rango 0-20 m/min, considerando una eficiencia del 80%.

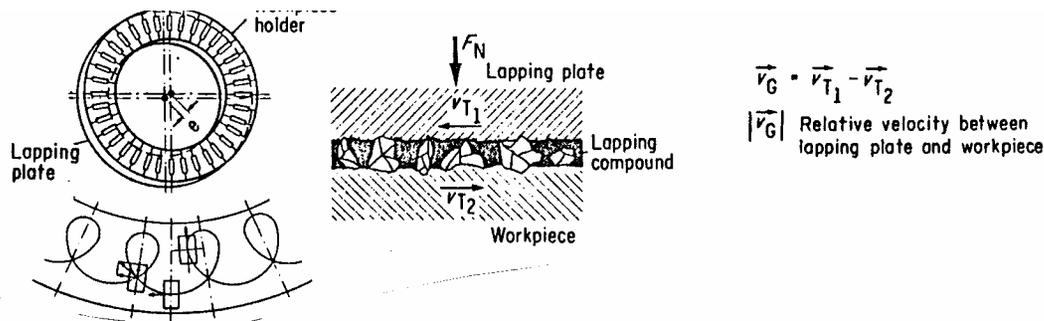
<b>1</b>  LONGITUD: 50.8 mm MATERIAL: AISI 1080 DUREZA: 255 HB RESISTENCIA: 110 KG/mm <sup>2</sup>	<b>2</b>  LONGITUD: 75 mm MATERIAL: H13 DUREZA: 230 HB
<b>3</b>  LONGITUD: 25.4 mm MATERIAL: AISI 4140 DUREZA: 220 HB RESISTENCIA: 100 KG/mm <sup>2</sup>	<b>4</b>  LONGITUD: 38.1 MM MATERIAL: AC. AUSTENITICO 201 DUREZA: 180 HB

# ACABADOS

## ACABADOS DE PRECISIÓN

### 1. LAPEADO

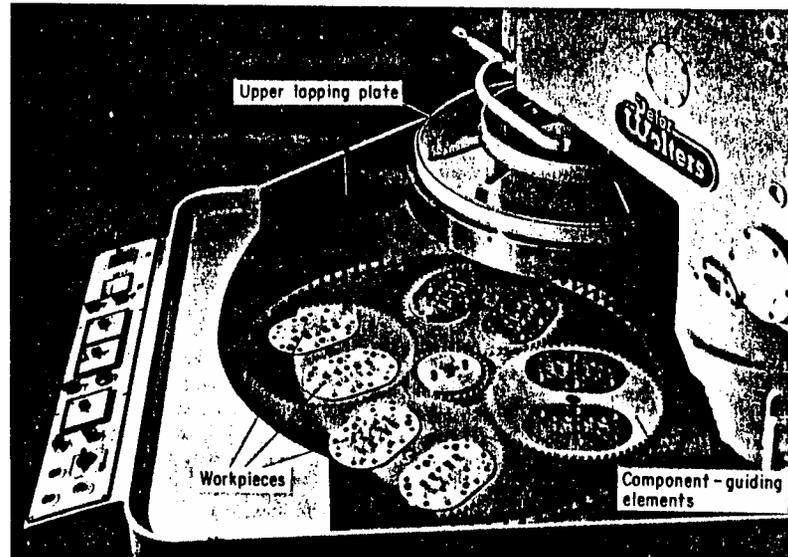
- Es un método abrasivo que deja muy finas marcas en arreglo disperso.
- Su propósito es mejorar la calidad superficial disminuyendo la rugosidad, ondulación y defectos para producir superficies muy suaves.
- El lapeado puede ser hecho a mano o en máquinas y la precisión es muy baja sin producir sobrecalentamiento.
- Se pueden retirar imperfecciones hasta de 0.8 mm
- Se utilizan granos abrasivos sueltos en un medio fluido como agua, aceite o grasa y aplicando una ligera presión con un dado sobre la pieza se genera un movimiento no uniforme.
- Los dados se hacen de acero endurecido para impedir que los granos abrasivos se emboten en ellos. Esta razón también impide que se puedan lapear materiales tales como bronce, aluminio, etc.



Proceso de Lapeado y movimiento relativo de trabajo entre los platos de lapeado

# ACABADOS DE PRECISIÓN

## 1. LAPEADO CONT...



En una máquina lapeadora la pieza y el dado generalmente están en forma constante cambiando de dirección en su movimiento.

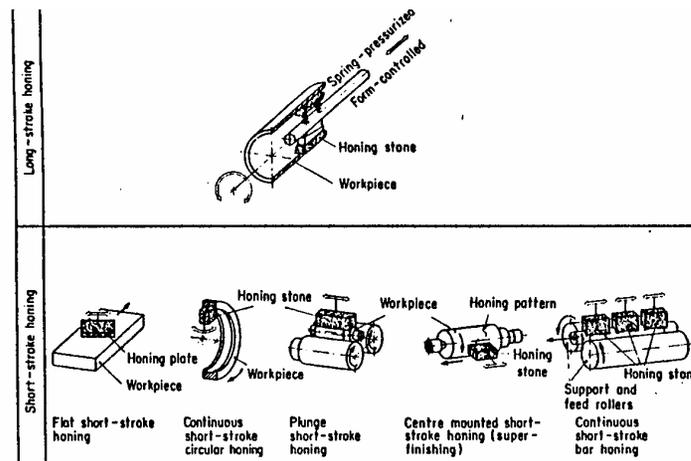
Este proceso se aplica en:

- El acabado de herramientas y calibres de precisión.
- Superficies metálicas que deben sellar líquidos o gases sin empaque.
- Remover pequeñas imperfecciones como en los dientes de un engrane.

# ACABADOS DE PRECISIÓN

## 2. HONEADO (HONING)

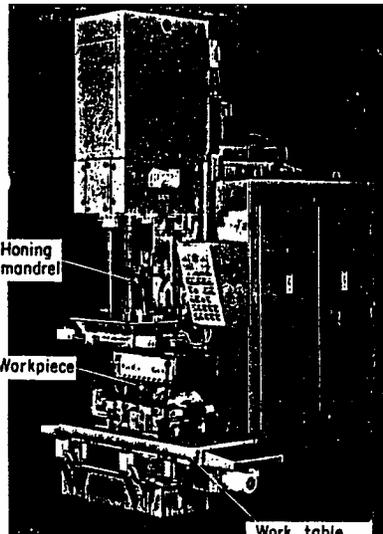
- Este es un método de acabado abrasivo aplicado a agujeros redondos y también a algunas superficies externas curvas usando piedras de abrasivos aglutinados.
- Puesto que los abrasivos no están sueltos, es difícil que se puedan incrustar en las superficies por lo que se puede utilizar en materiales metálicos y no metálicos.
- Las rugosidades removidas alcanzan hasta 0.25 mm y la operación siempre está precedida por el taladrado, mandrinado o rimado.
- En el caso de agujeros las piedras son expandibles para facilitar la operación.



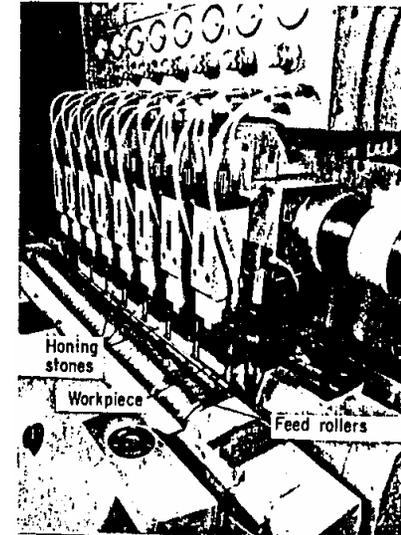
Métodos de Honeado

# ACABADOS DE PRECISIÓN

- Las piedras de honear están hechas de abrasivos comunes de tamaño de grano controlado, e impregnadas con sulfuros, resinas y/o cera para mejorar la acción cortadora y aumentar la vida de la herramienta.
- Las máquinas pueden ser de husillo horizontal (para piezas largas) o verticales.
- La pieza y la herramienta tienen movimientos desfasados de rotación y lineal alternativos para cubrir toda la superficie y no dejar un patrón regular de ralladuras.
- las aplicaciones típicas de este proceso son: cilindros de motores, baleros, cañones, etc.



Máquina de honeado vertical

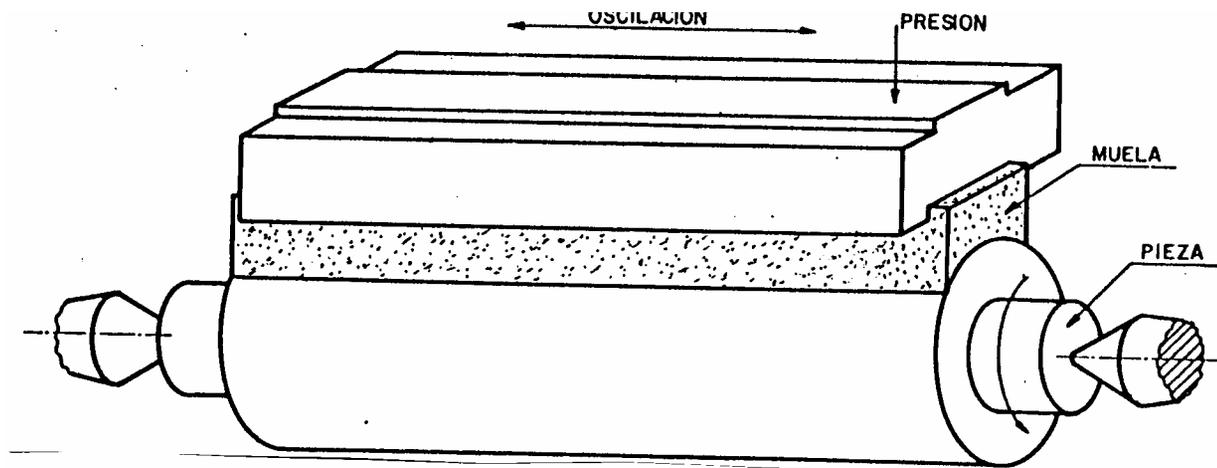


Máquina de honeado horizontal

# ACABADOS DE PRECISIÓN

## 3. SUPERACABADO

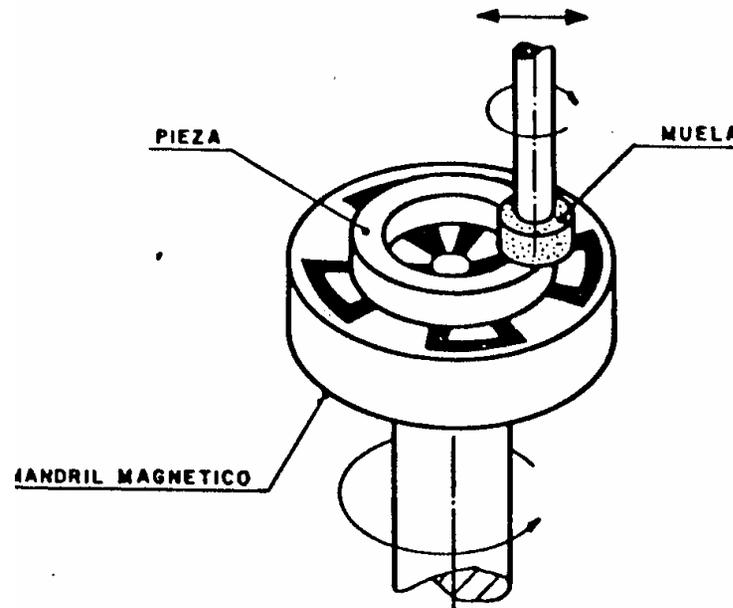
- También es llamado microlapeado, se realiza con una piedra muy fina de granos controlados que se presiona contra una superficie a fin de corregir defectos.
- Previamente la pieza debe haber sido rectificada.
- la muela tiene un aglutinante suave de tal manera que rápidamente se gasta hasta llegar a la forma de la superficie tratada.
- En este caso los movimientos también están desfasados y se usa un refrigerante que aparte del calor se lleva las virutas y granos abrasivos.



Superacabado cilíndrico

# ACABADOS DE PRECISIÓN

- Las máquinas de superacabado tienen un cabezal que mueve alternativamente la herramienta y/o la gira y la presiona sobre la pieza por medio de cilindros neumáticos.
- La pieza se puede montar entre centros, en chucks o platos magnéticos.
- Una observación importante es que este proceso sirve para dar acabado superficial y no para dimensiones finales.



Superacabado de una superficie plana

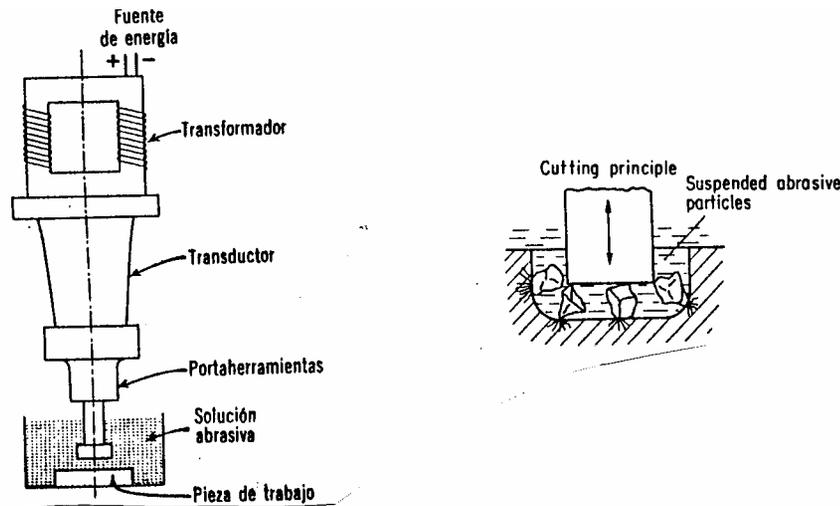
Los Acabados – Manufactura II

M.C. Carlos Acosta

# ACABADOS DE PRECISIÓN

## 4. ULTRASONIDO

- Se realiza mediante la rápida agitación de finas partículas abrasivas en una pasta aguada que se coloca entre la herramienta y la pieza.
- La herramienta tiene la forma a ser maquinada que puede ser un agujero, una cavidad o una figura en relieve.
- Las vibraciones de 15 a 30 mil c.p.s. son generadas por un oscilador con un amplificador de alta frecuencia que alimenta un embobinado con corazón de níquel laminado, que tiene la propiedad de expandirse y contraerse al paso de la corriente alterna.



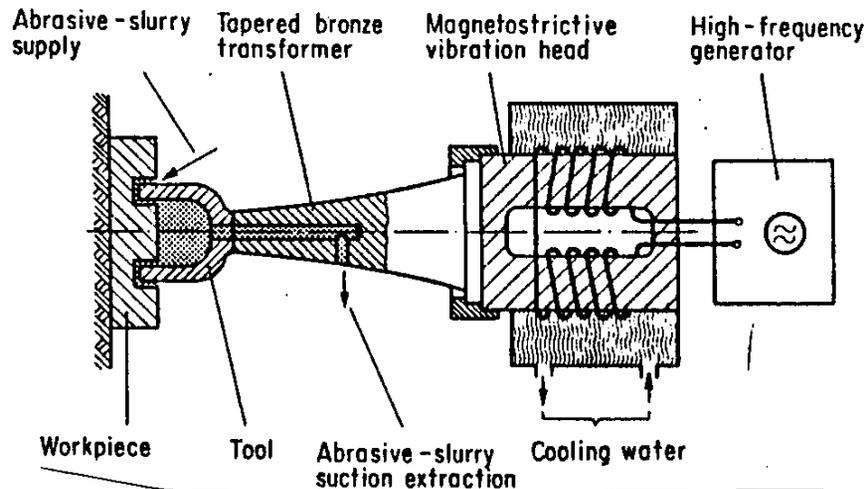
Principios del maquinado ultrasónico

# ACABADOS DE PRECISIÓN

El método del ultrasonido trata materiales con durezas hasta de 64 RC y tan frágiles como el vidrio, cerámicas, carburos, grafito, piedras preciosas y germanio.

Los trabajos típicos son:

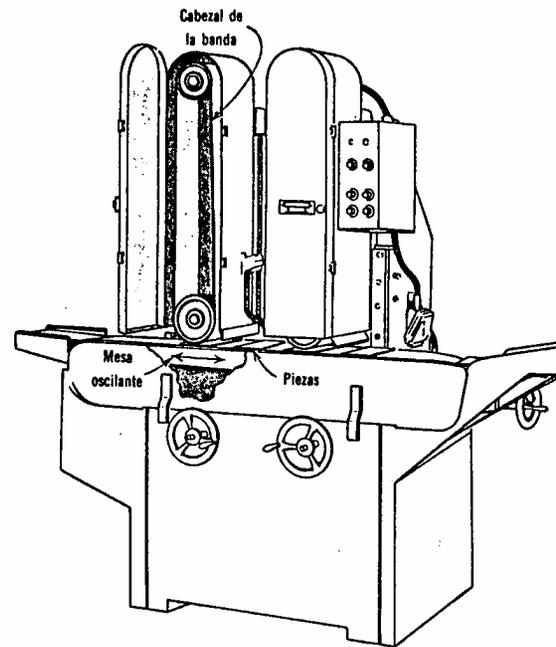
- Relieves Complejos
- Dados para impresión, acuñación, etc.
- Rebajado de materiales semiconductores.



# ACABADOS SIN PRECISION

## PULIDO

- Se utiliza para el pulido ruedas o bandas de tela recubierta con partículas abrasivas.
- Se pueden eliminar rayaduras e imperfecciones menores en las superficies



## LUSTRADO

- Es una operación que mejora el pulido
- Se usan ruedas de algodón, tela de cáñamo, franela, lino, o piel de oveja.
- Generalmente se usan también abrasivos muy finos junto con un lubricante

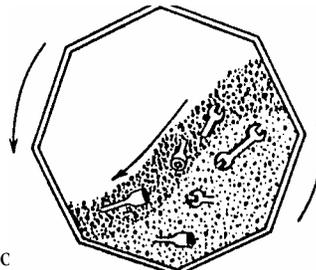
# ACABADOS SIN PRECISION

## ESCOBILLADO

- Se usan escobillas que se mueven a alta velocidad y no realizan un excesivo arranque de material.
- Redondean las aristas agudas de la pieza
- Las cerdas son de alambre y pueden utilizarse también cepillos.
- Si se requiere un acabado fino, se debe dar después un pulido.

## LIMPIEZA EN BARRIL

- Consiste en llenar un barril con las piezas a trabajar y luego se le añade: granos abrasivos, virutas, astillas de madera, arena, piedritas, un ácido, un detergente, un antioxidante y un lubricante.
- El barril se cierra y gira a una velocidad baja de 1 a 10 horas produciendo piezas limpias.
- Se eliminan de esta forma rebabas, escamas, óxidos, bordes y se mejora el acabado superficial.
- Es un método muy barato.



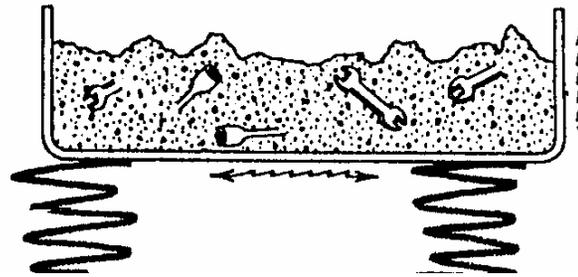
Lc

M.C. Carlos Acosta

# ACABADOS SIN PRECISION

## VIBROACABADO

- El vibroacabado hace el mismo trabajo anterior, en un recipiente abierto, vibrando de 1000 a 2000 cps con una amplitud de 3 a 10 mm.
- Este proceso es mas rápido pero mas caro que la limpieza en barril. Además se pueden trabajar superficies internas.



## ARENADO Y GRANALLADO

- Se arrojan partículas (granalla metálica, abrasivos, arena, nueces, etc. ) a velocidades altas con el fin de limpiar superficies.
- Se retiran de esta forma escamas, óxidos, arena quemada de piezas fundidas, pinturas anteriores, obteniéndose un acabado superficial limpio.
- Una ventaja adicional es que la granalla golpea la superficie aliviando tensiones residuales y aumentando la resistencia a la fatiga y a la corrosión de las piezas.
- Para lanzar las partículas a velocidad se puede hacer uso de la fuerza centrífuga, aire comprimido, agua a presión o una mezcla de aire y agua.