

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



## NORMALIZACION DE HERRAMIENTAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA INGENIERIA MECANICA

P R E S E N T A N

MIGUEL ANGEL FLORES UGALDE

CUAUHTEMOC HERNANDEZ SUAREZ

JOSE GUILLERMO JUAREZ DIAZ

DIRECTOR DEL SEMINARIO ING. VICENTE NACHER TODO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	<u>Pág.</u>
CAPITULO I.-	
<u>Introducción</u>	
I.1 Definición de herramienta	1
I.2 Aspectos históricos de las herramientas.	1
I.3 Normalización. Definición, importancia, ventajas.	4
CAPITULO II.-	
<u>Clasificación de las herramientas</u>	
II.1 Introducción	9
II.2 Herramientas manuales. Aspectos generales, clasificación, tipos, recomendaciones.	11
II.3 Herramientas de corte para máquinas-herramientas. Aspectos generales, clasificación, tipos, recomendaciones.	98
Tablas	195
CAPITULO III.-	
<u>Materiales para herramientas</u>	
III.1 Introducción.	253
III.2 Propiedades físicas y mecánicas de los materiales.	253
III.3 Tratamientos de los metales	262
III.4 Materiales empleados en la elaboración de herramientas. Aceros para herramientas, cerámicos, carburos cementados, diamantes, materiales diversos, aleaciones duras.	283
III.5 Fallas de las herramientas	305
Tablas	310

	<u>Pág.</u>
CAPITULO IV.- <u>Normalización estudio comparativo</u>	
IV.1 Introducción.	319
IV.2 Estudio crítico comparativo de normas oficiales mexicanas, <u>es</u> pañolas e internacionales, sobre cuchillas de torno con plaquitas de metal duro para ser soldadas y plaquitas de carburos sinterizados.	321
IV.3 Estudio crítico comparativo de normas oficiales mexicanas, <u>es</u> pañolas e internacionales, sobre llaves de dos bocas fijas.	331
CAPITULO V.- <u>Conclusiones</u>	337
BIBLIOGRAFIA	339



C A P I T U L O I .  
I N T R O D U C C I O N .

## I.1 DEFINICION DE HERRAMIENTA.

Las herramientas constituyen un adelanto muy importante en la vida - moderno debido a su amplia utilización en infinidad de partes, como son por ejemplo: industria de la construcción, industria metal-mecánica, industria automotriz, industria textil, etc.

Es tan extensa la variedad de herramientas que existe en el mercado, que es necesario dar una definición de cada una de ellas, así como - de los tipos que de las mismas existen.

Hasta la fecha no se ha logrado unificar los criterios para dar una - definición universal de lo que es una herramienta.

Se dice que una herramienta es una prolongación de la mano del hombre donde se requieren que sean amplificadas sus características físicas como son: la fuerza, la precisión, la rapidez etc.

Se han dado un sin número de definiciones a lo largo de la historia de las herramientas, se dice por ejemplo que una herramienta es un instrumento general de hierro con que trabajan los artesanos; que es un instrumento para efectuar algún trabajo manualmente y, por extensión; cualquiera de los útiles destinados a labrar las materias mecánicamente.

Como las anteriores se encuentran una gran variedad de definiciones - de herramienta, por lo cual vemos la necesidad de realizar una definición que aún no siendo definitiva nos da un panorama claro del - significado físico de herramienta.

Así tenemos que la herramienta la podemos definir de la siguiente - manera:

La herramienta es un instrumento o utensilio de uso frecuente - mediante el cual se puede realizar un trabajo específico y repetitivo, cuando por limitaciones de las características físicas - del hombre no es posible que dicho trabajo se realice sin el - auxilio de ésta.

## I.2 ASPECTOS HISTORICOS DE LAS HERRAMIENTAS.

Las herramientas actuales es uno de los múltiples resultados de la - evolución del hombre, teniendo como común antecesor a la piedra, aun que probablemente el bambú y la madera pudieron ser antecesores a la piedra.

La historia de las herramientas puede clasificarse en dos grandes - grupos: El antiguo desarrollo de las herramientas y el moderno desarrollo de las herramientas de los cuales hablaremos a continuación:

## ANTIGUO DESARROLLO DE LAS HERRAMIENTAS.

El antiguo desarrollo de las herramientas básicamente se puede clasificar en tres períodos secuenciales que son:

- a) edad de piedra
- b) edad de cobre y bronce
- c) edad de hierro

La edad de piedra fue la más larga, el cobre y el bronce entraron en escena hace cinco mil años y en el siguiente milenio tuvo lugar el - hierro.

### a) EDAD DE PIEDRA.

Al principio el hombre había sido un casual usuario de la herramienta usando una rama o una piedra para lograr su objetivo y desecharla. -- Pronto se dió cuenta que podía lograr instrumentos de corte con mayor especialización y procedió a su elaboración. El término piedra cubre una variedad de materiales como son las rocas densas, el granito, los mármoles, la obsidiana y cuarzo teniendo las características adecuadas al uso que se les impondría. El desarrollo del mango o asa fué un invento sin precedente, ya que permitió tener un mayor control y mayor energía de la herramienta.

La edad de piedra se divide en dos períodos que son:

- Período Paleolítico
- Período Neolítico

El período paleolítico se caracteriza por la creación de piedras grandes, burdos, manufacturados por percusión directa como indirecta presentando bifacialismo incipiente. La figura 1 muestra un ejemplo de - una cuchilla en el período paleolítico,

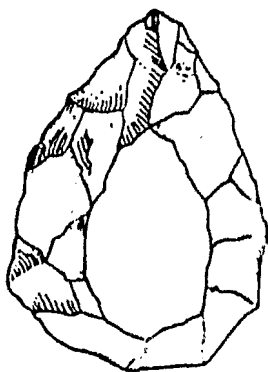


fig. 1

El período Neolítico se caracteriza por el uso de abrasivos en la elaboración de los artefactos de piedra, dando lugar a la creación de objetos más finos y detallados. La figura 2 muestra una cuchilla elaborada en este período.

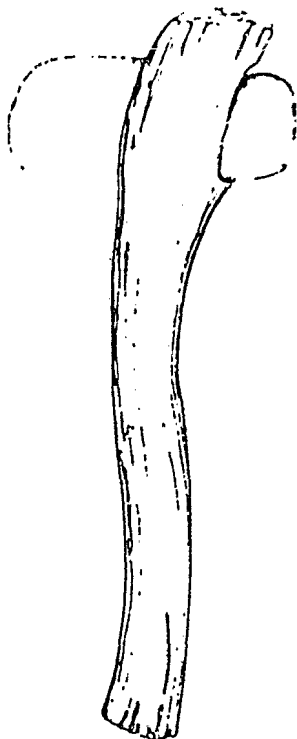


fig. 2

Conforme el hombre se vuelve sedentario surgen herramientas con mayor grado de especialización, el descubrimiento y aplicaciones que el hombre le da al fuego repercuten directamente en épocas posteriores.

#### b) EDAD DE COBRE Y BRONCE.

El descubrimiento de los metales, marca un avance tecnológico sumamente importante en el desarrollo de las culturas, como es lógico estos fueron descubiertos en su estado nativo como lo es el oro, la plata y el cobre, debido a su escasez su uso en un principio fué únicamente ornamental.

Los primeros metales de valor para la manufactura de herramientas fueron el cobre y consecuentemente el bronce, que con sus mejores propiedades mecánicas substituyó al cobre. Las herramientas que datan de la edad de bronce son utilizadas en la agricultura, la caza y armamentismo. Debido a la escasez de estos materiales y al carácter bélico de las antiguas civilizaciones fue necesario encontrar mejores materiales para las herramientas y manufacturas.

#### c) EDAD DE HIERRO.

La tecnología del hierro fue derivada del arte de reducir el cobre-

y el bronce. El nuevo material determina un desarrollo extraordinario en la cultura debido a su abundancia, esto implica una amplia expansión del uso de este metal en las sociedades antiguas.

Básicamente la edad del hierro se divide en dos partes. La primera o época de HALLSTATT que si bien introdujeron el uso del hierro no modificaron el cuadro general de su cultura. La segunda o época de LA TENNE que trajo consigo una marcada mejora en armas y herramientas, la búsqueda de este mineral hace que se difunda por toda Europa.

#### MODERNO DESARROLLO DE LAS HERRAMIENTAS.

El hombre siempre ha dedicado mucho trabajo al desarrollo de herramientas, estructuras y máquinas que hagan más útiles los recursos naturales, para esto ha sido necesario desarrollar aspectos científicos. El desarrollo científico comenzó en un principio por las matemáticas y posteriormente en la alquimia, ésta investigaba las fuerzas de la naturaleza y las condiciones en que actúan, buscaban obtener oro puro a partir de algunos metales. Esto dio origen a la Química y a la metalurgia.

La máquina de vapor, patentada en 1769 trajo consigo un cambio económico sin precedente al disminuir de manera considerable la intervención del hombre dentro de la industria. Los fabricantes de cada máquina tienen la necesidad de fabricar su propio herramental.

La acelerada evolución tecnológica que el mundo está teniendo ha traído consigo la aplicación de nuevos materiales y procesos en la industria. En estos momentos se ha hecho imperante la necesidad de intercambiabilidad y simplificación de procesos, partes de maquinaria, herramientas, etc., dando los principios de la normalización de la cual hablaremos en el siguiente punto.

#### I.3 NORMALIZACION.

A consecuencia del crecimiento de la industria en el mundo y que día a día se hace necesario el desarrollo de nuevos procesos de fabricación para la obtención de diversos productos que satisfagan la demanda y necesidades actuales, se requiere entonces para esto de equipos que ayuden a tal fin. Muchas veces debido a la aceleración tecnológica y a la competencia que existe entre las diferentes industrias, el equipo que comunmente se utilizaba pasa entonces a ser obsoleto por lo que se requiere entonces el diseño y fabricación de equipo cada vez más complejo y por lo mismo un aumento en su costo, el cual frecuentemente implica de un tiempo largo para su realización.

Por esto es necesario en el mundo industrializado en que vivimos establecer criterios que siendo comunmente aceptados por todos simplifiquen notablemente la interpretación de las cosas y también la actividad humana en determinados aspectos.

La solución que ha aminorado los diversos problemas que se suscitan

en el desarrollo y fabricación de las herramientas se ha encontrado, dirigido principalmente a la normalización en general.

#### DEFINICION.

Como primer paso para adentrarse en el concepto de normalización es necesario tener una definición clara de lo que ésto significa, por - tanto definiremos el concepto de norma de la siguiente manera:

NORMA.- Es un conjunto de especificaciones que permiten, a todos aquellos que deseen o deban emplearlas, dar soluciones análogas a problemas comunes que tengan planteados, - con independencia del lugar y el tiempo donde se produzcan.

NORMALIZACION.- Es el establecimiento de leyes para la unificación de las dimensiones y características de herramientas y productos para simplificar la producción y disminuir los precios de costo.

#### IMPORTANCIA.

Debido a la interdependencia e interrelación que existe en todos los sectores de actividad de un país, e incluso a escala internacional, ha obligado a enunciar normas que unas veces de obligado cumplimiento y otras de aceptación voluntaria, van imponiéndose poco a poco en el mundo entero.

La normalización ha llevado a crear un mismo lenguaje en la industria de la fabricación tanto de herramientas como de la mayoría de los artículos necesarios para la vida moderna de las sociedades.

La normalización ha tenido poca importancia en los países en desarrollo debido a: la falta de experiencia en el tema, las distintas - influencias u orígenes de normas, el poco desarrollo de las normas, la escasa conciencia de la necesidad de normalizar, así como lo reducido de su mercado. Y esto nos lleva a un estancamiento en la evolución de los medios de producción, mismo que se ve reflejado en la - economía de un país.

En el campo de la producción y fabricación, la normalización logra:

##### a) UNIFICACION.

El establecimiento de criterios iguales de fabricación, materiales, etc., permite lograr productos análogos por distintos fabricantes.

##### b) SIMPLIFICACION.

Se reduce el número de modelos o elementos de cada tipo a fabricar y a utilizar, siendo éstos estudiados de la forma más racional en orden a su fabricación y utilización.

Una norma requiere, entre otras, de las siguientes características:

1.- Debe entenderse a sectores completos de actividad que relacionen elementos interdependientes, actuando de instrumento coordinador entre personas, empresas y países que trabajen en el mismo sector.

2.- Debe estar en consonancia con los medios y estados de la tecnología de un país (con tendencia a universalizarse). Un cambio de norma implica, en ocasiones, el cambio de equipos muy costosos y poseer un determinado grado de especialización en el personal que no es posible improvisarse; por ello, si se adopta una norma que no sea adecuada -- sería imposible cumplirla.

3.- La norma debe ser aceptada por los países y sectores afectados -- por ella. Si se intenta cambiar una norma, afectaría a todos los fabricantes y a sus consumidores. Por este motivo, el proceso de elaboración de una norma es lento y -- obliga a una serie de consultas a fabricantes, técnicos, consumidores, etc., y a su implantación paulatina hasta llegar a la norma definitiva.

#### VENTAJAS.

La normalización permite:

a) La intercambiabilidad.

Si una pieza de una máquina o aparato se rompe, podrá reponerse de inmediato por otra fabricada por otro fabricante distinto.

b) La fabricación en serie.

pueden fabricarse piezas en número muy elevado con la total confianza de que cualquiera de ellas podrá servir con otras fabricadas en otros lugares y momentos.

Como consecuencia de lo anterior se logrará:

1.- El abaratamiento de los productos.

Ya que la fabricación en serie y la simplificación de modelos permite reducir los tiempos de fabricación, simplificar la utilización de las máquinas y disminuir el número de herramientas distintas a utilizar.

2.- Mejora de la calidad de fabricación.

Debido a la mayor racionalización de los procesos, a la especialización que se logra al producir muchas piezas de pocos modelos -- distintos, y a la posibilidad de utilizar elementos de verificación -- especiales para cada tarea.

3.- Mejorar posibilidades y suministro a clientes, garantía de sustitución de piezas y almacenaje.

La simplificación de modelos y tipos diferentes facilita el proceso de almacenaje y puesta a disposición del consumidor de todos los modelos existentes. Si el número de estos fuese muy elevado sería difícil -- disponer de todos en cualquier momento. En una palabra productividad.

#### TIPOS DE NORMAS.

Distinguiremos esencialmente entre:

- a) Normas de dimensiones.
- b) Normas de calidades.

#### a) Normas de dimensiones.

Especifican la forma y tamaño de los elementos. Tienen una gran importancia; ya que de ellas depende la intercambiabilidad de -- estos.

#### b) Normas de calidades.

Con independencia de las normas de dimensiones o forma que se establezca para cada elemento, existen las normas de calidades que especifican en especial:

- .Calidades de materiales a utilizar - características químicas y mecánicas.
- .Calidad de su acabado superficial - características físicas y diseño.

Un mismo elemento puede cumplir las especificaciones de dimensiones y estar fabricado con material de distinta calidad o con diferente acabado superficial.

Es de destacar que, así como la norma de dimensiones es preciso cumplirla con absoluto rigor, las normas de calidad señalan límites -- mínimos que un fabricante puede superar.

#### ORGANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES DE NORMALIZACION.

La importancia que tiene la normalización en nuestros días ha hecho -- que gran número de organismos de reconocido prestigio dediquen sus -- esfuerzos a este tema e incluso que se hayan creado otros con el fin específico de dotar a cada país de las normas precisas para su desarrollo.



En los países más relacionados industrialmente con el nuestro las -- normas en vigor son:

NORMA	PAIS	ORGANISMO
ASA	E.U.A.	AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION.
BSI	INGLATERRA	BRITISH STANDARDS INSTITUTION.
DIN	ALEMANIA	DEUTSCHER NORMENAUSSCHUSS.
NF	FRANCIA	ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION.
UNI	ITALIA	ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE.
UNE	ESPAÑA	INSTITUTO NACIONAL DE RACIONALIZACION -- DEL TRABAJO.

#### NORMAS ISO.

LA INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION esta recogiendo y publicando normas de aplicación prácticamente mundial, con el nombre de ISO. En los últimos años las normas ISO van ganando prestigio y -- desplazando a otras de caracter nacional e internacional.

#### DIRECCION GENERAL DE NORMAS.

Es un organismo patrocinado por la Secretaría de Comercio y Fomento-Industrial que se encarga de la elaboración de las normas oficiales -- necesarias en el país.

C A P I T U L O    I I .

C L A S I F I C A C I O N    D E    L A S    H E R R A M I E N T A S

## II.1 INTRODUCCION.

Actualmente la gran variedad de herramientas existentes nos lleva a la imperiosa necesidad de normalizar y clasificar los diferentes tipos de herramientas, para poder conocer así el instrumental con que contamos al realizar diversos tipos de trabajos y darles a las mismas una correcta utilización.

La clasificación de los diferentes tipos de herramientas es el primer paso en serio para realizar un avance en el conocimiento de la situación en la industria, ya que no podemos concebir ningún tipo de industria sin la utilización de la herramienta.

La normalización juega un papel muy importante, ya que para la fabricación de las herramientas se deben tomar en cuenta parámetros de interés como son: dimensión, peso, material, etc., las cuales se encuentran normalizadas.

Cuando pensamos en hacer una clasificación de herramientas tratamos que sea de una manera útil y práctica, podemos clasificar a las herramientas atendiendo a su utilización, geometría y operación principalmente.

Entendemos por su utilización al provecho, conveniencia, interés o fruto que se saca del trabajo específico que realiza una determinada herramienta. Por ejemplo, una lima es una herramienta de acero duro, la cual tiene filos cortantes alineados diagonalmente en su cara. Dicha herramienta se utiliza principalmente para quitar el material sobrante o alisar superficies metálicas en forma manual.

Por geometría entendemos las propiedades de las figuras independientemente de la idea de medida, Siguiendo el ejemplo de las limas tenemos de esta manera las siguientes formas más usuales: plana, fresa, rectangular estrecha, plana de punta, cuadrada, redonda, triangular, media caña, etc. La clasificación por geometría es más conveniente utilizarla al referirse a un tipo específico de herramienta y encontrándose inadecuada al tratar de clasificar a las herramientas en una forma general, debido a la amplia variedad de formas que encontramos en los diferentes tipos de herramientas.

La operación, es ejecutar con la herramienta adecuada algún trabajo. Al realizar el limado de superficies cilíndricas utilizaremos como herramienta una lima de caras planas, no siendo adecuado algún otro tipo de lima.

Después de este análisis podemos entonces proponer la siguiente clasificación basándonos en la utilización y operación de las herramientas.

## II.1 INTRODUCCION.

Actualmente la gran variedad de herramientas existentes nos lleva a la imperiosa necesidad de normalizar y clasificar los diferentes tipos de herramientas, para poder conocer así el herramental con que contamos al realizar diversos tipos de trabajos y darles a las mismas una correcta utilización.

La clasificación de los diferentes tipos de herramientas es el primer paso en serio para realizar un avance en el conocimiento de la situación en la industria, ya que no podemos concebir ningún tipo de industria sin la utilización de la herramienta.

La normalización juega un papel muy importante, ya que para la fabricación de las herramientas se deben tomar en cuenta parámetros de interés como son: dimensión, peso, material, etc., las cuales se encuentran normalizadas.

Cuando pensamos en hacer una clasificación de herramientas tratamos que sea de una manera útil y práctica, podemos clasificar a las herramientas atendiendo a su utilización, geometría y operación principalmente.

Entendemos por su utilización al provecho, conveniencia, interés o fruto que se saca del trabajo específico que realiza una determinada herramienta. Por ejemplo, una lima es una herramienta de acero duro, la cual tiene filos cortantes alineados diagonalmente en su cara. Dicha herramienta se utiliza principalmente para quitar el material sobrante o alisar superficies metálicas en forma manual.

Por geometría entendemos las propiedades de las figuras independientemente de la idea de medida, siguiendo el ejemplo de las limas tenemos de esta manera las siguientes formas más usuales: plana, fresa, rectangular estrecha, plana de punta, cuadrada, redonda, triangular, media caña, etc. La clasificación por geometría es más conveniente utilizarla al referirse a un tipo específico de herramienta y encontrándose inadecuada al tratar de clasificar a las herramientas en una forma general, debido a la amplia variedad de formas que encontramos en los diferentes tipos de herramientas.

La operación, es ejecutar con la herramienta adecuada algún trabajo. Al realizar el limado de superficies cilíndricas utilizaremos como herramienta una lima de caras planas, no siendo adecuado algún otro tipo de lima.

Después de este análisis podemos entonces proponer la siguiente clasificación basándonos en la utilización y operación de las herramientas.

		HOJAS DE SEGUETA, BROCAS HELI- CIDALES, BROCAS PARA CENTROS, POR FRICCION MACHUELOS, TARRAJAS, RIMAS, - RASQUETAS, FRESAS O CORTADORES, CUCHILLAS DE CORTE PARA TORNO Y CEPILLO, LIMAS.
HERRAMIENTAS PARA CORTE		
	POR GOLPE	CINCELES O CORTAFRIOS, CINCEL - PLANO, CINCEL DE RANURAR, CINCEL PUNTA REDONDA, CINCEL PUNTA ROM BOIDAL, PUNZONES, SACABOCADOS.
HERRAMIENTAS PARA MONTAJE		PINZAS DE CHOFER, DE PUNTA, DE ELECTRICISTA, DE PRESION, LLAVES DE CAJA EN CRUZ Y EN ESCUA DRA, LLAVES ESPAÑOLAS DE DOBLE BOCA, DE COLA DE BAYONETA, DE COLA RECTA, LLAVES STILLSONS, DE ESTRIAS, AUTOCLES, O DE CAJA, ALLEN, INGLE SAS (PERICO), INGLESAS TIPO REFORZADO, DE BO CA CERRADA, DE PASADOR, AJUSTABLES DE GANCHO, DESARMADORES RECTOS Y DE ESTRELLA (PHILLIPS), PRENSA DE CARPINTERO O BRIDA EN "C", ARCO DE SEGUETAS.
CLASIFICACION DE HERRAMIENTAS		
	INSTRUMENTOS DE MEDICION	MICROMETROS, DE EXTERIORES, DE INTERIORES, DE PROFUNDIDAD, RELOJ INDICADOR DE CARATULA, CA LIBRADOR PIE DE REY, VERNIER O CALIBRADOR DE ALTURAS, DE PROFUNDIDADES PARA ENGRANES, TRANS PORTADOR VERNIER PARA ANGULOS, CALIBRADORES O GALGAS, DE ESPESORES, DE RADIOS PARA ROSCAS O CUENTA HILOS, PARA PRODUCCION DE PASA Y NO PA SA, ETC., NIVELES DE PRECISION, GALGAS TELES COPICAS (TELESCOPIOS), ESCANTILLONES O GALGAS PARA ROSCA ACME, SIN FIN Y ROSCA DE 60° (JUIL).
HERRAMIENTAS DE MEDICION Y TRAZO		METROS, ESCALAS (152,4 mm, 203,2 mm, 304,8 mm, 609,6 mm, 406,4 mm y 1219,2 mm), ESCUADRAS FI JAS O DE TOPE, ESCUADRAS FALSAS, ESCUADRAS - UNIVERSALES COMPUESTAS POR ESCALA, BLOCK TA LON, TRANSPORTADOR DE ANGULOS Y BLOCK PARA - CENTROS, COMPASES DE EXTERIORES DE PUNTAS, DE INTERIORES, HERMAFRODITA, DE VARIOS PUNTOS DE GOLPE, RAYADORES, TRUSQUINES.
HERRAMIENTAS PARA GOLPE		MARTILLOS DE BOLA, DE PEÑA, MAZOS DE MADERA, DE HULE, DE PLOMO, DE COBRE, DE PASTICO, MA RROS DE HIERRO O ACERO, MARTILLOS DE GARRA, - ASENTADORES, SUAJES.

Para los fines de este estudio solamente se tratarán las herramientas para corte, montaje y golpe. Quedando exentas de dicho estudio, instrumentos de medición y herramientas de medición y trazo.

Realizaremos una segunda clasificación tomando en cuenta las herramientas de uso manual y la herramientas de corte para máquinas-herramientas.

	CORTE UNICO	HERRAMIENTAS PARA TORNEAR HERRAMIENTAS PARA CEPILLAR HERRAMIENTAS PARA MANDRINAR HERRAMIENTAS PARA MORTAJAR
HERRAMIENTAS DE CORTE PARA MAQUINAS HERRAMIENTAS (1)	VARIOS CORTES	HERRAMIENTAS PARA FRESAR HERRAMIENTAS PARA SERRAR HERRAMIENTAS PARA BROCHAR HERRAMIENTAS PARA TALADRAR HERRAMIENTAS PARA ESCARIAR HERRAMIENTAS PARA ROSCAR HERRAMIENTAS PARA TALLAR ENGRANAJES
CLASIFICACION DE HERRAMIENTAS	DE SUJECION DE LAS PIEZAS	TORNILLOS DE MANO Y DE BANCO. PINZAS, MORDAZAS Y TENAZAS
	PARA MONTAJE	LLAVES DESTORNILLADORES ARCO DE SEGUETAS
HERRAMIENTAS MANUALES	CORTE	ESCARIADOR, SEGUETA, FRICCION MACHUELOS, TERRAJAS, RASQUETAS, LIMAS.
	GOLPE	GOLPE CINCELES, PUNZONES.  MARTILLOS, MAZOS, OTROS, MARROS.

(1) Esta clasificación fue tomada de la norma oficial mexicana correspondiente a la clasificación de herramientas de corte.

NOTA : Esta clasificación incluye únicamente herramientas utilizadas en el taller metal-mecánico.

## II.2 HERRAMIENTAS MANUALES.

Las herramientas constituyen uno de los más eficaces recursos humanos. Su empleo adecuado hace fáciles los trabajos duros, y sencillos los -  
dificultosos. De todas las herramientas, la más valiosa y de más uni-  
versal aplicación es la propia mano del hombre. Pero la eficiencia de  
la mano puede ser aumentada, y multiplicada su potencia, con el uso -  
de una infinita variedad de otras herramientas que el hombre ha veni-  
do ideando y mejorando desde el comienzo de los tiempos, ya que tam-  
bién en este orden de cosas el hombre moderno es heredero de la inge-  
niosidad de sus antecesores.

Las herramientas manuales son elementos de trabajo que permiten que -  
las actividades físicas productivas, aplicadas en forma directa por -  
el hombre, puedan ser amplificadas en magnitud, volumen y calidad; --  
así por ejemplo, un hombre es capaz de cortar (romper) un trozo de ma-  
dera de pocos centímetros de sección, sin embargo, hay una cierta --  
área a la cual, por más esfuerzos que realice, no será capaz de frac-  
turar. Este problema se amplifica grandemente si la barra es de acero.  
En casos similares al expuesto, es cuando se valoriza la utilidad de  
las herramientas, pues la acción en cierta forma imposible de reali-  
zar directamente por el hombre, puede efectuarse con cierta facilidad  
si se emplea la herramienta adecuada, operada con propiedad. (fig. 3)

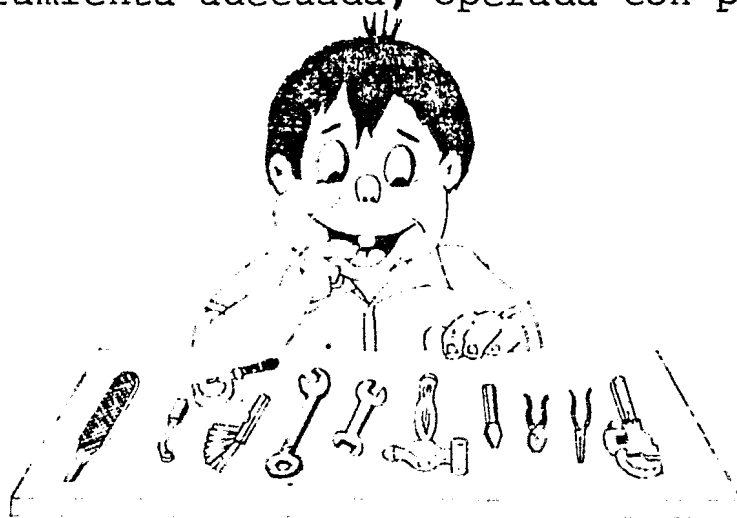


fig. 3

Para nuestro estudio clasificamos a las herramientas manuales de la -  
siguiente manera:

1. Herramientas manuales de sujeción de las piezas.
2. Herramientas manuales para montaje.
3. Herramientas manuales de corte.

- a) por fricción
- b) por golpe

4. Herramientas manuales de golpe.

## 1. HERRAMIENTAS MANUALES DE SUJECION DE LAS PIEZAS.

Como su nombre lo indica, son elementos destinados a mantener la pieza fija durante su trabajo, sujetar para transportar, etc., sin necesidad de establecer contacto directo con la mano, las más usadas son:

- Tornillos de banco y de mano.
- Alicates, mordazas y tenazas.

### - TORNILLOS DE BANCO Y DE MANO.

El tornillo de banco es una herramienta que se fija a un banco de trabajo y dispone de dos mandíbulas, una fija y otra móvil, que acercando una a la otra pueden aprisionar piezas de distintos tamaños y formas, manteniéndolas sujetas mientras se realizan en ellas diversas operaciones, tales como limado, serrado, taladrado, etc. Existen varios tipos de tornillos, el de uso más frecuente es el tornillo paralelo, también se utilizan tornillos articulados.

### TORNILLO PARALELO.

Es el indicado para los trabajos de ajustador. En la figura 4 se representa un tornillo seccionado, donde aparece sombreado la parte fija y en claro la móvil.

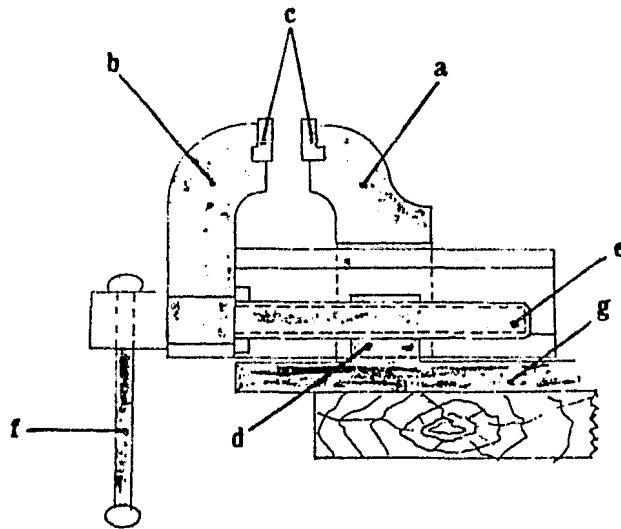


fig. 4

TORNILLO PARALELO.- a) mandíbula fija; b) mandíbula móvil; c) mordazas estriadas de acero templado; d) tuerca; e) tornillo de filete rectangular; f) barra de accionamiento del tornillo; g) placa de asiento y fijación al banco.

Al girar la barra f se logra el giro del tornillo, que al avanzar o retroceder respecto a la tuerca arrastra a toda la parte móvil, acercando o separando las mordazas.



Con objeto de que el estriado de las mordazas no deteriore las superficies de la pieza al sujetarla, se utilizan láminas de cartón, metales blandos o plásticos, que se colocan como indica la figura 5, y reciben el nombre de mordientes. En los trabajos de cincelado no será preciso utilizar mordientes, pero sí en trabajos tales como limado fino, rasqueteado, etc.

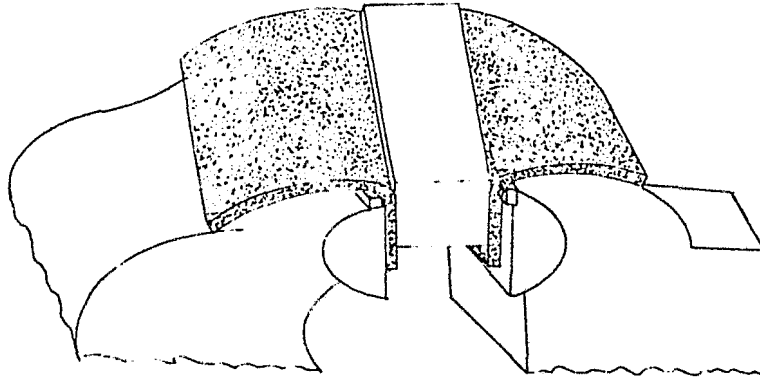


fig. 5 Mordientes.

#### TORNILLO ARTICULADO.

Se denomina también tornillo de herrero. Se utiliza, principalmente, en trabajos de forja y calderería.

La mandíbula móvil se encuentra articulada y ello hace que su movimiento sea de giro, no desplazándose paralelamente a la fija y proporcionando un apriete irregular en las distintas partes de la pieza. No se utiliza en los trabajos de ajustador. En la figura 6 se representa un tornillo articulado.

#### TORNILLO DE ACHAFLANAR.

Es un tornillo auxiliar del de banco, que permite sujetar las piezas para trabajar en ellas superficies no perpendiculares a las de sujeción y que es preciso situar en posición horizontal (fig. 7).

#### TORNILLO DE MANO O ENTENALLA.

Permite la sujeción de piezas pequeñas con un grado de apriete superior al que podría realizarse con la mano. En la figura 8 se representa un modelo de tornillo de mano.

Recomendaciones generales sobre las herramientas.

- 1) Nunca debemos apretar excesivamente las mordazas.
- 2) Nunca golpear la palanca del husillo con el martillo para apretarlo, es un mal procedimiento y señala al que lo hace como un operario

rio que no ha recibido el adecuado entrenamiento.

- 3) Cuando es necesario golpear una pieza que está sujeta al tornillo, es mejor apoyarla sobre un bloque de madera o metálico, a fin de evitar que la misma se desplace hacia abajo por entre las mordazas del tornillo.
- 4) Se debe sujetar bien la pieza, a fin de que el tornillo se oponga a los desplazamientos de la misma durante la influencia de los esfuerzos de corte.
- 5) Asegurar la posición geométrica de la pieza por un contacto perfecto, directo o indirecto, de sus caras con las de apoyo de la mesa de la máquina.
- 6) Fijar sólidamente la pieza mediante un procedimiento de fijación apropiado, evitando la deformación de la misma.

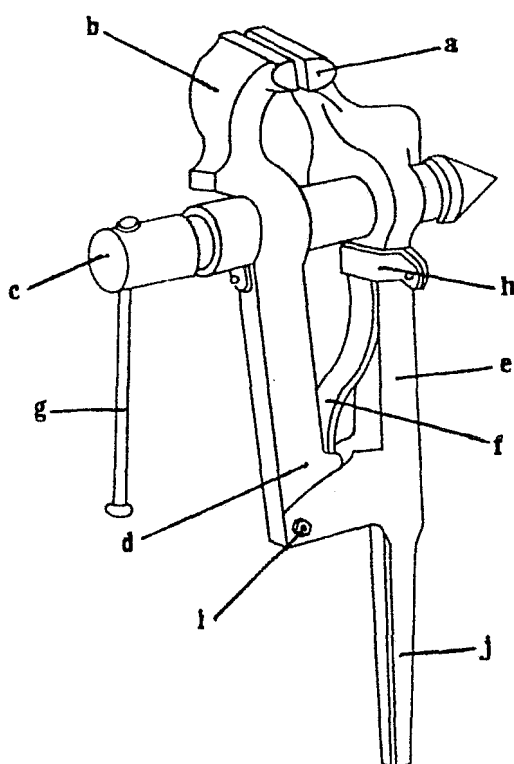


fig. 6

TORNILLO ARTICULADO.- a) Mandíbula fija; b) Mandíbula móvil; c) Tornillo; d) Brazo móvil; e) Brazo fijo; f) Resorte elástico que tiende a mantener separado el brazo móvil del fijo; g) Palanca de accionamiento del tornillo; h) Abrazadera o Placa de sujeción al banco; i) Articulación; j) Pie. Suele sujetarse al banco.

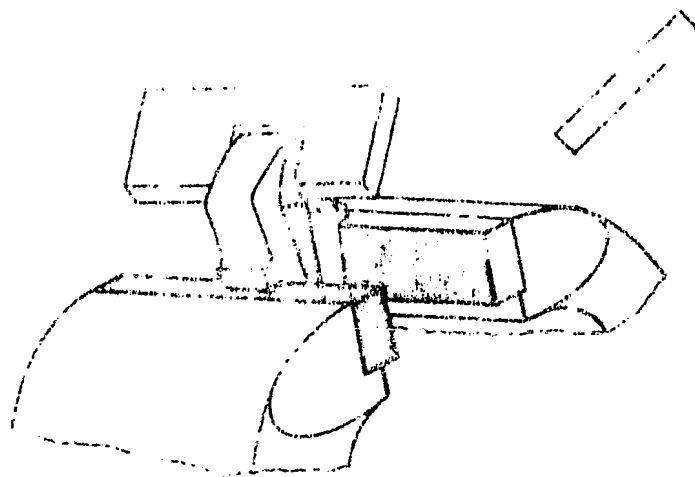


fig. 7 Tornillo de achaflanar.

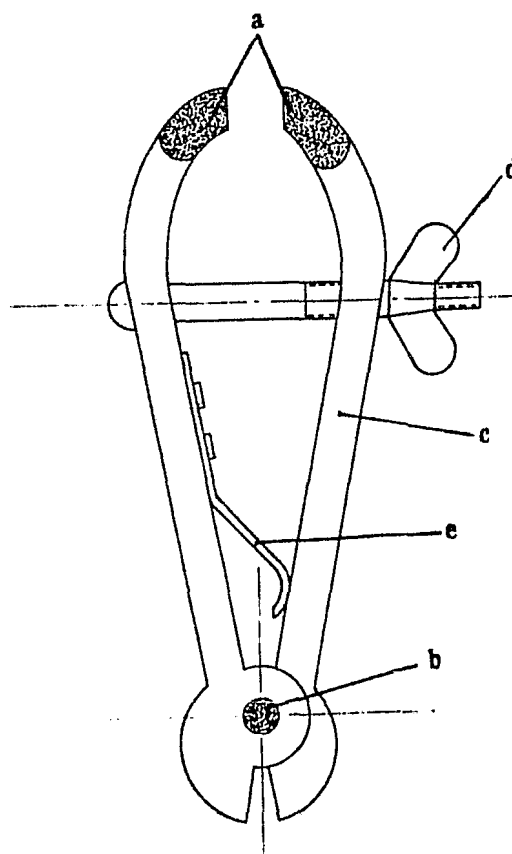


fig. 8 Tornillo de mano o entenalla. a) Mandíbulas;  
b) articulación; c) tornillo; d) tuerca de palometa;  
e) resorte.

## PINZAS, MORDAZAS Y TENAZAS.

Son útiles manuales destinados a la sujeción de piezas de distintos tamaños o que realizan operaciones de cortado, doblado, etc., de chapas o alambres.

Los tres tipos de herramientas se basan en la palanca de primer grado (fig. 9). Consta de dos barras de formas variables, según el tipo de útil y articulados entre sí; uno de cuyos extremos está destinado a sujetar la pieza y el otro permite presionar con la mano. La figura 10 muestra la forma correcta de sujetar la herramienta.

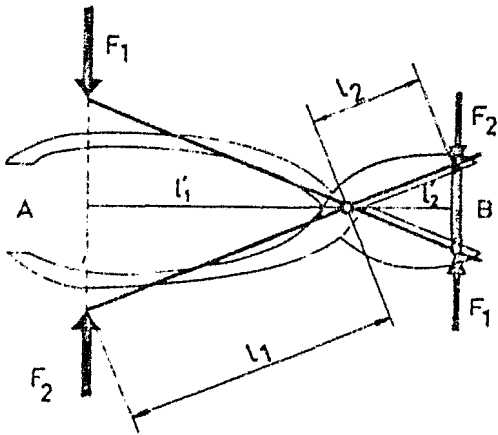


fig. 9

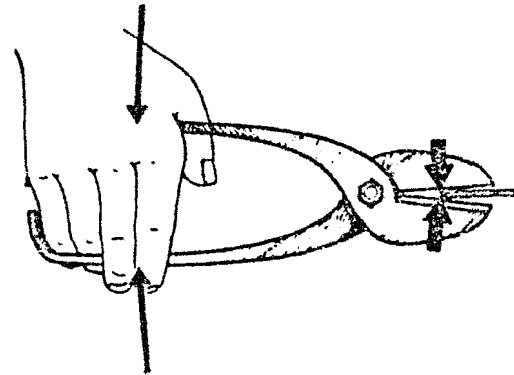


fig. 10

Forma correcta de sujetar la herramienta.

Recordando el principio de la palanca puede comprobarse que si en A se ejerce una fuerza  $F_1$  (con la mano), en B se obtiene una acción  $F_2$  (sobre la pieza) cuyo valor será:

$$F_2 = \frac{l_1}{l_2} F_1$$

$$F_2 = \frac{l_1'}{l_2'} F_1$$

$$\text{si } l_1 = 10 l_2$$

$$F_2 = 10 F_1$$

En el ejemplo anterior, la fuerza ejercida sobre la pieza es 10 veces superior a la realizada con la mano.

Esta herramienta, permite según los casos, sujetar las piezas mucho más fuerte que lo que podríamos hacer con la mano, ejercer una gran fuerza cortante o manipular piezas que por estar calientes u otra circunstancia no deben ser tocadas directamente.

## PINZAS.

Son herramientas de pequeño tamaño y múltiples usos, que van desde la sujeción de piezas de tamaño o espesor reducido y formas distintas, - al doblado y cortado de chapas, alambres, etc. Las pinzas se fabrican en diversos tamaños.

### PINZAS UNIVERSALES.

En la figura 11 se muestran las pinzas universales, las cuales son de uso común. Se utilizan para sujetar y asir pequeñas piezas en situaciones en las que puede ser un inconveniente o un peligro valores de las manos.

El aislante o dieléctrico empleado en las pinzas universales es con la finalidad de proteger al usuario en el caso de trato con conductores eléctricos, y también evitar la salida de callosidades por el uso constante de las mismas.

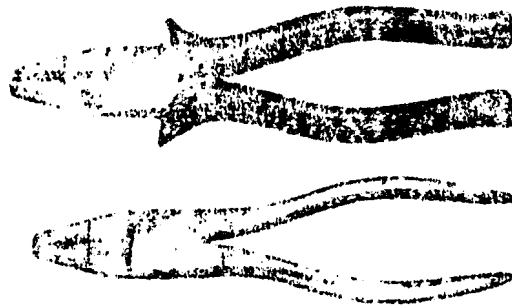


fig. 11 Pinzas universales.

### PINZAS DE PUNTA.

Las tenemos en variadas formas tal como se muestra en las figuras 12, 13, 14 y 15, y como su nombre lo indica tienen la boca delgada y puntiaguda. Esta herramienta puede utilizarse para colocar y sacar pequeñas piezas en espacios estrechos. También se prefieren para trabajos de reparaciones eléctricas y de radio. Y como cortaalambres (figs. - 13 y 14).



fig. 12 Pinzas de boca - plana.



fig. 13 Pinzas de boca - redonda y cortaalambres.

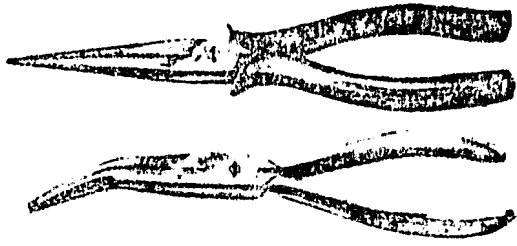


fig. 14

Pinzas cortaalambres y boca puntiaguda inclinada

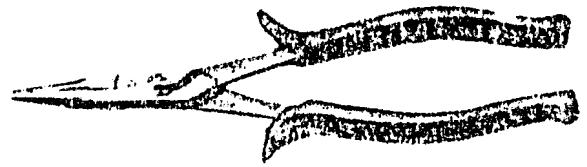


fig. 15

Pinzas de boca redonda.

### PINZAS CORTAALAMBRES.

En la figura 16 se muestra esta herramienta la cual es un tipo especial de pinzas que se usa exclusivamente para cortar y desnudar -- hilos conductores eléctricos.

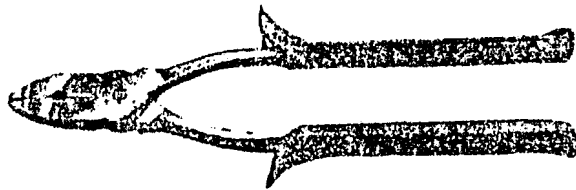


fig. 16

Pinzas cortaalambres.

Cuando se corta alambre, las pinzas cortaalambres deben sujetarse -- según se aprecia en la figura 17; cualquier operario que use esta -- herramienta como en la figura 18, puede lesionarse.

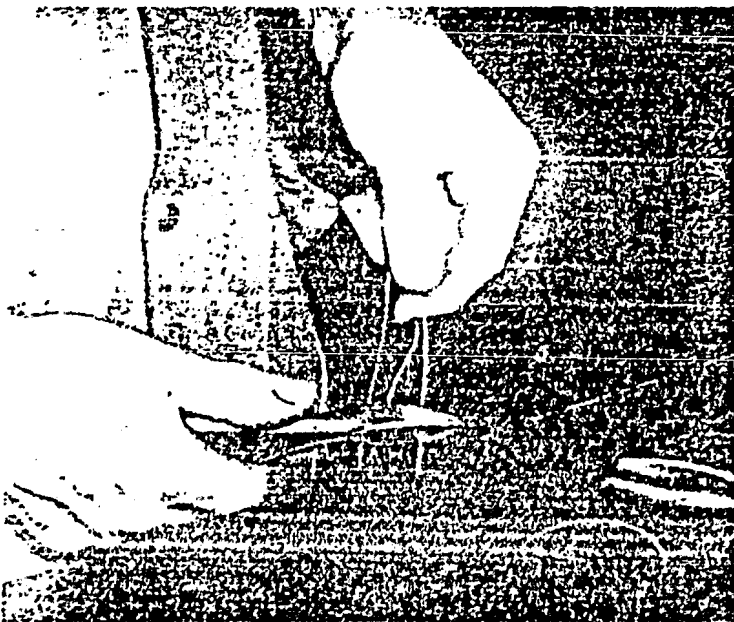


fig. 17

Forma correcta de sujetar la herramienta

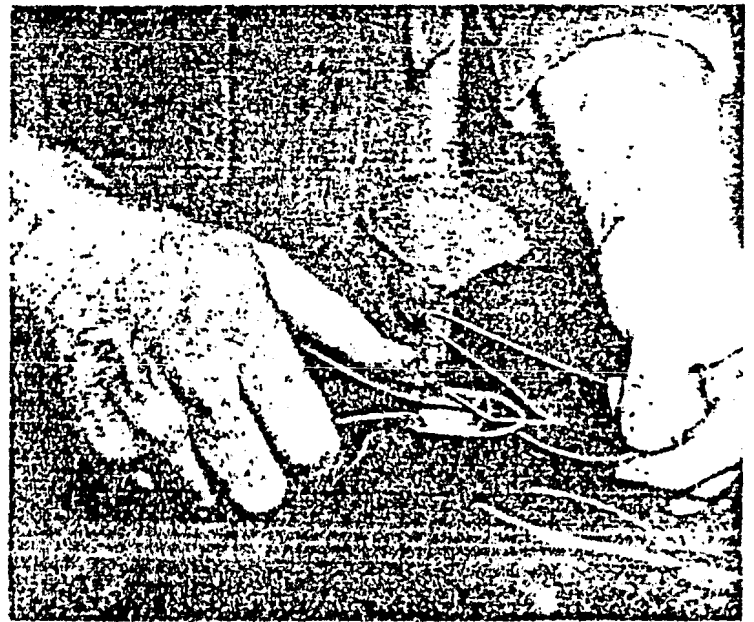


fig. 18

Forma incorrecta de sujetar la herramienta.

## MORDAZAS.

Son una combinación de herramienta de sujeción y llave ajustable, - las cuales permiten la sujeción de piezas de formas especiales y tamaños variables. Suelen ser mayores que las pinzas, permiten ajustar la separación entre mandíbulas para adaptar ésta al tamaño de la pieza y algunas disponen de un mecanismo que permite seguir presionando la pieza sin necesidad de ejercer fuerzas sobre sus empuñaduras. Se pueden utilizar como llave, brida, pinzas o tornillo de mordazas. Se dividen en dos tipos: mordazas sin posibilidad de bloqueo y mordazas con posibilidad de bloqueo.

### MORDAZAS SIN POSIBILIDAD DE BLOQUEO.

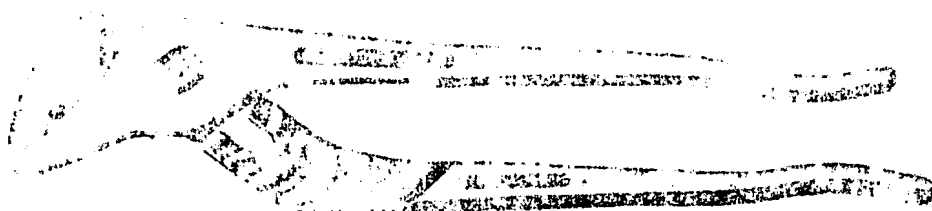


fig. 19

Universal de boca entallada y dentada y ajuste mediante muescas radiales fresadas que permiten distintas aberturas de mandíbula.

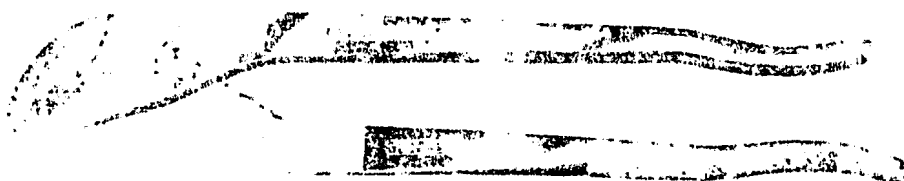


fig. 20

De boca recta dentada y ajuste instantáneo.

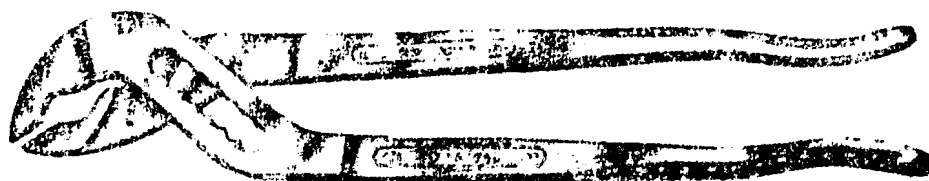


fig. 21

De boca entallada y dentada, con siete posiciones de ajuste.

### MORDAZAS CON POSIBILIDAD DE BLOQUEO.

De boca recta para sujeción paralela: disponen de mecanismo de ajuste automático, palanca de desbloqueo y ajuste de la presión de agarre (figs. 22 y 23).

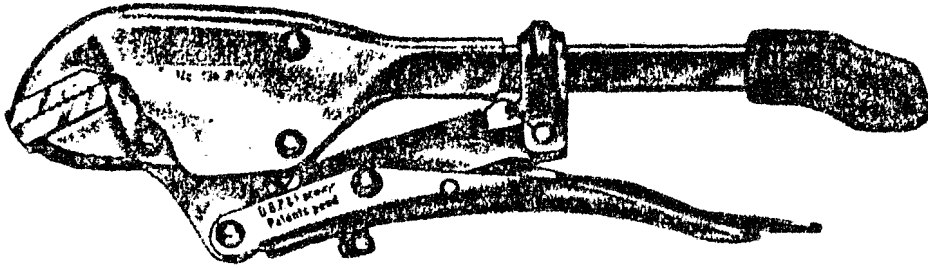


fig. 22

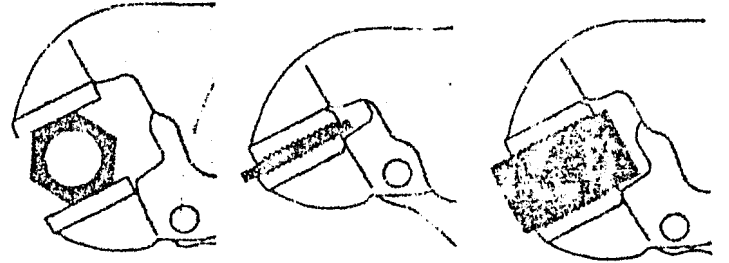


fig. 23

De boca no recta. Permite la sujeción de distintos tipos de piezas. Dispone de ajuste automático, palanca de desbloqueo y ajuste de la presión de agarre (fig. 24).

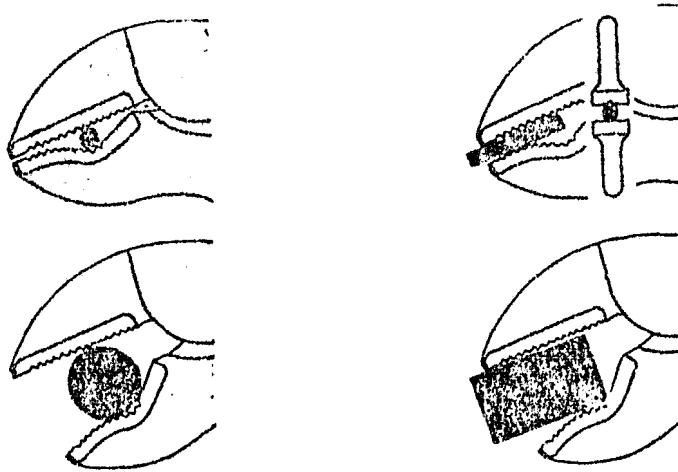


fig. 24

### MORDAZAS CON POSIBILIDAD DE BLOQUEO PARA USOS ESPECIALES.

De cadena. Es útil para tubos y piezas irregulares en general (fig. 25).

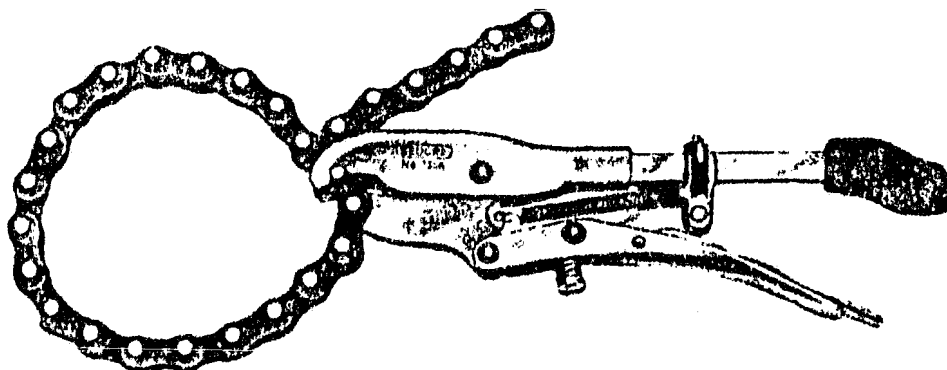


fig. 25



Para sujeción de chapas y perfiles. Se utilizan sobre todo para sujetar las chapas o perfiles mientras se sueldan (fig. 26).

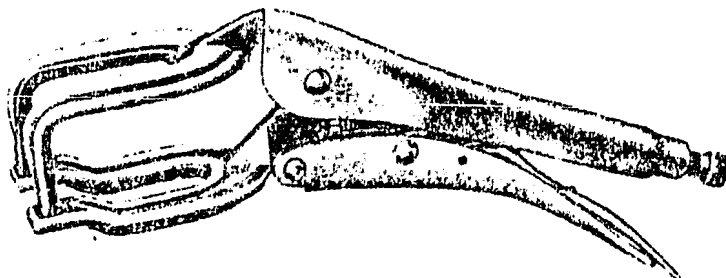


fig. 26

Para sujeción de tubos de gran diámetro mientras se sueldan (fig. 27).

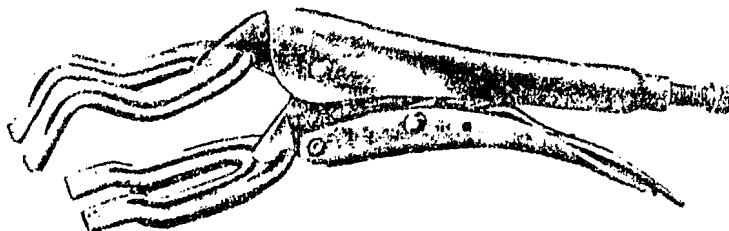


fig. 27

Para sujeción de piezas grandes e irregulares (fig. 28).

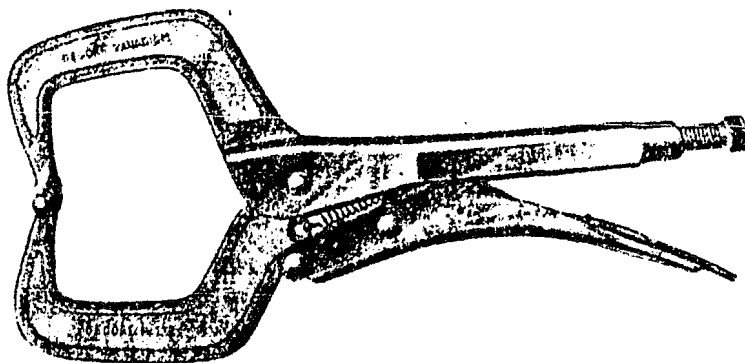


fig. 28

## TENAZAS.

Tienen el mismo fundamento que las pinzas; como ellas, no suelen tener probabilidad de ajuste y su forma varía según los usos. Nos limitaremos entonces a presentar las tenazas de forjador, que se utilizan para sujetar y guiar o dar vuelta con seguridad a las piezas que están calientes, mientras se les golpea sobre el yunque para dar forma deseada (fig. 29).

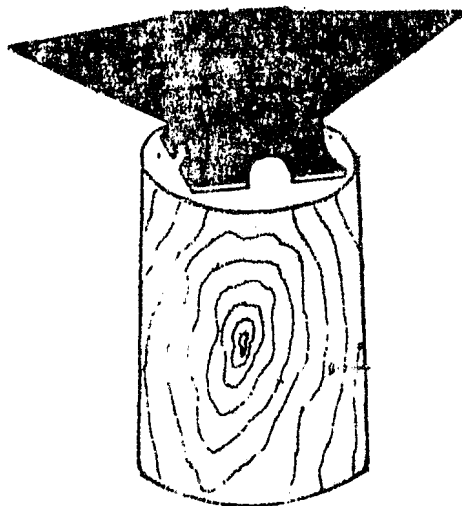


fig. 29

Las tenazas de forjador disponen de unos brazos muy largos, con objeto de alejar lo más posible el punto de empuñadura de la pieza y así evitar posibles quemaduras. La boca presenta disposiciones apropiadas a la forma de la pieza a sujetar. A continuación se presentan algunas de ellas:

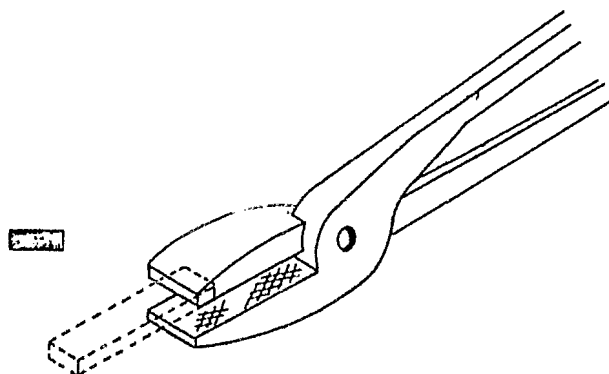


fig. 30 Tenaza plana con mordazas estriadas.

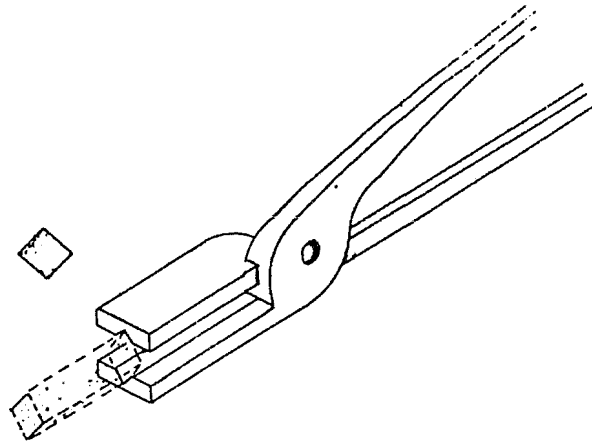


fig. 31 Boca de sección cuadrada.

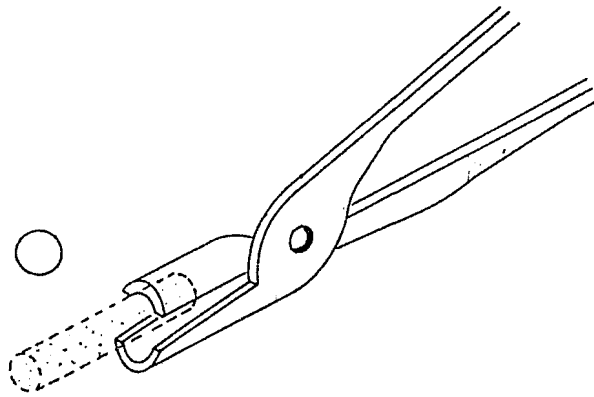


fig. 32 Tenaza redonda.

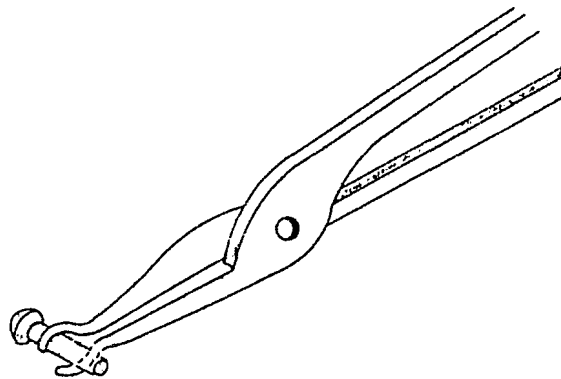


fig. 33 Tenaza para robloques.

Recomendaciones generales sobre la herramienta (pinzas, mordazas y tenazas).

- 1) Conviene hacer una importante observación y es no intentar nunca apretar o aflojar tuercas con pinzas, porque se deterioran sus aristas, impidiendo luego el uso de la llave correspondiente.

- 2) Las herramientas antes descritas, conviene no usarlas en trabajos propios de otras herramientas.
- 3) No golpearlas ni golpear con ellas.
- 4) Mantenerlas limpias y ligeramente engrasadas.

## 2. HERRAMIENTAS MANUALES PARA MONTAJE.

- LLAVES
- DESTORNILLADORES
- ARCO DE SEGUETAS

El nombre que se le da a este grupo de herramientas proviene del tipo de actividad que se les dá para su uso. Estos elementos tienen su participación en el montaje y desmontaje de partes de equipos o en su conjunto, así también para soportar a otras herramientas como es la segueta.

Las herramientas de este grupo como son las llaves y los destornilladores nos auxilian comunmente en la fijación de piezas, aprovechándonos de éstas para unir firmemente entre sí piezas o para volverlas a separar, actuando directamente en aquellos elementos que sirven para unir, acoplar o ensamblar piezas como son los tornillos.

Tanto para atornillar como para desatornillar tornillos, se utilizan instrumentos adecuados, tales como llaves y destornilladores.

El arco de segueta se utiliza únicamente para el montaje de segueta, y no para algún otro tipo de herramienta.

### LLAVES .

Son útiles que se emplean para apretar o aflojar tuercas y tornillos. Normalmente las llaves son de acero, existiendo varias clases de ellas; pueden tener boca, pasadores, vaso o mandíbulas móviles para asir la tuerca, unidos a un mango para agarrar la herramienta. Se utilizan para poder aplicar al tornillo o tuerca el par de giro necesario para su apriete o aflojado. Con un brazo grande actuando como palanca (figs. 34 y 35).

El momento de la fuerza que gira hacia la derecha se opone al momento de la resistencia girando hacia la izquierda y producido ahora solamente por la resistencia de fricción en los flancos de la rosca y sobre las superficies de apriete (ver fig. 35).

Como es lógico el brazo de la palanca debe ser la adecuada al par que es preciso aplicar, ya que de lo contrario podríamos ocasionar una ruptura en la tuerca o en el tornillo.

Las llaves las podemos clasificar en:

#### A. FIJAS.

- a.1) De una o dos bocas. Otros tipos.

- a.2) Poligonales.
- a.3) De gancho con pasador y ajustable.
- a.4) De tubo.
- a.5) Llaves para tuercas de casquillo forjado y de estriado - - tubular (de vasos).
- a.6) Tipo hexagonal (Allen).

#### B. AJUSTABLES.

- b.1) De boca plana (Inglesa).
- b.2) De botones.
- b.3) Para tubos.

#### C. DINAMOMETRICAS.

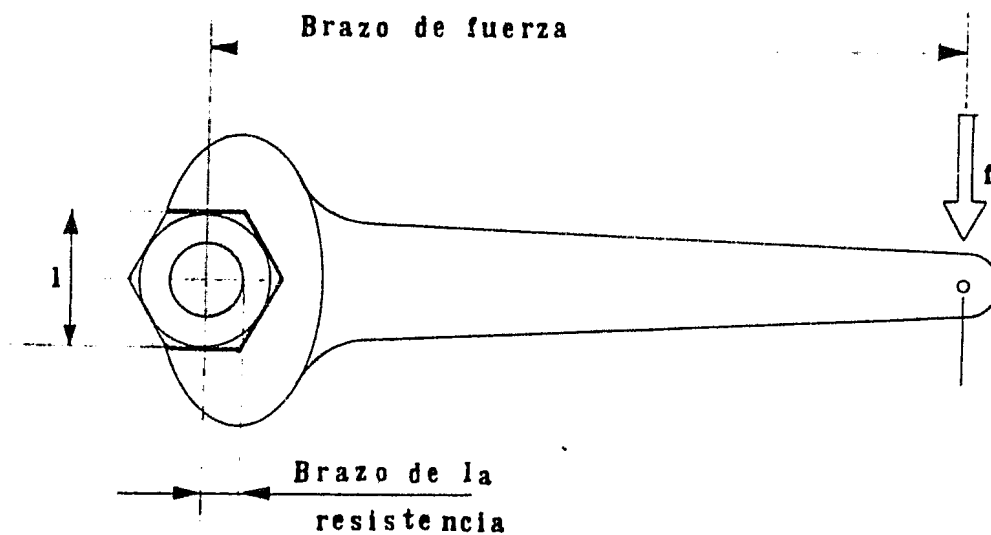


fig. 34

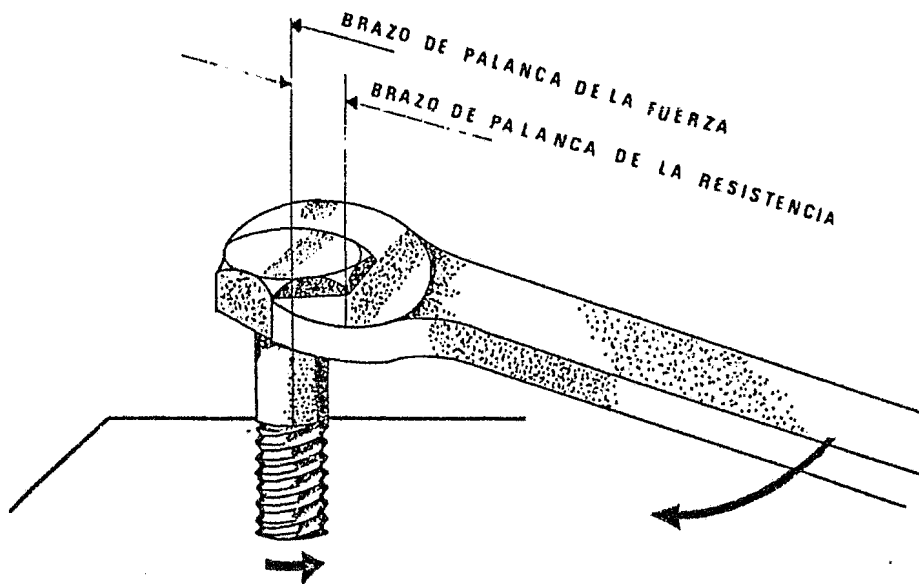


fig. 35

Momento del esfuerzo en la llave = Momento de la carga en la rosca del tornillo.

## A. FIJAS.

### a.1) De una o dos bocas. Otros tipos.

Son las más sencillas. Se utilizan para tornillos de cabeza hexagonal. Cada boca es útil solo para una medida de tornillo.

Con este tipo de llaves es necesario poder realizar un giro como mínimo de  $60^\circ$ , con objeto de que una vez efectuado, la llave pueda retroceder hasta la posición de la cara siguiente del tornillo (fig.36).

Existen grupos de llaves con las aberturas correspondientes a todos los tornillos normalizados.

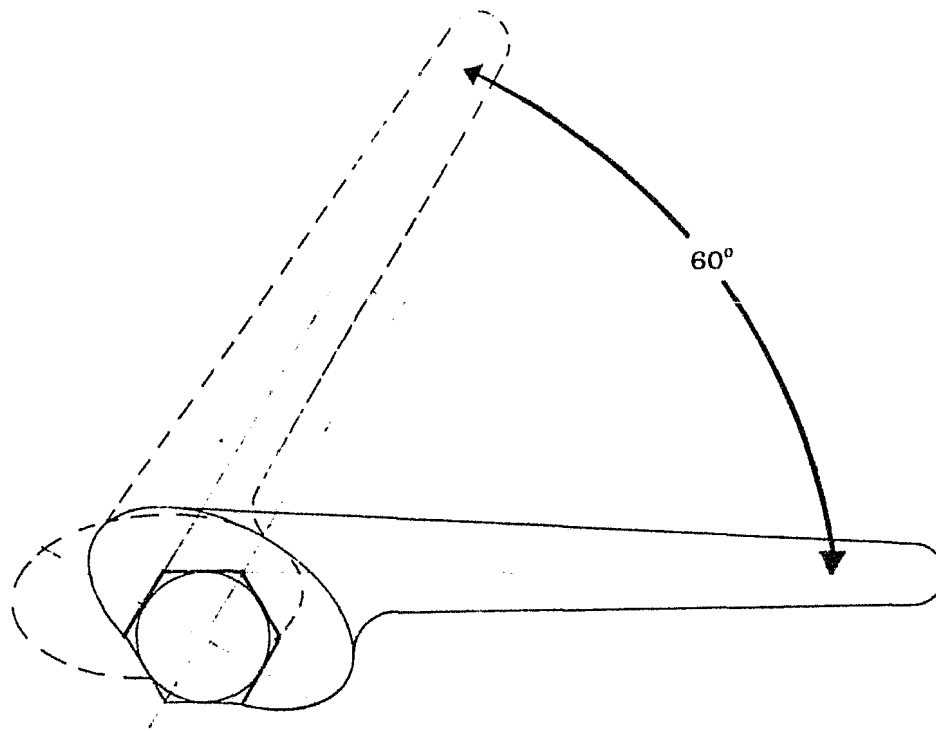


fig. 36

Giro mínimo necesario para usar una llave fija de una o dos bocas.

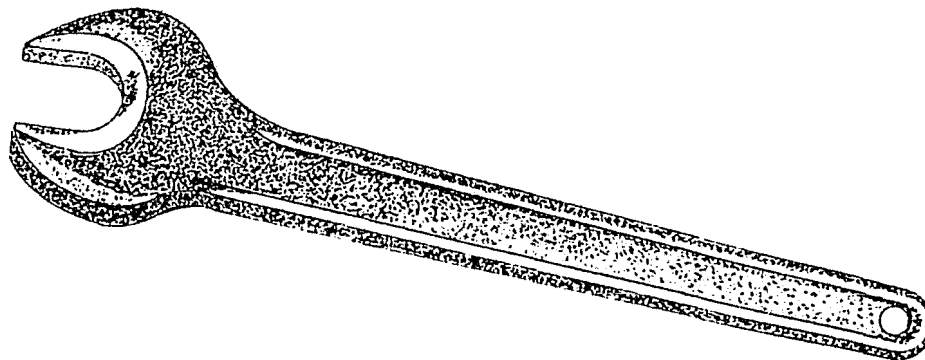


fig. 37

Llave fija de una sola boca.

Otros tipos de llaves fijas:

Llave de boca cerrada o llave de caja.

Sirve sólo para una medida de tuerca o tornillo. Es el tipo de llave más económico y es bastante eficiente en situaciones ordinarias, --- (fig. 39).

Llave combinada.

Esta llave tiene dos tipos de boca de la misma medida. Un extremo -



tiene la boca del tipo de caja, y el otro tiene boca abierta. Es una llave muy práctica porque puede usarse en lugares donde el espacio para los movimientos es limitado; si no es posible trabajar convenientemente con un extremo, puede emplearse el otro (fig. 40).

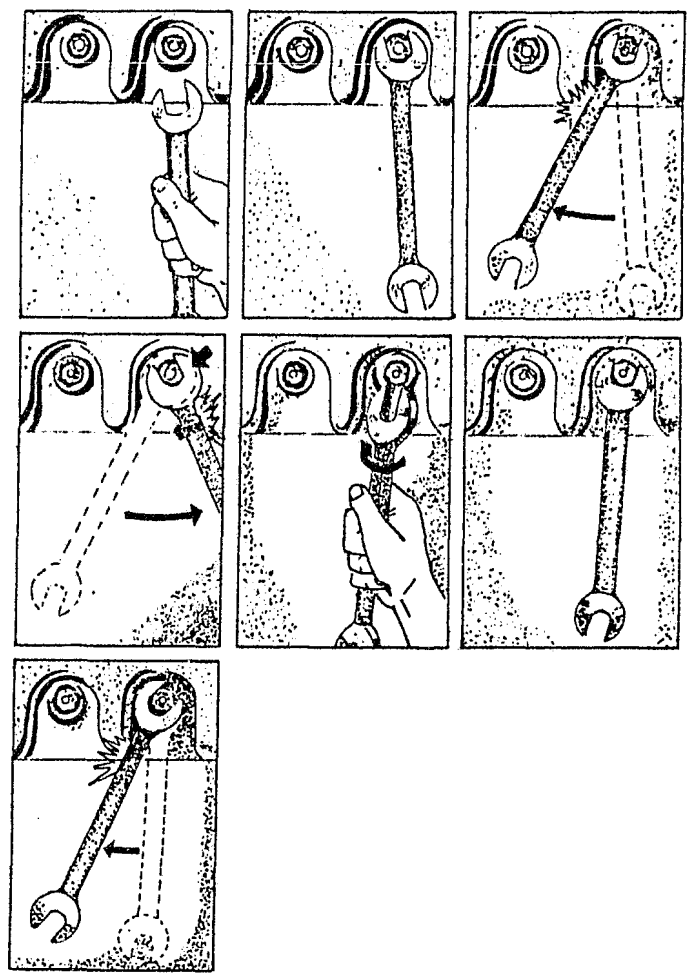


fig. 38

Llaves fijas de dos bocas. Aplicación.



fig. 39

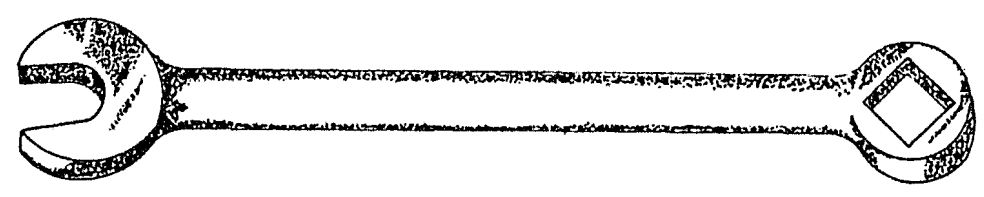


fig. 40

a.2) Poligonales.

Son llaves de boca cerrada y con doce caras, correspondientes a dos hexágonos iguales girados cada uno  $30^\circ$  (fig. 41).

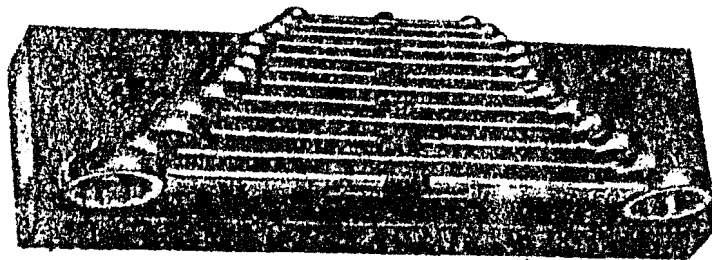
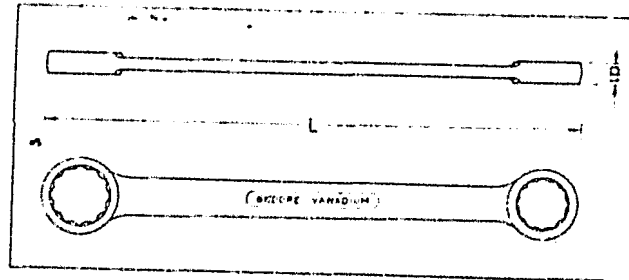


fig. 41

Se utilizan igual que las anteriores, pero con la ventaja de que sólo exige la posibilidad de un giro mínimo de  $30^\circ$  y no de  $60^\circ$  (fig. 42).

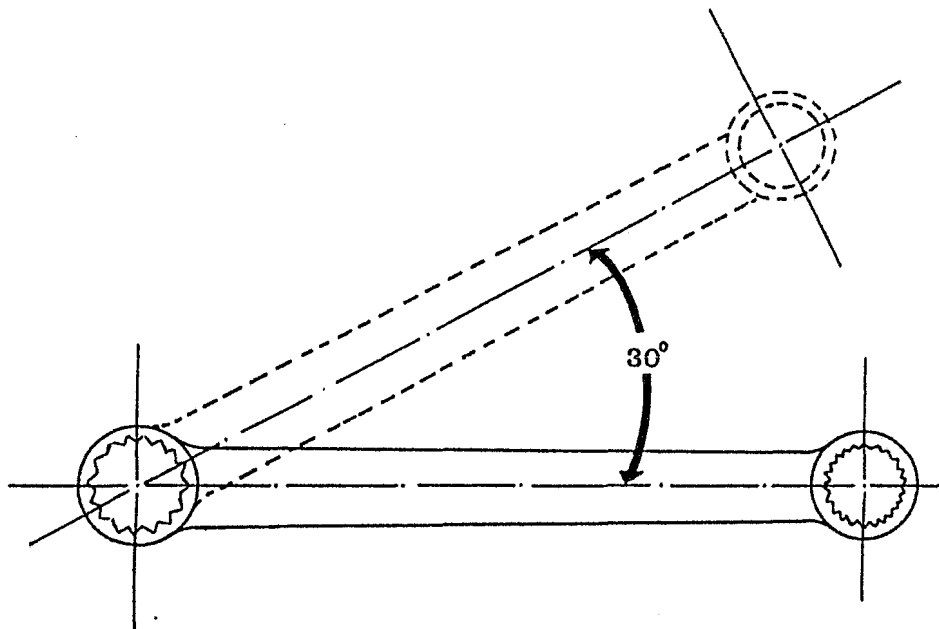


fig. 42

Se fabrican planas, de media luna, acodadas, con mango tubular, etc. (figs. 43, 44 y 45).

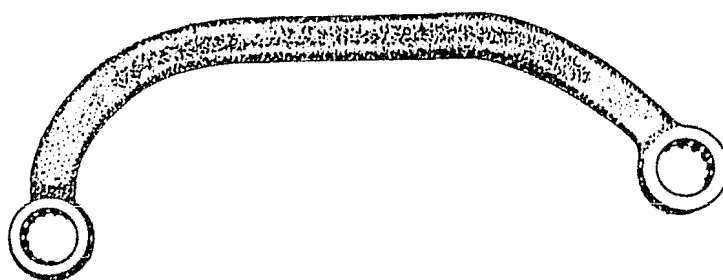


fig. 43

Llave fija poligonal de media luna.

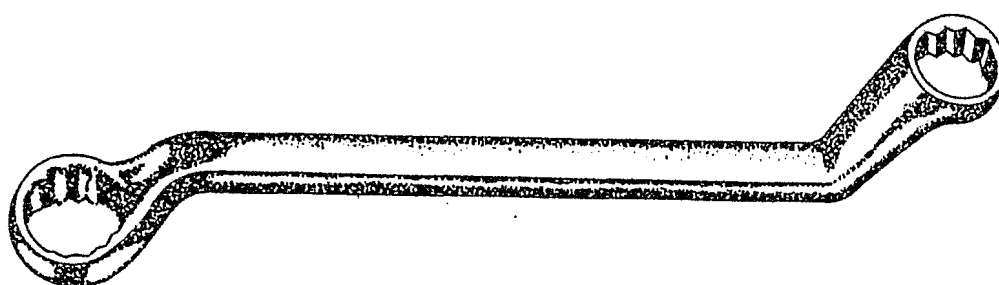


fig. 44

Llave fija poligonal acodada.

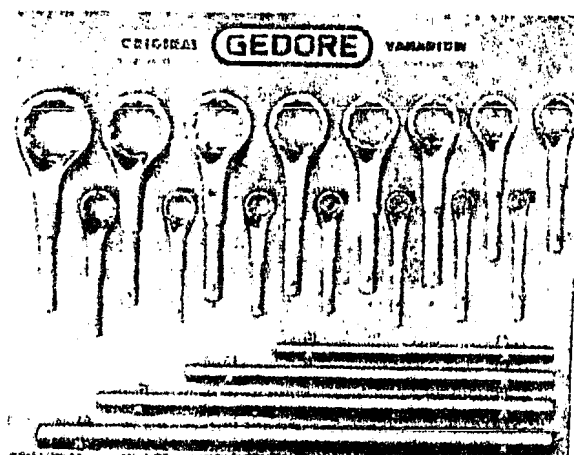


fig. 45

Juego de llaves fijas poligonales con mango tubular.

a.3) De gancho con pasador y ajustable.

De gancho con pasador se utiliza para el atornillado de grandes tuercas redondeadas con agujeros en su superficie lateral donde se introduce el gancho (fig. 46).

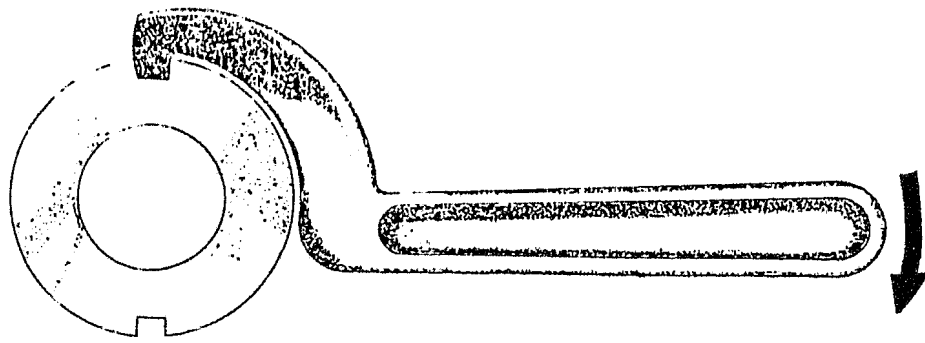


fig. 46

Llave de gancho con pasador.

De gancho ajustable se emplea en tuercas redondas que tienen ranuras cortadas en la periferia para recibir el gancho que lleva el extremo de agarre. Como es ajustable, puede adaptarse a muchos tamaños de tuercas (fig. 47).

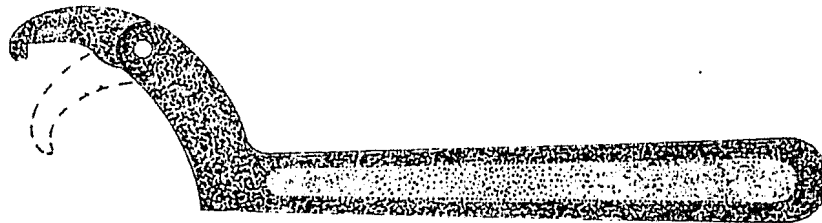


fig. 47

Llave de gancho ajustable.

a.4) De tubo.

Se utilizan para atornillar y desatornillar en lugares no accesibles. Disponen de boca hexagonal, cuadrada, etc., en el extremo de un tubo, que en el lado contrario lleva un orificio para una barra a la que se aplica el par de fuerzas necesario (figs. 48 y 49).

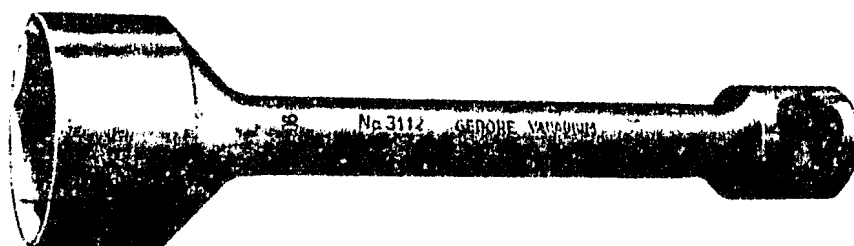


fig. 48

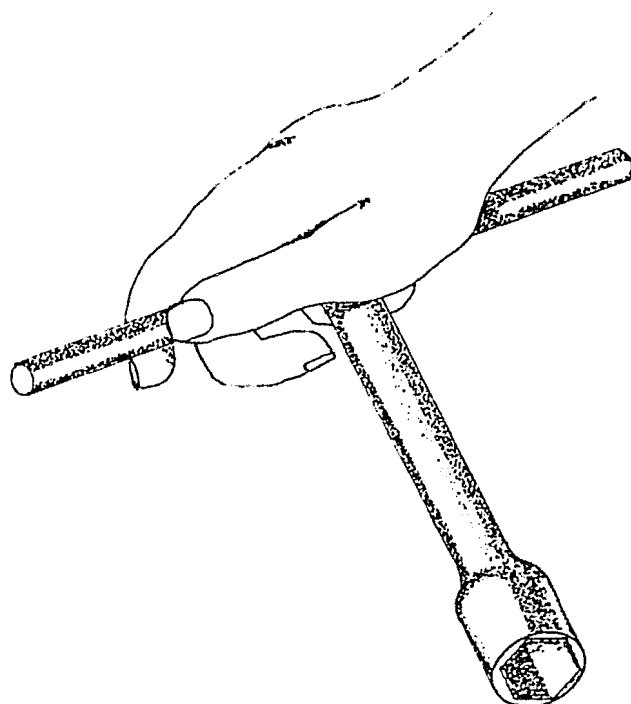


fig. 49

a.5) Llave para tuercas de casquillo forjado y de estriado tubular - (de vasos):

Son análogas a las anteriores, pero de uso mucho más amplio, porque la boca (vaso) permite ser accionada por distintos elementos (accesorios), lo que facilita su empleo en circunstancias diversas de accesibilidad, etc.

Cada vaso (figs. 50 y 51) dispone, en el lado opuesto a su boca de acoplamiento al tornillo, de otra boca de ajuste con los distintos accesorios de accionamiento.

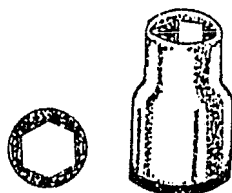


fig. 50

Llave de vaso hexagonal.

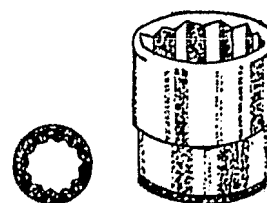


fig. 51

Llave de vaso poligonal.

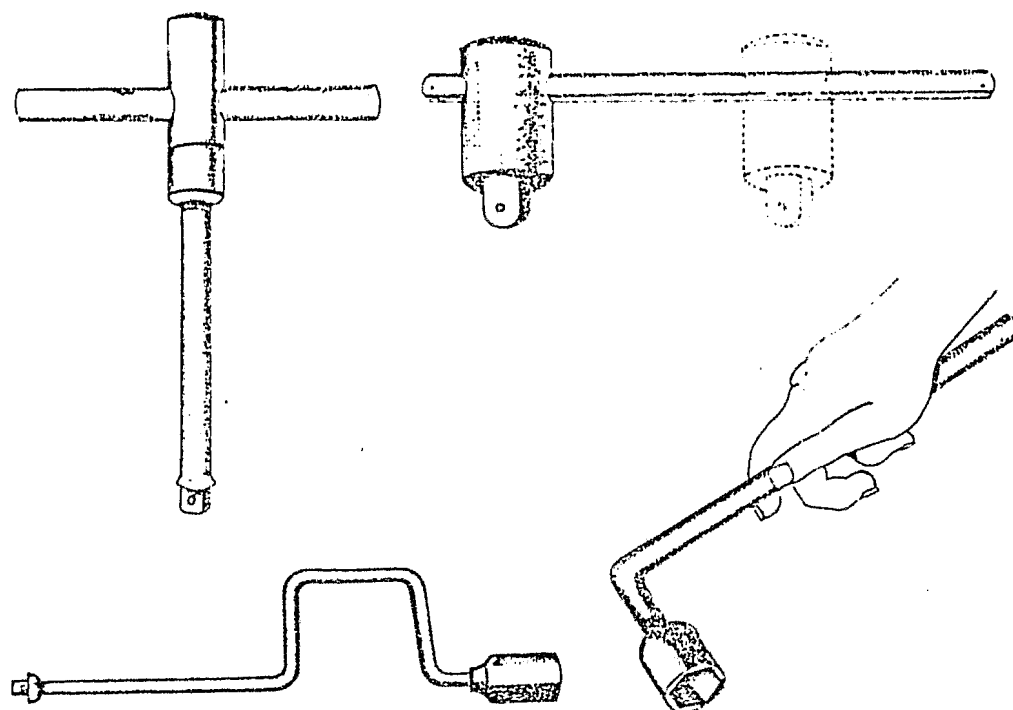


fig. 52

Accesorios de accionamiento de los vasos.

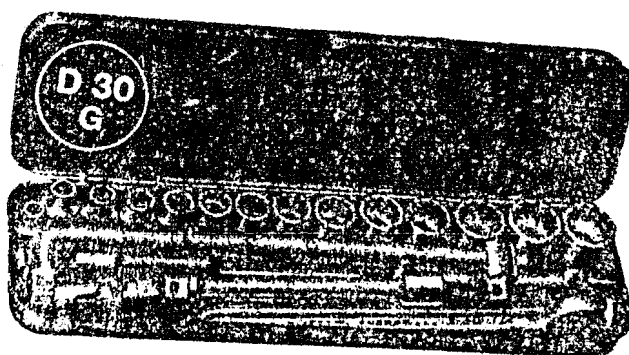


fig. 53

Juego de vasos y accesorios.

a.6) Tipo hexagonal (Allen).

Es una llave fija para tornillos de cabeza hexagonal, poligonal o dentada. Está formada por una varilla doblada en ángulo recto que tiene, en un extremo, la forma del hueco de la cabeza del tornillo. (figs. - 55, 56 y 57).

B. AJUSTABLES.

b.1) Llave de boca plana (Inglesa).

Dispone de dos mordazas, una de la cuales se desplaza accionando un tornillo que ajusta la separación entre ambas a cualquier tipo de tuerca (fig. 58). Normalmente se le conoce con el nombre de llave inglesa.

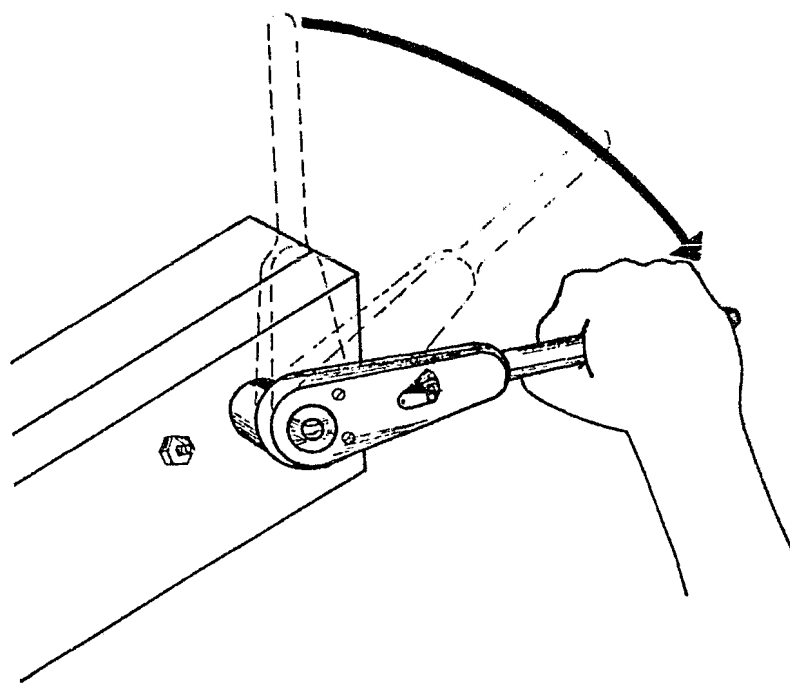


fig. 54

Chicharra reversible con inversor metálico, que -  
pudiendo tener un giro libre de retroceso permite  
accionar un vaso sin necesidad de sacarlo de él.

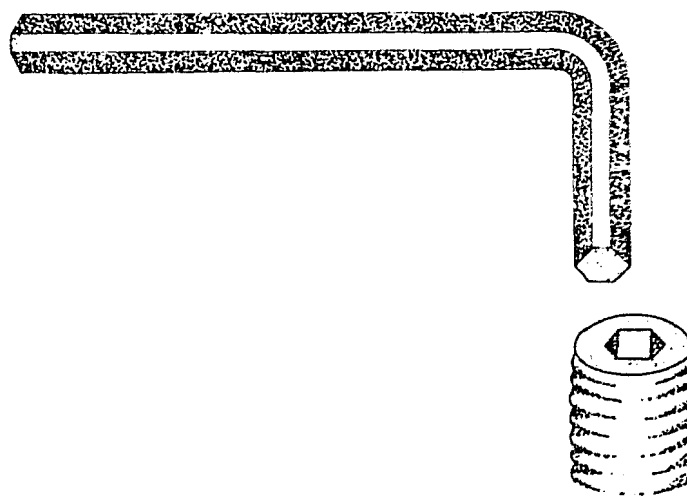


fig. 55

Para tornillos de cabeza hexagonal interior.

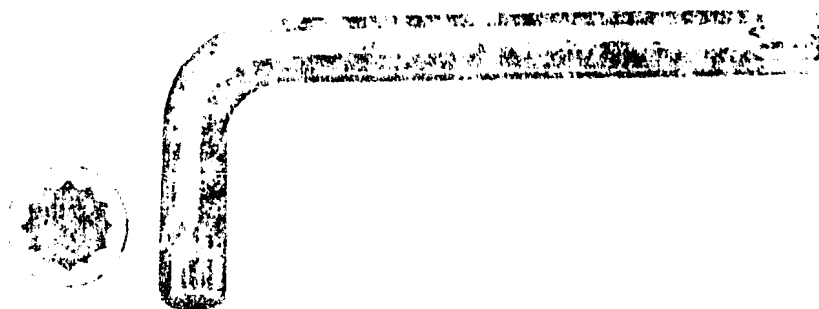


fig. 56

Para tornillos de cabeza poligonal interior.

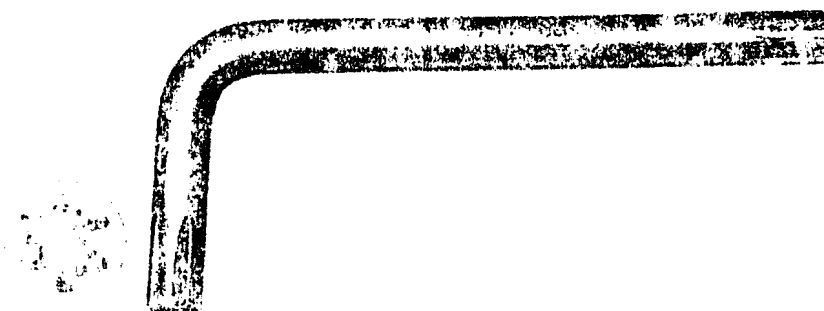


fig. 57

Para tornillos de cabeza con dentado interior.



fig. 58

Llave ajustable de boca plana.

En la figura 59 se representa un tipo reforzado de llave inglesa. - Suele llamarse llave de grapas. Cuando se usa este tipo de herramientas, las mordazas móviles deben apuntar hacia el sentido de la fuerza aplicada; esto evita la flexión y separación de las mismas, y la llave tendrá menos tendencia a deslizarse hacia afuera de la tuerca. La mordaza móvil debe ajustarse de modo que apriete contra la pieza de que ha de girar. La figura 60 indica los sistemas correctos y - erróneos de utilización de las llaves ajustables.



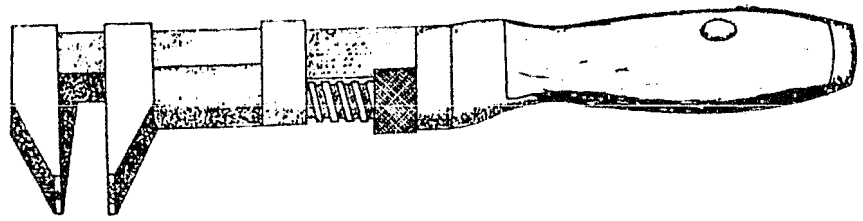


fig. 59

Llave de grapas.

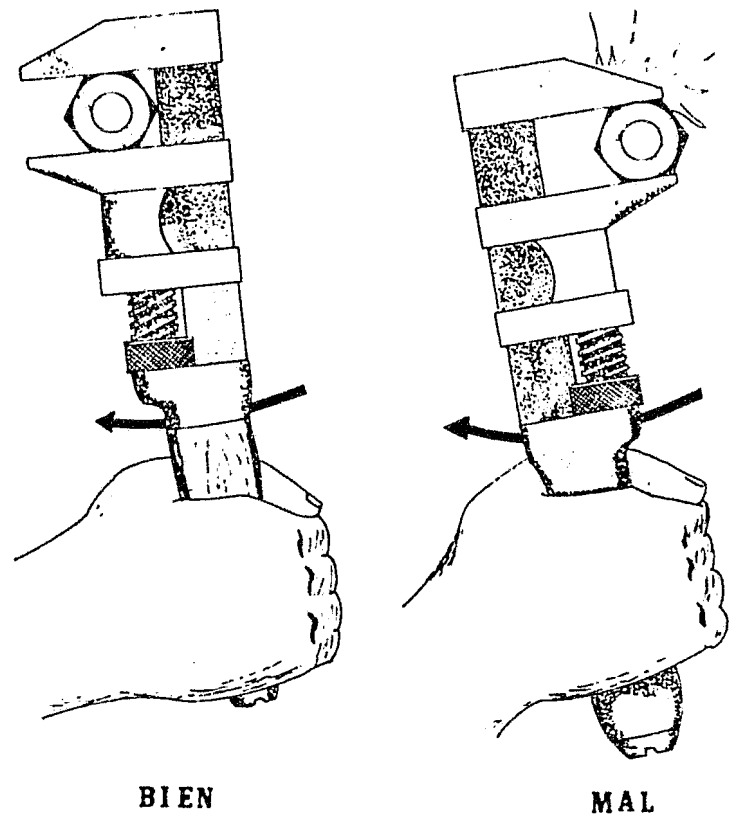


fig. 60

Forma correcta e incorrecta - de utilización de la herramienta.

Las llaves ajustables presentan el inconveniente de que la aparición de holguras deteriore las aristas de los tornillos o tuercas.

b.2) De botones.

Se utilizan para tuercas provistas de agujeros en sus caras. Dispone de dos brazos articulados, que al separarse más o menos permiten su aplicación a distintas tuercas (fig. 61).

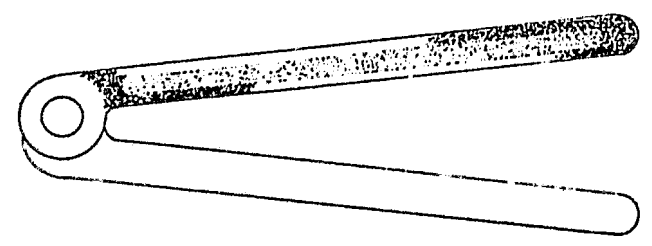


fig. 61

Llave de botones ajustable.

b.3) Para tubos.

Se trata de una llave ajustable con mordazas desplazables y estriadas para que puedan asir con seguridad los tubos redondos y otras piezas cilíndricas. Los cantos de las estrias tienden a cortar el metal -- agarrado, por lo que debe tenerse el cuidado de proteger las superficies galvanizadas o acabadas que se giran con este tipo de llave -- (fig. 62).

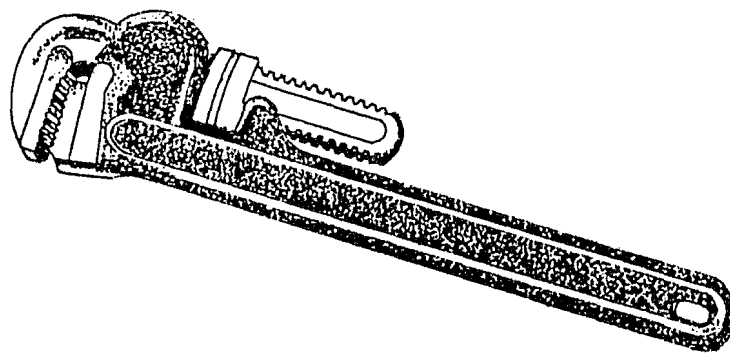


fig. 62

Llave para tubos.

### C. DINAMOMETRICAS.

Disponen de un mecanismo que permite limitar el par aplicado al tornillo, de modo que, si se aplica a su mango una fuerza que lo sobrepasa actúa un mecanismo de desbloqueo y la llave gira sin actuar.

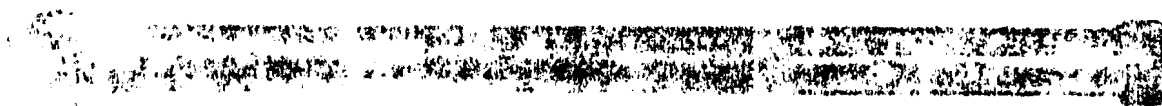


fig. 63

Llave dinamométrica.

En la figura 63 se puede ver una llave de este tipo, que dispone de desbloqueo automático, señal acústica, doble escala para ajuste de par máximo y cabeza de chicharra para usar con llaves de vaso. Se fabrica con posibilidades de variación de par de 0,8 a 5,3 a 15 y 7 a 23 Kg-m.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) La boca de la llave debe ajustar bien con la cabeza del tornillo o de la tuerca (fig. 63 a).

- 2) Las entrecaras de las llaves están normalizadas para los distintos diámetros de tornillos.
- 3) Cuando la entrecara de la llave es demasiada grande, se escapa fácilmente la llave y suelen producirse raspaduras en la mano (fig. 63 b).
- 4) Los tornillos deben apretarse con tacto, es decir sin proceder con violencia. La longitud de las llaves de tornillo es adecuada al esfuerzo manual. Es impropio utilizar suplementos de tubo enchufados en el mango de la llave.
- 5) En caso de utilizar prolongaciones de tubo, la sección transversal del tornillo se verá solicitada por esfuerzos de torsión excesivamente grandes y se degollará.
- 6) Nunca utilizar las llaves como martillos.
- 7) Aunque nunca debe golpearse la llave con un martillo, hay una excepción, pues existe una llave de cubo para este fin. Estas llaves son pesadas y muy resistentes, con un mango corto y una "almohadilla" en que se asestan los martillazos. Estas llaves de cubo se llaman llaves de martillar (fig. 63 c).

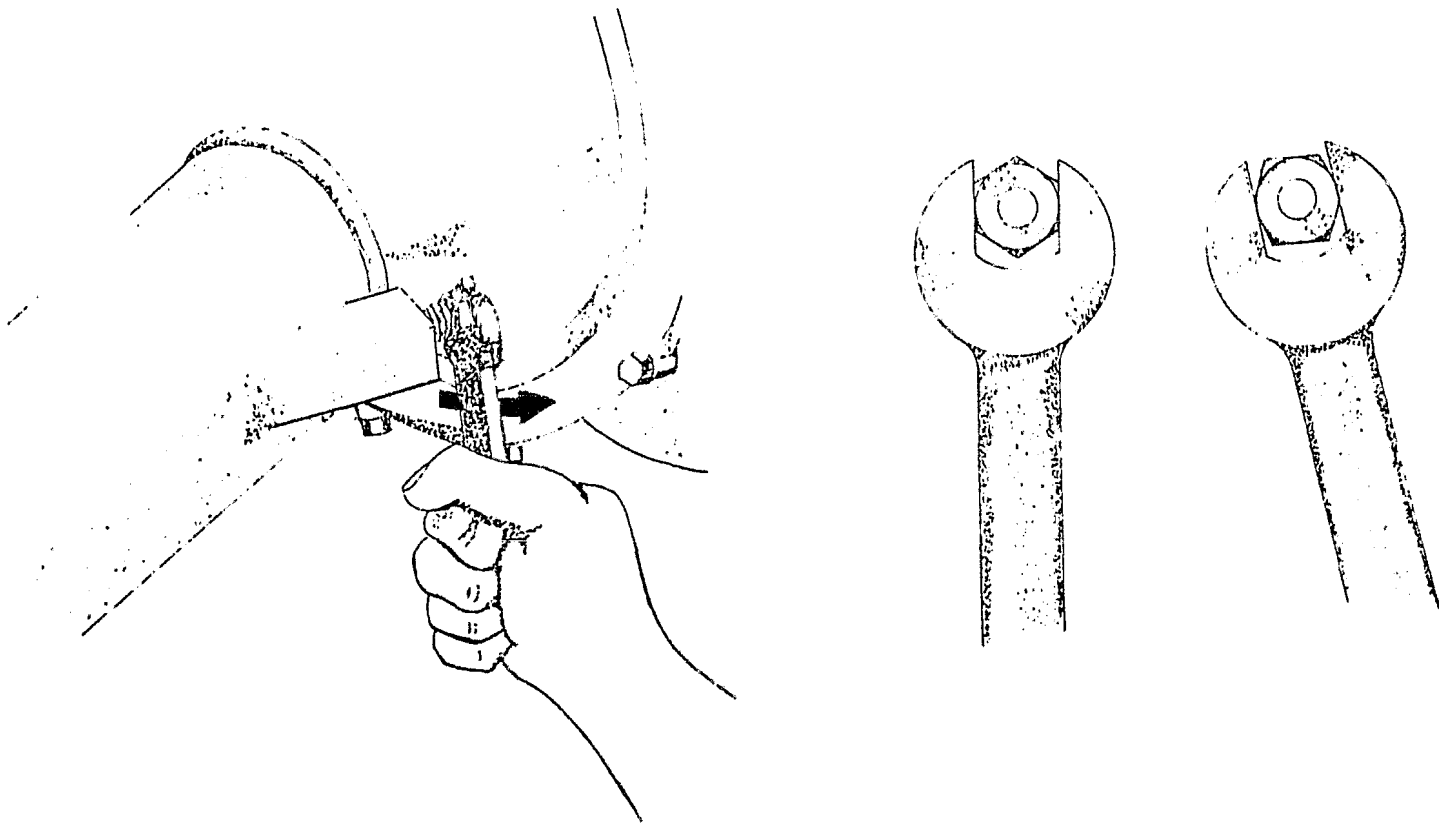


fig. 63 a.



fig. 63 b.

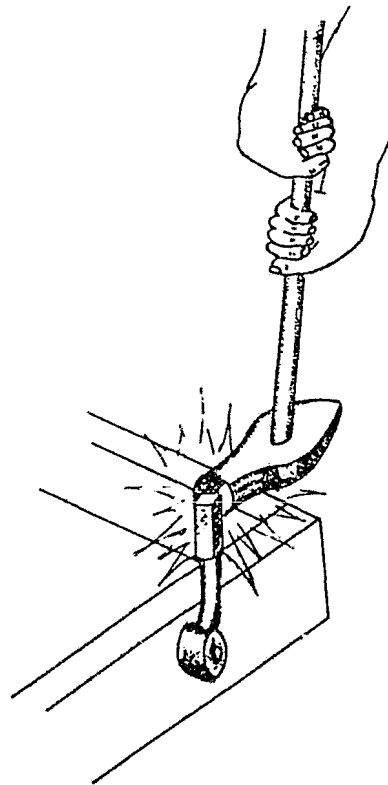
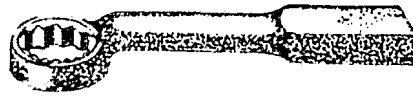


fig. 63 c.

## DESTORNILLADORES.

El destornillador es una herramienta de mano diseñada para hacer girar tornillos. Está constituido por una barra metálica cuyo extremo se engancha y adelgaza, dando forma y dimensiones apropiadas para penetrar en la ranura del tornillo; a ésta va unido un mango de madera o plástico, el cual es un cuerpo de revolución o con ranuras. La parte por donde trabaja el destornillador, la hoja templada, debe ajustarse bien en la ranura del tornillo. En ningún caso si se produjera desgaste deberá afilarse esa hoja como si se tratara del filo de una herramienta de corte. Los destornilladores se fabrican en diversos tipos y tamaños, así tenemos:

- a) Destornillador reforzado.
- b) Destornillador de ranura cruciforme.
- c) Destornillador doble.
- d) Destornillador normal.

### a) Destornillador reforzado.

El destornillador reforzado, es de longitud mediana, pero su barra es de mayor diámetro que en los destornilladores normales y su mango es cuadrado a fin de permitir el uso de una llave para ayudar en el apretado del tornillo. La barra es de mayor diámetro para que resista a la torsión cuando se utiliza la llave (fig. 64).



fig. 64

### Destornillador reforzado.

### b) Destornillador de ranura cruciforme.

También conocido como destornillador "PHILLIPS", es diseñado especialmente para adaptarse a las cabezas de los tornillos "American Phillips" (con hendidura en cruz), se fabrica en diferentes tamaños. Su ventaja principal es que el destornillador al estar operando muy fácilmente no se sale de la hendidura en cruz que tiene la cabeza del tornillo, es especialmente útil donde se ensamblan piezas en serie. Su desventaja es que no transmite gran esfuerzo de torsión al tornillo (fig. 65).

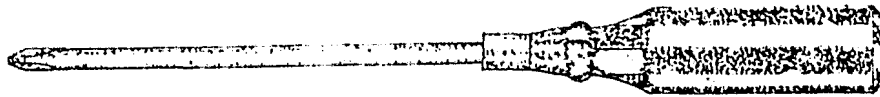


fig. 65

Destornillador de ranura cruciforme.

c) Destornillador doble.

El destornillador de doble extremo en sentido y forma opuestos, se utiliza en tornillos de ranura recta acodada y sirve para hacer girar tornillos situados en lugares recónditos donde no existe espacio suficiente para poder emplear un destornillador corriente (fig. 66).

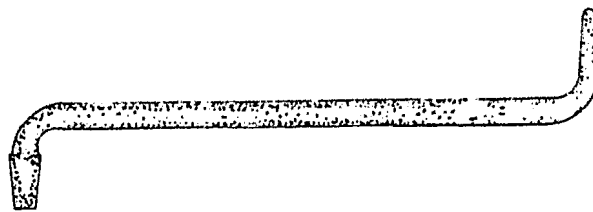


fig. 66

Destornillador doble.

d) Destornillador normal.

Conocido comunmente como desarmador, se fabrica en diversos tamaños. Utilizado para ajustar tornillos pequeños que no requieren gran esfuerzo para ajuste o que por comodidad en el diseño es necesario utilizar un tornillo con ranura en la cabeza (fig. 67).

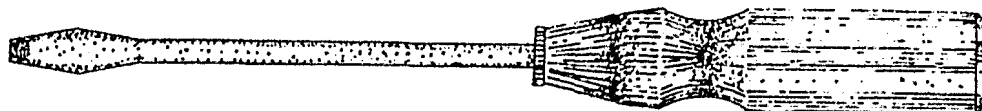


fig. 67

Destornillador normal.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

1) Utilizar siempre un destornillador cuya boca sea de dimen-

siones análogas a la ranura del tornillo.

- 2) No utilizarlo nunca como palanca o para golpear con él.
- 3) El extremo plano del destornillador debe afilarse de forma que sus dos caras sean casi paralelas a los lados de la ranura del tornillo (fig. 68). Este extremo debe dejarse tan grueso como lo permita la ranura citada.

Un extremo afilado como si se tratara de la punta de un cincel (fig. 69), tiene tendencia a deslizarse hacia afuera de la ranura del tornillo y también a dejar mellado el canto de la misma.

- 4) Si con el afilado se calienta demasiado el destornillador, lo que se aprecia por el color azul que toma, pierde el temple y el extremo plano se ablanda. En tal caso, cuando se necesita ejercer un gran esfuerzo para apretar un tornillo, dicho extremo se tuerce y se deforma.

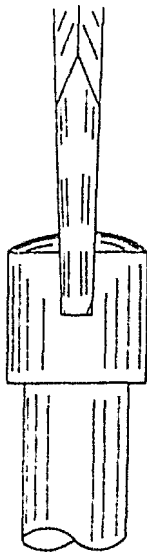


fig. 68 Correcto.

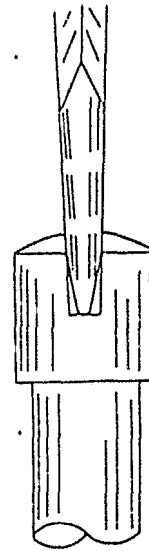


fig. 69 Incorrecto.

### 3. HERRAMIENTAS MANUALES DE CORTE.

Las herramientas manuales de corte para nuestro estudio las dividiremos en:

- a) Por fricción.
- b) Por golpe.

Con ellas se logra modificar alguna característica de una pieza (sus dimensiones, acabado superficial, etc.), arrancándole pequeños trozos de material (viruta o rebaba) con la ayuda de herramientas que disponen de uno o más filos cortantes. Así tenemos que las herramientas de corte por fricción se someten a un movimiento alternativo que puede ser rectilíneo o de rotación y teniendo como principal esfuerzo el de rozamiento continuo, dentro de este grupo encontramos las siguientes:

- Seguetas
- Escariadores
- Machuelos
- Tarrajas
- Rasquetas
- Limas

En cambio las herramientas de corte por golpe necesitan de una segunda herramienta (martillo), ya que con ésta se le proporciona un golpe súbito y certero en la parte inactiva de la herramienta para que realice su función; a continuación se nombran las más comunes dentro de este grupo:

- Cinceles
- Punzones
- Sacabocados

NOTA: Los sacabocados por no ser muy común en el taller metal-mecánico, no los trataremos.

#### a) HERRAMIENTAS MANUALES DE CORTE POR FRICCIÓN.

##### SEGUETAS.

La segueta, es una pieza delgada de acero de aproximadamente 0,686 mm (0,27") de espesor, 12,7 mm (0,5") de ancho y longitud variable desde 152,4 mm (6") hasta 304,8 mm (12"). En uno de los cantos de la hoja hay una serie de entallas (fig. 74) que reciben el nombre de dientes.

El paso es la distancia que existe entre dos crestas de dientes consecutivos (fig. 75) y su elección depende del espesor y tipo de mate



### 3. HERRAMIENTAS MANUALES DE CORTE.

Las herramientas manuales de corte para nuestro estudio las dividiremos en:

- a) Por fricción.
- b) Por golpe.

Con ellas se logra modificar alguna característica de una pieza (sus dimensiones, acabado superficial, etc.), arrancándole pequeños trozos de material (viruta o rebaba) con la ayuda de herramientas que disponen de uno o más filos cortantes. Así tenemos que las herramientas de corte por fricción se someten a un movimiento alternativo que puede ser rectilíneo o de rotación y teniendo como principal esfuerzo el de rozamiento continuo, dentro de este grupo encontramos las siguientes:

- Seguetas
- Escariadores
- Machuelos
- Tarrajas
- Rasquetas
- Limas

En cambio las herramientas de corte por golpe necesitan de una segunda herramienta (martillo), ya que con ésta se le proporciona un golpe súbito y certero en la parte inactiva de la herramienta para que realice su función; a continuación se nombran las más comunes dentro de este grupo:

- Cinceles
- Punzones
- Sacabocados

NOTA: Los sacabocados por no ser muy común en el taller metal-mecánico, no los trataremos.

#### a) HERRAMIENTAS MANUALES DE CORTE POR FRICCIÓN.

##### SEGUETAS.

La sequeta, es una pieza delgada de acero de aproximadamente 0,686 mm (0,27") de espesor, 12,7 mm (0,5") de ancho y longitud variable desde 152,4 mm (6") hasta 304,8 mm (12"). En uno de los cantos de la hoja hay una serie de entallas (fig. 74) que reciben el nombre de dientes.

El paso es la distancia que existe entre dos crestas de dientes consecutivos (fig. 75) y su elección depende del espesor y tipo de mate

## ARCO DE SEGUETAS.

La figura 70 nos muestra las partes que forman el arco de seguetas. - El arco de seguetas para cortar metal a mano, consiste en un bastidor o arco metálico, el cual tiene en sus extremos unos pasadores o terminales para sujetar la segueta y uno de ellos, con una tuerca de mariposa, utilizada para regular la tensión de la segueta para evitar que ésta se flexione y se rompa.

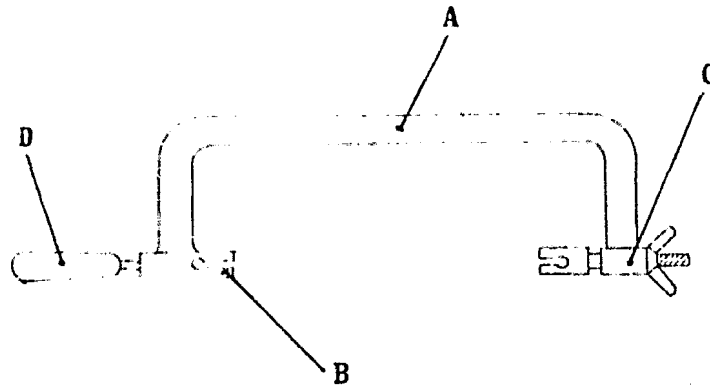


fig. 70

ARCO DE SEGUETAS.- A. Arco propiamente dicho; B. Enganche fijo de la hoja; C. Enganche tensor de la hoja; D. Mango.

La segueta puede coincidir con el plano del bastidor o perpendicular según exija el tipo de corte a realizar (figs. 71 y 72). La posición de la segueta debe ser con los dientes apuntando hacia adelante. - También consta de un mango o empuñadura, el cual nos sirve para sujetar el bastidor y la segueta, y dirigir el corte.

Existen dos tipos de arcos, los que sirven para recibir seguetas normalizadas, que son las más frecuentemente utilizadas en las operaciones de aserrar, y las que permiten el empleo de hojas a diferentes longitudes.

La segueta de mano se sujeta tomando el mango con la mano derecha y el extremo del arco con la izquierda como se indica en la figura 73.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) No dejar objetos pesados sobre el arco, ya que ésto produciría deformaciones en el arco y por tanto un desalineamiento de la segueta con respecto a los enganches que son las que la sujetan a dicho arco.
- 2) Aceitar de vez en cuando el enganche tensor de la hoja de sierra o segueta (mariposa).
- 3) Es conveniente tener un lugar adecuado para guardar las herra-

mientas en el taller, y nada mejor en este caso es el de colocar la herramienta en donde no esté expuesta a tirarla, pisarla, patearla, etc., que la exponga a una deformación permanente. Nosotros recomendamos una tabla sujeta en la pared, en la cual se pueda colocar sin mayor problema, quedando además a una altura al alcance de todos.

- 4) En caso de no encontrarse en el taller, existen cajas para herramientas de tamaño adecuado para portar el arco de seguetas.

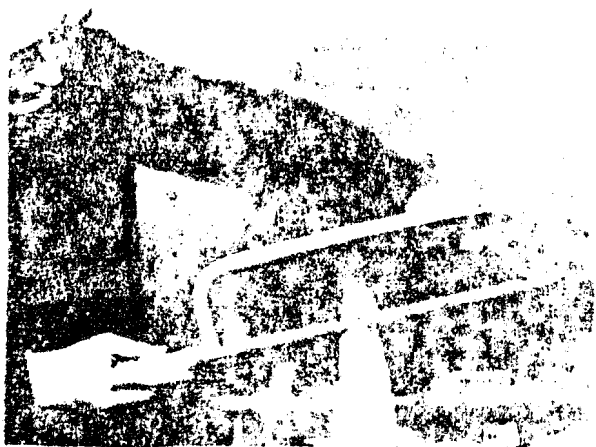


fig. 71

Coincide con el plano del bastidor.

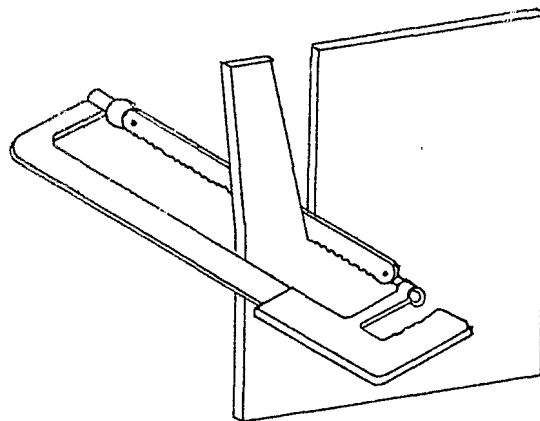


fig. 72

Perpendicular al plano del bastidor.



fig. 73

Forma correcta de sujetar la herramienta.

rial que se está cortando. Así tenemos, hojas de sierra de paso bas-  
to, paso fino y paso variable.

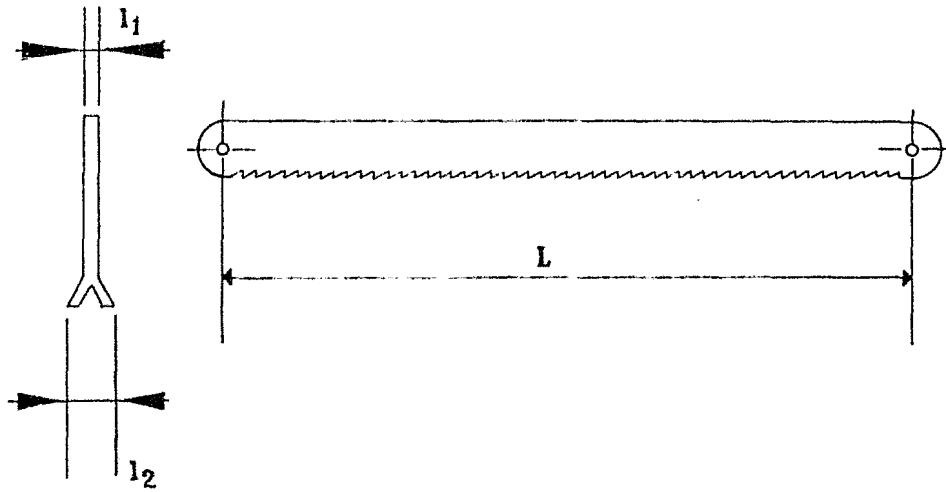


fig. 74

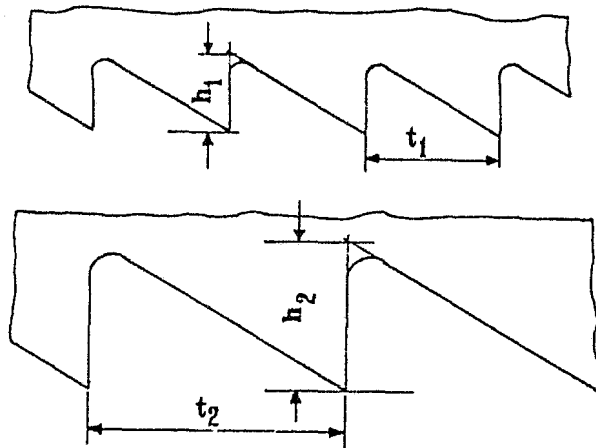


fig. 75

Con objeto de que la hoja no se quede agarrotada en la junta de cor-  
te, la anchura de ésta última debe ser mayor que el espesor de la -  
hoja. Por esta razón lo que se hace es triscar los dientes o dar for-  
ma ondulada a la hoja (figs. 76 y 77).

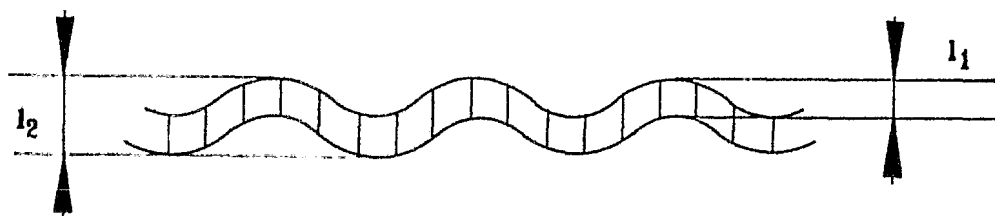


fig. 76

Hoja ondulada.

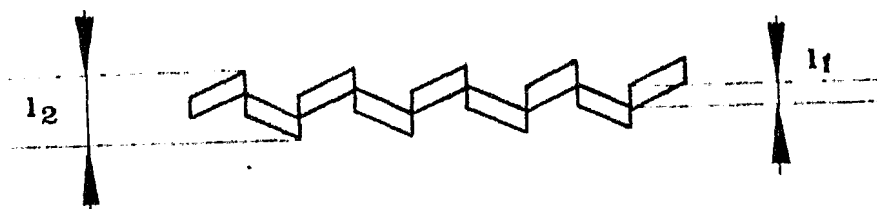


fig. 77 Hoja triscada.

El serrado a mano se utiliza cuando:

- La pieza a cortar sea de pequeña sección y el número de cortes reducido.
- Sea impracticable en una máquina por dificultad de fijación en sus mordazas u otras circunstancias.

Con la segueta y arco de segueta pueden cortarse a la longitud debida las barras, los perfiles laminados, las llantas, los tubos, etc. Se emplea también para hacer entallas, corte a inglete (trabajo de cerrajería) o trabajos análogos (fig. 78).

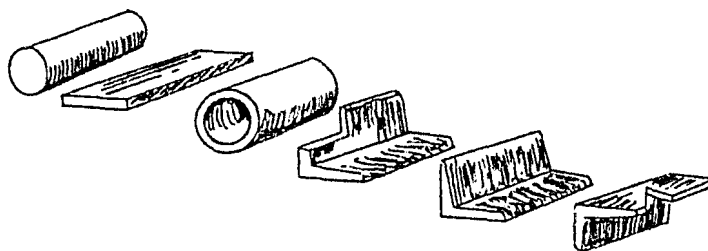


fig. 78 Trabajos de aserrado.

Teniendo en cuenta el espesor de la pieza a cortar; cuando se trata de piezas muy delgadas hay que recurrir a hojas de pequeño paso, para evitar el enganche de los dientes en la propia pieza. Como norma general se debe lograr que siempre estén en contacto por lo menos dos o tres dientes (figs. 79 y 80).

Mientras un diente esté atacando al material irá arrancando continuamente virutas (fig. 81). Todas ellas tienen que alojarse en los huecos, la forma aproximadamente triangular, que quedan entre las puntas de los dientes y no deben permanecer almacenadas allí dentro. Estos huecos se llaman espacios para virutas por admitir en su interior las virutas durante el corte.

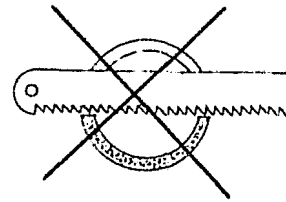
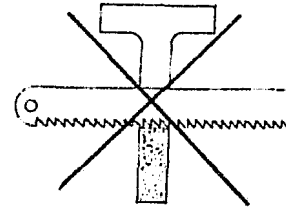
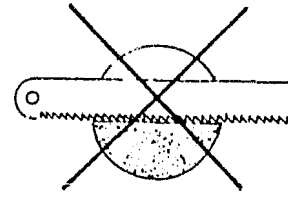
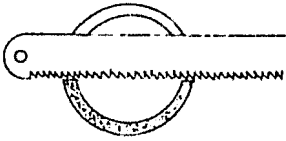
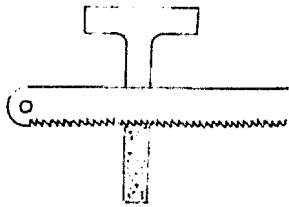
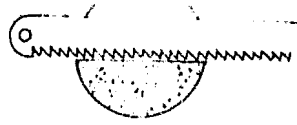


fig. 79 Correcto.

fig. 80 Incorrecto.

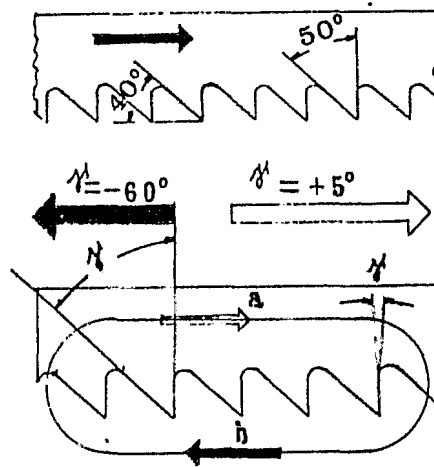


fig. 81

Formación de virutas por medio de seguetas. Superficie de ataque en la dirección del movimiento. - a) inclinada hacia atrás; b) inclinada hacia adelante; c) espacio para virutas.

Cuanto más virutas sean de esperar durante la carrera útil en el trabajo que se realicen, tanto mayores tendrán que ser los citados espacios para virutas. La práctica dice que se producen especialmente - muchas virutas en los siguientes casos: 1) Cuando se realizan cortes largos, y 2) Cuando se cortan con la sierra metales blandos (aluminio, cobre), porque en este caso la hoja penetra en cada corte muy - profundamente en el material.

Así tenemos que el paso fino es adecuado para materiales duros y ranuras de corte de poca longitud. El paso basto es útil para materiales blandos y ranuras de corte largo. El paso variable, es decir con dentado fino en los extremos de la hoja y basto en el centro, facilitan la iniciación del aserrado.

Los espacios para virutas se agrandan de modo muy eficaz y sencillo, cuando se trata de la forma ordinaria triangular de los dientes, - aumentando el paso o distancia entre éstos. Así se tiene que tomando un paso doble se consigue aproximadamente un espacio para virutas - cuádruple (fig. 82).

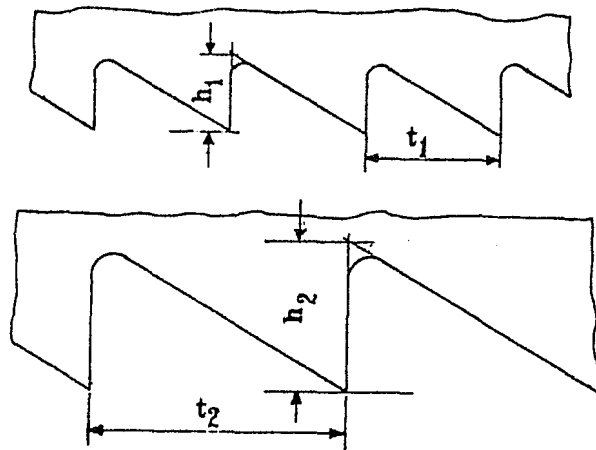


fig. 82

A un paso doble corresponde un espacio para virutas aproximadamente cuádruple.

Las seguetas se fabrican en aceros especiales de herramientas, al - wolframio, molibdeno, etc. Como es lógico, deben ser de un material más duro que el que ha de cortarse.

Según el paso (ó número de dientes por pulgada) las hojas se utilizan para los siguientes casos:

Hoja de paso de 1,814 mm (14 dientes por pulgada).

- Para aserrar acero de máquinas, acero laminado en frío y perfiles de acero estructural que tengan secciones gruesas.

Hoja de paso de 1,411 mm (18 dientes por pulgada).

- Para piezas de barras macizas de aluminio, metal antifricción, aceros, hierro colado, etc.

Hoja de paso de 1,048 mm (24 dientes por pulgada).

- Para tubos de estaño, latón, cobre, etc. Perfiles de acero y en general piezas cuyo espesor no sea inferior a 1,25 mm.

Hoja de paso de 0,797 mm (32 dientes por pulgada).

- Para tubos de pared delgada y chapas de espesor menor de 1,2 mm.

La colocación de la segueta en el arco debe ser de tal forma que los dientes estén orientados hacia adelante, para que el corte se realice cuando la sierra avanza. Debe tensarse la hoja girando la tuerca de mariposa del enganche tensor de manera que no flexione demasiado ni quede excesivamente estirada. Una hoja demasiado floja ocasiona:

- 1) Un corte imperfecto debido a las desviaciones que se originarán por sus deformaciones.
- 2) Dificultad en el deslizamiento de la hoja en la ranura del corte.
- 3) Posibilidad de que pueda romperse por un excesivo desvío del plano de la sierra respecto de la dirección de corte.

Una hoja demasiado tensa está sometida a un gran esfuerzo de tracción y puede no soportar la presión normal del corte, existiendo el peligro de rotura.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Elegir la hoja con el paso adecuado al espesor y tipo de material a cortar.
- 2) Aserrar lo más cerca posible del punto donde está fijada la pieza, para evitar trepidaciones.
- 3) En la carrera hacia adelante es cuando debemos ejercer presión para arrancar el material, sin aplicar una presión excesiva sobre la pieza. Y en la carrera de retroceso disminuir la presión, para evitar así el cansancio inútil y desgaste prematuro de los dientes, ya que éstos están dispuestos para cortar sólo en un sentido.
- 4) Utilizar toda la longitud de la hoja en cada carrera, excepto al -



empezar. Esto permite el desgaste uniforme y evita ruptura de la misma.

- 5) Para iniciar el corte de una pieza nunca debemos de hacerlo por las partes agudas (figs. 83 y 84).

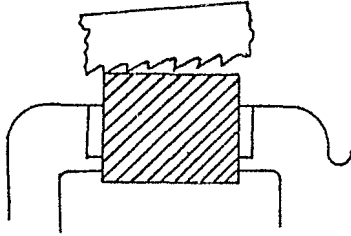


fig. 83 Correcto.

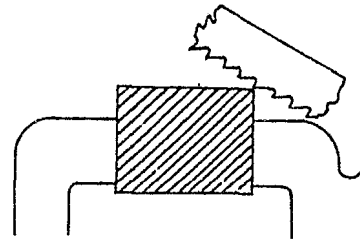


fig. 84 Incorrecto.

- 6) Hacer los movimientos de avance y retroceso rítmicamente sin acelerarse, 50 a 60 carreras dobles por minuto es satisfactoria. -  
Unas 60 carreras dobles por minuto debe ser el valor máximo; velocidad excesiva produce desgaste prematuro y posible ruptura de la hoja. Cuando el material sea demasiado duro disminuir la velocidad de corte. Evitar la fatiga prematura de la herramienta y -- también del operador.
- 7) Debemos evitar que la segueta haga contacto con las mordazas del tornillo u otras piezas.
- 8) No es necesario el uso de refrigerantes o lubricantes cuando se -  
corta con segueta.
- 9) Al reemplazar una segueta desgastada o que se haya roto, por --  
otra nueva, es recomendable iniciar un nuevo corte. Ya que el -  
triscado de los dientes de la segueta vieja estará ligeramente -  
desgastado y, por tanto, el corte efectuado con ella será más -  
estrecho que la hoja nueva. Esta se rompería si se forzara su en-  
trada en corte viejo.
- 10) Las seguetas no se pueden afilar por lo que hay que esmerarse en  
su conservación. Conviene tener en cuenta:
- No dejar objetos pesados sobre ellas.
  - Evitar su oxidación colocando un poco de aceite de recino en -  
sus caras y cantos.
  - Las hojas con dientes parcialmente rotos deben esmerilarse en -  
la parte deteriorada, formando un arco, antes de continuar em-  
pleándolas (fig. 85). Con ésto se evita que se rompan más dien-  
tes y que la hoja se desafile prematuramente.

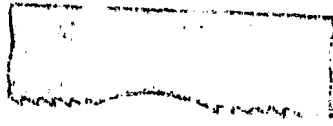


fig. 85

- Las seguetas suelen romperse:

- a) Por deficiente sujeción al arco: exceso ó falta de tensión.
- b) Presionar demasiado.
- c) Mala sujeción de la pieza en el tornillo.
- d) Utilización de un paso basto para piezas delgadas.
- e) Intentar enderezar un corte presionando lateralmente la hoja.
- f) El arco esté perfectamente alineado (las mariposas).

#### ESCARIADORES.

Es una herramienta que tiene por objeto producir agujeros de la mayor precisión y acabado, previamente taladrados.

El mango del escariador de mano está provisto de un cuadrado para encajarse en el giramachos (figs. 86 y 87)

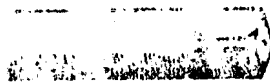


fig. 86 Escariador de mano.

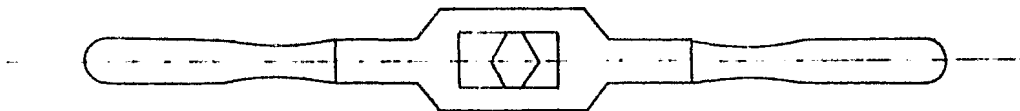


fig. 87 Giramachos recto.

Es de notarse que los escariadores de mano a diferencia de los escariadores de máquina, tienen una entrada larga, ésto hace que no se ladeen con tanta facilidad al empezar a penetrar (figs. 88 y 89). Estas entradas largas tienen el inconveniente de que cuando se escarían materiales tenaces se forman bucles de viruta muy anchos: las cuchillas se sobrecargan fácilmente y pueden llegar a romperse.

La mayoría de los escariadores van provistos de dientes rectos, es decir, que sus filos tienen forma recta y van dispuestos paralelamente al eje de la herramienta. Las herramientas de dientes en espiral ó mejor dicho, de forma helicoidal, se emplean para el escariado de taladros provistos de ranuras, ó de agujeros, ó de lumbreras.

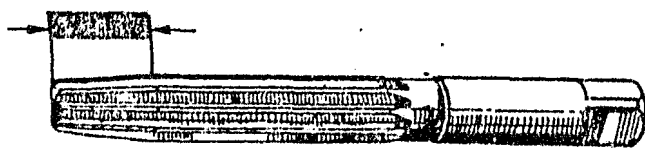


fig. 88 Escariador de mano.

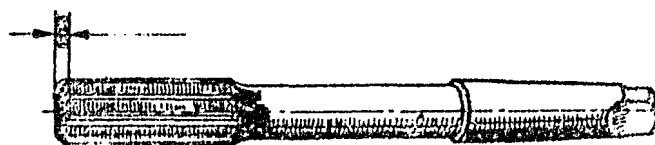


fig. 89 Escariador de máquina.

Los escariadores provistos de dientes rectos se clavarían en los bordes también rectos de las ranuras, chaveteros y análogos, y los filos cortantes se romperían.

La inclinación del rayado (compárese con el sentido de giro) va en sentido opuesto a la dirección de corte ó de giro del escariador. Es decir, que la herramienta, que ordinariamente corta con un movimiento a la derecha, se proveerá de aristas cortantes con forma helicoidal izquierda (fig. 90).

Si el rayado de la herramienta y el movimiento de giro fueran ambos del mismo sentido, el escariador, lo mismo que sucede con una broca de espiral, se introduciría a manera de un sacacorchos en el taladro y se atascaría en él.

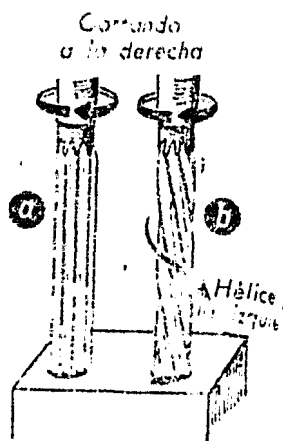


fig. 90

Sentido de movimiento de los filos del escariador.

Los escariadores más comunes son los siguientes :

a) Escariadores fijos.

- b) Escariadores ajustables.
- c) Escariadores para ir enchufados.
- d) Escariadores cónicos.

a) ESCARIADORES FIJOS.

El diámetro de los escariadores con dientes fresados, ó sea de los - llamados escariadores fijos, se hace más pequeño cada vez que se afila la herramienta. Por ésta razón, los escariadores fijos tienen un - tiempo limitado de uso para el escariado de un determinado diámetro de taladro. Ya casi desde el primer afilado no pueden usarse nada más que para el escariado previo (fig. 91).



fig. 91 Escariador fijo.

b) ESCARIADORES AJUSTABLES.

Todos los dientes de los escariadores ajustables van introducidos y - guiados en ranuras longitudinales pudiendo, con ayuda de anillos ros- cados, desplazarse sobre superficies cónicas en dirección axial, es - decir, en la dirección del eje de la herramienta (fig. 92).

Como consecuencia del deslizamiento sobre la superficie cónica, se - desplazan las cuchillas al mismo tiempo en dirección del diámetro, es decir, radialmente, hacia afuera. Con esto puede compensarse el des- gaste que se produce en el afilado.

c) ESCARIADORES PARA IR ENCHUFADOS.

Los escariadores para enchufar, no llevan mango. Están constituidos - solo por la parte provista de cuchillas, que es hueca y que puede fi- jarse en un mandril de sujeción (fig. 93). Con ésto resulta posible, -

especialmente en el caso de grandes diámetros, ahorrar material de -  
elevado precio ya que el mandril de sujeción puede estar hecho de -  
acero barato.

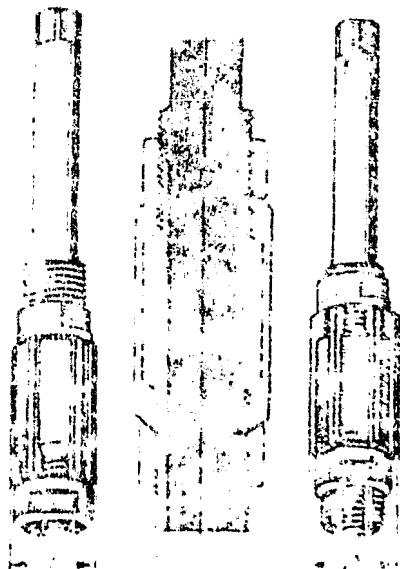


fig. 92 Escariador ajustable.



fig. 93 Escariador para ir enchufado.

#### d) ESCARIADORES CONICOS.

Los escariadores cónicos se utilizan, por ejemplo, para escariar los casquillos cónicos en que ha de introducirse el cono de las herramientas. Los taladros correspondientes se ejecutan previamente de - modo escalonado. Como con los escariadores cónicos hay que arrancar más cantidad de viruta, se utiliza un juego (3 piezas) (figs. 94, 95 y 96).

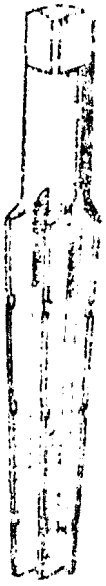


fig. 94 Escariador  
desbastador.

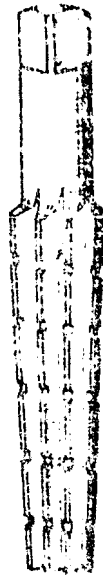


fig. 95 Escariador pa  
ra trabajo previo.

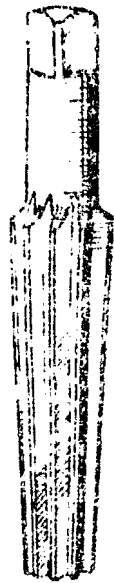


fig. 96 Escaradia-  
dor de acabado.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Los escariadores deben elegirse con la parte que hemos llamado "entrada", tanto más corta cuanto más duro sea el material en que se va a trabajar (fig. 97).

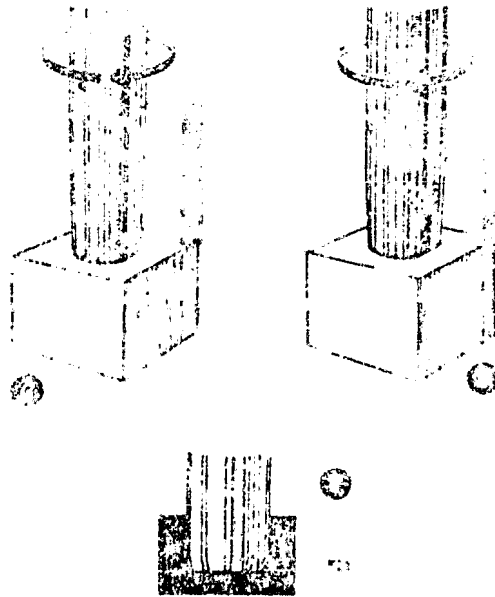


fig. 97

- 2) Las herramientas con entrada larga son inadecuadas para el escariado de materiales tenaces y resistentes (muy plásticos) por que la viruta resulta con ellos demasiado ancha . Los filos o cuchillas - del escariador se sobrecargan en virtud de esto y se rompen facilmente por embozamiento o "gripado".
- 3) La entrada larga es adecuada para materiales frágiles, como, por ejemplo, la fundición gris. La entrada corta es conveniente para materiales tenaces y resistentes.
- 4) Los escariadores para trabajar agujeros ciegos tienen que tener - una entrada tan corta como sea posible con objeto de que el taladro pueda ser escariado hasta el fondo.
- 5) Los escariadores de mano deben aplicarse en dirección exactamente perpendicular a la superficie exterior de la pieza e irlos introduciendo girando poco a poco en el taladro previo y presionando - sobre la herramienta ligeramente (FIG. 98).

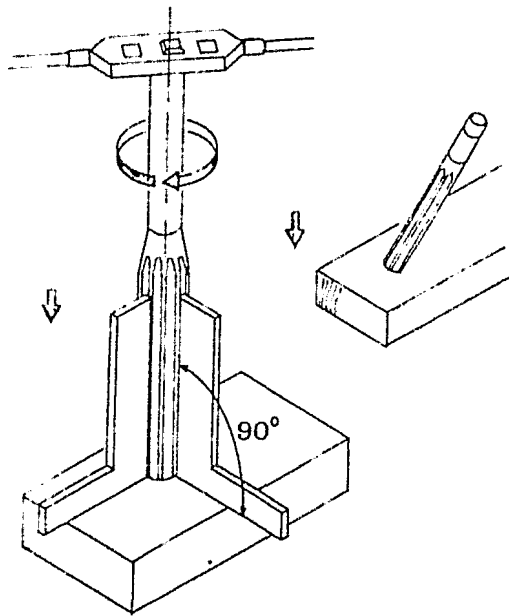


fig. 98

Sí se aplica la herramienta oblicuamente o sí se ladea algo la dirección de la presión, el taladro no saldrá redondo, por que los filos habrán arrancado demasiado material en el sitio donde se ejerce la presión. Cuando se presiona demasiado, los dientes pueden engancharse con facilidad y el escariador quedar atascado en el taladro.

- 6) Los escariadores que hayan quedado atascados pueden soltarse de nuevo levantandolos ligeramente con el giramachos al mismo tiempo que se hacen girar cuidadosamente hacia adelante (FIG. 99). Sí se gira hacia atrás se atascan las virutas entre el dorso del diente y las paredes del agujero pudiendo romperse los dientes.

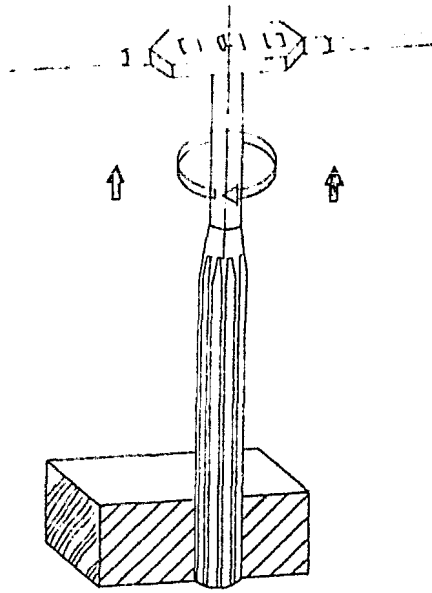


Fig. 99

- 7) Los escariadores son herramientas de caras provistas de cuchillas muy delicadas. Su afilado resulta costoso y es solo posible utilizando montajes especiales. Por estas razones deben ser tratados con mucho cuidado los escariadores y habrán de guardarse de tal modo que no puedan en absoluto producirse deterioros a consecuencia de choque o de caídas.

#### MACHUELOS.

Es una herramienta que se utiliza para hacer roscas interiores de --pequeño diámetro operandolos manualmente. Y consta de las siguientes partes (FIG.100).

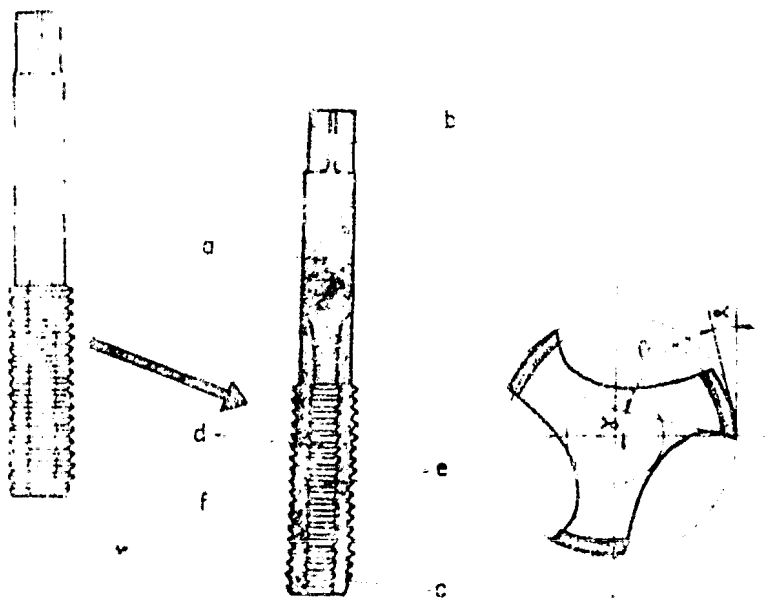


Fig. 100



REFERENTE A FIGURA 100.

- a) Mango; b) Cuadrado de arrastre; c) Parte cónica roscada;  
 d) Cuchillas de corte; e) Parte cilíndrica roscada;  
 f) Acanaladuras.

Las cuchillas o filos del macho de roscar se obtienen por fresado de 3, 4 ó más ranuras longitudinales (ranuras de viruta) en la periferia de un perno roscado hecho de acero de herramientas. La forma y la posición de los filos cuneiformes se amoldan a las características de los materiales que se han de trabajar.

El valor del ángulo de ataque ( $\gamma$ ) que se aprecia en la figura 100, depende del material a roscar. Para materiales duros el ángulo será pequeño y para un material blando y dúctil será grande; frecuentemente toma los valores siguientes:

Para bronce .....	0°
Para aceros aleados.....	5°
Para aceros al carbono.....	15 a 20°
Para fundiciones .....	10 a 15°
Para metales ligeros.....	20 a 25° (útil de tres acanala- duras)

Con el ángulo de incidencia ( $\alpha$ ) como se aprecia en la figura 100, se logra evitar el rozamiento entre herramienta y superficie a tallar, influyendo además en la calidad de los flancos de las roscas. Su valor suele oscilar de 12 a 20°. Este ángulo se obtiene por medio de un procedimiento de rectificadado que se denomina destalonado, que va disminuyendo el radio del macho desde el filo de corte hacia atrás, en un valor tal que abarca desde el valor máximo admisible del diámetro (en el filo) al mínimo (punto final del cuchillo). Por tanto, este valor depende de la dimensión del macho que, una vez fabricado, no se puede corregir.

El destalonado se realiza en máquinas especiales al final del proceso de fabricación del macho, es decir después de templearlo.

El ángulo de filo ( $\beta$ ) de la figura 100, se elige tanto mayor cuanto más duro y resistente sea el material. Eso tiene como consecuencia que a grandes ángulos de filo (hasta 70°) le correspondan ángulos de ataque pequeños (de cero a +5°). Se evitan los ángulos de ataque negativos, porque de lo contrario se tendría un efecto de rascado y no uno de corte.

Todos los machuelos tienen una conicidad para facilitar su penetración en el agujero a roscar.

Para el trabajo a mano, la práctica ha demostrado que se obtienen mejores resultados al fraccionar la talla en tres partes (FIG. 101), mediante el empleo de un juego de tres machos denominados:

- Macho 1 ó iniciador
- Macho 2 de desbaste ó intermedio
- Macho 3 de acabado.

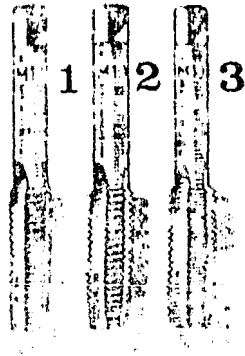


fig. 101 Los juegos de machos de roscar distribuyen el trabajo de arranque de viruta sobre varios filetes.

El machuelo inicial para el roscado manual tiene un cono de  $8^{\circ}$ , el segundo ó intermedio es de  $20^{\circ}$  y el tercero o de acabado es de  $40^{\circ}$  (ver FIG. 102)

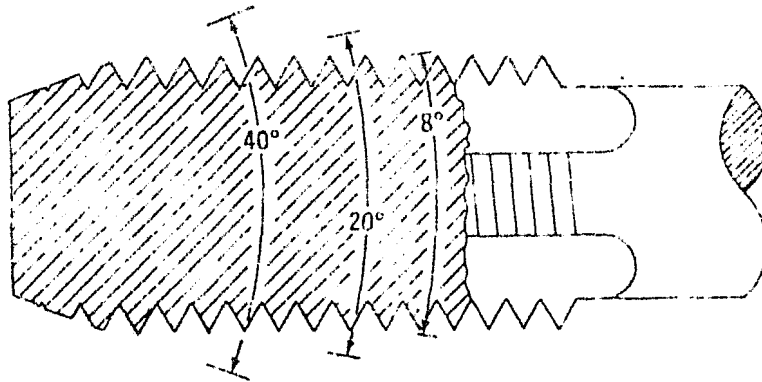


fig. 102 Conicidad del machuelo.

El ángulo  $8^{\circ}$  facilita la penetración del machuelo en el corte inicial en cualquier tipo de agujero, ya sea sin salida ó con salida. Cuando se trate de roscar un agujero sin salida es necesario usar los tres machuelos (inicial, intermedio y de acabado) con el fin de roscar lo más profundo posible, para un agujero con salida no es necesario usar el machuelo de acabado, ya que con el intermedio, haciendolo pasar lo suficiente podemos lograr la rosca completa.

Los machuelos para el roscado manual, cuando se trate de materiales duros debe de operarse con avances y retrocesos sucesivos, con el fin de romper la rebaba y así evitar el atascamiento; cuando es necesario roscar un material blando, sí es posible eliminar los avances y retrocesos sucesivos, y por tanto se procede a avanzar hasta el final y luego retroceder.

Otro tipo de machuelo es el de extensión y se utiliza para roscar tuercas o agujeros muy profundos en partes estrechas (FIG. 103).



fig. 103 Machuelo de extensión.

## TARRAJAS.

Para roscar diámetros grandes se utilizan las tarrajas (fig. 104), que son herramientas que van provistas de dos mandíbulas de corte que deslizan en una guía en forma de tejado que lleva el volvedor. Se sujetan a través de una pieza de presión con ayuda de un tornillo.

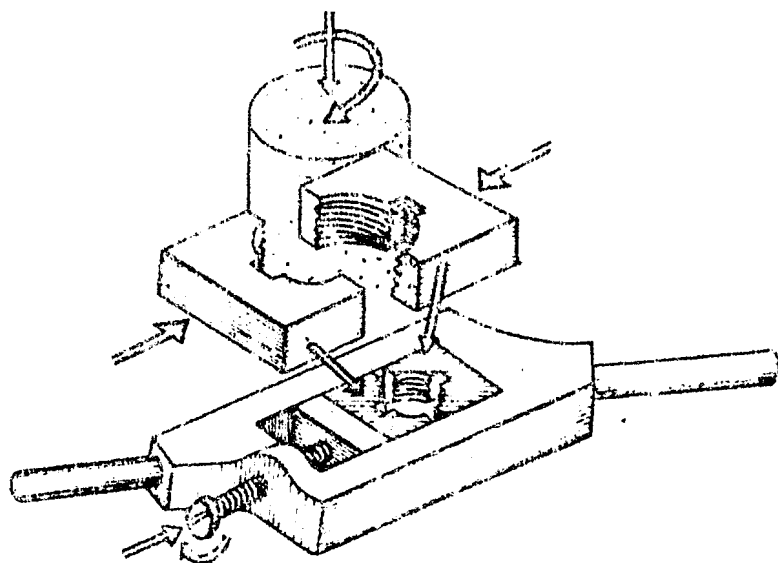


fig. 104 Mandíbulas de corte en dos piezas y ajuste de las mandíbulas en la tarraja.

Existen tarrajas especiales, como las destinadas al roscado de tubos, llamadas tarrajas patentadas, poseen mandíbulas de corte desplazables radialmente (fig. 105).

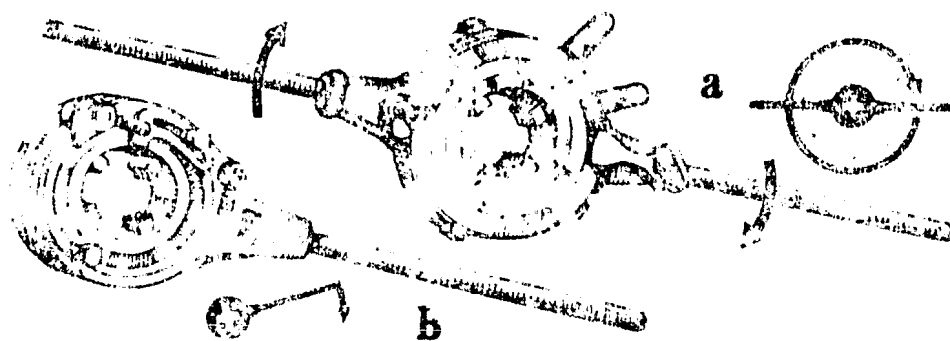


fig. 105 Procesos de movimiento en tarrajas para tubos. a) Movimiento circunferencial de corte dado mediante movimiento progresivo de giro en un mismo sentido; b) movimiento circunferencial de corte mediante movimiento de vaivén obtenido a través de una chicharra.

Siempre que para distintos diámetros de tubo permanezca el paso igual, podrán utilizarse las mismas mandíbulas para tallar varias roscas.

El movimiento de corte se obtiene mediante una palanca de un brazo y

además con la ayuda de una carraca o chicharra se puede escoger el roscado a derecha o a izquierda.

Las tarrajas para roscar tubos se pueden separar fácil y rápidamente de la rosca terminada. Con ayuda de un movimiento de giro de la cápsu la se separan radialmente las mandíbulas de corte y se levanta la herramienta.

El proceso para trabajar la tarraja es sencillo. Primeramente se selecciona el dado y maneral adecuado, en el extremo de la barra a filetear se le hace un bisel o chaflán para facilitar la entrada del dado, éste puede hacerse en el torno, esmeril ó lima. Se sujeta la barra en tornillo de banco, que ésta quede perpendicular a la horizontal; si la barra es muy larga se colocará horizontal como el caso de los tubos.

Colóquese, el dado de roscar en la caja del maneral con la parte grabada hacia arriba, pues en la cara opuesta están achaflanados los filetes para facilitar el comienzo de la rosca. Si la tarraja tiene guía, ajuste para un juego libre de la barra a roscar.

Colóquese el dado en el extremo de la barra donde se hará la rosca y ejérsase presión con una mano sobre el dado, haciéndolo girar a la derecha. Una vez que se han empezado a formar los filetes, gírese el dado con el maneral en sentido de las manecillas del reloj (si la rosca es derecha), de dos o tres vueltas para romper las virutas que obstruyen la tarraja.

Verifíquese que el dado esté a escuadra con la barra a roscar de lo contrario haría un roscado defectuoso. (ver figs. 106 y 107)



fig. 106 Posición horizontal de la tarraja.



fig. 107 Sujeción apropiada del maneral.

#### Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Con objeto de que las mandíbulas recambiables y la pieza de presión no se coloquen en posición equivocada, van marcadas con las letras A-B-C, que dan el orden en que deben colocarse (ver fig. - 104).
- 2) Cada mandíbula va marcada con la designación de la rosca, por ejemplo 12,7 mm (1/2").
- 3) Las tarrajas permiten un ajuste progresivo de las cuchillas. Con ello se evita que puedan arrancarse los filetes de rosca, cosa que suele suceder sobre todo con roscas de diámetro grande. El trabajo de arranque de viruta se reparte sobre más filetes de rosca.
- 4) Las tarrajas de roscar van a veces provistas de anillos especiales de guía para facilitar el corte recto de la rosca.
- 5) Los anillos están ajustados a los distintos diámetros de perno y son recambiables.
- 6) Para la medición y comprobación de roscas en el taller se emplean pies de rey y plantillas o galgas de roscas. Por medio del pie de rey pueden medirse los diámetros exteriores de la rosca y del núcleo, siempre que el instrumento de medida posea las cuchillas de medición para realizar medidas exteriores (figs. 108 y 109).

Si se plantean muy severas exigencias al ajuste de las piezas roscadas será necesario emplear instrumentos de medida más costosos y

sensibles. Estos instrumentos son, por ejemplo, el palmer o micrómetro, los calibres límites para agujeros roscados y los calibres de herradura para roscas.

- 7) En el roscado de materiales duros suele utilizarse aceite, taladrina, aceite de coco, etc., como elemento refrigerante y lubricante disminuyendo el rozamiento entre herramienta y pieza, con lo que se precisa un par de corte menor.

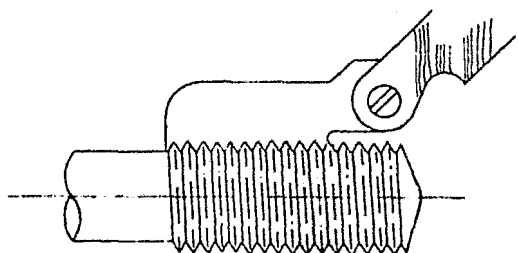


fig. 108 Plantillas o -  
calibres de roscas.

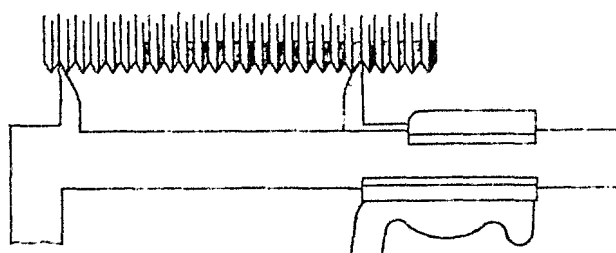


fig. 109 Cuchillas de medición  
de un pie de rey.

## RASQUETAS.

La rasqueta o rascador es una herramienta que tiene como finalidad ejecutar la operación de rasqueteado, la cual consiste en arrancar virutas diminutas de una superficie previamente mecanizada para lograr su perfecto alisado y la mayor planitud posible (Fig. 110).

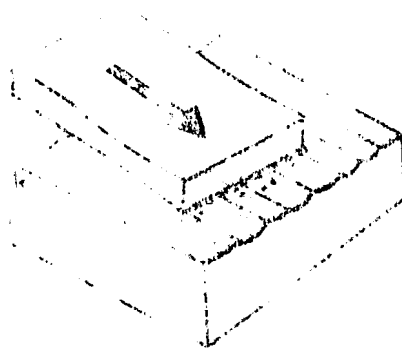


fig. 110

Por lo anterior podemos definir una rasqueta como una herramienta con filo que actúan sobre la superficie de la pieza arrancando, por rascado, el material que forma las crestas de las rugosidades o las zonas más abultadas de la pieza, para lograr una superficie más plana y más tersa (Fig. 111)

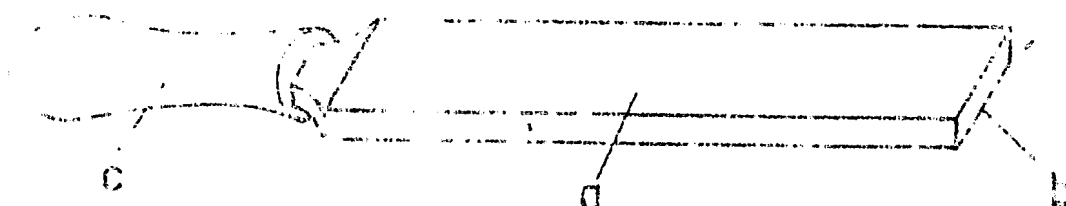


Fig. 111 Partes de la rasqueta. a) Cuerpo; b) Filo cortante; c) mango.

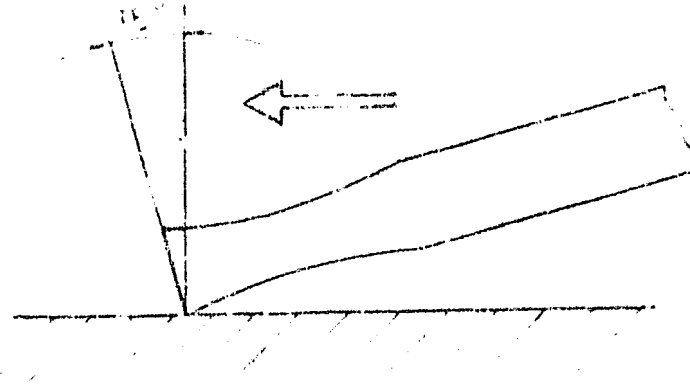
Existen fundamentalmente cuatro tipos de rasquetas:

- a) De empuje para superficies planas.
- b) De superficies planas de tirón.
- c) De forma de cuchara para agujeros.
- d) De forma triangular para agujeros.

a) Rasquetas de empuje para superficies planas.

Este tipo se utiliza para el rasqueteado previo, es decir, el rasque

teado de desbaste. Su ángulo de corte es cero, para evitar que se clave sobre el material, ya que en vez de quitar las zonas salientes, lo que haría es producir hoyos, actúa con un ángulo de ataque negativo (Fig. 112).



fig, 112

b) Rasquetas de superficies planas de tirón.

Esta rasqueta se emplea para el rasqueteado final, la zona de su cuchilla, como se indica en la figura 113, suele actuar con un ángulo de ataque muy pequeño.

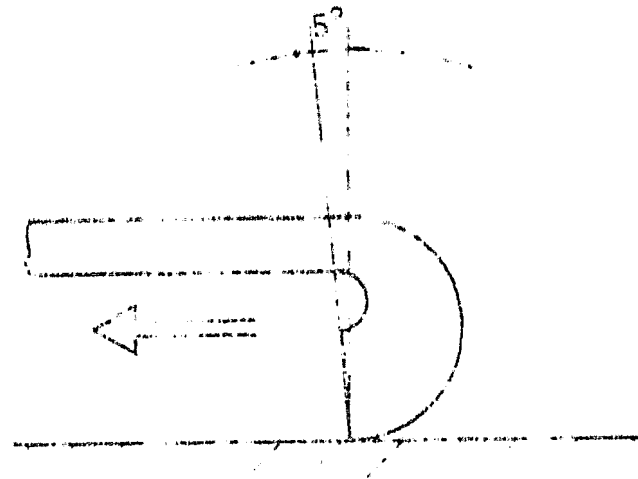


fig. 113

c) Rasquetas de forma de cuchara para agujeros.

También se le conoce como rasquete para cojinetes; es una herramienta delgada construida de acero templado, la cual tiene una forma curvada especial. Se utiliza para rasquetear la superficie de los cojinetes cilíndricos cuando se ajustan los árboles a ellos, también para el rasqueteado de agujeros y para superficies planas aunque no es conveniente (Fig. 114).

d) Rasquetas de forma triangular para agujeros.

Es una herramienta de acero templado que se emplea para quitar rebabas o salientes agudos internos de los casquillos blandos y piezas similares (fig. 115).



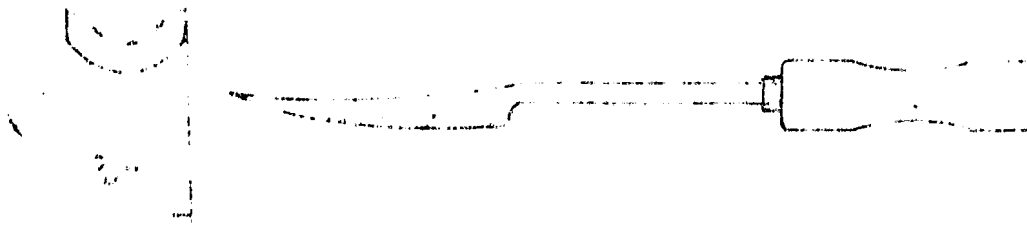


fig. 114

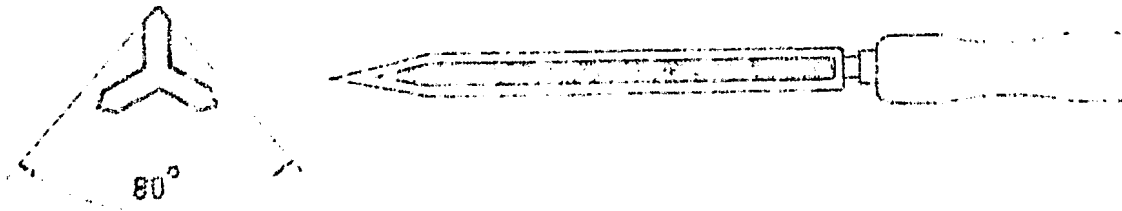


fig. 115

El rasqueteado requiere de medios auxiliares para su correcta utilización, como son: mármol o placa de entintado, reglas de entintado y tintas (figs. 116 y 117).

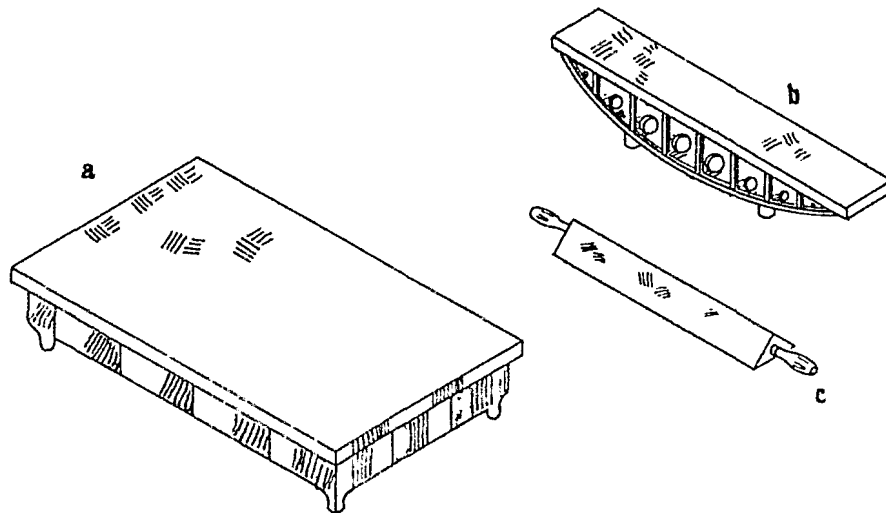


fig. 116 a) mármol o placa de entintado; b y c) reglas de entintado.

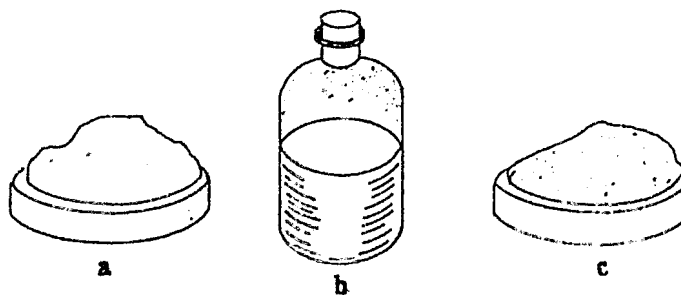
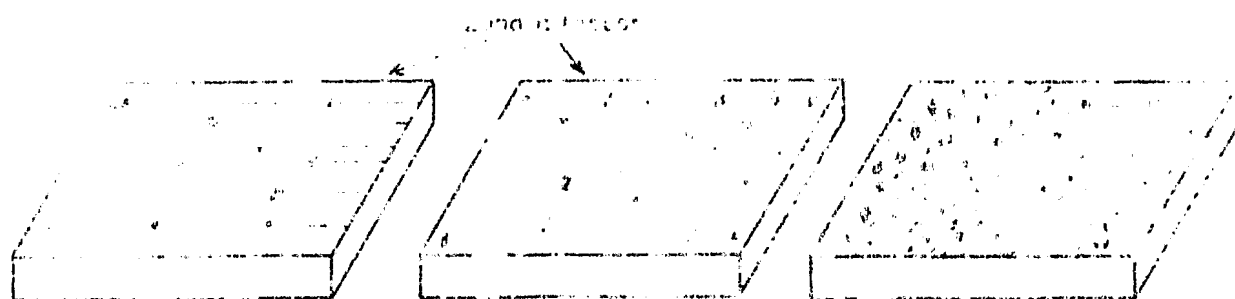


fig. 117 Receta para una pintura de entintado. a) azul de Berlín o rojo de París; b) aceite; c) tizá; estos ingredientes se mezclan entre sí.

En el rasqueteado es preciso disponer de una superficie de referencia que permita comprobar, por comparación, la exactitud de la operación. Para ésto se utilizan el mármol o placa y reglas de entintado.

Las tintas se emplean para aplicar una fina capa sobre la superficie patrón y luego se desliza la pieza sobre el patrón, o viceversa que marcará con la mancha los puntos que sobresalen (fig. 118).



1a. Pasada

Pasada intermedia

Acabado

fig. 118

Formas de manejo de cada una de las rasquetas antes mencionadas:

a) De empuje para superficies planas.

Se empuñará el mango fuertemente con la mano derecha y con la mano izquierda se aplica presión en la punta realizando pequeños desplazamientos hasta hacer desaparecer la mancha.

b) De superficies planas de tirón.

Casi de igual procedimiento que el anterior, pero en vez de empujar se realizarán tiros, se empuña el mango con la mano derecha y se hacen presiones con la mano izquierda.

c y d) De forma de cuchara para agujeros y de triángulo.

El rasqueteado de casquillos también requiere gran pericia. Generalmente se emplea el eje que va a ir montado, como superficie de referencia. Cubriendo dicho eje con una capa finísima de tinta y haciéndolo girar y desplazarse en el interior del casquillo dejará marcas, que se irán eliminando, con rasqueta de cuchara pudiendo utilizarse la de triángulo también, y en operaciones sucesivas se logrará la calidad deseada, (fig. 119).

La rasqueta de cuchara o la de triángulo, se empuña por el mango con la mano derecha haciendo presión con la izquierda, imprimiendo con la mano derecha además del movimiento de avance se imprime una ligera

oscilación sobre el eje del brazo. La figura 120 muestra la forma co  
rrecta de sujetar la herramienta.

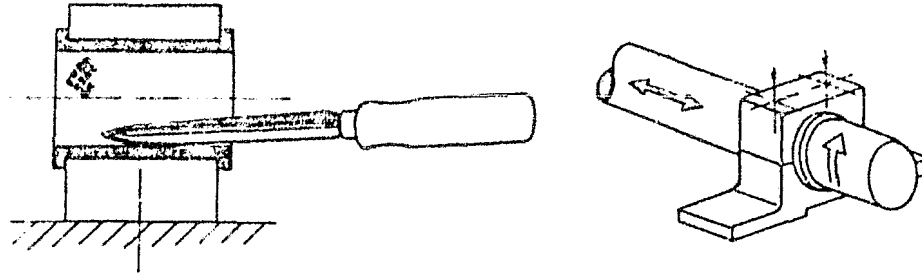


fig. 119



fig. 120 Forma correcta de sujetar la herramienta.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) La herramienta debe enjuagarse y limpiarse antes de ser colocada en la caja de herramientas.
- 2) Seguir las recomendaciones de uso de cada una de las herramientas, ya que cada una de ellas nos sirve para realizar un determinado trabajo. De esta manera se aumenta la vida de la herramienta.
- 3) Si no ha de usarse la herramienta durante algún tiempo, es conveniente engrasarlas de vez en cuando para evitar la oxidación.

## LIMAS.

Una lima es una herramienta de acero duro que tiene filas paralelas de aristas cortantes o dientes sobre su superficie. En ambas caras anchas las filas de estrias son, por lo general, cortadas diagonalmente al canto. Un extremo de la lima es de forma puntiaguda para ajustar en él un mango de madera.

Las partes de una lima se denominan: espiga, talón, cara, canto y mango (fig. 121).

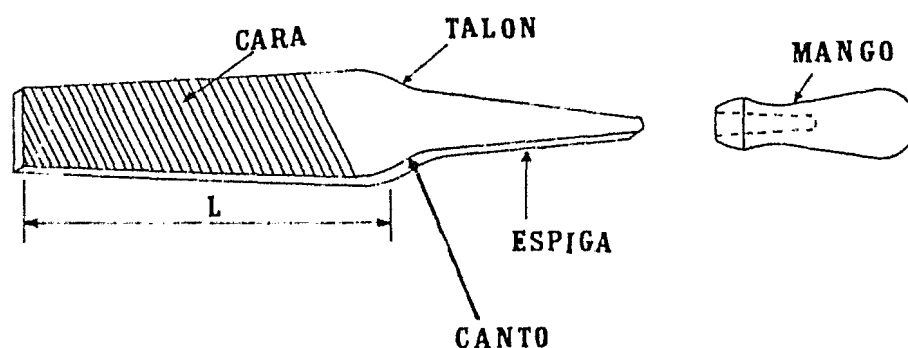


fig. 121 Partes de una lima.

Cuando se pasa, bajo presión, una lima sobre la superficie de trabajo, los filos de sus dientes levantan pequeñas virutas ó rebabas que se van alojando en los espacios para virutas que quedan entre diente y diente. Cuando va continuando su avance la lima, las virutas ó rebabas son arrastradas y finalmente expulsadas por el canto posterior de la pieza trabajada (fig. 122).

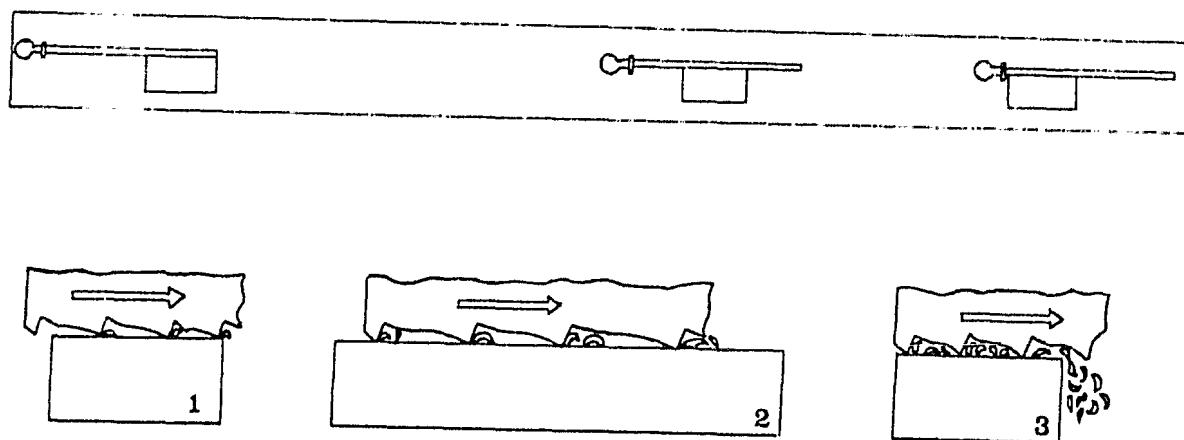


fig. 122 Proceso de arranque de virutas durante el limado.

Las limas las podemos clasificar por:

- a) Su filo.
- b) Su picado.
- c) Su longitud.
- d) Su forma.

a) Clasificación de las limas de acuerdo a su tipo de filo.

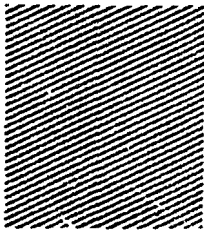
Se conocen como: bastarda, musa y semimusa.

- Bastarda.- Como su nombre lo indica, para debaste del material.
- Musa.- Para dar el acabado y la medida exacta.
- Semimusa.- Para quitar el rayado y lo áspero.

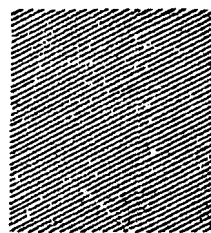
b) Clasificación de las limas de acuerdo a su tipo de picado.

Se dividen en dos clases: de picado sencillo y de picado doble.

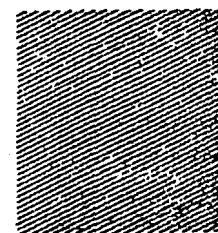
Las limas de picado sencillo tienen las filas o hileras de dientes - según una sola dirección a través de sus caras anchas (fig. 123). Comúnmente se utiliza para materiales blandos.



Picado sencillo  
bastarda o entre  
fina.



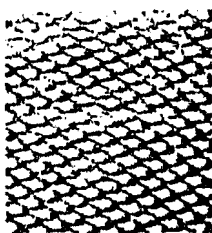
Picado sencillo  
semifina.



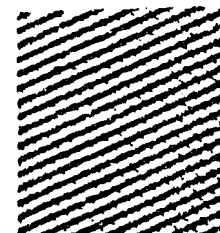
Picado sencillo  
fina.

Fig. 123 Tipos de dientes para limas de picado sencillo.

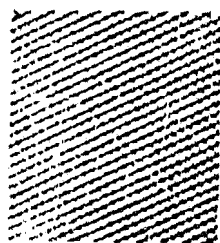
Las limas de picado doble tienen las hileras de dientes como las limas de picado sencillo, pero, además, tienen otras hileras de dientes cortadas diagonalmente a las anteriores (fig. 124). Se utiliza para limado rápido.



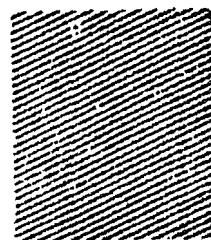
Basto



Entrefino



Semifino



Fino

fig. 124 Tipos de dientes para limas de picado doble.

c) Clasificación de acuerdo a su longitud.

La longitud de una lima es de la punta al talón (fig. 125), en general la longitud de las limas es:

En milímetros: 75, 100, 125, 200, 250, 300, 350 y 400; (En pulgadas: 3, 4, 5, 8, 10, 12, 14 y 16)

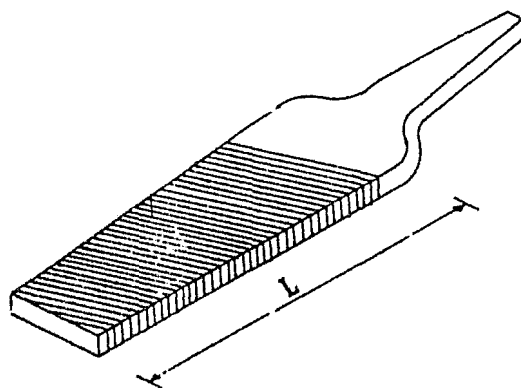


fig. 125

d) Clasificación de las limas de acuerdo a su forma (fig. 126).



1

1. De mano



2

2. Plana



3

3. Fresa



4

4. Rectangular estrecha



5

5. Plana de punta



6

6. Cuadrada



7

7. Redonda



8

8. Triangular



9

9. Media caña



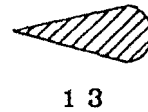
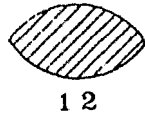
10

10. De cuchillo



11

11. Sierra cabrilla



12. De dos curvas

13. Ovalada

fig. 126 Sección transversal de las limas.

1. Lima de mano. La lima de mano tiene sus bordes paralelos y caras ligeramente convexas; de picado doble, la mayoría bastardas, pero también entrefinas, finas y extrafinas. Utilizada para dar acabado a las piezas en el torno, para limar las rayas que dejan las herramientas de corte en las máquinas y para conseguir superficies planas casi acabadas.
2. Lima plana. La lima plana tiene sus bordes y sus caras convexas hacia la punta; de picado doble, la mayoría bastardas, pero también entrefinas y finas. Es la lima de uso general en el taller, se utiliza más comunmente cuando se requiere de un corte rápido.
3. Lima fresa. La lima fresa tiene sus caras convexas y sus bordes pueden ser paralelos o convexas; de picado simple, la mayoría bastardas, se usa para limar metales blandos como el aluminio, bronce, latón, etc.
4. Rectangular estrecha. Esta lima tiene bordes paralelos y caras convexas; de picado doble, la mayoría bastardas, pero también entrefinas, finas y extrafinas, el espaciado de los dientes es similar a la de mano. Utilizada en trabajos generales para lugares estrechos.
5. Lima plana de punta. La lima plana de punta tiene sus bordes paralelos del talón a su parte media, convexa tanto en sus caras como en sus bordes hasta terminar en punta; de picado doble, la mayoría bastardas. Util en el taller para limar muescas y pequeñas ranuras.
6. Lima cuadrada. La lima cuadrada puede ser de caras convexas o de caras paralelas, ambas de picado doble bastardas. La de caras convexas es utilizada para agrandar aberturas de forma cuadrada o rectangular y la de caras planas para el agrandado de muescas o canales de chaveta muy largos.
7. Lima redonda. La lima redonda puede ser cilíndrica o cónica de su parte media a la punta; de picado doble, la mayoría bastardas. Utilizada para agrandar agujeros redondos, trabajar superficies curvas.
8. Lima triangular. La lima triangular es cónica en su punta; las de picado doble son bastardas y las de picado sencillo son entrefinas. La bastarda es utilizada para limar ángulos agudos y acabado

de cantos; la entrefina que son más pequeñas que las bastardas, se utilizan para afilar sierras de mano.

9. Lima media caña. La lima media caña su parte curva converge en la punta; de picado doble, la mayoría bastardas, pero también entrefinas y finas. Se utiliza para trabajar superficies curvas.
10. Lima de cuchillo. La lima de cuchillo tiene su borde delgado recto y su borde más ancho converge en la punta; de picado doble, la mayoría bastardas. Utilizada para el acabado de ángulos agudos y para acabar las caras de las muescas muy estrechas.

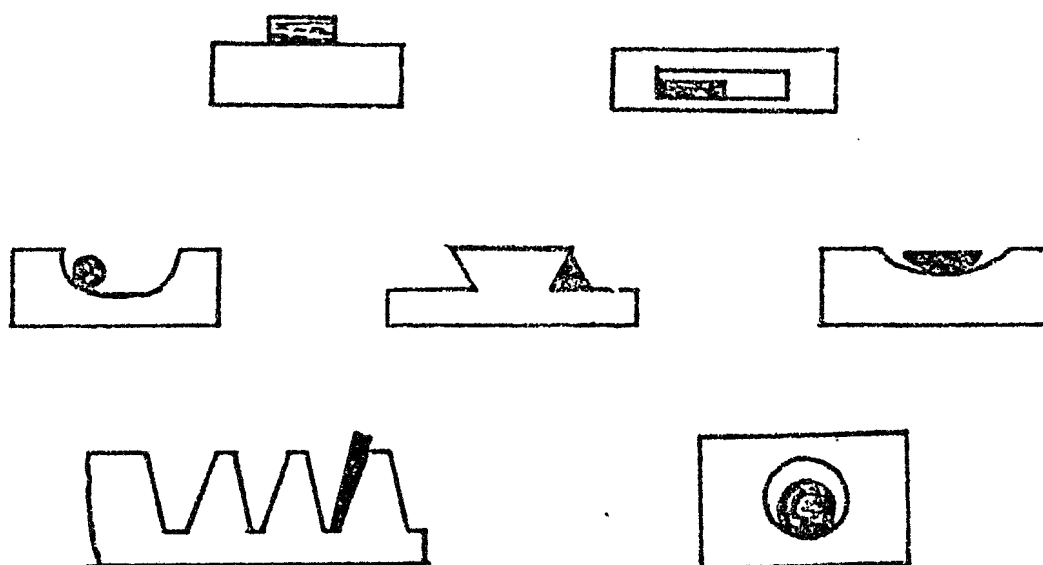


fig. 127 Algunas aplicaciones de las limas en diferentes trabajos.

La forma correcta y normal de sujetar la lima es como se indica en la figura 128, el mango con la mano derecha, con el dedo pulgar hacia arriba, el brazo y el antebrazo deben estar aproximadamente perpendiculares; con la mano izquierda un poco más extendida se sujeta el extremo de la lima con la base del pulgar sobre ella y se doblan los dedos por abajo; ésta sujeción es para trabajos de desbaste.



fig. 128 Sujeción correcta de la lima para trabajos de desbaste.



Para trabajos de acabado, la sujeción de la lima debe ser más suave, como se indica en la figura 129 ó bien otra forma es como se indica en la figura 130 con las manos casi junto a la pieza, esta forma es adecuada para piezas pequeñas.



fig. 129 Sujeción de la lima para acabado.

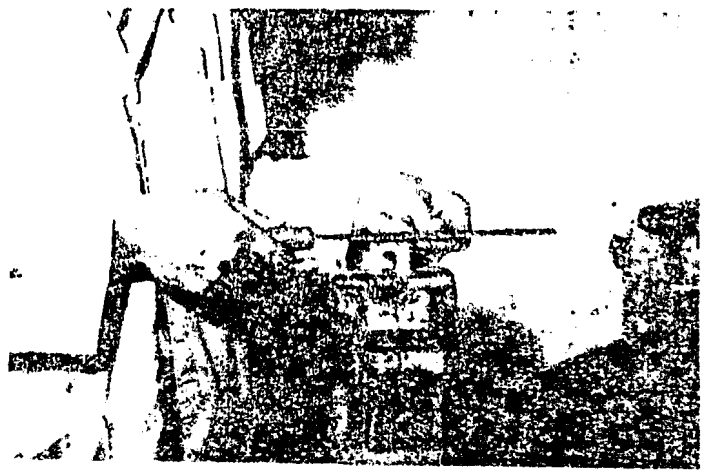


fig. 130 Otra forma de sujeción para acabado de piezas pequeñas.

La forma correcta de limar es realizando el corte en la carrera de la lima hacia adelante, o sea en esta carrera hay que ejercer presión hacia abajo y hacia adelante. La carrera de retroceso debe ser con la lima apoyada pero sin ejercer la mínima presión, ambos movimientos deben ser lo más recto posible.

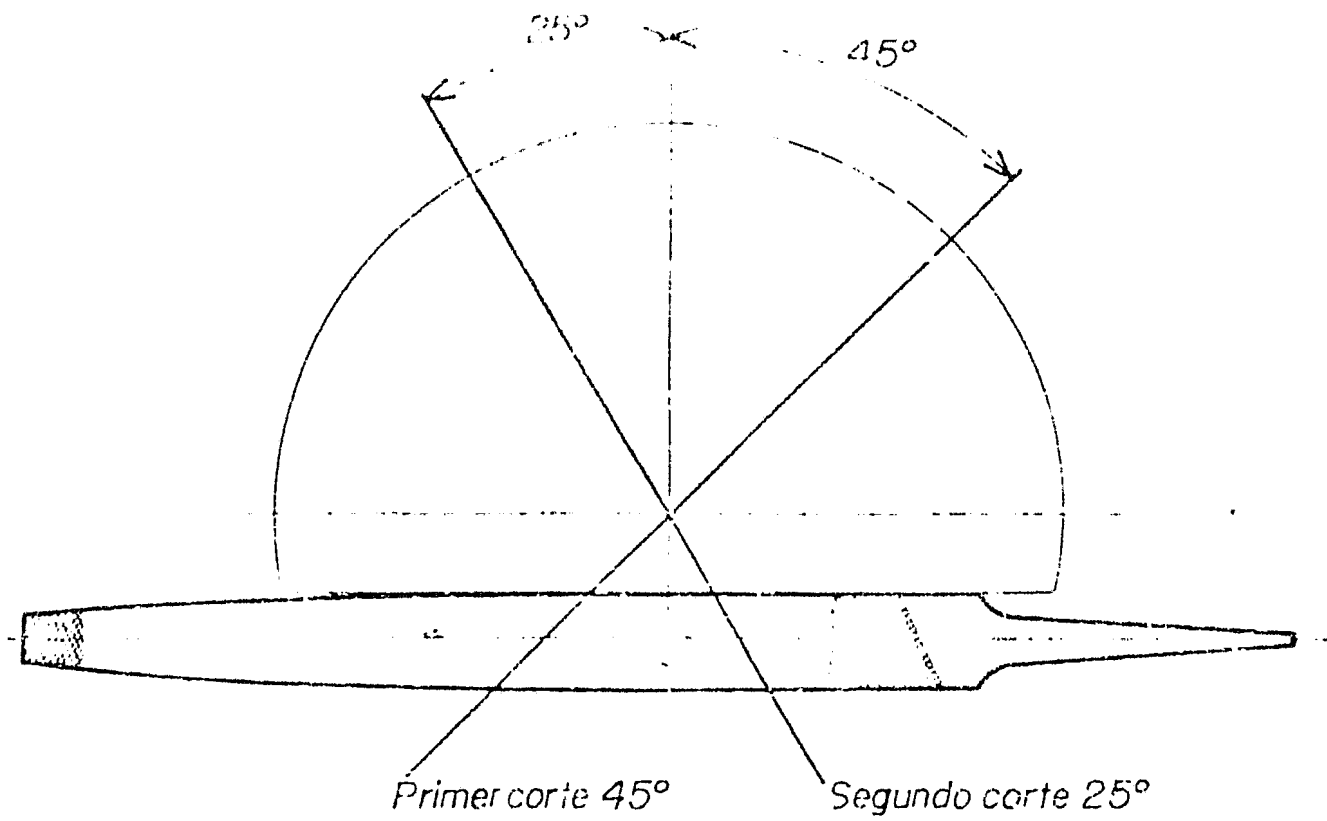
NOTA: Nunca debemos levantar la lima en la carrera de retroceso, ya que al apoyarla nuevamente sobre la superficie, difícilmente lo lograremos hacer paralelamente a ésta, originando cortes indeseables en la orilla de la pieza.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Emplear la lima adecuada para cada trabajo.
- 2) Antes de emplear una lima, colóquese un mango bien ajustado.
- 3) No limar piezas templadas.
- 4) No quite la corteza con la cara de la lima, hágalo con la orilla.
- 5) Limpie con frecuencia la lima, con una carda de alambre.
- 6) No toque la superficie que está limando con los dedos, la lima pierde su efecto cortante, se engrasa.
- 7) Se recomienda no encimar las limas una sobre otra.

- 8) No guardar las limas sin antes haberlas limpiado.
- 9) Evite la caída de las limas y no se empleen como palancas.

## MEDICION DE LOS ANGULOS DE CORTE.



b) HERRAMIENTAS MANUALES DE CORTE POR GOLPE.

CINCELES.

Es una herramienta hecha de acero de herramientas, de perfil hexagonal y octogonal, comunmente llamado acero de cinceles, de una medida conveniente para el manejo. Un extremo está formado para la operación de corte; el otro extremo se deja romo para recibir los golpes de martillo. Por lo general, los cinceles se forjan a la forma requerida, y luego son recocidos, templados y revenidos; finalmente se procede al afilado de la arista de corte.

La finalidad del recocido es la de eliminar las tensiones internas del metal desarrolladas durante la operación de forjado, obteniéndose así un cincel tenaz y resistente. El temple del metal hace posible mantener una arista de corte afilada en el cincel. El revenido reduce la fragilidad del metal de modo que el filo cortante del cincel es menos propenso a la fractura. Todos estos procesos, recocido, temple y revenido, están incluidos en los llamados tratamientos térmicos; en el capítulo III se tratará más profundamente sobre este tema.

El cincel consta de las siguientes partes (fig. 131):

- a) Extremo en forma de cuña con filo.
- b) Cuerpo de forma prismática y sección rectangular, hexagonal, etc., de unos 20 a 30 cm de longitud.
- c) Cabeza donde es golpeado por el martillo.

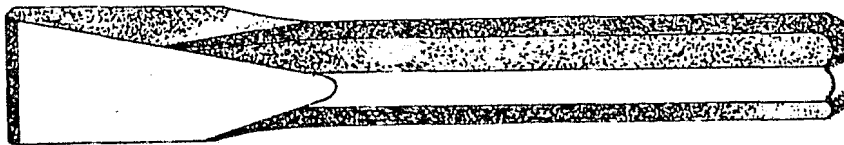


fig. 131 Cincel.

La parte principal del cincel es la parte activa que tiene forma de cuña. De todos es conocida la acción hendidora de la cuña (fig. 132).

El cincel se emplea primordialmente para tronzar barras de acero, cortar chapas y también para arrancar virutas o rebabas en pequeñas cantidades. Para cincelar se necesita además el martillo; por su medio, la parte en cuña del cincel se introduce en la pieza que se trabaja, trozándose así el material o arrancándose virutas (fig. 133).

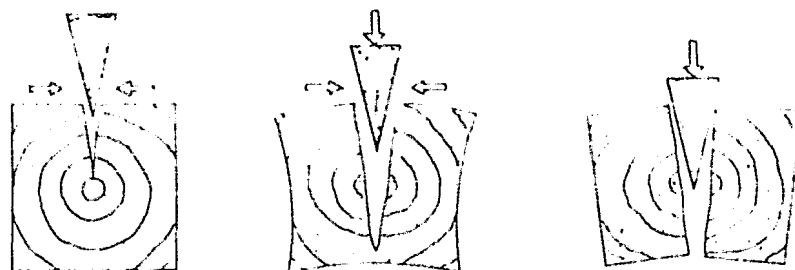


fig. 132 Acción hendidora de la cuña.

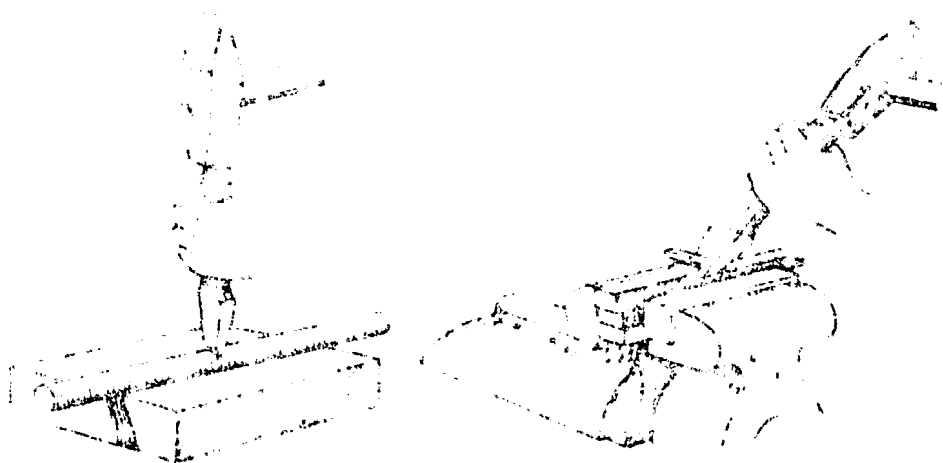


fig. 133 Acción de tronzado y de arranque de viruta del cincel.

El ángulo de corte de los cinceles (dos chaflanes) varía entre 60 y 70 grados dependiendo de la clase de material a cortar. Para materiales duros como el acero, el ángulo debe ser mayor que para materiales blandos como el bronce (fig. 134).

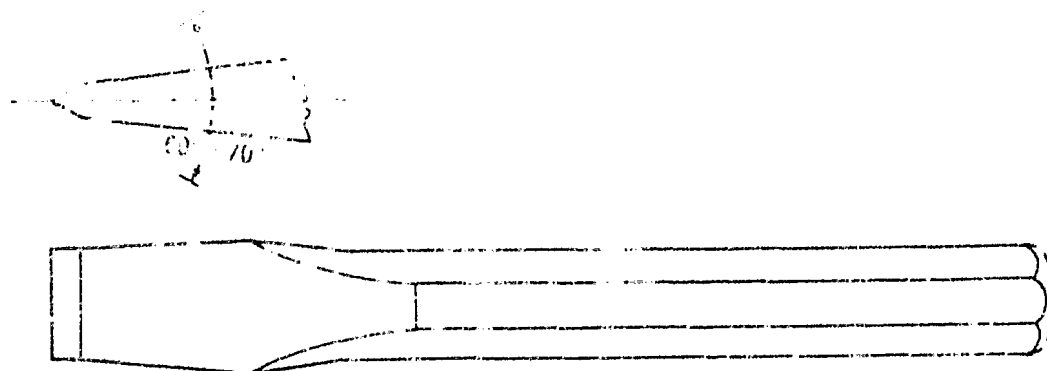


fig. 134

De acuerdo con las múltiples posibilidades de empleo de los cinceles como herramientas para tronzar, para levantamiento de virutas o para cizallar o recortar, existe una gran variedad de tipos de cincel que

se diferencian entre sí principalmente por la forma del filo. A continuación se describen los cinceles de uso más común:

- a) Cortafrío.
- b) Buril.
- c) Buril de punta redonda.
- d) Cincel de punta de diamante.

a) CORTAFRÍO.

El cortafrío es el tipo más común de cincel. Se emplea para cincelar superficies planas y para cortar plancha metálica delgada. Recibe el nombre de cortafrío por que se usa para cortar metales que no han sido calentados (fig. 135).

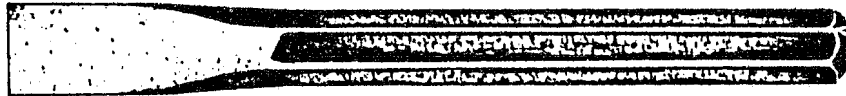


fig. 135 Cortafrío.

b) BURIL.

El buril es un cincel estrecho cuya forma es la que muestra la figura 136. Se emplea sobre todo para cincelar ranuras y chaveteros.



fig. 136 Buril.

c) BURIL DE PUNTA REDONDA.

El buril de punta redonda también llamado buril de uña, tiene el extremo cortante redondeado y se utiliza para desbastar superficies cóncavas tales como un rincón de radio interior. También se emplea en el trabajo de taladrado para cortar una pequeña regata en el canto oblicuo de un agujero descentrado, a fin de que la broca quede obligada a desplazarse hasta ocupar nuevamente la posición correcta concéntrica con el trazado ( fig. 137).

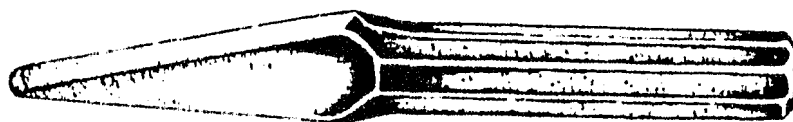


fig. 137 Buril de punta redonda.

d) CINCEL DE PUNTA DE DIAMANTE.

Este tipo de cincel (fig. 138) se utiliza para cortar regatas en V o para cincelar en rincones agudos.

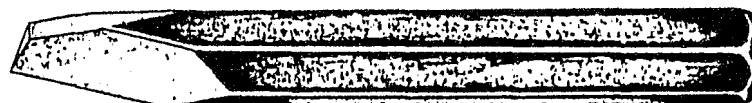


fig. 138 Cincel de punta de diamante.

En todos los trabajos de cincelado, el martillo debe empuñarse por el extremo del mango, aplicando los dedos pulgar, mayor y anular a modo de mordaza y ciñendo holgadamente al rededor del mango los otros dos dedos, índice y meñique. De esta forma el mango del martillo será impulsado y balanceado más firmemente y con mayor facilidad sin cansar la mano, consiguiendo así una mayor rigidez que cuando sea asido con los cuatro dedos.

El cincel debe sujetarse de modo que su cabeza se encuentre unos 25 mm por encima del pulgar y del índice, y asirse fuertemente con los dedos mayor y anular. El índice y el pulgar deben mantenerse flojos por que así los músculos están relajados y tanto los dedos como la mano están menos propensos a ser lastimados si sufren un martillazo. El filo del cincel debe situarse sobre el punto donde se desea cortar, formando un ángulo que permita a dicho filo seguir la superficie de acabado deseada (fig. 139). Después de cada golpe de martillo, el cincel ha de situarse de nuevo en la posición adecuada para el corte siguiente.

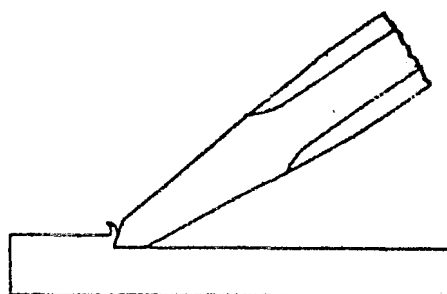


fig. 139 Cincel.

En todos los trabajos que se realizan con el cincel de mano debe dir girse la vista no a la cabeza del mismo sino a su filo. Unicamente - operando así puede examinarse si la posición actual del filo coincide con el corte que se va haciendo.

Los golpes de martillo deben realizarse jugando con la articulación del húmero y no con la del codo (fig. 140).



fig. 140 Trabajo de cincelado.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Sujetar convenientemente la pieza de modo que no pueda salir despe dida como consecuencia de los golpes y lesionar a un compañero.
- 2) Proteger a los demás y a uno mismo de las virutas que pueden ser desprendidas con gran energía. Para ello debe utilizarse:
  - Gafas para el operario que realiza el trabajo.
  - Pantalla protectora contra virutas si hay compañeros cerca. Esta puede estar formada por una lona, tela metálica espesa o contrachapado, sujeto sobre una borriqueta.
- 3) Deben evitarse los martillazos inseguros y flojos. Mientras se gol pea deben tenerse en cuenta las recomendaciones respecto a la suje ción de las herramientas y no distraerse, ya que la falta de aten- ción puede ocasionar un resvalamiento del cincel o desvío del mar- tillo con peligro de golpearse la mano que sujeta el cincel, produ ciendo la correspondiente lesión u otro tipo de accidente (fig. - 141). El operador debe concentrarse siempre que maneje herramien- tas.
- 4) Tener la precaución de quitar las rebabas o virutas que se forman en la cabeza del cincel para que no exista, en ningún momento, el riesgo de desprendimiento violento de partículas como consecuencia



de los golpes.

- 5) Seleccionar el cincel más apropiado al trabajo concreto que se de sea realizar.
- 6) Comprobar el perfecto estado del filo y en caso contrario proce-  
der al afilado antes de iniciar el trabajo.
- 7) Utilizar un martillo adecuado al cincel y al trabajo a realizar,  
su peso suele oscilar entre 450 a 800 gr según el espesor de viru-  
ta, ancho de corte, etc.
- 8) La herramienta se afila bajo pequeña presión, y en posición adecua-  
da, a la periferia de una muela de esmeril dotada de gran veloci-  
dad, de tal modo que las caras esmeriladas formen entre sí un ángu-  
lo de 40 a 50° para el trabajo de materiales blandos y de 50 a 60°  
cuando sean más duros los materiales con que se haya de emplear el  
cincel (fig. 142 y 143).
- 9) Hay que comprobar continuamente el buen asiento de las cuñas de  
los martillos.

Los mangos de martillo, hechos generalmente de madera de fresno se secan y con ello se encogen. La cuña queda floja y el martillo pue-  
de salir disparado (peligro de accidente). Como los mangos se man-  
tienen más gruesos por el extremo por el que se agarra, puede vol-  
verse a fijar bien el martillo para asegurarlo contra el citado pe-  
ligro, recalcándolo sobre el banco y metiéndole nuevamente, a gol-  
pes, la cuña (fig. 144)



fig. 141 Seguridad en el trabajo.

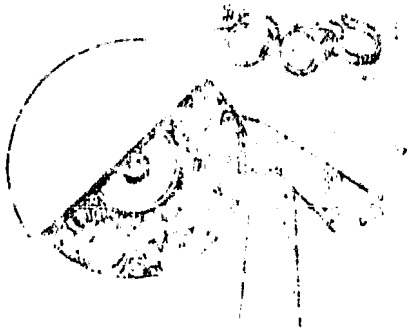


fig. 142

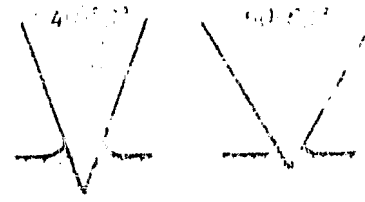


fig. 143

Cuidados con los útiles de trabajo.

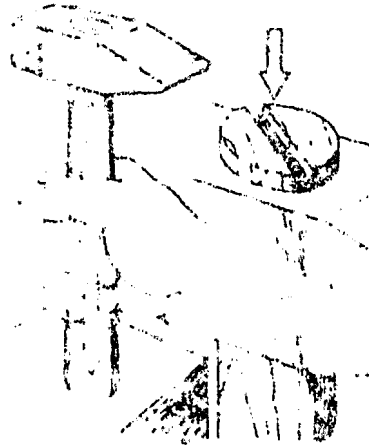


fig. 144

## PUNZONES.

El punzón es una herramienta larga, de acero, que se sostiene con la mano; uno de sus extremos percute contra la pieza, siendo el otro apto para recibir los golpes del martillo. Los punzones de mano se construyen generalmente con acero redondo templable. La parte correspondiente al corte o filo, redonda o de otra forma cualquiera (fig. 145) se forja previamente, se lima a su medida definitiva y se temple. Hacen de filo las agudas aristas de la superficie inferior y de contrafilo las paredes interiores de una tuerca o también las fibras de un taco de madera dura.

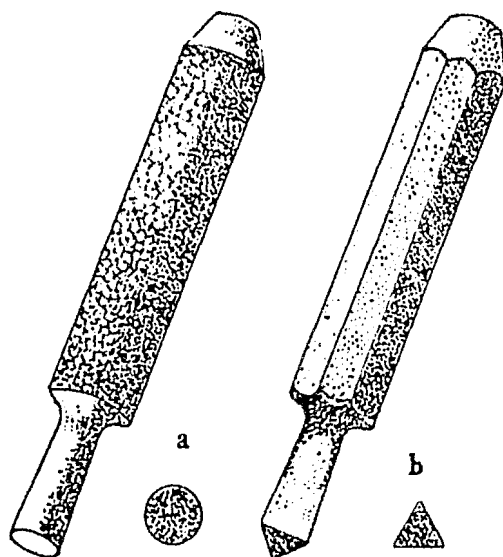


fig. 145 Punzones para agujeros redondos (a) y triangulares (b).

Existen diversos tipos de punzón, utilizados cada uno para diversos tipos de trabajo:

- a) Punzón cónico.
- b) Punzón cilíndrico.
- c) Contrapunzón.
- d) Punzón para centros.
- e) Granete automático.
- f) Punta de señalar.

## a) PUNZON CONICO.

El punzón cónico, es una herramienta larga, de acero con conicidad en el extremo percusor, que se usa para alinear o conformar agujeros en dos o más piezas que luego deben unirse, a fin de que los tornillos o los remaches puedan introducirse más fácilmente en dichos agujeros (fig. 146).

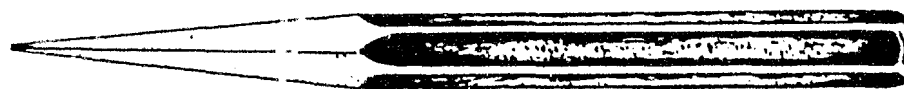


fig. 146 Puntero o punzón cónico.

b) PUNZON CILINDRICO.

El punzón cilíndrico es una herramienta con un extremo percusor largo y cilíndrico que se emplea para hincar, o extraer, pasadores cilíndricos y cónicos, chavetas y clavijas. Este tipo de punzón se fabrica en diferentes tamaños, desde 1,5 a 10 mm (1/16 a 3/8 de plg.) de diámetro (fig. 147).

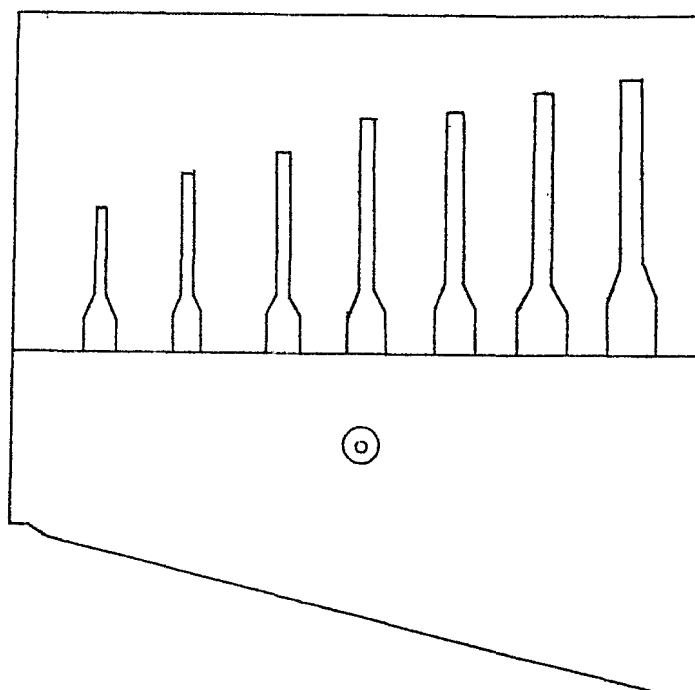


fig. 147 Juego de punzones cilíndricos.

c) CONTRAPUNZON.

El contrapunzón o punzón de marcar (fig. 148), es de acero de herramientas y rectificado de modo que termine en una punta fina cuyo ángulo de cono es de  $30^\circ$  a  $60^\circ$ . Se usa para trazar líneas de poca profundidad o marcar las intersecciones de rectas de trazado, para situar centros de agujeros, y para señalar una pequeña marca de centro para puntos de división cuando se trazan círculos o dimensiones espaciadas. Las marcas ligeras efectuadas con el contrapunzón pueden desplazarse en caso de error inclinando la herramienta y golpeándola con el martillo.



fig. 148 Contrapunzón.

## d) PUNZON PARA CENTROS.

El punzón para centros o granete es similar al contrapunzón salvo la punta que, en esta herramienta, suele tener un ángulo de conicidad de  $90^\circ$ . Se emplea para marcar la situación de agujeros que han de taladrarse y también para ayudar a que el taladro se inicie en el punto correcto (fig. 149).



fig. 149 Punzón para centros.

## e) GRANETE AUTOMATICO.

El granete automático (fig. 150) efectúa marcas de contrapunzón de medida uniforme sin emplear el martillo. El capuchón moleteado puede girar para determinar la profundidad de la marca. Para efectuar una marca sólo es necesario situar la punta del contrapunzón automático y apretar hacia abajo. Cuando se usa con un accesorio de espaciado, esta herramienta puede trazar rápidamente dimensiones uniformemente separadas (fig. 151).

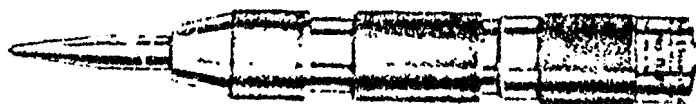


fig. 150 Granete automático.

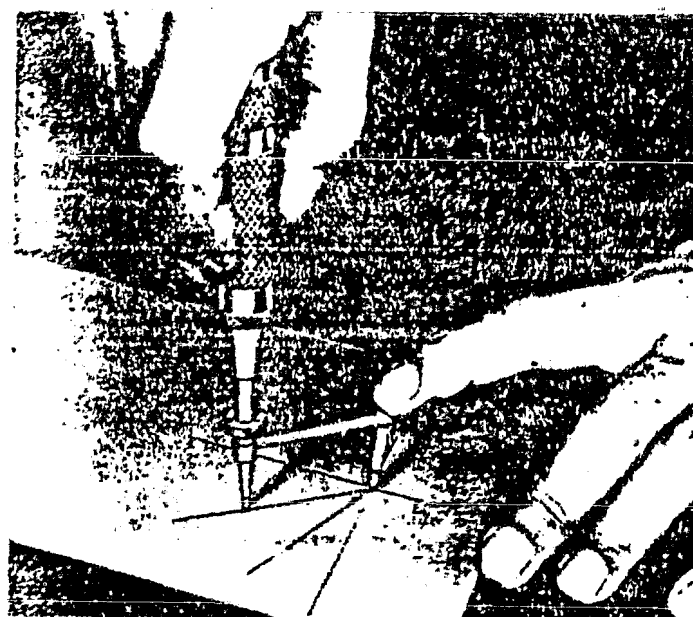


fig. 151 Granete automático con accesorio de espaciado.

## f) PUNTA DE SEÑALAR.

La punta de señalar o de trazar (fig. 152) es una herramienta delgada de acero, utilizada por los trazadores para marcar (señalar) o rayar líneas sobre metal cuando se efectúan mediciones.

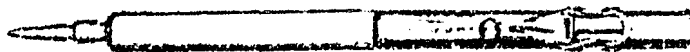


fig. 152 Punta de señalar de bolsillo.

Los agujeros se consiguen en las planchas más delgadas del modo más sencillo con ayuda de un punzón a mano (fig. 153) que se golpea poniendo la plancha sobre un apoyo no demasiado blando (placa de plomo ó de madera dura).

Cuando se trata de planchas o de llantas o de barras de perfil más gruesas no es suficiente ya para hacer el agujero el esfuerzo de percusión desarrollado con el martillo de mano. Para estos trabajos es más bien necesario el empleo de una prensa de punzonar (punzonadora).

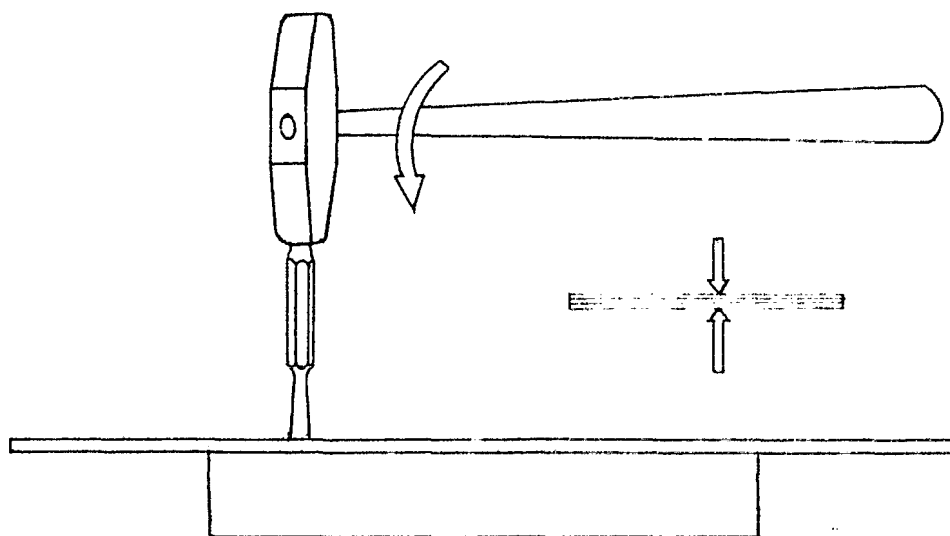


fig. 153 Agujereado con punzón de mano.

La sujeción del punzón de mano (fig. 154) se hace de igual forma que la del cincel, con la diferencia de que el cincel debe llevar un ángulo de inclinación al realizar la operación con el fin de facilitar el arranque de viruta. En cambio el punzón debe formar un ángulo recto con respecto a la superficie de trabajo, ya que si existe alguna inclinación el corte o el recorte podría ser defectuoso.

Se entiende por corte el proceso de trabajo llamado agujereado, el material arrancado es un desperdicio y cae en forma de disco. Sí, empero, el material arrancado de la plancha se emplea como pieza el proceso de trabajo lo llamaríamos de recortado.

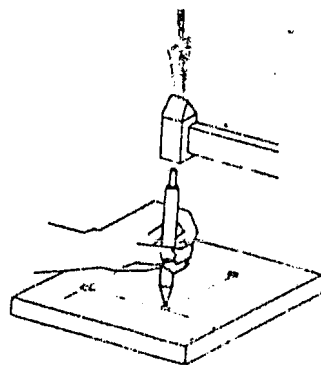


fig. 154

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Los materiales más recomendables para la operación de punzonado deben ser tenaces y dúctiles, como el acero blando, el cobre y latón blandos y el aluminio. En cambio los materiales frágiles o duros, como el acero de herramientas o el de resortes y el hierro colado, se rompen cuando se trata de agujerearlos.
- 2) El espesor del material no debe jamás ser mayor que el diámetro del agujero.
- 3) Cuando se agujerea con el punzón de mano se debe emplear como apoyo o calce de material plomo blando o madera dura (haya, roble, arce, etc.).

#### 4. HERRAMIENTAS MANUALES DE GOLPE.

Como su nombre lo indica, son herramientas de percusión que se utilizan para golpear a otras herramientas, como cinceles, buriles, tajaderas, etc., o directamente sobre el material para conseguir deformarlo: acortarlo, alargarlo, enderezarlo, aplanarlo, doblarlo, cortarlo, etc.

La deformación o también el enderezado de los materiales con herramientas manuales de golpe, exige gran destreza manual y un sentido certero sobre el comportamiento del material frente a las variaciones de forma que se le exigen.

Existe una gran variedad de tipos de herramientas manuales de golpe, que se diferencian tanto en su forma como en sus pesos. Ambas características deben ir en función del tipo de trabajo a realizar y del material a golpear.

El trabajo con chapas delgadas de material blando requerirá el empleo de herramientas ligeras, mientras que grandes piezas de acero exigirán otras de mayor peso, según esto, tenemos los siguientes tipos:

- a) Martillos.
- b) Mazos.
- c) Otros martillos: repujado, aplanado, embutido.
- d) Marros.

Las herramientas manuales de golpe constan de dos elementos principales: cabeza y mango (fig. 155).

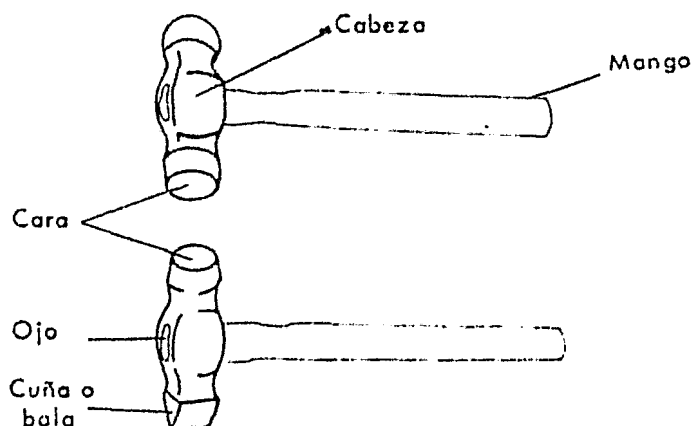


fig. 155

**Cabeza:** Es un bloque de acero o de material no metálico que consta de las siguientes partes: cara (parte plana), cuña o bala (de forma muy variable según los tipos) y ojo, que es un orificio en forma troncocónica al que se fija el mando por presión y efecto de cuña (fig. 156).



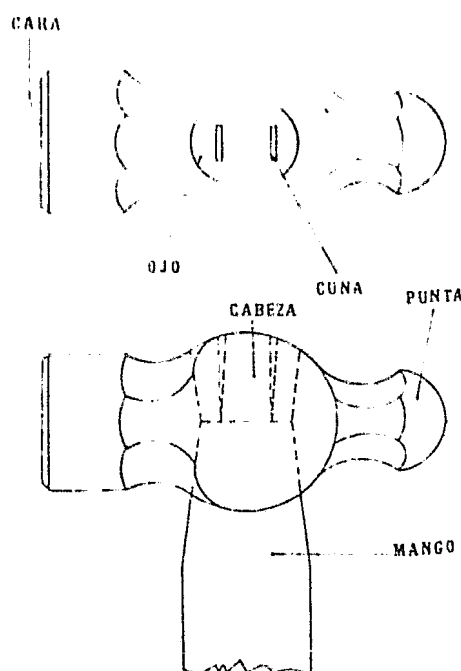


fig. 156 Partes del martillo de punta de bola.

Mango: Es de madera, generalmente de fresno. Su sección suele ser elíptica, con lo que se aumenta su resistencia en la dirección de los golpes. Su fijación a la cabeza se hace más fuerte clavándole una pequeña cuña de acero, que hace aumentar la presión entre el mango y las paredes del ojo (ver fig. 156).

#### a) MARTILLOS.

El martillo es una de las primeras herramientas usadas por el hombre. Ha venido mejorándose desde el día en que el hombre de la edad de piedra obtuvo uno atando una piedra a un palo o rama arrancada de un árbol, pero todavía consta de dos partes principales: cabeza y mango. En la actualidad se emplean diversas variedades de martillo; algunos de estos tipos se describen brevemente a continuación.

Tipos de martillos más corrientemente utilizados en la industria metal-mecánica.

- 1) Martillo de punta de bola.
- 2) Martillo de punta recta.
- 3) Martillo de punta transversal.

El martillo de punta de bola (fig. 157), cuya cara plana se emplea para trabajos en general, utilizándose la punta redondeada particularmente para remachar, el de punta recta (fig. 158), y el de punta transversal (fig. 159). Estos dos últimos se usan también para trabajos en general, sirviendo sus puntas para estirar o expandir a mano. Las cabezas de acero de este grupo varían en tamaño desde 170 gr (6 onzas) hasta aproximadamente 1 Kg (2.2 lb).

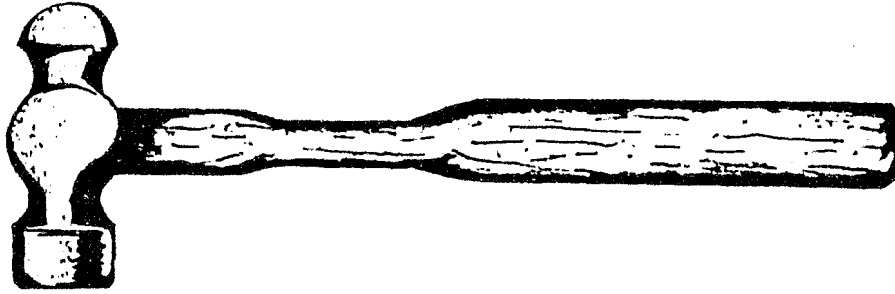


fig. 157 Martillo de punta de bola.

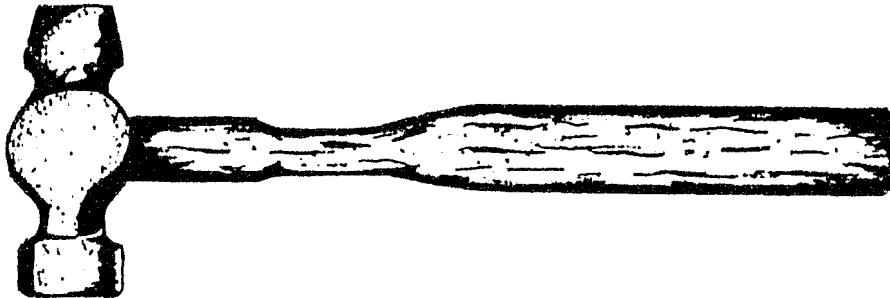


fig. 158 Martillo de punta recta.

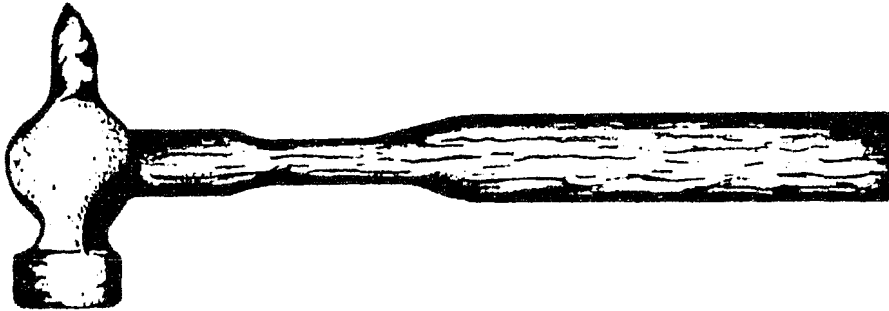


fig. 159 Martillo de punta transversal.

Existen también los martillos con cabeza de plomo, cobre o metal anti fricción (fig. 160), los cuales se conocen con el nombre de martillos blandos. Se emplean para colocar bien las piezas en una mordaza de máquina, para entrar o guiar un mandril, o para efectuar cualquier operación similar en que la superficie dura del martillo de acero pueda deteriorar la arista o la superficie de una pieza mecanizada.

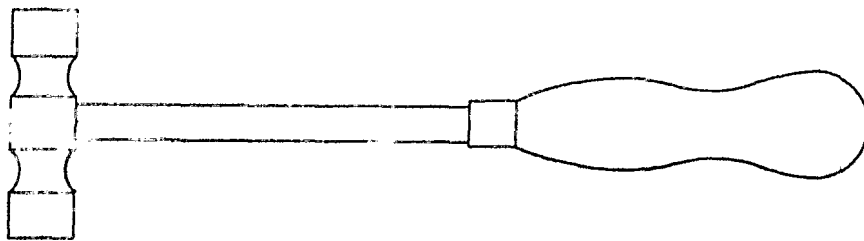


fig. 160 Martillo blando.

## b) MAZOS.

Son herramientas de percusión análogas a los martillos, pero con cabeza de un material no metálico: madera, goma, plástico, etc., o de un metal más blando que el acero (cobre, etc.).

Se utilizan cuando es preciso golpear una pieza que no debe ser deformada ni quedar huella de los golpes en su superficie. En los montajes y desmontajes de piezas y para golpear metales muy blandos (fig.161).

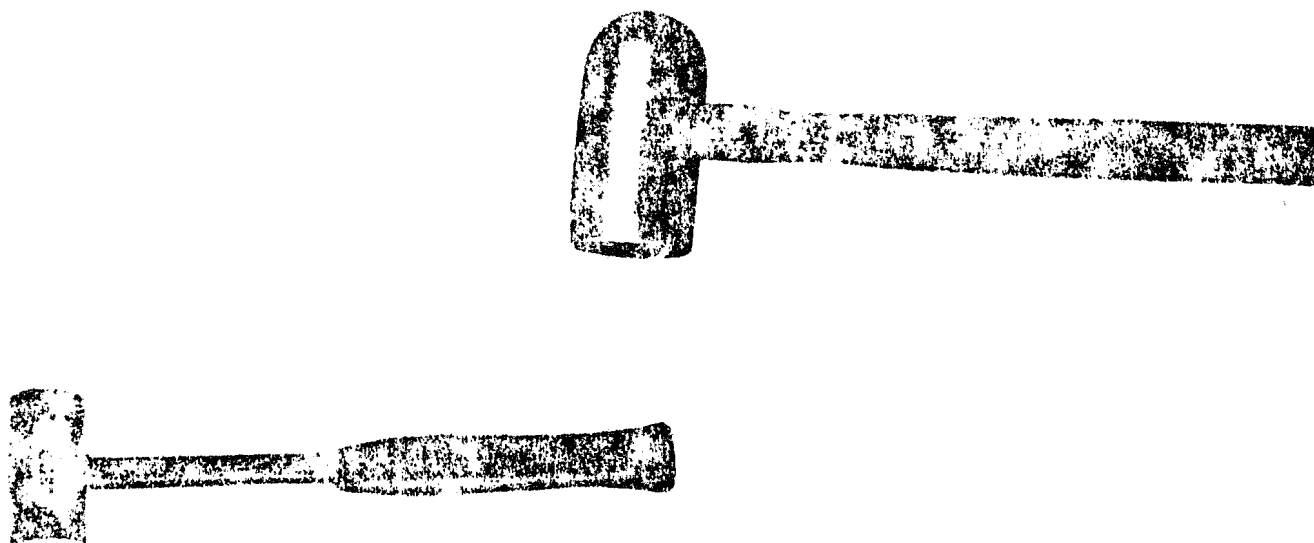


fig. 161 Mazos.

## c) OTROS MARTILLOS.

Existen martillos destinados a operaciones concretas tales como: 1) repujado, 2) aplanado, 3) embutido (fig. 162).

Estas operaciones se realizan a mano en que se obtiene la forma que deseamos dar a la pieza, mediante estirado y recalado o aplastamiento de material en determinados sitios. A continuación se presenta un ejemplo del trabajo de repujado (fig. 163).

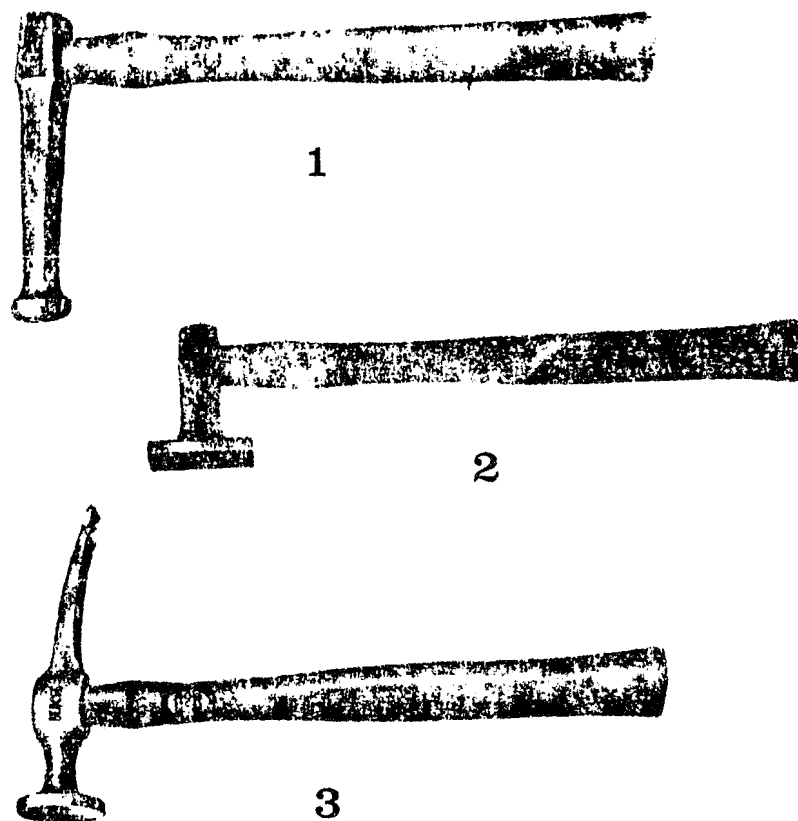


fig. 162 (1) repujado, (2) aplanado, (3) embutido.

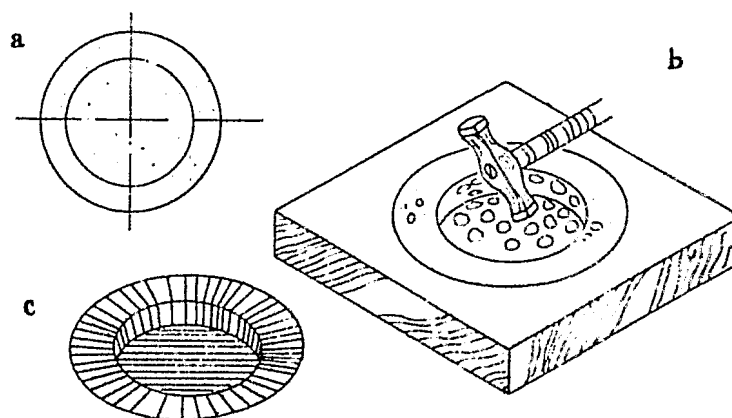


fig. 163 Trabajo de repujado. (a) recorte de cha pa; (b) repujado en el molde (repujado en hueco); (c) pieza terminada.

La indudable dificultad que entrañan las operaciones antes mencionadas, estriban en que toda esta clase de trabajos exige una habilidad manual especial (manejo y dirección de la herramienta, energía de la misma). Aparte de esto, es necesario tener un sentido bien desarrollado para apreciar el posible grado de deformación del material (ductilidad y maleabilidad).

Para estos tipos antes mencionados de herramientas manuales de golpe

(martillos, mazos y otros), la forma de sujeción es la misma, y se describe a continuación: primeramente cabe hacer notar que los golpes realizados con cualquiera de las herramientas antes descritas, se dan en la mayoría de los trabajos haciendo jugar la articulación de la mano (fig. 164). Más raras veces por el contrario, en trabajos duros de enderezado se golpea jugando con la articulación del húmero.

Con suficiente entrenamiento el golpe realizado solo mediante la articulación de la mano garantiza una precisión y una fuerza del golpe exactamente equilibrada.

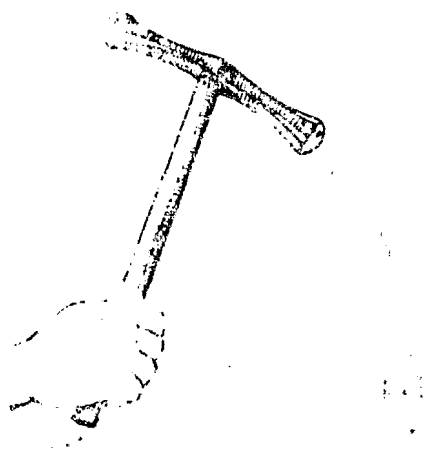


fig. 164.

La sujeción correcta de la herramienta se hace de la siguiente manera: debe empuñarse cerca de su extremo con el fin de obtener el máximo brazo de palanca cuando se balancea la herramienta. No puede darse un golpe fuerte cuando el mango se empuña demasiado cerca de la cabeza ( fig. 165 ).

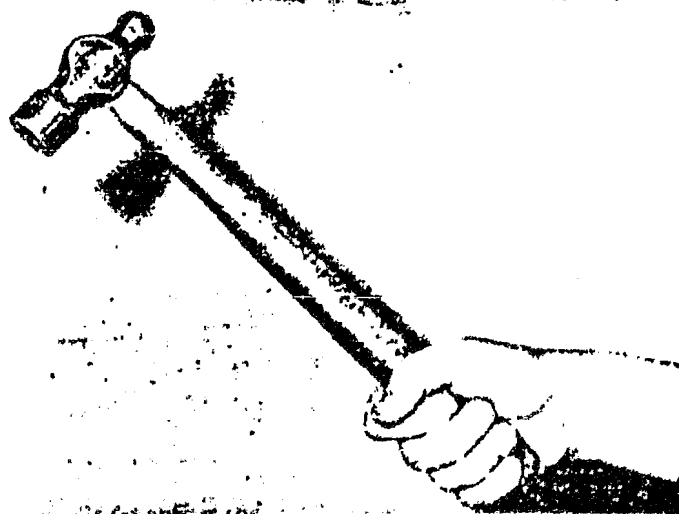


fig. 165 Modo correcto de sujetar un martillo.

#### d) MARROS.

También llamado macho, se utiliza comunmente en la forja. Es un tipo de martillo bastante pesado (hasta 10 Kg), que dispone de un mango

que permite accionarlo con las dos manos, para ello es necesario que trabajen dos operarios: mientras uno sujeta la pieza el otro golpea con el marro (fig. 166).



fig. 166 Forma del marro.

La forma correcta de coger el marro es la siguiente:



fig. 167

Con el marro se golpea indistintamente en la pieza o en otros martillos y herramientas auxiliares (fig. 168).



fig. 168

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) El martillo de punta o peña de bola nunca debemos usarlo para golpear piezas de las máquinas o sobre las máquinas, porque son demasiado duros para esta operación.
- 2) Asegurarse de que está bien colocada la cabeza en el mango con el fin de evitar un accidente.
- 3) Para darle una mayor vida a la herramienta, utilizarla atendiendo a las características del tipo de trabajo a realizar y del material a golpear.

### II.3 HERRAMIENTAS DE CORTE PARA MÁQUINAS-HERRAMIENTAS.

El objeto fundamental de la elaboración de los metales por corte es fabricar piezas de una configuración geométrica requerida y obtener dimensiones exactas y superficies debidamente trabajadas; dicha operación consiste esencialmente en arrancar de las piezas la capa de metal que sobra en forma de viruta, con el auxilio de herramientas de corte que se acoplan en máquinas-herramienta, como son: herramientas para torneado, fresado, mandrinado, mortajado, roscado, etc.

El metal sobrante que se deja en toda pieza a trabajar, y que debe ser arrancado para conseguir la configuración geométrica requerida las dimensiones, precisión y limpieza de superficies de las piezas, es denominado el sobreespesor. La normalización de sobreespesores para la elaboración es de suma importancia en el sentido económico. Los sobreespesores excesivos frenan el proceso de trabajo, aumentan el costo de cada pieza fabricada y el consumo de los metales.

En forma de comparación podemos decir que, por medio de la conformación con arranque de viruta se consiguen generalmente una mayor exactitud de forma y mejor calidad superficial que por los procedimientos que no llevan consigo arranque de viruta.

En el presente estudio, se dará un conocimiento general sobre las herramientas de corte para máquinas-herramientas, las cuales según el uso al que está destinada, pueden asumir infinitas formas.

Según la norma editada por DGN respecto a herramientas de corte para máquinas-herramientas, ésta las clasifica dependiendo si son de corte único o de varios cortes. Nosotros dentro de nuestra clasificación general de herramientas hemos adoptado la misma, considerando a la herramienta de corte único (provista de una arista) como la que sufre las mayores consecuencias, ya que deben cumplir totalmente el trabajo de arranque del material. En cambio la herramienta de varios cortes, los filos se reparten las consecuencias proporcionalmente al número de aristas cortantes.

## 1. HERRAMIENTAS DE CORTE UNICO.

### HERRAMIENTAS PARA TORNEAR.

La forma de las herramientas empleadas para torneear es relativamente sencilla. Es una herramienta monocortante, la cual está normalmente constituida por una barrita de sección cuadrada, rectangular o redonda de acero forjada por un extremo formando la arista cortante. Esta parte se llama punta, la restante, mango (fig.169).

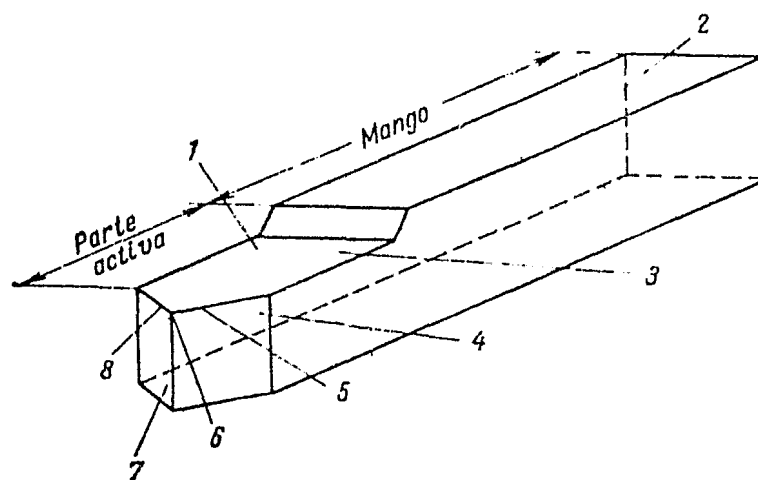


fig. 169 Cuchilla:

(1) cabeza de la cuchilla; (2) cuerpo de la cuchilla; (3) superficie de ataque; (4) superficie de incidencia principal; (5) corte principal; (6) punta de la cuchilla; (7) superficie de incidencia secundaria; (8) corte secundario.

Sus características más relevantes son:

- a) ángulo del filo de corte.
- b) ángulo de ataque.
- c) ángulo de incidencia.
- d) ángulo de inclinación lateral.
- e) ángulo de resistencia o de la punta.

La figura 170 muestra los ángulos que caracterizan la herramienta recta para el torneado de desbaste.



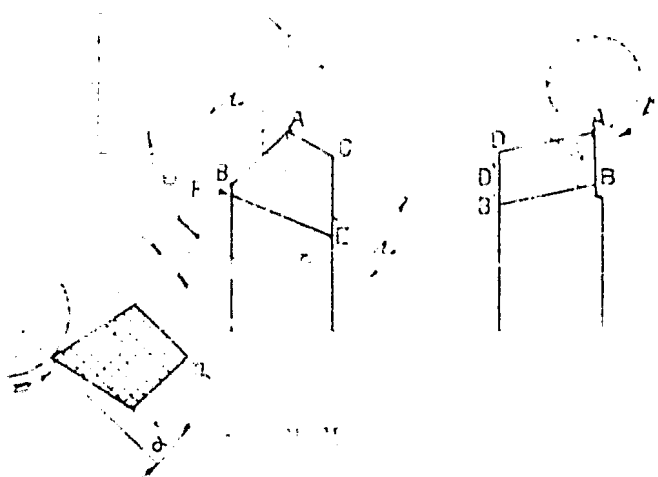


fig. 170 (Ver tablas II. 3. 1, II. 3. 2, II. 3. 3).

- a) El ángulo del filo de corte  $\beta$ , está formado por la superficie de ataque con la superficie de incidencia. Depende, en relación a su amplitud, de la dureza del material a arrancar.
- b) El ángulo de ataque  $\alpha$ , formado por la superficie de ataque con el plano horizontal que pasa por el filo de corte. Respecto a su amplitud, está también en relación a la dureza del material a arrancar.
- c) El ángulo de incidencia  $\delta$ , formado por la superficie de incidencia con el plano vertical que pasa por el filo de corte. Este ángulo se hace necesario, para garantizar la buena penetración de la herramienta y evitar rozamiento de la cara de incidencia con la pieza en fabricación.
- d) El ángulo de inclinación lateral  $\psi$ , formado por el filo cortante con el eje de la barra a tornearse. Tiene una gran influencia sobre la duración del filo cortante.
- e) El ángulo de resistencia o de la punta  $\xi$ , está formado por el filo cortante con la arista secundaria. No tiene influencia sobre el resultado de la operación ni tampoco sobre la importancia de los esfuerzos de corte; pero tiene la importancia para la resistencia que ofrece la punta y para la dispersión del calor producido.

Existe también un ángulo llamado de trabajo el cual está formado por la suma de los ángulos  $\beta$  y  $\delta$  ( $\beta + \delta$ ). Sabemos que  $\alpha + \beta + \delta = 90^\circ$ .

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

- 1) la calidad del material a arrancar.
- 2) la calidad del material que constituye la herramienta.
- 3) la clase de trabajo, o sea, si es desbaste, acabado, etc.

4) las condiciones de trabajo, como son:

velocidad de corte, avance, etc.

Para distinguir las herramientas entre sí toman diversas denominaciones que dependen:

- 1) de la forma de la punta, la cual puede ser de uña, de corte, de pasada, etc.
- 2) de la forma del mango, el cual puede ser recto, de cuello, acodado, etc.
- 3) de la posición del filo de corte respecto al eje del mango; el filo cortante se puede encontrar a la derecha, izquierda o en simetría, teniendo presente de considerar la herramienta por la parte de la punta.
- 4) del grado de trabajo de la superficie que la herramienta debe realizar, el cual puede ser de desbaste o de acabado.

A continuación se exponen algunos tipos de herramientas con su correspondiente denominación (figs. 171, 172, 173 y 174).

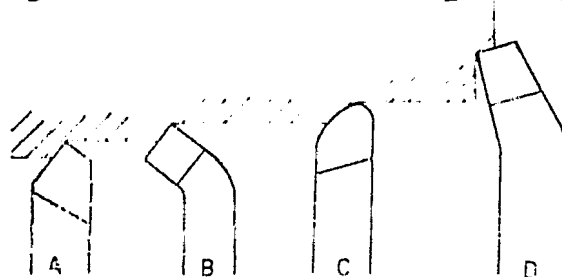


fig. 171 Formas de herramientas para el torneado de desbaste.

(A) recta, derecha, de cilindrar; (B) acodada, derecha, de cilindrar; (C) de bisel, derecha, de cilindrar; (D) acodada, derecha, para refrentar.

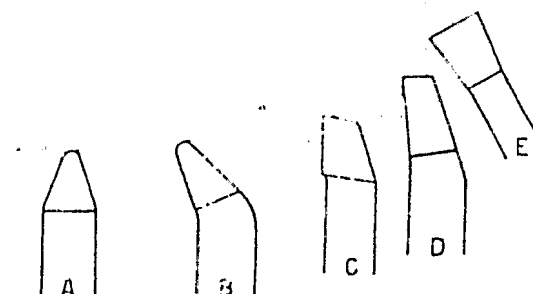


fig. 172 Formas de herramientas para el torneado de acabado.

(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.

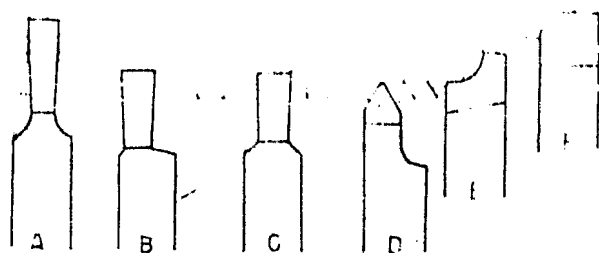


fig. 173 Diversas formas de herramienta de torno.  
 (A) de tronzar, central; (B) para entallas, derecha; (C) pa  
 ra entallas, central; (D) para filetear, derecha; (E) para  
 redondeados convexos; (F) para redondeados cóncavos.

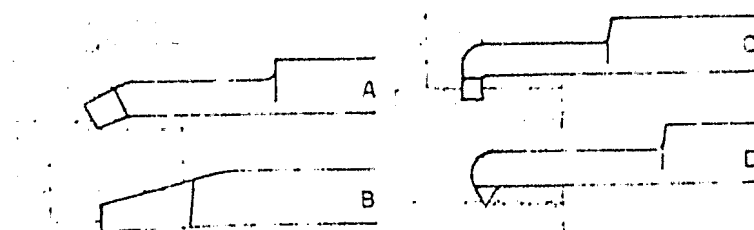


fig. 174 Formas de herramientas para el torneado  
 interior.  
 (A) acodada, derecha, para agujeros pasantes; (B) recta, de  
 recha, para agujeros ciegos; (C) acodada para ranuras inte-  
 riores; (D) de garfio, para el fileteado interior.

Las cuchillas para cilindrado de desbaste, con el filo cortante recti-  
 lineo sirven para el tratamiento previo de las piezas con avance lon-  
 gitudinal.

Las cuchillas para cilindrado de acabado se emplean para el tratamien-  
 to definitivo de las piezas. A fin de conseguir una superficie debida-  
 mente limpia, el radio de redondeamiento de la punta de las cuchillas  
 de acabado es mayor que el de las cuchillas de desbastar.

Las cuchillas para refrentar sirven para el torneado radial transver-  
 sal y para refrentar superficies frontales.

Las cuchillas para tronzar son utilizadas para cortar de las vari-  
 llas las piezas, así como para hacer ranuras estrechas en las piezas.  
 Con el fin de reducir el grado de rozamiento contra la superficie de  
 la pieza, las superficies laterales de la parte activa de estas cuchi-  
 llas tienen un ángulo de inclinación de dos a tres grados.

Las cuchillas para roscar sirven para filetear roscas en las piezas.  
 La configuración de sus filos debe corresponder al perfil de la ranu-  
 ra helicoidal (rosca) a filetear.

Las cuchillas para perfilar se emplean para la elaboración de piezas

perfiladas. Los filos de la cuchilla corresponden al perfil que ha de tener la pieza. Las cuchillas para perfilar trabajan con avance transversal, excepto las cuchillas para roscar que se desplazan en sentido axial.

Las cuchillas para mandrilar se emplean para perforar orificios profundos y pasantes. Las condiciones de trabajo para las cuchillas en cuestión son más complicadas que para las del mecanizado exterior.

Existen tipos especiales de cuchillas para torno como son las cuchillas con plaquitas de metal duro. Debido a que el metal duro es caro, éste se suelda en formas de plaquitas normalizadas sobre mangos de herramienta que puedan ser de acero barato, (ver tablas II. 3. 4, -- II. 3. 5 y II. 3. 6).

Los metales duros hacen posible un gran aumento de la capacidad de corte de la herramienta. Los componentes principales de un metal duro son el wolframio (tungsteno) y el molibdeno, además del cobalto y el carbono.

Con temperaturas de corte de  $900^{\circ}$  C, se manifiestan todavía buenas propiedades de corte y pueden trabajarse con grandes velocidades. Con ésto se reduce el tiempo de trabajo y además la gran velocidad de corte coadyuva a que la superficie de la pieza que se trabaja resulte lisa. Es necesario escoger siempre para el trabajo de los distintos materiales la clase de metal duro que sea más adecuada.

Las plaquitas de metal duro pueden soldarse con cobre ó con latón.

Sabemos, además, que los valores de los ángulos de corte y de incidencia dependen de la calidad del material que constituye la herramienta y de la calidad del material a arrancar. La figura 175 muestra los perfiles de cuchillas con plaquitas de metal duro.

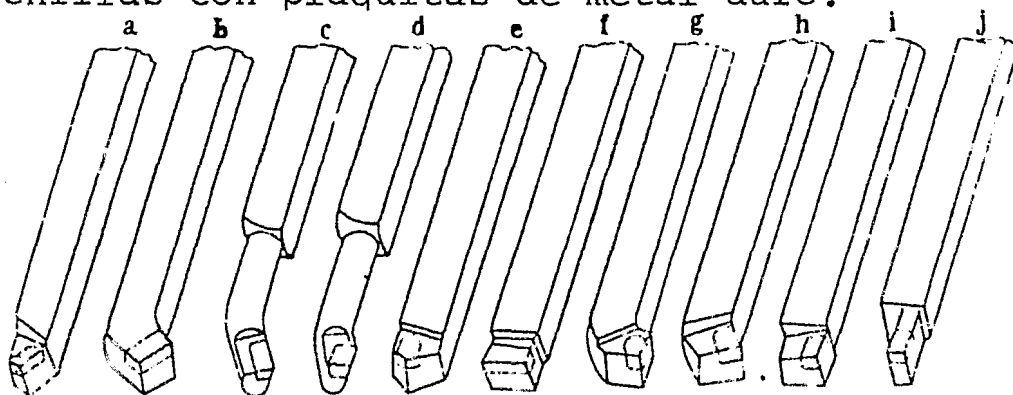


fig. 175 Perfiles de herramientas con plaquita de "metal duro" unificadas según DIN. (Véase tablas II.3.4, II.3.5 y II.3.6).

(a) recto, para desbastar; (b) acodado, para desbastar; (c) acodado para desbastar interiores; (d) acodado, para mandrilar y cilindrar interiores; (e) recta, para afinar; (f) de cabeza plana, para torneear de frente; (g) acodado, para afinar y cilindrar; (h) acodado, para cilindrar; (i) de refrentar; (j) de tronzar.

La sujeción de la cuchilla para torno se hace con el auxilio de un portaherramienta, cuya forma puede variar dependiendo del uso y operación que se le vaya a dar a la cuchilla de corte. Así tenemos el portacuchilla representado en la figura 176, el cual se emplea para sujetar la cuchilla de torno en cortes de poca fuerza.

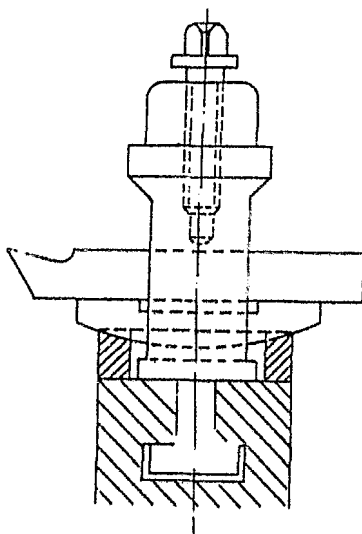


fig. 176 Portacuchilla.

También se tiene el llamado puente de sujeción (o también garra de sujeción), figura 177, el cual se utiliza para fijar la cuchilla de corte incluso en el caso de cortes fuertes.

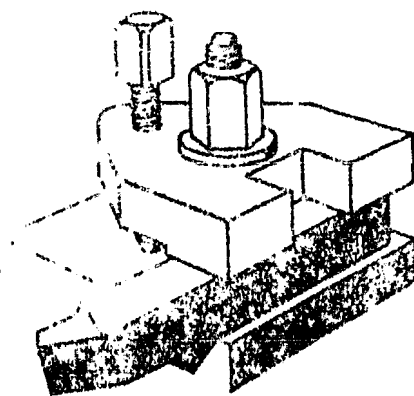


fig. 177 Puente de sujeción.

Expuestas las anteriores herramientas auxiliares de uso más común en el taller metal-mecánico, por último podemos citar el portacuchilla cuya función facilita la sujeción simultánea de cuatro cuchillas de corte que pueden hacerse entrar en funciones rápidamente una tras otra; esta herramienta auxiliar recibe el nombre portacuchilla cuadruple y la cual en la figura 178 se expone.

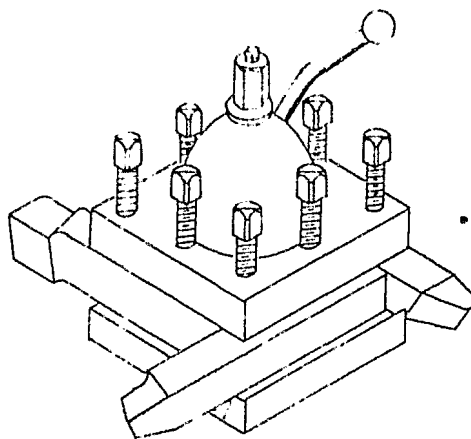


fig. 178 Portacuchilla cuádruple.

Existen también cuchillas de torno que tienen la forma de un disco sobre cuya circunferencia viene dibujada la forma que debe reproducirse en la pieza a tornearse. Una parte del disco está cortada para poder afilar una cara como filo cortante. Uno de los lados de la herramienta lleva un resalte de corona, provisto de dentado triangular que sirve para impedir la rotación durante el torneado y permitir la regulación angular. El dentado puede ser integrante de la herramienta (fig. 179), o bien ejecutado sobre un disco encajado en el lado (fig. 180). El afilado, también en este caso, se obtiene amolando solamente la cara de arranque de viruta; de esta manera es posible consumir completamente la herramienta, obteniendo siempre perfiles exactos en cada pieza de la serie. La herramienta de disco, debido a que permiten una utilización mejor del material respecto a las prismáticas, resultan más económicas para la producción de grandes series.



fig. 179 Herramienta de disco con dentado frontal.



fig. 180 Herramienta de disco con dentado insertado.

La figura 181 muestra un tipo de herramienta de disco con su porta-herramienta. Con perfiles realizados convenientemente se puede, además de dar forma, también filetes y tronzar. En este caso, las herramientas toman la forma de la figura 182. La tabla II. 3. 7 proporciona algunas indicaciones que interesan para el proyecto de cuchillas circulares.

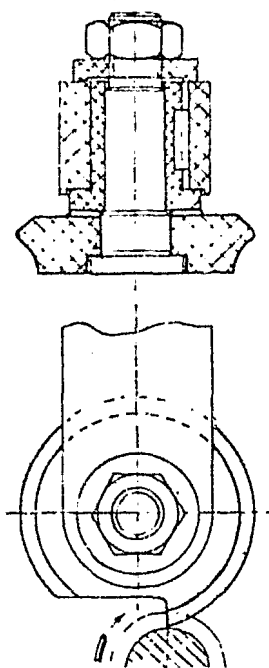


fig. 181 Herramienta circular con su porta-herramienta.

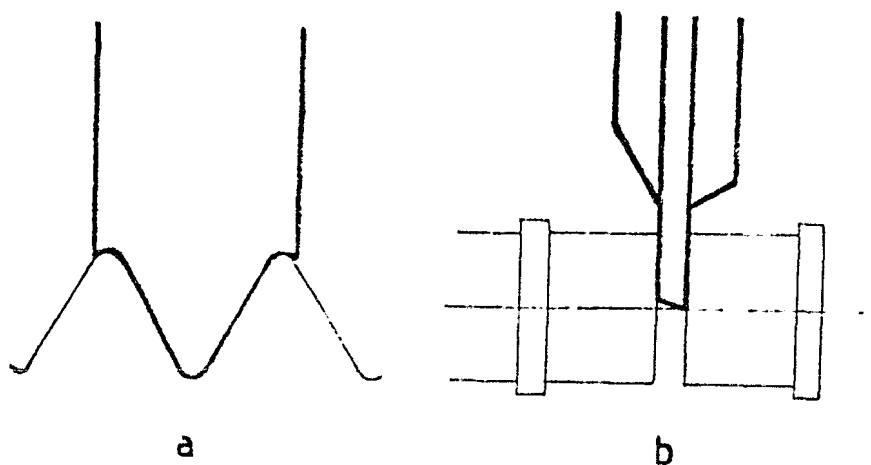


fig. 182 Perfiles de herramientas circulares para:  
(a) filetear; (b) tronzar.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Las cuchillas de torno hay que guardarlas de tal modo que no sufran deterioro, ya que al afilarlas de nuevo se pierden, inútilmente, tiempo y un material costoso.
- 2) Con el uso pierde la cuchilla su facultad de cortar, es decir, se desafila, se embota.
- 3) Cuando se trabaja con una cuchilla desafilada aumenta el rozamiento y con ello el calor desarrollado. La superficie de la pieza trabajada resulta áspera.

- 4) No debe esperarse a que el corte esté totalmente destruído para proceder al reafilado. Un afilado más frecuente resulta más económico.
- 5) En el afilado final hay que mantener los ángulos convenientes para la cuchilla.
- 6) La cuchilla de torno se afila primeramente en una muela basta y después en una muela fina.
- 7) Para afilar la plaquita de metal duro se emplea una muela de carburo de silicio.
- 8) Recomendaciones generales para el afilado de las cuchillas de torno:

a) la muela debe girar contra la cuchilla (fig. 183 y 184).

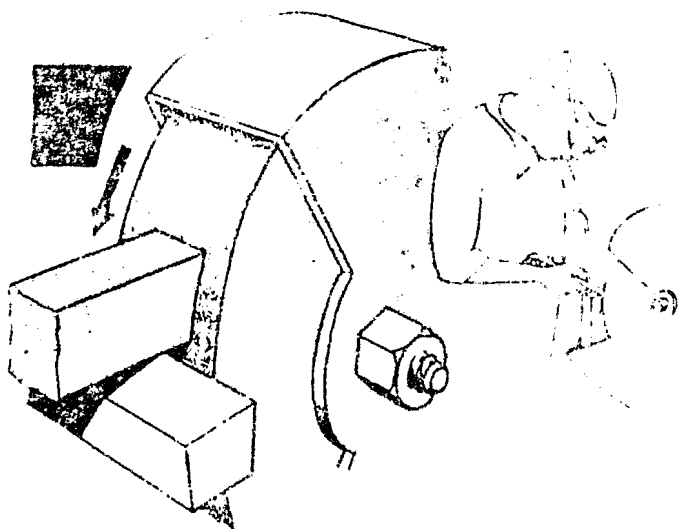


fig. 183 Afilado de la herramienta en el disco plano (no es correcto afilar en forma cóncava la superficie de incidencia).

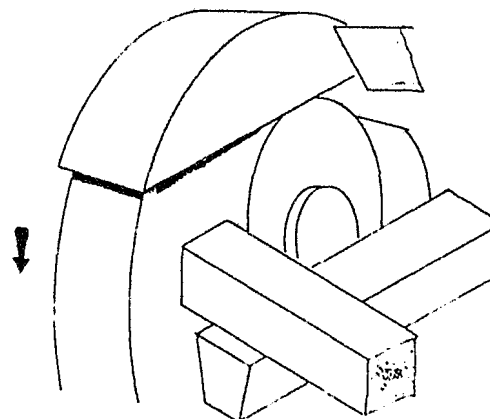


fig. 184 Afilado de la herramienta en la muela de vaso.

- b) la presión de esmerilado, o afilado, no debe ser sino moderadamente elevada.
- c) En el afilado final el líquido refrigerante debe fluir abundantemente.
- d) Hay que evitar el esmerilado cóncavo.
- e) Los ángulos de corte deben comprobarse con la galga correspondiente.



f) Las muelas no redondas o sucias deben repararse con un aparato adecuado.

- 9) La sección del mango debe ser suficientemente robusta para resistir el momento flector debido a la presión que se produce sobre el filo cortante durante el arranque de material. Dicha sección se elige, prácticamente, en relación a la sección de la viruta a arrancar. Podemos valernos, como orientación, de las tablas II.3.8 y II.3.9.

## HERRAMIENTAS PARA CEPILLAR.

Las herramientas de cepillar se diferencian de las de tornearse solamente en casos excepcionales. Sirven para la ejecución de las operaciones de cepillado y limado en las respectivas máquinas cepilladoras y limadoras. A los efectos del movimiento relativo (también si en el cepillado el movimiento principal lo tiene la pieza y el avance la herramienta, y en el limado el movimiento principal lo tiene la herramienta y el avance la pieza), las herramientas tienen la misma función de hacer los planos. En cada caso el movimiento es rectilíneo alternativo y las herramientas son de un solo corte (fig. 185)

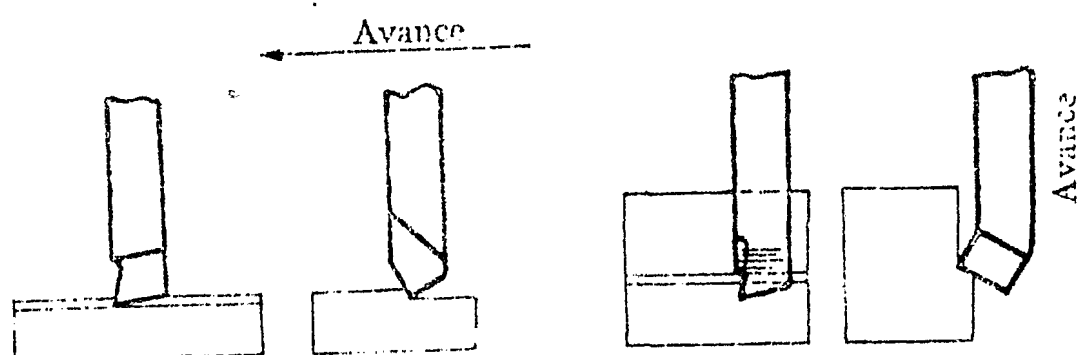


fig. 185 Esquema de herramientas para cepillar.

Las herramientas ó cuchillas de cepillar se hacen principalmente de acero rápido, pero a veces están constituidas también a base de filos de metal duro.

La forma del filo de las herramientas se elige de acuerdo con el trabajo de cepillado que se trata de realizar (fig. 186)

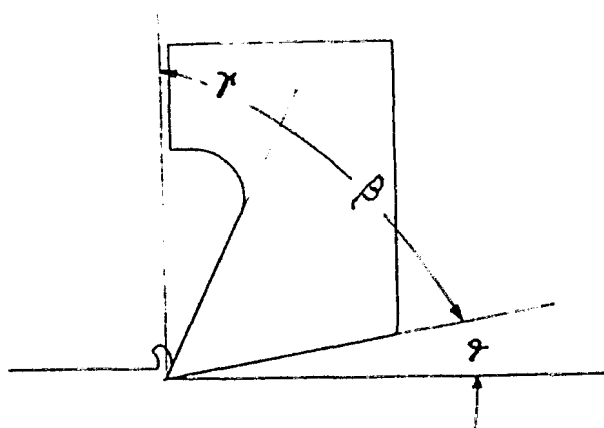


fig. 186 Angulos en el filo de la cuchilla de cepillar. ( $\alpha$ ) ángulo de incidencia; ( $\phi$ ) ángulo de filo; ( $\gamma$ ) ángulo de ataque.

Según las funciones a que son destinadas, las herramientas pueden ser de diversas formas:

a) Cuchilla de desbaste. Deben arrancar en poco tiempo la mayor cantidad posible de viruta. Las grandes secciones de viruta exigen una forma robusta de filo (fig. 187)

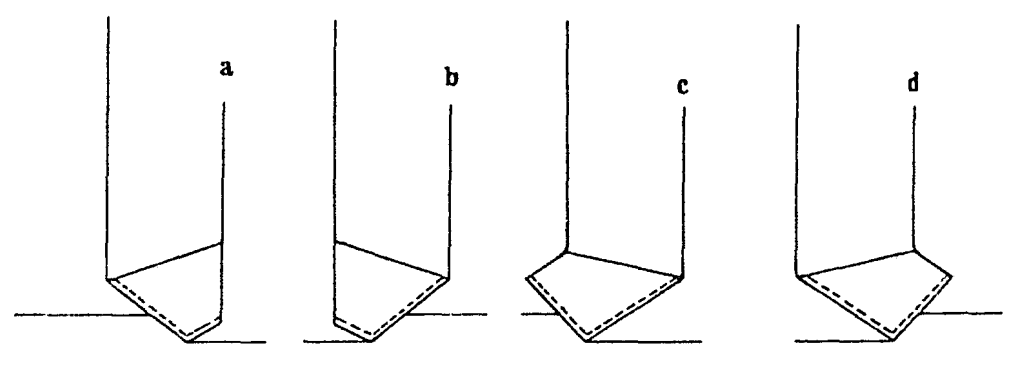


fig. 187 Utiles de desbastar. (a) útil de desbastar a la izquierda, recto; (b) útil de desbastar a la derecha, recto; (c) útil de desbastar a la izquierda curvado; (d) útil de desbastar a la derecha curvado.

b) Cuchillas de afinar. Han de dar a la superficie trabajada un aspecto limpio y por esta razón los filos son redondos y planos. Un útil curvado hacia atrás se flexa separándose de la pieza al encontrar en ésta un punto duro, no deteriorándose la superficie como ocurrirá al clavarse en ella si el útil no tuviera esa curvatura hacia atrás (figs. 188 y 189).

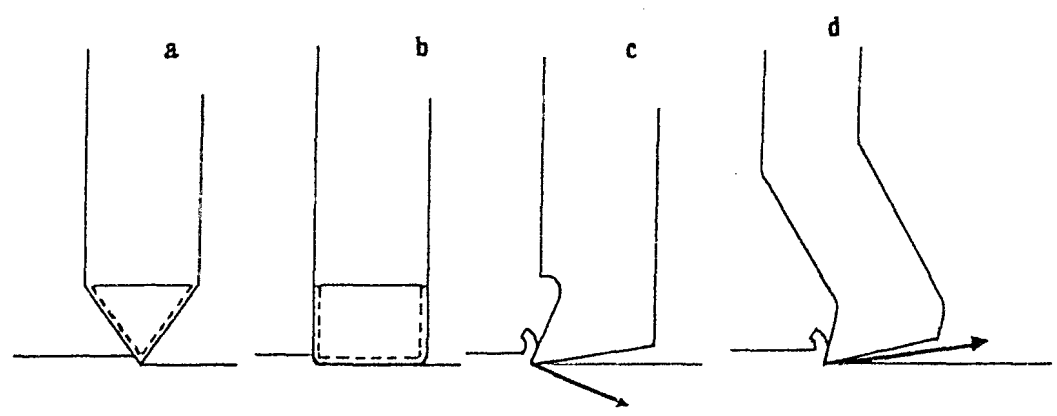


fig. 188 Utiles de afinar.

(a) útil de afinar en punta; (b) útil de afinar, ancho; (c) útil recto; (d) útil curvado.

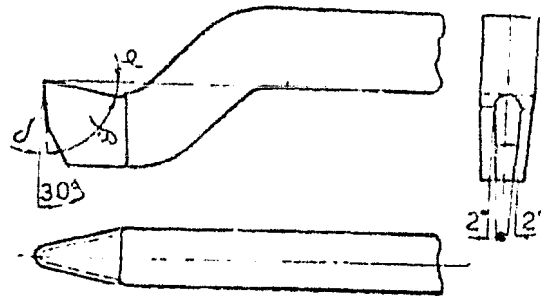


fig. 189 Útiles para el cepillado de afinado.

- c) Cuchillas de corte. Las cuchillas de corte se utilizan en las operaciones de cepillado, son similares a las que se emplean en las operaciones de torneado. Tienen un filo cortante estrecho para disminuir las pérdidas del metal en las operaciones de corte. Para reducir la carga sobre la cuchilla de corte, a la cabeza de ésta se le da un gran ángulo de corte (fig. 190).

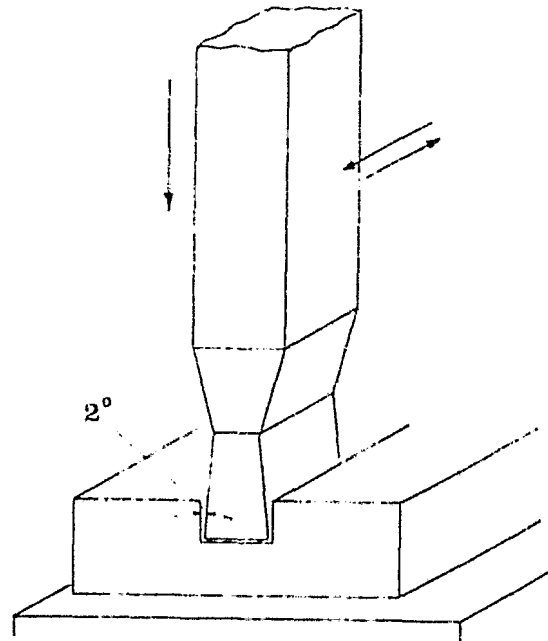


fig. 190

Para el mecanizado de piezas de formas variadas son necesarias otras formas especiales de útiles (fig. 191).

Con objeto de que el útil no flexe hay que sujetarlo tan corto como sea posible (fig. 192).

En las operaciones de cepillado horizontal, oblicuo y vertical, se tiene una colocación o ajuste de la herramienta en forma específica (fig. 193).

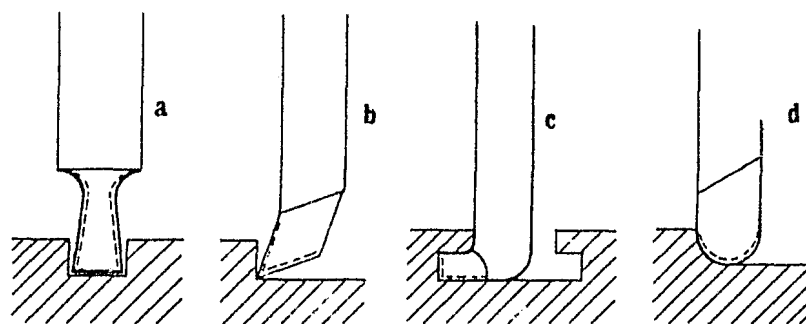


fig. 191 Formas diversas de útiles de cepillar; (a) útil de tronzar o de corte; (b) útil de corte lateral; (c) útil en forma de gancho; (d) útil para ejecutar redondeamientos.

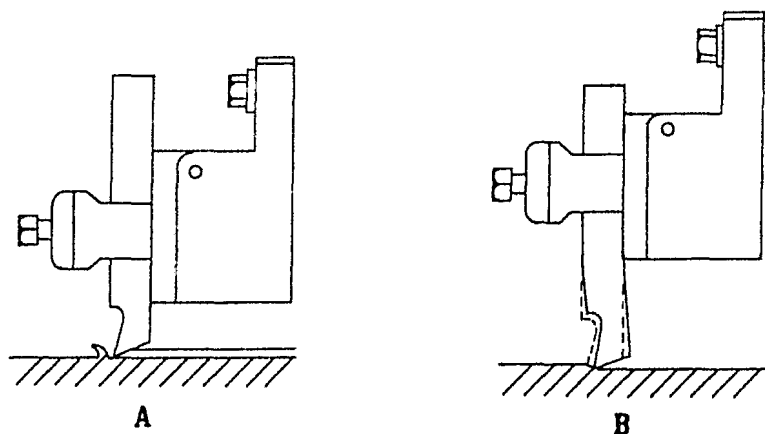


fig. 192 Sujeción del útil; (A) útil sujeto en corto (correcto); (B) útil sujeto en largo (incorrecto).

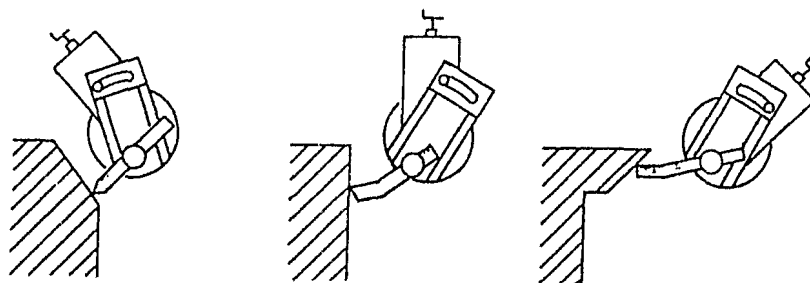


fig. 193 Colocación o ajuste de la herramienta en el cepillado vertical y en el oblicuo.

Cuidados y recomendaciones generales en el uso de la herramienta.

- 1) Se adopta frecuentemente la forma acodada para el mango (fig. 194), para evitar que la herramienta tropiece y, por consiguiente se rompa, debido al momento flector originado por la reacción de las fuerzas de corte.

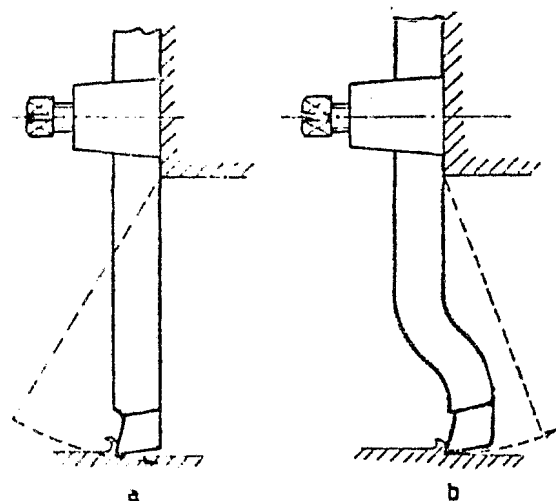


fig. 194 Formas de herramientas para cepillar. -  
(a) la herramienta recta se atasca; (b) la herramienta acodada no se atasca.

- 2) El trabajo de las máquinas de cepillar está ligado a los golpes que se originan al principio de cada ciclo de trabajo, siendo estos golpes tanto más fuertes, cuando más duro sea el metal a trabajar, cuanto mayor sea la sección de la capa que se corta y la velocidad de corte. Los golpes, que surgen en el proceso de cepillado, conducen a la rotura de las cuchillas; por esta causa hay que hacer las cuchillas para el cepillado de mayores dimensiones, que las destinadas para torneado, y trabajar a velocidades menores.
- 3) En las máquinas de cepillar la capa de metal se corta solamente en el transcurso de la marcha de trabajo, siendo en vacío la marcha de retroceso, lo que lleva consigo una gran pérdida de tiempo productivo. Para reducir pérdidas de tiempo, la velocidad de la marcha de retroceso es 1,5-3 veces mayor que la de la marcha de trabajo. A consecuencia de la interrupción en el proceso de trabajo de la cuchilla, ésta se enfría durante la marcha de retroceso, evitándose la necesidad de enfriarla con agua u otros líquidos.
- 4) Las virutas no deben separarse sino con un gancho adecuado o con una brocha.

## HERRAMIENTAS PARA MANDRINAR.

La operación de mandrinado consiste en ensanchar una cámara cilíndrica o un agujero, a fin de dejarlos exactamente a la medida deseada. - El mandrinado realizado con la clásica máquina mandrinadora presenta mucha analogía con el torneado, por el hecho de que la herramienta - arranca la viruta según una trayectoria circular; pero a los efectos del movimiento fundamental, colocación de la herramienta y de la pieza, presenta notables diferencias. Esto es, el movimiento fundamental lo tiene la herramienta, mientras el movimiento de avance (rectilíneo y constante) lo tiene la pieza o la herramienta. Por esta importante diferencia, respecto al torneado, la herramienta va montada sobre un mandril especial g'atorio, mientras la pieza es fijada sobre la bancada de la máquina. El mandrinado admite también una cierta semejanza con el taladrado, debido a que la herramienta gira alrededor de un - eje y la pieza es fijada sobre la mesa. Pero, mientras en el taladrado la herramienta es la que gira y avanza axialmente hacia la pieza - que permanece fija, en el mandrinado con barra es la pieza la que avanza axialmente hacia la herramienta que gira.

Las operaciones en las mandrinadoras son preferidas para aquellos elementos de gran volumen y, por tanto, poco manejables, como cabezales de máquinas, bancadas de motores, etc., para los cuales resultaría difícil y peligroso su montaje en los platos giratorios de los tornos.

Con el mandrinado se obtienen superficies cilíndricas o cónicas internas (agujeros y cámaras), según ejes perfectamente paralelos entre - sí y a distancias precisas con tolerancia.

Es importante hacer notar que el mandrinado también puede efectuarse en el torno (torneado interior de una cámara o de un agujero ya ejecutado) o bien en la taladradora; en este último caso hacen falta herramientas especiales de varias aristas cortantes llamadas barrenas o herramientas de penetrar (si agrandan el agujero y lo enderezan sin - compromiso en la tolerancia) y escariadores (si agrandan el agujero, lo alisan y lo calibran según tolerancias).

Las herramientas de uso más corriente empleadas en las mandrinadoras son las que a continuación se citan:

- a) cuchillas cilíndricas.
- b) cuchillas
- c) barrenas o herramientas de penetrar helicoidales.
- d) escariadores.
- e) broca de centros.

## NOTA:

- 1) El punto (e) se incluye dentro del listado antes citado, debido a que, algunas veces con los cabezales mandrinadores también puede efectuarse operaciones de centrado. Pero no se tratará dentro del presente estudio, por no encontrarse dentro de la función principal que realiza la mandrinadora durante su operación normal. -- (ver principio de herramientas para mandrinar).
- 2) El punto (d) no será tratado dentro del tema, debido a que ya fue tratado con anterioridad.

## a) CUCHILLAS CILINDRICAS.

Se obtienen de barra calibrada de acero y tienen un extremo forjado a guisa de filo cortante. Pueden construirse de diversos tipos y para diferentes ejecuciones, o sea: para el mandrinado de desbaste, mandrinado de acabado, para achaflanar, etc. Estas herramientas desempeñan la misma función que las empleadas para el torneado interior.

A continuación se presentan algunos tipos de herramientas para el mandrinado de desbaste y mandrinado de acabado, en donde los valores de los ángulos se pueden tomar de la tablas II.3.10 y II.3.11, la cuales se exponen al final del tema de herramientas para mandrinar.

En la figura 195 se representa un mandril con herramienta fija para mandrinado de desbaste. La herramienta (A) representada en dicha figura, sirve para el mandrinado de desbaste. El mango encaja dentro del agujero de la barra de mandrinar y viene fijado por el centro mediante una clavija cilíndrica (B), la cual lleva un rebaje plano inclinado  $4^\circ$  aproximadamente, que penetra en una entalla practicada en el mismo mango; dicha entalla debe estar situada en una posición bien definida, a fin de permitir al filo de corte de la herramienta producir el diámetro deseado. La clavija (B) de fijación es de acero cementado y templado. De estos tipos de herramientas también se construyen con doble filo cortante, es decir, dos filos de corte opuestos.

En la figura 196 se representa un mandril con herramienta regulable para mandrinado de desbaste. En dicha figura se muestra una herramienta (A) alojada en el hueco cilíndrico de un mandril. Con este tipo se tiene la ventaja de poder obtener la regulación radial por medio del tornillo (B); la fijación, en cambio es realizada mediante el tornillo (C) que aprieta sobre el plano inclinado a  $6^\circ$ .



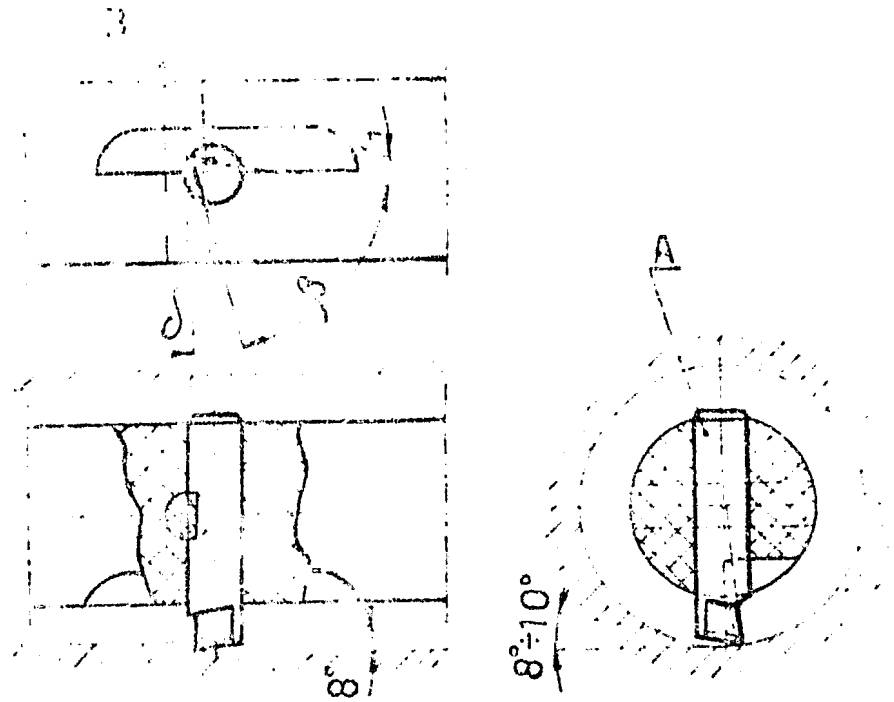


fig. 195 Mandril con herramienta fija para mandrinado de desbaste.

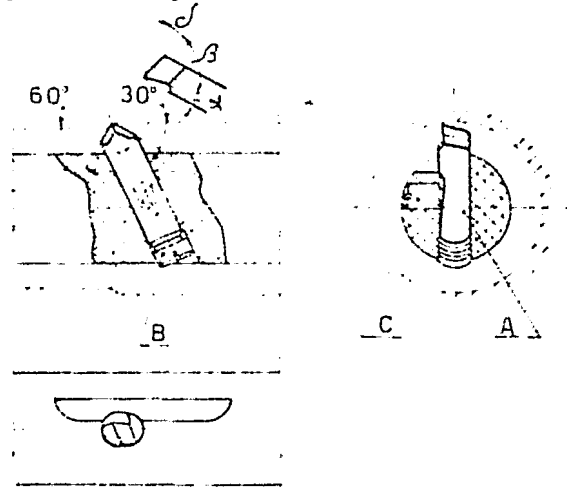


fig. 196 Mandril con herramienta regulable para mandrinado de desbaste.

La figura 197 muestra una herramienta regulable como en el caso anterior; sin embargo, su perfil permite un mandrinado de acabado.

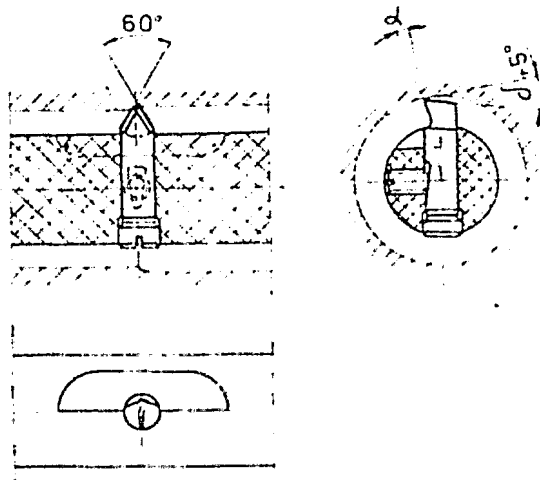


fig. 197

En cada caso es importante no colocar la herramienta muy en voladizo para evitar el momento flector debido a las vibraciones.

Para el caso de un agujero a mandrinar de diámetro grande (por ejemplo, más de 150 mm) no es práctico ni económico construir una barra de mandrinar de tanto diámetro; en dicho caso se monta un manguito - sobre el que se puede fijar convenientemente la herramienta. Para las operaciones de desbaste se pueden aplicar alrededor del manguito varias herramientas equidistantes (fig. 198).

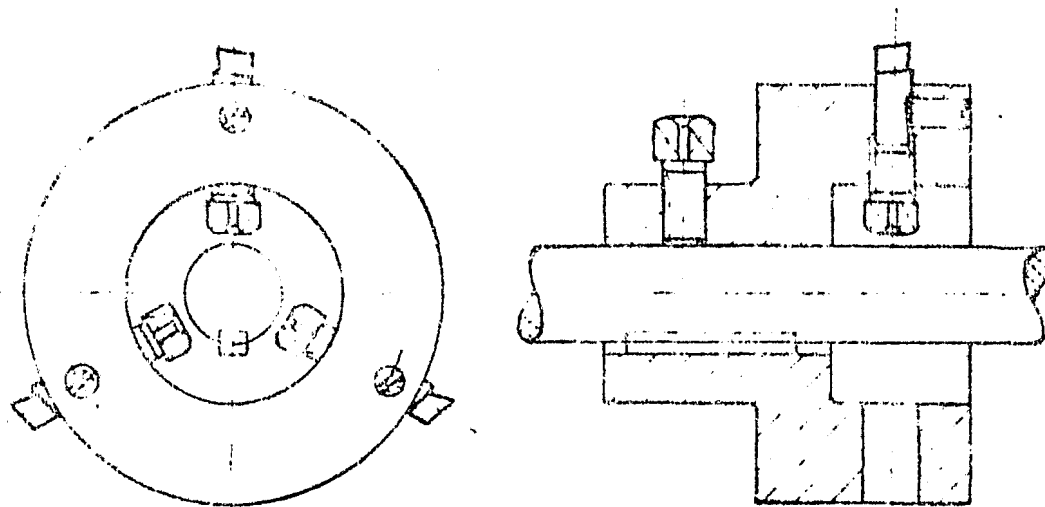


fig. 198 Manguito portaherramientas graduables - para mandrinado de desbaste.

#### b) CUCHILLAS.

Se denominan con este nombre por que tienen la forma plana y el filo de corte recto similar al de los cuchillos. Estas cuchillas se obtienen de un paralelepípedo muy aplanado (fig. 199), a lo largo del cual, en correspondencia a uno de los cantos, se hace el filo de corte. Estas cuchillas son adecuadas para el mandrinado circular a modo de corona alrededor de un agujero y en sentido perpendicular al mismo, se construyen de varios tamaños: la longitud ( $l$ ) puede variar de 30 a 120 mm; el ancho ( $b$ ), de 12 a 25 mm; el espesor ( $s$ ), de 5 a 15 mm, y según ejecuciones especiales. Los ángulos de corte se pueden sacar de la tabla II.3.10.

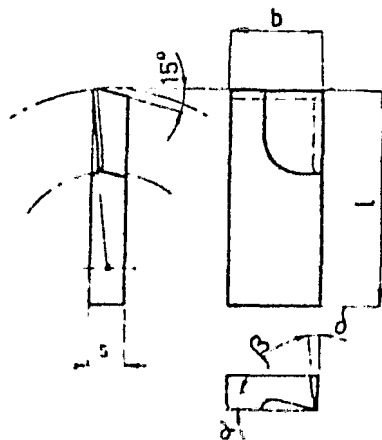


fig. 199 Cuchilla para el refrentado circular de un plano.

También se pueden construir cuchillas de doble filo para alisados (fig. 200). El sistema de fijación preferido, porque es el más sencillo y seguro, es el realizado mediante la cuña (A), indicada en la misma figura 200. La herramienta, en este caso, posee un rebaje que se asienta entre dos planos practicados tangencialmente al mandril. Existen tipos de mandriles que llevan una o dos cuchillas frontalmente.

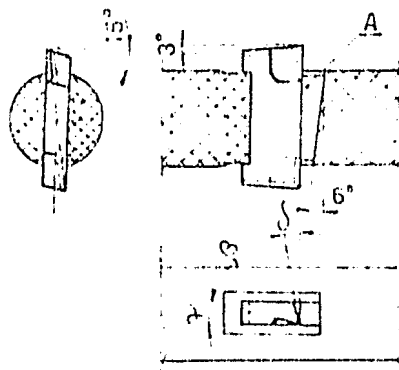


fig. 200 Mandril con cuchilla de doble corte para alisar.

La tabla II.3.10 suministra los valores de los ángulos para distintos materiales, mientras que la tabla II.3.11, da los valores del ángulo de inclinación lateral y del ángulo de resistencia según las condiciones de trabajo. Es importante tener presente de aumentar  $\sigma$  para el mandrinado de agujeros pequeños.

### c) BARRENAS O HERRAMIENTAS PARA PENETRAR HELICOIDALES.

Se emplean para ensanchar los agujeros dejados de fundición o previamente desbastados, hasta un diámetro de 100 mm. Su forma permite una buena guía y una extracción fácil de la viruta. Estas herramientas pueden tener el diámetro exterior nominal, o bien de medida inferior, a fin de preparar los agujeros para un mandrinado de acabado.

Las herramientas de penetrar helicoidales pueden ser de tres labios, pero se prefieren las de cuatro, por su rendimiento y precisión. Hasta el diámetro de 23 mm pueden ir con vástago; de 24 a 100 mm se construyen sin vástago, para poderlas montar sobre un soporte especial.

Las herramientas de penetrar íntegras pueden tener el vástago cilíndrico o cónico (fig. 201 y 202); en el segundo caso, adoptado en los diámetros que lo permiten, es necesario un portaherramienta.

Para el tipo de la figura 203, es necesario un bulón o una tuerca para la fijación y una chaveta o dos dientes para el arrastre; para el tipo de la figura 204 son suficientes los dos dientes de arrastre, mientras la conicidad 1:30 del agujero determina la sujeción sobre el vástago.

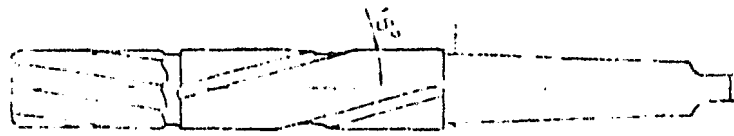


fig. 201 Barrenas para agujeros hasta de 23 mm de diámetro, tipo integral con guías.

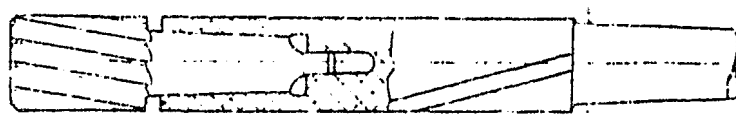


fig. 202 Barrenas para agujeros hasta de 23 mm de diámetro, tipo desmontable con mango cónico.

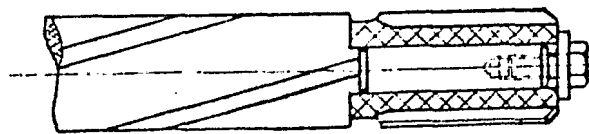


fig. 203 Barrenas huecas para agujeros de 24 a 100 mm, con agujero cilíndrico.

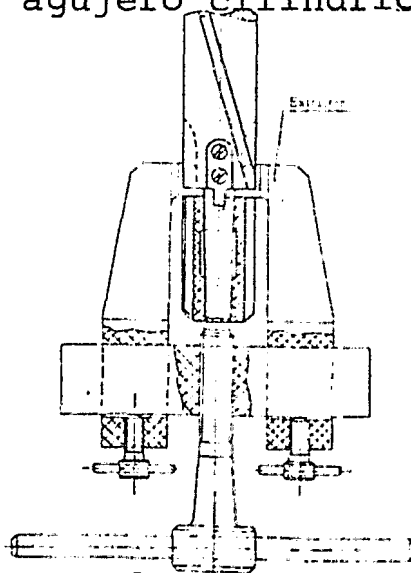


fig. 204 Barrena hueca para agujeros de 24 a 100 mm, con agujero cónico.

En cada caso de los dos tipos antes descritos, la parte superior cilíndrica del mandril, al servir de guía para el agujero del casquillo

de la plantilla, debe estar rectificadora; además, debe ir provista de tres ranuras helicoidales de sentido opuesto al del giro de la herramienta.

Las herramientas de penetrar pueden tener sólo dientes laterales, pero los chanflanes de la entrada deben tener despulla para permitir la extracción de la viruta hacia la periferia del agujero. En la Fig. 205 se representa la cabeza de una herramienta de penetrar con sus correspondientes dientes; en la figura 206 está representada una herramienta de penetrar frontal con los filos de corte casi vivos. Estos tipos de corte se constituyen de diámetro  $D = 5,75 \div 24$  mm.

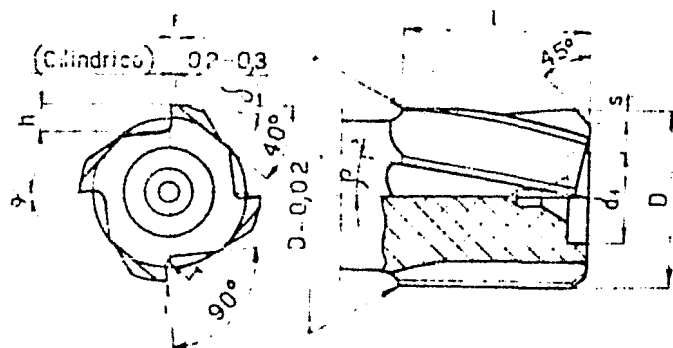


Fig. 205 Punta de barrena de cuatro labios laterales.

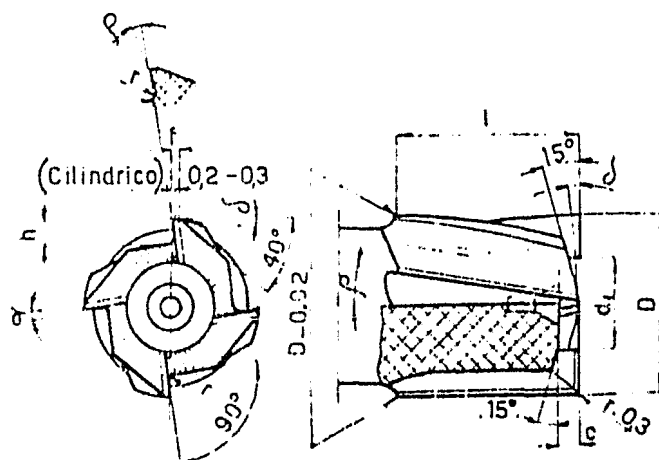


Fig. 206 Punta de una barrena de cuatro labios frontales y laterales.

Se pueden tomar para trabajos normales, los siguiente valores:

- $\delta = 5^\circ$
- $\rho = \alpha = 6^\circ$  para la fundición y el bronce.
- $\rho = \alpha = 8^\circ$  para el acero duro.
- $\rho = \alpha = 12^\circ \div 15^\circ$  para el acero dulce.
- $\rho = \alpha = 25^\circ$  para el aluminio.
- $h = c = 0,12 \div 0,13 D.$
- $f = 0,5 \div 0,7$  mm.
- $r = 1/3 h$  para la fundición, el bronce y el acero.
- $r = 1/2 h$  para las aleaciones ligeras.
- $d_1 = 0,5 D.$
- $l = 1 \div 1,5 D$  según las exigencias.
- $s = 0,1 D.$

Los valores resultantes de estas relaciones deberán redondearse.

Las barrenas o herramientas de penetración y perforación, las hay también del tipo huecas, las cuales deben de estar provistas también de dientes frontales. En la Fig. 207 se muestra el dibujo de una herramienta de penetrar de cuatro labios. Los ángulos  $\alpha, \varrho, \delta$ , el radio  $r$  y el chaflán se toman como en el caso anterior; además:

$$h = 0,12 \div 0,13 D$$

$$f = 1 \div 3 \text{ mm según los diámetros.}$$

$$r_1 = 0,5 \div 1 \text{ mm}$$

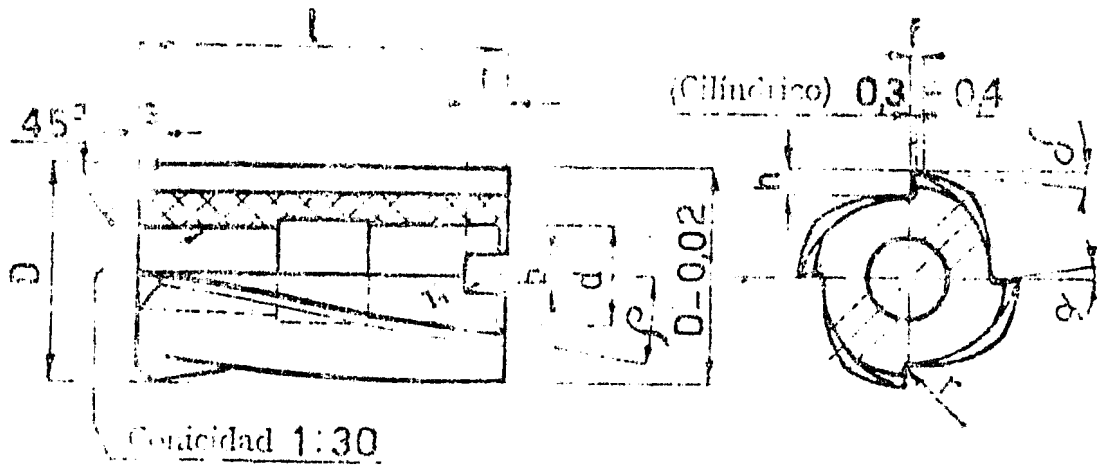


Fig. 207 Barrena hueca de cuatro labios helicoidales (para diámetros  $D = 24 \div 100$  mm).

Los otros valores se establecen según DIN 222, recopilados en la tabla II.3.12.

Las herramientas de penetrar huecas con dientes frontales se presentan en la Fig. 208 se tienen las mismas proporciones ya definidas, a excepción de la longitud  $m$  de la parte cortante, que se puede establecer en  $m = 0,7 \div 1 D$ , porque se confía en la buena guía posterior del mandril. El perfil del dentado puede ser rectilíneo (Fig. 208) o curvilíneo (Fig. 209); algunos consideran más sencillo el primer tipo. Los sentidos de corte e inclinación de los dientes de la herramienta son normalmente a la derecha.

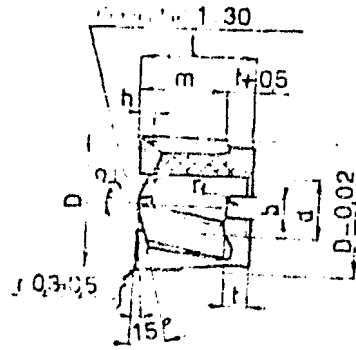


Fig. 208 Barrena hueca con dientes laterales y frontales, perfil del dentado rectilíneo - para diámetros  $D = 24 \div 100$  mm).

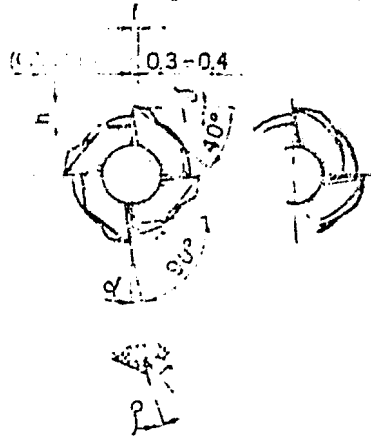


Fig. 209 Barrena hueca con dientes laterales y frontales, perfil del dentado curvilíneo - (para diámetros  $D = 24 \div 100$  mm).

El plato (Fig. 210) tiene por objeto poder ejecutar los refrentados - perfectamente normales al eje de giro; puede desmontarse fácilmente - de la máquina.

El mandril central o husillo tiene en el extremo un agujero cónico en el que pueden montarse herramientas varias, como brocas, escariado -- res, fresas, de modo que la máquina mandrinadora puede hacer diversas operaciones en una misma pieza, además de las de mandrinado y refrentado. Para poder fijar y dar avance a dichas herramientas, el husillo - puede desplazarse axialmente.

Para el mandrinado de cámaras de profundidad limitada se emplea un -- mandril especial (Fig. 211), que permite una variación radial, por lo que se pueden obtener diversos diámetros a la medida deseada. También este dispositivo, debido a su mango cónico, puede aplicarse al husillo central.

Las recomendaciones generales sobre la herramienta, son las mismas -- que se describieron en los temas referentes a: herramientas para tor- near, fresar y escariar.

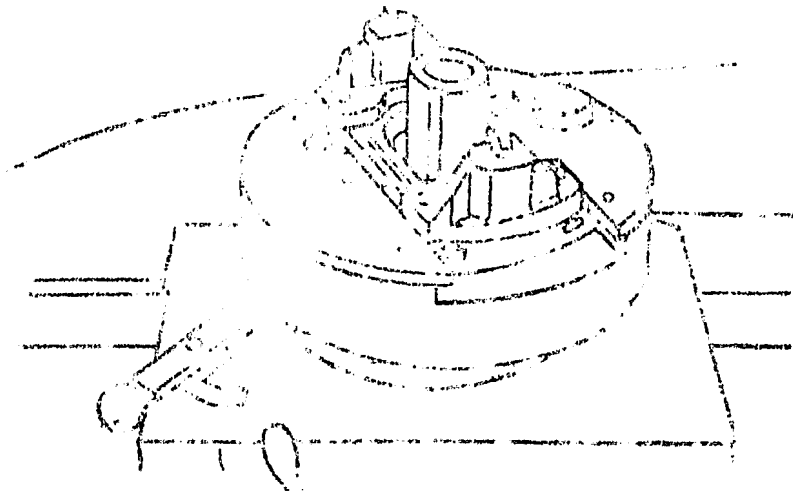


Fig. 210 Plato portaherramienta, para refrentado de planos en la mandrinadora horizontal.

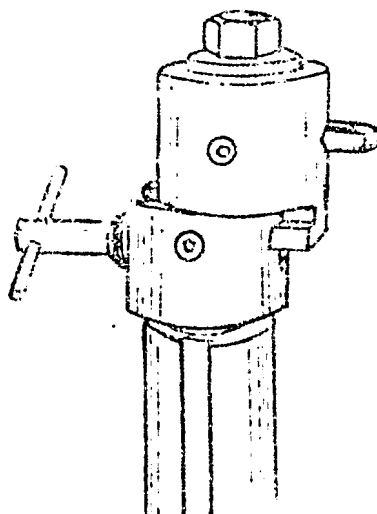


Fig. 211 Mandril portacuchilla regulable radialmente, empleado para el mandrinado de agujeros.



## HERRAMIENTAS PARA MORTAJAR.

La operación mecánica mediante la cual se arranca linealmente en el interior de un agujero o de una cámara se llama mortajado. Esta operación se realiza en una máquina llamada mortajadora y con una herramienta que se mueve verticalmente con movimiento alternado de ida y vuelta. El movimiento fundamental lo tiene, por consiguiente, la herramienta, mientras el movimiento de alimentación lo tiene la pieza.

Con las mortajadoras se pueden ejecutar diversos tipos de ranurado en agujeros (Fig. 212). Es natural que, para poder hacer más de una ranura según una división equiangular, o también agujeros cuadrados o hexagonales, es necesario disponer de un cabezal divisor.

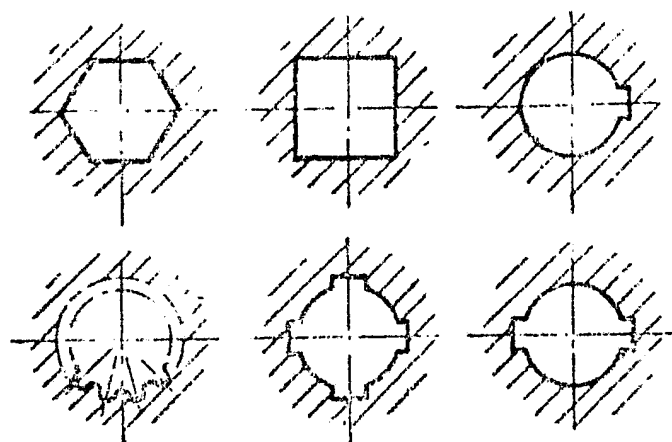


FIG. 212 Secciones de agujeros realizables en la mortajadora.

Es de importancia hacer notar que la clásica operación de mortajado se emplea para elaboraciones que no son en serie, en cuanto al procedimiento, puesto que en la forma en que se desarrolla resulta larga y cara; el mortajado se emplea en ejecuciones unitarias (construcción de modelos, construcción de utilajes, etc.).

La herramienta para mortajar (Fig. 213) se diferencia de las demás por la posición del filo de corte respecto al eje del agujero en el que debe operar; se deriva que la herramienta está esencialmente solicitada a compresión (en el caso de que el trabajo se efectúe en mortajadoras corrientes).

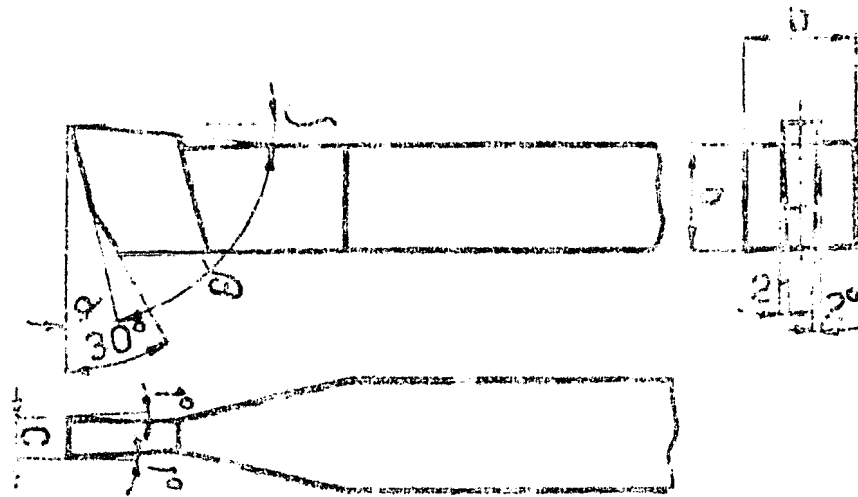


fig. 213 Herramienta integral para mortajar una entalla para chaveta.

Otro tipo de herramienta, con plaquita de metal duro, está representada en la figura 214. El mango puede ser de acero al carbono C40. - La plaquita, como se sabe, se elige según dimensiones normalizadas. Los ángulos de corte y de despulla se sacan de la tabla II.3.1.

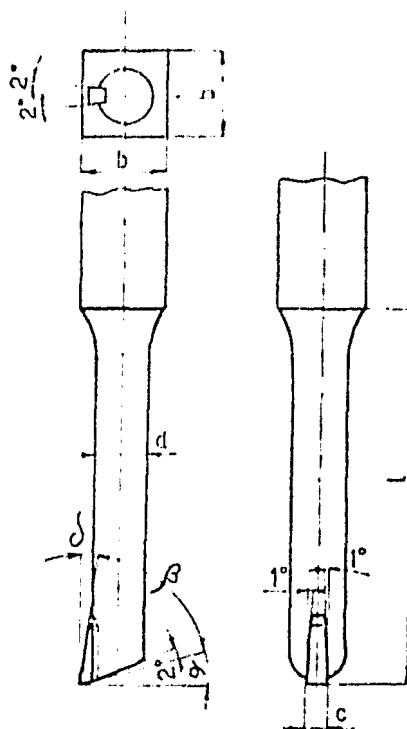


fig. 214 Herramienta con plaquita de metal duro para mortajar una entalla para chaveta.

Al llevar a cabo la operación de mortajado, la pieza a trabajar es soportada por la mesa, que es desplazable en sentido longitudinal y en sentido transversal, y en las máquinas pequeñas también en sentido vertical. Aparte de esto, la mesa o plato va dotada de movimiento de giro. El carro portaherramienta lleva la herramienta de mortajar y se desliza en las guías verticales de que va provisto el bastidor

de la máquina. La figura 215 muestra los movimientos que se realizan durante la operación de mortajar.

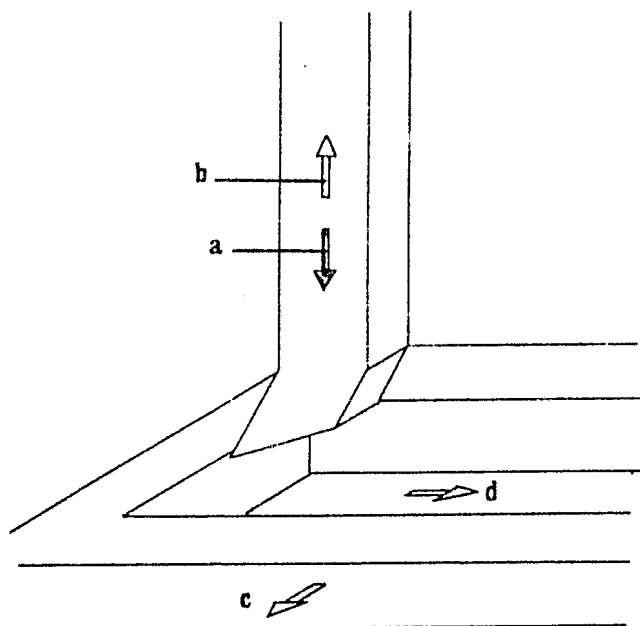


Fig. 215 Movimientos en la operación de mortajar. (a) Carrera de trabajo; (b) Carrera de vacío; (c) Movimiento de avance; (d) Movimiento de ajuste.

Frecuentemente puede el carro desplazarse oblicuamente de tal modo - que se puede conseguir con la máquina de mortajar superficies no solamente verticales, sino también inclinadas, como se puede apreciar en la figura 216

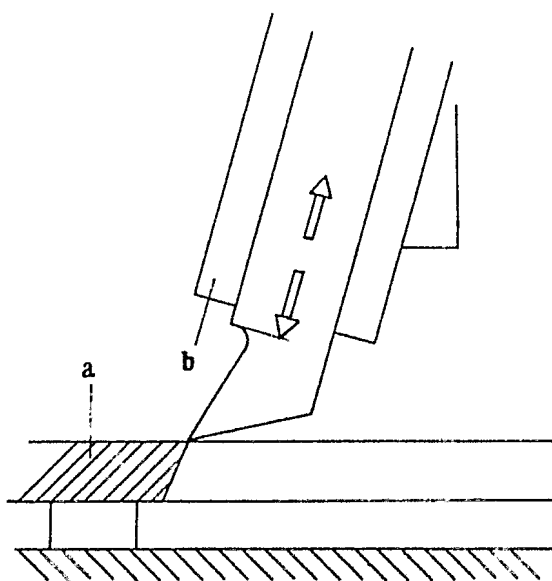


Fig. 216 Mortajado en el carro portaherramienta colocado en forma oblicua. (a) Pieza; (b) Carro portaherramienta con la herramienta correspondiente.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) La herramienta de mortajar debe guardar cierta relación con la anchura de la ranura.
- 2) Al sujetar la pieza a trabajar es importante atender a que quede bien centrada.
- 3) Con objeto de que la herramienta no deteriore la mesa, hay que colocar bajo la pieza el número suficiente de piezas paralelepípedicas.

## 2. HERRAMIENTAS DE VARIOS CORTES.

### HERRAMIENTAS PARA FRESAR.

Las fresas o también llamados cortadores, son unos sólidos de revolución que tienen, uniformemente repartidos sobre superficie, unas cuchillas llamadas dientes, que se clavan de manera intermitente en la pieza que se trabaja.

En los trabajos de fresado, podemos distinguir dos métodos fundamentales que son:

- a) Fresado circular, llamado también fresado periférico e incluso fresado de perfil, mediante el cual la superficie trabajada está únicamente engendrada por los dientes periféricos de la fresa.
- b) Fresado frontal, llamado también refrentado, únicamente trabajan las extremidades de los dientes.

La rotación de estas fresas se efectúa alrededor de un eje perpendicular a la superficie que se mecaniza.

Para ejemplificar los dos incisos anteriores podemos observar las figuras 217, que no ejemplifica el fresado circular y la figura 218 que ejemplifica el fresado frontal.

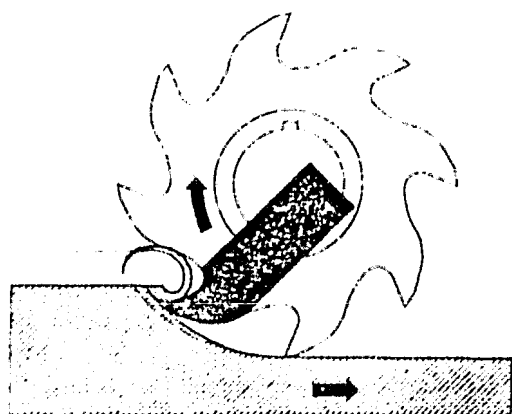


Fig. 217

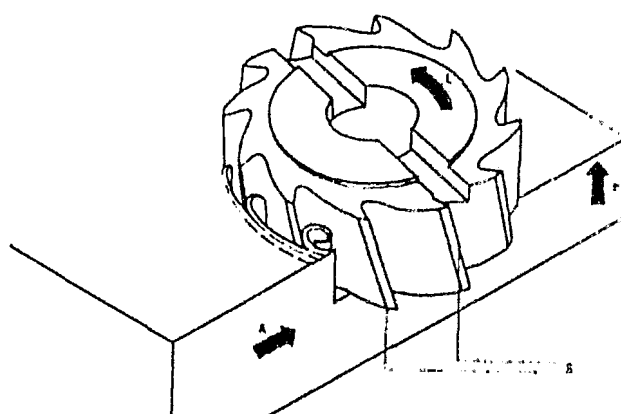


Fig. 218

Existen fundamentalmente tres movimientos relativos entre la herramienta y la pieza (Fig. 219), y son:

1.- Movimiento de trabajo.

Es el movimiento principal que permite el corte del material. Es un movimiento relativo y lo posee la herramienta.

2.- Movimiento de avance.

Es el movimiento rectilíneo que posee la pieza a fin de que la herramienta encuentre siempre nuevo material que arrancar.

3.- Movimiento de penetración.

Es el movimiento rectilíneo que regula la profundidad de penetración en el material.

Normalmente lo posee la pieza. En algunas máquinas especiales lo puede presentar la herramienta.

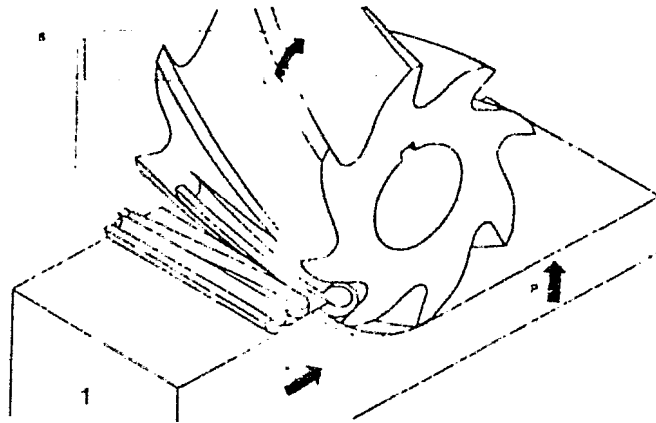


Fig. 219

Toda fresa consta de las siguientes partes: cuerpo, periferia, diámetro y superficie de desprendimiento del diente.

El cuerpo, es la parte no activa de la herramienta que lleva los dientes labrados en su propia masa o bien de manera postiza sujetos por soldadura, crinitado o por un procedimiento mecánico.

La periferia de la fresa es la superficie de revolución imaginaria que envuelve los filos de los dientes. Su eje es el eje de giro de la fresa.

El diámetro, considerando las fresas ordinarias, su diámetro es el de la superficie cilíndrica de la periferia de la fresa. Para las fresas de refrentar, el diámetro se mide sobre el filo de los dientes. Cuando el filo tiene un contorno no rectilíneo, como en el caso de las fresas perfiladas, la fresa tiene un diámetro máximo y otro mínimo, que corresponde respectivamente a la distancia mayor y menor del filo al eje de giro. El diámetro de la fresa determina la velocidad de corte.

Superficie de desprendimiento del diente, es la cara sobre la cual se forman las virutas. Puede ser plana, caso de las fresas corrientes de dientes rectos y fresas de refrentar, o curva, caso de las fresas helicoidales.

Con respecto al tipo del diente de la fresa tenemos los siguientes:

1.- Dientes de filos rectos.

El diente se clava sobre la pieza en toda su longitud al mismo tiempo, y al formarse la viruta la presión aumenta con rapidez para anularse bruscamente en el momento en que el diente abandona la pieza (Fig.220).



Fig. 220

2.- Dientes helicoidales o dientes labrados en hélice.

El corte es continuo, por lo que no existen variaciones bruscas del esfuerzo de corte (Figs. 221 y 222), existen dos tipos:

- hélice de mano derecha (Fig. 223)
- hélice de mano izquierda (Fig. 224)

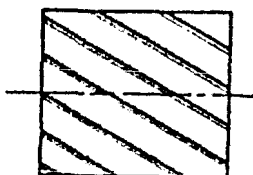


Fig. 221 Diente helicoidal hélice derecha.



fig. 222 Diente helicoidal hélice izquierda.

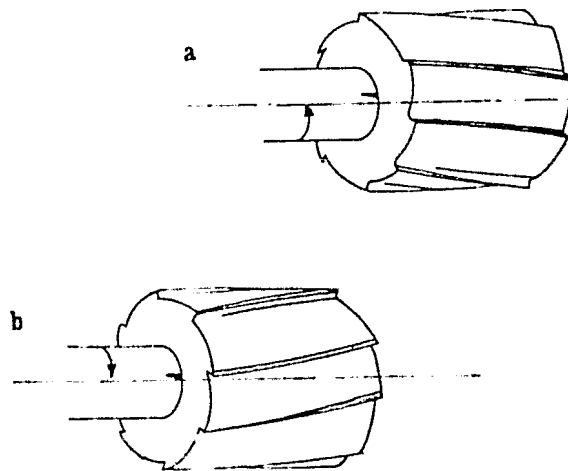


fig. 223 (derecha). Dirección del corte y dirección - del filo. (a) hélice a la derecha corte a la izquierda; (b) hélice a la izquierda corte a la derecha.

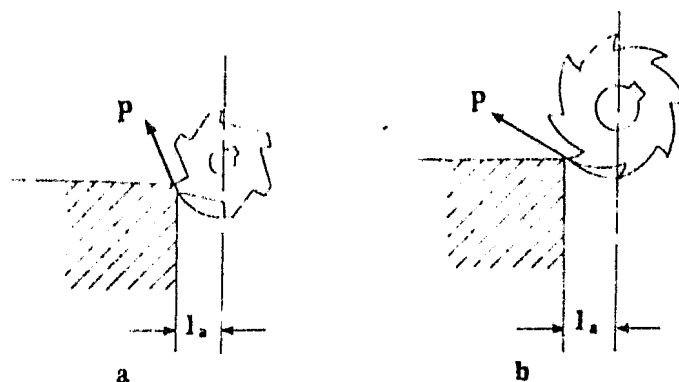


fig. 224 (izquierda). Las fresas de pequeño diámetro resultan ventajosas. (a) Recorrido pequeño, momento de torsión pequeño (momento de torsión = presión de corte X radio de la fresa, o sea,  $M = p \cdot r$ ); (b) recorrido grande, momento de torsión grande.

Segun las normas ISO, una fresa se dice que es de corte a la izquierda cuando gira en sentido contrario a las agujas de un reloj mirándola desde el lado de accionamiento, y que es de corte a la derecha - cuando el giro es en el mismo sentido de las agujas de un reloj.

3.- Dientes cheurón o doble hélice alternada.

Lo tienen fresas cilíndricas, cuyos dientes poseen sentidos de hélice opuestos; resultan muy convenientes para la ejecución de ranuras profundas (fig. 225).

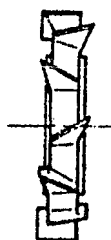


fig. 225

La forma de los dientes puede ser:

a) Diente de trinquete o triangular (fig. 226).

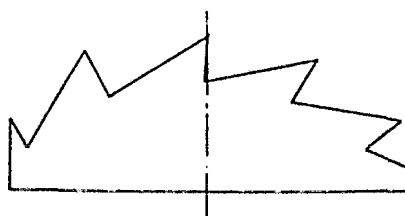


fig. 226



b) Diente parabólico o redondo (fig. 227)

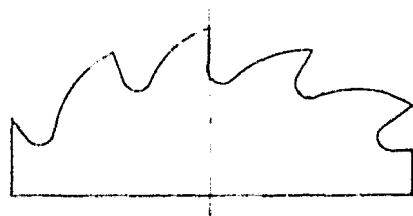


fig. 227

c) Diente parabólico o redondo con región en relieve (fig. 228).

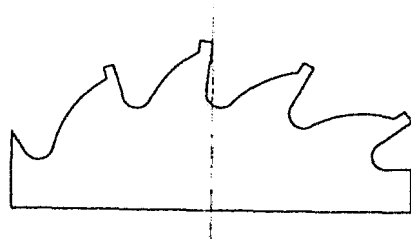


fig. 228

d) Diente con plano en relieve (fig. 229).

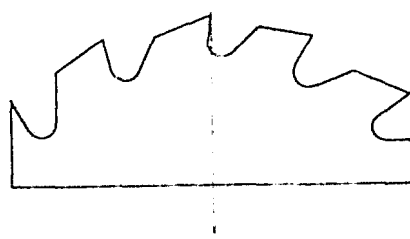


fig. 229

e) Diente de relieve excéntrico (fig. 230).

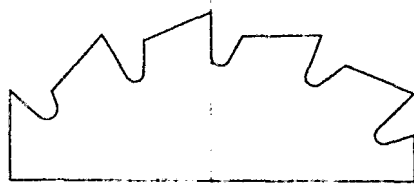


fig. 230

Las fresas pueden hacerse de acero rápido o de acero de herramientas, sin alear. Frecuentemente los filos se disponen con una pieza de metal duro.

Las fresas de acero de herramientas sin alear, no pueden trabajar - sino con reducida velocidad de corte. Con las fresas de acero rápido pueden emplearse velocidades de corte mayores. Como el acero rápido es caro, las fresas grandes se hacen a base de un cuerpo de acero de construcción en que se insertan los filos de acero rápido. Las fresas

con filo de metal duro se prestan para trabajar materiales que ejerzan una fuerte acción de desgaste sobre los filos. Como podemos observar los filos son las aristas que muerden la pieza. Durante el fresado cada filo no está nada más que durante una parte de la revolución de la fresa, dedicado al arranque de viruta. El resto del tiempo el diente gira en vacío y puede refrigerarse. El trabajo del útil no es, por lo tanto, tan fuerte como en el caso del útil de tor no cuyo filo está continuamente cortando.

Las formas de los filos cortantes pueden ser:

1.- Filo cortante plano (fig. 231).



fig. 231

2.- Filo cortante interrumpido (fig. 232).



fig. 232

3.- Filo cortante formado de la primera capa de enlucido (fig. 233).



fig. 233

Otro aspecto importante en el estudio de las fresas es el que se refiere al espaciamiento entre dientes, el cual puede ser:

1.- Dientes de igual espaciamiento (fig. 234).

2.- Dientes de diferente espaciamiento (fig. 235).

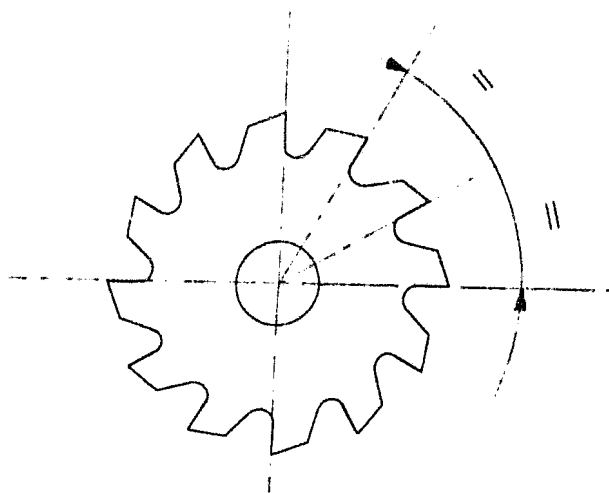


fig. 234

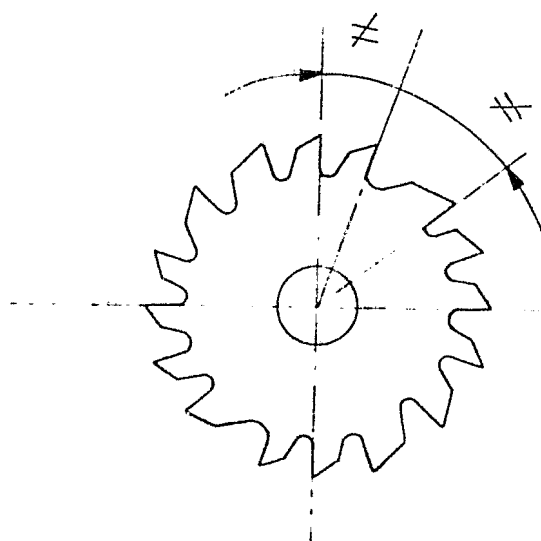


fig. 235

Las fresas con taladro como, por ejemplo, las fresas cilíndricas, se fijan en un vástago de fresa. Este vástago lleva en un extremo un cono normal que se aloja en la cavidad cónica del husillo de fresar. Por medio de las superficies de arrastre y un tornillo de sujeción queda asegurado que el vástago no se suelte. La fresa debe poderse deslizar por el vástago con ajuste de aspiración. Metiéndola a la fuerza podría romperse. En las muelas de dientes oblicuos, el empuje axial debe ir dirigido contra el husillo de fresar. La fresa se fija al vástago por medio de una chaveta y es mantenida en su posición mediante anillos intermedios. Entre las superficies frontales de la fresa y los anillos intermedios no deben quedar interpuestos cuerpos extraños, pues de lo contrario, al apretar la tuerca del vástago, podría curvarse este último y la fresa funcionaría con sacudidas. La tuerca del vástago no debe apretarse sino cuando el contrasoporte esté colocado y bien afianzado. Para que el vástago de la fresa, no se flexe como consecuencia del esfuerzo de corte, habrá que elegir para él un diámetro bastante grande dentro de lo posible. Además de esto, las distancias de la fresa al contrasoporte y al cabezal principal habrán de ser pequeñas.

Existen distintos tipos de vástagos para la fijación de las fresas, tenemos por ejemplo:

1.- Vástago cilíndrico (fig. 236).

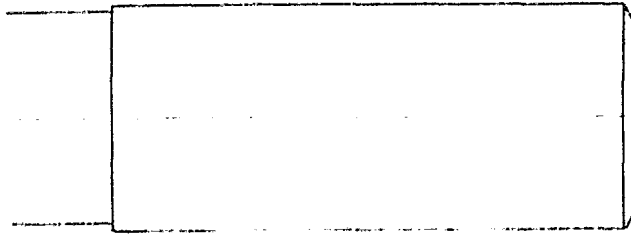


fig. 236

2.- Vástago con planos iguales (fig. 237)

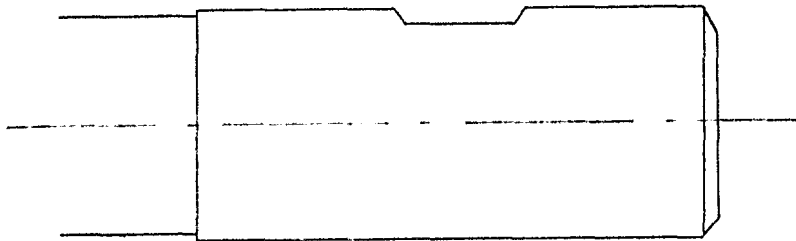


fig. 237

3.- Vástago de hilos iguales (fig. 238).

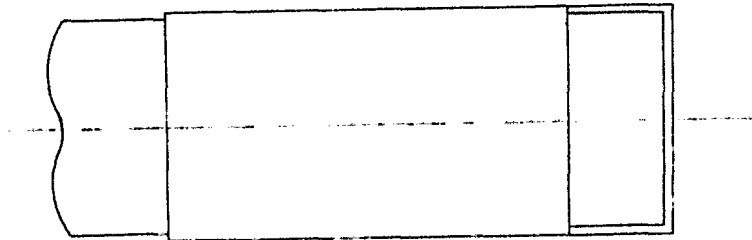


fig. 238

4.- Vástago cónico Morse (fig. 239).

5.- Vástago cónico Morse con conductor de planos de collar (fig. 240).

6.- Vástago cónico Morse y mecha de arrastre (fig. 241).

7.- Vástago cónico Morse y mecha de arrastre con chaveta ranurada -- (fig. 242).

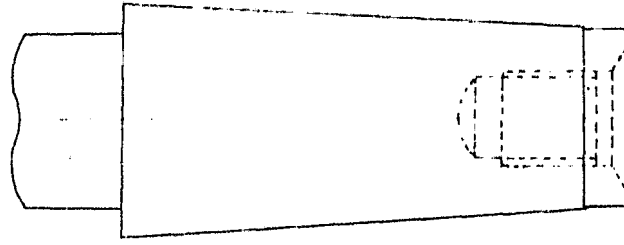


fig. 239

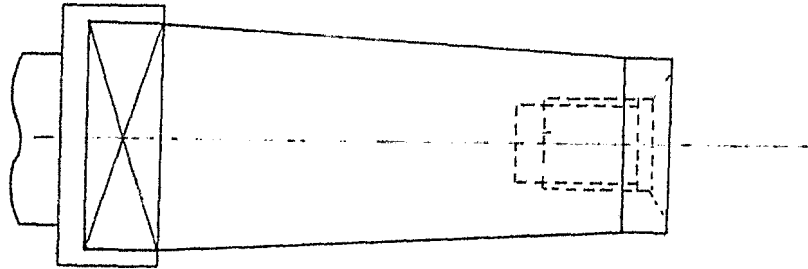


fig. 240

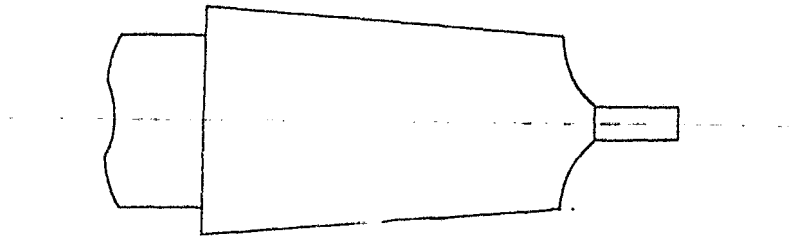


fig. 241

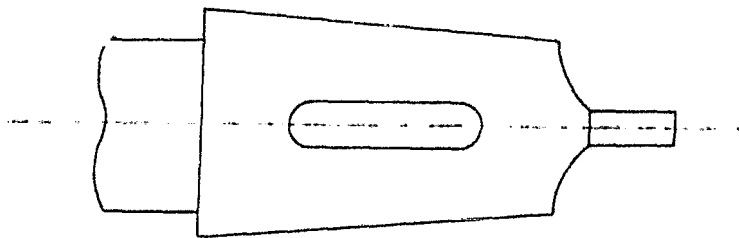


fig. 242

8.- Vástago cónico 7/24 de rápido libramiento (fig. 243).

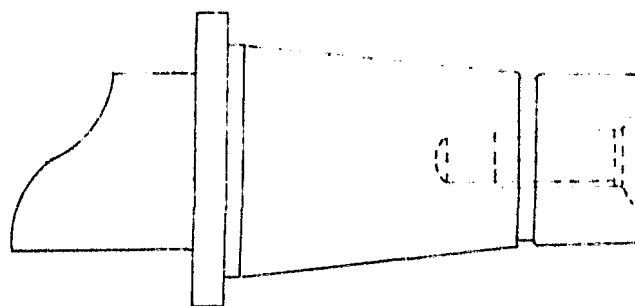


fig. 243

Podemos distinguir entre cuatro tipos de fresas o cortadores, y éstos son los siguientes:

- a) Fresas o cortadores cilíndricos y frontales cilíndricos.
- b) Fresas o cortadores en forma de disco.
- c) Fresas o cortadores con vástago.
- d) Fresas o cortadores de forma.

a) FRESAS O CORTADORES CILINDRICOS Y FRONTALES CILINDRICOS.

La figura 244 nos muestra el sentido de giro de la herramienta.



fig. 244

- a.1) El cortador cilíndrico tiene los filos únicamente en su periferia. Se utilizan para desbastar y afinar superficies planas por medio de la máquina fresadora horizontal (fig. 245).



fig. 245

- a.2) El cortador cilíndrico acoplado, con dientes helicoidales de - sentidos opuestos, tienen la ventaja de que el empuje axial que da en ellas parcialmente compensado ( fig. 246).

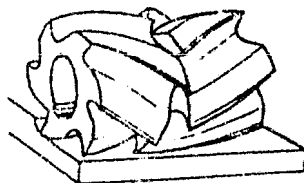


fig. 246

- 2.3) Los cortadores frontales cilíndricos tienen dientes no solamente en la periferia, sino también en una de las caras frontales. Se presentan estos cortadores para trabajar superficies planas y rebajos en ángulo recto, tanto con la máquina fresadora horizontal como en la vertical (fig. 247).

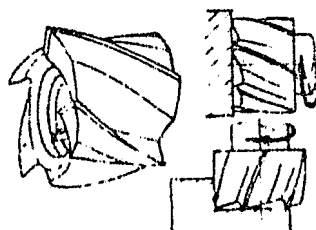


fig. 247

#### b) FRESAS O CORTADORES EN FORMA DE DISCO.

Estas se utilizan generalmente para fresar entalladuras estrechas. - La figura 248 nos muestra el sentido de giro de la herramienta.



fig. 248

- b.1) La sierra circular se utiliza para cortar piezas y para hacer - en ellas ranuras como, por ejemplo, en las cabezas de los torni - llos (fig. 249).



fig. 249

b.2) Los cortadores para ranurar con dientes rectos sirven para fresar ranuras planas. Con objeto de evitar el roce lateral, estos cortadores van ahuecados con la muela por ambos lados (fig. 250).



fig. 250

b.3) Los cortadores de disco de dientes triangulares son apropiados para chaveteros más profundos (fig. 251).



fig. 251

b.4) Los cortadores de dientes cruzados van provistos de filos dirigidos alternativamente a la derecha y a la izquierda (fig. 252).



fig. 252



b.5) Los cortadores de discos acoplados pueden, después de haber sido afilados, volver a su primitiva anchura mediante interposición de las convenientes arandelas (fig. 253).

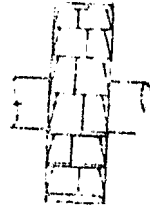


fig. 253

c) FRESAS O CORTADORES CON VASTAGO.

La figura 254 muestra el sentido de giro de la herramienta.



fig. 254

c.1) Los cortadores con vástago son cortadores frontales cilíndricos de pequeño diámetro. El vástago o mango sirve para sujeción. - Los cortadores con vástago con corte a la derecha y hélice a la derecha o las de corte a la izquierda con hélice a la izquierda, pueden salirse del husillo como consecuencia del empuje axial. Para evitar esto, el mango del cortador va provisto de una rosca de apriete que sirve para fijarla en el husillo de fresar - (fig. 255).

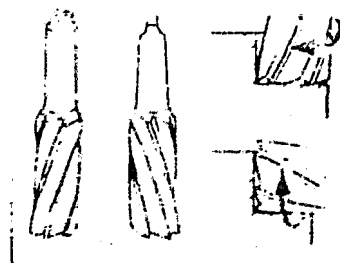


fig. 255

c.2) También tenemos los cortadores de vástago para ranurar, los cuales se prestan para la ejecución de ranuras en T (fig. 256).

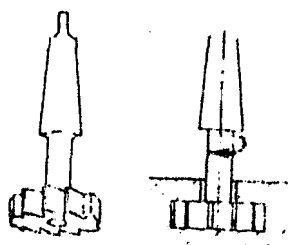


fig. 256

c.3) Por último podemos citar los cortadores para agujeros rasgados los cuales tienen dos filos y se utilizan para el fresado de -  
chaveteros y de agujeros rasgados ( fig. 257).

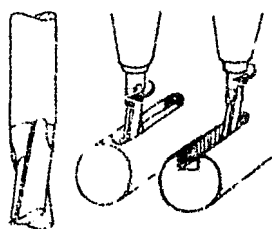


fig. 257

d) FRESAS O CORTADORES DE FORMA.

La figura 258 nos muestra el sentido de giro de la herramienta.



fig. 258

d.1) Los cortadores angulares son necesarios para la ejecución de -  
guías prismáticas ( fig. 259).

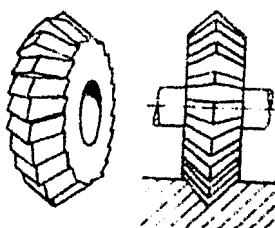


fig. 259

d.2) El cortador frontal angular se utiliza para el mecanizado de guías en ángulo (fig. 260).

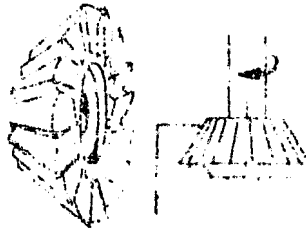


fig. 260

d.3) Los cortadores de un solo filo se utilizan para pequeños trabajos de fresado de forma (fig. 261).

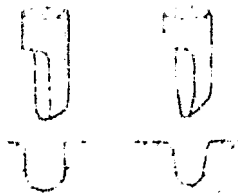


fig. 261

La sujeción de la fresa o cortador es un operación que hay que realizar con el mayor cuidado. El cortador debe trabajar sin sacudidas, pues de lo contrario se desgastan rápidamente los dientes más salientes, con el cual el tiempo de duración resulta corto. Aparte de esto, cuando un cortador gira excéntricamente, es decir, cuando no gira bien en redondo como corrientemente se dice, cada diente trabaja a distinta profundidad, con lo cual se producen ondulaciones en la superficie de la pieza que se mecaniza.

La sujeción de los cortadores con taladro como, por ejemplo, los cortadores cilíndricos, en la máquina herramienta. Se hace como se explicó en página anterior, dicho método es sencillo y su ejecución conduce a la buena realización del trabajo de fresado. Podemos observar la figura 262, la cual nos muestra gráficamente el método descrito con anterioridad.

La sujeción de los grandes platos de cuchillas se aplican sobre el cono exterior del husillo de fresar. Para conseguir una sujeción fuerte con el husillo de fresar, se utilizan el perno de arrastre (a) y el tornillo de sujeción (b), (ver fig. 263).

Los platos de cuchillas pequeñas y las fresas frontales cilíndricas se fijan a un vástago (a) que se introduce en ellas, bien por medio de una chaveta de ajuste (b) o bien por medio de una transversal (c) (ver fig. 264).

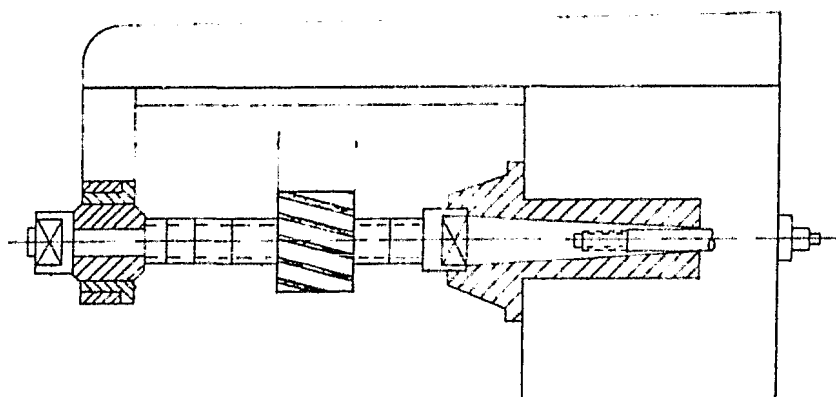


fig. 262

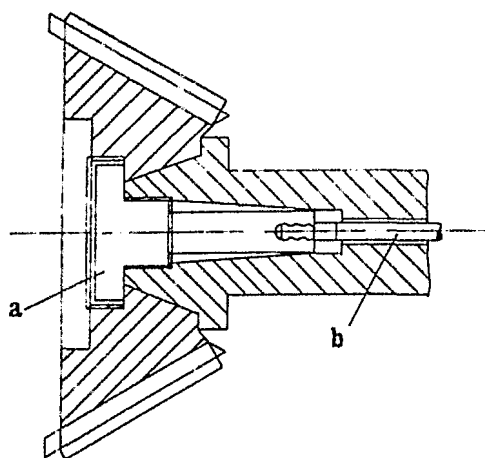


fig. 263

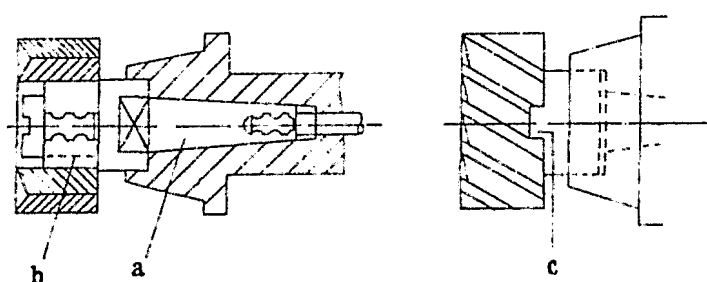


fig. 264

Cuando se trata de cortador de vástago con vástago cónico se introduce éste en el taladro cónico del husillo de fresar y se fija con un tornillo. Para sujetar fresas pequeñas se utiliza un manguito intermedio (a). (Ver fig. 265).

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

1) Para la sujeción de la herramienta de fresar:

a) Escójase la fresa adecuada y el vástago de fresa conveniente

sin olvidar la chaveta. .

- b) Protéjase contra deterioros el cono del vástago de fresa o cortador y el husillo de fresar.
  - c) Antes de montar la pieza, limpiense cuidadosamente las superficies de ajuste, por ejemplo, el vástago de fresa, la cavidad cónica del husillo de fresar, los anillos intermedios y la fresa (interesa sobre todo para obtener el giro redondo).
  - d) Compruébese si coinciden el sentido de giro de la fresadora y el de los filos de la fresa (peligro de rotura de fresa).
  - e) Compruébese si en el caso de fresas o cortadores con dientes oblicuos, el empuje axial va dirigido contra el husillo de fresar.
- 2) Para la herramienta de fresar:
- a) Escójanse las herramientas de fresar adecuadas a cada trabajo.
  - b) Vigílese que la fresa gire redonda.
  - c) No deben emplearse fresas o cortadores embotados.
  - d) Refrigérese a su debido tiempo.
  - e) No pretenda coger nada a través de la fresa funcionando.
  - f) Las virutas deben ser separadas con una brocha o un gancho adecuado, pero nunca con los dedos.
  - g) No haga mediciones sino con la máquina parada.
  - h) Durante el fresado se desgastan los filos de la fresa. Si se emplean fresas con los filos romos se da lugar a superficies trabajadas poco limpias. Es necesario, por lo tanto, afilar la fresa a su debido tiempo en una máquina para afilar herramientas (fig. 266)

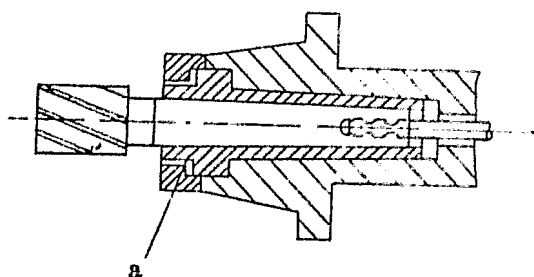


fig. 265

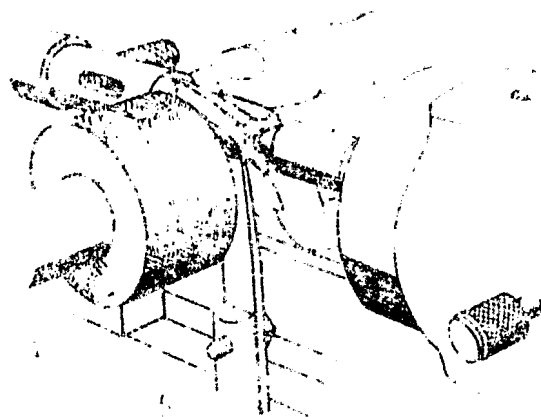


fig. 266

Afilado de una fresa cilíndrica. (a) Muela frontal; (b) apoyo de los dientes.

## HERRAMIENTAS PARA SERRAR.

El corte de los metales en un taller mecánico adquiere un volúmen importante por cuanto representa, la mayor parte de las veces, una operación preliminar. La preparación de los trozos de barra, si no se efectúa racionalmente, influye en sentido negativo sobre la producción.

Comunmente al trabajar una pieza en el taller mecánico empezamos con el corte del pedazo de material necesario (en todos los casos ligeramente más grande) para posteriormente realizar otras operaciones de corte requeridas.

El corte de dicho pedazo de metal se hace en diversas formas, la primera y más usada es cortar con segueta de mano (ver herramientas manuales de corte - seguetas). La segunda forma es con máquinas aserradoras, las cuales utilizan para llevar a efecto su operación herramientas llamadas "sierras", las cuales, por su forma constructiva, son consideradas muy similares a las fresas; esto es, se caracterizan por poseer una sucesión ordenada de dientes de corte.

Existen los siguientes tipos:

- a) Sierras de disco (circulares)
- b) Sierras de cinta.
- c) Sierras alternativas.

NOTA: Los tipos antes descritos cortan el metal en frío y reciben la denominación según la forma de la herramienta.

Las máquinas más usadas que utilizan herramientas de serrar, son las lentas. (Al decir lentas no se quiere indicar que tales máquinas no sean rentables: es que la herramienta de serrar que va montada trabaja a bajas velocidades de corte).

Nos limitaremos a tratar solamente a las sierras de disco y las sierras de cinta, por considerar a la sierras de movimiento alternativo como las menos rentables.

### a) SIERRAS DE DISCO (CIRCULARES).

Ofrecen la posibilidad de cortar barras metálicas mediante las sierras circulares. Estas herramientas, dada su función de arrancar el material por medio de una sucesión de dientes de corte dispuestos en la periferia del disco, pueden considerarse como fresas de poco grueso (en relación a su diámetro).

Debido a su finalidad de dividir una barra o un bloque metálico en -

dos trozos, la sierra circular penetra de lleno en el espesor del material y lo atraviesa con un simple movimiento de avance. Las sierras circulares pueden dividirse en dos tipos distintos:

- Tipo integral.
- Tipo de sectores insertados.

#### TIPO INTEGRAL.

Las sierras circulares integrales se construyen de diámetro 20 a 315 mm. con gruesos de 0,20 a 6 mm. A fin de que los dientes estén "triscados" como las seguetas, se adelgazan de la periferia hacia el centro (fig. 267). Para la ejecución de pequeñas entallas, como las de las cabezas de los tornillos, el adelgazamiento es superfluo.

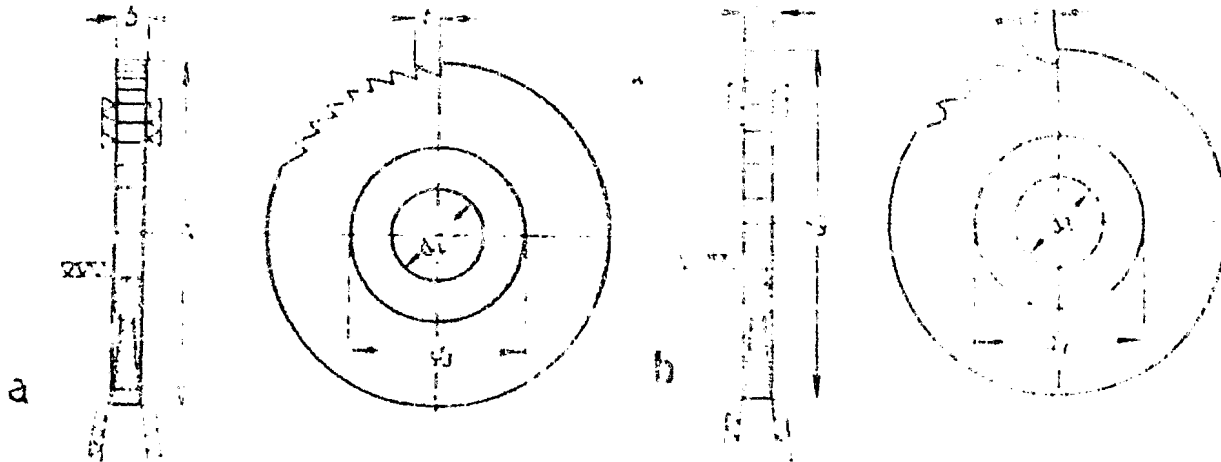


fig. 267 Sierras circulares (véanse tablas II.3.13 y II.3.14) (a) tipo de dentado fino; (b) tipo de dentado medio.

Para las sierras circulares corrientes, delgadas y de pequeño diámetro, es suficiente la forma sencilla del diente agudo (fig. 268); para las sierras de gran rendimiento se prefiere el dentado reforzado y convenientemente perfilado (fig. 269) para facilitar la salida de la viruta y consumir la mínima energía.

NOTA: Los ángulos  $\alpha$  y  $\delta$  se encuentran en la tabla II.3.15

Las diversas clases de materiales a cortar y las formas particulares que pueden presentar, requieren un dentado con paso adecuado. Normalmente se adoptan cuatro graduaciones:

1. Dentado fino.- Unificado según DIN incluido en la tabla II.3.13. Es indicado especialmente para cortar chapas delgadas y practicar entallas poco profundas.



2. Dentado medio.- Unificado según DIN incluido en la tabla II.3.14. Es indicado para trabajos de carácter general, para cortes de profundidad media, sobre materiales diversos.
3. Dentado basto.- Según la tabla II.3.16. Es indicado para la ejecución de cortes profundos, también sobre materiales duros y tenaces; y para entallas poco profundas, practicadas sobre materiales de escasa dureza (como las aleaciones de cobre).
4. Dentado entrado. Según la tabla II.3.17. Está destinado especialmente para trabajar las aleaciones de aluminio y magnesio.

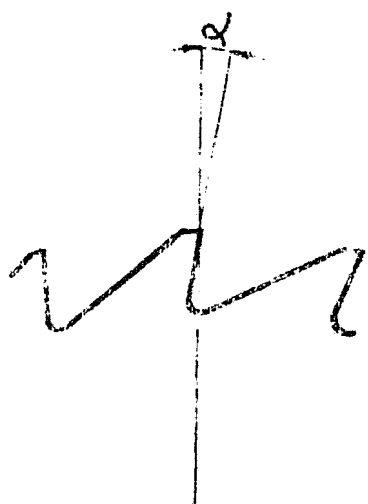


fig. 268

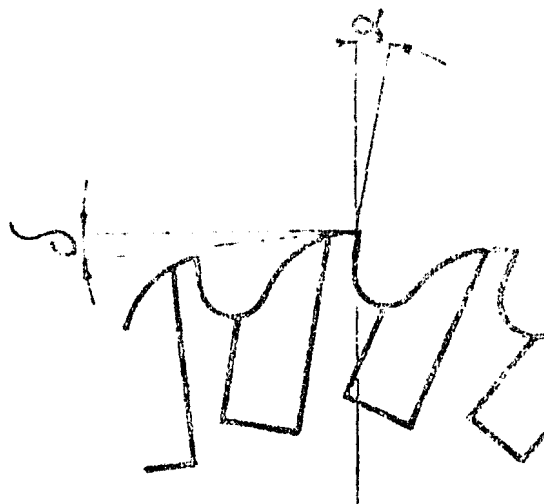


fig. 269

Formas de dientes de las sierras circulares.

#### TIPO DE SECTORES INSERTADOS.

Las sierras circulares de sectores insertados, por ser de gran diámetro, requieren una técnica constructiva especial, reservada a las casas especializadas (Elli y Zerboni, ULMA).

Los dientes de estas sierras deben tener un perfil racional a fin de cumplir las exigencias de máxima productividad.

Estas sierras, en su conjunto, están constituidas por un disco de chapa (de acero especial tratado), en cuya periferia están dispuestos una serie de sectores dentados (de acero extrarápido). Dichos sectores van remachados y fijados sobre el disco, de modo que puedan resistir el esfuerzo tangencial que se produce durante el tronzado.

En la figura 270 puede observarse también la forma especial del diente delineado con amplias curvas unidas, de modo que facilite la formación de la viruta. El dentado se compone de dos series de dientes alternado entre sí: una serie de desbaste, 0,2 mm, más altos, en forma de cúspide con dos chaflanes a  $45^\circ$ , y una serie de acabado de

forma plana, dispuestos sobre el diámetro menor. El objeto de arrancar viruta queda supeditado a las dos series de dientes del siguiente modo: mientras la primera serie inicia el corte sobre un espesor reducido y sin producir rozamientos sobre los flancos, la segunda lo completa, destacando dos virutas laterales distintas.

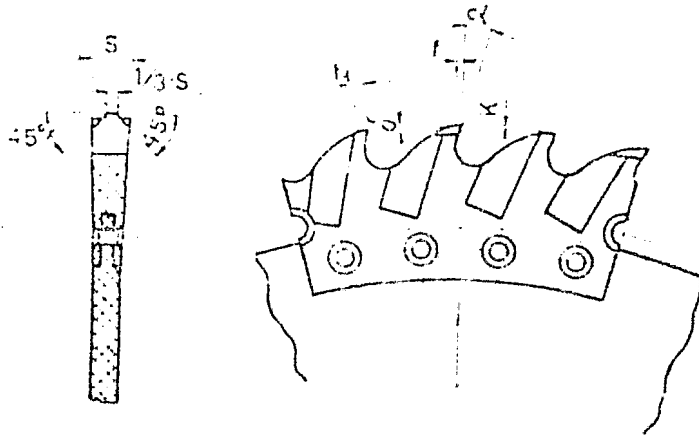


fig. 270 Sector insertado de una sierra de disco de gran diámetro. (véase tabla II.3.15).

Los ángulos  $\alpha$  y  $\sigma$  se encuentran en la tabla II.3.15; la diferencia de altura entre el diente agudo y el plano, es:

$$K = 0,2 \text{ mm}$$

Las caras  $f$  y  $f_1$  varían según el diámetro. El número de dientes de la sierra, y por tanto también el paso, varían según el tipo de material a arrancar y según la forma. La elección puede hacerse refiriéndose al número de dientes de un solo sector según la siguiente clasificación:

1. Dentado entrado: 3 dientes por sector. Es apto para grandes barras, de sección cuadrada o redonda.
2. Dentado basto normal: 4 ÷ 5 dientes por sector. Es adecuado para barras de tamaño medio y perfiles especiales.
3. Dentado semifino: 6 ÷ 8 dientes por sector. Es apto para perfiles laminados llenos, de pequeño diámetro, y perfiles de espesor medio.
4. Dentado fino: 10 ÷ 12 dientes por sector. Es adecuado para chapas, tubos y perfiles delgados.

Cada sierra, cuyo diámetro puede ser de 260 ÷ 1,500 mm, tiene un número correspondiente de pares de sectores (de 12 ÷ 36).

Cada sector puede utilizarse, mediante sucesivosafilados, hasta la reducción diametral de 40 ÷ 60 mm; alcanzado el límite extremo, es -

posible desmontar los sectores y sustituirlos por una nueva serie.

Para ofrecer los sectores las mejores características de resistencia y para excluir las roturas que podrían producirse durante la operación de remachado, deben ser blandos y elásticos en la parte de unión. El disco central no sufre ningún desgaste.

#### b) SIERRAS DE CINTA.

El corte de los metales se efectúa brillantemente también con una hoja continua en circuito cerrado. Dicha hoja de sierra va tensada entre dos volantes y guiada por rodillo. A pesar del poco espesor de la hoja (0,8 ÷ 1 mm) ésta permanece perfectamente rígida en la zona de corte.

Las sierras de cinta, hasta hace poco tenían, como factor negativo, la cinta de acero al carbono aleado, mientras las sierras circulares integrales o de sectores insertados (y también las hojas de sierra de las máquinas de movimiento alternativo) son de acero rápido. Con relación al desgaste, por tanto, las sierras de cinta estaban en desventaja, ya que debían recibir un mayor número de afilados en comparación a las de acero rápido y hojas-sierra. Actualmente, gracias al avance tecnológico, se construyen sierras de cinta de acero rápido con una flexibilidad óptima. Sin embargo se tienen límites en los radios de curvatura que no pueden ser inferiores a 300 mm.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Nunca dar presión excesiva para que se realice el corte, ya que esto rompe la sierra, la mayoría de las máquinas son autorregulables en su avance.
- 2) Seleccionar correctamente el número de dientes de la sierra.
- 3) Seleccionar correctamente la velocidad de corte.
- 4) Sujetar con rigidez el material a cortar.
- 5) Hacer funcionar la máquina con la sierra libre (sin que esté haciendo contacto con el material).
- 6) La hoja, durante el corte, debe refrigerarse abundantemente con aceite emulsionado.

## HERRAMIENTAS PARA BROCHAR.

Se llama brochado la operación que consiste en arrancar linealmente y progresivamente la viruta de una superficie de un cuerpo mediante una sucesión ordenada de filos de corte (fig. 271); la herramienta especial se llama brocha, y la máquina que permite realizar la operación brochadora.

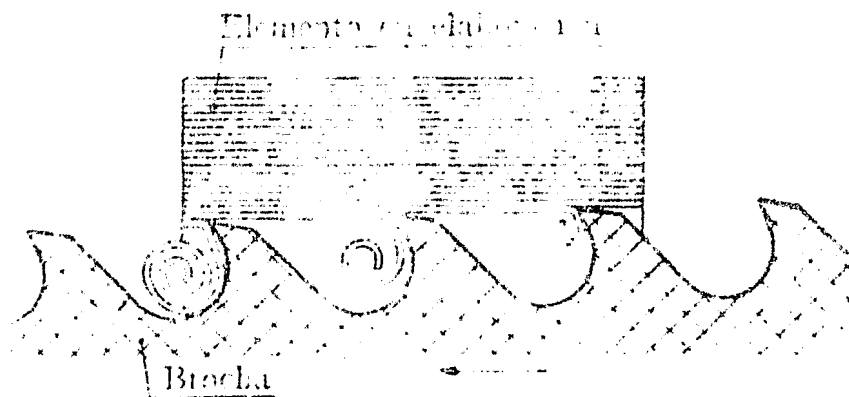


fig. 271

### Procedimiento de brochado.

El brochado puede ser interior, si la herramienta opera dentro de un agujero pasante (para transformar el perfil), o exterior, si la herramienta opera sobre una superficie abierta (fig. 272 y 273).

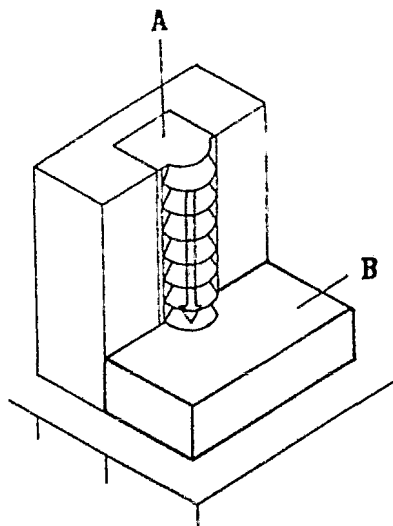


fig. 272 Proceso de trabajo en el brochado exterior. -  
A) aguja de brochado con su soporte; B) pieza que se trabaja.

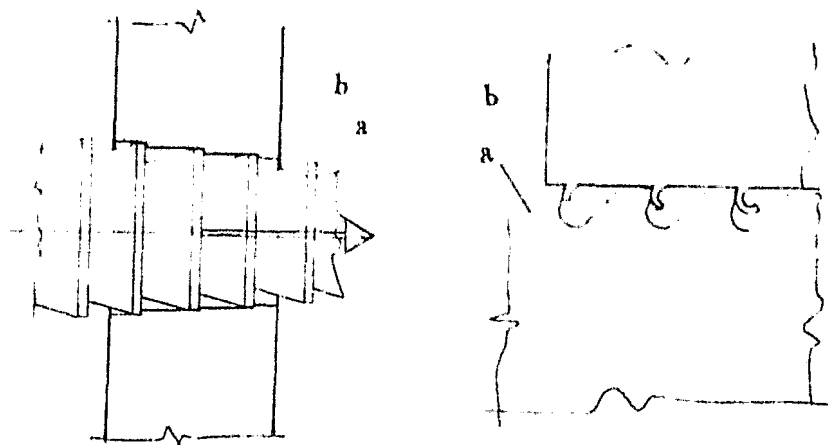


fig. 273 Proceso de trabajo en el brochado interior. -  
a) aguja de brochar; b) pieza que se trabaja.

El brochado, tanto para interiores como para exteriores, se ejecuta en una máquina de movimiento rectilíneo. Pueden ser de accionamiento mecánico ó hidráulico; además, pueden construirse de modo que actúen sobre la herramienta a compresión ó a tracción. Las brochadoras que trabajan por compresión de la herramienta son casi siempre verticales, mientras las que trabajan por tracción de la herramienta pueden ser también horizontales (fig. 274).

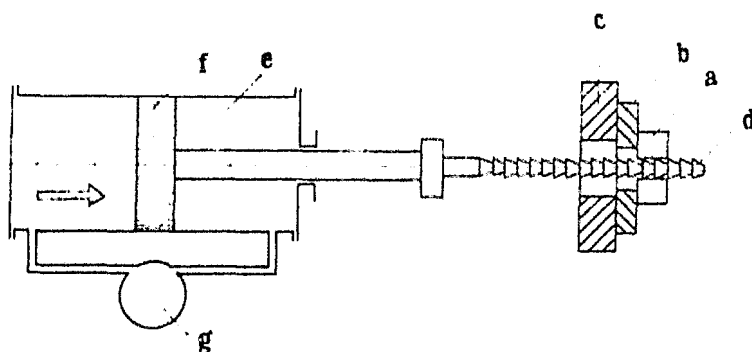


fig. 274 Representación simplificada de una máquina de brochar horizontal con accionamiento hidráulico. a) pieza a trabajar; b) apoyo; c) mesa de trabajo; d) aguja de brochar; e) cilindro; f) émbolo; g) bomba de aceite.

La herramienta de brochar, asume la estructura de una barra dentada (brocha), por que a lo largo de su superficie se han practicado convenientemente unas ranuras aptas para crear una serie de aristas cortantes; por esta sola razón, o sea por tener dientes, también se puede llamar a la herramienta "Fresa-Espiga", pero no por que tenga una forma análoga a la de la fresa. La característica de la herramienta, en otros términos, es la de poseer una sucesión longitudinal de dientes dispuestos geoméricamente respecto a un eje ó a un plano y variable diametralmente según una progresión aritmética. La brocha recorre una superficie trabajada previamente (o también en bruto), - arranca el material en un solo sentido de marcha y produce, al final de la carrera, un nuevo perfil. A continuación se presentan algunos ejemplos de trabajos que pueden realizarse por brochado interior y -

exterior (fig. 275).

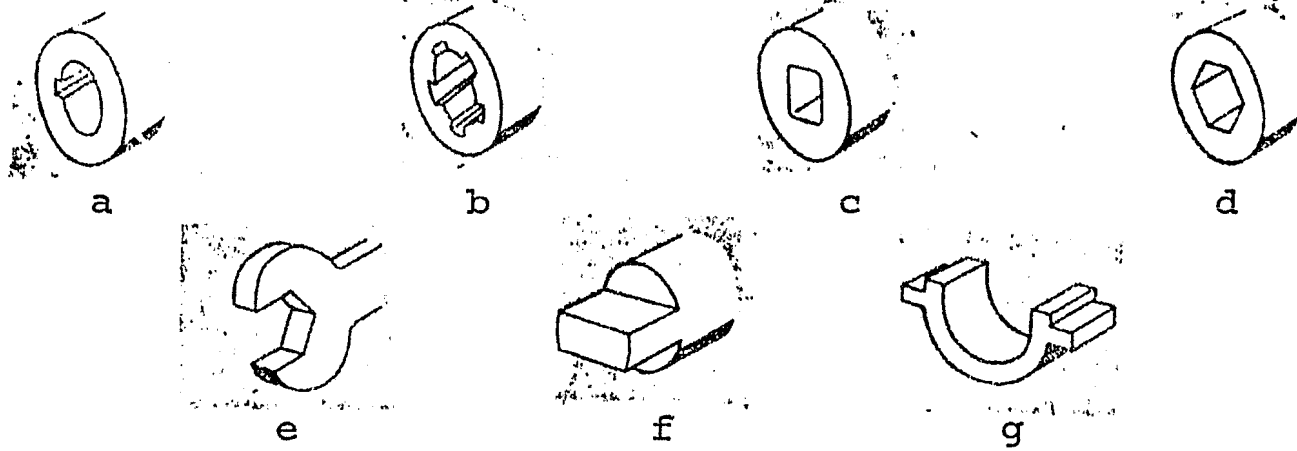


fig. 275 Ejemplos de trabajos que pueden hacerse por -  
brochado. a-d) brochados interiores; e-g) brochados ex-  
teriores.

Las herramientas de brochar están hechas con acero templado. Los -  
dientes son cada vez un poco más altos y se adaptan en el extremo de  
la herramienta a la forma del perfil deseado (fig. 276).

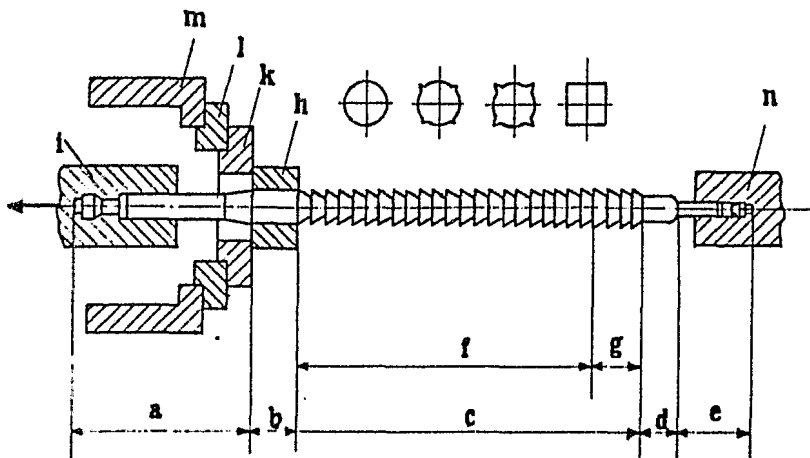


fig. 276 Aguja de brochar en posición de trabajo. -  
a) mango; b) guía de entrada; c) dentado; d) guía; -  
e) extremo; f) parte de corte; g) parte de calibrar;  
h) pieza a mecanizar; i) pieza portaútil; k) apoyo;  
l) placa de sujeción; m) cuerpo de la máquina; n) so-  
porte de acompañamiento.

En el dentado se distingue entre la parte cortante y la parte de ca-  
librar. La diferencia de alturas entre dos dientes consecutivos vie-  
ne a ser en la parte cortante de 0,02...0,12 mm. La parte de cali-  
brar tiene de 4 a 6 dientes, sin diferencias de alturas, y asegura  
las dimensiones correctas y la calidad superficial del agujero bro-  
chado.

La herramienta de brochar interiormente se sujeta por su mango en el  
soporte correspondiente. La parte de guía, que debe ajustarse con -  
juego muy ligero en el agujero previamente taladrado, lleva la herra

mienta a una posición centrada. Con objeto de que no cuelgue por su extremo cuando se trata de una herramienta de brochar larga, se apoya en un soporte de acompañamiento. Respecto a esto es importante - hacer notar que el paso forzado de la herramienta a través del agujero de la pieza puede hacerse de dos modos: solicitando la brocha a tracción ó a compresión. Se usa el primer sistema siempre que sea indispensable el empleo de brochas largas, que arrancan, en consecuencia, mucho material. El segundo sistema, en cambio, es usado para las brochas muy cortas, teniendo la operación el objeto de calibrar un agujero practicado anteriormente; las brochas largas se romperían rápidamente por la excesiva carga de punta (pandeo) que soportarían durante el desarrollo de la operación (fig. 277).

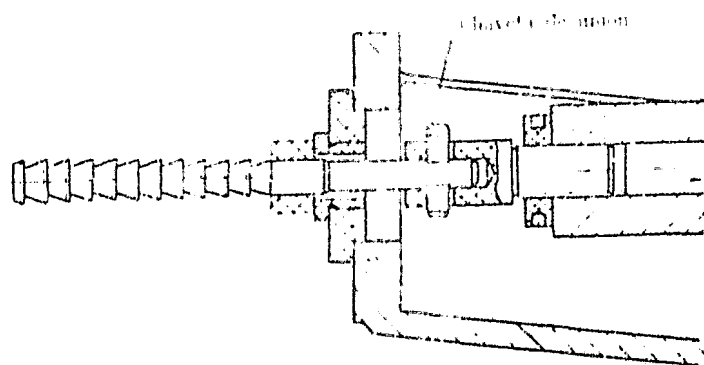


fig. 277 Disposición de la pieza a brochar y de la brocha al iniciarse el brochado interior.

Con el brochado interior se pueden hacer uno o dos chaveteros en agujeros redondos; ó bien transformar el perfil de un agujero de redondo a acanalado, estriado, cuadrado, hexagonal, etc., (fig. 278).

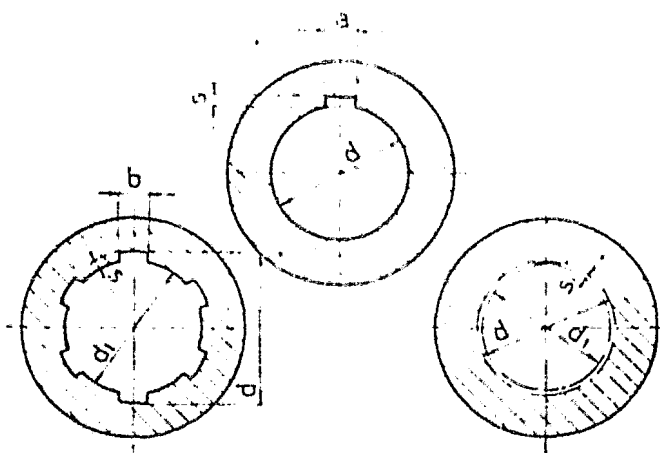


fig. 278 Algunas secciones de agujeros ranurados.

Para proyectar y calcular brochas para interiores, se debe seguir ordenadamente los siguientes elementos:

1. Diámetro del agujero inicial.

2. Grueso total del material a arrancar.
3. Incremento de los dientes.
4. Paso de los dientes.
5. Perfil de los dientes.
6. Número total de los dientes.
7. Número de brochas.
8. Prueba a la tracción de la sección mínima.
9. Elección del tipo de mango.
10. Ejecución del dibujo.

Las herramientas de brochar exteriormente, sirven para realizar un semiacabado o acabado de perfiles exteriores. La operación de brochado que se realiza con este tipo de herramientas, por requerir un tiempo de ejecución muy breve, está disputando el terreno a las fresadoras.

El brochado exterior se emplea especialmente en la producción en serie, ya que con varias brochas compuestas se pueden realizar, en muy poco tiempo, perfiles también compuestos.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Los filos de las herramientas de brochar son duros y agudos y, por lo tanto, delicados. Para evitar que se deterioren no deben entrar en contacto con objetos duros.
- 2) Las herramientas de brochar deben colocarse, siempre sobre fondos de madera o de fieltro.
- 3) Para el brochado interior de piezas, han de estar éstas previamente taladradas y provistas de una cara frontal de apoyo que debe ser perpendicular al taladro.
- 4) Se debe tomar en cuenta, que la herramienta de brochar pueda desviarse eventualmente durante el brochado interior, por lo general, lo que se hace es terminar de mecanizar las piezas que han de ir brochadas, después de efectuado el brochado. El agujero brochado sirve de guía para el mecanizado posterior.
- 5) Las piezas que han de brocharse exteriormente se sujetan por lo general en montajes y han de ser dotadas, antes de la operación de brochado, de las superficies de apoyo adecuadas.
- 6) El líquido de corte debe bañar abundantemente la zona que se trabaja y tiene las siguientes misiones que cumplir: refrigerar la pieza y la herramienta, disminuir el rozamiento y arrastrar las virutas.



## HERRAMIENTAS PARA TALADRAR.

El taladro es una operación de arranque de viruta que tiene como objeto realizar agujeros de sección circular en las piezas.

El taladro se realiza con herramientas especiales, denominadas brocas, accionadas por máquinas de complejidad variable, desde las manuales hasta la de gran tamaño.

La broca es la principal herramienta utilizada para realizar agujeros cilíndricos, cónicos y en ocasiones de otras formas.

Existe una gama variada de brocas destinadas a usos específicos. En el presente estudio profundizaremos en el análisis de la broca helicoidal por ser la más importante, sin descartar otros tipos de brocas. A continuación indicamos algunas de las brocas más importantes:

- a) Broca helicoidal.
- b) Brocas de más de dos ranuras.
- c) Brocas de espiga-guía.
- d) Brocas de avellanar.
- e) Brocas con orificios para lubricación.

### a) BROCA HELICOIDAL.

Esta broca se obtiene partiendo de una barra cilíndrica de acero para herramientas, a la cual se le practican unas ranuras helicoidales, que permiten la salida de viruta. La punta acaba en cono, la intersección de las ranuras con el cono de la punta constituye los filos principales de corte; el extremo opuesto se denomina mango y por él se sujeta a la máquina taladradora (fig. 279).

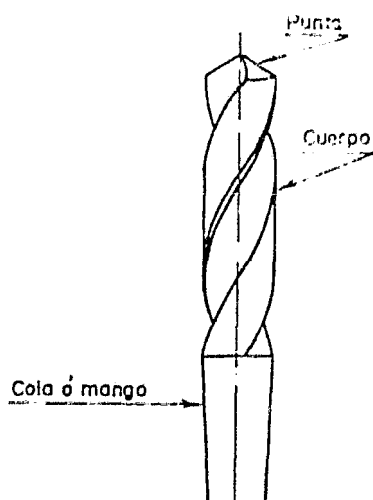


fig. 279

La punta de la broca contiene los filos de ésta (A), que están formados por las aristas que se producen en la intersección de las ranu-

ras para virutas con la superficie cónica. La superficie (C), que queda detrás del filo, considerando el sentido de giro de la broca en el corte, se achaflana o "despulla", con objeto de que sólo entre en contacto con el material el filo y así evitar rozamientos (fig. 280).

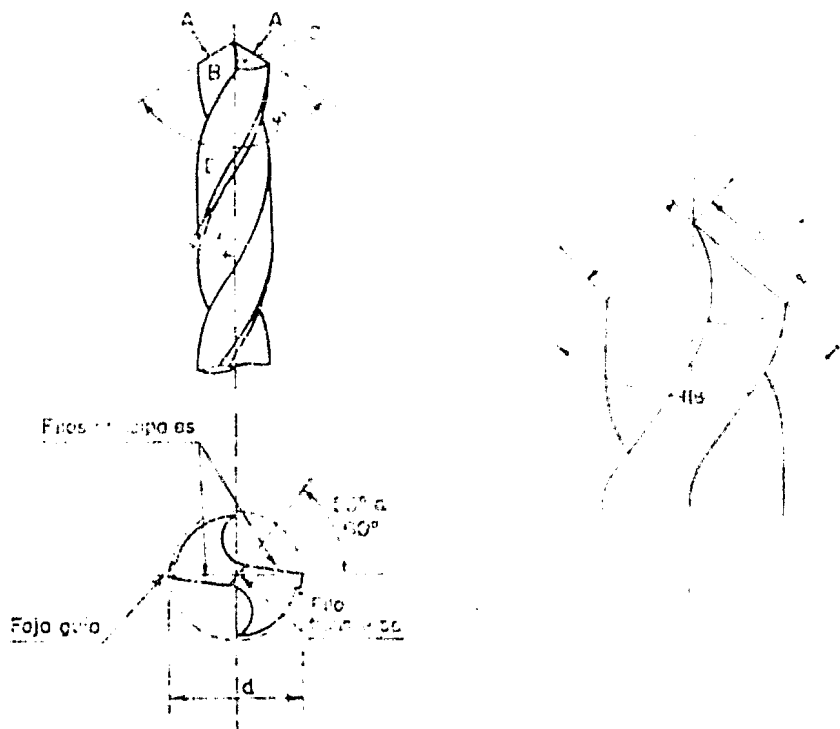


fig. 280

En el cuerpo de la broca las ranuras dejan también aristas en la superficie cilíndrica que forman los biseles o fajas, que hacen de guías apoyándose en la superficie interior de la parte del taladro ya realizado. La anchura de esta faja depende del diámetro de la broca. La superficie (D) se rebaja con objeto de evitar rozamientos. En la figura 281 puede verse la sección transversal de la broca y observarse la forma de las ranuras, las fajas guía, el espesor (E) de núcleo y las superficies rebajadas (D).

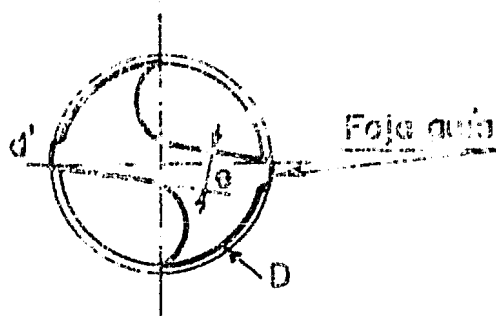


fig. 281

El valor del ángulo  $\varphi$  se elige siempre de tal modo que los filos que se consigan sean rectos. Su valor varía en función al material a trabajar, aumentando cuando éste es más blando.

Para acero	$\varphi \doteq 118^\circ$
Para metales ligeros	$\varphi \doteq 130^\circ$

El ángulo de inclinación de la hélice  $\alpha$  varía también en función - del tipo de material a trabajar; los valores más usuales son:

Para latón	$\alpha = 15^\circ$
Para acero y fundición	$\alpha = 30^\circ$
Para metales ligeros	$\alpha = 40^\circ$

El mango es la parte por la que se sujeta la broca a la máquina taladradora. No tiene ranuras y su forma es cilíndrica (en brocas de diámetro pequeño) o ligeramente cónica (en brocas de diámetro mayor); - ver figura 282.

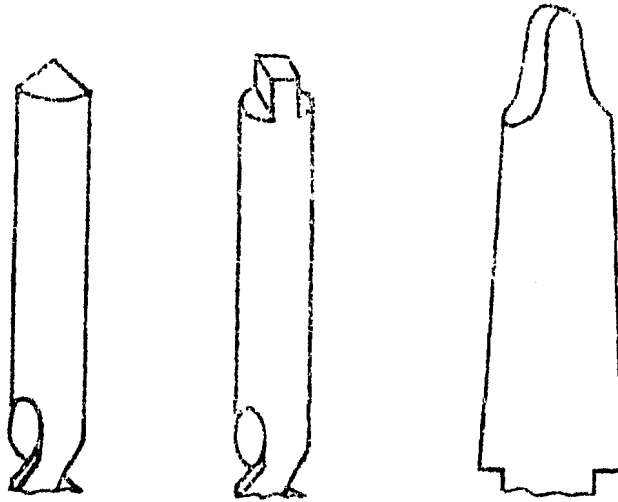


fig. 282 Broca helicoidal.

#### b) BROCAS DE MAS DE DOS RANURAS.

Suelen tener 3 ó 4 y se utilizan para agrandar o repasar agujeros ya realizados de fundición, etc. (fig. 283).

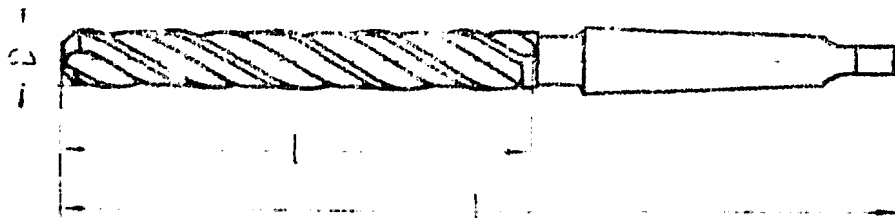


fig. 283

#### c) BROCA DE ESPIGA-GUIA.

Disponen en su extremo de un pezón cilíndrico que actúa de guía, -

penetrando en un taladro previamente realizado. El pezón puede ser -  
recambiable y, por tanto, válido para agujeros de distintos diáme-  
tros. (fig. 284).

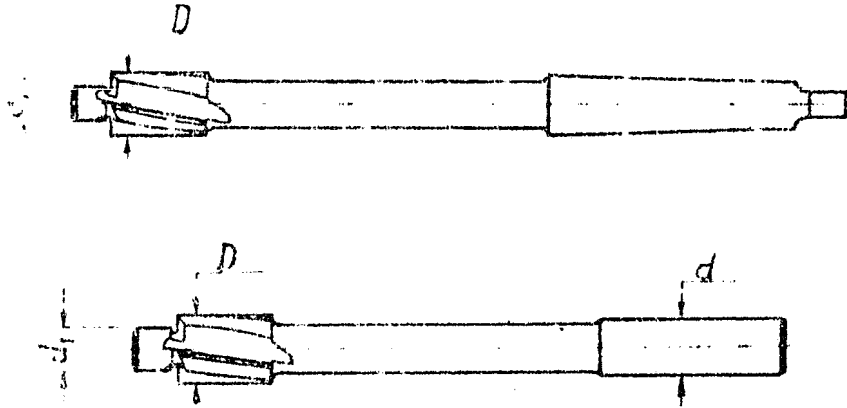


fig. 284

d) BROCAS DE AVELLANAR.

Tienen forma cónica y se utilizan como desbarbadores y para producir  
un alojamiento cónico para tornillos de cabeza embutida (fig. 285).

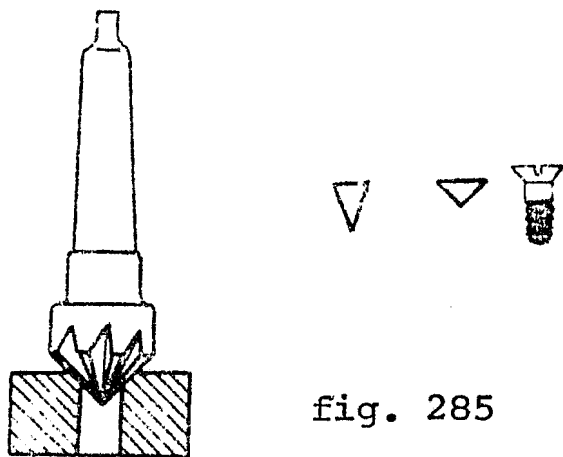


fig. 285

e) BROCAS CON ORIFICIOS PARA LUBRICACION.

Van provistas de orificios interiores por los que se hace llegar a -  
la zona de corte, con objeto de aligerar y disminuir rozamientos. -  
Con estas brocas puede lograrse una mayor velocidad de corte y pene-  
tración (fig. 286).

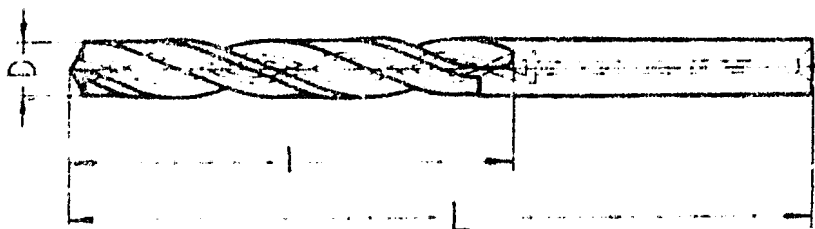


fig. 286

NOTA: Estos y otros modelos de brocas se ven en el mercado con distintos diámetros, longitudes, tipos de mangos, etc.

La sujeción de la herramienta puede ser de diversas formas, dependiendo del diámetro de la misma. Así tenemos que, las máquinas de taladrar traen en el extremo inferior del husillo un agujero cónico, - cuyo diámetro varía con el tamaño de la máquina, la conicidad de este agujero es tal que permite la autosujeción de un cono macho que tiene un diente en el extremo para evitar el resbalamiento (fig.287).

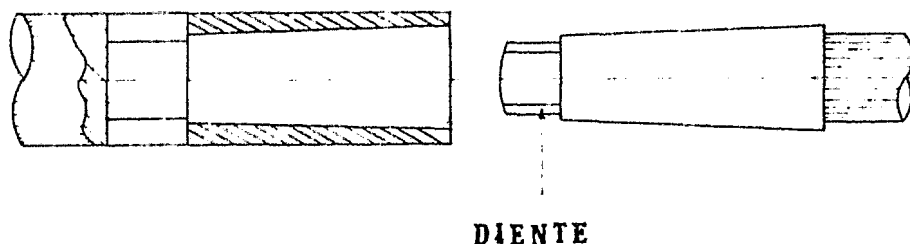


fig. 287

Para lograr la fijación entre el cono macho y hembra es necesario - primero: limpiar perfectamente ambas superficies y segundo; introducir el cono macho dando un ligero impacto sobre el hembra.

La conicidad de estos conos es estándar. Un estándar establecido son los conos Morse y otros, cuyas especificaciones se pueden encontrar en los catálogos de normas estandarizadas.

Las brocas de pequeño diámetro u otras herramientas especiales se sujetan por medio del mandril porta-brocas (fig. 288).

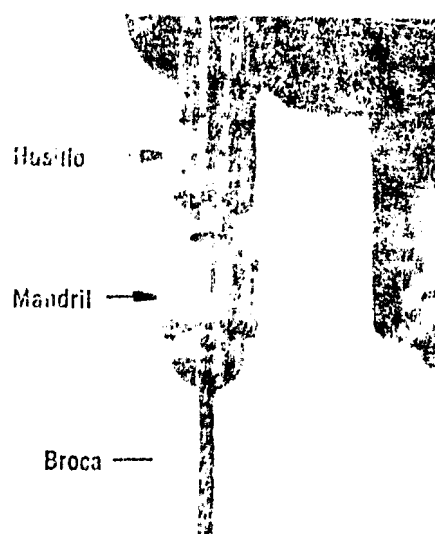


fig. 288

Montaje de broca de pequeño diámetro en el taladro.

Las brocas de diámetro grandes u otras herramientas que tienen mango cónico, se pueden sujetar directamente y las que el cono de ellos es más pequeño que el de la máquina, se acoplan por medio de un casquillo (fig. 289).

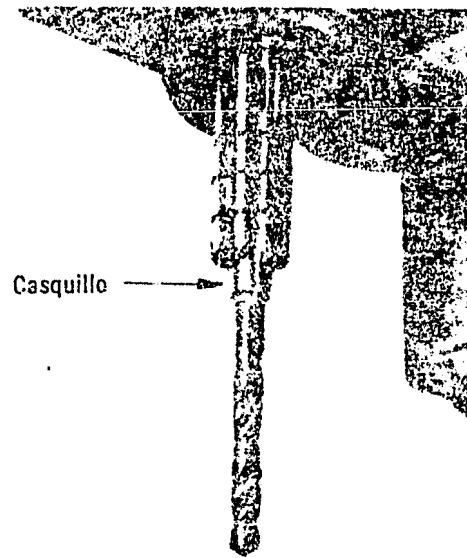


fig. 289 Acoplamiento de una broca de mango cónico por medio de un casquillo.

La forma correcta de desacoplar estos conos es por medio de una cuña botadora que puede ser normal o de seguridad. Las figuras 290 y 291 nos muestran la forma correcta de operar estas herramientas.

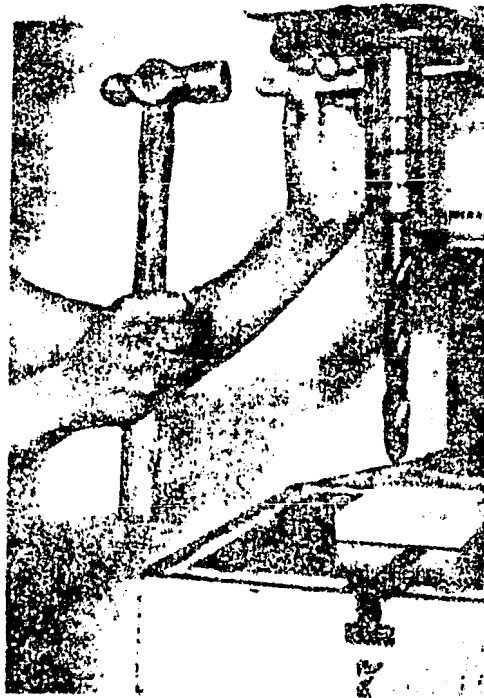


fig. 290 Modo correcto de operar una cuña normal. Debemos de golpear ligeramente con el martillo y la herramienta debe caer sobre un trozo de madera.

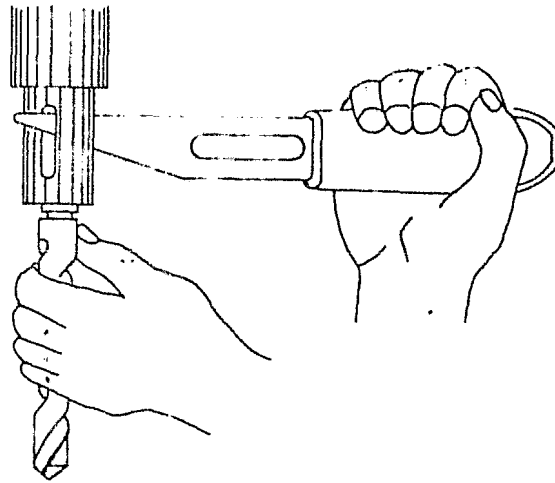


fig. 291 Operación de una cuña de seguridad.

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) Cuando se da avance excesivo o demasiado desahogo el filo se rompe.
- 2) Cuando se da un avance exagerado o no se da desahogo a la broca, ésta se quiebra longitudinalmente (raja).
- 3) Si se le da a la broca demasiada velocidad o desahogo, el filo se embota especialmente en la parte más alejada del filo, o bien la broca se rompe.
- 4) Si la broca tiene un filo más largo que el otro, un ángulo mayor que el otro, o las dos cosas, la broca cortará de un solo filo, - hará un agujero de mayor diámetro, rechinará y tenderá a romperse por flexión (figs. 292, 293 y 294).
- 5) Siempre debemos disminuir la presión de avance cuando la broca - vaya a traspasar un agujero, ya que si la presión en este punto - es fuerte, la broca tiende a atorarse y romperse.
- 6) Para evitar que la broca llegue a recocerse debido al constante - rozamiento en los sitios de contacto entre los filos y las paredes del agujero, es conveniente lubricar y refrigerar suficientemente la punta de la broca.
- 7) Las brocas hay que manejarlas cuidadosamente. Ante todo hay que - proteger sus filos templados de los posibles deterioros a consecuencia de golpes y caídas.
- 8) Cuando se afila a mano hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Ambos filos principales tienen que guardar un ángulo exactamente igual con respecto al eje de la broca (fig. 295). Comprobarlo con planillas de afilar (fig. 296).
- Hay que guardar siempre la posición exactamente centrada de los filos principales (fig. 297).
- La punta de la broca debe estar correctamente destalonada ----- (fig. 298).

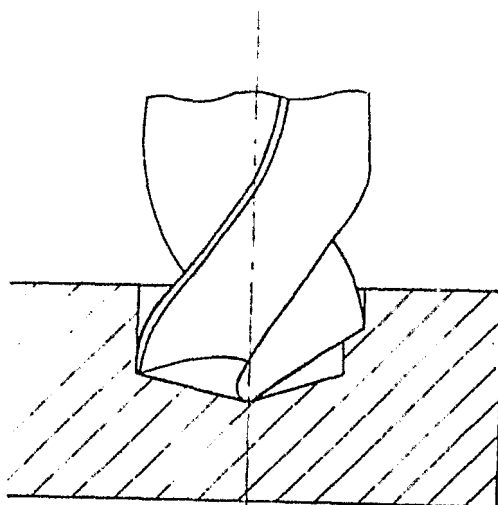


fig. 292 Broca con punta de labios cortantes de igual largo, pero con ángulos desiguales con el eje de la broca.

Uno de los labios, hará la mayor parte del trabajo, - este tipo de punta hará un agujero de mayor diámetro, causa exceso de trabajo a la broca, desgaste excesivo y corta vida de la broca.

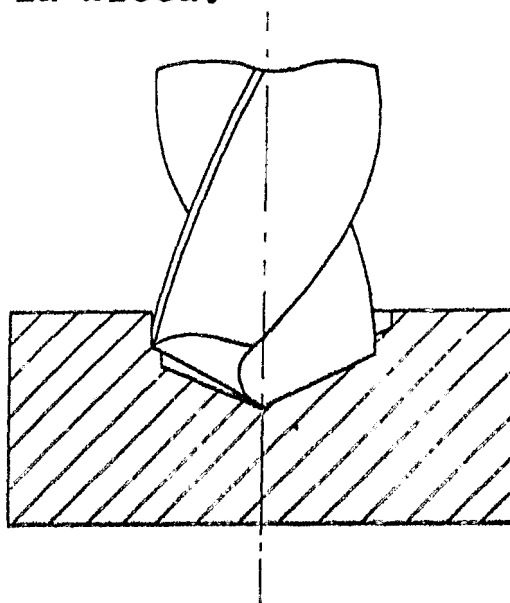


fig. 293 Los ángulos están correctos, pero los labios son de distintos largos. Causan los mismos efectos que la figura anterior.



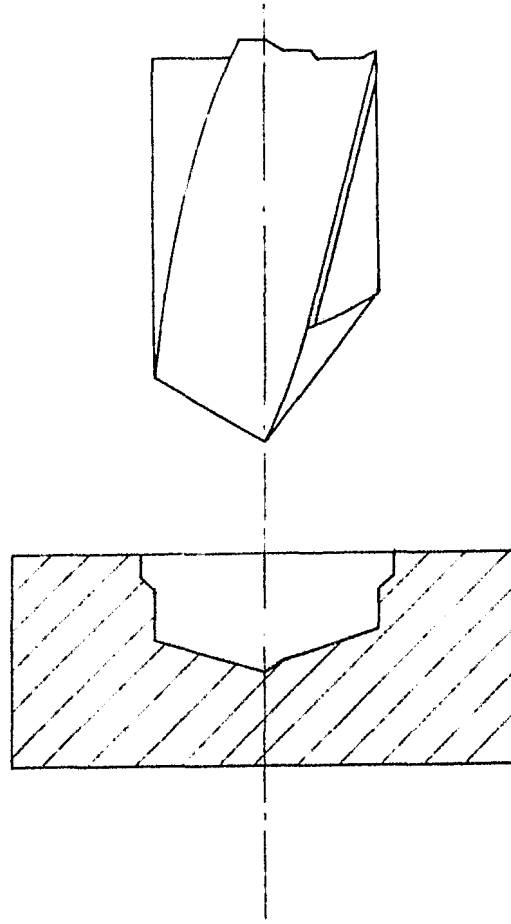


fig. 294 Muestra broca con desigualdad, no solo en los ángulos, también en los largos de los labios cortantes.

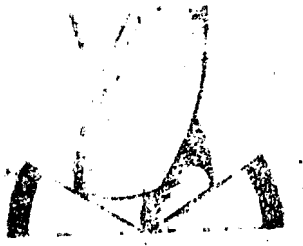


fig. 295

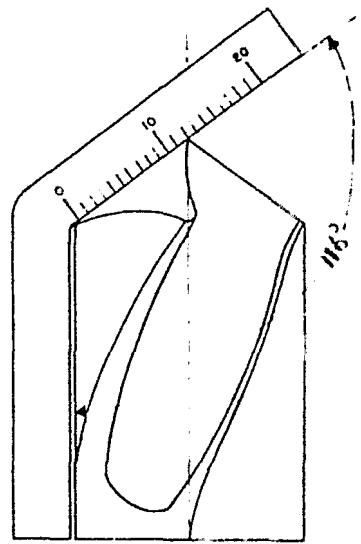


fig. 296

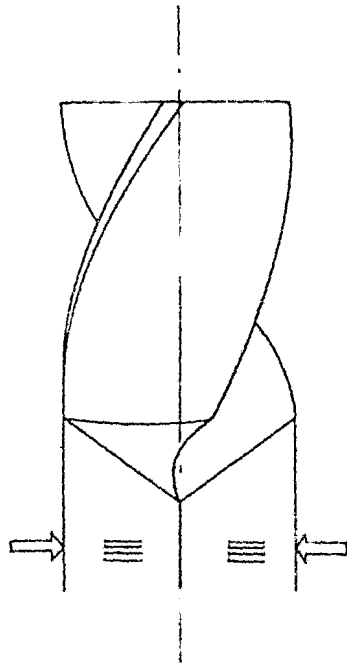


fig. 297

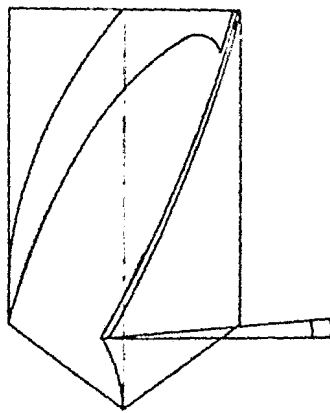


fig. 298

## HERRAMIENTAS PARA ESCARIAR.

Al escariado se designa la operación que consiste en darle la dimensión exacta y un buen acabado a un agujero, este agujero se abre con una broca a un diámetro ligeramente menor, dejando poco material para la operación del escariador.

Los escariadores de máquina son más cortos que los de mano. Como van conducidos con gran seguridad en el portabrocas de la taladradora y no se ladean, por lo tanto, no necesitan una entrada tan larga.

Los escariadores se pueden considerar como herramientas de penetrar de muchos filos de corte. Además de servir para ensanchar los agujeros, también sirven para calibrarlos. El espesor del material a arrancar, debido a la función requerida, es muy pequeño (de 0,1 a 0,4 mm sobre el diámetro de agujero). Cada diente por tanto, levanta una fracción de metal que depende del número de dientes del escariador. Con una adecuada velocidad de corte y de avance es posible obtener agujeros perfectamente lisos y calibrados. También en los escariadores, como en las brocas y en las barrenas, la parte cilíndrica de los dientes helicoidales tiene solo la misión de guiar la herramienta a medida que penetra en el agujero.

La importancia del trabajo encomendado a los escariadores impone una construcción esmerada, presentando una atención especial para obtener la máxima concentricidad del diámetro exterior respecto al eje de giro, además de un perfecto afilado y rectificando de los dientes.

En los escariadores de máquina se elige, cuando se trata de agujeros ciegos y materiales tenaces y blandos, una entrada corta y cuando el material es duro una entrada más larga.

Existen diversos tipos de escariadores como son:

- a) Escariadores fijos.
- b) Escariadores cilíndricos huecos.
- c) Escariadores con cuchillas insertadas.
- d) Escariadores regulables.
- e) Escariadores cónicos y avellanadores.

### a) ESCARIADORES FIJOS.

Los escariadores hasta el diámetro de 20 mm se construyen de una sola pieza, es decir, con el vástago (mango) cilíndrico o cónico sin guía posterior el cual se utiliza para sujetarlos en la máquina (fig. 299), o bien con cuerpo de guía para el agujero del casquillo de la plantilla como en las barrenas o herramientas de penetrar (fig. 300).

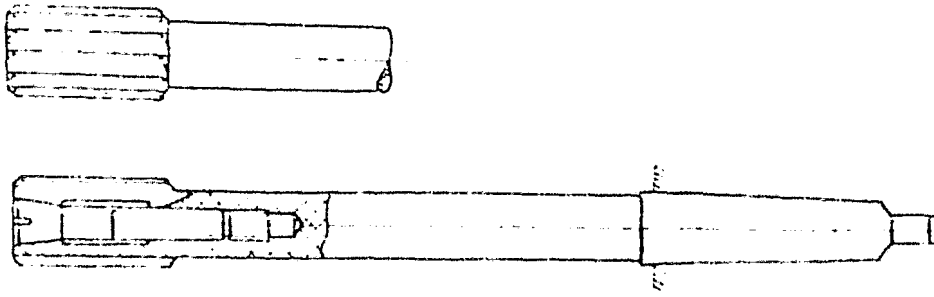
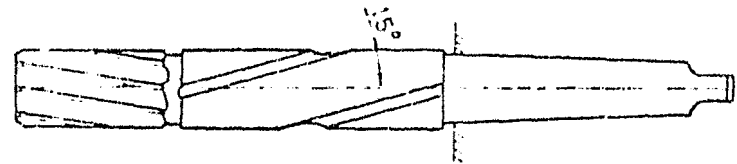
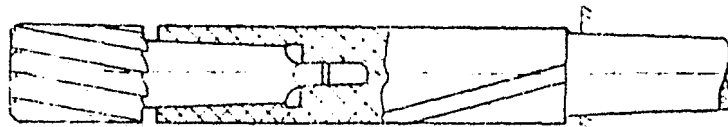


fig. 299 Escariadores. a) tipo integral de acero rápido; b) tipo desmontable con el mango soldado con autógena - con latón (por exigencias de carácter económico).



a



b

fig. 300 Barrenas para agujeros hasta 23 mm de diámetro. a) tipo integral con guía; b) tipo desmontable con mango cónico.

Los dientes, considerados sobre la sección normal, pueden tener la forma de ángulo agudo (fig. 301), ó bien reforzado (fig. 302).

En la figura 303 se muestra el dibujo de la parte de corte de un escariador. Nótese una entrada inicial de longitud "e", que sirve para facilitar la introducción de la herramienta; dicha entrada sirve también para alisar la superficie del agujero. Para mejorar las condiciones de guía se deja un trozo cilíndrico según la indicación del dibujo que hemos representado.

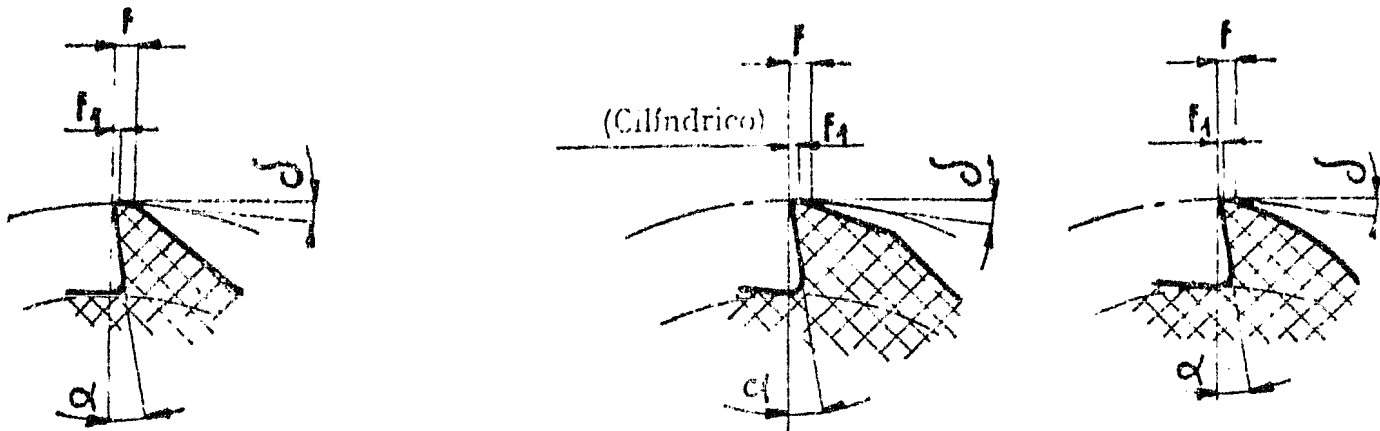


fig. 301

Perfiles de dientes sobre la sección normal de los esca-  
riadores.

fig. 302

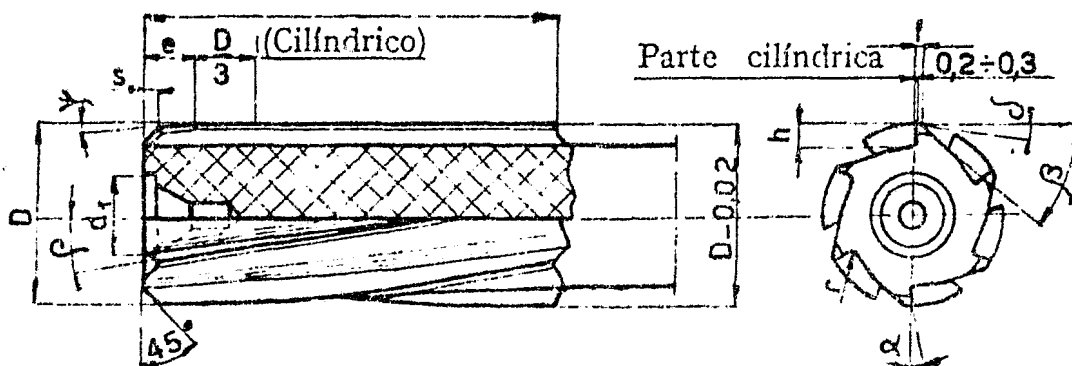


fig. 303

Escariador integral  
(para diámetros  $D = 6 \div 20$  mm).

La parte restante, que comprende los dientes helicoidales, debe tener, como en las herramientas de penetrar, una ligera conicidad hacia atrás, de 0,01 a 0,04 mm.

El número de dientes, puede variar de 4 a 20, está en relación al diámetro  $D$  y al tipo de escariador. No existe una regla fija para definir lo anterior; se usa el criterio de asignar, a igualdad de diámetro, un número de dientes mayor para los escariadores a mano.

Para hacer fácil la medición del diámetro exterior de los escariadores, se fija un número par de dientes. En la tabla II. 3. 18, se indica el número de dientes en relación al diámetro.

El paso, o sea la distancia entre dos dientes sucesivos sobre la periferia, se mantiene generalmente constante para un mismo escariador. Sin embargo, durante la operación, tiende a formarse, sobre la super

ficie del agujero, las rayaduras correspondientes al paso. Para evitar este peligro se construyen los escariadores helicoidales, o también de paso desigual, de modo que los dientes resulten opuestos dos a dos.

La hélice o espiral de los dientes tiene mucha importancia para la ejecución perfecta de un agujero. Puede ser a la derecha o a la izquierda; se observa a menudo que un escariador provisto de dientes a espiral derecha, adoptado para el giro a la derecha, facilita la penetración en el agujero; mientras que un escariador con dientes a espiral izquierda, adopta también para el giro a la derecha, opone resistencia al avance. Se deduce que para los materiales ligeros o dulces es aconsejable un dentado a espiral izquierda, para materiales que dan viruta menuda (fundición y bronce), una espiral nula, y para los materiales más duros y tenaces, una espiral a la derecha. Indicaciones más precisas pueden encontrarse en la tabla II. 3. 19.

Los sentidos de la hélice de los filos de corte y los ángulos a fijar han sido el motivo de numerosos ensayos, a veces, han dado resultados contradictorios. Se ha encontrado, por ejemplo, que los escariadores con dientes helicoidales a la izquierda y de giro a la derecha han producido agujeros calibrados y perfectamente lisos aún en el acero duro; sin embargo, han precisado de un fuerte empuje axial.

Los otros valores, refiriéndose a la figura anterior, se pueden considerar normalmente:

- $\delta = 5^\circ$
- $\alpha = 5^\circ$  para la fundición y el bronce.
- $\alpha = 8^\circ$  para el acero duro.
- $\alpha = 10^\circ$  para el acero dulce.
- $\alpha = 20^\circ$  para el aluminio.
- $S = 0,2 \pm 0,5$  mm para diámetros de 3 a 20 mm.
- $e = 3,5 \pm 5$  mm para diámetros de 3 a 20 mm en los escariadores a máquina y para agujeros pasantes.
- $e = 0,7 \pm 1,4$  mm para diámetros de 3 a 20 mm en los escariadores a máquina y para agujeros ciegos.
- $f = 0,3 \pm 0,7$  mm para diámetros de 3 a 20 mm.
- $\Psi = 2^\circ 30'$  para escariadores a máquina y para agujeros pasantes.
- $\Psi = 15^\circ$  para escariadores a máquina y para agujeros ciegos.
- $\beta = 40^\circ$  para diámetros de 6 a 20 mm.
- $h = 0,11 \pm 0,13$  D.
- $d_1 = 0,5$  D.
- $r = 1/3$  h para la fundición, el bronce y el acero.
- $r = 1/2$  h para las aleaciones ligeras.

NOTA: La longitud l de la parte de corte y la longitud total se puede sacar de la tabla II. 3. 20.

También se construyen escariadores fijos con plaquitas de metal duro "Widia" o similares.

b) ESCARIADORES CILINDRICOS HUECOS.

Se construyen de diámetro  $20 \div 50$  mm. En la figura 304 se representa un escariador hueco, el cual conserva los mismos ángulos  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $\rho$ , y  $\Psi$  de la figura 303 y los mismos valores  $h$  y  $r$ .

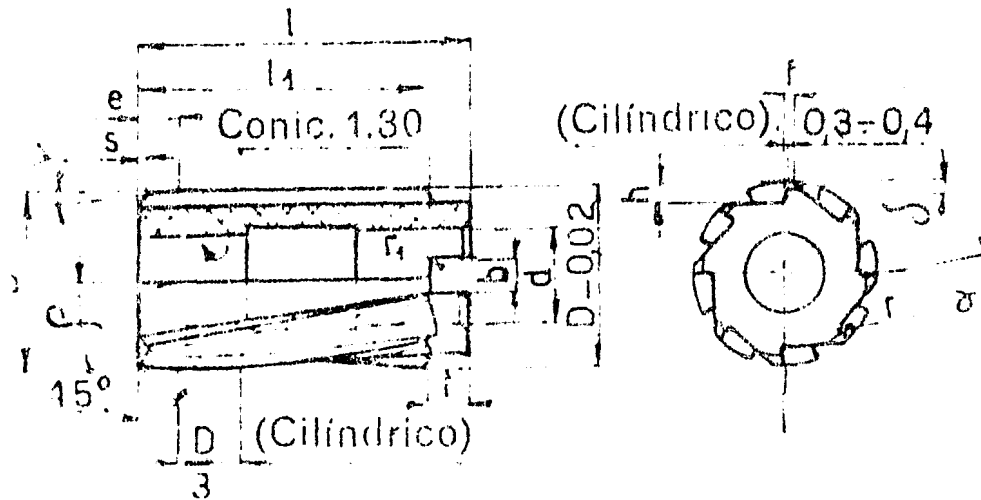


fig. 304 Escariador cilíndrico hueco (para diámetros  $= D = 20 \div 50$  mm). (Véase tabla II. 3. 21).

$s = 0,5 \div 1,5$  mm para diámetros de 20 a 50 mm.

$e = 5 \div 10$  mm para diámetros de 20 a 50 mm en los escariadores a máquina y para agujeros pasantes.

$e = 1,4 \div 3,5$  mm para diámetros de 20 a 50 mm en los escariadores a máquina y para agujeros ciegos.

$f = 0,7 \div 1,4$  mm para diámetros de 20 a 50 mm.

$r_1 = 0,5 \div 1$  mm.

NOTA: Las cotas  $l$ ,  $l_1$ ,  $d$ ,  $b$ ,  $t$  se sacan de la tabla II. 3. 21.

Los escariadores huecos con plaquitas de metal duro se construyen según la figura 305, y basándose en la tabla II. 3. 22.

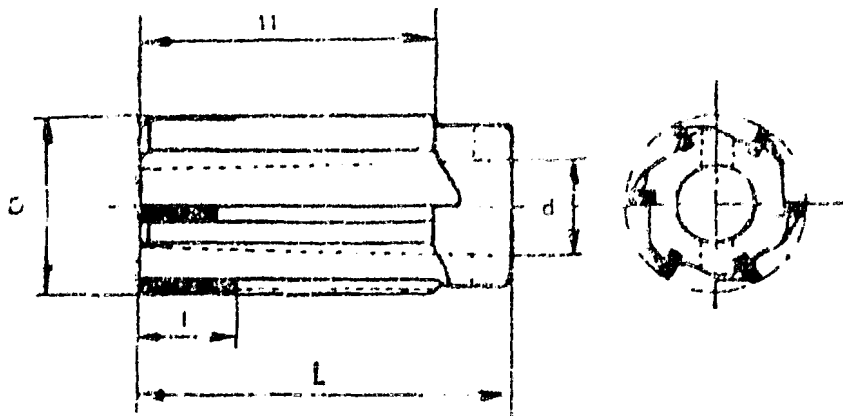


fig. 305 Escariador hueco fijo con plaquitas de metal duro. (Véase tabla II. 3. 22).

b) ESCARIADORES CON CUCHILLAS INSERTADAS.

Se adoptan, para el escariado de agujeros de diámetro  $40 \div 150$  mm. - El sistema de insertar las cuchillas, si en un principio podría parecer más costoso por las mayores dificultades que surgen en la construcción, es, sin embargo, el más económico. Se ahorra, con este sistema constructivo, por lo menos un 60% de acero rápido. Existen muchos tipos de escariadores de esta clase. El representado en la figura 306 es el más sencillo.

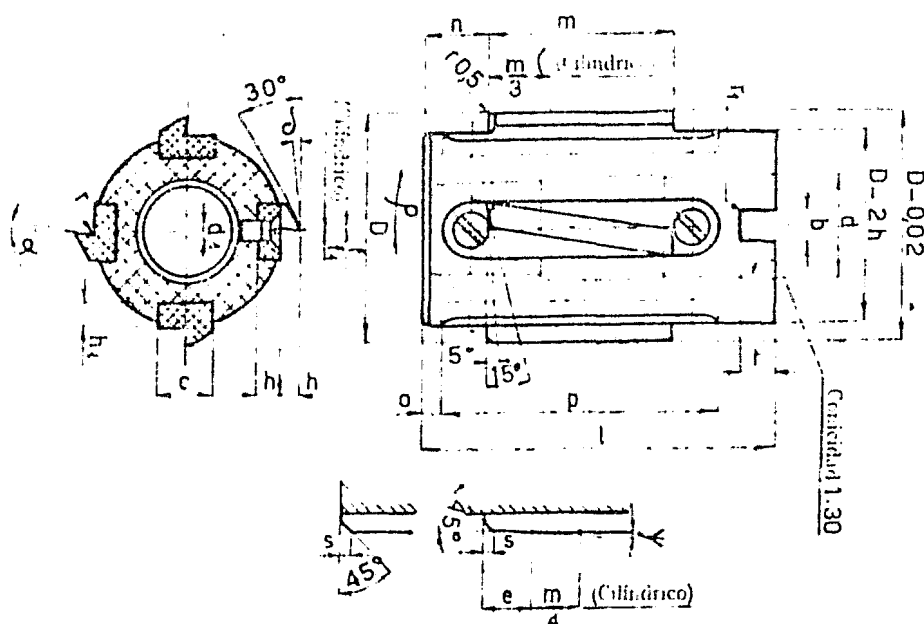


fig. 306 Escariador de cuchillas insertadas para agujeros pasantes (véase tabla II. 3. 23).

Los otros valores, haciendo referencia a la figura anterior, se pueden establecer como sigue:

- $f_1 = 0,4 \div 0,5$  mm.
- $f = 1,4 \div 2,7$  mm.
- $r = 1/3$  h.
- $r_1 = 1$ .
- $e = 10 \div 15$  mm.
- $\Psi = 2^\circ 30'$ .
- $\delta = 5^\circ$ .
- $\alpha = 5^\circ$  para la fundición y el bronce.
- $\alpha = 10^\circ$  para el acero  $R = 50 - 90$  Kg/mm<sup>2</sup>.
- $\alpha = 8^\circ$  para el acero  $R > 90$  Kg/mm<sup>2</sup>.
- $\ell = 0^\circ$  para la fundición y el bronce.
- $\ell = 6^\circ$  para el acero  $R = 50 - 90$  Kg/mm<sup>2</sup>.
- $\ell = 9^\circ$  para el acero  $R > 90$  Kg/mm<sup>2</sup>.

Las cuchillas van insertadas en huecos adecuados y fijadas mediante tornillos. Estos escariadores pueden construirse tanto para el des-



baste como para el acabado; los primeros deben cortar por la cabeza y los segundos por el chaflán de entrada. Los sentidos de las hélices, para trabajos normales sobre fundición, bronce y acero, se eligen según los criterios ya expuestos. Aconsejamos las dimensiones indicadas en la tabla II. 3. 23. Los dientes pueden tener, en una parte, plaquitas de metal duro.

La figura 307 muestra un tipo de escariador para agujeros ciegos; puede construirse según los mismos criterios anteriores.

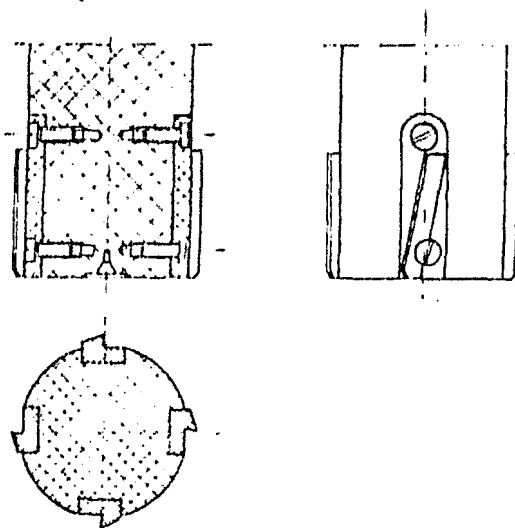


fig. 307 Escariador de cuchillas insertadas para agujeros ciegos.

Cada uno de los referidos escariadores debe montarse sobre mandriles de acero templado y rectificadas, cuyo vástago actúa de guía en el agujero del casquillo del utilaje especial portapieza.

Debido a los sucesivos afilados surge el inconveniente de la disminución del diámetro exterior del escariador; sin embargo, interponiendo una delgada hoja metálica en el asentamiento de cada cuchillo, es posible recuperar el diámetro exterior inicial. Se entiende que al afilado debe realizarse después de lijadas las cuchillas sobre el mismo mandril.

#### d) ESCARIADORES REGULABLES.

Permiten variar su diámetro exterior medido sobre el dentado. Para conseguir dicho objeto se pueden aplicar dos principios:

- 1) Aprovechando la elasticidad del material. Con este sistema solo es posible una variación centesimal.
- 2) Adopción de planos inclinados. Se pueden conseguir las variacio-

nes más sensibles que, proporcionalmente al diámetro, van de un mínimo de 0,5 mm a un máximo de 1 mm.

Los filos de corte de los escariadores regulables, por dificultades de construcción, son rectos (ó bien presentan una ligera inclinación). Su empleo, por tanto, está subordinado a las exigencias del trabajo.

La figura 308 representa un escariador para afinado a máquina para agujeros ciegos. En este caso es la cabeza cónica del tornillo la que actúa de expansionador.

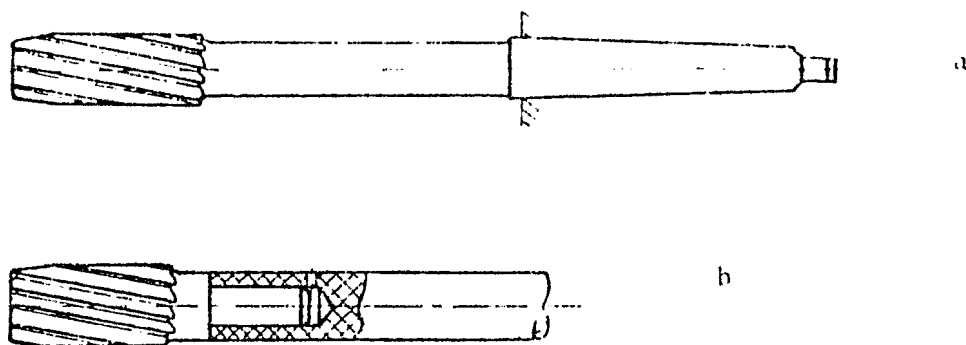


fig. 308 Escariador extensible para afinado a máquina.

La figura 309 muestra un tipo de escariador A hueco regulable; está provisto de una hendidura pasante y de otros cortes radiales para aumentar la elasticidad. Regulando los anillos B se empuja el asiento cónico del escariador contra el macho del cuerpo C, produciendo la expansión radial. Las superficies de presión de los anillos B se prefieren cónicas para tener apretado el escariador A contra el eje.

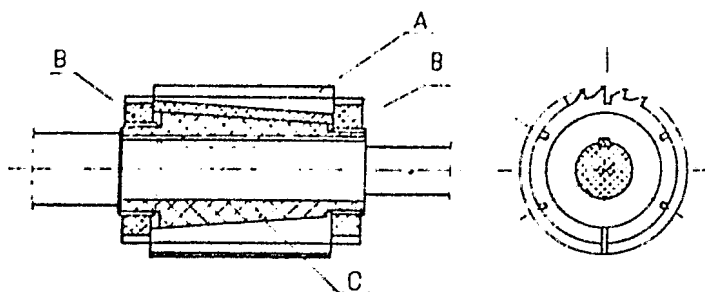


fig. 309 Mandril portaescariador extensible.

La figura 310 representa un escariador regulable de cuchillas insertadas, empleado para operaciones de acabado.

La figura 311 representa un tipo de escariador regulable de cuchillas insertadas para agujeros ciegos.

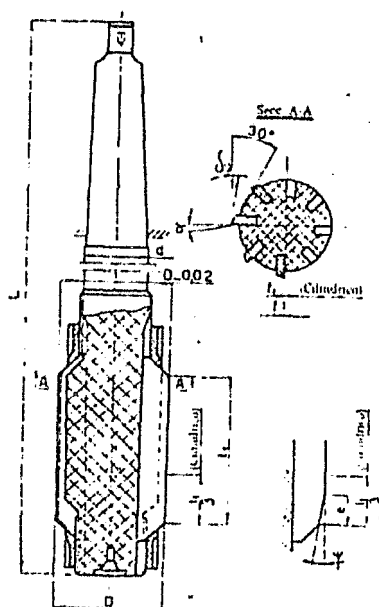


fig. 310 Escariador extensible de cuchillas insertadas - para el acabado de agujeros pasantes. (Se indican dos tipos de entrada). (Véase tabla II. 3. 24).

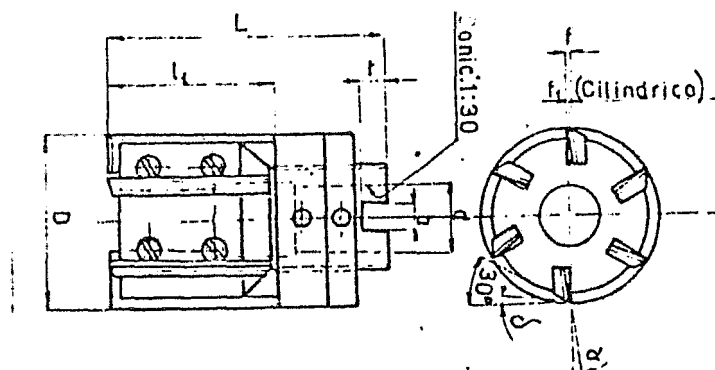


fig. 311 Escariador extensible de cuchillas insertadas - para el acabado de agujeros ciegos. (Véase tabla II. 3. 25).

Los valores que definen las otras dimensiones se pueden considerar - los mismos que para el tipo de escariador anterior, a excepción del chaflán e de entrada, que es mínimo.

#### e) ESCARIADORES CONICOS.

Sirven para obtener superficies interiores cónicas ó cilíndricas escalonadas. Para lograr este objeto es necesario, primero, efectuar - un taladrado preliminar con una broca corriente.

Los escariadores cónicos pueden ser de dos tipos: a) de desbaste, - b) de acabado.

El escariador de desbaste, sus filos de corte están cortados por una ranura helicoidal rompevirutas, que tiene la función de facilitar la expulsión del material (fig. 312).

La figura 313 muestra un escariador cónico de acabado. Los dientes - pueden ser rectos o helicoidales.

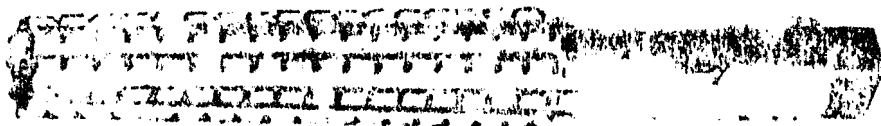


fig. 312 Escariador cónico de desbaste.

Para alisar esmeradamente los agujeros cónicos para clavijas, han de mostrado ser eficaces los escariadores con dentado helicoidal a la izquierda y de paso fino. Resulta evidente, especialmente para conididades pequeñas, la tendencia del escariador a acuñarse en el agujero y, por consiguiente, a agarrotarse; el sentido izquierdo de la hélice reduce este efecto. Para la ejecución de agujeros cónicos de mayor diámetro (cono Morse y métrico) es necesario operar con tres escariadores, que tienen las funciones respectivas de esbozar, desbaster y alisar.

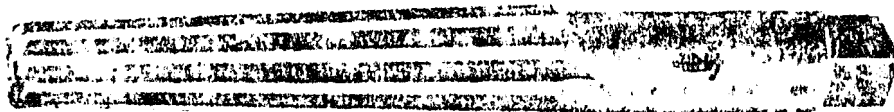


fig. 313 Escariador cónico de acabado.

La operación de escariado se puede realizar, ya sea en la máquina taladradora ó en la máquina de torneado. Cuando utilizamos la primera máquina, la sujeción de la herramienta, en este caso el escariador, se hace de igual forma a la ya tratada en las herramientas para taladrar. Ya que las brocas y las herramientas de taladro generalmente tienen dos tipos de mangos que son: mango cilíndrico y mango cónico (cono Morse). (Ver herramientas para taladrar). Cuando utilizamos la segunda máquina, o sea la de torneado, deben emplearse escariadores de máquina con cuchillas fuertes y regulables. El mango cónico del escariador se introduce en el alojamiento, también cónico, de la pínula del cabezal móvil. La pieza que se mecaniza y el escariador tienen que tener los ejes coincidentes para que no se produzca una pieza con ensanchamiento cónico a la entrada. Para compensar pequeñas inexactitudes en la coincidencia de ejes se utiliza normalmente un manguito pendular (fig. 314).

Recomendaciones generales sobre la herramienta.

- 1) La superficie de la pieza en que se practica el agujero ha de ser plana. Si el borde del agujero presenta melladuras, puede engancharse en ellas el escariador. Antes de proceder al escariado hay que eliminar de agujero las virutas.
- 2) Al colocar el escariador en la máquina hay que atender a que quede firmemente sujeto y a que su movimiento sea concéntrico.

La pieza a trabajar debe, del mismo modo, estar bien sujeta.

- 3) Por lo general, en una misma sujeción de la pieza se procede al taladrado, al penetrado y al escariado.

Con ésto se consigue una buena alineación de los ejes. Cuando no ocurre esto, se forma en la boca de entrada del escariador un ensanchamiento cónico (fig. 315).

Por medio de un casquillo pendular se compensan las pequeñas diferencias que pudieran existir en cuanto a la alineación de los ejes, evitándose el ensanchamiento de la boca antes citada.

- 4) La velocidad de corte, el avance y la lubricación tienen influencia sobre la calidad superficial de la pared del agujero (ver tabla II. 3. 26).
- 5) Nunca girar un escariador en sentido contrario (izquierdo), hacer lo destruye los delicados bordes cortantes (fig. 316).
- 6) Penetrar la herramienta lentamente.
- 7) Al extraer la herramienta gírese en el mismo sentido que al introducirla.
- 8) Los escariadores deben de guardarse en cajas de madera.

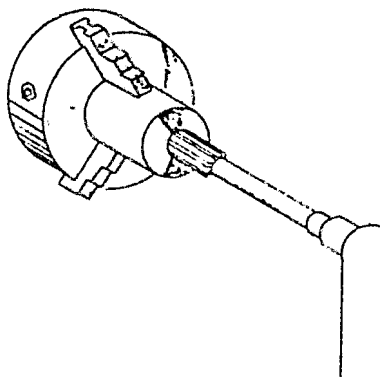


fig. 314 Escariado en el torno.

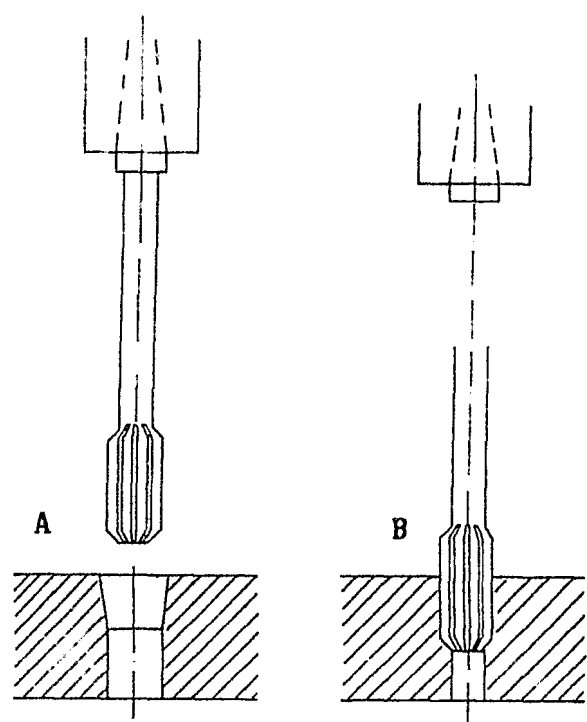


fig. 315 Escariado haciendo uso de la taladradora. A) Taladrado con ensanchamiento en la boca (ejes no alineados); B) El casquillo pendular evita el ensanchamiento en la boca.

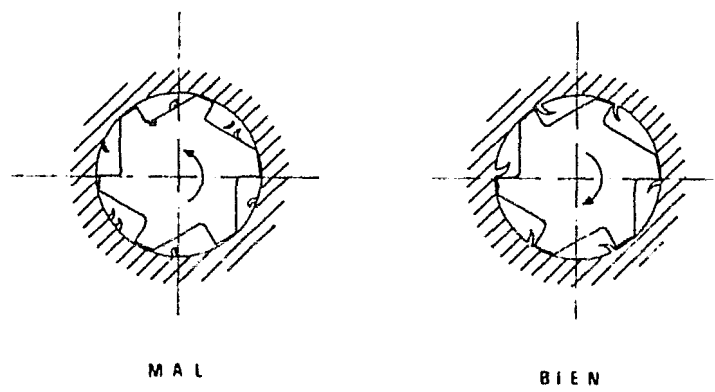


fig. 316

## HERRAMIENTAS PARA ROSCAR.

Las roscas desempeñan un papel de vital importancia en construcción de mecanismos, máquinas y estructuras, ya que éstas contribuyen a que algunas funciones se desempeñen con relativa facilidad; estas funciones pueden ser tales como unión de piezas, ejercer presión, transmitir movimientos, etc. Por consiguiente, construir roscas no es tarea fácil, ya que muchas veces la eficiencia de un mecanismo está determinada por la calidad de una o varias roscas que contribuyen a su construcción; podemos citar por ejemplo: instrumentos de medición, válvulas de control o tornillos que transmiten movimientos en algunas máquinas.

Un tornillo o tuerca roscados tienen varios términos para definir sus partes (fig. 317); creemos de vital importancia el dar a conocer dicha terminología, así como una sencilla pero detallada definición de las mismas.

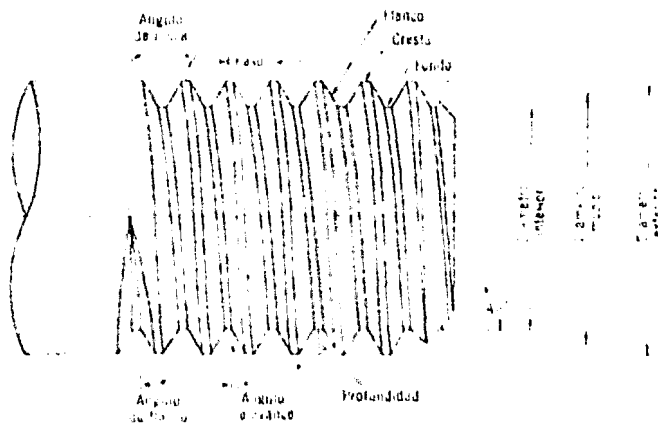


fig. 317

## TERMINOLOGIA.

**Rosca.**- Es una cuerda con un perfil determinado colocada helicoidalmente alrededor de un cilindro con desplazamiento uniforme.

**Diámetro Exterior.**- Es el diámetro máximo de una rosca y el que define su dimensión nominal.

**Diámetro Interior.**- Es el menor diámetro de una rosca, define el núcleo sólido que soporta los esfuerzos a que se somete un tornillo.

**Diámetro medio.**- Es el diámetro de un cilindro imaginario que cortaría la parte media de los filetes y es igual al diámetro exterior menos la profundidad de la rosca. Sobre este diámetro se especifican ajustes y tolerancias de la rosca.

**Paso.**- Es la distancia media paralelamente al eje que existe entre dos filetes o crestas consecutivas.

El paso de las roscas en el sistema métrico es igual:

$$\text{Paso} = \frac{1}{\text{No. de hilos por unidad de longitud}}$$

En el sistema inglés:

$$\text{Paso} = \frac{1}{\text{No. de hilos por pulgada}}$$

Flanco.- Es la superficie de contacto del filete.

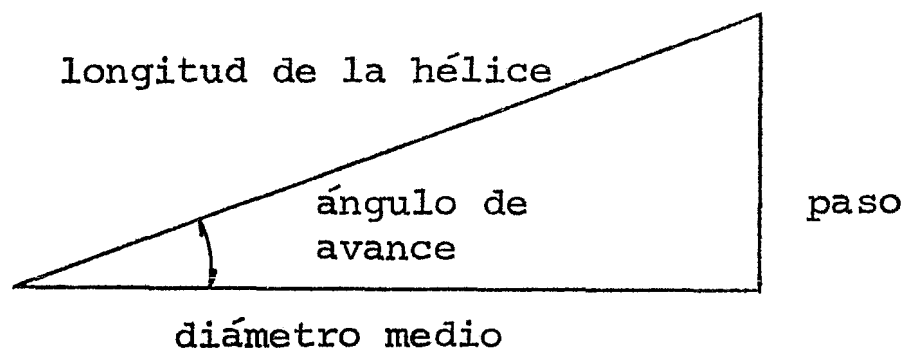
Cresta.- Parte superior del filete donde se unen los flancos que determinan el filete.

Fondo.- Parte inferior del filete.

Profundidad de la Rosca.- Altura desde la cresta hasta el fondo medio perpendicularmente al eje.

Angulo de Flanco.- Es el ángulo que existe entre el flanco y un plano perpendicular al eje.

Angulos de Avance.- Es el ángulo que forma la hélice del filete con respecto a un plano perpendicular al eje, este ángulo es igual a la tangente que resulta de dividir el paso entre el diámetro medio.



$$\text{ángulo de avance} = \text{arco tangente} \frac{\text{paso}}{\text{diámetro medio}}$$

Avance.- Es la distancia media axialmente que recorre la rosca en una revolución completa. En una rosca de un solo filete, el avance es igual al paso, en una de filete doble (conocido también como de dos entradas) el avance es el doble del paso, - en una de tres el avance es el triple del paso, etc.



Podríamos citar otras series de definiciones que abarca el tema de roscas y su elaboración, como son dentro de las más importantes las de ajuste y tolerancia. Pero el tema tratado se refiere en específico a las herramientas que se utilizan para la elaboración de roscas, por lo que en adelante trataremos únicamente a dichas herramientas.

El roscado se puede realizar manualmente (machuelos ó machos de roscar y terrajas); o con el auxilio de máquinas herramientas en las cuales se utilizan una gama variada de elementos que se acoplan a estas. En este tema únicamente trataremos con aquellas herramientas que se acoplan en las máquinas-herramientas, para llevar a cabo la elaboración de roscas (clasificadas dentro de herramientas de corte como herramientas para roscar).

Las máquinas herramientas nos ayudan en la ejecución de una rosca a lo largo de una superficie cilíndrica lisa. Se distinguen dos categorías de superficies cilíndricas roscadas:

- a) Superficies roscadas interiormente.
- b) Superficies roscadas exteriormente.

Para cada una de estas categorías se utilizará una determinada máquina-herramienta con su correspondiente elemento de acoplamiento, dicho elemento al que llamaremos de aquí en adelante herramienta, es el que nos ayudará en forma directa en el proceso de arranque de viruta.

Las máquinas más comunmente empleadas para la elaboración de roscas ya sean para superficies roscadas internas o externas, son las que a continuación se enuncian:

- 1.- Roscadoras (donde se aplican los machos de roscar).
- 2.- Fresadoras para roscas (donde se aplican las fresas múltiples o cortadores múltiples para roscar).
- 3.- Tornos de roscar (donde se aplican las herramientas de un solo corte).
- 4.- Laminadoras de roscas (donde se aplican los peines o rodillos para la rodadura).
- 5.- Rectificadoras de roscas (donde se aplican las muelas). Este punto no se tratará, ya que se encuentra fuera del alcance de este estudio.

Todos los puntos antes descritos a excepción de los puntos 4 y 5, que no han sido tratados con anterioridad, serán tratados brevemente debido a que el objetivo de este estudio es en sí el uso de la herramienta que se acopla a dichas máquinas-herramientas, y éstas ya fueron vistas anteriormente en los temas referentes a: herramientas manuales de corte (machuelos, terrajas) y herramientas de corte para -

máquinas-herramientas (herramientas para torneear y fresar).

## 1. ROSCADORAS.

Son máquinas que tienen por objeto realizar el roscado mediante machos de roscar en agujeros de pequeño diámetro. En la figura 318 se representa una roscadora para agujeros hasta 18 mm.

Es muy parecida a la taladradora de columna. Se distingue por llevar en el cabezal un dispositivo de inversión del husillo al final de su recorrido, por lo que el macho de roscar, una vez construida la rosca, recorre de nuevo, en sentido contrario, la espiral por él ejecutada, hasta salir del agujero. Las roscadoras permiten al macho girar libremente en el agujero, una vez penetrado en él, o bien acompañarlo durante el roscado.

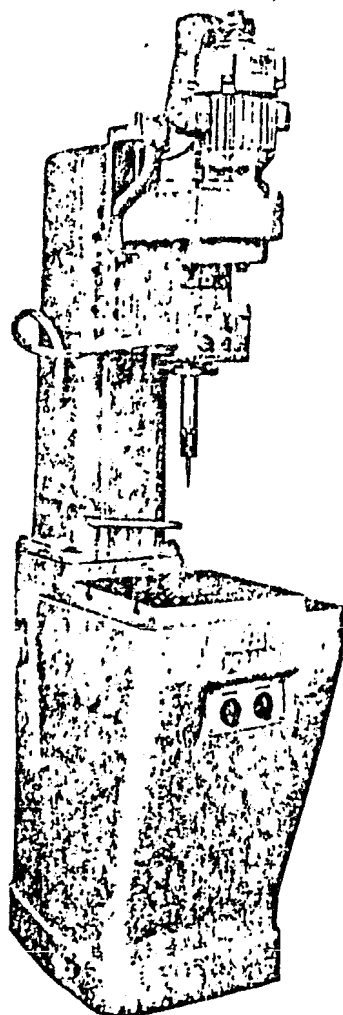


fig. 318 Roscadora por patrón.

## 2. FRESADORAS PARA ROSCAS.

El fresado de una ranura helicoidal, operación empleada en la ejecución de un filete, ha nacido de la necesidad de poder trabajar sobre superficies cilíndricas de gran diámetro. El principio consiste en hacer girar, alrededor de su eje, una fresa múltiple de roscar (herramienta circular con una serie de ranuras y resaltes cilíndricos -

que no son helicoidales), la cual ataca tangencialmente a la pieza cilíndrica que gira y arranca la viruta, ranurando helicoidalmente el cilindro en toda la longitud de la fresa. Esta última, mientras gira arrancando la viruta, avanza axialmente un paso de los resaltes de la fresa por cada vuelta de la pieza. En la figura 319 se representa este principio. Las roscas no pueden ser demasiado largas, porque la herramienta no permite trabajar en reptación. Se pueden realizar, según necesidades, roscas a la derecha o a la izquierda. Para ello es suficiente fijar el sentido de avance adecuado (fig. 319).

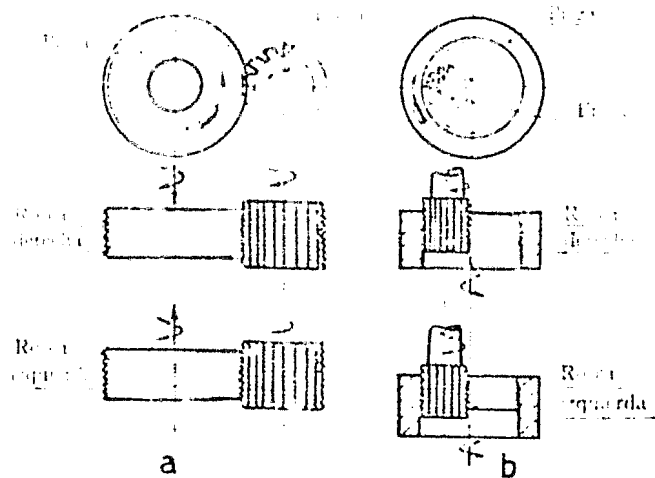


fig. 319 Fileteado con fresas múltiples de filetear. - (a) Para superficies cilíndricas exteriores; (b) Para superficies cilíndricas internas. (El fileteado derecha o izquierda de igual paso se obtiene con una misma fresa).

### 3. TORNOS PARA ROSCAR.

Estas máquinas, aún teniendo una cierta similitud con los tornos paralelos, tienen en solo objeto de roscar con herramientas de un solo corte. No hace falta señalar que el fileteado también se puede obtener en los tornos paralelos corrientes (en el caso de producción unitaria o pequeña). El roscado con herramienta de un solo corte o cuchilla de torno para roscar, es más largo que el roscado en que se emplean machos de roscar o tarrajas por que la herramienta de roscar tiene que dar varias pasadas para dejar la rosca completamente mecanizada, además se puede emplear tanto en el torno de roscar como en el paralelo. Sin embargo, tienen la ventaja de que pueden realizarse por este procedimiento con mayor exactitud roscas de cualquier tamaño y forma como, por ejemplo, roscas de perfil triangular, trapecial, de sierra, etc. (figs. 320 y 321).

A diferencia del roscado con herramienta de un solo corte, antes descrito, tenemos el roscado con herramientas de varios cortes como son: machos de roscar y tarrajas. Estas herramientas también se utilizan en el torno paralelo, para la elaboración de roscas, pero con la li-

mitación descrita al principio de este punto, el cual se refiere a un aspecto de extrema importancia como es la producción. El roscado con este tipo de herramientas es sencillo y barato. Se emplean preferentemente para el mecanizado de roscas de perfil triangular cuando no se exige una calidad especial a la rosca, por ejemplo, cuando se trata de roscas de sujeción.

A veces se roscan también otras formas de filete, por ejemplo, de perfil trapecial, empleando machos adecuados (figs. 322 y 323).

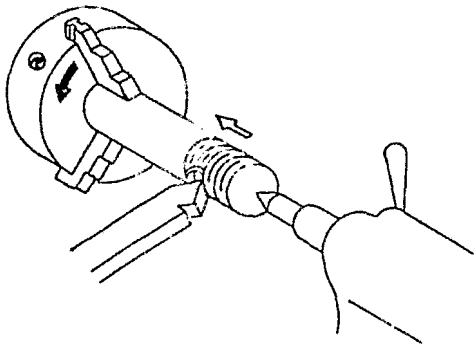


fig. 320 Roscado exterior realizado con el útil de roscar.

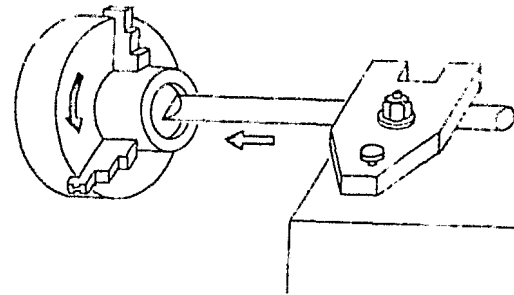


fig. 321 Roscado interior realizado con el útil de roscar.

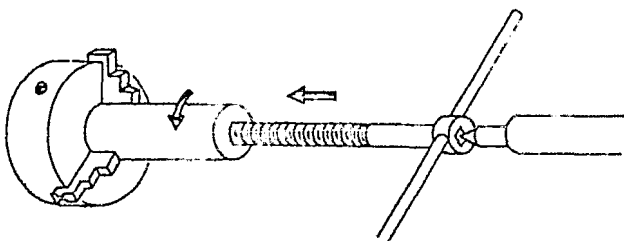


fig. 322 Roscado interior realizado con el macho de roscar.

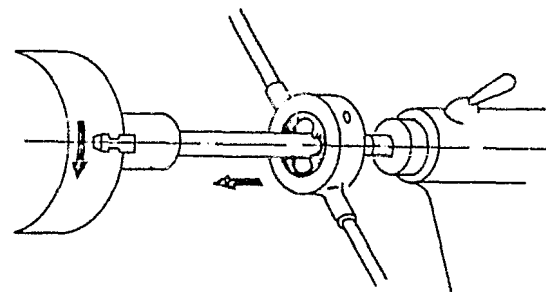


fig. 323 Roscado exterior realizado con la tarraja de roscar.

#### 4. LAMINADORAS DE ROSCAR.

Los tornillos pequeños, espárragos y prisioneros se pueden roscar mediante máquinas basadas sobre el principio de incidir el material, comprimiendo sin formación de viruta.

El sistema se ilustra en la figura 324 y no se profundiza en este punto, por no estar dentro de los propósitos de nuestro estudio.



fig. 324 Principio de fileteado con peines ranurados.

### 5. RECTIFICADORAS DE ROSCAS.

Las exigencias de la técnica moderna, especialmente para los productos de calidad, empujan hacia la construcción de órganos mecánicos - cada vez de más precisión. Es lógico pretender que elementos importantes, como los calibres de control para roscas, machos y cojinetes de roscar, tornillos para micrómetros, etc., deban tener las superficies lisas y de precisión después del temple. Esta pretención se satisface con el rectificado (fig. 325). No se profundiza en este punto por no estar dentro de los propósitos de nuestro estudio.

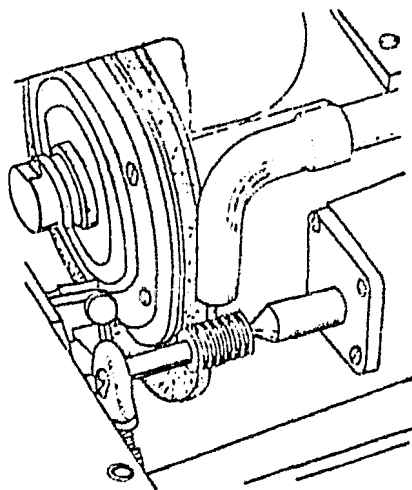


fig. 325 Rectificado de una rosca.

Es bien claro que cuando se pretenda producir roscas, siempre debe - de seguirse un estándar de los ya existentes, que han establecido - asociaciones internacionales. Esto es con el fin de que estas roscas sean intercambiables. A continuación se nombran unos cuantos de los perfiles estandarizados que son los más comunmente usados (estas se pueden consultar en las normas publicadas por DGN o bien en libros - afines al tema).

- Rosca en V aguda.
- Rosca Nacional Americana.

- Rosca Métrica Internacional.
- Rosca ACME.
- Rosca de tornillo sin fin.
- Rosca Whitworth Normal Británica.

#### HERRAMIENTAS PARA TALLAR ENGRANAJES.

Por medio de engranajes se transmiten movimientos de rotación y movimientos de torsión. La transmisión es desmodrónica porque engranan entre sí los dientes y los espacios entre diente y diente.

El engrane es el elemento básico de los engranajes. Los engranes son piezas cilíndricas de material sólido con ranuras simétricas a su alrededor. Las ranuras que forman los dientes evitan los resbalamientos en una transmisión. Para evitar golpeteo y ruidos excesivos en su funcionamiento, es necesario diseñarlos y construirlos llenando todos los requisitos establecidos para tal objetivo.

Los engranajes se dividen en grupos y se designan por la posición que tienen los dientes respecto al eje de rotación del engranaje. Entre los más comunes tenemos los siguientes:

- a) Engranajes de ruedas frontales.
- b) Engranajes cónicos.
- c) Engranajes helicoidales.
- d) Engranajes de tornillo sin fin y rueda dentada, etc.

#### a) ENGRANAJES DE RUEDAS FRONTALES (fig. 326).

Los árboles tienen posición paralela. La forma fundamental de las ruedas dentadas es un cilindro. Los dientes pueden ser rectos, inclinados o de flecha (dientes en V).

Los dientes rectos son los más empleados (fig. 326 a).

Los dientes inclinados funcionan con menos ruido por que el engranaje tiene lugar de un modo paulatino. Se produce, no obstante, un empuje que ha de ser soportado por un cojinete de presión (fig. 326b).

Los dientes en forma de flecha se emplean para grandes potencias. El empuje axial queda compensado en estos engranajes (fig. 326 c).

#### b) ENGRANAJES CONICOS (fig. 327).

Los dientes son tallados sobre una superficie cónica. Los árboles se cortan aquí en un punto. Las ruedas tienen una forma fundamental cónica. Existen ruedas cónicas con dientes rectos, inclinados y en forma espiral.

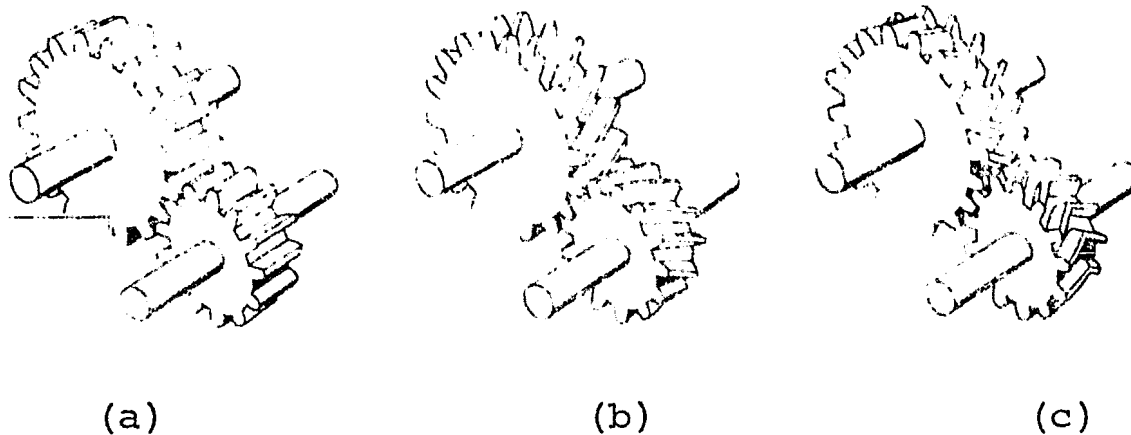


fig. 326 Engranajes de ruedas frontales. (a) Ruedas frontales con dientes rectos; (b) Ruedas frontales con dientes inclinados; (c) Ruedas frontales con dientes en forma de flecha.



fig. 327 Engranajes de ruedas cónicas. (a) Ruedas cónicas con dientes rectos; (b) Ruedas cónicas con dientes inclinados.

c) ENGRANAJES HELICOIDALES (fig. 328).

Tienen sus dientes tallados a cierto ángulo con el eje de rotación: Los árboles se cruzan. Las ruedas helicoidales son ruedas frontales con el dentado inclinado.

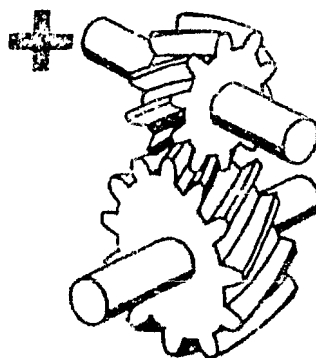


fig. 328 Engranaje de ruedas helicoidales.

## d) ENGRANAJES DE TORNILLO SIN FIN Y RUEDA DENTADA (fig. 329).

Consiste de una rueda tallada con diente helicoidal, la cual es accionada por un husillo o tornillo sin fin y es apropiada para grandes relaciones de transmisión. Tienen un funcionamiento silencioso y ocupa poco sitio.

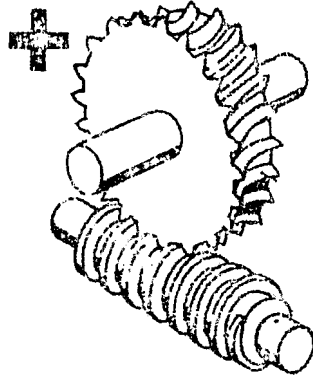


fig. 329 Engranaje de tornillo sin fin.

Es importante, que antes de tallar un engrane, se conozcan las partes más importantes del mismo. A continuación se presenta un engrane, mostrando sus partes principales.

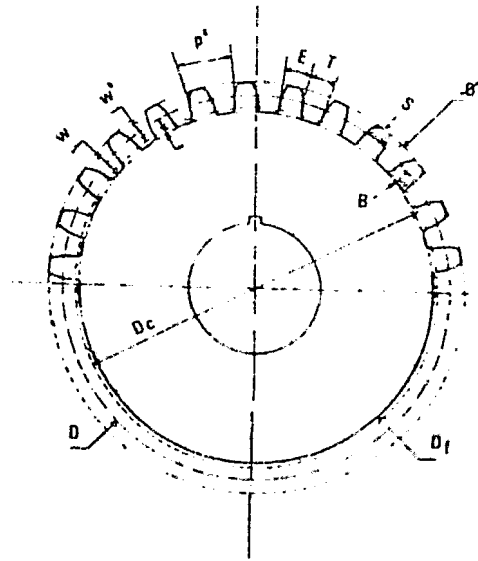


fig. 330

- Df = Diámetro de fondo.
- Dc = Diámetro de claro.
- D = Diámetro primitivo o de paso.
- Ø = Diámetro exterior.
- P' = Paso circular.
- P = Paso diametral.
- S = Suplemento, cabeza de diente o addendum
- B = Pie del diente, base o dedendum.
- E = Espesor del diente en el círculo primitivo.



- $T$  = Espacio entre dientes.  
 $W$  = Profundidad total del diente.  
 $W'$  = Profundidad útil del diente.  
 $c$  = Claro de enguaje.  
 $C$  = Distancia entre centros.  
 $N$  = Número de dientes del engranaje.  
 $N_p$  = Número de dientes del piñón.  
 $N_c$  = Número de dientes de la cremallera.  
 $L$  = Longitud de la cremallera.  
 $M$  = Módulo para engranes métricos.

Las dentadoras son máquinas que, con el auxilio de herramientas apropiadas, ofrecen la posibilidad de labrar una sucesión de surcos al rededor de una superficie cilíndrica o cónica perteneciente a un elemento previamente mecanizado, a fin de crear resaltes (dientes). La corona así dentada se llama engranaje. La operación que se desarrolla en las dentadoras se llama dentado, o sea la acción de dentar.

El perfil de los dientes usados generalmente es el de envolvente de círculo, porque:

- 1.- No presenta puntos de doblado.
- 2.- Es el más fácil de obtener.
- 3.- Permite la construcción de ruedas de recambio.

El sistema empleado para trazar un dentado con perfil de envolvente de círculo, es el siguiente: la envolvente, como sabemos, es la curva generada por un punto de una recta, la cual se mueve, sin resbalar, tangencialmente a un círculo llamado círculo base (figs. 331 y 332).

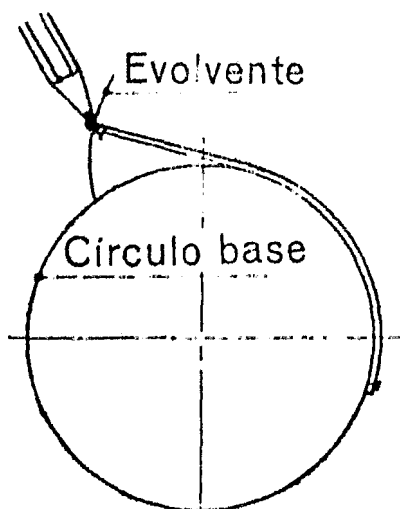


fig. 331 Método práctico para trazar un perfil de envolvente.

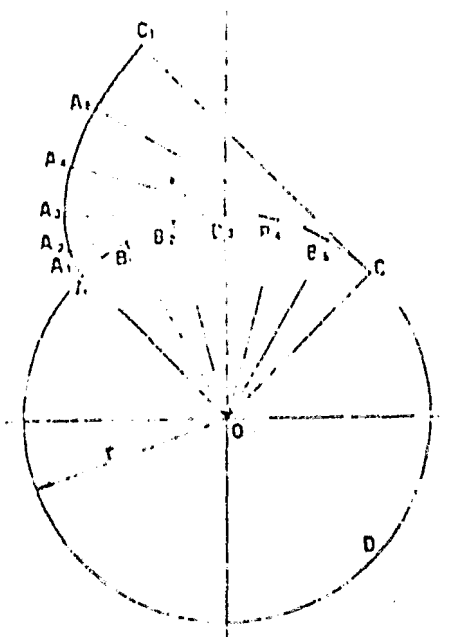


fig. 332 Método gráfico para el trazado de una envolvente de círculo.

En la formación del perfil de los dientes de engranajes, hay dos sig temas de uso general:

- a) Envolverte normal cuyo ángulo de presión es de  $14^{\circ}30'$ .
- b) Envolverte Stub cuyo ángulo de presión es de  $20^{\circ}$ .

El primero es de más uso.

Para realizar los diferentes tipos de dentado es necesario imprimir a la herramienta y pieza los movimientos combinados que se obtienen con las máquinas dentadoras o talladoras de engranajes:

1. Dentadoras por fresa-tornillo (Pfauder)
2. Dentadoras-mortajadoras (Fellows)
3. Dentadoras-mortajadoras (Maag)
4. Dentadoras Bilgram
5. Dentadoras Gleason
6. Afeitadoras de engranajes Fellows
7. Rectificadoras Maag

NOTA: Únicamente profundizaremos en el punto 1.

#### 1. DENTADORAS POR FRESA-TORNILLO (PFAUTER).

La generación del diente se produce por medio de una herramienta especial, fresa-tornillo (fig. 333), aplica al husillo de una dentadora de movimiento giratorio continuo.

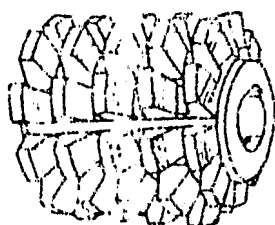


fig. 333 Fresa-tornillo para engranajes.

La sección longitudinal de la fresa representa un peine lineal --- (fig. 337) cuyo paso normal es igual al del engranaje a construir. La superficie de corte que debe crear los flancos de los dientes se desarrolla alrededor de un cilindro según una hélice regular.

Varias ranuras se disponen normalmente a la hélice e interrumpen la continuidad del filete, para crear los dientes de corte, que se suceden regularmente según la espiral que forman. El dorso de los dientes y los flancos están destalonados convenientemente según ángulos adecuados.

Con las dentadoras por fresa-tornillo se pueden obtener:

- a) Engranajes cilíndricos de dientes rectos.
- b) Engranajes cilíndricos de dientes helicoidales.
- c) Ruedas helicoidales para tornillo sin fin.
- d) Tornillos sin fin para ruedas helicoidales.

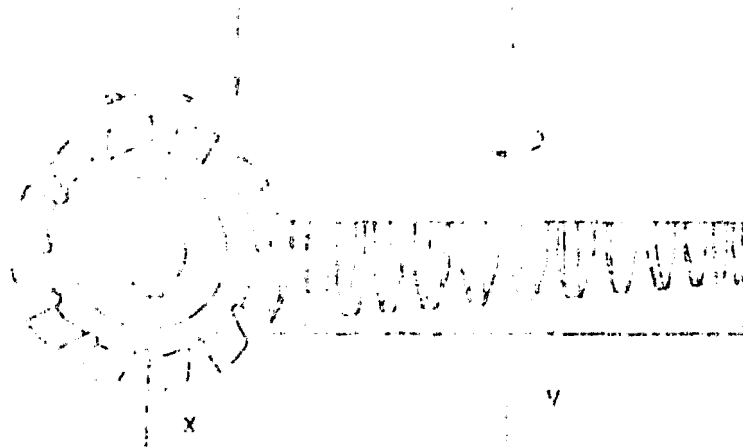


fig. 334 Disposición de una rueda cilíndrica de dientes rectos y de la herramienta en una dentadora por fresa-tornillo.

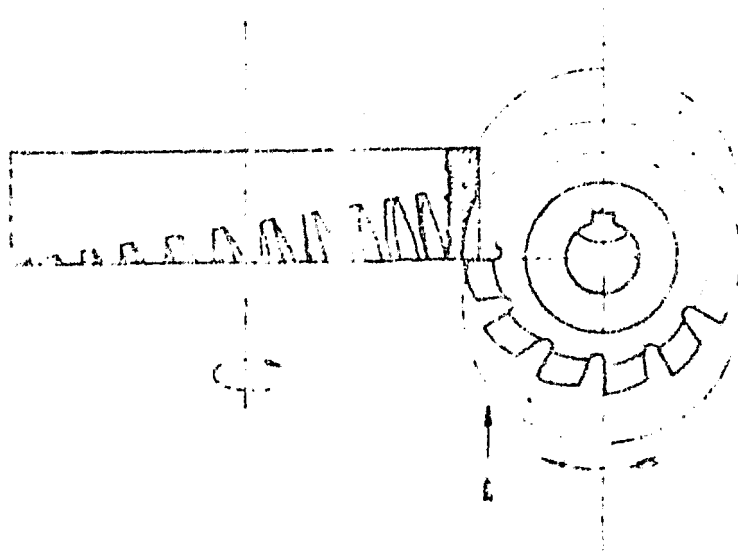


fig. 335 Disposición de una rueda cilíndrica de dientes helicoidales y de la herramienta en una dentadora por fresa-tornillo.

Las dentadoras con fresa-tornillo admiten dos procedimientos de fresado:

- a) Fresado axial
- b) Fresado tangencial

Con el primer procedimiento se obtienen los engranajes cilíndricos con dientes rectos y helicoidales; con el segundo procedimiento se obtienen las ruedas helicoidales para tornillo sin fin. Con el procedimieno

to (a) se emplean generalmente las fresas-tornillo huecas (fig.337).

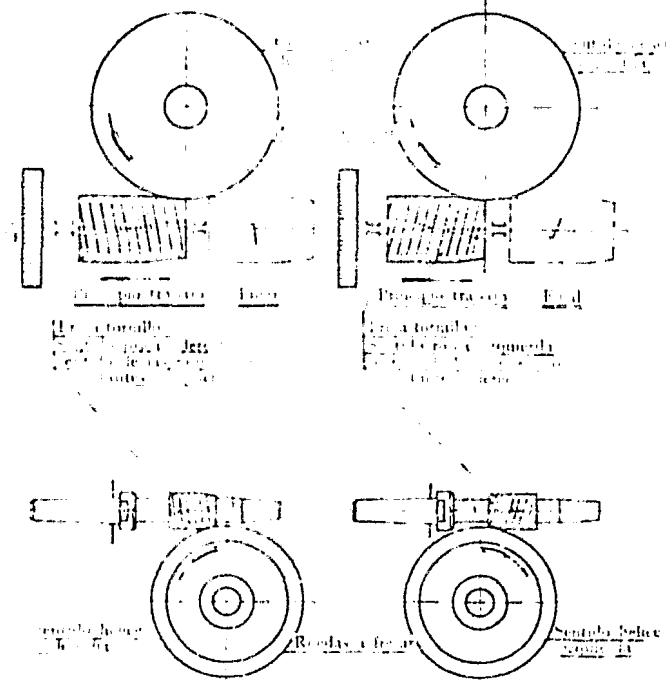


fig. 336 Esquema de fresado, con fresa-tornillo de las ruedas para tornillo sin fin.

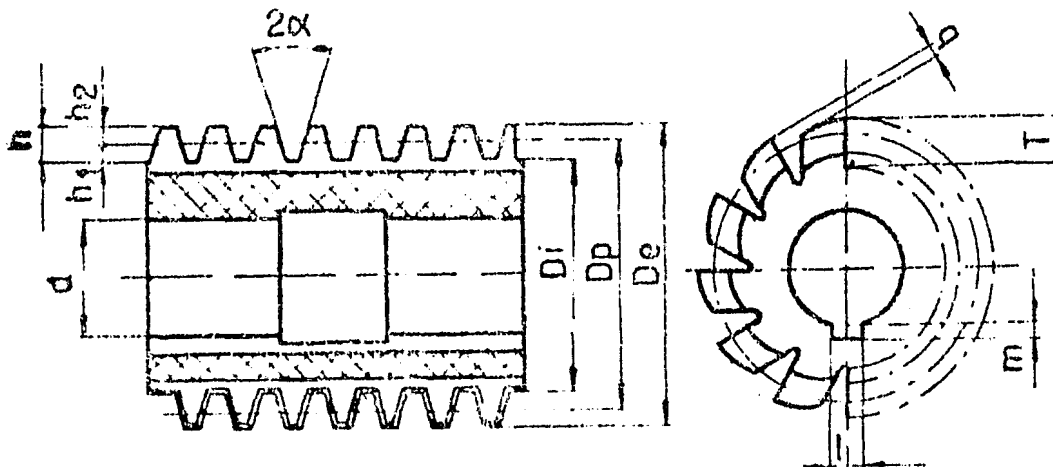


fig. 337 Fresa-tornillo hueca para el tallado de dientes rectos de ruedas cilíndricas.

Las dimensiones pueden verse en la tabla II. 3. 27.

En este caso la fresa-tornillo no tiene ninguna influencia sobre el diámetro de la rueda a tallar.

Por el procedimiento del inciso (b) se pueden emplear las fresas-tornillo huecas (fig. 338) o las integrales (fig. 339); la elección se hace según el diámetro de la fresa. Siempre que los diámetros permitan la construcción de una fresa hueca, se prefiere porque además de economizar material, se disminuye el costo de fabricación. Pero si los diámetros son demasiado pequeños y no permiten tal ejecución se recurre a la construcción integral; en este caso el costo es superior.

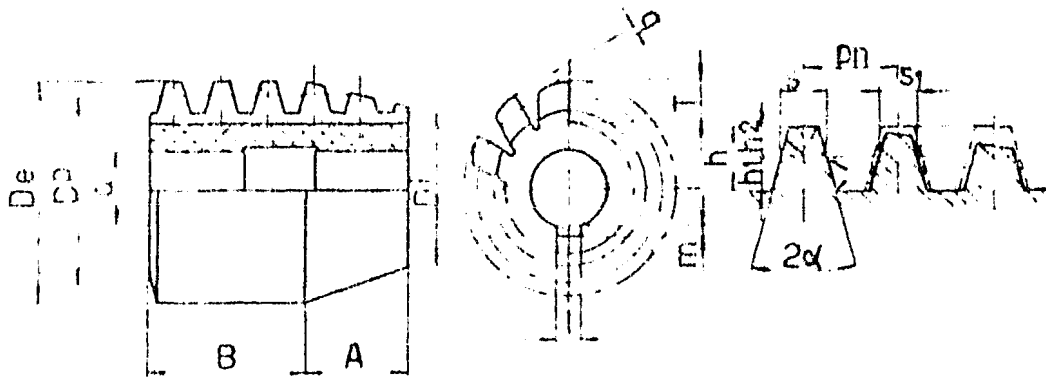


fig. 338 Fresa-tornillo para el tallado de dientes helicoidales de ruedas cilíndricas.

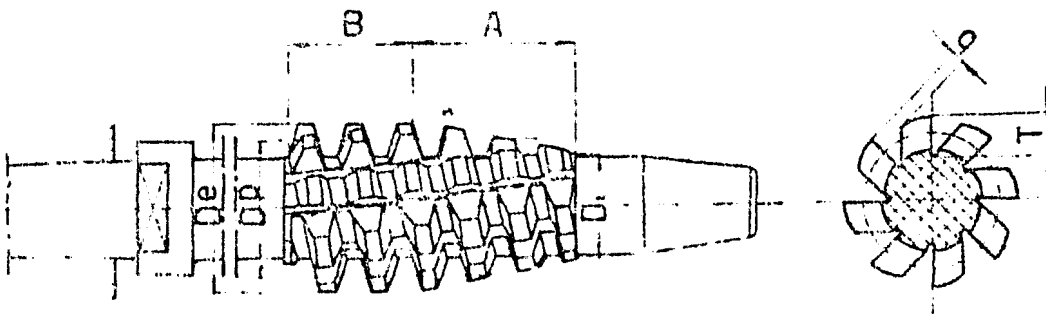


fig. 339 Fresa-tornillo para el tallado de dientes helicoidales de ruedas cilíndricas.

En las fresas-tornillo para ruedas helicoidales son de importancia fundamental los sentidos del husillo portafresa y de la rueda ver figura 336. El diámetro primitivo debe ser igual al del tornillo sin fin que deberá engranar. La profundidad del filete se hace superior a la altura del diente de la rueda para evitar que se atasque en el exterior de la corona. La conicidad de las fresas-tornillo varía según el diámetro de la rueda a tallar, o sea para mantener en contacto el máximo número de dientes de la fresa. El espesor del diente sobre la parte cilíndrica se hace igual al del tornillo, medido sobre el primitivo, mientras el espesor sobre la parte cónica se reduce  $0,1 \pm 0,2$  mm para hacer que los dientes sucesivos actúen de alisadores arrancando el material sobrante. Los dientes son destalonados sobre su dorso, de modo que el perfil resulte constante en las diversas secciones. Después de haber elegido el tipo de fresa (una de las figs. 334, 335 y 336), se pasa a la acotación y dibujo.

La tabla II. 3. 28, proporciona las fórmulas para la construcción de los tipos de fresas-tornillo, ilustrados en las figuras 334, 335 y 336. Sin olvidar tener en cuenta los símbolos del gráfico (fig. 340).

Además de las fresas-tornillo para ruedas dentadas, existen también fresas-tornillo para cadenas de rodillos, perfiles ranurados, ejes ranurados.

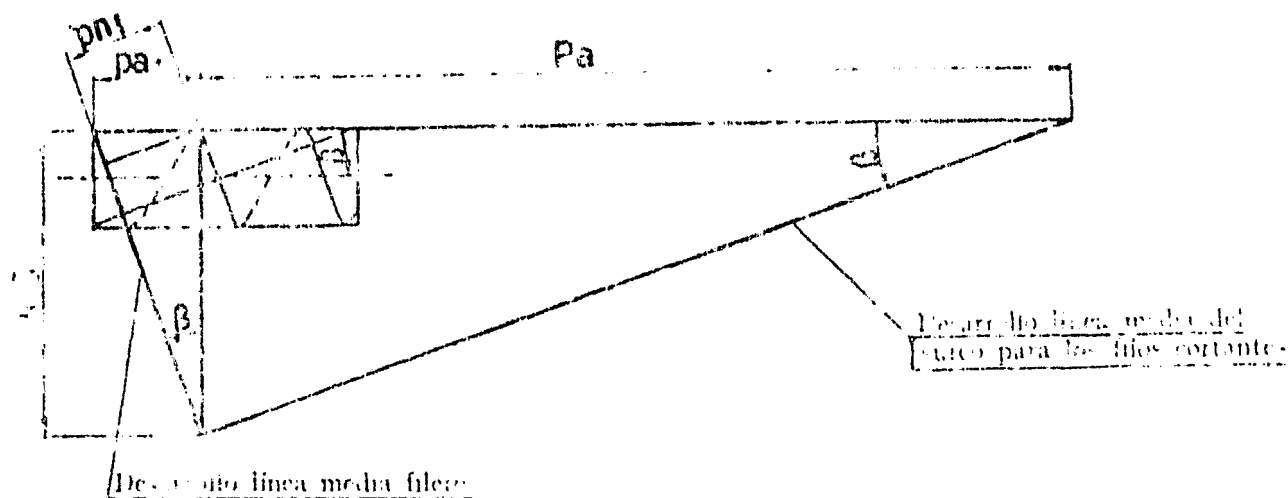


fig. 340

Respecto a las recomendaciones generales sobre la herramienta antes descrita, podemos decir que, se puede apegar a las ya enunciadas en el tema referente a herramientas de fresar.

## 2. DENTADORAS MORTAJADORAS (FELLOWS).

Este tipo de máquina, utiliza como herramienta una circular (cortador) para la obtención de engranajes cilíndricos (exteriores o interiores - de dientes rectos o helicoidales)

## 3. DENTADORA-MORTAJADORA (MAAG).

Esta máquina, utiliza como herramienta una línea (o peine) para la obtención de engranajes cilíndricos (sólo exteriores) de dientes rectos o helicoidales.

## 4. DENTADORAS BILGRAM.

Utiliza una herramienta de un solo filo cortante para obtener engranajes cónicos de dientes rectos.

## 5. DENTADORAS GLEASON.

Utiliza fresas de cuchillas múltiples o plato de cuchillas, para obtener engranajes cónicos de dientes helicoidales o de espiral.

## 6. AFEITADORAS DE ENGRANAJES FELLOWS.

El término "afeitado", en realidad, es muy apropiado por que la herramienta, montada sobre el husillo de la máquina, tiene un movimiento tal que su filo de corte rasura la superficie de los flancos de los dientes como una cuchilla de afeitar rasura la barba de un rostro. Se

utiliza para el acabado de los flancos de los dientes rectos o helicoidales de engranajes exteriores.

#### 7. RECTIFICADORAS MAAG.

El rectificado puede realizarse de dos formas: a) con muela de forma; b) por generación natural. La primera requiere un cuidadoso repaso con diamante del borde de la muela, a fin de obtener un perfil igual al de los surcos delimitados por los flancos de los dientes del engranaje. La segunda es más perfecta, porque los flancos planos de las dos muelas especiales, forma taza, colocadas como un diente de una cremallera, actúan de correctores.

Esta máquina se utiliza para la corrección, después del temple, de los flancos de los dientes rectos o helicoidales de engranajes exteriores.

T A B L A S .  
C A P I T U L O    I I .

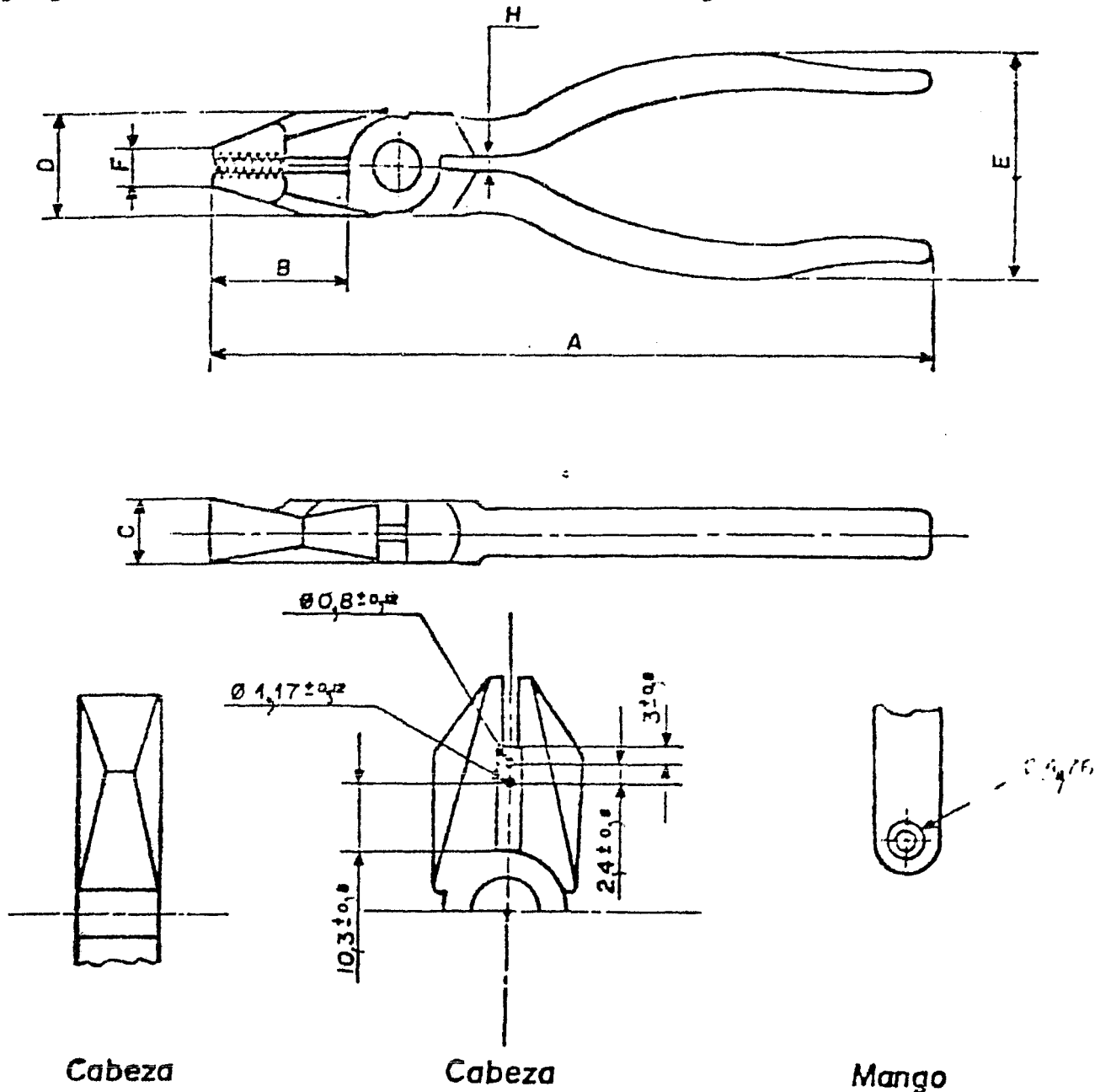


TABLA II.2.1

LA PRESENTE TABLA ESTABLECE LAS DIMENSIONES Y TOLERANCIAS  
PARA PINZAS DE ELECTRICISTA. SEGUN NOM-0-149-1981.DGN.

Designación	Dimensiones en mm.						Abertura Mínima de Mordaza
	A	B	C	D	E*	F	
	Nom.Tol.	Nom.Tol.	Nom.Tol.	Nom.Tol.	Nom.Tol.	Nom.Tol.	
7	186+12,7	32,0+6,35	12,7+3	29+3	47,6+6,35	5,6+1,6	15,8
8	217+12,7	36,5+6,35	16,0+3	31+3	46,0+6,35	7,1+1,6	22,2
9	235+12,7	40,0+6,35	16,0+3	33+3	48,0+6,35	7,6+1,6	28,6

\* Agregar 3 mm. más a la tolerancia cuando tenga forros aislantes.



NOTA: Las pinzas de electricista se designan en 3 tamaños 7, 8 y 9.

TABLA TT.2.2

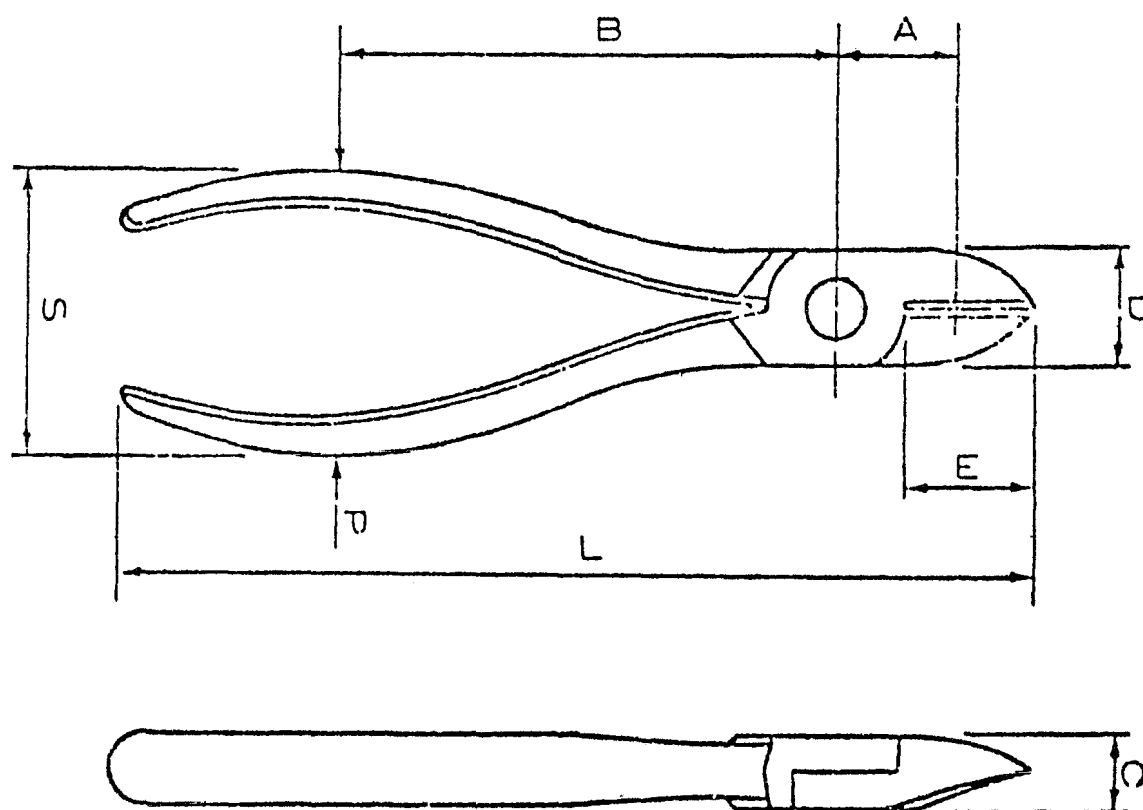
## PINZAS DE CORTE DIAGONAL ( CORTAALAMBRES )

## REQUISITOS FUNCIONALES

Tipo	Prueba carga del brazo				Prueba para el corte			
	fuerza (kg.)		Deformación (mm.)		Relación de brazos B/A		Fuerza (kg)	
	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol
1	82		0,5		80/12,5		47	
2	102		1,0		100/16		47	

## DIMENSIONES NECESARIAS MM.

Longitud Total "L"	A		B		C		D		E		S		Diámetro Alambre Prueba	
	nom	tol	nom.	tol.	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol
125	12,5		80		9		20		18		50		1,6	
160	16		100		11		25		22		50		1,6	



NOTA: Dimensiones obtenidas de anteproyecto de norma, de la DGN.

Las pinzas se clasifican según su tamaño en los tipos 1 y 2.

TABLA II.2.3

PINZAS DE BOCA AGUZADA Y CUCHILLAS DE CORTE LATERALES

(DE PUNTA ) REQUISITOS FUNCIONALES

TIPO	Prueba carga del brazo				Prueba para el corte			
	Fuerza (kg)		Deformación mm		Relación de brazos B/A		fuerza (kg)	
	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol
1	64		1,0		63/12,5		51	
2	72		1,0		71/14		58	
3	92		1,0		90/18		58	

DIMENSIONES NECESARIAS EN MM

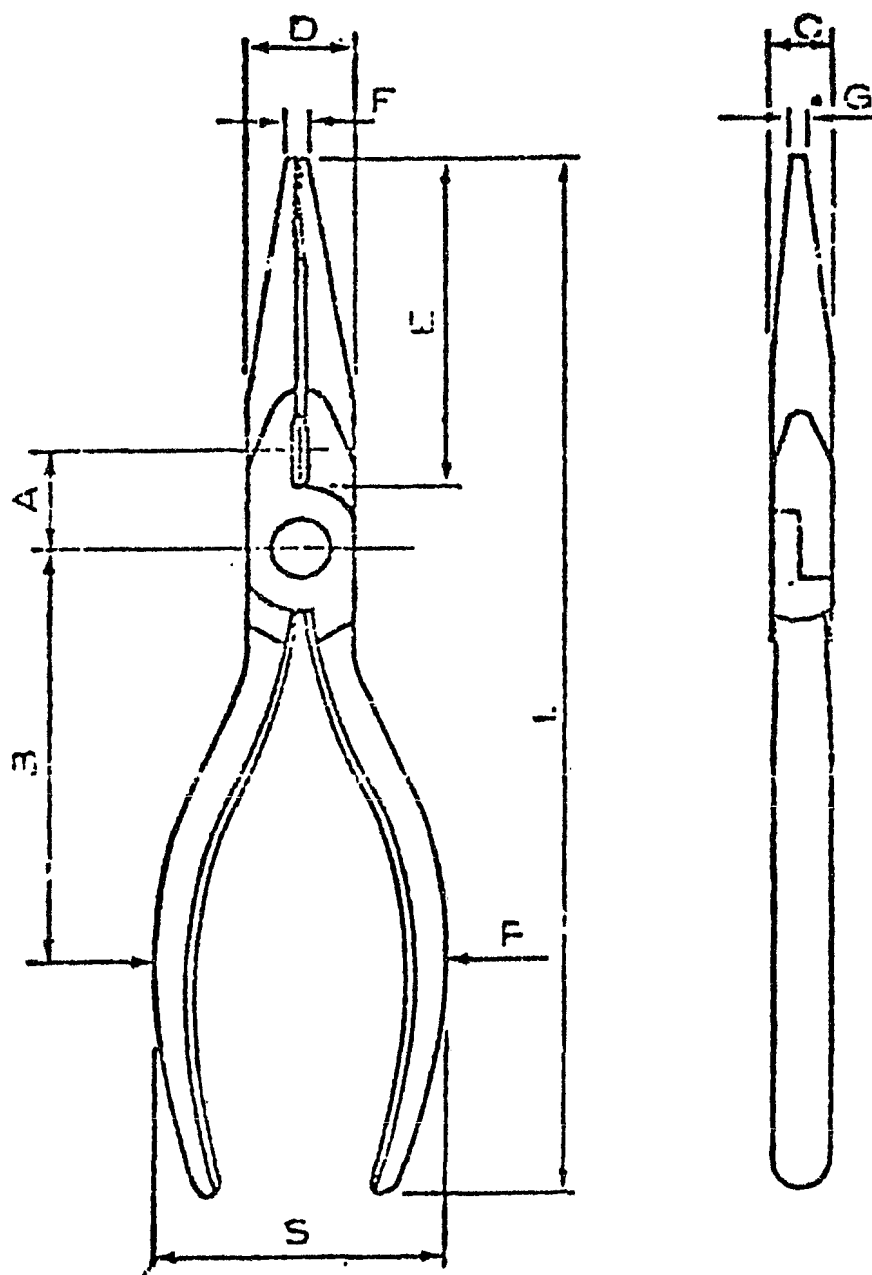
Longitud total "L"	A		B		C		D		E		F		G		S		Díametro Alambre Prueba
	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol	nom	tol	
140	12,5		63		8		16		40		215,5	2		50		1,6	
160	14		71		9		18		50		3,2	2,5		50		1,6	
200	18		71		11		22		80		5,0	3,2		50		1,6	

TABLA II.2.3

NOTA: DIMENSIONES OBTENIDAS DE ANTEPROYECTO DE NORMA,  
DE LA DGN.

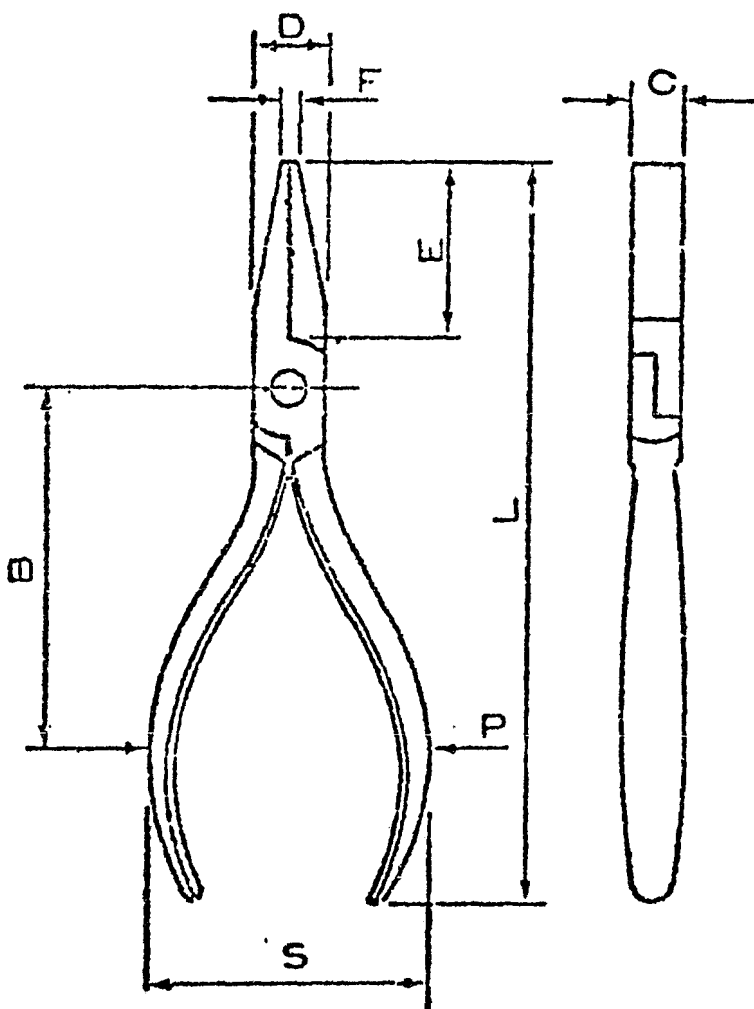
LAS PINZAS SE CLASIFICAN SEGUN SU TAMAÑO EN LOS  
TIPOS 1, 2 Y 3.

---



PINZAS CON BOCA CORTA Y PUNTAS PLANAS ( DE PUNTA)  
 REQUISITOS FUNCIONALES Y DIMENSIONES NECESARIAS EN M. M.

TIPO	Longitud total		Prueba carga del brazo		B	C	D	E	F	S
	nom	tol	Fuerza (kg)	Defor-macion (mm)						
1	125		64	0,5	65	8	16	25	3,2	50
2	140		72	1,0	71	9	18	32	4,0	50
3	160		82	1,0	80	10	20	40	5,0	50



Nota: Dimensiones obtenidas de anteproyecto de norma, de la DGN.

Las pinzas se clasifican según su tamaño en los tipos 1, 2 Y 3.

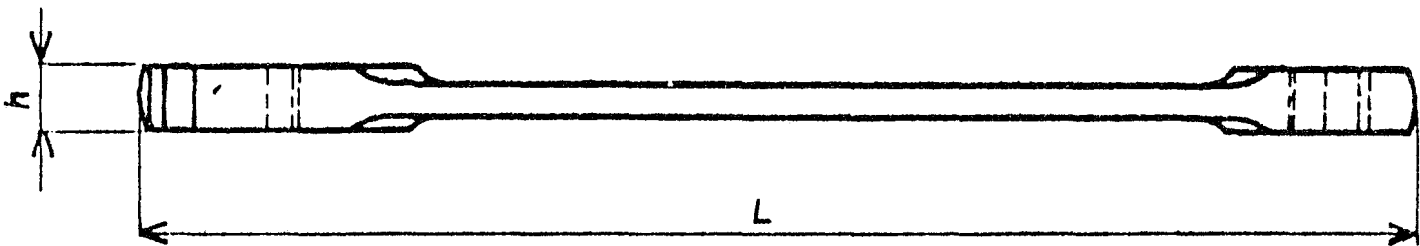
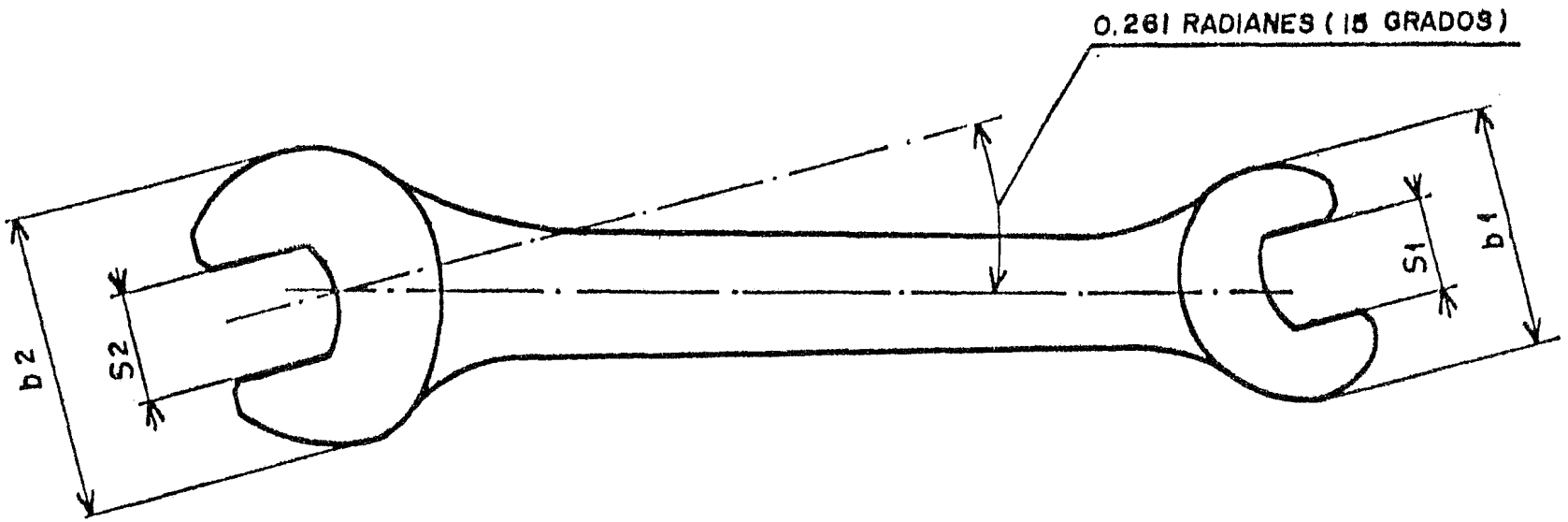
TABLA II. 2.5

La presente tabla establece las dimensiones normalizadas para llaves de dos bocas fijas, 0,261 radianes (15 grados). Según NOM 0-148-1981 DGN.

Dimensiones en mm.

$S_1$	$S_2$	$b_1$ Máximo	$b_2$ Máximo	$h$ Máximo	Longitud Mínima
6,35	7,94	14,6	17,8	4,4	75
7,94	9,53	17,8	21,0	5,6	90
7,94	10,31	17,8	22,0	5,6	90
9,53	11,11	21,0	24,0	6,2	102
11,11	12,70	24,0	27,4	6,4	125
12,70	14,27	27,4	31,4	6,8	135
14,27	15,87	31,4	33,6	7,6	150
15,08	17,46	33,0	36,8	8,4	160
15,87	17,46	33,6	36,8	8,4	176
15,87	19,05	33,6	41,6	8,8	176
17,46	19,84	36,8	42,0	8,8	176
17,46	19,05	36,8	41,6	8,8	176
19,84	22,22	42,0	46,4	9,6	207
20,63	22,22	43,6	46,4	9,6	207
23,81	25,4	51,0	56,0	11,2	250
22,22	26,98	46,4	57,6	11,2	250
26,98	31,75	57,6	67,0	12,7	295

NOTA: La tolerancia de planicidad en la sección recta de las bocas es de 0,08 a 0,12 mm.



Llave de dos bocas fijas.

TABLA II. 2.6

LA PRESENTE TABLA ESTABLECE LAS DIMENSIONES EXTERIORES  
 MAXIMAS PARA LOS DOS TIPOS DE LLAVES DE VASO. SEGUN  
 NOM 0-157-1981-DGN.

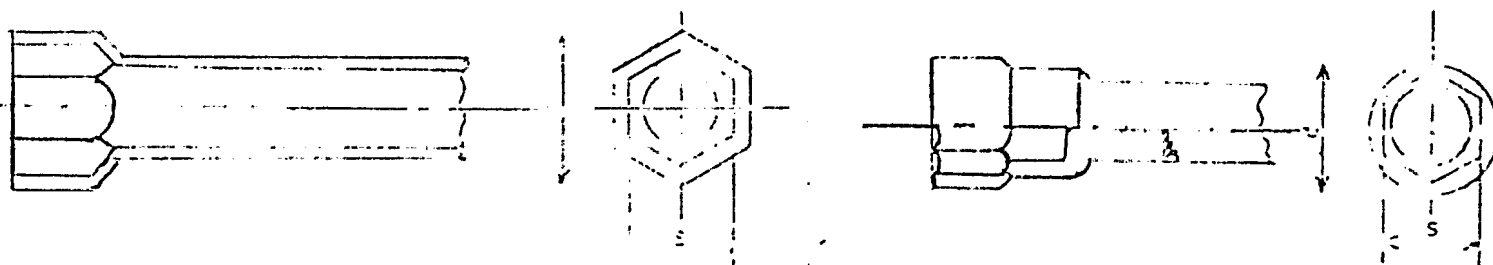
Dimensiones en mm	
S	d ó e Máximos
3,2	6,0
4,0	8,0
5,0	9,5
5,5	10,0
7,0	11,5
8,0	13,0
10,0	16,0
11,0	17,0
12,0	19,0
13,0	20,5
14,0	21,5
15,0	23,0
16,0	24,5
17,0	26,0
18,0	27,0
19,0	28,5
21,0	30,5



CONTINUA TABLA II. 2.6

s	d ó e Máximos
22,0 *	32,0
24,0	34,5
27,0	38,5
30,0	42,0
32,0 *	45,0
34,0	48,0
36,0	50,0
41,0	57,0
46,0	63,0
50,0	69,0
55,0	75,0
60,0	81,0

\* Estos valores no están normalizados.



Tipo Tubular.

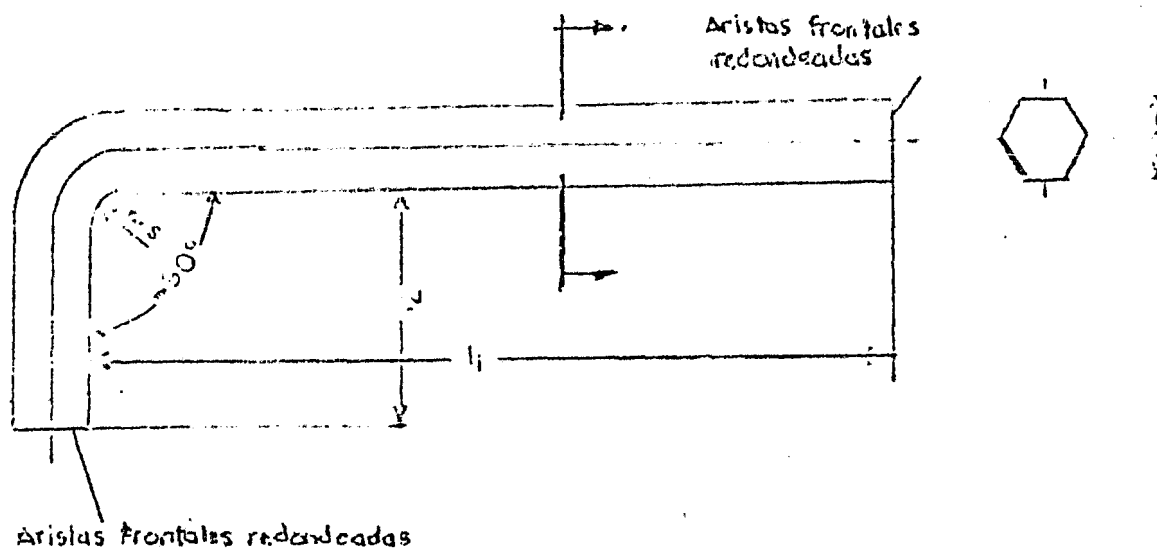
Tipo Forjado.

NOTA: Las llaves se clasifican de acuerdo al casquillo que presentan en dos tipos y en un solo grado de calidad.

Tipo 1 Forjado; Tipo 2 Tubular.

TABLA II.2.7

LA PRESENTE TABLA ESTABLECE LAS DIMENSIONES TOLERANCIAS Y PROPIEDADES A LA TORSION DE LAS LLAVES HEXAGONALES. SEGUN NOM 0-87-1980 D.G.N.



Tamaño Nominal	S mm (Distancia entre caras máxima)	S mm (Distancia entre caras mínima)	$l_2$ mm serie corta	$l_1$ mm serie larga	Resistencia mínima al corte por torsión N. m	Límite de fluencia mínimo por torsión N. m
1,5	1,500	1,470	$14^{+0}_{-1}$	$45^{+0}_{-2}$	90	1,20
2,0	2,000	1,970	$16^{+0}_{-1}$	$50^{+0}_{-2}$	100	2,7
2,5	2,500	2,470	$18^{+0}_{-1}$	$56^{+0}_{-3}$	112	5,4
3,0	3,000	2,960	$20^{+0}_{-1}$	$63^{+0}_{-3}$	126	9,1
4,0	4,000	3,960	$25^{+0}_{-1}$	$70^{+0}_{-4}$	142	21,7
5,0	5,000	4,960	$28^{+0}_{-1}$	$80^{+0}_{-4}$	160	42,5
6,0	6,000	5,950	$32^{+0}_{-2}$	$90^{+0}_{-4}$	180	72,8
8,0	8,000	7,950	$36^{+0}_{-2}$	$100^{+0}_{-5}$	200	173,0
10,0	10,000	9,950	$40^{+0}_{-2}$	$112^{+0}_{-6}$	224	336,0

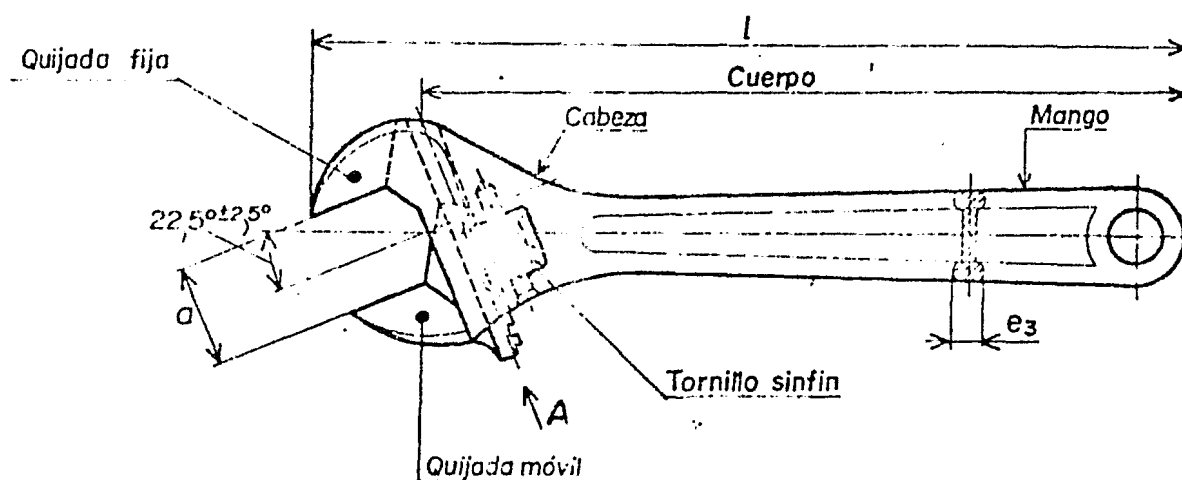
NOTA: También los hay en tamaño nominal

12, 14, 17 y 19.

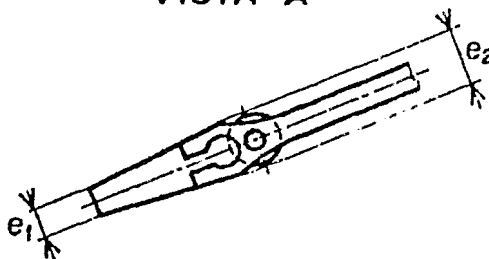
TABLA II.2.8

LA PRESENTE TABLA ESTABLECE LAS DIMENSIONES NORMALIZADAS DE LAS LLAVES DE BOCA PLANA AJUSTABLE. SEGUN NOM-0-106 1982 DGN.

		Dimensiones en mm.				
Longitud total L tamaño nominal	Abertura total tolerancia mínima de las quijadas (a)	Espesor			Juego de la quijada móvil	
		Punta de la quijada e <sub>1</sub> máximo	cabeza e <sub>2</sub> máximo	mango e <sub>3</sub> máximo		
100	+ 15 - 11	13	4,5	10,0	5,0	0,50
152	+ 13 - 12	19	8,0	11,5	6,5	0,50
203	+ 13 - 12	24	9,0	14,5	8,0	0,50
254	+ 13 - 12	27	12,0	17,5	10,0	0,50
305	+ 13 -	32	15,5	23,0	11,5	0,50



VISTA A



NOTA: El ángulo formado por la boca de la llave y por el eje del mango debe ser de 0,39 rad (22,5°) con una tolerancia de  $\pm 0,043$  rad ( $\pm 2,5^\circ$ ); las superficies paralelas de las quijadas deben tener ángulos de 2,09 rad (120°) con una tolerancia de  $\pm 0,043$  rad ( $\pm 2,5^\circ$ ) con sus superficies de punto de apoyo.

TABLA II. 2.9

LA PRESENTE TABLA ESTABLECE LAS DIMENSIONES DE LAS SEGUETAS DEL SUBTIPO 1 Y DEL SUBTIPO 2 QUE SE USAN COMO HERRAMIENTAS DE CORTE. SEGUN NOM 0-83-1979, DGN.

Dimensiones en cm.

Longitud Nominal y tolerancia	Ancho	Espesor	Dientes por cm.
30,5 $\pm$ 0,15	1,25 mín. 1,30 máx.	0,60 mín. 0,65 máx.	7
30,5 $\pm$ 0,15	1,25 mín. 1,30 máx.	0,60 mín. 0,65 máx.	10
30,5 $\pm$ 0,15	1,25 mín. 1,30 máx.	0,60 mín. 0,65 máx.	13
25,5 $\pm$ 0,15	1,25 mín. 1,30 máx.	0,60 mín. 0,65 máx.	7
25,5 $\pm$ 0,15	1,25 mín. 1,30 máx.	0,60 mín. 0,65 máx.	10
25,5 $\pm$ 0,15	1,25 mín. 1,30 máx.	0,60 mín. 0,65 máx.	13

NOTA :

Segueta subtipo 1. Fabricada de acero al carbón, para metales blandos.

Segueta subtipo 2. Fabricada de acero de alta velocidad para metales duros.

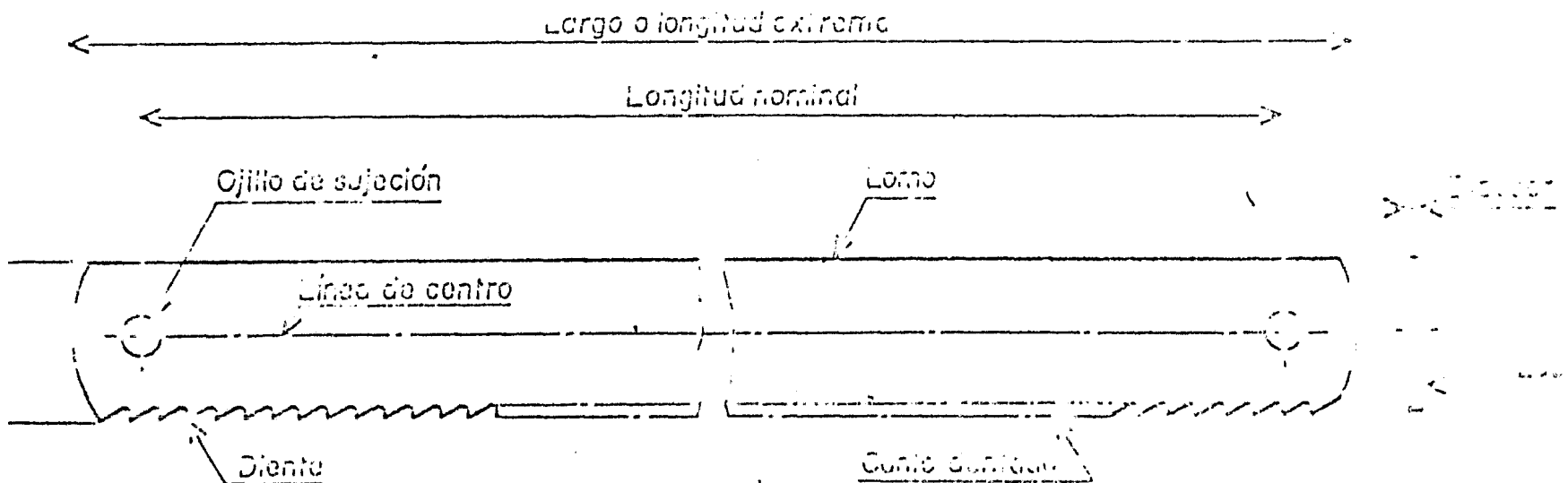


TABLA II.2.10

DIMENSIONES PARA LIMAS TRIANGULARES. SEGUN NOM-0-119-1977.DGN.

Longitud	Ancho del cuerpo	T o l e r a n c i a	
		" L " en %	" A "
100	6,0	+ 3,0	+ 1,0
115	6,5	"	"
127	7,0	"	"
150	8,5	"	"
177	10,5	"	"
100	8,5	"	"
115	9,5	"	"
127	10,0	"	"
150	12,0	"	"
177	13,7	"	"
200	15,5	"	"
100	10,3	"	"
115	11,2	"	"
127	11,0	"	"
127	12,0	"	"
150	13,7	"	+ 1,5
177	15,5	"	"
200	17,0	"	"
228	19,0	"	"
254	20,0	"	"
150	5,5	"	+ 1,0
177	5,5	"	"
200	7,0	"	"
228	8,5	"	"
254	9,5	"	"
254	19,0	"	+ 1,5

"T" Triangular

"L" Longitud

"A" Ancho

CONTINUA TABLA II.2.10

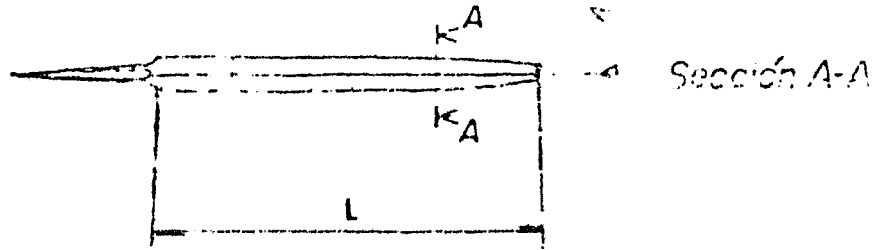


TABLA II.2.11

DIMENSIONES PARA LIMAS RECTANGULARES, CUADRADAS, REDONDAS  
Y MEDIA CAÑA. SEGUN NOM-0-119-1977

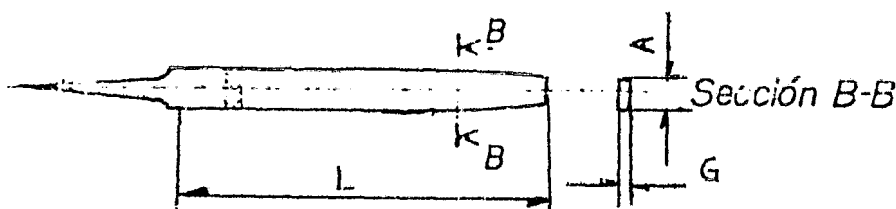
Dimensiones en mm.

Tipo	Longitud	Ancho del cuerpo	Grueso del cuerpo	T o l e r a n c i a s		
				"L"	"A"	"C"
Planas	100	12,0	12,0	$\pm 3,0$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
"	152	15,0	3,5	"	"	"
"	200	20,0	5,0	"	"	"
"	254	25,0	6,0	"	"	"
"	304	30,0	7,0	"	"	"
"	355	35,0	7,5	"	"	"
"	400	39,0	8,5	"	"	"
"	355	33,0	5,0	"	"	"
Cuadr.	100	---	3,5	"	-	$\pm 0,5$
"	152	---	5,5	"	-	"
"	200	---	7,0	"	-	$\pm 1,0$
"	254	---	9,0	"	-	"
"	304	---	12,0	"	-	"
Redondas	100	---	3,5	"	-	$\pm 0,5$
"	127	---	4,0	"	-	"
"	152	---	5,5	"	-	"
"	200	---	7,0	"	-	$\pm 1,0$
"	254	---	9,0	"	-	"
"	304	---	12,0	"	-	"
"	203	---	4,5	"	-	"
"	203	---	5,5	"	-	"
"	203	---	6,5	"	-	"
"	260	---	9,0	"	-	"
Media Caña	100	11,0	3,5	"	$\pm 1,0$	"
"	152	15,0	4,0	"	"	"
"	200	20,0	5,0	"	"	"
"	254	25,0	6,5	"	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$
"	304	29,0	8,0	"	"	"

"L" Longitud

"A" Ancho del cuerpo

"C" Grueso del cuerpo



RECTANGULAR

CONTINUA TABLA II.2.11

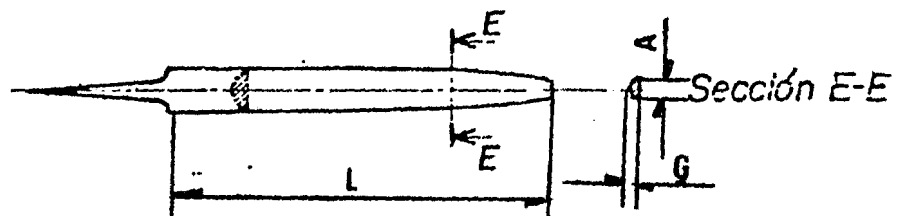
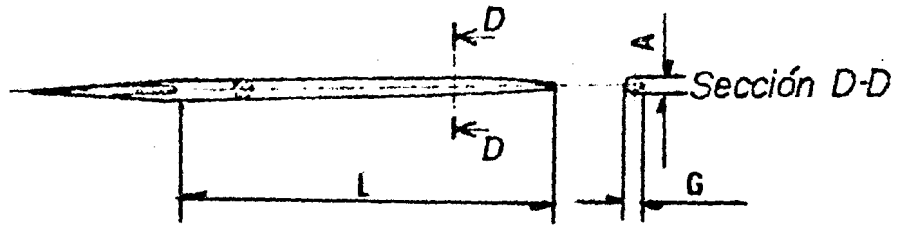
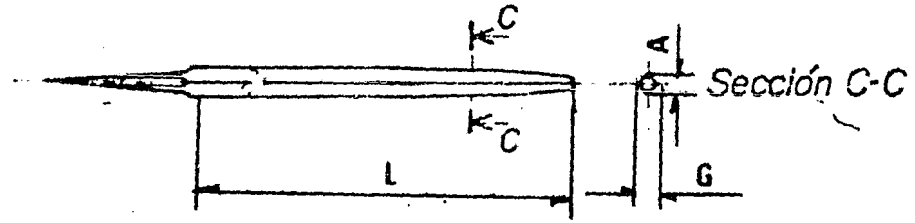




TABLA II.2.12

NUMERO DE DIENTES POR CENTIMETRO EN SECCIONES PLANAS, CUADRADAS  
Y REDONDAS SEGUN NOM 0-119-1977 D.G.N.

Tipo y Corte		Longitud mm.	(1) 1er. Corte	(2) 2º Corte	(3) Cantos	1º	Cortes
Plana	Bast.	100	11	14	12	45°	20°
"	"	100	14	17	19	"	"
"	"	125	10	12	11	"	"
"	"	150	9	11	10	"	"
"	"	152	11	13	14	"	25°
"	"	200	8	100	12	"	"
"	"	254	7	9	10	"	"
"	"	300	6	8	7	"	"
"	"	304	5	7	8	"	"
"	"	355	5	7	8	"	"
"	"	400	5	6	5	"	"
"	"	355	-	3	-	-	90°
Plana	Muza	100	22	28	25	"	20°
"	"	100	25	28	29	"	"
"	"	125	20	25	22	"	"
"	"	150	18	22	20	"	25°
"	"	152	18	21	23	"	"
"	"	200	21	17	19	"	"
"	"	254	19	15	16	"	"
"	"	300	12	16	14	"	"
"	"	304	17	14	15	"	"
"	"	350	11	14	12	"	"
"	"	355	15	13	14	"	"
Plana	Semi Muza	100	16	20	18	"	"
"	"	125	14	18	10	"	"
"	"	150	12	16	14	"	"
"	"	200	11	14	12	"	"
"	"	250	10	12	11	"	"
"	"	300	9	11	10	"	"
"	"	350	8	10	9	"	"
"	"	400	7	9	8	"	"
Cuad	Bast.	100	15	18	-	"	20°
"	"	152	11	14	-	"	"
"	"	200	9	11	-	"	25°
"	"	254	7	9	-	"	"
"	"	304	9	9	-	"	"

## CONTINUACION TABLA II.2.12

Tipo y Corte		Longitud mm.	(1) 1er. Corte	(2) 2°Corte	(3) Cantos	1ª	Cortes
Cuad.	Muza	100	27	31	-	45°	20°
"	"	152	21	24	-	45°	20°
"	"	200	23	19	-	"	20°
"	"	254	21	17	-	"	"
"	"	304	19	15	-	"	"
Redon.	Bast.	100	--	14	-	-	18°
"	"	127	13	--	-	-	20°
"	"	152	--	11	-	-	18°
"	"	200	--	9	-	-	21°
"	"	254	--	8	-	-	20°
"	"	304	6	7	-	45°	18°
Redon.	Muza	100	--	25	-	-	13°
"	"	127	--	21	-	-	"
"	"	152	--	19	-	-	12°
"	"	200	--	16	-	-	14°
"	"	254	--	15	-	-	13°
"	"	304	--	13	-	-	12°
"	"	203	--	24	-	-	31°
"	"	203	--	23	-	-	"
"	"	203	--	24	-	-	28°
"	"	260	--	61	-	-	0°

- Tipo 1 Triangular  
 Tipo 2 Rectangular  
 Tipo 3 Cuadrada  
 Tipo 4 Redonda  
 Tipo 5 Media Caña

TABLA II.2.13

NUMERO DE DIENTES POR CENTIMETRO PARA LTMAS  
TRIANGULARES TIPO 1.

Longitud	No. de Dientes por cm		Angulo de Dientes	T o l e r a n c i a s		
	Cara	Cantos		Caras	Caras	Cantos
100	20	18	35°	+ 15%	+ 15%	+ 2°
100	24	28	"	"	"	"
115	22	26	"	"	"	"
127	22	17	"	"	"	"
127	22	16	"	"	"	"
150	21	24	"	"	"	"
177	19	24	"	"	"	"
100	21	24	"	"	"	"
115	20	24	"	"	"	"
127	19	22	"	"	"	"
150	17	22	30°	"	"	"
177	16	20	"	"	"	"
200	15	20	"	"	"	"
100	19	--	"	"	"	"
115	18	--	"	"	"	"
127	17	--	"	"	"	"
150	16	--	"	"	"	"
177	15	19	"	"	"	"
200	15	18	"	"	"	"
228	14	16	"	"	"	"
254	13	16	"	"	"	"
150	24	27	35°	"	"	"
177	24	27	"	"	"	"
200	23	26	"	"	"	"
228	21	24	"	"	"	"
254	20	24	"	"	"	"

Longitud mm	No. de Dientes por cm		Angulo de Dientes		<u>T o l e r a n c i a s</u>			
	Caras	Cantos	Caras	Caras	Cantos	Angulos		
100	15	18	21	45	20	"	"	"
150	11	14	17	"	"	"	"	"
200	9	11	14	"	25°	"	"	"
254	7	9	12	"	"	"	"	"
100	27	31	33	"	20°	"	"	"
150	20	23	27	"	"	"	"	"
200	23	19	21	"	25°	"	"	"
254	21	17	19	"	"	"	"	"

TABLA II.2.14

SECCION MEDIAS CAÑAS.

Tipo Corte	Longitud mm	Cara Plana		Cara Redonda		Canto (6)	Angulos Cara Plana		Angulos Cara Redonda	
		1er. Corte (2)	2°Corte (3)	1er. Corte (4)	2°Corte (5)		1er Corte	2°Corte	1er. Corte	2°Corte
Media Cara Bast.	100	14	17	14	17	-	45°	20°	45°	20°
" "	152	10	13	100	13	-	45°	20°	45°	20°
" "	200	8	10	9	10	-	45°	25°	45°	20°
" "	254	7	9	9	9	11	45°	25°	45°	20°
" "	304	6	8	6	8	10	45°	25°	45°	20°
Media Cara Muza	100	25	28	-	28	-	45°	20°	--	20°
" "	152	19	22	-	22	-	45°	20°	--	20°
" "	200	21	17	-	17	-	45°	20°	--	20°
" "	254	19	15	-	15	-	45°	25°	--	20°
" "	304	17	14	-	14	-	45°	25°	--	20°

NOTA: Se permite una tolerancia del 15% en el número de dientes por centimetro. En ángulo se permite una tolerancia de  $\pm 2^\circ$ .

TABLA II.3.1

ANGULOS DE CORTE, ATAQUE E INCIDENCIA DE LAS HERRAMIENTAS DE ACERO RAPIDO PARA TORNEAR DISTINTOS MATERIALES.

Material a arrancar	Dureza HB : Brinell HS : Shore	Carga de rotura <i>R</i> 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.

TABLA II.3.2

ANGULO DE INCLINACION Y DE RESISTENCIA DE LAS HERRAMIENTAS  
DE PASADA; SEGUN 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 $R > 45 \text{ kg/mm}^2$ .....	45°	100°
Para pasadas medianas .....	55°	95°
Para pasadas ligeras (afinado) .....	65°	90°
Para acabado esmerado .....	85°	85°

TABLA II.3.3

ANGULOS DE CORTE, ATAQUE E INCIDENCIA DE LAS HERRAMIENTAS DE METAL DURO PARA TORNEAR DISTINTOS MATERIALES.

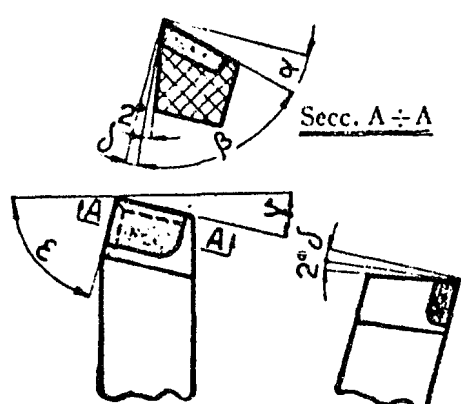
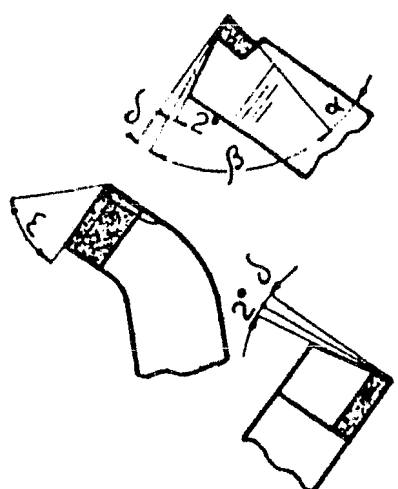
Material a arrancar	Dureza HB = Brinell HS Shore	Carga de rotura $R$ en kg/mm <sup>2</sup>	$\alpha$	$\beta$	$\delta$
Acero dulce o semiduro .....	HB 100 ÷ 200	36 ÷ 70	15°	70°	5°
Acero duro .....	HB 200 ÷ 325	70 ÷ 115	8°	77°	5°
Acero extra-duro .....	HB 325 ÷ 425	115 ÷ 148	5°	80°	5°
Acero templado .....	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 .....	—	$\sim 70$	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°



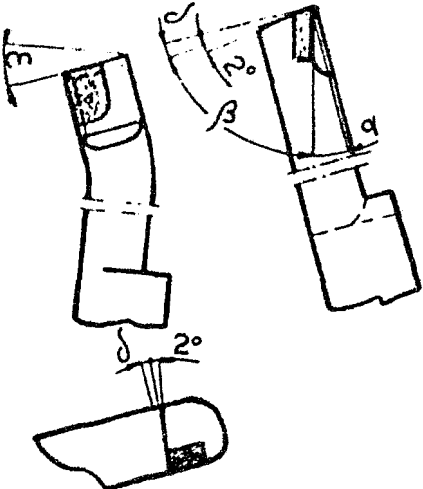
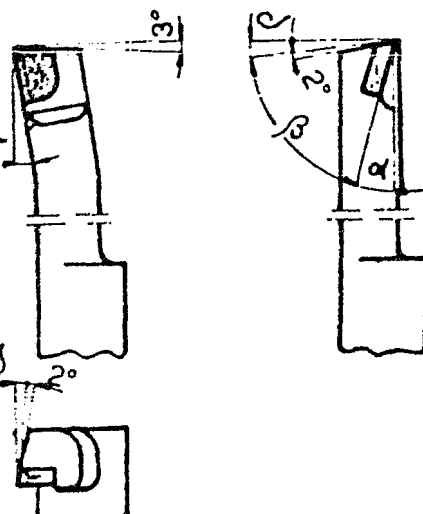
TABLA II.3.4

PERFILES Y ANGULOS DE CORTE DE HERRAMIENTAS, CON PLAQUITAS DE METAL DURO, PARA TORNEAR DISTINTOS MATERIALES.

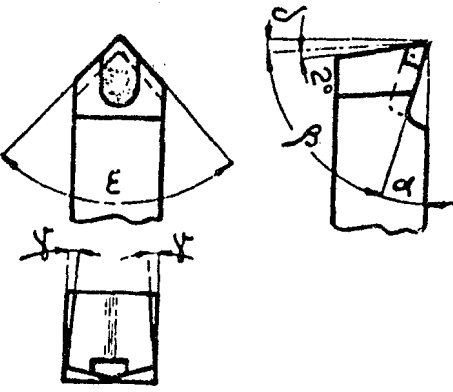
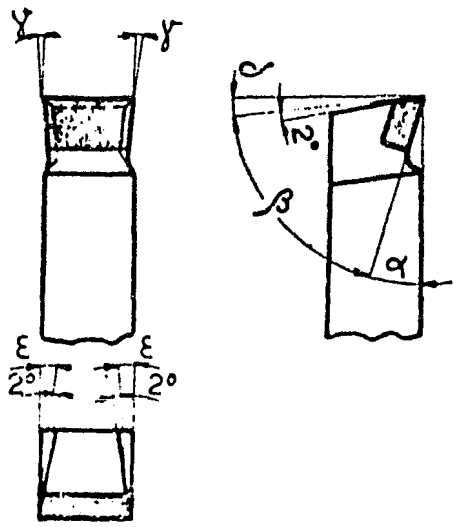
( VEASE TAMBIEN LA TABLA II.3.6 )

Tipo de herramienta	Material a arrancar	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\gamma$	$\epsilon$
<p data-bbox="743 852 770 889">1</p>  <p data-bbox="322 1364 743 1400">Herramienta recta para desbaste</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	15°	75°
	Acero dulce	15°	70°	5°	15°	75°
	Acero duro	8°	77°	5°	5°	75°
	Fundición dulce	8°	77°	5°	5°	75°
	Fundición dura	5°	80°	5°	5°	75°
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	5°	75°
	Bronce duro	0°	85°	5°	5°	75°
<p data-bbox="743 1473 770 1510">2</p>  <p data-bbox="313 2034 761 2070">Herramienta acodada para desbaste</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	—	50°
	Acero dulce	15°	70°	5°	—	45°
	Acero duro	8°	77°	5°	—	40°
	Fundición dulce	8°	77°	5°	—	40°
	Fundición dura	5°	80°	5°	—	40°
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	—	40°
	Bronce duro	0°	85°	5°	—	40°

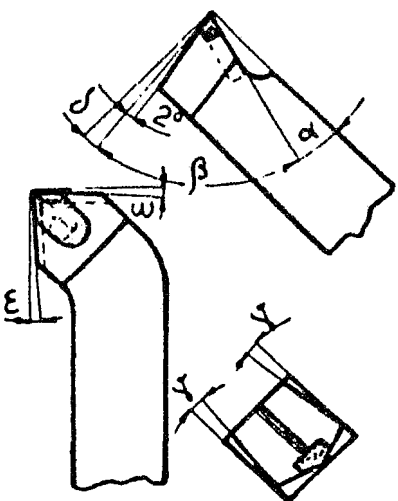
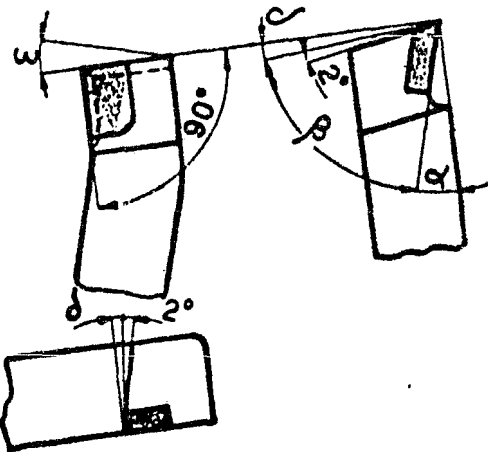
CONTINUACION TABLA II.3.4

Tipo de herramienta	Material a arrancar	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\gamma$	$\epsilon$
<p data-bbox="743 677 761 701">3</p>  <p data-bbox="306 1303 754 1327">Herramienta para desbaste interior</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	—	15°
	Acero dulce	15°	70°	5°	—	20°
	Acero duro	8°	77°	5°	—	20°
	Fundición dulce	8°	77°	5°	—	20°
	Fundición dura	5°	80°	5°	—	20°
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	—	20°
Bronce duro	0°	85°	5°	—	20°	
<p data-bbox="743 1408 761 1432">4</p>  <p data-bbox="306 2009 754 2058">Herramienta de mandrinar y refrentar interiores</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	8°	—
	Acero dulce	15°	70°	5°	8°	—
	Acero duro	8°	77°	5°	8°	—
	Fundición dulce	8°	77°	5°	8°	—
	Fundición dura	5°	80°	5°	8°	—
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	8°	—
Bronce duro	0°	85°	5°	8°	—	

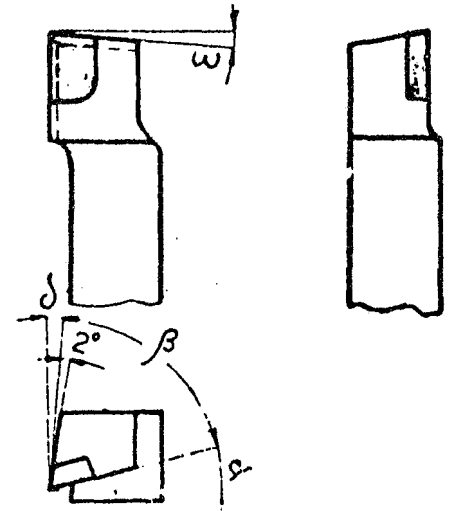
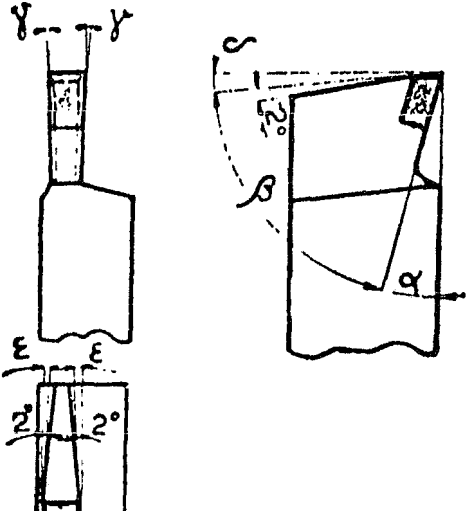
CONTINUACION TABLA II.3.4

Tipo de herramienta	Material a arrancar	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\gamma$	$\epsilon$
<p style="text-align: center;">5</p>  <p style="text-align: center;">Herramienta recta para acabado</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	6°	80°
	Acero dulce	15°	70°	5°	5°	85°
	Acero duro	8°	77°	5°	5°	90°
	Fundición dulce	8°	77°	5°	5°	90°
	Fundición dura	5°	80°	5°	5°	90°
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	5°	90°
	Bronce duro	0°	85°	5°	5°	90°
<p style="text-align: center;">6</p>  <p style="text-align: center;">Herramienta de punta recta para huecos</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	6°	6°
	Acero dulce	15°	70°	5°	5°	5°
	Acero duro	8°	77°	5°	5°	5°
	Fundición dulce	8°	77°	5°	5°	5°
	Fundición dura	5°	80°	5°	5°	5°
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	5°	5°
	Bronce duro	0°	85°	5°	5°	5°

CONTINUACION TABLA II.3.4

Tipo de herramienta	Material a arrancar	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\gamma$	$\epsilon$
<p data-bbox="761 652 784 684">7</p>  <p data-bbox="331 1230 770 1291">Herramienta de refrentar y afinar de mango acodado</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	6°	4°
	Acero dulce	15°	70°	5°	5°	4°
	Acero duro	8°	77°	5°	5°	4°
	Fundición dulce	8°	77°	5°	5°	4°
	Fundición dura	5°	80°	5°	5°	4°
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	5°	4°
	Bronce duro	0°	85°	5°	5°	4°
<p data-bbox="761 1398 784 1429">8</p>  <p data-bbox="313 1985 779 2046">Herramienta de refrentar de mango acodado</p>	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	—	10°
	Acero dulce	15°	70°	5°	—	15°
	Acero duro	8°	77°	5°	—	15°
	Fundición dulce	8°	77°	5°	—	15°
	Fundición dura	5°	80°	5°	—	15°
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	—	15°
	Bronce duro	0°	85°	5°	—	15°

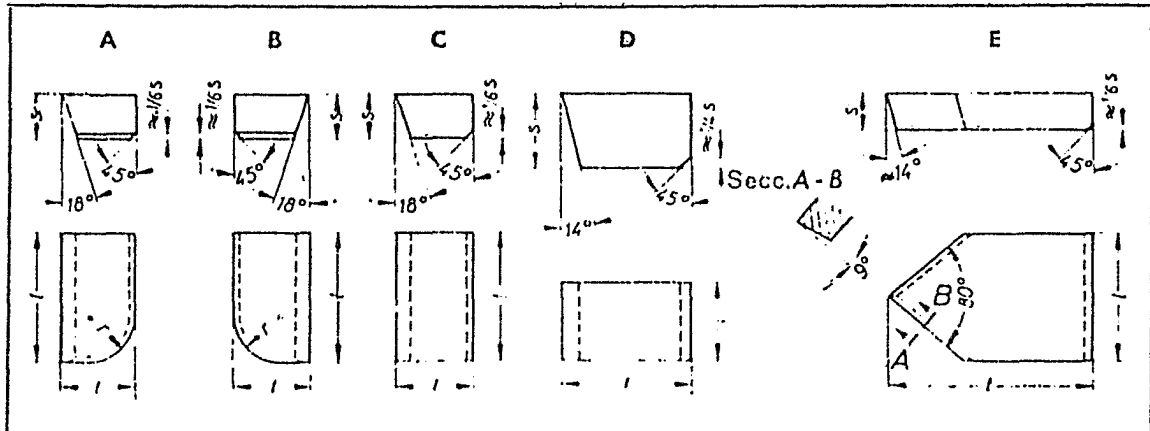
CONTINUACION TABLA II.3.4

Tipo de herramienta	Material a arrancar	$\alpha$	$\beta$	$\epsilon$	$\gamma$	$\epsilon$	
 <p data-bbox="306 1200 777 1256">Herramienta de refrentar de mango recto</p>	9	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	—	15°
	Acero dulce	15°	70°	5°	—	5°	
	Acero duro	8°	77°	5°	—	5°	
	Fundición dulce	8°	77°	5°	—	5°	
	Fundición dura	5°	80°	5°	—	5°	
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	—	5°	
	Bronce duro	0°	85°	5°	—	5°	
 <p data-bbox="378 1975 695 2012">Herramienta de tronzar</p>	10	Aleaciones de aluminio	15°	65°	10°	2°	1°30'
	Acero dulce	15°	70°	5°	2°	1°30'	
	Acero duro	8°	77°	5°	2°	1°30'	
	Fundición dulce	8°	77°	5°	2°	1°30'	
	Fundición dura	5°	80°	5°	2°	1°30'	
	Latón fundido y bronce dulce	10°	75°	5°	2°	1°30'	
	Bronce duro	0°	85°	5°	2°	1°30'	

NOTA: Las herramientas representadas en las figuras son derechas; las izquierdas son simétricas.

TABLA II.3.5

PLAQUITA DE "METAL DURO" NORMALIZADA SEGUN DIN 4950



l	Forma A, B			Forma C		Forma D		Forma E	
	b	s	r	b	s	b	s	b	s
3	—	—	—	—	—	8	3	—	—
4	—	—	—	—	—	10	4	10	2,5
5	3	2	2	3	2	12	5	12	3
6	4	2,5	2,5	4	2,5	14	6	14	3,5
8	5	3	3	5	3	16	8	16	4
10	6	4	4	6	4	18	10	18	5
12	8	5	5	8	5	20	12	20	6
16	10	6	6	10	6	—	—	22	7
20	12	7	7	12	7	—	—	25	8
25	14	8	8	14	8	—	—	28	9
32	18	10	10	18	10	—	—	32	10
40	22	12	12	22	12	—	—	—	—
50	25	14	14	25	14	—	—	—	—

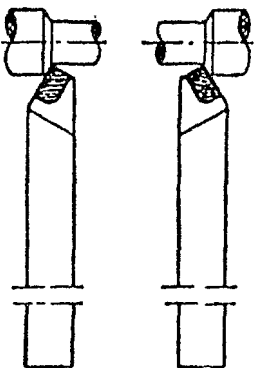
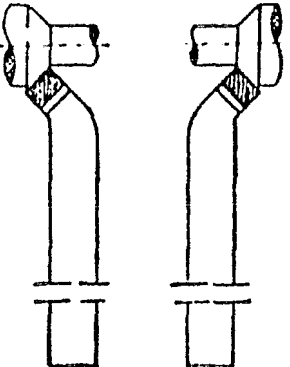
Medidas en mm

Ejemplo de denominación de una plaquita de forma A: longitud,  $l=20$ ; anchura,  $t=12$ ; espesor,  $S=7$ , y radio,  $r=7$ .

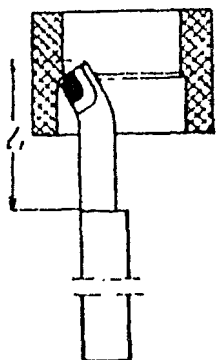
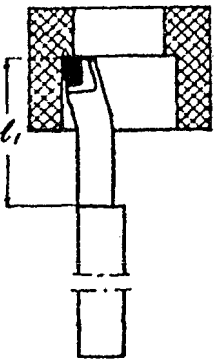
Plaquita A 20 DIN 4950.

TABLA II.3.6

ELECCION DE LA PLAQUITA DE METAL DURO SEGUN EL TIPO Y DIMENSIONES DE LA HERRAMIENTA.

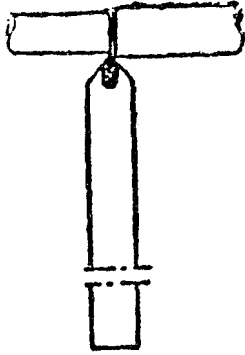
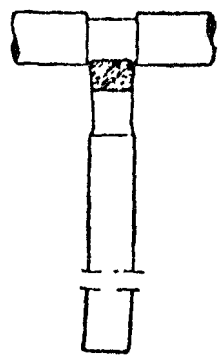
Esquema de la herramienta	Dimensiones del mango			Plaquita DIN 4950	
	Anchura mm.	Altura mm.	Longitud mm.	Derecha	Izquierda
<p>Recta para desbaste</p> <p>DIN 4971</p>  <p>Derecha      Izquierda</p>	<p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p>	<p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>80</p>	<p>100</p> <p>125</p> <p>160</p> <p>200</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>315</p> <p>315</p> <p>400</p> <p>160</p> <p>200</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>315</p> <p>315</p> <p>400</p> <p>500</p>	<p>A 8</p> <p>A 10</p> <p>A 12</p> <p>A 16</p> <p>A 20</p> <p>A 25</p> <p>A 32</p> <p>A 40</p> <p>A 50</p> <p>A 10</p> <p>A 12</p> <p>A 16</p> <p>A 20</p> <p>A 25</p> <p>A 32</p> <p>A 40</p> <p>A 50</p>	<p>B 8</p> <p>B 10</p> <p>B 12</p> <p>B 16</p> <p>B 20</p> <p>B 25</p> <p>B 32</p> <p>B 40</p> <p>B 50</p> <p>B 10</p> <p>B 12</p> <p>B 16</p> <p>B 20</p> <p>B 25</p> <p>B 32</p> <p>B 40</p> <p>B 50</p>
<p>Acodada para desbaste</p> <p>DIN 4972</p>  <p>Derecha      Izquierda</p>	<p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p>	<p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>80</p>	<p>100</p> <p>125</p> <p>160</p> <p>200</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>315</p> <p>315</p> <p>400</p> <p>160</p> <p>200</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>315</p> <p>315</p> <p>400</p> <p>500</p>	<p>C 8</p> <p>C 10</p> <p>C 12</p> <p>C 16</p> <p>C 20</p> <p>C 25</p> <p>C 32</p> <p>C 40</p> <p>C 50</p> <p>C 10</p> <p>C 12</p> <p>C 16</p> <p>C 20</p> <p>C 25</p> <p>C 32</p> <p>C 40</p> <p>C 50</p>	<p>C 8</p> <p>C 10</p> <p>C 12</p> <p>C 16</p> <p>C 20</p> <p>C 25</p> <p>C 32</p> <p>C 40</p> <p>C 50</p> <p>C 10</p> <p>C 12</p> <p>C 16</p> <p>C 20</p> <p>C 25</p> <p>C 32</p> <p>C 40</p> <p>C 50</p>

CONTINUACION TABLA II.3.6

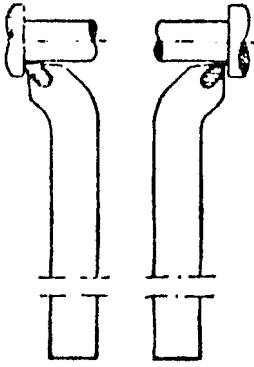
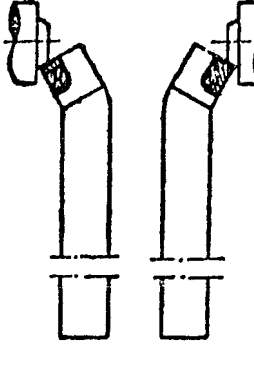
Esquema de la herramienta	Dimensiones del mango				Plaquita DIN 4950
	Anchura mm.	Altura mm.	Longitud mm.	$l_1$	Forma y dimen- siones
Para desbaste de interiores  DIN 4973    Derecha	10	10	160	32	A 8
	12	12	180	40	A 8
	16	16	200	50	A 10
	20	20	250	80	A 12
	25	25	315	100	A 16
	32	32	355	125	A 20
	40	40	400	160	A 25
	50	50	500	200	A 32
Para torneear y refrentar interiores  DIN 4974    Derecha	10	10	160	32	A 8
	12	12	180	40	A 8
	16	16	200	50	A 10
	20	20	250	80	A 12
	25	25	315	100	A 16
	32	32	355	125	A 20
	40	40	400	160	A 25
	50	50	500	200	A 32



CONTINUACION TABLA II.3.6

Esquema de la herramienta	Dimensiones del mango			Plaquita DIN 4950	
	Anchura mm.	Altura mm.	Longitud mm.	Forma y dimensiones	
<p>Recta para afinar</p> <p>DIN 4975</p> 	10	10	100	E 8	
	12	12	125	E 10	
	16	16	160	E 12	
	20	20	200	E 16	
	25	25	200	E 20	
	32	32	250	E 25	
	40	40	315	E 32	
	10	16	160	E 10	
	12	20	200	E 12	
	16	25	200	E 16	
	20	32	250	E 20	
	25	40	315	E 25	
	32	50	315	E 32	
	40	63	400	E 32	
	<p>De punta recta</p> <p>DIN 4976</p> 	10	10	100	C 10
		12	12	125	C 12
16		16	160	C 16	
20		20	200	C 20	
25		25	200	C 25	
32		32	250	C 32	
40		40	315	C 40	
50		50	315	C 50	
10		16	160	C 10	
12		20	200	C 12	
16		25	200	C 16	
20		32	250	C 20	
25		40	315	C 25	
32		50	315	C 32	
40		63	400	C 40	
50		80	500	C 50	

CONTINUACION TABLA II.3.6

Esquema de la herramienta	Dimensiones del mango			Plaquita DIN 4950	
	Anchura mm.	Altura mm.	Longitud mm.	Derecha	Izquierda
<p>Acodada para afinar y refrentar</p> <p>DIN 4978</p>  <p>Derecha    Izquierda</p>	10 12 16 20 25 32 40	10 12 16 20 25 32 40	100 125 160 200 200 250 315	E 8 E 10 E 12 E 16 E 20 E 25 E 32	E 8 E 10 E 12 E 16 E 20 E 25 E 32
<p>Acodada para refrentar</p> <p>DIN 4979</p>  <p>Derecha    Izquierda</p>	10 12 16 20 25 32	10 12 16 20 25 32	100 125 160 200 200 250	A 8 A 10 A 12 A 16 A 20 A 25	B 8 B 10 B 12 B 16 B 20 B 25
	10 12 16 20 25 40	16 20 25 32 40 63	160 200 200 250 315 400	E 10 E 12 E 16 E 20 E 25 E 32	E 10 E 12 E 16 E 20 E 25 E 32
				A 10 A 12 A 16 A 20 A 25	B 10 B 12 B 16 B 20 B 25

CONTINUACION TABLA II.3.6

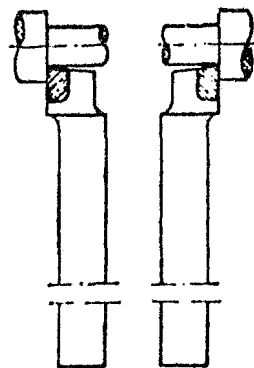
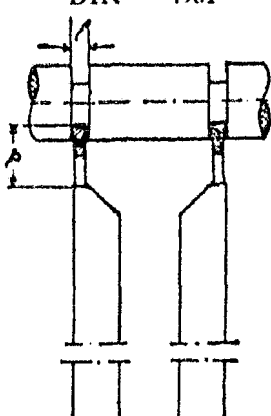
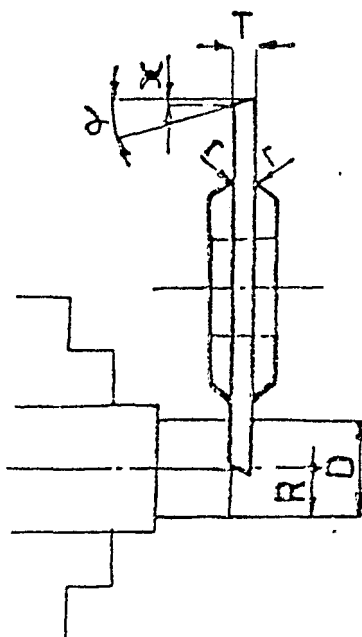
Esquema de la herramienta	Dimensiones del mango			Plaquita DIN 4950		
	Anchura mm.	Altura mm.	Longitud mm.	Forma y dimensiones		
				Derecha	Izquierda	
<p>Para refrentar, mango recto</p> <p>DIN 4980</p>  <p>Derecha Izquierda</p>	<p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p>	<p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>63</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>80</p>	<p>100</p> <p>125</p> <p>160</p> <p>200</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>315</p> <p>315</p> <p>400</p> <p>160</p> <p>200</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>315</p> <p>315</p> <p>400</p> <p>500</p>	<p>A 8</p> <p>A 10</p> <p>A 12</p> <p>A 16</p> <p>A 20</p> <p>A 25</p> <p>A 32</p> <p>A 40</p> <p>A 50</p> <p>A 10</p> <p>A 12</p> <p>A 16</p> <p>A 20</p> <p>A 25</p> <p>A 32</p> <p>A 40</p> <p>A 50</p>	<p>B 8</p> <p>B 10</p> <p>B 12</p> <p>B 16</p> <p>B 20</p> <p>B 25</p> <p>B 32</p> <p>B 40</p> <p>B 50</p> <p>B 10</p> <p>B 12</p> <p>B 16</p> <p>B 20</p> <p>B 25</p> <p>B 32</p> <p>B 40</p> <p>B 50</p>	
<p>Para tronzar</p> <p>DIN 4981</p>  <p>Derecha Izquierda</p>	<p>6</p> <p>8</p> <p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p>	<p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>63</p>	<p>100</p> <p>125</p> <p>160</p> <p>200</p> <p>200</p> <p>250</p> <p>315</p> <p>315</p> <p>400</p>	<p>4</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>8</p> <p>10</p> <p>12</p> <p>12</p>	<p>10</p> <p>10</p> <p>12</p> <p>16</p> <p>20</p> <p>25</p> <p>32</p> <p>40</p> <p>50</p>	<p>D 4</p> <p>D 4</p> <p>D 4</p> <p>D 5</p> <p>D 6</p> <p>D 8</p> <p>D 10</p> <p>D 12</p> <p>D 12</p>

TABLA II.3.7

ESPEORES Y ANGULOS LATERALES DE LAS CUCHILLAS DE DISCO

SEGUN EL DIAMETRO DE LA PIEZA A CORTAR

Y LA CLASE DEL MATERIAL.



Longitud de la cuchilla =  $R + x + r + 1$

$$r = \begin{cases} 1,5 & \text{para } D \text{ hasta } 20 \text{ mm.} \\ 2 & \text{para } D \text{ superior a } 20 \text{ mm.} \end{cases}$$

Diámetro de la pieza $D$	Latón dulce - Cobre		Acero hasta 70 kg		Acero rápido e inox.	
	$\alpha = 23^\circ$		$\alpha = 15^\circ$		$\alpha = 12^\circ$	
	$T$	$x$	$T$	$x$	$T$	$x$
2	1	0,42	1,15	0,31	1,20	0,25
3	1,1	0,46	1,30	0,35	1,35	0,28
4	1,2	0,51	1,45	0,39	1,50	0,32
5	1,3	0,55	1,60	0,43	1,65	0,35
6	1,4	0,60	1,75	0,47	1,80	0,38
7	1,5	0,64	1,90	0,51	1,95	0,41
8	1,6	0,68	2,15	0,58	2,20	0,47
9	1,7	0,72	2,30	0,62	2,35	0,50
10	1,8	0,76	2,50	0,67	2,50	0,53
12	2	0,85	2,80	0,75	2,80	0,60
14	2,2	0,93	3,00	0,80	3,10	0,65
16	2,4	1,02	3,20	0,86	3,30	0,70
18	2,6	1,10	3,40	0,91	3,50	0,74
20	2,8	1,19	3,60	0,96	3,80	0,81
22	3	1,27	3,80	1,02	4,10	0,87
25	3,2	1,36	4,00	1,07	4,50	0,96

TABLA II.3.8

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

TABLA II.3.9

MANGOS PARA HERRAMIENTAS DE TORNO (SEGUN DIN 770)

Redondas diámetro $d$	Cuadrados lado $b = h$	Rectangulares: relación altura $h$ : anchura $b$		
		1,25 : 1	1,6 : 1	2 : 1
6	6	5	4	3
8	8	6	5	4
10	10	8	6	5
12	12	10	8	6
16	16	12	10	8
20	20	16	12	10
25	25	20	16	12
32	32	25	20	16
40	40	32	25	20
50	50	40	32	25
63	63	50	40	32

N.B.— Para las longitudes de los mangos véase tabla DIN 4964.

TABLA II. 3.10

ANGULOS DE CORTE, ATAQUE E INCIDENCIA DE LAS HERRAMIENTAS  
DE ACERO RAPIDO PARA MANDRINAR DISTINTOS MATERIALES.

Material a arrancar	Dureza H B = Brinell H S = Shore	Carga de rotura <i>R</i> 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 .....	H B hasta 400	—	15°÷10°	67°÷75°	8°÷5°
Acero duro .....	H B 200÷250	65÷140	10°÷2°	72°÷85°	8°÷3°
Acero semiduro .....	H B 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°
Alcaciones 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.

TABLA II.3.11

ANGULOS DE INCLINACION Y DE RESISTENCIA DE LAS HERRAMIENTAS  
DE PASADA, SEGUN 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 $R > 45 \text{ kg/mm}^2$ .....	45°	100°
Para pasadas medianas .....	55°	95°
Para pasadas ligeras (afinado) .....	65°	90°
Para acabado esmerado .....	85°	85°



TABLA II.3.12

HERRAMIENTAS DE PENETRAR HUECAS ( SEGUN TABLA DIN 222 )

<i>D</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>t</i>
De 24 ÷ 35 .....	13	55	4,3	5,6
De 35 ÷ 44 .....	16	60	5,4	6,6
De 44 ÷ 54 .....	19	65	6,4	8,2
De 54 ÷ 64 .....	22	70	7,4	9,2
De 64 ÷ 74 .....	27	70	8,4	10,3
De 74 ÷ 89 .....	32	75	10,4	11,8
De 89 ÷ 100 .....	40	80	12,3	13

TABLA II. 3. 13

SIERRAS CIRCULARES PARA METALES. DENTADO FINO.

(SEGUN DIN 1837)

$d_1$ 15	20	25	30	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315													
$d_1$ H 7	5	8	8	10	13	16	22	22	22	32	32	32	40													
$d_1$ 18	10	12	14	18	25	32	36	40	40	63	63	63	80													
$b$ 11	Paso $t$ y número de dientes $z$																									
	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$	$t$	$z$		
0,2	0,8	80	1	80	1	100	1	128	1,25	128																
0,25	1	64	1	80	1	100	1,25	100	1,25	128	1,25	160														
0,3	1	64	1	80	1,25	80	1,25	100	1,25	128	1,6	128	1,6	160												
0,4	1	64	1,25	64	1,25	80	1,25	100	1,6	100	1,6	128	1,6	160												
0,5	1,25	48	1,25	64	1,25	80	1,6	80	1,6	100	1,6	128	2	160												
0,6	1,25	48	1,25	64	1,6	64	1,6	80	1,6	100	2	100	2	128	2,5	160										
0,6	1,25	48	1,6	48	1,6	64	1,6	80	2	80	2	100	2	128	2,5	160										
1	1,6	40	1,6	48	1,6	64	2	64	2	80	2	100	2,5	100	2,5	128	2,5	160	3,15	160	3,15	200				
1,2	1,6	40	1,6	48	2	48	2	64	2,5	80	2,5	80	2,5	100	2,5	128	3,15	128	3,15	160	3,15	200				
1,6	1,6	40	2	40	2	48	2	64	2,5	64	2,5	80	2,5	100	3,15	100	3,15	128	3,15	160	4	160	4	200		
2	2	32	2	40	2	48	2,5	48	2,5	64	2,5	80	3,15	80	3,15	100	3,15	128	4	128	4	160	4	200		
2,5	2	32	2	40	2,5	40	2,5	48	2,5	64	3,15	64	3,15	80	3,15	100	4	100	4	128	4	160	5	200	200	
3	2	32	2,5	32	2,5	40	2,5	48	3,15	48	3,15	64	3,15	80	4	80	4	100	4	128	5	128	5	160	5	200
4	2,5	24	2,5	32	2,5	40	3,15	40	3,15	48	3,15	64	4	64	4	80	4	100	5	100	5	128	5	160	6,3	160
5	2,5	24	2,5	32	3	32	3,15	40	3,15	48	4	48	4	64	4	80	5	80	5	100	5	128	6,3	128	6,3	160
6	2,5	24	3,15	24	3	32	3,15	40	4	40	4	48	4	64	5	64	5	80	5	100	6,3	100	6,3	128	8,3	160

TABLA II. 3. 14

SIERRAS CIRCULARES PARA METALES. DENTADO MEDIO O SEMIFINO.

(SEGUN DIN 1838)

d, J 15	50	63	80	100	125	160	200	250	315										
d, H 7	13	16	22	22	22	32	32	32	40										
d, J 18	25	32	36	40	40	63	63	63	80										
b J 11	Paso t y número de dientes z																		
	t	z	t	z	t	z	t	z	t	z	t	z	t	z	t	z	t	z	
0,5	3,15	48	3,15	64															
0,6	3,15	48	3,15	64	4	84	4	80											
0,8	3,15	48	4	48	4	64	4	80	5	80									
1	4	40	4	48	4	64	5	64	5	80	5	100							
	5	32	5	40	6,3	40	6,3	48	6,3	64	6,3	80							
1,2	4	40	4	48	5	48	5	64	5	80	5	100	6,3	100					
	5	32	6,3	32	6,3	40	6,3	48	6,3	64	8	64	8	80					
1,6	4	40	5	40	5	48	5	64	5	80	6,3	80	6,3	100	6,3	128			
	6,3	24	6,3	32	6,3	40	6,3	48	8	48	8	64	8	80	10	80			
2	5	32	5	40	5	48	5	64	6,3	64	6,3	80	6,3	100	8	100			
	6,3	24	6,3	32	6,3	40	8	40	8	48	8	64	10	64	10	80			
2,5	5	32	5	40	5	48	6,3	48	6,3	64	6,3	80	8	80	8	100	8	128	
	6,3	24	6,3	32	8	32	8	40	8	48	10	48	10	64	10	80	12,5	80	
3	5	32	5	40	6,3	40	6,3	48	6,3	64	8	64	8	80	8	100	10	100	
	6,3	24	8	24	8	32	8	40	10	40	10	48	10	64	12,5	64	12,5	80	
4	5	32	6,3	32	6,3	40	6,3	48	8	48	8	64	8	80	10	80	10	100	
	8	20	8	24	8	32	10	32	10	40	10	48	12,5	48	12,5	64	12,5	80	
5	6,3	24	6,3	32	6,3	40	8	40	8	48	8	64	10	64	10	80	10	100	
	8	20	8	24	10	24	10	32	10	40	12,5	40	12,5	48	12,5	64	16	64	
6	6,3	24	6,3	32	8	32	8	40	8	48	10	48	10	64	10	80	12,5	80	
	8	20	10	20	10	24	10	32	12,5	32	12,5	40	12,5	48	16	48	16	64	

TABLA II. 3. 15

ANGULOS DE SALIDA DE LAS SIERRAS CIRCULARES.

Material a trabajar	$\alpha$	$\delta$
Acero $R = 90 : 110 \text{ kg/mm}^2$ .....	15°	5°
Acero $R = 70 : 90 \text{ kg/mm}^2$ .....	18°	6°
Acero $R = 50 : 70 \text{ kg/mm}^2$ .....	20°	6°
Acero $R = 35 : 50 \text{ kg/mm}^2$ .....	22°	7° + 8°
Fundición .....	15°	6°
Bronce .....	20°	8°
Latón .....	22°	10°
Cobre-Cinc .....	25°	12°
Aluminio-Elektron .....	28°	15°

TABLA II. 3. 16

## SIERRAS CIRCULARES PARA METALES. DENTADO BASTO.

Diámetro exterior	Diámetro del agujero	Grueso	Número de dientes	Diámetro exterior	Diámetro del agujero	Grueso	Número de dientes
50	16	1,—	24	150	32	3,—	40
		1,50					
		2,—					
		2,50					
		3,—					
60	16	3,50	20	175	32	2,—	54
		1,—					
		1,50					
		2,—					
		2,50					
80	22	3,—	26	200	32	3,—	46
		1,50					
		2,—					
		2,50					
		3,—					
100	27	3,50	32	225	40	2,—	64
		1,—					
		1,50					
		2,—					
		2,50					
125	27	3,—	30	250	40	3,—	54
		1,50					
		2,—					
		2,50					
		3,—					
150	32	3,50	42	300	50	2,50	68
		1,50					
		2,—					
		2,50					
		3,—					
		4,—	36			3,50	58
		1,50					
		2,—					
		2,50					
		3,—					
		2,50	48			6,—	76
		1,50					
		2,—					
		2,50					
		3,—					
		3,—				2,50	66
		1,50					
		2,—					
		2,50					
		3,—					

TABLA II. 3. 17

## SIERRAS CIRCULARES PARA METALES LIGEROS.

Diámetro exterior	Diámetro del agujero	Grueso mínimo	Grueso máximo	Número de dientes
50	16	1,—	4	16
60	16	1,—	4	18
80	22	1,—	4	22
100	27	1,—	4	26
125	27	1,50	5	30
150	32	1,50	5	34
175	32	2,—	6	38
200	32	2,—	6	40
225	40	2,—	6	42
250	40	2,50	6	44
300	50	2,50	6	50

TABLA II. 3. 18

NUMERO DE DIENTES EN RELACION AL DIAMETRO DE LOS  
ESCARIADORES A MAQUINA.

Diámetro <i>D</i>	Número de dientes para trabajar el acero, fundición y bronce	Número de dientes para trabajar el aluminio
Hasta 12	4 ÷ 6	4
De 12 ÷ 20	6 ÷ 8	4 ÷ 6
» 20 ÷ 30	8 ÷ 10	6 ÷ 8
» 30 ÷ 40	10 ÷ 12	6 ÷ 8
» 40 ÷ 50	12 ÷ 14	8 ÷ 10
» 50 ÷ 60	14 ÷ 16	8 ÷ 10
» 60 ÷ 100	16 ÷ 20	10 ÷ 12

TABLA II. 3. 19

ANGULO DE INCLINACION Y SENTIDO DE LA HELICE DE UN  
 ESCARIADOR SEGUN EL MATERIAL A TRABAJAR.

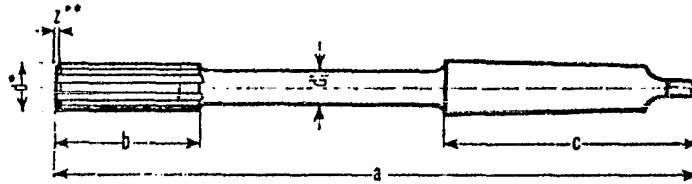
Material a arrancar	Sentido de la hélice	Angulo $\rho$ de la hélice	Sentido de giro
Metales ligeros .....	Izquierda	20°	Derecha
Acero $R < 40 \text{ kg/mm}^2$ .....	Izquierda	8°	Derecha
Fundición y bronce .....	Recta	0°	Derecha
Acero $R = 50 \div 90 \text{ kg/mm}^2$ .....	Derecha	6°	Derecha
Acero $R > 90 \text{ kg/mm}^2$ .....	Derecha	9°	Derecha



UNI Escariadores fijos para agujeros cilindricos Tipo con mango cónico 527-528 1 octubre 1937 XV

La presente unificación concuerda con los resultados de los trabajos desarrollados en el seno de la Federación Internacional de las entidades nacionales de unificación ISA.

Mango cono Morse: según UNI 521 mango con diente



Ejemplo de designación de un escariador fijo para agujeros cilindricos, tipo mango cónico, con  $d = 10$  mm: 10 UNI 527

(añadir las indicaciones suplementarias, ver puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7)

Indicación para la designación $d^*$	Tolerancia	$d_1$	a	b	c	Z**	Mango cono Morse	Indicación para la designación $d^*$	Tolerancia	$d_1$	a	b	c	Z**	Mango cono Morse
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
6	+0,012 +0,006	4	135	30	65,5	0,5	1	21	+0,022 +0,011	14	230	55	78,5	2	2
7	+0,015 +0,007	5	145	35	65,5	0,5	1	22	+0,022 +0,011	15	230	55	78,5	2	2
8	+0,015 +0,007	5	155	35	65,5	0,5	1	23	+0,022 +0,011	15	240	60	78,5	2	2
9	+0,015 +0,007	6	160	35	65,5	0,5	1	24	+0,022 +0,011	16	260	60	98	2	3
10	+0,015 +0,007	7	170	40	65,5	0,5	1	25	+0,022 +0,011	17	260	60	98	2	3
11	+0,018 +0,009	7	170	40	65,5	1	1	26	+0,022 +0,011	17	260	60	98	2	3
12	+0,018 +0,009	8	170	40	65,5	1	1	23	+0,022 +0,011	19	270	65	98	2	3
13	+0,018 +0,009	9	175	40	65,5	1	1	30	+0,022 +0,011	20	290	70	98	2	3
14	+0,018 +0,009	9	180	45	65,5	1	1	32	+0,026 +0,013	21	290	70	98	2	3
15	+0,018 +0,009	10	180	45	65,5	1	1	34	+0,026 +0,013	23	320	75	123	2	4
16	+0,018 +0,009	11	200	45	78,5	1	2	35	+0,026 +0,013	23	320	75	123	2	4
17	+0,018 +0,009	11	210	50	78,5	1	2	36	+0,026 +0,013	24	320	75	123	2	4
18	+0,018 +0,009	12	210	50	78,5	1	2	38	+0,026 +0,013	25	330	80	123	2	4
19	+0,022 +0,011	13	220	50	78,5	1	2	40	+0,026 +0,013	27	335	85	123	2	4
20	+0,022 +0,011	13	225	55	78,5	1	2								

\* El diámetro  $d$  se entiende medido sobre el extremo del escariador. La medida del diámetro va referida a las aristas cortantes.

\*\* El chabán  $Z$  es reglamentariamente ejecutado a 45°.

- Los escariadores presentan características de corte diferentes (numero, distribución o inclinación de los dientes, ángulos de corte, etc.) según el material que deben trabajar. En la designación debe indicarse el tipo de material a trabajar. Las características de corte vienen establecidas por el fabricante de acuerdo con tales indicaciones; características de cortes especiales, requeridas eventualmente por el peticionario, deben ser previamente acordadas entre comprador y suministrador.
- En el pedido se da indicación de la potencialidad funcional del escariador (capacidad de trabajo, rendimiento, etc.) mediante una especificación que caracterice tal potencialidad, o bien simplemente mediante la indicación del tipo de material que constituye el escariador (acero al carbono, acero rápido, etc.).
- Sentido de corte: a derecha (sentido de atornillamiento del tornillo a derecha). Escariadores de corte a izquierda son de construcción fuera de lo normal; para éstos deben tomarse acuerdos especiales previstos entre comprador y suministrador.
- Escariadores con diámetros  $d$  intermedios a los unificados, deben tener las longitudes  $a$ ,  $b$ ,  $c$  características correspondientes al escariador de diámetro unificado inmediatamente superior y, además, si son obtenidos por reducción de un diámetro mayor deben tener también inalteradas las dimensiones del mango cónico de fijación. Los escariadores de diámetro intermedio no son de producción normal; para éstos deben tomarse acuerdos previos entre comprador y suministrador.
- La parte de corte  $b$  presenta adelgazamiento en el diámetro desde la punta del escariador hacia el mango; adelgazamiento 0,05 %; eventuales adelgazamientos diferentes deben ser objeto de acuerdo previo entre comprador y suministrador.
- Los escariadores para agujeros pasantes presentan, a continuación del chabán  $Z$ , una parte cónica, como se indica en la figura, siendo  $m = 1,5 \pm 0,05$  mm y  $\alpha = 15^\circ$ . La designación se completa indicando si el escariador debe servir para agujeros pasantes o para agujeros ciegos.
- La tolerancia admitida para el diámetro  $d$  del escariador se entiende entre  $1/3$  y  $1/2$  de la tolerancia del agujero que se desea obtener. Las tolerancias sobre el diámetro  $d$  fijadas en la presente unificación son apropiadas para agujeros con tolerancia H8 del sistema ISA. Para escariadores destinados a la ejecución de agujeros con tolerancia distinta, la designación se completa con la indicación de la tolerancia del agujero.
- Cada escariador debe estar provisto, para el resultado, de agujeros de centrar según UNI 429.
- Los escariadores deben llevar, de modo permanente y visible, la indicación del diámetro  $d$ .
- Los escariadores atornillados por cada cara se indican, en la tabla, mediante la contraseña



TABLA II. 3. 21

## ESCARIADORES CILINDRICOS HUECOS

(SEGUN TABLA DIN 219)

$D$	$d$	$l_1$	$l$	$b$	$t$
20 : 24	10	40	50	4,3	5,6
24 : 28	13	45	60	4,3	5,6
28 ÷ 34	16	50	70	5,4	6,6
34 ÷ 40	19	56	80	6,4	8,2
40 ÷ 46	22	63	90	7,4	9,2

TABLA II. 3. 22

ESCARIADORES CILINDRICOS HUECOS CON  
PLAQUITAS DE METAL DURO.

<i>D</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	Dientes		
			N.	<i>l</i>	<i>l<sub>1</sub></i>
18	50	10	6	21	40
21	50	10	6	21	40
25	60	13	8	24	48
30	70	16	8	24	58
35	80	19	8	29	64
40	80	19	8	29	64
44	90	22	10	29	72
48	90	22	10	29	72

TABLA II. 3. 23

ESCARIADORES CILINDRICOS, CON CUCHILLAS INSERTADAS,  
PARA AGUJEROS PASANTES.

$D$	$d$	$l$	$m$	$n$	$o$	$p$	$b$	$l$	$h$	$h_1$	$e$	$d_1$	$s$	Número cuchillas
45 ÷ 59	10	85	45	15	3	69	6,4	8,2	4	5	14	4 × 0,7	2,5	4
60 ÷ 74	27	95	50	16	4	74	8,4	10,3	5	6	15	5 × 0,8	3	6
75 ÷ 89	32	105	55	18	5	81	10,4	11,8	6	7	17	6 × 1	3,5	6
90 ÷ 100	40	120	60	21	6	90	12,4	13	7	8	18	7 × 1	4	6 ÷ 8

TABLA II. 3. 24

ESCARIADORES REGULABLES PARA AGUJEROS PASANTES.

(SEGUN TABLA DIN 210)

$D$	$d$	$L$	$l_1$	N.º cono Morse
De 22 ÷ 23	12,5	300	45	1
Más de 23 ÷ 25	14			
» » 25 ÷ 28	16	315	48	
» » 28 ÷ 33	18	330	50	2
» » 33 ÷ 35	19,5			
» » 35 ÷ 40	21,5	340	56	
» » 40 ÷ 46	25	360	60	3
» » 46 ÷ 50	28	375	64	
» » 50 ÷ 55	30			
» » 55 ÷ 65	35	400	72	4
» » 65 ÷ 70	38	420	80	
» » 70 ÷ 75	40			
» » 75 ÷ 82	45	450	90	5
» » 82 ÷ 88	50			
» » 88 ÷ 95	55			
» » 95 : 100	58	475	100	

TABLA II. 3. 25

ESCARIADORES REGULABLES PARA AGUJEROS CIEGOS.

(SEGUN TABLA DIN 221)

<i>D</i>	<i>a</i>	<i>i</i>	<i>l<sub>1</sub></i>	<i>b</i>	<i>t</i>
De 30 ÷ 35	13	70	40	4,3	5,6
Más de 35 ÷ 44	16	80	45	5,4	6,6
» » 44 ÷ 54	19	90	50	6,4	8,2
» » 54 ÷ 64	22	100	55	7,4	9,2
» » 64 ÷ 74	27	112	62	8,4	10,3
» » 74 ÷ 89	32	125	70	10,4	11,8
» » 89 ÷ 100	40	140	80	12,4	13

TABLA II. 3. 26

VELOCIDAD DE CORTE (v), AVANCE (s) Y REFRIGERACION  
PARA EL ESCARIADO.

Material	v para escariadores de		s para taladros de $\varnothing 6 \dots \varnothing 60$
	acero de herramientas	acero rápido	
Acero, bronce Fundición	3 ... 4	4 ... 5	0,3 ... 0,75 0,5 ... 2
Aluminio	12 ... 17	17 ... 20	0,5 ... 2
Aleac. aluminio	6 ... 9	9 ... 12	
Aleac. magnesio	... 20	... 30	
Refrigeración. Acero: taladrina o aceite de colza; fundición: en seco; aluminio: líquido saponáceo alcohólico.			

TABLA II. 3. 27

## FRESAS-TORNILLO PARA ENGRANAJES CILINDRICOS.

(SEGUN DIN 8002)

Módulo $m$	Diámetro exterior $D_e$	Diámetro del agujero $d$	Longitud	Módulo $m$	Diámetro exterior $D_e$	Diámetro del agujero $d$	Longitud
1	50	22	31	5,50	100	32	88
1,25	50	22	31	6	110	40	108
1,50	56	22	38	6,50	110	40	108
1,75	56	22	38	7	110	40	108
2	63	27	46	8	125	40	138
2,25	70	27	56	9	125	40	138
2,50	70	27	56	10	140	40	170
2,75	70	27	56				
				11	160	50	180
3	80	32	69	12	170	50	195
3,25	80	32	69	13	180	50	210
3,50	80	32	69	14	190	50	225
3,75	90	32	78	15	200	60	235
4	90	32	78	16	210	60	248
4,50	90	32	78				
5	100	32	88	18	230	60	270
				20	250	60	296



TABLA II. 3. 28

ELEMENTOS Y FORMULAS PARA LA CONSTRUCCION DE  
FRESAS-TORNILLO PARA RUEDAS DENTADAS.

Datos constructivos de la herramienta	Letras de referencia	Reglas y fórmulas para la determinación de los datos constructivos
Módulo normal de la fresa .....	$M_n$	Igual al del tornillo sin fin o engranaje que deberá engranar con la rueda a fresar.
Paso normal de la fresa .....	$p_n$	Idem ídem = $\pi \cdot M_n$ .
Número de filetes .....	$i$	Igual al del tornillo sin fin que deberá engranar con la rueda a fresar.
Diámetro primitivo de la fresa .....	$D_p$	Igual al del tornillo sin fin que deberá engranar (para las ruedas helicoidales) y diferentes para los engranajes rectos.
Paso normal de la hélice media .....	$p_m$	= $p_n \cdot i$ .
Angulo de la hélice media .....	$\beta$	$\text{sen } \beta = \frac{p_n i}{\pi \cdot D_p}$ , o bien $\text{tg } \beta = \frac{p_n i}{\pi \cdot D_p}$ .
Paso axial del filete .....	$p_a$	Igual al del tornillo sin fin que deberá engranar = $\frac{p_n}{\cos \beta}$
Paso axial de la hélice media .....	$p_{a1}$	= $\frac{p_m}{\cos \beta}$ , o bien $p_{a1} = \pi \cdot D_p \cdot \text{tg } \beta$ .
Sentido de la hélice media: derecha o izquierda .....	—	Igual al del tornillo sin fin que deberá engranar.
Diámetro exterior de la fresa .....	$D_e$	= $D_p + 2 M_n + \frac{2 M_n}{6} = D_p + 2,332 M_n$ .
Diámetro interior (del núcleo) .....	$D_i$	= $D_p - 2 M_n - \frac{2 M_n}{4} = D_p - 2,5 M_n$ .
Longitud normal del trozo cilíndrico.	$B$	= $\frac{M_n}{\cos \beta} \cdot \pi \cdot 3 = 3 p_a$ (3 es un coef.).
Longitud mínima del trozo cilíndrico.	$B$	= $\frac{M_n}{\cos \beta} \pi = p_a$ .
Longitud del trozo cónico .....	$A$	= $3 + 5 p_a$ .
Espesor del filete en el trozo cilíndrico (sobre la sección normal) ...	$s$	= $\frac{p_n}{2} = \frac{M_n \cdot \pi}{2}$ .
Espesor del filete en el trozo cónico (sobre la sección normal) .....	$s_1$	= $s - 0,2 \div 0,4$ (0,2 ÷ 0,4 valor constante en mm).

## CONTINUA TABLA II. 3. 28

Datos constructivos de la herramienta	Letras de referencia	Reglas y fórmulas para la determinación de los datos constructivos															
Altura del filete desde diámetro primitivo al exterior .....	$h_2$	1 = $\frac{1}{6} M_n + M_n = 1,166 M_n$															
Altura del filete del fondo al diámetro primitivo .....	$h_1$	= $M_n + \frac{M_n}{4} = 1,25 M_n$															
Altura total del filete .....	$h$	= $h_1 + h_2$															
Corte de la fresa-tornillo .....	—	= derecha para fresa con hélices a la derecha. = izquierda para fresa con hélice a la izquierda.															
Despulla .....	$q$	Valores $q$ en mm <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Material de la rueda a tallar</th> <th colspan="3">Ángulo del vértice del filete</th> </tr> <tr> <th>30°</th> <th>40°</th> <th>50°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bronce . .</td> <td>4 mm</td> <td>3 mm</td> <td>3 mm</td> </tr> <tr> <td>Fundición.</td> <td>3 mm</td> <td>2,5 mm</td> <td>2 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Material de la rueda a tallar	Ángulo del vértice del filete			30°	40°	50°	Bronce . .	4 mm	3 mm	3 mm	Fundición.	3 mm	2,5 mm	2 mm
Material de la rueda a tallar	Ángulo del vértice del filete																
	30°	40°	50°														
Bronce . .	4 mm	3 mm	3 mm														
Fundición.	3 mm	2,5 mm	2 mm														
Ángulo de presión del filete .....	$\alpha$	Igual al del tornillo sin fin que deberá engranar (generalmente: 15° o 20°).															
Profundidad de las ranuras cortantes.	$T$	= $h + 1,5 M_n$ (salvo casos especiales).															
Número de ranuras cortantes .....	$N$	= $\frac{D_1 \cdot \pi}{(T + 3) \cos \beta}$															
<i>Nota.</i> — Para aumentar la resistencia (si es necesario) reducir al mínimo el número de ranuras.																	
Ángulo de la hélice media de las ranuras (sobre el diámetro primitivo)	$\beta$	Igual al ángulo de la hélice media de los filetes.															
Paso axial de la hélice de las ranuras.	$P_a$	= $\frac{\pi \cdot D_p}{\operatorname{tg} \beta}$															
Agujero para el montaje sobre el mandril .....	$d-H_1$	16-22-27-32-40.															
Hueco para la chaveta .....	$l \times m$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Agujero</th> <th><math>l</math></th> <th><math>m</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16</td> <td>4</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>6</td> <td>2,1</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>7</td> <td>2,8</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>8</td> <td>2,8</td> </tr> </tbody> </table>	Agujero	$l$	$m$	16	4	1,7	22	6	2,1	27	7	2,8	32	8	2,8
Agujero	$l$	$m$															
16	4	1,7															
22	6	2,1															
27	7	2,8															
32	8	2,8															
Radio de redondeado de los cantos.		= $0,16 \cdot M_n$															

C A P I T U L O   I I I .

M A T E R I A L E S   P A R A   H E R R A M I E N T A S .

### III.1 INTRODUCCION.

En la actualidad y a consecuencia del continuo avance tecnológico que el mundo está teniendo han surgido una infinidad de nuevos materiales, procesos de fabricación y nuevos diseños, esta situación ha repercutido directamente en el empleo de herramientas siendo necesario aumentar volúmenes de producción, bajar costos y aumentar la calidad de las herramientas, esto implica un desarrollo intenso en los materiales de las herramientas.

La función primordial de los ingenieros en este aspecto es la de diseñar herramientas y seleccionar materiales, para que las herramientas funcionen con seguridad, presten un servicio adecuado al menor costo posible, teniendo en cuenta no solo las propiedades mecánicas de los materiales sino también las propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas.

El presente capítulo trata de visualizar de manera clara y concisa los aspectos de los materiales más empleados, su tratamiento, así como también los revestimientos superficiales de los materiales.

### III.2 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS MATERIALES.

Las propiedades de los materiales constituyen un conjunto de características y especificaciones diferentes para cada tipo de herramienta, que ponen de manifiesto las cualidades intrínsecas de los mismos o su forma de responder a determinadas acciones de aplicación.

#### PROPIEDADES FISICAS.

Consideraremos en este grupo las características que afectan directa o indirectamente a la apreciación de los sentidos o que definen el comportamiento del material ante fenómenos físicos tales como los eléctricos, magnéticos y térmicos, estos son: color, densidad, dilatabilidad, color específico, conductividad térmica, conductividad eléctrica y temperatura de fusión y solidificación.

Algunas de las propiedades físicas describen la manera en que responde el material a su uso mecánico y por la importancia en que estas tienen respecto a la selección de los materiales. En ingeniería se describen independientemente de las propiedades físicas, entonces se les denomina como propiedades mecánicas.

## DEFINICIONES.

- a) COLOR.- Impresión que produce en la vista la luz y que varía según su naturaleza propia y el modo como es difundida o reflejada por los cuerpos, científicamente es debida a frecuencia ondulatoria.
- b) DENSIDAD.- En términos generales podemos definir a la densidad como la masa que ocupa un cuerpo en una unidad de volúmen.
- c) DILATABILIDAD.- Se define como la propiedad que tienen los cuerpos de variar su volúmen al variar su temperatura.
- d) CALOR ESPECIFICO.- Calor necesario para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo masa.
- e) CONDUCTIVIDAD TERMICA.- Expresa la mayor o menor facilidad con que los cuerpos transmiten la energía calorífica a través de su propia materia.
- f) CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.- Propiedad que representa la facilidad con la que un cuerpo deja pasar la corriente eléctrica a través de su masa.
- g) TEMPERATURA DE FUSION Y SOLIDIFICACION.- Son las temperaturas a los cuales se producen cambios de fase de sólido a líquido y de líquido a sólido respectivamente.

## PROPIEDADES MECANICAS.

Las propiedades mecánicas se pueden definir como la resistencia que tienen los cuerpos frente a determinadas acciones exteriores, estas son: cohesión, elasticidad, plasticidad, resistencia a la rotura, tenacidad, fragilidad y fatiga.

## COHESION.

Se define como la resistencia de los átomos o granos a separarse de las estructuras o microestructuras, algunas veces se trata como dureza, que se define como la resistencia del material a la deformación plástica generalmente por penetración, sin embargo el término también puede referirse a la resistencia al rayado, la abrasión o al corte. Debido a que la dureza es una consecuencia y parámetro para medir la cohesión se menciona a esta como propiedad.

## DUREZA.

La dureza se puede medir mediante los siguientes métodos: Brinell, - Rockwell, Vickers, Escleroscopio o Shore y Microdureza. Los más usuales son los ensayos de dureza Brinell y Rockwell por lo cual se tratarán a continuación.

PRUEBA DE DUREZA BRINELL: El probador de dureza Brinell generalmente consta de una prensa hidráulica vertical de operación manual, diseñada para forzar un marcador de bola dentro de la muestra (Fig. 341).

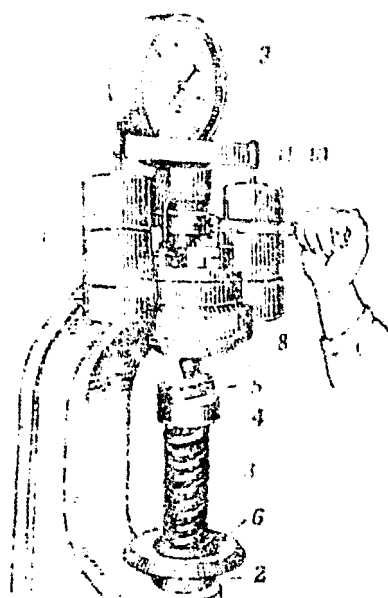


Fig. 341 Ensayo en el aparato Brinell.

Aspecto general de la máquina para ensayos Brinell: 1-banca; ----- 2-tuerca fija; 3-tornillo; 4-mesa para objetos a ensayar; 5-material a ensayar; 6-volante; 7-bola de acero; 8-sujetador mandril; 9-manómetro; 10-palanca de la bomba de aceite; 11-pesas.

Este método se aplica para determinar la dureza de piezas no templadas (piezas laminadas, forjadas, moldeadas, matrices, accesorios y otras piezas). El ensayo Brinell consiste en que una bolita de acero templado, de diámetro  $D$ , se hace penetrar bajo una carga constante  $P$  en la superficie de la pieza a ensayar (Fig. 342).

La superficie de la pieza se pule de antemano con un disco de esmeril o con un papel de lija. Cuanto más duro es el metal, tanto menor es el diámetro de la huella (cráter) formada.



Fig. 342 Esquema de ensayo.

## REFERENTE A FIGURA 342

1-mandril para la bola; 2-bola; 3-material a ensayar; 4-mesa para -  
objetos a ensayar.

El diámetro de la bolita y la carga se eligen según el espesor y la dureza del material a ensayar, de acuerdo con la tabla III.1.

La duración de la aplicación de la carga es de 15 segundos para ma-  
teriales duros y de 30 segundos para los blandos. El número de dure-  
za Brinell designado  $H_B$  se calcula por medio de la fórmula (1):

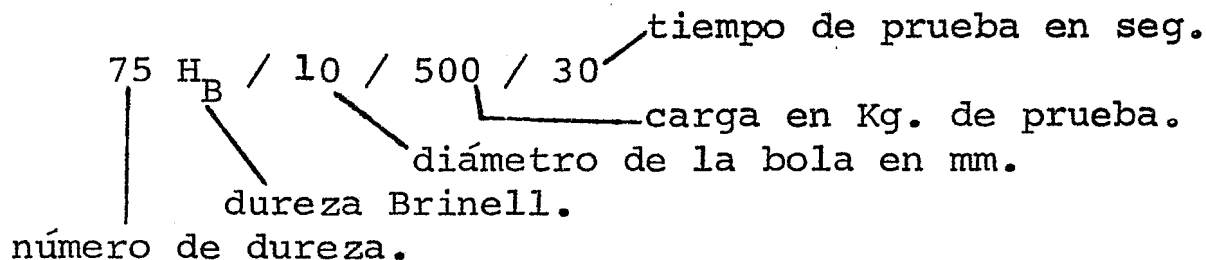
$$H_B = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(1)$$

en donde:

- P = carga de prueba en Kg.
- D = diámetro de la bolita en mm.
- d = diámetro de la huella en mm.

No se recomienda emplear el método Brinell para ensayar materiales-  
muy duros, piezas cementadas y nitruradas, así como chapas finas.

Ejemplo:



Como pudimos ver la dureza de los metales determinada por el método Brinell se basa en la resistencia a la penetración. Se puede definir la dureza como el índice que resulta de la presión ejercida sobre una bola llamada penetrador y la huella dejada por la misma, tanto en profundidad como en diámetro.

De acuerdo con la definición expuesta la dureza se determina con la fórmula de Brinell (1). Pero basado en la ecuación del técnico alemán E. Zeit Meyer, el cual definió la dureza como la carga unitaria referida a la superficie del círculo que limita la huella permanente, lo cual expresa en la ecuación (2).

$$D M = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{4}} \dots\dots\dots(2)$$

Y en razonamientos que a continuación exponemos, el Ing. Vicente-Nacher Todo propone una fórmula que considera para efectos de enseñanza, y en caso de emergencia en un laboratorio, esta fórmula es más sencilla y por lo tanto más fácil de recordar y aplicar. A continuación se expone el razonamiento de la fórmula sencilla para obtener la dureza Brinell.

Sí tomamos en cuenta que los esfuerzos y deformaciones que experimenta una probeta metálica con esfuerzo  $P$  y diámetro  $D$  determinados, solamente serán comparables a los que experimenta el mismo material con  $P$  y  $D$  diferentes, sí las huellas, geoméricamente consideradas, son semejantes, es decir, que el ángulo sólido de la huella subtendida desde el centro de la bola-penetrador permanezca constante -- (Fig. 343); esto es, que  $D$  ha de ser constante, para lo cual  $d/D$  -- también debe ser constante.

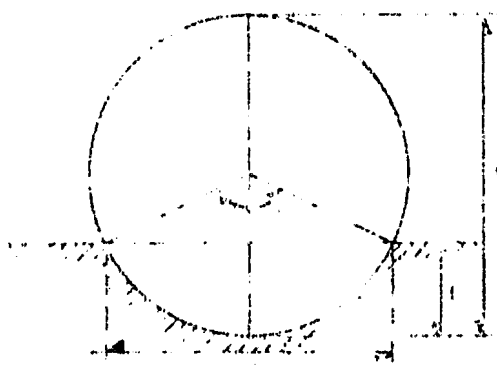


FIG. 343

Fundandose en razonamientos similares, tenemos que  $P/\pi D^2$  es también una constante, y tomando como base la fórmula de Meyer, la siguiente fórmula (3):

$$\frac{4P}{\pi d^2} = \frac{P}{\pi D^2} \dots\dots\dots (3)$$

La fórmula (3) da resultados similares a los que se obtienen con la fórmula original de Brinell. Simplificándola al máximo se puede obtener la dureza Brinell con la fórmula (4):

$$\frac{4P}{\pi d^2} = K \dots\dots\dots (4), \text{ ya que } \frac{P}{\pi D^2} = K$$

donde  $K = \text{cte.}$  que, para 3000 kg y 10 mm de diámetro será igual a 9,55.

Igual razonamiento se puede aducir cuando se aplican cargas de 500-kg obteniendo otra constante.



Podemos observar en la tabla III.2 una lista de valores con la fórmula clásica de Brinell, y la fórmula más sencilla que propone el Ing. Nacher.

**PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL:** En esta prueba de dureza se utiliza un instrumento de lectura basado en el principio de medición de profundidad diferencial (Fig. 344). La prueba se lleva a cabo al elevar la muestra lentamente contra el medidor hasta que se ha aplicado una carga determinada menor. Esto se indica en el disco medidor. Luego se aplica la carga mayor a través de un sistema de palanca de carga. Después de que la aguja del disco llega al reposo, se quita la carga mayor y, con la carga menor todavía en acción, el número de dureza Rockwell es leído en el disco medidor. Como el orden de los números se invierte en el disco medidor, una impresión poco profunda dara un número de dureza grande y viceversa.

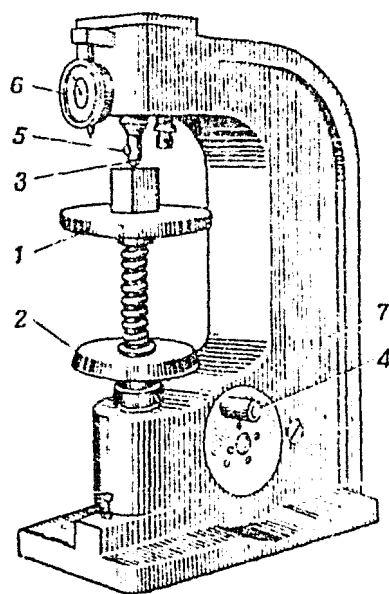


FIG. 344 Aparato para ensayos Rockwell.  
(tipo "durómetro")

1-soporte; 2-volante; 3-cono de diamante; 4-manivela; 5-punta; 6-indicador; 7-bancada.

Para medir la dureza Rockwell del material se hace penetrar una bolita de acero de 1,59 mm de diámetro (Fig. 345) ó un penetrador de diamante en forma de cono con un ángulo de  $120^\circ$  en el vértice en la superficie de la probeta que se ensaya (Fig. 346). Los materiales blandos se ensayan por medio de la bolita de acero y los duros con el cono de diamante.



FIG. 345 Bolas de acero



FIG. 346 Cono de diamante de 120° de ángulo y punta redonda.

A diferencia del método de Brinell, la dureza Rockwell se determina por la profundidad de penetración del penetrador (bolita o cono de diamante) en la superficie de la pieza y no por el área de la huella.

En la esfera del indicador hay dos escalas: la escala b, de color rojo, en la que se indica la dureza al emplear la bolita, y la escala c, de color negro, en el cual se indica la dureza al ensayar con el cono de diamante. Ejemplo:

HRC = Sí se utiliza la escala c ( cono ).

HRb = Sí se utiliza la escala b ( bola ).

50 HRC - significa una dureza de 50 grados Rockwell en su escala c.

Las ventajas del método Rockwell consisten en la alta precisión de la medición, un gran rendimiento, un tamaño pequeño de la huella en la pieza y una técnica sencilla de ensayo.

En la tabla III.3 se muestran las escalas Rockwell, su carga mayor, tipo de marcador de muescas y materiales típicos probados.

#### ELASTICIDAD.

Propiedad de un material en virtud de la cual tiende a recuperar su tamaño y forma originales después de la deformación.

Los metales son elásticos aunque en grado menor y en ingeniería es muy importante conocer esta propiedad sobre todo al valor máximo de la carga que podemos aplicar a una pieza sin que ésta se deforme permanentemente. A este valor se le denomina límite elástico del material.

#### PLASTICIDAD.

Contrariamente a la elasticidad, se define a la plasticidad como la capacidad que tienen los cuerpos de adquirir deformaciones permanentes, sin romperse.

Podríamos decir que, al aumentar la separación de los átomos de su posición inicial, llegan a alcanzar otras posiciones en las que se encuentran instalados de forma estable como en el origen; por eso al cesar la fuerza exterior ya no se mueven. Los metales tienen en general muy buenas propiedades plásticas.

Sí la deformación consiste en adelgazamiento en forma de láminas, la plasticidad toma el nombre de Maleabilidad, y se define como la capacidad que tienen los cuerpos de adquirir deformaciones permanentes como consecuencia de esfuerzos de compresión. Si la deformación consiste en adelgazamiento en forma de hilos o alambres se llama Ductilidad la cual se define como la capacidad que presentan los cuerpos para adquirir deformaciones permanentes mediante esfuerzos de tracción. Las pruebas para evaluar esta propiedad se realizan mediante la máquina universal para pruebas mecánicas y una probeta con dimensiones normalizadas aplicando un esfuerzo de tracción a esta última.

#### RESISTENCIA A LA ROTURA.

Un material sometido a carga por regla general empieza a deformarse elásticamente, sí aumenta el esfuerzo, pasa a deformarse plásticamente, y se rompe sí aumenta aún más el esfuerzo. Así pues se define como resistencia a la rotura como la propiedad de los materiales a soportar un máximo esfuerzo sin romperse.

Las figuras 347 y 348 ( gráficas ) de esfuerzo-deformación dan una visión más concreta de las propiedades anteriores.

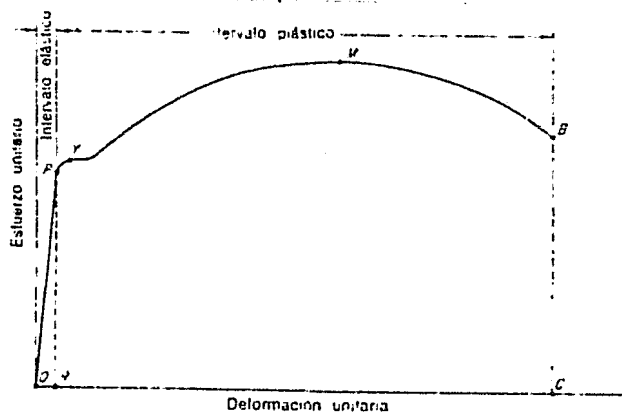


FIG.347 Gráfica esfuerzo-deformación para un acero dúctil.

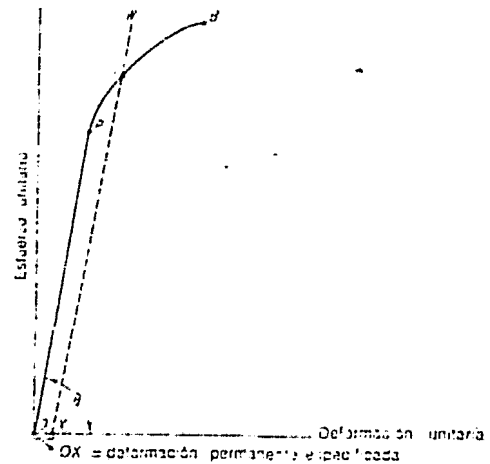


FIG.348 Gráfica esfuerzo - deformación para un material frágil.

Tenemos que, para las figuras anteriores (347 y 348) :

- OP - Tramo rectilíneo entre cuyos límites se conserva la proporcionalidad entre el alargamiento y el esfuerzo.
- P - Límite de proporcionalidad.
- Y - Punto de cedencia o fluencia.
- M - Esfuerzo máximo desarrollado por el material.
- B - Punto de rotura o resistencia límite.

#### TENACIDAD.

Se define la tenacidad como la capacidad de un material para absorber energía y deformarse plásticamente antes de fracturarse. Generalmente es medida por la energía absorbida en un ensayo de cargas aplicadas con impacto sobre una barra muescada, pero el área bajo la curva esfuerzo-deformación en el ensayo tensil también es una medida de tenacidad. Esta propiedad es muy importante en piezas que estén sometidas a esfuerzos violentos.

#### FRAGILIDAD.

Inversamente a la propiedad anterior se dice que un material es frágil cuando se rompe al rebasar el límite elástico y sin apenas deformarse plásticamente. Observando la rotura de una pieza, según la deformación plástica que presenta, puede decirse sí el material de que está constituido es frágil o no.

## FATIGA.

Fenómeno que origina la fractura bajo esfuerzos repetidos o fluctuantes, con un valor máximo, menor que la resistencia tensil del material. Las fracturas son progresivas, empezando como fisuras diminutas que crecen bajo la acción del esfuerzo fluctuante.

De esta propiedad proviene una prueba muy importante denominada resistencia a la fatiga, que se define como el esfuerzo máximo que puede soportarse para un número específico de ciclos sin que halla falla.

### III.3 TRATAMIENTOS DE LOS METALES.

La estructura de los metales, de las que dependen diversas propiedades de los mismos, no es consubstancial con él sino que depende del proceso de elaboración que ha seguido y de los tratamientos a los que se somete.

Los tratamientos de los metales son aquellos procesos a los que se someten los metales y aleaciones una vez elaborados, con objeto de mejorar sus propiedades mecánicas. El cuadro sinoptico siguiente -- agrupa los principales tratamientos empleados en la industria.

- |                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
| A - Tratamientos térmicos        | { | Temple<br>Recocido<br>Revenido<br>Normalizado  |
| B - Tratamientos termoquímicos   | { | Cementación<br>Cianuración y carbonitruración<br>Nitruración<br>Sulfinización                              |
| C - Tratamientos mecánicos       | { | En caliente ( Forja )<br>En frio (Deformación superficial -<br>y deformación profunda).                    |
| D - Tratamientos termomecánicos. |   |  |
| E - Tratamientos superficiales   | { | Electrodeposición<br>Anodizado<br>Difusión (cromado, siliciado).<br>Rociado metálico<br>Revestimiento duro |

## A- TRATAMIENTOS TERMICOS.

Básicamente los tratamientos termicos se pueden definir como una -- combinación de operaciones de calentamiento y enfriamiento, de tiempos determinados aplicadas a un metal o aleación en el estado sólido en una forma tal que producirá propiedades deseadas.

### TEMPLE.

Consiste en el calentamiento de algunas aleaciones a una temperatura de 50° arriba de la temperatura de austenización, permaneciendo -- un tiempo determinado en el calentamiento hasta lograr una homogenización de temperatura en toda la pieza, acompañado de un enfriamiento rápido en diversos medios como son agua, aceite, agua con sal, -- etc. La finalidad de este tratamiento es el de obtener una estructura metaestable de una dureza mayor a la original.

Existen dos tipos de temple que son:

- a) Temple martensítico.
- b) Temple por precipitación.

#### a) TEMPLE MARTENSITICO.

Aplicación casi exclusivamente a los aceros y debe su nombre al constituyente duro obteniendo por el enfriamiento rápido, que es la -- martensita (hierro  $\alpha$  sobresaturado de carbono). Esta sobre satura -- ción distorsiona los cristales de hierro y por tanto los endurece.

#### b) TEMPLE POR PRECIPITACION.

Se aplica principalmente a algunas aleaciones de aluminio, magnesio y cobre. Se denomina así porque el endurecimiento se obtiene por la precipitación de un compuesto químico, que es el que pone en ten -- sión los cristales y los endurece.

### RECOCIDO.

Este proceso consiste en calentar la aleación a la temperatura adecuada y luego enfriar a lo largo del intervalo de transformación, -- preferentemente en el horno o en cualquier material que sea buen -- aislante del calor. Por lo general, el enfriamiento lento continúa a temperaturas bajas.

El propósito del recocido es el de refinar el grano, proporcionar suavidad, mejorar las propiedades eléctricas y magnéticas y, en algunos casos mejorar la maquinabilidad.

Se practican cuatro clases fundamentales de recocidos, estas son:

- a) Recocido de homogenización.
- b) Recocido de regeneración.
- c) Recocido contra acritud.
- d) Recocido de estabilización.

#### a) RECOCIDO DE HOMOGENIZACION.

Tiene por objeto destruir la heterogeneidad química de la masa de metal o aleación, producida por una solidificación defectuosa. Se realiza a temperaturas cercanas a la de fusión y se aplica principalmente a las aleaciones no ferrosas.

#### b) RECOCIDO DE REGENERACION.

Tiene por objeto eliminar la dureza anormal producida en una aleación por enfriamiento rapido involuntario. Se aplica exclusivamente a las aleaciones templables, generalmente se enfria en aire o al horno.

#### c) RECOCIDO CONTRA ACRTUD.

Tiene por objeto eliminar en endurecimiento producido por el trabajo en frio, se realiza a temperaturas poco mayores que la de recristalización y se aplica a todas la aleaciones que se endurecen por el trabajo en frio.

#### d) RECOCIDO POR ESTABILIZACION.

Tiene por objeto destruir las tensiones intenas producidas en el metal por procesos de maquinado o por moldeos complicados.

Como ejemplo veremos las temperaturas para los diferentes recocidos para los aceros (Fig. 349).

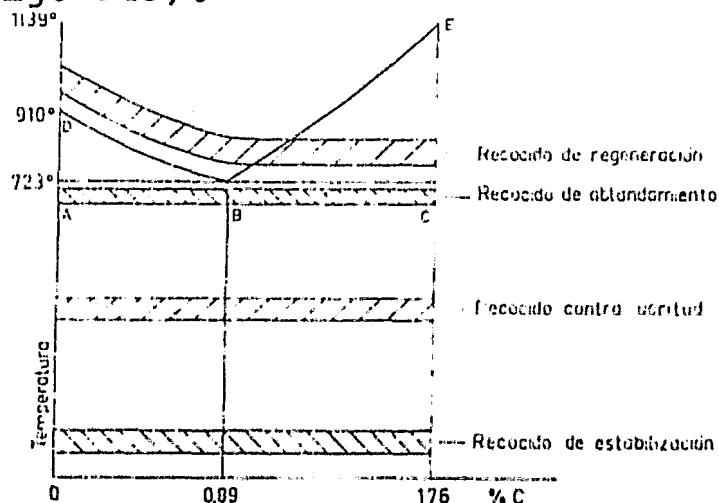


fig. 349

## REVENIDO.

El revenido pretende eliminar parte del temple de modo que las piezas queden reducidas de dureza y fragilidad aumentando la tenacidad. El revenido debe hacerse inmediatamente después del temple. Las temperaturas con las cuales se temple son mayores a las del revenido y entre más elevadas sean estas últimas mayor será la intensidad del revenido y por tanto habrá un decremento en la dureza del material de que se trata.

## NORMALIZADO.

Es un tratamiento térmico exclusivo de los aceros y consiste en elevar la temperatura de el acero a unos 50° arriba de la temperatura de austenización permaneciendo en esta temperatura hasta que se logre una homogenización de la temperatura en la pieza, seguida de un enfriamiento en aire quieto hasta la temperatura ambiente. El propósito de el normalizado es el de mejorar la maquinabilidad, refinar el grano y homogenizar la microestructura para mejorar la respuesta en las operaciones de endurecimiento.

## B- TRATAMIENTOS TERMOQUIMICOS.

Los tratamientos termoquímicos son operaciones de calentamiento y enfriamiento de los metales, completadas con la aportación de otros elementos a la superficie de las piezas. Los más empleados son : la cementación, nitruración, carbonitruración y sulfinización.

## CEMENTACION.

Es el procedimiento más antiguo de saturación de la superficie de aceros con carbono y se aplica para obtener dureza y resistencia altas al desgaste de la capa superficial, conservando al mismo tiempo el núcleo blando y tenaz. Este tratamiento es muy aplicado a piezas como son: ruedas dentadas, bulón de pistón, levas, etc.

Los resultados de la cementación dependen de los factores siguientes: 1) composición del acero; 2) composición del medio carburante; 3) régimen de cementación: temperatura de calentamiento y tiempo de permanencia; 4) carácter del tratamiento térmico después de la cementación.

Según el tipo de materiales empleados, se distinguen tres tipos de cementación: sólida, líquida y gaseosa.



CEMENTACION SOLIDA.- Las piezas están rodeadas por compuesto de carburación (carbón vegetal de madera dura, coque y aproximadamente 20 % de carbonato de bario como activador) en un recipiente cerrado. El recipiente se calienta a la temperatura adecuada durante el tiempo requerido y luego se enfria con lentitud. Este es esencialmente un método por lote y no se presta para alta producción. Las principales ventajas de este método son que no se requiere una atmósfera preparada y es eficiente y económico para el procesamiento individual de pequeñas piezas, o de grandes piezas masivas. Las desventajas son que no es muy adecuado para producir partes delgadas superficiales carburizadas que deben controlarse a tolerancias reducidas, las piezas no pueden templarse directamente desde la temperatura de carburación y se consume excesivo tiempo en enfriar y calentar la carga.

CEMENTACION LIQUIDA.- Es un método de endurecimiento superficial del acero que consiste en colocar a éste en un baño de cianuro fundido, de modo que el carbono se difundiera desde el baño hacia adentro del metal y produciera una capa de mayor dureza.

La cementación líquida puede distinguirse de la cianuración por el carácter y composición de la superficie dura producida (las superficies endurecidas por cementación líquida son más altas en carbono y más bajas en nitrógeno). Las ventajas de este método son: a) eliminación de oxidación y problemas de hollín; b) profundidad de la superficie dura y contenido en carbono uniforme; c) gran rapidez de penetración; d) el hecho de que el baño proporcione alta conductividad, reduciendo de ese modo el tiempo requerido para que el acero alcance temperatura de cementación. Las desventajas son: a) las piezas deben lavarse totalmente después del tratamiento para prevenir la herrumbre; b) es necesaria una revisión y un ajuste regulares de la composición del baño, a fin de obtener profundidad uniforme de la superficie endurecida; c) algunas formas no pueden manejarse porque flotan o llevan consigo cantidades excesivas con sal y d) las sales de cianuro son venenosas y requieren cuidadosa seguridad.

CEMENTACION GASEOSA.- La cementación por gas puede ser por lotes o continua. El acero se calienta en contacto con monóxido de carbono y/o un hidrocarburo gaseoso, que fácilmente se descompone a la temperatura de carburación. El contenido de carbono de la parte externa no deberá ser mayor que el contenido eutectoide de 0,80 % de carbono. La cementación por gas permite un manejo más rápido por templado directo, menor costo, alrededores más limpios, más estricto control de calidad, y mayor flexibilidad de operación en comparación con la cementación por material sólido.

## CIANURACION Y CARBONITRURACION.

Las superficies externas endurecidas que contienen carbón y nitrógeno se producen en baños líquidos de sal ( Cianuración ), o mediante atmósferas gaseosas ( Carbonitruración ). Las temperaturas utilizadas suelen ser empleadas en carburización, estando entre 760° y 871° C.

En la cianuración, la proporción de nitrógeno y carbono en la superficie dura externa producida por un baño de cianuro depende de la composición y de la temperatura del baño, siendo esta última la más importante. La superficie endurecida también contiene hasta 0,5% de nitrógeno; por ende, las superficies endurecidas resistentes al corte por lima pueden obtenerse en el templado, a pesar del relativamente bajo contenido de carbono. Se disponen de diversas mezclas de cianuros para el baño. Aunque se emplean los baños de más altas concentraciones de cianuro de sodio. Este proceso es particularmente útil para partes que requieren una porción externa muy dura y delgada, como tornillos, pequeños engranes, tuercas y pernos. Las principales desventajas de la cianuración son las mismas que las mencionadas para la cementación por líquido.

La carbonitruración es un proceso de endurecimiento superficial en la cual un acero se calienta en una atmósfera gaseosa de tal composición que el carbono y el nitrógeno se absorben simultáneamente. Las atmósferas utilizadas en la carbonitruración generalmente incluyen una mezcla de gas portador, gas enriquecedor y amoníaco. Las temperaturas empleadas son inferiores y permite una rapidez de enfriamiento más lenta que la cementación en la operación de endurecimiento. La mayor ventaja de este proceso es que permite obtener a partir de aceros al carbono propiedades equivalentes a los aceros aleados cementados por gas.

## NITRURACION.

Este es un proceso para endurecimiento superficial de aceros aleados en una atmósfera constituida por una mezcla en proporciones adecuadas de gas amoníaco y amoníaco disociado. La efectividad del proceso depende de la formación de nitruros en el acero por la reacción de nitrógeno con ciertos elementos de aleación.

La dureza que se puede obtener es de aproximadamente 70 HRC esta dureza se obtiene con aceros aleados al aluminio conocidos como nitroaleaciones, que son aceros al carbono medio que contienen también cromo molibdeno. La nitruración también se ha aplicado a aceros inoxidables y aceros para herramientas destinadas a ciertos fines.

Como la nitruración se realiza a temperaturas relativamente bajas y no se necesita templado, la distorsión se reduce al mínimo; en la mayoría de los casos las piezas pueden maquinarse muy próximas a sus dimensiones finales antes de la nitruración. La resistencia a la fatiga es también una importante ventaja. Las marcas de las herramientas y los rasguños superficiales tienen poco efecto sobre las propiedades de fatiga de aceros nitrurados. Entre las desventajas de la nitruración están los largos ciclos generalmente requeridos, la fragilidad de la superficie endurecida, el uso de aceros aleados especiales si se va a obtener dureza máxima, el costo de la atmósfera de amoníaco y el control técnico requerido. La nitruración se utiliza extensivamente para piezas de motores.

#### SULFINIZACION.

Tiene por objeto aumentar la resistencia al desgaste de las piezas tratadas, se logra por el calentamiento en un baño de sales a temperaturas de 565°C, durante 1 a 3 horas.

En la composición del baño entran tres tipos de sales, unas activas, formadas por sulfito sódico, otras protectoras de carácter reductor, para impedir la oxidación de las sales activas y otras de soporte, alcalinas o alcalinoterreas para bajar la temperatura de fusión de la mezcla a unos 450°C. Las principales ventajas son: 1) las piezas tratadas no adquieren mayor dureza que toma el metal base; 2) la capa sulfinizada parece indestructible, parece en efecto, que la capa tratada emigra hacia el interior de la pieza a medida que se desgasta; 3) puede aplicarse a casi todos los aceros al carbono, aunque se facilita más en aceros dulces.

#### C- TRATAMIENTOS MECANICOS.

El trabajo mecánico de los metales, es el darles forma ya sea en estado frío o caliente, empleando algún medio mecánico. Esto no incluye darles forma mediante máquinas herramientas o esmerilado; procesos en los cuales, el metal es arrancado; tampoco queda incluido el colado del metal fundido para que tome alguna forma, mediante el uso de moldes. En los procesos mecánicos de trabajo, el metal es perfilado mediante presión o sea por forja, doblado, troquelado, embutido o corte hasta su forma final. En estos procesos el metal puede trabajarse ya sea en frío o en caliente.

#### TRABAJO EN CALIENTE.

El trabajo en caliente de los metales, se efectúa arriba de la zona de recristalización o de endurecimiento.

Durante todas las operaciones de trabajo en caliente el metal esta-

en un estado plástico y se forma rápidamente por presión.

Además el trabajo en caliente tiene las siguientes ventajas:

- 1) Elimina considerablemente la porosidad del metal. La mayoría de los lingotes al ser colados, contienen muchos poros. Estos son comprimidos y eliminados por la alta presión.
- 2) Las impurezas en forma de inclusiones, son descompuestas y distribuidas a través del metal.
- 3) Los granos bastos o columnares, se hacen más finos. Ya que este trabajo se hace en la escala de recristalización, deberá prolongarse hasta que se alcance el límite inferior, para conseguir una estructura fina del grano.
- 4) Generalmente mejoran las propiedades físicas de acuerdo principalmente con el refinamiento del grano. La ductilidad y la resistencia al impacto son mejoradas, la resistencia es incrementada y se desarrolla una mayor homogeneidad en el metal.
- 5) La cantidad de energía necesaria para cambiar la forma del acero en estado plástico, es mucho menor que la requerida cuando está frío.

Todos los procesos de trabajo en caliente, se presentan unas cuantas desventajas que no deben ser ignoradas:

- 1) Como consecuencia de la alta temperatura de metal, se tiene una rápida oxidación o formación de escamas en la superficie, con el consiguiente mal acabado superficial.
- 2) Como resultado de las escamas no se pueden mantener tolerancias precisas.
- 3) El equipo para el trabajo en caliente y los costos de mantenimiento son elevados, pero el proceso es económico comparado con el trabajo de los metales a temperaturas menores.

Los métodos principales, de trabajo en caliente son:

- Laminado.
- Forjado
- Soldadura de tubo.
- Perforado.
- Estirado o embutido.

- Rechazado.
- Estruido.

Consideraremos que el método que mayor aplicación tiene para la fabricación de herramientas es el forjado, por lo cual será el que trataremos de una manera amplia en la presente sección.

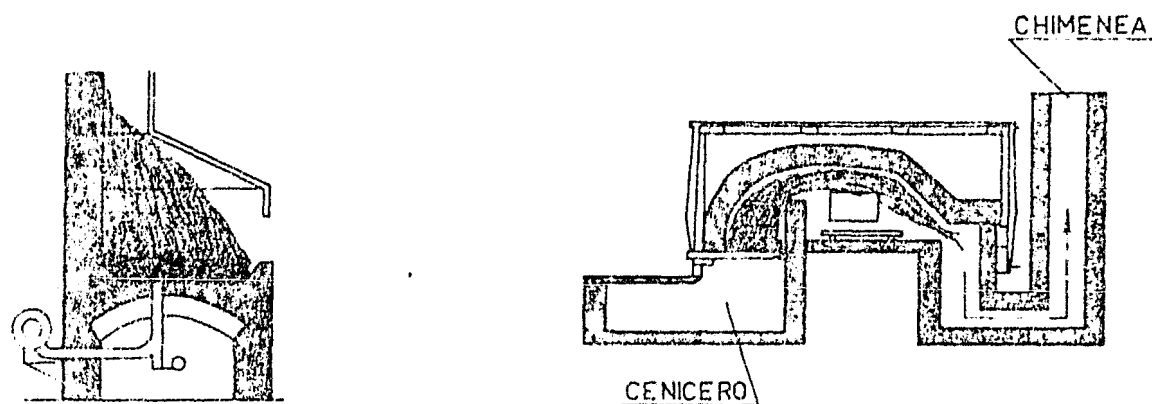
#### FORJA.

La forja es un procedimiento tecnológico de conformación plástica en caliente que se aplica a los metales aprovechando su plasticidad mediante una acción continua de aplastamiento que se lleva a cabo por fuerzas que se ejercen en forma instantánea y repetida o en forma de presión continuada y progresiva y constituye también un tratamiento que contribuye a mejorar las características del metal. La forja puede hacerse en caliente o en frío, pero cuando es en frío los procesos reciben nombres específicos. En consecuencia el término forja se asocia generalmente al trabajo en caliente de los metales.

El calentamiento de las piezas se realiza para aumentar con la temperatura la maleabilidad de los metales, se elige para forjar una temperatura tan alta como se pueda conseguir, por ejemplo:

Acero al carbono	850 °a 1050 °C
Cobre	700 °a 1000 °C
Latón	600 °a 800 °C
Bronce	800 °a 900 °C
Aleaciones de magnesio	260 °a 450 °C
Aleaciones de aluminio	350 °a 500 °C

Al mismo tiempo hay que prestar atención a que durante el calentamiento no se produzcan grietas debidas a tensiones, por ejemplo, a causa de un calentamiento demasiado rápido, y no se produzca granulación gruesa en la estructura. Especialmente las piezas grandes se calientan, por esta razón, lentamente hasta el rojo con el objeto de que se caldeen las piezas por igual. Una vez alcanzado este punto se calienta rápidamente al calor de forja para evitar la estructura basta y la formación de excesiva cascarilla de óxido. El calentamiento se realiza en fraguas de carbón y hornos de forja (Fig. 350). Las piezas brutas de gran tamaño y tamaño medio se calientan en hornos de combustión y eléctricos. El procedimiento perfecto de calentamiento es el de inducción, que asegura la oxidación y la descarburación mínimas de las piezas brutas de acero.



Fragua fija para forja a mano. Horno de reverbero para forja con máquinas.

Fig. 350

Como ya vimos, para forjar los aceros es necesario elevar su temperatura hasta transformar toda la masa en austenita ya que este constituyente es dúctil y maleable. A temperaturas inferiores, la existencia de cementita que es dura y frágil impide o dificulta el proceso de forja (Fig. 351).

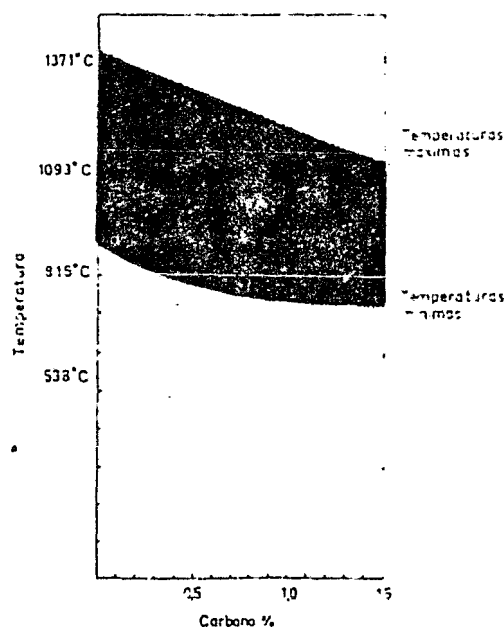


Fig. 351 Zona de temperaturas de forja.

Hay que tener mucha precaución para no elevar la temperatura demasiado porque existe el riesgo de que el material se quemara, ni golpear el metal ya frío porque éste adquiere dureza y fragilidad.

El enfriamiento suele hacerse al aire aunque en algunos casos resulta aconsejable colocar la pieza en el horno en un lecho de cenizas para que el enfriamiento sea más lento.

El forja se clasifica en forjado con matriz abierta o llana y en

estampas. En el forjado de matriz abierta el metal se deforma entre las matrices llanas abiertas, obteniendo la posibilidad de fluir a los lados sobre la superficie de la matriz. En el forjado en estampas, la fluencia del metal está limitada por el contorno de la forma hueca de la estampa. El forjado con matriz abierta ocupa un lugar pequeño en la industria y se aplica para fabricar piezas forjadas de gran tamaño. Por este método es difícil elaborar piezas de forma complicada, además, este procedimiento se caracteriza por su poca precisión y rendimiento. Puede ser a mano o en máquina. El forjado a mano se emplea para fabricar individualmente piezas pequeñas o en trabajo de reparación, y se realiza en un yunque usando las herramientas siguientes: mazos pesados, martillos de mano, cortafríos, punzones, matrices para dar forma, aplanaderas, tenazas, etc.

Las piezas de tamaño medio se forjan en martillos pilón mecánicas y las de tamaño más grande, en las prensas. En el forjado con máquina las herramientas de trabajo son estampas y cajas de martillos pilón y de prensas. Las herramientas auxiliares son alargadoras, punzones, tajaderas, etc.

En el forjado con matriz abierta (fig.352) las operaciones principales son: aplastamiento, alargamiento, punzonado, doblado, retorcido, corte y soldadura.

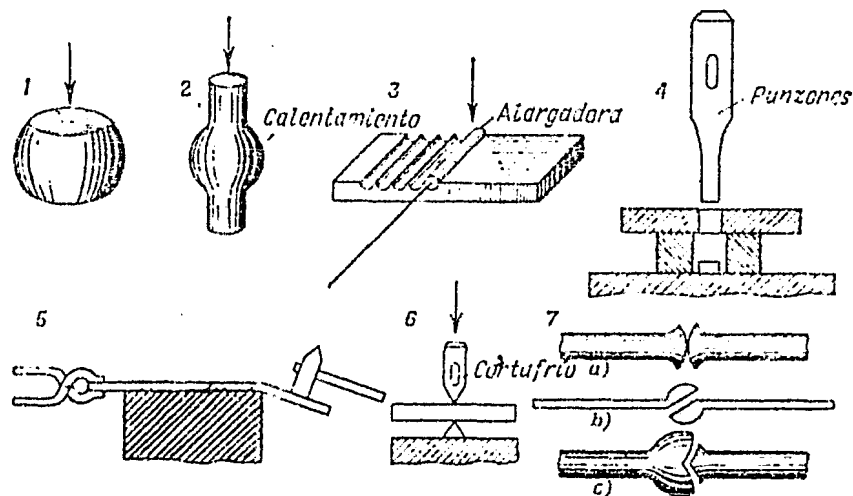


fig. 352 Operaciones principales del forjado con matriz abierta.

1) aplastamiento; 2) recalco; 3) alargamiento; 4) punzonado; 5) doblado; 6) corte; 7) soldadura; a) a tope; b) por solapado; c) de ranura.

El forjado mecánico se realiza en martinets y prensas. Este procedimiento es el fundamental en el forjado con matriz abierta para la construcción de maquinaria moderna. Los martinets actúan sobre el

estampas. En el forjado de matriz abierta el metal se deforma entre las matrices llanas abiertas, obteniendo la posibilidad de fluir a los lados sobre la superficie de la matriz. En el forjado en estampas, la fluencia del metal está limitada por el contorno de la forma hueca de la estampa. El forjado con matriz abierta ocupa un lugar pequeño en la industria y se aplica para fabricar piezas forjadas de gran tamaño. Por este método es difícil elaborar piezas de forma complicada, además, este procedimiento se caracteriza por su poca precisión y rendimiento. Puede ser a mano o en máquina. El forjado a mano se emplea para fabricar individualmente piezas pequeñas o en trabajo de reparación, y se realiza en un yunque usando las herramientas siguientes: mazos pesados, martillos de mano, cortafríos, punzones, matrices para dar forma, aplanaderas, tenazas, etc.

Las piezas de tamaño medio se forjan en martillos pilón mecánicas y las de tamaño más grande, en las prensas. En el forjado con máquina las herramientas de trabajo son estampas y cajas de martillos pilón y de prensas. Las herramientas auxiliares son alargadoras, punzones, tajaderas, etc.

En el forjado con matriz abierta (fig.352) las operaciones principales son: aplastamiento, alargamiento, punzonado, doblado, retorcido, corte y soldadura.

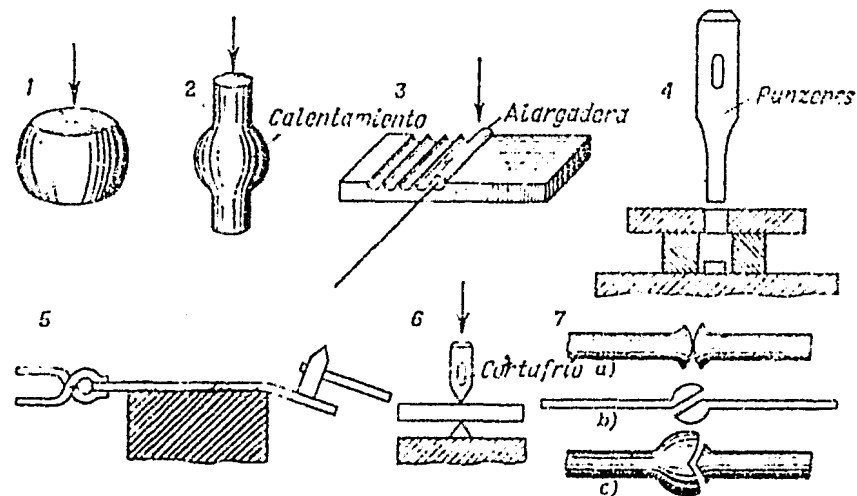


fig. 352 Operaciones principales del forjado con matriz abierta.

1) aplastamiento; 2) recalco; 3) alargamiento; 4) punzonado; 5) doblado; 6) corte; 7) soldadura; a) a tope; b) por solapado; c). de ranura.

El forjado mecánico se realiza en martinets y prensas. Este procedimiento es el fundamental en el forjado con matriz abierta para la construcción de maquinaria moderna. Los martinets actúan sobre el



metal por medio de golpes bruscos, y las prensas producen una presión prolongada y gradual sobre la forjadura. Corrientemente se caracterizan los martinets mecánicos por el peso de las piezas de golpeo. -- Según su principio de acción, se dividen en martinets de mando mecánico y de vapor. A los martinets de mando mecánico pertenecen los de muelle y los neumáticos. Todos estos martinets se ponen en movimiento por un mando eléctrico y se usan para el forjado con matriz abierta de las piezas de tamaño pequeño. En la figura 353 se da un esquema del martinete de muelle.

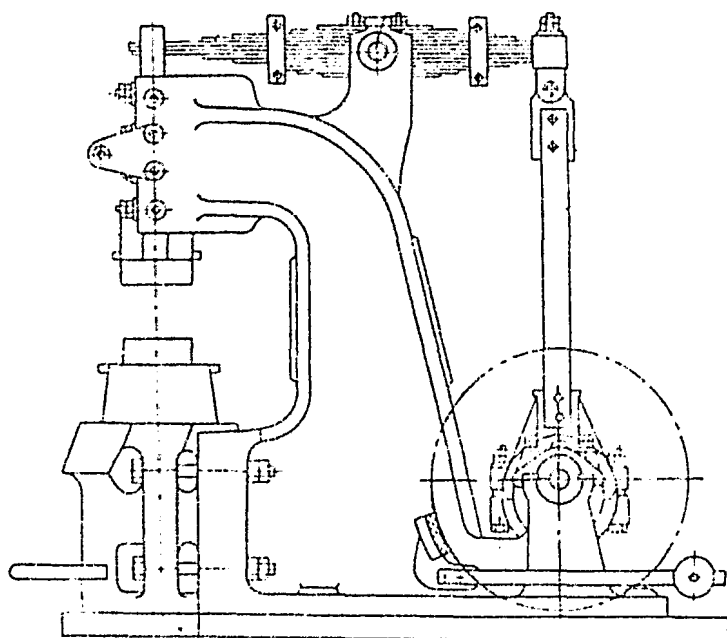


fig. 353 Martinete de muelle.

En número de martillazos por minuto, teniendo en cuenta la acción -- del muelle, varía de 120 a 300. En estos martinets el peso de las -- piezas de golpeo es de 30 a 250 Kg. Estas máquinas se emplean para el forjado de piezas delgadas, que se enfrían con rapidez.

El martillo neumático (fig. 354) se usa para forjado de piezas perfi -- ladas hasta de 20 Kg. de peso; el peso de las forjaduras de forma -- simple varía de 20 a 200 Kg.

El peso de las piezas de golpeo varía de 50 a 1000 Kg.

Las forjaduras de peso medio se forja en los martillos pilón de vapor de acción simple o doble. En la figura 355 está representado un marti -- llo pilón de vapor de doble acción con dos apoyos.

En los martillos pilón de vapor con un apoyo, el peso de las piezas -- de golpeo (émbolo, vástago, masa pesada con la matriz), tiene que -- ser no mayor de dos toneladas. Los martillos pilón de un peso mas -- grande (hasta cinco toneladas) poseen un bastidor de dos apoyos y --

unas guías para la masa pesada. Estos martillos se utilizan para los trabajos más diversos de forjado con matriz abierta al elaborar piezas de peso medio.

Las prensas hidráulicas se emplean para elaborar forjaduras pesadas de lingotes cuyo peso varía de 1 a 250 toneladas. A diferencia de los martillos pilón, las prensas deforman el metal sin dar golpes, aplicando una carga estática. Las prensas hidráulicas modernas que se usan para el forjado con matriz abierta pueden producir una presión de 500 a 10000 toneladas, y las prensas de estampado, hasta de 20000. En la figura 356 se da el esquema de una prensa hidráulica. La presión  $P$  que desarrolla la prensa hidráulica se determina por la fórmula:

$$P = p \frac{\pi D^2}{4}$$

donde:  $p$  = presión del líquido en el cilindro de trabajo de la prensa, en  $\text{Kg/cm}^2$

$D$  = diámetro del pistón del cilindro de trabajo, en cm..

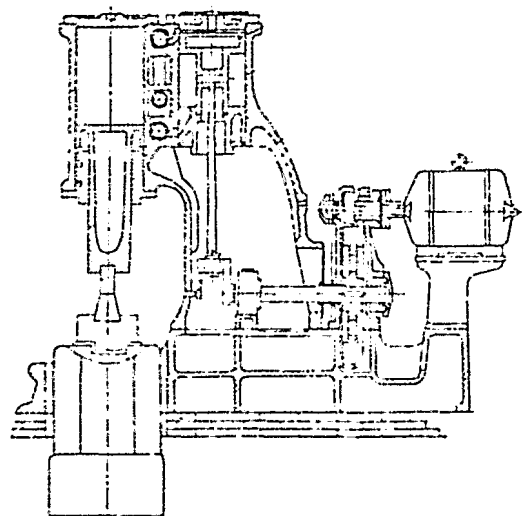


fig. 354 Martillo neumático.

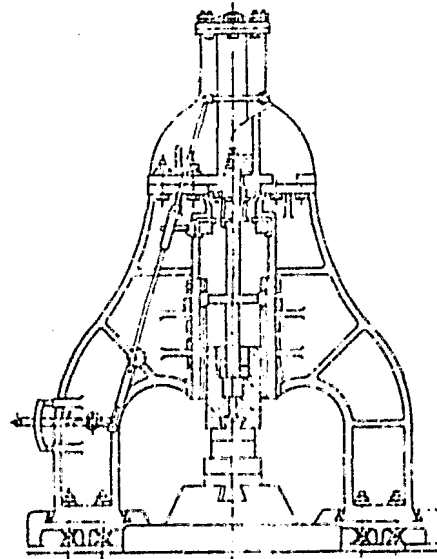


fig. 355 Martillo pilón de vapor de dos apoyos.

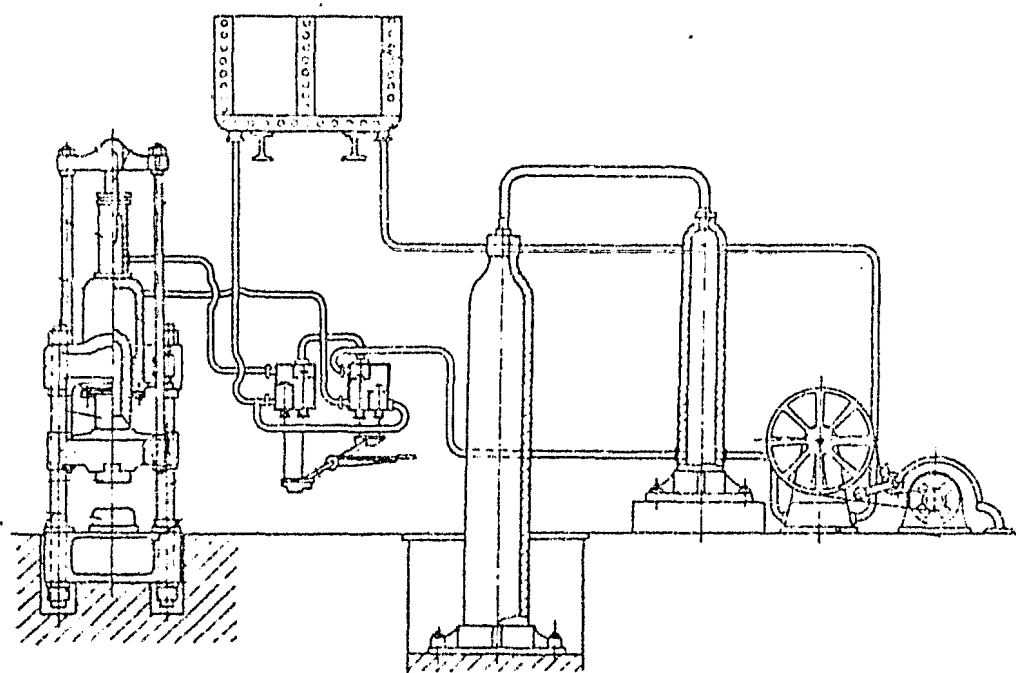


fig. 356 Esquema de la prensa hidráulica con el acumulador neumático-hidráulico sin émbolo.

Existen también la prensa hidráulica de vapor. Las prensas hidráulicas de vapor son menos económicas que las hidráulicas, aunque su mecanismo de mando tiene una construcción más simple. Además de las herramientas auxiliares que se emplean en la prensa en el curso del forjado, en las fábricas modernas se emplean máquinas especiales llamadas manipuladores. Estas máquinas sirven para mantener, desplazar y poner de canto (dar la vuelta) a los lingotes y piezas brutas grandes.

Con el fin de que la forma y tamaño de las forjaduras correspondan con mayor exactitud a la configuración y tamaño de las piezas acabadas se aplica el forjado en estampas (forjado por estampado). Este procedimiento se distingue por una precisión y rendimiento mayores que el forjado con matriz abierta. En el forjado con estampa se reducen los sobreespesores necesarios para la elaboración mecánica y la tolerancia que se da en las dimensiones de las piezas forjadas. Además, se hace posible que la pieza tenga la disposición necesaria de las fibras, y por tanto, se eleva la resistencia mecánica. Puesto que el costo de las estampas es corrientemente bastante alto se recomienda aplicar el estampado para la producción en serie y en masa. La herramienta principal para esta operación son las estampas, que consisten en unos moldes de acero con huecos interiores (surcos), cuyos contornos corresponden a la configuración de la pieza a fabricar. Las estampas se hacen de acero al carbono de alta calidad, las estampas de importancia se fabrican de acero aleado de herramientas de alta calidad.

La figura 357 representa una estampa la cual se compone de: la parte

superior (1), que se sujeta en la masa del martillo y la inferior (2), que se coloca en la caja para las estampas. En la cavidad de la estampa inferior se pone la pieza bruta (3) calentada previamente (indicada con la línea punteada). Por efecto de los golpes que da la estampa superior, el metal llena todo el hueco de la estampa, y el exceso de metal (rebaba) se exprime a una muesca especial. Los desechos de metal en rebabas constituyen el 15-20% del peso de la forjadura. El hueco de la estampa, que se denomina surco, ha de tener unas paredes con declives de  $3^\circ$  a  $15^\circ$  para que se pueda extraer libremente la pieza forjada. El sobreespesor para los tratamientos mecánicos varía de 1 a 3 mm. Las tolerancias en las dimensiones son dos veces menores que en el forjado con matriz abierta. La pieza ya estampada se lleva a una prensa para cortar la rebaba con una matriz especial de corte (troquel). Las estampas pueden ser de un surco y de varios.

En el estampado con un surco, la pieza bruta primero se somete al forjado sin estampa, y a continuación, después de volver a calentarla, se estampa en la matriz de un surco en la que se obtiene la forma definitiva. Luego se hace el corte de la rebaba.

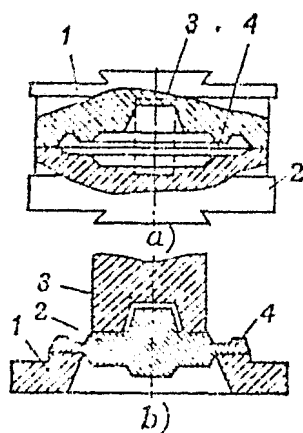


fig. 357 Estampas.

a) estampa del martillo pilón: 1) estampa superior; 2) estampa inferior; 3) pieza en bruto antes del forjado, está indicada con línea punteada; 4) forjadura; b) troquel de corte; 1) matriz; 2) forjadura; 3) punzón; 4) rebaba.

Existen otros métodos del estampado, los cuales son un poco menos usuales en la fabricación de herramientas, o se utilizan en la fabricación de herramientas especiales.

El estampado en las máquinas horizontales de forjado. Las máquinas de forjado horizontales pertenecen al grupo de prensas de biela y manivela con el movimiento del émbolo de trabajo en el plano horizontal (fig. 358).

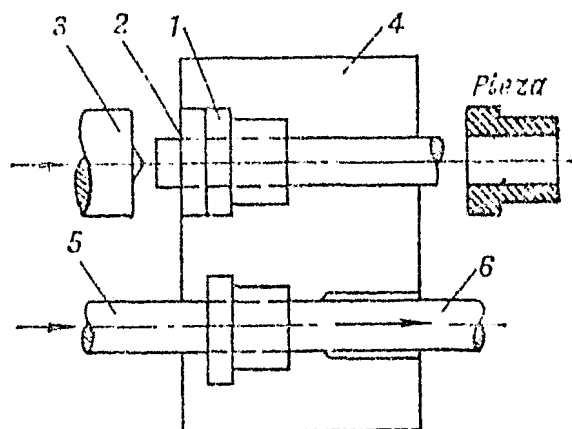


fig. 358 Recalado del anillo.

Además de su alto rendimiento, las máquinas de forjado horizontal producen piezas de elevada calidad casi sin formar rebaba o con rebaba muy pequeña. Los artículos fabricados en estas máquinas tienen la superficie limpia, lo que da la posibilidad de dejar sobreespesores mínimos para la elaboración mecánica (corrientemente hasta 1 mm).

La operación principal que se realiza en las máquinas de forjado horizontal es el recalado.

Las máquinas de doblado con tracción. Tienen por objeto realizar operaciones de doblado en estampas al fabricar distintas piezas de bloques laminados.

Las prensas de fricción. Se aplican en gran escala en la producción en serie y en pequeña serie de diversas forjaduras pequeñas, que se fabrican por estampado en martinets o en máquinas horizontales de forjado.

El estampado de chapas se emplea para fabricar piezas con paredes delgadas hechas de chapas y bandas de distintos metales y aleaciones. Las operaciones de estampado son: corte por troquel, doblado y embutido.

El estampado de chapas puede ser simple, cuando se ejecuta una sola operación, y combinado. Con ayuda del estampado de chapas se fabrican piezas de aceros pobres en carbono, inoxidable y otros y de diferentes aleaciones no ferrosas. El estampado de chapas se usa también para fabricar piezas de materiales no metálicos de chapas.

El corte por troquel (fig. 359) se aplica para fabricar de las chapas piezas en forma plana. El troquelado se efectúa con ayuda de un troquel cortador, que se compone de la matriz (1) y el punzón (2), chapa a cortar (3), extractor (4) que ayuda a quitar la chapa del

punzón al subir el émbolo.

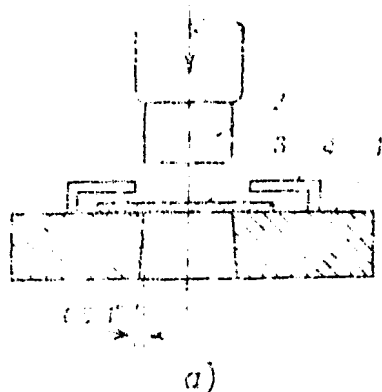


fig. 359 Estampado en frío.  
Corte por troquel.

El doblado se usa para dar variadas formas a las chapas y cintas en las máquinas de doblar. El radio de doblado no debe ser menor de una magnitud determinada, ya que en caso contrario puede tener lugar la destrucción del material.

El embutido tiene por objeto obtener artículos en forma de capa a partir de una lámina. La matriz más sencilla en el embutido (fig. 360) consiste de una matriz (1) y un macho (2), la lámina (3) de diámetro  $D$  se colocó en la cavidad del centrado de la matriz, matriz hueca (4). La holgura entre el macho y la matriz, para evitar arrugas, se toma en un 10-30% mayor que el espesor del material. Con objeto de disminuir el rozamiento entre la lámina y la matriz, se utilizan lubricantes (aceites minerales, grasas con adición de talco, grafito, etc.).

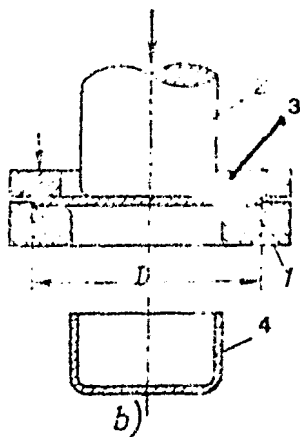


fig. 360 Estampado en frío.  
embutido.

## TRABAJO EN FRÍO

Entendemos por trabajo en frío a la deformación plástica de un metal a una temperatura inferior a la de recristalización.

En general el trabajo en frío produce los siguientes efectos:

- 1) Se desarrollan efectos en el metal que permanecen, a menos que se elimine con tratamiento térmico subsecuente.
- 2) Se crea una distorsión o fragmentación de la estructura del grano.
- 3) Se aumenta la resistencia del metal con la pérdida de ductilidad-correspondiente.
- 4) Se aumenta la temperatura de recristalización para el acero.
- 5) Se mejora el acabado en la superficie.
- 6) Se pueden mantener tolerancias dimensionales precisas.

Los efectos que se acaban de mencionar, no se cumplen en todos los procesos de trabajo en frío. Las operaciones que implican doblado, embutido y prensado del metal, dan como resultado distorsión del grano y cambios en las propiedades físicas, mientras que el corte con cuchillas u operaciones de corte, cambian solamente la forma y el tamaño.

La deformación en frío puede ser profunda o superficial. La deformación profunda se presenta en el trefilado o estirado de alambres, donde se observa un aumento en la dureza, la resistencia mecánica, y en el límite elástico, a costa de la disminución en la plasticidad. Esta modificación de las propiedades mecánicas de los metales se conoce como acritud.

La deformación superficial se usa principalmente para incrementar la resistencia a la fatiga y se realiza básicamente por bombardeo de perdigones de acero a grandes velocidades, lograndose un endurecimiento superficial.

## D- TRATAMIENTOS TERMOMECAÑICOS.

El tratamiento característico es el Ausformado, la técnica consiste en deformar austenita inestable de aceros moderadamente aleados, seguida inmediatamente por templado en aceite con el fin de evitar la formación de productos de transformación no martensíticos. La microestructura resultante consta de finas placas martensíticas, cuyo tamaño y dispersión se determinan por el tamaño anterior del grano austenítico y la cantidad de deformación plástica. Aunque la técnica es aplicable a muchos aceros, se ha utilizado en aceros para herramienta para trabajo en caliente. La resistencia tensil puede - - -

aumentarse por Ausformado con satisfactoria ductilidad. La operación de trabajo en caliente debe completarse en forma rápida a fin de evitar la transformación a productos más suaves.

#### E- TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

Los tratamientos superficiales se pueden definir como las técnicas o procesos mediante los cuales se revisten los materiales para proporcionar protección a la superficie contra el deterioro. Las principales son: la electrodeposición, anodizado, rociado metálico (metalización) y revestimiento duro.

#### ELECTRODEPOSITACION.

El proceso de electrodeposición consiste en hacer pasar una corriente eléctrica de un ánodo a un cátodo a través de una solución convenientemente preparada en presencia de un catalizador. La resistencia al desgaste de una pieza de metal puede mejorarse electrodepositando un metal más duro sobre la superficie. Los metales que más a menudo se electrodepositan son el cromo y el níquel. Entre el tipo de el cromado encontramos industrialmente dos, que son el cromado duro y el cromado poroso. El revestido de cromo duro es el mismo que el utilizado para propósitos decorativos, pero mucho más grueso. El revestido de cromo poroso tiene sobre su superficie, cuidadosamente controlados, agujeros o canales para mantener lubricantes. Un factor que contribuye a reducir el desgaste, es el bajo coeficiente de fricción del revestimiento de cromo, otro factor útil del revestimiento de cromo es que no se suelda con el calor creado por la fricción. La alta resistencia a la corrosión del cromo es útil para reducir el desgaste bajo condiciones corrosivas. El revestimiento de níquel es bastante más suave que el de cromo, pero en muchos casos es lo suficientemente duro para el propósito que se trate y más económico.

#### ANODIZADO.

El anodizado es un proceso el cual consiste en la oxidación de la superficie de algunos metales (aluminio, magnesio y zinc); se emplea un ácido como electrolito, teniendo la pieza a anodizar como ánodo. Ya que el recubrimiento se produce enteramente por oxidación y no por electrodeposición, esta capa oxidada es permanente e integral con el metal base original. Como la capa de óxido es más nueva se forma una adyacente al metal base, a fin de que el proceso continúe, las capas de óxido previamente formadas deben ser suficientemente porosas para permitir que los iones de oxígeno pasen a través de ellas.

#### DIFUSION.

Diversos procesos mejoran la resistencia al desgaste por difusión



de algún elemento dentro de las capas de la superficie que son: carburización, cianuración, carbonitruración, nitruración, cromado y siliciado.

Los cuatro primeros ya fueron tratados en la sección de tratamientos termoquímicos, ahora procederemos a tratar los dos posteriores.

El cromado por difusión consiste en la introducción de cromo (generalmente cromo en fase gaseosa) dentro de las capas superficiales del metal base. El proceso no está restringido a materiales ferrosos y puede aplicarse a níquel, cobalto, molibdeno y tungsteno. Cuando se aplica a hierro o acero, convierte la capa superficial en una porción externa de acero inoxidable. El cromado por difusión se emplea en troqueles, martinets hidráulicos, herramientas, pistones y ejes para bombas.

El siliciado consiste en la impregnación de un material de base hierro con silicio. La superficie endurecida producida contiene alrededor de un 14% de silicio, y una dureza superficial de 80 a 85 Rockwell escala b. El incremento de la resistencia al desgaste por siliciado se debe a un bajo coeficiente de fricción y a las propiedades de soldarse por fricción.

#### ROCIADO METALICO.

El rociado metálico comprende diversos métodos que son: metalizado, atomizado del metal en polvo y atomizado por arco de plasma.

El metalizado suele hacerse alimentando automáticamente un alambre de metal a una velocidad controlada a través de la herramienta o pistola de metalizado. Aire, oxígeno y gas combustible son suministrados a la pistola por medio de mangueras y forman una llama de alta temperatura y gran velocidad alrededor de la punta del alambre. Esta punta se funde continuamente y las partículas de metal líquido se dirigen a la pieza por la llama de alta velocidad. Cuando chocan contra la superficie forman discos de forma irregular. La figura 361 ilustra el proceso anteriormente descrito.

El método de atomizado en polvo, emplea polvo aplicado con una pistola de oxiacetileno. La figura 362 muestra el proceso anterior y se explica por si misma.

En el atomizado por arco de plasma, el plasma es un flujo luminoso de gas ionizado, producido al pasar un gas a través de un arco eléctrico obteniéndose temperaturas de 16 650 °C, pudiéndose depositar metales de alto punto de fusión. La figura 363 muestra esquemáticamente los detalles de una pistola de plasma para rociado metálico.

La principal ventaja de este método es la de que no existe - - - - -

combustión obteniéndose depositaciones más puras. Las desventajas de un rociado de plasma con arco eléctrico es que se deben emplear medidas de seguridad extremas, debido a los riesgos que se corren por trabajar con altas temperaturas, el alto nivel de ruido, los productos tóxicos y la radiación.

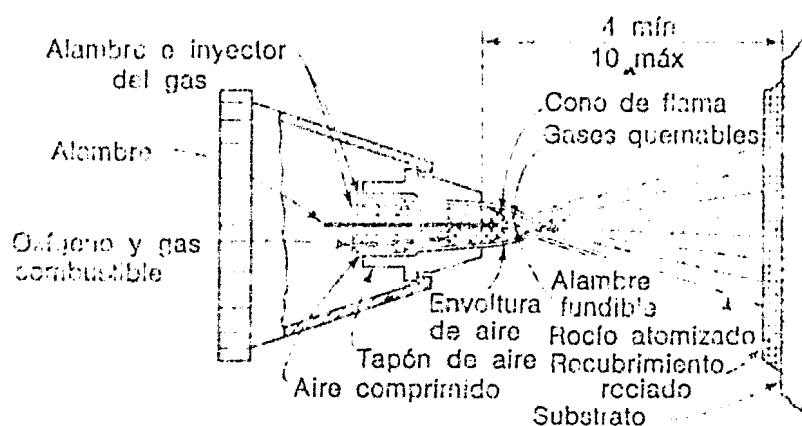


fig. 361

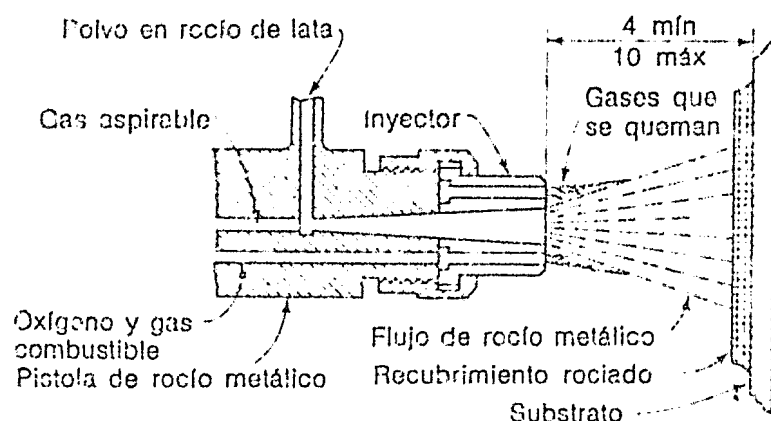


fig. 362

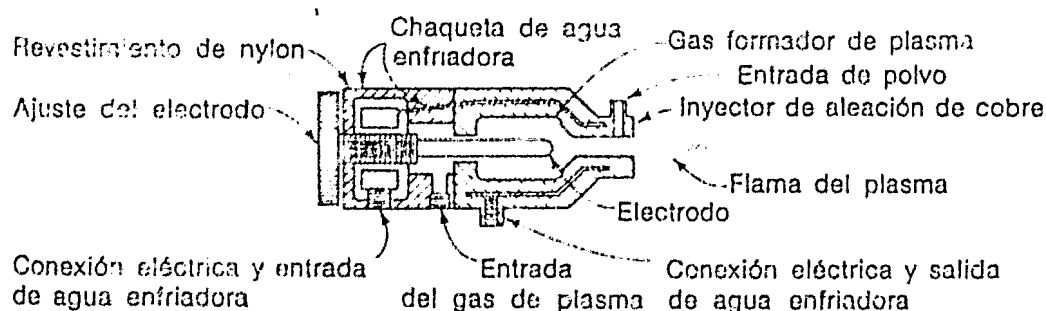


fig. 363

## REVESTIMIENTO DURO.

La producción de una capa superficial dura y resistente al desgaste - sobre metales, por soldadura, se conoce como revestimiento duro. Este método es relativamente fácil de aplicar, requiriendo solo las - - -

aleaciones de revestimiento duro en la forma de varillas de soldar y una llama de oxiacetileno o arco eléctrico. Las ventajas del revestimiento duro son: a) puede aplicarse a áreas sujetas a desgaste; b) existe una gran variedad de compuestos duros y resistentes al desgaste y c) proporciona el uso efectivo de aleaciones caras y una protección a fondo.

Los revestimientos duros pueden aplicarse a la mayoría de los metales ferrosos; el revestimiento duro se utiliza más extensamente donde la lubricación sistemática para reducir abrasiones imposible. Las superficies revestidas en forma dura suelen ser más resistentes al desgaste, al calor y a la corrosión que las superficies externas endurecidas por depositación o difusión o endurecidas por flama.

Existen más de 150 composiciones diferentes de materiales de revestimiento duros. Algunas aleaciones muy importantes para nuestro estudio es el carburo de tungsteno, las cuales tienen una dureza muy alta y una resistencia al desgaste alto; se emplean ampliamente en la fabricación de herramientas.

### III. 4 MATERIALES EMPLEADOS EN LA ELABORACION DE HERRAMIENTAS.

Existen en la actualidad una gran variedad de materiales para herramienta, en la presente sección se pretende dar a conocer los aspectos fundamentales de los materiales para herramienta y en algunos casos se hará mención de su utilización.

Debido a la gran aplicación de los productos férricos en la elaboración de herramientas y de la gran importancia en el mundo tecnológico actual se visualizaran con mayor amplitud.

Básicamente podemos considerar que los materiales para herramientas se clasifican en:

1. Aceros para herramienta
2. Cerámicos
3. Carburos cementados
4. Diamantes
5. Materiales diversos
6. Aleaciones duras (estelitas)

#### 1. ACEROS PARA HERRAMIENTA.

Antes de adentrarnos en el tema, es muy conveniente referirnos a los productos férricos como un conocimiento previo a los aceros para - - herramienta. Y como un conocimiento general de estos materiales que tienen indudablemente la mayor aplicación industrial. Entendemos - - como productos férricos a todos aquellos en los que el hierro constituye la parte más importante, siendo considerados como elementos - de aleación los restantes.

De estas aleaciones las más importantes son las que se logran a base de hierro y carburo de hierro en las cuales fincamos el presente --- estudio.

Podríamos considerar la aleación hierro-carburo de hierro en dos --- grandes grupos que son:

a) Aceros

b) Fundiciones

a) ACEROS. Los aceros tienen una composición química de 0 a 1,76% - de carbono, de estos, los aceros con menos de 0,1% de carbono -- suelen llamarse hierro dulce, cuyas propiedades son:

1. Funde a 1500 °C.
2. Es dúctil y maleable, y fácil de forjarse.
3. No admite temple.

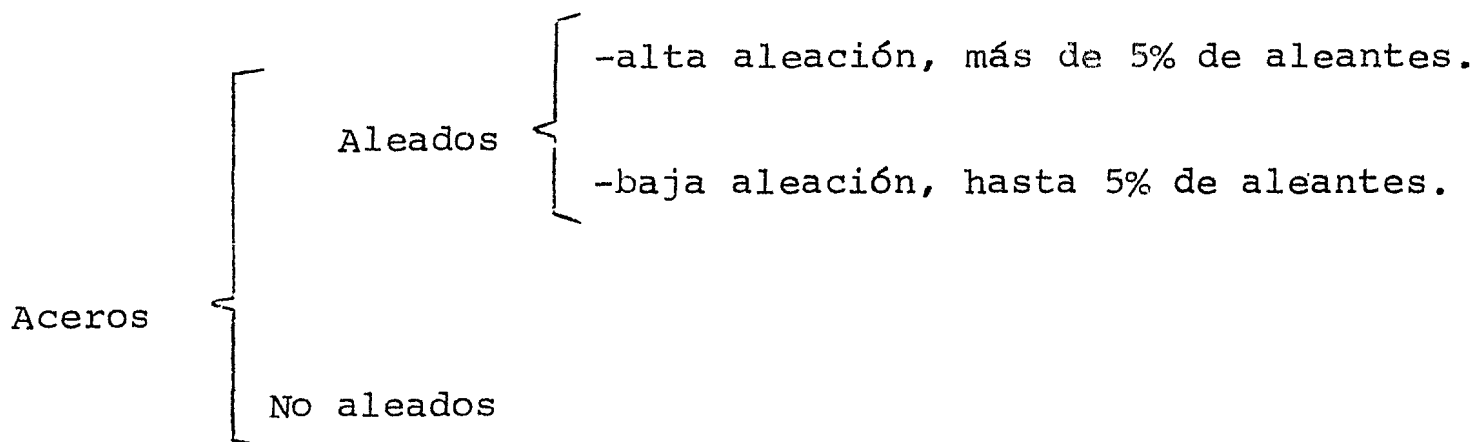
Dentro de los aceros con más de 0,1% de carbono, se pueden clasificar en varias formas, dentro de las cuales la más importante es de acuerdo a su dureza, que depende del contenido en carbono, esto es:

1.- Acero extrasuave - 0,1 a 0,15% de C	} Acero para
2.- Acero suave - 0,15 a 0,30% de C	
3.- Acero semisuave - 0,30 a 0,40% de C	
4.- Acero semiduro - 0,40 a 0,60% de C	} piezas
5.- Acero duro - 0,60 a 0,80% de C	
6.- Acero muy duro - 0,80 a 1,00% de C	
7.- Acero extraduro - 1,00 a 1,50% de C	
	} Acero para
	} herramien
	} tas

Sus principales características son:

1. Funden de 1300 a 1400 °C.
2. Se pueden forjar, pero es más difícil a medida que aumenta el porcentaje de carbono.
3. Admiten temple, a partir de 0,3% de C, aumentando así su dureza.

Otra clasificación que suele emplearse, se basa en el tipo de aleación:



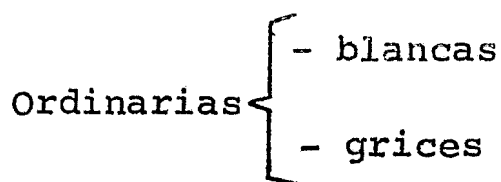
Los principales aleantes son: cromo, níquel, molibdeno, cobalto y vanadio. Los cuales mejoran la resistencia a altas temperaturas, las propiedades mecánicas a altas y bajas temperaturas, aumentan la resistencia a la corrosión y al desgaste, etc.

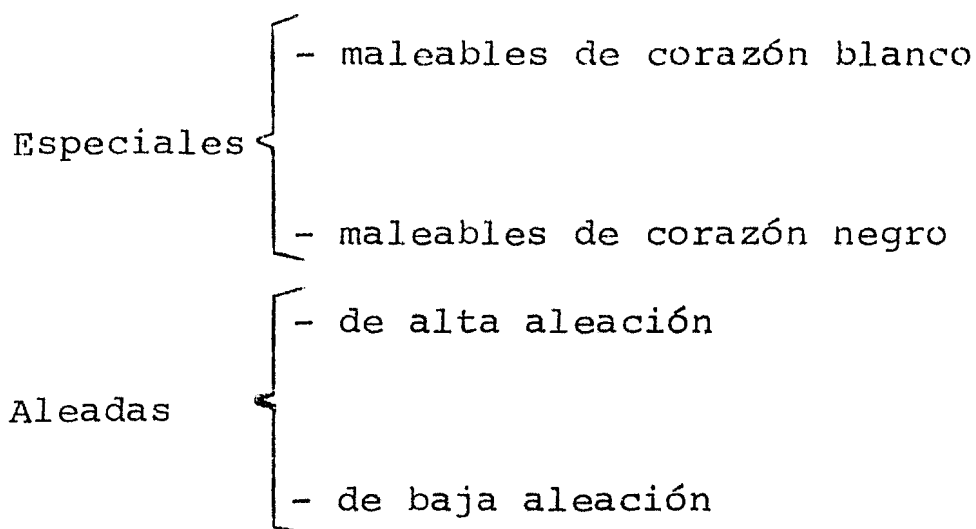
b) FUNDICIONES. Son aleaciones de hierro y carburo de hierro, que contienen de 1,76 a 6,67% de carbono. Las fundiciones presentan ventajas e inconvenientes respecto a los aceros y cada vez van ganando terreno y desplazando al acero en algunos usos específicos.

Como principal diferencia entre aceros y fundiciones podemos destacar las siguientes:

1. Las fundiciones, son superiores en la elaboración de piezas por moldes.
2. Las fundiciones no pueden ser trabajadas por forja.
3. El acero, presenta mejores características mecánicas en general.
4. La pieza de fundición suele ser más barata que las de acero.

Clasificación de las fundiciones:





#### FUNDICION BLANCA.

La fundición blanca tiene una composición de 1,67 a 6,67% de carbono y el resto de hierro. Su obtención se realiza enfriando rápidamente la masa líquida de la composición correspondiente. Presentan gran -- fragilidad y una dureza de 300 a 500 HB.

#### FUNDICION GRIS.

La fundición gris tiene una composición igual a la de la fundición - blanca, es decir, 1,67 a 6,67% de carbono y el resto de hierro. Pero su obtención se realiza mediante el enfriamiento lento desde el es- - tado líquido y por la presencia de silicio. Ambas circunstancias - - facilitan la formación de grafito que es su constituyente más carac- - terístico.

Tienen una dureza de 150 a 250 HB, se pueden trabajar mediante arran- que de viruta, tiene alta resistencia a la corrosión, no se puede -- forjar, y tienen bajo coeficiente de contracción.

#### FUNDICION MALEABLE.

Se obtienen a partir de las fundiciones blancas, mediante un trata- miento denominado maleabilización. Este tratamiento tiene el objeto de eliminar parte del carbono combinado en forma de cementita, con- el objeto de disminuir la cantidad de este constituyente y por lo - tanto, parte de las propiedades negativas de este constituyente; el anterior objetivo se logra por dos procedimientos distintos que dan lugar a fundiciones maleables igualmente distintas, que son: la fun- dición maleable de corazón blanco y la fundición maleable de corazón negro.

La fundición maleable de corazón blanco, se obtiene a partir de pie- zas de fundición blanca, se introducen éstas en una caja envuelta en óxido de hierro, la caja se introduce en un horno y se eleva su - - temperatura a unos 1000°C y con un enfriamiento prolongado. El - --

resultado del tratamiento es una descarburación y no existe carbono-libre en forma de grafito.

Fundición maleable de corazón negro, también se obtiene a partir de fundición blanca haciendo precipitar el grafito en forma de nódulos elevando la temperatura de las piezas, que rodean el material neutro, entre 800 y 900 °C durante aproximadamente seis días. La existencia de grafito da un aspecto oscuro al corte.

#### FUNDICIONES ALEADAS.

Contiene, además de hierro y carbono, otros elementos de aleación, - como son: manganeso, silicio, níquel, cromo, aluminio, cobre, molibdeno, vanadio y titanio.

De los anteriores, el silicio, aluminio, níquel, titanio y cobre, - favorecen la formación del grafito y aumentan la resistencia a la tracción. En cambio el cromo, el manganeso y molibdeno, se oponen a la formación de fundición blanca.

Las fundiciones de baja aleación, contienen menos del 5% de elementos de aleación y se logran propiedades especiales. Entre ellas se encuentran:

- Alta resistencia a la tracción
- Contienen Cr, Ni y Mo, con lo cual se alcanzan - - resistencias hasta de 50Kg. / mm<sup>2</sup>
- Alta resistencia al desgaste
- Son fundiciones blancas con Ni o Mn, con lo cual - se alcanzan durezas elevadas.
- También pueden ser fundiciones grises con Si, Ni y Cr.

Las fundiciones de alta aleación, contienen otros elementos de aleación en proporciones superiores al 5%. Los que suelen formar parte de ellas, en mayor proporción, son el níquel, cromo, silicio y aluminio, los más importantes suelen resistir sin transformarse a altas temperaturas y ser anticorrosivos ante ácidos y bases.

DIAGRAMA HIERRO-CARBONO SUS CONSTITUYENTES Y SU RELACION CON LOS TRATAMIENTOS DE USO MAS FRECUENTE.

CONSTITUYENTES DE LOS ACEROS Y FUNDICIONES.

Antes de adentrarnos en los constituyentes es necesario conocer su estructura cristalina del hierro así como sus diversas formas alotrópicas a diferentes temperaturas. Para lo cual se ha preparado la figura 364.

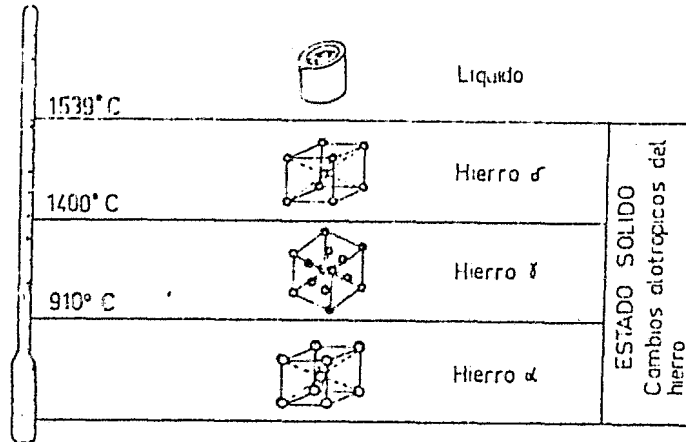


fig. 364

Las propiedades de una aleación dependen en parte de sus constituyentes, que básicamente se pueden clasificar en tres grupos:

- a) Temperaturas menores a 723 °C
- b) Temperaturas mayores a 723 °C
- c) Provenientes de tratamiento térmico

Cabe hacer mención que algunos de los constituyentes a temperaturas menores a 723 °C se encuentran también a temperaturas mayores.

a) TEMPERATURAS MENORES A 723 °C.

#### FERRITA.

Es prácticamente hierro puro, a temperatura ambiente contiene una pequeña cantidad de carbono (0,008 %), que se encuentra disuelto en la red cristalina del hierro α, es decir, los átomos de carbono ocupan los huecos que dejan los de hierro en la red cúbica de cuerpo centrado.

Las propiedades más destacadas de la ferrita son las siguientes:

- Dureza 90 HB ó 0 HRC.
- Material muy dúctil y maleable (puede alargarse hasta un 35 o 40 % de su longitud inicial sin romperse).
- Su resistencia a la rotura es de 28 Kg/mm<sup>2</sup>.



### CEMENTITA.

La cementita es un compuesto químico de fórmula  $Fe_3C$  denominada, carburo de hierro, que contiene el 6,67 % de C. Sus propiedades más destacadas son las siguientes:

- Dureza 700 HB ó 68 HRC.
- Muy frágil.

Estos dos constituyentes son la base de las aleaciones hierro-carbono, cuando estas se encuentran en estado normal y según la cantidad de - una u otro que exista en un acero o fundición determinado, se presentarán las propiedades de la ferrita o de la cementita.

### PERLITA.

Es un constituyente compuesto por 86,5 % de ferrita y 13,5 % de ce-mentita. Los granos de perlita generalmente se presentan formados - por láminas muy finas de ferrita y cementita. Al enfriar lentamente - un acero con el 0,89% de C la perlita se obtiene pura.

Sus propiedades son:

- Dureza media (200 HB)
- Ductilidad media (15% de alargamiento)
- Resistencia a la rotura de 80 Kg/mm<sup>2</sup>

b) TEMPERATURAS MAYORES A 723 °C HASTA ANTES DE LA FORMACION DE - -- LIQUIDO.

### AUSTENITA.

Se obtiene cuando se calienta un acero hasta que el hierro  $\alpha$  se ---- transforma a  $\gamma$ . Es una solución sólida de  $Fe_3C$  en hierro  $\gamma$  en la - que los átomos del primero ocupan los huecos que existen en la red - cúbica de caras centradas de el segundo. La máxima solubilidad es -- del 2% de carbono a 1130°C. Las propiedades más destacadas son:

- Dúctil y maleable (alargamiento del 30%).
- Dureza 70 HRC.
- No magnética.

## LEDEBURITA.

Mezcla eutéctica de austenita y cementita, contiene 4,3% de carbono y se forma a 1130 °C.

## c) PROVENIENTES DE TRATAMIENTO TERMICO.

## MARTENSITA.

Es un microconstituyente que se consigue enfriando el acero que se encuentra en la fase  $\gamma$  con lo cual se obtiene una microestructura -- ortorómbica que presenta una forma circular a temperatura ambiente. Sus propiedades más destacadas son:

- Gran dureza de 500 a 700 HB (50 a 68 HRC).
- Gran resistencia de 175 a 200 Kg/mm<sup>2</sup>.
- Poco dúctil y maleable, alargamiento del 0,5 al 2,5%.

La figura 365 muestra el diagrama hierro-carburo de hierro marcado -- con los nombres comunes para la estructura.

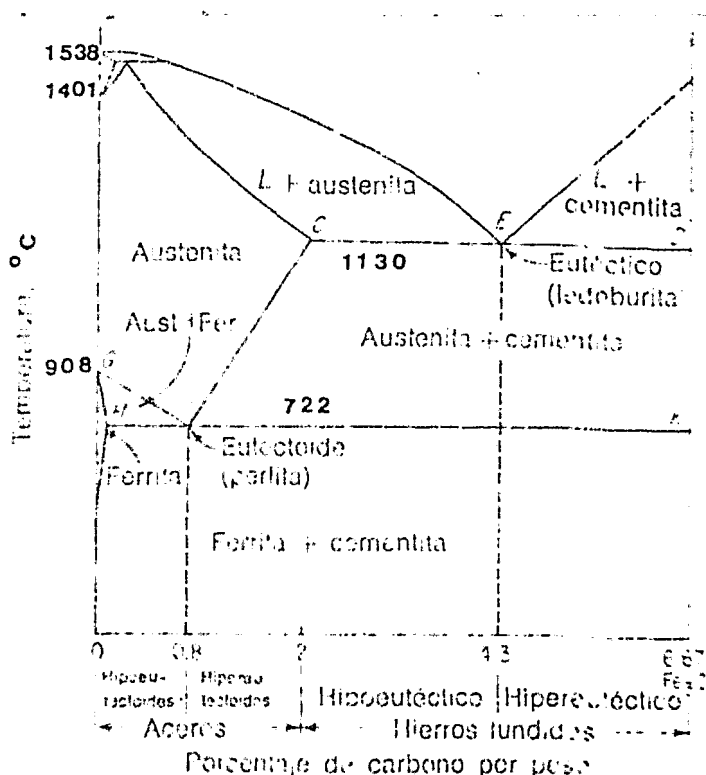


fig. 365

## DIAGRAMA HIERRO-CARBURO DE HIERRO.

Con el fin de entender las diferencias básicas entre las aleaciones de hierro y el control de sus propiedades es esencial el diagrama -- hierro-carburo de hierro. La temperatura a que tienen lugar los cambios alotrópicos en el hierro está influida por elementos de aleación, de los cuales el más importante es el carbono.

La figura 366 muestra la porción de interés del sistema de aleación - hierro-carbono.

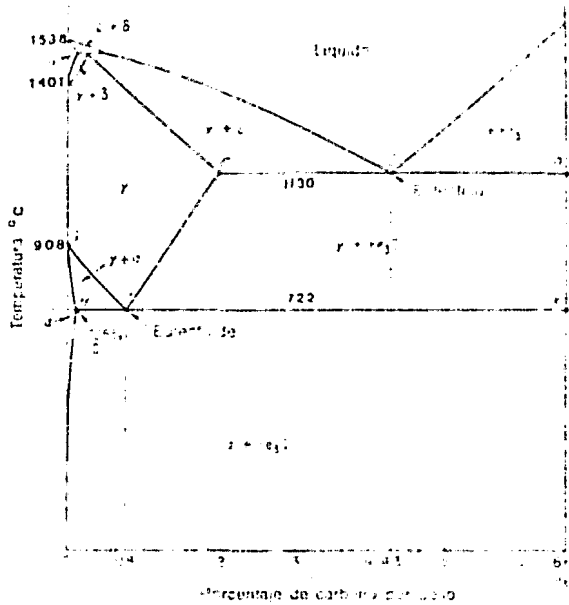


Fig. 366

Esta es la parte entre el hierro puro y compuesto intersticial, carburo de hierro, Fe<sub>3</sub>C, que contiene 6,67% de carbono en peso.

El diagrama de equilibrio muestra tres líneas horizontales que indican reacciones isotérmicas. La figura 367 muestra una ampliación de la porción. Se debe reconocer la línea horizontal a 1493 °C, por ser una reacción peritética (reacción isotérmica reversible en la que una fase líquida reacciona con una fase sólida para producir otra fase sólida al enfriar). Se puede escribir como:

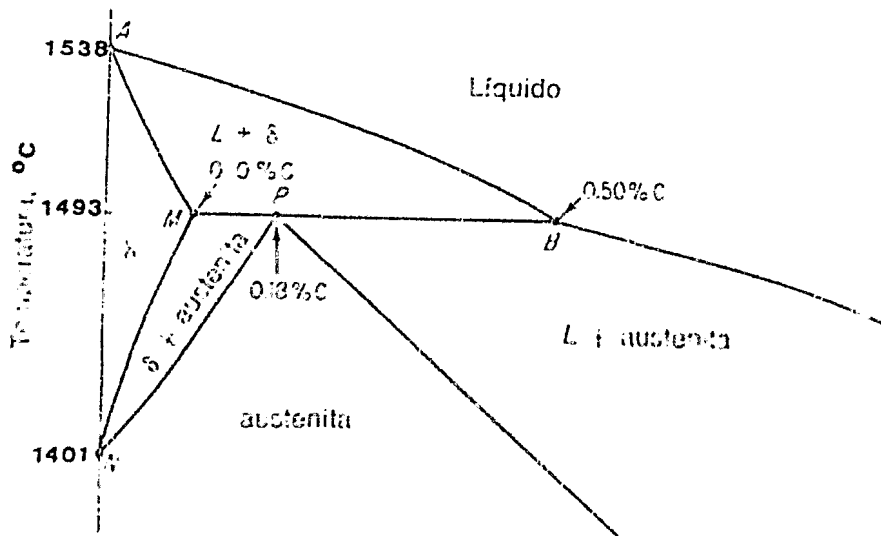
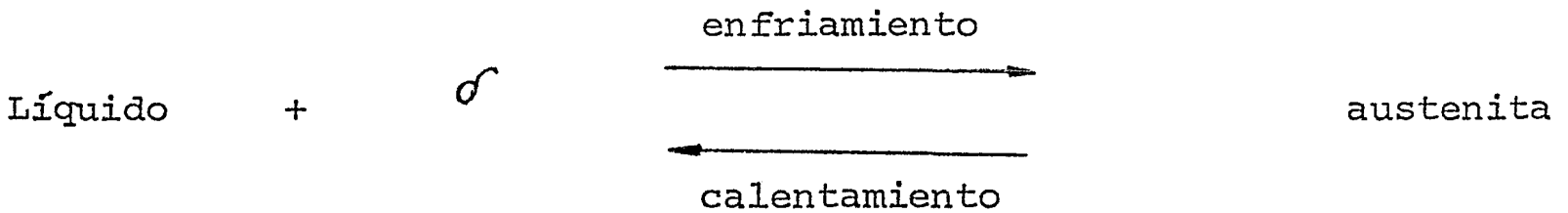


Fig. 367

La solubilidad máxima del  $\text{Fe}\delta$  (cúbico de cuerpo centrado) es de 0,10% punto M. La presencia de carbono influye en el cambio alotrópico  $\delta \rightleftharpoons \delta'$ . Conforme se agrega carbono al hierro, la temperatura del cambio alotrópico aumenta de 1401 °C a 1493 °C al 0,1% de C. Al enfriar la porción NM representa el principio del cambio de estructura cristalina de  $\text{Fe}\delta$  (cúbico de cuerpo centrado) a  $\text{Fe}\delta'$  (cúbico de cara centrada), para aleaciones que contiene menos del 0,10% de C. La porción MP representa el principio del cambio de estructura cristalina por medio de una reacción peritética para aleaciones entre 0,10 y 0,18% de C. Para aleaciones que contienen menos del 0,18% de C al enfriar, el fin de cambio de estructura está dado por la línea NP. La porción PB representa el principio y el fin del cambio de estructura cristalina por medio de C, el cambio alotrópico empieza y termina a temperatura constante. Cualquier aleación que contiene más del 0,50 de C cortará el diagrama a la derecha del punto B y solidificará en austenita directamente.

El punto eutéctico, E, está a 4,3% de C y a 1130 °C, la reacción eutéctica ocurre sobre la línea horizontal CED, la solidificación sobre este punto debe ahora solidificar en: austenita y carburo de hierro (ledeburita).

Hay una pequeña área de solución sólida a la izquierda de la línea GH. Se sabe que 907 °C representa el cambio de estructura de hierro puro  $\gamma'$  (cúbico de caras centradas) al hierro  $\alpha$  (cúbico de cuerpo centrado).

El diagrama muestra una tercera línea horizontal HJK, que representa una reacción eutectoide (reacción isotérmica en la que una fase sólida se convierte en dos o más sólidos íntimamente mezclados al enfriar, cuyo número de sólidos formados es el mismo que el de componentes en el sistema). El punto eutectoide J, está a 0,80% de C y a 723 °C, la transformación se efectúa en ferrita y cementita llamada perlita.

Si se toma como base el contenido de carbono, es común dividir el diagrama hierro-carburo de hierro en dos partes: aceros y fundiciones. El intervalo menor de 0,8% de C se conocen como aceros hipoeutectoides, en tanto que los que contiene de 0,8 a 1,76% de C se llaman aceros hipereutectoides. El intervalo de fundiciones, también puede subdividirse por el contenido de carbono en fundiciones hipoeutécticas entre 1,76% de C y 4,3% de C, y fundiciones hipereutécticas entre 4,3% de C y 6,67% de C.

DIAGRAMA HIERRO-CARBURO DE HIERRO Y SU RELACION CON LOS TRATAMIENTOS DE USO MAS FRECUENTE.

La figura 368 muestra la porción de cero a 4.3% de C del diagrama -- hierro-carburo de hierro en la cual se muestran los intervalos de -- temperatura de los siguientes tratamientos: forja, cementación, normalización y recocidos, así como la temperatura de colada.

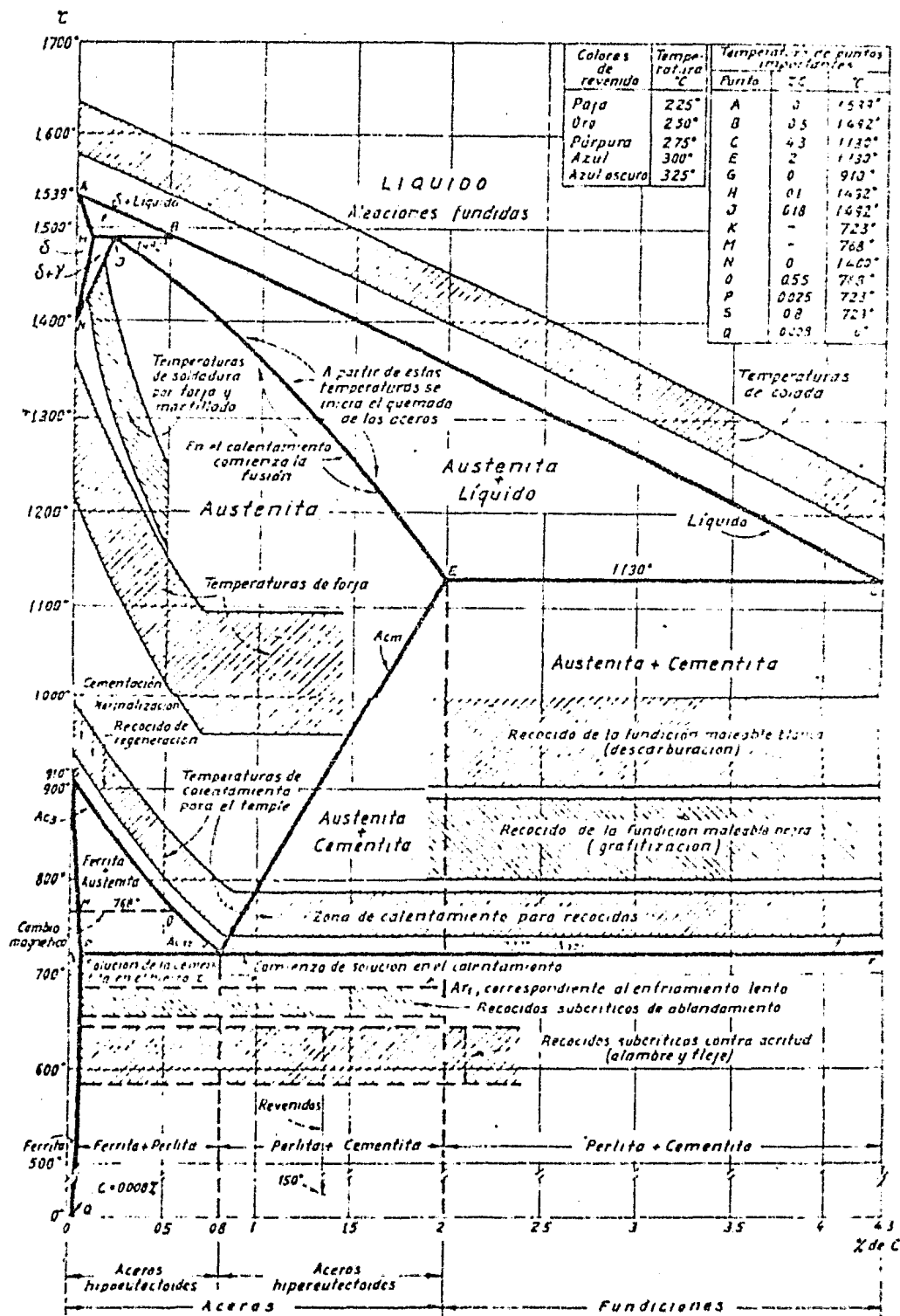


Diagrama de equilibrio hierro-carbono y su relación con los tratamientos térmicos de uso más frecuente

Fig. 368

Habiéndonos referido a la aleación hierro-carburo de hierro, procederemos a tratar los aceros para herramientas.

## 1. ACEROS PARA HERRAMIENTA.

Cualquier acero utilizado como herramienta puede clasificarse técnicamente como acero para herramientas sin embargo, el término suele limitarse a aceros especiales de alta calidad utilizados para corte o formado.

Resulta difícil seleccionar un acero para herramienta adecuado, destinado a una aplicación dada. Lo mejor es correlacionar las características metalúrgicas de los aceros para herramientas con los requisitos del acero en funcionamiento.

En la mayoría de los casos, la selección de un acero para herramienta no se limita a un solo tipo o a una serie en particular para resolver en forma funcional un problema concreto de herramientas. Se considera la productividad esperada, la facilidad de fabricación y costo.

Distinguimos los siguientes aceros para herramientas:

- a) Aceros al carbono.
- b) Aceros rápidos.
- c) Aceros extra-rápidos.

### a) ACEROS AL CARBONO.

Tienen una proporción de carbono que varía entre 0,7 y 1,5%, con una base de Fe, residuos de Mn, Si, P y S. Son forjables de 850 a 1 100°C. La dureza Rockwell C que varía entre 63 y 65 dependiendo la cantidad de carbono, habiéndolos templado.

Se caracterizan por su escasa "dureza en caliente", de modo que su empleo queda prácticamente restringido a la fabricación de herramientas manuales que no necesitan capacidad de corte en caliente.

Las herramientas construidas con este material ofrecen la ventaja de ser fácilmente mecanizables y de bajo costo.

A veces, a la aleación hierro-carbono se mezclan aditivos con el -- objeto de aumentar la dureza del acero, la resistencia al desgaste y la resiliencia. En general se agregan algunos de los siguientes -- elementos: cromo, cobalto, manganeso, molibdeno, níquel, silicio, -- tungsteno y vanadio. En este caso los aceros asumen la denominación

de especiales (ver tabla III.4).

#### b) ACEROS RAPIDOS.

La necesidad de tener que trabajar con las máquinas-herramientas, - los materiales más duros, a velocidades cada vez más elevadas, que - las permitidas por los aceros al carbono, han inducido a buscar nuevos aceros aleados para herramientas, de calidad superior. Se consiguen buenos resultados, cuando a una aleación de hierro-carbono de bajo contenido (0,7 a 0,9%) se le añade un elevado porcentaje de tungsteno (del 13 al 19%), de cromo (del 3,5 al 4,5%) y de vanadio- (del 0,8 al 3,2%).

Las herramientas construidas con estos aceros permiten arrancar la viruta a velocidades redobladas sin perder el filo de corte hasta la temperatura de 600°C y conservando la dureza Rockwell C entre 62 y 64, su dureza en frío es algo inferior a la de los aceros al carbono, pero su dureza en caliente es decisivamente superior. De estos resultados ha nacido la denominación de aceros rápidos (ver tabla III.5).

#### c) ACEROS EXTRA-RAPIDOS.

Son básicamente aceros con la adición de cobalto en proporciones que varían del 4 al 12%. Estos aceros están caracterizados por una notable resistencia del filo cortante aún a temperaturas superiores a 600°C alcanzados con velocidades más elevadas. Los componentes de algunos de estos aceros extra-rápidos se muestran en la tabla III.6.

La preparación de las herramientas de acero rápido y extra-rápido es análoga a la de los aceros al carbono. Los tratamientos térmicos son indicados por el fabricante para cada tipo de material.

Otra clasificación de los aceros para herramientas que es comunmente aplicada se muestra en la tabla III.7.

## 2. CERAMICOS.

Las demandas de mejores materiales de corte, han provocado el descubrimiento de materiales diferentes a los carburos, pero que también

poseen una gran dureza y pueden ser considerados como materiales --  
potenciales para herramientas de corte. Entre ellos se encuentran:

- a) Boruros.
- b) Cermetos.
- c) Oxido de aluminio.

Comunmente conocidos como cerámicos.

#### a) BORUROS.

Los boruros más comunmente aplicados a herramientas de corte son los boruros de titanio y boruros de molibdeno. El titanio tiene la des -  
ventaja que tiende a unirse a los carburos de tungsteno en las hojas  
de los cortadores, por lo que tienden a romperse los filos cortantes.

Los materiales para herramientas a base de carburos de boro, pueden -  
dar rendimiento mayores y a menor costo que los carburos convenciona-  
les. Los boruros poseen una gran dureza y un punto de fusión muy alto,  
con la ventaja de tener un costo de preparación muy bajo.

#### b) CERMETOS.

Un nuevo tipo de material para herramientas denominado cermento, con-  
siste de materiales conglomerados combinando metales y cerámicos o -  
carburos metálicos y cerámicos; como por ejemplo, un material cerámi-  
co puede ser usado como aglomerante para el carburo de titanio.

#### c) OXIDOS DE ALUMINIO.

De los materiales para herramienta a base de cerámico, sin duda algu-  
na el que ha dado mejores resultados y tiene mayor aplicación prác -  
tica es aquel formado por óxidos de aluminio, u óxidos de aluminio --  
combinados con pequeñas cantidades de otros óxidos.

Los cerámicos más usados en herramientas de corte son comunmente cono-  
cidos como óxidos, variando desde un óxido simple a varias combinacio-  
nes. El óxido de aluminio es el mayor ingrediente de la mayoría de los  
cerámicos, pues comunmente llega hasta un 99% de la mezcla total, que-  
dando el 1% restante formando por aleaciones e impurezas. Estos óxidos  
tienen una estructura cristalina de extrema dureza, acompañados por un  
alto grado de fragilidad. En comparación con los carburos, los óxidos--  
tienen una resistencia mayor a las altas temperaturas, junto con una --  
gran dureza, pero cuentan, con muy poca resistencia a las bajas tempe-  
raturas y muy baja ductibilidad del calor. Los cerámicos son también --  
resistentes a los ácidos, poco magnéticos y no les afecta la corrosión.



Las herramientas cerámicas se encuentran disponibles en muchos estilos como triangular, cuadrado, rectangular y redondo. Para casi eliminar las deformaciones producidas por la sujeción en sosténes mecánicos, las secciones se aseguran a un mango de acero mediante epoxy. Al estar montadas en portainsertos adecuados y utilizarse en máquinas precisas y rígidas ofrecen las siguientes ventajas:

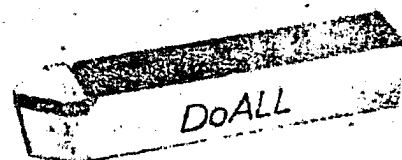
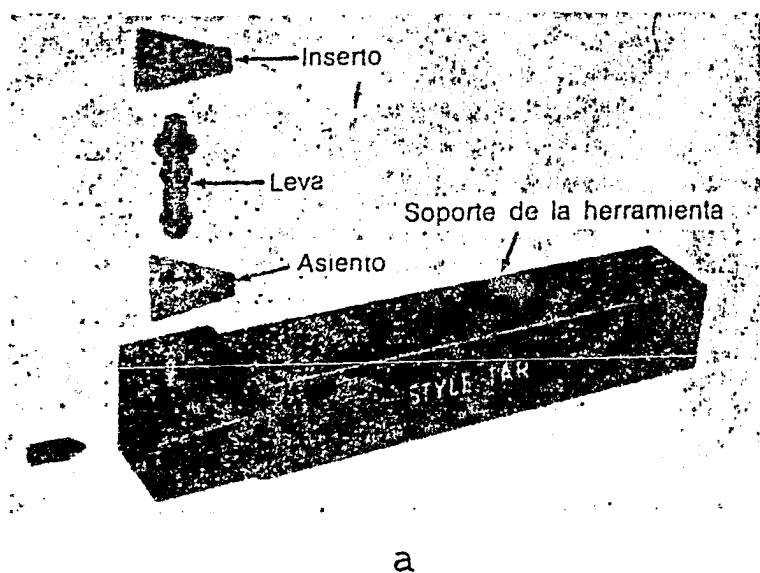
- 1.- Reducción del tiempo de maquinado debido a mayores velocidades de corte (50 a 200% más que las comunes).
- 2.- Pueden hacerse grandes profundidades de corte a altas velocidades superficiales.
- 3.- Aumento de duración en la vida de la herramienta (3 a 10 veces-- mayor).
- 4.- Retención de resistencia y dureza a altas temperaturas de maquinado (mayores a 1 100°C).
- 5.- Obtención de control de tamaño más preciso de las piezas de trabajo, debido a la mayor resistencia al desgaste de las herramientas.
- 6.- Resistentes a la abrasión de arena e inclusiones de las piezas fundidas.
- 7.- Maquinado de materiales tratados térmicamente tan duros como - - 66 Rc.
- 8.- Mejor terminado superficial que con otras herramientas.

Entre las desventajas de las herramientas cerámicas están:

- 1.- Su costo inicial es aproximadamente el doble que las herramientas de carburo.
- 2.- Se necesita una maquinaria más rígida que para otras herramientas de corte.
- 3.- Se requieren más caballos de fuerza para lograr cortes eficaces.

La tabla III.8 muestra comparativamente las propiedades mecánicas de materiales para herramientas.

Como los carburos cementados tienen poca tenacidad y resistencia tensil, la práctica común es soldar o sujetar mecánicamente una pequeña pieza de material de carburo (llamada inserto) a un mango de acero, el cual proporciona un soporte rígido bajo el borde de corte -- (fig. 369). Donde el espacio lo permite, se prefiere la unión mecánica generalmente. Cuando se suelda una cuchilla de corte, al cuerpo o sostén, la herramienta debe quitarse de la máquina para reafilarla con carburo de silicio, o un disco para esmerilar impregnado de diamante. En estas condiciones, solo se pueden usar uno o dos filos de la cuchilla de corte; por lo contrario, cuando la cuchilla de corte es asegurada mecánicamente en el sostén, puede soldarse y voltearse al siguiente borde de corte sin quitar la herramienta de la máquina. Con este procedimiento, se puede disponer de más bordes de corte -- para su utilización. Después de que se han empleado todos los bordes, la práctica común es eliminar la cuchilla de corte de carburo porque resulta menos costoso reemplazarlo que reacondicionarlo por esmerilado. También se elimina el peligro de daño a la sección insertada al soldar.



b

fig. 369 Herramientas de carburos: a) soporte mecánico, y b) herramienta soldada.

Se consumen más carburos cementados para cortar metales que para -- cualquier otro tipo de aplicación. Debido a su capacidad para mante-- ner un borde de corte afilado, los tipos de carburo de tungsteno -- puro son virtualmente los únicos materiales para herramientas utili-- zados con el fin de cortar diversos materiales abrasivos, como fibra de vidrio (Fiberglas) y resinas de fenol. Los carburos que tienen la más alta dureza también se emplean para maquinar hierro fundido blan-- co a Rockwell C 60. Los carburos cementados se utilizan para tala-- dros, escariadores, herramientas para maquinar diámetros -- -- -- --

### 3. CARBUROS CEMENTADOS.

Los carburos cementados se manufacturan mediante las técnicas de la metalurgia de polvos. El proceso consiste, esencialmente, en preparar los polvos de carburos de tungsteno, titanio o tantalio, ya sea mezclando uno o más de esos polvos con un aglutinante, generalmente polvo de cobalto; presionando el polvo mezclado y compactándolo hasta obtener la forma deseada; o sinterizando las formas presionadas para lograr la consolidación.

Estos materiales están hechos de partículas de carburo muy finamente divididas de los metales refractarios, cementadas de manera conjunta por un metal o aleación del grupo hierro, formando un cuerpo de muy alta dureza y gran resistencia compresiva.

Los polvos mezclados se forman de las maneras deseadas mediante presión en frío, seguida de una sinterización; o por medio de presión en calor, durante la cual la presión y la sinterización se hacen al mismo tiempo. Las presiones utilizadas durante la presión en frío varían entre 7,75 y 46,5 Kg/mm<sup>2</sup>, dependiendo del tamaño y la forma del material compacto. El sinterizado se efectúa a temperaturas entre 1371,7 y 1482,22 °C durante 30 a 60 min.. A estas temperaturas, el cobalto forma un eutéctico con los carburos, el cual se convierte en el material aglutinante. Después del enfriamiento, el material compacto sinterizado tiene sus propiedades finales, ya que no responde a ningún tratamiento térmico conocido. Los carburos están presentes como granos individuales y también como una red finamente dispersa resultante de la precipitación durante el enfriamiento del carburo disuelto en el cobalto durante el sinterizado.

Los carburos pueden clasificarse dentro de dos grandes categorías; - a) los grados con sólo carburos de tungsteno utilizados principalmente para maquinar hierro fundido, acero austenítico, y materiales no ferrosos y no metálicos; y b) los grados que contienen mayores cantidades de carburos de titanio y tantalio, utilizados principalmente para maquinar acero ferrítico. En la tabla III.9 aparece una clasificación más detallada con base en la composición.

El excepcional desempeño como herramienta del carburo sinterizado -- resulta de la alta dureza y gran resistencia compresiva, combinadas con una dureza al rojo fuera de lo común. La mínima dureza del carburo sinterizado es aproximadamente la misma que la máxima dureza -- disponible en aceros para herramientas, Rockwell C 67.

La tabla III.10 muestra las propiedades mecánicas compresivas típicas de carburos sinterizados. La resistencia compresiva para la mayoría de las clases es sustancialmente mayor que 351,85 Kg/mm<sup>2</sup>, junto con un módulo de elasticidad muy alto. Ambas propiedades parecen disminuir al aumentar el contenido de cobalto.

interiores y careado, y sierras para la maquinación de metales y de no metales. Las velocidades de corte y tubos de alimentación empleados con las herramientas de carburo suelen ser má altas que las -- utilizadas con acero de alta velocidad o estelita.

La alta dureza y la resistencia al desgaste de los carburos cementados los hacen bien adecuados para diversos trabajos y aplicaciones, como son: revestido de los martillos de forjado y de las triturado--ras de mandíbula, en las acerías, en boquillas de chorro de arena, en calibradores de forma de anillos y de macho y en bloques de cali--bración. Los troqueles de carburo cementado se utilizan para el esti--rado en caliente de tungsteno y molibdeno y para el estirado en frío de alambres, barras y tubos hechos de acero, cobre, aluminio y otros materiales.

Los cerámicos de metal generalmente contienen los carburos de titanio y cromo con níquel, o una aleación de base níquel como aglutinante. En el tipo más común, la fase dura es predominantemente carburo de --titanio, además de carburo de cromo y 30 a 70% de níquel aglutinante. Este tipo tiene gran dureza, alta resistencia a la oxidación, relati--vamente gran resistencia al choque térmico y relativamente baja den--sidad, pero también baja ductilidad y tenacidad. Se utiliza en casos en que el objetivo principal es la resistencia a la abrasión a alta temperatura. Cuando el contenido de aglutinante es menor del 20%, -- los cerámicos de metal se utilizan para cortar acero y hierro fundi--do a alta velocidad con volúmenes de rebaba medios a ligeros.

#### 4. DIAMANTES.

En algunas elaboraciones mecánicas se ha presentado la necesidad de utilizar herramientas de material durísimo para el acabado adecuado de la superficie de elementos de materiales no ferrosos, conservando tolerancias milésimales. Debido a que el diamante en la escala de --durezas Mohs, ocupa el décimo lugar, se pensó en su empleo industri--al.

Se tienen dos tipos de diamantes para usos industriales: los negros y los blancos.

Los diamantes negros son de una sola masa compacta, sin planos; se -- les emplea para la corrección del perfil de las muelas, engastados -- en el extremo de un mango metálico muy robusto.

El diamante blanco es de origen volcánico, constituido por cristales blanquecinos, sin planos de exfoliación. Es empleado, además de para -- rectificar las muelas, también para la operación de mandrinado de -- agujeros y de torneado con la finalidad de conseguir superficies es--peculares y de precisión. Ejemplo de empleo; mandrinado del agujero--

del casquillo (de bronce) para el bulón, en el pie de la biela de un automóvil; mandrinado del agujero cojinete (de metal antifricción) - para el botón de manivela, en la cabeza de la misma biela, etc..

Dada la dureza del diamante, el filo de corte se mantiene eficientemente para un número discreto de piezas, respetando las tolerancias - que varían de 0,002 a 0,003 mm sobre el diámetro.

Los materiales más adecuados para ser trabajados con el diamante --- son: el latón, cobre, bronce, las aleaciones ligeras, el metal "blanco" o "rosa" (antifricción). Las herramientas de diamante se utilizan - también para trabajar los materiales plásticos.

El polvo de diamante se emplea también para la pulimantación de su--- superficies interiores de las estampas para bakelita, o para la fabri- cación de muelas diamantadas.

El diamante ocurre en la naturaleza como carbóno cristalizado - - - (cristales cúbicos de caras centradas). Debido a su perfecta estruc- tura cristalina exhibe grandes propiedades como son:

- 1.- Baja compresibilidad.
- 2.- Un alto módulo de elasticidad.
- 3.- Gran resistencia a la abrasión.
- 4.- Alta conductibilidad.
- 5.- Alto punto de fusión.

El diamante se monta sobre un cuerpo de acero, fijándolo por medio -- de soldadura de plata o por apriete entre dos partes de un soporte - accionado por un tornillo.

En la mayoría de las operaciones de maquinado presentes, los diamantes presentan una larga vida y generalmente su causa de falla se - - debe a descuidos en su manejo más que a su uso. La naturaleza espe- cial del diamante obliga a dar a estas herramientas ángulos comple- tamente diferentes a los del resto de las herramientas, ya que nun- ca se deberá trabajar con puntos en ángulo vivo, sino según un ra--- dio circular.

## 5. MATERIALES DIVERSOS.

Como hemos podido ver en el presente estudio la materia prima prin- cipal en la fabricación de herramientas es el acero, el cual resul- ta predominante ante otros tipos de materiales en la actualidad.-

La utilización de materiales diferentes al acero se lleva a cabo cuando las condiciones del trabajo requieren que las propiedades físicas y mecánicas (ver diamantes, carburos cementados, estelitas, etc.) sean mejoradas.

Además de que en muchos casos es necesario mejorar propiedades, se necesitan también materiales con ciertas características y propiedades diferentes a los tratados en los otros puntos.

Tal es el caso de las maderas y plásticos. Generalmente estos materiales no tienen aplicación directa en la parte activa de la herramienta, y solamente serán parte activa en casos especiales. La función primordial de estos materiales al ser usados generalmente como parte auxiliar de herramientas, será la de dar confort (eliminar peso, reducir el esfuerzo físico, etc.) y seguridad (evitar lastimaduras debidas al óxido, conductividad térmica, conductividad eléctrica, etc.). - - - Considerando que estos materiales pueden formar parte activa de la herramienta, su objetivo será no el de reducir o cambiar las dimensiones y forma de una pieza, sino que solamente su función será de ajuste y sujeción únicamente.

#### a) MADERAS.

Se tratará la estructura y propiedades de la madera considerándola como un alto polímero. Comenzaremos con la macroestructura familiar de la madera, y luego con sus propiedades.

Las características de un corte típico son bastante conocidas y se ilustran en la figura 370.

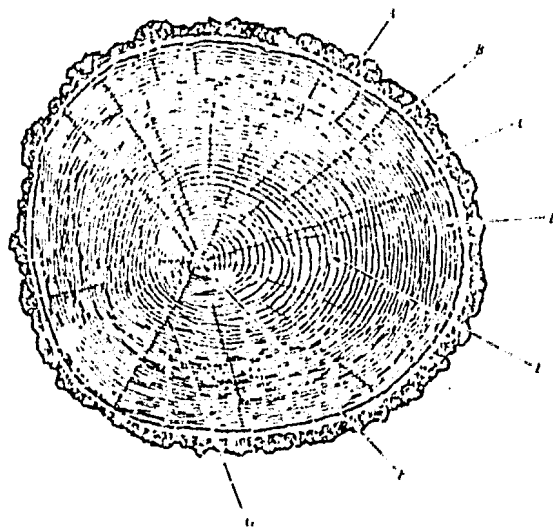


fig. 370 Corte transversal del tronco de un árbol.

A = corteza, B = corteza interna, C = cambium (tejido celular en formación), D = Alburno, E = madera de corazón, F = médula, G = rayos de la madera.

Los anillos anulares se forman en la madera de primavera y la de --

verano. La madera de verano es más densa y tiene mayor resistencia. Se encuentran radios de la madera, G, que pueden conducir a una ruptura radial, las regiones centrales consisten del corazón de la madera, E, el cual transporta poca savia y savia más blanda de la madera, D, cerca a la corteza. Otras características que nos muestra la figura 370 son las grietas, las cuales son separaciones a lo largo y rajaduras, que son las marcas entre los anillos de crecimiento anual. Los dos tipos principales de madera son la dura y la blanda. Las maderas duras, en general, son árboles de hojas anchas y las maderas suaves son coníferas o árboles con hojas en forma de agujas.

La resistencia es marcadamente menor cuando se mide perpendicularmente a la veta. El módulo de elasticidad es mayor en las maderas duras y aumenta mientras se seca. La tabla III.11 muestra las propiedades típicas de la madera transparente.

La debilidad direccional puede reducirse al mínimo al unir dos capas de madera en forma apropiada con un plástico, por ejemplo la madera contrachapada.

La madera encuentra su aplicación en herramientas como: mango para martillo, mazos, marros, y otras herramientas manuales de golpe -- (martillos para repujar, embutir, etc.).

#### b) PLASTICOS.

Como materiales para herramientas y producción, termofraguantes y termoplásticos tienen substancialmente diferentes áreas de aplicación, los termofraguantes generalmente son usados como un material de estructuras, mientras que los termoplásticos son usados primordialmente en aplicaciones como elementos de maquinaria y equipo de proceso.

Solo una relativamente pequeña espectro de materiales termoplásticos es comunmente usado en la fabricación de herramientas. Cabe hacer mención que el uso de los materiales termoplásticos en la aplicación de herramientas es reciente, lo cual representa modificaciones respecto al diseño de la herramienta en cuestión.

A continuación se presentan algunas características de los termoplásticos frecuentemente utilizados en diversas aplicaciones.

NYLON.- Extremadamente fuerte, tenaz, resistente a la abrasión, maquinable, tiene buena resistencia a ataque químico, su aplicación en herramientas lo encontramos en los mangos de destornilladores.

FLUOROCARBONOS.- El más utilizado es el teflón, tiene un alto rango-utilizable de temperatura, químicamente inerte, y buena resistencia eléctrica. La aplicación de los Fluorocarbonos en herramientas lo encontramos en aislamientos para pinzas.

ACETATOS.- Extremadamente rígido y fuerte, con buena resistencia a la fatiga y buena estabilidad dimensional, con bajo coeficiente de fricción estático y dinámico.

POLICARBONATOS.- Los policarbonatos tienen una resistencia al impacto igual a la del acero suave, tiene una buena estabilidad dimensional.

ACRILICOS.- Tienen una muy buena transparencia, buena resistencia al ambiente y fácilmente formable.

## 6. ALEACIONES DURAS (ESTELITAS).

Tras la introducción y los resultados de las herramientas de acero rápido y extra-rápido, en 1925 se experimentaron las primeras aleaciones especiales, no ferrosas, conseguidas con la fusión del cobalto, cromo, wolframio y otros materiales. Las mayores dificultades con que se tropezó fueron esencialmente debidas a la elevada temperatura de fusión que se tenía que conseguir (alrededor de 2800 °C) con los medios de que entonces se disponía, además de los peligros de oxidación provocados por tal temperatura.

Los elementos principales de la aleación citada (estelitas)entran con los siguientes porcentajes medios:

W del 10 al 20%  
 Cr del 20 al 35%  
 Co del 30 al 55%  
 Mo del 10 al 20%

además de pequeños porcentajes de hierro (hasta el 10% ) y de carbono (del 0,5 al 2% ). Estas aleaciones son mejores que las de los aceros extra-rápidos, ya que en relación con las aristas de las herramientas construidas, mantienen también (de 500 a 850 °C) una dureza suficiente; se presentan en cambio muy frágiles a temperaturas inferiores a los 500 °C. (La dureza en frío es, aproximadamente, de 59 Rockwell). Dichas aleaciones son preparadas en forma de plaquitas fundidas, de dimensiones unificadas, a soldar en la extremidad mecanizada de un mango de acero al carbono. La soldadura se efectúa muy fácilmente, interponiendo una lámina de una aleación especial ( 0 de cobre electrolítico) y de bórax entre el asiento practicado en el extremo del mango y la plaquita, calentándolo después con llama aplicada a la parte inferior hasta fundir la lámina interpuesta. (La soldadura se puede conseguir también con los procedimientos de inducción).



Las aleaciones duras se preparan también en forma de barritas cilíndricas o paralelepípedas.

Las herramientas constituidas con estas aleaciones presentan las -- siguientes ventajas:

- 1.- Poder trabajar los metales duros según velocidades de corte - - donde, por rozamiento, se alcanzan temperaturas hasta 800 °C.
- 2.- Recuperación de la dureza inicial cuando la temperatura descien- de por debajo de los 800 °C.
- 3.- No requieren ningún tratamiento térmico.
- 4.- El afilado se realiza fácilmente a la muela como todas las herra- mientas de acero rápido y extra-rápido.
- 5.- El enfriamiento, durante el corte, no debe bajar de los 500 °C, - si no se quiere provocar el resquebrajamiento del filo de corte.

### III. 5 FALLAS DE LAS HERRAMIENTAS.

Para la determinación de las posibles fallas prematuras en las herra- mientas se realiza generalmente un análisis, el cual suele ser com- plejo, sin embargo, dicho análisis revelará generalmente buenas ra-- zones que expliquen cada falla de las herramientas. Son muchos los - factores que hacen que una herramienta falle prematuramente, sin em- bargo en esta sección trataremos los que se presentan con mayor fre- cuencia y por ende los que más pérdidas causan en la industria.

Son cinco los factores principales, que hacen que las herramientas - fallen con mayor frecuencia, y son los siguientes:

- Diseño defectuoso de herramientas.
- Acero defectuoso.
- Tratamiento térmico defectuoso.
- Rectificado inadecuado.
- Sobrecarga mecánica y factores de operación.

### DISEÑO DEFECTUOSO DE HERRAMIENTAS.

Esta puede originar fallas en el tratamiento térmico o durante el - servicio. Cuando se va a temprar una herramienta en un líquido, no deben emplearse grandes secciones próximas a las secciones ligeras.

Durante el templado, enfriarán rápidamente y endurecerán antes que las grandes, lo cual causara esfuerzos por templado que a menudo producen fisuras. Las figuras 371 y 372 muestran un tipo de falla, en cada caso, la presencia de fisuras ocurrió durante el templado debido a esfuerzos excesivos, producidos por el drástico cambio en sección. Este tipo de fallas normalmente pueden evitarse haciendo la herramienta como un ensamble de dos piezas. El empleo de agujeros cuadrados es otra causa principal de que existan fallas en las herramientas debidas al diseño defectuoso. Si es necesario utilizar secciones ligeras y pesadas en forma adyacente o esquinas afiladas, se recomienda usar un acero endurecible en aceite.

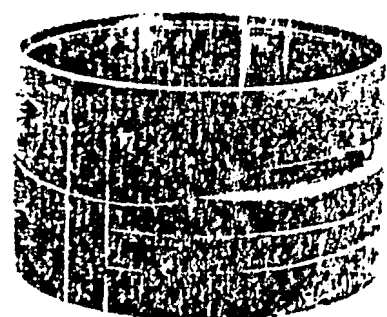
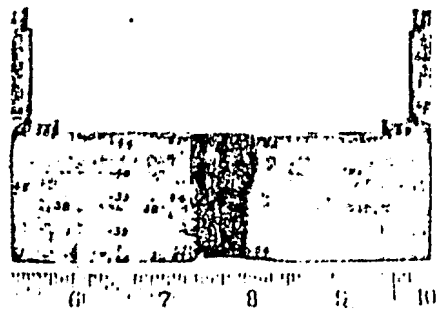


fig. 371

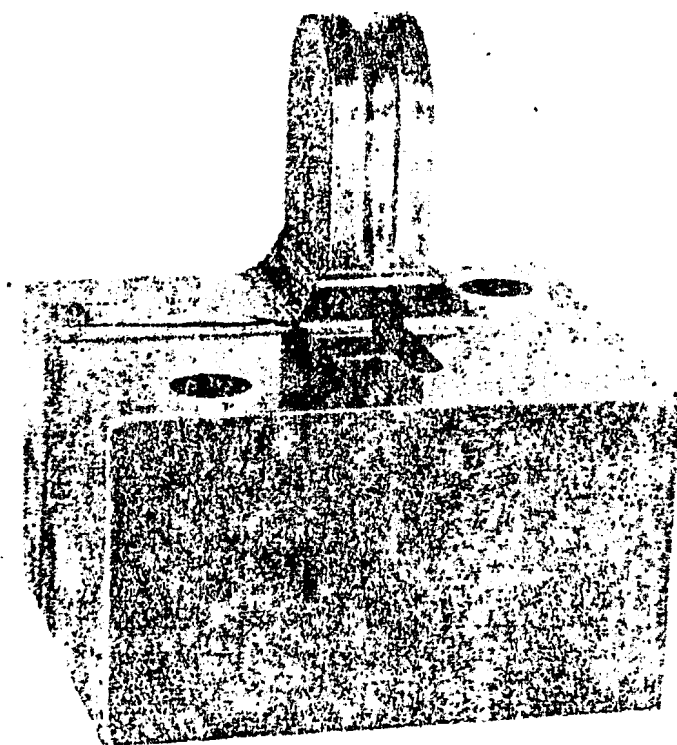


fig. 372

#### ACERO DEFECTUOSO.

A pesar del cuidadoso y estricto control en la manufactura e inspección de los aceros, ocasionalmente hay algún defecto en el acero. -- Estos pueden ser, áreas porosas resultantes del rechupe durante la solidificación del lingote, las cuales se conocen como huecos; o -- bien, haber rayaduras o traslapes debidos a la segregación o a inclusiones no metálicas, las cuales corren longitudinalmente respecto a la barra original. Otros defectos en los aceros son, las fisuras, -- que son defectos transversos superficiales resultantes de trabajar el acero en condiciones en que no se tiene suficiente ductilidad: -- las fisuras internas creadas por enfriamiento, y las fisuras superficiales originadas por enfriamiento como resultado de enfriar demasiado rápido despues de la última operación de forja o laminado, -- También oclusión de gases (Hidrógeno).

Las herramientas hechas de grandes barras (más de 102 mm. de - - - -

diámetro) de aceros al alto cromo generalmente muestran una frágil red de carburo, debido a insuficiente trabajo en calor.

El uso de discos de pequeñas barras forjadas mediante el proceso de recalcamiento proporciona trabajo en calor adicional, lo cual rompe la frágil red de carburo que asegura una distribución más uniforme del carburo. La figura 373 muestra un cortador de fresado de 203,2 mm. de diámetro, el cual falló durante el servicio, un microestudio subsecuente reveló la presencia de una frágil red de carburo. Este cortador de fresado fue hecho de una barra y no se redujo lo suficiente por trabajo en caliente para eliminar los residuos de la red de carburo presente en la pieza fundida.

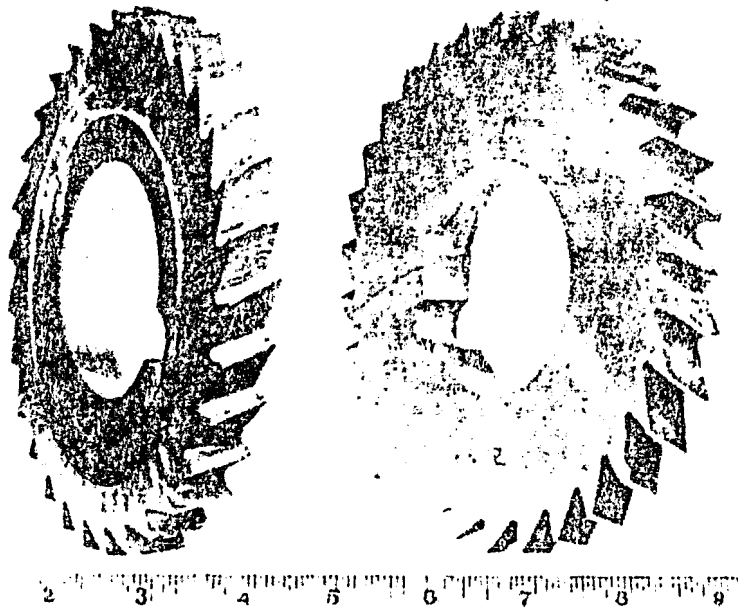


Fig. 373

#### TRATAMIENTO TERMICO DEFECTUOSO.

Es el causante de la gran mayoría de las fallas de las herramientas, las cuales deben ser manejadas de modo adecuado durante y después del temple. Se deben quitar del temple cuando todavía están tibias y transferirse inmediatamente al horno de revenido. Utilizar temperaturas de endurecimiento excesivamente altas produce el engrosamiento de grano, lo cual es evidente sobre una superficie fracturada. La fig. 374 muestra una leva fabricada de acero para herramientas al manganeso endurecible en aceite, la cual tuvo fisuras durante el temple. La microestructura reveló gruesa martensita asicular típica de un acero sobrecalentado, en vez de la microestructura normal de fina martensita revenida y carburos esferoidales. Se estima que este acero se calentó a 982 °C, en vez de la temperatura adecuada (802 °C).

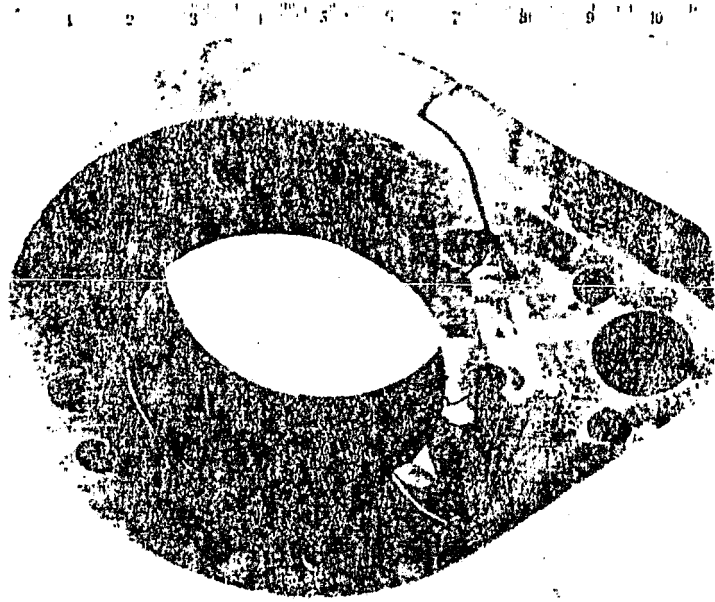


Fig. 374

## RECTIFICADO INADECUADO.

En una herramienta endurecida, debido a la operación de rectificado - se pueden crear excesivos esfuerzos superficiales. Estos esfuerzos - pueden ser lo suficientemente intensos como para producir fisuras. - Ligeras fisuras por rectificado tienden a aparecer a 90° de la dirección de rectificado, en tanto que las grandes fisuras por rectificado presentan un tipo de red característica (ver fig.375).

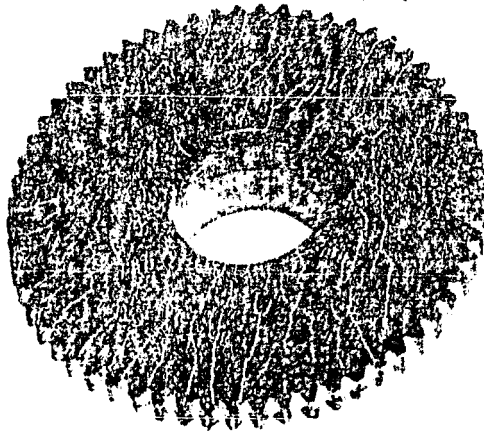


Fig. 375

## SOBRECARGA MECANICA Y FACTORES DE OPERACION.

Los factores mecánicos que producen fallas en las herramientas debidas a sobrecarga pueden ser accidentales o el resultado de una excesiva concentración de esfuerzos o separaciones incorrectas y alineación deficiente. Este tipo de fallas de las herramientas suele ser - difícil de determinar, ya que una minuciosa investigación de la herramienta con fallas no revelará el porqué de su corta vida. - - - -

La figura 376 muestra un escariador con fallas. El cojinete de la izquierda se perforó a un hueco de tamaño menor y, cuando el escariador intento hacer un corte excesivamente grande, se produjo la ruptura.

Una falla común debida a factores de operación se produce en las herramientas utilizadas para operaciones de trabajo en caliente. Estas herramientas se han sometido a continuos esfuerzos térmicos, debido al calentamiento y enfriamiento alterno de las mismas, lo cual da como resultado una red de grietas muy finas, conocidas como fisuras por calor. La figura 377 muestra fisuras por calor producidas en la superficie de la punta de un punzón de acero destinado a herramientas para trabajo. Debe comprenderse que, bajo estas severas condiciones de operación, se espera una eventual falla de la herramienta y que no se puede evitar fácilmente la falla debida a fisuras por calor.

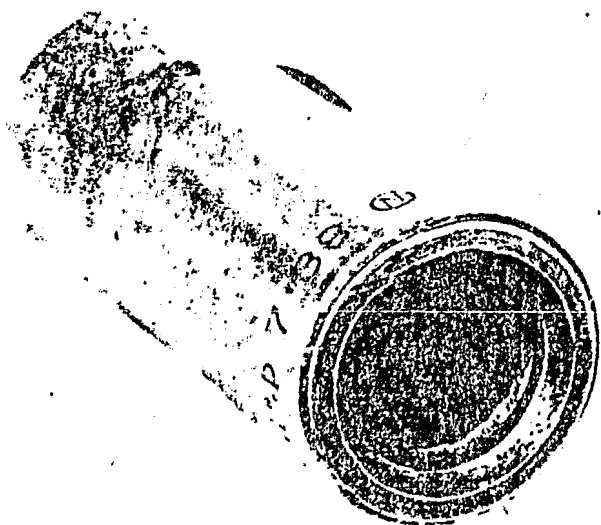


fig.376



fig. 377.

T A B L A S

C A P I T U L O    I I I .

Tabla III.1 Condiciones de ensayo de dureza de distintos materiales

Espesor de la probeta en mm.	Diámetro de la bolita en mm.	Carga $P_b$ en Kg.		
		30 $D^2$ para acero y fundición	10 $D^2$ para cobre duro, latón, bronce y otros	2.5 $D^2$ para materiales más blandos
Más de 6	10	3000	1000	250
De 6 a 3	5	750	250	62,5
Menos de 3	2,5	187,5	62,5	15,6

TABLA III. 2

Dureza Brinell usada en la práctica.	Diámetro de penetración en mm.	Dureza determinada por la fórmula Brinell, en Kg/mm <sup>2</sup>	Dureza determinada por la fórmula Nacher en Kg/mm <sup>2</sup>
		$\frac{P}{D(D - D^2 - d^2)}$	$\frac{4P}{d^2}$
745	2.25	744.8373	744.9606
712	2.30	712.3833	712.5123
682	2.35	681.9783	682.1131
653	2.40	653.4532	653.5940
627	2.45	626.6561	626.8031
601	2.50	601.4502	601.6036
578	2.55	577.7119	577.8717
555	2.60	555.3295	555.4958
534	2.65	534.2014	534.3745
514	2.70	514.2357	514.4157
495	2.75	495.3486	495.5356
477	2.80	477.4637	477.6579
461	2.85	460.5113	460.7128
444	2.90	444.4277	444.6366
429	2.95	429.1544	429.3710
415	3.00	414.6378	414.8622
401	3.05	400.8288	401.0611
388	3.10	387.6820	387.9224
375	3.15	375.1557	375.4044
363	3.20	363.2114	363.4685
352	3.25	351.8136	352.0793
341	3.30	340.9294	341.2039
331	3.35	330.5284	330.8117
321	3.40	320.5823	320.8747
311	3.45	311.0649	311.3666
302	3.50	301.9519	302.2630
293	3.55	293.2207	293.5414
285	3.60	284.8502	285.1807
277	3.65	276.8207	277.1612
269	3.70	269.1140	269.4646
262	3.75	261.7129	262.0738
255	3.80	254.6014	254.9728
248	3.85	247.7647	248.1467
241	3.90	241.1885	241.5815
235	3.95	234.8600	235.2640
229	4.00	228.7666	229.1819
223	4.05	222.8969	223.3236
217	4.10	217.2401	217.6784
212	4.15	211.7858	212.2360
207	4.20	206.5246	206.9868
201	4.25	201.4474	201.9218
197	4.30	196.5455	197.0325
192	4.35	191.8111	192.3107
187	4.40	187.2366	187.7491
183	4.45	182.8147	183.3403
179	4.50	178.5388	179.0776



TABLA III. 3  
 ESCALAS DE DUREZA ROCKWELL.

ESCALA	CARGA MAYOR Kg.	TIPO DE MARCADOR DE MUESCAS	MATERIALES TIPICOS PROBADOS.
A	60	Cono de diamante.	Materiales duros en extremo, carburos de tungsteno, etc.
B	100	Bola de 1,6(1/16")	Materiales de dureza media, aceros al carbono - bajos y medios, latón, - bronce, etc.
C	150	Cono de diamante.	Aceros endurecidos, aleaciones endurecidas y revenidas (tratadas).
D	100	Cono de diamante.	Acero superficialmente - cementado.
E	100	Bola de 3,2(1/8")	Hierro fundido, aleaciones de aluminio y magnesio.
F	60	Bola de 1,6(1/16")	Bronce y cobre recocidos.
G	150	Bola de 1,6(1/16")	Cobre al berilio, bronce fosfórico, etc.
H	60	Bola de 3,2(1/8")	Placa de aluminio.
K	150	Bola de 3,2(1/8")	Hierro fundido, aleaciones de aluminio.
L	60	Bola de 6,4(1/4")	Plásticos y metales suaves, como el plomo.
M	100	Bola de 6,4(1/4")	Plásticos y metales suaves, como el plomo.
P	150	Bola de 6,4(1,4")	Plásticos y metales suaves, como el plomo.
R	60	Bola de 13,0(1/2")	Plásticos y metales suaves, como el plomo.
S	100	Bola de 13,0(1/2")	Plásticos y metales suaves, como el plomo.
V	150	Bola de 13,0(1/2")	Plásticos y metales suaves, como el plomo.

TABLA III. 4

COMPOSICION DE ALGUNOS ACEROS AL CARBON Y ESPECIALES.

Denominación del acero	Medio de temple	Carbono	Manganeso	Silicio	Cromo	Vanadio	Wolframio	Molibdeno	Níquel
Al C.....	agua	1÷1,25	0,25	0,25	-	-	-	-	-
Al C-Va.....	"	"	"	"	-	0,15÷0,30	-	-	-
Al C-Cr.....	"	"	"	"	0,20÷0,50	-	-	-	-
Al C-Cr-Va.....	"	1,10÷1,25	"	"	0,75÷1,50	0,15÷0,25	-	-	-
Al W.....	"	1,25÷1,40	"	0,35	-	-	3,25÷4	0,35	-
Al Mn.....	aceite	0,90÷1	1,5÷2	0,25	-	0,25	-	0,25	-
Al Mn.....	"	"	1,1÷1,4	"	0,40÷0,6	0,15÷0,2	0,4÷0,6	-	-
Al W-Cr.....	"	1÷1,25	0,25	"	0,5÷1	0,25	1,5÷2	0,25	-
Al Cr.....	"	0,85÷1	"	"	1,5÷1,75	-	0,30÷0,5	-	-
Al Cr-Ni.....	"	0,40÷0,75	0,40	"	0,75÷1,5	-	-	0,2÷0,5	1÷2
Al Cr-Mo.....	aire	0,95÷1,05	0,3÷0,7	0,30	4,5÷5,5	0,2÷0,5	-	0,9÷1,1	-
Al Cr-Mn-Mo.....	"	"	1,75÷2,25	"	1,75÷2,25	-	-	"	-
Con alto contenido C-Cr	"	1,40÷1,60	0,30	0,25	11,5÷12,5	0,50	-	0,7÷0,9	-

TABLA III. 5  
COMPOSICION DE ALGUNOS ACEROS RAPIDOS.

Denominación del acero	Carbono	Wolframio	Cromo	Vanadio	Molibdeno	Cobalto
Acero rápido al wolframio:						
18-4-1	0,70÷0,80	17÷19	3,5÷4,5	0,9÷1,3	-	-
18-4-2	0,75÷0,90	"	"	1,8÷2,2	0,6÷0,9	-
18-4-3	0,85÷1	"	"	2,8÷3,2	-	-
14-4-2	0,70÷0,80	13÷15	"	1,8÷2,20	-	-
Acero rápido al molibdeno:						
Mo-W	0,75÷0,85	1,4÷1,6	3,5÷4,5	0,8÷1,2	7÷9	-
W-Mo	0,80÷0,90	6÷6,75	"	1,75÷2,05	5÷5,50	-
Mo-Va	"	-	"	1,80÷2,20	7÷9	-

TABLA III. 6  
COMPOSICION DE ALGUNOS ACEROS EXTRA-RAPIDOS.

Denominación del acero	Carbono	Wolframio	Cromo	Vanadio	Molibdeno	Cobalto
Acero extra-rápido al Cobalto :						
18-4-1 + 4% Co	0,70÷0,75	17÷19	3,5÷4,5	0,9÷1,3	0,50	4
18-4-2 + 7% Co	0,75÷0,80	"	"	1,8÷2,2	0,75	7
20-4,5-1,5+12% Co	0,80÷0,85	19÷21	4,5	1,3÷1,8	1,00	12
14-4-2 + 4% Co	0,75÷0,80	13÷15	3,5÷4,5	1,8÷2,2	0,25	4
Mo + W + 5% Co	0,80÷0,85	1,4	"	0,9÷1,2	9	5

TABLA III. 7  
ACEROS PARA HERRAMIENTAS

DENOMINACION:	COMPOSICION:	APLICACION:
Aceros de corte rápido.	W - Cr - V W - Cr - Co. W - Cr - Mo.	Para herramientas - de torno, cepillo - mecánico, fresadoras, etc., trabajando a altas velocidades.
Aceros de corte no rápido.	W con 10% C. W con 5% C. W con 1% C. Cr - W	Brocas, rimas sólidas y de expansión, etc.
Aceros Indeformables.	Mn hasta 2% Cr hasta 12%	Para matrices y cortantes de forma complicada.
Aceros para trabajos en caliente.	Cr - W	Para estampado y matrices en caliente.
Aceros Inoxidables	Cr	Cuchillos, etc.
Aceros resistentes al desgaste.	Mn 12%	Piezas de trituradoras, uñas, etc.
Aceros al carbono	de 0,6 a 1,5% C	Herramientas de piezas, varios, etc.

TABLA III. 8

PROPIEDADES MECANICAS DE MATERIALES PARA HERRAMIENTAS.

PROPIEDAD	CERAMICO	ACERO DE ALTA VEL.	CARBUR <sup>o</sup> C-2
Resistencia transversa a la ruptura, Kg/mm <sup>2</sup>	63,33	351,85	161,85
Resistencia compresiva Kg/mm <sup>2</sup>	351,85	422,22	457,40
Módulo de elasticidad Kg/mm <sup>2</sup>	0,042X10 <sup>6</sup>	0,022X10 <sup>6</sup>	0,070X10 <sup>6</sup>
Dureza Rockwell A	93	85	92
Microdureza, Knoop 100g	1780	740	1800

TABLA III. 9

## CLASIFICACION DE CARBUROS CEMENTADOS.

GRUPO CARBURO	COMPOSICION PORCENTAJE WC RESIDUAL		DUREZA R/A	APLICACIONES TIPICAS
	Co	TaC + TiC		
CARBURO DE TUNGSTENO PURO				
1	2,5-6,5	0-3	93-91	Cortes finales o bordes medianos en hierro fundido, aleaciones no ferrosas y superaleaciones; troqueles para cargas aplicadas con poco impacto.
2	6,5-15	0-2	92-85	Cortes burdos en hierro fundido; troqueles para cargas aplicadas con impacto moderado.
3	15-30	0-5	88-85	Troqueles para cargas con gran impacto.
CARBURO AGREGADO PREDOMINANTEMENTE TiC				
4	3-7	20-42	93,5-92	Ligeros cortes finales a alta velocidad en acero.
5	7-10	10-22	92,5-90	Cortes y velocidades medias en acero.
6	10-12	8-15	92,0-89	Burdos cortes en acero.
CARBURO AGREGADO PREDOMINANTEMENTE TaC				
7	4,5-8	16-25	93-91	Ligeros cortes en acero
8	8-10	12-20	92-90	Próposito general y grandes cortes en acero
CARBURO AGREGADO EXCLUSIVAMENTE TaC				
9	5,5-16	18-30	91,5-84,0	Aplicaciones que requieren resistencia al desgaste, particularmente donde hay calor.

TABLA III. 10

## PROPIEDADES MECANICAS COMPRESIVAS TIPICAS DE CARBUROS SINTERIZADOS

MEDIDA EN COMPRESION							
GRUPO CARBURO	RESISTENCIA COMPRESIVA Kg/mm <sup>2</sup>	LIMITE ELASTICO Kg/mm <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD MILLONES DE Kg/mm <sup>2</sup>	RAZON POISSON	DUCTILIDAD %	RESISTENCIA A CARGAS APLICADAS CON IMPACTO mm Kg.	LIMITE A LA FATIGA 1000 Kg/mm <sup>2</sup>
1 (3% Co)	432,77	351,85	0,073	0,24	0,60	-	-
2 (6% Co)	432,07	201,25	0,073	0,28	0,85	101,0	0,066
3 (10% Co)	422,22	87,96	0,061	0,20	1,90	152,2	0,073
4 (16% Co)	383,51	66,85	0,053	0,22	2,70	242,1	-
5	439,81	161,85	0,054	0,22	1,00	83,0	0,063
6	375,07	68,25	0,056	0,22	2,00	55,3	0,063
7	446,85	121,74	0,057	0,21	0,90	-	-
8	444,03	175,92	0,056	0,22	1,00	83,0	0,059
9	496,10	168,88	0,06	0,22	1,70	83,0	0,059

TABLA III. 11  
PROPIEDADES TÍPICAS DE LA MADERA TRANSPARENTE.

MADERA	VERDE					SECADO AL AIRE (12% H <sub>2</sub> O)				
	AGUA PORCENTAJE	GRAVEDAD ESPECÍFICA	RESISTENCIA A LA FLUENCIA Kg/mm <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD Kg/mm <sup>2</sup> x10 <sup>4</sup>	RESISTENCIA A LA TRACCION PERPENDICULAR AL GRANO, Kg/mm <sup>2</sup>	GRAVEDAD ESPECÍFICA	RESISTENCIA A LA FLUENCIA Kg/mm <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD Kg/mm <sup>2</sup> x10 <sup>3</sup>	RESISTENCIA A - LA TRACCION PER PENDICULAR AL - GRANO Kg/mm <sup>2</sup>	
MADERAS DURAS										
Abedul amarillo	67	0,55	2,95	1,05	0,302	0,62	7,03	1,41	0,647	
Nogal americano	60	0,64	4,01	1,10		0,72	7,52	0,703		
Roble blanco	72	0,64	3,23	1,06	0,661	0,72	4,64	1,60	0,584	
Nogal negro	81	0,51	3,79	0,99	0,401	0,55	7,38	1,18	0,485	
MADERAS BLANDAS										
Cedro blanco	55	0,29	1,82	0,454	0,168	0,31	3,44	0,562	0,168	
Abeto douglas	38	0,40	2,53	0,830	0,232	0,43	4,43	0,985	0,239	
Pino blanco	68	0,34	2,18	0,717	0,211	0,36	4,22	0,900	0,211	

C A P I T U L O    I V .

N O R M A L I Z A C I O N    E S T U D I O    C O M P A R A T I V O .



#### IV. 1 INTRODUCCION.

En el capítulo I, punto I.3, hablamos de la normalización dando primeramente una definición clara del concepto, y luego se trataron como puntos principales para su estudio: importancia, ventajas, tipos de normas y organismos nacionales e internacionales.

México en la actualidad vive momentos difíciles en su economía, debido a esto se hace cada vez más necesario aplicar la tecnología actual debidamente normalizada de una manera más intensa en los diversos campos industriales.

Desgraciadamente en nuestro país ha existido cierta desconfianza hacia los productos de fabricación nacional, orillando a los usuarios a adquirir productos de importación, repercutiendo esto directamente en la productividad de las industrias. Es en estos momentos cuando los productos de fabricación nacionales se hacen competitivos en cuanto a costos y hasta cierto punto en calidad respecto a los productos de procedencia extranjera, viendo la posibilidad en un futuro de incrementar el volúmen y diversificar la producción tendiente a exportar.

La normalización juega un papel importante para la solución de la problemática actual ya que implica un vínculo más estrecho entre los fabricantes, usuarios y distribuidores de los diversos productos normalizados, unificando de esta manera criterios, mejorando la calidad de los productos y con esto recobrar la confianza, facilitar la disponibilidad e intercambiabilidad.

El presente capítulo desarrollará un estudio comparativo de las Normas Oficiales Mexicanas con respecto a las normas Españolas e internacionales, con la finalidad de detectar posibles discrepancias y aciertos y de ser así sirva como una sugerencia a la DGN para que se corrija o implemente. Para llevar a cabo el siguiente estudio hemos recopilado información de una herramienta manual y dos de corte.

La Dirección General de Normas (DGN) es una unidad administrativa dependiente de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la cual tiene a su cargo entre otras cosas:

I.- Formular, aprobar, expedir, revisar, difundir y vigilar el cumplimiento de las normas y especificaciones oficiales mexicanas que regulan el sistema general de medidas y las de los productos, así como las correspondientes a las clasificaciones y otras.

II.- Promover, difundir y vigilar el cumplimiento de la normalización de productos en el país y organizar y coordinar los comités consultivos correspondientes, conforme a lo establecido en la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas.

México a través de la Dirección General de Normas, es -- miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO); de la Comisión del CODEX Alimentarius (CODEX). La Dirección General de Normas representa a México por ministerio de ley en todos los organismos internacionales de normalización, así como también ante los organismos de normalización de los diferentes países del mundo, -- manteniendo con ellos, intercambio permanente y recíproco de normas y publicaciones estando autorizada por las instituciones nacionales, extranjeras y por los organismos internacionales de normalización, para actuar como intermediaria en la venta de sus publicaciones.

Fases en la Elaboración de Normas Oficiales Mexicanas (DGN).

- 1) Investigación Bibliográfica. Se hace seleccionando el tema, consultando en la hemerobiblioteca de la propia dirección, las normas extranjeras e internacionales relativas al asunto en -- -- -- cuestión.
- 2) Identificación de los Sectores. Se identifican los fabricantes y consumidores del producto a normalizar, así como aquellos institutos de investigación científica y de enseñanza superior conectados con el tema.
- 3) Investigación Industrial. Se hacen visitas a fabricas y consumidores del producto, con objeto de conocer los problemas de las primeras y las necesidades de los segundos.
- 4) Elaboración del Anteproyecto de Norma. Con la información recabada, se procede a elaborar un anteproyecto de norma, el cual es -- boletinado a fabricantes, consumidores e instituciones de investigación científica y de enseñanza superior, relacionados con el producto a normalizar.
- 5) Juntas de Normalización. Los comentarios del anteproyecto de norma circulado entre los sectores interesados, se estudian en juntas de normalización tantas como sean necesarias hasta llegar a un acuerdo entre los sectores productor y consumidor, constituyendo así el proyecto de norma oficial.
- 6) Norma Oficial Mexicana. Los proyectos son revisados y aprobados en su caso por la dirección general de normas y declarados como normas oficiales mexicanas mediante la publicación de su título en el diario oficial de la federación.

Las normas, por decreto de ley se clasifican en opcionales y obligatorias.

-Son normas opcionales las que rigen a artículos cuyos productores voluntariamente o por conveniencia deciden cumplirlas.

- Son normas obligatorias las siguientes:

- a) Las que se establezcan para materiales, productos, artículos o mercancías de consumo en el mercado nacional que específicamente señale la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial cuando lo requieran la economía del país y el interés público.
- b) Las que rigen el sistema general de pesas y medidas.
- c) Las industriales que la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial fija a los materiales, procedimientos o productos que afecten la vida, la seguridad, y la integridad corporal de las personas.
- d) Las que señalen, a juicio de la secretaria, a las mercancías objeto de exportación.

En consecuencia los productos u objetos a que se refiere este párrafo, deberán llevar el sello, marca o señal de norma obligatoria.

La Dirección General de Normas a publicado en el diario oficial de la federación cierto número de normas oficiales mexicanas en vigor, las cuales se pueden consultar en la biblioteca dentro de la misma dirección.

El concepto trata acerca de los diferentes campos de aplicación de las normas la cual cita un orden alfabético que va de la letra "A" a la "Z". La clasificación específica que tipo de norma trata, así tenemos las siguientes: C-calidad; M-métodos de prueba; N-nomenclatura; C y F-calidad y funcionamiento; F-funcionamiento y D-diversos.

Para el presente estudio hemos seleccionado una norma para herramientas de corte (para máquinas-herramientas) y una norma para herramientas manuales, siendo estas normas las oficiales mexicanas, las ISO y las UNE (españolas), con las cuales desarrollaremos el estudio crítico comparativo.

#### IV. 2 ESTUDIO CRITICO COMPARATIVO DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS, ESPAÑOLAS E INTERNACIONALES, SOBRE CUCHILLAS DE TORNO CON PLAQUITAS DE METAL DURO PARA SER SOLDADAS Y PLAQUITAS DE CARBUROS SINTERIZADOS.

El estudio se basara en las siguientes normas:

- a) Norma Oficial Mexicana.

NOM-0-089-001969 \_\_\_\_\_ Norma oficial de dimensiones y clasificación para pastillas de carburos sinterizados para ser soldadas.

NOM-0-090-001970 \_\_\_\_\_ Norma oficial de símbolos y nomenclatura para designar los buriles - con pastillas de carburos sinterizados soldadas.

b) Normas ISO.

ISO R 242-1975 \_\_\_\_\_ Carbide tips for brazing on turning tools.  
(plaquitas de carburo para ser soldadas en herramientas de torno).

ISO R 243-1975 \_\_\_\_\_ Turning tools with carbide tips external tools.  
(Herramientas de torno con plaquitas de carburo-herramienta externa).

Nota. Falta norma ISO 667. La cual no se encuentra en la DGN.

c) Normas UNE (Españolas).

UNE-16 101 \_\_\_\_\_ Plaquitas de metal duro para herramientas de torno.

UNE-16 102 \_\_\_\_\_ Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas.  
(generalidades).

UNE-16 103 \_\_\_\_\_ Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas.  
(Tipo 1 mango recto).

UNE-16 104 \_\_\_\_\_ Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas.  
(Tipo 2 mango acodado).

UNE-16 105 \_\_\_\_\_ Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas.  
(Tipo 3 corte desplazado).

UNE-16 106 \_\_\_\_\_ Herramientas de torno con plaquitas de metal duro soldadas.  
(Tipo 4 corte ancho).

UNE-16 107	Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas. (Tipo 5 corte desplazado).
UNE-16 108	Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas. (Tipo 6 corte desplazado).
UNE-16 109	Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas. (Tipo 7 corte desplazado).
UNE-16 110	Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas. (Tipo 8 para interiores).
UNE-16 111	Herramientas de torno con plaquitas de metal duro soldadas. (Tipo 9 para angulos interiores)
UNE-16 112	Herramientas de torno, con plaquitas de metal duro soldadas. (Tipo 10 corte en punta).

Puntos principales y conceptos que se incluyen en los mismos de cada una de las normas (DGN, ISO, UNE) acerca de las cuchillas de torno con pastillas de carburo sinterizados para ser soldadas.

A) Norma Oficial Mexicana (DGN).

1.- Generalidades y definiciones.

1.1 Generalidades

1.1.1 Alcance

1.2 Definiciones

1.2.1 Buril con pastilla de carburo sinterizados soldada

1.2.2 Vástago

1.2.3 Pastilla

2.- Especificaciones.

2.1 Letras (sist. identificación)

2.2 Números (dimensión nominal)

Símbolos empleados en las figuras y su significado

Geometría del buril

Elementos del buril

Tipos (designación y letras)

Buril mano izquierda y mano derecha (figura)

Tabla dimensional referente al punto 2.2.

- 3.- Apendice
  - 3.1 Observaciones
- B) Normas UNE.

Principalmente trataremos la norma referente a generalidades en esta encontramos(UNE 16-102).

- 1.- Objeto.
- 2.- Definiciones.
  - 2.1 Sentido
  - 2.2 Cuerpo
  - 2.3 Cabeza
  - 2.4 Punta
  - 2.5 Base
- 3.- Designación.
- 4.- Longitudes.
  - 4.1 Altura de la herramienta según longitud
- 5.- Clasificación.
- 6.- Material.
- 7.- Observaciones.
- 8.- Normas para consulta.
- 9.- Correspondencia.

En la clasificación de la norma anterior(punto 5) se encuentran diversos tipos de herramientas de torno con plaquitas de metal duro soldadas, existiendo una norma para cada tipo, dentro de estas normas encontramos los siguientes puntos:

- 1.- Objeto.
- 2.- Medidas.
- 3.- Designación.
- 4.- Normas para consulta.
- 5.- Correspondencia.

C) Normas ISO.

- 1.- Alcance y campo de aplicación.
- 2.- Referencias.
- 3.- Especificaciones.
  - 3.1 Tipos de herramientas externas
  - 3.2 Selección del vástago
  - 3.3 Dimensiones externas
- 4.- Definición de herramienta de mano derecha y herramienta de mano izquierda.

## 5.- Dimensiones.

5.1 Dimensiones respecto a longitud y ancho de la cuchilla para torno.

5.2 Dimensiones de las herramientas de los diferentes tipos.

Para poder visualizar de una manera más clara y poder al mismo tiempo evaluar los puntos anteriormente descritos, realizamos a continuación un cuadro que nos permita comparar las diferencias entre las normas seleccionadas, tomando en cuenta los conceptos que trata cada una de las normas.

N O R M A S

C O N C E P T O	DGN (A)	UNE (B)	ISO (C)
	NOM-0-90-0-1970	UNE 16-102 a UNE 16-112	ISO R 243-1975
1.- ALCANCE Y CAMPO DE APLICACION	REGULAR	MUY BIEN	MUY BIEN
2.- DEFINICIONES			
2.1 SENTIDO	2.1 MUY BIEN	2.1 MUY BIEN	
2.2 CUERPO	2.2 REGULAR	2.2 MUY BIEN	
2.3 CABEZA	2.3 BIEN	2.3 MUY BIEN	NO DEFINIDAS
2.4 PUNTA	2.4 NO DEFINIDA	2.4 MUY BIEN	
2.5 BASE	2.5 NO DEFINIDA	2.5 MUY BIEN	
3.- CLASIFICACION	ONCE TIPOS DIFERENTES	10 TIPOS DIFERENTES	9 TIPOS DIFERENTES
4.- ESPECIFICACIONES			
4.1 MATERIAL	4.1 NO DEFINIDA	4.1 MUY BIEN	4.1 NO DEFINIDA
4.2 DIMENSIONAL	4.2 MAL	4.2 MUY BIEN	4.2 MUY BIEN
5.- DESIGNACION	POR LETRAS Y POR NUMEROS BIEN	MUY BIEN	HACE REFERENCIA A OTRA - NORMA
6.- OBSERVACIONES	BIEN	MUY BIEN	NO DEFINIDA
7.- NORMAS PARA CONSULTA	NO DEFINIDA	MUY BIEN	MUY BIEN
8.- CORRESPONDENCIA	NO DEFINIDA	MUY BIEN	NORMA DE - - REFERENCIA



1. A- Confusa en cuanto a redacción.
1. B- Clara y consisa en su contenido.
1. C- Clara consisa y delimita perfectamente su contenido.
- 2.1A- Es una manera clara y práctica de definir el sentido de la - herramienta.
- 2.1B- Es una manera más técnica la de definir al sentido no pierde su claridad.
- 2.2A- Mala redacción y mala aplicación de la palabra buril. Debido a que buril es una herramienta manual de corte por - - golpe.
- 2.2B- Clara en cuanto a redacción, los dibujos ilustrativos dan mayor claridad a la definición.
- 2.3A- Es correcta en cuanto a redacción, pero en su contenido se -- incluye erroneamente la palabra buril.
- 2.3B- Es una definición sencilla y a la vez clara y ésta representa da en forma esquemática.
- 2.4B, 2.5B-Clara, sencilla y se muestra en forma esquemática.
3. A- Difieren en cuanto a forma y dimensiones en comparación con la norma ISO Y UNE correspondientes. Habiendo México aceptado la clasificación ISO no se justifica esta diferencia.
3. B, 3.C-Concuierda la clasificación ISO Y UNE, excepto en la herra mienta clasificada en la norma UNE como tipo #10 (corte en -- punta).
- 4.1B- Da recomendaciones acerca del material a emplear en el vástago, así como la correspondiente norma de materiales para la - plaquita.
- 4.2A- Las dimensiones deben ser en milímetros y números enteros - - únicamente, las fracciones que aparecen en esta norma son - - debidas a que se realizo una conversión del sistema inglés - al sistema métrico. Además fabricar una herramienta con aproximaciones hasta - -- centesimas de milímetro requiere demasiada precisión que no - es práctica.
- 4.2B, 4.2C-Utiliza dimensiones en milímetros y unidades enteras.
5. A- Es correcta su designación por numeros y letras, el inconve niente surge al tener que multiplicar por cantidades fraccio narias para obtener las dimensiones reales.
5. B- Correcta y hace referencia a otras normas.
5. C- No está dentro del alcance de la norma, haciendo referencia a otra norma para su aplicación.
6. A- Involucra el mal uso de la palabra buril, contiene ejemplos - indicativos del uso de la norma para designar una herramienta.
6. B- Señala indicaciones sobre la misma norma.
7. B- Da información sobre las normas UNE correspondientes.
7. C- Da información sobre las normas ISO correspondientes.
8. B- Concuierda con la recomendación ISO.

Puntos principales y conceptos que se incluyen en cada una de las normas (DGN, ISO, UNE) acerca de pastillas de carburo sinterizado para ser soldadas.

A) NORMA OFICIAL MEXICANA (DGN).

- 1.- Generalidades y definiciones.
  - 1.1.- Generalidades.
    - 1.1.1.- Alcance.
    - 1.1.2.- Datos para el pedido.
  - 2.- Clasificación y especificaciones.
    - 2.1.- Clasificación.
    - 2.2.- Especificaciones.
      - 2.2.1.- Dimensionales.
        - Dimensiones de las pastillas.
        - Radios de las pastillas.
        - Tolerancias en las dimensiones.

B) NORMAS UNE.

- 1.- Objeto.
- 2.- Intercambiabilidad.
- 3.- Designación.
- 4.- Especificación.
- 5.- Normas para consulta.
- 6.- Correspondencia.

C) NORMAS ISO.

- 1.- Alcance y campo de aplicación.
- 2.- Referencias.
- 3.- Intercambiabilidad.
- 4.- Tipos y dimensiones.

N O R M A S

C O N C E P T O	DGN (A)	UNE (B)	ISO (C)
	NOM-0-89-1969	UNE-16-101	ISO-R-242-1975
1.- ALCANCE Y CAMPO DE APLICACION	MUY BIEN	MUY BIEN	MUY BIEN
2.- INTERCAMBIABILIDAD	NO DEFINIDA	MUY BIEN	MUY BIEN
3.- DESIGNACION	REGULAR	MUY BIEN	NO DEFINIDA
4.- ESPECIFICACION			
4.1.- TIPOS	4.1-BIEN (8 TIPOS)	4.1 MUY BIEN- (8 TIPOS)	4.1 MUY BIEN (5 TIPOS)
4.2.- DIMENSIONES	4.2- MAL	4.2 MUY BIEN	4.2 MUY BIEN
5.- NORMAS/CONSULTA	NO DEFINIDA	MUY BIEN	MUY BIEN
6.- CORRESPONDENCIA	NO DEFINIDA	MUY BIEN	NORMAS DE REFEREN CIA

- 1.A, 1.B, 1.C- Definen claramente los alcances de la norma.
- 2.B, 2.C- Se intenta unificar los criterios necesarios en la fabricación de herramientas y lograr así una mayor intercambiabilidad.
- 3.A- Es confusa en cuanto a redacción.
- 3.B- Da un ejemplo de designación y al mismo tiempo da referencia a otra norma para de ahí obtener el grupo de empleo a que pertenece la herramienta.
- 4.1A- Las proyecciones utilizadas para representar los tipos de herramientas se presentan confusas.
- 4.1B, 4.1C - Las representaciones esquemáticas dan mayor información sobre la herramienta en cuestión.
- 4.2A- Involucra unidades en el sistema inglés y trabaja en unidades métricas (mm) hasta milésimas, lo cual conduce a problemas de fabricación.
- 4.2B, 4.2C- Trabaja únicamente en sistema métrico y una sola tabla nos da la información necesaria.
- 5.B- Proporciona información sobre las normas UNE que corresponden.-
- 5.C- Proporciona información sobre las normas ISO correspondientes.-
- 6.B- Concuerda con la norma ISO.

#### IV.3 Estudio crítico comparativo de normas oficiales mexicanas, españolas e internacionales, sobre llaves de dos bocas fijas.

El estudio se basará en las siguientes normas:

##### a) Norma oficial Mexicana.

NOM-O-148-1981 \_\_\_\_\_ Herramientas de mano. Llaves de dos bocas fijas 0,26 radianes -- (15 grados).

##### b) Normas UNE (España).

UNE-16-502-80 \_\_\_\_\_ Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas.  
Tolerancias de aberturas de llaves y de las bocas de apriete. Valores métricos de uso común.

UNE-16-505-80 \_\_\_\_\_ Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas.  
Combinaciones de las aberturas de las llaves dobles de apriete

UNE-16-515-80 \_\_\_\_\_ Herramientas de maniobrar para tornillos y tuercas.  
Llaves fijas, de estrella y combinadas. Dimensiones máximas de las cabezas.

##### c) Normas ISO (internacionales).

ISO R 3318-1982 \_\_\_\_\_ Assembly tools for screws and nuts- open-end double-head engineers' Wrenches, double head box wrenches and combination wrenches maximum widths of heads.

ISO R 1085-1974 \_\_\_\_\_ Combinations of double-ended.

Puntos principales y conceptos que se incluyen en cada una de las normas DGN, ISO, UNE acerca de llaves de dos bocas fijas.

##### A) NORMA OFICIAL MEXICANA (DGN).

- 1.- Objetivo y campo de aplicación.
- 2.- Referencias.

- 3.- Definiciones.
- 3.1.-Bocas.
- 3.2.-Llaves de dos bocas fijas.
- 4.- Clasificación.
- 5.- Especificaciones.
- 5.1.-Par de torsión.
- 5.2.-Dureza.
- 5.3.-Dimensiones.
- 5.4.-Recubrimiento protector.
- 5.5.-Acabado.
- 5.6.-Angulos.
- 6.- Muestreo.
- 7.- Métodos de prueba.
- 7.1.-Par de torsión.
- 7.2.-Dureza.
- 7.3.-Dimensiones.
- 7.4.-Recubrimiento protector.
- 8.- Marcado y envase.
- 8.1.-Marcado.
- 8.2.-Envase.
- 9.- Bibliografía.

B) NORMAS UNE.

- 1.- Objeto y campo de aplicación.
- 2.- Dimensiones máximas de las cabezas.
- 3.- Combinaciones de aberturas.
- 4.- Tolerancias.
- 5.- Designación.
- 6.- Normas para consulta.
- 7.- Correspondencia.

C) NORMAS ISO.

- 1.- Alcance y campo de aplicación.
- 2.- Referencias.
- 3.- Dimensiones máximas de las cabezas.
- 4.- Combinaciones recomendadas.
- 4.1.-Otras combinaciones menos recomendadas.

C O N C E P T O	DGN (A)	N O R M A S		
		UNE (B)	ISO (C)	
		UNE-16-502-80	ISO-R-3318-1982	
	NOM-0-148-1981	UNE-16-505-80	ISO-R-1085-1974	
		UNE-16-515-80		
1.- ALCANCE Y CAMPO DE APLICACION	MUY BIEN	MUY BIEN	MUY BIEN	
2.- REFERENCIAS	BIEN	REGULAR	REGULAR	
3.- DEFINICIONES				
3.1.-BOCAS				
3.2.-LLAVES DE DOS BOCAS FIJAS	MUY BIEN	NO DEFINIDAS	NO DEFINIDAS	
4.- ESPECIFICACIONES				
4.1.-PAR DE TORSION	BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
4.2.-DUREZA	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
4.3.-DIMENSIONES	REGULAR	MUY BIEN	MUY BIEN	
4.4.-RECUBRIMIENTO PROTECTOR	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
4.5.-ACABADO	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
4.6.-ANGULOS	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
4.7.-TOLERANCIAS	BIEN	MUY BIEN	MUY BIEN	
5.- MUESTREO	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
6.- METODOS DE PRUEBAS				
6.1.-PAR DE TORSION	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
6.2.-DUREZA	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
6.3.-DIMENSIONES	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
6.4.-RECUBRIMIENTO PROTECTOR	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
7.- MERCADO	MUY BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	

C O N C E P T O	DGN (A)	N O R M A S		
		UNE (B)	ISO (C)	
	NOM-0-148-1981	UNE-16-502-80	ISO-R-3318-1982	
		UNE-16-505-80	ISO-R-1085-1974	
		UNE-16-515-90		
8.- ENVASE	BIEN	NO DEFINIDA	NO DEFINIDA	
9.- CORRESPONDENCIA BIBLIOGRAFICA	BIEN	MUY BIEN	NORMAS DE REFERENCIA.	



- 1.A, 1.B, 1.C - Definen claramente los alcances de la norma.
- 2.A - Hacen referencia a tres normas; la primera trata el muestreo para inspección por atributos, la segunda determina la dureza de materiales metálicos, y la tercera contiene los métodos para determinar el espesor de los recubrimientos. Creemos que sería conveniente incluir en estas referencias una norma para materiales y tratamientos térmicos.
- 2.B - Cita dos normas de referencia; una respecto a la altura de las cabezas de los tornillos y de las tuercas, y la otra trata acerca de la nomenclatura. No hacen referencia sobre normas de materiales, y tampoco a las ya citadas en el punto 2.A.
- 2.C - Se refieren a dos normas para consulta; una trata los elementos de sujeción (tuercas y tornillos hexagonales y cuadrados), y la otra trata acerca de la nomenclatura. No hacen referencia sobre normas de materiales, y tampoco a las ya citadas en el punto 2.A.
- 3.A - Definen de una manera clara y sencilla.
- 4.1A- Utilizan hasta centésimas de milímetro, y por lo tanto no hay buena precisión.
- 4.2A- Utiliza Sistema Internacional.
- 4.3A- Se da únicamente las combinaciones en Sistema Inglés, siendo estas convertidas a milímetros (hasta centésimas) debiéndose también tener las combinaciones en Sistema Internacional.
- 4.3B, 4.3C - Trabaja las combinaciones en Sistema Internacional únicamente.
- 4.4A- Menciona algunos recubrimientos.
- 4.5A- Definen de una manera clara y concisa.
- 4.6A- Definen de una manera clara y concisa.
- 4.7A- Mencionan el rango de tolerancias mínimas, pero para mayor claridad se debería agregar a la tabla de dimensiones, una columna que muestre la tolerancia correspondiente a cada dimensión. No se mencionan los límites máximos de tolerancia.
- 4.7B, 4.7C - Definen claramente los límites máximos y mínimos de tolerancia y anexan una tabla con las dimensiones nominales de las entrecaras planas con sus correspondientes tolerancias.
- 5.A - Para efecto de este punto se toma en cuenta al fabricante y al consumidor, y haciendo referencia a la norma correspondiente.
- 6.1A- Definen los elementos necesarios y el procedimiento requerido para efectuar esta prueba.
- 6.2A- Citan la norma correspondiente.
- 6.3A- Definen los elementos necesarios y el procedimiento requerido para efectuar esta prueba.
- 6.4A- Hace mención a la norma correspondiente.
- 7.A - Requisitos necesarios para identificación.
- 8.A - Recomendación al empacar.
- 9.A - No se toma en cuenta la norma internacional (ISO).

9.B - Hace referencia a la norma internacional (ISO).

NOTA: Los conceptos contenidos en los cuadros antes expuestos y que no se encuentran definidos se debe a que no estan dentro del alcance de las normas.

C A P I T U L O   V .  
C O N C L U S I O N E S .

La normalización aplicada en los diversos campos industriales nos -- proporciona una ayuda invaluable, ya que facilita el mercado interno como externo. Esto lo pudimos corroborar en el caso particular de -- España al informarnos sobre su evolución tecnológica viendo catálo-- gos actualizados de fabricantes de herramientas, los cuales en el -- presente exportan a más de cincuenta países, satisfaciendo en forma por de más clara las necesidades de ese país donde la unificación y simplificación de sus criterios en la fabricación de herramientas -- los llevo primero a una elevación de su calidad y consecuentemente al aumento de su demanda tanto interna como externa.

Ante la realidad en que se encuentra la industria nacional de un -- aislamiento sobre importaciones (capital, materias primas, equipo, tecnología) nulo o casi nulo, nos obliga a meditar y tomar acción, fomentando mediante normas adecuadas y debidamente revisadas, incre-- mentar la evolución de nuestra propia tecnología.

La evolución tecnológica se puede incrementar cuando exista un con-- tínuo contacto y comunicación entre la industria y los centros de -- enseñanza técnica. Aprovechar y hacer uso de los laboratorios y -- equipos de prueba. Incitar al diseño e interpretación de los mismos y obteniendo los materiales adecuados con la calidad requerida de -- fabricación nacional, para que de esta manera las normas confeccio-- nadas en México tengan primero vigencia en el país, sean sancionadas como tecnología propia y posteriormente sean capaces de competir con los productos de importación (en nuestro caso herramientas), y con-- secuentemente se pueda pensar en las exportaciones.

La normalización la podríamos considerar como "las manos de todo el desarrollo industrial". "pensemos que sin manos no hay quien ponga -- en marcha una máquina", "sin herramienta no hay quien construya una máquina ni sea capaz de repararla".

Los siguientes comentarios y recomendaciones trataran de visualizar de una manera clara y concisa las diferencias entre las normas mexi-- canas, las internacionales y las españolas. Su objetivo es hacer -- una crítica constructiva esperando que nuestros comentarios en caso de ser aceptados conduzcan a las correcciones pertinentes, estas -- son:

1. Las normas oficiales mexicanas NOM - 0 - 089 - 1969 (norma ofi-- cial mexicana para pastillas de carburos sinterizados para ser soldadas) y NOM - 0 - 090 - 1970 (norma oficial mexicana de símbolos -- para designar los buriles con pastillas de carburos sinterizados -- soldadas), se encuentran obsoletas. Por ser la normalización un pro-- ceso interactivo y reiterativo tendiente a internacionalizarse, es aconsejable revisarlas lo más pronto posible respecto a las normas internacionales (ISO).

2. Es recomendable para las normas oficiales mexicanas incluir las referencias y correspondencias respecto a otras normas.
3. Las normas oficiales mexicanas muestran una marcada influencia de las normas estadounidenses.
4. Las normas ISO y UNE tratan con mucha claridad los aspectos dimensionales de las herramientas, las normas mexicanas no hacen más que una conversión del sistema inglés al sistema internacional con aproximaciones hasta centésimas de milímetro, causando así, problemas de fabricación.
5. En la norma oficial mexicana NOM - 0 - 148 -1981 respecto a llaves de dos bocas fijas no se incluye la serie milimétrica de las mismas.
6. Es recomendable para las normas oficiales mexicanas tener un formato más sencillo y agradable a la vista para evitar la distracción y confusión del lector.
7. Es necesario en las normas oficiales mexicanas una mayor participación entre los fabricantes, comerciantes y usuarios para mejorarla normalización.
8. Es necesario hacer mención que notamos una diferencia muy marcada entre las normas oficiales mexicanas editadas en 1981 y las normas oficiales mexicanas editadas en 1969 y 1970, notándose que se ha evolucionado satisfactoriamente.
9. Es indispensable normalizar la terminología de las herramientas debido a que existen confusiones respecto a los nombres de las herramientas ocasionando así una serie de mexicanismos, consecuentemente retrasos en el trabajo, etc., que originan pérdidas para la empresa en cuestión. Por ejemplo se le da el nombre de buril a la herramienta de corte utilizada en torno, siendo que dicha herramienta es una herramienta manual de corte por golpe como se vio en el capítulo II de la presente tesis.

Por último podemos decir que México puede lograr superar su crisis-económica e industrial, si todos los mexicanos cooperamos con nuestro trabajo, ya que, todo cede a la pujanza del trabajo infatigable y también a la necesidad.

B I B L I O G R A F I A .

1. F. Aparicio, J. A. Aparicio, F. Escarpa, F. García, F. Pérez. - Tecnología del metal. Ed. Paraninfo, S.A..
2. Frederich Bendix. Alrededor del trabajo de los metales. Ed. - - Reverté, S.A..
3. Heinrich Gerling. Alrededor de las máquinas herramientas. Ed -- Reverté, S.A..
4. Andrés Ruiz Mijáres. Elementos para el taller. Representaciones y servicios de Ingeniería, S.A..
5. Raúl Espinosa Islas. Procesos de manufactura I y procesos industriales mecánicos, apuntes. Facultad de Ingeniería, UNAM..
6. C. Almonte, M. González. Tecnología aplicada en capacitación de las máquinas herramientas. Héctor Pacheco V. Editor.
7. Leonel Chacón A. Tecnología mecánica I, máquinas-herramientas.- Ed. Limusa.
8. J. Luis Anguiano Gamiño. Tecnología de maquinado, procesos de - manufactura II. IPN, ESIME.
9. Mario Rossi. Máquinas-herramientas modernas, vol. I y II. Ed. - Científico-Médica.
10. Campos Hermanos. Aceros especiales, catálogo general.
11. A. Malishev, G. Nikolaiev, Yu. Shuvalov. Tecnología de los metales. Ed. Mier.
12. Sidney H. Avner. Introducción a la metalurgia física. Ed. Mc -- Graw-Hill.
13. Richard A. Flinn, Paul K. Trojan. Materiales de ingeniería y sus aplicaciones. Ed. Mc Graw-Hill.
14. Myron L. Begeman, B. H. Amstead. Procesos de fabricación. Ed.- - C. E. C.S.A.
15. D.G.N. Normas Oficiales Mexicanas, catálogo.

16. Carlos Armando Noriega Conesa. Estudio sobre herramientas de -- corte para el maquinado de motores automotrices. Tesis Profesional. Universidad Iberoamericana.
17. American Society of Tooling and Manufacturing Engineers. Plastics tooling and manufacturing handbook. Ed. Printice.
18. Escuela del Trabajo Henry Ford. Teoría del Taller. Ed. Mc Graw-Hill.
19. Formación profesional y cultura técnica. Máquinas-Herramientas- /1. Ed. Gustavo Gili, S. A..
20. Enciclopedia Británica. 15a. edición Vol. 8.