

*UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA*



***"GUÍAS PARA LAS PRÁCTICAS  
DE  
TALLER Y LABORATORIOS"***

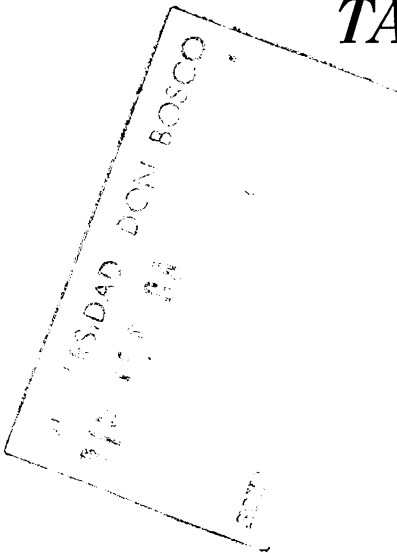
*TESIS PRESENTADA POR:*

***VALERIANO GAVINELLI BOVIO***

*PARA OPTAR AL GRADO DE:*

***TÉCNICO EN INGENIERÍA EN MECÁNICA GENERAL***

***SOYAPANGO 1994***



*Dedicatoria*

*Jesús:*

*Maestro,  
camino,  
verdad,  
vida.*

*CONSEJO DIRECTIVO Y ACADEMICO DEL TECNOLOGICO*

*RECTOR DEL CONSEJO ACADEMICO*

*ING. FEDERICO MIGUEL HUGHET RIVERA*

*SECRETARIO GENERAL*

*PBRO. PIERRE MUYSHONDT*

*SUB-DIRECTOR ACADEMICO*

*ING. MANUEL FERNANDEZ MARENCO*

*ASESORIA*

*SEÑOR FIDEL BLANCO*

## **1.-INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- ANTECEDENTES.**

#### **LA UNIVERSIDAD "DON BOSCO".**

*Después de casi un siglo de presencia en El Salvador, los Salesianos establecieron en 1985 un tercer nivel en su estructura educativa con la creación de la Universidad Don Bosco. Esta comenzó funcionando en el Instituto Don Rúa y en el Instituto Ricaldone, hasta que en 1991 tuvo su nuevo asiento en la Ciudadela Don Bosco con edificios propios. La Universidad tiene planificado la construcción de 18 edificios para todos sus servicios educativos, de los cuales una parte se encuentran terminados y funcionando.*

*La Universidad comprende también un Centro de Investigaciones y Transferencia de Tecnología (CITT) formados por otros 16 edificios para talleres, laboratorios, centro de informática, centro de convenciones y residencia de profesores, investigadores y estudiantes. De los 16 edificios, uno se encuentra terminado y funcionando, que corresponde al taller y parte de los laboratorios de mecánica industrial, mientras que otros cuatro edificios se encuentran, actualmente en proceso de construcción.*

*Anteriormente, toda la parte de talleres y laboratorios se encontraban en el Instituto Ricaldone, al menos por cuanto se refiere a la Facultad de Ingeniería. El traslado de la Universidad a la Ciudadela implicó una total independencia en laboratorios y talleres.*

## *TALLER DE MECÁNICA Y SUS LABORATORIOS.*

*Como se comentó antes, todas las máquinas pertenecían al Instituto Ricaldone, mientras que los laboratorios de HIDRÁULICA y NEUMÁTICA eran propios de la Universidad. Al pasar la Universidad a la Ciudadela quedó completamente sin talleres y laboratorios.*

*Desde el 1988 la Universidad había iniciado un laborioso proyecto con el Gobierno de Italia para equipar algunos talleres y laboratorios. Para fines de 1992 se concreta la ayuda para equipar una parte del taller de mecánica y laboratorio de metrología. El 31 de Enero de 1993 viene inaugurado oficialmente dicho taller. En los meses posteriores se organizaba el mismo y en el mes de Marzo ofrecía servicio a los estudiantes de la Universidad, en particular con el taller de Torno. A su vez se ofrecía servicio de metrología, ensayos de Resistencia de Materiales (con una máquina universal y un durómetro) y tratamientos térmicos.*

*La Universidad, por medio del CITT considera los talleres y laboratorios como algo muy importante para la formación del ingeniero, el cual debe llevar un perfil específico propio: SER SUMAMENTE PRACTICO. En los actuales momentos, el País necesita este tipo de persona para su rápido desarrollo y al mismo tiempo la Universidad, siendo salesiana, tiene esta mística particular.*

## **1.2.- JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.**

*Durante la realización de las práctica de taller y de los laboratorios desarrollados en esta primera parte del año se presentaron diferentes tipos de problemas, alguno propios de cualquier inicio y otros más profundos. Es importante enumerar los problemas mas sobresalientes:*

- 1.- Una falta de coordinación entre la parte teórica y la práctica.*
- 2.- Una falta de conocimientos técnicos sobre los tipos de ensayos y de los aceros existentes en el medio.*
- 3.- No existe una lista de los tipos de ensayos y las prácticas que se desean llevar a cabo durante el respectivo ciclo.*
- 4.- No existen GUÍAS PRACTICAS Y DE LABORATORIO, por medio de las cuales el estudiante, puede orientarse y realizar los laboratorios.*
- 5.- Hace falta complementar más criterios como: la obligación de realizar todos los laboratorios; qué porcentaje de su nota sumada o independiente de la materia "TECNOLOGÍA MECÁNICA I o II y si conviene aumentar el tiempo de duración de los mismos, entre otros.*

## **2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

*De lo presentado anteriormente resulta evidente que para el futuro hace falta una mejor planificación, sea de las prácticas de taller como de laboratorios. En caso contrario los*

*resultados no pueden resultar satisfactorios, desperdiciando la óptima utilización del equipo y de su calidad y al mismo tiempo difícilmente se podría lograr el PERFIL propuesto, del futuro ingeniero.*

*Por consiguiente es indispensable formular otro tipo de planteamiento:*

- \* Las prácticas tengan una motivación más concreta creando mayor interés y dedicación en los estudiantes para llevarlas a cabo.*
- \* Hace falta una mayor coordinación entre las materias afines, para no repetir los mismos laboratorios en diferentes materias o ciclos.*
- \* Dichas prácticas deben llevarse a cabo en la forma más real posible, por consiguiente debe existir una terminología común entre las industrias y la Universidad.*
- \* Es indispensable aprovechar la presencia del equipo existente y emplearlo en una forma más correcta para darle mejor utilidad.*

### **3.- PLAN DE SOLUCIÓN.**

*Se elabora un PLAN DE GUÍAS PARA LAS PRACTICAS DE TALLER Y LABORATORIOS para la mejor utilización de los equipos y máquinas que dispone el taller. Se transmitirá así una FORMACIÓN FUNDAMENTAL BÁSICA EN MECÁNICA para los futuros ingenieros, de acuerdo al plan de estudio que dispone la Universidad, referentes a las siguientes materias:*

*TECNOLOGÍA MECÁNICA I*

*TECNOLOGÍA MECÁNICA II*

*y de laboratorio para:*

*METALURGIA.*

*Las Guías presentan la siguiente organización:*

*-Objetivos*

*-Estructura del laboratorio*

*-Material de apoyo para las guías.*

*-Descripción de las máquina o equipo a utilizarse.*

*-Hojas guías de las diferentes prácticas o laboratorios*

*-Sugerencias.*

#### ***4.-LIMITACIONES***

*No resulta tan sencilla una definición del planteamiento de programas. Hay un contexto histórico muy particular en el cual la vida transcurre con mayor rapidez que antes: la enorme aceleración del ritmo de crecimiento, conocimientos, técnicas, invenciones, la inserción de la computación en la industria y tantos avances tecnológicos.*

*Hoy todo parece **cambiar**: la política cambia, el derecho internacional cambia, el panorama mundial cambia más aceleradamente.*

*En otras naciones se han abandonado ciertas prácticas y laboratorios en máquinas herramienta tradicionales para dedicarla a las máquinas de control numérico, lo cual nos implicaría un cambio completo de una estructura técnica educativa.*

*Dentro de nuestro medio, sigue siendo válido el sistema que fue planteado. Nos queda un largo camino para el cambio. Tarea dura es, y será, crear una mística propia de la Universidad con una orientación técnica que ayude al desarrollo social y económico del País. El tener claros estos objetivos educacionales, ayudará a definir de mejor forma, la difícil tarea de la Universidad. Esta deberá, a su tiempo concretarlos con un programa orgánico de acción, creando un equipo humano que esté dispuesto a hacerlo realidad.*

*Resumiendo, éstas son las principales limitaciones encontradas en el desarrollo del presente trabajo:*

- \* La falta de una fuente de análisis de la realidad de las industrias nacionales, en particular, los cambios realizados internamente en la industria, luego del cambio político.*
- \* La falta de continuidad de los profesores que dictaron las asignaturas: Tecnología I y II y Metalurgia.*
- \* La carencia de un perfil específico de qué tipo de ingenieros, se desee crear.*
- \* El no lograr la asimilación rápida de los cambios, lo cual casi siempre se traduce*

*en soluciones tardías de los problemas.*

*\* La gran extensión del trabajo presentado.*

*\* La falta de tiempo de que se dispone.*

*\* La falta de interés y relación entre la industria y las Universidades o centros de formación técnica para la capacitación concreta de las personas, de acuerdo a la realidad industrial del país.*

*\* La inexistencia de normas nacionales y de las normas ISO, obliga acudir a otras fuentes de normas.*

## **5.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

*a.- Para este trabajo se entrevistó a los profesores que dictan las materias propias del área.*

*b.- Consulta de los libros existentes en la biblioteca de esta Universidad y de otras Instituciones.*

*c.- Visitas a las industrias que realizan ensayo de resistencia de materiales.*

*d.- La acumulación de experiencia, de una previa utilización de las presentes guías en los laboratorios de la Universidad Don Bosco y de la Universidad Politécnica de El Salvador.*

## 6.- INDICE.

- <i>Introducción</i> . . . . .	03
- <i>Guías para las prácticas de taller y laboratorio</i> . . . . .	14
- <i>PARTE I, TECNOLOGIA MECANICA I</i> . . . . .	15
- <i>Metrología</i> . . . . .	18
- <i>Material de apoyo</i> . . . . .	20
- <i>Verificación</i> . . . . .	20
- <i>Medición y comparación</i> . . . . .	22
- <i>Medidas y sus desviaciones</i> . . . . .	24
- <i>Comprobación de longitudes</i> . . . . .	29
- <i>Micrómetro</i> . . . . .	36
- <i>Aparatos comparadores</i> . . . . .	52
- <i>Goniómetro y transportadores</i> . . . . .	47
- <i>Goniómetro de precisión</i> . . . . .	48
- <i>Goniómetro óptico</i> . . . . .	51
- <i>Ajuste</i> . . . . .	74
- <i>Taller y puesto de trabajo</i> . . . . .	76
- <i>Trazado</i> . . . . .	78
- <i>Clase de trazado</i> . . . . .	83
- <i>Limado</i> . . . . .	89

- Técnicas del limado . . . . .	98
- Máquinas para limar . . . . .	109
- Aserrado con desprendimiento de viruta . . . . .	111
- Normas para aserrar a mano . . . . .	119
- Aserrado a máquina . . . . .	120
- Taladrado . . . . .	124
- Máquina de taladrar . . . . .	125
- Normas prácticas . . . . .	134
- Herramienta para taladrar, brocas helicoidales . . . . .	138
- Forma geométrica del ángulo de la punta . . . . .	141
- Otros tipos de brocas . . . . .	145
- Operaciones de taladrado . . . . .	148
- Velocidad de corte y avances . . . . .	149
- PARTE II, TECNOLOGIA MECANICA II . . . . .	156
- Torno paralelo . . . . .	161
- Estructura de la sección de torno . . . . .	161
- Partes del torno . . . . .	163
- Herramientas de corte . . . . .	175
- Elementos de las herramientas de corte único . . . . .	175
- Elementos de corte . . . . .	184

- <i>Clasificación de las herramientas de torno</i> . . . . .	199
- <i>Fijación de la herramienta de corte</i> . . . . .	200
- <i>Montaje de la pieza que se han de torneear</i> . . . . .	205
- <i>Trabajos en el torno</i> . . . . .	222
- <i>Refrentado</i> . . . . .	223
- <i>Cilindrado</i> . . . . .	230
- <i>Torneado cónico</i> . . . . .	234
- <i>Torneado de curvas</i> . . . . .	249
- <i>Troceado y ranurado</i> . . . . .	251
- <i>Moleteado</i> . . . . .	256
- <i>Bibliografía</i> . . . . .	259
- <i>Conclusión</i> . . . . .	260
- <i>Sugerencias</i> . . . . .	262
- <i>Anexos 1 (Guías de laboratorio)</i> . . . . .	264
- <i>Anexos 2 (Tablas complementarias)</i> . . . . .	858
- <i>Anexos 3 (Inventarios)</i> . . . . .	920
- <i>Anexos 4 (Catálogos de las máquinas)</i> . . . . .	955

## 7.- TABLAS.

- Tabla I. Discrepancias admisibles según DIN 7168. . . . .	27
- Tabla II. Planitud en mármoles DIN 876. . . . .	61
- Tabla III. Tolerancia en escuadras de perpendicularidad. . . . .	63
- Tabla IV. Longitudes nominales de Bloques. . . . .	69
- Tabla V. Composición de los Bloques. . . . .	70
- Tabla VI. Preparación de las superficies de trazado. . . . .	82
- Tabla VII. Herramientas para trazar. . . . .	86
- Tabla VIII. Forma de las limas. . . . .	92
- Tabla IX. Grado de corte de limas. . . . .	98
- Tabla X. Máquinas de limar. . . . .	111
- Tabla XI. Ángulos de corte de lima. . . . .	114
- Tabla XII. Características de las hojas de sierra. . . . .	117
- Tabla XIII. Máquinas taladradoras (tipos). . . . .	137
- Tabla XIV. Valores de velocidad de corte y avance. . . . .	150
- Tabla XV. Desgaste admisible en las brocas. . . . .	153
- Tabla XVI. Valores orientativos de ángulos de cuchillas de torno DIN 4951 . . . . .	180
- Tabla XVII. Velocidades de corte usuales en el torneado . . . . .	187
- Tabla XVIII. Avance y profundidad bruta de las cuchillas de torno redondeadas en el afinado . . . . .	191
- Tabla XIX. Medios auxiliares para el cálculo del tiempo de mecanizado . . . . .	195
- Tabla XX. Velocidad en función de la duración de la herramienta . . . . .	197
- Tabla XXI. Características de trabajo con acero rápido . . . . .	198

## **GUÍAS PARA LAS PRACTICAS DE TALLER**

**Y**

## **LABORATORIOS**

*Estas guías para las prácticas de taller y laboratorios sirven para las siguientes materias:*

*- TECNOLOGÍA MECÁNICA I*

*- TECNOLOGÍA MECÁNICA II*

*- METALURGIA*

**PARTE I**  
**TECNOLOGÍA MECÁNICA I**

**A. OBJETIVOS GENERALES**

- *Asimilar y utilizar las nuevas técnicas de aprendizaje, estudio y trabajo personal y en grupo.*
- *Desarrollar la capacidad de observación y experimentación.*
- *Desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad de análisis, síntesis, abstracción y evaluación.*
- *Desarrollar la capacidad para interpretar los conocimientos adquiridos sobre: materiales, herramientas, maquinaria, planos, instalaciones, procesos de trabajo, mejora de métodos, nuevos medios de producción.*
- *Saber aplicar lo aprendido a solucionar problemas típicos, propios del desarrollo tecnológico de su profesión.*
- *Desarrollar: orden, precisión, intercambiabilidad, sentido estético, organización, vocación y gusto por el trabajo.*
- *Desarrollar el ingenio para mejorar los métodos y tiempos de fabricación.*

*Desarrollar la habilidad manual para la ejecución de trabajos de precisión.*

*- Explicar el fundamento y apreciaciones de los diferentes instrumentos de medida para medir correctamente.*

*- Adquirir un vocabulario técnico para una adecuada expresión profesional.*

*- Conocer la nomenclatura de herramientas, accesorios, máquinas y su denominación normalizada para facilitar los pedidos.*

*- Conocer básicamente otras profesiones para facilitar la transferencia de tecnología teniendo en cuenta la evolución y la creación de nuevas profesiones.*

### **METODOLOGÍA GENERAL**

*- Explicación de la tecnología aplicada en el aula o taller.*

*- Explicación por medio de dibujos y carteles didácticos apropiados para cada instrumento y herramienta.*

*- Seguimiento individual durante el laboratorio para la buena y correcta utilización del instrumento.*

*- Atención a las dificultades que el alumno tenga.*

## **EVALUACIÓN GENERAL**

### **1. El ALUMNO se autoevaluará con la presentación de:**

- *Resultados de control de calidad.*
- *Presentación de los procesos de medición*
- *Capacidad de aprendizaje.*

### **2. EL ALUMNO ENTREGARA AL FINAL DE LA EVALUACIÓN**

#### **EN UNA CARPETA**

- *Hoja de proceso.*
- *Hoja de corrección.*
- *Trabajos de investigación.*

## **SUBDIVISION DE LA MATERIA**

*Para el desarrollo del tema es oportuno realizar la siguiente subdivisión:*

**I METROLOGIA**

**II OPERACIONES A MANO**

## I METROLOGIA



### 1.1.- *Objetivos específicos.*

- *Conocer los diversos sistemas de medida y sus unidades.*
- *Seleccionar los instrumentos adecuados para verificación de superficies y manera de usarlos para cada pieza.*
- *Describir los diferentes instrumentos que se van a utilizar, partes que los componen, materiales y características.*
- *Conocer los instrumentos de medida lineal y razonar el fundamento del nonio.*
- *Conocer los diversos instrumentos empleados en la medición de ángulos.*
- *Comprender y dominar la lectura en los diversos tipos de instrumentos.*
- *Aprender a medir.*

### 1.2.- **ESTRUCTURA DEL LABORATORIO DE METROLOGIA**

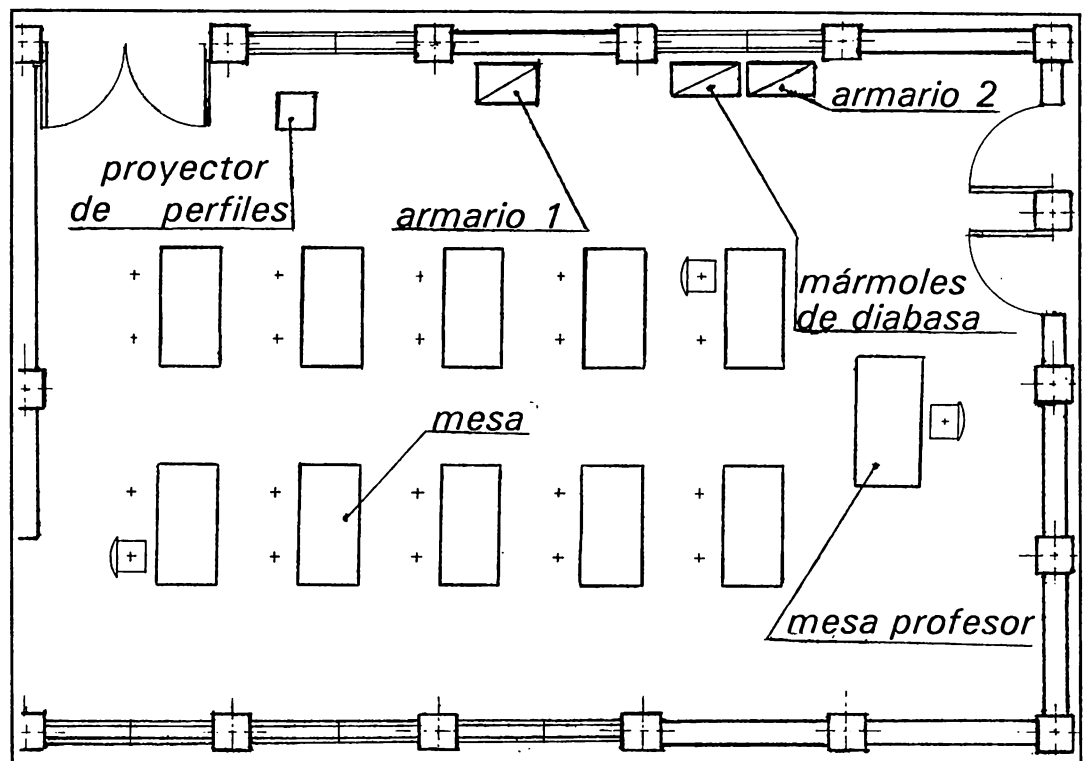
*La elección de la palabra "laboratorio" en lugar de taller, sala, gabinete, etc., viene dada por la experiencia, pues las características de estos centros, en cuanto han de proporcionar una cierta precisión, son las de un laboratorio. De hecho así suelen denominarse en los talleres y empresas en que existen.*

*La Institución dispone, por el momento, de un laboratorio básico en el cual se pueden realizar medidas, según los métodos establecidos.*

En concreto en nuestro laboratorio se pueden realizar las siguientes mediciones:

- \* Con Bloques patrón (interferometría y comparación).
- \* Longitudes y cotas lineales en piezas.
- \* Formas (comparadores específicos)<sup>1</sup>.

Presenta la siguiente distribución:



Distribución de planta del laboratorio de metrología.

<sup>1</sup>Detalle de los instrumentos de este laboratorio ver anexo IV.

### 1.3. MATERIAL DE APOYO.

#### 1.3.1. VERIFICACIÓN



##### 1.3.1.1. Objeto de la verificación o comprobación

*La fabricación moderna no es posible sin una exigente verificación.*

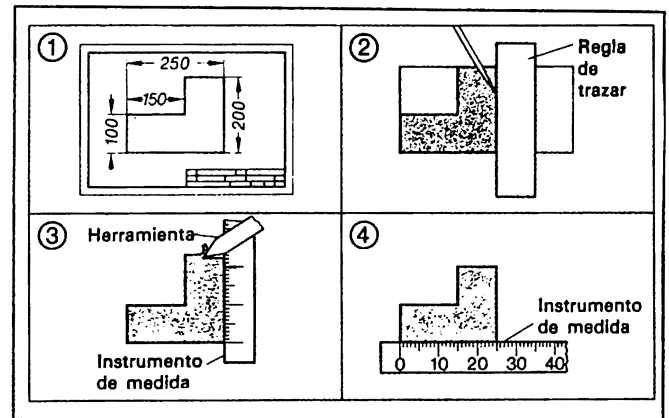
*El proceso de fabricación comprende (Fig. 1):*

*a) Establecer en el plano: medidas, formas, estado superficial y materiales en un plano.*

*b) Establecer las dimensiones de la pieza bruta.*

*c) Lograr las dimensiones finales durante la fabricación.*

*d) Controlar las medidas de la pieza terminada.*



*Fig.1 Etapas de la fabricación industrial.*

*"Hacer las cosas a ojo" no es conveniente, porque muchas piezas deben ser intercambiables, por ejemplo en la fabricación de automóviles.*

*La verificación debe ofrecer una respuesta a la pregunta: ¿ Se ajusta la pieza terminada a las medidas y forma geométricas exigidas en los planos? Al final de todos los procesos de verificación es preciso tomar una decisión (Fig. 2):*

- **Sí, se han cumplido las condiciones establecidas.**
- **No, no se han cumplido las condiciones establecidas.**

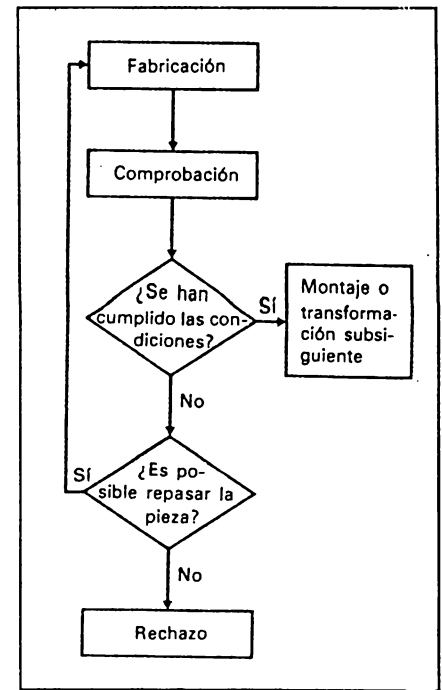


Fig. 2 Desarrollo de un proceso de comprobación o verificación.

*Las dimensiones y las formas se indican mediante longitudes y ángulos. En la práctica industrial se entiende la comprobación en su sentido objetivo<sup>2</sup>.*

*Las evaluaciones subjetivas no sirven para comprobar longitudes, porque en la fabricación sólo se pueden admitir propiedades expresadas numéricamente.*

<sup>2</sup>

Objetivo = concreto, real.

Subjetivo = personal, particular, abstracto.

### 1.3.1.2. Medición y comparación

La verificación objetiva, se subdivide en *medición y comparación (o calibrado)*, (Fig 3).

**Medir** es la operación por la cual se establece cuántas veces una magnitud es mayor o menor que otra,

tomada como unidad. Supone esta operación expresar concretamente cuánto vale esa magnitud, con una exactitud mayor o menor, según la precisión de los instrumentos empleados.

El resultado de la medición es la *medida real*. Se determina como múltiplo de una unidad y se indica como producto del valor numérico por la unidad.

**Magnitud = valor numérico . unidad**

$$l = 2 \cdot m$$

Para las necesidades de la técnica y de la vida diaria, existe una diversidad de magnitudes físicas y de unidades correspondientes.

**Comparar o calibrar** es controlar con un instrumento la pieza que se va a comprobar. El resultado de esta

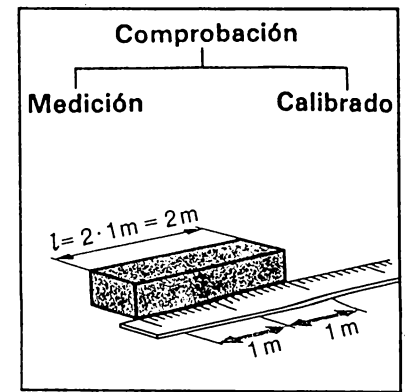


Fig.3 Medir es comparar.

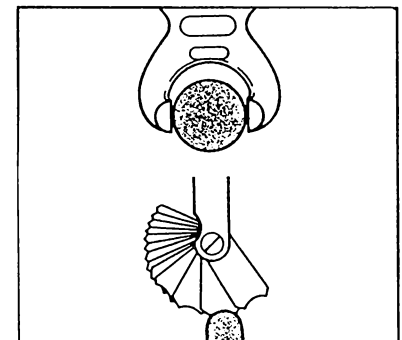


Fig. 4 Calibres de medida y de forma.

comparación es determinar si las medidas de la pieza sobrepasan un límite preestablecido.

Los **calibres de medidas** sirven para comprobar las longitudes. Los **calibres de forma** sirven para comprobar la forma de las piezas (Fig. 4). En la operación de comprobación se verifica si la medida y/o forma reales difieren de la medida o de la forma obligadas. No se efectúa una indicación numérica de la posible desviación.

### 1.3.1.3. Unidades para medir longitudes y ángulos

Para poder medir hace falta una unidad establecida con carácter vinculante, para comparar con ella los valores desconocidos de las magnitudes.

La unidad fundamental de longitud en el S.I. es el **metro**.

Inicialmente se estableció que el metro era la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre. Desde 1960 se usa como medida comparativa la longitud de onda producida, bajo determinadas condiciones, por una lámpara de kriptón (DIN 7180)<sup>3</sup>.

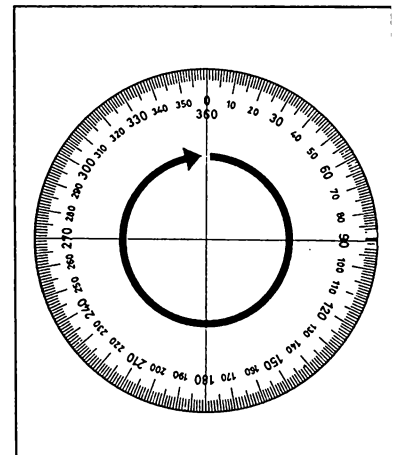


Fig. 5 División del círculo completo en 360 grados.

<sup>3</sup>DIN normas nacionales de Alemania. (Deutscher Normenausschuss)

*En la industria del metal se indican por lo regular las medidas de longitud en milímetros. Por ello, según DIN 406, no es necesario indicar la unidad en los planos.*

*La unidad corrientemente utilizada para medir ángulos en las técnicas de fabricación en el Sistema centesimal y sexagesimal es el **grado**.*

*Como símbolos para los ángulos se emplean, según DIN 1304, letras griegas minúsculas. Ejemplos  $\alpha$ ,  $\beta$ , gamma.*

*Si la circunferencia de un círculo completo se divide en 360 partes iguales:  $1/360$  de la circunferencia =  $1^\circ$  (Fig. 5).*

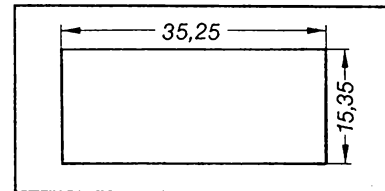
*El grado a su vez se subdivide en **minutos** ('), y los minutos en **segundos** (").*

#### **1.3.1.4 Medidas y sus desviaciones**

*Las medidas 15,35 mm y 35,25 mm del plano representado en la Fig. 6 no pueden conseguirse durante la fabricación. Esto ni es necesario ni deseable,*

*porque al aumentar la precisión aumenta considerablemente los costos de fabricación. Es por tanto aplicable el principio:*

*La fabricación económica debe ser la más barata posible y debe ser tan exacta como sea necesario.-*



*Fig.6 Dimensiones en plano.*

Desde luego, no deben resultar disminuidos ni el funcionamiento ni la duración de las piezas terminadas. Por este motivo el plano contiene, de forma inequívoca, las desviaciones admisibles en las medidas. Las designaciones necesarias para ello están normalizadas en DIN 7182. Se va a tratar de ellas aquí considerando un ejemplo.

La **medida nominal**  $N$  (en el ejemplo  $N = 110$ ) es la indicación auténtica de la dimensión, a la que se refieren las desviaciones admisibles. Las **discrepancias admisibles**  $A_o$  y  $A_u$  (en el ejemplo  $A_o = +0,2$  y  $A_u = -0,1$ ) indican las desviaciones admisibles con respecto a la medida nominal.

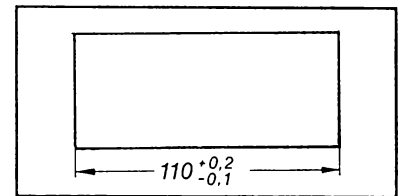


Fig.7 Indicación de desviaciones de las dimensiones en un plano (dimensión tolerada).

La **medida alterada** (en el ejemplo  $110^{+0,2}$ ) es la indicación de medida compuesta por su valor nominal y por las discrepancias admisibles superior  $A_o$  e inferior  $A_u$ . Significa que la pieza terminada puede ser 0,2 mm mayor o 0,1 mm menor que la medida nominal, (Fig. 8).

La **medida real**  $I$  es la que se obtiene midiendo en algún lugar determinado de la pieza. Puede ser, por ejemplo,  $I = 110,05$  mm. Debido a las desviaciones de la forma, las medidas reales pueden ser diferentes en distintos lugares de la pieza.

Las **medidas límite** (máxima y mínima) son las dos medidas entre las que tiene que

estar comprendida la medida real.

La **medida máxima**  $G$  se obtiene a partir de la suma de medida nominal a la que se ha propuesto y la **discrepancia superior**, y la **medida mínima**  $K$  a partir de la medida nominal y la **discrepancia inferior**.

La **tolerancia**  $T_m$  es la diferencia entre la medida máxima  $G$  y la medida mínima  $K$ . Si no existe posibilidad de confusión puede escribirse simplemente  $T$ .

El valor de la tolerancia elegida dependerá de la aplicación de la pieza terminada, del tamaño de la medida nominal y del material con que se va a fabricar la pieza.

Todas las piezas que cumplen las dos condiciones de:

- no ser menores que la medida mínima
- no ser mayores que la medida máxima,

están correctamente fabricadas, bajo el punto de vista dimensional.

Si un plano no indica las discrepancias admisibles, correspondientes a las medidas

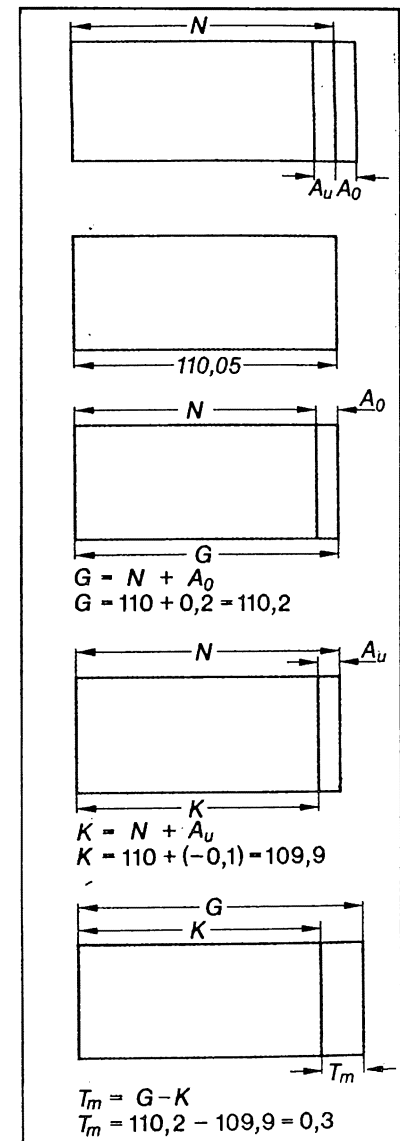


Fig.8 Dimensiones y sus desviaciones.

nominales, son aplicables las de DIN 7168 expuestas en la tabla 1.

**TABLA I: Discrepancias admisibles según DIN 7168**

Grado de precisión	Discrepancias en mm en la zona de medidas nominales, en mm											
	Más 0,5 hasta 3	Más 3 hasta 6	Más 6 hasta 30	Más 30 hasta 120	Más 120 hasta 400	Más 400 hasta 1000	Más 1000 hasta 2000	Más 2000 hasta 4000	Más 4000 hasta 8000	Más 8000 hasta 12000	Más 12000 hasta 16000	Más 16000 hasta 20000
f (fino)	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± —	± —	± —	± —
m (medio)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	5	6
g (basto)	0,15	0,2	0,5	0,8	1,2	2	3	4	5	6	7	8
sg (muy basto)	—	0,5	1	1,5	2	3	4	6	8	10	12	12

### 1.3.1.5. Errores de las mediciones

No es posible medir sin errores.

Los resultados de las mediciones pueden estar falseados por el objeto que se mide, por el aparato de medida, por influencias ambientales y por la persona que efectúa la medición.

No es posible medir con suficiente precisión una pieza que posee superficie basta, con rebabas, ondulaciones, surcos o cavidades, y que contenga restos de aceite, grasa o polvo.

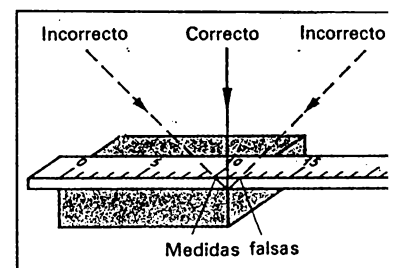
*Los aparatos de medida y los calibres no se pueden fabricar con precisión absoluta. Después de un uso prolongado el desgaste puede producir errores de medida.*

*Las influencias ambientales tales como oscilaciones de temperatura, humedad de aire o campos magnéticos pueden falsear las mediciones. Para medir con precisión hace falta un local climatizado, con temperatura del aire de 20 °C y una humedad de aire del 58%.<sup>4</sup> Las piezas deben estar también a la temperatura de referencia, de 20 °C, durante la medición (DIN 102).*

*Los errores de medida personales se producen cuando el operario no posee suficiente capacidad visual, concentración, ni habilidad en el manejo de aparatos de medida. Un error frecuente de lectura es el de "paralaje" (Fig. 9).*

### **1.3.1.6. Manejo de aparatos de medida y de calibres**

*Es indispensable manejar con precaución y cuidado los elementos de medida para que los aparatos no queden inservibles al poco tiempo. ¡Los aparatos de medida, que se dejan entre herramientas o sobre la calefacción, sobre máquinas en marcha, o que están en contacto con polvo y agua, ocasionar*



*Fig.9 Errores de medida debido a paralaje.*

---

<sup>4</sup> Esta humedad del aire es necesario por motivos técnicos.

*pronto considerables errores de medida!*

*Sólo se consigue mediciones correctas si el operario tiene un alto grado de responsabilidad, cuidado, paciencia, fino sentido manual y suficiente experiencia.*

### **1.3.2. COMPROBACIÓN DE LONGITUDES**

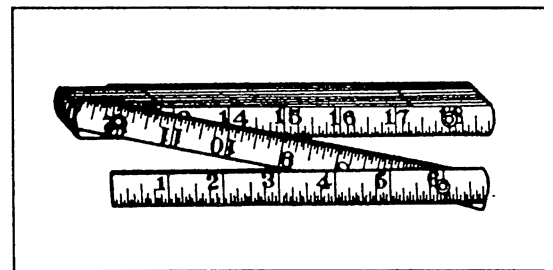
*Los instrumentos de medida y control de longitudes son aquellos que sirven para leer directamente las dimensiones comprendidas entre dos caras, dos generatrices o puntos de una pieza.*

*Los usados normalmente son siguientes: metros, reglas graduadas, calibradores, y micrómetros.*

#### **1.3.2.1. Metros**

*Los metros pueden ser:*

*a) Plegables. - Corrientemente son de acero y tienen diez brazos. Se hacen también en latón o en aleaciones de aluminio. Sólo sirven para tomar una dimensión aproximada, ya que sus articulaciones (punto de unión de*



*Fig.10 Metro plegable.*

los brazos) toman juego, además de que supone una dificultad el ponerlos perfectamente rectos. Se pueden utilizar siempre que la tolerancia admitida en la medida sea superior a medio milímetro (Fig. 10).

También se construyen dobles metros en duraluminio, de diez brazos o ramales.

b) Flexibles. - Están formados por una cinta de acero graduada en centímetros y milímetros, y su longitud oscila entre 50 cm. y 2 m.. Algunas veces, los diez primeros centímetros están también divididos en medios milímetros.

Son muy prácticos para medir contornos curvilíneos, dada su flexibilidad, pero tienen un inconveniente de ser algo limitado. Preferentemente son utilizados por los modelistas y constructores en carpintería metálica (Fig. 11).

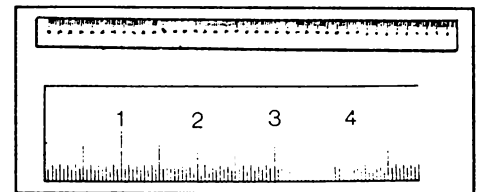


Fig.11 Metros flexibles.

c) Flexibles y arrollables. - Es una cinta de acero flexible graduada en centímetros y milímetros y de longitud de uno o dos metros, que va arrollada en el interior de una cajita, para su mejor manejo y conservación. Es suficientemente rígido, gracias a su temple y al curvado transversal (Fig. 12).

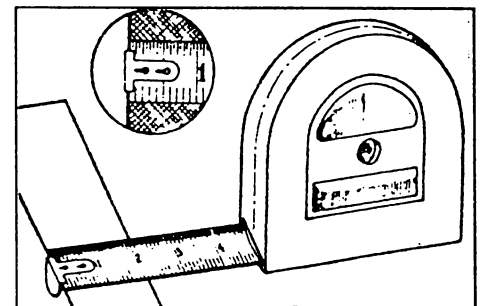


Fig.12 Metro flexible y arrollable.

### 1.3.2.2. Reglas graduadas

Se construyen de una barra rígida de acero, de sección rectangular. La longitud oscila entre los 10 cm y los 2 m , graduadas en milímetros y medios milímetros.

Se emplean para el trazado de líneas rectas y para medir cuando no se dispone de otro instrumento de medida. Siempre que sea posible se recomienda auxiliarse de una escuadra de tacón (Fig. 13).

Para ello se aplica la escuadra por su canto inferior sobre la pieza, y a la extremidad del saliente (tacón) se apoya la regla graduada; de esta forma se tiene la seguridad de efectuar una medición rigurosa.

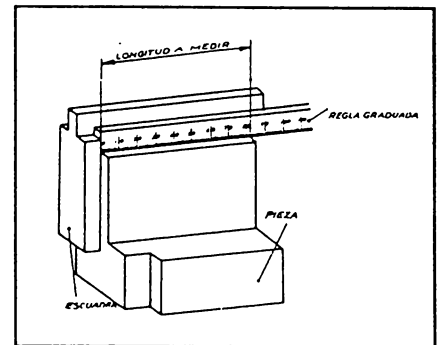


Fig.13 Medición con regla auxiliada de escuadra.

Reglas de tacón.- Estas reglas llevan adosada una pieza saliente o tacón, precisamente en la extremidad donde está la graduación cero. Este tacón reemplaza a la escuadra y facilita el empleo de la regla (Fig. 14).

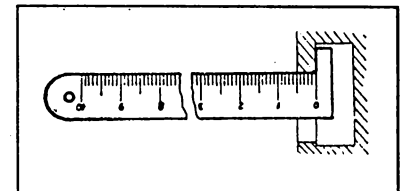


Fig.14 Regla de tacón.

Para conservar las graduaciones con claridad, tanto en los metros como en las escuadras, hay que evitar que estos instrumentos sean rayados por las piezas a medir, siendo conveniente engrasarlos suavemente de cuando en cuando, para protegerlos de la oxidación.

### 1.3.2.3. CALIBRADOR O PIE DE REY

Es muy empleado para pequeñas y medianas precisiones. Consta de una regla de acero, graduada y doblada a escuadra por un extremo. La regla doblada constituye la boca fija. Otra regla menor, también doblada a escuadra, llamada cursor o corredera, se desliza con frotamiento suave sobre la primera y constituye la boca móvil, (Fig. 15).

Lleva bordes biselados, en unos de cuales tiene una graduación especial llamada nonio<sup>5</sup> que al desplazarse lo hace junto a la escala graduada de la regla.

#### Partes del calibrador

A) Brazo principal

B) Cursor

C) Puntas del brazo y del cursor

D) Pico de medición de interiores

E) Barra de profundidad

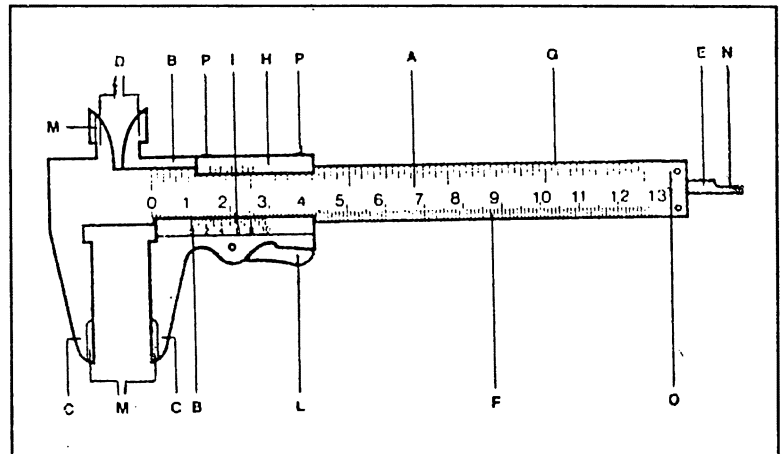


Fig.15 Calibrador o pie de rey.

<sup>5</sup> La escala del nonio la inventó el matemático francés Pierre Vernier (1580-1637); el nombre procede del portugués Pedro Nunez (Nonio) (1492-1577).

F) Escala principal

G) Escala en pulgadas

H) Escala de vernier en pulgada

I) Escala de vernier en milímetros

L) Gatillo o pulsador de bloqueo del cursor

M) Bordes biselados para mediciones de ranuras estrechas, agujeros, roscas, etc.

N) Parte rebajada de la barra de profundidad.

O) Tornillo de bloqueo

P) Pequeños tornillos para corregir eventuales errores de paralelismo en las puntas.

### **Apreciación de los nonios**

En las figuras 16.1 y 16.2 están representados dos nonios, uno de 20 divisiones con apreciación de 0,05 mm.

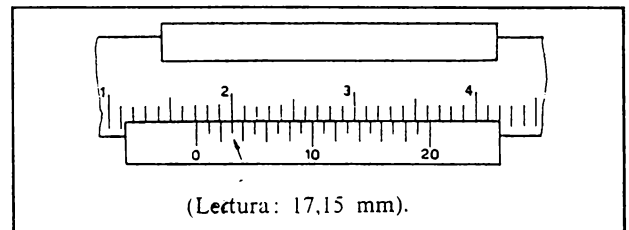


Fig.16.1 Nonio de 20 divisiones.

y el otro de 50 divisiones con apreciación de 0,02 mm.

La apreciación de un nonio se calcula de la siguiente manera.

Designando:

$N$  = número de divisiones del nonio

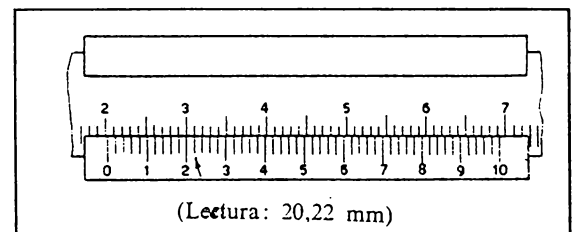


Fig. 16.2 Nonio de 50 divisiones.

$G = \text{apreciación}$

$l_1 = \text{división regla (mm)}$

$l_2 = \text{división nonio (mm)}$

$$N = \frac{l_1}{G} \quad (1)$$

$$l_2 = \frac{l_1(N-1)}{N} \quad (2)$$

$$G = l_1 - l_2 \quad (3)$$

### Nonio en Fracción de pulgadas

Veamos aún otro caso muy corriente en los calibradores con escala en pulgadas (Fig. 16.3).

La regla está dividida en  $1''/16$  y el nonio abarca 7 divisiones de la regla estando, a su vez, dividido en 8 partes, cada una de las cuales valdrá, por tanto:

$$\frac{7''}{16} = \frac{7''}{8 * 16}$$

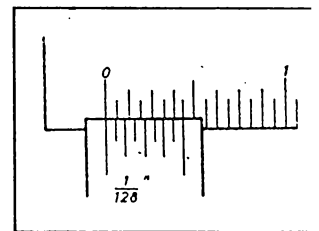


Fig.16.3 Nonio para medir en pulgadas.

y la apreciación del aparato será:

$$G = \frac{1''}{16} - \frac{7''}{8 \cdot 16} = \frac{8-7}{8 \cdot 16} = \frac{1''}{128}$$

El calibre se puede emplear para medir exteriores, interiores y profundidades.

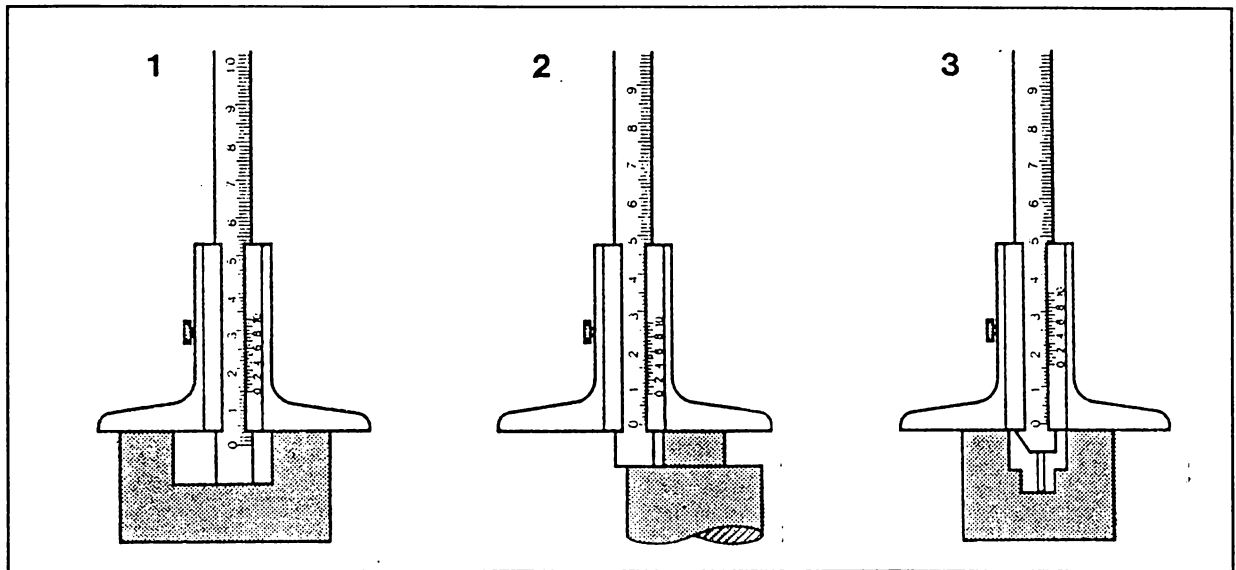


Fig.17 Detalles de medición de un calibrador de profundidades.

Para medir profundidades con mayor precisión, se emplean los calibres de profundidad o sondas (Fig. 17). La mayor precisión se logra por el mayor apoyo que supone la corredera especial y por la mayor rigidez de la regla respecto a la varilla de los calibres ordinarios.

### 1.3.2.4. MICROMETRO



### CLASIFICACIÓN DE LOS MICROMETROS

*Los micrómetros se dividen:*

1º Según la pieza a medir:

- *para exteriores*
- *para interiores*
- *para profundidades*
- *para roscas*
- *de platillos para medir engranajes*
- *otros tipos especiales*

2º Según su capacidad: se escalonan de 25 en 25 mm o de pulgada en pulgada.

<i>Para mediciones :</i>	<i>en milímetros</i>	<i>En pulgadas</i>
	0 a 25	0 a 1"
	25 a 50	1" a 2"
	50 a 75	2" a 3"
	75 a 100	3" a 4"

3º Según su apreciación:

- de apreciación centesimal, 0,01 mm
- de apreciación milesimal, 0,001 mm
- de apreciación milesimal, 0,001"
- de apreciación diezmilésim, 0,0001"

**1.3.2.4.1. MICROMETRO PARA EXTERIOR**

*El micrómetro es un instrumento de precisión empleado para conseguir o verificar medidas de más exactitud que las obtenidas mediante reglas o calibradores. El micrómetro o pálmer, básicamente, está compuesto por los siguientes elementos: (Fig. 18).*

- 1.º cuerpo en forma de herradura
- 2.º tope fijo
- 3.º tope móvil
- 4.º anillo de bloqueo
- 5.º caña roscada
- 6.º cilindro graduado
- 7.º eje roscado
- 8.º tambor graduado

9.º tuerca de ajuste

10.º cono de arrastre

11.º seguro contra exceso de presión

12.º atacador

13.º tornillo

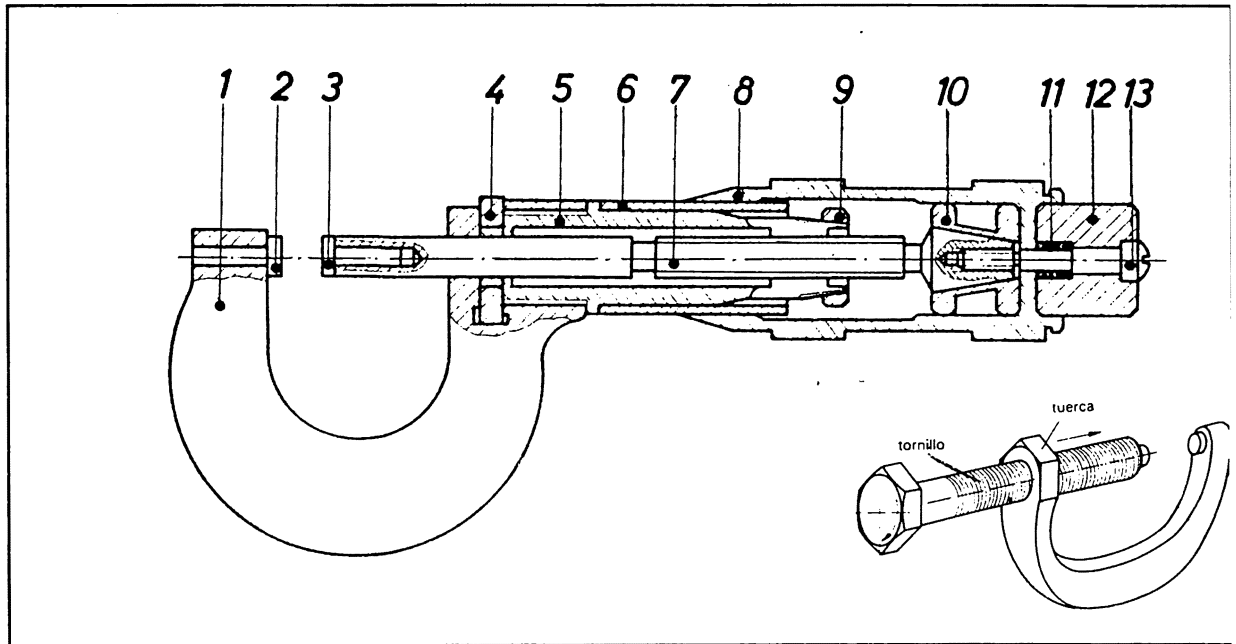


Fig.18 Detalle de los elementos de un micrómetro. Fundamento del micrómetro.

El principio en que se basan los distintos tipo de micrómetros es el del tornillo-tuerca. Si en una tuerca fija se hace girar un tornillo una vuelta completa, avanzará, axialmente, una longitud igual al paso, en el caso de un tornillo de una entrada.

Cuando el micrómetro está cerrado hacen contacto los topes 2-3 (Fig.18) en cuyo momento el tambor (6) tiene el cero de su grabación coincidente con el de la escala. (En el caso del micrómetro 0-25 mm).

### **Funcionamiento**

El tambor tiene normalmente 50 divisiones y la grabación recta es doble por debajo de la línea divisoria de referencia, está grabada en milímetros--se encuentran inclinados para facilitar la lectura--y por encima está grabada también en mm, pero corridos, respecto a la otra escala, exactamente 0,5 mm --detalle

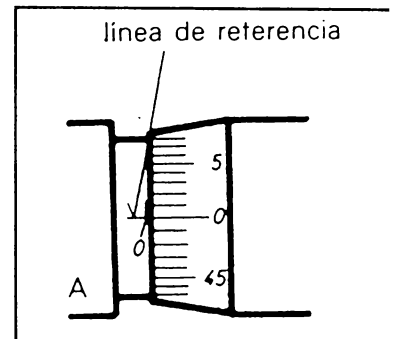


Fig.19.1 Fundamento del micrómetro. Detalle A.

B--. El tornillo normalmente tiene un paso de 0,5 mm. Se abra el micrómetro, girando el tambor: partiendo de la posición 0 --detalle A--.

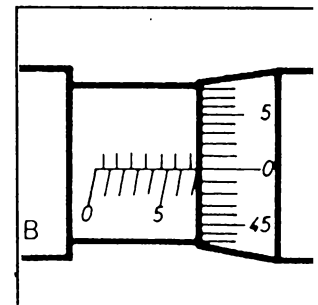


Fig.19.2 Fundamento del micrómetro. Detalle B.

Si se da una vuelta entera el 0 del tambor, volverá a coincidir con la línea de referencia, pero además el borde del mismo se habrá desplazado axialmente de 0.5 mm = paso del tornillo y por lo tanto, ya no estará sobre la línea inclinada de la escala marcada en

el 0, sino con la vertical primera de arriba--detalle C--.

Si se continúa girando el tambor a base de vueltas enteras, se vuelve a situaciones iguales, es decir, coincidirá en cada una de ella el 0 del tambor con una de las líneas del cilindro; si es la de abajo, estará midiendo en mm enteros --detalle B--; si en la de arriba, medios milímetros --detalle C--.

Como el tambor es posible pasarlo, no sólo a cada vuelta entera, sino en cualquier posición, sucederá que se podrá apreciar dimensiones menores de 0.5 mm.

**Apreciación**

$$G = \frac{0.5}{50} = \frac{5}{500} = \frac{1}{100} \text{ mm}$$

Vemos que a cada vuelta, el tornillo avanza

de 0.5 mm, que es la menor división del cilindro graduado (Fig. 18, 6°); como el tambor tiene 50 divisiones, cada una supondrá:

Podemos decir como en los calibradores:

$G = \frac{\text{menor división del cilindro}}{\text{n.º de divisiones del tambor}} \quad (4)$
--

**Ejemplo.** Un micrómetro en pulgadas tiene el cilindro graduado dividido de maner

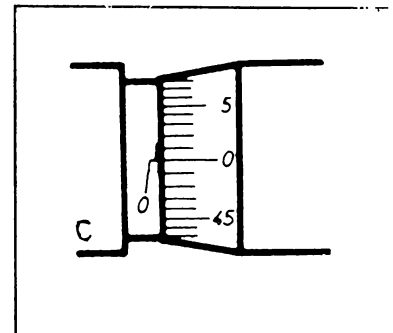


Fig. 19.3 Fundamento del micrómetro. Detalle C.

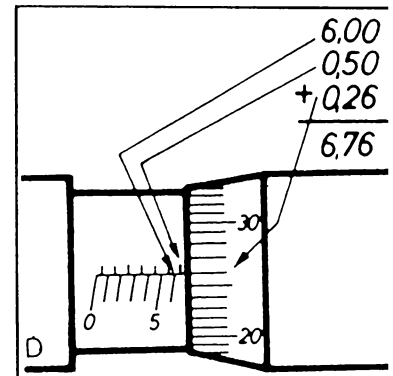


Fig. 19.4 Fundamento del micrómetro. Detalle D.

que 1" tiene 40 divisiones y el tambor 25. ¿Cuál es su apreciación?

$$G = \frac{\text{menor división del cilindro}}{\text{n.º de divisiones del tambor}} = \frac{1''}{40} = \frac{1''}{40 \cdot 25} = \frac{1''}{1000}$$

es decir 0.001".

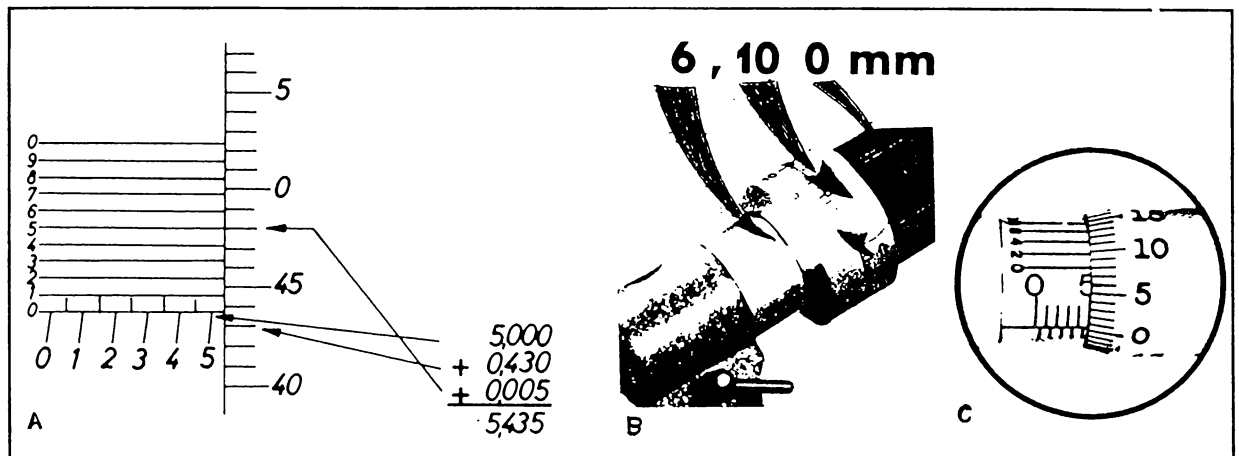


Fig.20 A y B Nonio en un micrómetro para una apreciación de una micra. C Apreciación de dos micras.

Hay micrómetros que, por medio de un nonio o por otros medios pueden medir milésimas de milímetros (fig. 20 A - B). Generalmente los micrómetros con nonio tienen una apreciación de 0.002 mm.

#### 1.3.2.4.2. MICROMETRO PARA INTERIORES

Basado en el principio del tornillo y del tornillo combinado con la cuña, existen dos tipos de micrómetros para la medida de interiores, el de dos y el de tres contactos.

El micrómetro para interiores de dos cabezas de contacto, puede verse en la figura 21.

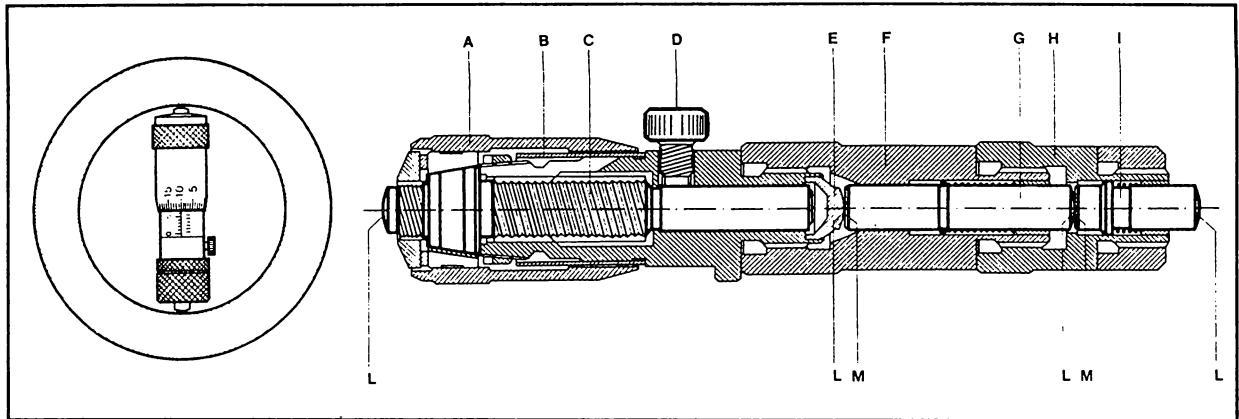


Fig.21 Micrómetros de interiores de dos cabezas.

En este caso, el tornillo de precisión actúa directamente sobre una de la dos cabezas de contacto, siendo la otra fija, aunque regulable. Existe un juego de varilla, de prolongación en diferentes medidas nominales, provisto cada una de su correspondiente cabeza de contacto esférica. Suele llevar también dispositivo de bloqueo, para fijar la medida antes de sacar el instrumento de la pieza.

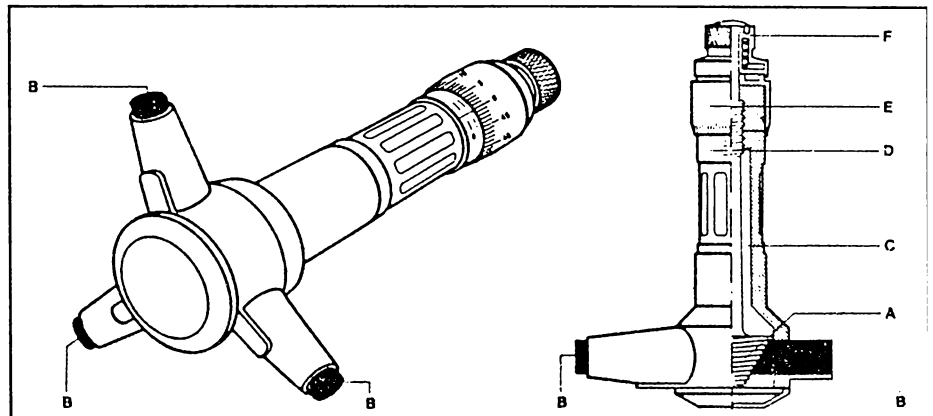
El manejo y funcionamiento es en todo similar al del micrómetro de exteriores, y permite obtener distancias entre caras opuestas de plano paralelos, así como diámetro de orificios, pero requiere una cierta habilidad en su manejo, siendo

*necesario determinar el valor máximo o mínimo de la cota que se mide.*

*Por su disposición constructiva tiene un campo de medida mínimo de 50 mm, que se puede extender con las prolongaciones hasta 200 mm. La aproximación suele ser de 0.01 mm y sus lecturas centesimales.*

*Más preciso en la medición de diámetro son los micrómetros para interiores de tres cabezas de contacto extensibles (Fig. 22). El tornillo de precisión empuja tres cabezas equidistantes a 120°, mediante un sistema de cuña. Por el hecho de medir en tres puntos de contacto son autocentrantes y por varias medidas señalan defectos de forma de triangulación si existen.*

*Se fabrican en la actualidad con lectura de hasta 0.001 mm y en campos de medida desde 3,5 hasta 300 mm. Para su*



*Fig.22 Micrómetros de interiores de tres cabezas .*

*fabricación se emplean los anillos patrón de interiores, y suelen llevar reglajes de cero.*

### 1.3.2.4.3. MICROMETRO PARA PROFUNDIDAD.

Viene utilizado para medir profundidad de los agujeros, ranuras, en las partes eslabonadas de ejes cilíndricos, etc... Se diferencia del micrómetro para exteriores por haber en sustitución del arco un puente aplicado a la cabeza micrométrica (Fig, 23).

La capacidad de medida de estos instrumentos es de 25 mm y la apreciación centesimal (0.01 mm). Estos micrómetros llevan la enumeración sobre el tubo-regla o cilindro

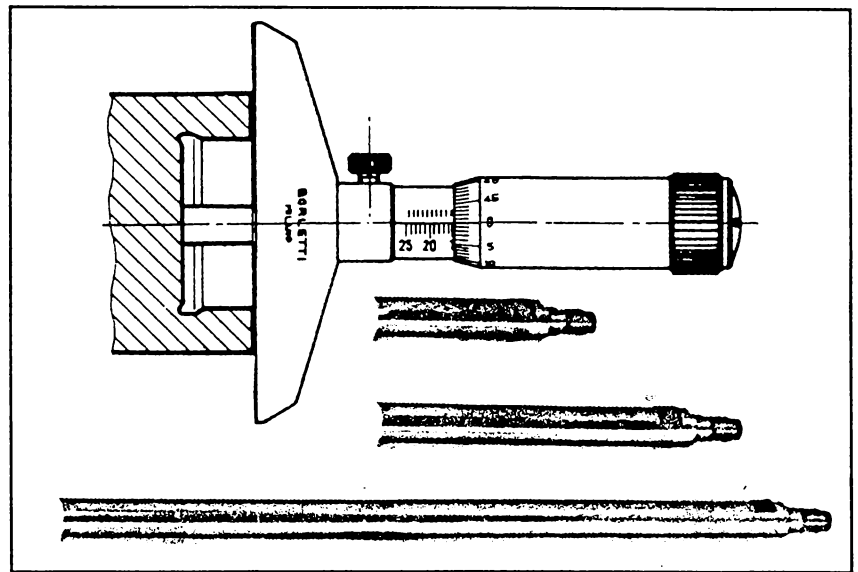


Fig.23 Ejemplo de medición con micrómetro para profundidad.

graduado en sentido contrario en referencia de aquellos de arco, debido a que la varilla móvil, cuando se encuentra totalmente proyectada hacia el exterior, alcanza su máxima medida: entonces en lugar del cero viene grabado 25. Por la misma razón, también la enumeración sobre el tambor se encuentra invertida respecto a los micrómetros para exteriores.

*Para aumentar la capacidad de medición, los micrómetros para profundidad tienen un juego de varillas con medidas intercambiables. Estas varillas permiten aumentar la capacidad de medida del instrumento hasta 150 mm y también más.*

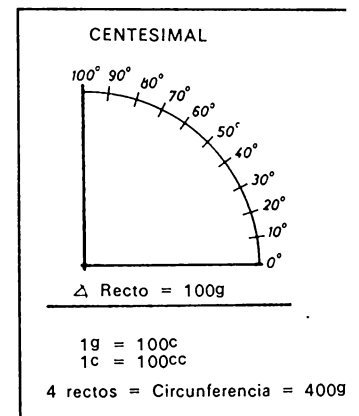
### **1.3.2.5. INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA MAGNITUDES ANGULARES**

*Para las mediciones angulares, se pueden emplear los dos sistemas conocidos de unidades: el centesimal y el sexagesimal. Veamos los puntos comunes y las diferencias entre ellos:*

- En los dos, partimos del ángulo recto o cuarta parte de la circunferencia
- La diferencia estriba en que:
  - a.- en el centesimal consideramos al ángulo recto dividido en 100 partes,
  - b.- los submúltiplos son de 100 veces menores que su anterior;
  - c.- en el sexagesimal, el ángulo recto lo dividiremos en 90 partes;
  - d- los submúltiplos son 60 veces menores que el anterior.

#### **Sistema centesimal -o sistema moderno-**

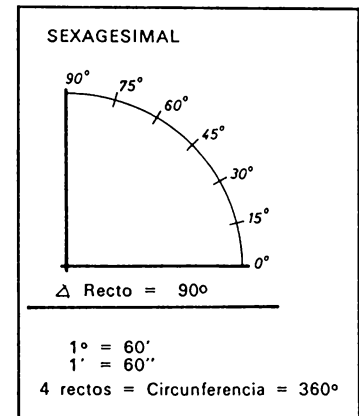
*El sistema centesimal, el ángulo recto se divide en 100 partes iguales llamados grados centesimales. Se abrevia*



en la escritura con una g:  $40^g$ . Cada grado centesimal se divide en 100 partes iguales, cada una de las cuales se llama minuto centesimal y se abrevia con una c:  $35^c$ . Cada minuto centesimal se divide en 100 partes iguales, cada una de las cuales es un segundo centesimal, abreviado con cc:  $75^{cc}$ .

### **Sistema sexagesimal**

Por las razones expuestas, es aún este sistema el más empleado; con todo, va cediendo terreno al centesimal. En este sistema, el ángulo recto se divide en 90 partes iguales llamadas grados sexagesimales. Se abrevia en denominaciones y operaciones con un  $^{\circ}$ :  $27^{\circ}$ . Cada grado sexagesimal se divide en 60 partes iguales, cada una de las cuales se llama minuto sexagesimal, que se abrevia con una comilla:  $43'$ . Cada minuto se divide en 60 partes iguales cada una de las cuales es un segundo sexagesimal, que se abrevia con dos comillas:  $22''$ . Así un ángulo de 27 grados, 43 minutos y 22 segundos sexagesimales se escribe:  $27^{\circ} 43' 22''$ . La circunferencia se dividirá, pues en 360 partes iguales o grados sexagesimales.



### 1.3.2.5.1. Goniómetros y transportadores



Para medir magnitudes angulares, se emplean unos instrumentos llamado goniómetros.

#### 1.3.2.5.1.1. Escuadra universal

El goniómetro de la figura 24 se llama escuadra universal o escuadra combinada.

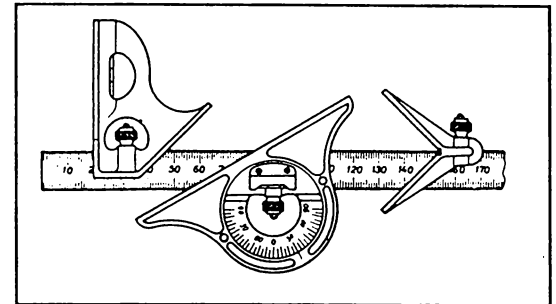


Fig.24 Escuadra universal o combinada.

Tiene muchas aplicaciones, no sólo para medir, sino también para transportar ángulos y en trazados.

Pueden comprobarse directamente ángulos de  $45^\circ$  y  $90^\circ$  y hallar los centros de perfiles redondos. Lleva incorporado un nivel que puede emplearse para medir la pendiente de planos inclinados.

#### 1.3.2.5.1.2. Goniómetro simple

El goniómetro más simple es el de brazo móvil (fig. 25), que se emplea, tanto para medir, como para trazar y transportar ángulos. Está formado por un semicírculo dividido en  $180^\circ$ .

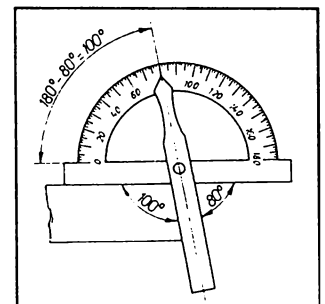


Fig.25 Goniómetro o transportador sencillo.

Un brazo-regla gira alrededor de un eje en el centro del semicírculo. Por medio de un tornillo, puede fijarse en cualquier posición.

### 1.3.2.5.1.3. Falsa escuadra

Como transportadores, se emplean también los llamadas falsas escuadras (fig. 26). Sirven para comprobar ángulos y para el trazado.

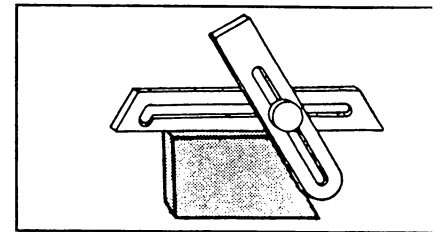


Fig.26 Falsa escuadra.

### 1.3.2.5.2. Goniómetros de precisión

En la figura 27, se muestra uno de los goniómetros de precisión más usados. Puede apreciar hasta 5'. Consta de los siguientes elementos:

- 1.- regleta
- 2.- tornillo de fijación de la regleta
- 3.- tornillo de inmovilización
- 4.- limbo
- 5.- nonio;
- 6.- cuerpo principal.

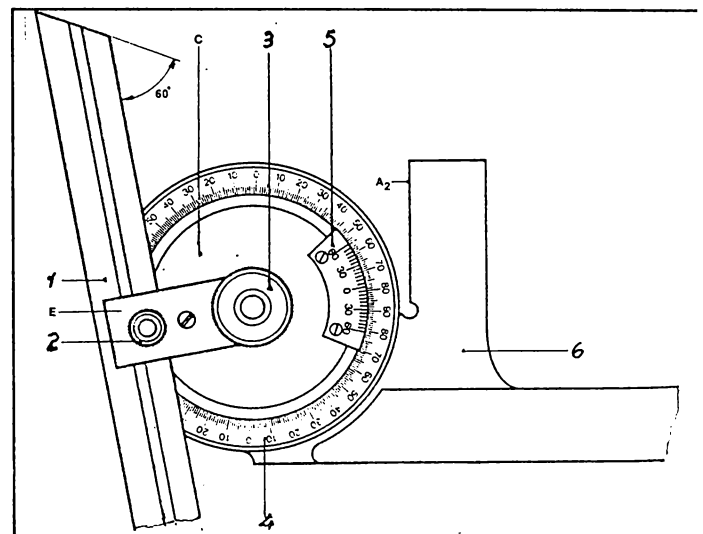
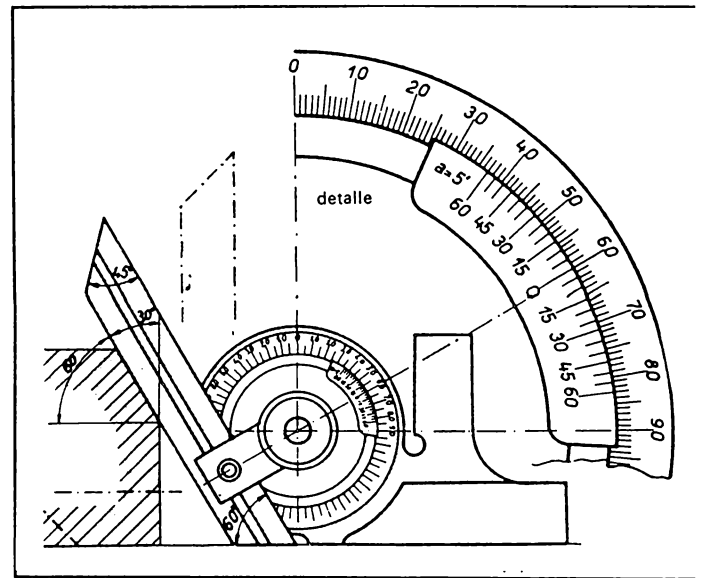


Fig.27 Goniómetro de precisión.

*El cuerpo principal lleva la superficie de referencia o apoyo y el limbo fijo, con divisiones en grados. El nonio va incorporado al disco central giratorio y puede inmovilizarse en cualquier posición por medio de una robusta tuerca unida al eje central. La regleta tiene una ranura que permite*



*Fig.28 Detalle del goniómetro: nonio.*

*desplazarse longitudinalmente. Un tornillo y brida la hacen solidaria del disco giratorio en posición siempre precisa respecto a la línea de referencia del nonio. Sus extremos forman ángulos de 45° y 60°, muy útiles para mediciones especiales (fig. 28)*

#### **1.3.2.5.2.1. Nonio circular**

*Según el detalle de la figura 28, tiene el mismo fundamento que el lineal, con 12 divisiones y está repetido en los dos sentidos a partir del 0 central, lo mismo que la escala del limbo. La lectura se hace siempre en el nonio que tiene la numeración en*

el mismo sentido que la escala del limbo en el que estamos trabajando.

La apreciación se obtiene aplicando la

regla general:

$$G = \frac{d}{n} \quad (5)$$

Donde:

$G$  = apreciación del nonio;

$d$  = menor división de la regla principal -del limbo en este caso-;

$n$  = número de divisiones del nonio.

En el goniómetro de la figura tenemos:

$$G = \frac{d}{n} = \frac{1^\circ}{12} = \frac{60'}{12} = 5'$$

En la figura 29 representamos un nonio de apreciación  $2'30''$ .

### 1.3.2.5.2.2. Lectura del nonio

Al hacer la lectura, se pueden representar dos casos:

a.- que el cero del nonio coincida con una división del limbo

b.- que no coincida.

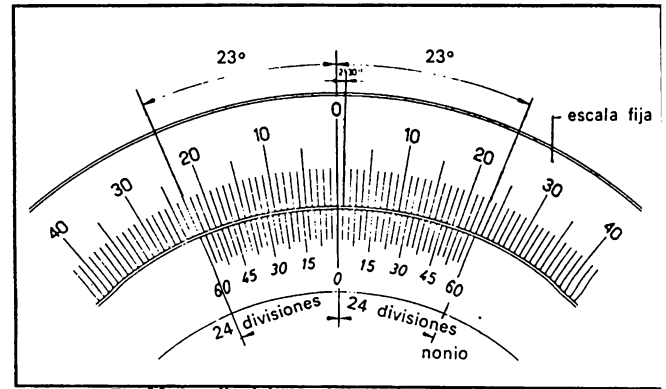


Fig.29 Detalle del goniómetro de precisión:  $2'30''$ .

### Lectura exacta en grados

- Si coincide el cero con una división del limbo, esa división coincidente con el cero será la lectura en grados.

### Lectura en grados y minutos

- Si el cero está entre dos trazos del limbo, el trazo más cercano al cero del limbo señalará los grados y el trazo del nonio que coincida con una del limbo nos indicará los minutos.

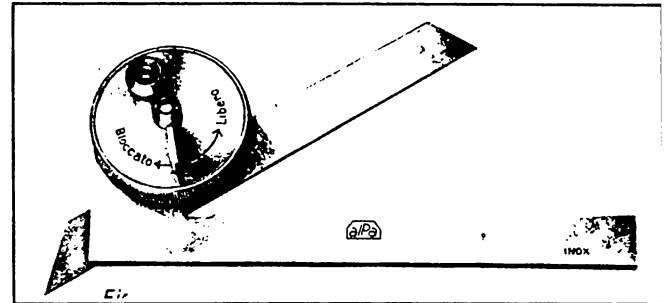


Fig.31.1 Goniómetro óptico.

Al medir con estos instrumentos, hay que comprobar si la lectura

corresponde al ángulo que queremos medir o bien se trata de su complemento o suplemento.

#### **1.3.2.5.2.3. Goniómetro óptico.**

Para mediciones de precisión se emplean goniómetro óptico.

En la figura 31.1 vemos uno de estos y, en el detalle, la escala tal como se ve a través del ocular. (fig. 31.2).

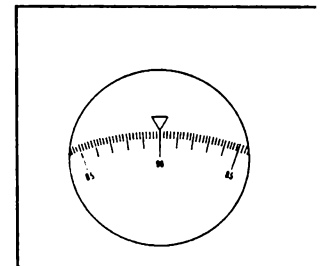


Fig.31.2 Detalle del visor en el goniómetro óptico.

### 1.3.2.6. APARATOS COMPARADORES



*En el control de grandes series de piezas resulta más rápido y menos fatigoso el empleo del comparador que utilizando el calibre o el micrómetro. El comparador de reloj es un instrumento de verificación que sirve para comparar unas medidas con otras. No da directamente la medida de una magnitud, sino sólo por comparación con otra conocida o determinada, denominada pieza patrón o bien con uso de prismas de gran precisión denominados calas patrón.*

*Además de medir por comparación estos aparatos, acompañados de los soportes adecuados, se emplean también en la verificación de:*

- Comprobación de paralelismo*
- Comprobación de perpendicularidad*
- Comprobación de coaxialidad*
- Comprobación de desplazamiento*

*Los comparadores son instrumentos que en general y debido a la forma en que trabajan, poseen una gran amplificación, a cambio de un campo de medida pequeño.*

*Para su estudio los clasificaremos, precisamente de acuerdo con la forma en que principalmente producen esta amplificación, en:*

#### **COMPARADORES MECANICOS:**

- *Comparador de esfera*
- *Comparador de palanca*
- *Comparador de palanca y engranaje*

#### **COMPARADORES OPTICOS**

#### **COMPARADORES NEUMATICOS**

#### **COMPARADORES ELECTRONICOS**

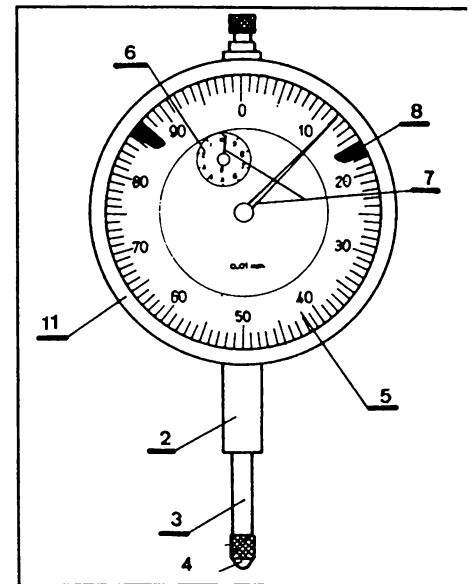
*Analicemos los principales:*

##### **1.3.2.6.1. COMPARADOR DE ESFERA**



*Un comparador de esfera, según DIN 878, es un aparato para medir longitudes en el que el recorrido del vástago medidor se transmite a un indicador por medio de un engranaje.*

*El comparador de esfera está formado por una caja metálica, de forma circular, atravesada por un eje*



*Fig.32 Comparador de reloj.*

o varilla que termina en un extremo con un palpador de metal duro.

En su desplazamiento vertical, el eje mueve unos engranajes que al propio tiempo hacen girar una aguja sobre una esfera, normalmente dividida en 100 partes. Esta esfera es giratoria, lo cual facilita la puesta a cero de la aguja cualquiera sea su posición. Otra aguja más pequeña nos indica el número de vueltas que da la mayor.

En la figura 33 se pueden ver las distintas partes que componen el comparador de esferas.

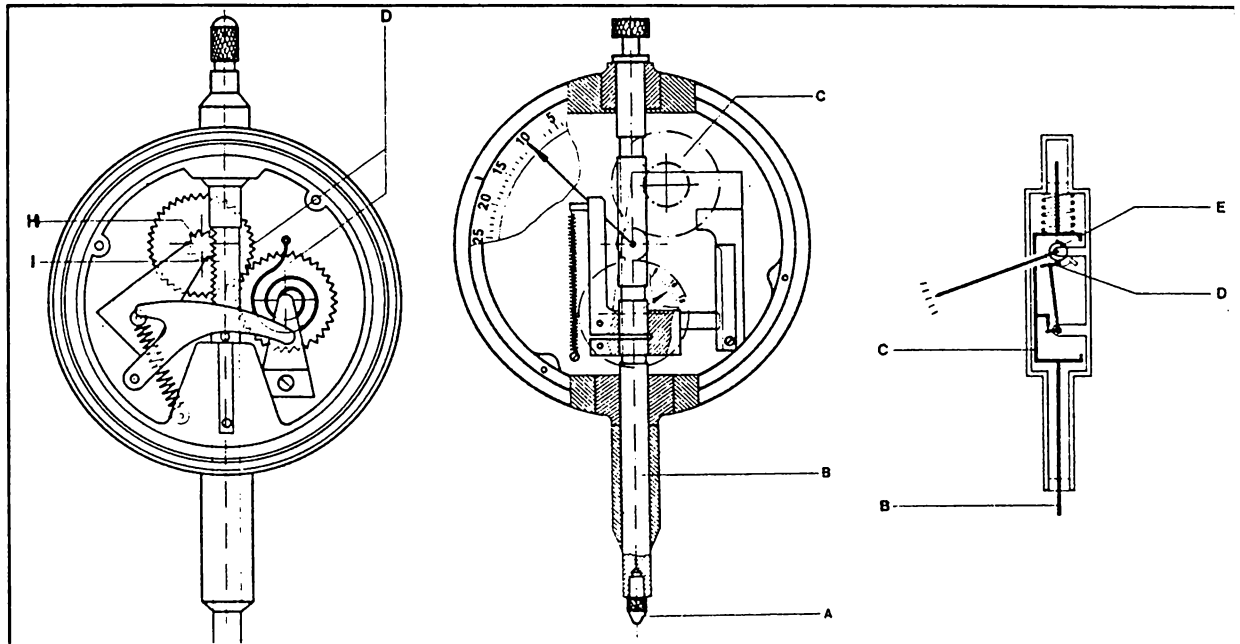


Fig.33 Mecanismo de un comparador de reloj.

*En los comparadores centesimales el eje del comparador lleva una cremallera de 1 mm de paso. La relación de transmisión de los engranajes es tal que para 1 mm de recorrido de la cremallera la aguja indicadora da una vuelta completa.*

*Como la esfera graduada está dividida en 100 partes, la apreciación del aparato será:*

$$G = \frac{1\text{mm}}{100} = 0.01\text{mm}$$

*La aguja pequeña nos indicará sobre la escala milimétrica el número de vueltas que da la aguja mayor, o lo que es lo mismo, el número de mm enteros que se desplaza el palpador.*

*Unos resortes aseguran el contacto del palpador y evitan el juego entre engranajes respectivamente (fig. 33). El anillo exterior de la caja del reloj comparador lleva dos índices cursores de tolerancia desplazables sobre él, que sirven para graduar los límites admisibles de la medida que se va a verificar (fig.32).*

*La capacidad de medida de los comparadores centesimales suele ser de 10 mm. Los comparadores milésimales llevan una relación de transmisión de los engranajes mayor, a cada división del cuadrante corresponderán 0.001 mm, con una capacidad*

de 1mm. Los comparadores de reloj normalmente tienen una serie de

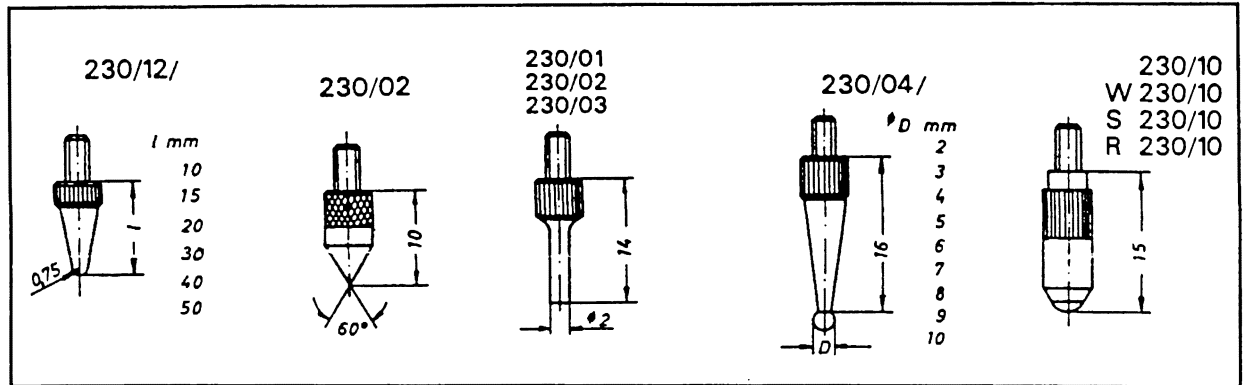


Fig.34 Puntas de comparadores para diversas aplicaciones.

palpadores como se puede ver en la figura 34, que amplían el campo de aplicación.

Utilizando soportes especiales se puede emplear el comparador en mediciones muy variadas como:

- Verificación de ranuras interiores y exteriores
- Verificación de diámetros interiores y exteriores
- Medición de espesores
- Medición de paredes de tubos
- Medición de profundidad
- Verificación de roscas interiores
- Etc.

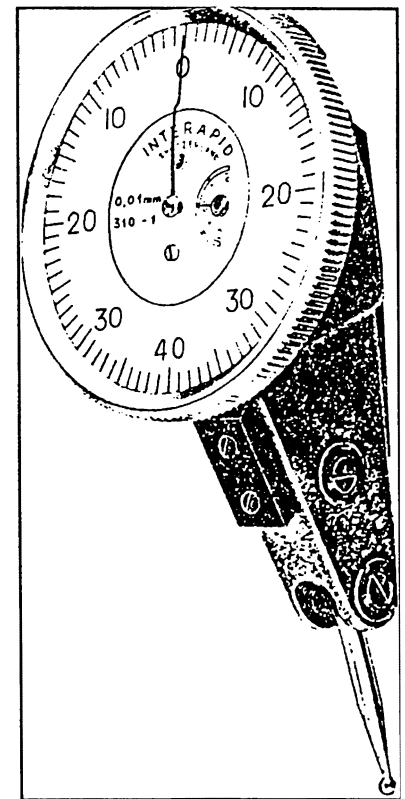
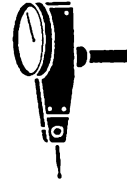


Fig.35 Comparador de palanca.

### **1.3.2.6.2. COMPARADOR DE PALANCA Y ENGRANAJES**



*El funcionamiento se basa en una combinación de palancas y engranajes para proporcionar el movimiento de la aguja indicadora.*

*Los comparadores de engranajes suelen construirse con división de escala de 0.1 - 0.01 - 0.002 y 0.001 mm, con esferas de 40 y 60 mm de diámetro, y con campos de medida de 3,5 y 10 mm; los de levas con división de escala de 0.01 y 0.002 mm, campo de 0.8 a 2 mm y esfera pequeña de 27 y 40 mm de diámetro.*

*Predominan los modelos de engranajes y levas frente a los de palanca que son más seguros. A su vez, es más robusto es el de engranajes, pero el de levas tiene la gran ventaja de poder medir en lugares de acceso difícil, por su forma constructiva.*

*Un modelo muy utilizado es el de la figura 35.*

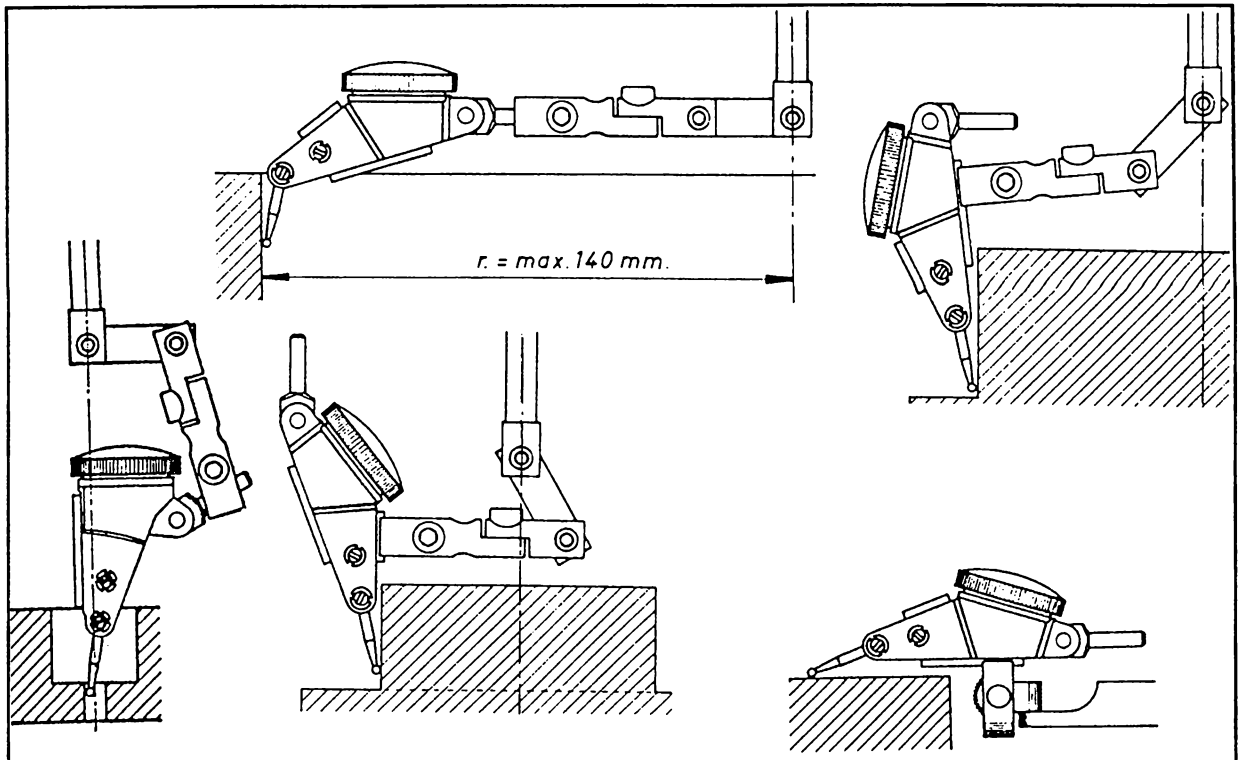


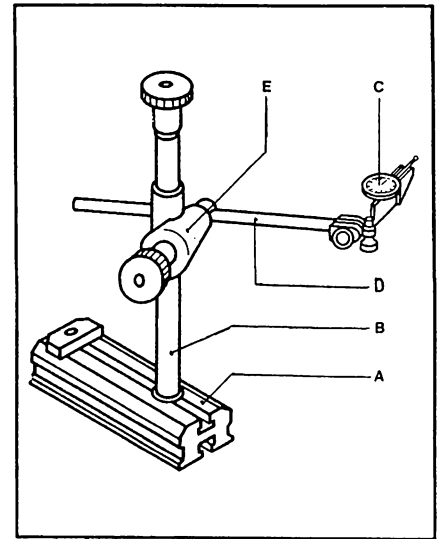
Fig.36 Sistemas de sujeción y utilización del comparador.

### 1.3.2.6.3. SOPORTE PARA COMPARADOR



Los comparadores para que puedan prestar con eficacia un buen servicio, hace falta colocarlos sobre apropiados soportes. Su estructura puede variar de acuerdo al tipo de verificación a realizarse. En todo caso el sistema debe garantizar una buena estabilidad y una excelente precisión.

*Casi todos los soportes lo forman un conjunto de dos o tres astas cilíndricas ensambladas entre sí por medio de uniones flexibles que permiten el posicionamiento del comparador en un punto cualquiera del espacio circunscrito. La base del soporte puede ser apoyada sobre una superficie fija como un mármol, una mesa de trabajo o sobre las guías de una máquina herramienta. Hay también soportes con base magnética.*



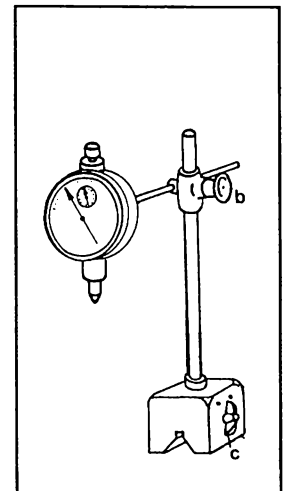
*Fig.37 Base soporte comparador móvil y uniones.*

***Base soporte comparador móvil.***

*En la figura 37 viene representado un soporte móvil de brazos orientables utilizado principalmente cuando el comparador tiene que ser desplazado sobre una mesa de trazar o sobre un mármol, para la verificación de la de planicidad, paralelismo, etc.*

***Soporte para comparador magnético.***

*El soporte con la base magnética (fig. 38), viene utilizado sobre todo para posicionar el comparador sobre las guías, sobre las mesas y carros de las máquinas herramientas. Es posible así*



*Fig.38 Base soporte comparador magnético.*

verificar sea el correcto posicionamiento de las piezas, sea los desplazamientos y la rectitud de los diferentes elementos de la máquina (por ejemplo verificación geométrica de un torno).

### 1.3.2.7. MARMOL

En metrología se denomina mármol a cualquier elemento que materializa un plano de referencia siendo los más corrientes

las mesas de acero y los "mármoles" de granito. Las primeras, las mesas de acero, suelen encontrarse como base para la colocación de piezas o en un instrumento, junto con un comparador y su soporte. Son de acero templado y estabilizado, con acabado superficial muy fino, y en ocasiones, en vez de ser

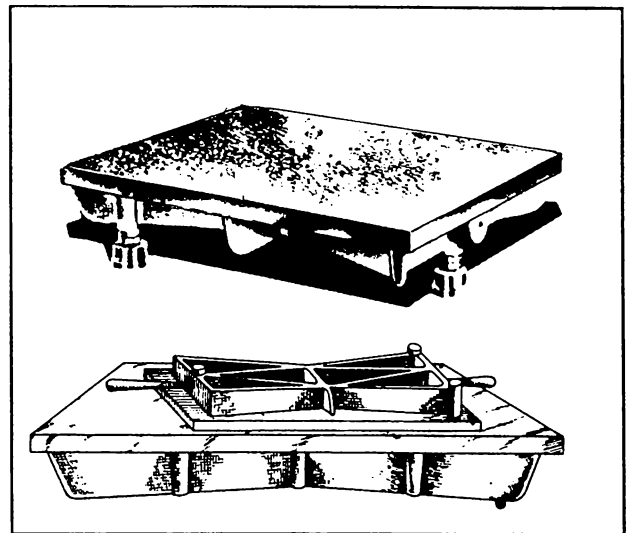


Fig.39 Mármol de verificación de fundición.

lisas, llevan estrías que permiten la evacuación de partículas de polvo, facilitando su colocación.

Existe una categoría de planos de fundición (fig. 39) de menor precisión, propios ya de taller de fabricación y con dimensiones de hasta 500 x 500 mm. La norma

DIN 876 señala tres grados de precisión para estos elementos (tabla II), que tienen el inconveniente que se deforman con el tiempo.

**TABLA II: PLANITUD EN MARMOLES**

<b>PLANITUD EN MARMOLES DE FUNDICION Y ACERO SEGUN LA NORMA DIN 876 (L = lado mayor en mm).</b>		
<b>GRADO</b>	<b>PLANITUD</b>	<b>MECANIZADO</b>
I	$\pm (5 + \frac{L}{100})$	rectificado o rasqueteado
II	$\pm (10 + \frac{L}{100})$	rectificado o rasqueteado
III	$\pm (20 + \frac{L}{50})$	cepillado

Hoy en día se emplean mármoles de un material natural llamado diabasa, que es una variedad de granito negro. Este material garantiza la ausencia absoluta de tensiones y una estabilización perfecta, (fig. 40). Estos últimos bajo fuertes cargas, no se deforman en absoluto.

Otras ventajas:

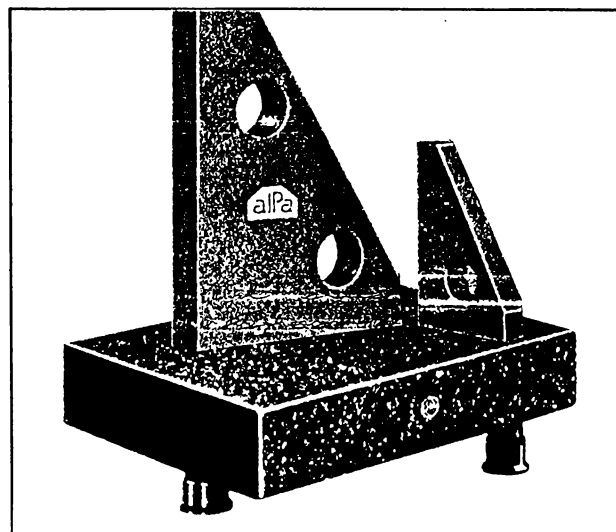


Fig.40 Mármol de diabasa.

- Admiten acabado de mayor finura
  - No son atacados por ácidos (excepto el fluorhídrico)
  - No se corroen
  - No son magnéticos ni conductores de electricidad
- Todas estas ventajas los hacen más apropiados para el laboratorios de metrología.

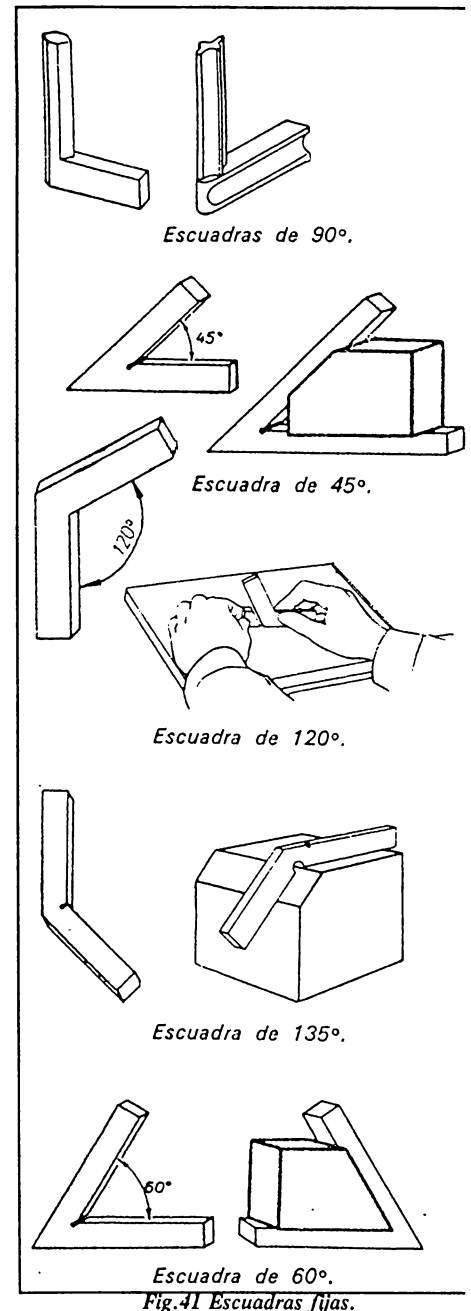
### 1.3.2.8. ESCUADRAS



Comprobar ángulos con exactitud es difícil y requiere de aparatos costosos. Sin embargo para los casos más corrientes que se presentan en el taller y para algunos casos en el laboratorio de metrología son suficientes las escuadras fijas.

Son instrumentos que tienen un ángulo fijo entre dos superficies planas. Se fabrican de acero de alta calidad, templado y estabilizado de alto grado de precisión.

Las escuadras más empleadas son las de 90°, 120°, 135°, 60°, 45°. (fig. 41)



**TABLA III.**

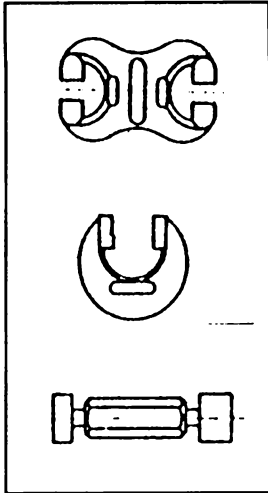
<b>TIPO DE ESCUADRA</b>	<b>INCERTIDUMBRE (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>EQUIVALENTE DE INCERTIDUMBRE ANGULAR PARA L:MM.</b>
<b>Biselada</b>	$\pm (2 + \frac{L}{100})$	$\pm 4,1''$
<b>Normal de control</b>	$\pm (5 + \frac{L}{50})$	$\pm 10,3''$
<b>I</b>	$\pm (10 + \frac{L}{20})$	$\pm 20,6''$
<b>II</b>	$\pm (20 + \frac{L}{10})$	$\pm 41,2''$

**1.3.2.9. CALAS, GALGAS O BLOQUES PATRON RECTANGULAR**

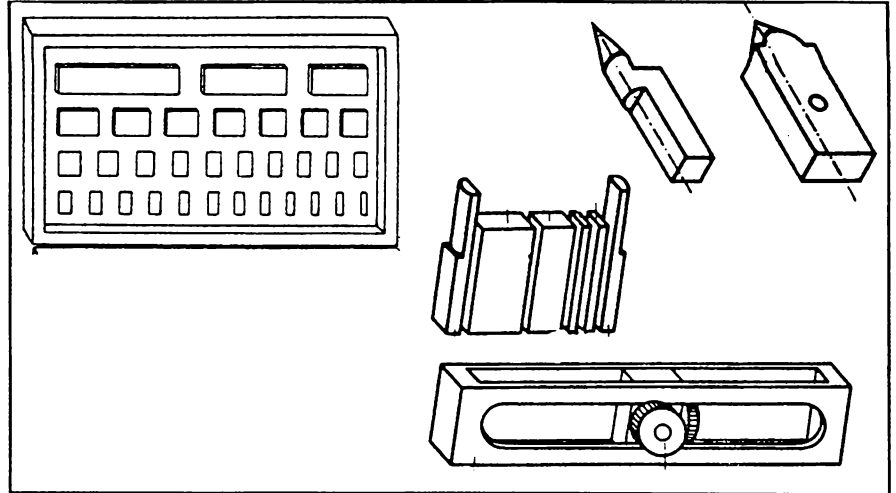


*Las calas de precisión son los calibres de mayor precisión. Están constituidos generalmente por paralelepípedos rectangular de acero templado. El empleo de instrumentos de precisión crea la necesidad de disponer de calibres patrón para el*

*contraste de aquellos. El primer fabricante fue Carl Johansson, de ahí que sean conocidas con el nombre de calas o bolques Johansson.*



*Fig.42 Calíbres fijos de precisión.*



*Fig.43 Bloques patrón.*

*Las calas están fabricadas de acero especialmente aleado, libre de tensiones y cuidadosamente templado, que posee la estabilidad necesaria para un elevada precisión, una larga duración y gran capacidad de adherencia. Tienen una dureza Rockwell HRc 65-67.*

*Los bloques tienen todas sus caras finamente rectificadas y dos de ellas opuestas están además lapeadas. Estas dos caras de medida se trabajan de forma que resulten extremadamente planas y paralelas entre sí para proporcionar, a la temperatura de 20°C, la dimensión nominal con una gran precisión.*

*Otra importante particularidad de los bloques, es la que se pueden agrupar por superposición de modo que la longitud del conjunto conserve la suficiente precisión.*

*Esta cualidad hace que con un número relativamente pequeño de bloques, se pueda formar una gran cantidad de longitudes. Resumiendo, las características de los bloques de medida deben ser la siguientes:*

- Precisión en su longitud nominal.*
- Planitud de las superficies de medida.*
- Paralelismo entre las mismas.*
- Elevada calidad superficial.*
- Dureza superficial.*
- Buena resistencia al desgaste.*
- Coeficiente de dilatación normalizado y constante.*
- Inalterables al paso del tiempo.*

*A continuación aclaramos algunas de estas características.*

#### ***1.3.2.9.1. Definiciones geométricas.***

*En los bloques patrón de alta calidad que se someten a medición interferométrica<sup>6</sup>, la longitud  $l_0$  se define (fig. 44), como la distancia entre dos superficies de medida planas, de las cuales una es la superficie de un cuerpo auxiliar al que se adhiere por*

---

<sup>6</sup>La interferometría representa el estadio más avanzado en la medida de longitud y planitud con alta precisión, así como alguna otra magnitud física a la que puede aplicarse este método subsidiariamente, por ejemplo al coeficiente de dilatación de aceros. La interferometría o interferencia óptica, que permite emplear la longitud de onda de la luz como escala de medida.

completo con una superficie la cara paralela, y la otra es la superficie de medida libre del bloque.

Se entiende por adherencia directa el estado de contacto íntimo completo y continuo de las superficies de medida, producido después de una limpieza esmerada y con buena planitud, así como alta calidad superficial de

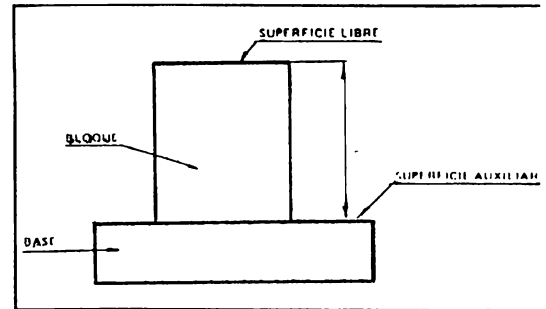


Fig.44 Longitud de un bloque patrón.

las superficies de medida, sin aplicación de presión, por adherencia espontánea. La adherencia al deslizamiento es el estado de contacto íntimo en toda la superficie de adherencia, que a consecuencia de pequeña desigualdades en el acabado superficial sólo se puede lograr con una pequeña presión manual.

Ambos tipos de adherencia son admisibles, pero no deben emplearse otros medios suplementarios para lograrla. De acuerdo con la NORMA DIN 861, se definen los siguientes valores geométricos:

**Medida  $I_b$ , en cualquier punto de la superficie de medida.**- Es la distancia entre cualquier punto de la superficie de medida A y la superficie plana B de un cuerpo de igual material e igual calidad superficial, adherido directamente por desplazamiento a la otra

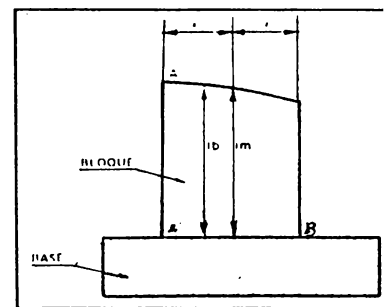


Fig.45 Longitud entre centros del bloque.

superficie de medida A' del bloque (fig. 45).

**Error del bloque  $f_b$ .**- Es la diferencia de la medida  $l_b$  en cualquier punto de la superficie de medida, con la medida teórica  $l_o$ .

$$f_b = l_b - l_o \quad (6)$$

**Medida entre centros  $l_m$ .**- Es la distancia perpendicular entre el centro de la superficie de medida A y la superficie plana de un cuerpo B de igual material y igual calidad de superficie, adherida directamente por deslizamiento a la otra superficie de medida A' del bloque.

**Error de medida de centros  $f_m$ .**- Es la diferencia de la medida de centros  $l_m$  con la medida teórica  $l_o$ :

$$f_m = l_m - l_o \quad (7)$$

**Error de superficie de medida  $f_f$ .**- Es la diferencia de la medida  $l_b$  en cualquier punto de superficie de medida con la medida de centros  $l_m$ :

$$f_f = l_b - l_m = f_b - f_m \quad (8)$$

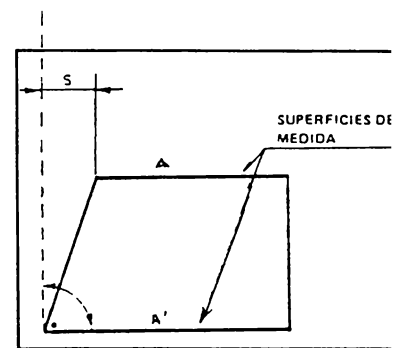


Fig.47 Sesgo del bloque.

**Sesgo s.-** Es la diferencia máxima entre una superficie lateral del bloque y la superficie teórica perpendicular a cada una de las superficies de medida (fig. 47).

Los bloques patrón se definen de acuerdo a la calidad y a su vez al tipo de aplicación correspondiente:

**Grado 00:** Para laboratorio como medida patrón

**Grado 0 :** Como medida patrón para el control de calas patrón taller y para ajuste de aparatos y máquinas de medir de alta precisión.

**Grado 1 :** Para el control de aparatos de verificación y medición de longitudes y para trabajos de verificación en el laboratorio de metrología.

**Grado 2 :** Como medida de ajuste y de trabajo en el taller y para la verificación de instrumentos de medida como micrómetros, comparadores<sup>7</sup>.

#### **1.3.2.9.2.- Empleo y composición de juegos.**

Los bloques se suministran por juegos, en estuches apropiados, generalmente de madera. Deben permanecer constantemente protegidos de la oxidación por una capa de vaselina neutra y para utilizarlos se limpian cuidadosamente con éter sulfúrico y una gamuza.

---

<sup>7</sup> Tomado: "Catálogo Mitutoyo".

Las cajas de bloques llevan juego que permiten obtener casi cualquier dimensión de milésima en milésima, con el menor número posible de bloque. Los valores nominales  $l_0$  están normalizados entre 0.5 y 1000 mm y son los que se recogen en la tabla IV.

**TABLA IV: LONGITUDES NOMINALES DE BLOQUES PATRON**

Longitudes nominales $l_0$ (mm)										Escalonamiento (mm)
0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,990 1,000	0,991 0,001	0,992 1,002	0,993 1,003	0,994 1,004	0,995 1,005	0,996 1,006	0,997 1,007	0,998 1,008	0,999 1,009	0,001
1,01 1,11 1,21 1,31 1,41	1,02 1,12 1,22 1,32 1,42	1,03 1,13 1,23 1,33 1,43	1,04 1,14 1,24 1,34 1,44	1,05 1,15 1,25 1,35 1,45	1,06 1,16 1,26 1,36 1,46	1,07 1,17 1,27 1,37 1,47	1,08 1,18 1,28 1,38 1,48	1,09 1,19 1,29 1,39 1,49	1,10 1,20 1,30 1,40 1,50	0,01
1,6	1,7	1,8	1,9	–	–	–	–	–	–	0,1
2,0 7,0 12,0 17,0 22,0	2,5 7,5 12,5 17,5 22,5	3,0 8,0 13,0 18,0 23,0	3,5 8,5 13,5 18,5 23,5	4,0 9,0 14,0 19,0 24,0	4,5 9,5 14,5 19,5 24,5	5,0 10,0 15,0 20,0 25,0	5,5 10,5 15,5 20,5 –	6,0 11,0 16,0 21,0 –	6,5 11,5 16,5 21,5 –	0,5
30	40	50	60	70	80	90	100	–	–	10
125	150	175	200	–	–	–	–	–	–	25
250	300	–	–	–	–	–	–	–	–	50
400	500	600	700	800	900	1000	–	–	–	100

Así mismo están normalizados, entre los diferentes fabricantes, el tamaño y composición de juegos. Para la práctica de un laboratorio de metrología, es usual el juego de 112 bloques hasta 100 mm, con la composición de la tabla V.

**TABLA V.**

<b>COMPOSICION DE LA CAJA 112 BLOQUES</b>		
<b>INTERVALO</b> <i>(mm)</i>	<b>BLOQUES</b> <i>(mm)</i>	<b>NUMERO DE</b> <b>BLOQUES</b>
0.0005	1.0051.	1
0.001	1.001, 1.002.....1.0009	9
0.01	1.01, 1.02.....1.49	49
0.5	0.50, 1.00.....25.50	49
26	25, 50, 75, 100	4

*Para componer una cierta longitud, deben emplearse el menor número de pieza: posibles, comenzándose a componer la longitud a partir de sus últimas cifras. As por ejemplo, para disponer de la longitud 23.375 mm se tomarían los siguiente: valores:*

**1.005**

**1.07**

**1.2**

**10**

**10**

---

**23.275**

*Capitulo No. 2*

***OPERACIONES DE MANO***

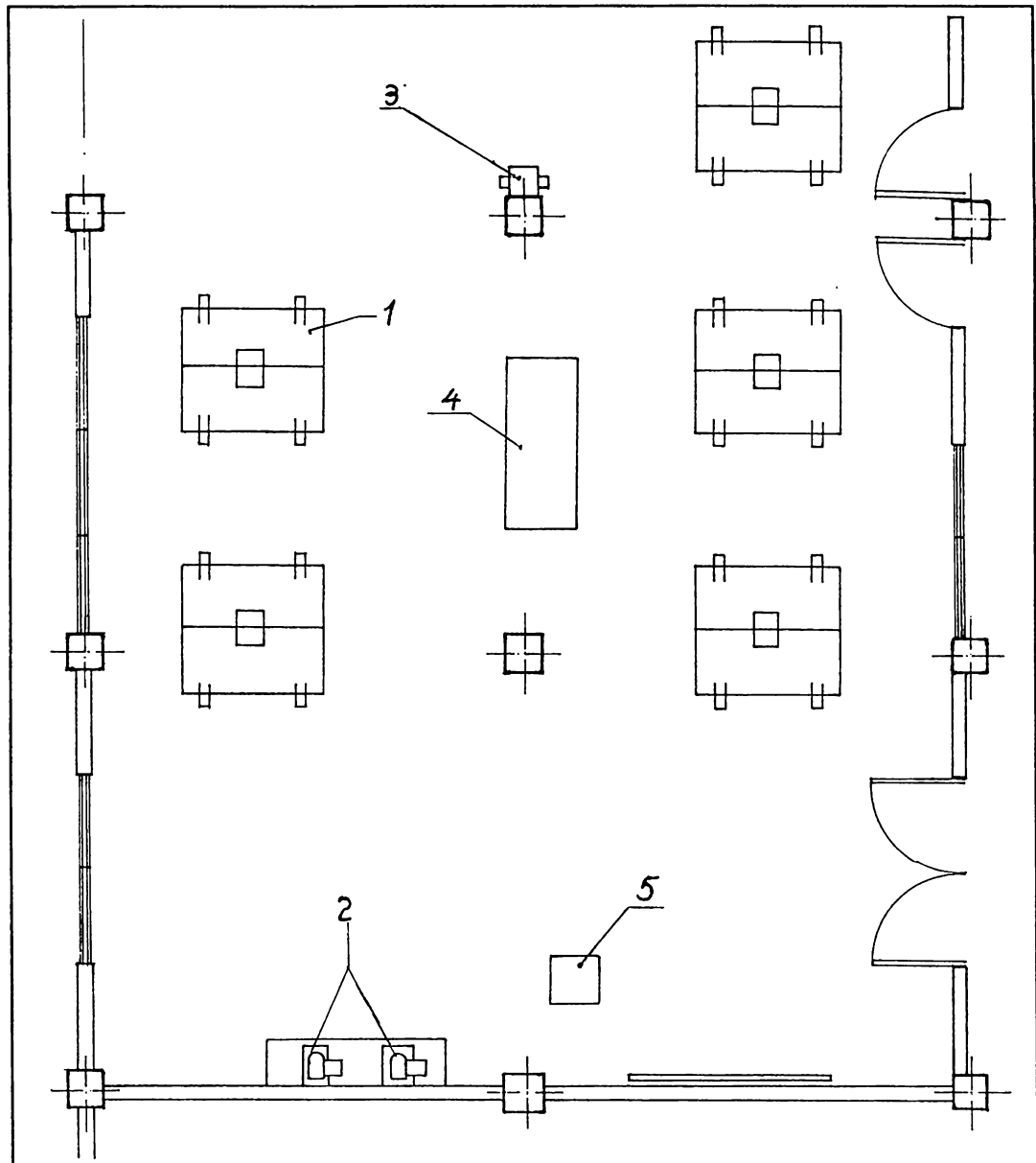
## **2. OPERACIONES A MANO**

### **2.1. Objetivos**

- *Conocimiento del procedimiento del trazado, de los instrumentos empleados y manera de utilizarlo en la práctica.*
- *Tener una idea clara de lo que es un puesto de trabajo e identificar los más importantes.*
- *Conocimiento teórico-práctico del empleo de las limas.*
- *Adquirir los conocimientos para preparar el material por troceado con desprendimiento de viruta.*
- *Conocer el proceso de la operación de taladrado.*

### **2.1.2 Estructura de la sección de Ajuste.**

*Se dispone de una sección de ajuste. Esta permite realizar las principales operaciones de banco. De las cuales, entre otras, tenemos:*



*Distribución en planta de la sección de ajuste.*

\* *Limado*

\* *Aserrado o troceado con desprendimiento de viruta*

- \* *Escariado (rimado)*
- \* *Burilado*
- \* *Rasqueteado*
- \* *Roscado a mano, etc.*

*Esta sección comprende:*

- \* *20 puestos de trabajo (10 bancos dobles, equipados con dos prensas de banco y con gavetas para guardar las herramientas) (1).*
- \* *2 taladros de banco (2)*
- \* *1 pulidora de columna (3)*
- \* *1 mesa de trazado (con las herramientas y útiles para el trazado plano y al aire, (4).*
- \* *Un armario con las herramientas necesarias para realizar las operaciones de banco<sup>8</sup> (5).*

### **2.1.3. AJUSTE**

*De acuerdo al sentido en que se tome esta palabra, puede comprender :*

- *elaborar completamente una pieza metálica a mano, según unas formas y*

---

<sup>8</sup> *En los anexos V, se encuentra la lista completa del equipo y herramientas.*

- medidas fijadas de antemano: hacer una llave, un martillo como adorno, etc.;*
- acabar y retocar piezas trabajadas previamente en máquinas: rasquetear un mármol o bancada que se haya planeado en una cepilladora;*
  - adaptar dos o más piezas que deban trabajar una dentro de la otra: rasquetear y ajustar la cabeza de una biela a un cigüeñal, ajustar un punzón en una matriz;*
  - montar un mecanismo o máquina haciendo las operaciones necesarias para ello.*

#### **2.1.4. TALLER MECANICO Y PUESTO DE TRABAJO**

##### **2.1.4.1. Taller Mecánico**

*El taller mecánico es el conjunto de instalaciones, maquinaria, dependencias y puestos de trabajo - con el personal directivo y productor adecuado - organizados de tal manera que puedan cumplir su objetivo y obtener el máximo rendimiento.*

##### **2.1.4.2. Objetivos de un taller mecánico**

*La finalidad de un taller mecánico, como empresa, es realizar un trabajo o prestar un servicio a cambio de una retribución y de un margen de beneficio para lograr esta finalidad. Hacen falta unos organismos que desarrollen servicios o funciones determinadas.*

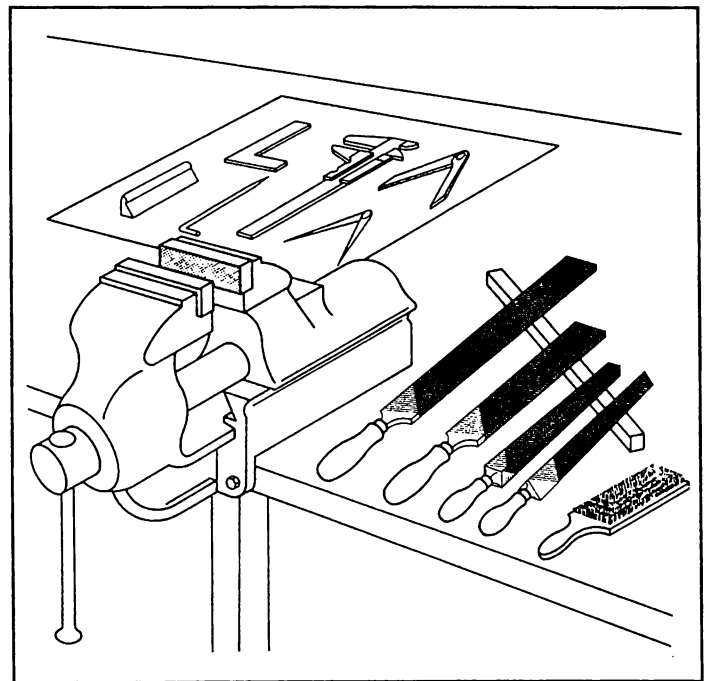
### **2.1.4.3. Puestos de trabajo**

*De acuerdo al tipo de instalaciones adaptado, consta de una serie de puestos o lugares de trabajo, con espacio, herramientas, máquinas, etc., suficientes y adecuadas para la realización del trabajo. Cada trabajo o tarea puede dividirse en:*

***Fase** : es el trabajo realizado en un puesto de trabajo, por el operario responsable del mismo.*

***Subfase:** cuando dentro de la misma fase, la sucesión de operaciones en la misma máquina exige desmontar la pieza dos o más veces, como nuevos montajes de la pieza al número que se requieran.*

***Operación** : así llamaremos a todo lo que suponga un paso adelante en la mecanización o tarea, de suerte que, si se suspendiese el trabajo, no habría necesidad de repetir el trabajo hecho. Preparar la máquina, ponerla en marcha, sujetar la pieza, no son*



*Fig. 48 Banco del ajustador.*

operaciones en este sentido. Dar una pasada, trazar un punto de granete, hacer un pequeño agujero, si son operaciones.

#### **2.1.4.4. Banco de Ajustador**

Consta esencialmente de una robusta mesa donde se fija el tornillo de banco, que a su vez sirve para fijar las piezas que deban trabajarse. Es ordinariamente de madera o de madera y metal combinados. También se hacen totalmente metálicos. Su construcción debe ser sólida, su altura de 80 a 90 cm. y su ancho de 70 a 80 cm. Puede ser sencillo o doble (fig. 48). En este banco se fijan los llamados tornillos de banco.

#### **2.1.4.5. Tornillo de banco**

Es un instrumento que sirve para sujetar las piezas que se han de trabajar. Hay dos tipos principales de tornillo, a saber:

##### Tornillos articulados y tornillo paralelos.

- **Tornillos articulados:** estos tornillos se construyen de acero forjado y resultan muy resistentes, por lo que son indicados para trabajos de cerrajería y de forja; no son apropiados para trabajos de ajuste, porque sus

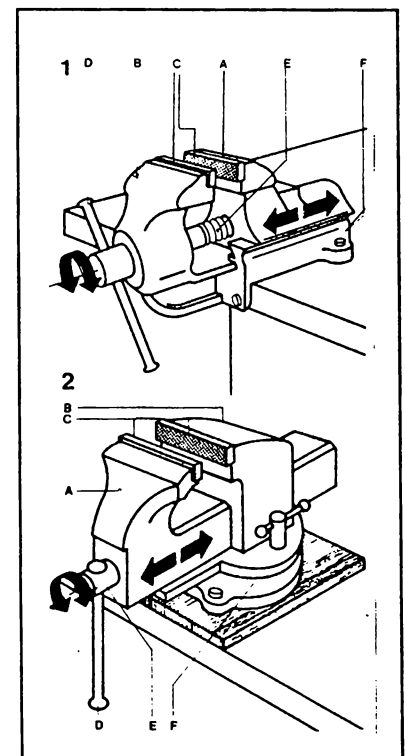


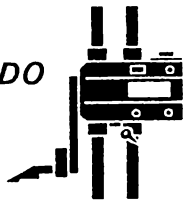
Fig.49 Tornillos paralelos.

*mandíbulas no se conservan paralelas al abrirse, por cuyo motivo no sujetan bien las piezas o las deforman si se ajustan demasiado.*

*- **Tornillos paralelos:** (fig. 49). Los tornillos paralelos constan de una mandíbula fija (B) y de otra móvil (A). Se construyen de hierro colado o acero fundido. Estos últimos son más caros, pero resultan más resistentes y duraderos. En la parte superior de las mandíbulas, llevan unas piezas, (C) llamadas mordazas, las cuales están estriadas para que puedan sujetarse las piezas sin necesidad de ejercer sobre ellas demasiada presión. La diferencia esencial entre estos tornillos y los articulados es que, sea cual fuere la abertura de las mandíbulas, las mordazas quedan siempre paralelas y sujetan así en perfectas condiciones las piezas de cualquier tamaño.*

*La apertura y cierre del tornillo se efectúa, por medio de la barra (D) y del tornillo (E), que se enrosca en una tuerca alojada en la mandíbula fija. La mandíbula móvil se ajusta, por desplazamiento suave, a la fija. Conviene que no tenga demasiada holgura y que estén protegidas contra las limaduras.*

## **2.2. TRAZADO**



### **2.2.1 Objeto del trazado**

*El trazado consiste en marcar, sobre la superficie exterior de una pieza de metal, e*

contorno, las líneas que indican el límite de desgaste, o bien, los ejes de simetría de los agujeros o ranuras.

Puede ser una operación previa al ajuste y mecanizado.

Se hace :

- sobre piezas fundidas;
- sobre piezas forjadas o estampadas;
- sobre perfiles laminados.

De su correcta realización, depende algunas veces la exactitud de las restantes operaciones; de ahí, la responsabilidad del trazador.

Para muchas operaciones, hasta hace pocos años, era muy importante; hoy sin embargo, ya no lo es tanto, porque las modernas máquinas y técnicas de trabajo lo hacen innecesario, o, a lo sumo

sirve de orientación. El trazado no es necesario:

- en la fabricación en serie,
- cuando se emplean máquinas
- herramientas regulables con precisión,

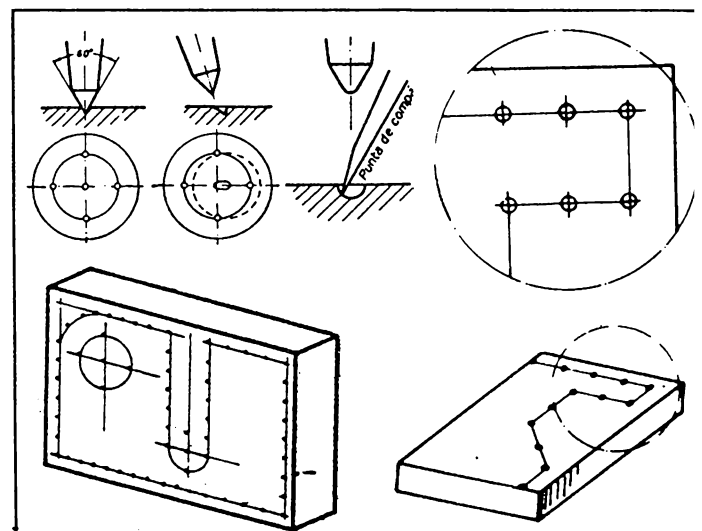


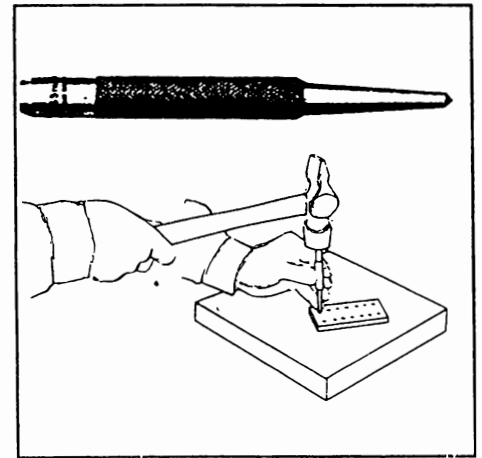
Fig.50 Punteado de los trazos.

- cuando se emplean dispositivos para el mecanizado (por ejemplo dispositivos para taladrar).

*El trazado no elimina las operaciones finales de verificación.*

### **2.2.2. Punteado de los trazos**

*Luego de la operación de trazado es necesario puntear las partes trazadas, quiere decir contramarcas, por medio de un apropiado instrumento, llamado granete, el trazado realizado. Esta operación ayuda en considerable forma a la visualización del trazado y a que no se pierdan las líneas de trazo (fig. 50). Los granetes para puntear líneas deben tener un ángulo de  $60^\circ$ , y los destinados a puntear centros de agujeros de  $90^\circ$  (fig. 51). Para mayor rapidez se pueden utilizar granetes automáticos, estos dan golpes muy uniformes sin la necesidad de martillo. O también se pueden emplear granetes de doble punta para un punteado equidistante o para puntear los centros de agujeros.*



*Fig.51 Granete y forma de empleo.*

### **2.2.3. Proceso de trazado**

*Un trabajo completo de trazado comprende tres etapas principales:*

- *Preparación del material*
- *Pintar la pieza*
- *Trazado*

#### **2.2.3.1. Preparación del material**

*Es necesario un control de calidad del material, quitar las rebabas a la pieza y pasar un cepillo metálico sobre las superficies para quitar el óxido.*

#### **2.2.3.2. Preparación de las superficies de trazado**

*Para el trazado, es preciso que la pieza tenga un fondo de color apropiado para que destaque las líneas. La tabla VI presenta las posibles opciones. Es necesario un control de calidad del material, quitar las rebabas a la pieza y pasar un cepillo metálico sobre las superficies para quitar el óxido.*

*La operación de trazado viene casi siempre realizada a mano, de acuerdo a diferentes procesos y con la ayuda de particulares herramientas y utillajes. Podemos diferenciar tres procesos, progresivamente más elaborados:*

*a.- Trazado directo a mano mediante herramientas simple.*

*b.- Trazado por medio de plantillas, dispositivos, cintas metálicas capaces de*

reproducir los bordes y puntos de referencias para trazar directamente sobre el material.

**TABLA VI: Preparación de las superficies de trazado**

<b>Preparación de la superficie de trazado pintándola de :</b>	<b>Aplicable a:</b>	<b>Observaciones</b>
<i>Tiza en polvo</i>	<i>Piezas brutas fundidas, laminas o forjados</i>	<i>La tiza en polvo se revuelve en una mezcla de agua y cola</i>
<i>Laca de trazar</i>	<i>Piezas sin mecanizar, desprovistas de fundición, laminación o forja.</i>	<i>Se suministra también como spray; para acero : azul; para fundición: blanco; para aluminio:rojo</i>
<i>Sulfato de cobre ¡Venenos!</i>	<i>Superficies metálicas, limpias, brutas de piezas de acero y cinc</i>	<i>El vitriolo de cobre (sulfato de cobre, CuSO4) cobre la superficie sutilmente.</i>

c.- Trazado con la ayuda de un proyector que agranda a la medida exacta y lo proyecta sobre el material el dibujo propuesto facilitando la operación de trazado. Esto proceso se utiliza particularmente en la industria de barcos. Un trazado cuidadoso ahorra costosos trabajos de

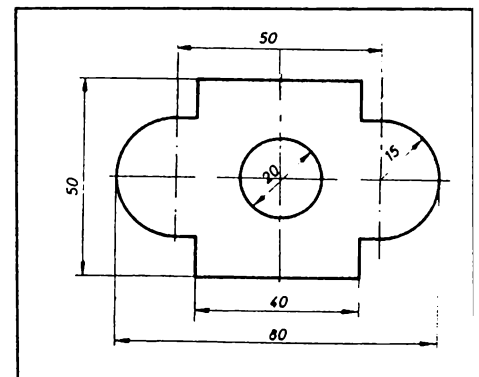


Fig.52 Trazado en el plano.

acabado.

### **2.2.3.3 Clases de trazado**

*El trazado puede ser en el plano o al aire.*

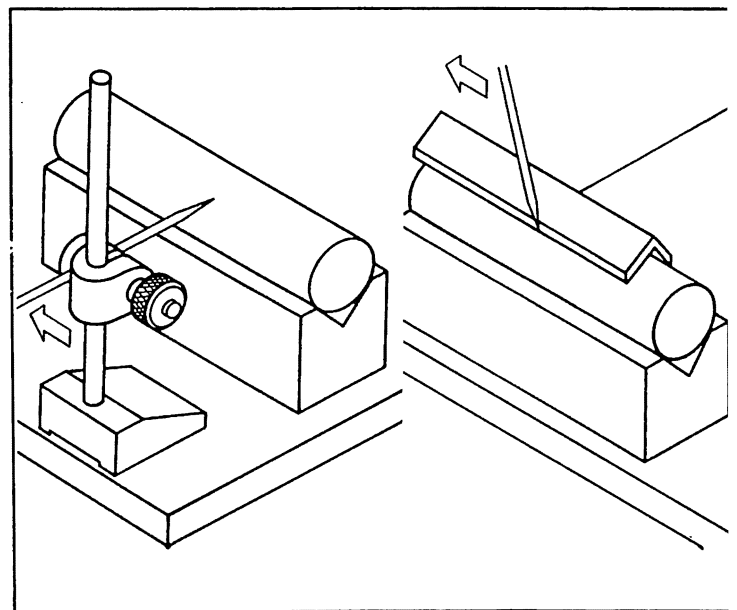
#### **2.2.3.3.1. Trazado plano**

*Así se llama porque todas las líneas señaladas están sobre una única superficie plana, en la cual se dibujan los contornos y detalles de una pieza. Por ejemplo: trazado de plantillas de chapa, desarrollo de recipientes, situación de agujeros, etc. (fig.52).*

#### **2.2.3.3.2. Trazado al aire**

*El trazado al aire o en el espacio (fig. 53) es el que se efectúa cuando las líneas a trazar estén en distinto plano o superficie unos respecto a los otros; es decir, que se efectúa en las tres dimensiones de una pieza.*

*En muchos casos, el trazado*



*Fig.53 Aplicación de trazado al aire (calzo en V).*

sirve para poder mecanizar una o dos superficies de referencia, que luego servirán para el resto de las verificaciones y mecanizados.

### 2.2.3.3.3 Trazado por desarrollo

Tenemos un trazado por desarrollo cuando hay que transportar sobre un plano las superficies de los sólidos. El trazado hay que hacerlo de tal forma que, recortando la lámina

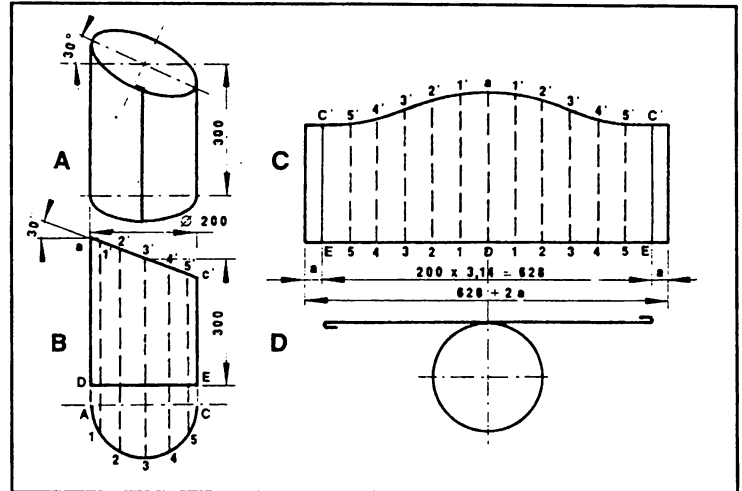


Fig.54 Trazado por desarrollo.

guiándose por las líneas de trazo y doblándola en forma oportuna, se logre reconstruir el sólido proyectado (fig. 54).

### 2.2.4. Instrumentos de trazado y medios auxiliares

Los útiles más empleados para trazar son :

#### 2.2.4.1. Mesa de trazado

Las operaciones de trazado se efectúan en la mesa de trazado, la cual tiene función de soporte y guía, por

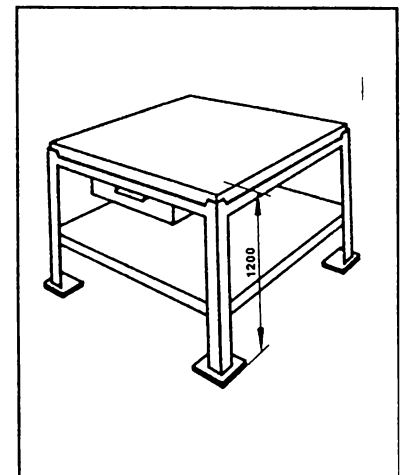


Fig.55 Mesa de trazado.

*cuyo motivo es el útil fundamental del trazado al aire. La forma de la mesa es semejante aquella de los mármoles de verificación, pero se diferencia de ellos en que suele ser mayor su superficie y no se encuentra tan perfectamente acabada como en aquellos (fig.55).*

*Según el tipo de trazado a que se destine, podrá ser rasquetada o simplemente acabado a cepilladora; es de fundición de hierro según DIN 876.*

#### **2.2.4.2. Puntas de trazar y lápices**

*Las líneas de trazado se obtienen con puntas cónicas afiladas (fig.58). Según las características del material y de la superficie se emplean puntas de trazar de acero o de latón y lápices.*

*La elección del instrumento para trazar depende del tipo de material y del trabajo que se va realizar.*

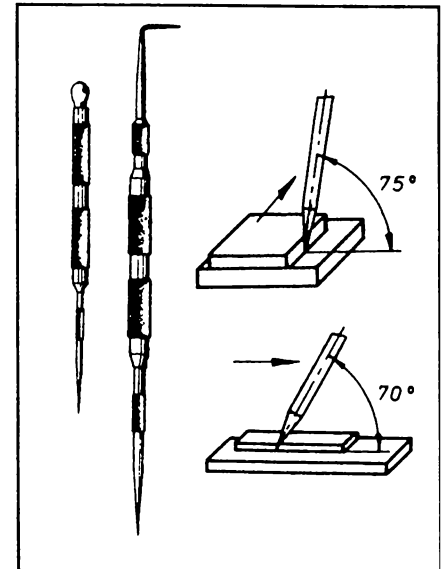


Fig.56 Puntas de trazar.

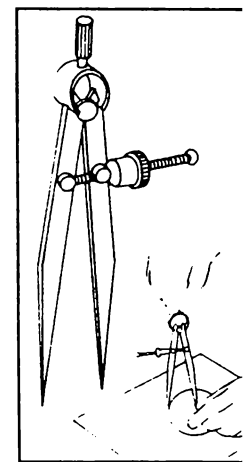


Fig.57 Compás de muelle.

La punta de trazar debe estar siempre bien afilada ( $10^\circ$  a  $12^\circ$ ), porque de lo contrario se obtienen líneas anchas y por lo tanto, poco precisas.

### 2.2.4.3. Compás de trazar

El más empleado es el compás de puntas, sencillo o con muelle (fig. 57). Se emplea para trazar arcos de círculo, determinar perpendiculares, transportar distancias y marcar divisiones equidistantes.

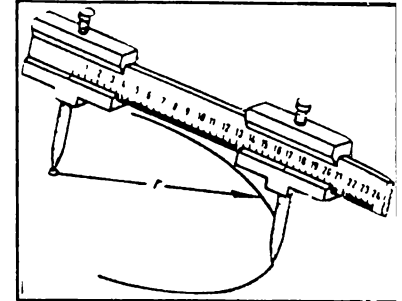


Fig.58 Compás de varas.

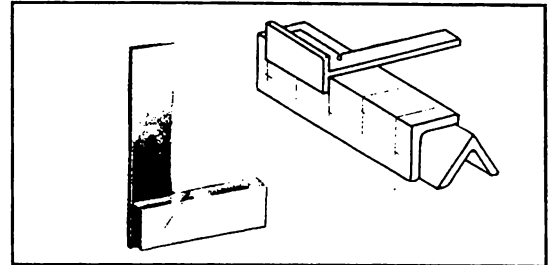
Tabla VII. Herramienta para trazar.

HERRAMIENTA	PROPIEDADES	APLICACION
Punta de acero	Punta templada que penetra en el material	Piezas brutas y productos semimanufacturados de acero
	La punta se desgasta rápidamente, no penetra en el material, es necesario reafilar	Superficies lisas; piezas templadas y decapadas; acero inoxidable.
Lápiz		Piezas delgadas, con recubrimiento superficial o revestidas. Metales ligeros
Compás de puntas	Con distintas puntas según el tipo de aplicación	Arcos de círculos, divisiones en rectas y en arcos con radios pequeños o pequeñas distancias
Compás de varas		Como en el caso del compás de puntas pero para distancias mayores
Granete según DIN 7250	Puntas cónicas templadas	Marcado de líneas de trazado, círculo de control, centros para aplicar el compás y para trazar puntos para la broca

*El compás de vara se emplea para trazar radios y circunferencias superiores de aquellos permitidos por los compases de muelle o sencillos (fig. 58).*

#### **2.2.4.4. Escuadras.**

*Las escuadras se utilizan para trazar líneas en ángulo recto (90°) o paralelas con un borde mecanizado (fig. 56). Para probar la exactitud*



*Fig 59 Escuadra de solapa para trazado.*

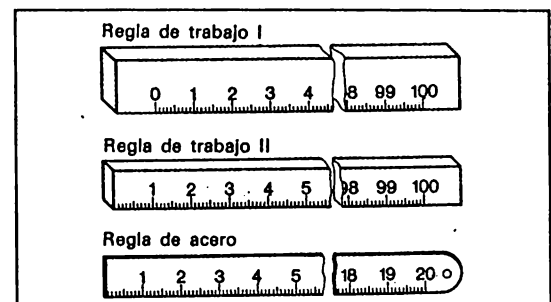
*de superficie que deberá estar a 90° entre si y para preparar el trabajo de mecanizado.*

*Las escuadras ajustables se utilizan para trabajo en general. La escuadra fija se utiliza cuando se requiere mayor exactitud.*

*Para transportar ángulos, se emplean mucho las falsas escuadras y la escuadra universal.*

#### **2.2.4.5. Reglas**

*Para tomar medidas, se emplean preferentemente las reglas flexibles graduadas. Para el trazado propiamente dicho, se emplean más las reglas rígidas,*



*Fig.60 Regla flexible y rígida.*

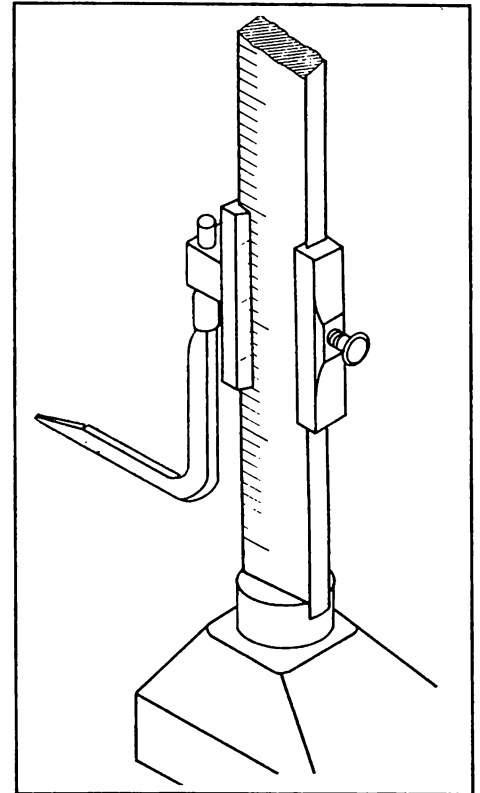
*graduadas o no (fig. 60).*

#### **2.2.4.5. Gramil**

*Es un instrumento muy utilizado en el trazado al aire, sirve para marcar líneas paralelas entre si y a una base de apoyo o referencia. Generalmente, la superficie de referencia es la mesa de trazado (fig. 61).*

*El gramil consta de los siguientes elementos:*

- *Una base perfectamente planeada en su asiento. Algunas veces lleva rebajo en forma de V para poderlos apoyar sobre árboles o guías;*
- *Un vástago o barra vertical - fija o articulada-;*
- *Una corredera que se desliza por el vástago;*
- *Una punta o rayador de acero afilado en sus dos extremos. Uno de ellos suele ir doblado.*



*Fig. 61 Gramil con regla graduada fija y nonios.*

#### **2.2.4.6. Calzos**

*Son unos prismas de fundición, de formas muy variadas. Tienen siempre uno o más rebajos en forma de V, para que puedan colocarse en ellos piezas redondas.*

### **2.3. LIMADO**

#### **2.3.1. Generalidades**

*La operación de limar, o simplemente el limado, es de las tareas básicas en mecánica: puede hacerse a mano o a máquina. De por sí es una operación de acabado aunque cada día es menos empleada gracias a la precisión con que trabajan las máquinas.*

*Con todo, en superficies pequeñas o en materiales blandos, se puede desbastar, con limas bastas o especiales. Podemos decir, pues, que limado es una operación que tiene por fin rebajar, pulir o retocar piezas metálicas y arrancar así pequeñas porciones de material en forma de viruta o limaduras.*

*Llamaremos desbastar, cuando empleamos limas bastas, y las superficies quedan con huellas fácilmente apreciables a simple vista, lo cual no reviste importancia. El pulido, por el contrario, implica el empleo de limas finas o extrafinas y que las huellas ya no sean apreciables a simple vista.*

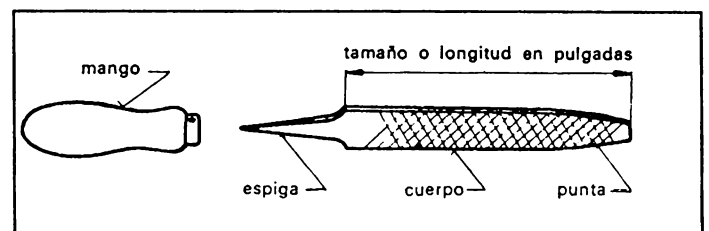
### **2.3.2. Objeto del limado**

*Tiene por objeto trabajar caras planas o curvas interiores o exteriores para obtener:*

- *Las dimensiones fijadas de antemano según unas tolerancias,*
- *Las calidades superficiales exigidas en el plano,*
- *El paralelismo, escuadra o ángulo de las caras de las piezas.*

### **2.3.3. LA LIMA**

*Es una herramienta de corte múltiple formada por una barra de acero templado, cuyo objeto es rebajar y pulir metales.*



*Fig. 62 partes de una lima.*

### **2.3.3.1. Partes de una lima**

*Las partes principales de una lima son : cuerpo, punta y espiga o cola (fig. 62).*

- Cuerpo. *Es la parte central de la lima con la aspereza que sirve para limar.*
- Punta. *Es la parte opuesta al mango.*
- Espiga. *Es la sección poligonal, generalmente rectangular, cónica y en ella se coloca el mango.*

### **2.3.3.2. Tipos de lima ✂**


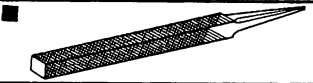


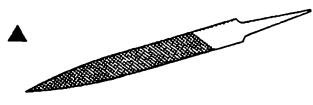
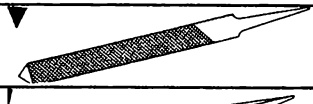
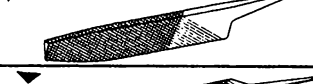


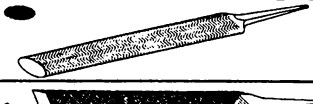
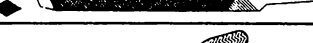

*Las limas se diferencian y vienen clasificadas de acuerdo a los siguientes elementos característicos: la forma, el tamaño, el picado, el ángulo de diente y el grado de corte.*

#### **2.3.3.2.1. Forma ✂**

*Por la forma de una lima se entiende la figura geométrica de su sección transversal.*

*Las formas normales de una lima son :*

**TABLA VIII: Forma de las limas.**

<b>DENOMINACION</b>	<b>APLICACION</b>	<b>FORMAS DE LAS LIMAS</b>
<i>Limas planas</i>	<i>La sección transversal es rectangular. Con o sin punta, de varias dimensiones, con o sin picado a los flancos, o con picado a un sólo flanco. Las limas planas son las de uso más general en el taller.</i>	
<i>Limas cuadradas</i>	<i>La sección transversal es cuadrada, se emplean para agujeros, chaveteros, superficies plana, etc.</i>	
<i>Limas redondas</i>	<i>La sección es circular. Se emplea para superficies cóncavas, agujeros etc.</i>	
<i>Lima media caña</i>	<i>La sección es de un segmento circular. Se emplean para ángulos cóncavos de menos de 60°. La parte circular se emplea para superficies curvas cóncavas, y para grandes agujeros u ovalados</i>	
<i>Lima triangular</i>	<i>La sección es un triángulo equilátero. Se presta muy bien para ángulos mayores de 60° y para limar superficie planas de precisión.</i>	
<i>Lima triangular para sierras</i>	<i>Tiene los ángulos muy vivos y se utilizan para el afilado de sierras (serruchos) de dientes triangulares.</i>	
<i>Limas de hoja de cuchillos</i>	<i>La sección es un triángulo isósceles agudo, utilizadas para ranuras estrechas, acoples, etc</i>	
<i>Limas barreta</i>	<i>La sección es un triángulo isósceles obtuso, utilizadas para el acabado de superficies interiores</i>	
<i>Limas de aguja</i>	<i>Se emplean para trabajos finos en espacio reducido, son delgadas y sin mango. Tienen diferentes formas: punta plana, redonda, triangular, cuadrada.</i>	
<i>Lima almendrada o lengua de pájaro</i>	<i>De sección elíptica para limar superficies con una ligera curvatura.</i>	
<i>Limas de doble cuchillo</i>	<i>La sección es rómbica, utilizada en mecánica de precisión.</i>	
<i>Limas rifloir</i>	<i>Para limar superficie curvas o reducido espacio para las limas de normal utilización (para construir matrices, moldes, grabados), vienen empleadas limas especiales, con formas y secciones diversas llamadas limas rifloir.</i>	

### **2.3.3.2.2 Otros tipos de limas**

#### **2.3.3.2.2.1. Limas abrasivas**

*Las limas abrasivas, o piedras de India, formadas por polvos abrasivos cementados por medio de materiales cerámico montados sobre un soporte prismático. Las limas abrasivas se emplean en las operaciones de pulido de piezas trabajadas ya con otros sistemas y templadas, para las cuales sea necesario lograr condiciones de precisión y pulido, inalcanzables con otras herramientas manuales.*

*Para utilizarlas se agarran con las dos manos haciéndolas deslizar sobre la pieza en proceso.*

*Las limas abrasivas pueden tener sección cuadrada, rectangular, triangular, media caña, redonda.*

#### **2.3.3.2.2.2 Limas diamantadas**

*Para trabajos que exigen condiciones de gran exactitud se utilizan las limas diamantadas. Estas limas especiales arrancan fácilmente virutas aun a los mejores aceros templados. Las limas diamantadas pueden tener una sección de punta plana, rectangular, cuadrada, triangular, media-caña, redonda.*

*Se utilizan sin mango y tienen la forma parecida a aquella de las limas de aguja.*

### **2.3.3.2.3. Tamaño**

*La dimensión fundamental de una lima es la longitud del cuerpo expresada en pulgadas (fig. 62).*

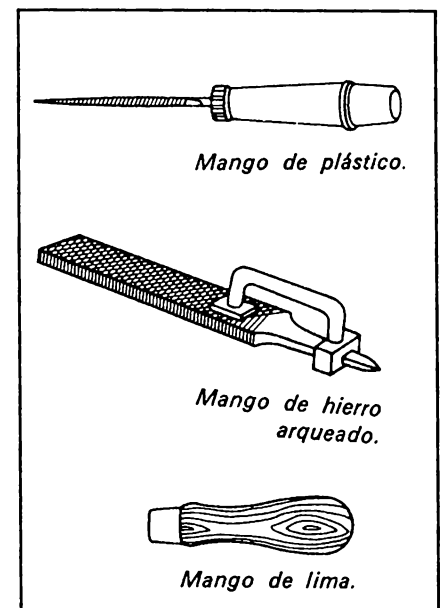
*Los tamaños más corrientes de las limas son : 3", 4", 5",6",8", 10", 12" y 14".*

*Al variar la longitud varían también las dimensiones de la sección.*

*En general, la lima debe ser más larga que la superficie que se ha de limar.*

### **2.3.3.2.4 Mangos para limas**

*En las espigas de las limas normales se encaja un mango, por el cual se toman para limar. Estos mangos son de madera dura, de haya o fresno y, a veces de plástico. Para evitar que se abran, llevan en su parte anterior un anillo metálico de refuerzo (fig. 63). El tamaño del mango debe ser proporcionado al tamaño de la lima.*



*Fig.63 Diferentes tipos de mangos.*

### **2.3.3.2.5 Tipo de proceso del tallado**

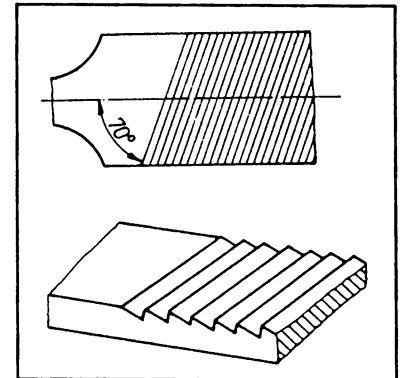
*De acuerdo al procedimiento seguido para obtener el tallado se tiene limas con dientes o picado labrado y limas con dientes fresado.*

### **2.3.3.2.5.1 Limas con dientes fresados**

*Toman este nombre porque los dientes se obtienen por medio de la fresa. Son parecidas en el aspecto exterior a las limas de picado sencillo, pero éste es mucho más uniforme y regular. En general son limas planas o media caña. Tienen un picado simple y de forma redondeada.*

### **2.3.3.2.6. Tipo de picado**

*El tallado de las limas está formado por un gran número de picaduras o dientes semejantes a buriles. El picado puede ser:*



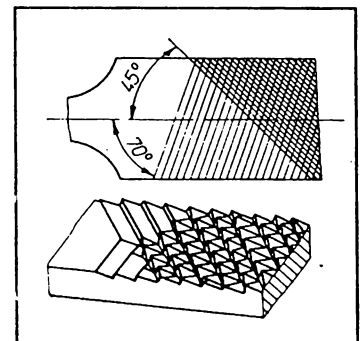
*Fig. 64 Picado sencillo.*

### **2.3.3.3.6.1 Sencillo recto u oblicuo**

*Aquel producido por una serie de entallas o ranuras paralelas. Puede tener una inclinación respecto al eje de la lima de 70° (fig.64). Las que tienen este tipo de picado se emplean ordinariamente para trabajar metales blandos como plomo, cobre, estaño, aluminio, etc..*

### **2.3.3.2.6.2. Cruzado o doble**

*Es aquél en el cual, encima de un picado sencillo, se hace otro de menor profundidad y transversal al primero. El*



*Fig. 65 Picado doble.*

ángulo de este segundo picado respecto al eje de la lima es de unos  $45^\circ$  (fig.65).

Las limas con picado doble son las más adecuadas para el trabajo de ajuste. Las ranuras del picado se hacen por medio de unos cincelos y máquinas especiales con distintos ángulo, (fig.66), según los materiales que se hayan de trabajar.

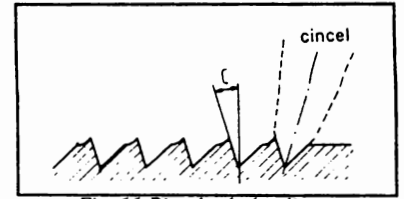


Fig.66 Picado de las limas.

### 2.3.3.2.6.3. Escofina

Se utilizan para metales muy blandos y para madera. La forma más empleada con este picado es la media caña. También se emplean alguna vez en limas redondas y más raramente en limas cuadradas (fig.67).

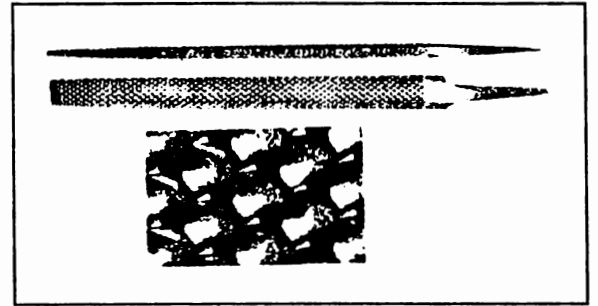


Fig.67 Picado de escofina.

### 2.3.3.2.7. Angulos de los dientes

Cada diente de la lima se comporta como una auténtica herramienta de corte con sus ángulos característicos (fig 68).

$\beta$  = ángulo de filo;

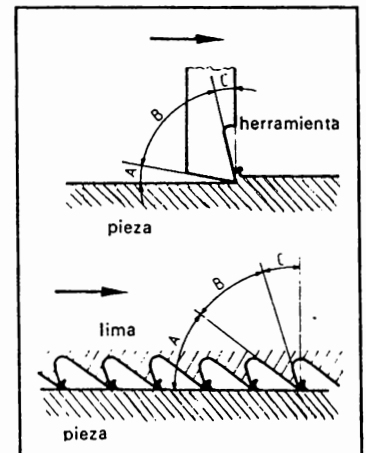


Fig.68 Angulos de los dientes.

$\alpha$  = ángulo de incidencia;

$\gamma$  = ángulo de desprendimiento.

Para materiales duros, el ángulo de desprendimiento llega a ser negativo, resultando los dientes más resistentes (fig.69).

### 2.3.3.2.8. Grado de corte

Del picado, depende también el grado de corte. Se entiende por grado de corte, el número dientes que entran por centímetro cuadrado de superficie picada, a según que la lima tenga dientes (o picado) sencillo o doble. Es evidente que cuanto mayor es el número de dientes, mayor será la finura de una lima.

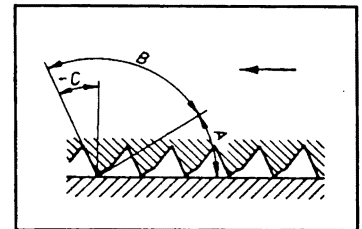


Fig.69 Angulos para metales duros.

Cuanto mayor sea el número de las entallas por unidad de superficie en la barra, tanto menor será la cantidad de material arrancado en la pieza en proceso por cada pasada, al mismo tiempo que, mayor será el grado de corte alcanzado sobre la superficie en proceso (fig.70). No existe una normalización propiamente dicha, pero se puede

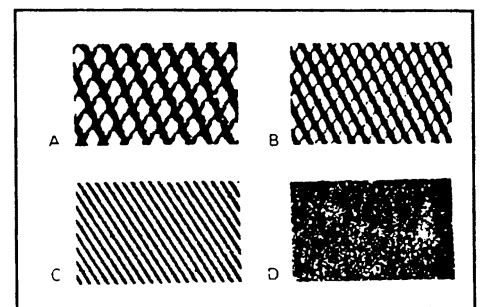


Fig.70 Grado de corte: A, basto; B, semibasto; C, entrefino; D, fino.

considerar buena la clasificación de la Tabla IX. A cada tipo vienen acoplado los códigos (letras o números) más utilizados para identificar la finura de corte de las limas.

**TABLA IX: GRADO DE CORTE DE LAS LIMAS**

<b>CODIGO</b>	<b>NUMERO DE FILO</b>	<b>DESIGNACION DE LAS LIMAS</b>	<b>APLICACION</b>
<i>G</i>	<i>0</i>	<i>Limas gruesas</i>	<i>Trabajos de desbaste</i>
<i>B</i>	<i>1</i>	<i>Limas bastas</i>	<i>Trabajos de limpieza</i>
<i>MB</i>	<i>2</i>	<i>Limas semibastas</i>	<i>Prelimado</i>
<i>MD</i>	<i>3</i>	<i>Limas entrefinas</i>	<i>Prealisado. Alisado</i>
<i>D</i>	<i>4</i>	<i>Limas finas</i>	<i>Ajustes de precisión</i>
<i>DD</i>	<i>5</i>	<i>Limas extrafinas</i>	<i>Trabajos de matrickería o moldes</i>
<i>F</i>	<i>6</i>	<i>Limas de acabado</i>	<i>Trabajos de máximo acabado</i>
<i>FF</i>	<i>7</i>	<i>Limas de superacabado</i>	<i>Ajuste de máxima precisión</i>

## **2.4 TECNICAS DEL LIMADO**

*Antes de iniciar un limado, la pieza viene trazada de manera que se pueda apreciar el sobremetal existente. Hay que pulir la pieza y librarla de eventuales incrustaciones, oxidaciones, etc.*

### **2.4.1. fijación de las piezas en el tornillo de banco**

Las piezas deben ser fijadas en el tornillo de banco en forma estable y segura. Las piezas ya desbastada o pulidas, hay que protegerlas, colocando mordazas postizas (fig. 72) y hacer lo mismo con las piezas delicadas que pueden deformarse. Pueden emplearse también mordazas fijas rectificadas y sin estrías para trabajos de precisión. Para trabajar piezas largas y delgadas de metal, pueden utilizarse unas barras de doblar especiales. Para el mismo fin pueden utilizarse dos barras de perfil angular, colocando entre ellas la pieza y luego fijándolas en la prensa (fig. 73). Si es necesario se emplea también un sargento.

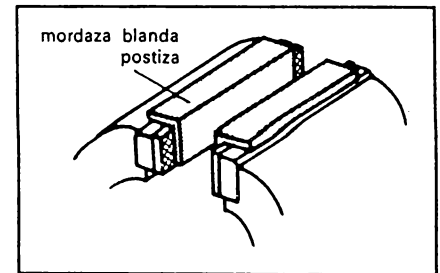


Fig. 72 Empleo de mordazas postizas.

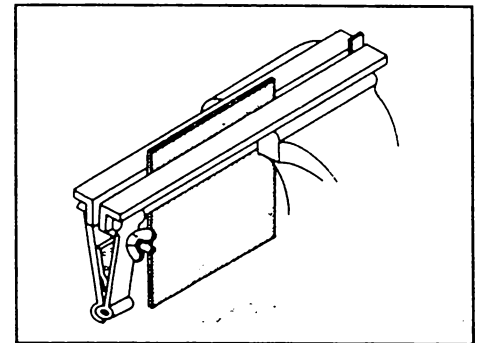


Fig. 73 Sujeción de piezas largas.

### **2.4.2. Altura del tornillo.**

Para trabajar en buenas condiciones, el tornillo de banco, debe estar a la altura correcta (fig. 74). Algunos tornillos son regulables en altura para poderlos adaptar a las diversas estaturas del aprendiz.

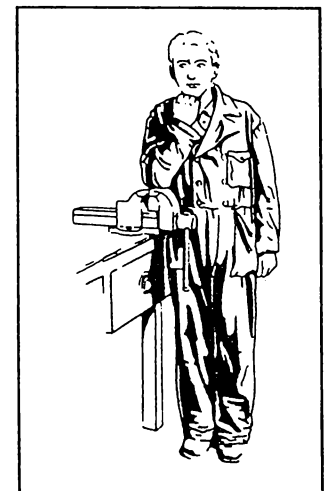


Fig. 74 Altura correcta del tornillo.

### 2.4.3. Posición del aprendiz

Para limar, el aprendiz se colocará de pie, de manera que el pie izquierdo quede algo adelantado y cerca de la vertical del tornillo de banco (fig. 75 y 76).

El tronco deberá acompañar ligeramente al movimiento de la lima cuando se desbaste. Para pulir o cuando se emplean limas pequeñas, deberá mantenerse más bien quieto. Es decir, que para trabajos de desbaste, el cuerpo no deberá permanecer rígido. Así intervienen todos los músculos del cuerpo que ayudan al empuje rítmico y evitan el cansancio prematuro.

Con limas finas o pequeñas, actúan sólo la muñeca y el codo. El ritmo y la presión sobre la lima, dependen del tamaño de la misma, de la clase de material y del tipo de trabajo. Puede considerarse normal un ritmo de 40 a 60 golpes por minuto. Trabajando aceros duros, el ritmo debe ser más lento.

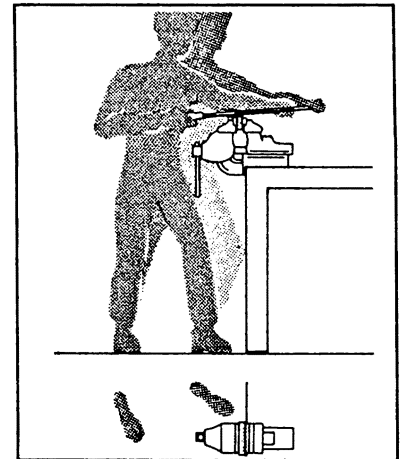


Fig. 75 Posición correcta.

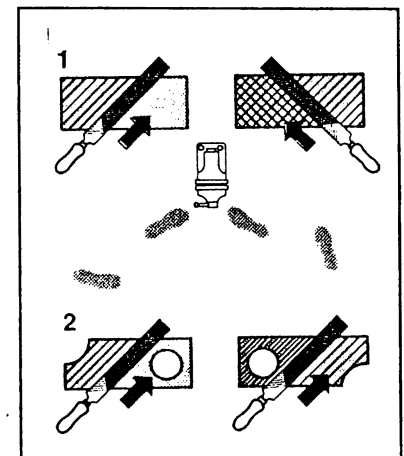


Fig. 76 Posición de los pies.

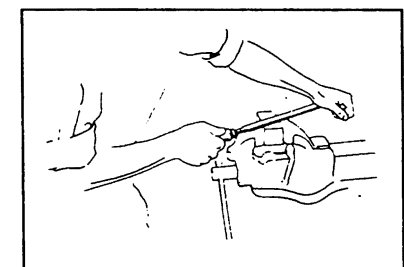


Fig. 78 Cómo agarrar la lima.

#### **2.4.4 Manera de agarrar la lima**

*La lima se agarra con la mano derecha, para que la parte redonda del mango se apoye contra la palma de la mano. El dedo pulgar aprieta el mango por arriba, mientras los otros cuatro lo rodean*

*por debajo<sup>10</sup> (fig. 78). Para trabajos especiales, ya se indicará en cada caso como se agarra la lima. En la figura 79 se observa cómo hay que*

*agarrar las limas pequeñas.*

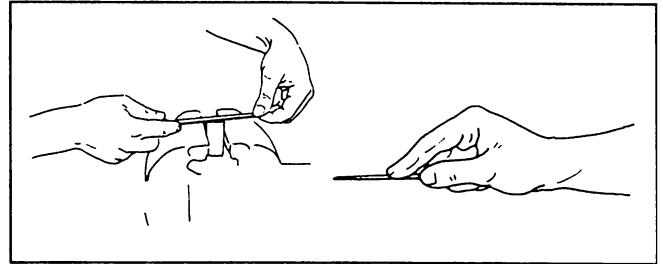


Fig.79 Cómo agarrar una lima pequeña.

#### **2.4.5. Dirección del limado**

*La lima debe moverse, en general, en dirección horizontal formando un ángulo de 45° con el borde de la pieza. A cada movimiento de vaivén, como también se avanzará en sentido transversal aproximadamente una longitud igual*

*a la mitad del ancho de la lima. Una vez esté limada la pieza en una dirección, se cruzará el rayado limando perpendicularmente a la dirección anterior. La uniformidad del rayado indica la perfección de trabajo realizado (fig. 80).*

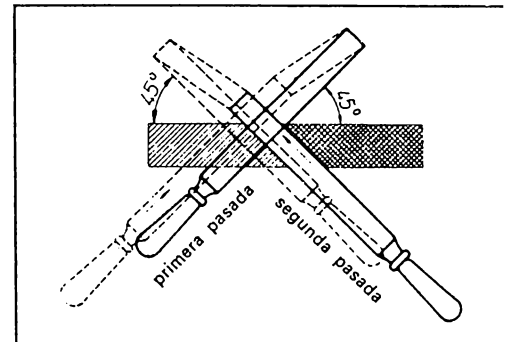
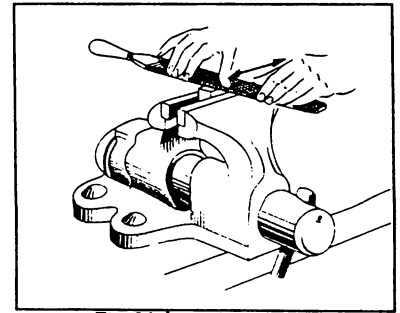


Fig.80 Dirección del limado.

<sup>10</sup> Si es zurdo o ambidestro, se agarra la lima de igual forma a la explicada para la mano derecha. Resulta muy práctico saber trabajar con ambas manos.

*Este limado cruzado tiene también por objeto hacer desaparecer las ondulaciones o rayas que se hayan producido limando en un solo sentido. Algunas veces, para acabar y pulir la pieza, se emplean limas a través, como se ve en la figura 81. Sin embargo, no debe*



*Fig.81 Limado a través.*

*abusarse del limado de través, ya que, si bien es cierto que el aspecto de la pieza queda muy favorecido, la precisión es menor, si no se hace con sumo cuidado.*

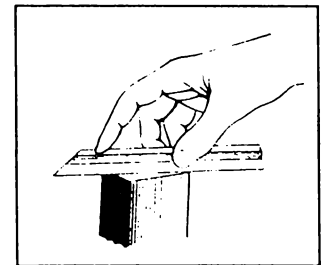
## **2.5 OPERACIONES DE LIMADO A MANO**

### **2.5.1. Limado de superficies planas**

Se lleva a cabo siguiendo este orden:

1. Desbastado: con lima gruesa o basta, comprobando de vez en cuando con regla y escuadra.
2. Aplanado : Con limas entrefinas y finas, comprobando con guardaplano, (fig. 82).
3. Acabado: Con lima finísima, limando en una sola dirección, comprobando en el mármol de verificar o guardaplanos.

Cuando se trate de piezas largas y delgadas que se hayan de



*Fig.82 Verificación con guardaplanos.*

acabar por las dos caras, habrá que ir haciéndolas alternativamente de uno y otro lado, ya que, al limar una cara, suele deformarse la opuesta. Si se comprueba sobre el mármol, no ejercer presión para no deformar la pieza.

### 2.5.2. Limado de superficies paralelas

Para el limado paralelo, la superficie a limar deber ser plana y paralela a:

- una superficie de referencia o
- una superficie completamente acabada.

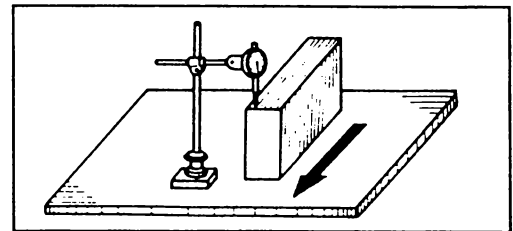


Fig. 83 Comparación de paralelismo.

**Paralelismo** es la distancia de dos superficies una a otra.

**Elaboración de superficies paralelas:** Si las caras son externas, no habrá ninguna dificultad. Se trabaja una, luego la otra, se comprobará el paralelismo con el compás de espesores, o el comparador (fig. 83).

La medida se comprueba con el comparador o pie de rey. Para piezas muy precisas, se puede usar también el micrómetro y los calibres fijos de tolerancia.

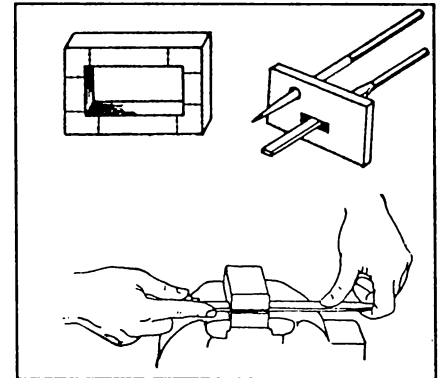


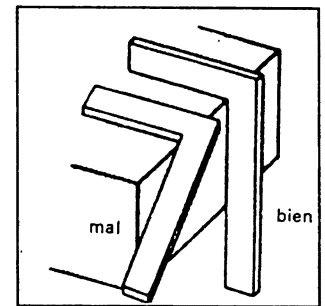
Fig. 84 Limado de caras internas estrechas.

*Si las dos caras paralelas son internas, su limado (fig. 84) y comprobación serán más difíciles porque no se podrá apreciar el trabajo hecho por la lima. Cuando las caras internas sean también paralelas a otras externas (fig. 84), se terminarán éstas el primer lugar, para que sirvan de referencia al trabajar las caras interiores.*

### **2.5.3.1 Limado de ángulos convexos**

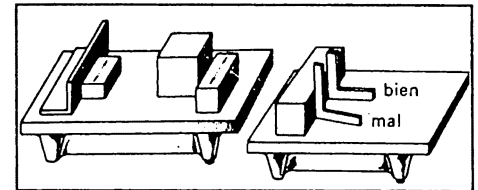
*En general se trata de ángulo de 90°.*

*Para el limado de superficies en ángulos convexos, una superficie debe ser plana y completamente acabada. Es una superficie de referencia.*



*Fig.85 Comprobación con escuadra.*

- Como superficie de referencia debe escogerse la mayor superficie de la pieza.
- En una superficie de referencia no debe modificarse nada.



*Fig.86 Comparación con cubos y mármol o mármol y escuadra.*

### **Proceso:**

1. ° Se planea una, la de referencia.
2. ° Se planea la otra cara y se comprueba el ángulo con escuadras fijas (fig.85), con goniómetros o para piezas de mayor precisión, sobre un mármol y cilindro, dados o cubos o con la escuadra (fig. 86).

### 2.5.3.2 Limado de ángulos cóncavos

Es más difícil que los convexos, ya que aquí no puede limarse cruzadamente al menos en toda la extensión (fig. 87).

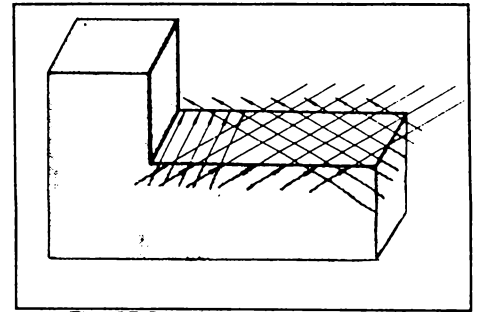


Fig. 87 Sentido de limado en ángulos cóncavos.

1. ° Se desbatan las dos caras del ángulo
2. ° Se van planeando ambas caras, y se comprueba la planicidad (fig.88) y el ángulo (fig.89).

- No conviene terminar una cara y luego otra, ya que fácilmente, al limar la segunda, se estropea la primera;

- Siempre que sea posible o admisible, se hace un pequeña canal o entalladura en el vértice para facilitar la operación (fig. 88);

- La verificación final se hace, a ser posible, con una escuadra-mármol, (fig. 89).

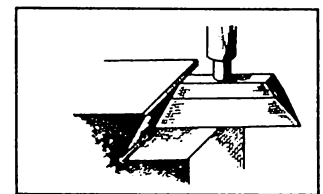


Fig.88 Verificación de planitud.

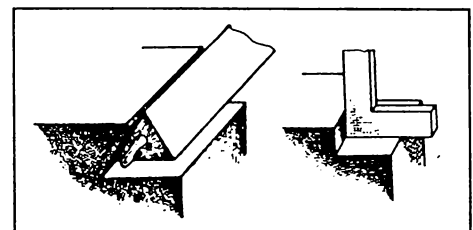


Fig.89 Verificación de ángulo.

### 2.5.4. Limado de superficies curvas, convexas

#### Generalidades:

- Trazar los límites de la curva y contornear limando a base de pequeños planos tangentes al trazado (fig. 90);

- Se van matando las aristas de cada dos planos consecutivos por medio de otro nuevo plano también tangente;

- Controlar la orientación de cada cara;

- La lima se llevará cruzada respecto de cada cara, hasta que dichos planos sean tan pequeños que se

reduzcan a generatrices de la curva, en cuyo momento la lima se desplazará según estas generatrices (fig.91).

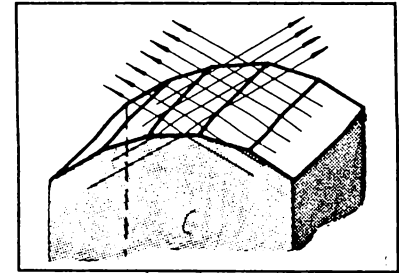


Fig.90 Limado de superficies convexas.

### 2.5.5. Limado de superficies cilíndricas cóncavas

Siempre que sea posible estas superficies se harán por medio de taladrado y escariado.

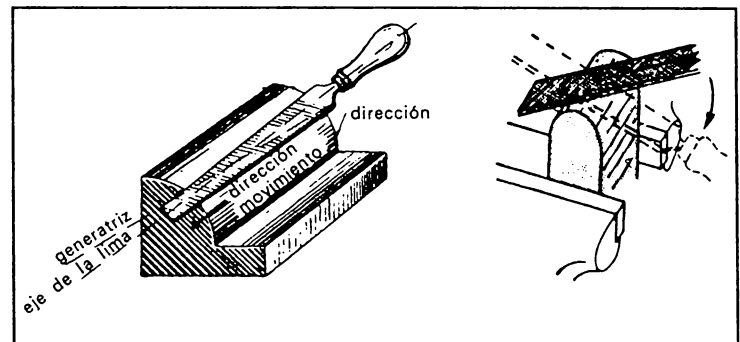


Fig.91 Acabado de superficies convexas.

### Generalidades :

- Trazar la forma de los surcos testigos;

- Elegir una lima redonda, media caña, etc., de radio ligeramente menor al de la curva;

- Hacer un desbaste rápido limando en la dirección de las generatrices;

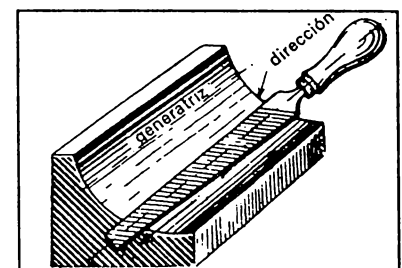


Fig.92 Forma de limado de superficies cóncavas.

- Acabar con movimientos cruzados utilizando la parte convexa de la lima desplazándola según la directriz de la curva. Los desplazamientos longitudinales de la lima han de ser cortos -  $\pm 20\text{mm}$ - (fig. 92, 93).

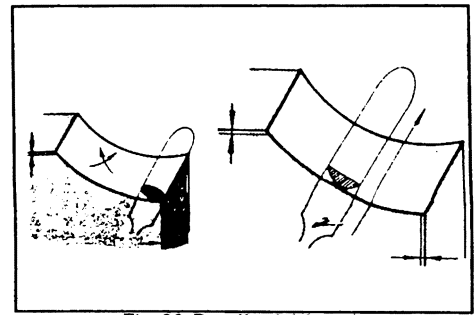


Fig.93 Detalle del limado.

### 2.5.6. Limado de superficies tangentes cóncavas y convexas

(fig. 95) .

- Desbaste de todas las superficies.
- Terminar las superficies cóncavas.
- Terminar las superficies planas.
- Terminar las superficies convexas.

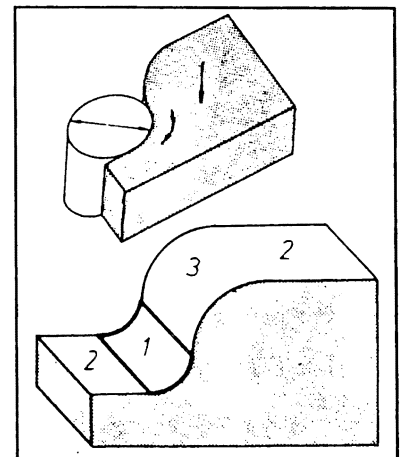


Fig.95 Superficie tangentes.

### 2.5.7. Limado de perfiles complejos (fig. 96)

Realizar por este orden:

- 1º un desbaste a todas las superficies;
- 2º las tres superficies de referencias;
- 3º las superficies planas;

4° las superficies cóncavas;

5° las superficies convexas.

### **2.5.8. Sugerencias para el mantenimiento de las limas**

#### **2.5.8.1. Cuidados de las limas**

Las limas, construidas con acero duro de herramientas y templadas, son frágiles. Por consiguiente, no hay que someterlas a esfuerzos de flexión. Nunca hay que utilizarlas en forma de palanca, es necesario evitar con ella cualquier clase de golpes. Cayendo a tierra, pueden fácilmente romperse. Mantener en orden el puesto de trabajo y la gaveta en donde se guardan las limas, economizan tiempo.

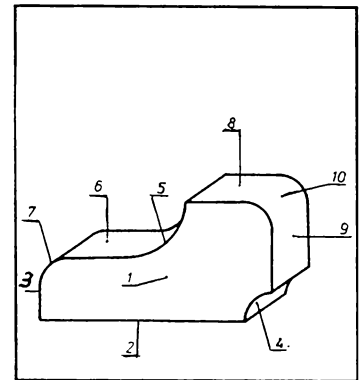


Fig.96 Orden del limado en superficies complejas.

#### **2.5.8.2. Desgaste de las limas**

A parte de todos los cuidados de fabricación, las limas se desgastan. Cuando se trabajan piezas laminadas, forjadas, etc. presentan una costra delgada muy dura. Es conveniente quitar ésta mediante limas desgastadas, porque las nuevas se desgastarían rápidamente.

### **2.5.8.3. Limpieza de las limas**

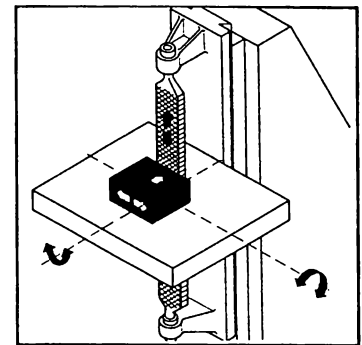
*Las entallas o ranuras de las limas deben resultar siempre libres de virutas. Debido a que una lima con viruta incrustada tiene una capacidad de corte menor y al mismo tiempo provocarían durante el proceso de limado unas rayas más o menos profundas sobre la superficie.*

*Es indispensable, entonces, oportunamente, proceder a la limpieza de las limas eliminando las virutas o limaduras. Se realiza por medio de un cepillo de hierro o con una carda. El cepillo o la carda debe moverse únicamente en dirección de la picadura superior.*

*Las virutillas que se adhieren se eliminan con una limpia-lima (chapa de latón o cobre).*

### **2.5.9. Máquinas de limar**

*Para disminuir la mano de obra del limado se emplean máquinas de limar en tareas relativas a la fabricación de herramientas y dispositivos. El movimiento de avance se lo hace a mano y el movimiento de la herramienta a máquina.*



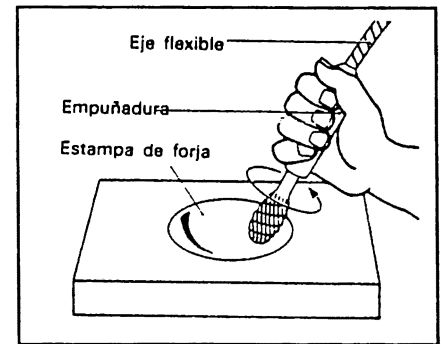
*Fig.97 Máquina de limar alternativa.*

*Las ventajas son:*

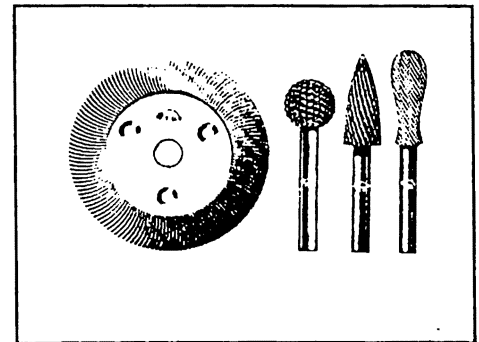
- *se facilita el trabajo para obtener aperturas o escotes;*
- *mayor producción de limaduras;*
- *ejecución exacta del trabajo para una superficie plana;*
- *disminución del esfuerzo corporal.*

*En los trabajos de limado a máquina debe tenerse en cuenta que:*

- *es preciso ejercer la presión de trabajo solamente contra la superficie de trabajo de la lima mecánica, soportada por cojinete,*
- *es preciso ajustar la presión de trabajo a la sección de la lima.*



*Fig. 98 Máquinas de limar rotatoria.*



*fig. 99 Formas especiales de limas.*

**TABLA X: MAQUINAS DE LIMAR**

<b>TIPOS DE MAQUINAS, características</b>	<b>APLICACION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<i>Limadora de carrera vertical</i> <i>Carreras de trabajo y en vacío por movimiento ascendente y descendente de una herramienta rígida de una sola pieza.</i>	<i>Adecuada para todos los orificios y rebajes obtenibles con lima. La superficie de asiento de la pieza es inclinable.</i>	<i>Se pueden emplear todas las formas de limas mecánicas.</i>
<i>Limadora de banda</i> <i>Trabaja como las sierras de cinta, poseen una banda sin fin de elementos de lima. No hay carrera en vacío. La velocidad de la banda se puede regular.</i>	<i>Especialmente adecuada para rebajes al realizar orificios. El tamaño está limitado en su parte inferior.</i>	<i>Suele ser aplicable a una sola forma de banda, lo que limita el conformado. Para mecanizar orificios debe separarse la banda.</i>
<i>Limadora rotatoria</i> <i>Movimiento de trabajo rotativo sobre eje flexible.</i>	<i>Conformado de superficies abombadas externas e internas.</i>	<i>Suele emplearse para repasar herramientas de forma (estampas).</i>

**2.6. ASERRADO CON DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA** †

*El aserrado es una operación que permite cortar en dos o más partes: perfiles, tubos, barras y piezas metálicas de cualquier espesor, mediante hojas de sierra*

*provista de muchos dientes que tienen un movimiento de corte rectilíneo o circular, por arranque de viruta.*

### **2.6.1. Procedimientos empleados para cortar el material**

*Se utilizan tres tipos diferentes:*

- corte mecánico sin desprendimiento de virutas (corte con cincel, cizalla, etc.);*
- corte mecánico con desprendimiento de viruta (aserrado);*
- procedimientos especiales (con soplete, plasma, laser, etc).*

*En este apartado únicamente vamos analizar el procedimiento de aserrado.*

### **2.6.2. Troceado con desprendimiento de viruta**

*Tiene la ventaja sobre el corte por desgarramiento, de que se puede aplicar a espesores mucho mayores y de que, además, produce un trabajo mucho más limpio y perfecto y sin deformación de la pieza. Puede hacerse a mano o a máquina.*

### **2.6.3. Sierra de mano ✕**

*La herramienta consta de un arco de sierra A (que sirve que sujetar y tensar la hoja de sierra), la hoja de sierra L (que es la parte activa de operación) y el mango (fig. 100).*

#### 2.6.4. Hoja de sierra

Es una lámina de acero flexible provista de dientes triangulares que actúan como herramientas cortantes.

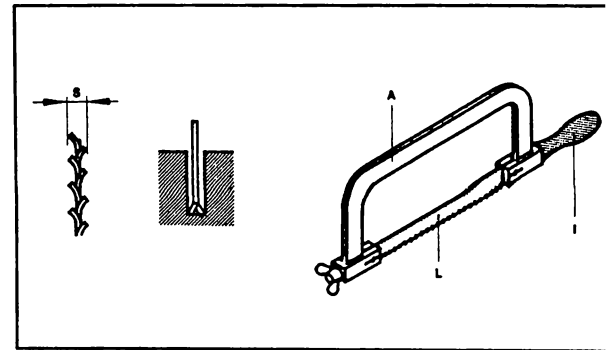


Fig.100 Sierra de mano.

##### 2.6.4.1. Dimensiones

Los diferentes tipos de hoja de sierra se distinguen por la forma geométrica y por el material con el cual son construidas. Las dimensiones geométricas fundamentales son las siguientes (fig.101):

*A* anchura de la hoja

*L* longitud comercial

*S* espesor de la hoja

*P* paso, distancia entre un diente y el sucesivo

*β* ángulo de corte, representa la medida en grado del ángulo que caracteriza la forma triangular del diente.

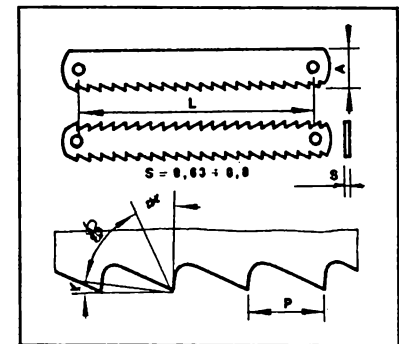


Fig.101 Dimensiones de una hoja de sierra.

En la tabla XI se indican los valores más comunes de los ángulos de:

- corte
- filo
- ataque de acuerdo al material.

**TABLA XI: ANGULOS DE LOS DIENTES**

<b>MATERIAL</b>	<b>ANGULO DE CORTE</b>	<b>ANGULO DE FILO</b>	<b>ANGULO DE ATAQUE</b>
<i>SUAVE</i>	30°	50°	10°
<i>SEMIDURO</i>	40°	60°	0°
<i>DURO</i>	20°	65°	5°

#### **2.6.4.2. Características** ✂

*Las características principales de una hoja de sierra son: el tamaño, disposición de los dientes, grado de corte y material.*

##### **2.6.4.2.1 Tamaño** ✂

*Es la distancia que hay entre los centros de los agujeros de fijación de la hoja de sierra L (fig.101). Los tamaños más empleados son:*

*250, 275, 300, 350, 400 y 450 mm.*

*El espesor S suele ser de 0.7 a 0.8 mm.*

*La anchura A varía entre 13 y 15 mm, cuando tiene corte por un canto, y es de 25mm cuando tiene por los dos.*

#### 2.6.4.2.2. Disposición de los dientes

Para evitar que las caras laterales de la sierra rocen contra la pieza, los dientes están triscados, o sea, doblados alternativamente a derecha e izquierda, para que abran una ranura más ancha que el espesor de la sierra (fig. 102).

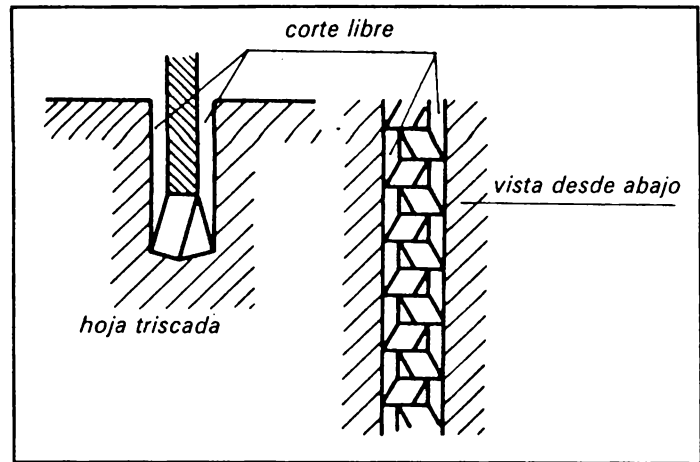


Fig.102 Dientes triscados.

También puede lograrse lo mismo dando una pequeña ondulación al borde de la sierra, donde estén los dientes (fig.103).

Para el triscado son empleados alicates especiales. Los ángulos varían según la clase de material a trabajar, tabla XI.

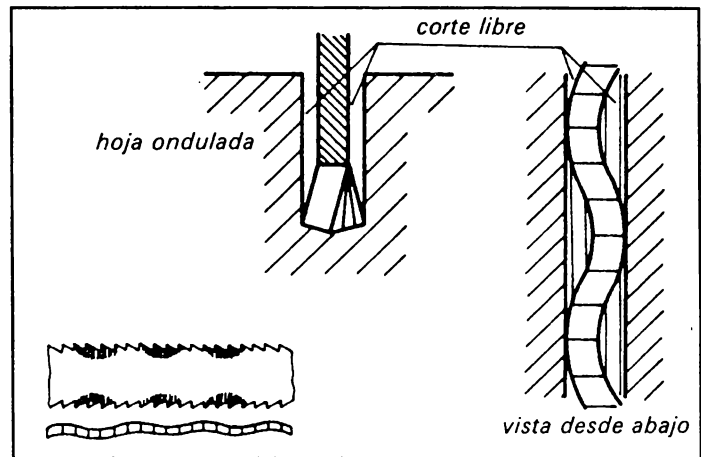


Fig.103 Dientes ondulados.

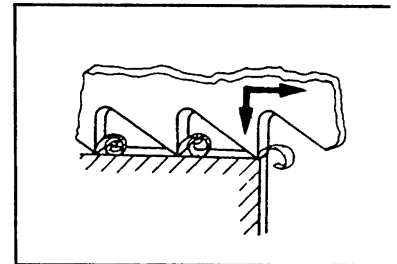
#### 2.6.4.2.3. Grado de corte

Se denomina así el número de

dientes que tiene la hoja de sierra por centímetro de longitud. Otras veces viene dado en dientes por pulgada.

*Se llama paso  $P$  de los dientes a la distancia que hay de un diente a otro (fig. 101). El paso puede variar desde 0.8 a 2mm. También se expresa el paso por el número de dientes que entran en una pulgada de longitud. Las sierras normales, para serrar a mano, suelen tener 14, 16, 18, 22 y 32 dientes por pulgada.*

*El trabajo de la sierra puede compararse, pues, al del cincel pero con la notable diferencia de que, en lugar de hacerlo con golpes sueltos y violentos, se hace de modo suave, constante y uniforme (fig.104).*



*Fig.104 Manera de trabajar la sierra.*

#### **2.6.4.2.3. Material**

*Las sierras son de acero al carbono, para los trabajos a mano o para máquinas de pequeña producción. Para máquina de mayor rendimiento, se hacen de acero rápido. A consecuencia del temple, resultan las sierras bastante frágiles y saltan hechas pedazos si no se usan con prudencia.*

#### **2.6.4.3. Elección de sierra**

*No todas las sierras son igualmente adecuadas para toda clase de trabajo y material. Para metales duros y perfiles delgados, se usarán sierras de paso pequeño- de 22 a 32 dientes por pulgada. Para trabajos corrientes, se emplean las hojas de 16 a 22*

dientes por pulgada. Para metales blandos se adoptarán sierras de paso grande, aunque dependerá también de si se corta a mano o a máquina.

Elegir la hoja teniendo en cuenta el tipo de material, la forma y espesor de la pieza.

La tabla XII representa las características de los elementos más comunes de una hoja de sierra.

**TABLA XII: CARACTERISTICAS DE LAS HOJAS DE SIERRA**

MATERIAL	HOJAS: CORTE A UN SOLO LADO			Nº DE DIENTES POR PULGADAS
	LONGITUD L	ANCHO A	ESPESOR S	
ACERO AL CARBONO	300	16	0.8	16-22-32
ACERO RAPIDO	300	16-13	0.8-0.63	22-32
ACERO SUPER RAPIDO	300	13	0.63	22-32
MATERIAL	HOJAS: CORTE A DOS LADOS			Nº DE DIENTES POR PULGADAS
	LONGITUD L	ANCHO A	ESPESOR S	
ACERO AL CARBONO	300	25	0.8	22-32
ACERO RAPIDO	300	20-25	0.8	22-32

Para trabajos de calado, se usan sierras muy estrechas y finas llamadas sierra de calar o de bujir y también sierras de pelo, con las cuales pueden hacerse cortes curvos o en zig-zag. Son muy fáciles de romper si no se usan con sumo cuidado.

#### 2.6.4.4. Arco de sierra ✦

Es el instrumento o soporte al cual se fija la hoja de sierra para trabajar. Los arcos para trabajar a mano pueden ser fijos o extensibles (fig. 105). El tensado de la hoja se logra por medio de una palomilla o tuerca. La hoja de la sierra puede colocarse en dos posiciones distintas (fig. 106), pero siempre con las puntas de los dientes hacia la palomilla y suficientemente tensa; una hoja floja se rompe con facilidad.

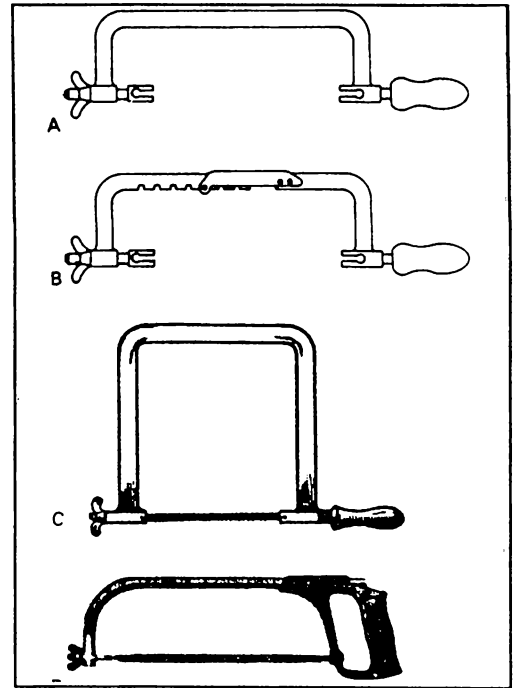


Fig. 105 Tipos de arcos de sierra.

#### 2.6.5. Normas para aserrar a mano †

Para aserrar a mano, se toma la sierra como se indica en la (fig. 107). El mango se empuña como el de una lima. Para evitar la rotura de las sierras y obtener de ellas el máximo rendimiento, ténganse presentes las siguientes normas:

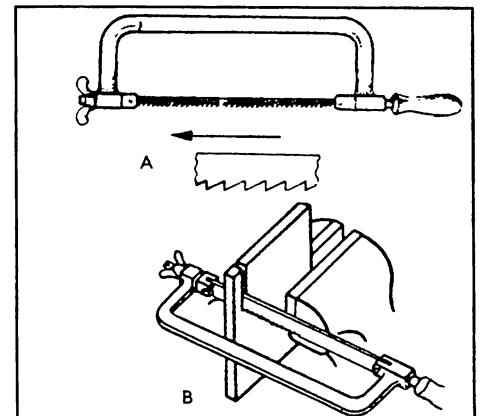


Fig. 106 Formas de colocar la hoja de sierra.

1º- Al iniciar el corte, procúre que la sierra forme un ángulo conveniente con la superficie de la pieza. Se debe iniciar la operación como lo indica la figura 108. Una buena norma para iniciar el corte de piezas delicadas es hacer una pequeña muesca con una lima triangular o media caña. Para que se inicie el corte en el sitio deseado, puede también ponerse la uña del dedo pulgar de la mano izquierda de manera que roce con ella la sierra, no por la zona de los dientes, sino por el centro. Entretanto, el arco se manejará con una sola mano y con sumo cuidado para no lastimarse la mano que hace de guía. Para iniciar el corte de perfiles laminados, hágase como se indica en la figura 109.

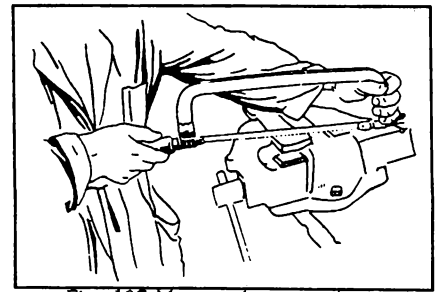


Fig. 107 Manera de coger el arco de sierra.

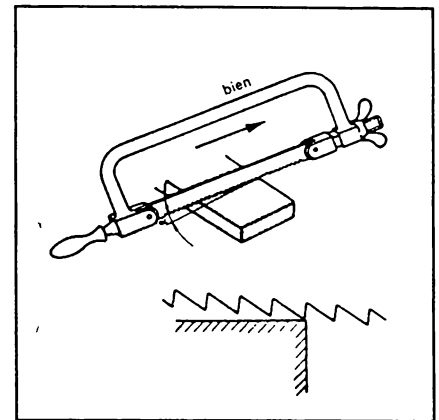


Fig. 108 Inicio del corte.

2º- Téngase sumo cuidado en llevar siempre la sierra en la misma dirección.

3º- No se cambie bruscamente la dirección de la sierra durante el trabajo lateralmente-.

4º- Si se trata de aserrar perfiles delgados, elijanse sierras de paso fino (fig. 110). Si no se dispone de

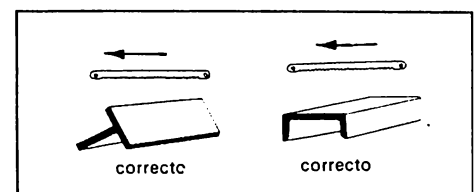


Fig. 109 Forma de cortar perfiles laminados.

sierra de paso fino, hágase de manera que trabaje siempre más de un diente, inclinando el corte cuanto sea necesario (fig. 111).

5º- No se ejerza presión en la carrera de retroceso, ni sea exagerada en la de trabajo hacia adelante;

6º- Hágase de manera que trabaje la sierra en toda su longitud, trabajando con el recorrido -carrera- máximo posible.

7º- No se continúe con una sierra nueva un corte iniciado con una desgastada. Si debe substituirse la hoja empiécese el corte con la sierra nueva por la parte opuesta al corte iniciado, de manera que luego coincidan en uno solo.

8º- No sea demasiado rápido la velocidad de la sierra -de 40 a 60 golpes por minuto puede considerarse como normal-. Cuanto más duro sea el material, menor debe ser la velocidad.

### 2.6.6. ASERRADO A MAQUINA ✂

Todo taller de mecánica, mediano o grande posee una máquina para aserrar. Estas realizan la operación de corte en forma rápida y precisa. Hay diferentes tipos de máquinas para aserrar, describimos las más utilizadas en el medio.

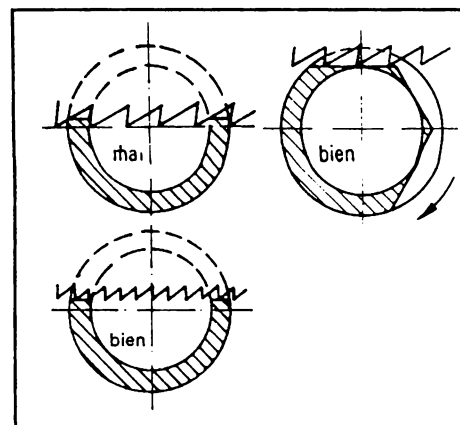


Fig.110 Aserrado de tubos.

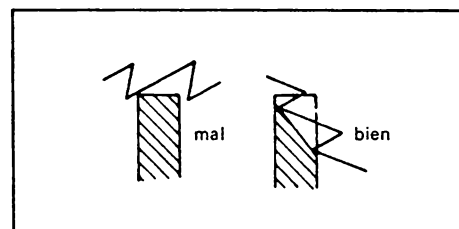


Fig.111 Forma de cortar perfiles delgados.

### 2.6.6.1 Sierra de cinta

La máquina es formada por dos grupos principales :

- una bancada fija B
- un brazo oscilante O

Sobre la bancada, que contiene internamente el líquido refrigerante (taladrina) necesario para enfriar la zona de corte. Viene sujeta, por medio de una prensa M, la pieza a cortar (fig. 112).

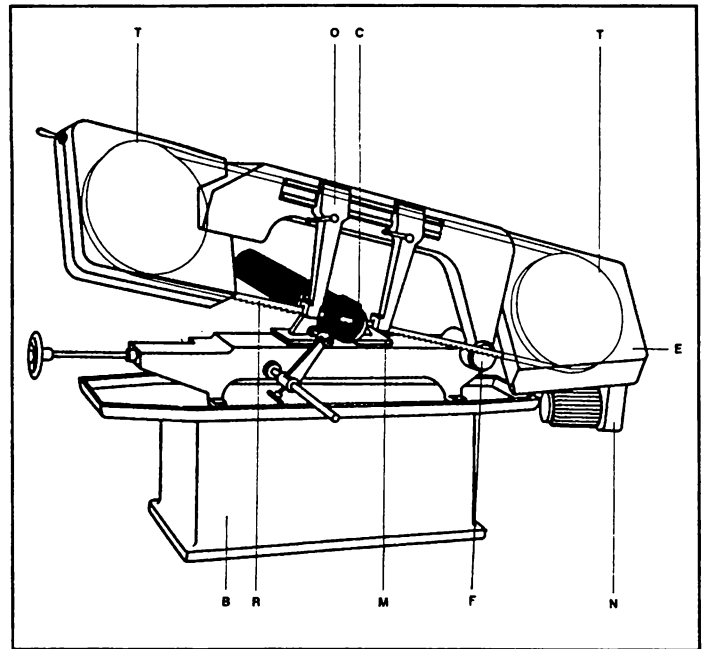


Fig. 112 Sierra de cinta horizontal.

El brazo oscilante lleva el grupo motor N y dos poleas T alrededor de las cuales gira la cinta de acero dentada R. El brazo oscila sobre el eje F. La cinta viene sometida a un pequeño empuje y con posibilidad de regulación sobre la pieza a cortar aprovechando el peso del mismo brazo.

El material de la herramienta viene a ser una cinta en forma de anillo o una faja dentada sobre el borde (R). La cinta gira sobre las dos poleas, de las cuales una hace una sola pieza con el motor mientras que la otra es loca.

En la zona de corte la cinta viene guiada por unos rodamientos, los cuales ayudan a mantener la cinta perpendicular a la pieza.

A parte de este tipo de máquina de cinta horizontal, hay también otro tipo, de cinta vertical, como se puede observar en la figura 113. Este tipo de máquina viene utilizado en los talleres en donde se fabrican moldes para plástico o matrices de corte, debido a que, dicha máquina lleva una mesa en donde vienen apoyada cómodamente la pieza lo cual facilita el trabajo para cualquier tipo de corte recto, inclinado, redondeado o formas especiales. Cuando

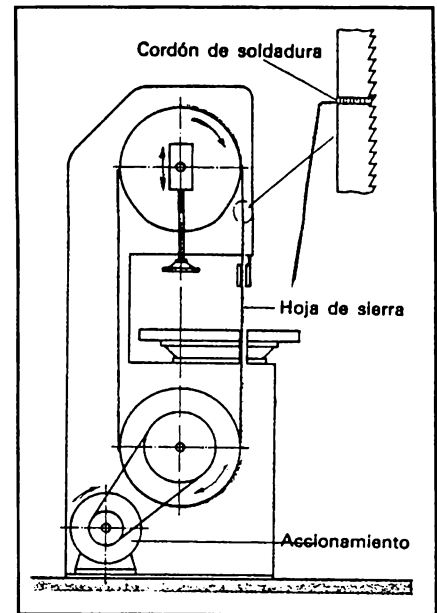


Fig.113 Sierra de cinta vertical.

hay que aserrar en partes interiores, la cinta viene soldada luego de pasarla por ellas.

Apropiada para operaciones aisladas en la fabricación de herramientas y dispositivos.

#### 2.6.6.2. Sierra mecánica de arco

Esta máquina lleva una estructura muy parecida al anterior. Es constituida principalmente por dos grupos: una bancada B (fig. 114) y un brazo oscilante D. Sobre la base, que contiene internamente el líquido refrigerante necesario para enfriar la zona de corte, lleva un dispositivo de fijación M de la pieza a cortar.

El brazo oscilante D, el cual gira en torno al eje F, lleva a lo largo una guía, en ella viene alojado un arco S, muy parecido al arco de sierra manual. En los dos extremos del mismo arco, viene fijada la hoja de sierra. Un plato cigüeñal transforma el movimiento de giro del motor de accionamiento en movimiento alternativo, aplicandolo al arco

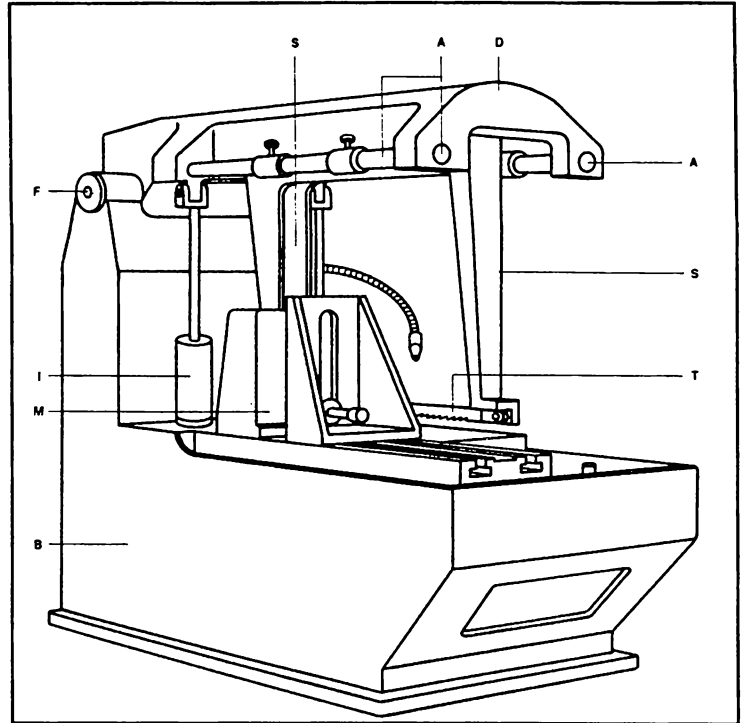


Fig. 114 Máquina de sierra alternativa hidráulica.

S. Un sistema hidráulico I, permite, que durante la carrera de trabajo, el arco, juntamente con la hoja de sierra, penetre en el material a cortar, mientras que, en la carrera de retroceso se levante el brazo. Se logra de esta forma un espacio entre la hoja de sierra y la pieza evitando un rozamiento, el cual produce un desgaste inútil de la hoja y posibles roturas de dientes.

Ultimamente, este tipo de sierra viene poco utilizada, debido a su lentitud.

### 2.6.6.3. Sierra Mecánica circular ✕

*A diferencia del anterior, esta máquina tiene un corte continuo, sin carrera de retroceso, por lo cual es muy rápida en el trabajo (fig. 115). El único inconveniente, es que los discos para este tipo de sierra son mucho más caros en comparación a las hojas de sierra de la máquina anterior.*

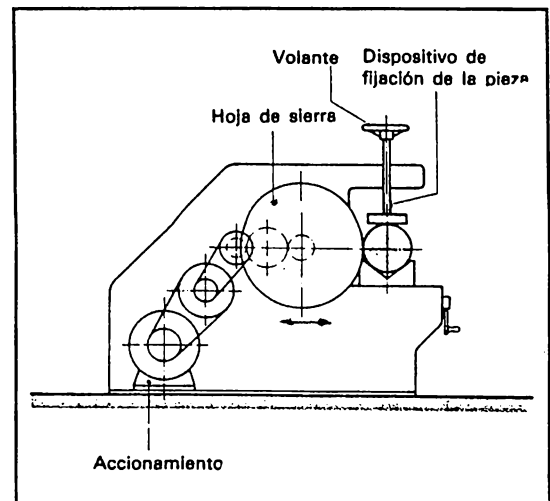


Fig.115 Sierra mecánica circular.

*Esta máquina es apropiada para cortar perfiles, tubos, barras de acero etc., sea para cortar unidades como en serie. Tiene un gran rendimiento de corte.*

### 2.7. TALADRADO ✕

*Es la operación que tiene por objeto hacer agujeros por corte de virutas, con una herramienta llamada broca, sobre diferentes tipos de material, cuya posición, diámetro y profundidad han sido determinados previamente.*

## 2.7.1 Máquinas de taladrar

La operación de taladrado implica tener dos movimientos: uno principal de rotación, para obtener la velocidad de corte, y otro de avance o penetración, en la dirección del eje. Estos dos movimientos los obtenemos por medio de una máquina herramienta llamada taladradora. También puede realizarse con otras máquinas: torno, fresadora, mandrinadora, etc.

### 2.7.1.1 Elementos de una taladradora

Todas las taladradoras deben tener (fig. 116):

- un soporte general o bancada A;
- un soporte B para fijar la pieza a taladrar, o mesa portapieza.
- Un cabezal o conjunto de mecanismos C, para dar a la broca los dos movimientos: de rotación y de avance;
- Un dispositivo D, para la fácil y eficaz fijación de la broca.

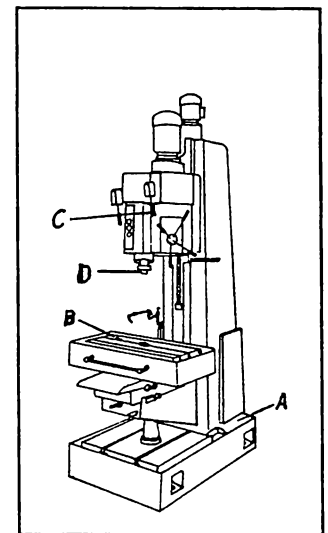


Fig.116 Elementos de una taladradora de columna.

### 2.7.1.2. Soporte general o bancada

Según este elemento fundamental, las máquinas se dividen en:

- taladradoras de columna;
- taladradoras de sobremesa.

#### 2.7.1.2.1. Taladradoras de columna

En esta taladradora (fig. 116) hay dos mesas portapiezas: una fija, la base de la máquina, otra móvil, con posibilidad de movimiento vertical sobre la columna, generalmente a mano, por medio de un sistema de manivela, engranaje y cremallera (fig. 117).

Tiene también un sistema de fijación a la columna a fin de que no se mueva una vez colocada en su sitio (fig. 118). Generalmente el plato o mesa puede girar sobre su eje y fijarse fuertemente en cualquier

posición. Algunos constructores hacen también que el brazo puede girar hasta tal punto que el plato se incline y llegue a quedar vertical.

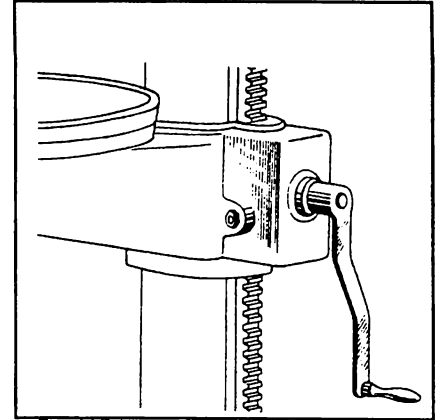


Fig.117 Mecanismo para levantar plato.

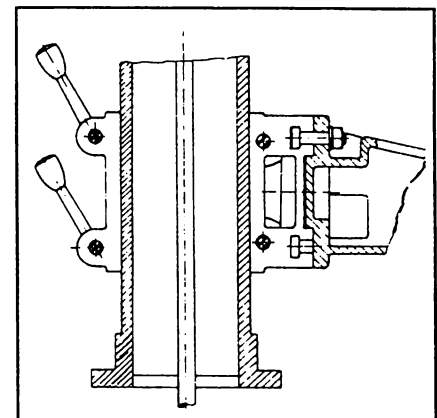
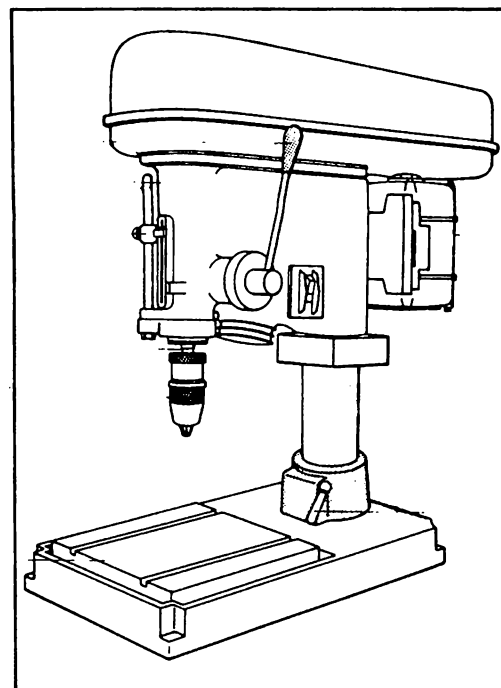


Fig.118 Mecanismo de fijación del brazo.

### **2.7.1.2.2. Taladradoras de sobremesa**

*Estas taladradoras se llaman así porque, debido a su pequeña altura, pueden colocarse encima de un banco o mesa (fig. 119). Estas máquinas, no llevan plato móvil; solo la mesa fija. En las que llevan plato móvil, éste es similar al descrito para las de columna, con la salvedad de que se alza o baja manualmente y de que no lleva otro mecanismo que el de fijación. Elemento común en ambos tipos de taladradoras es el cabezal.*



*Fig. 119 Taladradora de sobremesa.*

### **2.7.1.3. Cabezal**

*Es el conjunto de mecanismos necesario para conferir el husillo principal los dos movimientos que debe transmitir a la broca. Digamos que en algunas máquinas no forma un conjunto compacto, sino que son hasta cierto punto independientes. Para facilitar la comprensión, vamos a descomponerlo en tres partes:*

- husillo principal;*
- mecanismo de rotación;*
- mecanismo de avance.*

### **a.- Husillo o eje principal**

Es uno de los elementos más importantes de la taladradora, que debe ser acero de buena calidad y estar convenientemente tratado, mecanizado y montado (fig. 120). El movimiento de rotación lo recibe a través de poleas o engranajes. A ser posible, no debe ser solicitado por otros esfuerzos más que el de torsión; es decir, que no ha de ser forzado con tendencia a doblarlo y debe procurarse no transmitirle vibraciones.

Debe estar montado de tal manera que no tenga holgura o juego radial, para evitar que se rompa o desvíe la broca al empezar el taladrado o durante el mismo. Se logra a base de rodamientos de rodillo o bolas. Tampoco debe

tener holgura en el sentido del eje-juego axial-, para evitar sacudidas durante el trabajo y posibles roturas de brocas o ser causa de accidente cuando la broca atraviesa la pieza al finalizar el agujero. Se elimina el juego axial con rodamientos axiales y tuercas de ajuste.

Todo va montado en un casquillo-cremallera (fig. 121), del que recibe el movimiento de avance axial y penetración. A su vez debe ir ajustado radialmente y tener el menor juego posible en el sentido axial.

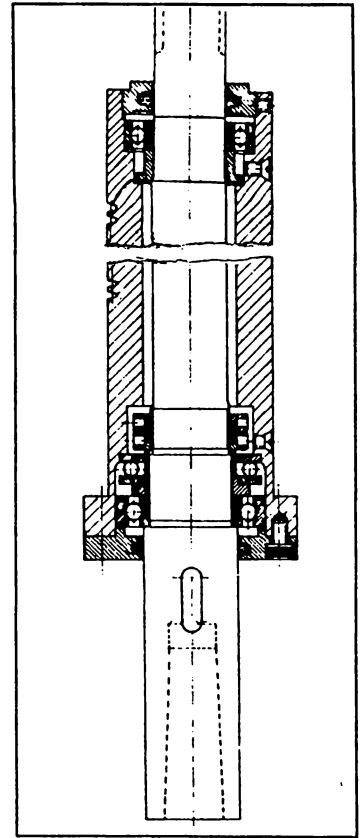


Fig. 120 Husillo principal.

### **b.- Mecanismo de rotación**

Los sistemas empleados para obtener los distintos números de vuelta del husillo principal suelen ser:

- de poleas escalonadas;
- de engranaje;
- de variadores de velocidad;
- mixtos.

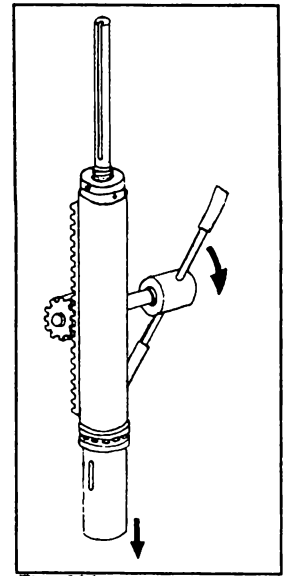


Fig. 121 Avance de husillo

### **DE POLEAS ESCALONADAS:**

Es el sistema usado en las taladradoras de pequeñas potencias. En las de precisión y rápidas, las poleas suelen ser planas a fin de poder obtener mayor profundidad de reducción y sobre todo mayor suavidad en el funcionamiento. Con todo, las correas trapeciales suelen ser las más usadas (fig. 119). Con frecuencia, las poleas pueden cambiarse de ejes para lograr un rango mayor de velocidades.

Estas máquinas disponen de un sistema rápido de tensado y destensado de las correas para facilitar la operación de cambio. Debe estar protegido el acceso a las

correas y, a ser posible, al levantar las protecciones, debería quedar abierto el circuito eléctrico, de manera que fuera imposible conectar el motor mientras no estuviera cerrada la protección, con la cual se evitarían accidentes.

### **DE ENGRANAJES**

Es el sistema empleado en las máquinas potentes (fig.122)

Para evitar el ruido, los engranajes más rápidos suelen llevar dientes inclinados, todos ellos sumergidos en baño de aceite o lubricados a presión por bombas incorporados en la misma carcasa.

### **CON VARIADORES DE VELOCIDADES**

Se emplean para pequeñas y medianas potencias y, en general, para altas velocidades. Los mecanismos más empleados son los de poleas y correas, y los de conos de fricción. En general, en

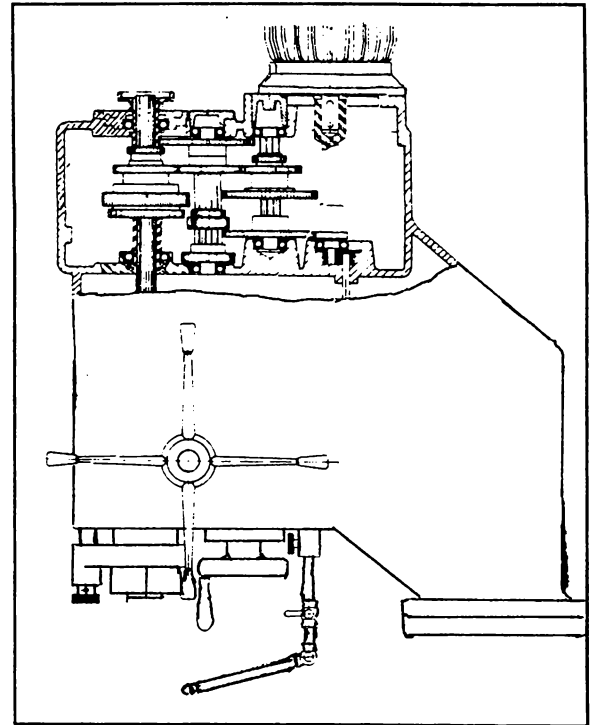


Fig.122 Transmisión por engranajes.

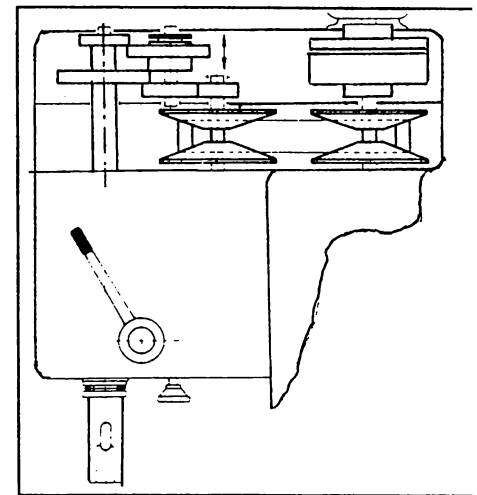
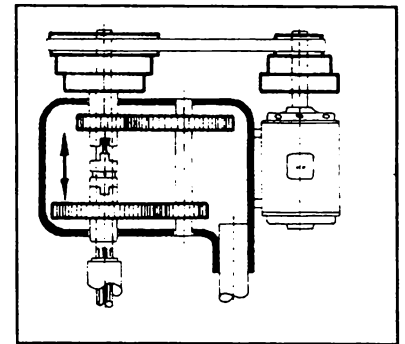


Fig.122.1 Transmisión mixta por variador y engranajes.

*estas máquinas suele efectuarse el cambio de velocidades con la máquina en movimiento; si no tiene embrague es conveniente, al ir a parar el motor, poner el variador a la mínima velocidad, con lo cual se evitan los tirones y desgastes prematuros. Estos sistemas tienen la ventaja de poder ajustar el número de revoluciones al deseado sin escalonamientos. Para poner la velocidad a que se trabaja llevan un tacómetro o cuenta vueltas.*

### **SISTEMAS MIXTOS**

*Con frecuencia se combinan los sistemas. Así, en la figura 122.1 aparece el esquema de una taladradora equipada con variador de conos, correas y engranajes, en el cual vemos que lleva un embrague a la entrada para evitar el resbalamiento de las correas. La figura 123 es una combinación de poleas de escalones y engranajes.*



*Fig. 123 Transmisión mixta por poleas y engranajes.*

#### **c. - Mecanismos de avance y penetración**

*En las taladradoras de bastidor el avance se logra dando movimiento a todo el cabezal; en unas, por medios de cremallera; en otros, por medio del husillo roscado. En todas estas, el movimiento puede hacerse a mano o automáticamente. La mayoría de las taladradoras emplean el sistema de piñón y cremallera para hacer*

*avanzar el husillo principal, en tanto que permanece fijo el cabezal. Según la manera de dar el movimiento al piñón de la cremallera, se dividen:*

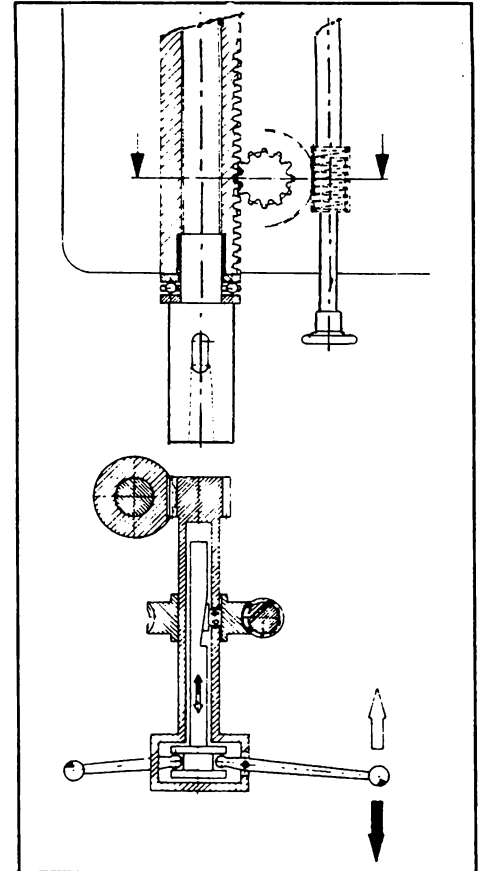
- *Sensitivas;*
- *Con reductor.*

### ***Taladradoras sensitivas***

*Se llaman así aquellas a las que se da el movimiento al piñón accionando a mano un volante o palanca exterior incorporada al mismo eje del piñón (fig. 121). Así la persona puede apreciar muy bien la presión que ejerce la broca contra la pieza.*

### ***Taladros con reductor de avance***

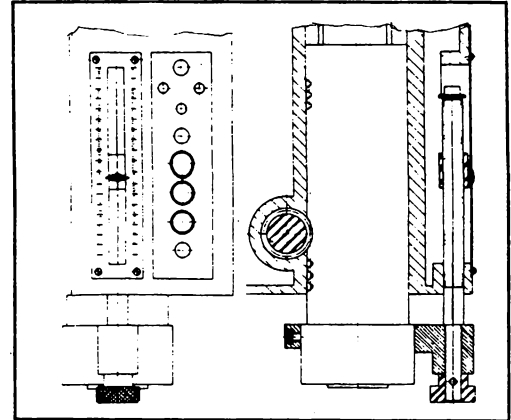
*Las llamamos así porque el movimiento al piñón de la cremallera se le comunica a través de una reducción (fig. 124), generalmente de rueda helicoidal y tornillo sin fin. Se emplea este sistema en máquinas medianas o grandes con el fin de reducir el esfuerzo necesario para la penetración - no en el*



*Fig.124 Avance por reductor.*

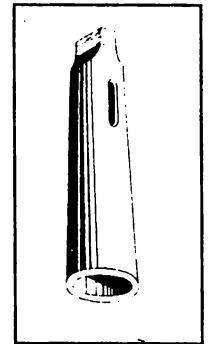
*husillo, pero si en el volante de accionamiento manual, con el cual ya no se aprecia la presión de penetración.*

*En la mayoría de las máquinas, es posible, por medio de embragues o sistemas más o menos ingeniosos, desacoplar el sistema de reductor y moverlas directamente como en las sensitivas.*



*Fig.125 Indicador de profundidad.*

*Estas suelen emplearse para la operación de acercamiento y para retroceso rápido. Toda máquina suele llevar un sistema indicador de la profundidad de penetración, que puede ser lineal (fig. 125). Otras llevan un tambor circular graduado, colocado en el eje del piñón de ataque de la cremallera, es decir, en la palanca de accionamiento manual. También todas las máquinas llevan un sistema de equilibrado para contrarrestar el peso del husillo o del cabezal. Puede ser de contrapeso o de resortes graduados. Ordinariamente se regulan de manera que, al disparar el automático o dejar la palanca de accionamiento libre, retroceda instantáneamente el cabezal o husillo y con ellos la broca.*



*Fig.126 Manguito cónico reductor.*

#### **2.7.1.4. Dispositivo para fijar la broca** ✕

Las máquinas grandes suelen llevar en la punta del husillo un agujero cónico, preparado expresamente para recibir las brocas de cono morse (fig. 120). Lleva una ranura que sirve para extracción de la broca.

#### **Manguitos**

Cuando el husillo tiene el agujero mayor que el cono de la broca, se emplean unos casquillos o manguitos reductores con cono morse, tanto por el exterior como

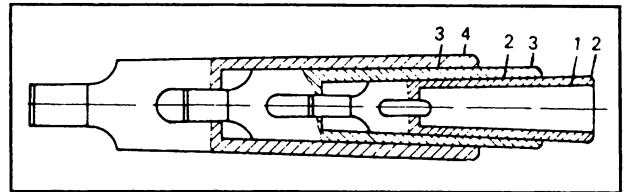


Fig. 127 Juego de tres manguitos.

por el interior (fig. 126). En la figura 127 se ve un juego de éstos, el pequeño tiene como n.º 1 interior y n.º 2 exterior, el mediano, n.º 2-3, y el mayor n.º 3-4.

#### **Normas prácticas**

El perfecto centrado del husillo y su buena conservación son importantes para que las brocas giren centradas y sean arrastradas sin dificultades. Antes de fijar una broca en el asiento, hay que limpiar el cono interior y exterior -y siempre con la máquina parada-.

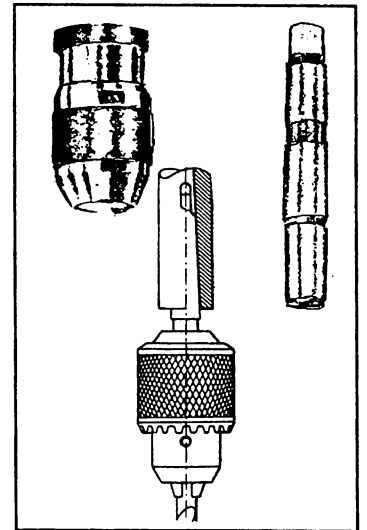


Fig. 128 Cuña para sacar broca

*La mecha del cono sirve para la extracción de la broca, no para el arrastre. No golpear nunca, ni los manguitos, ni los conos de las brocas con martillo; para fijar las brocas en el husillo o los manguitos, hay que emplear una madera o maza de plomo o plástico. Para sacar la broca o los manguitos, emplear siempre la cuña de expulsión (fig. 128).*

### **Portabrocas**

*Las brocas cilíndricas suelen sujetarse por medio de unas pinzas, llamadas portabrocas. Deben mantener las brocas perfectamente centrada y con fuerza suficiente para que no giren durante el taladrado. Se fabrican de muy variadas formas; para brocas pequeñas, son preferibles los que aprietan sin necesidad de llave (fig. 129).*



*Fig. 129 Cono portabrocas.  
Portabrocas.*

### **Conservación de los portabrocas**

*Lo dicho para los conos de las brocas y manguitos sirve para la conservación de los portabrocas:*

*- no golpearlos ni forzarlos*

*- si una broca patina después de apretarla normalmente, será debido a que no corta bien por estar mal afilada, o porque se pretende avanzar demasiado rápidamente o por estar el portabrocas estropeado.*

*- En los taladros pequeños, suele ir colocado directamente en el husillo y no se saca nunca. Para colocarlo en las máquinas normales, llevan un cono morse adecuado (cono para portabrocas, fig. 129).*

### ***Otros tipos de taladradoras***

*Las diferentes tareas, que van desde los trabajos de reparación hasta las fabricaciones en masa y en serie, requieren una diversidad de tipos de máquinas de taladrar. Hasta el momento se han analizado los dos tipos más comunes, para ampliar los conocimientos a continuación se presenta una tabla, ilustrando otras taladradoras.*

**.TABLA XIII: Máquinas de taladrar** †

<b>TIPOS DE MAQUINAS</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>APLICACION</b>
<i>Taladro manual</i>	<i>Máquina portátil, poco peso.</i>	<i>Reparaciones, agujeros de poca precisión</i>
<i>Taladradora radial</i>	<i>Carro de taladrar regulable sobre el brazo prolongado. Las posibilidades de regulación permiten obtener varios agujeros en la misma pieza sin cambiar la fijación</i>	<i>Las distintas gamas de velocidades permiten realizar agujeros grandes y pequeños, agujeros en piezas grandes en dirección vertical</i>
<i>Taladradora de cabezales múltiple</i>	<i>Taladradoras con soportes dispuestos uno tras otras, con una mesa de altura regulable</i>	<i>Realización de varias operaciones sucesivas en la fabricación en serie</i>
<i>Taladradora horizontal (mandrinadora)</i>	<i>La bancada lleva el soporte con el cabezal del husillo regulable verticalmente, la mesa se puede desplazar sobre la bancada y girar 360°, luneta para contraapoyo de barras de taladrar</i>	<i>Agujeros en piezas grandes y complicadas, por ejemplo cajas de cambios en posición horizontal</i>
<i>Taladradora con mesa en cruz</i>	<i>Máquinas de precisión con mesa regulable en cruz, coordinadas (dimensiones x e y, tipo fresadora) ajustable ópticamente</i>	<i>Realización de agujero a distancia exacta entre los mismos (0.001), operaciones vertical</i>

### 2.7.2. Herramienta para taladrar, brocas helicoidales ↴

En el proceso de agujeros vienen utilizadas diferentes herramientas a según del tipo de agujero que se pretende realizar, dependiendo la precisión y del grado de acabado requeridos y del material de la pieza. Se pueden agrupar en dos grupos las herramientas empleadas en las operaciones de fabricación de agujeros (fig. 130).

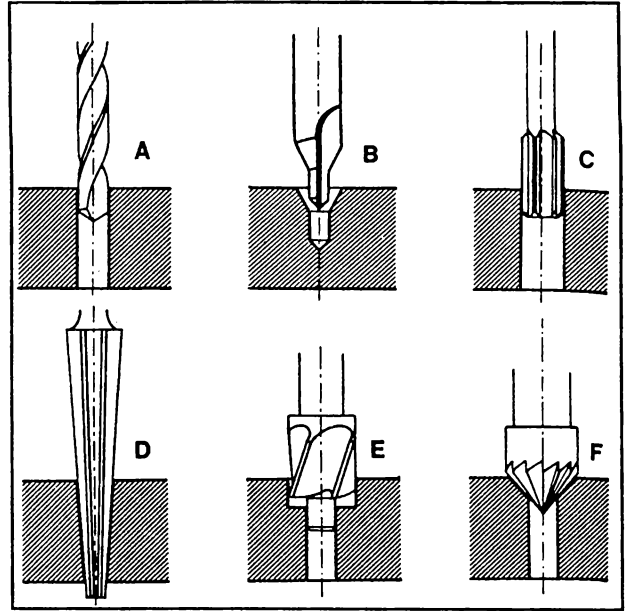


Fig.130 Herramientas para taladrar.

Herramienta que ejecutan un agujero desde el lleno:

- broca helicoidal A
- broca de centrar B

Herramienta que desempeñan operaciones posteriores sobre un agujero preexistente:

- escariador cilíndrico C
- escariador cónico D
- avellanador cilíndrico E
- avellanador cónico para chaflanes F

### 2.7.2.1 Brocas helicoidales

Son las herramientas más extendidas por su aplicación común de procesar agujeros.

La broca helicoidal es una barra de acero templado, afilada a un extremo de tal manera, que al girar pueda penetrar en el cuerpo y cortar pequeñas porciones llamadas virutas (fig. 130.1)

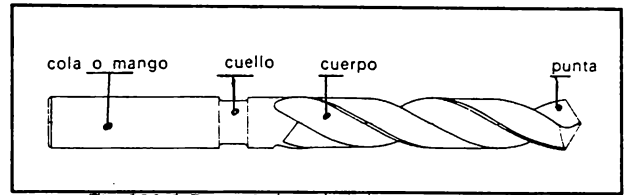


Fig.130.1 Broca helicoidal de mango cilíndrico.

En la broca helicoidal hay que distinguir: el cuerpo, punta o filos principales y la cola o mango.

#### CUERPO

Es la parte de la broca comprendida entre el mango y la punta. El cuerpo de la broca lleva dos, o más ranuras, en forma de hélice.

#### PARTES DEL CUERPO

- Alma de la broca.- El espesor central que queda entre los fondos de las ranuras se llama núcleo o alma. Va aumentando hacia el

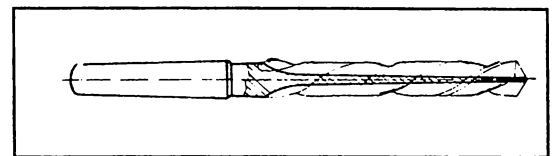


Fig.131 Núcleo o alma.

mango, es decir, las ranuras son cada vez menos profundas, se hacen así para darle más robustez a la broca (fig. 131).

- **Faja o guía.**- Faja o guía es la periferia del cuerpo, que no ha desaparecido con las ranuras. Parte de estas fajas se rebajan ligeramente (fig. 133), y queda solamente una faja-guía a lo largo del borde de ataque. Se hacen estos rebajos para que no roce la broca en el agujero. El diámetro de la broca se mide, en consecuencia, sobre la faja-guía, y junto a la punta, ya que la broca suele tener una pequeñísima conicidad -0.05%-, disminuyendo hacia el mango.

El otro borde de la faja se llama talón.

- **Cuello.**- Es un rebajo que llevan algunas brocas al final del cuerpo junto al mango. En él suele ir marcando el diámetro de la broca, la marca del fabricante y, algunas veces, el acero de que está construida.

- **Cola o mango.**- Es la parte de la broca por la cual se fija a la máquina. Generalmente es cilíndrica o cónica, aunque excepcionalmente puede tener otras formas.

- **Mango cilíndrico.**- Es el mismo diámetro nominal de la broca (fig. 130.1). Suele emplearse para brocas menores de 15mm.

- **Mango cónico.** Estos mangos tienen forma de tronco de cono. Tiene forma y dimensiones normalizadas. Los tipos más

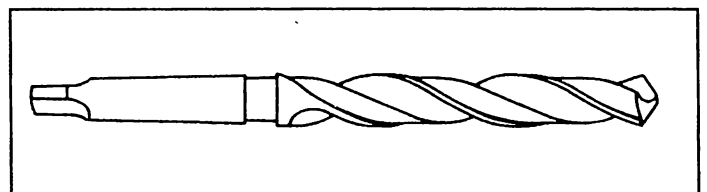


Fig. 132 Broca helicoidal de mango cónico.

empleados son los llamados conos **Morse** (fig. 132). Los conos Morse se designan

según su tamaño, con los números del 0 al 7.

**-Punta o filos principales.-** Es la parte cónica en que termina la broca y sirve para efectuar el corte.

### 2.7.2.1.2. Forma geométrica del ángulo de la punta

En la punta deben distinguirse:

- El filo transversal,- es la línea que une los fondos de las ranuras, o sea, el vértice de la broca. El ángulo que forma con las aristas cortantes es de  $55^\circ$  para trabajos normales (fig. 133).

- El filo principal o labio,- es la arista cortante. Une el transversal con la periferia o faja-guía (fig. 133).

- Destalonado del labio,- es la caída que se da a la superficie de incidencia, al rebajar el talón. Tiene forma cónica. En el destalonado correcto radica la clave para obtener un buen rendimiento de la broca.

- Ángulo de la punta.- Se llama ángulo de punta  $E$  ( $\epsilon$ ) al comprendido entre los filos principales.

- Ángulos de corte.- En el mismo labio cabe distinguir tres ángulo, llamados: ángulo de filo o ángulo de útil  $B$ , ángulo de incidencia  $A$  y ángulo de desprendimiento  $C$ .

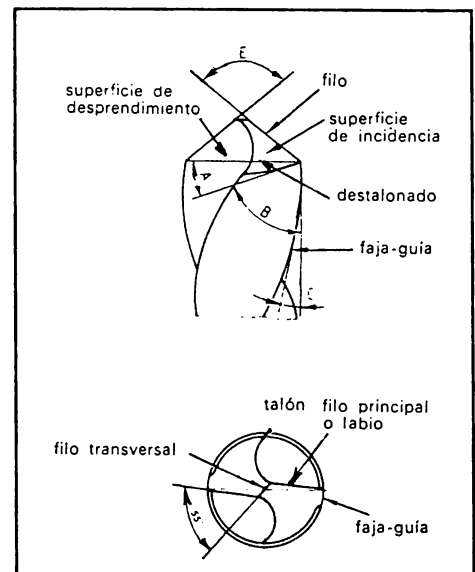


Fig.133 Nomenclatura de la punta de la broca.

- Angulo de incidencia A. - Está originado por el contrafilo de la superficie libre. Debe tener 6 a 8°. Es preciso tener en cuenta que el aumentar el ángulo de incidencia lateral disminuye el ángulo de corte transversal.

- Angulo de filo o ángulo del útil B, - Está originado por el ángulo de inclinación de la ranura espiral y por la posición de la superficie libre.

- Angulo de desprendimiento C, - Corresponde al ángulo de inclinación de la ranura helicoidal cuando el avance es  $s = 0$ . Debido al movimiento del avance se establece un plano de acción que condiciona los ángulos A y C. Se originan los ángulos A y C.

La disposición geométrica de los filos de la broca con ángulos iguales permite obtener agujeros exactos en lo referente a la dirección de la penetración y al diámetro.

El material que se va a taladrar determina la elección de la broca. Deben tenerse en cuenta las siguientes influencias sobre la herramienta:

- las fuerzas de rozamiento,
- la presión, las fuerzas de pandeo y de torsión,
- el calor.

Para conseguir una duración máxima de los filos se emplean preferentemente brocas de acero rápido HSS, de metal duro, o brocas con filo de metal duro. Se puede influir favorablemente sobre la presión y sobre las fuerzas de pandeo y de torsión eligiendo ángulos de ataque y del filo laterales adecuados.

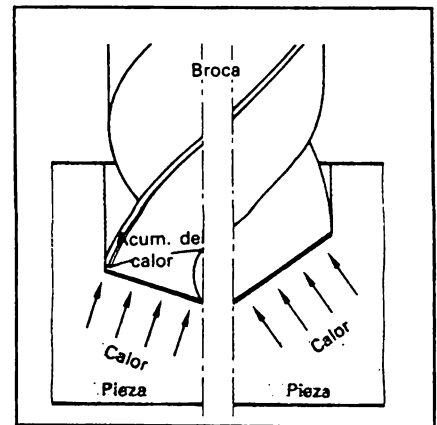


Fig. 134 Disipación del calor.

La evacuación del calor de rozamiento depende del ángulo de la punta (fig. 134).

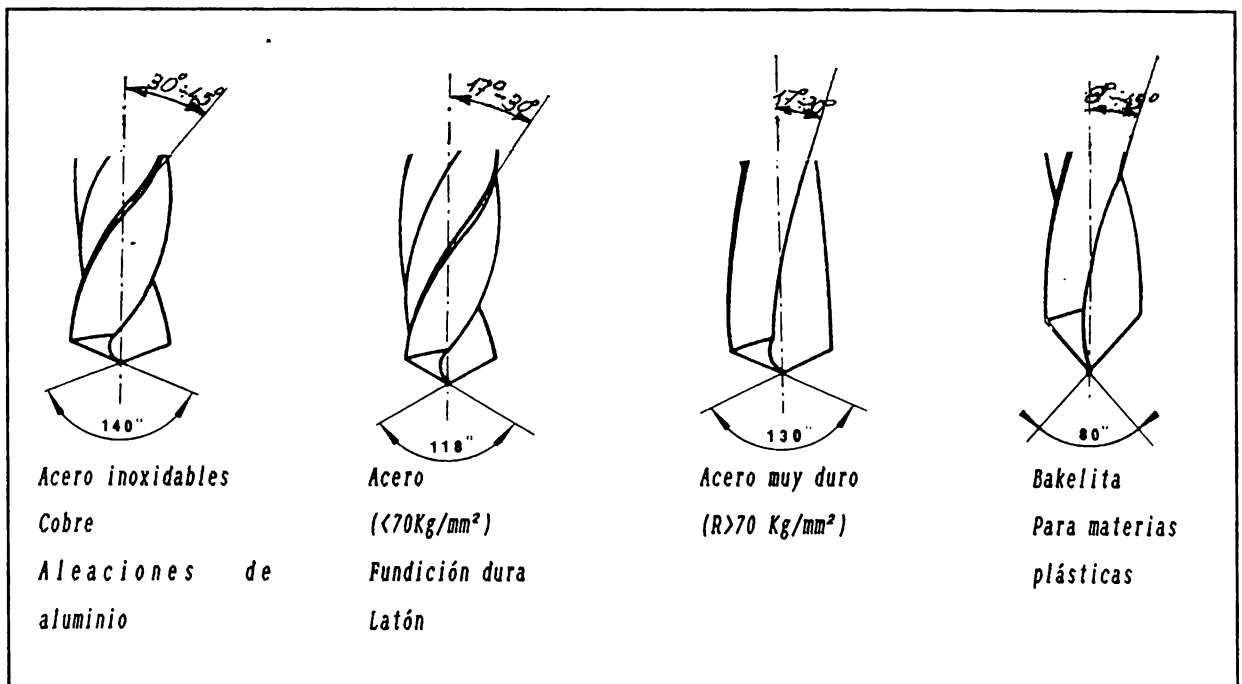


Fig. 135 Forma geométrica de la punta, según los diferentes tipo de materiales.

### **2.7.2.1.3. Forma geométrica de la punta, según los tipos de materiales a trabajar.**

La forma geométrica de la broca helicoidal varía sensiblemente dependiendo del material para el cual viene seleccionada a taladrar. En particular varían los ángulos  $\epsilon$  de punta y  $C$  de desprendimiento como indica la figura 135. El ángulo de desprendimiento  $C$  varía de acuerdo al material que se haya de taladrar, como la misma figura 135 señala. El ángulo  $A$  de incidencia varía desde  $9^\circ$  para materiales muy duros, a  $12^\circ$  para acero suaves y semiduros y a  $15^\circ$  para materiales suaves.

### **2.7.2.1.4. Verificación de las características geométricas de una broca helicoidal.**

Antes de proceder a utilizar una broca helicoidal es necesario verificar que sus características geométricas satisfagan algunas propiedades. Dichos controles se refieren en particular a lo siguiente:

- la longitud de los filos
- ángulo de punta  $\epsilon$
- ángulo de incidencia  $A$

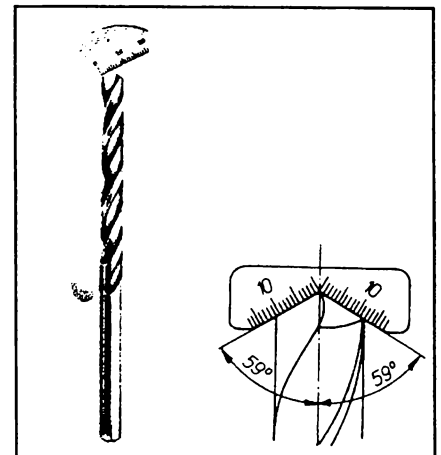


Fig.136 Verificación de los labios.

No es suficiente que el ángulo de punta sea el adecuado. Es preciso, además, que sean iguales los ángulos que forman los filos principales con el eje de la broca y que dichos filos tengan exactamente la misma longitud. De este modo, la punta quedará

*perfectamente centrada con respecto al eje de la broca. Esto se comprueba con unas galgas especiales de afilar brocas (fig. 136, 137).*

### **2.7.3.2. Otros tipos de brocas**

*Además de las brocas helicoidales son necesarios otros tipos de brocas para los procesos de fabricación.*

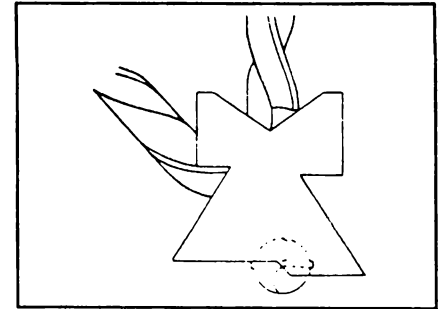


Fig. 137 Plantilla: ángulo incidencia.

#### **- Brocas helicoidales de más de dos ranuras.**

*Las hay de tres y cuatro ranuras (fig. 138). Se emplean para repasar agujeros y para achaflanar.*

**- Brocas para avellanar.-** Pueden emplearse las mismas brocas normales afiladas con el ángulo de punta adecuado. En este caso, debe ponerse especial esmero en que los cortes principales estén a la misma altura para que trabajen los dos a la vez; de no hacerlo así, quedará un chaflán con escalones y aún con forma poligonal.

Dan mejor rendimiento las brocas de tres o cuatro ranuras helicoidales. Se emplean también para este fin unas herramientas especiales llamadas fresas (fig. 139).

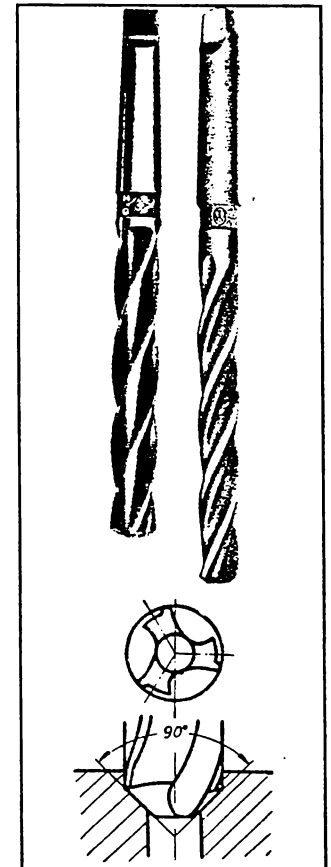


Fig. 138 Brocas de varias ranuras

- **Brocas con ranuras o agujeros para la lubricación y refrigeración (fig. 140)**

Cuando se realiza una gran producción es indispensable una buena refrigeración. El rozamiento es irremediable y, aun con brocas de óptima calidad, el material tiende a dilatarse. Las brocas con ranuras y con agujero para la lubricación tienen esta misión, mantener a temperatura normal la broca optimizando lo máximo la herramienta.

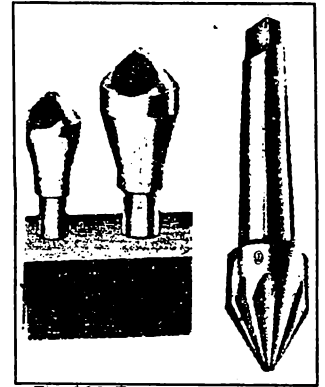


Fig. 139 Fresas de avellanar.

-**Brocas para pasadores cónicos.**

Sirven para abrir directamente el alojamiento de los pasadores cónicos. El avance debe ser más lento y uniforme para evitar que se clave y se rompa la broca. Las aristas cortantes suelen llevar unas muescas para romper las virutas (fig. 141).

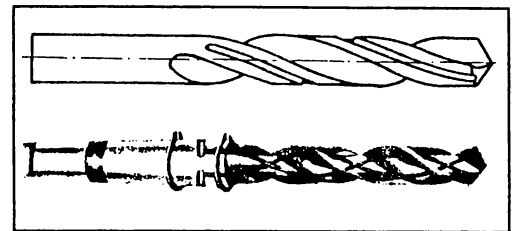


Fig. 140 Brocas con ranuras.

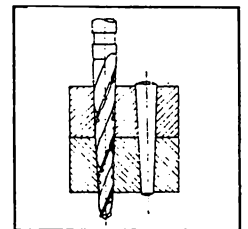


Fig. 141 Brocas para agujeros cónicos

- **Brocas para el taladrado de chapa**

Se fabrican con mango cilíndrico y más pequeñas que la serie corta (fig. 142).

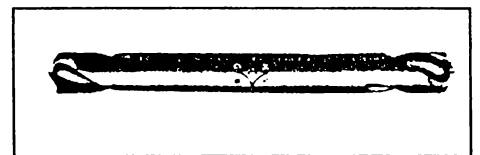


Fig. 142 Broca para taladrar chapas.

- **Brocas para construir puntos.**- Sirven para marcado de centros de agujeros cuando se desea un centrado preciso, distancias perfectas, o cuando el agujero a construir se encuentra en posiciones como: superficies inclinadas, redondas, irregulares, etc. (fig. 143).

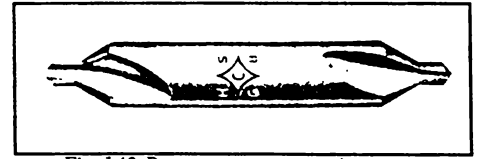


Fig.143 Brocas para construir puntos.

-**Brocas de pezón.**- Son semejantes a las brocas de punta de lanza, pero llevan en el centro un pezón o mecha cilíndrica que sirve para mantenerlas centrada en agujero-guía abierto de antemano (fig. 144).

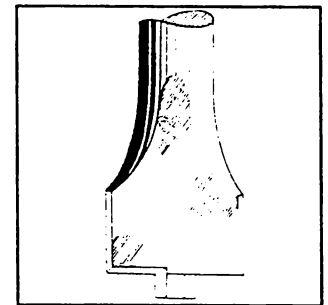


Fig.144 Broca de pezón.

- **Fresas.**- La hay de dientes fresados, llamados entonces fresas (fig. 145).

Existen otras herramientas como : brocas escalonadas, broca circular, cabezas de taladrado profundo, barras para taladrar, cabezal para mandrinar, cabezal para roscar..etc.

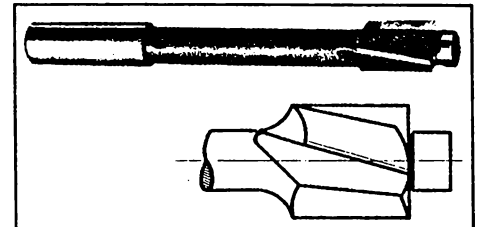


Fig.145 Fresa de pezón.

### **2.7.3. Operaciones de taladrado.**

*Ya hemos definido como taladrado la operación de hacer agujeros, generalmente en piezas metálicas, con desprendimiento de virutas. También se habló de la herramienta empleada y de las máquinas de taladrar o taladradoras. Veamos cómo se realiza la operación de taladrar. Se presentará en la descripción un proceso lógico y cronológico a fin de aclarar mejor la operación.*

#### **2.7.3.1. La preparación del trabajo.**

*Comprende:*

- La lectura del plano o dibujo.*
- Elección de la máquina.*
- Colocación de la broca.*
- Fijación de la pieza.*
- Puesto a punto del refrigerante.*
- Trazar y puntear la pieza.*

*Para los diámetros de agujero superiores a 10 mm es conveniente, para girar mejor la broca y para descargar el filo de corte transversal, efectuar un agujero de menor diámetro. Será diámetro del alma de la broca final.*

## 2.7.3.2. VELOCIDAD DE CORTE Y AVANCES

### 2.7.3.2.1. Velocidad de corte

Se entiende por velocidad de corte en la operación de taladrado, la velocidad de rotación del punto más exterior de la herramienta en contacto con el material.

Si  $n$  es el número de revoluciones de la herramienta por cada minuto, la fórmula de la velocidad de corte es :

$$V = \pi * D * n \quad (9)$$

Debido a que la velocidad de corte se acostumbra presentarla en:

$\frac{m}{min}$  mientras que el diámetro se representa en mm, implica dividir

para 1000 a la velocidad representada en la fórmula anterior, o sea:

$$V = \frac{\pi * D * n}{1000} \quad (10)$$

Cuando viene dada la velocidad de corte y se desee conocer el número de revoluciones por unidad de tiempo que debe tener la herramienta en su movimiento de rotación se utiliza la fórmula:

$$n = \frac{V * 1000}{\pi * D} \quad (11) \quad \frac{\text{revoluciones}}{\text{min}} \quad \left( \frac{\text{rev}}{\text{min}} \text{ ó rpm} \right).$$

La velocidad de corte  $V$  en las operaciones de taladrado varía sensiblemente. Como se dijo anteriormente, según del material de la pieza a trabajar y del tipo de herramienta que se utiliza. La tabla XIV reporta dichos valores.

**TABLA XIV: Valores de la velocidad de corte y avances.**

MATERIAL	VELOCIDAD DE CORTE en m/min			AVANCES en mm/rpm
	Para trabajos corrientes		Con refrigeración y brocas HSS	
	Brocas HS	Brocas HSS		
Fundición	8 ÷ 12	15 ÷ 20	30 ÷ 45	0.07 ÷ 1.0
Fundición dura	6 ÷ 8	10 ÷ 15	25 ÷ 27	0.04 ÷ 0.8
Fundición maleable	6 ÷ 12	10 ÷ 15	25 ÷ 27	0.06 ÷ 1.0
Acero dulce	10 ÷ 12	20 ÷ 25	25 ÷ 35	0.04 ÷ 0.8
Acero semiduro	8 ÷ 10	15 ÷ 20	20 ÷ 25	0.03 ÷ 0.6
Acero duro	6 ÷ 8	12 ÷ 15	15 ÷ 20	0.025 ÷ 0.5
Bronce, latón y aluminio	15 ÷ 20	25 ÷ 40	60 ÷ 90	0.05 ÷ 1.0
Acero moldeado	6 ÷ 10	10 ÷ 15	10 ÷ 20	0.04 ÷ 0.8

#### 2.7.3.2.2. Avance

Se entiende por avance de la herramienta a la velocidad con la cual penetra en la pieza. Viene expresado en milímetros por revolución. El avance varía según el material de la herramienta utilizada y de acuerdo a esta al diámetro de la misma y luego del material de la pieza a mecanizar.

*En las taladradoras de sobremesa, el avance es manual mientras que, un gran número de taladradoras de columna, en particular aquellas fabricadas para trabajos: de producción, radiales, horizontales y otras, tienen sistemas de avance del husillo y a su vez de la broca, de forma automática. La tabla XIV presenta los valores orientativos de éstos como así de la velocidad de corte en m/min.*

### **2.7.3.2.3. Cálculo del tiempo máquina en el taladrado.**

*Es importante conocer el tiempo que tarda una broca en hacer un agujero para poder luego estimar los costes.*

#### **a.- Fórmula general**

$$T_o = \frac{L + y + y_1}{s_o * n} \quad (12)$$

*Donde:*

$T_o$  = *Tiempo de taladrado*

$L$  = *Longitud del agujero*

$y$  = *Carrera de entrada*

$y_1$  = *Carrera de salida*

$s_o$  = *Avance por vuelta*

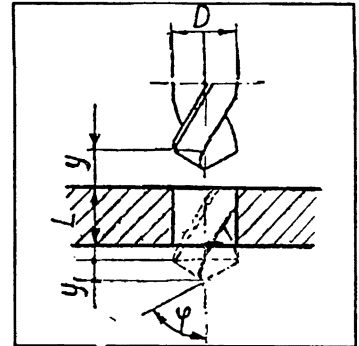
$n$  = *Revoluciones por minuto.*

**b.- Valores de  $y$  e  $y_1$ , en las brocas de acero o metal duro, forma deafilado normal (punta afilada según un sólo ángulo).**

**- Taladrado pasante.**

$$y = \frac{D}{2} * \cot\phi + (0.5 \div 2)mm. \quad (13)$$

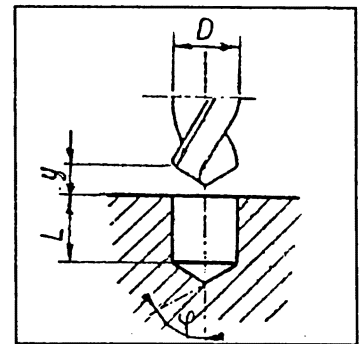
$$y_1 = 3 * s_0 \quad (14)$$



**- Taladrado ciego.**

$$y = \frac{D}{2} * \cot\phi + (0.5 \div 2)mm$$

$$y_1 = 0 \quad (15)$$

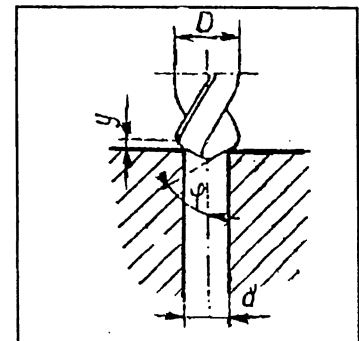


**- Retaladrado.**

$$y = \frac{D-d}{2} * \cot\phi + (0.5 \div 2)mm. \quad (15)$$

$$y_1 = 3s_0 \quad \text{en el retaladrado pasante}$$

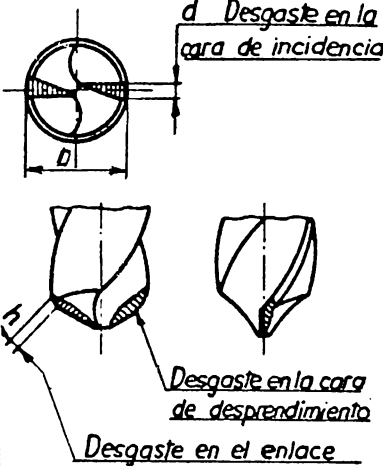
$$y_1 = 0 \quad \text{en el retaladrado ciego}$$



#### 2.7.3.2.4. Desgaste en las brocas

Se considera como algo lógico que la herramienta realizando un determinado trabajo sufra un desgaste. A continuación, la tabla XV reporta tales valores tomando en consideración: el material de la herramienta y el factor refrigeración.

**TABLA XV: DESGASTE ADMISIBLE EN LAS BROCAS**

Emplazamiento y acotación del desgaste	LIMITE RACIONAL DEL DESGASTE	
 <p><i>d</i> Desgaste en la cara de incidencia</p> <p>Desgaste en la cara de desprendimiento</p> <p>Desgaste en el enlace</p>	<p><i>Trabajo del acero con refrigeración</i></p> <p>Desgaste en la cara de incidencia <i>d</i></p> <p><math>D \leq 20</math>  <math>d = (0.4 + 0.8) \text{ mm.}</math></p> <p><math>D &gt; (0.8 + 1) \text{ mm.}</math></p>	<p><i>Trabajo de la fundición sin refrigeración</i></p> <p>Desgaste en el enlace <i>h</i></p> <p><math>D \leq 20</math>  <math>h = (0.5 + 0.8) \text{ mm.}</math></p> <p><math>D &gt; 20</math>  <math>h = (0.8 + 1.2) \text{ mm.}</math></p>

#### 2.7.3.3. Operación de taladrar

Las operaciones necesarias desde el inicio hasta la completa terminación de un agujero varían, según el tipo de operación y del grado de exactitud. Se pueden distinguir los siguientes momentos comunes:

#### **2.7.3.3.1. Trazado**

*Consiste en trazar en la pieza en proceso, a partir de dos planos de referencia (bordes exteriores a las piezas) o de las líneas de referencia (ejes), la posición del agujero.*

#### **2.7.3.3.2. Centrado**

*Consiste en colocar la herramienta en correspondencia del punto central, localizado el trazado. Este punto viene marcado en general por medio de un granete. Así evita que la broca pueda penetrar fuera del centro en relación con el eje del agujero. También se puede proceder iniciando con la broca de centrar. Este sistema da mayor garantía de exactitud.*

#### **2.7.3.3.3. Fijación de la pieza**

*Cuando la pieza se encuentra preparada a recibir la herramienta en el punto deseado, esta viene fuertemente fijada, por medio de utillajes apropiados, a la mesa porta pieza del taladro.*

#### **2.7.3.3.4. Taladrado**

*La fase principal de la operación es realizar el agujero. Durante esta operación, la herramienta puede ser oportunamente refrigerada.*

#### **2.7.3.3.5. Controles**

*Durante las fases de trabajo se realizan diferentes controles:*

*Posición del centrado, posiciones del agujero en relación a los planos de referencia o de las líneas de referencias.*

## **PARTE II**

### **TECNOLOGÍA MECÁNICA II MAQUINAS Y HERRAMIENTAS**

#### **A OBJETIVOS GENERALES:**

- *Realizar de forma general la verificación geométrica, funcional y la puesta a punto de la máquina herramienta tratada.*
- *Colocar y utilizar las herramientas más comunes en la máquina empleada.*
- *Seleccionar adecuadamente el sistema de sujeción en función de la geometría de la pieza, de sus tolerancias geométricas y de sus dimensiones.*
- *Desarrollar el proceso de trabajo que más se adapte al ejercicio propuesto.*
- *Seleccionar adecuadamente los factores de corte en función del proceso de trabajo.*
- *Mecanizar correctamente los ejercicios propuestos.*
- *Realizar la verificación del ejercicio propuesto ejecutando una autoevaluación*

## **B DOMINIO PSICOMOTOR**

- *Adquisición de rapidez y destreza en el manejo de una máquina herramienta.*

## **C DOMINIO EFECTIVO:**

- *Comportamiento del estudiante al realizar las prácticas sobre una máquina herramienta en Tecnología Mecánica II.*
- *Juicio del estudiante sobre la importancia de esta unidad didáctica.*
- *Participación del estudiante en tareas didácticas para mejorar en lo posible la unidad en uso.*

## **MAQUINAS HERRAMIENTAS**

### **Objetivos:**

- *Conocer la división de las máquinas - herramientas.*
- *Conocer los elementos de corte.*
- *Conocer y distinguir los conceptos de mando y regulación.*
- *Aprender mecanismos y transmisiones generales para máquinas*
- *Saber la metodología que se seguirá en el estudio de las máquinas herramientas.*

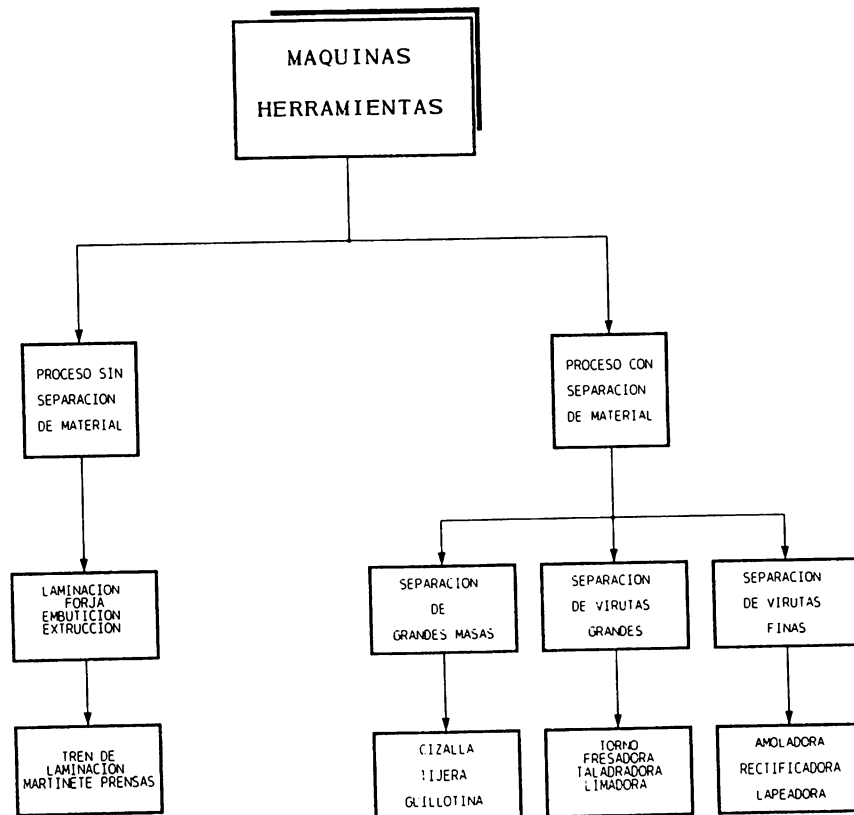
## **MÁQUINAS HERRAMIENTAS.**

Máquina, en general, es un instrumento para aprovechar, dirigir o regular la acción de una fuerza.

También entran en la palabra máquina aquellos mecanismos, medios o instrumentos de producción que sirven para sustituir o auxiliar las fuerzas físicas del hombre y disminuir su fatiga.

Herramienta se aplica a aquellos instrumentos que pone en movimiento la mano del hombre; como por ejemplo: el martillo, la palanca, la garlopa (cepillo de mano), etc.

Maquina Herramienta es la que por procedimiento mecánicos, hace funcionar una herramienta sustituyendo la mano del hombre.



*Las ventajas de las máquinas se pueden resumir en las siguientes:*

- Transforman y aumentan las limitadas fuerzas del hombre, haciendo más llevadero su trabajo.*
- Aumentan la velocidad del trabajo, haciendo mayor la producción y disminuyendo el coste de la misma.*

### **OBJETO DE LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS.**

*Las máquinas-herramientas tienen por objeto sustituir el trabajo manual por el trabajo mecánico, en la fabricación de piezas u objetos de metal o de otros materiales. Otras veces, ejecutan operaciones que manualmente serían imposibles por el tamaño de las piezas u otras circunstancias.*

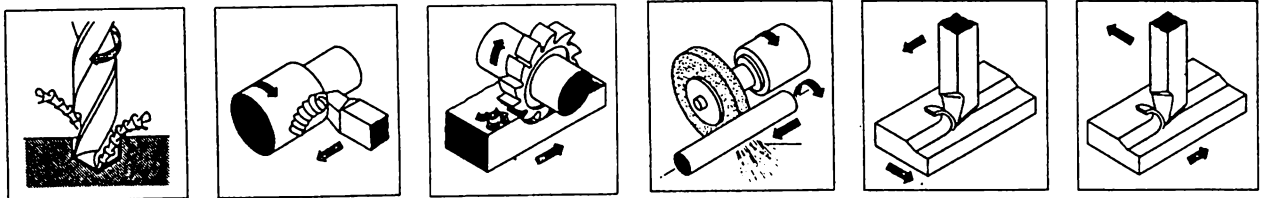
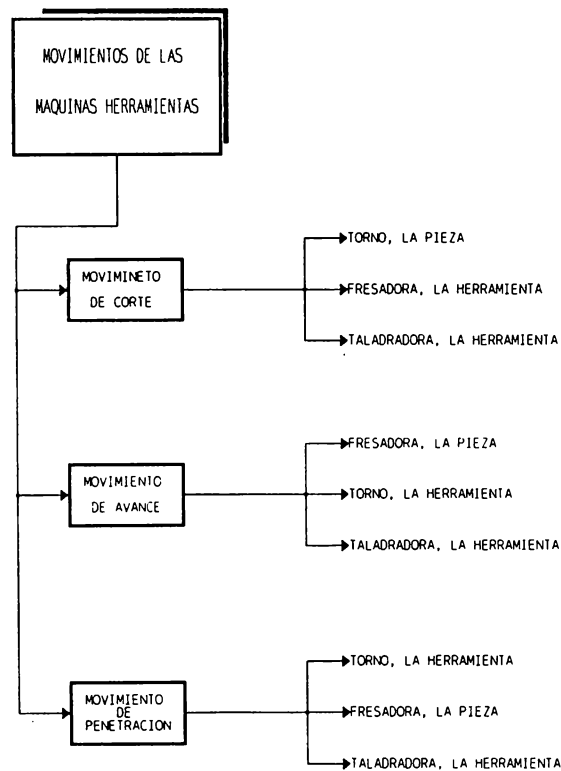
### **CLASIFICACIÓN DE LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS.**

*Las máquinas-herramientas para trabajar metales, pueden realizar trabajos de deformación o bien de separación de masa. A su vez, las máquinas que trabajan por separación de masa pueden arrancar trozos enteros de material, como la cizalla, separar viruta con una o varias cuchillas cortantes, como el torno o la fresadora; o separan viruta muy fina, por medio de grano abrasivo, como las máquinas de rectificar.*

*Fundamentalmente, se van a estudiar las del grupo que trabaja por separación de pequeñas porciones, como ordinariamente se dice, por arranque de viruta.*

## MAQUINAS QUE TRABAJAN POR SEPARACIÓN DE VIRUTAS.

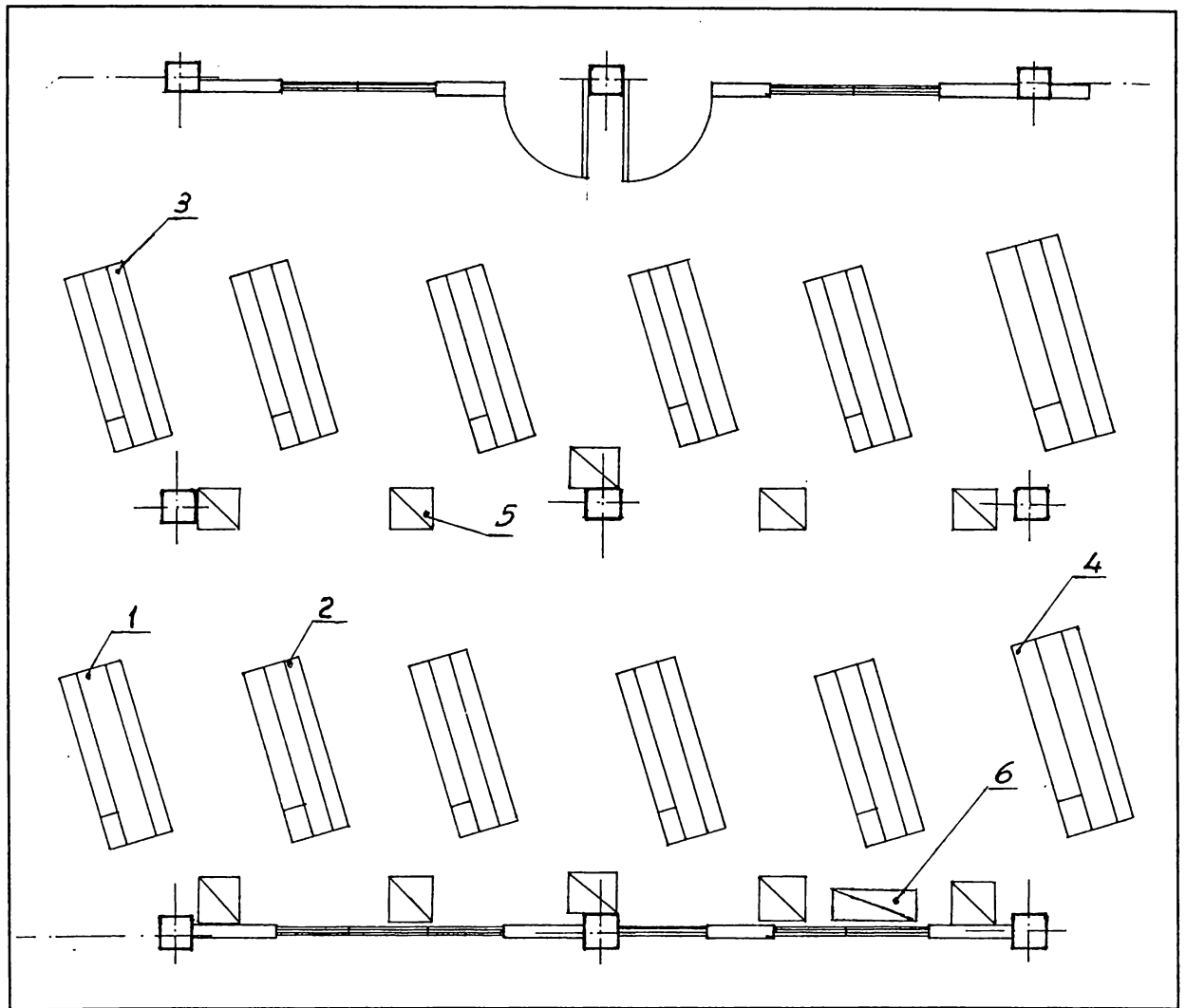
Las maquinas-herramientas que trabajan por separación de viruta, disponen, en general, de una o mas herramientas o útiles cortantes. La herramienta o pieza que se trabaja, tiene que moverse y este movimiento será en línea recta o en forma circular. De ahí los dos tipos más importantes de máquinas comprendidas en este grupo:



## 1 TORNO PARALELO

### 1.1 ESTRUCTURA DE LA SECCIÓN DE TORNO

En un taller de mecánica es muy importante la sección dedicada a los tornos paralelos. Este proyecto estudia los fundamentos de las máquinas herramientas.



Distribución en planta de la sección de Torno.

*Este laboratorio esta conformado por:*

*10 Tornos de 180mm de altura x 1000mm entre los puntos (1);*

*de los cuales:*

*1 es equipado con visualizadores en los ejes X y Y (2).*

*1 es equipado con el accesorio para torneado cónico (3).*

*2 Tornos de 210mm de altura x 1500mm de largo entre puntos;*

*1 equipado con el copiador hidráulico (4).*

*12 Armarios, individuales para cada torno, los cuales contienen las herramientas propias de cada uno de ellos (5).*

*2 Pulidoras genéricas.*

*1 Pulidora para afilado de brocas.*

*1 Armario general para las herramientas de la sección de torno (6).*

*Gracias a los múltiples accesorios de que se dispone, permite realizar un abundante número de operaciones como:*

*Refrentado*

*Torneado de cilindrado: exterior e interior*

*Torneado cónico: exterior e interior*

*Ranurado*

*Tronchado*

*Moleteado*

*Torneado con lunetas*

*Torneado con el plato de cuatro mordazas*

*Roscados: métrico, whitworth. Roscas: triangulares, cuadradas, trapeciales, etc.*

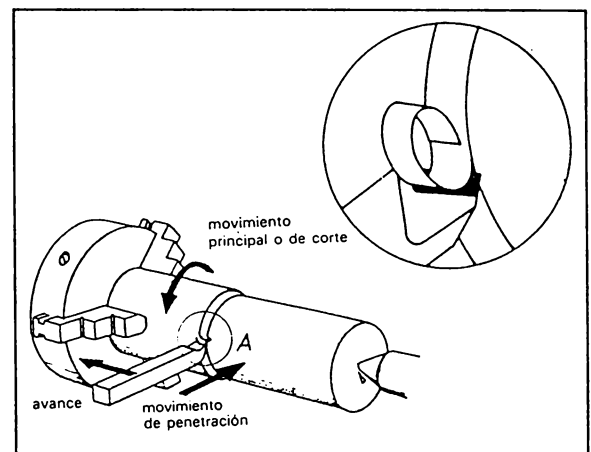
## **1.2 PARTES PRINCIPALES DEL TORNO.**

### **OBJETIVOS:**

- *Conocer las principales partes de que consta un torno y su funcionamiento.*
- *Conocer los trabajos principales que pueden hacerse en el torno.*
- *Conocer los mecanismos que componen un torno paralelo, con la finalidad de dominar el manejo.*

### **TORNO PARALELO.**

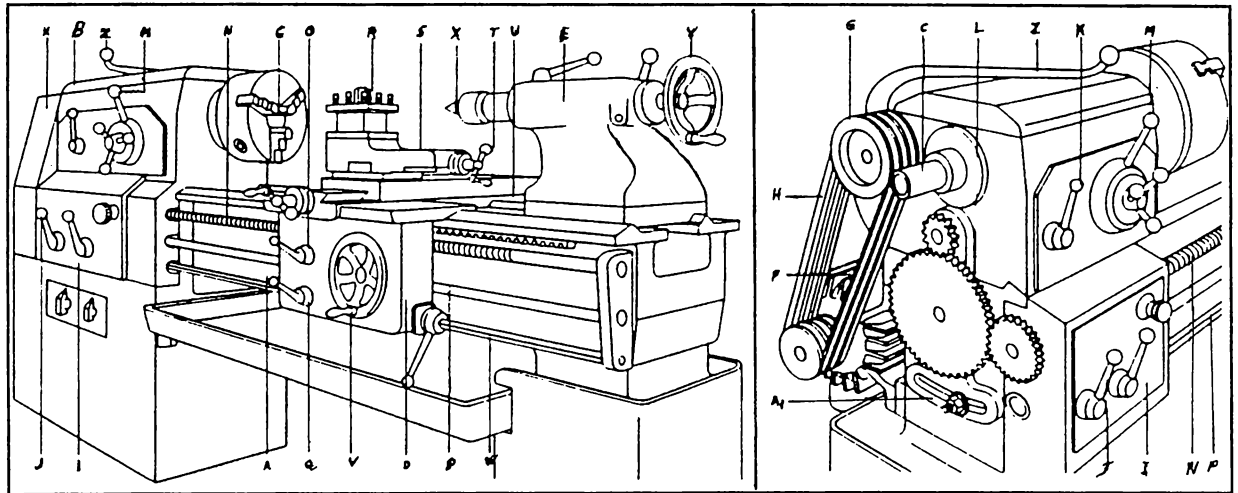
*El torno paralelo es una máquina-herramienta en la cual, la pieza que se ha de mecanizar, tiene un movimiento de rotación alrededor de un eje. Así, en el torno la pieza realiza el movimiento de*



*Fig. 146 Movimientos principales en un torno.*

*corte, en tanto que la herramienta, produce el avance y el movimiento de profundidad de pasada (figura 146).*

*El torno más corriente es llamado torno paralelo (figura 147); los otros se consideran como especiales.*



*Fig. 147 Torno paralelo.*

### ***Partes principales de un torno paralelo***

*A. Bancada.*

*B. Cabezal.*

*C. Eje principal.*

*D. Carro principal.*

*E. Contrapunto.*

*F. Motor.*

*G. Polea.*

*H. Bandas trapeciales para movimiento de avance avances.*

*I. Caja de cambio.*

*J. Palanca de cambio para avance.*

*K. Palanca de inversión del movimiento de avance.*

*L. Tren de engranajes de la lira.*

*M. Palanca de mando de caja de velocidad.*

*N. Eje de roscar.*

*O. Palanca de roscar.*

*P. Eje de cilindrar.*

*Q. Palanca de cilindrar y refrentar.*

*R. Porta herramienta.*

*S. Carro superior orientable.*

*T. Carro transversal.*

*U. Guía inferior.*

*V. Maneta movimiento carro principal.*

*W. Barra de transmisión mando eje de cilindrar.*

*X. Punto giratorio.*

*Y. Maneta de avance contrapunto.*

*Z. Palanca de embrague y freno.*

*A1. Lira.*

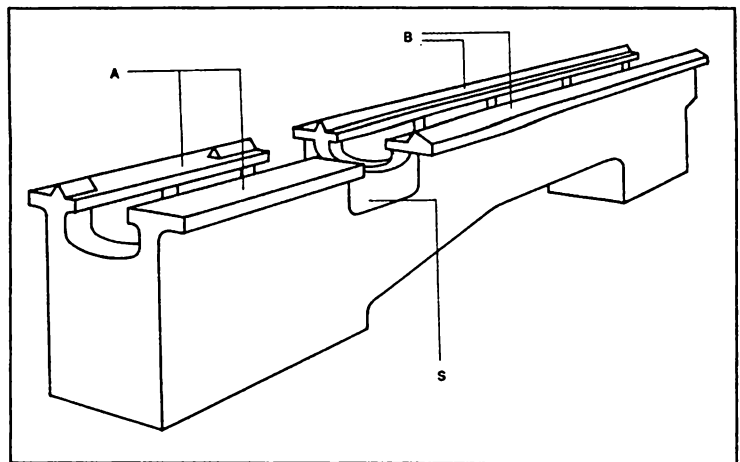
### 1.2.1 Bancada

*Es un bloque de fundición que soporta todos los órganos de la máquina (figura 148).*

*La fundición debe de ser de la mejor calidad. Debe tener*

*funciones apropiadas y*

*suficientes para soportar las fuerzas que se originan durante el trabajo, sin experimentar deformación apreciable, aún en los casos mas desfavorables. Para facilitar la resistencia suele llevar unos nervios centrales.*



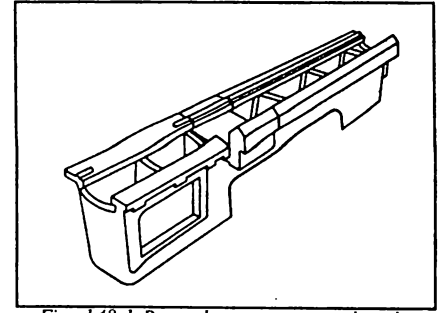
*Fig. 148 Bancada con puente desmontado.*

*Las guías han de servir de perfecto asiento y permitir un deslizamiento suave y sin juego al carro y contracabezal. Deben estar perfectamente rasqueteadas o rectificadas.*

*Es corriente que hayan recibido un tratamiento de temple superficial, para resistir el desgaste.*

### **1.2.2 Escote de la bancada.**

*Algunas bancadas llevan, delante del cabezal, una entalladura o escote, cuya finalidad es poder torneear las piezas de gran diámetro. Para trabajos normales, se cubre este escote con un puente perfectamente ajustado y con perfil igual al resto de la bancada. Las*



*Fig. 148.1 Bancada con puente colocado.*

*Las bancadas con escote tienen el inconveniente de que nunca resultan tan precisas como las bancadas de una sola pieza (sin escote). Por esta razón los talleres que pueden disponer de tornos de varios tamaños prefieren la bancada sin escote.*

### **1.2.3 Cabezal.**

*Es una caja fijada al extremo de la bancada por medio de tornillos o bridas. En ella va alojado el eje principal que es el que proporciona el movimiento a la pieza (fig. 149).*

*En su interior suele ir alojado el mecanismo para lograr distintas velocidades, que se seleccionan por medio de mandos adecuados, desde el exterior.*

*Las diferentes velocidades del eje principal se obtienen por medio de desplazamiento de engranajes, o también por medio de variadores de velocidades.*

*En la figura 149 viene representado un cabezal monopolea (= el movimiento proviene del eje movido por una polea única, de aquí su nombre de monopolea) con desplazamiento axial de los engranajes; se aprecian los elementos que la componen:*

- la caja o zócalo
- polea
- doble embrague
- los ejes secundarios
- el eje principal montado sobre rodamiento de rodillo cónico
- la leva "y", para el desplazamiento de los engranajes.

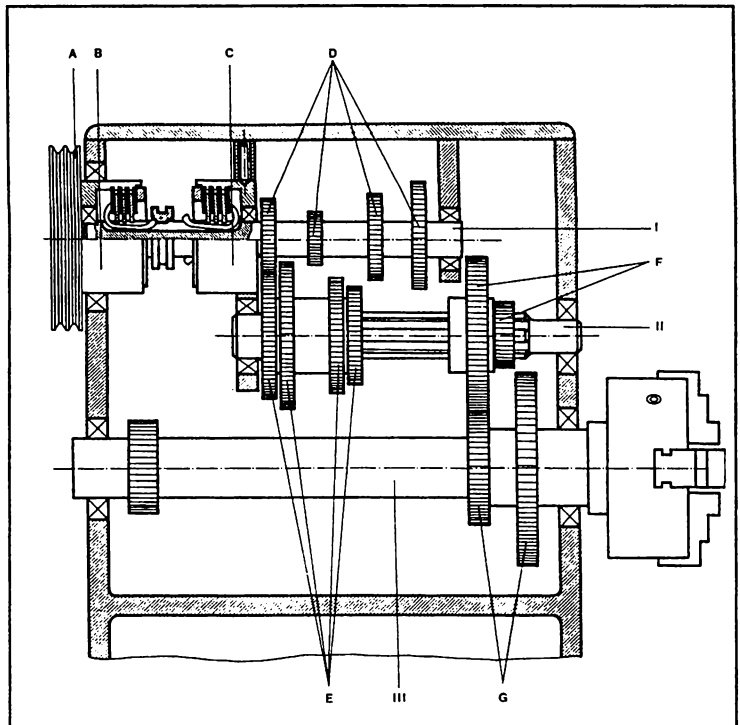


Fig. 149 Caja de velocidades con mandos selectivos.

Para poder lograr una variación de velocidades, mayor que las limitadas por los mecanismos anteriores, se emplean en algunos tornos, **variadores de velocidad mecánicos o hidráulicos**.

En la figura 150 se puede observar la forma de funcionamiento y adaptación de éste mecanismo a un torno de producción.

Modernamente se emplean otros sistemas de variadores de velocidades, como:

**Variador eléctrico:** regulable sin escalonamiento alguno; puede modificar la velocidad entre ciertos límites del orden de 1 a 100 y se logra variando la tensión del inducido. Si aún se desean ampliar más éstos límites, se puede actuar además sobre el campo magnético.

**Variador electrónico:** También se puede emplear en máquinas herramientas. Existen variadores de solución mixta: variador electrónico - mecánico.

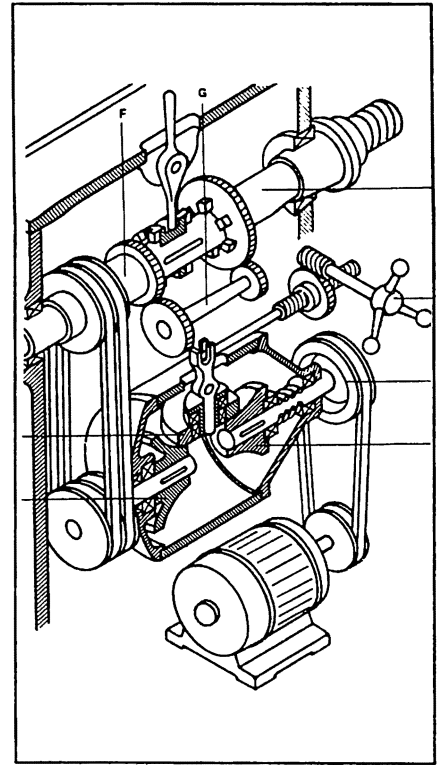


Fig. 150 Variador de velocidades; acoplamiento al torno y partes.

#### 1.2.4 Contracabezal o cabezal móvil.

El contracabezal o cabezal móvil, llamado impropriamente contrapunta, consta de dos piezas (fig. 151) de fundición, de las cuales una se desliza sobre la bancada y la otra puede moverse transversalmente a frotamiento duro sobre la primera, mediante uno o

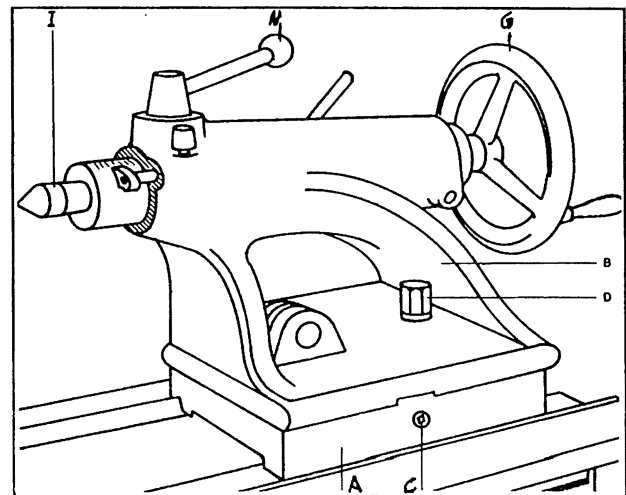


Fig 151 Contracabezal o contrapunto

dos tornillos. Ambas pueden fijarse en cualquier punto de la bancada mediante una

tuerca y un tornillo de cabeza de grandes dimensiones, que se desliza por la parte inferior de la bancada.

La superior tiene un agujero cilíndrico perfectamente paralelo a la bancada y a igual altura que el eje del cabezal. En dicho agujero entra a frontamiento suave

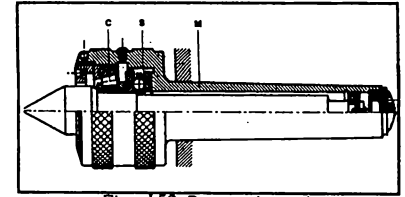


Fig. 152 Punto giratorio

un manguito cuyo hueco termina, por un extremo, en

un cono Morse y, por el otro, en una tuerca. En esta tuerca entra un tornillo que puede girar mediante una manivela. Como este tornillo no puede moverse axialmente, al girar el tornillo, el manguito tiene que entrar o salir en su alojamiento.

Para que este manguito no pueda girar, hay una ranura en toda su longitud en la que ajusta una chaveta. El manguito puede fijarse en cualquier parte de su recorrido mediante otro tornillo. En el cono Morse puede colocarse un punto semejante al del cabezal o bien una broca, escariador, etc. Para evitar el roce se emplean mucho los puntos giratorios (fig. 151). Además de la forma común, estos puntos giratorios pueden estar adaptados para recibir diversos accesorios según las piezas que se hayan de torneear.

### 1.2.5 Carros.

En el torno, la herramienta cortante se fija en el conjunto denominado carro. La herramienta debe poder acercarse a la pieza, para lograr la profundidad de pasada adecuada y,

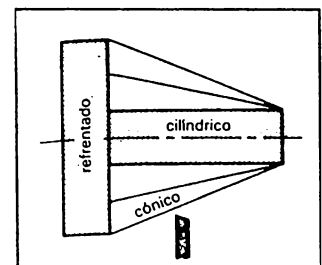


Fig. 153 Principales superficies que se pueden obtener en un torno.

también, poder moverse con el movimiento de avance para lograr la superficie deseada. Las superficies que se pueden obtener son todas las de revolución: cilindros y conos, llegando al límite de superficie plana (fig. 153). Por tanto, la herramienta debe poder seguir las direcciones de la generatriz de estas superficies. Esto se logra por medio del carro principal, carro transversal y carro inclinable.

### 1.2.5.1 Carro principal

Consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre la bancada y la otra, llamada delantal (fig. 154), está atornillada a la primera y desciende por la parte anterior de la bancada.

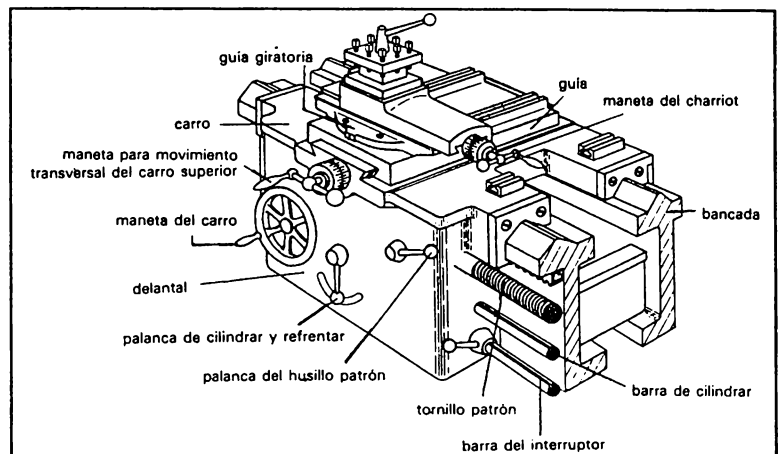


Fig. 154 carro principal

El delantal lleva en su parte interna los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y a mano de la herramienta y, mediante ellos efectuar las operaciones de roscar, cilindrar y refrentar, que consisten, respectivamente, en construir pasos de roscas, cilindros y planos.

### 1.2.5.2 Dispositivo para roscar.

El dispositivo para roscar consiste (fig.155) en una tuerca en dos mitades, las cuales, por medio de una manivela, pueden aproximarse hasta engranar con el tornillo patrón eje de roscar.

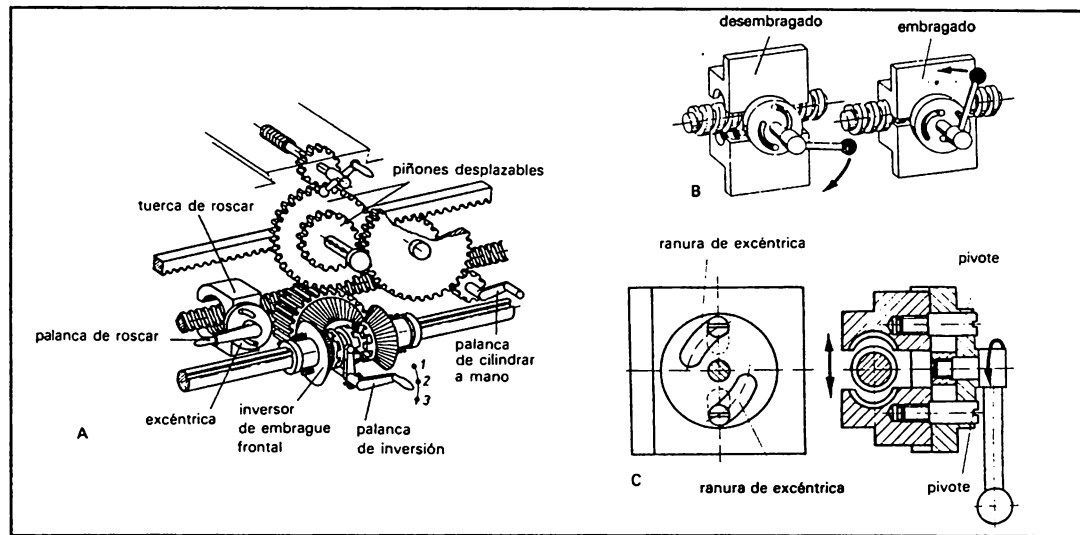


Fig. 156 Dispositivo de roscar: A disposición del mecanismo en el carro; B y C detalles de funcionamiento.

El paso que se construye variará según la relación del número de revoluciones de la pieza que se trabaja y del tornillo patrón.

Separadas las dos mitades de la tuerca, el carro queda libre.

### 1.2.5.3 Dispositivo para cilindrar y refrentar.

Sobre el eje de cilindrar va enchavetado un tornillo sin fin que engrana con una rueda, la cual, mediante un tren basculante, puede transmitir su movimiento a un piñón que engrana en una cremallera fija en la bancada o a otro piñón en el tornillo

transversal. El tren basculante también puede dejarse en posición neutral. En el primer caso, se mueve todo el carro y, por lo tanto el torno cilindrará; en el segundo, se moverá solamente el carro transversal y el torno refrentará; en el tercer caso, el carro no tendrá ningún movimiento automático. (fig. 156)

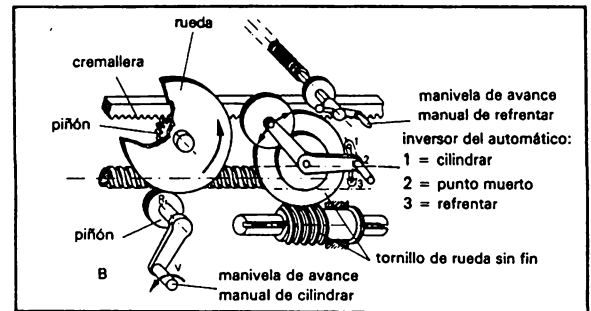


Fig. 156 Mecanismo de avance.

Los movimientos del tren basculante se obtienen por medio de una manivela exterior. El carro puede moverse a mano, a lo largo de la bancada, por medio de una manivela o volante.

#### 1.2.5.4 Carro transversal.

El carro principal lleva una guía perpendicular a la de la bancada y sobre ella se desliza un carro a

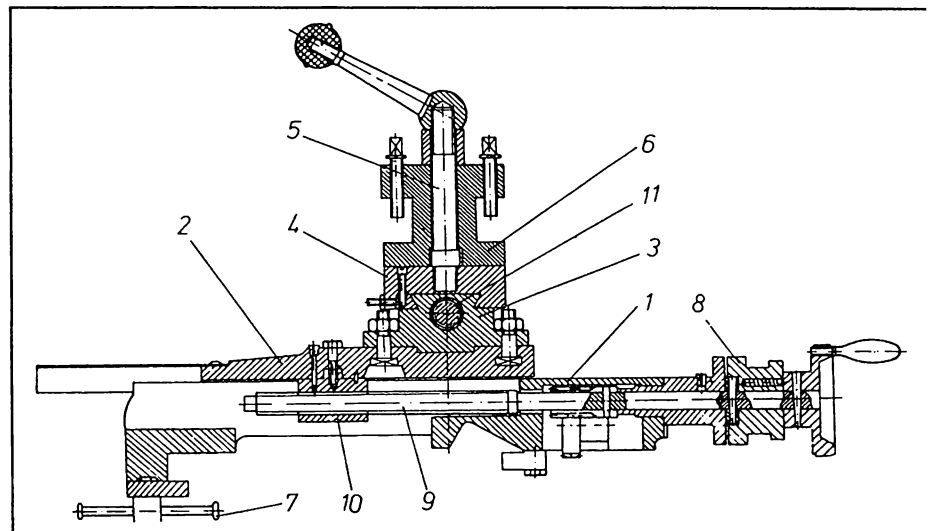


Fig. 157 Sección transversal de mecanismos de los carros y sujeción de la herramienta.

frotamiento suave, pero sin juego (fig. 157). Puede moverse a mano, para dar la

*profundidad de pasada o acercar la herramienta a la pieza, o bien se puede mover automáticamente para lograr el llamado refrentado, con el mecanismo ya explicado. Para saber el giro que se da al husillo y con ello apreciar el desplazamiento del carro transversal y la profundidad de la pasada, lleva el husillo, junto al volante de accionamiento, un tambor graduado que puede girar loco o fijarse en una posición determinada. Este tambor es de gran utilidad para las operaciones de cilindrado y roscado, como veremos en los temas respectivos.*

#### **1.2.5.5 Carro orientable.(fig. 158)**

*El carro orientable, llamado también carro portaherramientas, está apoyado sobre una pieza llamada plataforma giratoria, que puede girar al rededor de un eje central y fijarse en cualquier posición al carro transversal por medio de cuatro tornillos. Un círculo o limbo graduado indica en cualquier posición el ángulo que el carro*

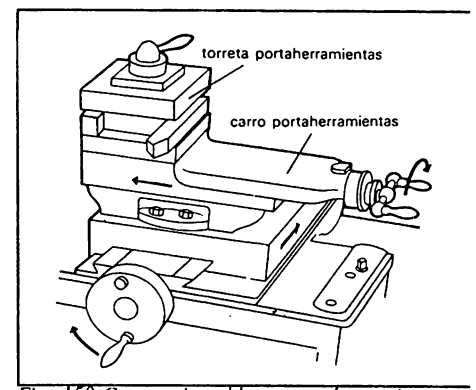


Fig. 158 Carro orientable o porta herramienta.

*portaherramientas forma con la bancada. Esta pieza lleva una guía en forma de cola de milano en la que se desliza el carro orientable. El movimiento no suele ser automático, sino a mano, mediante el husillo que se da vueltas por medio de una manivela o un volantito. Lleva el husillo un tambor similar al del husillo del carro transversal.*

### **1.3 HERRAMIENTA DE CORTE.**

*La herramienta (o útil cortante) termina en una cuña afilada, que la obliga a penetrar en la pieza que se trabaja, bajo un ángulo determinado y arranca virutas más o menos grandes. La cuchilla de torno pertenece a las herramientas de un solo filo, porque siempre hay sólo un filo principal que arranca las virutas. Se compone de.*

- Vástago o cuerpo.*
- Filo de corte.*

*Al penetrar el filo de la cuchilla en la pieza, la viruta es conducida desde el lugar de la acción por la superficie destalonada.*

#### **1.3.1 Elementos de las herramientas de corte único.**

*La entidad internacional ISO<sup>9</sup>, ha establecido la terminología y designación de la herramienta de corte.*

*El número que llevan marcado, corresponde a la designación ISO de la forma de la herramienta.*

---

<sup>9</sup> ISO: abreviatura de International Standard Organization = Organización Internacional de normalización.

En la norma correspondiente a cada herramienta se dan los valores que definen la misma; naturalmente, en ella el sistema de referencias es el de la herramienta.

En la norma ISO se dan los nombres de los elementos principales y a ella nos vamos a referir.

En la figura 159 quedan señalados los principales :

### 1.3.1.1 Superficie de desprendimiento.

Es la superficie de la herramienta sobre la cual resbala la viruta. También se llama plano de salida o plano de ataque.

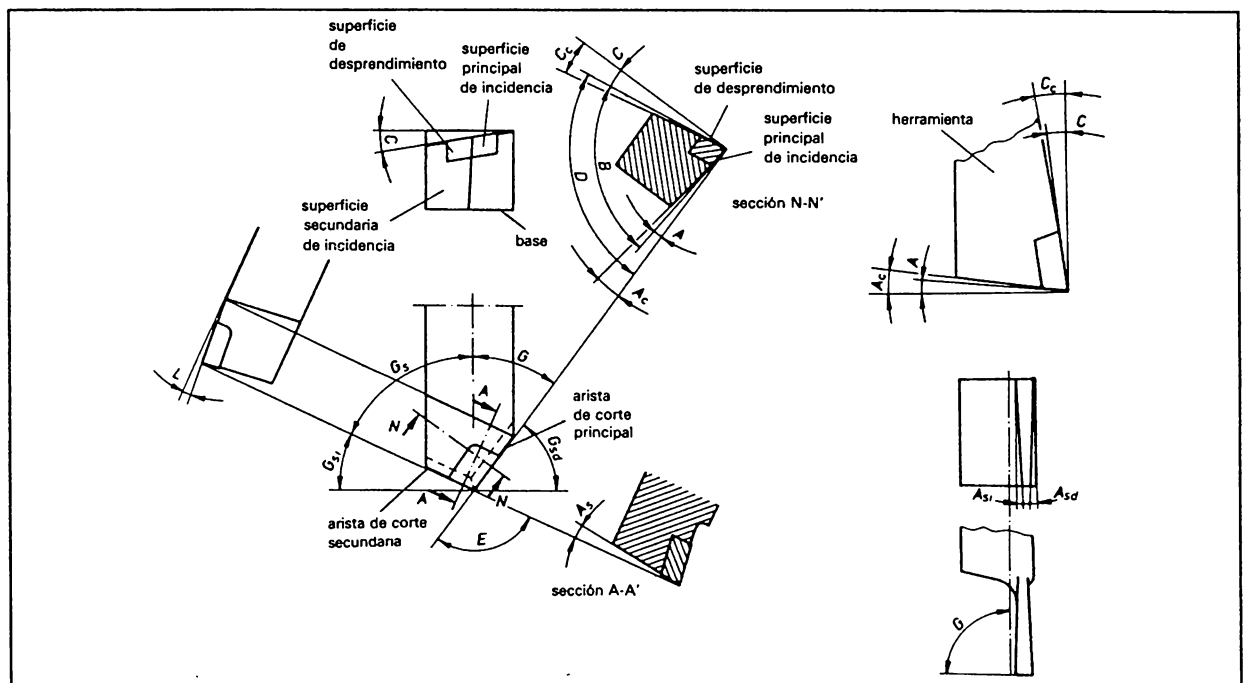


Fig. 158 Elementos característicos de la herramienta más simple.

#### **1.3.1.2 Superficie principal de incidencia.**

*Es la superficie de la herramienta que da la cara a la superficie de corte. También se llama plano libre del filo.*

#### **1.3.1.3 Superficie secundaria de incidencia**

*Es superficie de la herramienta que da la cara a la superficie de trabajo. También se llama plano libre del contrafilo.*

#### **1.3.1.4 Arista de corte principal.**

*Es la arista de corte que está en dirección del avance; es la que engendra la superficie de corte. También se puede decir que es la arista formada por las superficies de desprendimiento y principal de incidencia.*

#### **1.3.1.5 Arista de corte secundaria o contrafilo.**

*Es la arista de corte que genera la superficie de trabajo. También es la arista formada por las superficie de desprendimiento y secundaria de incidencia.*

#### **1.3.1.6 Ángulo de incidencia.(A)**

*Es el formado por las superficie de incidencia principal y el plano de corte de la herramienta, medido en el plano de medida de la herramienta.*

*Los ángulos de incidencia, secundario derecho, secundario izquierdo y el cuerpo se representan, respectivamente, por los símbolos  $A_s$ ,  $A_{sd}$ ,  $A_{si}$ ,  $A_c$ .*

#### **1.3.1.7 Ángulo de la punta.(E)**

*Es el formado por las proyecciones de las aristas de corte principal y secundaria sobre el plano de referencia.*

#### **1.3.1.8 Ángulo de posición.(G)**

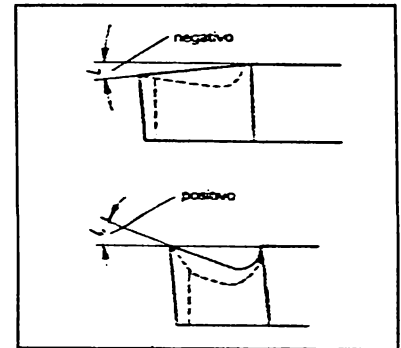
*Es el formado por el plano de corte principal y la proyección del eje de la herramienta, sobre el plano de referencia de la herramienta.*

*Los ángulos de posición secundaria, secundario derecho y secundario izquierdo se representan respectivamente por los símbolos  $G_s$ ,  $G_{sd}$ ,  $G_{si}$ .*

### **1.3.1.9 Ángulo de inclinación de la arista de corte. (L)**

*Es el formado por la arista de corte principal con el plano de referencia de la herramienta, medido en el plano de corte de la herramienta.*

*Se dice que es positivo, cuando es descendente desde la punta y negativo, cuando es ascendente (fig. 160).*



*Fig. 160 Ángulo de inclinación L.*

### **1.3.1.10 Ángulo de desprendimiento (C).**

*Es el formado por la superficie de desprendimiento y el plano de referencia de la herramienta, medido en el plano de medida de la herramienta.*

*El ángulo de desprendimiento referido al cuerpo de la herramienta se representa por el símbolo (Cc) (fig. 159).*

### **1.3.1.11 Ángulo de filo (B).**

*Es el formado por las superficies de incidencia y desprendimiento, medido en el plano de medida de la herramienta (fig. 159).*

### 1.3.1.12 Ángulo de corte (D).

Es la suma de los ángulos de filo y principal de incidencia:

$$D = A + B \text{ (fig. 159).}$$

### 1.3.1.13 Valor de los ángulos de una herramienta.

El valor que deben tener los ángulos, en cada caso, depende del tipo de máquina, del material que se haya de trabajar y del material de esté fabricada la herramienta; la tabla XVI reporta estos valores orientativos.

**Tabla XVI Valores orientativos de ángulos de cuchillas de torno DIN 4951**

Material de la pieza	Material de la herramienta				
	SS, HSS			Metal duro	
	A	B	C	A	B
Fund. hierro dura y aleaciones frágiles y duras CuZn	6°	84°	0°	2°..6°	80°
Acero y acero moldeado con resistencia superior a 690 N/mm <sup>2</sup> , fundición gris dura, aleaciones CuZn.	8°	74°	8°	2°..6°	75°..80°
Acero y acero moldeado con resistencia de 490 a 690 N/mm <sup>2</sup> , fundición gris, aleaciones blandas CuZn	8°	68°	14°	2°..6°	75°
Acero fund. gris con resist. de 390 o 490 N/mm <sup>2</sup>	8°	62°	20°	4°..6°	65°
Los acero más blandos	8°	55°	27°	4°..6°	65°
Metales blandos y aluminio puro	10°	40°	40°	8°..12°	45°..50°

En general, hay que decir que la herramienta, como cuña que es, penetrará tanto más fácilmente cuanto más aguda sea; pero, en cambio, se romperá y se gastará más rápidamente.

### **1.3.2 La herramienta de corte.**

*La herramienta de corte tiene vital importancia; de su material, tratamiento térmico y afilado, depende el rendimiento en la producción de piezas.*

#### **1.3.2.1 Funciones de la herramienta de corte.**

*Para que una herramienta de corte cumpla con su finalidad debe ser capaz de realizar con eficacia estas funciones:*

- *Cortar el material en forma de viruta.*
- *Lograr que la viruta tenga una salida tal que no entorpezca el trabajo del operario y que sea (la viruta) de fácil evacuación.*
- *Evacuar el calor producido por el corte.*
- *Ser suficientemente robusta para soportar, sin deformarse, las fuerzas producidas por el corte.*
- *Tener una dureza y resistencia al desgaste, capaz de soportar los efectos destructores del material, durante un tiempo razonable y rentable.*
- *Mantenerse suficientemente rígida en su posición, durante el trabajo, para lo cual se necesita un sistema eficaz de sujeción y una máquina en perfectas condiciones de utilización.*

*Para lograr estas funciones, la herramienta debe tener unas características de materiales, formas y dimensiones que se estudian a continuación.*

*Elegir la herramienta ideal de cada caso no es nada fácil, ya que son muchas las variables que influyen para la elección, y algunas veces estas variables dan lugar a comportamientos opuestos. Por ejemplo: una herramienta de metal duro será más resistente al desgaste y necesitará afilarse más esporádicamente; así como podrá trabajar a mayor velocidad; pero también es más cara, necesita mayor potencia de corte, máquina más robusta, etc.*

*Más adelante se hablará con mayor detalle sobre alguna de estas cuestiones.*

### **1.3.2.2      *Material de las herramientas de corte.***

*Las herramientas de corte que se emplean en las máquinas-herramienta pueden ser, principalmente de:*

- acero.*
- metal duro.*
- diamante.*
- material cerámico.*

#### **1.3.2.2.1 Acero.**

*Se emplean para este uso, principalmente, los aceros al carbono y aceros de baja aleación para velocidades de corte relativamente pequeñas y los aceros rápidos para velocidades mayores.*

#### **1.3.2.2.2 Metal duro.**

*Son, en general, aleaciones o combinaciones de wolframio, titanio, cromo, etc., fundidos o conglomerados con cobalto o níquel principalmente.*

*Los metales duros fundidos se conocen, en general, con el nombre de estelitas.*

*Los metales duros conglomerados están, en general, fabricados a base de carburos de tungsteno. A este grupo pertenece la widia y sus similares (volamita, titania, mefemant, labherit, miramant, etc.).*

*En general, no se construyen herramientas totalmente hechas de metal duro sino que éste se emplea en forma de plaquitas, que se sueldan o adaptan a la punta de la herramienta para formar el filo o los filos.*

*Los metales duros se emplean para trabajar materiales a grandes velocidades de corte y para materiales no metálicos (aunque se prestan mal para herramientas que han de estar sometidas a choque o vibraciones); y puede elevarse bastante la temperatura sin que pierdan su dureza y capacidad de corte.*

#### **1.3.2.2.3 Diamante.**

*Se emplea también en pequeñas plaquitas con una cara pulimentada y adaptadas a la punta de la herramienta. Se emplea para materiales sumamente duros, o cuando lo principal es conservar el filo largo tiempo sin desgaste apreciable o para conseguir superficies muy exactas.*

#### **1.3.2.2.4 Material cerámico.**

*Modernamente, se están empleando para herramientas de corte materiales cerámicos, formados por óxidos metálicos sumamente duros.*

#### **1.3.3 Elementos de corte.**

*Según ya se ha dicho, hay que dotar a las herramientas de ciertos movimientos, para lograr el corte del material. Estos movimientos se pueden reducir a tres:*

- movimiento de corte.
- movimiento de avance.
- movimiento de penetración o acercamiento.

Cada uno de estos movimientos se caracteriza por su velocidad y desplazamiento.

### 1.3.3.1 Movimiento de corte.

Es el movimiento relativo de la herramienta respecto a la pieza, que proporciona la fuerza de corte. Se caracteriza por ~~se~~<sup>su</sup> velocidad.

#### 1.3.3.1.1 Velocidad de corte.

Se llama velocidad de corte a la velocidad relativa instantánea de los puntos de la pieza y la herramienta (arista de corte) que están en contacto (fig. 161).

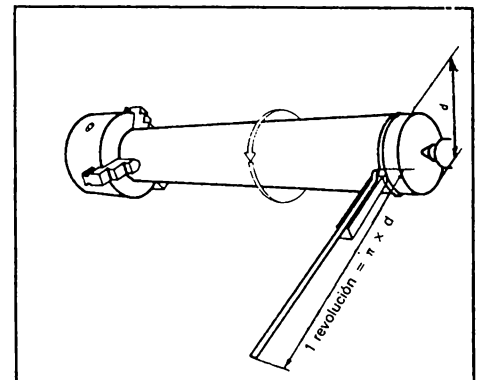


Fig. 161 Representación gráfica de la velocidad de corte

Se denomina velocidad relativa porque puede ser que la pieza se mueva y la herramienta esté fija -caso del torno- o bien al revés -caso de la cepilladora- e, incluso, ambas pueden girar a velocidades diferentes, como en la rectificadora cilíndrica.

*La velocidad de corte se expresa en metros por minuto o metros por segundo y se calcula en cada caso según la naturaleza del movimiento de corte (circular, rectilíneo, ...) empleando las fórmulas que ya se conocen.*

*Igual que los ángulos de corte, la velocidad de corte más conveniente depende del tipo de máquina, del material que se trabaja, del material de la herramienta y la refrigeración.*

*Casi toda máquina herramienta está dispuesta de modo que la velocidad de corte pueda variarse dentro de ciertos límites.*

*Para la máquina de movimiento circular, la velocidad de corte viene dada por la fórmula:*

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/min}$$

*En la cual  $V_c$  = velocidad de corte, se obtiene de la tabla XVII según el material y herramienta;  $d$  = diámetro de la pieza o herramienta en mm;  $n$  = número de vueltas de la herramienta o pieza por minuto.*

**Tabla XVII Velocidades de corte usuales en el torneado.**

Material	Filo de metal duro					Tipo de metal duro	Acero rápido SS					
	Avance en mm/revolución						Velocidades de corte en m/min	Avance en mm/revolución				
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6			0.2	0.4	0.8	1.6	3.2
Acero sin alear Hasta 500 N/mm <sup>2</sup> Hasta 1000 N/mm <sup>2</sup>	290	245	210	180	---	P10	60	45	34	25	19	
	---	170	145	125	105	P20						
	---	---	94	80	67	P30						
	167	135	112	95	---	P10						
	---	84	71	61	45	P20						
Acero aleado De 1000 a 1200 N/mm <sup>2</sup>	---	---	43	38	26	P30	25	19	14	11	8	
	105	86	70	56	---	P10						
	---	55	45	36	28	P20						
Fundición gris hasta 200 HB	---	---	27	22	18	P30	16	11	8	5.6	4.0	
	130	108	90	75	63	K20						
Aleaciones de aluminio Aleación CuZn	95	80	70	61	50	K40	48	34	19	13	11	
	226	192	164	140	118	K20						
	600	530	450	400	355	K20	44	27	18	14	9.5	
	125	85	56	36	24	K20						
	125	85	56	36	24							

Ordinariamente, lo que interesa es saber a qué número de revoluciones hay que hacer girar la herramienta o pieza, y se calcula por la fórmula deducida de la anterior:

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

### 1.3.3.1.2 Factores mas importantes que influyen sobre la velocidad de corte.

<i>Factores más importantes que influyen sobre la velocidad de corte</i>	
<i>Dureza del material que se trabaja.</i>	<i>Está relacionado con la velocidad de forma inversa.</i>
<i>Calidad de la herramienta.</i>	<i>Aceros extrarápidos. Widas Cerámicas</i>
<i>El avance (a) y profundidad (s). Sección = s x a</i>	<i>La velocidad debe disminuir al aumentar la sección de viruta. El avance tiene mayor influencia que la profundidad de pasada.</i>
<i>Temperatura de la herramienta.</i>	<i>En los aceros extrarápidos es aconsejada una buena refrigeración. En los metales duros no es necesario refrigerar.</i>
<i>Estabilidad de la pieza sobre la máquina.</i>	<i>El montaje debe ser bueno par evitar vibraciones que rompan la punta de la herramienta obligando a disminuir la velocidad.</i>
<i>Duración de la herramienta</i>	<i>Al aumentar la velocidad disminuye la duración del servicio continuo de filo.</i>

### 1.3.3.1.3 Elección de los datos de corte.

*Para elegir los datos de corte deben de considerarse: los requerimientos de acabado superficial, tolerancias, potencia disponible y características de la formación de virutas.*

*El acabado superficial es determinado por la combinación del avance y el radio de la punta de la herramienta, también intervienen la estabilidad de la pieza y las*

*condiciones generales de la máquina.*

*El método siguiente es con frecuencia adecuado para elegir las condiciones de corte:*

- 1 Elegir el tipo y la calidad de la herramienta.*
- 2 Seleccionar el mayor avance posible, teniendo en cuenta el avance superficial y la estabilidad de la máquina.*
- 3 Escoger la velocidad de corte que más corresponda con el avance elegido.*
- 4 Escoger la profundidad de pasada que mejor se adapte a las condiciones del trabajo, asegurándose de que la máquina tiene potencia suficiente.*

#### ***1.3.3.1.4 Velocidad económica.***

*Se llama así la velocidad en la que, con el mínimo costo, se obtiene la máxima cantidad de viruta.*

*Esta velocidad depende de muchas variables, pero principalmente de las siguientes:*

- 1.ª De la herramienta: Ante todo, del material o tratamiento; de su afilado, tanto de los ángulos como del grado de afinado; de la fijación del costo de la herramienta; de la vida de la herramienta y del tiempo de su reafilado y preparación de la máquina.*

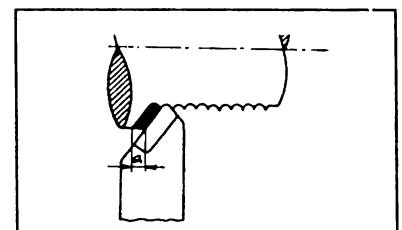
- 2.<sup>a</sup> *Respecto a la pieza. Del material y estado del mismo; de la forma de la pieza; de la fijación de la misma; de la calidad exigida al acabado.*
- 3.<sup>a</sup> *Respecto a la viruta. Su sección (mm<sup>2</sup>); su forma y relación entre "a" y "p".*
- 4.<sup>a</sup> *Del sistema de refrigeración y lubricación. Del par activo (pieza y herramienta).*
- 5.<sup>a</sup> *De la máquina empleada. Robustez, vibraciones, etc.*

### **1.3.3.2 Movimiento de avance.**

*Como, generalmente, la herramienta es mucho más estrecha que la superficie a trabajar o mecanizar, no efectúa su trabajo de una sola pasada, sino que necesita varias, y realiza su trayectoria, cada vez, a pequeña distancia de la anterior y paralelamente. Esto se consigue desviando lateralmente un poco, a cada pasada, la herramienta o la pieza, lo cual puede hacerse de manera intermitente (máquinas de movimiento alternativo) o de manera continua (máquinas de movimiento circular o continuo).*

#### **1.3.2.1 Avance.**

*Se llama avance a la desviación lateral que sufre la cuchilla o la pieza, para cada pasada de la herramienta en los movimientos alternativos, o para cada vuelta de*



*Fig. 162 Avance en movimiento circular*

la pieza o herramienta, en los de movimiento circular (fig. 162).

Se suele medir en milímetros por vuelta o carrera (tabla XVIII).

**Tabla XVIII Avance y profundidad bruta de cuchillas de torno redondeadas en el afinado.**

Calidad superficial $R,T$ en $\mu m$	Radio de la punta $r$ en mm				
	0.4	0.8	1.2	1.6	2.4
	Avance $s$ en mm/revoluciones				
3.2	0.07	0.10	0.12	0.14	0.17
8	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26
20	0.17	0.24	0.29	0.34	0.42
32	0.22	0.30	0.37	0.43	0.53
50	0.27	0.38	0.47	0.54	0.66
100				1.08	1.32

### 1.3.3.3 Movimiento de penetración o acercamiento.

Así se llama al movimiento que se da a la herramienta, en dirección perpendicular a la superficie trabajada y que se caracteriza por el espesor de material arrancado. (fig. 163).

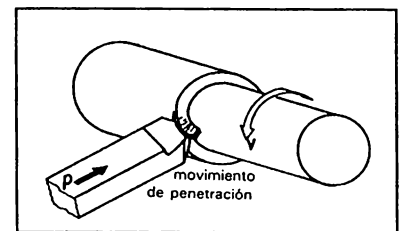


Fig.163. Dirección del movimiento de penetración

### 1.3.3.1 Profundidad de corte.

Es el resultado, para cada pasada, del movimiento de penetración. Determina el espesor de viruta, en dirección perpendicular a la superficie trabajada y se mide en mm (fig. 164). Se llama también profundidad de pasada. (tabla XIX).

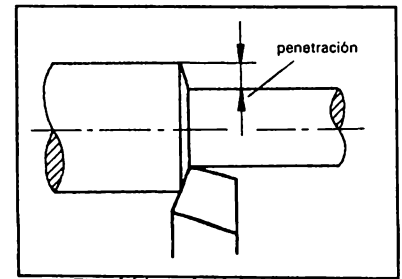


Fig. 164 Profundidad de corte.

### 1.3.4 Maquinabilidad de los metales.

Se llama mecanizado de los metales al trabajo con una máquina-herramienta por levantamiento de viruta, o por deformación.

Maquinabilidad es un concepto no bien definido todavía; pero, para nuestro objetivo, es suficiente decir que hace referencia a la mayor o menor facilidad que presenta un material a ser mecanizado.

La maquinabilidad influye de una manera esencial en los elementos de corte, como se verá para cada máquina.

#### 1.3.4.1 Fuerza de corte.

El material opone cierta resistencia a ser separado del resto de la masa. Así que la fuerza de corte depende,

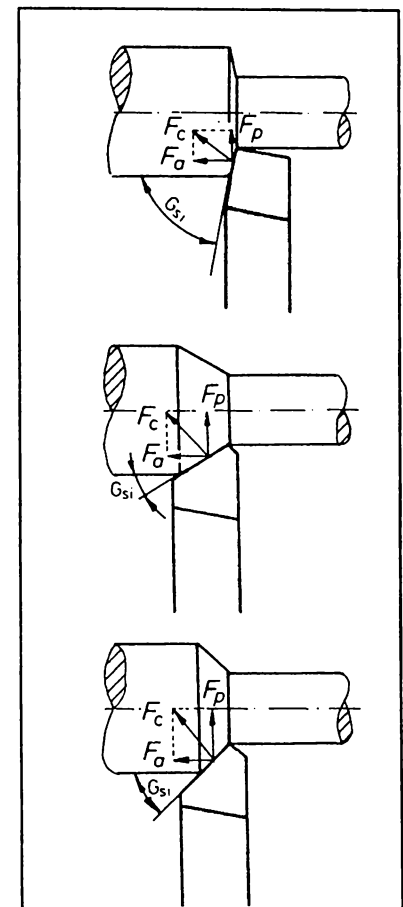


Fig. 165 Influencia del ángulo de posición de la herramienta en las fuerzas de penetración y de avance;  $F_c$  = fuerza de corte;  $F_p$  = fuerza de penetración;  $F_a$  = fuerza de avance.

sobre todo, de la naturaleza del material y de su estado.

La fuerza de corte para un material se da en las tablas en  $\text{kgf/mm}^2$ . Se llama fuerza específica de corte y se representa por  $F_e$ .

Se sabe la fuerza total de corte, para un determinado valor de profundidad y avance (sección de la viruta), multiplicando la fuerza específica por la sección en milímetros (fig. 165).

Donde:

$$F_c = f_e \cdot A = f_e \cdot a \cdot p \quad (13)$$

$F_c$  = fuerza de corte en  $\text{kgf}$ .

$f_e$  = fuerza unitaria de corte en  $\text{kgf/mm}^2$

$A$  = sección de viruta en  $\text{mm}^2$ ;  $A = a \cdot p$

$a$  = avance en  $\text{mm/vuelta}$

$p$  = profundidad de corte en  $\text{mm}$ .

#### 1.3.4.2 Potencia de corte.

Potencia es el producto de velocidad por fuerza. Normalmente, la potencia suele ser constante en la misma máquina, por lo cual resulta que la fuerza de que se dispone a gran velocidad será pequeña.

Donde:

$$N = F_c \cdot V_c \quad (14)$$

$N$  = potencia de corte en  $\text{kgf m/s}$

$F_c$  = fuerza de corte en  $\text{kgf}$

$V_c$  = velocidad de corte en  $\text{m/s}$

#### **1.3.4.2.1 Caudal de viruta.**

*Es el volumen de viruta arrancado en la unidad de tiempo.*

$$Q = A \cdot V \quad (15)$$

*Donde:*

*Q = caudal de viruta en  $\text{cm}^3 \cdot \text{m}/\text{min}$*

*A = sección de viruta en  $\text{mm}^2$*

*V = velocidad de corte en  $\text{m}/\text{min}$*

#### **1.3.4.2.2 Caudal específico de viruta.**

*Es el volumen de viruta arrancado en la unidad de tiempo y de potencia.*

$$Q_e = \frac{a}{N} \quad (16)$$

*Donde:*

*Qe = caudal específico de viruta en  $\text{cm}^3$*

*N = potencia del motor en C.V.*

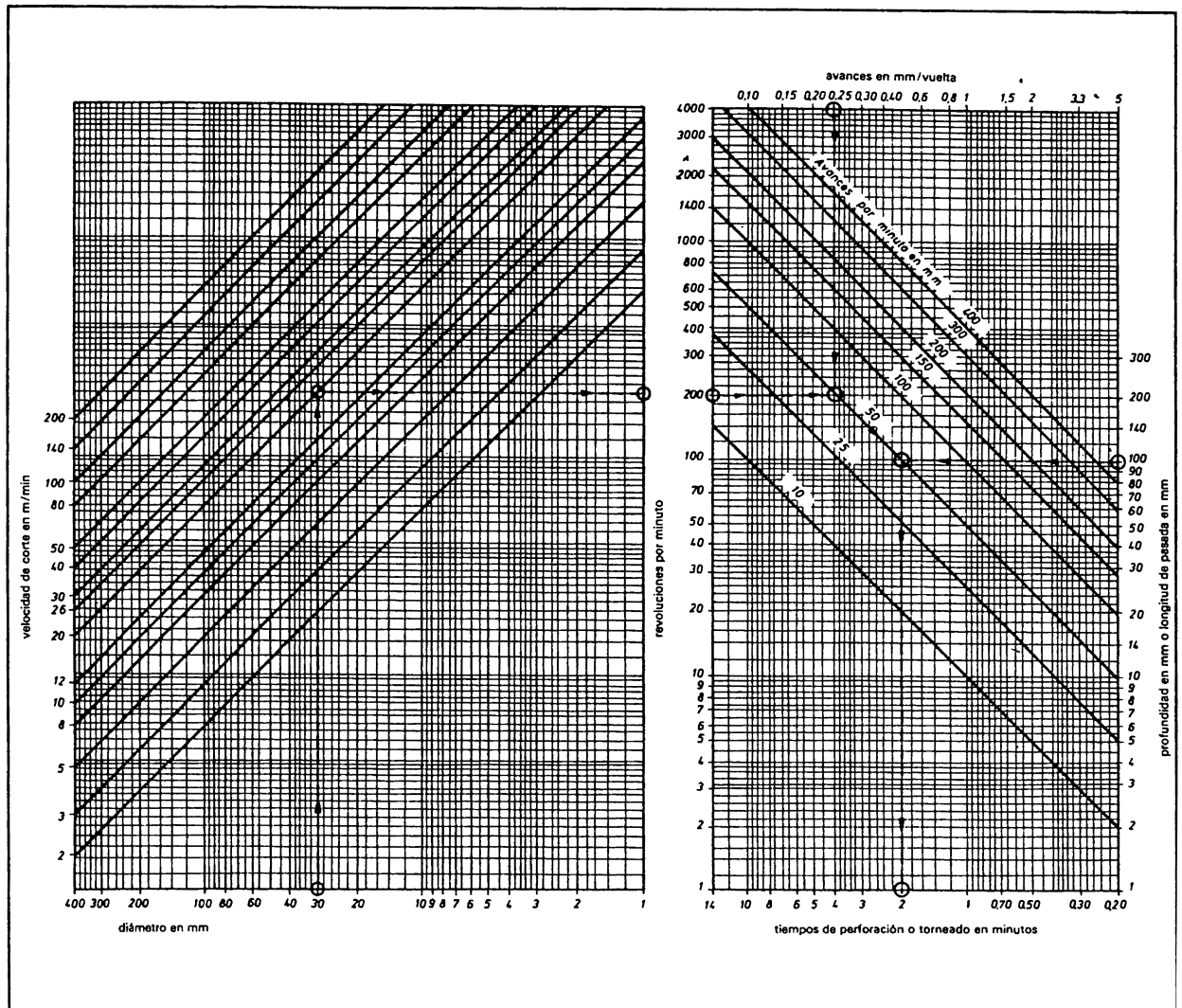
#### **1.3.4.3 Tiempos de mecanizado.**

*El tiempo de mecanizado está en función del volumen de viruta que hay que arrancar y de las características de corte: velocidad avance y profundidad de pasada.*

*Normalmente suele calcularse el tiempo necesario para dar una pasada y, más*

frecuente aún, es calcular el tiempo necesario para mecanizar una longitud determinada, por ejemplo 100 mm. Esto es práctica común cuando el cálculo se hace con el empleo de ábacos, reglas, etc. (tabla XIX).

**Tabla XIX Medios auxiliares para el cálculo del tiempo de mecanizado.**



#### **1.3.4.4 Desgaste.**

*Uno de los factores predominantes, al seleccionar la velocidad de corte, es el desgaste de la herramienta. Pequeñas variaciones de la velocidad, próximas a un valor determinado, pueden tener grandes repercusiones: un pequeño aumento puede llevar consigo el rápido desgaste de la herramienta, y una pequeña disminución puede alargar la vida del filo de manera notable.*

*De aquí que, cuando el reafilado de la herramienta sea muy costoso (afilado de herramientas múltiples) o la misma herramienta sea cara e, incluso, cuando la colocación de la herramienta sea costosa y el tiempo muerto de la máquina sea importante, en todas estas circunstancias habrá que adoptar una velocidad algo menor que la económica.*

*Cuando, por el contrario, lo importante sea obtener una gran producción y tenga poca importancia el desgaste, entonces se podrá aumentar algo la velocidad.*

*Hoy día, es frecuente determinar la velocidad para que dure la herramienta, en condiciones de corte y producción de piezas aceptables, un tiempo determinado de corte real. Así, es frecuente, cuando se trata de herramientas sencillas y baratas, determinar la velocidad para que dure la herramienta durante 60 y 120 min; estas velocidades se suelen representar por  $V_{60}$  y  $V_{120}$  respectivamente.*

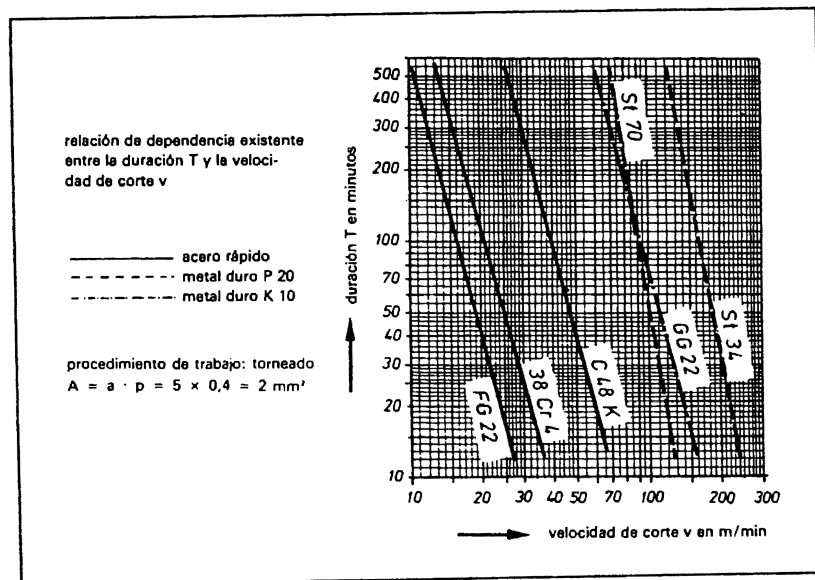
En herramientas más complejas o caras, o cuando trabajan en máquinas que conviene se interrumpa el trabajo sólo las menos veces posibles, se suelen emplear velocidades  $V_{240}$ ,  $V_{420}$  o menores.

A veces se determina la velocidad para que pueda mecanizarse con la herramienta sin reafilar un número determinado de piezas.

Para taladrado, es frecuente determinar la longitud de agujero mecanizado; así, se suele decir, velocidad para 300 mm de agujero, para 600, 1000 etc.

En las tablas XX, XXI se pueden hallar velocidades de corte, según estos conceptos expuestos.

**Tabla XX Velocidades en función de la duración de la herramienta.**



**Tabla XXI Características de trabajo con acero rápido.**

Material que se ha de trabajar	Velocidad de corte m/min		Ángulos de afilado		Material a trabajar	Velocidad de corte m/min		Ángulo de afilado	
	Des.	Afin.	A	B		Des.	Afin.	A	B
Hierro Acero hasta 45 kgf/mm <sup>2</sup>	30	45	8°	60°	Fundición hasta 180 Brinell	22	30	6°	70°
Acero 45 - 65 kgf/mm <sup>2</sup>	25	40	6°	65°	Fundición de dureza hasta 180 Brinell	14	22	8°	75°
Acero 65-85 kgf/mm <sup>2</sup>	20	30	6°	70°	Cobre. Latón blando.	50	80	8°	60°
Acero fundido hasta 70Kgf/mm <sup>2</sup> Acero 85-100 kgf/mm <sup>2</sup>	15	20	6°	70°	Latón duro. Cobre.	22	42	6°	80°
Acero inoxidable hasta 70kg/mm <sup>2</sup> Acero fundido 70-100 kgf/mm <sup>2</sup> Acero 100-140 kgf/mm <sup>2</sup>	10	15	6°	75°	Aluminio. Aleaciones ligeras blandas	200	250	8°	60°
Acero de más de 140 kgf/mm <sup>2</sup> Acero inoxidable de más de 70Kgf/mm <sup>2</sup>	5	8	6°	80°	Aleaciones ligeras duras	100	150	6°	75°

### 1.3.5 Clasificación de las herramientas de torno.

Entre las herramientas de torno, tras los estudios de numerosos investigadores y la experiencia de los grandes talleres y fábricas, se han llegado a seleccionar algunos tipos fundamentales, cuya eficacia y rendimiento son difíciles de superar.

Todas ellas pueden diferenciarse:

- Según su aplicación y forma de vástago.
- Según la posición del filo principal.
- Según los materiales del vástago y del filo.

Según la aplicación y la forma del vástago se distinguen cuchillas para:

- Torneado exterior.
- Torneado interior.

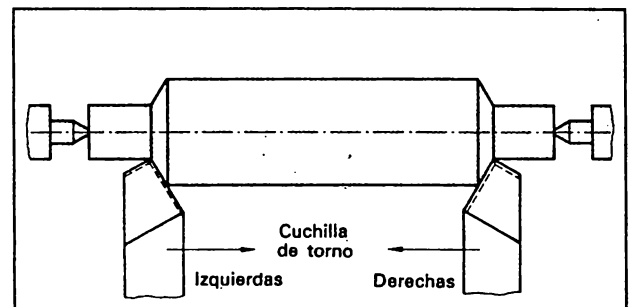


Fig. 166 Herramienta para trabajar a izquierda y a derecha

Las formas principales de cuchillas para torneado exterior o interior son establecidas de acuerdo a la norma ISO (fig. 167).

Según la posición del filo principal, se distinguen:

- Cuchillas a derechas.
- Cuchillas a izquierdas (fig. 166).

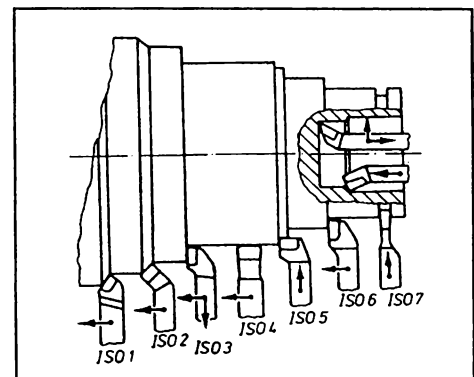
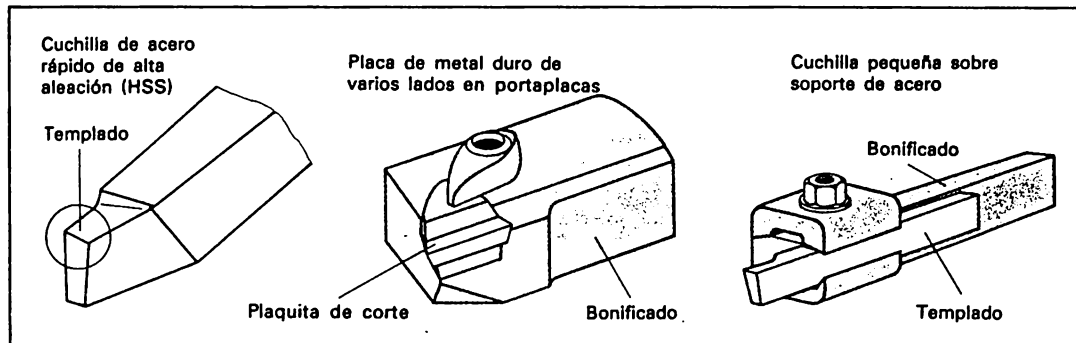


Fig 167 Diversos cuchillos de metal duro en su forma normal de trabajo

*Las cuchillas a izquierda trabajan de izquierda a derecha. Las cuchillas a derechas trabajan de derecha a izquierda.*

*Según el tipo de material del vástago y del filo, se distinguen (fig. 168).*

- *Cuchillas que tienen el mismo material en el vástago y en el filo.*
- *Cuchillas con placa de corte soldada.*
- *Cuchillas pequeñas sobre soportes de acero.*



*Fig. 168 Tipos de cuchillas de torno ; según tipo de material del vástago.*

*Las plaquitas de corte de material duro, de óxido cerámico y de diamante, se fijan al cuerpo del vástago.*

### **1.3.6 Fijación de la herramienta de corte.**

*La herramienta del torno se fija rígidamente a un portaherramienta situado sobre el carro superior de la máquina, llamado a veces carro portaherramientas. De acuerdo*

a las exigencias de trabajo se pueden utilizar portaherramientas diferentes, que permiten fijar rígidamente la cuchilla.

## **SISTEMAS DE FIJACIÓN Y ALGUNOS PORTAHERRAMIENTAS MAS EMPLEADOS**

### **1.3.6.1 Portaherramientas de brida de sujeción.**

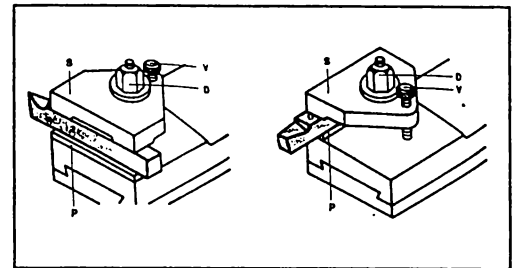


Fig. 169 Sujeción de la herramienta por brida.

La sujeción de las herramientas por simple brida

(fig. 169) sirve para una sola herramienta, y

tiene el inconveniente de que es complicado colocar el filo de la herramienta a la altura conveniente, porque se han de emplear suplementos calibrados.

### **1.3.6.2 Portaherramienta de torreta.**

El portaherramientas de torreta (fig. 170) permite fijar simultáneamente cuatro herramientas.

El portaherramientas de torreta puede girar alrededor de su eje vertical, presentando así a la pieza las diferentes herramientas en el orden

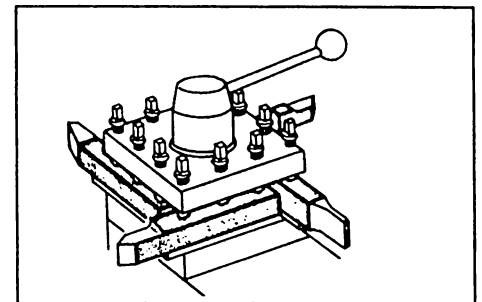


Fig. 170 Portaherramienta con cuatro herramientas

exigido por las fases del trabajo. Tiene también el inconveniente de necesitar el uso de suplementos.

### **1.3.6.3 Portaherramienta de torreta con regulación de la altura de la herramienta. (fig. 171)**

Se trata de herramientas que permiten regular la altura de la herramienta por medio de los tornillos  $V$ , sin tener que recurrir a las chapitas de grueso.

El bloqueo a la altura deseada se efectúa mediante una excéntrica  $E$ .

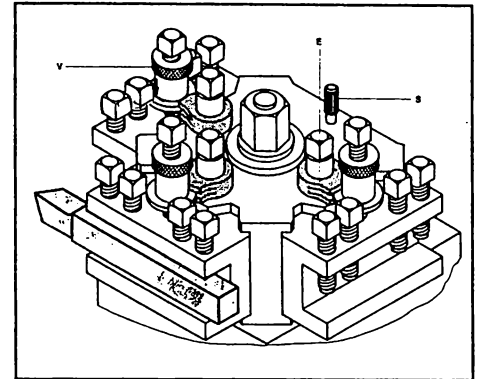


Fig. 171 Portaherramientas graduables.

La orientación del bloque central giratorio en la posición deseada se obtiene mediante la clavija de posición  $S$ .

**AJUSTE DEL ÚTIL DE TORNO.** Los ángulos de corte no tienen la magnitud deseada nada más que cuando el corte del útil se coloca a la altura del eje longitudinal de la pieza (fig. 172). Ajustando el útil por encima o por debajo de ese eje se alteran los ángulos de incidencia y de ataque y con ello también los efectos del corte.

### **1.3.6.4 Influencia de la altura en el ángulo de desprendimiento.**

En particular, es interesante conocer bien el efecto producido en el corte por la regulación de la altura de la cuchilla (fig. 172).

La colocación del filo, por encima del centro de la pieza, hace disminuir el ángulo de incidencia y aumentar el valor del ángulo de ataque. La cuchilla corta mejor, pero corre peligro de rozar (talonar) sobre la superficie de incidencia. Sin embargo, en el torneado cilíndrico, da buenos resultados elevar el corte hasta un 2% del diámetro de la pieza, por encima del centro de ésta.

Por el contrario, una posición baja del filo aumenta el ángulo de incidencia, a la vez que disminuye el de ataque. La viruta se desprende con dificultad y la cuchilla corre peligro de rotura.

Es necesaria una exacta colocación de la punta cortante, siempre que se necesite un perfil exacto. En particular, la altura del filo debe coincidir exactamente con el centro de la pieza: en el torneado cónico, torneado de forma y en el tallado de roscas.

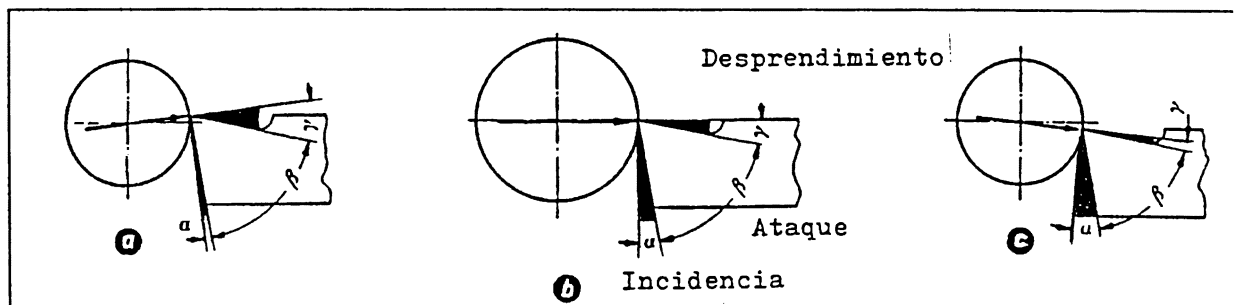


Fig. 172 Efecto de la altura de la cuchilla, respecto al ángulo de la misma.

### 1.3.6.5 Portaherramientas.

La no pequeña dificultad del forjado y temple de algunos de los tipos de cuchillas estudiadas y la necesidad de aprovechar mejor el material, siempre caro, ha ido

abriendo paso a diversos tipos de portaherramientas, adaptados a los diferentes trabajos de torno.

Son éstos diversos dispositivos que permiten fijar rígidamente pequeñas barritas de sección y perfil constante, convenientemente tratadas, o bien pastillas de metales duros, cerámicas o de diamante.

Ya se dijo, en el tema anterior, algo referente a la torre portaherramientas. Se amplían ahora los sistemas de fijación y algunos de los portaherramientas más empleados.

Si la herramienta es suficientemente robusta, puede fijarse directamente en la torreta; pero, siempre que sea posible, convendrá poner entre la herramienta y los tornillos un grueso o espesor de acero semiduro, para evitar se deformen la herramienta y los tornillos.

#### 1.3.6.6 Normas principales para fijar herramientas (fig. 173)

La parte de la herramienta que sobresale del portaherramientas debe ser reducida, a fin de evitar que forme un brazo de palanca excesivo. Se debe evitar, en

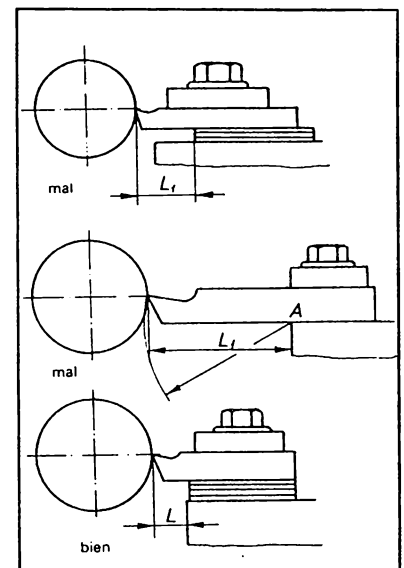


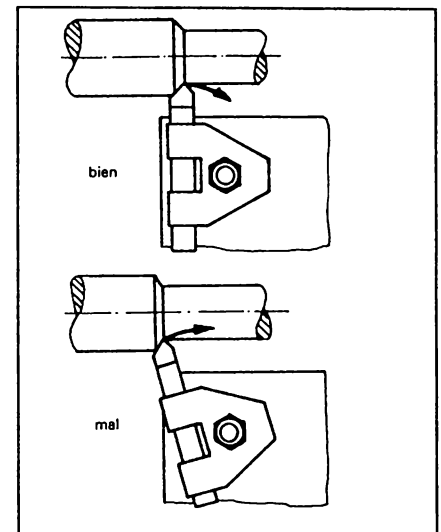
Fig 173 Longitud recomendable de la cuchilla.

*realidad, que la herramienta esté sometida a oscilaciones elásticas, aunque sean pequeñas. Siempre, por esta razón, deben colocarse las chapitas de grueso de forma que el mango de la herramienta se apoye completamente sobre ellas en toda su longitud. Cuando la disposición de las chapitas es correcta, el brazo de palanca 'L' de la herramienta resulta menor que el brazo 'L<sub>1</sub>' determinado por una disposición errónea de las mismas.*

*Debe disponerse el mango de la herramienta en posición perfectamente perpendicular respecto a la superficie a trabajar (fig. 174).*

*En el caso de que el mango de la herramienta se coloque inclinado respecto a la dirección del avance, la herramienta puede flexar y clavarse en la pieza.*

*La longitud en voladizo de la herramienta 'L' debe ser aproximadamente dos veces el ancho del mango.*



*Fig. 174 Colocación de la herramienta al desbastar.*

### **1.3.7 MONTAJE DE LAS PIEZAS QUE SE HAN DE TORNEAR.**

#### **1.3.7.1 Generalidades.**

*El tiempo que se invierte en el montaje de las piezas sobre el torno (o cualquier otra máquina) se considera tiempo muerto, esto es, tiempo en que la máquina está detenida y no produce.*

*Cuando los montajes son frecuentes y diversos, en razón de las distintas formas de las piezas que se trabajan, puede ocurrir que se invierta en ellos casi tanto tiempo como para el mecanizado.*

*De aquí la necesidad de conocer bien las operaciones de montaje, a fin de realizarlas con rapidez, seguridad y precisión.*

*Un taller bien organizado está dotado siempre de una sección de preparación del trabajo en la cual, entre otras cosas, se preparan, con anticipación, los montajes, escuadras, equipos, contrapesos, herramientas, calibres, etc., que necesite el trabajo, reduciendo así al mínimo el tiempo muerto de la máquina.*

#### **1.3.7.1.1 Normas prácticas de preparación, antes de comenzar un trabajo.**

*En esta sección de preparación:*

- 1.º Se eligen y preparan los materiales para mecanizar, según las exigencias e importancia de las piezas determinadas en los dibujos.*
- 2.º De las barras laminadas o trefiladas, se cortan a medida las piezas.*
- 3.º Si es necesario, se normalizan o se recuecen los materiales que resultan demasiado duros para el trabajo.*
- 4.º Se averigua si las piezas están rectas, enderezándolas, si es necesario, con prensas a propósito.*

- 5.º *Se limpian las piezas de fundición, pues las arenillas, que, a veces, van incrustadas en ellas, son causa de un prematuro desgaste de las herramientas.*
- 6.º *Estudiar y preparar los utillajes para montajes especiales.*

### **1.3.7.2 Montaje de piezas en el torno.**

*Las piezas que se han de trabajar en el torno pueden sujetarse de varios modos.*

- *Entre puntos.*
- *Al aire.*
- *Entre plato y contrapunto.*
- *Entre plato y luneta fija.*
- *Con luneta móvil.*
- *Montaje sobre el carro o la bancada.*

#### **1.3.7.2.1 Montaje entre puntos.**

*Fijar una pieza cilíndrica entre puntos del torno supone, como operación preliminar la ejecución en las extremidades de la pieza dos agujeros. En dichos centros vienen colocado el punto y la contrapunta.*

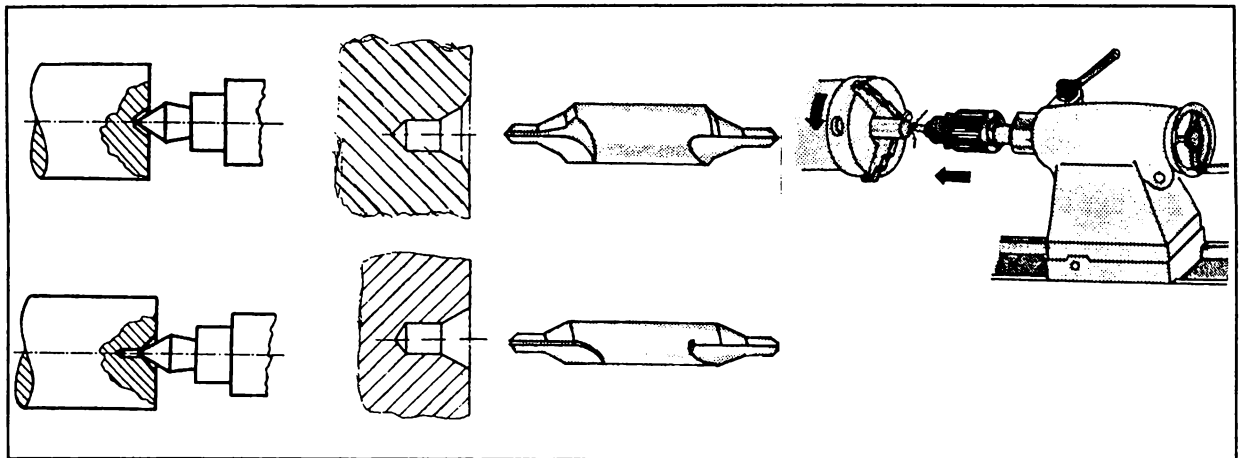
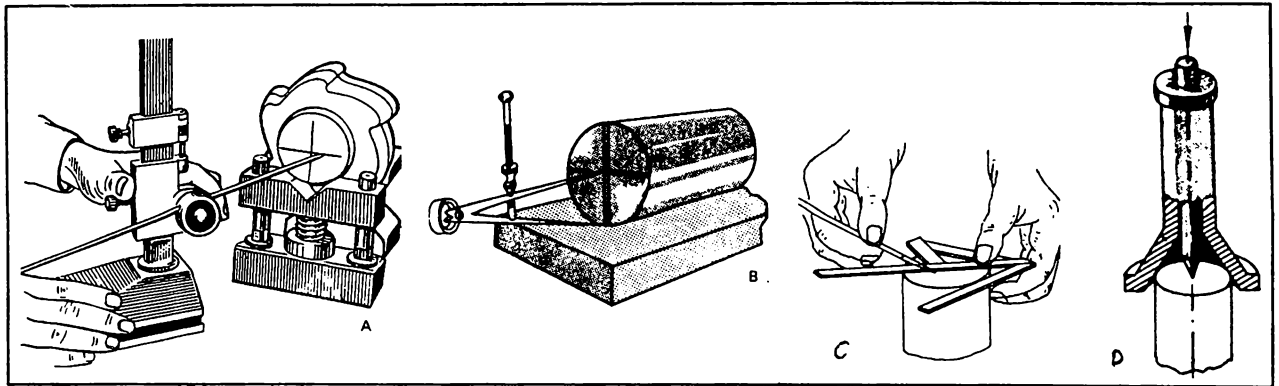


Fig. 175 Broca de punto y mecanización del mismo.

#### **1.3.7.2.1.1 Ejecución de puntos.**

*La operación de centro de cilindros cortos y rígidos se realiza directamente en el mismo torno. Se coloca la pieza a centrar en el plato universal. La herramienta con el portabrocas viene alojado en el manguito del contracabezal o contrapunta. El avance se obtiene manualmente, actuando con la manivela (o volante). El centro del eje viene de esta forma localizado exactamente.*

*Este proceso no puede hacerse cuando las piezas a centrar tienen una longitud considerable, y el diámetro del agujero del eje principal es menor que el diámetro de la pieza a centrar (no entra en el agujero del husillo). Para estos casos se realizan dichos centros en el taladro; pero esto hace falta trazar el centro, utilizando las herramientas apropiadas (fig. 176).*



### 1.3.7.2.1.2 Forma normalizada de los puntos.

Los puntos de las piezas han de tener una parte cónica (con un cono de la misma conicidad que el cono externo de los puntos del torno, generalmente de  $60^\circ$  para tornos no muy grandes) y otra parte cilíndrica. Pueden tener una protección con un avellanamiento de mayor conicidad o una caja cilíndrica de mayor diámetro (fig.177). Las medidas que se deben dar a los puntos, según los diámetros de las piezas, están normalizadas y se pueden ver en la forma DIN 332.

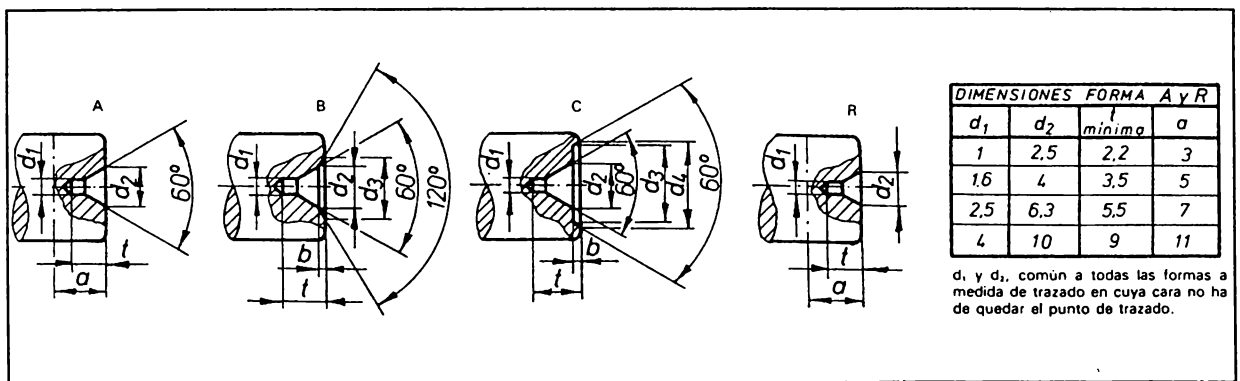


Fig. 177 Formas normalizadas de los puntos en las piezas.

### **1.3.7.2.1.3 Forma normalizada de las brocas de hacer puntos.**

*El centro comprende de un agujero central cilíndrico y de un chaflán cónico cuyo ángulo al vértice de 60° (fig. 177 A).*

*Cuando el material por trabajar es muy duro y la extremidad de la pieza, no tiene una superficie plana, y en todos los demás casos en los cuales la pieza tenga que ser sometida a posteriores operaciones, se realiza un chaflán cónico de protección con un ángulo al vértice de 120°, con la finalidad de evitar daños eventuales al chaflán anterior de 60° (fig. 177 B). También para este tipo de centros hay brocas normalizadas (fig. 175), únicamente para centros grandes, se puede realizarlos en partes.*

*Los diámetros, "d<sub>1</sub>" de las brocas de centros y la longitud, "t" de los centros, dependen del diámetro de la pieza que se debe trabajar (fig. 177).*

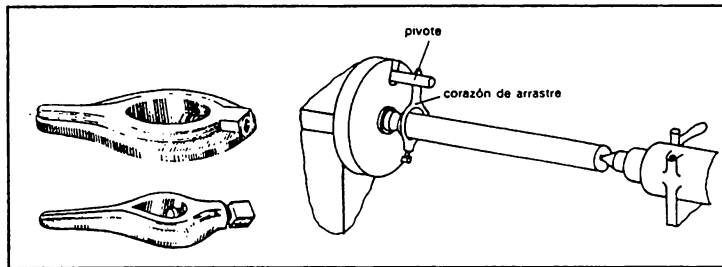
### **1.3.7.2.1.4 Defectos que deben evitarse.**

*Los principales defectos que deben evitarse, al hacer los puntos, son los siguientes: construcción de puntos en superficies oblicuas, construcción de puntos simplemente con el granete, construcción de puntos sin parte cilíndrica, construcción de puntos*

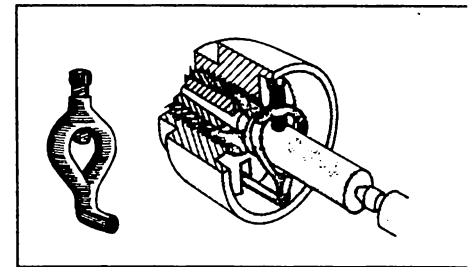
*con la parte cónica de distinta conicidad de la del punto o contrapunto del torno, penetración excesiva de la broca y penetración insuficiente.*

#### **1.3.7.2.1.5 Montaje de la pieza en el torno.**

*Construidos los centros, se coloca la pieza entre los puntos del torno, engrasando el centro correspondiente al contrapunto y fijando sólidamente éste de manera que la pieza gire libremente, pero sin juego. En el eje del torno se atornilla previamente un plato de arrastre y en el extremo de la pieza se fija un perro o corazón de arrastre.*



*Fig. 178 Colocación de plato y perro rectos de arrastre en un torno.*



*Fig. 179 Perro de cola doblada y detalle de sujeción en el plano.*

#### **1.3.7.2.1.6 Torneadores o mandriles.**

*Para tornear exterior o lateralmente piezas cilíndricas, que previamente han sido mandrinadas, se las obliga a entrar en cilindros perfectamente torneados, llamados torneadores o mandriles (fig. 180). La parte de estos mandriles, en que las piezas deben quedar fijas, se tornea con una ligera conicidad.*

Los mejores torneadores son aquellos (fig. 181) que están formados por dos partes, de las que la primera es un eje torneado cónicamente en casi toda su longitud y la otra es un manguito interiormente cónico y exteriormente cilíndrico. Este manguito tiene unas ranuras longitudinales, de manera que, al introducirse el eje cónico, su diámetro exterior aumenta, conservándose, no obstante, cilíndrico. De esta manera, el alisado de las piezas no sufre ninguna deformación.

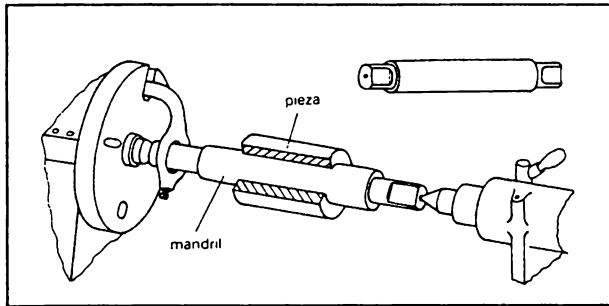


Fig. 180 Mandril fijo y su aplicación.

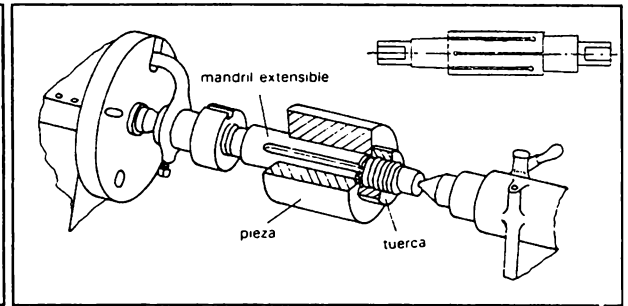


Fig. 181 Torneado de piezas con ayuda de mandriles ajustables y extensibles

### 1.3.7.2.1.7 Advertencias de carácter práctico.

- 1.º Practicando los centros en una pieza torcida, antes de enderezarla, el asiento quedará defectuoso.
- 2.º La pieza debe ir ajustada entre los puntos sin juego; de no hacerlo así, habrá vibraciones al tornear.
- 3.º Tampoco debe apretarse demasiado, pues se deformarán los centros y posiblemente se quemarán los puntos: si, durante el trabajo, las

*piezas se dilatan, será menester aflojar algo el contrapunto y procurar que gire libremente.*

4.º *Es absolutamente necesario llenar de grasa el punto y centro que roza en la contrapunta y, de vez en cuando, verter algunas gotas de aceite, para evitar el excesivo calentamiento.*

*Cuando se emplea el punto giratorio no es necesario.*

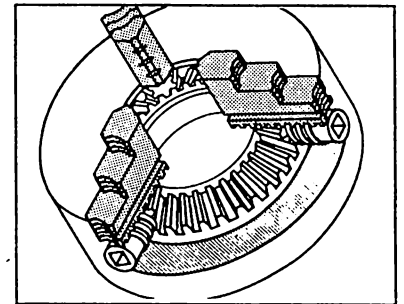
5.º *Antes de colocar una pieza en los puntos, obsérvese que, en los centros, no haya limadura o viruta alguna.*

#### **1.3.7.2.2 Montaje al aire.**

*Se puede realizar de varias formas. Los principales accesorios y mecanismos son:*

##### **1.3.7.2.2.1 Plato universal.**

*Las piezas cilíndricas se trabajan al aire, sujetándolas sencillamente entre las garras de un plato universal, el cual tiene la propiedad de centrarlas automáticamente.*



*Fig. 182 Plato universal.*

##### **1.3.7.2.2.2 Plato de garras independientes.**

*Las piezas de forma irregular es preferible sujetarlas en platos de garras independientes (fig. 183), pues resulta así mucho más fácil centrarlas.*

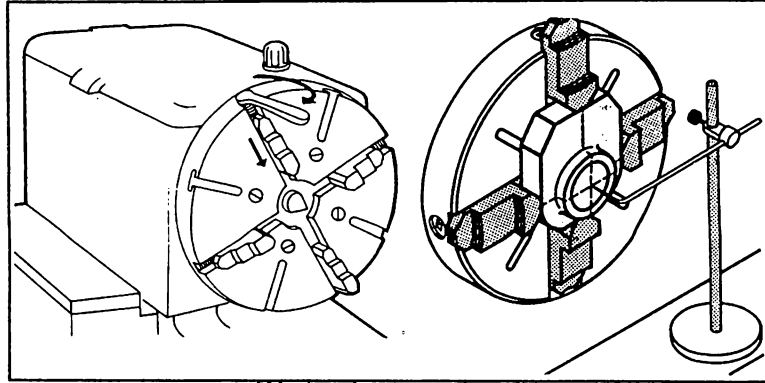


Fig. 183 Plato de garras independientes.

### 1.3.7.2.2.3 Plato plano de agujeros.

Cuando por la forma, peso o clase del trabajo que se ha de realizar no es posible sujetar las piezas en los platos universales o de garras independientes, se las coloca en platos planos (fig.184), a los cuales se fijan mediante

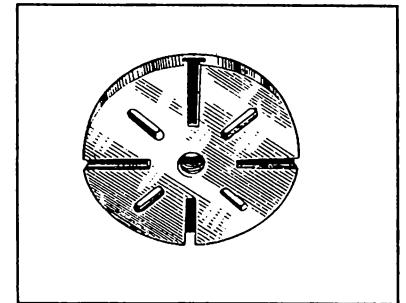


Fig. 184 Plato plano.

bridas y tornillos. En estos platos se fijan, a veces, escuadras para facilitar la colocación de piezas determinadas (fig.185).

En esta clase de montaje ha de procurarse equilibrar el peso de las piezas mediante contrapesos, de lo contrario el torno trabajará en malas condiciones.

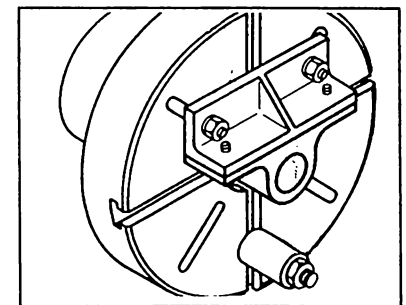
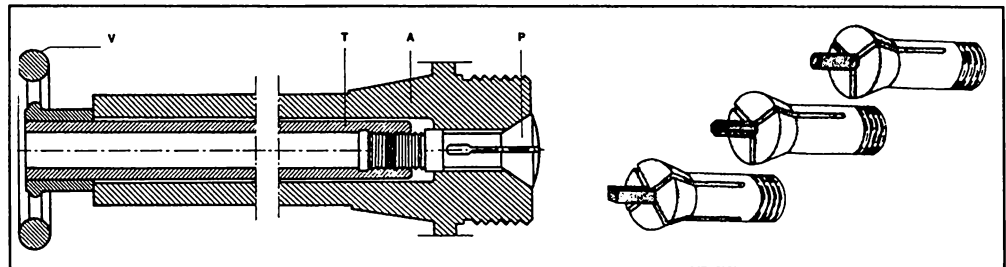


Fig. 185 Plato con scuarda para sujeción de piezas irregulares.

#### **1.3.7.2.2.4 Sujeción para trabajos en serie.**

*Para trabajos en serie es frecuente utilizar boquillas o pinzas (fig. 186). La boquilla que se emplee ha de ser la apropiada al diámetro de la pieza que se trabaja. Así, centra rápida y perfectamente la pieza.*

*Las boquillas se emplean para piezas sacadas de barra, pero estas barras deben estar lisas y calibradas.*



*Fig. 186 Pinzas y su adaptación al cabzal del torno.*

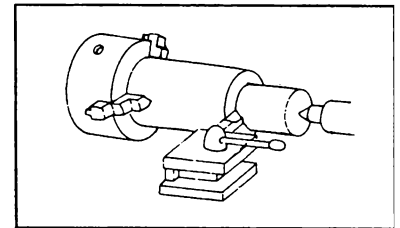
#### **1.3.7.2.2.5 Advertencias de carácter práctico.**

- 1.º Al fijar las piezas con las garras del plato, deben quedar suficientemente fuertes, para que no se aflojen o suelten durante el trabajo.*
- 2.º A veces, en piezas irregulares, es conveniente torneear la parte que ha de quedar fija, con el fin de uniformar las superficies y lograr una fijación correcta.*

- 3.º *En las piezas huecas, de paredes delgadas, se debe tener sumo cuidado para no deformarlas por un aprieto excesivo.*
- 4.º *Antes del aprieto definitivo, comprobar que las piezas quedan suficientemente centradas y con las superficies a mecanizar completamente libres.*

#### **1.3.7.2.3 Montaje entre el plato y contrapunto.**

*Las piezas montadas al aire se sujetan, también, muchas veces apoyadas en el contrapunto, sobre todo cuando son largas y pesadas, Porque así quedan más fijas (fig. 187).*



*Fig. 187 Montaje entre plato y contrapunto.*

##### **1.3.7.2.3.1 Advertencias prácticas.**

*Al hacer este montaje, conviene realizarlo así: se fija ligeramente las piezas entre las garras del plato; se acerca el contrapunto hasta apoyar en el punto, previamente preparado en la pieza; y así apoyada, se aprietan definitiva y alternativamente las garras del plato y la tensión del contrapunto contra la pieza. De no seguir este*

*proceso, se corre el peligro de que el punto de la pieza no quede centrado y fuerce la posición de la pieza respecto al contrapunto.*

#### **1.3.7.2.4 Montaje entre plato y luneta fija.**

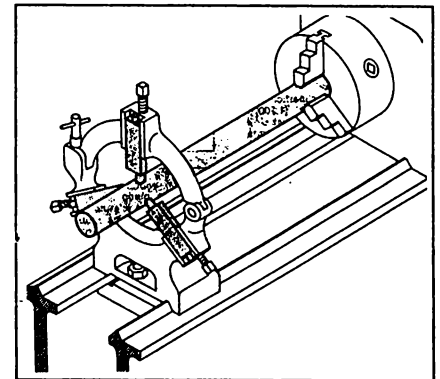
*Cuando se ha de taladrar o mandrinar una pieza larga, se la sujeta entre el plato y la luneta fija (fig.188).*

##### **1.3.7.2.4.1 Advertencias de carácter práctico.**

1.º *Asegurarse de que la parte de la pieza, destinada a apoyar en la luneta, está perfectamente cilíndrica y suficientemente lisa.*

*Si esto no se cumple, puede apoyarse, provisionalmente, en otro tramo y tornear cuidadosamente el apoyo para la luneta.*

2.º *La colocación de la luneta fija requiere asegurar que sus apoyos mantienen la pieza perfectamente centrada, respecto al eje del torno; de no hacerlo así, puede resultar defectuoso el agujero torneado. Se puede ayudar, para el*



*Fig. 188 Montaje plato y luneta.*

centrado con el punto del contracabezal, dando una pasada exterior (si es posible) y comprobando si gira perfectamente.

- 3.º La presión de los apoyos o garras de la luneta contra la pieza ha de ser tal, que no le deje juego, pero sí girar libremente. No se descuide la lubricación y vigílese durante el trabajo, para que no se calienten demasiado la pieza y la luneta, lo que podría dar lugar a agarramientos peligrosos.
- 4.º Estas lunetas se fijan a la bancada con una platina similar a la empleada para fijar el contracabezal.

#### 1.3.7.2.5 Montaje con luneta fija o móvil de piezas largas.

Las piezas cilíndricas largas vibran fácilmente al ser torneadas, lo que se evita guiándolas mediante lunetas (fig. 189).

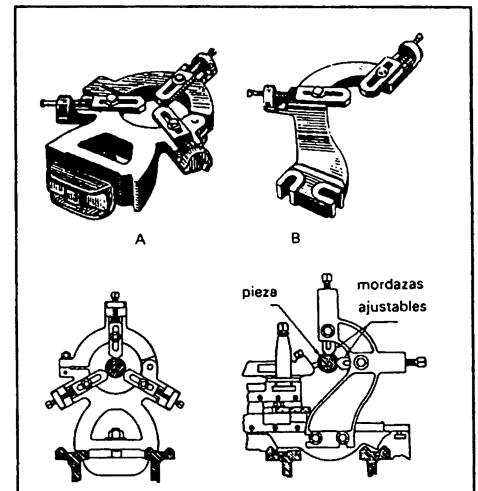


Fig. 189 Lunetas: A, fija; B, móvil.  
Forma de trabajo de cada una.

##### 1.3.7.2.5.1 Advertencias de carácter práctico.

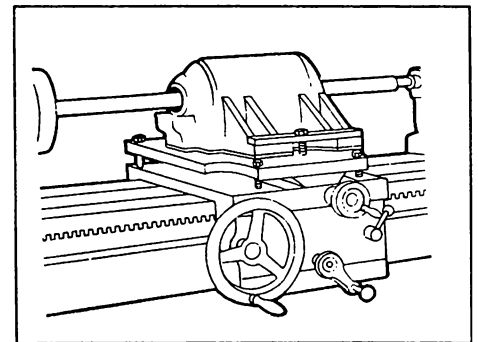
- 1.º Si el montaje se hace con luneta fija hay que tener en cuenta lo anteriormente dicho sobre el apoyo adecuado y el centrado de la luneta. Para asegurarse de que no se fuerza la pieza con las garras, se

*puede colocar un comparador, opuesto al punto de la garra que se está ajustando, para así comprobar que no se flexa la pieza.*

- 2.º Para la luneta móvil, que va sujeta al carro, debe preverse también un apoyo adecuado, y colocarla lo más cerca posible a la herramienta y que apoye en superficie mecanizada, ya que su finalidad fundamental es evitar que la fuerza de empuje de la herramienta doble la pieza. Naturalmente, si disminuye el diámetro de la barra donde se apoya la luneta, habrá que reajustar las garras de la luneta cada nueva pasada. Cuidado especial hay que tener para que las virutas del torneado no se introduzcan en los apoyos de la luneta, que estropearía e incluso inutilizaría la misma pieza.*
- 3.º Recordar que la luneta sólo debe guiar a la pieza, pero no presionarla y hacer su efecto contraproducente.*

#### **1.3.7.2.6 Montaje sobre el carro o sobre la bancada.**

*Este montaje se emplea para mandrinar agujeros en piezas que por su forma o dimensiones no permiten un montaje al aire (fig. 190).*



*Fig. 190 Montaje sobre el carro.*

#### **1.3.7.2.6.1 Montaje de la pieza sobre el carro.**

Cuando se montan sobre el carro, se coloca la herramienta en un torneador (fig. 191), y se hace avanzar el carro. Para cada pasada hay que hacer salir un poco la herramienta.

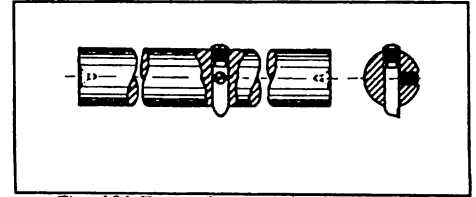


Fig. 191 Torneador para la sujeción de la herramienta.

#### **1.3.7.2.6.2 Montaje en la bancada.**

Cuando se montan sobre la bancada (fig. 192), es preciso disponer de torneadores especiales, en los cuales la herramienta puede desplazarse longitudinalmente.

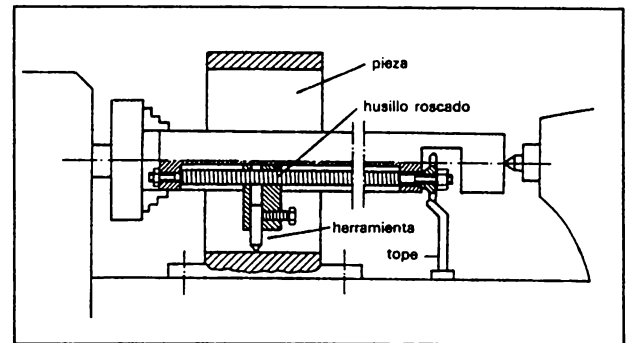


Fig. 192 Montaje en la bancada.

No es un montaje aconsejable, puesto que en la mandrinadora o en fresadoras resulta más fácil y rentable; sólo se emplea este tipo de montajes en raras ocasiones.

### **SEGURIDAD E HIGIENE.**

Los montajes de piezas en el torno pueden ser causa de accidentes, si no se toman las debidas precauciones. La falta de responsabilidad puede acarrear muchas

*desgracias personales. A continuación se dan unas cuantas recomendaciones que no se deben olvidar:*

- 1.º No dejar nunca puesta la llave del plato universal o de garras, al terminar de aflojar o apretar una pieza: al poner en marcha el torno podría provocar una proyección peligrosa.*
- 2.º No poner en marcha el torno hasta no tener la seguridad que la pieza está sujeta suficientemente.*
- 3.º En el montaje en plato plano, con bridas, escuadras, contrapesos, etc., hay que asegurarse de que no queda nada flojo, antes de poner en marcha.*
- 4.º Si las piezas montadas no están contrapesadas, no se debe poner en marcha antes de un equilibrado cuidadoso; a gran velocidad, sobre todo, pueden producirse vibraciones peligrosísimas.*
- 5.º Antes de empezar a atacar la pieza con la herramienta, estar seguro de que no se desprenderá por la fuerza del corte.*
- 6.º Si la pieza sobresale de los límites normales, poner defensas, para evitar golpes que puedan causar accidentes graves.*
- 7.º Si se colocan piezas largas pasantes por el eje principal, hay que centrarlas por la parte posterior con tres cuñas, y si sobresale mucho, se debe poner otro soporte y una señal de advertencia.*

## ***NORMALIZACIÓN.***

*Emplear, siempre que sea posible, elementos de fijación normalizados.*

*Siempre que se construyen los puntos, emplear brocas de dimensiones adecuadas, de acuerdo con las normas.*

### ***1.4 TRABAJOS EN EL TORNO.***

*Una pieza construida en el torno, aunque sea muy complicada, se compone o está limitada por superficies planas, cónicas, cilíndricas, etc., exteriores o interiores. Las superficies cilíndricas y cónicas pueden ser concéntricas o excéntricas, las superficies planas pueden ser paralelas o no. Asimismo, las piezas pueden llevar cosas exteriores o interiores, moleteado o ranuras, etc.*

*Cada una de las distintas partes de la que se puede considerar formada una pieza torneada, se obtienen a través de unas operaciones llamadas básicas o fundamentales.*

*Se llaman superficies asociadas las que son fruto de operaciones sucesivas sin desmontar la pieza. En los trabajos en serie esas operaciones se agrupan en subfases y estas, a su vez, en fases.*

*Las operaciones fundamentales son:*

*-Refrentado.*

*-Cilíndrado.*

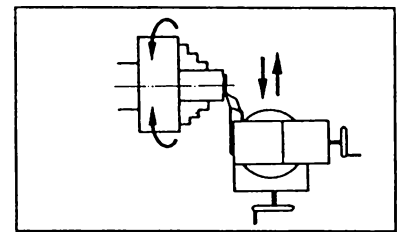
- Torneado cónico.
- Torneado excéntrico.
- Roscado.
- Torneado de curvas.
- Troceado - Ranurado.
- Moleteado.
- Taladreado.
- Escariado

#### **1.4.1 REFRENTADO.**

*Es una operación con la cual se realizan en el torno planos perpendiculares al eje del cabezal, dando a la pieza un movimiento de rotación y a la cuchilla un movimiento de traslación, con el carro transversal (fig. 193). El refrentado se puede realizar con movimiento manual de la herramienta o automáticamente.*

##### **1.4.1.1 Clases de refrentado.**

*Las superficies planas a efectuar en el torno pueden ser exteriores e interiores (fig. 194); las herramientas de refrentar exterior son distintas a las de refrentar interiores.*



*Fig. 193 Operación de refrentado.*

### 1.4.1.2 Herramientas de refrentar.

Las herramientas de refrentar se pueden clasificar en función de la clase de refrentado:

- Desbaste
- Acabado.

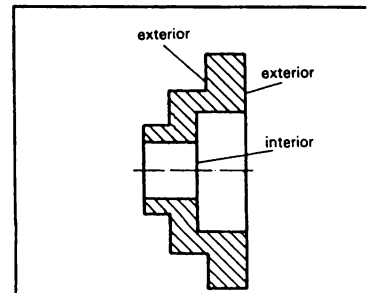


Fig. 194 Refrentado de interior y exterior

Cuchilla de exteriores para desbaste.

- Acodada a derecha e izquierda (DIN 4952)
- Acodada de derecha a izquierda de metal duro (DIN 4972) (ISO 7)
- Recta (DIN 4961)
- Recta de metal duro (DIN 4976) (ISO 4).

Cuchilla de exteriores para acabado.

- De costado recto de (DIN 4958)
- De costado curvado de (DIN 4959)
- De costado para escuadrar de AR (DIN 4960)
- Curvada de metal duro (DIN 4978) (ISO 3)
- Recta de metal duro (DIN 4980) (ISO 6)

*Cuchilla de interiores.*

- *Acodada de (DIN 4954)*
- *Acodada de metal duro (DIN 4974) (ISO 9)*

#### **1.4.1.3 Montaje de las piezas de refrentar.**

*El refrentado es una operación fundamental que se realiza en casi todas las piezas que se tornean. El montaje puede ser:*

- *En plato universal (para piezas cortas).*
- *En plato plano con escuadra o utillaje.*
- *En plato universal y luneta.*
- *En torneadores.*
- *Entre puntos.*

#### **1.4.1.4 Formas de efectuar el refrentado.**

*Según el sentido de avance de la herramienta, el refrentado puede ser:*

- *De fuera hacia dentro (fig. 195). Se suele emplear para el desbaste.*
- *De dentro hacia afuera (fig. 196). Se suele emplear para el acabado.*

#### 1.4.1.5 Velocidad del refrentado.

*En el refrentado el diámetro varía constantemente; aumenta, si éste es de dentro afuera; y disminuye, si es de fuera hacia adentro. La velocidad de corte varía en función del diámetro.*

*Un refrentado sería ideal hacerlo a velocidad de corte constante, lo que significaría que el número de revoluciones de la máquina variaría continuamente. La velocidad de corte constante, en el refrentado, se consigue por medio de los variadores continuos de velocidad, acoplados a ciertas máquinas modernas.*

*Una solución intermedia puede ser el cambio de velocidad de refrentado a intervalos, con el inconveniente de tener que parar la máquina y de que siempre quedan resaltos en la pieza.*

#### 1.4.1.6 Cálculo del tiempo del refrentado.

*El tiempo de refrentado depende del método a seguir. Los sistemas más empleados son:*

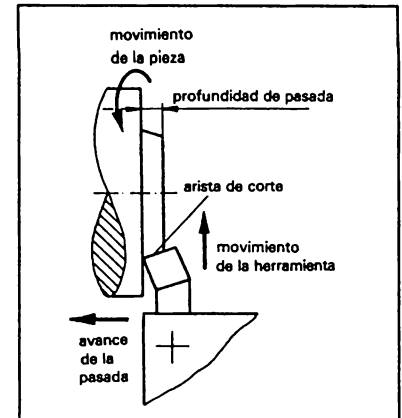


Fig. 195 Refrentado en dirección al centro.

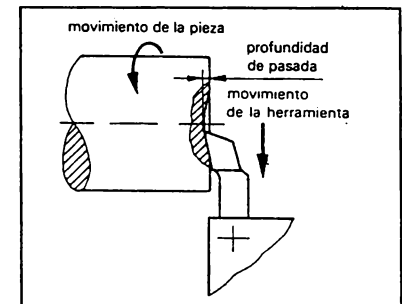


Fig. 196 Refrentado en dirección a la periferia.

- Refrentado a número de revoluciones por minuto constante.
- Refrentado a número de revoluciones por minuto escalonadas.
- Refrentado a velocidad de corte constante, por medio del variador continuo de velocidad.

#### 1.4.1.6.1 Cálculo del tiempo en el refrentado a revoluciones por minuto constante.

Este es el caso más frecuente. Para hallar el número de revoluciones por minuto ( $n$ ) se emplea la conocida fórmula:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot d}$$

Donde:  $v_c$  = velocidad de corte en mm

$d$  = diámetro máximo de la pieza en milímetros

La herramienta ha de recorrer el radio  $R$  (fig. 197).

Si ' $a$ ' es el avance de la herramienta en milímetros por revolución:  $A = a \cdot n$  = milímetros que avanza en un minuto.

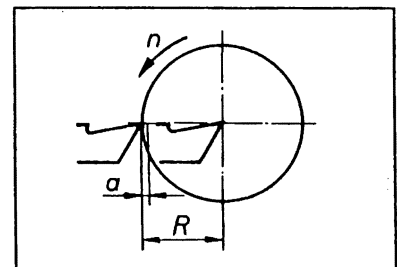


Fig. 197 Recorrido herramienta.

El tiempo de refrentado será:

$$T_r = \frac{R}{A} = \frac{R}{a \cdot n} \quad (15)$$

Si se refrenta un anillo circular:

$$T_r = \frac{R - r}{a \cdot n} \quad (16)$$

$A$  = avance de la herramienta en mm/min

$T_r$  = tiempo de refrentado en min

$R$  = radio mayor de la pieza en mm

$r$  = radio menor de la pieza en mm

$a$  = avance en mm/rev.

#### 1.4.1.6.2 Cálculo del tiempo en el refrentado con número de r.p.m. escalonado.

Se puede considerar un caso particular del anterior, refrentando anillos circulares, cada uno a un número de r.p.m. distinto.

El tiempo total será:

$$T_{r_t} = T_{r_1} + T_{r_2} + T_{r_3} + \dots = \frac{R_1}{a \cdot n_1} + \frac{R_2 - R_1}{a \cdot n_2} + \frac{R_3 - R_2}{a \cdot n_3} + \dots \quad (17)$$

#### **1.4.1.6.3 Cálculo del tiempo en el refrentado a r.p.m. variables sin escalonamiento.**

*La velocidad de refrentado es constante y las r.p.m. varían continuamente.*

*En un minuto la herramienta recorrerá:  $1000 \cdot v$  (mm).*

*En un minuto la superficie arrancada por la herramienta será de:  $1000 \cdot v \cdot a$  (mm<sup>2</sup>).*

*El tiempo total que invertirá en refrentar la superficie circular completa ( $\pi \cdot R^2$ ) era:*

$$T_r = \frac{\pi \cdot R^2}{1000 \cdot v \cdot a} \quad (18)$$

*Para refrentar un anillo circular:*

$$T_r = \frac{\pi (R^2 - r^2)}{1000 \cdot v \cdot a} \quad (19)$$

#### **1.4.1.7 Refrentado en serie.**

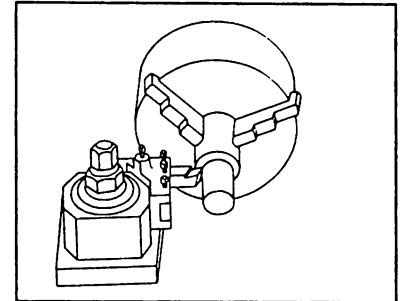
*El trabajo en serie se caracteriza porque no hay que comprobar cada vez la medida de la pieza durante el mecanizado, con el consiguiente ahorro de tiempo.*

*Para refrentar en serie en el torno paralelo se acopla un tope en el cabezal de tal forma, que la superficie de referencia siempre quede a la misma distancia; asimismo, se pueden acoplar platos neumáticos (fig. 186) de garras blandas, con lo cual el*

*montaje y desmontaje es rápido y seguro. Bloqueando el carro longitudinal y el orientable, se consigue que la herramienta mantenga la distancia constante.*

### **1.4.2 CILINDRADO.**

*Es la operación con la cual se da forma y dimensiones a la superficie lateral de un cilindro recto, por medio de un movimiento de rotación sobre el eje del cilindro y de traslación a la herramienta paralela al eje del giro (fig. 198).*



*Fig. 198 Cilindrado exterior.*

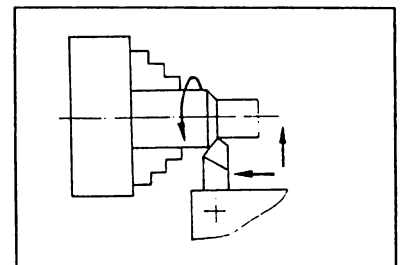
*El cilindrado se puede realizar con movimiento manual de la herramienta o automáticamente.*

#### **1.4.2.1 Clases de cilindrado.**

*Con la operación de cilindrado se pueden obtener cilindros (cilindrado exterior) y agujeros (cilindrado interior o mandrinado).*

#### **1.4.2.2 Montaje de las piezas para cilindrar.**

*Al igual que el refrentado, el cilindrado es una operación fundamental que se realiza en casi todas las piezas que se tornean. El montaje puede ser:*



*Fig. 199 Cilindrado exterior sobre plato universal.*

- *En plato universal, cilindrado al aire para piezas cortas (fig. 199).*
- *Entre puntos para piezas largas.*
- *Entre plato y punto.*
- *En torneadores.*
- *En plato plano con escuadra y utillaje.*
- *Entre plato y luneta fija o móvil.*

#### **1.4.2.3      Herramientas de cilindrado.**

*Las herramientas de cilindrado se pueden clasificar así: para desbaste y acabado, para exteriores e interiores.*

*Herramientas de desbaste para exteriores:*

- *De filo recto (ISO 1) (DIN 4971).*
- *De filo curvado (ISO 2) (DIN 4972).*

*Herramientas de acabado para exteriores:*

- *De filo recto y acodado (DIN 4955).*
- *De filo ancho (ISO 4) (DIN 4976).*
- *De filo recto y acodado (DIN 4957).*
- *De escuadrar (ISO 6) (DIN 4989).*

*Herramientas de cilindrar interiores:*

*- Para agujero pasante (ISO 8) (DIN 4973).*

*- Para agujero ciego (ISO 9) (DIN 4974).*

#### **1.4.2.4 Puesta a punto del torno para el cilindrado.**

*Para que el cilindrado sea perfecto, el eje de giro de la pieza y la línea que describe el filo de la herramienta han de ser perfectamente paralelos. Según que el cilindrado sea al aire o entre puntos, las correcciones son diferentes.*

#### **1.4.2.5 Cilindrado en serie.**

*El torno paralelo se puede equipar con una serie de topes sobre la bancada y el carro transversal, con los cuales se pueden mecanizar piezas en serie con diversos diámetros escalonados.*

*Asimismo, para el montaje y desmontaje rápido, se pueden acoplar sobre el cabezal pinzas y platos neumáticos.*

*Para el torneado de interiores o mandrinado en serie, se desbastan los agujeros a un diámetro ligeramente inferior y, seguidamente, se repasan en el mismo torno con escariadores fijos o ajustables, girando la pieza a poca velocidad y deslizando el*

escariador con la contrapunta; De esta forma se pueden obtener agujeros precisos con tolerancia H7.

#### 1.4.2.6 Tiempo de cilindrado.

El tiempo de corte o tiempo de máquina de cilindrado se calcula por la fórmula siguiente:

$$T_c = \frac{l + c}{a \cdot n} \quad (20)$$

$$c = p \cdot \operatorname{tg} G$$

De donde:

$$T_c = \frac{l + p \cdot \operatorname{tg} G}{a \cdot n} \quad (21)$$

$$A = p \cdot a \quad (22)$$

Donde:  $l =$  longitud de pieza a tornearse en mm

$a =$  avance por vuelta en mm

$n =$  r.p.m.

$c =$  entrada de la cuchilla en mm

$p =$  profundidad de pasada, en mm

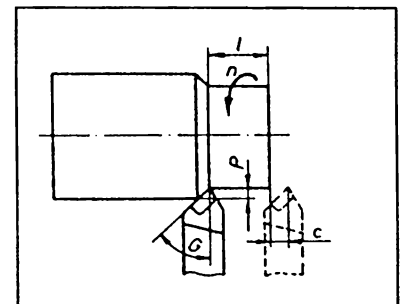


Fig. 200 Esquema para el cálculo del tiempo del cilindrado.

$G =$  ángulo de la arista principal de la cuchilla

$A =$  sección de la viruta en  $mm^2$

### **1.4.3 Torneado cónico.**

*El torneado cónico se diferencia del cilíndrico en que el diámetro va disminuyendo de modo uniforme. El cono se obtiene dando a la pieza un movimiento de giro respecto a su eje y a la herramienta un movimiento de traslación, paralelo a la generatriz del cono (fig. 201).*

#### **1.4.3.1 Clases de conos.**

*Los conos pueden ser exteriores e interiores. Las formas de mecanizado normalmente son similares. Si el torneado cónico es en serie los interiores se pueden terminar con escariador.*

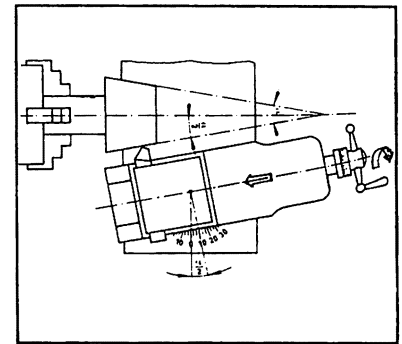


Fig. 201 Torneado cónico.

#### **1.4.3.2 Herramientas para el torneado cónico.**

*Son las mismas que para el cilindrado, excepto los escariadores, que para uno son cilíndricos y para otro, cónicos.*

#### **1.4.3.3 Montaje de las piezas para el torneado cónico.**

*Son idénticas a las del cilindrado.*

#### **1.4.3.4 Importancia de la colocación de la herramienta.**

La punta de la herramienta debe estar perfectamente colocada a la altura del eje del cono o del cabezal de la máquina. Si no es así, la superficie cónica no resulta tal, ya que la herramienta no se desliza sobre una generatriz, sino sobre una línea que se cruza con el eje, dando lugar a una superficie reglada cónica, pero no a un cono (fig 202).

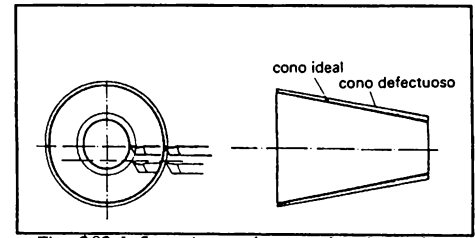


Fig. 202 Influencia en el torneado cónico de la altura de la herramienta.

#### **1.4.3.5 Formas de efectuar el torneado cónico.**

El mecanizado de conos puede obtenerse de diversas formas:

- 1.º Desplazando la herramienta paralelamente a la generatriz del cono:
  - Por inclinación del carro orientable.
  - Por sistema copiador.
  - Con movimiento automático simultáneo del carro longitudinal y transversal.
- 2.º Colocando la generatriz del cono paralelamente a la dirección de las guías de la bancada:
  - Por desplazamiento de la contrapunta.
  - Con posición oblicua del filo de la herramienta.

### 3.º Otros procedimientos:

- Con escariador cónico (sólo para interiores).

#### 1.4.3.5.1 Torneado cónico con inclinación del carro orientable.

*Este sistema tiene el inconveniente de que normalmente el movimiento del carro orientable no es automático, por lo cual el accionamiento del mismo debe ser manual; por otra parte, la longitud de las guías es reducida y no es apropiada para conos muy largos. Pero, partiendo de la base de que el torno no es una máquina de gran precisión, en la práctica, este sistema de torneado es muy empleado.*

*Según la precisión con que se quiera obtener la inclinación del carro orientable, se puede considerar:*

- *Inclinación con la graduación del carro orientable.*
- *Inclinación con cono patrón y comparador.*

#### 1. Inclinación con la graduación del carro orientable.

*La inclinación del carro orientable no puede hacerse con precisión, con la sola graduación del mismo, ya que normalmente no se alcanzan apreciaciones menores de 15'.*

*Pero es muy interesante como primera aproximación; por*

*eso, en los dibujos no debe faltar nunca la acotación de la inclinación o semiángulo del cono en grados (fig. 203).*

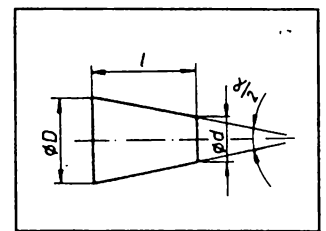


Fig. 203 Forma de acotación aconsejable.

Si la inclinación no está acotada en el dibujo, se puede calcular, de acuerdo con los datos que aparezcan en el mismo, según la fórmula siguiente:

$$tg = \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2 \cdot l} \quad (23)$$

## 2. Inclinación del carro orientable con cono patrón del reloj comparador.

Este sistema es de precisión y se emplea para piezas que así lo requieran. El cono patrón se suele colocar entre puntos. El comparador se fija al carro orientable perpendicularmente a la generatriz del cono y a la altura del punto (fig. 204). El carro orientable tiene la inclinación del cono patrón cuando, al deslizar las guías, el comparador marca cero.

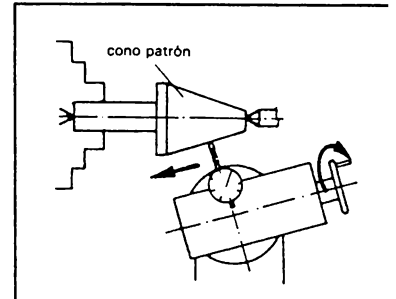


Fig. 204 Colocación del carro orientable con ayuda de cono patrón y comparador.

En caso de no disponer de cono patrón, el carro orientable se puede colocar con precisión, por medio de un cilindro y comparador, de la siguiente forma (fig. 205):

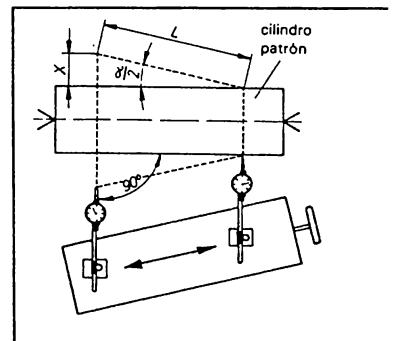


Fig. 205 Colocación del carro orientable con ayuda de cilindro patrón y comparador

Supóngase que el carro orientable ya tiene la inclinación exacta correspondiente a  $(\alpha / 2)$ . Se fija el comparador al carro orientable en posición perpendicular al cilindro. Al moverlo longitudinalmente una distancia cualquiera  $L$ , la variación  $x$  del comparador será:

$$\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} = \frac{x}{L}$$

Donde:

$$x = L \cdot \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} \quad (24)$$

Inversamente, deslizando el comparador con el carro orientable una distancia  $L$ , cuando marque una variación  $x$ , la inclinación será de  $(\alpha/2)$ ; la longitud  $L$  ha de controlarse con el tambor.

#### 1.4.3.5.2 Torneado de conos con copiador.

Es el procedimiento recomendado para grandes series. La posición de la pieza y el avance de la herramienta son las de cilindrado. Con el copiador se pueden efectuar conos exteriores e interiores. El copiador puede ser hidráulico o mecánico; pero, en ambos sistemas, la base fundamental es la plantilla

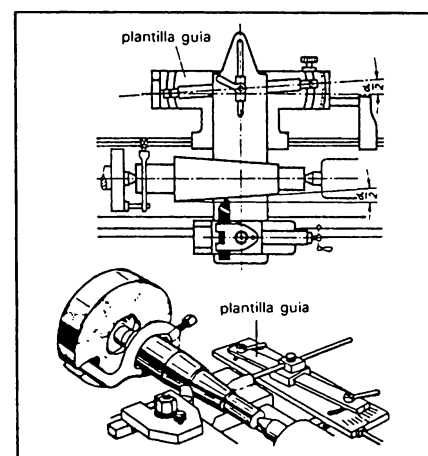


Fig. 206 Torneado cónico con plantilla.

*guía (fig. 206), cuyo ángulo debe ser el semiángulo del cono. La precisión de la conicidad depende de la colocación de la plantilla.*

*El acabado puede ser de buena calidad, si se mecaniza con el automático de cilindrar.*

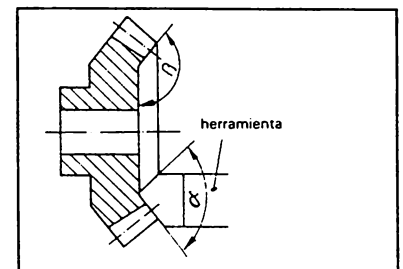
*Por razones de seguridad, conviene verificar la conicidad periódicamente.*

#### **1.4.3.5.3 Torneado cónico con movimiento automático simultáneo del carro longitudinal y transversal.**

*Este sistema es solamente utilizado en tornos especiales contruidos para tal fin y para grandes series.*

#### **1.4.3.5.4 Torneado cónico con posición oblicua del filo de la herramienta.**

*Se emplea únicamente para conos cortos (fig. 207), especialmente para la fabricación en serie por medio de torno revólver y automático. En el torno paralelo este sistema se emplea con frecuencia para achaflanar, moviendo el útil manualmente con el carro de cilindrar o de refrentar.*



*Fig. 207 Construcción de conos por copiado del perfil de la herramienta.*

#### 1.4.3.6 Torneado cónico con escariador.

El escariado solamente se emplea para conos interiores y en operación de afinado o acabado (fig. 208).

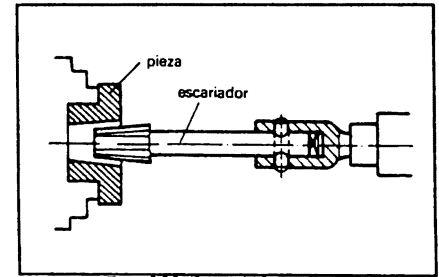


Fig. 208 Escariador cónico.

El escariado tiene especial importancia cuando el cono interior es el diámetro pequeño y resulta dificultoso efectuarlo con herramientas normales.

#### 1.4.3.7 Verificación de conos.

La verificación se hace de diversas formas, según la conicidad del cono y la precisión del mismo.

Los sistemas de verificación más empleados son los siguientes:

- Goniómetros para conos de poca precisión.
- Con comparador.
- Con plantilla de chapa (fig. 209).
- Con cono patrón (fig. 210).

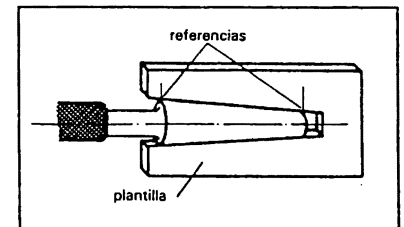


Fig. 209 Comprobación de un cono con: plantilla.

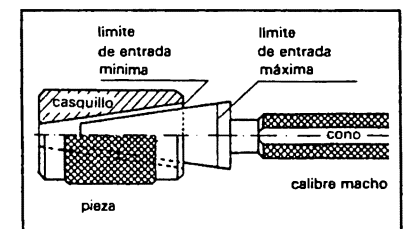


Fig. 210 Calibres patrón macho hembra para conos.

#### 1.4.3.8 Velocidad de corte en el torneado cónico.

Lo normal es trabajar a r.p.m. constantes, por lo cual la velocidad de corte varía constantemente. Si la conicidad no es muy grande la variación de velocidad es despreciable. Las r.p.m. se calculan como en el cilindrado, por la conocida fórmula:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

Si la conicidad es muy grande, lo ideal sería trabajar a una velocidad de corte constante y a un número de r.p.m. variable. El planteamiento y solución es similar al ya tratado para el refrentado.

#### 1.4.3.9 Cálculo del tiempo en el torneado cónico (fig. 211).

Si el torneado cónico es a revoluciones por minuto constantes y el avance automático, el tiempo de mecanizado se calcula por las siguientes fórmulas:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = \frac{p}{\operatorname{sen} \alpha} + \frac{2p}{\operatorname{sen} \alpha} + \frac{3p}{\operatorname{sen} \alpha} + \frac{4p}{\operatorname{sen} \alpha} = \frac{p(1 + 2 + 3 + 4)}{\operatorname{sen} \alpha}$$

Por otra parte:

$$T_c = \frac{L}{a \cdot n}$$

Sustituyendo  $L$  por su valor, en general, tendremos:

$$T_c = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_x}{a \cdot n} \quad (25)$$

En la que:  $L_1, L_2 \dots L_x =$  longitudes en mm

$a =$  avance por vuelta de la herramienta en mm

$n =$  r.p.m. de la pieza

O, también:

$$T_c = \frac{p(1 + 2 + 3 + \dots + x)}{a \cdot n \cdot \operatorname{sen} \alpha}$$

$$T_c = \frac{p(1 + 2 + 3 + \dots + x)}{a \cdot n \cdot \operatorname{sen} \alpha} \quad (26)$$

Donde:  $p =$  profundidad de pasada al radio, en mm

$x =$  número de la última pasada

$a =$  avance por vuelta de la herramienta en mm

$n =$  r.p.m. de la pieza

$\alpha =$  ángulo del cono

Cuando el ángulo del cono es inferior a  $10^\circ$ , la fórmula (26) se puede sustituir por

$$T_c = \frac{2 \cdot p(1 + 2 + 3 + \dots + x)}{C \cdot n \cdot a} \quad (27)$$

Donde:  $p =$  profundidad de pasada al radio, en mm

$C =$  conicidad del cono

$n =$  r.p.m. de la pieza

**Nota:** Las fórmulas responden al tiempo de mecanizado del corte del material. El tiempo de entrada y salida de herramienta no se ha tenido en cuenta.

#### 1.4.4 Roscado en el Torno.

Dentro de la amplia gama de trabajos que se pueden realizar en el torno, el roscado es uno de los más característicos, de tal forma que cualquier torno paralelo está equipado con los elementos necesarios para efectuar rosca normalizada.

La operación de roscado a torno consiste en dar a la pieza un movimiento de rotación respecto a su eje, y a

la herramienta un movimiento de traslación sincronizado con el de rotación y paralelo a la generatriz de la rosca (fig. 212).

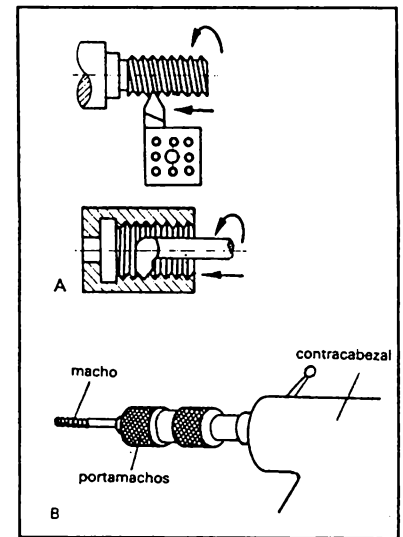


Fig. 212 A, roscado con herramienta: a, exterior; interior; b. B roscado en el torno con macho.

##### 1.4.4.1 Clases de roscado.

En cuanto a la forma general, las roscas pueden ser:

- Exteriores.
- Interiores.
- Transversales.

La forma de realizarlos y su cálculo puede variar considerablemente, según los casos y el método a seguir para su ejecución.

#### **1.4.4.2      *Sistemas de roscado a torno.***

*La mecanización de una rosca en el torno se puede efectuar de varias formas. Las dimensiones de la rosca pueden condicionar, en muchos casos, el sistema de roscado. Una rosca interior muy pequeña solamente se puede realizar en machos de roscar; si la rosca es muy grande, hay que hacerla con cuchilla.*

*Según las herramientas a utilizar, el roscado a torno puede ser:*

- Con machos de roscar.*
- Con terrajas y cabeza de peines con disparo automático.*
- Con rodillos de laminación.*
- Con cuchilla.*

##### **1.4.4.2.1    *Roscado a torno con machos.***

*Este sistema es apropiado para la ejecución de roscas pequeñas interiores, en las que no se exija mucha precisión. El movimiento de giro de la pieza se hace con la mínima velocidad. El de traslación de la herramienta (macho) se realiza automáticamente al iniciarse la rosca, procurando que el macho no gire.*

*El macho se acopla al portamachos (fig. 212 b) o portabrocas para evitar el giro.*

#### 1.4.4.2 Roscado a torno con terraja.

Es un sistema similar al efectuado con macho. La terraja se emplea para roscas exteriores pequeñas, tornillería en general, donde la precisión no sea muy grande.

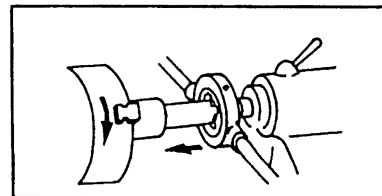


Fig. 213 Roscado en el torno con terraja.

La sujeción de la terraja puede ser con portaterrajas normal (fig. 213), portaterrajas deslizante y con portaterrajas fijo al carro (fig. 214). Este último sistema es propio para piezas largas. La traslación de la herramienta se efectúa con movimiento automático del carro y avance del paso de la rosca.

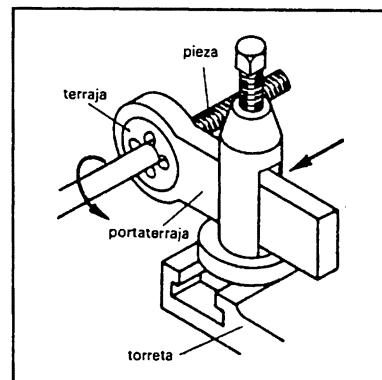


Fig. 214 Portaterrajas fijo en el carro portaherramientas.

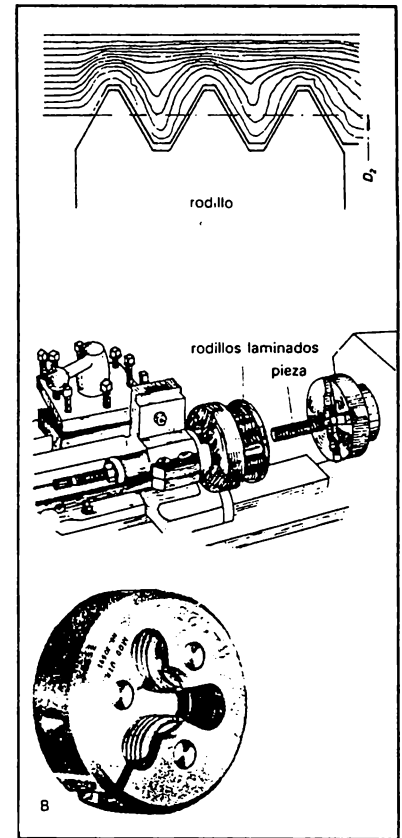
El roscado con terraja exige que la lubricación sea continua.

#### 1.4.4.3 Roscado a torno con cabezal de peines.

Es similar al roscado con terraja. El cabezal de roscar tiene la particularidad de que, al final de la rosca, los peines se abren automáticamente. Los peines del cabezal pueden tener dos posiciones, graduadas por una palanca, para terminar la rosca de una o dos pasadas según lo aconsejen las dimensiones del paso. El cabezal de roscar con peines es muy utilizado en tornos revólver.

#### 1.4.4.2.4 Roscado a torno con rodillos de laminación.

En cuanto a ejecución es similar al roscado con terraja (fig. 215): no hay desprendimiento de viruta; el diámetro del tornillo a roscar ha de ser el diámetro medio de la rosca; la rosca por laminación es más resistente porque las fibras toman la forma del filete (fig. 215).



#### 1.4.4.2.5 Roscado a torno con cuchilla.

El roscado con macho, terraja, rodillos de laminación o cabezal de peines, se caracteriza porque la rosca se hace de una sola pasada, mientras que el roscado con cuchilla se hace en varias pasadas.

El movimiento de giro de la pieza y el de traslación de la herramienta están sincronizados por medio de trenes de engranajes, que unen el cabezal del torno con el husillo de roscar (figura 216).

El afilado y forma de la cuchilla dependen de la rosca a realizar.

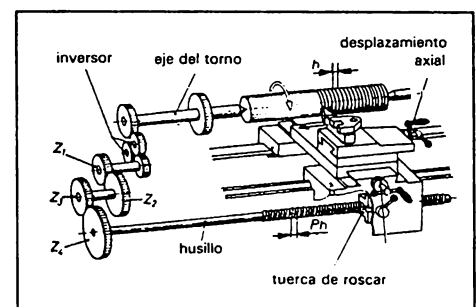


Fig. 216 Roscado a torno con cuchilla.

### 1. Clase de cuchillas para roscar.

Las cuchillas deben tener una forma determinada, según la rosca y la forma de ejecución de la misma. Generalmente, el perfil de la cuchilla debe corresponder al perfil de la rosca. Las cuchillas normales se pueden afilar adaptándolas al perfil de la rosca (fig. 217) salvo que se parta de una cuchilla de perfil constante, en la cual solo se afila el ángulo de desprendimiento.

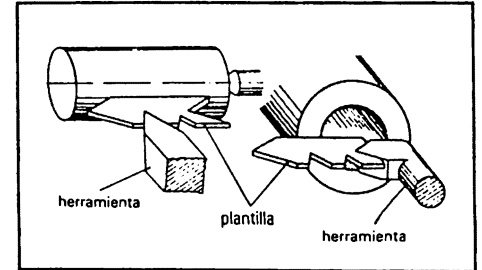


Fig. 217 Herramientas de forma de tipo normal adaptadas al perfil normalizado.

### 2. Penetración de la cuchilla para roscar.

El avance o penetración de la cuchilla para la ejecución de roscas puede ser radial (fig. 218) y oblicuo (fig. 219).

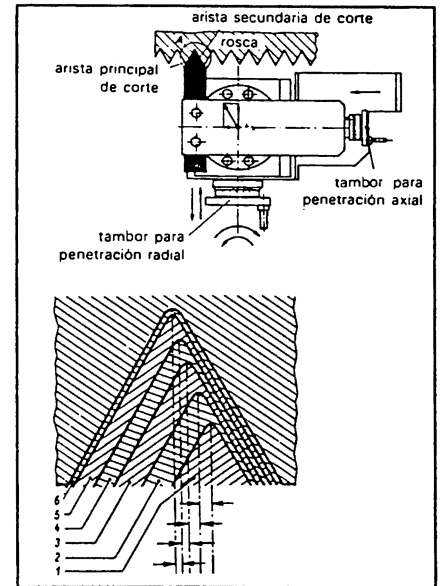


Fig. 218 Roscado por penetración radial.

La penetración radial se realiza con el carro transversal y es el método utilizado en la mayor parte de los casos.

La penetración oblicua se realiza con el carro orientable. Este método solamente se emplea para las roscas triangulares.

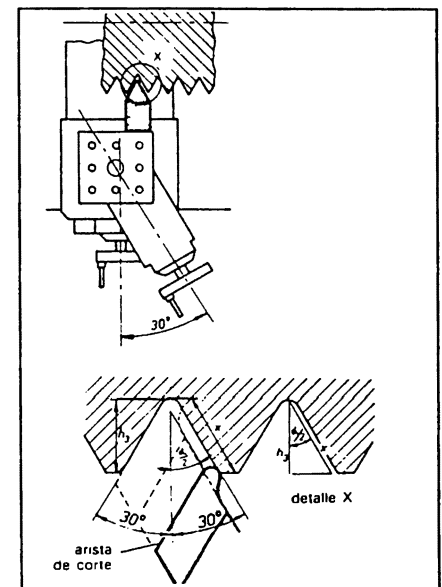


Fig. 219 Roscado por penetración oblicua.

#### 1.4.4.3 Cálculo de tiempo de roscado.

La fórmula que se da a continuación sólo se puede aplicar al roscado con herramienta simple. Se obtiene a partir de la fórmula general:

$$T_c = \frac{l + c}{a \cdot n} \quad (28)$$

Considerando que el avance 'a' viene dado por el propio paso:

$$T_r = \frac{l + c}{P \cdot n}$$

Si 'h' es la altura del filete y 't' la profundidad media por pasada, el número de éstas será (h/t). Por consiguiente, el tiempo total teórico será:

$$T_r = \frac{l + c}{P \cdot n} \cdot \frac{h}{t} \quad (29)$$

También puede darse en función de la velocidad de corte 'v'. Entonces se tiene:

$$T_r = \frac{\pi \cdot d_2 (l + c)}{1000 \cdot P \cdot v} \cdot \frac{h}{t} \quad (30)$$

Donde:

$d_2$  = el diámetro medio de la rosca en mm

$l$  = longitud de la pieza a roscar en mm

$c$  = entrada (normalmente igual a 3P) en mm

$P$  = paso de la rosca en mm

$v$  = velocidad de corte en m/min

*Si la rosca tiene varias entradas, el tiempo calculado ha de multiplicarse por el número de éstas.*

#### **1.4.5 Torneado de curvas.**

*Hay piezas o elementos de máquinas que, en algunas de sus partes, son cuerpos de revolución de sección curvilínea, para cumplir un fin determinado, según los casos. Las curvas pueden ser de gran precisión, por ejemplo, el asiento de las bolas de los cojinetes. Las curvas de una manivela de cualquier volante necesitan poca precisión.*

*Las curvas realizadas a torno no suelen tener mucha precisión, aunque ésta varía mucho según la forma de realizarla. Con un mecanizado manual no se puede alcanzar la precisión que se obtiene con un sistema copiador.*

*El empleo de un sistema manual para tornear curvas, sólo tiene razón de ser en pequeñas series o en diseños de prototipos.*

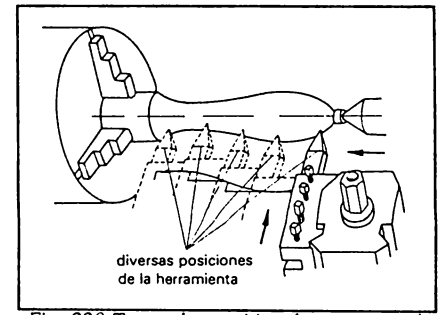
##### **1.4.5.1 Formas de efectuar el torneado de curvas.**

*El torneado de curvas se puede realizar:*

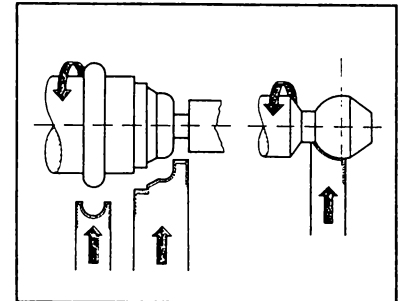
- Manualmente.*
- Con herramienta de forma.*
- Con aparato copiador.*
- Con mecanismos especiales (solamente para esferas).*

#### **1.4.5.1.1 Torneado de curvas manualmente.**

*Accionando manualmente el carro longitudinal y el transversal se pueden mecanizar curvas (fig. 220). El control y verificación de las curvas se hace con plantillas. Las plantillas pueden ser para desbaste, o para semiacabado. El acabado puede hacerse con rasquetas, apoyándolas sobre soportes apropiados. En el caso de precisarse un superacabado, este puede obtenerse con tela de esmeril.*



*Fig. 220 Torneado sensible de un cuerpo de revolución con perfil curvilíneo.*



*Fig. 221 Torneado de piezas de perfil curvilíneo.*

#### **1.4.5.1.2 Torneado de curvas con herramientas de forma.**

*Las herramientas de forma se emplean para piezas relativamente pequeñas. Son muy utilizadas en torno revólver y automático. El perfil de la herramienta ha de ser de idéntica forma al de la pieza a tornear. El movimiento de la cuchilla de forma es solo de penetración con el carro transversal (fig. 221).*

#### **1.4.5.1.3 Torneado de curvas con aparato coprador.**

*Para cada curva se acopla una plantilla de la forma de la pieza a tornear. Este sistema es rápido y preciso. Se emplea para trabajos en serie, pero mucho más preciso es el coprador oleoneumático (fig.222).*

#### 1.4.5.1.4 Mecanismo para tornear esferas.

Son accesorios que se acoplan al torno paralelo. Tienen la particularidad de que se pueden mecanizar esferas de cualquier diámetro, de ciertos límites.

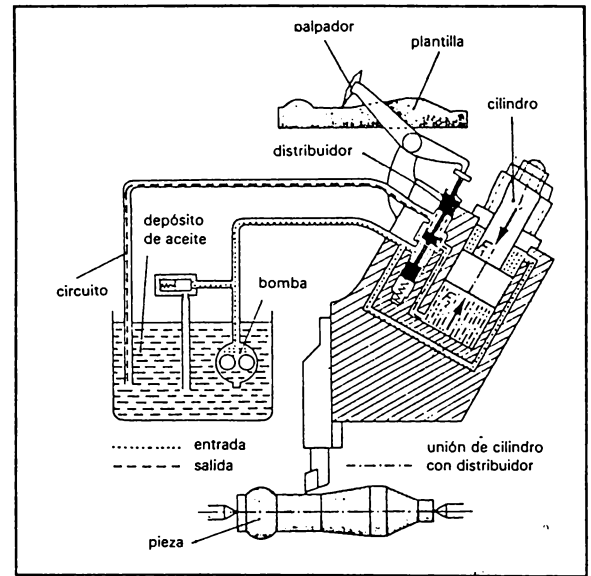


Fig. 222 Copiado de perfiles curvilíneos por procedimientos oleoneumáticos.

#### 1.4.6 Troceado y ranurado.

Troceado es un operación que consiste en cortar una pieza en partes, dando a ésta un movimiento de rotación y a la herramienta otro de tralación, con el carro transversal. El ranurado se diferencia del troceado en que no llega a cortar la pieza y presenta más diversidad de casos.

El troceado es una operación delicada, que requiere gran seguridad y experiencia, especialmente cuando el diámetro de la pieza a tronzar es considerable.

##### 1.4.6.1 Herramientas de trocear.

Estas herramientas presentan el problema de tener el espesor reducido y una longitud considerable. Si la ranura de troceado es de cierta profundidad, están expuestas a partirse fácilmente. (fig.223)

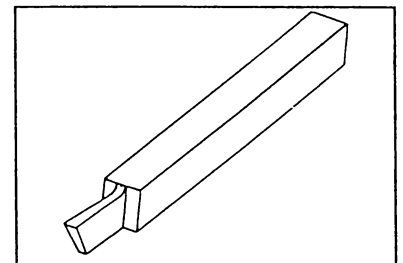


Fig. 223 Herramienta rígida de trocear.

#### **1.4.6.2 Velocidad de corte en el troceador.**

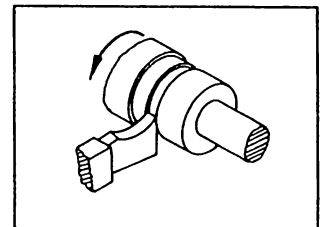
*Una de las causas de rotura de la herramienta, en el troceado para grandes profundidades, es la variación constante que tiene la velocidad de corte. De no disponer el torno de variador continuo de velocidad, durante el mecanizado se debe cambiar de velocidad dos o más veces. El problema es el mismo ya tratado en el refrenado.*

#### **1.4.6.3 Avance para el troceado.**

*El avance dependerá del material a cortar y de la elasticidad de la herramienta. Si el avance es grande, el riesgo de rotura es mayor. El movimiento de la cuchilla puede ser manual o automático.*

#### **1.4.6.4 Sentido de rotación para la pieza en el troceado.**

*El sentido de giro para el troceado debe ser contrario al normal (fig.224a). Si el eje principal del torno está preferentemente ajustado, puede hacerse en sentido normal. (fig.224b)*



*Fig. 224a troceado con giro en sentido invertido.*

*La razón del sentido de giro y posición de la herramienta se debe a que, si los cojinetes del eje principal tienen juego (fig.225a) en sentido normal, el eje tiende a subir y bajar, produce vibraciones y la cuchilla puede romperse. Sin embargo, girando en sentido contrario y colocando la cuchilla*

*invertida, las vibraciones son menores (fig.225b). En esta posición el lubricante penetra mejor.*

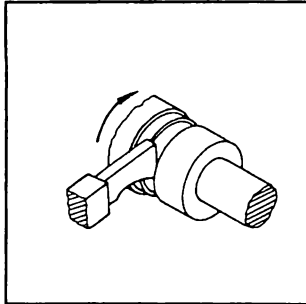


Fig. 224b En sentido normal.

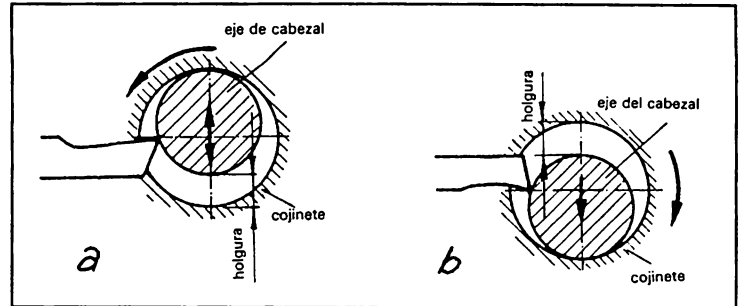


Fig. 225 Juego en los cojinetes; el troceado produce vibraciones.

#### 1.4.6.5 Troceado en serie

*Cuando hay que trocear en serie, se utilizan topes para tomar la medidas. Si el filo de la herramienta es recto, se acopla un soporte a la pieza que sirva de guía a la pieza para que el troceado sea perfecto. (fig.226)*

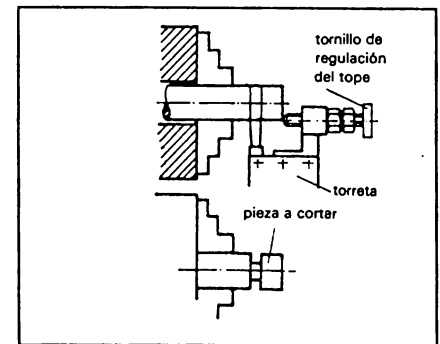


Fig. 226 troceado en serie.

#### 1.4.6.6 Precauciones que se deben tener en el troceado

*El troceado es una operación delicada en la cual se deben tomar ciertas precauciones:*

- *Que la pieza a trocear sobresalga lo menos posible del plato.*
- *La herramienta debe estar a punto o un poco baja.*
- *La cuchilla ha de estar perfectamente perpendicular para que las caras laterales*

*no rocen.*

*- La cuchilla, portacuchilla y torreta deben estar perfectamente fijas.*

*- La refrigeración y lubricación no deben faltar. El calentamiento de la herramienta produce dilataciones y puede ser la causa de rotura.*

#### **1.4.6.7 Ranurado**

*El ranurado se efectúa en un proceso de trabajo similar al de troceado, pero con unos fines completamente distintos.*

*El ranurado tiene diversidad de formas y aplicaciones .*

##### **1.4.6.7.1 Clases de ranurado.**

*Por la forma de efectuarlo, el ranurado puede ser :*

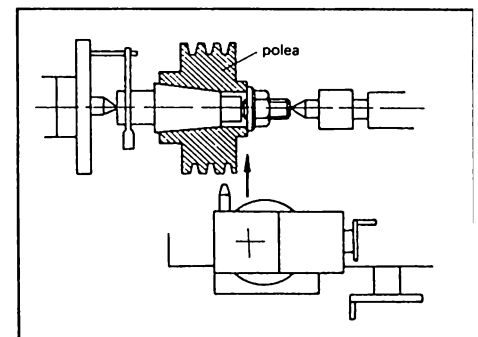
*-Radial.*

*-Frontal.*

*-Oblicuo.*

##### **1.4.6.7.1.1 Ranurado radial.**

*Se dice que el ranurado es radial cuando la penetración de la herramienta se hace perpendicularmente a las guías y al eje principal (fig.227). La forma de las herramientas y de las*



*Fig. 227 Ejecución de las gargantas de una polea.*

ranuras varia según su finalidad.

#### 1.4.6.7.1.2 Ranurado frontal.

El ranurado es frontal, cuando la penetración de la herramienta se hace paralelamente a las guías y al eje principal (fig.228a). Con frecuencia el ranurado frontal sirve de desbaste para la obtención de otras ranuras, en forma de cola de milano (fig.228b) o en forma de T (fig.228c), muy empleadas en mecanismos.

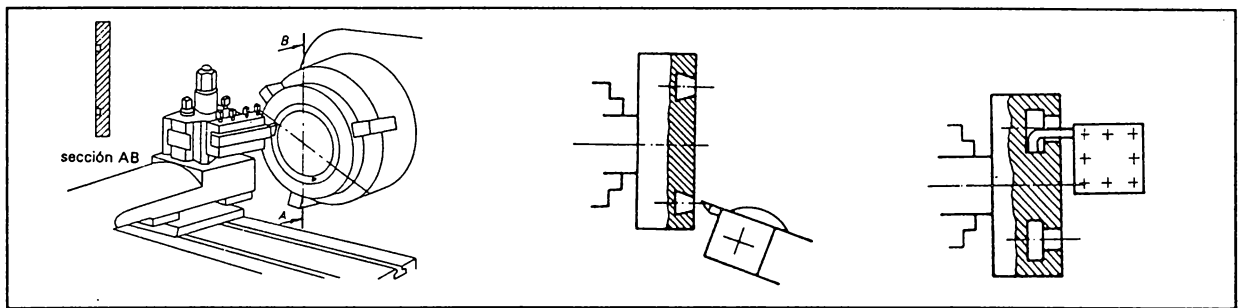


Fig. 228 Ranurado frontal: A, de un disco. B, cola de milano. C, de ranura de T.

Para el mecanizado de ranuras frontales es muy importante dar a la herramienta los ángulos de incidencias correspondientes, según el diámetro de la ranura. Las caras de incidencia pueden ser rectas o curvas (fig.229).

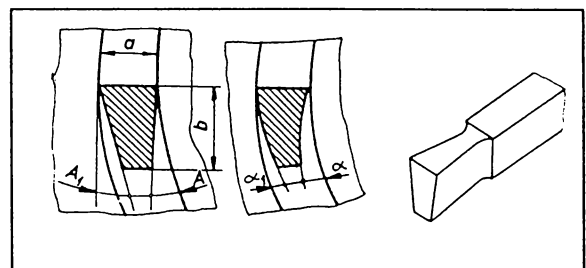


Fig. 229 Incidencia lateral de las herramientas.

#### **1.4.6.7.1.3 Ranurado oblicuo.**

El ranurado se llama oblicuo, cuando la penetración de la herramienta se hace accionando simultáneamente el carro longitudinal y el transversal (fig.230) o con inclinación del carro portaherramientas.

Estas ranuras tienen la finalidad de dar salida a la muela en el rectificado cilíndrico y el planeado transversal.

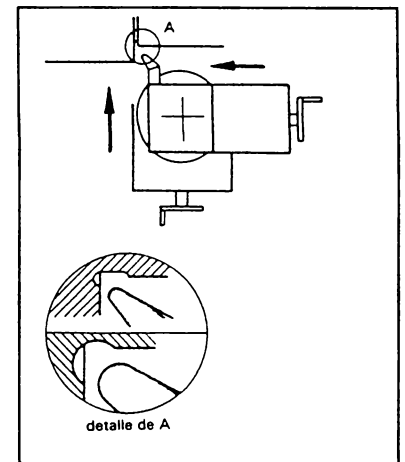


Fig. 230 Ranurado oblicuo.

#### **1.4.7 Moleteado.**

Es la operación que tiene por objeto producir una superficie áspera o rugosa, para que dicha superficie se adhiera a la mano, con el fin de sujetarla o girarla más fácilmente. La superficie sobre la que hace el moleteado normalmente es cilíndrica.

El moleteado se realiza dando a la pieza un movimiento de giro, respecto a su eje, y a la herramienta un movimiento longitudinal o transversal, según el tipo de moleteado(fig.231), o bien, los dos movimientos si el moleteado tiene mucha longitud.

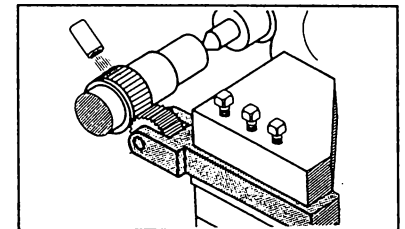


Fig. 231 Moleteado.

#### **1.4.7.1 Clases de moleteado.**

Según las formas de las estrias, el moleteado puede ser: paralelo, en cruz, y en

diagonal; estos son los mas normales(fig.232).Existen moleteados cóncavos y convexos, que solamente se usan en casos especiales.

#### 1.4.7.2 Útiles o herramientas de moletear.

Las herramientas de moletear se llaman grafilas o moletas (fig.232). Son discos de acero templado con salientes ranurados de la forma de moleteado que se quiera obtener.

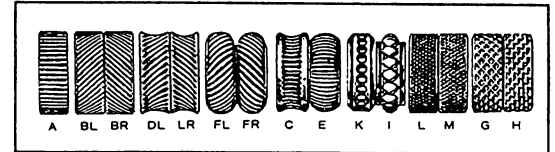


Fig. 232 Grafilas o moletas.

Las grafilas o moletas van montadas sobre unos soportes llamados portagrafilas.

#### 1.4.7.3 Velocidad de moleteado.

La velocidad tangencial de la pieza a moletear suele ser de 25 a30 m/mm, para materiales blandos; y de 20 a 25 m/mm, para materiales duros. La lubricación debe ser continua y abundante.

#### 1.4.8 Taladrado y escariado en el torno

El taladrado en el torno se realiza con un movimiento de rotación de la pieza y de traslación de la herramienta (fig.233).

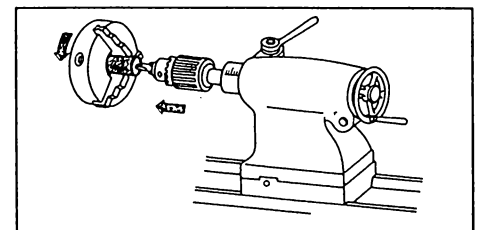
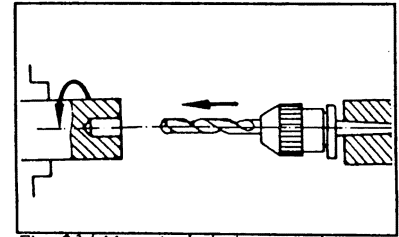


Fig. 233 Taladrado en el torno.

Normalmente, el mandrinado va precedido del taladrado y es imprescindible cuando, partiendo del material macizo, hay que realizar operaciones de interiores.

#### **1.4.8.1 Sujeción de la herramienta para taladrar.**

*El eje principal de la broca siempre tiene que coincidir con el eje de giro de la pieza. Las brocas se colocan directamente en el eje de la contrapunta, si el mango es*



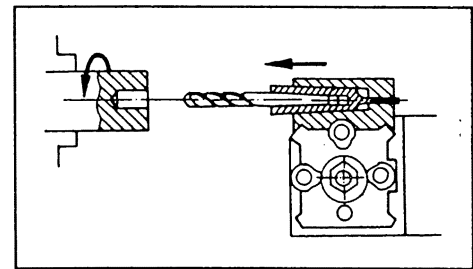
*Fig. 234 Montaje de la broca en la contrapunta.*

*cónico (fig. 234); en portabrocas, si son de mango*

*cilíndrico (fig. 233), sobre torreta (fig. 235) con el fin de darle movimiento de penetración automático con el carro principal. En este caso, la comprobación del centrado ha de ser minuciosa. La posición del centrado de la broca puede asegurarse con topes en el carro transversal.*

#### **1.4.8.2 Movimiento de avance de la herramienta.**

*El movimiento de avance automático de la broca puede realizarse colocando la herramienta en la torreta (fig. 235) y moviendo la contrapunta arrastrada por el carro con un dispositivo apropiado (fig. 233). Este sistema sólo es posible*



*Fig. 235 Montaje de la broca en la torreta.*

*en los tornos que estén provistos de dicho mecanismo. Para taladrar, por este sistema, se coloca la broca en su lugar normal, se ajusta la platina del contracabezal a la bancada, de manera que pueda deslizarse, pero sin juego, a fin de que no tienda a volcarse el mismo contracabezal.*

## **8. BIBLIOGRAFIA**

- 1 - **METALOTECNICA FUNDAMENTAL**, Falk , Gockel, Lernet, Schlossorssch. Editorial Reverté S.A. Barcelona-España. 1986.
- 2 - **CURSO DE METROLOGIA DIMENSIONAL**, Javier Carro, Impreso en la Sección de publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Madrid -España.
- 3 - **MAQUINAS PRONTUARIO-TECNICAS, MAQUINAS, HERRAMIENTAS**. N. Larburú, Editorial Paraninfo S.A. Madrid -España. 1992
- 4 - **MAQUINAS HERRAMIENTAS**. Edebé, Tomos 1 - 2 , 2 - 1, Ediciones Don Bosco, Barcelona, España.
- 5 - **TECNOLOGIA MECANICA Y METROLOGIA**, José M. Lasheras, tomos 1 y 2, Editorial Donostiarra, San Sebastian, España 1982.
- 6 - **OPERACION DE MAQUINAS HERRAMIENTAS**, Krrar, Oswald, St. Amand, McGraw-Hill, México, 1984.
- 7 - **MAQUINAS HERRAMIENTAS MODERNAS**, Mario Rossi Holpli, Editorial Científico Médica, Barcelona, España.
- 8 - **FORMULARIO DE MECANICA**, CEAC. S.A., Barcelona España, 1992.
- 9 - **TECNOLOGIA MECANICA E LABORATORIO TECNOLOGICO**, Me/di Sviluppo, Giunti Marzocco, Milano, 1989.
- 10 - **MAQUINAS PRONTUARIO-TECNICAS, MAQUINAS, HERRAMIENTAS**, N. Carburú, Ediciones Paraninfo S.A., Madrid, 1992.
- 11 - **TRATERMAT 88**, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid España.
- 12 - **LA FRESADORA**, Jesús Peláez Vara, tomo 2, Ediciones EDEL, Barcelona, España, 1991.
- 13 - **MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA LA INDUSTRIA METALMECÁNICA Uso y cuidado**, Ameriacam Machinist Magazine, McGraw-Hill, México, 1986

## **9.. CONCLUSIONES.**

*Con la realización de este trabajo, " Guías para las Prácticas de laboratorios y talleres", completado con: el material de apoyo, anexos, inventarios de las herramientas y equipo de talleres, se cumplió, en gran parte, con el objetivo propuesto.*

*Los estudiantes, con la ayuda de este material, pueden conocer y utilizar los equipos, herramientas y maquinas de forma gradual y correcta, evitando todo tipo incidente.*

*Esta mejor utilización:*

*- Beneficia también al equipo, conservando la precisión del mismo, alargando la vida útil y que al final lleva a un ahorro económico para la Institución.*

*- Interpele y compromete a los profesores de los laboratorios y de las materias afines, en una preparación más esmerada, orientada hacia una comprobación real de los conceptos, lo cual redundará a un mejor aprovechamiento de los estudiantes.*

*- Estimula a la investigación, sea a los estudiantes como a los profesores, que desean que evite la improvisación de cualquier tipo de trabajo.*

*En conclusión, con la utilización de este material:*

*\* Se aprovecha mejor el tiempo.*

*\* Se adquiere un conocimiento más amplio de los contenidos, de una forma técnico-científica.*

*\* Crea un ambiente de trabajo más comprometido lo cual será de mucho beneficio para el ambiente universitario.*

## **10. SUGERENCIAS**

*El presente trabajo debería ser únicamente un comienzo. Periódicamente se tienen que revisar y poner al día los métodos de impartir los conocimientos. La tecnología corre, mientras muchos lentamente caminan hacia el futuro.*

*Para lograr resultados positivos es necesario que exista una continuidad y estabilidad del personal. Utilizando las guías se forma su experiencia, y con el transcurso de los años se presta para una evaluación de resultado. La estabilidad del personal garantiza una mejor conservación y control de los equipos. Por consiguiente cualquier esfuerzo que se realiza al respecto, justifica plenamente los intereses de la institución.*

*Debe existir un continuo dialogo entre los profesores que dictan la parte teórica, las materias afines y aquellos de los laboratorios y taller. Una misma terminología y una marcha mano con mano será de mucho provecho, refleja coordinación, es un símbolo de unión y de armonización del profesorado.*

*Es importante que los profesores de las materias técnicas, no sólo tengan una experiencia en la industria, sino también una profunda vocación de "maestro". La preparación de los laboratorios y prácticas, la motivación de los mismos, la gana, el entusiasmo y la entrega se refleja sensiblemente en los resultados de los mismos.*

*El cambio y la variedad de las prácticas y de los laboratorios, en forma sistemática, ayudará a los profesores a no volver éstas a una rutina de trabajo.*

*Velar y cuidar los campos de una forma sistemática, es básico para un taller.*

*Es conveniente una revisión del pensúm de las materias técnicas en el campo de mecánica. El contenido y la extensión de los mismos es muy modesto para un futuro ingeniero mecánico, como así mismo, muy corto el tiempo de duración de las prácticas.*

*Es conveniente que un sólo instructor se haga cargo de un determinado laboratorio por un cierto periodo; en menos manos, se logra una mejor conservación y control del mismo. También que sea el mismo instructor quien se haga cargo del mantenimiento. Él es la persona que mejor conoce el equipo y por consiguiente encuentra con más facilidad los daños (él está más al tanto del historial del mismo). Así podrá estimular a los estudiantes para una correcta utilización.*