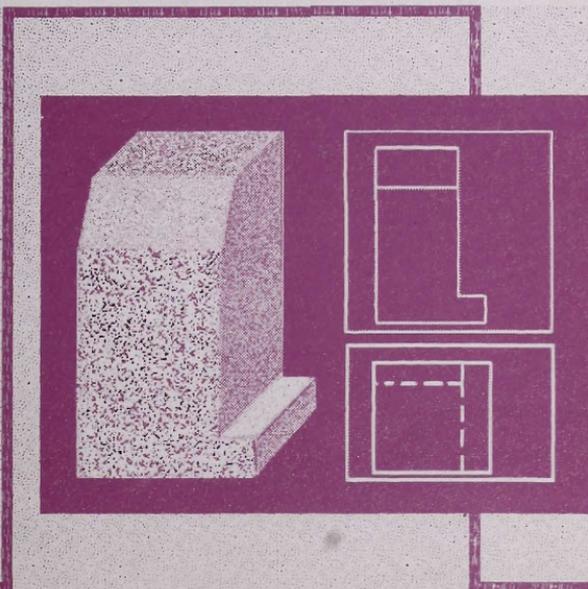


1059

PROCESOS DE MANUFACTURA II

Mario Gómez Villeda



PROCESOS DE MANUFACTURA II

217506
C.B. 2893062

PROCESOS DE MANUFACTURA II

Mario Gómez Villeda



2893062



UAM-AZCAPOTZALCO

RECTORA

Mtra. Mónica de la Garza Malo

SECRETARIO

Lic. Guillermo Ejea Mendoza

COORDINADOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Lic. Enrique López Aguilar

Jefa de LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EDITORIALES

Lic. Silvia Aboytes Perete

UAM
TS183
G5.6
2000

ISBN: 970-654-507-7

© UAM-Azcapotzalco

Mario Gómez Villeda

Comisioón:

Mariela Juárez Capistrán

Ilustración de Portada:

Consuelo Quiroz Reyes

Diseño de Portada:

Modesto Serrano Ramírez

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco

Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas
Deleg. Azcapotzalco, C.P. 02200
México, D.F.

Sección de producción
y distribución editoriales
tel. 5318-9222/9223. Fax 5318-9222

1a. edición, 1993

2a. edición, 2000

Impreso en México.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
UTILIDAD	9
DENOMINACIÓN DE LOS DIFERENTES DIBUJOS	10
Dibujo de concepción	10
Dibujo de definición	11
Dibujo de fabricación	11
Generalidades sobre la normalización	11
Escritura	11
La función del dibujo	12
Borrador del dibujo	14
Dibujo en limpio	14
Acotación	15
Presentación	15
Cuadro de referencias del dibujo	20
Líneas	20
Representación ortogonal	21
VISTA FRONTAL	21
CORTES	21
Cortes sencillos	26
Cortes locales	26
Secciones	26
EMPLEO DE CORTES Y SECCIONES	27
Secciones abatidas	28
Vistas interrumpidas	28
Otras convenciones	29
RAYADOS	29
CONVENCIONES DE RAYADOS PARA USO GENERAL	30
AJUSTES Y TOLERANCIAS	30
SISTEMA ISO	31
Temperatura de referencia	32
Definiciones	32

TABLAS	33
EJEMPLOS	34
SISTEMA INGLÉS	38
Definiciones	38
Ajuste giratorio o deslizante	39
Ajustes localizadores	40
Ajustes forzados	40
Ejemplos	45
TOLERANCIAS DE FORMA Y POSICIÓN	46
Representación	46
Tolerancias de forma	48
Tolerancias de posición	48
ACABADO SUPERFICIAL	49
Definiciones	49
Método de medición	49
CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN AL ESTADO DE SUPERFICIE	54
DEFINICIÓN DE MÁQUINAS-HERRAMIENTA Y LAS SUPERFICIES QUE GENERAN	54
Clasificación de las máquinas-herramienta	54
MOVIMIENTO DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA	56
CINCO MÁQUINAS-HERRAMIENTA BÁSICAS	56
FUNCIÓN DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA	57
PRINCIPIOS CINEMÁTICOS	57
Transmisiones por correa	57
Transmisión de ruedas dentadas	58
Denominación de diversos elementos de las ruedas dentadas	58
Transmisión sencilla	60
Transmisión sencilla con rueda intermedia	60
Transmisión doble	61
TEORÍA DEL CORTE	63
Definición de los parámetros del corte	63
Avance	64
Profundidad de corte	65

Criterios de selección de los parámetros de corte	65
Recomendaciones sobre avances	66
Velocidades de corte	68
Formación de la viruta	70
Mecanismo de formación de la viruta	71
ESFUERZOS DE CORTE	73
Naturaleza y valor de los esfuerzos de corte	73
Análisis de esfuerzos	75
Limitaciones del corte	79
Esfuerzos de las herramientas	80
Limitaciones físicas	80
MAQUINABILIDAD DE LOS METALES	80
HERRAMIENTAS DE CORTE	83
Nomenclaturas de las superficies y ángulos principales de un buril	83
Geometría de un buril	83
Representación de los principales ángulos de una fresa y una broca	84
Los materiales usados en la fabricación de las herramientas de corte	85
REFRIGERANTES Y LUBRICANTES	87
Lubri-refrigerantes	89
FLUIDOS DE CORTE	91
Aceites solubles	91
Aceites de corte no solubles	91
Aceites minerales puros	91
Aceites sulfurados y clorados	91
ELECCIÓN DE LOS FLUIDOS DE CORTE	92
SUJECCIÓN DE PIEZAS	94
Grados de libertad	94
Inmovilización	95
Principios de isostatismo	96
Caso de un paralelepípedo	96
Caso de piezas de revolución	97
FABRICACIÓN	99
Acotación general	99
Juego funcional	99
Cadena de cotas	100
Acotación de fabricación	100
ANÁLISIS DE FABRICACIÓN	103

PROCESOS DE MANUFACTURA II

INTRODUCCIÓN

Al término de su periodo profesional deben saber leer correctamente un dibujo industrial y expresar sin ambigüedades su pensamiento por medio de croquis, con relación a todo lo que se involucra con su materia.

La expresión "Comprensión y expresión" en el conocimiento del dibujo es particularmente importante en razón:

1. De las formas frecuentemente complicadas de las piezas en general.
2. De modelos sencillos.
3. De instrucciones precisas que se dan cada vez con más frecuencia por medio de croquis para la ejecución de los trabajos.

En nuestra época de "mecanización" podemos considerar el **dibujo industrial** como una lengua viva, que es la de los técnicos.

Para utilizar este lenguaje, es necesario conocer los principios y las reglas que para nosotros, pueden ser algunas nociones de geometría y un cierto número de convenciones normalizadas.

Como todo lenguaje vivo el dibujo se presenta bajo varias formas:

- 1.- Una forma superior, que ofrece el máximo de perfección, es el **diseño industrial** propiamente dicho, ejecutado por profesionales.
- 2.- Una forma popular, aproximada en su presentación pero también precisa en su expresión, es el **croquis dictado** ejecutado en principio a "mano alzada" por personal del taller.

UTILIDAD

El dibujo técnico es el medio de expresión indispensable y universal de todos los técnicos.

El dibujo permite transmitir a todos los servicios de producción, la idea técnica y las necesidades de fabricación que le son ligadas. Es por esto que este lenguaje convencional es sometido a reglas que no admiten error de interpretación y definidos por la normalización.

Con el dibujo es posible estudiar, representar y construir todo tipo de piezas, por lo que a partir de una:



DENOMINACIÓN DE LOS DIFERENTES DIBUJOS

Dibujo de Concepción

Estos dibujos son establecidos por la oficina de diseño. Su elaboración se hace sucesivamente bajo la forma de esquemas, anteproyectos y proyectos.

Esquema: es un dibujo rápido reducido de los elementos esenciales de un mecanismo con el fin de mostrar la concepción, ensamble y explicar su funcionamiento.

Anteproyecto: presenta de una manera más precisa la concepción de los principales elementos que componen el mecanismo.

Proyecto: de acuerdo al anteproyecto seleccionado, define enteramente el conjunto de mecanismos y permite establecer los dibujos de definición.

Dibujo de Definición

A partir del proyecto, uno establece para cada pieza un dibujo de definición, es decir, es el dibujo que determina toda pieza tal como se presenta terminada.

Dibujo de Fabricación

Se establecen para los talleres por la oficina de métodos, tomando en cuenta los procesos de fabricación adoptados.

Generalidades Sobre la Normalización

La normalización juega en la economía un papel importante, tanto en la producción (aumento de la producción, disminución de los costos de fabricación), como en la utilización (intercambiabilidad asegurada, calidad constante, reducción de los paros de mantenimiento y reparaciones, etc.).

Pero sobre todo hay que considerar que es la normalización y solo ella la que hace progresivamente del dibujo la lengua común y universal de los técnicos.

Es conveniente en la práctica del **dibujo industrial** y del **croquis acotado**, conocer o familiarizarse con los medios de expresión de base del dibujo, es decir, la escritura, la presentación y las disposiciones particulares de un croquis.

Escritura

En el dibujo industrial la escritura tiene un papel importante, permite:

- 1.- Identificar y marcar los documentos ejecutados y los objetos representados.
- 2.- Expresar sus dimensiones.
- 3.- Formular las recomendaciones relacionadas con el material, la fabricación, el montaje, su utilización, contracción, etc.

Por lo tanto la escritura es el complemento indispensable del dibujo.

La escritura es objeto de una normalización a la cual hay que recurrir para conocer las reglas y las disposiciones relacionadas con los siguientes puntos:

- a) - Diferentes tipos de escritura.
- b) - Dimensiones de las letras.
- c) - Intervalos entre letras y/o palabras.

Recomendaciones

La escritura tendrá el espesor de las letras en función del trazo del croquis, por ejemplo:

Trazo fuerte para títulos y subtítulos.

Trazo medio para la escritura secundaria y las cotas.

La Función del Dibujo

En la industria, la función del dibujo es la terminación de los documentos, la cual corre a cargo del dibujante, intermediario indispensable entre el ingeniero que concibe y los operarios que fabrican las piezas mecánicas.

El dibujo técnico transmite no solo los deseos del cliente, sino también la sucesión detallada de los trabajos previstos para un producto específico.

Ejecución del Dibujo: Acotación

Al dibujar no se puede representar una pieza si no se ven claramente todas sus formas.

La pieza habrá de montarse combinada con otras y asegurar su funcionamiento determinado en lo que ella depende: por otra parte deberá soportar ciertos esfuerzos. Estas condiciones imponen formas y dimensiones, puesto que se trata de las funciones imperativas para la realización de una pieza utilizable.

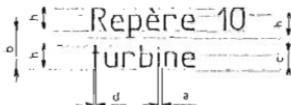
El proceso de fabricación debe ser conocido desde el comienzo del estudio, por lo menos en lo que concierne a la obtención de la "pieza en bruto" ya que también esta operación impone ciertos detalles de forma; aunque el método de fabricación se elige, por lo general tomando en cuenta condiciones ajenas a las funciones de la pieza.

Uno de los primeros trabajos que habrá que hacer, es un dibujo de conjunto, en el que con auxilio de las vistas necesarias, representar todas las piezas constitutivas del aparato, todas las relaciones entre ellas, el

Las características están en función de la altura h de las mayúsculas. Los valores se eligen entre los de la tabla que sigue.

Ejemplo de designación de medidas, de una escritura, cuya altura h es de 4 mm.

Escritura 4, nr. E. 04.105



CARACTERÍSTICAS	DEFINICIÓN FÓRMULA h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Altura de las mayúsculas (o cifras)	h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Altura de las minúsculas sin trazos salientes	$e \approx 0,7 h$	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Altura de las minúsculas con trazos salientes	h	-	3,5	5	7	10	14	20
Anchura del trazo	$d \approx 0,1 h$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Espacio entre caracteres	$a = 0,2 h$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Interlínea mínima (recomendada)	$b = 1,6 h$	4	5,6	8	11,2	16	22,4	32

Las dimensiones son en milímetros

OBSERVACIÓN:

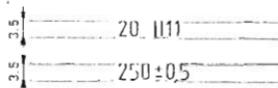
La altura e de las minúsculas no debe ser inferior a 2,5 mm. En consecuencia, un texto en escritura 2,5 no lleva minúsculas.

3-4 Disposiciones particulares

CIFRAS Y TOLERANCIAS

Se recomienda utilizar la escritura 3,5 para las cotas y las tolerancias.

De todas formas si falta espacio, se permite la utilización para las tolerancias cifras de la escritura 2,5.



ESPACIO ENTRE PALABRAS

Entre dos palabras consecutivas debe poderse colocar por lo menos una circunferencia de diámetro h .

CONSEJOS:

Para lograr un dibujo bien presentado y de fácil lectura es útil:

- Juntar uniformemente las letras.
- Espaciar correctamente las palabras.



papel que cada una deberá desempeñar, la manera de efectuar el montaje. Deducir las formas y las cotas esenciales de la pieza.

Borrador del Dibujo

- Determinar las vistas necesarias y suficientes para representar la pieza sin ambigüedad , (Depende de las formas de la pieza)
- Determinar los elementos de partida del trazo y en particular la superficie que va a ocupar el dibujo, tomando en cuenta:

Vistas Necesarias

Dimensiones de la Pieza

Escala del Dibujo: (Depende de la naturaleza y formas de la pieza). No olvidando dejar alrededor de cada vista amplios espacios destinados a recibir las cotas y eventualmente las vistas auxiliares.

- Elegir la mejor distribución de las vistas.
- Instalar los elementos esenciales de la pieza:

Primero los Ejes

Segundo los Contornos de las Superficies Funcionales

- Colocar a continuación los detalles secundarios de la misma manera, comenzando por los más importantes.

Dibujo en Limpio

El orden de las operaciones para trazar este dibujo es totalmente diferente que para el borrador, no depende de las consideraciones del proyecto sino de la comodidad de ejecución.

- Indicar que trazos van en línea fina y cuales de espesor intermedio.
- A continuación se pasarán nuevamente a lápiz para marcarlos bien ó se pasarán a tinta, siguiendo un orden que se deriva de las siguientes observaciones:

Trazar las líneas que se dibujan con los mismos instrumentos sin cambio de su ajuste. Comenzar por las líneas más difíciles que requieren mayor precisión en el trazo.

Comenzar por las líneas finas, un error se corrige reforzando el trazo, si es a tinta ésta seca más pronto.

Los arcos de circunferencia: finos > medianos > gruesos.

Las líneas curvas que se trazan con plantilla

Las líneas rectas que se dibujan con escuadra y regla T

- Es indispensable comprobar el dibujo en limpio para cerciorarse de que reúne las condiciones de una representación correcta.

Una vez realizado lo anterior se pasa a la acotación.

Acotación

1. Definición: Acotar un dibujo, es indicar en este las medidas o cotas de la pieza.
2. El trazado a escala permitirá, teóricamente, midiendo sobre el dibujo, determinar las dimensiones de la pieza, en la práctica la precisión de los trazos es insuficiente.
3. La indicación cifrada de las medidas es necesaria, la lectura es más fácil y rápida y se pueden usar los croquis acotados, ejecutados a mano alzada con una escala aproximada.

Presentación

Las cotas siempre se indican en milímetros. Estas escritas en una línea llamada de cotas, trazada paralelamente a la línea en la cual se hace notar la longitud.

La línea de cota esta limitada por flechas, 2 líneas auxiliares de cotas o de referencia que unen las extremidades de la línea de cota con el segmento a acotar.

Las líneas de cota y las de referencia se trazan en línea continua delgada, sin cruzar otra línea del dibujo.

La distancia entre las líneas de cota y los segmentos acotados aproximadamente debe ser dos veces el cuerpo de escritura de las cifras.

El cuerpo de escritura de las cifras será el mismo para todas las cotas del dibujo, (nunca menores a 2 mm).

Las cifras deben colocarse en la dirección de la línea de cota y escritas perpendicularmente a ellas, excepcionalmente en su prolongación.

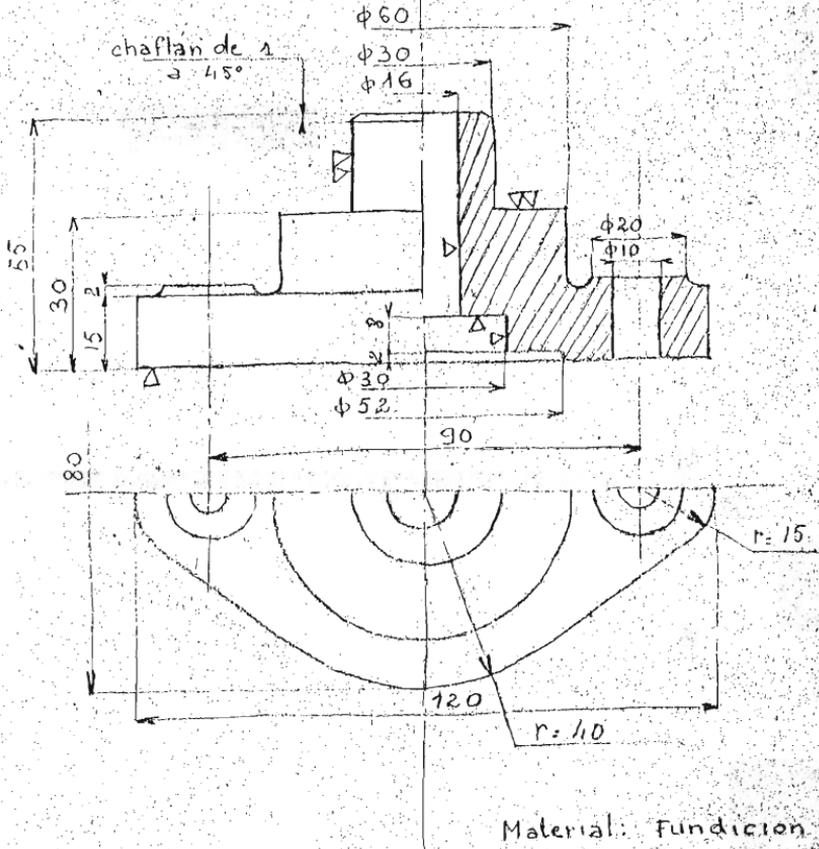
Las flechas son abiertas a 45° y deben ser las mismas para todas las líneas de cota de un dibujo. Cuando las cotas son colocadas una tras otra se puede sustituir una flecha por un punto.

Las líneas de cota no deben entorpecer la lectura de las formas de la pieza; la lectura de las cotas tienen que ser fácil y rápida, para ello se requiere:

LAMINA.

Ejemplo de Croquis acotado

Soporte



EJECUCIÓN DEL DIBUJO

Fig. 1- MARCHA PARA TRAZAR EL BORRADOR DE UN DIBUJO

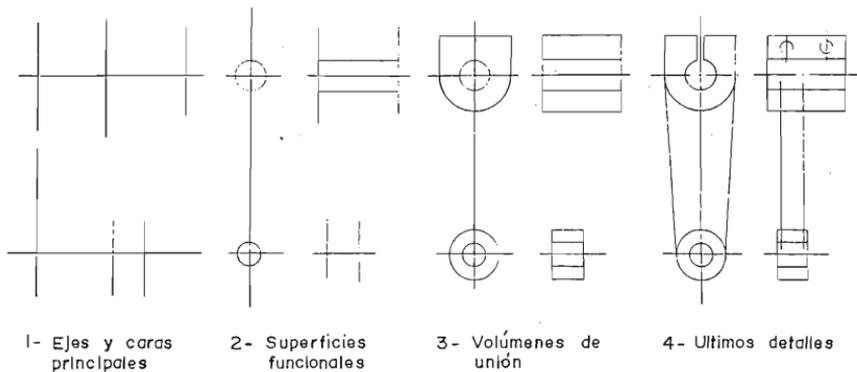
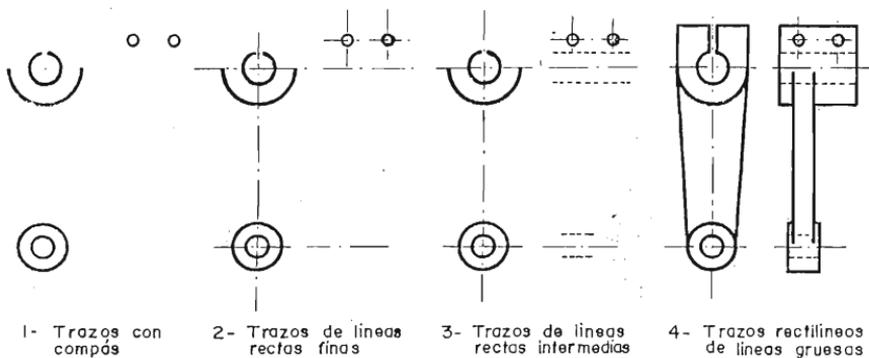


Fig. 2-- MARCHA PARA EL TRAZADO DEL DIBUJO EN LIMPIO



REGLAS DE ACOTACIÓN

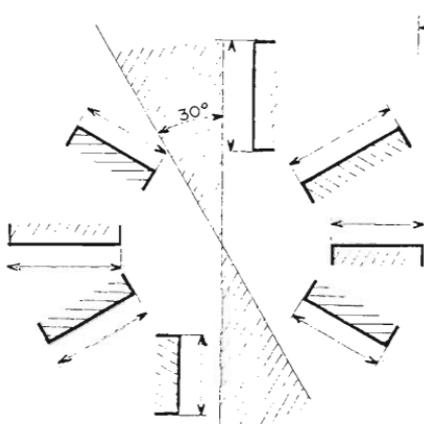


Fig. 1- Evitar hacer las acotaciones en la parte rayada

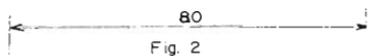


Fig. 2

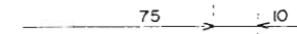


Fig. 3



Fig. 4

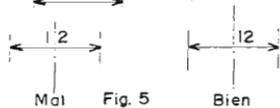
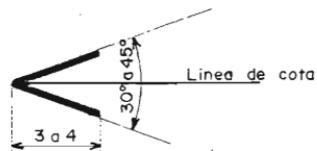


Fig. 5

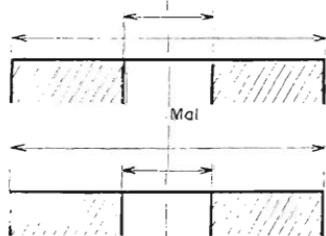


Fig. 6

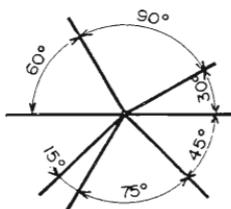
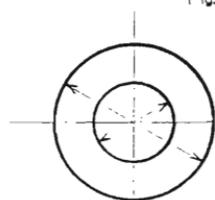


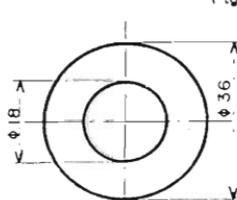
Fig. 7



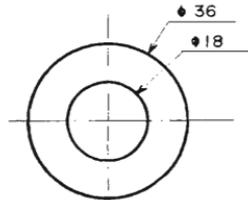
Fig. 8



Malo



Permitido



Recomendado

Sobresalir las cotas del dibujo.

Reducir al mínimo el número de líneas de cota.

Evitar que las líneas de referencia corten las líneas de cota.

Indicar solamente las cotas necesarias y escribirlas una vez.

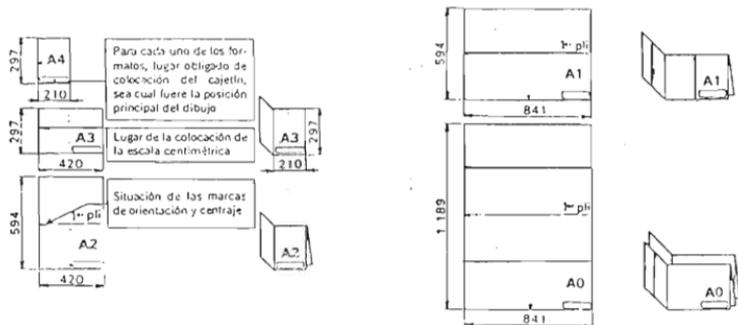
Recomendaciones Generales

Si utilizamos las Normas Internacionales de Dibujo (ISO) podemos emplear el dibujo como un lenguaje de comunicación mundial.

Establecer un dibujo de definición por cada una de las piezas que integren un conjunto (Dibujo de conjunto). Esto nos lleva al establecimiento de los dibujos de fabricación que facilitan la manufactura de cada una de las piezas del conjunto.

Utilizar los formatos normalizados con objeto de facilitar el envío y la clasificación de los documentos técnicos, permitiendo el formato de plegado.

Este formato de plegado está basado en el formato A4. Cuyas dimensiones de papel son 297 mm x 210 mm.



Cuadro de referencias del dibujo

Debe permitir las inscripciones necesarias y suficientes para la identificación y utilización del documento.

13	1	Arandela $\varnothing 29 \varnothing 6$ esp. 2	E 24	sin plano
12				
11	2	Apoyo de centrado	XC 55 f	+stubs+
10	B	Tornillo CM 4 x S9	clase 5-B	
9	1	Resorte	XC 65 f	cuerda de piano
8	1	Rueda dentada	Nylon	
7	1	Eje	XC 32 I	
6				
5	1	Soporte	Nylon	
4	1	Fapa	Nylon	
3	1	Fixión	XC 32 I	
2	1	Cilindro	U-ESP	
1	1	Base	A-U4G	
ESCALA		DENOMINACIÓN	MATERIAL	OBSERV.
0,5		UNIDAD DE GIRO, NEUMÁTICA		
			DIBUJADO POR	
			EL	
		RAZÓN SOCIAL		
A3		NÚMERO DE PLANO		

Líneas

Para representar un dibujo, se utilizan un conjunto de líneas cada una de las cuales tiene una significación muy concreta .

El espesor "e" de la línea se elige de tal forma que permita la perfecta legibilidad de una reproducción heliográfica.

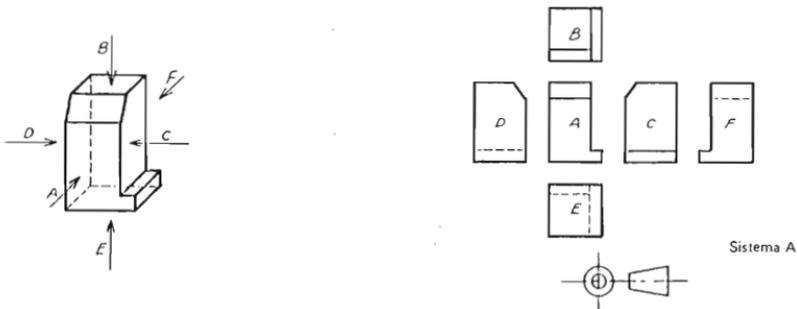
Tinta 0,7 mm

Lápiz 0,5 mm

Representación Ortogonal

Vistas principales. Cuando se representa una pieza por medio de diferentes vistas se escoge una a la que se le da el nombre de vista frontal.

En el caso del ejemplo siguiente la vista frontal corresponde a la que se obtiene mirando la pieza según la dirección indicada por la flecha A.



VISTA FRONTAL

- Corresponde a la vista principal.
- Una buena elección de ella será función del número de vistas que serán necesarias para definir sin ambigüedad a la pieza en cuestión.
- Algunos criterios para elegir la vista frontal:

Mayor información.

Menor número de líneas ocultas.

La posición de trabajo.

La vista que mejor identificación inmediata proporcione.

CORTES

- Tienen como objeto facilitar la comprensión de las formas de un cuerpo.

1.1 Disposición de las vistas

1.1.1 Ejemplo

Se trata de representar mediante varias vistas la pieza que se indica, cuya forma recuerda la de una pequeña granja. Elijamos de entrada una vista principal que llamaremos **VISTA FRONTAL**. Sea A dicha vista determinada observando la pieza según la flecha A.

Las otras direcciones usuales de observación forman con la primera y entre ellas ángulos de 90° o múltiplos de 90° .

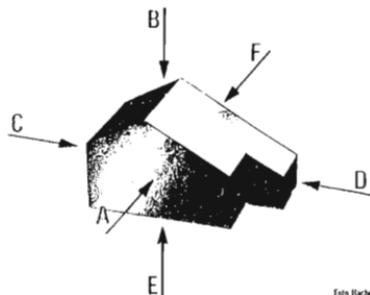


Foto Hachette

DENOMINACIÓN DE LAS VISTAS:

A: Vista frontal D: Vista lateral derecha
B: Vista superior E: Vista inferior
C: Vista lateral izquierda F: Vista posterior

OBSERVACIONES:

1. No se describe nunca el nombre de las vistas. Este viene determinado por la posición relativa de cada una de ellas.

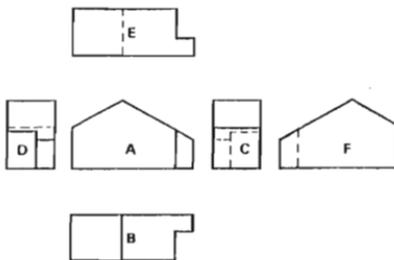
2. En la práctica una pieza debe quedar definida por completo y sin ambigüedad por el menor número posible de vistas. Se eligen las más representativas y que impliquen el mínimo de partes ocultas. En nuestro caso son las vistas A, B y D (ver § 9.3).

3. La disposición de las vistas de la pieza estudiada se ha hecho según el **método E** o **européo**. Ello se hace resaltar por el símbolo contiguo situado al lado de la escala en el cajetín (§ 4.3).

4. El **método A** o **americano** se resalta por un símbolo inverso al anterior. En este método, en relación con la vista principal, la vista C se sitúa en lugar de la D y recíprocamente.

1.1.2 Realización práctica

Indiquemos cómo se procede en la práctica para representar la pieza estudiada.



Método E



Método A



CORTES SENCILLOS

LÁMINA

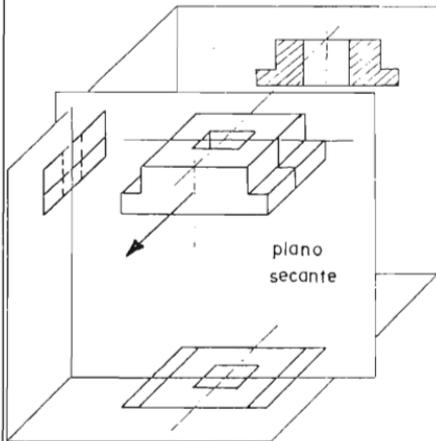


Fig. 1



Fig. 2'

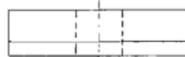


Fig. 2

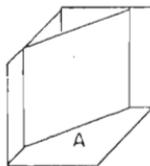
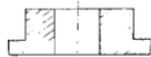


Fig. 3

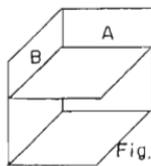
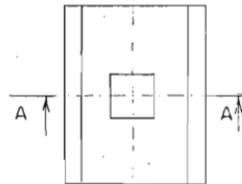


Fig. 4

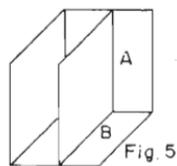


Fig. 5

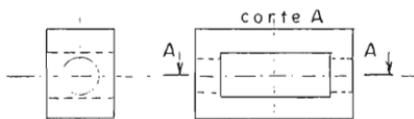


Fig. 6

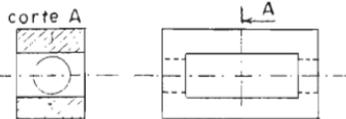
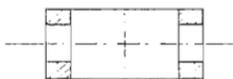
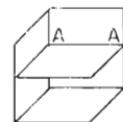
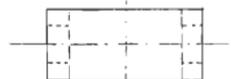
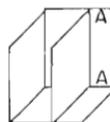


Fig. 7



Corte A



Corte A



Fig. 8

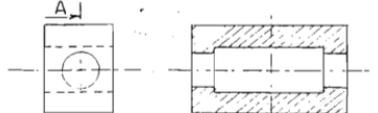
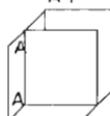
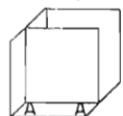


Fig. 9



CORTES LOCALES • SECCIONES

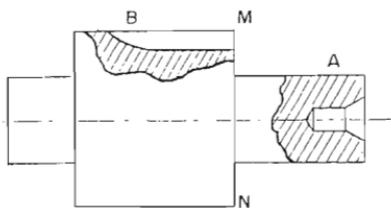


Fig. 1

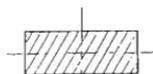


Fig. 3



Fig. 2

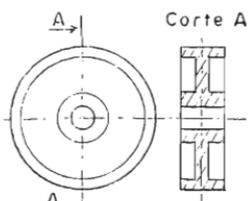
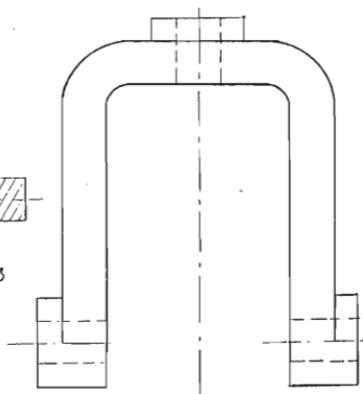


Fig. 4

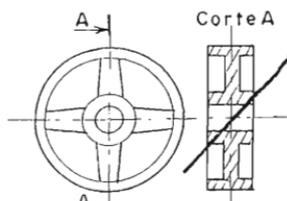


Fig. 5

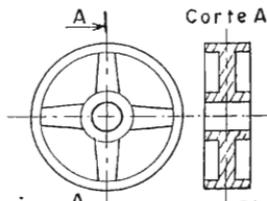


Fig. 6

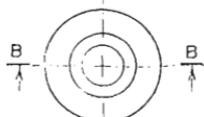
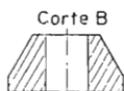


Fig. 7

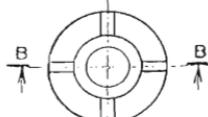
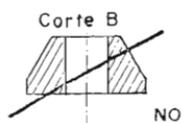


Fig. 8

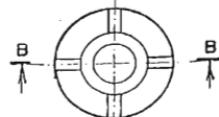


Fig. 9

CORTES POR PLANOS PARALELOS ABATIMIENTOS

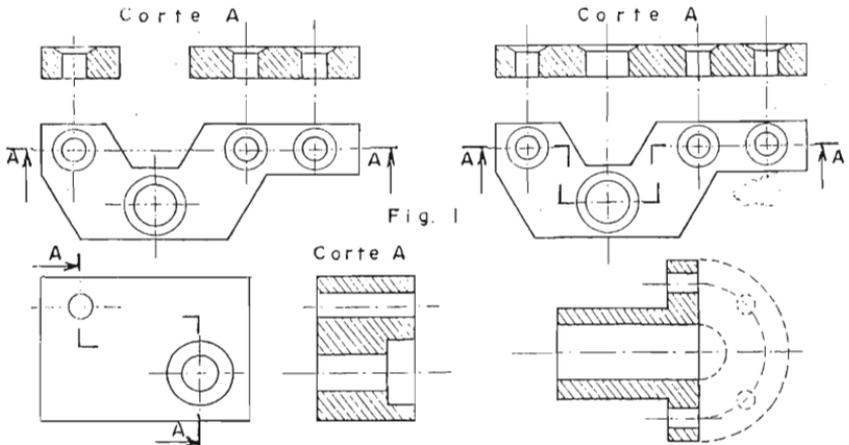


Fig. 2

Fig. 3

CORTES POR PLANOS SECANTES

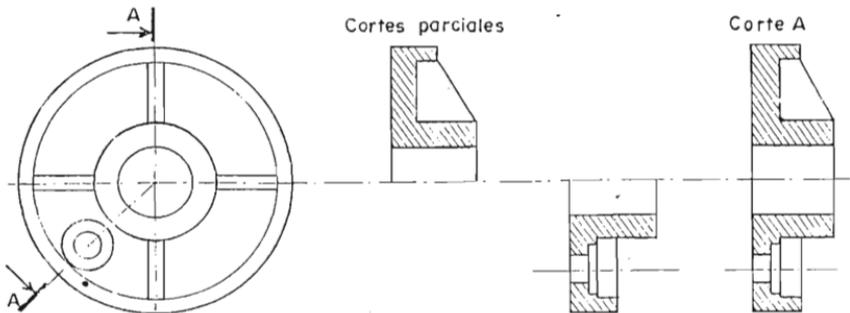


Fig. 4

- A estos cuerpos se les puede cortar por sus ejes principales o perpendicularmente a éstos, permitiendo reemplazar la línea de contornos o de aristas ocultas por visibles.
- Representa la parte cortada por el plano de corte y lo que está detrás del mismo.
- Un corte se identifica por el rayado que se le hace a la superficie que atravesó el plano de corte.
- El trazo del plano de corte se representa por una línea fina y mixta en cuyos extremos lleva un pequeño segmento de línea gruesa.
- El sentido de observación de la parte cortada se indica mediante flechas que apuntan al centro de los segmentos mencionados anteriormente y se identifican con las primeras letras mayúsculas del abecedario.

Cortes sencillos

El sólido se supone cortado por un plano paralelo a uno de los planos de proyección; en la vista en la cual el plano de proyección sea paralelo al plano secante.

La sección, parte de la pieza situada en el plano secante, es rayada.

Se emplea el semicorte en todos los casos en que el corte completo es absolutamente simétrico respecto de un eje.

Cortes locales

Si la pieza no presenta un plano de simetría absoluta, siempre será posible trazar cortes parciales que se llaman cortes locales cuando no corresponden más que a un detalle poco extenso.

Secciones

Suponiendo cortada por un plano perpendicular a uno de los planos de proyección un sólido o una de sus partes solo se dibuja la sección del sólido por este plano, ya que una sección no es una vista de la pieza.

Se determina por su trazo el plano secante y si es necesario se le indica por una flecha el sentido de la observación.

Se dibuja en línea continua delgada la sección rebatida, después de un abatimiento alrededor de su eje en la misma vista cortada por el plano secante.

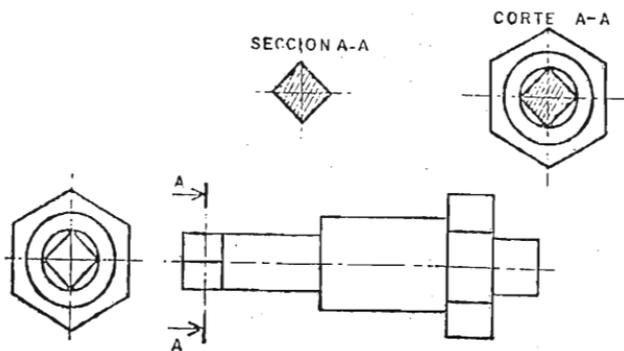
También se puede suponer cambiada en el plano secante la sección salida después de un abatimiento.

EMPLEO DE LOS CORTES Y SECCIONES

Mediante las convenciones relativas a la representación de las líneas visibles u ocultas, las formas exteriores e interiores de una pieza puede quedar determinada sin tener que usar cortes y secciones. Sin embargo el uso de cortes y secciones, se impone para la representación de piezas de formas complicadas, por las facilidades que resultan de ellas para la ejecución y la lectura de los dibujos.

Los cortes y secciones ponen en evidencia:

- Las formas de las secciones.
- El contorno de las formas interiores.
- Los espesores de las piezas.
- Se tiene la ventaja de simplificar el trazado de las vistas, solo una parte de la pieza es representada, y de sustituir las líneas interrumpidas por líneas continuas gruesas.



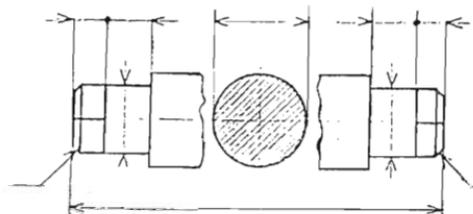
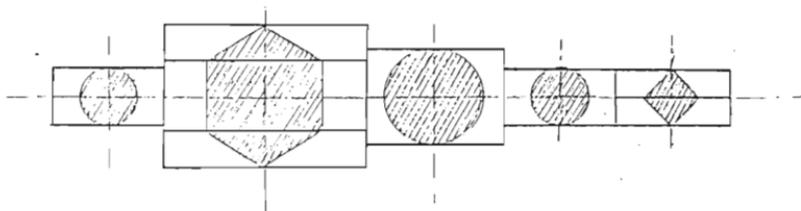
Secciones abatidas

En la vista frontal de piezas con tramos suficientemente largos de sección constante, se pueden dibujar las secciones abatidas alrededor de las trazas de los planos de corte.

Las secciones se dibujan con el contorno de línea fina continua, sin interrumpir las líneas de esta, a menos que fuera estrictamente necesario.

Vistas interrumpidas

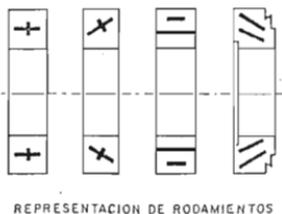
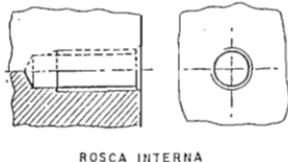
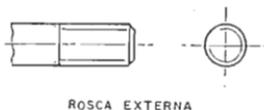
Piezas de gran longitud y sección constante, que tienen detalles importantes en los extremos únicamente, resulta impropio dibujarlas a escala. Por facilidad se acostumbra representarlas como si la parte central estuviese cortada, en algunos casos el espacio central se utiliza para ubicar una sección.



Otras convenciones

En dibujo técnico, se aceptan algunas representaciones que no corresponden a las proyecciones ortogonales.

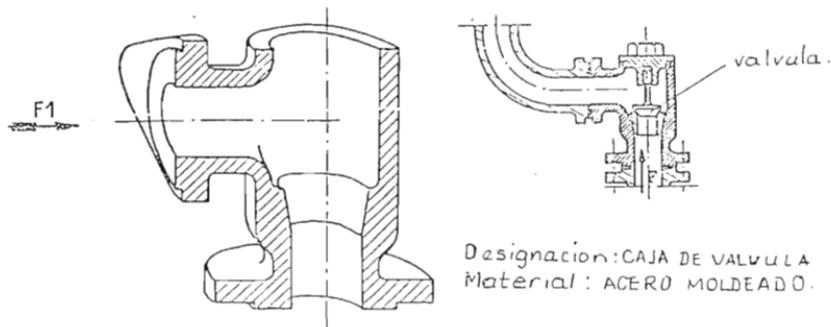
La finalidad de esto es simplificar la representación como en las siguientes ejemplos.



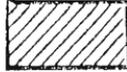
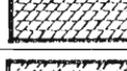
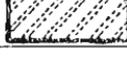
RAYADOS

Se utilizan para identificar las superficies de los cortes o secciones practicados en las piezas.

Se realizan con líneas continuas finas cuyas separaciones deben ser uniformes.



CONVENCIONES DE RAYADOS PARA USO GENERAL

Metales antifricción y todos los metales moldeados sobre otra pieza.	
Metales ligeros como aluminio, magnesio y sus aleaciones.	
Cobre y sus aleaciones.	
Metales y aleaciones ferrosas en general.	
Madera en corte longitudinal.	
Madera en corte transversal.	
Materiales plásticos, aislantes y empaque.	
Vidrio.	

AJUSTES Y TOLERANCIAS

El dibujo de ingeniería es un conjunto de instrucciones que permite al diseñador comunicar las características físicas, exactas y precisas al aparatista de máquinas, modelista, fundidor etc. hacer una pieza de acuerdo con la información especificada.

En el pasado los artesanos expertos, se enorgullecían de su capacidad y destreza para fabricar piezas con dimensiones exactas, sin embargo, el empleo de instrumentos modernos ha demostrado que siempre existen desviaciones y que es prácticamente imposible producir una pieza con dimensiones absolutamente exactas.

Desde que se descubrieron estas variaciones en las dimensiones de las piezas, siempre se ha tenido presente que dichas variaciones se pueden restringir, pero no evitar, por lo que se llegó a la conclusión que se pueden tolerar a menos que afecten el buen funcionamiento de ellas.

Puesto que es imposible, fabricar piezas absolutamente exactas, el proyectista debe establecer las dimensiones máximas y mínimas que pueden ser aceptadas, para que las piezas funcionen satisfactoriamente y estos límites fijan hasta cierto punto, el proceso de fabricación. En cualquier proceso, se tiene una **variación natural (INTRINSECA DE DICHO PROCESO)** en el tamaño de la pieza y el diseñador debe estar consciente de dichas variaciones, para no exigir precisiones que no se pueden obtener ó que resultan demasiado costosas.

Al aplicar las tolerancias sabemos que aún las piezas intercambiables, no necesitan ser exactas, sino que basta con tener control de las dimensiones significativas, dentro de límites definidos. El problema de obtener piezas intercambiables, se basa en la fabricación de las piezas, de manera que los límites estén tan cercanos, que cualquier tamaño intermedio resulte aceptable.

El concepto de límites significa, que una condición básica, definida exactamente mediante un valor numérico ó una especificación, se reemplaza por dos condiciones límites, un nivel normalizado se reemplaza por dos niveles límites, que encierran una zona de aceptabilidad ó de tolerancia y de esta manera se llegó a establecer un programa de fabricación de piezas intercambiables en los métodos de fabricación en masa.

Las tolerancias son las variaciones precisas permisibles que se deben especificar en las piezas mostradas en los dibujos, indicando las dimensiones mínimas y máximas que pueden ser aceptadas.

Las tolerancias más estrictas dan trabajos de mejor calidad, el costo de fabricación se eleva rápidamente conforme disminuyen las tolerancias, por tal motivo deben especificarse las mayores tolerancias posibles sin menoscabo de un funcionamiento adecuado.

SISTEMA ISO

El sistema ISO de tolerancias y ajustes se refiere a las tolerancias sobre las dimensiones de piezas cilíndricas ó no (CUADRADAS HEXAGONALES ETC.) que ajusten dentro de un barrenado.

Por sencillez y dada la importancia, de las piezas cilíndricas de sección circular, el sistema se desarrolla a partir de ellas.

Temperatura de referencia

La temperatura normal de referencia de las medidas industriales y en consecuencia de las dimensiones definidas por este sistema, está fijada en 20° C.

Definiciones

- **Tolerancia.**- Una tolerancia es la variación total permitida en el tamaño de una pieza, es decir, es la diferencia entre la dimensión máxima y la mínima. (VER TABLA NO. 1).
- **Tolerancia unilateral.**- Cuando la dimensión de una pieza, puede ser solo mayor o solo menor que la dimensión dada. El sistema de tolerancia unilateral es un sistema en el cual la tolerancia se da únicamente en un sentido; más para el agujero y menos para el eje.
- **Tolerancia bilateral.**- Cuando la dimensión de una pieza puede ser mayor o menor que la dimensión dada.
- **Medida o tamaño básico.**- Es la dimensión teórica exacta a partir de la cual se toman los límites en más o en menos.
- **Límites.**- Los límites son las dimensiones máxima y mínima permisibles.
- **Ajustes.**- El ajuste entre dos piezas que deben acoplarse, es la relación que existe entre ellas, con respecto a la cantidad de juego ó interferencia que se presenta, cuando se efectúa el ensamble.
- **Holgura ó juego.**- Diferencia de dimensiones, que se presentan, cuando el elemento externo es mayor que el interno. Diferencia de medida entre agujero y eje ó entre cojinete y muñón. La holgura diametral es la diferencia entre los diámetros y la holgura radial la diferencia entre radios.
- **Margen.**- Es la holgura mínima ó el ajuste más apretado.
- **Interferencia.**- Es lo contrario de holgura; es decir, cuando el diámetro del elemento interno, es mayor que el diámetro del elemento externo

Los ajustes más utilizados son los del tipo Agujero Normal. Una buena razón es que es más fácil variar las dimensiones de un árbol que de un agujero. En la Tabla III se dan una serie de ajustes que se recomiendan para uso en mecánica general. En la tabla II encontramos las tolerancias principales, para agujeros y árboles.

EJEMPLOS

1. Para una dimensión nominal de 63 mm, tabla I, Perteneciente al escalón 50 a 80 con una calidad 5 corresponde un intervalo de tolerancia de $13 = 0.013$ mm.
2. Para una dimensión nominal de 63 mm con una calidad 16 corresponde un intervalo de tolerancia de $1900 = 1.9$ mm.
3. H7 representa agujeros, letra mayúscula, cuya tolerancia tiene una posición H con dimensión nominal de 40 mm y una calidad 7, siguiendo la tabla II a 40 H7 corresponden las dimensiones $+25 / 0$ por lo que $40 H7 = 40 +0.025 / 0$.
4. 80 f6, representa Árbol, letra minúscula, cuya tolerancia tiene una posición f con dimensión nominal 80 mm y una calidad 6, de la tabla II, 80 f6 se tienen las desviaciones $-30 / -49$ por lo que $80 f6 = 80 - 0.030 / -0.049$

TABLA I		INTERVALOS DE TOLERANCIA FUNDAMENTALES																	
		Valores en micras (0.001 mm)																	
CALIDADES		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DIAMETROS EN MILIMETROS	> 3 a 6	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
	> 6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
	> 10 a 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
	> 18 a 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
	> 30 a 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	400	620	1000	1600
	> 50 a 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
	> 80 a 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
	> 120 a 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
	> 180 a 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
	> 250 a 315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
	> 315 a 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	91	140	230	360	570	900	1400	2300	3600

TABLA II		TOLERANCIAS PRINCIPALES												
		AGUJERO NORMAL												
Valores en micras (0.001 mm)		Temperatura de referencia 20° C												
Dimensiones en mm		3-6	6-10	10-14	14-18	18-25	25-50	50-80	80-110	110-150	150-200	200-250	250-315	315-400
ACUJETOS	H6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H7	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	0
	H8	+14	+18	+22	+27	+33	+39	+46	+54	+63	+72	+81	+89	0
	H9	+25	+30	+36	+43	+52	+62	+74	+87	+100	+115	+130	+140	0
	H11	+60	+75	+90	+110	+130	+160	+190	+220	+250	+290	+320	+360	0
ARBOLLES	g5	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-17	-14
	h5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	f5	+2	-2.5	-3	-4	+4.5	+5.5	+6.5	+7.5	+9	+10	+11.5	+12	+12
	k5	+4	+6	+7	+9	+11	+13	+15	+18	+21	+24	+27	+29	+29
	f6	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-60	-60
	g6	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-17	-14
	h6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k6	+3	+4	+4.5	+5.5	+6.5	+8	+9.5	+11	+12.5	+14.5	+16	+16	+16
	m6	+8	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+36	+40	+46	+52	+57	+57
	p6	+12	+20	+25	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+79	+88	+98	+98
	e7	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-125
	f7	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-60	-60
	h7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e8	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-125
	f8	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-60	-60
	h8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	d9	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-210
e9	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-125	
d11	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-210	
h11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
k11	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-210	

TABLA III AJUSTES PRINCIPALES		Arbole (posición)	AJUSTES Y POSICIONES DE LOS APRIETES					
UTILIZAN DE PREFERENCIA LOS DE LOS CIRCULOS			H 6	H 7	H 8	H 9	H 11	
AJUSTES CON JUEGO	JUEGO AMPLIO	Ensamblajes cuyo funcionamiento requiere juego amplio por distorsiones, mal alineamiento, cojinetes, grandets, etc.	c				9	11
			d				9	(11)
	JUEGO MEDIANO	Piezas que giran o deslizan con una buena lubricación.	e		7	(8)	(9)	
			f	6	6-7	(7)		
JUEGO PEQUEÑO	Piezas con poca presión y movimiento, de pequeña anchura.	g	5	(6)				
AJUSTE EXACTO		h	(5)	(6)	(7)	(8)		
AJUSTES CON APRIETE	APRIETE DEBIL	El ensamble se puede hacer a mano, la unión no puede transmitir esfuerzos. Se puede montar y desmontar.	Ensamble a mano		j	(5)	6	
			Ensamble a mano auxiliado por de un mazo		k	(6)		
	APRIETE MEDIANO	Imposible desmontar sin deterioro. La unión puede transmitir esfuerzos.	Ensamble a mano auxiliado por de un mazo		m	(6)		
			Ensamble a prensa		p	(6)		
	APRIETE FUERTE	Imposible desmontar sin deterioro. La unión puede transmitir esfuerzos.	Ensamble a prensa		s		7	
			Ensamble a prensa o por extrusión (verificar los esfuerzos internos).		u		7	
			x		7			
				t		7		

Máquina	Calidad
Torno paralelo clásico	7
Torno revólver	9-8
Torno semiautomático	8-7
Torno vertical	8-7
Torno automático mono-husillo	9-7
Torno automático multi-husillo	9-7
Fresadora vertical	7
Fresadora horizontal	7
Fresadora universal	7
Fresadora de control numérico	8
Cepillo de codón	8
Cepillo de mesa	8-7
Mortajadora	9-8
Brochadora	7

Máquina	Calidad
Taladradora de columna:	
con broca	11
con escariador	7
Taladradora radial:	
con broca	11
con escariador	7
Talladora c/fresa plana de módulo	7
Talladora c/fresa madre	7
Talladora c/fresa piñón	7
Talladora c/fresa cremallera	7
Talladora por mortajado	7-9
Talladora tipo Gleason	8-7
Rectificadora de engranes	6-5
Rasuradora de engranes	6-5
Rectificadora plana	6-4
Rectificadora de revolución	6-5
Rectificadora sin centros	6-5

SISTEMA INGLÉS

La ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE) emitió la disposición ANSI 8-4-1-1967 "Límites y Ajustes Preferidos para Partes Cilíndricas" en donde se definen términos y se recomiendan tamaños estándar las tolerancias, los juegos, las discrepancias permisibles y los ajustes preferidos.

Definiciones

- **Tamaño Nominal.**- El tamaño nominal es la designación que se utiliza con fines de identificación general.
- **Tamaño Básico.**- El tamaño básico donde se derivan los límites de tamaño por la aplicación de discrepancias y tolerancias.
- **Discrepancia (Margen) (Allowance).**- Una discrepancia es una diferencia intencional entre los límites máximos de materiales coincidentes. Es una holgura ó juego mínimo, (DISCREPANCIA POSITIVA) o una interferencia máxima (DISCREPANCIA NEGATIVA) entre parte coincidentes.
- **Tolerancia.**- Una tolerancia es la variación permisible total de un tamaño. La tolerancia es la diferencia entre los límites de tamaño.
- **Límites de Tamaño.**- Los límites de tamaño son los mínimos y máximos aplicables.
- **Ajuste.**- Es el término genérico empleado para significar el grado de apriete que pueda resultar de la aplicación de una combinación específica de discrepancia y tolerancia en el diseño de partes coincidentes.
- **Ajustes con Huelgo.**- Es el que tiene límites de tamaño especificados de tal forma que siempre resulte una holgura o juego cuando se montan las partes.
- **Ajuste de Interferencia.**- Es el que tiene límites de tamaño prescritos en tal forma que siempre resulta una interferencia cuando se montan las partes.

- **Ajuste de Transición.**- Es el que tiene límites de tamaños prescritos, de modo que puede resultar, bien una holgura o una interferencia cuando se montan las partes.
- **Sistema Agujero Básico.**- Es un sistema de ajustes en donde el tamaño de diseño del agujero es el básico y la discrepancia se aplica al eje.
- **Sistema Eje ó Árbol Básico.**- Es un sistema de ajuste en donde el tamaño de diseño del eje es el básico y la discrepancia se aplica al agujero.
- **Clases Generales de Ajustes.**- Se han normalizado y clasificado cinco tipos de ajustes por medio de símbolos. Las tablas han sido concebidas para el sistema de agujero básico.

RC - Ajuste giratorio ó deslizante.

LC - Ajuste con huelgo de localización.

LT - Ajuste de transición.

LN - Ajuste de interferencia localizada.

FW - Ajuste forzado o de contracción.

Ajuste giratorio o deslizante

- Estos ajustes se destinan a proporcionar un trabajo de giro, con una lubricación adecuada, a través de todos los tamaños.
- **RC1.**- Ajustes deslizantes proyectados para una colocación precisa de las piezas, que deben ser montadas sin juego perceptible.
- **RC2.**- Ajustes deslizantes proyectados para una colocación precisa, pero con mayor huelgo que en la clase RC1.
- **RC3.**- Ajustes giratorios de precisión, los más precisos que deben girar libremente, proyectados para trabajos de precisión a bajas velocidades y presiones ligeras en las chumaceras.
- **RC4.**- Ajustes giratorios de precisión proyectados para máquinas de precisión con velocidades de superficie y presión moderada en las chumaceras.
- **RC5 y RC6.**- Ajustes giratorios medianos, proyectados para velocidades de giro, elevadas ó presiones fuertes en las chumaceras.
- **RC7.**- Ajustes de giro libre para usarse donde la presión no es esencial ó donde es probable encontrar grandes variaciones de temperatura.

- **RC8 y RC9**.- Ajustes giratorios flojos, proyectados para usar con materiales como ejes y tubos laminados en frío hechos a tolerancias comerciales.

Ajustes localizadores

- Los ajustes localizadores se dividen en tres grupos: Ajustes Holgados (LC), Ajustes de Transición (LT) y Ajustes de Interferencia (LN).
- **LC**.- Ajustes con huelgo que se proyectan para piezas que normalmente están estacionarias, pero que se pueden montar ó desmontar libremente. Varían desde ajustes sin huelgo para piezas que requieren exactitud posicional, pasando por ajustes de juego mediano, para piezas tales como espigas de máquinas, hasta los más precisos ajustes de sujetadores donde la libertad de montaje es de primordial importancia.
- **LT**.- Los ajustes de transición, son un compromiso entre los ajustes holgados y los de interferencia, para aplicaciones donde la exactitud posicional es importante pero se permite una pequeña cantidad de huelgo ó interferencia.
- **LN**.- Ajustes localizadores de interferencia que se proyectan para usarse, donde la exactitud posicional es de primordial importancia y para piezas que requieren rigidez y alineamiento, sin requisitos especiales para presión en el agujero.

Ajustes forzados

Los ajustes forzados ó de contracción, constituyen un tipo especial de ajustes de interferencia, que se caracterizan normalmente por mantener presiones constantes en el agujero a través de todos los tamaños.

- **FN1**.- Los ajustes forzados ligeros, son los que requieren ligeras presiones de montaje y producen montajes más o menos permanentes.
- **FN2**.- Los ajustes forzados medianos, son apropiados para partes corrientes de acero, o para ajustes de contracción sobre secciones ligeras.
- **FN3**.- Ajustes forzados pesados, que son apropiados para partes de acero pesadas ó para ajustes de contracción en secciones medianas.
- **FN4 y FN5**.- Ajustes forzados, apropiados para piezas que puedan recibir esfuerzos, ó para ajustes de contracción donde no son prácticas las pesadas fuerzas de presión requeridas.

Tabla C-1 Ajustes correctivos de rotación libre

Rango de tasas nominales, % ^a	Clase RC-1		Clase RC-2		Clase RC-3		Clase RC-4	
	Unidad estándar		Unidad estándar		Unidad estándar		Unidad estándar	
	Aplicar 105	Factor 0.8	Aplicar 106	Factor 0.8	Aplicar 107	Factor 0.6	Aplicar 108	Factor 0.7
Más de 12.0	1.02	0	1.025	0	1.04	0	1.06	0
0 - 0.12	0.45	-0.25	0.55	-0.1	0.95	-0.55	1.3	-0.7
0.12 - 0.24	0.15	0	0.15	0	0.15	0	0.4	0
0.24 - 0.40	0.2	0	0.65	0	1.2	0	1.6	0
0.40 - 0.71	0.25	0	0.25	0	0.25	0	0.5	0
0.71 - 1.19	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.6	0
1.19 - 1.97	0.4	0	0.4	0	0.4	0	0.8	0
1.97 - 3.15	0.4	0	0.4	0	0.4	0	1.1	0
3.15 - 4.71	0.5	0	0.5	0	0.5	0	1.4	0
4.71 - 7.09	0.6	0	0.6	0	0.6	0	1.6	0
7.09 - 9.85	0.6	0	0.6	0	0.6	0	2.0	0
9.85 - 12.41	0.8	0	0.8	0	0.8	0	2.5	0

Tabla C-1 (continuación)

Rango de tasas nominales, % ^a	Clase RC-5		Clase RC-6		Clase RC-7		Clase RC-8		Clase RC-9	
	Unidad estándar		Unidad estándar		Unidad estándar		Unidad estándar		Unidad estándar	
	Aplicar 108	Factor 0.7	Aplicar 109	Factor 0.6	Aplicar 110	Factor 0.6	Aplicar 110	Factor 0.8	Aplicar 111	Factor
Más de 12.0	1.06	0	1.10	0	1.10	0	1.16	0	1.25	0
0 - 0.12	1.6	-1.0	2.2	-1.2	2.6	-1.6	5.1	-3.5	8.1	-5.6
0.12 - 0.24	0.8	0	0.8	0	1.2	0	1.8	0	4.5	0
0.24 - 0.40	1.0	0	1.0	0	1.6	0	3.0	0	5.0	0
0.40 - 0.71	1.2	0	1.2	0	2.0	0	3.5	0	6.0	0
0.71 - 1.19	1.6	0	1.6	0	2.5	0	4.5	0	8.0	0
1.19 - 1.97	2.0	0	2.0	0	3.0	0	5.0	0	10.0	0
1.97 - 3.15	2.5	0	2.5	0	4.0	0	6.0	0	9.0	0
3.15 - 4.71	3.0	0	3.0	0	5.0	0	8.0	0	10.0	0
4.71 - 7.09	3.5	0	3.5	0	6.0	0	10.0	0	12.0	0
7.09 - 9.85	4.0	0	4.0	0	7.0	0	11.0	0	15.0	0
9.85 - 12.41	5.0	0	5.0	0	8.0	0	12.0	0	18.0	0

^a Las tasas están en notación de porcentaje. Las tasas para el ajuste se aplican directamente al resultado de la operación de ajuste. Las tasas nominales de los depósitos de ahorro se aplican al saldo de los depósitos de ahorro. Las tasas de los depósitos de ahorro se aplican al saldo de los depósitos de ahorro. Las tasas nominales de los depósitos de ahorro se aplican al saldo de los depósitos de ahorro. Las tasas nominales de los depósitos de ahorro se aplican al saldo de los depósitos de ahorro. Las tasas nominales de los depósitos de ahorro se aplican al saldo de los depósitos de ahorro.

Tabln C-2 Ajustes de juego localizado*

Rango de valores estadísticos, σ/μ	Clase LC 1		Clase LC 2		Clase LC 3		Clase LC 4		Clase LC 5						
	Límites del juego	Límites estándar		Límites del juego	Límites estándar		Límites del juego	Límites estándar		Límites del juego	Límites estándar				
		Agujero h6	Flecha h5		Agujero h7	Flecha h6		Agujero h8	Flecha h7		Agujero h9	Flecha h8	Agujero h7	Flecha h6	
0 - 0.13	0.45	+0.25	+0	0.65	+0.4	+0	1	+0.6	+0	2.6	+1.6	+0	0.1	+0.4	-0.1
0.13 - 0.24	0.5	+0.3	+0	0.8	+0.5	+0	1.2	+0.7	+0	3.0	+1.8	+0	0.15	+0.5	-0.15
0.24 - 0.40	0.65	+0.4	+0	1.0	+0.6	+0	1.5	+0.9	+0	3.6	+2.2	+0	0.2	+0.6	-0.2
0.40 - 0.71	0.7	+0.4	+0	1.1	+0.7	+0	1.7	+1.0	+0	4.4	+2.8	+0	0.25	+0.7	-0.25
0.71 - 1.19	0.9	+0.5	+0	1.3	+0.8	+0	2	+1.2	+0	5.5	+3.5	+0	0.3	+0.8	-0.3
1.19 - 1.92	1.0	+0.6	+0	1.6	+1.0	+0	2.6	+1.6	+0	6.5	+4.0	+0	0.4	+1.0	-0.4
1.92 - 3.15	1.2	+0.7	+0	1.9	+1.2	+0	3	+1.8	+0	7.5	+4.5	+0	0.4	+1.2	-0.4
3.15 - 4.71	1.5	+0.9	+0	2.1	+1.4	+0	3.6	+2.2	+0	8.5	+5.0	+0	0.5	+1.4	-0.5
4.71 - 7.09	1.7	+1.0	+0	2.6	+1.6	+0	4.1	+2.5	+0	10	+6.0	+0	0.6	+1.6	-0.6
7.09 - 9.85	2.0	+1.2	+0	3.0	+1.8	+0	4.6	+2.8	+0	11.5	+7.0	+0	0.6	+1.8	-0.6
9.85-12.41	2.1	+1.2	+0	3.2	+2.0	+0	5	+3.0	+0	13	+8.0	+0	0.7	+2.0	-0.7

Tabla C-2 (continuación)

Rango de valores estadísticos, σ/μ	Clase LC 6		Clase LC 7		Clase LC 8		Clase LC 9		Clase LC 10		Clase LC 11							
	Límites del juego	Límites estándar		Límites del juego	Límites estándar		Límites del juego	Límites estándar		Límites del juego	Límites estándar							
		Agujero h8	Flecha h7		Agujero h10	Flecha h9		Agujero h11	Flecha h10		Agujero h12	Flecha	Agujero h13	Flecha				
0 - 0.13	0.1	+1.0	-0.3	0.6	+1.6	-0.6	1.0	+1.6	-1.0	2.5	+2.5	-2.5	4	+4	-4	5	+6	-5
0.13 - 0.24	0.4	+1.1	-0.4	0.8	+1.8	-0.8	1.2	+1.8	-1.2	2.8	+3.0	-2.8	4.5	+4.5	-4.5	6	+7	-6
0.24 - 0.40	0.5	+1.4	-0.5	1.0	+2.2	-1.0	1.6	+2.2	-1.6	3.0	+3.5	-3.0	5	+6	-5	7	+9	-7
0.40 - 0.71	0.6	+1.6	-0.6	1.2	+2.8	-1.2	2.0	+2.8	-2.0	3.5	+4.0	-3.5	6	+7	-6	8	+10	-8
0.71 - 1.19	0.8	+1.8	-0.8	1.6	+3.5	-1.6	2.5	+3.5	-2.5	4.5	+5.0	-4.5	7	+8	-7	10	+12	-10
1.19 - 1.92	1.0	+2.5	-1.0	2.0	+4.0	-2.0	3.0	+4.0	-3.0	5	+6	-5	8	+10	-8	12	+16	-12
1.92 - 3.15	1.2	+3.0	-1.2	2.5	+4.5	-2.5	4.0	+4.5	-4.0	6	+7	-6	10	+12	-10	14	+18	-14
3.15 - 4.71	1.4	+3.5	-1.4	3.0	+5.0	-3.0	5.0	+5.0	-5.0	7	+9	-7	11	+14	-11	16	+22	-16
4.71 - 7.09	1.6	+4.0	-1.6	3.5	+5.5	-3.5	6	+6	-6	8	+10	-8	12	+16	-12	18	+25	-18
7.09 - 9.85	2.0	+4.5	-2.0	4.0	+6.0	-4.0	7	+7	-7	10	+12	-10	16	+22	-16	22	+30	-22
9.85-12.41	2.2	+5.0	-2.2	4.5	+6.5	-4.5	7	+8	-7	12	+14	-12	20	+28	-20	28	+40	-28

* Los límites están en milímetros de pulgadas. Los límites para el agujero se aplican al agujero cuando el tamaño del agujero para alinear los límites está dentro de los límites. Los datos en los cuadrados están de acuerdo a los criterios de la ABC. Estos datos no se muestran completamente en la tabla. La tabla completa tiene hasta un tamaño nominal de 200 pul. Los símbolos h6, h5, etc., son designaciones para el agujero y la flecha usadas en el sistema ABC.

Tabla C-5 Ajustes por fuerza y contracción*

Rango de tamaños nominales, plg	Clase FN 1		Clase FN 2		Clase FN 3		Clase FN 4		Clase FN 5			
	Límites de interferencia	Límites eslabón		Límites de interferencia	Límites eslabón		Límites de interferencia	Límites eslabón		Límites de interferencia	Límites eslabón	
		Agujero 116	Fecha 116		Agujero 117	Fecha 117		Agujero 117	Fecha 118		Agujero 118	Fecha 118
Máx de - Mín												
0 - 0.12	0.05 0.5	+0.25 -0	+0.5 0.3	0.2 0.2	+0.4 -0	+0.85 0.6						
0.12 - 0.24	0.1 0.6	+0.3 -0	+0.6 0.4	0.2 1.0	+0.5 -0	+1.0 0.7						
0.24 - 0.40	0.1 0.75	+0.4 -0	+0.75 0.5	0.4 1.4	+0.6 -0	+1.1 0.8						
0.40 - 0.56	0.1 0.8	+0.4 -0	+0.8 0.5	0.5 1.6	+0.7 -0	+1.6 1.2						
0.56 - 0.71	0.2 0.9	+0.4 -0	+0.9 0.6	0.5 1.6	+0.7 -0	+1.6 1.2						
0.71 - 0.95	0.2 1.1	+0.5 -0	+1.1 0.9	0.6 1.9	+0.8 -0	+1.9 1.4						
0.95 - 1.19	0.3 1.2	+0.5 -0	+1.2 1.0	0.6 1.9	+0.8 -0	+1.9 1.4	0.8 2.1	+1.8 1.6	1.0 2.3	+0.8 -0	+1.8 1.3	+1.2 +0.6
1.19 - 1.58	0.3 1.3	+0.6 -0	+1.3 1.0	0.8 2.4	+1.0 -0	+2.4 1.8	1.0 2.6	+1.6 3.1	1.5 -0	+1.0 +2.5	+3.1 4.0	+1.6 +3.0
1.58 - 1.97	0.4 1.4	+0.6 -0	+1.4 1.0	0.8 2.4	+1.0 -0	+2.4 1.8	1.2 2.8	+1.8 3.4	1.8 -0	+1.0 +2.8	+3.4 5.0	+1.6 +4.0
1.97 - 2.56	0.6 1.9	+0.7 -0	+1.8 1.4	0.8 2.4	+1.2 -0	+2.7 1.8	1.3 3.1	+1.2 3.4	2.3 -0	+1.2 +3.1	+3.2 4.0	+1.8 +4.0
2.56 - 3.15	0.7 1.9	+0.7 -0	+1.9 1.4	1.0 2.9	+1.2 -0	+2.9 2.2	1.8 3.7	+1.2 3.8	2.8 4.7	+1.2 -0	+4.7 4.2	+1.8 +6.0
3.15 - 3.94	0.9 2.4	+0.9 -0	+2.4 1.8	1.4 3.7	+1.4 -0	+3.7 2.8	2.1 4.4	+1.4 3.5	3.6 5.9	+1.4 -0	+5.9 4.8	+2.2 +7.0
3.94 - 4.71	1.1 2.6	+0.9 -0	+2.6 1.9	1.6 3.9	+1.4 -0	+3.9 3.0	2.6 4.9	+1.4 3.0	4.6 6.9	+1.4 -0	+6.9 5.8	+2.2 +9.4
4.71 - 5.57	1.3 2.9	+1.0 -0	+2.9 2.2	1.9 4.5	+1.6 -0	+4.5 3.5	3.4 6.0	+1.6 3.5	5.4 8.0	+1.6 -0	+8.0 7.5	+2.5 +10.0
5.57 - 6.30	1.5 3.2	+1.0 -0	+3.2 2.5	2.4 5.0	+1.6 -0	+5.0 4.0	3.4 6.0	+1.6 3.5	5.4 8.0	+1.6 -0	+8.0 9.5	+2.5 +10.0
6.30 - 7.07	1.8 3.5	+1.0 -0	+3.5 2.8	2.9 5.5	+1.6 -0	+5.5 4.5	4.4 7.0	+1.6 3.5	6.4 9.0	+1.6 -0	+9.0 9.5	+2.5 +10.0
7.07 - 7.88	1.8 3.8	+1.2 -0	+3.8 3.0	3.2 6.2	+1.8 -0	+6.2 5.0	5.2 8.2	+1.8 3.0	7.2 10.2	+1.8 -0	+10.2 11.8	+2.8 +15.8
7.88 - 8.86	2.3 4.3	+1.2 -0	+4.3 3.5	3.2 6.2	+1.8 -0	+6.2 5.0	5.2 8.2	+1.8 3.0	8.2 11.2	+1.8 -0	+11.2 13.2	+2.8 +16.0
8.86 - 9.85	2.3 4.3	+1.2 -0	+4.3 3.5	3.2 6.2	+1.8 -0	+6.2 5.0	6.2 9.2	+1.8 3.0	10.2 13.2	+1.8 -0	+13.2 17.8	+2.8 +17.8
9.85 - 11.01	2.8 4.9	+1.2 -0	+4.9 4.0	4.0 7.2	+2.0 -0	+7.2 6.0	7.0 10.2	+2.0 3.0	+10.2 13.2	+2.0 -0	+13.2 20.0	+3.0 +18.0
11.01 - 12.41	2.8 4.9	+1.2 -0	+4.9 4.0	4.0 8.2	+2.0 -0	+8.2 7.0	7.0 10.2	+2.0 3.0	+10.2 15.2	+2.0 -0	+15.2 27.0	+3.0 +20.0

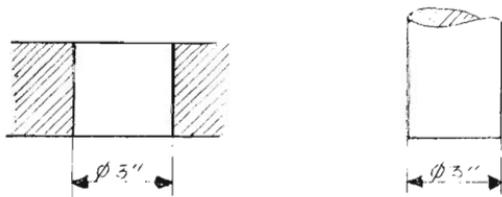
* Los límites están en milésimas de pulgada. Los límites para el agujero y la fecha se aplican algebraicamente al tamaño básico para obtener los límites del tamaño de las partes. Los datos en esta tabla están de acuerdo con los convenios de la ABC. Estos datos no se muestran completamente en la tabla. La tabla completa llega hasta un tamaño nominal de 200 plg. Los símbolos H7, H6, etc., son designaciones para el agujero y la fecha usadas en el sistema ABC.

Ejemplos

Dadas las dimensiones mostradas. ¿Cuáles serán las tolerancias para el agujero y el árbol? ¿Cuál es el valor del margen?



Un eje de 3" gira sobre un cojinete de deslizamiento. La tolerancia para el árbol y para el cojinete es de 0.003" y el margen requerido es de 0.004". Dimensionar el árbol y el agujero de acuerdo con el sistema de agujero básico.



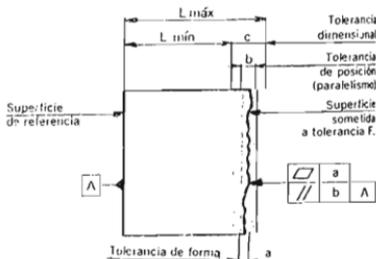
Dimensionar el árbol y el agujero en los casos siguientes:

- Cojinete y árbol de 0.5" para un motor eléctrico.
- Ajuste semiforzado sobre un eje de 8".
- Un cojinete de 2" para el mecanismo de elevación de una motoniveladora.

TOLERANCIAS DE FORMA Y POSICIÓN

Este tipo de tolerancias, afectan a la forma y posición de un elemento.

A diferencia de las tolerancias Dimensionales las tolerancias de forma y posición no afectan en forma directa a una dimensión lineal o angular; otra de las diferencias consiste en la forma de representarlas.



Representación

El elemento de referencia es señalado mediante un triángulo lleno.

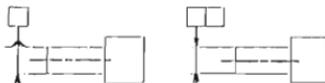
El elemento al que se refiere la tolerancia se indica por una flecha.

En función de la posición que ocupe el triángulo o la flecha, podemos distinguir tres casos:

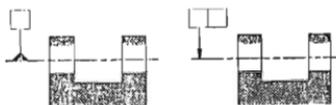
- Si el triángulo o la flecha se aplican sobre el elemento o sobre una línea de referencia, la tolerancia se refiere al elemento en sí mismo.



- Si el triángulo o la flecha se aplican en la prolongación de la línea de cota, la tolerancia se refiere al eje ó plano medio acotado.



- Si el triángulo o la flecha están sobre un eje o plano medio, la referencia se refiere al eje ó plano medio de todos los elementos comunes a los mismos.

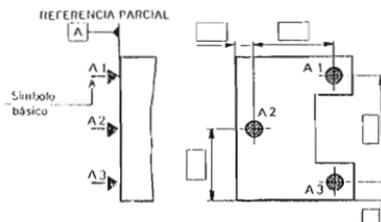


Los defectos de forma del elemento de referencia deben ser despreciables con respecto al elemento a controlar, ello puede requerir:

- Prescribir una tolerancia de forma restrictiva para la superficie de referencia.



Señalar la posición de unos puntos, que definan geoméricamente la superficie de referencia. Para este fin, se utiliza un símbolo básico que expresa la eliminación geométrica de un grado de libertad. Este símbolo puede ser proyectado y su proyección puede ser acotada.



TOLERANCIAS DE FORMA

SÍMBOLO						
SIGNIFICACIÓN	Forma de una superf. cualquiera	Forma de una línea cualquiera	Planicidad	Rectitud	Cilindricidad	Redondez
Tolerancia amplia*	-	-	0,1 mm/m	0,1 mm/m	0,04 mm/m	II 8
Tolerancia reducida*	-	-	0,04 mm/m	0,02 mm/m	0,02 mm/m	II 5

TOLERANCIAS DE POSICIÓN

SÍMBOLO						
SIGNIFICACIÓN	Inclinación	Paralelismo	Perpendicularidad	Posición	Coaxialidad o concentricidad	Simetría
Tolerancia amplia*	0,4 mm/m	II 9	0,4 mm/m	II 11	0,02	II 11
Tolerancia reducida*	0,1 mm/m	II 5	0,1 mm/m	0,02	0,005	0,02

ACABADO SUPERFICIAL

En el campo de la maquinaria, muy pocas superficies requieren de un control especial de **“Rugosidad”** o lisura. Generalmente el proceso para obtener cierta dimensión, con determinada precisión, es suficiente para dar una superficie de trabajo adecuada. No obstante debe mencionarse que las propiedades y comportamientos de ciertos elementos de máquinas, tales como cojinetes, muñones, émbolos, etc. pueden ser afectados por muchas formas, pero por el grado de aspereza de las superficies se puede asegurar que:

1. El rozamiento y desgaste entre superficies sin lubricación es mayor cuando las superficies en contacto tienen mayor aspereza.
2. La resistencia a la fatiga, es mayor cuando las superficies de las piezas son más lisas.
3. Los ajustes por interferencia son más efectivos con superficies lisas.

Definiciones

- **Rugosidad.**- La rugosidad está formada por irregularidades de la superficie, finamente espaciadas, que son producidas por la acción cortante de los filos de la herramienta y granos abrasivos sobre las superficies maquinadas.
- **Ondulaciones.**- La ondulación es una irregularidad de la superficie, de mayor magnitud que la rugosidad. La ondulación puede ser el resultado de las deflexiones en la máquina ó en la pieza, vibraciones, alabeos, tensiones, tratamientos térmicos o causas similares.
- **Sesgo.**- El sesgo es la dirección predominante de las marcas de la herramienta en la configuración de la herramienta.
- **Micropulgada.**- La unidad de medición es la micropulgada que es la millonésima parte de una pulgada. (0.00001” ; (0.000025 mm).

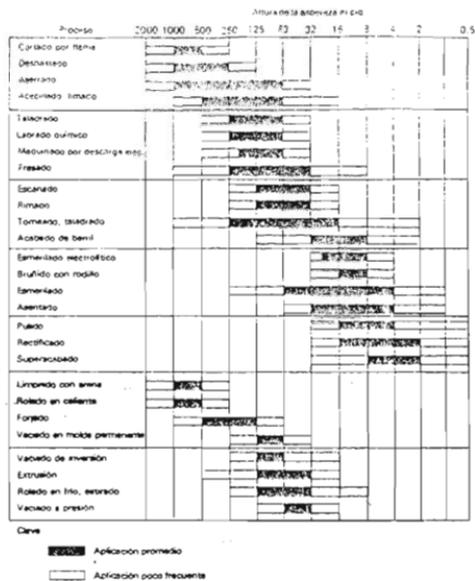
Método de medición

El procedimiento más simple, es una comparación visual con alguna norma establecida. Otros métodos incluyen la comparación microscópica, la medición directa de la profundidad de la marca mediante la interferencia de luz, y la medición de las sombras amplificadas producidas por raspaduras de la superficie. El procedimiento usual es el emplear un estilote de diamante, para explorar sobre la superficie investigada y obtener un perfil aumentado de las irregularidades.

Los valores de la aspereza (EN MICROPULGADAS) deben estar basados en el promedio aritmético, esto es, la desviación promedio de la desviación media aritmética “Ra” se hace sobre la curva de rugosidad dentro de la



2893062



Los límites arriba mostrados son valores típicos de los procesos listados. Se pueden obtener valores mayores o menores bajo condiciones especiales.

Fig. 4-57 Aspereza de la superficie producida por los métodos comunes de producción. [Cortesía de ASME, ANSI Standard B46.1-1961.]

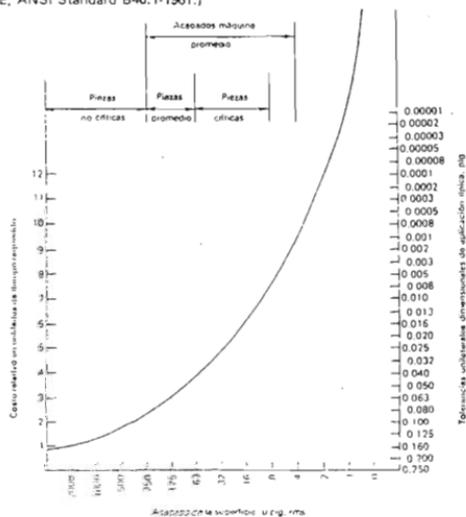


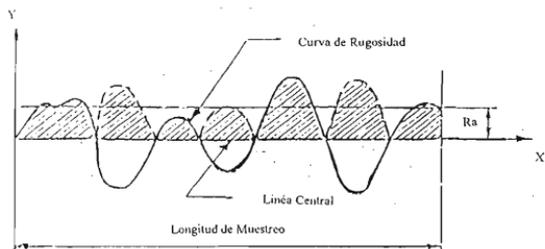
Fig. 4-58 Costo relativo contra acabado de la superficie.

Superficie o parte	Aprox. máxima. *** μ pig. rms											
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	13	16	20
Válvulas de válvula (automóviles)												
Agujeros en cilindros (automóviles)*												
Placas de dentones												
Abridos para anillos de baleros amortiguación												
Muñones												
Pistones												
Lobullos de levas (automóviles)												
Cárteres de rodillos (automóviles)												
Agujeros de cilindros (aviación)**												
Superficies para empujes de cobre												
Superficies para empujes suaves												
Superficies de sellado fluido-desplazamiento o fricción**												
Roscas rectificadas de tornillos y gusinos												
Chumaceras lubricadas a presión												
Válvulas de émbolos (aviación)**												
Agujeros en alojamiento (en émbolos o anillos)												
Cárteres y culatas												
Dientes de turbina y hélices												
Anillos de válvula												
Dientes de engranes (cargas pesadas)												
Dientes de engranes (servicio ordinario como carburantes mayor a 10)												
Dientes de engranes (servicio ordinario para diámetros menor a 10)												
Chumaceras (en general)												
Chumaceras (de precisión)												
Tornillos rosca												
Tornillos de tornos o costados												
Superficies cilíndricas (inecuaciones)												
Superficies de referencia (para tolerancias mínimas a 0.001 pig)												
Superficies de referencia (para tolerancias mayores a 0.001 pig)												
Aperturas de presión												
Tornillos fabricados												
Subj. de desplazamiento de mac. o presis. especiales en general												
Subj. de desplazamiento de mac. o presis. especiales de precisión												
Subj. en contacto manual, como, parámetros, bases, etc.												
Anillos a presión en general, culatas y carburantes												
Anillos de válvulas												
Engranes de guano-en general												
Engranes de guano-cargas pesadas												
Superficies de movimiento en general, levas y seguidores, etc.												
Superficies de movimiento-precisión, servicio pesado												
Superficies en rotación en general, pinas, pernos y agujeros, etc.												
Superficies en rotación-precisión												
Superficies a fricción-tambores de freno, placas de embragues, etc.												
Tornillos fileados												

* Con patrón de revlado cruzado regular
 ** Acabado lo más fino posible
 *** No se consideró el empuje

Fig. 1. Características de acabado con máxima aspereza de superficie para algunas partes típicas de máquinas. [De Roger W. Bolt: *Production Processes-Their Influence on Design*. The Industrial Press, New York, 1956.]

longitud de muestreo a lo largo de su línea central (Ra ES EL VALOR PROMEDIO DE LA RUGOSIDAD) como se muestra en la siguiente figura.



En la siguiente tabla se indican los valores de la rugosidad en Ra admitidos; la clase de rugosidad y su equivalencia con los signos de la norma antigua, de la que todavía existen en la industria en México.

TABLA

VALOR DE LA RUGOSIDAD RAM	CLASE DE RUGOSIDAD	EQUIVALENCIAS APROXIMADAS CON LOS SÍMBOLOS ANTIGUOS	CARACTERÍSTICAS
50	N12	~	MARCAS MUY VISIBLES A SIMPLE VISTA Y AL TACTO
25 12.5	N11 N10	▽	LAS MARCAS SON VISIBLES A SIMPLE VISTA Y AL TACTO
6.3 3.2	N9 N8	▽▽	LAS MARCAS SOLO SON VISIBLES A SIMPLE VISTA
1.6 0.8 0.4 0.2	N7 N6 N5 N4	▽▽▽	LAS MARCAS NO DEBEN SER VISIBLES A SIMPLE VISTA NI AL TACTO
0.1 0.05 0.025	N3 N2 N1	▽▽▽▽	LAS MARCAS NO DEBEN SER VISIBLES EN ABSOLUTO

CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN AL ESTADO DE SUPERFICIE

Superficie de un cuerpo.

- Conjunto de puntos que delimitan una porción del espacio.
- La superficie de una pieza maquinada está formada por una o varias superficies elementales.

Superficie geométrica.

- Definida geoméricamente por cotas nominales (SUPERFICIE PERFECTA)

Superficie especificada.

- Superficie geométrica afectada de tolerancias de fabricación.

Superficie real.

- Se obtiene con los procedimientos de manufactura.
- La superficie real difiere, al ampliar los defectos, de la superficie geométrica.

Superficie medida.

- Resultado de la exploración, con la ayuda de instrumentos de medición de la superficie real.

DEFINICIÓN DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA Y LAS SUPERFICIES QUE SE GENERAN

Definición de máquina-herramienta.

Máquina: Conjunto de mecanismos, elementos y dispositivos que reciben energía y cuyos movimientos organizados, desarrollan un trabajo.

Herramienta: Instrumento de fierro o acero que ayuda o facilita la realización de los trabajos de orden manual realizados por el hombre.

Conjuntando estos dos elementos diremos que:

Máquina-Herramienta es el conjunto de mecanismos, dispositivos y elementos que reciben energía y cuyos movimientos organizados desarrollan un trabajo habitualmente manual, a través de una herramienta.

Clasificación de las máquinas-herramienta

Las máquinas-herramientas se pueden clasificar de muchas formas, por ejemplo:

- Grado de especialización.
- Precisión.
- Normalización ISO.
- Otros.

En nuestro caso haremos una rápida presentación de la clasificación ISO.

Por categoría.

- A - Máquinas - Herramientas para el trabajo con arranque de viruta.
- B - Máquinas - Herramientas para el trabajo por formado.
- C - Máquinas - Herramientas para el trabajo por corte.
- D - Máquinas - Herramientas para el trabajo de soldadura y corte térmico.
- E - Máquinas - Herramientas para el trabajo de madera.

Grupos que forman la categoría "A".

- 11 - Tornos.
- 12 - Roscadoras y machueladoras.
- 13 -Mandrinadoras.
- 21 - Cepillo de Mesa.
- 22 - Cepillo de Codo.
- 31 - Fresadoras.
- 32 - Taladros.
- 41 - Afiladoras.
- 42 - Rectificadoras.

Tipos que forman el grupo 11.

- 111 - Tornos paralelos.
- 112 - Tornos automáticos.
- 113 - Tornos Revolver.
- 114 - Tornos Verticales.
- Tornos CNC.

EJEMPLO: A113 = Máquina Herramienta para el trabajo con arranque de viruta, torno revolver.

MOVIMIENTO DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA

Son dos los tipos de movimiento que presentan las máquinas herramientas:

	Continuo(torno)
	Intermitente (cepillo)
Movimiento de Avance.	Combinado (rectificadora)
	Nulo (brochadora)
	Rotativo (torno)
Movimiento principal	Alternativo (Cepillo)
	Combinado (Taladro)

CINCO MÁQUINAS-HERRAMIENTA BÁSICAS

MAQUINA	PROCESO	HERRAMIENTA	MOVIMIENTO DE TRABAJO	PIEZA NORMAL HERRAMIENTA
TORNO	TORNEADO	UN SOLO FILO	ROTACIONAL	EN LÍNEA RECTA
TALADRADORA	TALADRADO	BROCA	FIJA	ROTACIONAL Y VERTICAL
FRESADORA HORIZONTAL	FRESADO	CORTADOR DE DIENTES MÚLTIPLES	EN LÍNEA RECTA	ROTACIONAL Y VERTICAL
CEPILLO DE CODO	CEPILLADO	BURIL	FIJO DURANTE EL CORTE, EN LÍNEA RECTA DESPUÉS DEL CORTE	EN LÍNEA RECTA PARA EL CORTE
CEPILLO DE MESA			EN LÍNEA RECTA PARA EL CORTE	FIJA DURANTE EL CORTE, EN LÍNEA DESPUÉS DEL CORTE
RECTIFICADORA	ESMERILLADO	MUELAS ABRASIVAS	EN LÍNEA RECTA DURANTE EL CORTE ROTACIONAL Y EN LÍNEA RECTA	ROTACIONAL

FUNCIÓN DE LAS MÁQUINAS-HERRAMIENTA

Son cuatro las funciones que cumple una Máquina Herramienta.

1. Sujeción de la pieza.
2. Sujeción de la herramienta.
3. Movimiento de la pieza.
4. Movimiento de la herramienta.

PRINCIPIOS CINEMÁTICOS

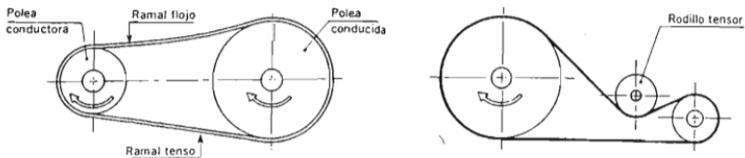
Como se lleva a cabo el movimiento en las máquinas-herramientas.

Como se puede variar la velocidad de salida, es decir la gama de velocidades que nos permita ejecutar las diferentes operaciones de maquinado.

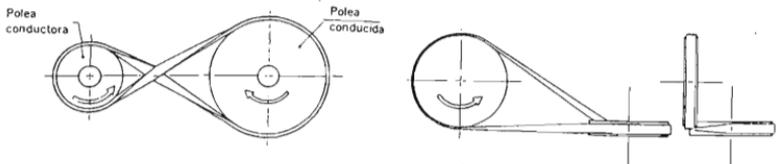
Transmisiones por correa

Las poleas y correas permiten la transmisión de un movimiento de rotación de un eje conductor a un eje conducido, separados una distancia considerable uno de otro.

Transmisión sencilla; Correa "abierta", los ejes giran en el mismo sentido.



Correa cruzada los ejes giran en sentido contrario.



Tipos de correas, existe una gran variedad de correas o bandas. Para elegir una banda (forma, dimensión, material, etc.) depende de las condiciones de funcionamiento, es decir: temperatura, medio ambiente, etc.

Las correas por su forma pueden ser planas, trapezoidales circulares dentadas etc.

El diámetro de las poleas y sus velocidades deben elegirse de preferencia entre los de la serie R10 de los números normales. El producto del diámetro de la polea por el número de R.P.M. se toma entre los términos de la serie R10 de los números normales.

Sabemos que la velocidad tangencial es:

$$V_1 = \pi d_1 n_1$$

$$V_2 = \pi d_2 n_2$$

$$V_1 = V_2$$

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

$$d_2 = (d_1 n_1) / n_2$$

$$n_2 = (d_1 n_1) / d_2$$

De donde la relación de transmisión será:

$$i = n_1 / n_2 = d_2 / d_1$$

Transmisión de ruedas dentadas

Los engranes, definidos como elementos dentados, transmiten movimiento rotatorio de un eje a otro mediante el contacto sucesivo de dientes.

Se pueden clasificar según la posición relativa de los ejes en:

- Engranes Cilíndricos.- Los que conectan ejes paralelos como los engranes rectos, helicoidales etc..
- Engranes Cónicos.- Son los que conectan ejes que se cortan, las superficies primitivas de las ruedas dentadas son conos.
- Engranes de Tornillo.- Son los que conectan ejes que se cruzan.

Denominación de diversos elementos de las ruedas dentadas

Cp Circunferencia primitiva. Las circunferencias de base de dos cilindros tangentes, cuando dos ruedas engranan una sobre la otra, los círculos de contacto primitivos ruedan sin resbalar.

Dp Diámetro primitivo. El diámetro de un círculo primitivo se denomina diámetro primitivo y su radio, radio primitivo.

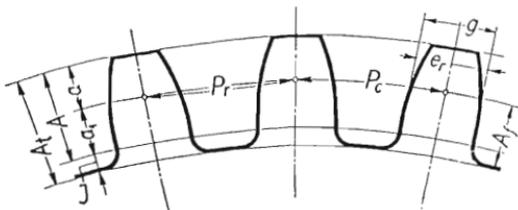
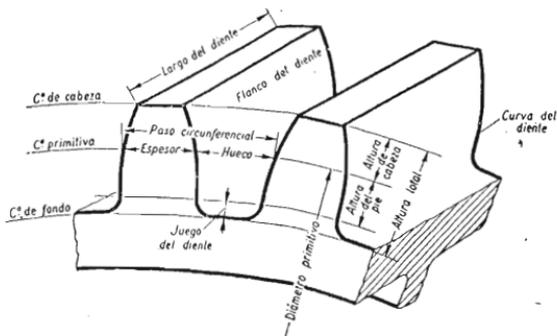
El círculo primitivo existe siempre geoméricamente en toda rueda dentada y juega un papel importante en el estudio de los engranes.

De Es el diámetro del engranaje medido al extremo de los dientes. Se le denomina igualmente circunferencia de cabeza.

Df Diámetro de fondo o de pie. Es el diámetro de la circunferencia que pasa por la raíz o base de los dientes.

Dc Distancia entre centros o ejes, La que separa los centros de las ruedas dentadas en contacto.

M Módulo o paso diametral. Para los engranes métricos, la relación que existe entre el diámetro primitivo y el número de dientes.



Pr Paso rectilíneo.

Pc Paso circunferencial.

a₁ Pie de diente (sin el juego $a_1 = a$)

a Cabeza del diente.

Af Pie del diente, altura del diente que se halla debajo de la circunferencia primitiva. En los engranes normales igual 1.25 del módulo, también se le denomina **Dedendum**

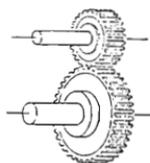
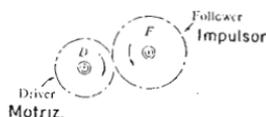
At Altura total del diente. Distancia comprendida entre las circunferencias de cabeza y fondo.

A Profundidad de engranamiento o altura teórica. La medida que representa la cantidad que un diente penetra en el vacío correspondiente.

J Juego de los dientes. Diferencia entre la profundidad total de engranamiento o altura teórica y la profundidad total del diente.

Z Número de dientes.

Transmisión sencilla



Engranes cilíndricos de dientes rectos

Z_1 y Z_2 Tienen sentido de giro opuesto.

$M_1 = M_2$ Entonces:

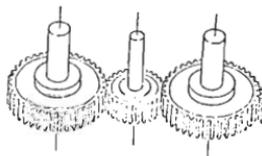
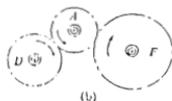
$$Z_1 n_1 = Z_2 n_2$$

$$n_2 = (Z_1 n_1) / Z_2$$

Entonces la relación de transmisión es:

$$i = n_1 / n_2 = Z_2 / Z_1$$

Transmisión sencilla con rueda intermedia



Z_1 y Z_3 tienen el mismo sentido de giro.

La rueda intermedia Z_2 no modifica el número de revoluciones.

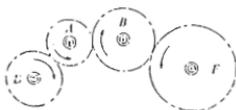
$M_1 = M_2 = M_3$, de donde.

$$Z_1 n_1 = Z_3 n_3$$

La relación de transmisión será:

$$y = n_1 / n_3 = Z_3 / Z_1$$

Transmisión doble



Características:

$$M_1 = M_2$$

$$M_3 = M_4$$

Z_m = producto de engranes motores.

Z_c = producto de engranes conducidos

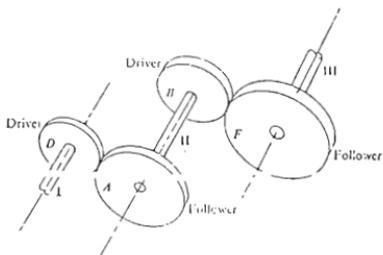
$$Z_m = Z_1 Z_3$$

$$Z_c = Z_2 Z_4$$

La relación de transmisión será:

$$i = (n_1 n_3) / (n_2 n_4) = n_1 / n_4 = (Z_2 Z_4) / (Z_1 Z_3) = Z_c / Z_m$$

Todos los engranes de dientes rectos y del mismo módulo engranan entre sí sea cual sea su diámetro y su número de dientes.



La gama de velocidades que presenta una máquina herramienta, no se diseña caprichosamente, sino que obedece al principio fundamental de los engranes. Este principio es el de escalonamiento y puede ser:

Escalonamiento aritmético.

$$n_1 = n_1$$

$$n_2 = n_1 + a$$

$$n_3 = n_2 + a = n_1 + 2a$$

-

-

$$n_y = n(y-1) + a = n_1 + (y-1)a$$

De donde:

$$a = (n_y - n_1) / (y - 1)$$

Escalonamiento geométrico.

$$n_1 = n_1$$

$$n_2 = n_1 p$$

$$n_3 = n_2 p = n_1 p^2$$

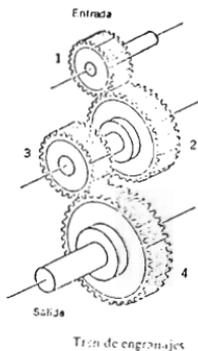
-

-

$$n_y = n_1 p^{(y-1)}$$

De donde:

$$p = \sqrt[y-1]{(n_y / n_1)}$$



TEORÍA DEL CORTE

Definición de los parámetros del corte

Primera condición:

- HERRAMIENTA FIJA
- PIEZA MÓVIL (GIRA).
- OPERACIÓN TORNEADO.

$$V_c = (\pi \phi n) / 1000 \text{ m/min.}$$

ϕ = Diámetro de la pieza en mm.

n = R.P.M. a la cual gira la pieza.

$$n (\text{req}) = (1000 V_c) / (\pi \phi)$$



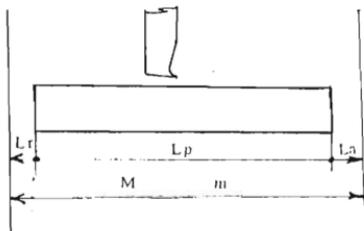
Nota: Hay que ajustarse al número de revoluciones reales de la máquina.

Segunda condición.

- HERRAMIENTA MÓVIL (HACE EL RECORRIDO)
- PIEZA SE MANTIENE FIJA. (DURANTE EL CORTE)
- OPERACIÓN CEPILLADO.

Nota 1: La velocidad de corte equivale a la velocidad con que la herramienta hace el recorrido (m/min).

Nota 2: Hay que ajustarse al número de golpes reales de la máquina.



$$V_a = \text{LONGITUD DE LA CARRERA (M)} / \text{TIEMPO INVERTIDO EN LA CARRERA DE TRABAJO (min)}$$

$V_r = \text{LONGITUD DE LA CARRERA (m)} / \text{TIEMPO DE RETROCESO (min)}$

$$V = 2\{(V_a V_r) / (V_a + V_r)\}$$

n_g (Número de golpes) = $(V / 1000) / (2L)$ De donde:

$$V = (n_g 2L) / 1000 \text{ m/min.}$$



CEPILLADO

Tercera condición.:

- HERRAMIENTA GIRA
- LA PIEZA AVANZA LINEALMENTE.
- OPERACIÓN FRESADO.

$$V_c = (\phi \pi n) / 1000 \text{ m/min}$$

ϕ = Diámetro del cortador o fresa (mm)

n = R.P.M.: a la cual gira el cortador.



FRESADO

Cuarta condición.

- HERRAMIENTA GIRA.
- PIEZA FIJA.
- OPERACIÓN TALADRADO.

$$V_c = (\pi \phi n) / 1000 \text{ m / min.}$$

ϕ = Diámetro de la broca.

n = R.P.M: a la cual gira la broca.



TALADRADO

Avance a Es la cantidad que tiene que desplazarse axialmente la herramienta para mantener una interferencia en el plano de corte por cada revolución.

Recorrido que realiza la herramienta por cada vuelta o revolución de la pieza (torneado).

$$a = \text{mm} / \text{rev} \quad (\text{torneado})$$

$$a = \text{mm} / \text{golpe} \quad (\text{cepillado})$$

$$a = \text{mm} / \text{rev} \quad (\text{taladrado})$$

$$a = \text{mm} / \text{min} \quad (\text{fresado})$$

Profundidad de corte. P_c Es uno de los parámetros que originan el corte ortogonal y solo se determina por la característica de la operación.

Cantidad que penetra la herramienta sobre el material expresado en mm.

Sección de viruta. S Es originada por la velocidad de avance y la profundidad de corte.

$$S = a P_c \text{ (mm)}$$

Volumen de viruta. V

$$V = a P_c L \text{ (mm)}$$

Criterios de selección de los parámetros de corte

Recomendaciones para satisfacer las condiciones de corte.

Para satisfacer las condiciones de corte se deben satisfacer:

- La calidad del intervalo de tolerancias.
- Estado superficial ,especificado en el dibujo de definición.
- Costo mínimo de maquinado-

Estas condiciones están ligadas a tres factores:

1. **Factores pieza:** Rigidez, dureza, existencia o ausencia de cascara, forma de las superficies a generar, tolerancias y estado de superficie, sobreespesores de maquinado, etc..
2. **Factores herramienta:** Rigidez, material de la herramienta, forma y calidad del filo, dificultad de afilado.
3. **Factores máquina:** Rigidez, condiciones de ajuste, gamas o rangos de velocidades y avances, precisión, potencia disponible, etc.

La influencia de estos tres factores se refleja durante el corte por lo que es necesario:

- Controlar la viruta adherida.
- En operaciones de desbaste:
Máxima sección de viruta que permita la potencia disponible de la máquina.

Lubricación abundante.

Se recomienda gran Pc y poco avance.

- En terminados.
Velocidades que correspondan al desgaste de la herramienta y evitar dilataciones de la pieza, mejor estado superficial.
- El número de pasadas, depende de la calidad de fabricación, así como de los sobreespesores.

Ampliando este último punto, podemos decir que el número de pasadas corresponde a la cantidad de veces que hay que penetrar la herramienta haciendo el corte para llegar a la dimensión deseada.

Para calidades 3,4,5.-

- Uno o varios desbastes.
- Uno o varios semiterminados con herramienta cortante.
- Uno o varios terminados especiales.

Para calidades 5 ó 7.-

- Uno o varios desbastes con herramienta cortante.
- Uno o varios semiterminados con herramienta cortante.
- Uno o varios terminados con herramienta cortante o con abrasiva.

Para calidades 8, 9 y 10.-

- Uno o varios desbastes.
- Un semiterminado con herramienta cortante.
- Un terminado con herramienta cortante (herramientas convencionales).

Para calidades 11 - 16.-

- Una sola pasada de maquinado.

Nota: Cuando no se den tolerancias, se toman las tolerancias: J 11-14 ó js 11 - 14.

Recomendaciones sobre avances

Torneado:

$$a = 0.1 \text{ a } 0.2 \text{ Pc}$$

En el caso de montajes entre puntos, la sección de viruta depende de la longitud y el diámetro de la pieza, debido a la flexión que se produce durante el corte.

$$\begin{aligned} \text{Si } l &\leq 8d & S &< d / (80l) \\ \text{Si } l &> 8d & S &< (4d) / (5l) \end{aligned}$$

Donde:

- l = Longitud entre puntos (mm).
- d = diámetro de la pieza (mm).
- S = sección de viruta (mm)

Fresado:

Avance por diente, según el tamaño y tipo de fresa.

Fresas pequeñas o delgadas:	0.02 - 0.04 mm
Fresas medianas y perfiladas:	0.04 - 0.06 mm
Fresas cilíndricas grandes:	0.06 - 0.20 mm
Fresas con insertos de carburo:	0.10 - 0.50 mm

Cepillado:

En desbaste:	0.20 - 3.00 mm
En terminado:	0.10 - 2.00 mm

Taladrado:

Función del diámetro de la broca y del material de la pieza.

MATERIAL DE LA PIEZA	Avance en centésimas de mm por revolución - DIAMETRO DE LA BROCA En mm											
	4	6	8	10	12	15	20	30	40	50	60	80
Acero R < 60	10	15	20	20	25	30	35	40	45	50	50	55
Acero 60 < R < 90	8	12	16	18	20	20	24	28	30	35	45	50
Acero R > 90	5	7	10	12	15	18	22	25	28	30	30	35
Fundición gris DB < 250	12	15	20	25	30	35	40	50	60	60	60	65
Fundición gris DB > 250	12	15	20	25	25	30	35	35	40	45	50	50
Bronce y Latón	15	20	25	30	40	45	50	60	65	70	75	80
Aluminio	13	18	22	26	30	35	40	50	60	65	70	75

R = Resistencia a la tensión en kgf/mm^2
DB = Dureza Brinell

Velocidades de corte

La experiencia nos muestra que:

A velocidades muy altas, se deteriora el filo de la herramienta.

A velocidades muy bajas. Aumento de esfuerzos y deterioro del filo.

A velocidades intermedias, Desgaste mínimo del filo de la herramienta (2 a 4 horas entre afilados)

A cada revolución de la pieza que se trabaja, pasa su perímetro una vez por la cuchilla de la herramienta correspondiente.

La velocidad circunferencial de la pieza es al mismo tiempo, la velocidad con que es arrancada la viruta y se llama velocidad de corte.

No se puede trabajar con una velocidad de corte cualquiera, la más apropiada para cada trabajo ha sido determinada por medio de ensayos y se denomina velocidad básica de corte V_b .

La siguiente tabla nos muestra las velocidades básicas de acuerdo al material de la pieza, al material de la herramienta.

MATERIAL DE LA PIEZA $\frac{D \text{ en } d_{\text{afil}}}{\text{min}}$	Los valores de V_b están dados en m/min									
	Acero R > 40 a 50	Acero R > 50 a 60	Acero R > 60 a 85	Acero R > 85 a 100	Acero R > 100 a 140	Fundición gris	Fundición blanca	Bronce	Latón	Aluminio
ACERO RAPIDO ORDINARIO	20	15	12	8	4	20	5	20	45	200
ACERO RAPIDO SUPERIOR	30	24	19	14	7	30	8	30	65	300
CARBURO MEDIO	100	80	70	60	40	70	15	100	150	500
CARBURO DURO	200	150	140	110	80	90	20	150	300	800

La velocidad básica se modifica tomando en cuenta:

- La operación que se efectúe.
- La profundidad de corte.
- La duración del filo.
- La presencia de cáscaras.
- Las condiciones de lubricación.

Al aplicar los coeficientes correspondiente se obtiene la velocidad modificada V_m .

$$V_m = V_b K_1 K_2 K_3 K_4 K_5$$

En la siguiente tabla se muestran los valores para los cinco factores K_1 - 5

$V_m = V_b K_1 K_2 K_3 K_4 K_5$	$V_m =$ Velocidad de corte modificada en m/min.
$K_1 =$ Factor de tipo de operación	$V_b =$ Velocidad básica de corte en m/min
TORNEADO	
a) Cilindrado $K_1 = 1$ b) Careado $K_1 = 0.9$ c) Tronzado $K_1 = 0.5$ d) Roscado $K_1 = 0.2$	$K_2 =$ Factor de profundidad de corte a) = Desbaste $K_2 = 1$ b) = Semiterminado $K_2 = 1.3$ c) = Afinado $K_2 = 1.5$
FRESADO	
a) Con fresas robustas $K_1 = 0.9$ b) Ranurado $K_1 = 0.4$ c) Corte con fresa disco $K_1 = 0.2$	$K_3 =$ Factor de duración de filo 2 a 4 horas $K_3 = 1$ 1 hora $K_3 = 1.3$
OTRAS	
a) Cepillado $K_1 = 0.7$ b) Taladrado $K_1 = 0.7$ c) Machuelado $K_1 = 0.2$ d) Brochado $K_1 = 0.1$ a 0.2	$K_4 =$ Factor por presencia de costras $K_4 = 1$ En materiales sin cascara $K_4 = 0.8$ En materiales laminados con costra $K_4 = 0.5$ Fundición con arena impreguada
$K_5 =$ Factor de refrigeración	
$K_5 = 1.3$ Si se emplea refrigerante en abundancia	
$K_5 = 1$ Si no se emplea refrigerante	

Nota: La duración del filo se refiere al tiempo efectivo de corte que realiza la herramienta. Materiales como el Magnesio, fundición gris y bronce no requieren se les aplique lubricación.

A la determinación definitiva de la velocidad de corte se le llama **velocidad de corte práctica**.

Esta velocidad V_{pc} se obtiene de la siguiente manera:

- Escoger la velocidad básica de corte.
- Aplicar los coeficientes K_1 a K_5 .
- Verificar si la velocidad de corte modificada puede ajustarse en una máquina disponible, si esto no puede ser, escoger la velocidad de corte inmediata inferior de acuerdo con las R.P.M. o número de golpes disponibles.

Formación de la viruta

La forma de la viruta depende del material a trabajar y de la forma de la herramienta.

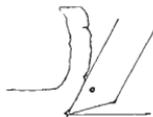
En general la viruta larga unida se forma al trabajar metales dúctiles. Es decir fácilmente reducibles a láminas delgadas (acero). Las virutas fragmentadas se forman al trabajar metales frágiles (fundición gris, bronce).



Un ejemplo indicador de como se forma o se arranca la viruta lo constituye el arranque de viruta en el proceso de cepillado donde se pueden distinguir cuatro tiempos principales.

1. El material se desplaza hacia arriba bajo al acción de la herramienta.
2. La viruta formada sufre un arrugamiento por efecto de la fuerza aplicada. por la herramienta.
3. prosigue el arranque de viruta, en este punto, las partes que componen la viruta pueden permanecer unidas o separarse completamente formando una viruta fragmentada.

1



2



3



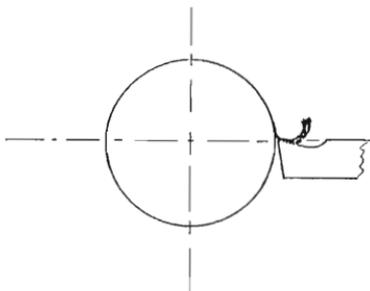
4



Mecanismo de formación de la viruta

Causas que originan el desprendimiento de viruta.

- Por arranque.
- Por corte.
- Por fluencia.



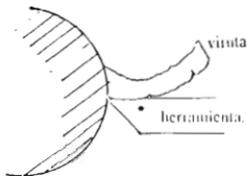
Primer mecanismo

Formación de viruta continua con bordes lisos.

La viruta se comprime fuertemente al aproximarse al filo de la herramienta, la cara en contacto con la herramienta.

Condiciones:

- Material dúctil.
- Avance pequeño.
- V_c alta.
- Filo de la herramienta agudo y pulido.
- Buena lubricación/refrigeración.
- Herramienta de carburo.

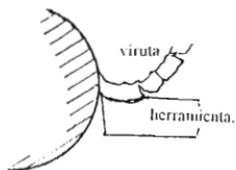


Segundo mecanismo

Formación de viruta continua con bordes irregulares.

Condiciones.

- Material dúctil.
- Grandes avances.
- Vc baja.
- Filo regular.
- Lubrificación no adecuada.
- Herramientas con coeficiente de fricción elevado.

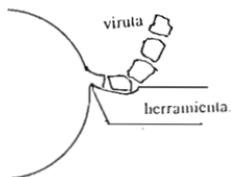


Tercer mecanismo

Formación de viruta discontinua. El material se comprime y al aumentar el esfuerzo la viruta se fragmenta.

Condiciones.

- Material frágil y quebradizo.
- Afilado de la herramienta.
- Ángulos de afilado pequeños
- Vc pequeña.



La arista de corte puede ser curva o rectilínea, la sección arrancada cerca de la de la cara de corte tiene un valor, el cual se mencionó anteriormente, $S = a P_c$.

Este valor interviene mucho en los cálculos relacionados con la productividad, por lo tanto el volumen de viruta arrancado por unidad de tiempo se expresa por:

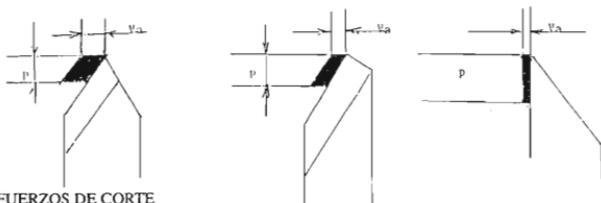
$$\text{Vol.} = S V_c = a P_c V_c \text{ mm}^3$$

Debido a sus proporciones, toda sección arrancada puede ser referida a uno de los tipos siguientes.

1. Viruta cuadrada: $V_a \approx P$ Ventajosa pero difícil de obtener.
2. Viruta normal: $V_a \approx 0,1P$

3. Viruta delgada:

Es admisible hasta que no se alcance el valor de viruta mínimo, es decir, entre 0.15 a 0.08 mm para herramientas de acero rápido.



ESFUERZOS DE CORTE

Naturaleza y valor de los esfuerzos de corte

La naturaleza e importancia extrema de las nociones relacionadas con los esfuerzos de corte producidos en el arranque de viruta, obliga a considerar los factores determinantes de los esfuerzos de corte que son:

1. Resistencia del metal trabajado.
2. Sección cortada, avance y profundidad
3. Espesor de la viruta.
4. Geometría de la herramienta (ángulos de corte).
5. Estados de las aristas de corte.
6. Fluidos de lubricación/refrigeración.

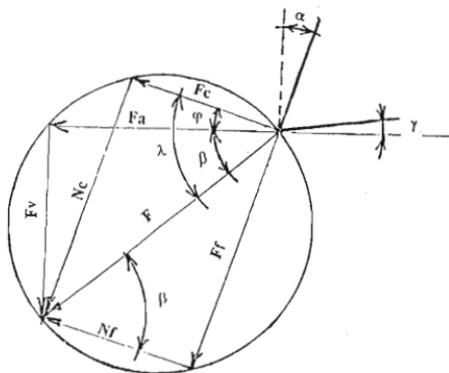
La velocidad tiene una influencia pequeña despreciable en la mayoría de los casos.

El material de la herramienta puede tener coeficientes de rozamiento muy diferentes con el material de la pieza, lo que influye en las fuerzas de corte y sin embargo es despreciable.

Fuerzas y tensiones en la formación de viruta.

Se supone que toda la energía aparece como energía cortante y energía de fricción, sobre la cara de la herramienta y que la energía cinética asociada con la creación de una nueva superficie al igual que la energía de fricción del flanco son despreciables.

Por conveniencia las fuerzas son representadas por un "círculo de fuerzas" y trasladadas a la punta de la herramienta.



En el círculo de fuerzas tenemos:

- F = Fuerza de corte resultante.
- Fv = Fuerza de penetración.
- Fa = Fuerza de avance
- Fc = Fuerza de cizallamiento.
- Ff = Fuerza de fricción.
- Nc = Fuerza normal al plano de corte.
- Nf = Fuerza normal de fricción.

Para analizar las fuerzas inscritas en el círculo tenemos:

- El corte es ortogonal o bidimensional. Es decir el borde cortante es perpendicular a la dirección del trabajo.
- Que el filo de corte es óptimo.
- que el ángulo de incidencia γ es suficiente para que no haya rozamiento entre la pieza y la herramienta.
- Que el plano de corte se origina desde el filo de corte y se extiende hacia arriba.
- No hay flujo lateral de viruta.
- La profundidad de corte es constante.
- La velocidad de corte es uniforme.
- La viruta es continua y no hay adherencia de material en el filo.

Análisis de esfuerzos

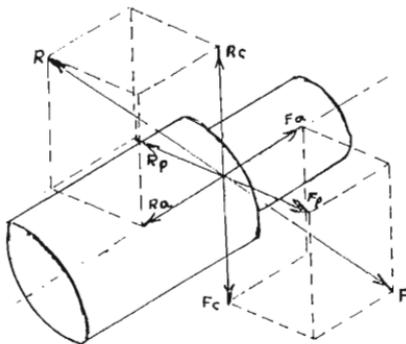
La fuerza de corte F y la resistencia R que la equilibra son directamente opuestas, de la misma intensidad y están en el plano perpendicular al filo cortante.

Por otra parte:

F_c y R_c son paralelas a M_c (Movimiento de corte).

F_a y R_a son paralelas a M_a (Movimiento de avance).

F_p y R_p son paralelas a M_p (movimiento de penetración).



Los resultados experimentales demuestran que la fuerza F , resultante de F_a y F_p , es sensiblemente igual en magnitud que F_c (Fuerza de corte).

$$\therefore F \approx F_c$$

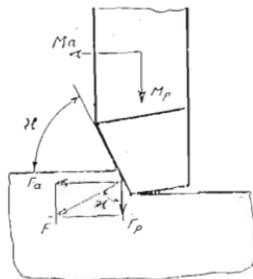
Torneado y Cepillado.

M_a = Movimiento de avance.

M_p = Movimiento de penetración.

F_a = Fuerza debida al movimiento de avance.

F_p = Fuerza debida al movimiento de penetración



F = Fuerza resultante.

γ = Ángulo entre herramienta y pieza.

En forma aproximada se acepta que F_c es igual a la siguiente expresión:

$$F_c = KRS$$

Donde:

K = Coeficiente que depende del material a maquinar y del espesor de viruta.

K aumenta conforme disminuye el espesor:

$K \approx 2,5 - 4$ Para aceros.

$K \approx 4 - 5$ Para fundiciones.

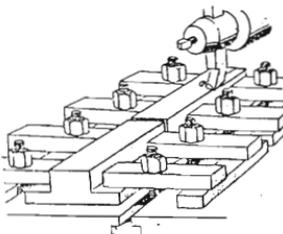
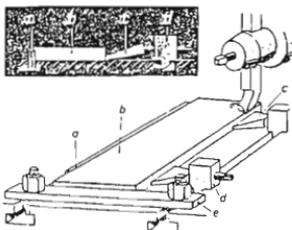
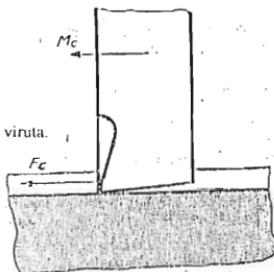
R = Resistencia a la ruptura por compresión en daN/mm^2

S = Sección de la viruta.

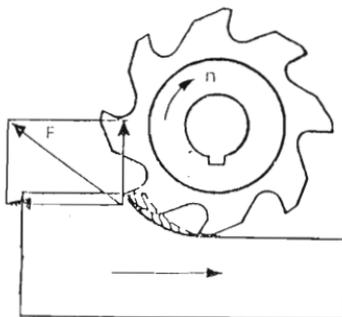
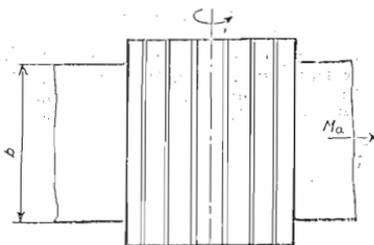
$$F_a = F \operatorname{sen} \gamma$$

$$F_p = F \operatorname{cos} \gamma$$

Experimentalmente $F = F_a + F_p \approx F_c$

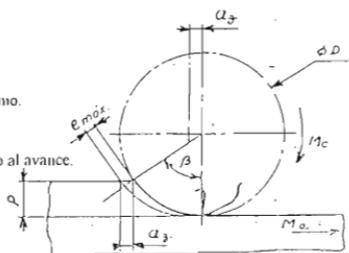


Fresado



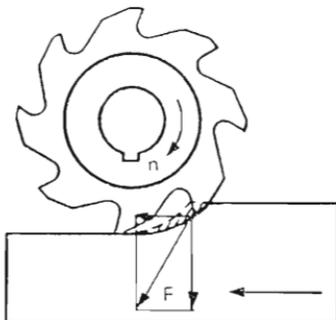
Características del fresado por oposición.

- El espesor de la viruta aumenta gradualmente hasta llegar al máximo.
- Los esfuerzos de corte aumentan gradualmente.
- La herramienta tiende a desplazar a la pieza en el sentido contrario al avance.



Características del fresado en concordancia.

- El espesor de la viruta disminuye gradualmente desde un máximo hasta cero.
- Los esfuerzos de corte disminuyen gradualmente.
- La herramienta tiende a desplazar a la pieza en el mismo sentido de avance.



Como el espesor de la viruta es muy pequeño se recomienda tomar: $K = 4$; por lo que

$$S = e_{\max} \cdot b$$

En donde: b = Ancho de fresado y e_{\max} .

$$e_{\max} = [(2a_2) / D] \sqrt{P_c (D - P_c)}$$

a_2 = avance por diente.

F_c y F_r tienen como resultante a F

Una vez que el diente penetra se admite que:

$F_r = 0.40 F_c$ Por Trigonometría:

$$\tan \alpha = F_r / F_c = (0.4 F_c) / F_c$$

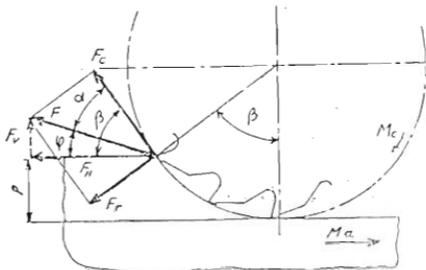
$$\alpha = 22^\circ$$

F_v = Fuerza que tiende a levantar a la pieza.

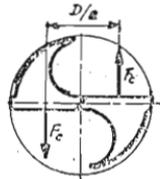
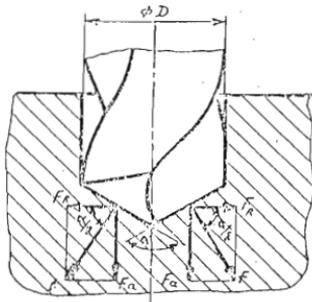
F_N = Fuerza que tiende a empujar la pieza en el sentido contrario al del avance

$$\sin \varphi = F_v / F \quad \therefore \quad F_v = F \sin \varphi \quad \cos \varphi = F_N / F \quad \therefore \quad F_N = F \cos \varphi$$

$$F_r = T_g \alpha F_c \quad \cos \beta = (D/2 - P_c) / (D/2) \quad \varphi = \beta - \alpha$$



Taladrado



a = avance por revolución

D = Diámetro de la broca.

Momento que ejerce la broca: $M_b = F_c D/2$ daN -mm

Las fuerzas F_r son de igual magnitud y sentido contrario.

$$F_a = F \text{ sen } \alpha / 2$$

F_a se considera actuando sobre el eje de la broca con una intensidad $F_v = 2F_a$; siendo F_v la fuerza vertical de empuje.

Si se considera que $F = F_c \therefore$ Tendremos:

$$F_a = F_c \text{ sen } \alpha / 2$$

Ejemplo

Calcular el momento y empuje vertical que produce la penetración de una broca de 12 mm de diámetro con un avance de 0.15 mm/rev., si el material tiene una resistencia de 55 daN/mm² y un ángulo de punta de 120°

Limitaciones del corte

- Limitación máquina.

El trabajo que realiza la fuerza de corte F_c en una vuelta de la pieza es:

$$T_c = (\pi D / 1000) F_c \quad \text{Kg. -m}$$

La potencia será:

$$\text{Pot.} = (\pi D F_c / 1000) (n / 60 \times 75)$$

$$\text{Pot} = (V_c F_c) / 4500 \text{ (cv)} \quad \text{Icv} = 75 \text{ Kg - m.}$$

El rendimiento mecánico en una máquina-herramienta, se representa por la relación entre la energía consumida por el corte y la energía total que se consume **medida en el motor**.

$$\eta = E_c / E_t$$

Por lo tanto la expresión final de la potencia consumida durante el corte en una máquina-herramienta es:

$$\text{Pot} = (F_c V_c) / (4500 \eta)$$

$\eta = 0.7$ a 0.85 Para máquinas cuyo movimiento principal es rotativo.

$\eta = 0.6$ a 0.7 Para máquinas cuyo movimiento principal es rectilíneo.

En el caso del motor eléctrico:

$$P = \sqrt{3} VI \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = 0.8.$$

Esfuerzos en las herramientas

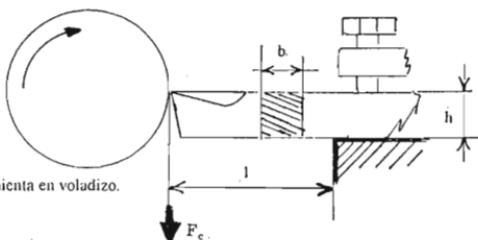
Esfuerzo de Flexión.

$$\tau = N / Z = (F l) / Z$$

$$F \approx F_c.$$

l = longitud de la herramienta en voladizo.

$$Z = (bh^2) / 6.$$



Deflexión máxima.

$$y = (F_c l^3) / (3E I)$$

E = Modulo de Elasticidad.

$$(20400 - 22400 \text{ Kgf/mm}^2)$$

I = Momento de Inercia. $I = (bh^3) / 12$

Limitaciones Físicas

- Distancia entre el eje del husillo principal y la superficie útil de la mesa.
- Dimensiones de la superficie útil de la mesa.
- Desplazamientos máximos.
- Separación entre ranuras de la mesa.
- Avances disponibles.
- n (R.P.M.) disponibles.
- ϕ del árbol portafresas.
- Accesorios (motor, bomba lubricante, alumbrado, divisor,.....)
- Etc.

MAQUINABILIDAD DE LOS METALES

- Es la facultad de los materiales para ser trabajados con cierta facilidad, por medio de herramientas de corte.
- Es la facilidad que presenta un material para el arranque de viruta.
- Esto es función de:

Propiedades mecánicas del material (A la temperatura próxima al corte).

Dureza (A la temperatura próxima al corte).

Estructura del material.

Existen dos elementos que permiten medir la maquinabilidad:

El índice de maquinabilidad

Fuerza específica de corte (K_s)

$$K_s = R K$$

El desgaste de la herramienta.

La maquinabilidad de los materiales esta expresada en cinco grupos, se toma como referencia un acero al carbono (NOM 1112).

GRUPO I

- Materiales libres de maquinado y / o aceros de bajo carbono.

NOM 1112	100 % maquinables.
NOM 1117	90 % "
NOM 1018	76 % "

GRUPO II

- Aceros de medio contenido de carbono.

NOM 1141	70 % maquinables.
NOM 1040	64 % "
NOM 1045	63 % "

GRUPO III

- Aceros aleados.

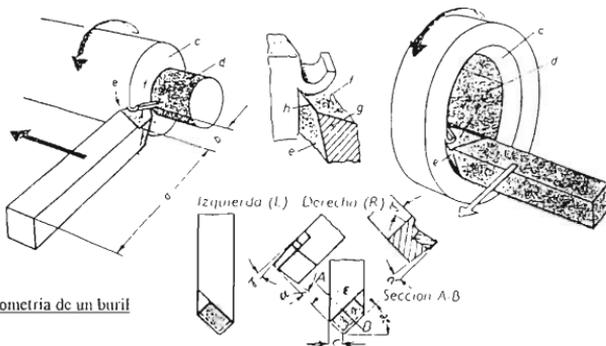
NOM 4130	60 % "
NOM 4140	57 % "
NOM 4620	38 % "

HERRAMIENTAS DE CORTE

Nomenclatura de las superficies y ángulos principales de un buril

Un buril como algunas otras herramientas de corte, se puede descomponer en dos partes:

- La cabeza. La cual está provista de los filos necesarios para provocar el arranque de viruta.
- El vástago o mango. Este se utiliza para la sujeción de la herramienta.

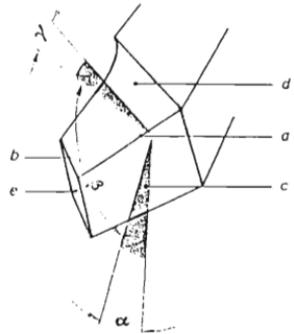


Geometría de un buril

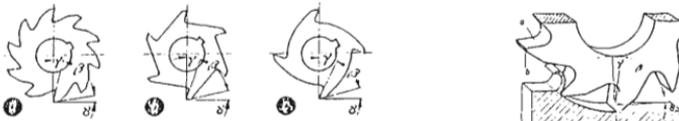
Acero Rápido			Material	Metal Duro		
α	β	γ		α	β	γ
8	68	14	Acero sin alea $\leq 70 \text{Kg/mm}^2$	5	75	10
8	72	10	Acero moldado $\leq 50 \text{Kg/mm}^2$	5	79	6
8	68	14	Acero aleado $\leq 85 \text{Kg/mm}^2$	5	75	10
8	72	10	Acero aleado $\leq 100 \text{Kg/mm}^2$	5	77	8
8	72	10	Fundición maleable	5	75	10
8	82	0	Fundición gris	5	85	0
8	64	18	Cobre	8	64	18
8	82	0	Latón ordinario, tipo fundición de bronce	5	79	6
12	48	30	Aluminio puro	12	48	30
12	64	14	Aleaciones de aluminio, fundición forja	12	60	18
8	76	6	Aleaciones de magnesio	5	79	6

VALORES PRÁCTICOS PARA LOS ÁNGULOS DE CORTE EN UN BURIL.

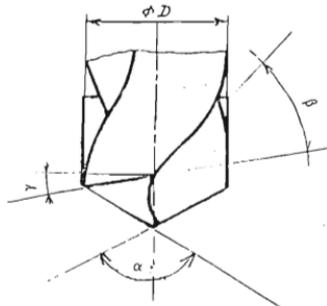
- α = Ángulo de incidencia.
- β = Ángulo de filo.
- γ = Ángulo de ataque
- a = Arista de corte principal
- b = Arista de corte secundario
- c = Superficie de incidencia del corte principal
- d = Superficie de ataque
- e = Superficie de incidencia del corte secundario



Representación de los ángulos principales de una fresa y una broca



Ángulos de corte y paso entre dientes para trabajo de diferentes materiales: a) El paso pequeño es apropiado para fresado de acero dulce; b) el paso medio conviene para fresado de acero blando; c) el paso grande es adecuado para fresado de metal blando.



Los materiales usados en la fabricación de las herramientas de corte

- Aceros al carbono
- Aceros aleados para trabajar en frío (indeformables)
- Aceros rápidos:
 - Al Tungsteno
 - Al Molibdeno
 - Al Cobalto.
- Carburos
- Cerámicas
- Diamantes

Aceros al Carbono.

Contenido de carbono 0.7 - 1.2 %

Frágiles

Baja resistencia al trabajo en caliente.

Buena dureza en frío {Rc 47}

Resistencia al desgaste

Económicas

Utilización a bajas temperaturas de corte.

Aceros Indeformables.

Elementos de aleación : Manganeso, Cromo, Molibdeno.

Mayor penetración al temple

Dureza a 20° C Rc 59

Aceros Rápidos

Al tungsteno: 18 % T; 4% Cr, 1 % V; 0.8 % máx. C.

Dureza a 20° C Rc 65

Buena resistencia al desgaste.

Al Molibdeno: 10 % Mo; 4 % Cr, 1 % V; 0.8 % máx. C

Aumento en la velocidad de corte.

(Acero rápido mejorado)

Al Cobalto: 12 % Co; 18 % T; 4% Cr, 1% V. 0.8 % max. C

TABLA DE DUREZAS {Rc}

TEMPERATURA °C	ACEROS C	ACEROS INDUSTRIALES	ACEROS RÁPIDOS
20	64	59	65
200	54	57	63
400	12	40	58
600	—	20	47.

NOTA: Materiales con durezas inferiores a Rc 60 no se pueden considerar como herramientas de corte.

Carburos Metálicos.

Mayor velocidad de corte.

Presentación: Porta herramientas con pastilla.

La pastilla puede ser soldada o desmontable.

Mejor acabado superficial.

Mínimo de vibraciones.

Composición Química: 78 % CW; 16 % Ct; 6 % CO.

REFRIGERANTES Y LUBRICANTES

Durante el corte de metales los principales problemas que se presentan son dos:

- El calor.
- El rozamiento.

Estos problemas son generados durante la operación de mecanizado y las causas pueden ser:

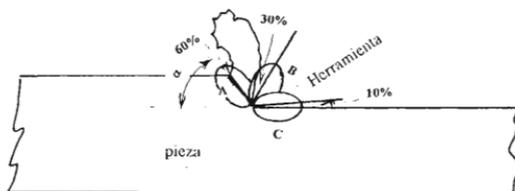
1. La energía procedente de la deformación plástica.
2. El rozamiento del material arrancado de la pieza, cuando este se desliza por la cara frontal de la herramienta
3. Del rozamiento entre la pieza que se mecaniza y la herramienta.

De estas tres fuentes de calor, la que mayor cantidad aporta es la primera y se calcula que forma las dos terceras partes del calor total generado.

Las herramientas de corte son una parte importante en cualquier trabajo de maquinado.

El principal enemigo de las herramientas de corte es el calor generado durante el proceso de mecanizado, ya que la temperatura más elevada se encuentra alrededor de la herramienta.

La siguiente figura muestra las tres zonas en las que se genera el calor.

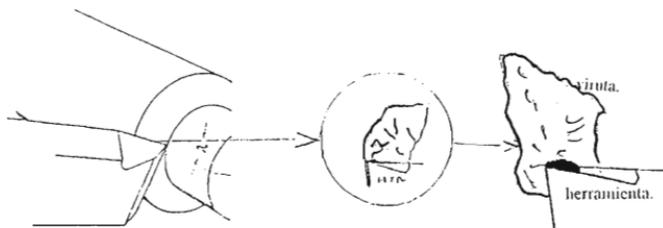


- A: Plano de Cizallamiento.
B: Plano de Fricción.
C: Plano Superficial.
 α : Ángulo de cizallamiento.

Si aumentamos al ángulo de cizallamiento α , el porcentaje de calor generado en el plano de cizallamiento A, disminuirá, ya que el flujo plástico del material se producirá sobre una distancia más corta.

Dicho ángulo lo podemos aumentar si aplicamos un *refrigerante* y reduciendo la fricción entre el material desprendido y la herramienta de corte aplicando un *lubricante*.

Debido al calor generado el material desprendido se suelda muy cerca del filo cortante, acumulándose en esta zona las virutas metálicas y puede decirse realmente que ellas son las que llevan a cabo el corte del metal formándose así lo que se denomina falso filo ó cuchilla.



El falso filo en el curso del mecanizado, se esta formando y desprendiendo constantemente, por lo que una de las funciones del fluido de corte es controlar el crecimiento excesivo del mismo.

La temperatura que produce el mecanizado es elevada y por efecto de soldadura se van arrancando partículas de la herramienta, llegando a producirse un pequeño cráter, detrás del filo cortante, este cráter puede crecer y debilitar la herramienta.

De los factores de corte, la velocidad de corte tiene mayor efecto en la generación de calor, para aumentar la rapidez de desprendimiento de viruta, se recomienda aumentar el avance y en menor escala la velocidad.

Las altas velocidades de corte generan mucho más calor que debe disiparse para proteger la Herramienta de Corte y la Pieza de Trabajo.

La acción de corte se puede mejorar con el uso de sólidos, líquidos, emulsiones ó gases en el proceso de corte.

En todas las operaciones de formado y corte se producen altas temperaturas, como producto de la fricción, las superficies en contacto tenderán a adherirse unas con otras; un flujo de corte correcto puede desempeñar las funciones siguientes:

- Reducir la fricción entre la viruta, la herramienta y la pieza de trabajo.
- Controlar la temperatura de la herramienta y pieza de trabajo.
- Deslavar el material desprendido.
- Reducir la potencia absorbida.
- Aumentar la vida útil de la herramienta.
- Disminuir el efecto de corrosión, tanto en las piezas como en la máquina.
- Controlar el falso filo en la herramienta de corte.

Lubri-refrigerantes

Se denomina lubricante a toda sustancia capaz de reducir el rozamiento entre dos superficies sólidas, deslizándose una sobre la otra, impidiendo su contacto directo.

El refrigerante tiene como misión principal evitar que en el punto de corte se produzcan temperaturas elevadas, o si se producen, hacer una disipación rápida del calor mediante una buena conductividad térmica. Con estas dos funciones de lubricar y refrigerar ha de realizarlas el mismo líquido, es difícil conjugar ambos criterios.

El fluido de corte tiene dos misiones fundamentales durante el mecanizado y son las siguientes:

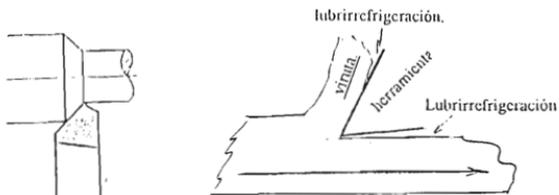
- Disminuir el coeficiente de fricción entre material desprendido - herramienta y pieza que se mecaniza.
- Disipar el calor producido durante la acción del corte.

El calor generado va repercutir en la vida útil de la herramienta de corte, dicha temperatura se puede controlar de las formas siguientes:

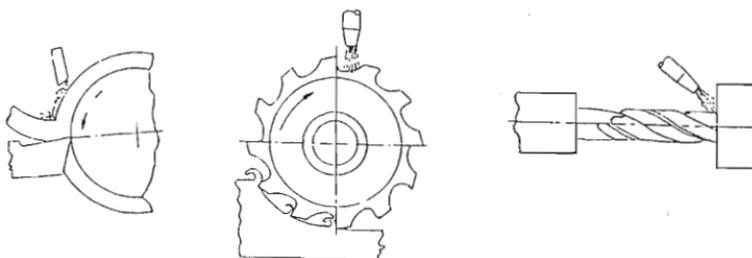
1. Proporcionando una película continua de lubricante entre viruta y herramienta y entre herramienta y pieza de trabajo, para reducir el rozamiento y por consiguiente el calor.
2. Eliminando el calor del área de corte.

De lo anterior se desprende que el fluido de corte debe cumplir las condiciones siguientes: *lubricar y refrigerar*.

Para que el rendimiento de un trabajo de mecanizado sea correcto, El fluido deberá envolver perfectamente el área de deformación plástica, resultando vital la dirección del chorro del fluido.

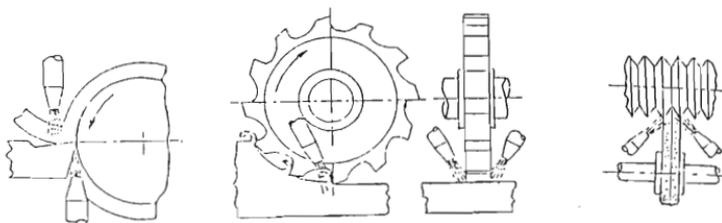


Los fluidos de corte llegan al filo de dos maneras: Entre la viruta y la herramienta y entre la pieza y la herramienta.



La manera en que se forma la viruta sobre la herramienta y las velocidades con que se trabajan los metales impiden una buena lubrirrefrigeración.

Las siguientes figuras indican la forma correcta de lubrirrefrigerar una pieza .



FLUIDOS DE CORTE

Un fluido de corte debe proporcionar un efecto tanto lubricante como refrigerante, por lo que su fórmula química es más o menos complicada, pero en general constan de un aceite que sirve únicamente de base para reunir una serie de aditivos que son los que realizan el trabajo durante el mecanizado.

Las condiciones que deben reunir los fluidos de corte son:

1. Calor específico lo más elevado posible.
2. Emulsión estable en agua.
3. Índice de vaporización elevado.
4. Poseer buen poder de detergencia ó dispersión .
5. Manipularse cómodamente con la solución madre ó aceite de corte.
6. Conductividad térmica muy alta.
7. Poder de protección bacteriano alto.

Dentro de los fluidos de corte más comunes se encuentran los siguientes:

Aceites solubles. Son simples emulsiones que generalmente constan de jabón, aceite mineral y los aditivos adecuados para evitar la oxidación, espuma, etc..

Aceites de corte no solubles. Los primeros aceites de corte no solubles empleados fueron los aceites minerales puros, aceites grasos y aceites compuestos, es decir mezcla de aceites minerales con vegetales o animales.

Ejemplo de estos aceites: Aceite de Colza, (para mecanizados profundos), de pie de cerdo, de algodón. etc..

Aceites minerales puros. La viscosidad de estos aceites para poder mecanizar directamente los metales debe ser baja, comparable a la de un SAE 10; no deben formar emulsión con el agua, deben resistir la oposición mecánica de los metales ligeros; deben tener buena conducción calorífica, en la actualidad estos aceites no se utilizan en forma pura, ya que sus características mejoran con ciertos aditivos.

Aceites sulfurados y clorados. Están constituidos a base de manteca de cerdo disuelto en 90% de aceite mineral sulfurado.

Los aceites sulfurados permiten acabados excelentes y suelen disolverse con queroseno.

CLASIFICACIÓN DE LOS FLUIDOS DE CORTE

Los fluidos se pueden clasificar en dos grupos que pueden cubrir todas las necesidades de mecanizado y trabajo de metales,

Dichos grupos son:

FLUIDOS DE CORTE	FLUIDOS ACUOSOS	Sintéticas Semisintéticas Emulsiones Emulsiones Extreme Pressure
	FLUIDOS PUROS	De Baja Presión De Media Presión De Extrema Presión Clorados De Extrema Presión Sulfclorados

ELECCIÓN DE LOS FLUIDOS DE CORTE

Para elegir un fluido de corte debe de tenerse en cuenta las siguientes condiciones.

1. Si un mecanizado consta de varias operaciones simultáneas se deberá lubricar de acuerdo a las necesidades de la más difícil y profunda.
2. Para elegir un fluido de corte, se tendrá en cuenta el precio por Kg. del mismo, la vida útil de la herramienta, tiempos perdidos por cambio de las mismas si estas se deterioran rápidamente, acabado de las piezas, etc..

PRINCIPALES APLICACIONES DE LOS FLUIDOS	
Acuosos Sintéticos	Para rectificados de desbaste
Acuosos Semisintéticos	Para rectificados de acabados ó semiacabados, mecanizados de poca exigencia.
Acuosos Emulsión	Para operaciones de mecanizado normal
Acuosos Emulsión	(Extreme Pressure), para operaciones de mecanizado de gran profundidad
De Baja Presión	Para rectificados de superacabados y mecanizados de poca profundidad en materiales de buena maquinabilidad.
De Media Presión	Para mecanizados generales de profundidad media en metales de buena maquinabilidad.
Fluidos Puros de Extrema Presión clorados	Para operaciones muy profundas en materiales de baja maquinabilidad.
Fluidos Puros de Extrema presión Sulfclorados	Para operaciones de gran exigencia en aceros de baja maquinabilidad.

Las siguientes tablas nos permiten elegir el fluido de corte correcto, en base a el tipo de mecanizado y en base a la maquinabilidad de los materiales.

TABLA DE LOS ACEITES DE CORTE ADECUADOS PARA LOS DISTINTOS TRABAJOS DE MECANIZADO DE LOS DIVERSOS MATERIALES.

	BROCHADO	TALLADO DE ENGRANES	TALADRADO	TORNEADO	FRESADO	RECTIFICADO
ALUMINIO	1	3	2	2	2	3
LATÓN	1	1	2	2	1	1
BRONCE ORDINARIO	1	1	1	1	1	1
DURO	1	1	1	1	1	1
COBRE	1	1	1	2	2	5
MAGNESIO	1	1	5	5	5	5
MONEL	3	3	4	4	4	6
FUNDICIÓN DURA	2	2	2	2	2	6
DULCE	4	4	2	2	2	6
ACERO DE 30 KG. DE DUREZA	3	3	4	4	1 4	9
ACERO DE > DE 30 kg DE DUREZA	7	7 10	10	10	10	1
ACERO TRATADO	7	7	10	10	10	1
ALEADO	7	7	10	10	10	9

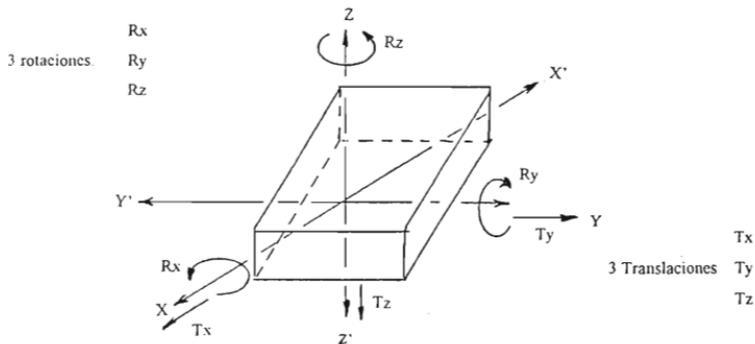
CLAVE

1. Aceites grasos
2. Aceites solubles
3. Aceites grasos sulfurados
4. Aceites minerales sulfurados
5. Aceite mineral puro
6. Aceites de fuerte acción química
7. Aceites grasos sulfoclorados
8. Aceites con media acción química
9. Aceites solubles EP
10. Aceites solubles de débil acción química

SUJECCIÓN DE PIEZAS

Grados de libertad

- Un grado de libertad corresponde a la posibilidad de un movimiento relativo de rotación o de translación entre dos sólidos.
- Todo movimiento instantáneo de un sólido libre en el espacio se puede expresar como la suma vectorial de una rotación R y una translación T . Donde cada uno de los componentes dentro de un referencial fijo $Oxyz$ son: R_x, R_y, R_z y T_x, T_y, T_z .
- El conocimiento de estos 6 parámetros es necesario para describir el movimiento del sólido: por lo que decimos que un sólido en el espacio tiene 6 grados de libertad.



- Los valores de estos parámetros deben estar definidos parcial o totalmente.

Es posible reducir el número de grados de libertad.

El sólido tendrá $(6 - P_n)$ grados de libertad.

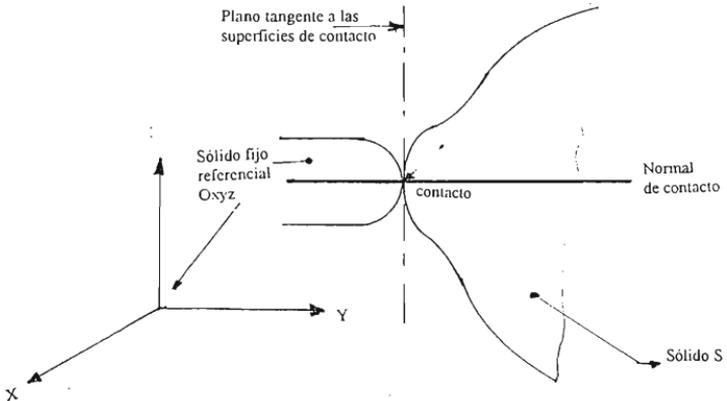
Si $P_n = 6$ no existirá ningún grado de libertad y por lo tanto su posición estará perfectamente definida.

- Eliminar todos los grados de libertad de un sólido en el espacio, dentro de un referencial fijo $Oxyz$, se llama posicionamiento.

- El sólido será **isostático** si los seis grados de libertad son eliminados por seis **puntos de contacto**.
- Punto de contacto o contacto puntual.

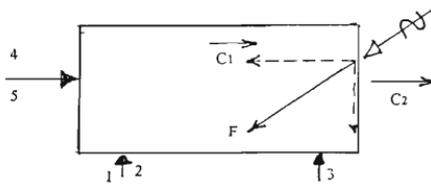
Un grado de libertad puede ser eliminado por medio de un punto de contacto, impidiendo una posibilidad de movimiento.

Un punto de contacto se caracteriza por la normal de contacto de los sólidos sin frotamiento.



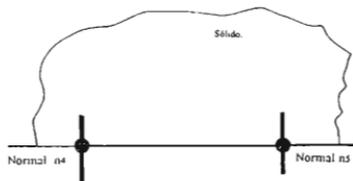
Inmovilización

- Una vez que la pieza tiene una posición isostática, es necesario mantenerla en esta posición por medio de elementos de inmovilización.
- Cuando se maquina la pieza, este contacto debe ser mantenido oponiéndose a los esfuerzos que actúan sobre la pieza.
- Las fuerzas que permiten la inmovilización deberán oponerse a cada dirección de las normales de posicionamiento.
- En la práctica, se utiliza una o varias fuerzas de apriete ejerciendo su acción hacia el interior del polígono de sustentación.
- Una fuerza oblicua permite utilizar sus componentes, repartiendo los esfuerzos.



- La forma del sólido, impone la disposición de las normales que no pueden elegirse arbitrariamente
- Además del punto de contacto, existe:
 - El contacto lineal.
 - El plano de contacto.

El contacto lineal se caracteriza por dos normales de referencia (por dos puntos podemos hacer pasar una recta).



ELIMINA DOS GRADOS DE LIBERTAD

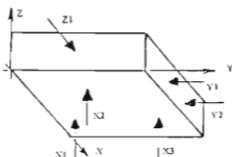
El maquinado de las superficies de una pieza necesita el conocimiento de la posición de la herramienta con relación a los referenciales fijos. (mesa de trabajo, ejes de rotación, etc.) Por otra parte para la fabricación de una serie de piezas, las cuales deben ocupar siempre la misma posición con relación a los ejes referenciales. para evitar ajustar constantemente la posición de las herramientas y poder conservar una cota de maquinado lo más constante posible.

Principio del Isostatismo (Principio Kelvin ó Principio 1,2,3).

Todo cuerpo rígido posee 6 grados de libertad:

- 3 traslaciones según 3 ejes ortogonales.
- 3 rotaciones alrededor de estos tres ejes.

Caso de un paralelepípedo



- La pieza se puede desplazar según el eje X
- La pieza se puede desplazar según el eje Y
- La pieza se puede desplazar según el eje Z
- La pieza se puede desplazar en rotación alrededor del eje X
- La pieza se puede desplazar en rotación alrededor del eje Y
- La pieza se puede desplazar en rotación alrededor del eje Z

Para definir la posición de la pieza es suficiente suprimir estos seis grados de libertad.

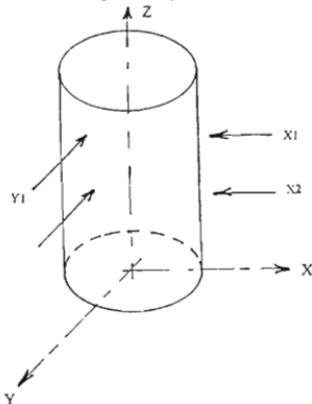
Un cilindro se controla con 4 grados de libertad, como vemos en el siguiente esquema:

X1 Elimina el desplazamiento en X.

Y1 Elimina el desplazamiento en Y

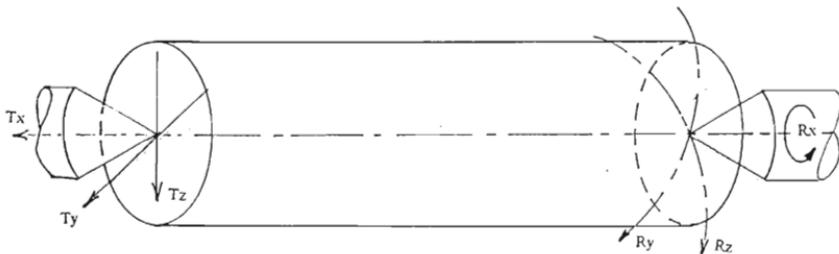
X1 y X2 evitan que gire alrededor de X

Y1 y Y2 evitan que gire alrededor de Y



Caso de piezas de revolución

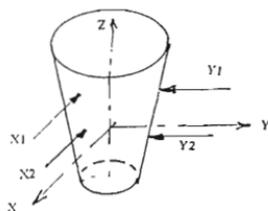
Las piezas de revolución deben conservar un grado de libertad. Una rotación según el eje que engendre el sólido; por lo que es suficiente eliminar 2 rotaciones y 3 translaciones.



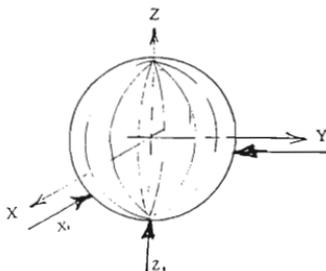
El punto 1 suprime los grados de libertad siguientes, 3 translaciones { Tx, Ty Tz}.

El punto 2 suprime 2 rotaciones { Ry ,Rz}.

Un cono se controla con 5 grados de libertad.



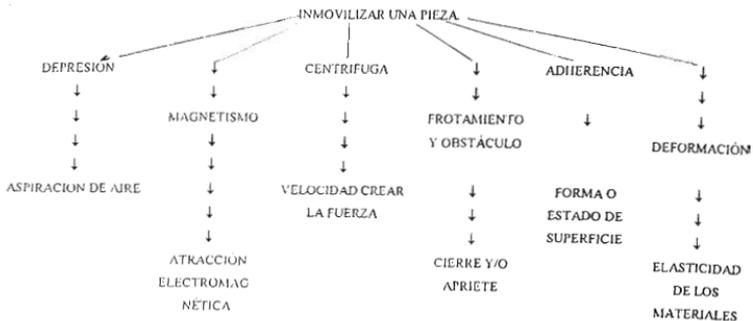
La esfera se controla con 3 grados de libertad.



Reglas de utilización

1. Se debe colocar la normal de referencia de tal manera que no sea redundante.
2. Jamás colocar mas de tres normales paralelas.
3. Colocar solamente tres normales coplanares como máximo.
4. Jamás colocar más de tres normales no coplanares concurrentes a un mismo punto.

COMO CREAR UNA FUERZA?

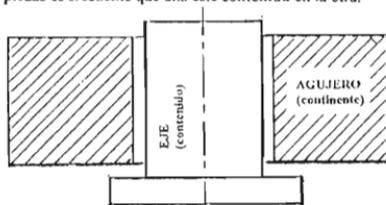


FABRICACIÓN

Acotación General

Para asegurar la intercambiabilidad, del diseño y fabricación el Sistema ISO ha normalizado la terminología y los símbolos usados en acotaciones.

En la unión de dos piezas es frecuente que una este contenida en la otra.



Inicialmente al concebir una unión, se escogen las dimensiones normales o teóricas.

Las dimensiones máximas y mínimas se definen con respecto a la cota nominal.



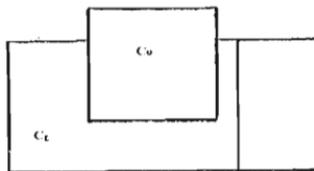
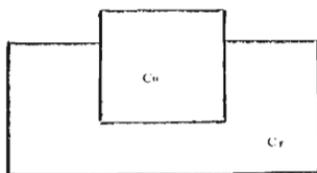
Juego Funcional

El juego se ubica en el lugar correspondiente al espacio que dejan las piezas contiguas.

El juego se define y se identifica por un vector, su dirección es la normal a las superficies laterales del juego, su sentido es arbitrario

SUPERFICIE DE CONTACTO
ORIGEN DEL VECTOR JUEGO

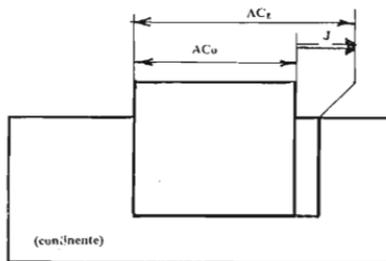
SUPERFICIE TERMINAL



Cadena de cotas

Se establece una cadena de cotas que enlaza las dos superficies terminales pasando por todas las superficies de contacto de las piezas que intervienen en la condición juego (J).

La cadena de cotas tiene que ser mínima, debe haber tantas cotas como piezas intervengan.



Acotación de fabricación

Definición de superficies de fabricación.

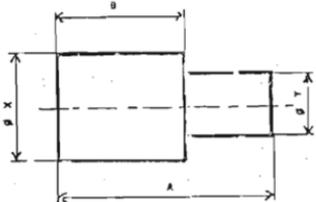
- superficie en bruto: La presentan los productos que no han sido maquinados. Es decir presentan el aspecto natural del proceso de obtención inicial. (Fundición, laminación, forja, etc..)
- Superficie de maquinado. Son aquellas que han sido sometidas a un maquinado (Arranque de viruta.)
- Superficie de partida. Superficie en bruto que sirve de apoyo para la obtención de la primer superficie maquinada, mediante una cota de partida.
- Cota de partida. La que une a la superficie en bruto con la primer superficie maquinada.
- Superficie de referencia. Es aquella superficie maquinada que sirve de apoyo para la obtención de otras superficies maquinadas, mediante una cota de referencia.
- Cota de referencia. Une dos superficies maquinadas.
- Cotas de fabricación. Para lograr un análisis de fabricación es conveniente estudiar el dibujo de definición, del cual podemos obtener la siguiente información:

- Formas.
- Dimensiones
- Tolerancias (Dimensionales, de forma de posición)
- Estado superficial.
- Recubrimientos especiales.
- Tratamientos térmicos.

Una vez fabricada la pieza el mismo dibujo servirá para la verificación de las piezas manufacturadas.

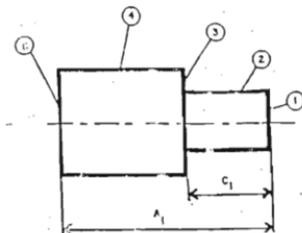
En muchos casos este dibujo **no puede ser útil** para la fabricación.

Ejemplo.



DIBUJO DE DEFINICIÓN

MATERIAL : 1040
 CANTIDAD : 500
 Ra : 1.6 General



DIBUJO DE FABRICACIÓN

- 1) Refrentar con herramienta de corte
- 2 y 3) Cilindrado y Refrentado a la vez.
- 4) Cilindrado
- 5) Tronzado y Refrentado

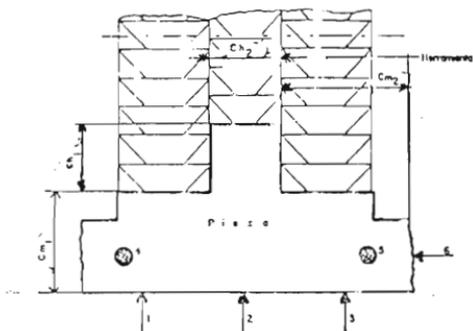
En el ejemplo anterior en el primer dibujo observamos la dificultad de fabricación a partir del dibujo de definición.

El segundo nos da toda la información requerida para la fabricación.

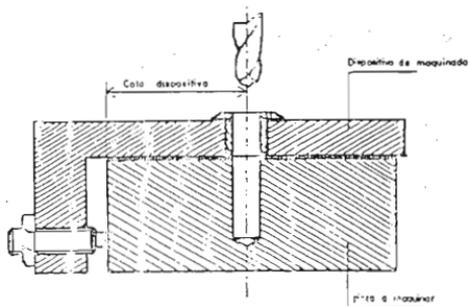
Como consecuencia de lo anterior podemos observar que las cotas de fabricación no son las mismas que en el dibujo de definición. Estas cotas se distinguen según su forma de obtenerse y son las siguientes:

- Cota máquina (Cm) Es la cota que depende del ajuste existente entre la máquina y la herramienta.
- Cota herramienta. Es la que depende únicamente de la herramienta.

Generalmente se apoya en una cota máquina.



- Cota dispositivo. Depende únicamente del dispositivo de sujeción usado en el maquinado de la pieza.



ANÁLISIS DE FABRICACIÓN

Un análisis de fabricación tiene por objeto establecer una secuencia lógica de las diferentes etapas de realización de una pieza.

El análisis de fabricación se lleva a cabo en función de los medios disponibles como son:

- Debe respetar la calidad impuesta en el dibujo de definición.
- Minimizar el costo de fabricación.

Las partes de que se compone un análisis de fabricación son:

- **Fase:** Es el conjunto de operaciones que se realizan en un mismo puesto de trabajo, por las mismas personas y por las mismas herramientas.
- **Subfase:** Es una fracción de la fase limitada por los cambios en la sujeción de la pieza y/o herramienta.
- **Operación:** Trabajo ejecutado sin desmontar la pieza y sin cambio de herramienta.

La documentación requerida para efectuar un análisis de fabricación son:

- Dibujo de definición del producto terminado.
- La frecuencia esperada.
- La mano de obra disponible.
- La disposición de los talleres.
- El expediente de las máquinas.
- El estándar del herramental.
- La carga de las máquinas.

La metodología para elaborar un análisis de fabricación es la siguiente:

1. Representar las fases con los números 10, 20, 30,
2. Representar las sub-fases con las letras mayúsculas A, B, C,
3. Representar las operaciones con letras minúsculas a, b, c,
4. En la columna de fase, subfase y operación indicar:
 - Cuando se monta más de una pieza.
 - Sujeción de la pieza.
 - Operación a efectuar.

5. En la columna maquinaria, indicar:

- Tipo de maquinaria utilizada.

6. En la columna de dispositivo, herramienta de corte y control, indicar:

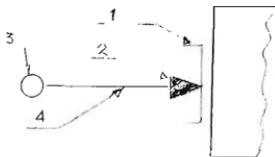
- Nombre y características del material empleado.

7. En la columna de croquis de la pieza indicar:

- Los puntos de sujeción de la pieza, empleando la simbología normalizada.
- Las superficies maquinadas con línea de color diferente o doble espesor.
- La pieza en su posición de maquinado.

SISMOLOGÍA DE SUJECCIÓN NORMALIZADA

Composición del Símbolo.



1 Naturaleza de la superficie de contacto.

2 Función del elemento tecnológico.

3 Tipo de tecnología.

4 Naturaleza de la superficie.

Símbolos que indican la naturaleza del contacto con la superficie.

NATURALEZA DEL CONTACTO	SÍMBOLO	NATURALEZA DEL CONTACTO	SÍMBOLO	NATURALEZA DEL CONTACTO	SÍMBOLO
CONTACTO PLANO		PUNTO FIJO		CONTACTO MÚLTIPLE	
CONTACTO ESTRIADO		PUNTO GIRATORIO		PLATO	
CONTACTO ABOMBADO		BASCULANTE		VE	

Símbolos que indican la función del elemento tecnológico.

FUNCIÓN	SÍMBOLO	REPRESENTACIÓN PROYECTADA
Posicionamiento riguroso		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>apoyo</p> <p>cualquier otra forma</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>centrador</p> <p>cilindrico plano</p> </div> </div>
Partida de acotación	Triángulo negro	
Inmovilización Preposicionamiento Oposición a las deformaciones		

Símbolos que indican la naturaleza de contacto de la pieza.

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE	SÍMBOLO
SUPERFICIE MAQUINADA	un solo trazo
SUPERFICIE EN BRUTO	dos trazos

Símbolos del tipo de tecnología de los elementos.

TIPO DE TECNOLOGÍA	SÍMBOLOS	
APOYO FIJO		
CENTRADO FIJO		
SISTEMA DE APRIETE		
SISTEMA DE APRIETE CONCÉNTRICO		
SISTEMA DE APOYO IRREVERSIBLE		
SISTEMA DE APOYO REVERSIBLE		



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

AZCAPOTZALCO

ANÁLISIS DE FABRICACIÓN

OPERACION:

ESQUEMA ILUSTRATIVO:

MAQUINA -HERRAMIENTA:

HERRAMIENTA DE CORTE:

INSTRUMENTO DE MEDICION:

INSUMOS:

OBSERVACIONES: _____

V - velocidad de corte (m^3/mm^3)

a - Avance por diente -RPM (mm)

N - Velocidad (RPM)

P - Profundidad de pasada (mm)

A - Avance (mm / min)

L - Longitud de pasada (mm)

Tt - Tiempo tecnológico (seg)

Tc - Tiempo de corte (seg)

Tun - Tiempo tecnomaneual (seg)

Tm - Tiempo manual (seg)

To - Tiempo oculto (seg)

Tp - Tiempo de preparación (seg)

Pm - Potencia consumida

V = _____ a = _____ N = _____ P = _____ A = _____

L = _____ Pm = _____ Tt = _____ Tc = _____ Tun = _____

Tm = _____ To = _____ Tp = _____

Tiempo total = _____

PROCESOS DE MANUFACTURA II

Se terminó La edición estuvo
de imprimir a cargo
en el mes de enero de la Sección
del año 2000 de Producción
en los talleres y Distribución Editoriales
de la Sección
de Impresión Se imprimieron
y Reproducción de la 150 ejemplares
Universidad Autónoma Metropolitana más sobrantes
Unidad Azcapotzalco para reposición.



Hacia nuevos retos

Universidad Autónoma Metropolitana
Sistema de gestión editorial

0092103 16427



24.00 - \$ 24.00



División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Energía

Coordinación de Extensión Universitaria
Sección de Producción y Distribución Editoriales