

UNIVERSIDAD DE MATANZAS
CAMILO CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS QUÍMICA – MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA.



DIBUJO PARA INGENIEROS MECANICOS.

ING. JUAN MANUEL RODRIGUEZ GRASSO.

Matanzas
2009.

Página legal

Dibujo Para Ingenieros Mecánicos / Juan Manuel Rodríguez Grasso. -- Ciudad de La Habana : Editorial Universitaria, 2009. -- ISBN.-978-959-16-1074-4 - 201 pág.

1. Rodríguez Grasso, Juan M

2. Ingeniería Mecánica

Digitalización: Dr. C. Raúl G. Torricella Morales



Juan Manuel Rodríguez Grasso, 2009

Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos, 2009

La Editorial Universitaria publica bajo licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas. La licencia completa puede consultarse en:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>

Editorial Universitaria
Calle 23 entre F y G, No. 564
El Vedado, Ciudad de La Habana, CP 10400
Cuba

e-mail: torri@reduniv.edu.cu

Sitio Web: <http://revistas.mes.edu.cu>

Introducción

INTRODUCCIÓN

Según los historiadores, la enseñanza del dibujo en Cuba comienza en el siglo XVII en La Villa del Santa María del Puerto del Príncipe, la actual ciudad de Camagüey, donde se podía estudiar entre otras asignaturas Geometría, la cual era muy necesaria para los trabajos de Agrimensura (mediadas y parcelaciones de tierras). Después de lo cual no se encuentra ninguna otra referencia hasta 1857, cuando los Padres Escolápios fundan el Liceo Calasancio del Príncipe y en la que impartían Geometría, Topografía, Dibujo Lineal, Natural y Proyecciones, utilizándose para ello el texto de 1858 “Elementos de Geometría y de Dibujo Lineal” de Román y Bernardes, que es el primer texto de Dibujo del que se tiene noticias en nuestro país.

A partir de este momento y en diferentes etapas, se han publicado una gran cantidad de libros de textos tanto de autores cubanos como extranjeros, que han dado respuestas a las necesidades inherentes al desarrollo de las representaciones técnicas, tales como:

El desarrollo de las ciencias y las tecnologías.

Cambios del contexto económico Nacional e Internacional.

Los cambios en las normas Nacionales e Internacionales de representación.

Y los perfeccionamientos de los planes de estudios en los diferentes niveles de enseñanza.

Siendo el objetivo de la preparación de este texto el dar respuesta a estas necesidades que se presentan cada ciertos períodos de tiempo, y en las cuales nos encontramos inmersos en la actualidad, ya que; la enseñanza superior transita por una etapa de cambios de planes de estudios del C al D y las Normas Cubanas de Dibujo también se encuentran en un momento de cambios y actualizaciones, derogándose muchas de las normas cubanas pertenecientes al SUDP (Sistema Único de Documentación de Proyectos) por nuevas normas que se acercan mas a los requerimientos internacionales como son las normas cubanas NC ISO.

Siendo el motor impulsor de estos cambios, el hecho de que el contexto económico nacional ha sufrido transformaciones, Cuba se está insertando en un mundo comercial más abierto y amplio, nuevas organizaciones económicas que abarcan a países de sistemas económicos y sociales diferentes al nuestro y que rigen su actividad productiva y comercial por los requerimientos de las organizaciones comerciales internacionales.

De acuerdo con esto, el Comité Técnico de Normalización NC/CTN.66; plantea que de las 148 normas cubanas editadas y aprobadas 63 no eran correspondiente con normas ISO u otra norma extranjera equivalente, o sea el 42% de las normas del SUDP. Además, como una información complementaria que ha sido observada en estudios posteriores se ha podido comprobar que la estructuración dada por el SUDP a sus normas tampoco está en correspondencia con la que ha sido dada a la ISO.

También como una nueva línea de desarrollo del Comité Técnico de Normalización No. 66. Se estudia el desarrollo alcanzado por la informática, la telepática y en general del tratamiento de la información, lo cual han producido importantes cambios en el modo de desarrollar los proyectos de ingeniería y arquitectura, lo que ha producido nuevos modelos conceptuales y procedimentales dentro de la actividad de proyecto, lo cual está poniendo de manifiesto la necesidad de organizar por medio de normas este proceso y es preciso empezar a tomar medidas en este sentido, trabajándose de forma sostenida en el estudio de estos problemas donde ya se observan normas internacionales, y en algunos países, normas nacionales elaboradas para organizar y controlar el trabajo del proyecto con el uso de las nuevas tecnologías.

De esta exposición se deriva que para la actividad del CTN (Comité Técnico de Normalización) la tarea de revisión o homologación de las actuales normas del SUDP con las normas de la ISO del mismo campo de actuación es de primer orden.

En vistas de lo anterior y con el objetivo de lograr la inclusión paulatina de las nuevas normas vinculadas con la actividad de proyectos en la enseñanza media y superior es que se realiza este estudio, que permitirá ir implementando la actualización de la bibliografía existente en Dibujo Mecánico.

Esperamos que este texto sirva a los estudiantes de las carreras de ingeniería, y en lo particular a los que estudian las especialidades de Ingeniería Mecánica para cumplir los que los objetivos de su formación. En el mismo trataremos temas de particular importancia en esta disciplina por lo que no solo se presenta las formas de representación, sino que dadas las características de año en que se imparten las asignaturas de dibujo técnico en el plan D, también se dan toda una serie de términos y definiciones que ayudaran al estudiante en la comprensión de los temas tratados que serán desde el punto de vista teórico tratados con mayor profundidad en otras disciplinas del plan de estudio.

Índice

ÍNDICE

Introducción	2
Índice.....	4
TOLERANCIAS.....	8
OBJETIVOS	8
§ 1.1. <i>Introducción</i>	8
§ 1.2 – <i>Tolerancia dimensional</i>	9
Términos Y Definiciones.....	9
§ 1.2.2. <i>Indicación de tolerancias dimensionales en los planos</i>	16
Colocación De Los Símbolos.....	16
Reglas Generales.....	16
§ 1.3. <i>Tolerancias angulares</i>	18
Términos Y Definiciones.....	18
Indicación En El Plano.....	19
§ 1.4. <i>Ajustes</i>	20
Términos Y Definiciones.....	20
Sistema De Agujero Único.....	22
Sistema De Eje Único.....	22
Sistema Único De Ajustes Y Tolerancias.....	23
Indicación De Los Ajustes En Los Planos.....	24
§ 1.5. <i>Tolerancias de forma y posición</i>	24
Términos Y Definiciones.....	24
Clasificación De Las Tolerancias Geométricas.....	27
Tolerancias de Forma.....	28
Tolerancias de Posición.....	30
Suma de tolerancias de Forma y Posición.....	33
Pulsación.....	33
Otras posibilidades de indicación de las tolerancias podrían ser:.....	36
Condición De Máximo Material.....	37
La condición de Máximo Material se aplica a:.....	39
No puede ser aplicado a:.....	39
Posición Nominal.....	39
Guía Para La Asignación De Las Tolerancias Geométricas.....	39
RUGOSIDAD SUPERFICIAL.....	55
OBJETIVOS	55
§ 2.1. <i>Introducción</i>	55
§ 2.2 - <i>Rugosidad. Definición</i>	55
Superficie real.....	55
Superficies de Referencia.....	56
§ 2.3 - <i>Indicación De Rugosidad En Los Planos</i>	58
§ 2.4 - <i>Particularidades de la indicación de la rugosidad en los planos</i>	62
Colocación de los Símbolos en los casos de rugosidades particulares.....	63
§ 2.6 - <i>Medición de la rugosidad</i>	64
Método de contacto.....	65
Métodos de no contacto.....	65
§ 2.7 - <i>Valores numéricos de la rugosidad superficial</i>	65
RECUBRIMIENTOS Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	70
OBJETIVOS	70
§ 3.1. <i>Introducción</i>	70
§ 3.2. <i>Tratamiento térmico. Definiciones</i>	70
Los principales Tratamientos Térmicos:.....	71

§ 3.3 - <i>Indicación de Recubrimientos y Tratamientos Térmicos en los Planos.</i>	72
ROSCAS.....	75
OBJETIVOS.....	75
§ 4.1. <i>Introducción.</i>	75
§ 4.2. <i>Roscas. Términos y Definiciones</i>	75
§ 4.3. <i>Roscas. Clasificación</i>	76
Por la forma del perfil.	76
Fig. 4.6.....	77
Por el carácter de la superficie.	77
Especiales.	78
Por la cantidad de entradas.....	79
Por la dirección de la línea helicoidal.....	79
§ 4.4 - <i>Perfil de una rosca. Parámetros fundamentales.</i>	79
§ 4.5 - <i>Rosca métrica iso. Características.</i>	80
§ 4.6 - <i>Rosca Whitworth. Características.</i>	82
Sus principales dimensiones:	82
§ 4.7 - <i>Representación simplificada de roscas en los planos</i>	84
Roscas exteriores.....	84
Rosca Interior.	84
§ 4.8 - <i>Dimensionado de roscas en los planos de trabajo.</i>	86
§ 4.9 - <i>Elementos de medición y comprobación de roscas.</i>	92
UNIONES ROSCADAS.....	105
OBJETIVOS.....	105
§ 5.1. <i>Introducción.</i>	105
§ 5.2. <i>Uniones roscadas. Definiciones.</i>	105
§ 5.2.3 <i>Tipos de uniones roscadas</i>	105
§ 5.3 – <i>Tipos de tornillos.</i>	108
§ 5.4 <i>Dimensiones fundamentales para el trazado del tornillo de cabeza hexagonal.</i>	111
§ 5.5 – <i>Arandelas.</i>	112
§ 5.6 – <i>Tuercas.</i>	114
§ 5.7 – <i>dimensiones fundamentales para el trazado de uniones roscadas.</i>	115
§ 5.8 – <i>recomendaciones para la representación de uniones roscadas.</i>	117
UNIONES DESMONTABLES NO ROSCADAS.....	118
OBJETIVOS.....	118
§ 6.1. <i>Introducción.</i>	118
§ 6.2. <i>Elementos de unión no roscados. Definiciones.</i>	118
Pasadores.	118
Designación de pasadores en los planos.	119
Chavetas.....	119
Lengüetas.....	120
Designación de Chavetas y lengüetas.....	120
§ 6.3. <i>Elementos de unión no roscados. Aplicaciones.</i>	121
Pasador Cónico.	121
§ 6.4 <i>Tablas ISO</i>	126
UNIONES SOLDADAS.....	130
OBJETIVOS.....	130
§ 7.1. <i>Introducción.</i>	130
§ 7.2. <i>Uniones por soldadura. Definiciones.</i>	130
Clasificación de las soldaduras.	131
Tipos de soldaduras.	131

§ 7.3. <i>Tipos de Uniones soldadas.</i>	132
§ 7.4 – <i>Indicación de la soldadura en los planos.</i>	134
Líneas para el trazado de las costuras.....	134
Línea guía y de referencia.....	135
§ 7.5 – <i>Aplicaciones de los símbolos de soldadura</i>	139
§ 7.6– <i>Limitaciones y desventajas de la soldadura.</i>	144
UNIONES ROBLONADAS.	145
OBJETIVOS	145
§ 8.1. <i>Introducción.</i>	145
§ 8.2. <i>Uniones por roblones. Definiciones.</i>	145
Materiales de los remaches	145
Tipos de cabezas de remaches.....	146
Clasificación del roblonado.	147
§ 8.3. <i>Dimensiones de los remaches o roblones.</i>	148
§ 8.4. <i>Problemas del remachado.</i>	149
§ 8.5. <i>Remaches especiales.</i>	149
§ 8.6. <i>Indicación de los remaches en los dibujos.</i>	150
TRANSMISIONES POR ENGRANAJES.	155
OBJETIVOS	155
§ 9.1. <i>Introducción.</i>	155
§ 9.2. <i>Transmisiones por engranajes. Clasificación.</i>	156
Características generales de las transmisiones por engranajes.....	156
Clasificación de los engranajes.....	156
9.2. <i>Finalidad mecánica de los engranajes.</i>	158
Partes de una rueda dentada.....	159
Partes De Un Diente.....	159
Nomenclatura para el estudio de los engranajes.	160
9.2. <i>tipos de engranajes</i>	162
Cilíndricos.	162
Cónicos:	166
Geometría de la rueda cónica. Dimensiones Principales (Fig.9.15).....	166
Representación Y Acotación	168
Engranajes Helicoidales.....	170
Tornillo Sin Fin Y Corona:	171
Ventajas Y Desventajas De La Transmisión Por Engranajes	172
§ 9.3. <i>Perfiles de los dientes.</i>	172
Cicloidales.	172
Evolvente de círculo.....	173
Trazado práctico de la evolvente de círculo.....	174
Trazado practico del perfil del diente de evolvente del círculo.....	174
ÁRBOLES Y EJES.....	177
OBJETIVOS	177
§ 10.1. <i>Introducción.</i>	177
§ 10.2. <i>Definiciones.</i>	177
Ejes.	177
Árboles.	177
§ 10.3. <i>Clasificación de los Árboles.</i>	177
§ 10.4. <i>Elementos constructivos.</i>	178
Elementos funcionales.	178
Elementos tecnológicos.	178
Agujeros de centro.	179
Ranuras Para Salidas De Rectificado.	181

Roscas	182
Biseles	182
Superficies Estriadas	183
Chaveteros	183
<i>Fig.10.13.Representacion de chavetero y dimensionado del chavetero.</i>	183
Trazado De Una Pieza Tipo Árbol	184
Acotado De Un Árbol	184
ENSAMBLES.	191
OBJETIVOS.....	191
§ <i>11.1. Introducción.</i>	<i>191</i>
§ <i>11.2. Definiciones.</i>	<i>191</i>
Plano De Ensamble.	191
Clasificación de los planos de Ensamblés.	191
§ <i>11.3. Elementos que componen el plano de ensamble.</i>	<i>192</i>
Elementos Que Deben Aparecer En La Representación De Los Ensamblés.	192
Elementos De Representación Simplificada.	192
Elementos Que Pueden Ser Omitidos De La Representación	194
Indicación Con Un Número De Posición De Las Piezas Componentes De Ensamblés	194
§ - <i>Bibliografía.</i>	<i>199</i>
§ - <i>Normas Consultadas.</i>	<i>200</i>

CAPÍTULO 1

Tolerancias.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer las definiciones y términos relacionados con los Ajustes y Tolerancias.
- Aplicar e identificar la simbología para la asignación en los planos de las Tolerancias Dimensionales, Angulares, De Forma, De Posición y los Ajustes.
- Conocer la metodología para la asignación de los diferentes valores de tolerancias y tipos de ajustes en los planos.

§ 1.1. INTRODUCCIÓN.

Es muy común en la ingeniería mecánica la fabricación de piezas que deben ser acopladas entre sí para garantizar el funcionamiento de un determinado conjunto como tal, en un principio la vinculación de los elementos se hacía realizando un ajuste pieza a pieza, lo que provocaba una gran pérdida de tiempo y grandes gastos de recursos, esto es posible emplearlo solo para pequeñas producciones o producciones unitarias; y no en la producción masiva de piezas de respuestos.

En la actualidad donde imperan las grandes producciones y la fabricación en serie se hace necesario la producción de grandes volúmenes de piezas de respuestos que cumplan con el principio de intercambiabilidad, el cual plantea que: “Dos piezas que trabajen acopladas entre sí deben producirse independientemente sin que ello afecte para nada su funcionalidad”. Por lo cual se hace mas que evidente que para poder cumplir con dicho principio y que las piezas garanticen su funcionalidad independientemente del lugar donde estas hayan sido producidas, que la; o las zonas o regiones de la pieza de la cual depende dicha funcionalidad sean debidamente dimensionadas, para lo cual debe tenerse en cuenta una serie de aspectos como son:

- Los diferentes procesos tecnológicos de fabricación a los cuales estará sometida la pieza, los cuales; pueden introducir errores en la forma y dimensión de la pieza, (holguras de las maquinas herramientas, rigidez de los elementos involucrados, fuerzas de maquinado y temperatura).
- Errores producidos por los operarios durante el proceso de fabricación de la pieza o durante el montaje o acoplamiento de la misma, los cuales; pueden introducir errores en las dimensiones o en la posición de los acoplamientos, (modo de fijación de la pieza a la maquina).
- Regímenes o condiciones de trabajo a la que va a estar sometida el conjunto, lo cual determina la forma en que debe de realizarse la unión entre las piezas, o lo que es lo mismo la relación que debe existir entre los elementos a unir; que es a lo que en la técnica mecánica se le denomina ajuste.
- Anisotropía del material.
- Tensiones internas de la pieza.

Para garantizar estos requerimientos, es necesario atenerse a una serie de reglas y principios, que serán explicados a lo largo de este capítulo.

§ 1.2 – TOLERANCIA DIMENSIONAL.

Términos Y Definiciones.

En la actualidad existen acuerdos internacionales sobre las definiciones y términos empleados en las tolerancias, así como en la simbología a utilizar; por lo que los problemas de lenguaje están siendo superados, sin que esto quiera decir que en ocasiones exista divergencia de una norma a otra. En el caso de Cuba, las Normas Cubanas han sido elaboradas en concordancias con las Normas ISO (International Standardization Organization).

- **Eje:** Representación de los elementos exteriores (partes contenidas) de las piezas. En general e independientemente de los ajustes, todas las dimensiones exteriores se entienden como ejes. (Fig. 1.1)

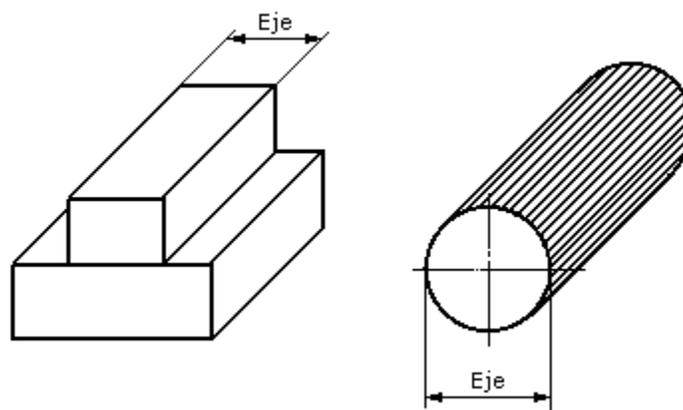


Fig.1.1 Piezas tipo Eje.

- **Agujeros:** Representación de los elementos interiores (partes que contiene) de las piezas, en sentido general e independientemente de los ajustes todas las dimensiones interiores se entienden como agujeros(Fig.1.2).

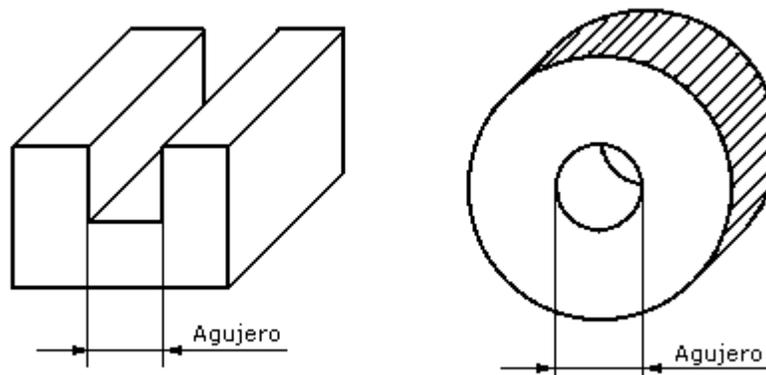


Fig. 1.2. Piezas tipo Agujero

- **Dimensión Nominal:** Generalmente, cuando se habla en mecánica de la dimensión de un objeto y/o la distancia existente entre elementos nos estamos refiriendo a dimensiones nominales las cuales se pueden presentar en los dibujos mediante una cota correspondiente (Fig. 1.3).

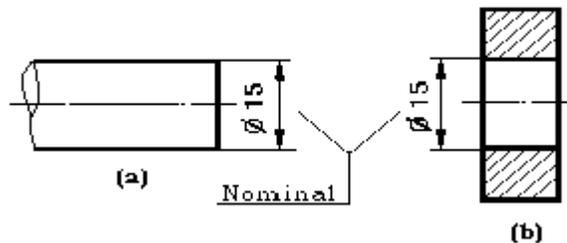


Fig. 1.3. – Dimensión nominal.

(a) Piezas tipo ejes, (b) piezas tipo agujero.

- **Línea Cero:** Esta línea se define a partir del contorno de la Dimensión Nominal es una línea teórica que sirve par establecer de forma gráfica todos los parámetros del los Sistemas de Ajustes y Tolerancias (Fig.1.4)

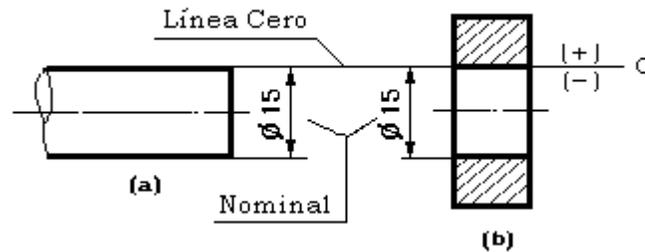


Fig.1.4 – Línea cero.

(a) pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

- **Dimensión real o efectiva:** Es el valor real que tiene la pieza una vez terminada su elaboración, la cual no se corresponde con la dimensión nominal dados los diferentes errores que pueden aparecer en el proceso tecnológico; por lo que debe de estar dentro de un rango pre establecido.
- **Dimensión Límite máxima:** Es el valor de la dimensión real o efectiva máximo que puede alcanzar la pieza para garantizar su funcionalidad (Fig.1.5)

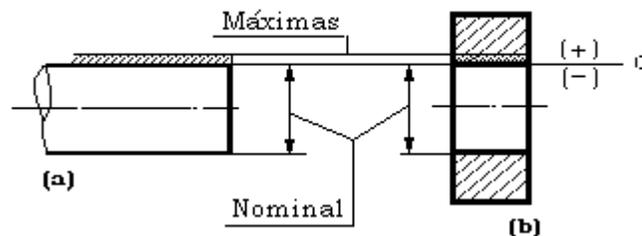


Fig.1.5. Dimensiones límites máximas.

(a) Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

- **Dimensión límite mínima:** Es el valor de la dimensión real o efectiva mínimo que puede alcanzar la pieza para garantizar su funcionalidad (Fig.1.6)

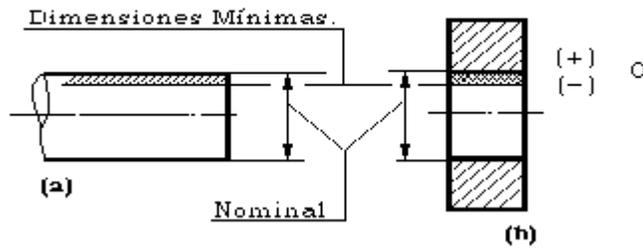


Fig. 1.6. Dimensiones Mínimas.

(a) Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

- **Desviación: (Es)** la diferencia algebraica entre las dimensiones limites y la dimensión nominal, siendo el error permisible en la fabricación de la pieza, esta puede ser de dos tipos, superior e inferior.
- **Desviación Superior (es):** Diferencia algebraica entre las Dimensión Limite Máxima y la Dimensión Nominal, puede ser positivas, negativa o cero; según sea su posición con respecto a la Línea Cero. (Fig1.7).

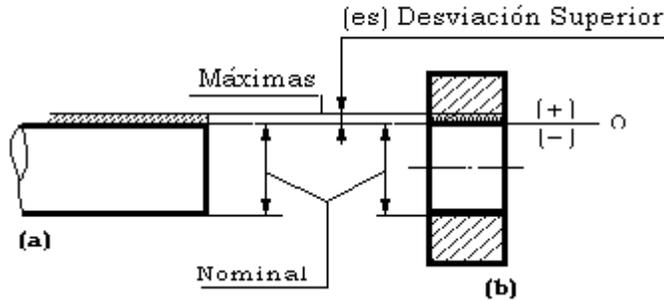


Fig. 1.7. Desviación Superior

(a) Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

- **Desviación Inferior (ei):** Diferencia algebraica entre las Dimensión Limite Mínima y la Dimensión Nominal, puede ser positivas, negativa o cero; según sea su posición con respecto a la Línea Cero. (Fig.1.8).

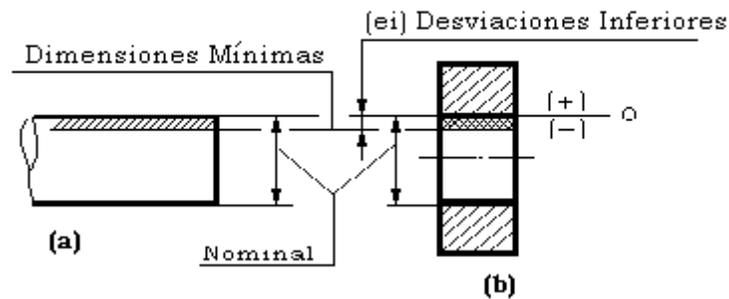
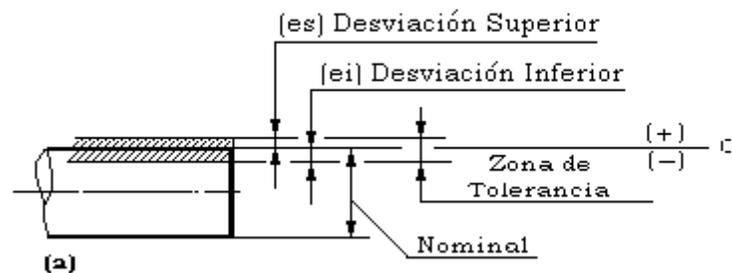


Fig. 1.8 – Desviación Inferior.

(a) Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

- **Tolerancia (T):** Es la cantidad de variación permitida en las dimensiones o superficies de las piezas. Diferencia entre las dimensiones límites máxima y mínima, también puede ser expresada como la diferencia entre en la desviación superior y la desviación inferior. Cuando se aplica el ajuste de piezas de maquinas, la palabra tolerancia significa la cantidad de variación permitida en tamaño a las piezas repetidas en relación con las condiciones de fabricación y debidas a las inevitables imperfecciones del proceso tecnológico.
- **Zona de tolerancia:** Representación gráfica de la tolerancia, la misma se indica en los dibujos con una letra o combinación de dos letras, estas pueden ser mayúsculas o minúsculas dependiendo del tipo de pieza a la cual se le este asignando la zona de tolerancia, estas pueden ser: Piezas tipo agujeros, la zona de tolerancia se asigna con letras mayúsculas. Piezas tipo ejes, la zona de tolerancia se asigna con letras minúsculas (Fig.1.9). La amplitud de la zona de tolerancia depende de la calidad con que se fabrica la pieza (Grado de Tolerancia) (Fig.1.10). La zona de tolerancia nos da una idea de la posición de la tolerancia con respecto a la Línea Cero (Fig.1.11)



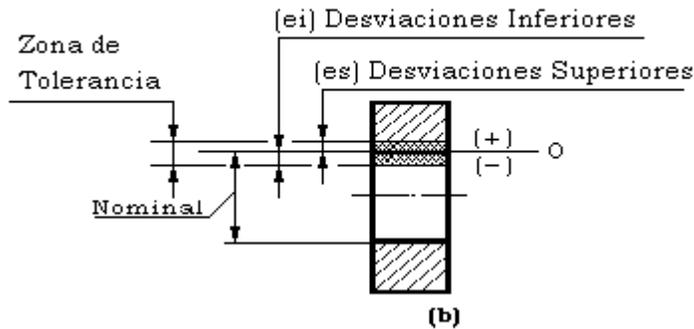


Fig. 1.9. Zona de tolerancia.

(a) Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

- Grado de Precisión:** Se expresa en los dibujos mediante números que en dependencia de la Norma van desde el 01 hasta el 17, representando la máxima calidad el grado de tolerancia IT01 siendo en esta donde se alcanza una mayor precisión y por tanto la zona de tolerancia es mucho más estrecha; y el Grado de Tolerancia IT17 es el de peor precisión siendo la zona de tolerancia mucho mas amplia. Por lo general en la mecánica los grados de calidad más comunes se encuentran entre IT05 e IT08.(Fig.1.10)

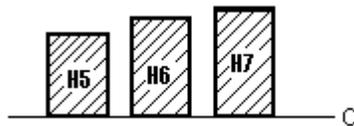


Fig. 1.10 Amplitudes diferentes de una misma zona de tolerancias (H) en dependencia del grado de precisión.

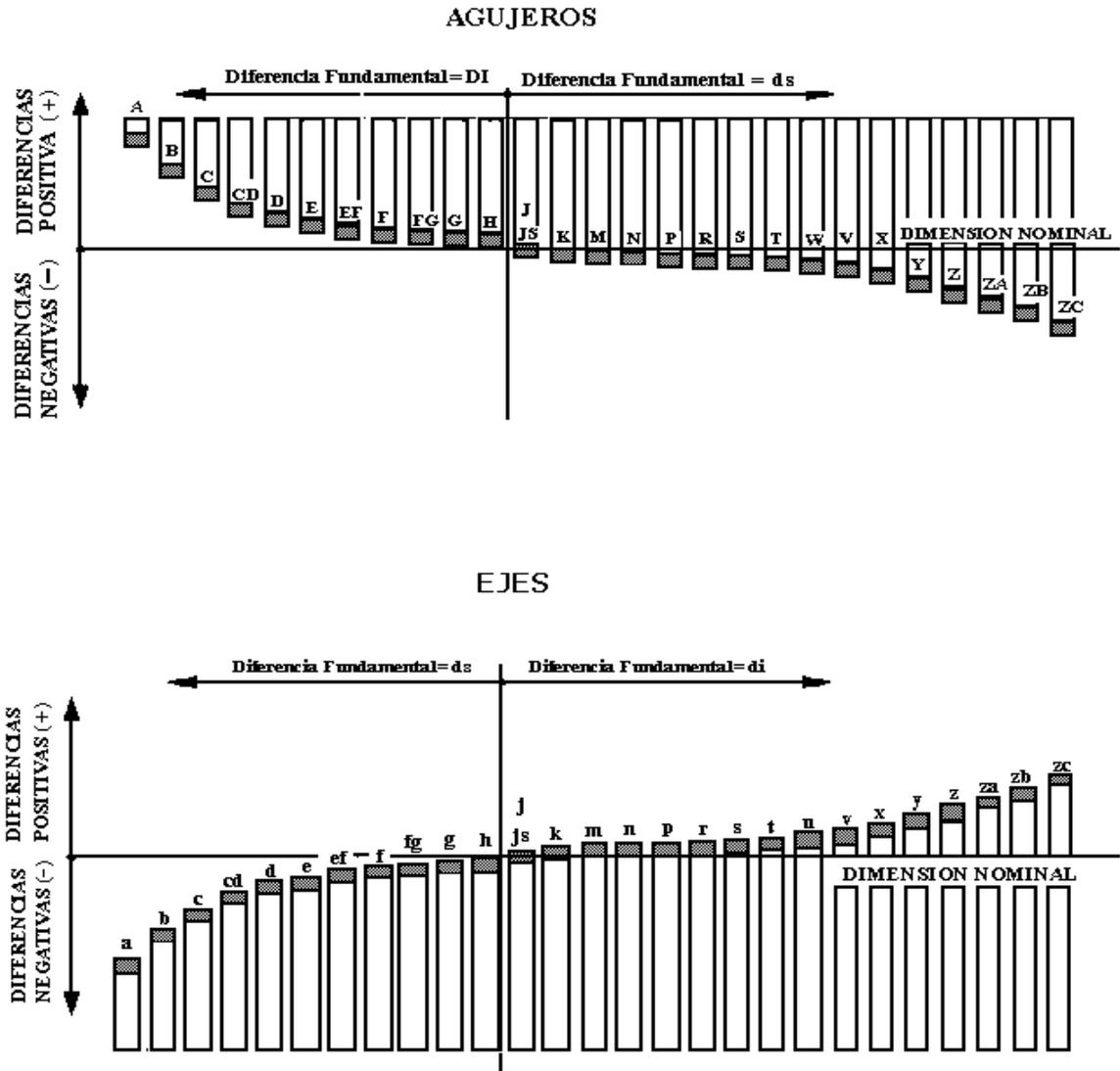


Fig.1.11. Posiciones relativas de las zonas de tolerancia para un diámetro dado y un mismo grado de precisión con respecto a la línea cero

- **Grado de tolerancia (IT):** Conjunto de tolerancias que corresponden a un mismo grado de precisión para todas las dimensiones nominales. Los grados de tolerancia

esta íntimamente ligados con la calidad de acabado de la superficie de la pieza y con el proceso de obtención de la misma. (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Relación de los IT con la aplicación del proceso de obtención

IT	APLICACION	PROCESO DE OBTENCION
0 – 1	Calibres de alta precisión	Lapeado
2 – 3	Calibres y aparatos de medidas	Lapeado
4	calibres y mecánica fina	Rectificado
5	Mecánica precisa	Rectificado
6-7	Mecánica general	Rectificado, Torneado fino, brochado y fresado.
8-9-10-11	Mecánica ordinaria, aparatos y grandes maquinas	Torneado, fresado brochado, trefilado.
12-13-14	Maquinas pesadas, piezas sin responsabilidad, dimensiones que no trabajan ajustadas	Todos los procesos por arranque de virutas, fundición de precisión
15-16	Piezas laminadas, forjadas y fundidas	Procesos sin arranque de viruta

Se deduce de la tabla anterior que de modo general los grados de tolerancias 01 _ 04 se emplean para la fabricación de patrones y calibres, los grados 05 _ 12 para la industria general y los grados 13 _ 17 para fabricaciones bastas.

§ 1.2.2. INDICACIÓN DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES EN LOS PLANOS.

Colocación De Los Símbolos.

La simbología de las tolerancias dimensionales y angulares, así como la utilizada en tolerancias de forma y posición están en uso desde al menos el inicio del siglo XX, y fue especialmente importante durante la segunda guerra mundial en relación con el elevado volumen de producción de barcos, aviones, y vehículos. Durante este período las tolerancias no estaban establecidas con elevada rigurosidad y es alrededor del año 1982 que se publica uno de los primeros documentos por la American National Standards Institute, la ANSI Y14.5M-1982 convirtiéndose en un punto de partida para la rigurosidad y la estandarización de las metodologías.

Reglas Generales.

Cuando las tolerancias generales son indicadas en los dibujos, deben estar expresadas dentro o cerca del cajetín. Los símbolos de ejemplos de clases de tolerancia y los dígitos indicado la desviación permisible deben estar escritos con la misma altura de letra que el rotulado de la cota básica. También se permite usar una altura de rotulado la cual sea un tamaño menor que la altura de rotulado de la cota básica, pero no menor de 2.5mm (NC ISO129-1:2005).

La NC ISO 129 -1:2005 recomienda seguir las siguientes sugerencias a la hora de indicar tolerancias en los planos. En las cotas toleradas sus componentes se colocan de la siguiente forma: (Fig. 1.12).

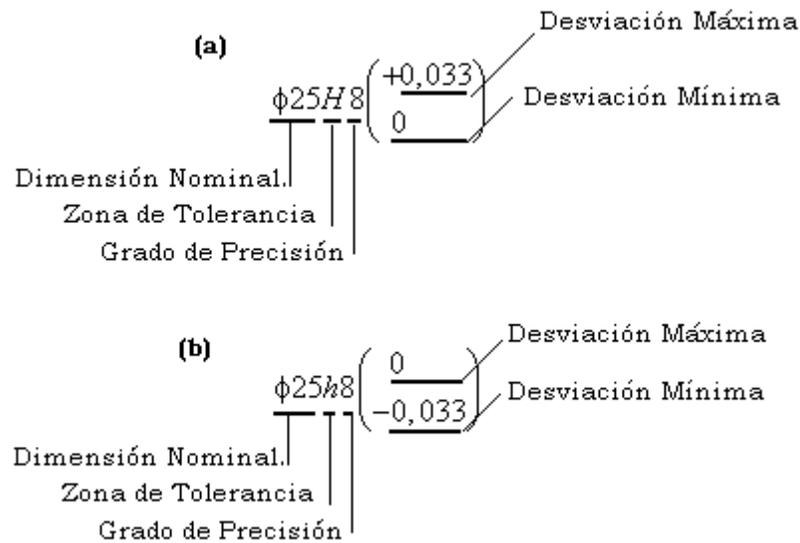


Fig. 1.12. Orden de colocación de las cotas toleradas. (a) Pieza tipo agujero, (b) pieza tipo eje

La indicación sobre el pleno se puede hacer como se muestra en la Fig.1.13.

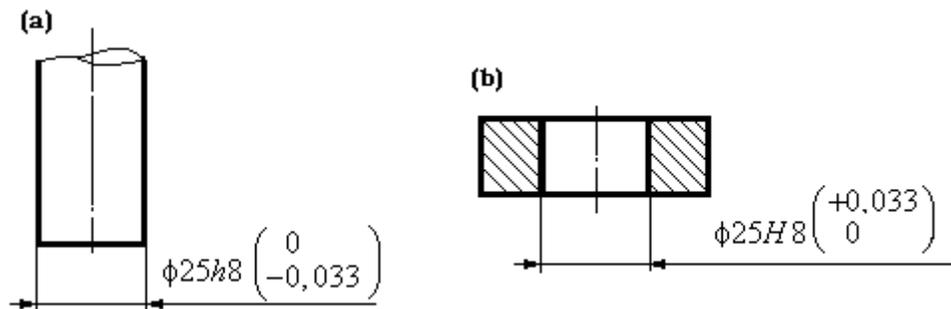


Fig.1.13. Indicación de tolerancias (a) Pieza tipo eje, (b) pieza tipo agujero.

Las desviaciones límites deben estar colocadas una encima de la otra, siendo la de encima la desviación superior y debajo la desviación inferior (Fig.1.13.) o por la indicación de la desviación superior antes la desviación inferior (Fig.1.14.)

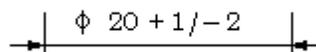


Fig. 1.14.

Si una de las dos desviaciones límites es cero esta será expresada con el dígito 0 (Fig.1.15).

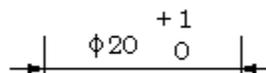


Fig. 1.15

Si las tolerancias son simétricas en relación con la cota básica, la desviación límite debe indicarse solo una vez (Fig. 1.16).

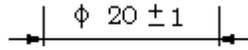


Fig.1.16

Los límites de cotas son indicados por un límite de cota máximo y mínimo (Fig.1.18).

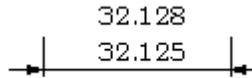


Fig.1.18

Para limitar la cota en una sola dirección se debe colocar “máx” o “mín” al valor nominal.(Fig.1.19)

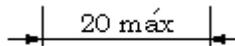


Fig. 1.19

§ 1.3. TOLERANCIAS ANGULARES.

Términos Y Definiciones.

Los valores numéricos de las tolerancias angulares se presentan en tablas, para 17 grados de calidad; donde la máxima calidad es 01 y el más basto 17. Se recomienda que en las tolerancias con un grado de precisión superior al 01, las tolerancias pueden ser obtenidas por divisiones sucesivas de las tolerancias del 1^{er} grado de precisión por el coeficiente 1,6.

Las tolerancias de los ángulos de los conos con conicidad no mayor de 1:3 deben ser asignadas en dependencia de la longitud nominal L del cono (la longitud L puede ser tomada igual ala longitud L₁ de la generatriz ya que la diferencia será siempre menos de un 2 %) (Fig. 1.20).

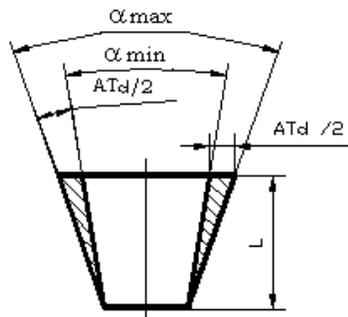


Fig.1.20.

En los casos en que la tolerancia se asigne a los conos con conicidad mayor de 1:3 estas deben ser asignadas en dependencia de la longitud de la generatriz L_1 del cono. (Fig.1.21)

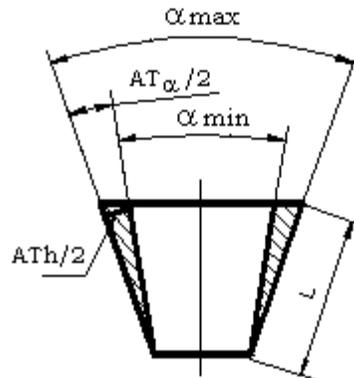


Fig.1.21.

(AT): Tolerancia angular Esta se puede definir como la diferencia entre los ángulos límite máximo y mínimo.

(AT α): Tolerancia de Angulo Tolerancia angular expresada en unidades angulares.

(AT α): Valor Redondeado de la Tolerancia del ángulo en grados minutos y segundos.

(AT $_h$): Tolerancia del ángulo expresada como un segmento de la perpendicular al lado del ángulo, opuesto al ángulo AT α a una distancia L_1 del vértice de este ángulo; prácticamente este segmento con una diferencia infinitesimal es igual a la longitud del arco del radio l_1 , que limita al ángulo AT

(AT $_D$): Tolerancia del ángulo del cono, expresado como la tolerancia de la diferencia de los diámetros en dos secciones del cono normales al eje una distancia L entre ellas. Se determina por la perpendicular al eje del cono.

(α): Angulo nominal del cono.

Indicación En El Plano.

Las reglas dadas en el epígrafe anterior son igualmente aplicables a cotas angulares, excepto las unidades de la cota angular básica así como las desviaciones límites deben ser siempre indicadas.

Las dimensiones angulares también pueden ser toleradas, se acostumbra a expresar la dimensión nominal en Grados, minutos y segundos; por lo que las desviaciones se indican también en grados, minutos y segundos (Fig. 1.22) y (Fig.1.23).

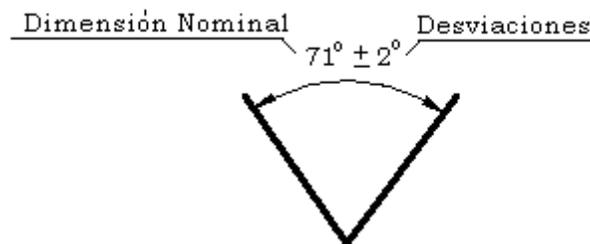


Fig.1.22. Acotado angular

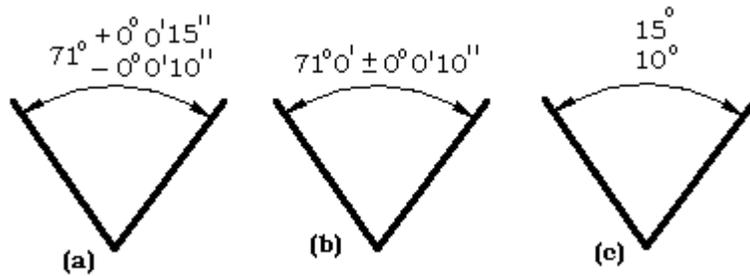


Fig.1.23. Acotado angular de tolerancias.

- a) Acotado de ángulo con desviaciones máximas y mínimas.
- a) Acotado de ángulo con la misma desviación máxima y mínima.
- b) Límites de cotas angulares

§ 1.4. AJUSTES.

Términos Y Definiciones.

Cuando se realiza el acoplamiento de dos piezas, se hace necesario establecer la relación que tiene que existir entre las partes; para poder garantizar el funcionamiento correcto del acoplamiento. Este acoplamiento puede ser diferente en dependencia de los requerimientos de trabajo a que estará sometido el conjunto, el mismo puede que se produzca con un mayor o menor grado de dificultad por lo que se hace necesario conocer el ajuste que va a existir entre ellos y las diferentes formas de asignación con que se cuenta.

Ajustes: El ajuste caracteriza la libertad de movimiento relativo entre las piezas o el grado de resistencia a su movimiento mutuo. Por lo que podemos plantear que es el modo de acoplamiento dimensional entre dos piezas determinado por la magnitud de los juegos o aprietos obtenidos. Los mismos pueden ser de tres tipos; Ajustes Móvil, Ajuste con Aprieto y Ajuste Indeterminado. Existiendo dos sistemas de asignación de los ajustes, Sistema de Eje Único y Sistema de Agujero Único utilizando preferiblemente este último; ya que el Sistema de Eje Único solo se recomienda utilizar en los casos en que se justifique desde el punto de vista económico o constructivo. Ejemplo, si es necesario obtener diferentes ajustes de varias piezas con agujeros sobre un mismo eje liso.

Ajustes Móvil: Este tipo de ajuste garantiza el juego entre los elementos acoplados, donde la zona de tolerancia del agujero está situada por encima de la zona de tolerancia del eje; también se puede considerar aquellos ajustes donde el límite inferior de la zona de tolerancia del agujero coincide con el límite superior de la zona de tolerancia del eje.
Ajuste con Aprieto: Este ajuste asegura el aprieto de la unión, donde la zona de tolerancia del agujero está situada por debajo de la zona de tolerancia del eje.

Ajuste Indeterminado: Este tipo de ajuste permite lograr lo mismo un ajuste con juego que un ajuste con aprieto, dado que las zonas de tolerancias del agujero y del eje se cubren parcial o totalmente

Juego: diferencia que existe entre las dimensiones del agujero y del eje antes del acoplamiento, siempre y cuando la medida del agujero sea mayor que la del eje. Este se clasifica en juego máximo y juego mínimo. El juego es característico de los ajustes en los que existen holguras entre las piezas acopladas.(Fig.1.24)

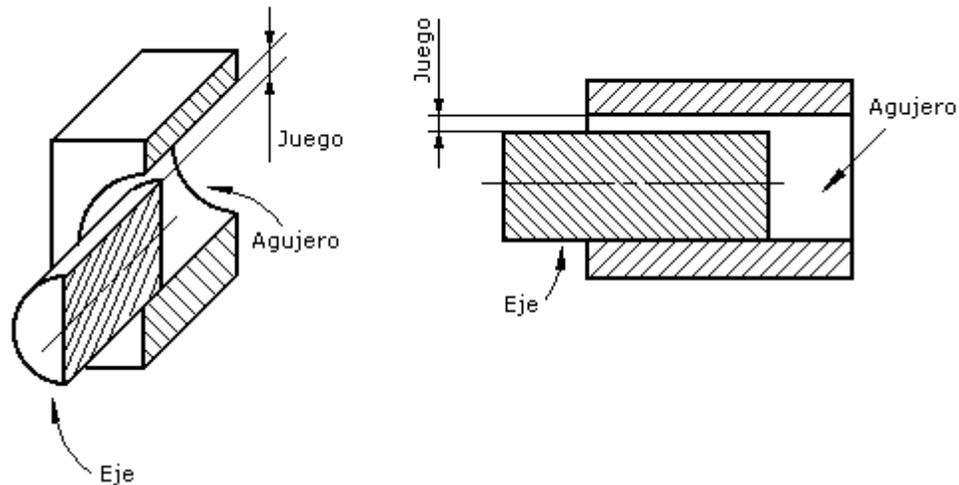


Fig. 1.24

Juego Máximo: diferencia entre la dimensión máxima del agujero y la mínima del eje

Juego Mínimo: diferencia entre la dimensión mínima del agujero y la máxima del eje.

Aprieto: Diferencia que existe entre las medidas del agujero y del eje antes del acoplamiento, siempre y cuando las medidas del eje sean mayor que las medidas del agujero. Estos se clasifican en Aprieto Máximo y Aprieto Mínimo (Fig.1.25).

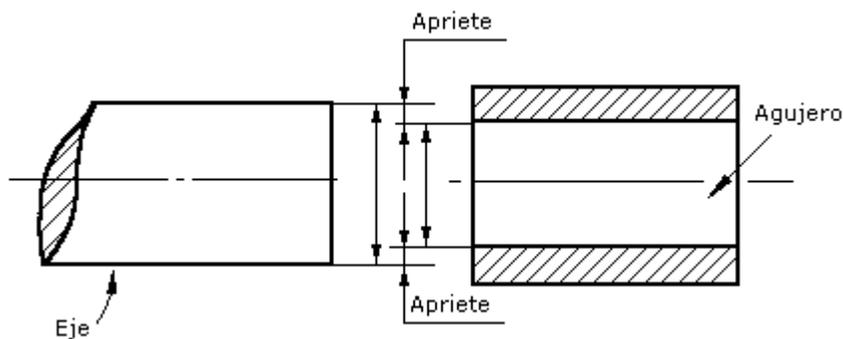


Fig. 1.25.

Aprieto Máximo: Se define como la diferencia que existe entre la dimensión máxima de un eje y la mínima de un agujero.

Aprieto Mínimo: Se define como la diferencia entre la dimensión mínima del eje y la dimensión máxima del agujero.

Sistema De Agujero Único.

En este sistema es común el agujero para todos los asientos de igual calidad, siendo las dimensiones de los ejes los que se hacen mayores o menores. La medida nominal es medida mínima, o sea medida inferior del agujero. La medida máxima o medida limite superior es igual a la nominal más la tolerancia. La diferencia superior es por lo tanto igual a la tolerancia, y la inferior, igual a cero. En los ejes de agujero único, la diferencia superior es numéricamente igual al juego mínimo (Aprieto máximo) del asiento. La diferencia inferior es igual al juego mínimo mas la tolerancia (aprieto máximo menos la tolerancia) (Fig.1.26).

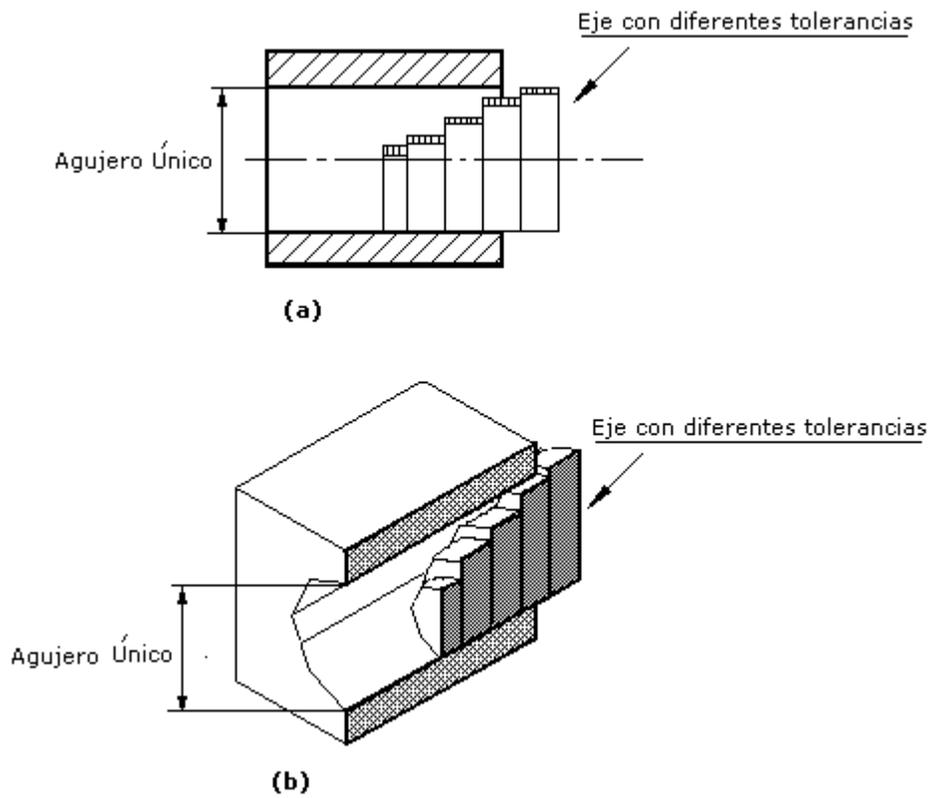


Fig. 1.26

Sistema De Eje Único.

En este sistema es común el eje para todos los asientos de igual calidad, variándose en este caso las dimensiones del agujero. La medida nominal es medida máxima, o sea, medida limite superior del eje. La medida mínima o medida limite inferior del eje es igual a la medida nominal menos la tolerancia. La diferencia superior es por tanto igual a cero, y la inferior es numéricamente igual a la tolerancia. En los agujeros de eje único la diferencia inferior es numéricamente igual al juego mínimo (aprieto Máximo) del asiento. La diferencia superior es igual al juego mínimo mas la tolerancia (aprieto máximo menos la tolerancia. (Fig.1.27)

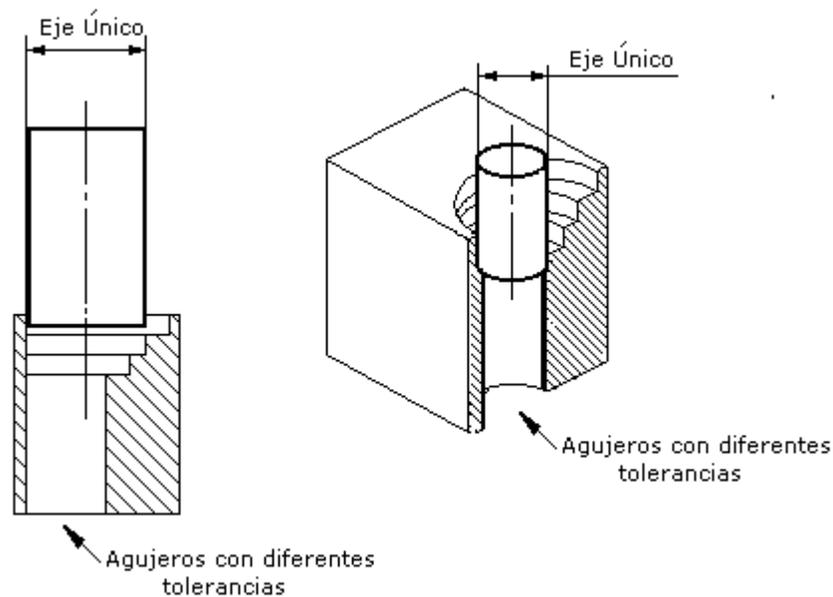


Fig.1.27

Sistema Único De Ajustes Y Tolerancias.

Este sistema permite determinar para las dimensiones funcionales de los artículos el tipo de ajuste más conveniente. El mismo toma una unidad de medida para la tolerancia que tiene en cuenta el aumento de la inexactitud con el aumento de la dimensión a medir.

Siendo valida solamente hasta dimensiones nominales de 500mm y para los grados de tolerancias desde 05 - 17 la siguiente ecuación:

$$i = 0.45\sqrt[3]{D} + 0.001D \quad (1.1)$$

Donde : i – Unidad de tolerancia en milésimas de milímetros.

D - dimensión nominal en milímetros.

Para dimensiones nominales de 500 hasta 3150 y grados de tolerancias de 05 _ 17 la siguiente ecuación es la empleada:

$$i = 0,004D + 2.1 \quad (1.2)$$

Donde : i – Unidad de tolerancia en milésimas de milímetros.

D - dimensión nominal en milímetros.

Con el objetivo de simplificar este trabajo de calculo se han agrupado en 13 intervalos atendiendo a determinadas series de números preferidos, las cuales se presentan en tablas donde se relacionan las zonas de tolerancias, los intervalos de mediciones(13 intervalos) y los grados de calidad. (Tablas 1.7-1.8-1.9-1.10 y 1.11).

Las ventajas del uso de tablas para la asignación de tolerancias esta dada en:

Los dibujos son más fáciles de leer y entender.

Ahorro de tiempo para el diseñador a la hora de asignar las tolerancias

Reducción de los niveles de inspección en el control de la calidad.

Las magnitudes afectadas de tolerancia individuales centran las correspondientes a elementos cuya función exige tolerancias precisas, necesitando de un proceso de fabricación concreto.

La negociación entre un taller proveedor y su cliente suele ser menos compleja, ya que se conoce con claridad la precisión y calidad de trabajo de cada taller.

Indicación De Los Ajustes En Los Planos.

En la expresión de un ajuste en los planos coloca en primer lugar la representación del agujero y luego la del eje.

Ejemplos, $\frac{H7}{h6}$ ó $H7/h6$

§ 1.5. TOLERANCIAS DE FORMA Y POSICION.

Términos Y Definiciones.

La fabricación masiva de piezas de respuestos, no solo repercutió en el dimensionado de las piezas para garantizar su intercambiabilidad; sino que también otros aspectos tuvieron que ser tomados en consideración, haciendo que los técnicos fijaran su atención en como reducir los errores geométricos (errores de forma), y los errores en las posiciones relativas de las superficies (errores de posición).

La utilización de tolerancias de forma y posición garantiza el principio de intercambiabilidad que tienen que cumplir las piezas de respuestos, pero; encarece grandemente el costo de fabricación al aumentar los requisitos y la precisión con que se debe de fabricar la pieza, por lo que se recomienda que solo debe ser aplicada a aquellas piezas o partes de piezas de las cuales dependa en gran medida la funcionalidad del conjunto.

Superficie ideal: Durante el proceso de calculo y análisis que se realiza para el diseño de un elemento de maquina, las superficies que se conciben para las piezas se consideran superficies ideales, lo cual quiere decir que su forma geométrica es perfecta, no existiendo errores en la superficie, ni de forma, ni de posición. Pero esto es técnicamente imposible en la realidad debido a los errores que se pueden presentar en el proceso tecnológico de fabricación como por ejemplo el desgaste de las herramientas de corte o la vibración de las maquinas herramientas, las cuales introducen errores en las superficies de las piezas que se están elaborando(Fig.1.28.)



Fig. 1.28. (a) Superficie ideal.

Superficie real: Es la superficie que se obtiene una vez terminado el proceso de elaboración mecánica de la pieza, la cual presenta pequeños errores de forma y posición al ser comparada con la superficie ideal (Fig.1.29.)

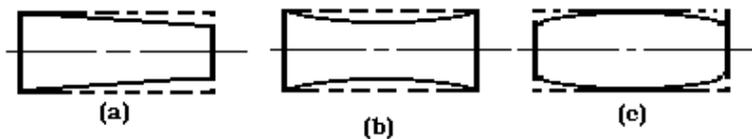


fig.1.29. Superficies reales.

- a) Cilindro con forma de Cono
- b) Cilindro con forma Huso
- c) Cilindro con forma Barril

Error geométrico de la superficie: Es la desviación que existe al comparar la superficie real con la superficie ideal, el error geométrico esta presente siempre en la construcción de maquinarias por lo que se hace necesario definir un rango dentro del cual estos sean permisibles para garantizar el buen funcionamiento de las maquinas(Fig.1.30.)

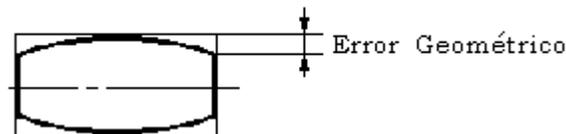


Fig.1.30. Error geométrico de Cilindricidad

Error de posición. Es el error que presenta una superficie en su posición relativa con respecto a otra tomada como referencia (Fig.1.31.)

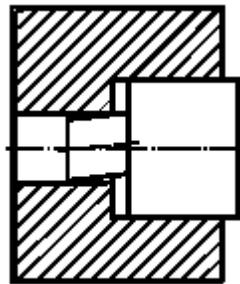


Fig.1.31. Error de posición. (Perpendicularidad).

Tolerancia Geométrica: Es el error permisible en la geometría de una superficie real. Pueden ser clasificadas atendiendo al tipo de error que limitan.

Las tolerancias de forma y posición se indican en los planos mediante una combinación de símbolos gráficos convencionales, valores numéricos y letras, todo dentro de un marco dividido en partes (Fig.1.32.)

Todo estos elementos se colocan dentro del marco siguiendo el siguiente orden:

En la primera división del marco de izquierda a derecha se sitúa el símbolo de la tolerancia, en la segunda división se coloca el valor numérico de la tolerancia en mm y en la tercera parte cuando sea necesario se representa la base de referencia (Fig.1.33).El marco debe colocarse siempre de forma horizontal. ISO1101.

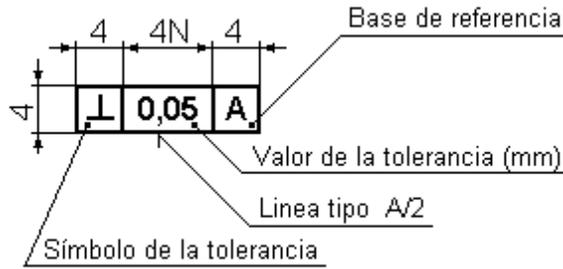


fig.1.32. Indicación de la tolerancia $N=2,3,4...mm$

El valor numérico se obtiene de tablas que existe para tal efecto, o siguiendo determinadas recomendaciones que se encuentran en las normas.(Tablas 1.2-1.3-1.4-1.5 y 1.6).

Las letras representan las bases de referencia, se colocan por orden alfabético comenzando por la letra A y siempre se representan con mayúsculas.

La base de referencia también se indica sola en un marco sobre la base de referencia que se desee tomar en el dibujo. (Fig.1.33)

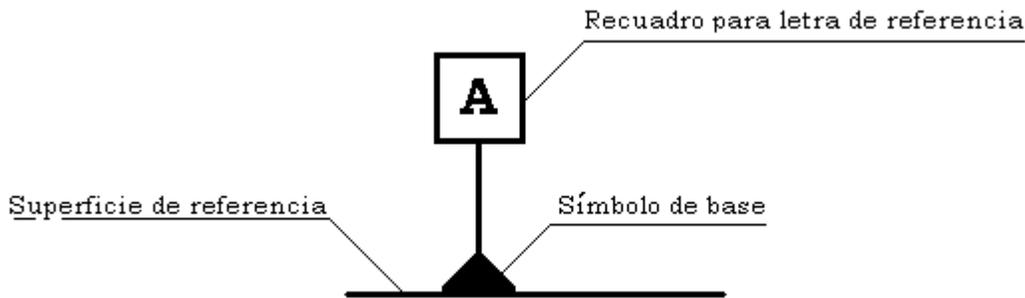


Fig.1.33. Símbolo para la indicación de las bases de referencia sobre determinadas superficies

La vinculación del marco característico de control de la tolerancia al dibujo, se realiza por medio de una línea líder terminada en cabeza de flecha, colocada directamente sobre la superficie a tolerar (Fig.1.34.) o sobre una línea de extensión del acotado de la superficie en cuestión (Fig. 1.34.) ISO1101 pág. 6.

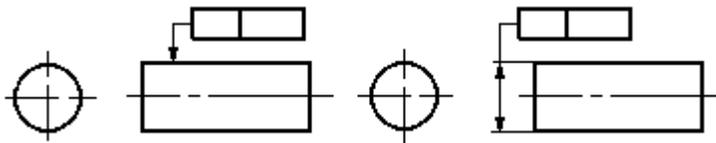


Fig.1.34.

Indicación de la tolerancia mediante la colocación del marco con la línea líder sobre un eje común o un plano medio a varios elementos(Fig. 1.35.)

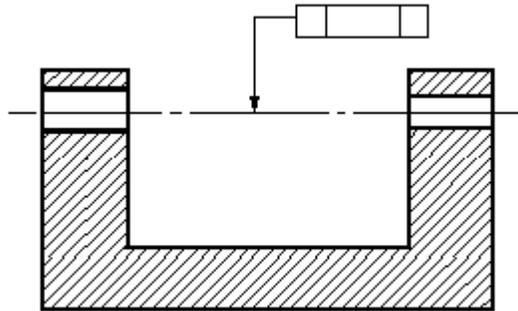


Fig. 1.35 En este caso la dirección de la cabeza de flecha de la línea líder define el ancho de la zona de tolerancia

La amplitud de la zona de tolerancias en la dirección de la flecha de la línea líder que une al marco de tolerancia con la superficie tolerada a menos que el valor de tolerancia sea precedido del símbolo ϕ (diámetro). La falta de dirección de la amplitud de la zona de tolerancia es siempre normal en la geometría de las piezas aunque la dirección y la anchura pueden ser especificada (Fig. 1.36)

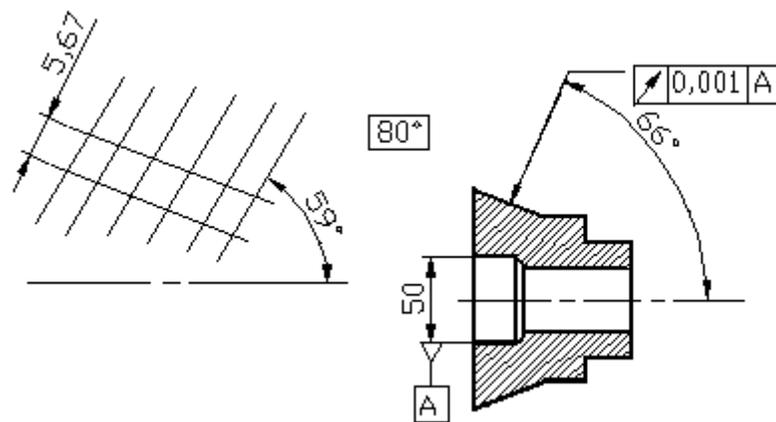


Fig. 1.36.

Clasificación De Las Tolerancias Geométricas.

Estas tolerancias pueden controlar formas individuales o definir relaciones entre distintas formas. Los símbolos gráficos convencionales representan el tipo de error, existiendo para cada tipo error un símbolo específico.

Es usual encontrar la siguiente clasificación de tolerancias:

Tolerancias de Forma.

Rectitud. Símbolo ($\overline{\quad}$)

El eje del cilindro controlado deberá estar contenido en el interior de un cilindro de 0,1 mm de diámetro (Fig. 1.37.) También se puede referir a la generatriz del cilindro si la línea guía tocarse dicha superficie.

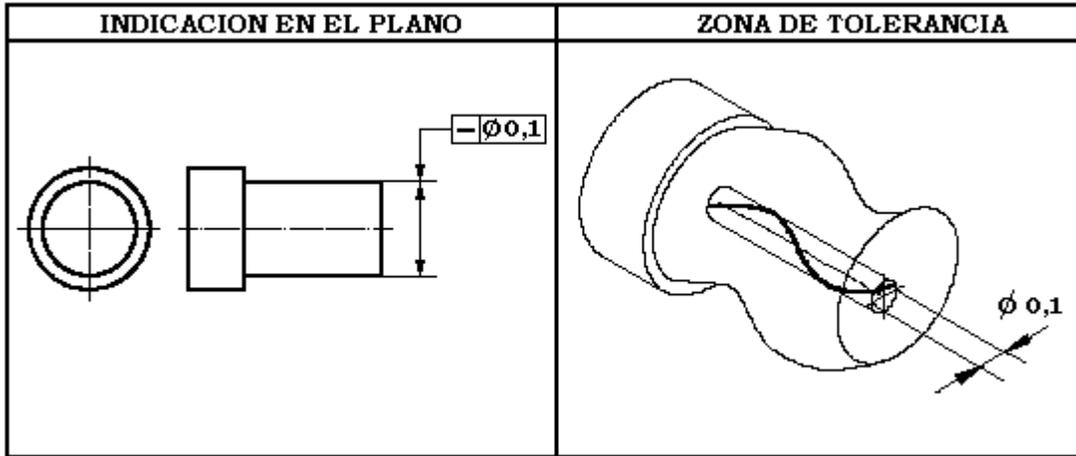


Fig.1.37

Planicida. Símbolo (\square)

La superficie plana deberá estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,05mm, también se permite indicar sobre una línea de extensión que salga directamente de la superficie (Fig.1.38)

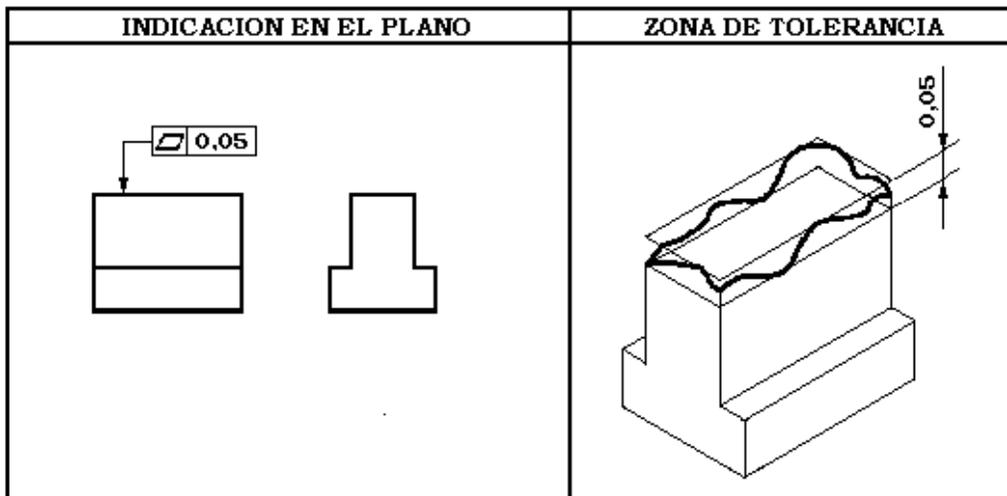


Fig.1.38

Circularidad. Símbolo ()

El contorno circular de cualquier sección transversal deberá estar contenido entre dos circunferencias concéntricas cuyas diferencias de radio es 0,05mm (Fig.1.39)

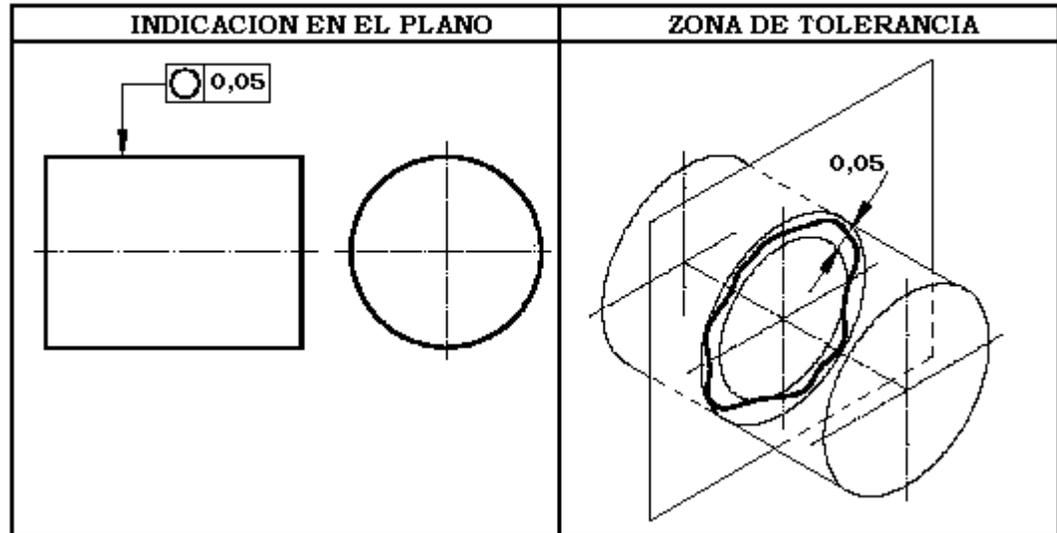


Fig.1.39.

Cilindricidad. Símbolo ()

La superficie cilíndrica deberá estar contenida entre dos cilindros coaxiales cuyas diferencias de radios es de 0,05mm (Fig.1.40)

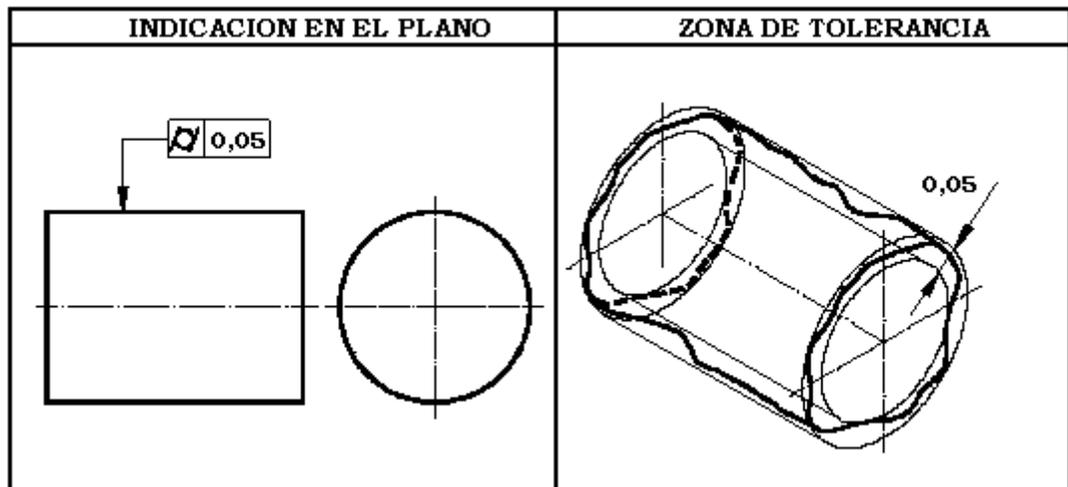


Fig.1.40

Tolerancias de Posición.

Paralelismo. Símbolo (//)

El plano controlado deberá estar entre dos planos paralelos separados 0,1 mm y paralelos al plano de referencia A (Fig.1.41)

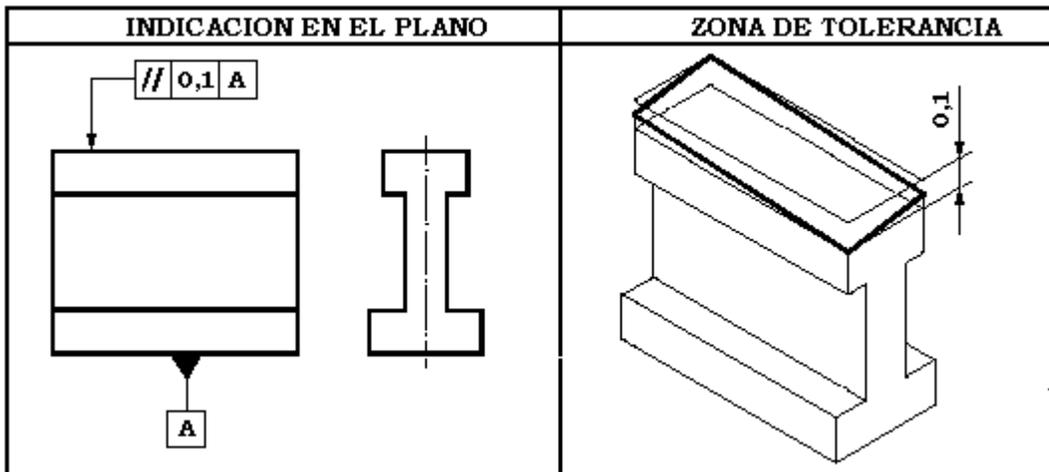


Fig.1.41

Perpendicularidad. Símbolo (⊥)

El eje del cilindro controlado deberá estar contenido dentro de un cilindro de diámetro 0,03 mm y eje perpendicular al plano de referencia A (Fig.1.42)

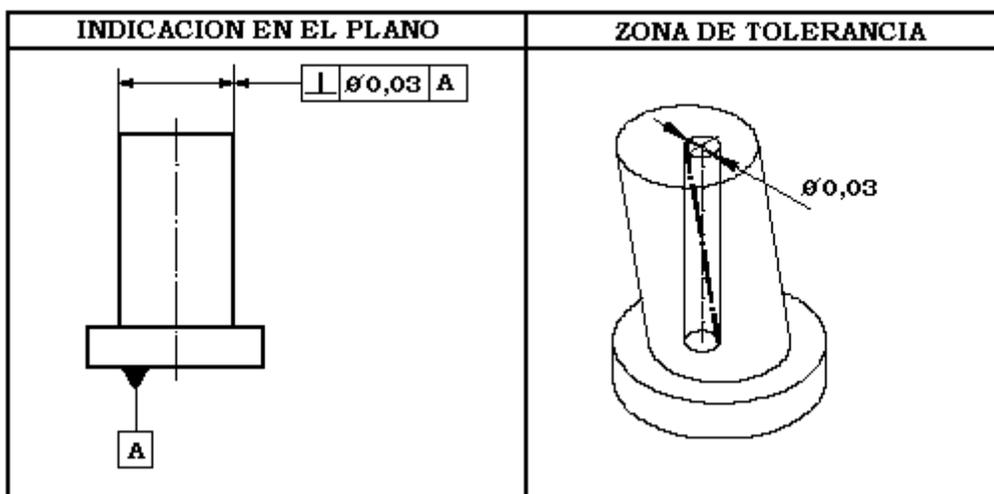


Fig.1.42

Inclinación. Símbolo (\angle)

El plano controlado deberá estar contenido entre dos planos paralelos separados 0,1mm e inclinado 25° con respecto al plano de referencia A.(Fig.1.43)

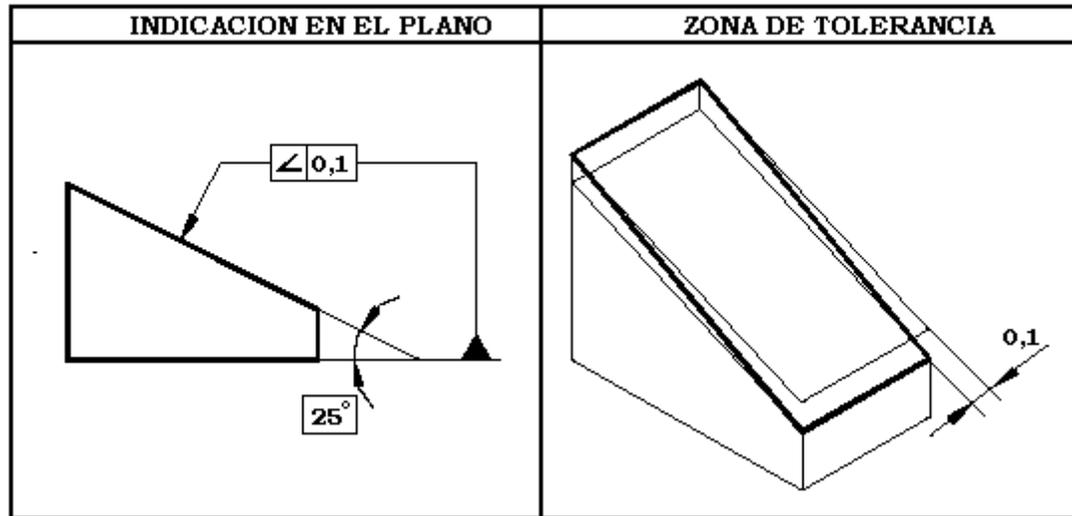


Fig.1.43

Concentricidad o Coaxialidad. Símbolo (\odot)

El eje del cilindro controlado deberá estar dentro de un cilindro de diámetro 0,05mm y coaxial con el eje de referencia A (Fig.1.44)

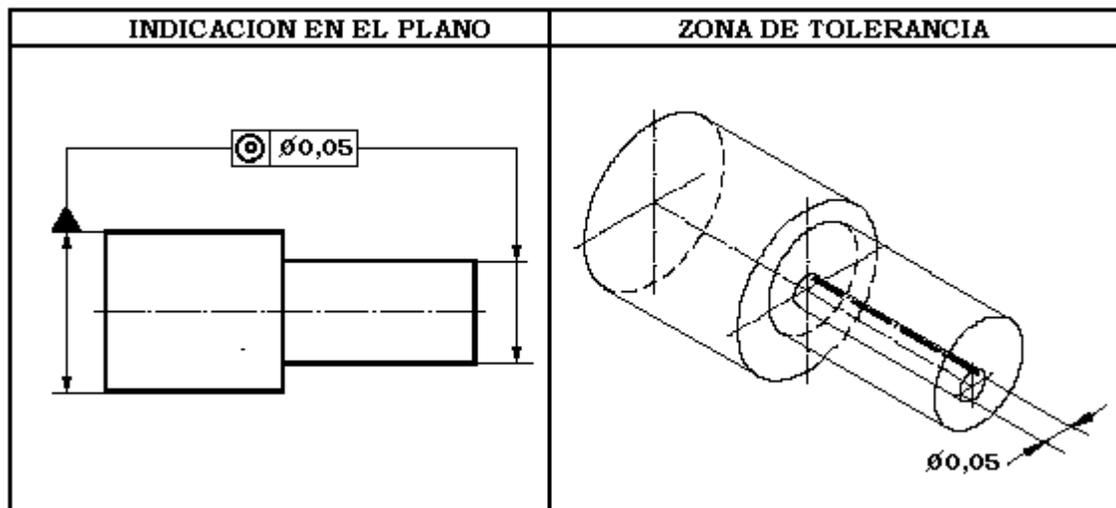


Fig.1.44

Simetría. Símbolo (\equiv)

El plano de simetría de la ranura debería estar situado entre dos planos paralelos separados 0,05mm y situados simétricamente con respecto al plano medio A de referencia (Fig.1.45)

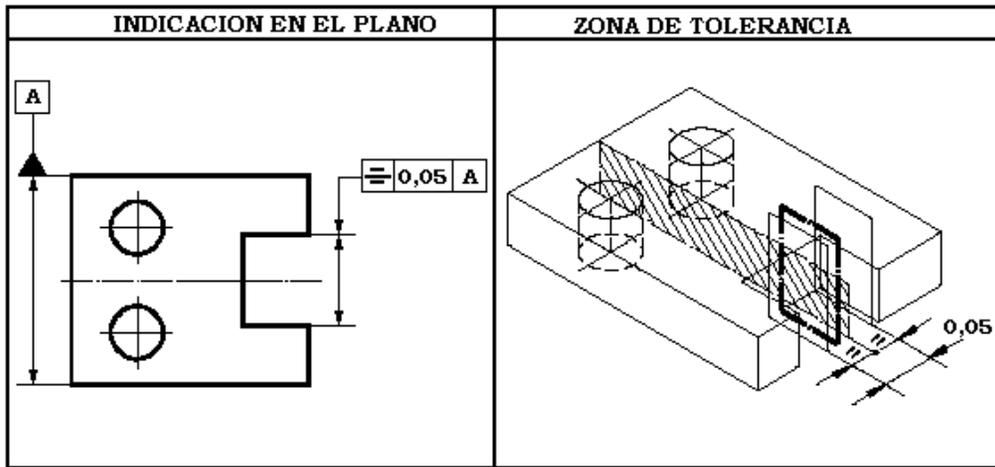


Fig.1.45.

Posicionalidad. Símbolo (\oplus)

Cada uno de los ejes de los tres agujeros deberá estar situado dentro de un cilindro de diámetro 0,2, cuyo eje coincidirá con la posición teórica exacta de los ejes de dichos agujeros, lo cual ha sido establecido con respecto a los planos de referencia A y B. (Fig.1.46)

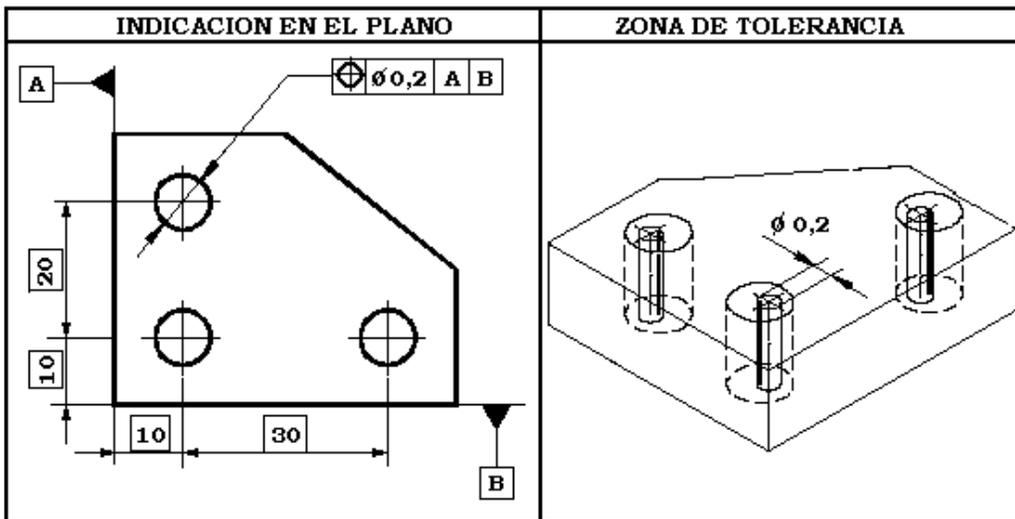


Fig.1.46

Suma de tolerancias de Forma y Posición.

Pulsación.

Axial y Radial en una dirección dada. Símbolo (↗)

Oscilación circular radial.

En cualquier posición de medición la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente esta limitada por dos círculos concéntricos cuyas diferencias de radios es de 0,1 mm y centro coincidente con el eje de referencia A-B, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje.(Fig. 1.47.)

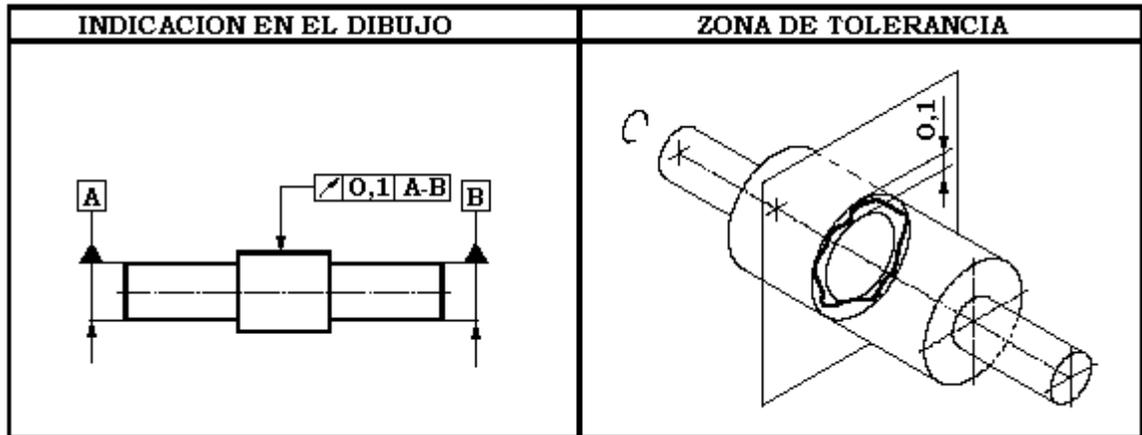


Fig.1.47

Oscilación circular axial.

En cualquier posición de medición axial, la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente esta limitada por dos círculos paralelos separados 0,1 mm y centro coincidente con el eje de referencia A, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje (Fig.1.48)

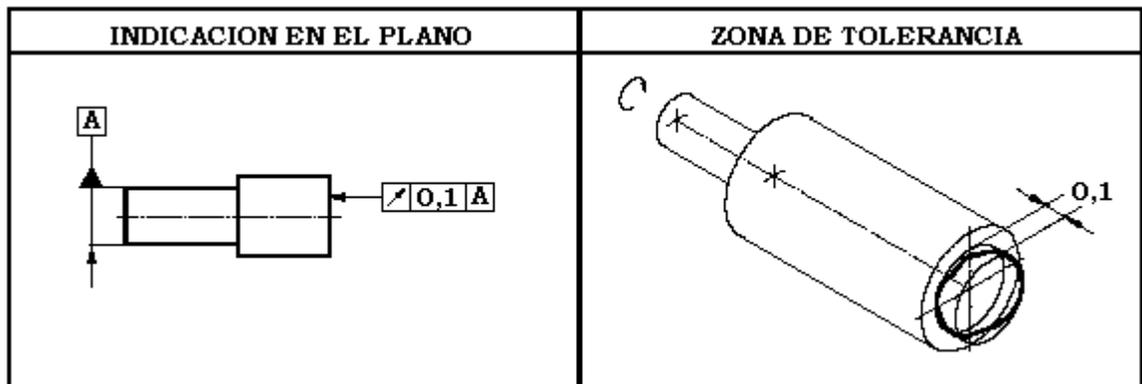


Fig.1.48

Axial completa. Símbolo (↔)

En toda la superficie especificada, la máxima oscilación axial que puede presentar la misma esta limitada por dos planos paralelos separados 0,1 mm y perpendiculares al eje de referencia A, durante varias revoluciones completas de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento radial del instrumento de medida (Fig.1.49)

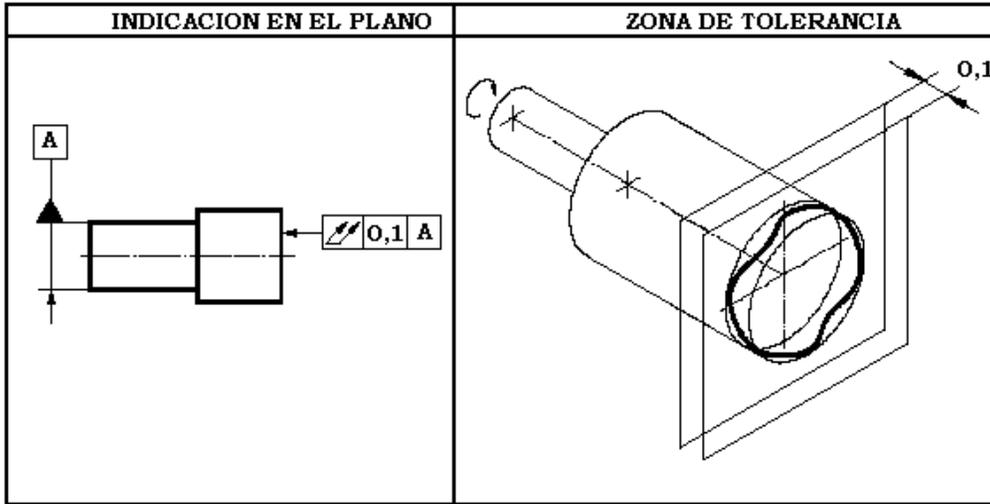


Fig.1.49

Radial completa. Símbolo (↔)

En toda la superficie cilíndrica, la máxima oscilación radial que puede presentar la misma esta limitada por dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es de 0,1mm y cuyos ejes coinciden con los ejes de referencia A-B durante varias revoluciones de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento axial del equipo de medida (Fig.1.50.)

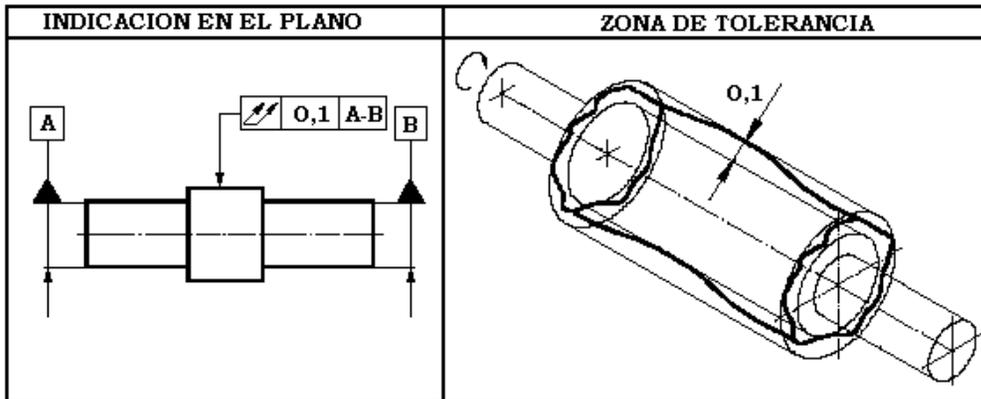


Fig.1.50

Forma de un perfil dado. Símbolo ()

En cada sección paralela al plano de proyección el perfil controlado deberá estar entre dos envolventes de círculo de diámetro 0,2 cuyos centros están esta situados sobre un perfil geométricamente perfecto (Fig.1.51)

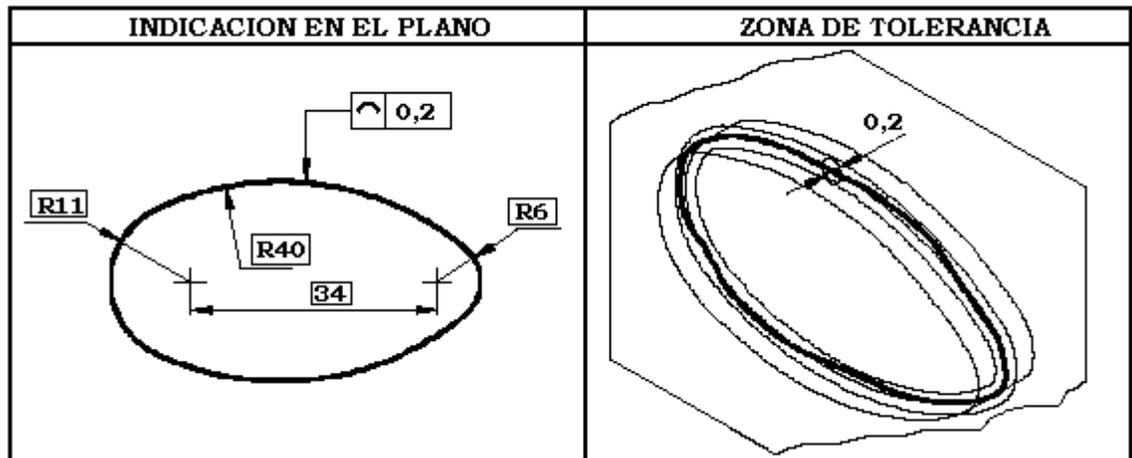


Fig.1.51.

Forma de una superficie dada. Símbolo ()

La superficie controlada deberá estar contenida entre dos superficies envolventes de esferas de diámetro 0,2 mm, cuyos centros esta situados sobre una superficie geométricamente perfecta (Fig.1.52)

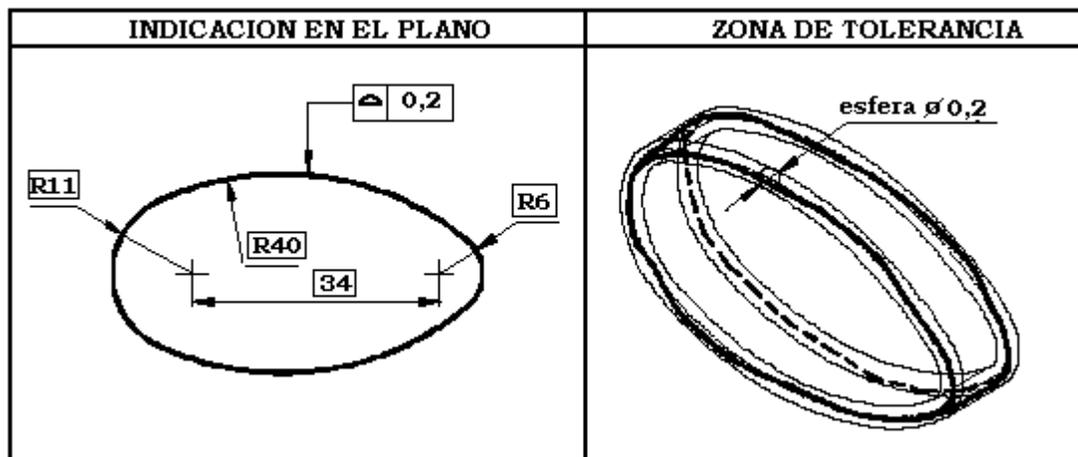


Fig.1.52

Otras posibilidades de indicación de las tolerancias podrían ser:

- Indicación de una tolerancia de forma parcial y que tiene cualquier ubicación el elemento. (Fig.1.53)

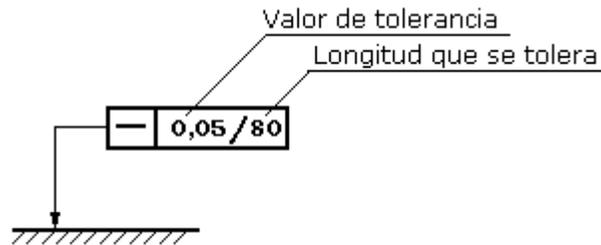


Fig.1.53

- Indicación de la tolerancia de forma parcial y total a un mismo elemento. (Fig.1.54)

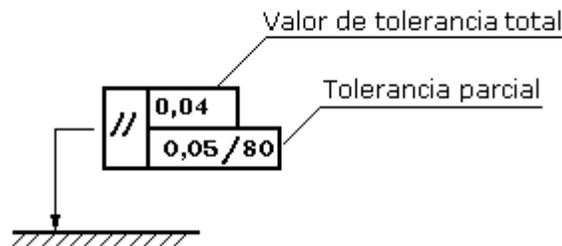


Fig.1.54

- Tolerancia de forma parcial en un lugar específico. (Fig.1.55)

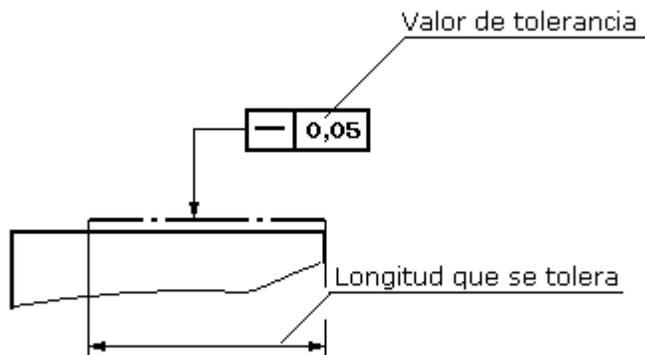


Fig.1.55

- Indicación de tolerancias diferentes a una misma superficie. (Fig.1.56)

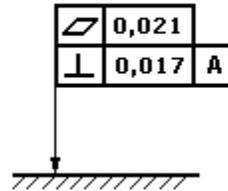


Fig.1.56

- Indicación de una misma tolerancia a diferentes superficies. (Fig.1.57)

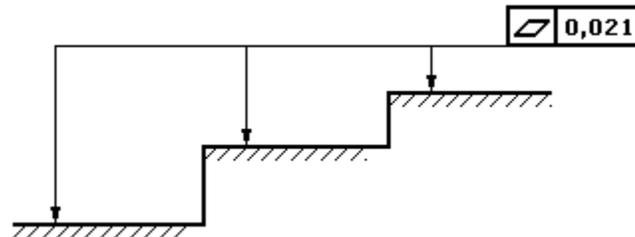


Fig.1.57

Condición De Máximo Material.

Cuando una pieza este en su medida máxima permisible por las tolerancias, ya sea en su dimensión máxima o mínima, se dice que dicha pieza se encuentra en su condición de máximo material (CMM); esta define teóricamente el límite de la forma perfecta de la pieza. La condición de máximo material permite que las tolerancias de forma y posición puedan exceder de los valores tolerados cuando los artículos no están en sus dimensiones máximas.

La condición menos favorable para la intercambiabilidad se presenta cuando los dos elementos que se acoplan esta en su condición de máximo material, la indicación de condición de máximo material se indica en los planos mediante un símbolo (Fig.1.58)



Fig.1.58. símbolo de condición de máximo material

La colocación del símbolo en el marco de indicación de las tolerancias se puede realizar de diferentes formas, en dependencia de lo que se desee especificar, ejemplos de ellos mostramos a continuación:

- Indicación de la rectitud aplicando la condición de máximo material, en este caso la tolerancia 0,15 se obtiene cuando el eje está en su medida máxima y aumenta hasta 0,4 cuando el eje está en su menor medida (Fig.1.59)

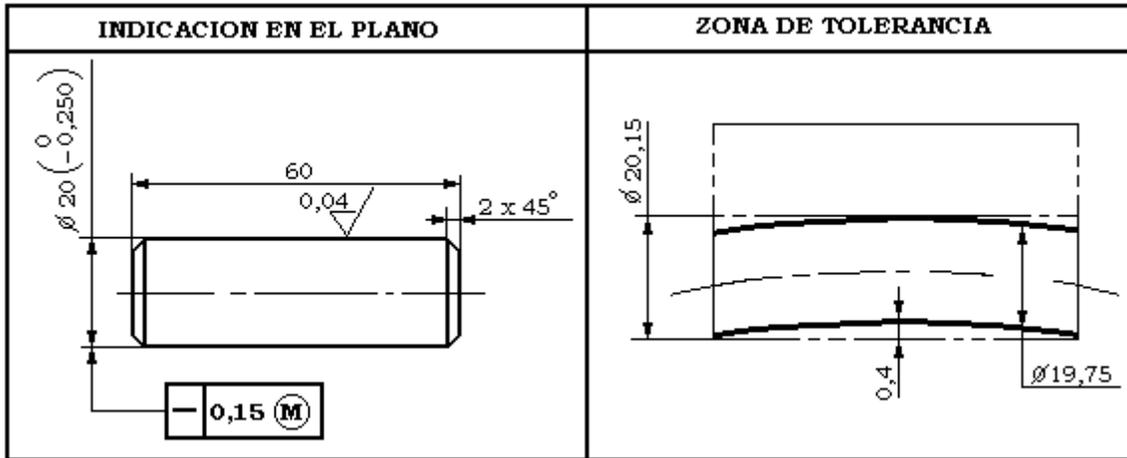


Fig.1.59

- Indicación de perpendicularidad aplicando la condición de máximo material, en este caso el aumento de la tolerancia 0,07mm es debido a la disminución del diámetro de la espiga 15,96mm, (Fig.1.60)

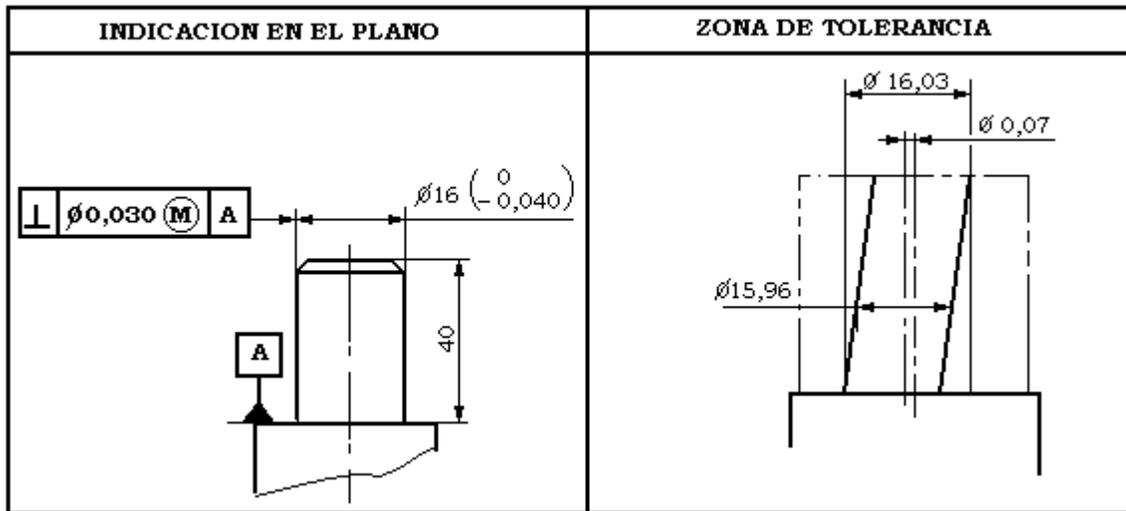


Fig.1.60

La condición de Máximo Material se aplica a:

- Ejes.
- Planos medios de elementos afectados de tolerancias de rectitud , orientación y situación.

Es decir se aplica a:

- tolerancias de rectitud
- tolerancias de paralelismo
- tolerancias de inclinación
- tolerancias de posición
- tolerancias de coaxialidad
- tolerancias de simetría de ejes y planos medios de elementos que acoplan.

No puede ser aplicado a:

- Superficies planas o líneas sobre superficies con respecto a las tolerancias anteriores,
- En ningún caso, a tolerancias de Planicidad, Redondez, Cilindricidad, forma de línea, forma de superficie u oscilación.

Posición Nominal.

La posición nominal se define para cualquier elemento como la posición dada por sus cotas de localización y estos elementos también pueden ser tolerados con tolerancias de forma o posición, en cuyo caso las cotas de localización no son toleradas dimensionalmente y se representan encerradas en un marco(Fig.1.61).

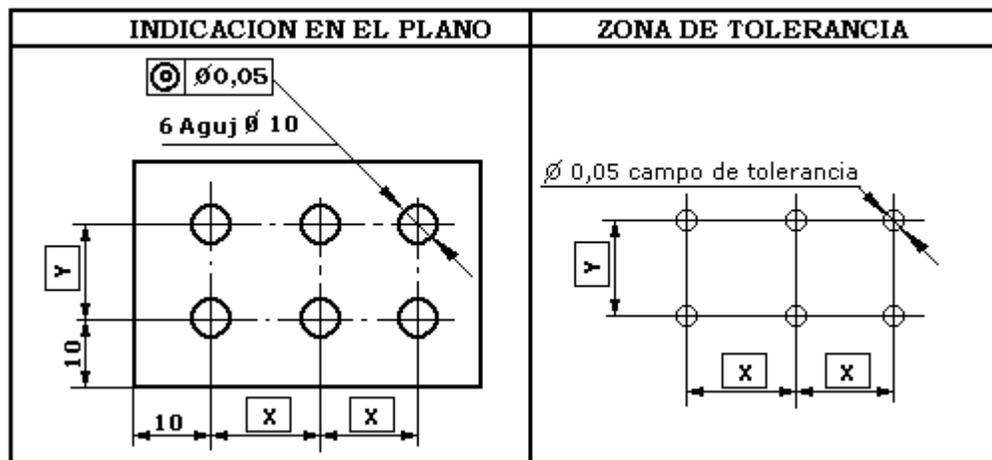


Fig.1.61. Acotado de posición nominal.

Los valores X, Y son cotas que localizan al campo de tolerancia de los ejes de los agujeros siendo esta tolerancia igual a 0,05mm.

Guía Para La Asignación De Las Tolerancias Geométricas.

Uno de los aspectos que en ocasiones se hace difícil cuando se tiene poca experiencia con el trabajo relacionado con las tolerancias de forma y posición, es el determinar en que momento o bajo que requisitos asignar un valor de tolerancia a una determinada

pieza o cual de los diferentes aspectos debe ser tolerados para garantizar la correcta funcionalidad de la pieza con el mínimo de gastos posibles en su fabricación.

Teniendo en cuenta todo esto proponemos de forma muy general una guía para la asignación de tolerancias, la cual toma en cuenta dos aspectos fundamentales.

Control de una característica singular (Fig.1.62)

Relación de una característica con otra o varias características (Fig.1.63)

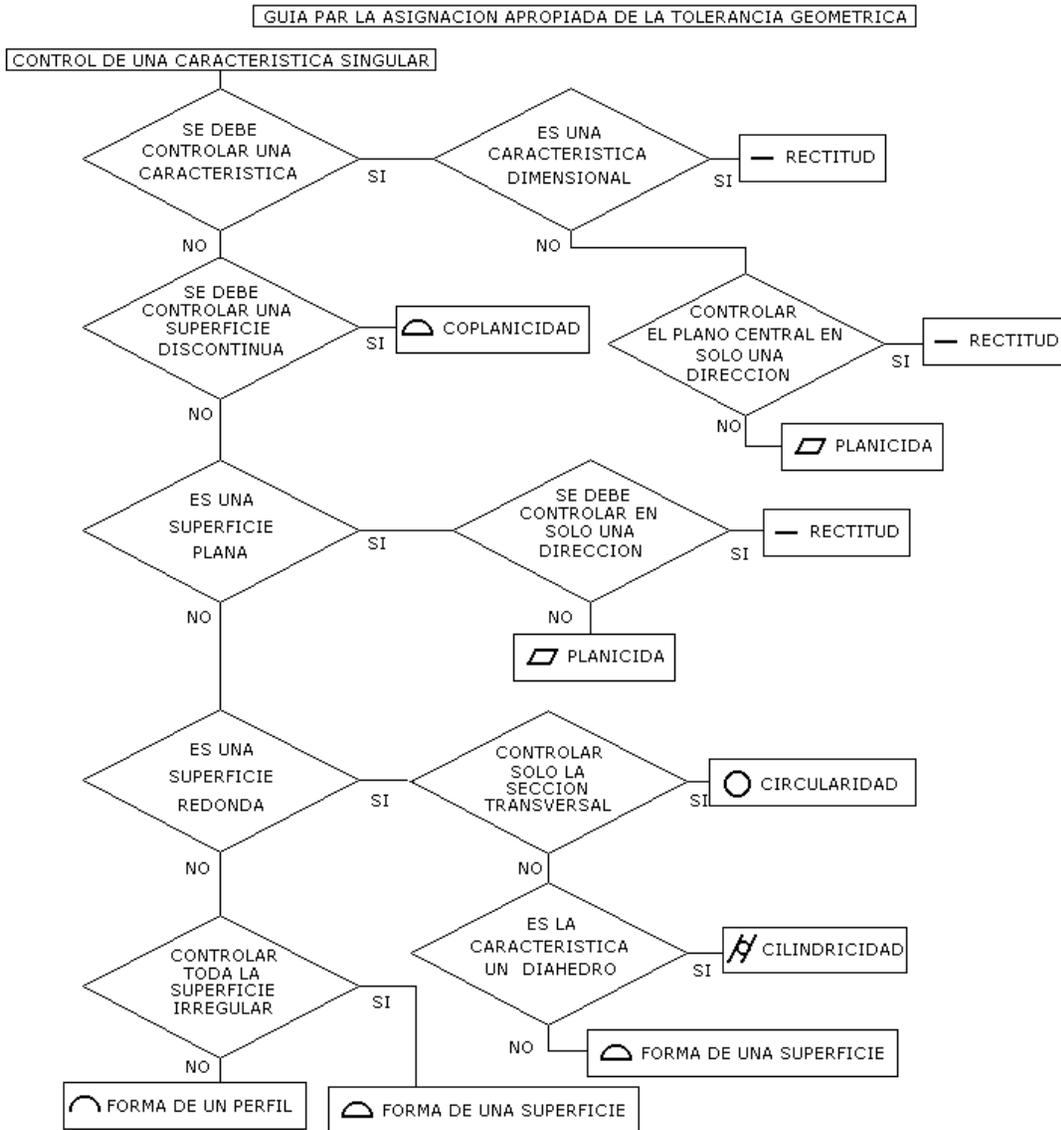


Fig.1.62.Asignacion de tolerancias. Control de una característica singular.

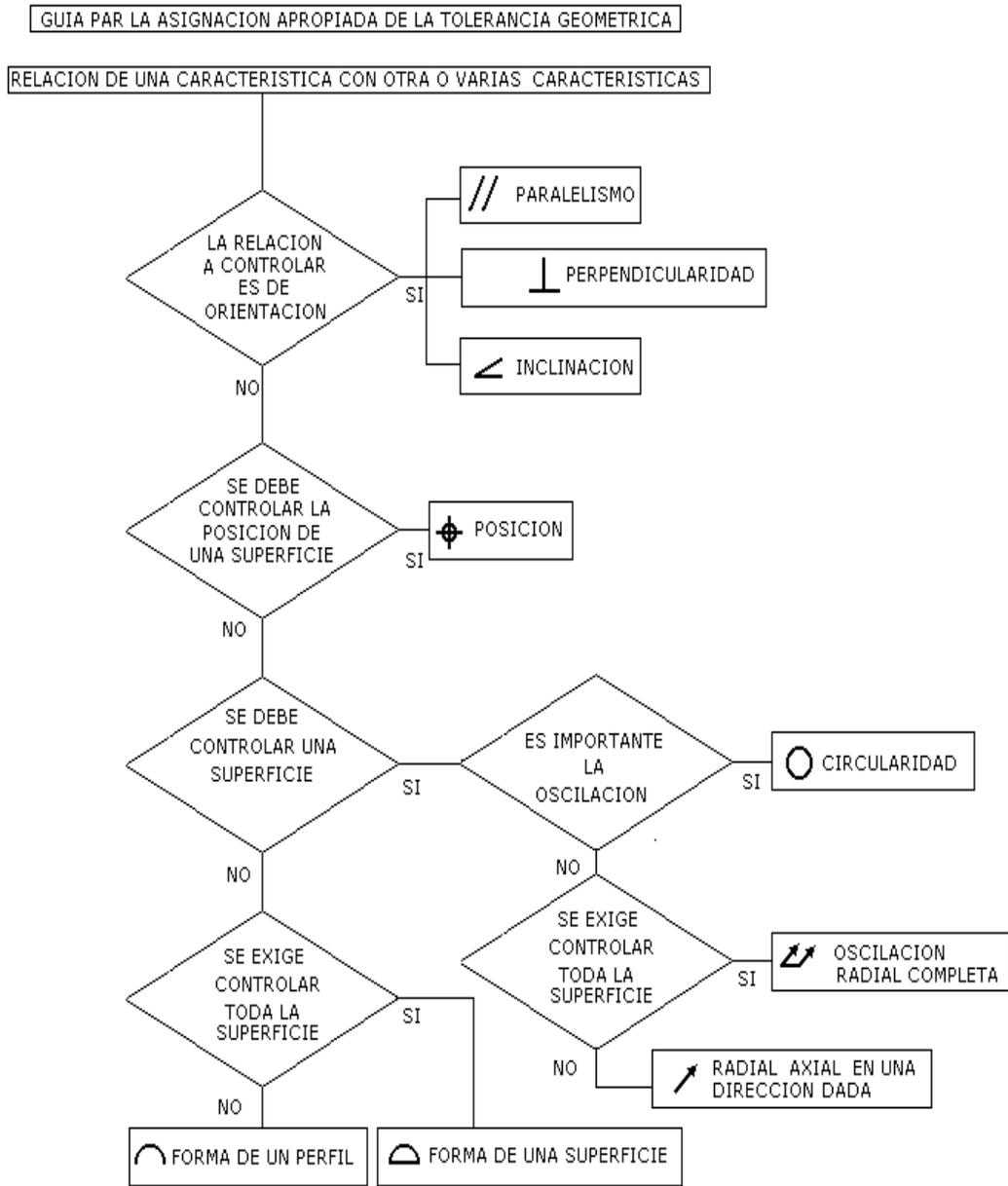


Fig.1.63. Asignación de tolerancias. Relación con varias características

Tabla.1.2. Tolerancias de Circularidad (○), Cilindricidad (⊘), y Perfil de Sección longitudinal (≡).

Grupo de dimensiones mm		Grados de Presicion															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	XIV	XV	XVI
Mas de	Hasta	μ m												mm			
0	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	0.08	0.12	0.2	0.3
3	10	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	0.1	0.16	0.25	0.4
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0.12	0.2	0.3	0.5
18	30	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	0.16	0.25	0.4	0.6
30	50	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0.2	0.3	0.5	0.8
50	120	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0.25	0.4	0.6	1
120	250	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0.3	0.5	0.8	1.2
250	400	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0.4	0.6	1	1.6
400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0.5	0.8	1.2	2
630	1000	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0.6	1	1.6	2.5
1000	1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0.8	1.2	2	3
1600	2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1.6	2.5	4

Tabla.1.3. Tolerancias de paralelismo (\parallel), Perpendicularidad (\perp), inclinación (\angle), pulsación axial (\nearrow) y pulsación axial completa (\nearrow).

Grupo de dimensiones mm		Grados de Presicion															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Mas de	Hasta	μm												mm			
0	10	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	0.1	0.16	0.25	0.4
10	16	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0.12	0.2	0.3	0.5
16	25	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	0.16	0.25	0.4	0.6
25	40	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0.2	0.3	0.5	0.8
40	63	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0.25	0.4	0.6	1
63	100	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0.3	0.5	0.8	1.2
100	160	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0.4	0.6	1	1.6
160	250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0.5	0.8	1.2	2
250	400	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0.6	1	1.6	2.5
400	630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0.8	1.2	2	3
630	1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1.6	2.5	4
1000	1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1.2	2	3	5
1600	2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1.6	2.5	4	6
2500	4000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
4000	6300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2.5	4	6	10
6300	10000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12

Tabla.1.4. Tolerancias de Pulsación Radial() ,Pulsacion Radial Completa() ,Coaxialidad() ,Simetria () ,Interseccion de ejes() en representacion diametral.

Grupo de dimensiones mm		Grados de Precision															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Mas de	Hasta	μ m												mm			
0	3	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0.2	0.3	0.5	0.8
3	10	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0.25	0.4	0.6	1
10	18	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0.3	0.5	0.8	1.2
18	30	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0.4	0.6	1	1.6
30	50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0.5	0.8	1.2	2
50	120	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0.6	1	1.6	2.5
120	250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0.8	1.2	2	3
250	400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1.6	2.5	4
400	630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1.2	2	3	5
630	1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1.6	2.5	4	6
1000	1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
1600	2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2.5	4	6	10

Tabla.1.5. Tolerancias de Planicidad (□) y Rectitud (—)

Grupo de dimensiones mm		Grados de Presicion															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Mas de	Hasta	μ m												mm			
0	10	0.25	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	0.06	0.1	0.16	0.25
10	16	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	0.08	0.12	0.2	0.3
16	25	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	0.1	0.16	0.25	0.4
25	40	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0.12	0.2	0.3	0.5
40	63	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	0.16	0.25	0.4	0.6
63	100	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0.2	0.3	0.5	0.8
100	160	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0.25	0.4	0.6	1
160	250	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0.3	0.5	0.8	1.2
250	400	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0.4	0.6	1	1.6
400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0.5	0.8	1.2	2
630	1000	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0.6	1	1.6	2.5
1000	1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0.8	1.2	2	3
1600	2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1.6	2.5	4
2500	4000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1.2	2	3	5
4000	6300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1.6	2.5	4	6
6300	10000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8

Tabla.1.6. Tolerancias de Coaxialidad() ,Simetria () ,Interseccion de ejes() en representacion radial.

Grupo de dimensiones mm		Grados de Presicion															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
Mas de	Hasta	μ m												mm			
0	3	0.4	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	0.1	0.16	0.25	0.4
3	10	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0.12	0.2	0.3	0.5
10	18	0.6	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	0.16	0.25	0.4	0.6
18	30	0.8	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0.2	0.3	0.5	0.8
30	50	1	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0.25	0.4	0.6	1
50	120	1.2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0.3	0.5	0.8	1.2
120	250	1.6	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0.4	0.6	1	1.6
250	400	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0.5	0.8	1.2	2
400	630	2.5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0.6	1	1.6	2.5
630	1000	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0.8	1.2	2	3
1000	1600	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1.6	2.5	4
1600	2500	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1.2	2	3	5

Capítulo 1. Tolerancias

Posición	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j			k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc					
Calidad	Todas las calidades											5 y 6	7	8	≥ 4 ≤ 7		< 4 > 7		Todas las calidades																
Diferencia fundamental	Diferencia superior ds											Diferencia inferior di																							
d≤3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60					
3<d≤6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80					
6<d≤10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97					
10<d≤14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130					
14<d≤18																								+39	+45	-	+60	+77	+108	+150					
18<d≤24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188					
24<d≤30																							+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218				
30<d≤40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274					
40<d≤50	-320	-180	-130																			+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325					
50<d≤65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405					
65<d≤80	-360	-200	-150																			+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480			
80<d≤100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585					
100<d≤120	-410	-240	-180																			+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690			
120<d≤140	-460	-260	-200																			+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800			
140<d≤160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900					
160<d≤180	-580	-310	-230																			+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000			
180<d≤200	-660	-340	-240																			+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150			
200<d≤225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250					
225<d≤250	-820	-420	-280																			+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350			
250<d≤280	-920	-460	-300	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550					
280<d≤315	-1050	-540	-330																			+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700			
315<d≤355	-1200	-600	-360	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900					
355<d≤400	-1350	-680	-400																			+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100			
400<d≤450	-1500	-760	-440	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400					
450<d≤500	-1650	-840	-480																			+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600			

Para la posición js, di = -IT/2 y ds = IT/2

TABLA 1.7. Diferencias fundamentales para ejes (en micras)

Posición	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	Js
Calidad	Todas las calidades											
Diámetro	Diferencia inferior Di											
d 3	270	140	60	34	20	14	10	6	4	2	0	IT/2
3 d 6	270	140	70	46	30	20	14	10	6	4	0	
6 d 10	280	150	80	56	40	25	18	13	8	5	0	
10 d 18	290	150	95		50	32		16		6	0	
18 d 30	300	160	110		65	40		20		7	0	
30 d 40	310	170	120		80	50		25		9	0	
40 d 50	320	180	130									
50 d 65	340	190	140		100	60		30		10	0	
65 d 80	360	200	150									
80 d 100	380	220	170		120	72		36		12	0	
100 d 120	410	240	180									
120 d 140	460	260	200									
140 d 160	520	280	210		145	85		43		14	0	
160 d 180	580	310	230									
180 d 200	660	340	240									
200 d 225	740	380	260		170	100		50		15	0	
225 d 250	820	420	280									
250 d 280	920	480	300		190	110		56		17	0	
280 d 315	1050	540	330									
315 d 335	1200	600	360		210	125		62		18	0	
335 d 400	1350	680	400									
400 d 450	1500	760	440		230	135		68		20	0	
450 d 500	1650	840	480									

TABLA 1.8. Diferencias fundamentales para agujeros (en micras).

Capítulo 1. Tolerancias

Posición	J			K				M					N					P			
Calidad	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9	5	6	7	
Diámetro	Diferencia superior D _s																				
d 3	2	4	6	0	0	0	0	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6
3 d 6	5	6	10	0	2	3	5	3	1	0	2	4	7	5	4	2	0	11	9	8	12
6 d 10	5	8	12	1	2	5	6	4	3	0	1	6	8	7	4	3	0	13	12	9	15
10 d 18	6	10	15	2	2	6	8	4	4	0	2	7	9	9	5	3	0	15	15	11	18
18 d 30	8	12	20	1	2	6	10	5	4	0	4	8	12	11	7	3	0	19	18	14	22
30 d 40	10	14	24	2	3	7	12	5	4	0	5	9	13	12	8	3	0	22	21	17	26
40 d 50																					
50 d 65	13	18	28		4	9	14	6	5	0	5	11	15	14	9	4	0	27	26	21	32
65 d 80																					
80 d 100	16	22	34	2	4	10	16	8	6	0	6	13	18	16	10	4	0	32	30	24	37
100 d 120																					
120 d 140																					
140 d 160	18	26	41	3	4	12	20	9	8	0	8	15	21	20	12	4	0	37	36	28	43
160 d 180																					
180 d 200																					
200 d 225	22	30	47	2	5	13	22	11	8	0	9	17	25	22	14	5	0	44	41	33	50
225 d 250																					
250 d 280	25	36	55	3	5	16	25	13	9	0	9	20	27	25	14	5	0	49	47	36	56
280 d 315																					
315 d 335	29	39	60	3	7	17	28	14	10	0	11	21	30	26	16	5	0	55	51	41	62
335 d 400																					
400 d 450	33	43	66	2	8	18	29	16	10	0	11	23	33	27	17	6	0	61	55	45	68
450 d 500																					

TABLA 1.9. Diferencias fundamentales para agujeros (en micras).

Posición	R				S				T				U			
Calidad	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
Diámetro	Diferencia superior Ds															
d 3	10	10	10	10	14	14	14	14					18	18	18	18
3 d 6	14	12	11	15	18	16	15	19					22	20	19	23
6 d 10	17	16	13	19	21	20	17	23					26	25	22	28
10 d 14	20	20	16	23	25	25	21	28					30	30	26	33
14 d 18																
18 d 24	25	24	20	28	32	31	27	35					38	37	33	41
24 d 30									38	37	33	41	45	44	40	48
30 d 40	30	29	25	34	39	38	34	43	44	43	39	48	56	55	51	60
40 d 50									50	49	45	54	66	65	61	70
50 d 65	36	35	30	41	48	47	42	53	61	60	55	66	82	81	76	87
65 d 80	38	37	32	43	54	53	48	59	70	69	64	75	97	96	91	102
80 d 100	46	44	38	51	66	64	58	71	86	84	78	91	119	117	111	124
100 d 120	49	47	41	54	74	72	66	79	99	97	91	104	139	137	131	144
120 d 140	57	56	48	63	86	85	77	92	116	115	107	122	164	163	155	170
140 d 160	59	58	50	65	94	93	85	100	128	127	119	134	184	183	175	190
160 d 180	62	61	53	68	102	101	93	108	140	139	131	146	204	203	195	210
180 d 200	71	68	60	77	116	113	105	122	160	157	149	166	230	227	219	236
200 d 225	74	71	63	80	124	121	113	130	174	171	163	180	252	249	241	258
225 d 250	78	75	67	84	134	131	123	140	190	187	179	196	278	275	267	284
250 d 280	87	85	74	94	151	149	138	158	211	209	198	218	308	306	295	315
280 d 315	91	89	78	98	163	161	150	170	233	231	220	240	343	341	330	350
315 d 355	101	97	87	108	183	179	169	190	261	257	247	268	383	379	369	390
355 d 400	107	103	93	114	201	197	187	208	287	283	273	294	428	424	414	435
400 d 450	119	113	103	126	225	219	209	232	323	317	307	330	483	477	467	490
450 d 500	125	119	109	132	245	239	229	252	353	347	337	360	533	527	517	540

TABLA 1.10 . Diferencias fundamentales para agujeros (en micras).

Posición	V				X				Y			Z			ZA		ZB	Zc
	5	6	7	8	5	6	7	8	6	7	8	6	7	8	7	8	8	8
Calidad																		
Diámetro	Diferencia superior Ds																	
d 3					20	20	20	20				26	26	26	32	32	40	60
3 d 6					27	25	24	28				32	31	35	38	42	50	80
6 d 10					32	31	28	34				39	36	42	46	52	67	97
10 d 14					37	37	33	40				47	43	50	57	64	90	130
14 d 18	36	36	32	39	42	42	38	45				57	53	60	70	77	108	150
18 d 24	44	43	39	47	51	50	46	54	59	55	63	69	65	73	90	98	136	188
24 d 30	52	51	47	55	61	60	56	64	71	67	75	84	80	88	110	118	160	218
30 d 40	64	63	59	68	76	75	71	80	89	85	94	107	103	112	139	148	200	274
40 d 50	77	76	72	81	93	92	88	97	109	105	114	131	127	136	171	180	242	325
50 d 65	97	96	91	102	117	116	111	122	138	133	144	166	161	172	215	226	300	405
65 d 80	115	114	109	120	141	140	135	146	168	163	174	204	199	210	263	274	360	480
80 d 100	141	139	133	146	173	171	165	178	207	201	214	251	245	258	322	335	445	585
100 d 120	167	165	159	172	205	203	197	210	247	241	254	303	297	310	387	400	525	690
120 d 140	196	195	187	202	242	241	233	248	293	285	300	358	350	365	455	470	620	800
140 d 160	222	221	213	228	274	273	265	280	333	325	340	408	400	415	520	535	700	900
160 d 180	246	245	237	252	304	303	295	310	373	365	380	458	450	465	585	600	780	1000
180 d 200	278	275	267	284	344	341	333	350	416	408	425	511	503	520	653	670	880	1150
200 d 225	304	301	293	310	379	376	368	385	461	453	470	566	558	575	723	740	960	1250
225 d 250	334	331	323	340	419	416	408	425	511	503	520	631	623	640	803	820	1050	1350
250 d 280	378	376	365	385	468	466	455	475	571	560	580	701	690	710	900	920	1200	1550
280 d 315	418	416	405	425	518	516	505	525	641	630	650	781	770	790	980	1000	1300	1700
315 d 355	468	464	454	475	583	579	569	590	719	709	730	889	879	900	1129	1150	1500	1900
355 d 400	523	519	509	530	653	649	639	660	809	799	820	989	979	1000	1279	1300	1650	2100
400 d 450	588	582	572	595	733	727	717	740	907	897	920	1087	1077	1100	1427	1450	1850	2400
450 d 500	653	647	637	660	813	807	797	820	987	977	1000	1237	1227	1250	1577	1600	2100	2600

TABLA 1.11 . Diferencias fundamentales para agujeros (en micras).

Tabla 1.12 Tolerancias fundamentales (en μm) calidades IT01 a IT16

Grupo de Dimensiones (mm)	Grado de Tolerancia IT																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Más de 1	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60					
$> 1 \leq 3$	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
$> 3 \leq 6$	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
$> 6 \leq 10$	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
$> 10 \leq 18$	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
$> 18 \leq 30$	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
$> 30 \leq 50$	0,6	1,0	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
$> 50 \leq 80$	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
$> 80 \leq 120$	1,0	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
$> 120 \leq 180$	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
$> 180 \leq 250$	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
$> 250 \leq 315$	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
$> 315 \leq 400$	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
$> 400 \leq 500$	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Notas:

Tabla 1.2. Se entiende por medida nominal el diámetro nominal de la superficie.

Tabla 1.3. Al seleccionar las tolerancias de paralelismo, Perpendicularidad e inclinación se entenderá por medida nominal la longitud nominal de la superficie a normalizar o la longitud nominal de toda la superficie (en caso de paralelismo se tiene en cuenta la longitud del lado mayor sino esta establecida la parte a normalizar). Al seleccionar las tolerancias para la pulsación, se entenderá por dimensión nominal el diámetro nominal o el diámetro mayor nominal de la cara frontal de la superficie. Al seleccionar las tolerancias para la pulsación total se entenderá por medida nominal el diámetro nominal mayor de la superficie.

Tabla 1.4. Al seleccionar las tolerancias para la pulsación radial parcial y completa, se entenderá por medida nominal el diámetro de la superficie. Al fijar las tolerancias para la Coaxialidad simetría e intersección de ejes se entenderá por medida nominal el diámetro de la superficie de rotación o la medida nominal entre las superficies que forman el elemento simétrico; si la base no se señalara, entonces la tolerancia se determina por el elemento de mayor medida.

Tabla 1.5. Se entiende por medida nominal la longitud de la parte a normalizar. Si esta no esta establecida entonces se entenderá por medida nominal la longitud del lado mayor de la superficie o el diámetro mayor de la misma.

Tabla 1.6. Se entiende por medida nominal el diámetro de la superficie de rotación o la medida nominal entre las superficies que forman el elemento simétrico. Si la base no esta señalada, entonces la tolerancia se determina por el elemento de mayor medida

Rugosidad Superficial.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer el significado teórico de rugosidad superficial
- Conocer la simbología para la asignación de rugosidad superficial en los planos.
- Trabajar con las tablas para la determinación de los valores de rugosidad.
- Elaborar e interpretar planos con indicaciones de rugosidad superficial.

§ 2.1. INTRODUCCIÓN.

Desde el punto de vista tecnológico, existen grandes cantidades de piezas que han de ponerse en contacto unas con otras para su funcionamiento. Por lo que el acabado final y la textura de sus superficies son de gran importancia e influencia para definir algunas de sus propiedades mecánicas, tales como; la capacidad de desgaste, la resistencia a la fatiga y otros aspectos externos de la pieza o material, por lo que la rugosidad es un factor importante a tener en cuenta durante el diseño y fabricación de las piezas o elementos de maquinas, estando muy relacionados sus valores numéricos con los valores de las Tolerancias Dimensionales y los grados de calidad y de precisión con que se fabrican dichas piezas.

§ 2.2 - RUGOSIDAD. DEFINICIÓN.

El acabado superficial de los cuerpos geométricos puede presentar errores de forma Macrogeométricas y errores de forma Microgeométricas, siendo estos últimos los que se estudian cuando hablamos de rugosidad superficial

La rugosidad se define como todas aquellas irregularidades que forman el relieve de la superficie real y que convencionalmente se definen dentro de una zona en la que se eliminan las desviaciones o errores de forma y las ondulaciones.

Superficie real.

Es la superficie que limita el cuerpo y que se obtiene mediante algún procedimiento mecánico, ya sea por arranque de virutas, fundición, laminado, etc.(Fig.2.1)

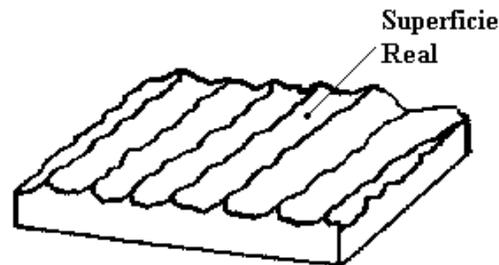


Fig.2.1.Superficie Real

Superficies de Referencia.

Superficie a partir de la cual se determinan los parámetros de la Rugosidad, se puede calcular por el método de los mínimos cuadrados (Fig. 2.2)

Las mismas pueden ser:

- Transversal:** Es la que se mide en e sentido transversal a la orientación de los surcos
- Longitudinal:** Es la que se mide a lo largo de la orientación de los surcos.

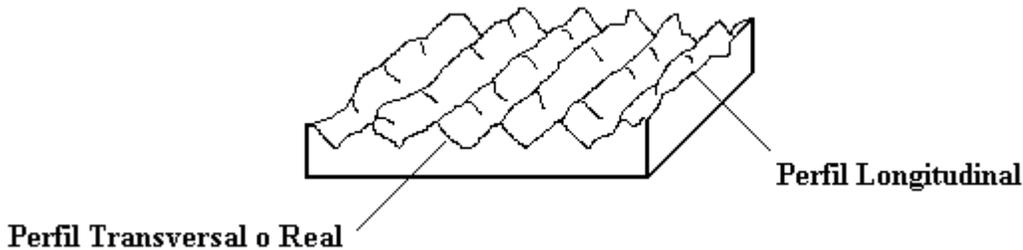


Fig. 2.2. Superficies de Referencia.

Para que la rugosidad superficial sea la expresión de la calidad se expresa la misma mediante valores numéricos cuya unidad de medida es el micrómetro (μm), (1 micrómetro = $1\mu\text{m} = 0,000001 \text{ m} = 0,001 \text{ mm}$) y se utiliza la micropulgada en los países anglosajones. la determinación de los valores numéricos de la rugosidad se obtienen trabajando fundamentalmente con el perfil Transversal o real (Fig.2.3)

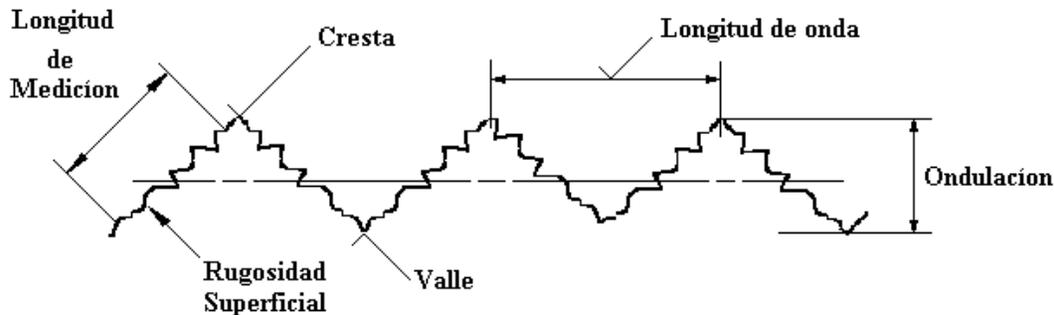


Fig.2.3. Perfil Transversal de las Irregularidades.

Longitud de Medición. Longitud utilizada para determinar los valores de los parámetros de Rugosidad Superficial, puede comprender una o más Longitudes Básicas.(Fig.2.3.)

Longitud Básica. Longitud de la Línea de referencia utilizada para separar las irregularidades que forman la Rugosidad Superficial. (Fig.2.4)

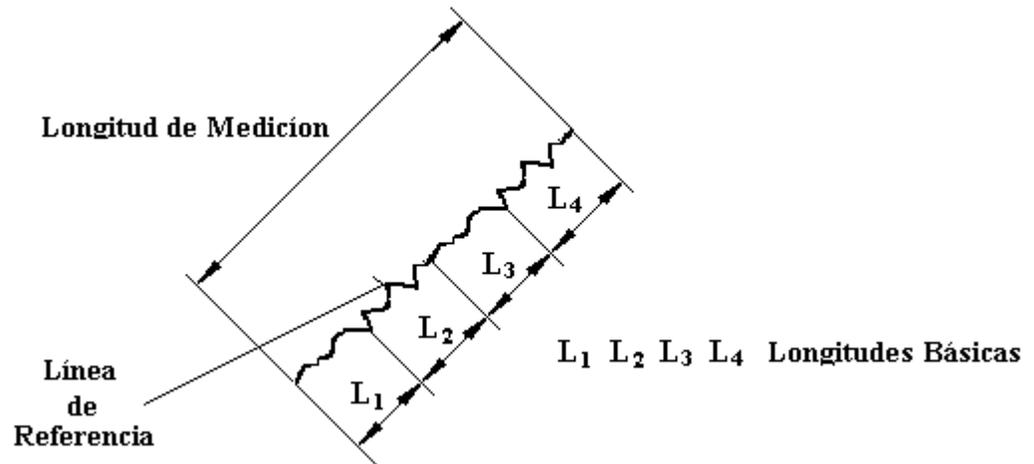


Fig.2.4. Longitud Básica.

Una vez determinada la línea de referencia sobre la cual se determinaran los valores de rugosidad superficial se plantea que dichos parámetros se pueden determinar de diferentes formas, siendo los principales:

- **Ra**- Media aritmética de las desviaciones del perfil
- **Rz**- Altura promedio de las irregularidades del perfil
- **Rmáx**- Altura máxima de las irregularidades del perfil
- Etc.

Siendo las más importantes Ra y Rz

La Rugosidad Ra. Estos valores de rugosidad se determinan mediante el cálculo de la altura promedio de las irregularidades del perfil (Fig.2.5)

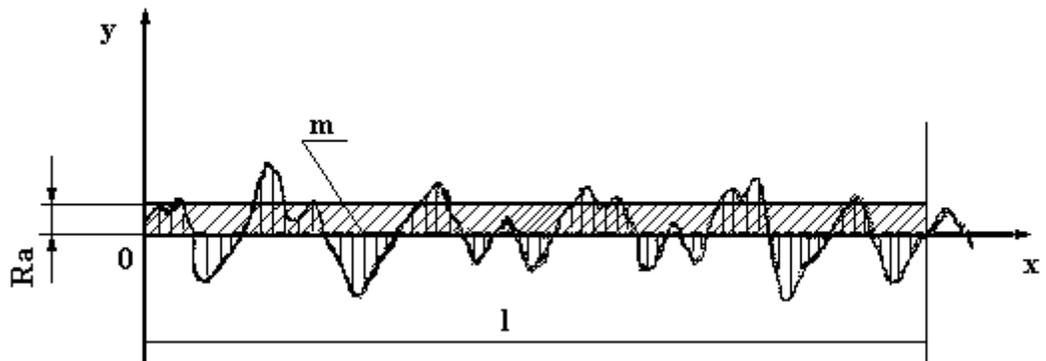


Fig.2.5. Altura promedio de las irregularidades del perfil.

La Rugosidad Rz: Estos Valores de Rugosidad se calculan determinando la media aritmética de las desviaciones el perfil. Media de los valores absolutos de las alturas de las cinco crestas del perfil mas altas y de las profundidades de los cinco valles del perfil mas bajo, dentro de la longitud básica (Fig.2.6).

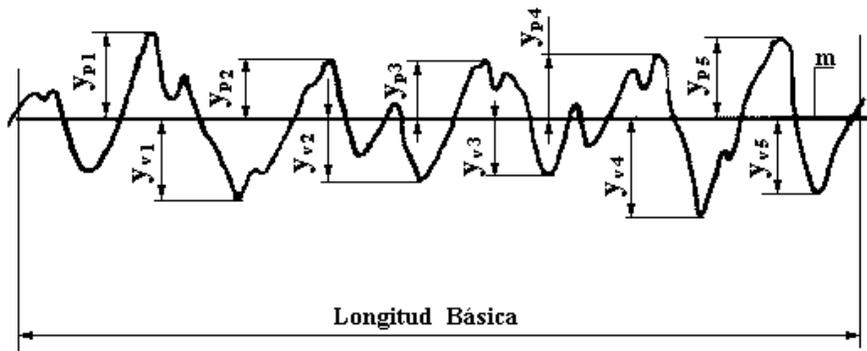


Fig.2.6. Rugosidad Rz.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^{5n} |Y_{pi}| + \sum_{i=1}^{5n} |Y_{vi}|}{5} \quad (2.1)$$

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i| \quad (2.2)$$

§ 2.3 - INDICACIÓN DE RUGOSIDAD EN LOS PLANOS.

El creciente aumento de las producciones en serie, así como, los requisitos en sentido general para un mejor rendimiento, precisión, seguridad en el acabado final, intercambiabilidad de los elementos de maquinas y mecanismos, hace necesario que la calidad de las superficies sean indicadas en los planos, al igual que lo son las tolerancias dimensionales y las tolerancias de forma y posición.

Una correcta asignación de los valores de Rugosidad Superficial garantizan:

- Una correcta lubricación de las superficies.
- Un menor desgaste de las superficies en contacto.
- Un ajuste adecuado

La Rugosidad Superficial se representa en los planos por una combinación de símbolos números y letras, mediante los cuales se puede transmitir toda la información necesaria para la fabricación de la pieza y para el control de calidad de la misma.

Símbolo General para indicar la Rugosidad Superficial Fig.2.7.



Fig.2.7. Símbolo General.

Cuando se indica la Rugosidad directamente sobre el artículo en cuestión, esta debe descansar su vértice inferior sobre la línea que representa en el plano, el contorno exterior de la pieza o en una línea de extensión que se prolongue a partir de la línea de contorno (Fig. 2.8).

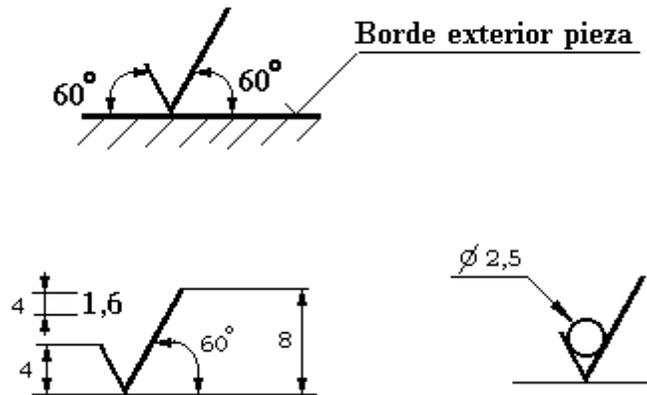


Fig. 2.8

Las dimensiones del símbolo se plantea según la Norma Cubana de Dibujo que en cuanto al grosor del trazo este debe ser la mitad del grosor de la línea que se utilice para representar los contornos visibles de las piezas, y cada trazo debe de tener una inclinación de 60° con respecto a la línea de contorno de la superficie que se este señalando con el símbolo (Fig.2.8).

Existe un grupo de símbolos que se derivan de la representación general de la rugosidad, estos son:

1. **Rugosidad por Arranque de Virutas** (Fig. 2.9), este símbolo se emplea en todos los casos donde las superficies de las piezas sean maquinadas Ejemplo, Torneados, Fresado, Taladrado, etc.

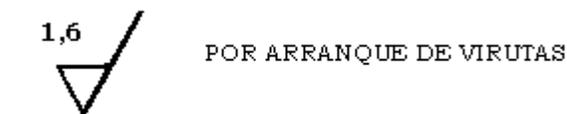


Fig.2.9

2. **Rugosidad sin Establecer el Método de Elaboración**, (Fig.2.10) este símbolo se emplea en los casos en que no se hace necesario indicar el método por el cual se obtiene la rugosidad de la superficie señalada.

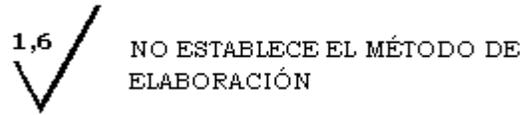


Fig.2.10

3. **Rugosidad cuando el método es sin arranque de virutas** (Fig.2.11), este símbolo se emplea en aquellos casos en que los métodos de elaboración de la superficie no sean por maquinado. Ejemplo, superficies obtenidas por Fundición, Laminado, conformado en frío o en caliente, etc.

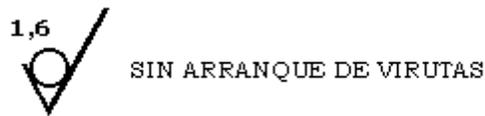


Fig.2.11.

4. **Rugosidad no elaborada en el plano en cuestión** (Fig.2.12). Este es el caso en el cual la pieza o elemento de maquina que se va a elaborar mediante el plano no cambia la calidad de la superficie una vez elaborada la pieza, un ejemplo típico es el plano de elaboración de resortes, donde la superficie del alambre que se emplea para elaborarlo no sufre transformación de la rugosidad una vez elaborado el producto.

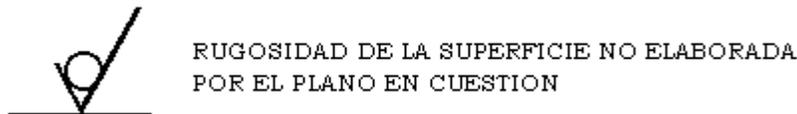


Fig.2.12.

Por el hecho de existir dos tipos de rugosidades se hace necesario diferenciar cuando estamos indicando un valor de rugosidad **Ra** y cuando estamos indicando un valor de Rugosidad **Rz** en los planos, en los casos en que esté indicando rugosidad Ra se coloca el símbolo con el valor numérico máximo admisible de rugosidad, si estamos indicando rugosidad Rz se coloca el símbolo con el valor numérico máximo admisible de rugosidad mas las letras Rz como se indica en la Fig.2.13.

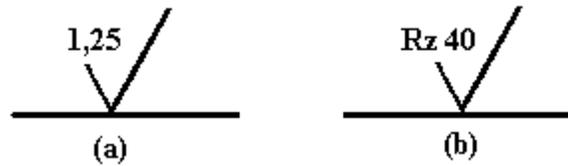


Fig.2.13.(a) Rugosidad Ra; (b) Rugosidad Rz

La colocación de los números y letras en el símbolo debe estar en correspondencia con la posición en que se realiza la lectura del acotado de los planos es decir, se deben colocar de forma que se puedan leer de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda (Fig. 2.14).

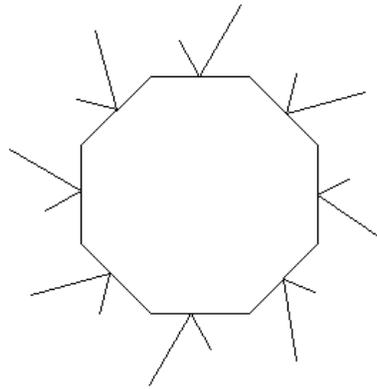


Fig.2.14.Colocacion del símbolo de Rugosidad

Para que la indicación de la rugosidad sea completa requiere que en la representación del símbolo aparezcan representados otros aspectos que en ocasiones son de gran importancia, pero que pueden ser omitidos en determinados casos, como podría ser la representación gráfica de la huella de maquinado o por ejemplo el paso de la rugosidad en micrones (μm) (Fig.2.15).

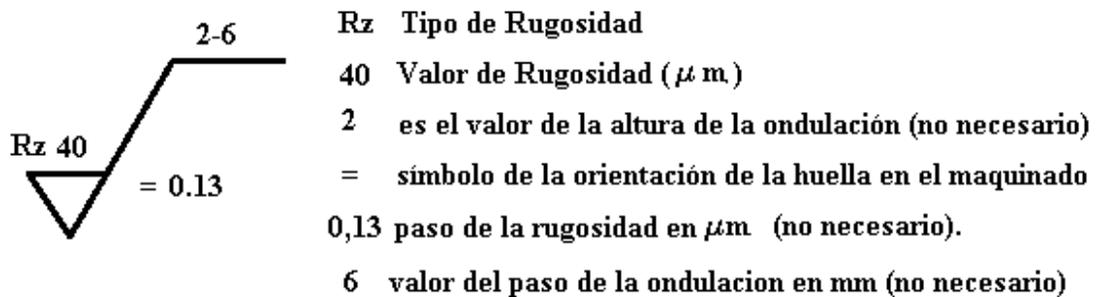


Fig.2.15.elementos componentes del símbolo de rugosidad

En la tabla 2.1 podemos observar un resumen del uso de los símbolos gráficos convencionales de las huellas del maquinado, con la presentación de un ejemplo y la interpretación que debe darse a dicha representación gráfica.

Tabla 2.1. Símbolos gráficos convencionales de la huella de maquinado.

SÍMBOLO	DIRECCIÓN DE LA HUELLA	ORIENTACIÓN DE LA RUGOSIDAD	EJEMPLO	INTERPRETACION
=		Paralela a la línea representativa de la superficie sobre la que el símbolo va indicado		Rugosidad máxima Ra 0,8 μm en la orientación dada
⊥		Perpendicular a la línea representativa de la superficie sobre la que el símbolo va indicado		Rugosidad comprendida entre Ra 1,6 μm y Ra 1,8 μm en la orientación dada
×		Cruzado respecto a la línea representativa de la superficie sobre la que el símbolo va indicado		Rugosidad máxima Ra 0,4 μm en la orientación dada
M		Multidireccional		Rugosidad máxima Ra 0,8 con un paso 0,4 en la orientación dada
C		Aproximadamente circular respecto al centro de la superficie sobre la que el símbolo va indicado		Rugosidad máxima Ra 0,4 con altura de 1mm en la orientación dada
R		Aproximadamente radial respecto al centro de la superficie sobre la que el símbolo va indicada		Rugosidad Ra 0,4 con altura de 1mm y paso de la ondulación 6mm en la orientación dada

§ 2.4 - PARTICULARIDADES DE LA INDICACION DE LA RUGOSIDAD EN LOS PLANOS.

Durante la indicación de la rugosidad en los planos se nos pueden presentar diferentes situaciones en el momento de realizar este trabajo.

1. **Rugosidad general.** En este caso, toda la superficie de la pieza presenta la misma rugosidad, por lo que la indicación se realiza colocando directamente el símbolo de rugosidad en el cuadro de rotulación como lo establece la norma cubana NC ISO 7200 –2005. Cuadro de Rotulación.
2. **Rugosidad Particular.** En este caso la superficie de la pieza presenta diferentes rugosidades, uno de los valores de la rugosidad se va a presentar en la generalidad de la superficie y la llamaremos también Rugosidad General, pero en algunas zonas de la pieza van a existir valores de rugosidad que difieren al valor general por lo

que llamaremos a estas rugosidades particulares, en esta situación, la rugosidad general se indicara en el cuadro de rotulación como en el caso anterior, y las rugosidades particulares estarán indicadas directamente sobre la pieza, lo que genera múltiples opciones en dependencia de la complejidad y del tipo de superficie a la que se quiera indicar la rugosidad, por lo que veremos algunos de los casos que se nos puedan presentar a continuación.

Colocación de los Símbolos en los casos de rugosidades particulares.

A continuación se muestran algunos casos de la colocación de los símbolos de rugosidad superficial.

- Colocación del símbolo de rugosidad superficial en agujeros, ranuras o chaveteros.(Fig. 2.16)

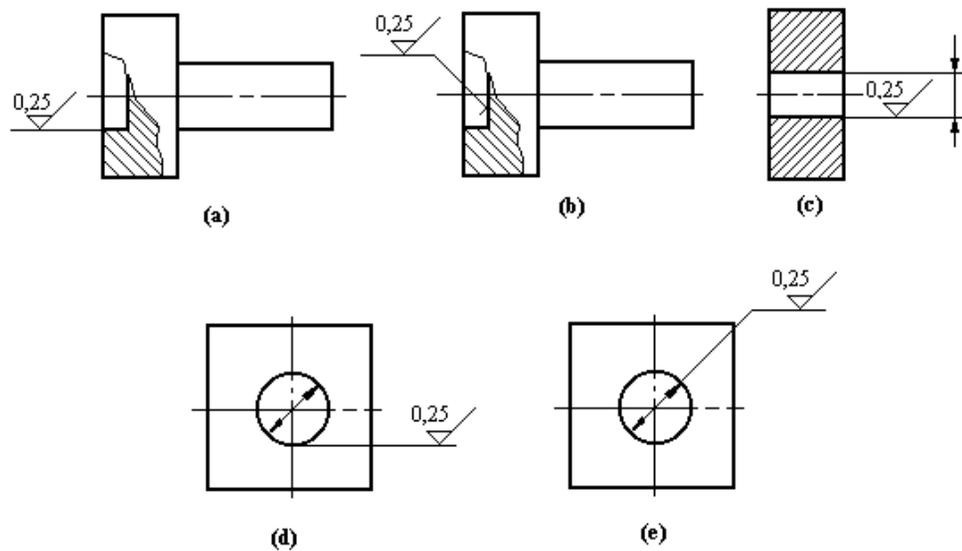
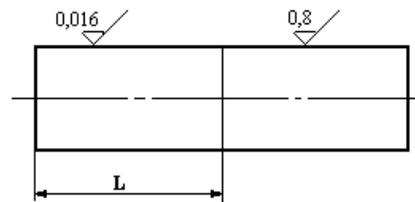


Fig.2.16.(a), (b), (c). Agujeros o Ranuras en corte, (d), (e). Agujeros en vista

- Colocación de dos rugosidades distintas en una misma superficie.(Fig.2.17).



L= Longitud de una de las superficies

Fig.2.17.

- Colocación de la rugosidad en una vista interrumpida. (Fig.2.18).

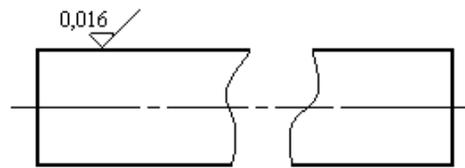


Fig.2.18. Superficie interrumpida, el símbolo se coloca una sola vez.

- Colocación de la rugosidad en dientes de ruedas dentadas (Fig.2.19).

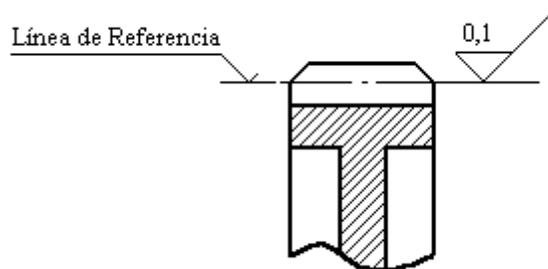


Fig.2.19. Símbolo de rugosidad en la superficie de trabajo de los dientes de las ruedas dentadas.

- Colocación de la rugosidad en superficies roscadas. (Fig.2.20).

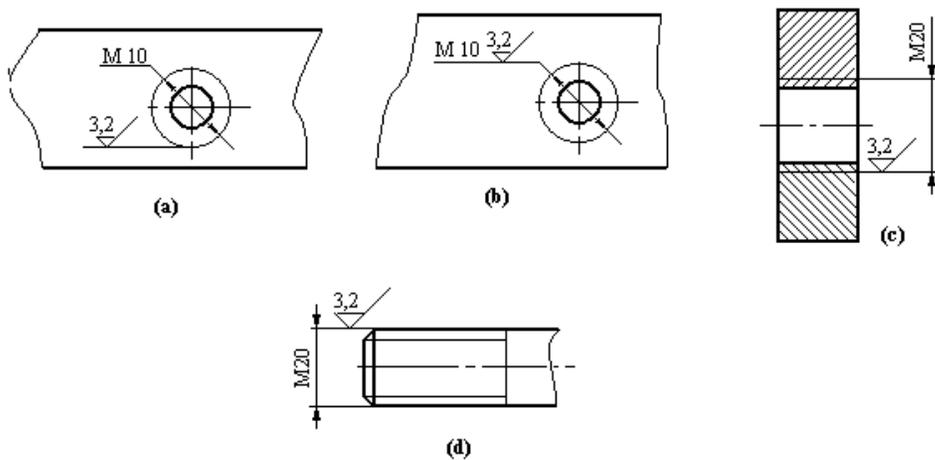


Fig.2.20.(a),(b) Rugosidad superficie interior roscada en vista, (c) Rugosidad superficie roscada interior en corte, (d) Rugosidad superficie roscada exterior en vista.

§ 2.6 - MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD.

En el pasado la rugosidad era analizada a mano por un especialista quien determinaba cual era el valor, en la actualidad, la rugosidad puede ser medida usando métodos de contacto o métodos de no contacto. Los métodos de contacto requieren de un palpador de medición que se arrastra por la superficie, incluyen un medidor de perfil. Los

métodos de no contacto requieren de microscopios electrónicos, computadora, métodos estadísticos etc. para el análisis de la señal.

Método de contacto.

- **Comparadores visotáctiles.** Elementos para evaluar el acabado superficial de piezas por comparación visual y táctil con superficies de diferentes acabados obtenidas por el mismo proceso de fabricación.

Métodos de no contacto

- **Rugosímetro.** Instrumentos electrónicos de sensibilidad micrométrica, que determinan con rapidez la rugosidad de las superficies. Los rugosímetros miden la profundidad de la rugosidad media Rz, y el valor de la rugosidad media Ra expresado en micras. Los rugosímetros pueden ofrecer la lectura de la rugosidad directa en una pantalla o indicarla en un documento gráfico. Existe diversidad de los mismos (Rugosímetro de Palpador Mecánico, Rugosímetro Palpador Inductivo, Rugosímetro: Palpador Capacitivo, Rugosímetro Palpador piezoeléctrico, Rugosímetro Patín Mecánico, Rugosímetro Filtrado Eléctrico).

§ 2.7 - VALORES NUMERICOS DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL.

Los valores numéricos y los parámetros principales de la rugosidad superficial de los artículos se establecen independientemente del material de que estén elaborados. Generalmente no se aplican a superficies donde no sea posible el establecimiento del control de la rugosidad superficial (superficies de fieltro y otros materiales similares), así como para las irregularidades de superficies que son producto de defectos del material (poros, grietas, etc.) o a deterioros de la superficie por arañazos o abolladuras. Estos valores numéricos de rugosidad superficial se establecen en tablas (Tabla 2.2 y Tabla 2.3).

Cuando se procesa una superficie la rugosidad en la misma es creada por la impresión de la herramienta, diferentes procesos provocan diferentes tolerancias y son capaces de producir diferentes rugosidades (Tabla 2.5). Generalmente las tolerancias dimensionales y la rugosidad están muy vinculadas, ya que en determinados procesos se requieren de dimensiones precisas y esto crea determinados valores de rugosidad asociados (Tabla 2.4).

Tabla 2.2. Valores numéricos de rugosidad superficial **Ra**. (dimensiones en μm).

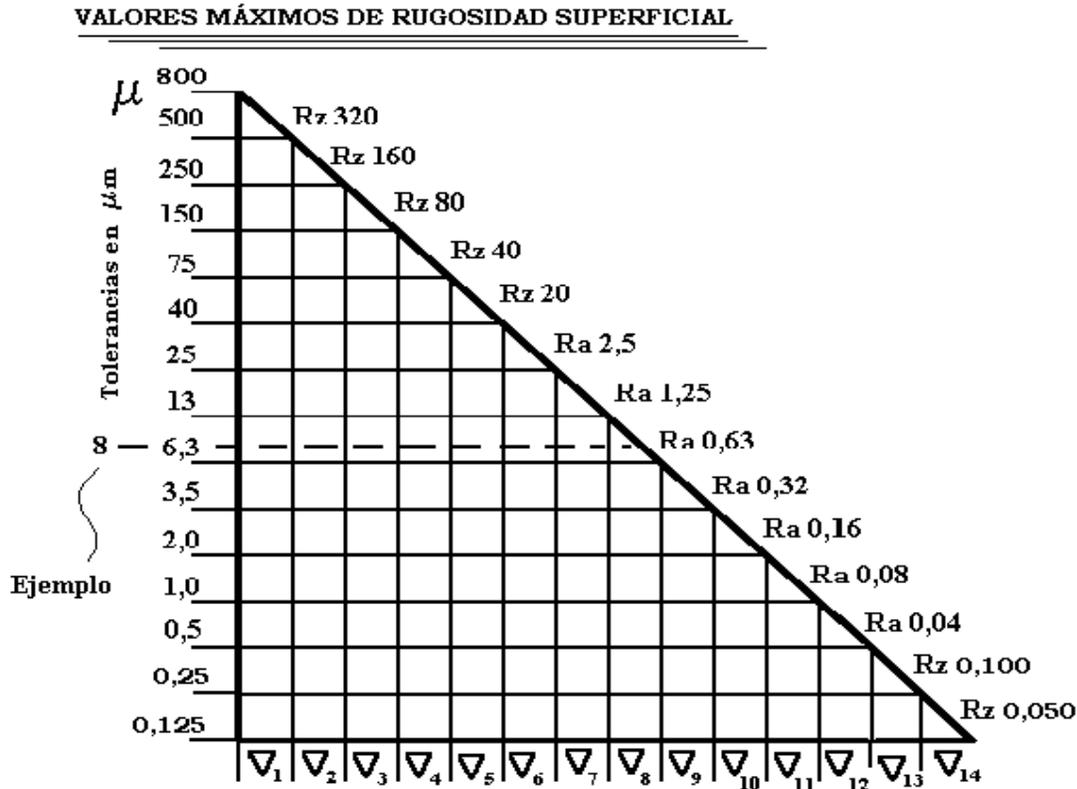
	<u>100</u>	10,0	1,00	<u>0,100</u>
	80	8,0	<u>0,80</u>	0,080
	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
	<u>50</u>	5,0	0,50	<u>0,050</u>
400	40	4,0	<u>0,40</u>	0,040
320	32	3,2	0,32	0,032
250	<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>
200	20	2,0	<u>0,20</u>	0,020
160	16,0	<u>1,60</u>	0,160	0,016
125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	<u>0,012</u>
				0,010
				0,008

Tabla 2.3. Valores numéricos de rugosidad superficial **Rz** y **Rmáx.** (Dimensiones en μm).

	1000	<u>100</u>	10,0	1,00	<u>0,100</u>
	800	80	8,0	<u>0,80</u>	0,080
	630	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
	500	<u>50</u>	5,0	0,50	<u>0,050</u>
	<u>400</u>	40	4,0	<u>0,40</u>	0,040
	320	32	<u>3,2</u>	0,32	0,032
	250	<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>
	<u>200</u>	20	2,0	0,20	
1600	160	16,0	<u>1,60</u>	0,160	
1250	125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	

Nota. Los valores subrayados en ambas tablas son los recomendados.

Tabla 2.4. Valores de rugosidad superficial a partir de tolerancias dimensionales.



Ejemplo de como determinar la Rugosidad superficial

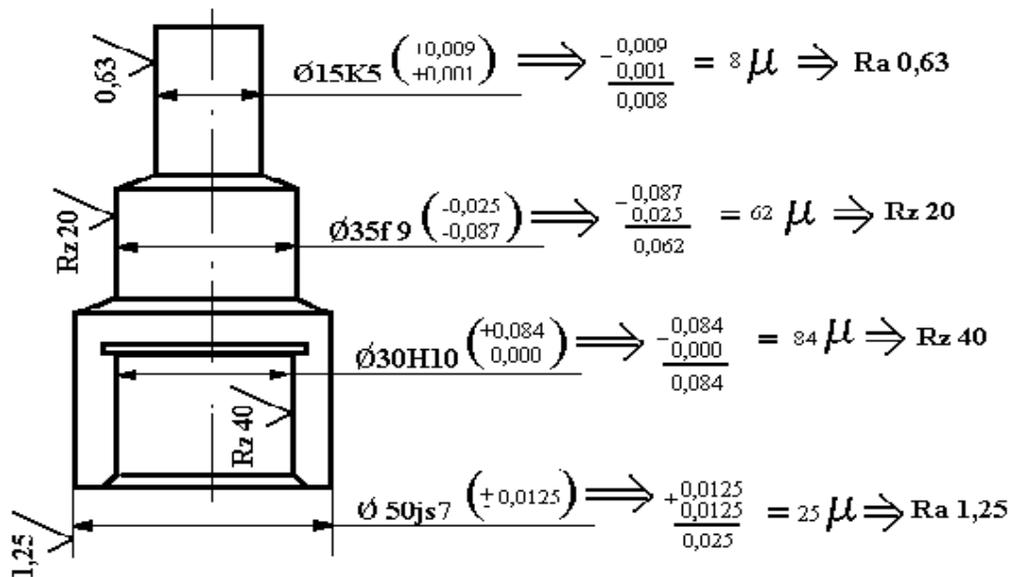


Tabla 2.5. Valores de Rugosidad según el Método de Elaboración

Método de Elaboración		Rugosidad Ra	Rugosidad RZ
Esmerilado de Precisión	acabado	0,1 - 0,2	0,4 - 0,8
	fino	0,012 - 0,025	0,05 - 0,1
Super Finish		0,1 - 0,4	0,4 - 1,6
Finish	Medio	0,1 - 0,2	0,4 - 0,8
	Fino	0,08	0,2
	Decorado	0,025 - 0,012	0,1 - 0,05
Pulido	Común	0,2 - 1,6	0,8 - 6,3
	Fino	0,05 - 0,1	0,2 - 0,4
Esmerilado	Acabado	0,4 - 3,2	1,6 - 12,5
	Fino	0,1 - 1,6	0,4 - 6,3
Escareado	Semiacabado	6,3 - 12,5	25 - 50
	Acabado	1,6 - 3,2	6,3 - 12,5
	Fino	0,4 - 0,8	1,6 - 3,2
Brochado	Semiacabado	6,3 - 12,5	25 - 50
	Acabado	0,8 - 3,2	3,2 - 12,5
Mandrinado	Desbaste	50 - 100	200 - 400
	Acabado	1,6 - 3,2	6,3 - 12,5
	Fino	0,4 - 0,8	1,6 - 3,2
Laminado y Trefilado		0,8 - 6,3	3,2 - 25
Barrenado	Desbaste	12,5 - 25	50 - 100
	Acabado	3,2 - 6,3	12,5 - 25
Taladrado	Hasta 15 mm	0,2 - 12,5	1,6 - 50
Torneado	Desbaste	6,3 - 12,8	25 - 50
	Acabado	1,6 - 3,2	6,3 - 12,5
	Fino	0,4 - 0,8	3,2 - 1,6
Cepillado	Desbaste	12,5 - 15	50
	Acabado	3,2 - 6,3	12,5 - 25
Fresado con Fresa Frontal	Desbaste	6,3 - 12,5	25 - 50
	Acabado	3,2 - 6,3	12,5 - 25
Fresado con Fresa Cilíndrica	Desbaste	25 - 50	100 - 200
	Acabado	3,2 - 6,3	12,5 - 25
Bruñido con Barreta Plana		0,05 - 6,4	0,2 - 1,6
Elaboración por Electroerosión		1,6 - 25	6,3 - 100
Estampado y Fundición		12,5 - 100	50 - 400
Fundición a Presión		0,8 - 50	3,2 - 200
Rectificado	Cilíndrico	0,8 - 1,6	3,2 - 6,3
	Plano	0,2 - 0,4	0,8 - 1,6

Nota. Los valores en negrita son los recomendados

Recubrimientos y Tratamientos Térmicos.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados al Recubrimiento y los Tratamientos Térmicos.
- Indicar Recubrimientos y Tratamientos Térmicos en los planos de trabajo.

§ 3.1. INTRODUCCIÓN.

El Recubrimiento y el Tratamiento Térmico son operaciones tecnológicas que se realizan a las piezas con el objetivo de variar algunas de sus propiedades físicas y mecánicas, como pueden ser la dureza, la resistencia a la corrosión, la compresión, la torsión y el desgaste.

Se tratan térmicamente no solo piezas semiacabadas (Bloques, lingotes, planchas, etc.) con el objeto de disminuir su dureza para mejorar la maquinabilidad y preparar su estructura para el tratamiento térmico definitivo posterior, sino también las piezas terminadas y herramientas con el fin de proporcionar las propiedades definitivas que se requieren.

§ 3.2. TRATAMIENTO TÉRMICO. DEFINICIONES.

Cuando se trata el tema de Tratamiento Térmico siempre se abordan dos operaciones o procedimientos que se realizan a las piezas, estos son. El Recubrimiento o Tratamiento termoquímico y el Tratamiento Térmico como tal.

El Recubrimiento específicamente es el procedimiento mediante el cual se modifican las propiedades de la superficie de las piezas, modificándose con ello su apariencia exterior. Generalmente el método empleado es la electrólisis y es de gran efectividad para elevar la resistencia a la corrosión y al desgaste. Se realiza a temperaturas y en el medio en el cual el elemento que se difunde es capaz de separarse en estado atómico químicamente activo. Entre los procesos de Recubrimientos Superficiales de las piezas se pueden nombrar: Galvanizado, Cromado, Niquelado, Pavonado, Pintado, etc.

- **Galvanizado.** También llamada cincado. Operación mediante la cual se cubren las superficies de las piezas metálicas con una capa anticorrosiva de zinc, por medio de la electrólisis. El cincado en caliente se efectúa sumergiendo las piezas en un baño de zinc fundidos estando estas previamente decapadas y conservándolas a una temperatura entre 450° y 500°
- **Cromado.** Operación consistente en cubrir las piezas metálicas con una capa electrolítica de cromo (Electrólisis de disoluciones de ácido crómico y sulfato de cromo calentados a 50°), su objetivo fundamental es proteger las piezas contra la corrosión. Según como se efectúe dicha operación puede obtenerse revestimientos de cromo mate, brillante o duro. Como este material suele ser caro, generalmente las piezas suelen ser niqueladas previamente y a continuación se cubre la capa espesa de níquel con una tenue capa de cromo. Se emplea en la industria

automovilística y en la industria de instrumentos para la medicina, entre otras; se emplea también con fines decorativos.

- **Niquelado.** Es una metalización que permite mejorar el aspecto exterior de las superficies tratadas y protegerlas contra la corrosión. Se realiza generalmente por electrólisis, empleando como electrolito un baño de 250 a 350 g de sulfato de níquel, 25 a 40 g de cloruro de níquel y de 20 a 40 g de ácido bórico y la temperatura del baño de 35° a 60°, en ocasiones sobre este revestimiento se aplica una capa de cromo.
- **Pavonado.** Capa finísima de cloruro o sulfuros metálicos con que se reviste la superficie de los metales ferrosos para preservarlos de la oxidación.
- **Pintado.** Se realiza con el objetivo proteger la superficie de la pieza de la acción corrosiva de agentes externos o con el simple objetivo de mejorar su apariencia (pintado decorativo).

El fundador de la teoría del Tratamiento Térmico fue el científico Ruso D. Chernov, quien descubrió los puntos críticos de transformación del acero.

El Tratamientos Térmico consiste en realizar ciclos de calentamientos y enfriamientos con la finalidad de modificar las Propiedades Mecánicas de los aceros (material metálico compuesto principalmente por hierro, mezclado con carbono en una proporción que puede variar entre el 0,03 y el 2 por ciento). También se añaden otros elementos como silicio, níquel, volframio, vanadio o molibdeno, para configurar los aceros de aleación. Si el acero tiene poco carbono (hasta 0,2 por ciento) se dice que es un acero dulce, porque resulta muy maleable. Cuanto más carbono tenga, el acero se endurece y adquiere mayor tenacidad. En función de los elementos de un acero de aleación, se consigue variar sus propiedades, y hacerlo más resistente a la compresión y a la torsión (con cromo y vanadio); muy duro y resistente al desgaste (con manganeso) o con gran resistencia a la corrosión (aceros con níquel). Pero para variar sus características también se utilizan tratamientos térmicos, cuyos factores principales son La temperatura y el Tiempo por lo que cualquier régimen de Tratamiento Térmico se puede representar gráficamente en función de estos.

Los principales Tratamientos Térmicos:

- **Volumétricos.** Entre los más importantes se encuentran el temple, revenido, recosido, normalizado, etc.
- **Selectivos.** Entre los que se encuentra el temple superficial.

•
Temple. Calentar a elevadas temperaturas y enfriar bruscamente en agua o aceite, con el objetivo de aumentar la dureza del acero.

Revenido. Regula la dureza del acero con la temperatura de recalentamiento. Se emplea para eliminar la fragilidad que puedan obtener las piezas después de ser tratadas por tratamiento térmico de temple.

Recosido. Consiste en calentar a temperaturas elevadas, mantener un tiempo y prolongar el enfriamiento para que al efectuarse este lentamente no genere tensiones internas dentro del material, lo cual permite disminuir la fragilidad de piezas de metal o cristal. Se aplica generalmente después de otros tratamientos donde se pueden generar tensiones internas en los materiales.

Normalizado. Es el calentamiento por encima de determinada temperatura superior a la de la zona de transformación y enfriamiento posterior al aire tranquilo a temperatura ambiente, con el objetivo de elevar las propiedades de los aceros. En la construcción de

maquinarias este procedimiento esta mas extendido que el recosido, ya que es de mayor rendimiento y aporta mejores resultados.

§ 3.3 - INDICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN LOS PLANOS.

En el plano de trabajo se indican los Recubrimientos y tratamientos térmicos de dos formas diferentes, una es colocando directamente sobre las superficies de las piezas el tipo de tratamiento térmico o recubrimiento a emplear, empleando para ello líneas de indicación que a su vez pueden ser de dos tipos (Fig. 3.1), o; escribiendo en el área que se encuentra destinado para ello en el cuadro de rotulación según plantea la norma cubana NC ISO7200-2005, este método se empleará cuando toda la superficie recibe el mismo tratamiento.

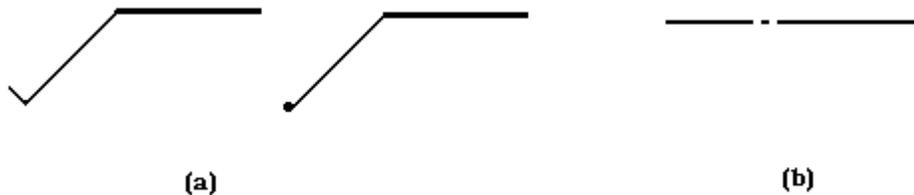


fig. 3.1. Líneas de indicación. (a) Trazo Horizontal grueso e inclinado fino. (b) Línea de eje gruesa.

En los casos en que se empleen las líneas de indicación del tipo Fig.3.1. (a), el trazo horizontal tendrá la longitud igual a la información que se desea suministrar, en caso de ser muy extensa se podrá utilizar dos renglones (Fig. 3.2), este trazo debe estar separados como mínimo 15 mm del contorno exterior de la pieza.

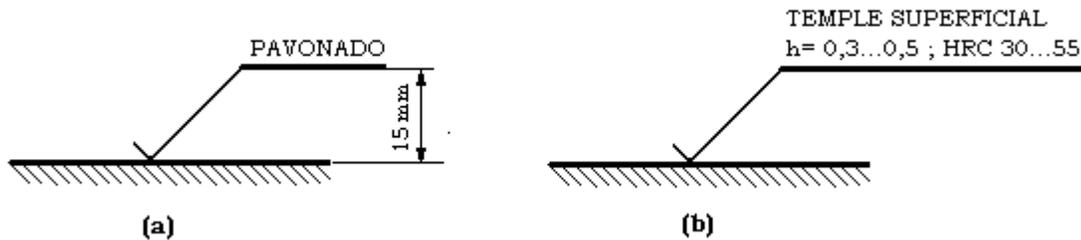


Fig.3.2.

La Línea terminada en punto es para indicar superficies con forma de áreas (Fig. 3.3)

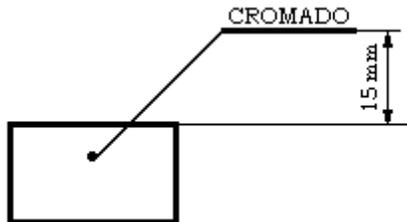


Fig.3.3. Indicación de áreas.

En caso de indicación de Tratamientos Térmicos, se debe especificar la profundidad y la dureza obtenida con el tratamiento especificado, esto puede hacerse mediante valores límites o mediante valores nominales con sus desviaciones (Fig. 3.4).

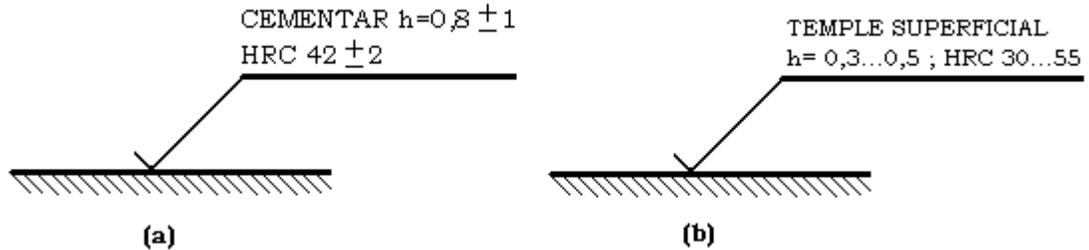


Fig.3.4. (a) Mediante valores nominales con sus límites. (b) Mediante valores límites.

h = profundidad a la que penetra el tratamiento térmico a realizar.

HRC. Dureza Rockwell: Emplea una maquina que utiliza un penetrador (bola de acero o diamante) que entra en la pieza bajo determinadas condiciones, existiendo diferentes escalas en dependencia de la dureza a medir (HRA, HRC, HRB, etc).

HB. Unidades de dureza Brinell. Consiste en aplicar un peso conocido sobre la superficie que se va a probar, por medio de una bola de acero templado de diámetro conocido, se mide luego la profundidad de la huella de la deformación producida sobre la pieza

HV. Unidades de dureza Vickers. Similar en principio a la prueba Brinell, pero el penetrador es una pirámide de diamante de base cuadrada con un ángulo en la punta de 136° . Este ensayo se considera muy exacto.

Utilización de la línea de trazos (Fig. 3.5)

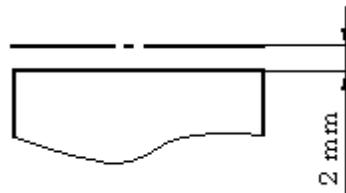


Fig.3.5 Línea de trazos para indicar rugosidad.

La indicación de tratamientos térmicos y recubrimientos en superficies continuas se puede realizar de diferentes formas, utilizando solo líneas de indicación (Fig. 3.6 a), utilizando una combinación de ambos tipos de líneas (Fig. 3.6 b)

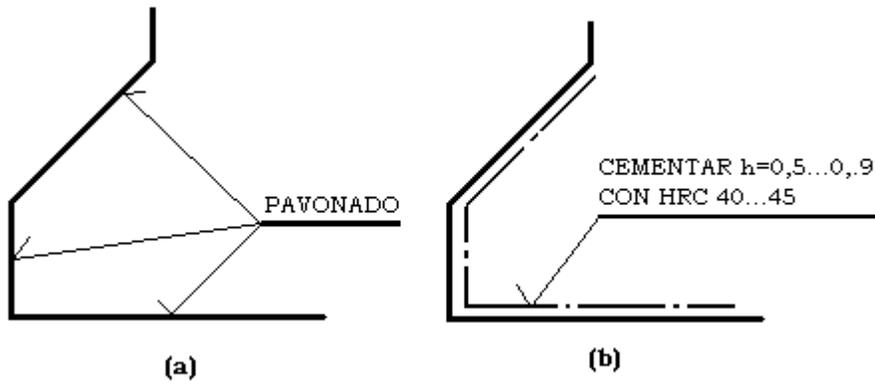


Fig. 3.6. Indicación en superficies continuas.

Indicación de diferentes tratamientos en una misma pieza (Fig.3.7).

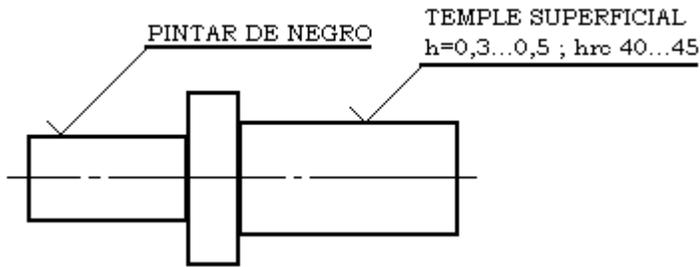


Fig. 3.7.

indicación de superficies simétricas (Fig.3.8)

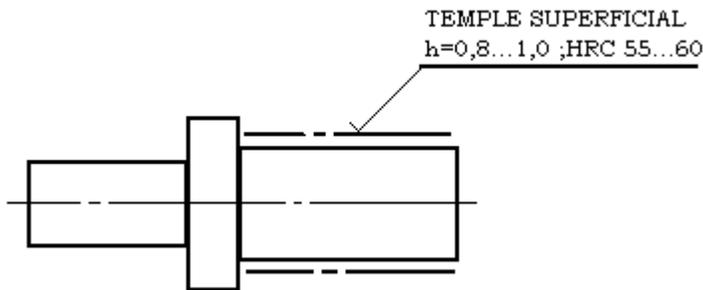


Fig.3.8.

Roscas

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Representar roscas interiores y exteriores en planos de artículos según las reglas que se establecen en las normas correspondientes.
- Conocer los términos y definiciones relacionados a la representación de roscas en los planos.
- Conocer las características de los diferentes tipos de roscas y sus aplicaciones.

§ 4.1. INTRODUCCIÓN.

En muchas aplicaciones se utilizan tornillos, pernos y tuercas, en elementos de maquina, estructuras, etc. El elemento componente fundamental en todos ellos son las roscas, lo que define la variedad de formas, tipos y dimensiones de los mismos, aunque en los últimos años a avanzado a grandes pasos la estandarización de sus características para hacer más fácil la intercambiabilidad de las partes, como también facilitar y abaratar los costos de fabricación.

§ 4.2. ROSCAS. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Una Rosca es una arista helicoidal de un prisma llamado comúnmente filete, de sección con diferentes formas (triangular, cuadrada o roma), formada sobre una superficie en revolución cilíndrica o cónica, y que puede ser exterior (tornillos y pernos) (Fig. 4.1 a) o interior (tuercas) (Fig. 4.1 b).

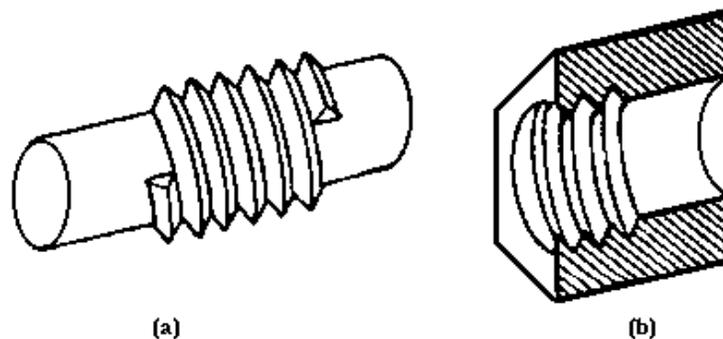


Fig. 4.1. (a) Rosca exterior (b) interior.

§ 4.3. ROSCAS. CLASIFICACIÓN.

La clasificación de las roscas es bastante amplia debido a su gran diversidad,.

- Por la forma del perfil.
- Por el carácter de la superficie.
- Por la disposición.
- Por el destino.
- Por la cantidad de entradas.
- Por la dirección de la línea helicoidal.

Por la forma del perfil.

- a) **Rosca triangular:** recibe este nombre cuando el prisma o filete que engendra la rosca tiene su sección parecida a un triángulo. Es la más utilizada en la industria, por destinarse a la sujeción de piezas (Fig. 4.2).

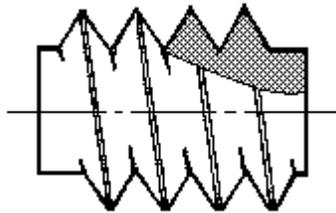


Fig.4.2

- b) **Rosca cuadrada:** Es la engendrada por un filete de sección cuadrada. No está normalizada, por lo que en la actualidad tiende a desaparecer, se emplean cuando sea conveniente evitar la acción radial de la rosca (Fig. 4.3)



Fig.4.3

- c) **Rosca trapecial:** Es la engendrada por un filete cuya sección es un trapecio isósceles. Se emplea mucho en husillos de máquinas herramientas, para conseguir movimientos de translación, especialmente indicadas para la transmisión de esfuerzos en un solo sentido (Fig. 4.4)



Fig. 4.4

- d) **Rosca redonda:** Esta rosca es utilizada en husillos que tengan que soportar esfuerzos grandes y bruscos, se utiliza en los casos en los que ha de recibir impactos persistentes. Es la rosca de mejores condiciones mecánicas, pero de difícil elaboración (Fig. 4.5)

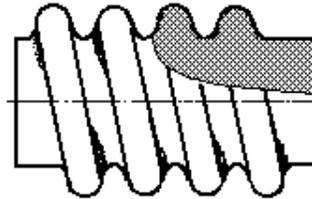


Fig. 4.5

- e) **Rosca en diente de sierra:** Es la engendrada por un filete cuya sección es aproximadamente un trapecio rectángulo. Rosca de difícil elaboración, pero muy resistente a los esfuerzos axiales en un solo sentido. Es muy utilizada en artillería y prensas (Fig. 4.6)



Fig. 4.6

Por el carácter de la superficie.

Por el carácter de la superficie donde se tallan las roscas estas pueden ser, roscas en superficies en revolución cilíndricas, y roscas en superficies en revolución cónicas.

Por la disposición.

Por su disposición las roscas pueden ser exteriores o interiores (Fig. 4.1. a, b)

Por el destino.

Cuando se plantea la clasificación atendiendo al destino nos estamos refiriendo a la aplicación o uso que se dará al elemento que presenta la rosca, en este caso pueden ser:

De sujeción. Este es el caso de los Tornillos con tuercas, Pernos y espárragos utilizados con este fin (Fig.4.7)

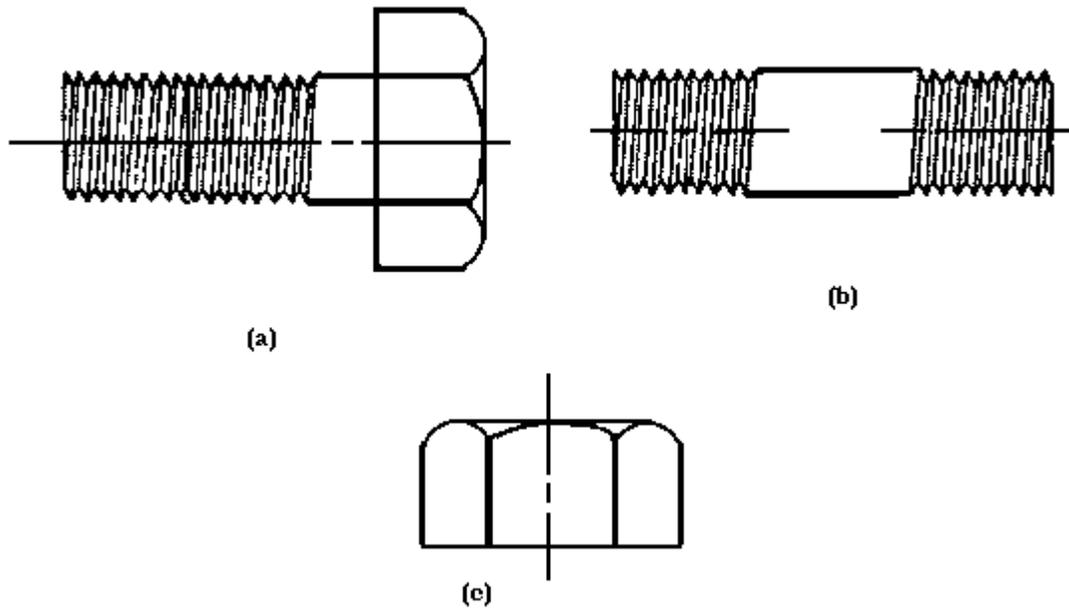


Fig. 4.7 (a)Tornillo, (b)Espárrago (c) tuerca.

a) **De avance.** Es el caso del tornillo sinfin empleado en mecanismos de maquinas como por ejemplo en el torno.

Especiales.

Tornillos empleados para usos más específicos. (Sellers, A.C.M.E., Löwenherz, Buttres, etc.), estando la mayoría normalizadas según normas DIN, SAE, UNIM, IRAM, etc., según los países. (Fig.4.8)

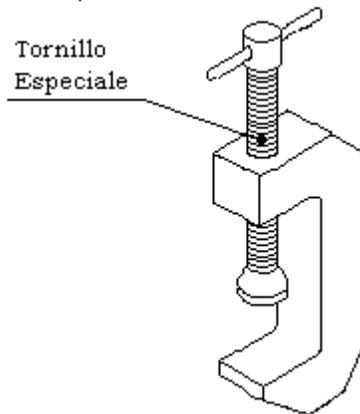


Fig. 4.8. Tornillo Especial. (Sargento).

Por la cantidad de entradas.

Pueden clasificarse como de entrada simple, en este caso presenta solo un filete de roca, y de múltiples entradas, pueden tener dos o más filetes de rocas(Fig. 4.9)

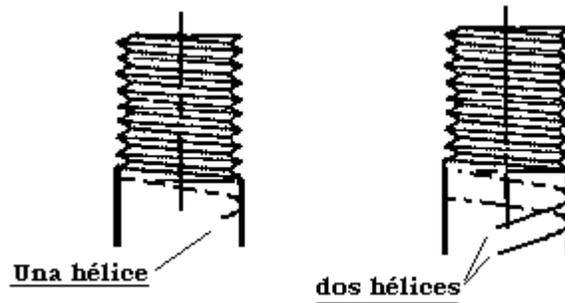


Fig. 4.9.

Por la dirección de la línea helicoidal.

Las roscas pueden ser izquierdas o derechas (Fig. 4.10) Una rosca es a derechas cuando penetra al girar hacia la derecha y es a izquierdas cuando penetra al girar hacia la izquierda.

Para distinguir si un tornillo presenta su rosca a derechas o a izquierdas, se coloca el eje del tornillo en un plano inferior y perpendicular al observador. Si la hélice o filete se aleja hacia la derecha, el tornillo es a derechas, (Fig. 4.10a), pero si se aleja hacia la izquierda, entonces el tornillo es a izquierdas,(Fig. 4. 10b). Para distinguir el sentido de rosca en las tuercas, se procede como en el tornillo, pero ha de tenerse en cuenta que los hilos visibles son los de la parte inferior; por tanto, cuando se alejan hacia la izquierda la rosca es a derechas (Fig. 4.10c).

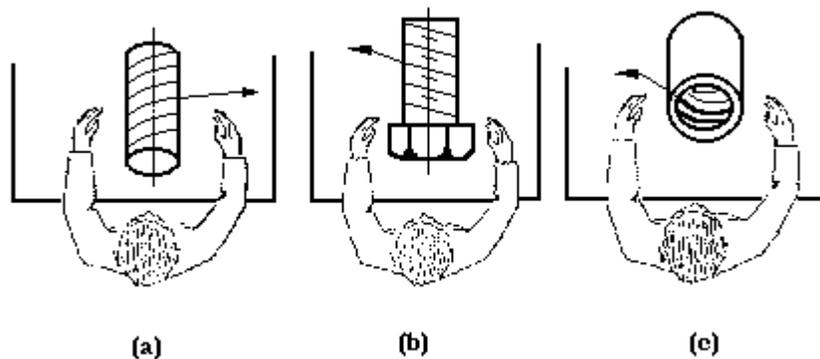


Fig. 4.10.(a) rosca derecha tornillo (b)rosca izquierda tornillo (c) rosca derecha tuerca

§ 4.4 - PERFIL DE UNA ROSCA. PARÁMETROS FUNDAMENTALES.

En todas las roscas hay que distinguir un grupo de parámetros que la caracterizan, (Fig.4.11) y que forman el perfil, entre los más importantes tenemos:

- **Diámetro Nominal o Máximo de la rosca.** Es el parámetro que se utiliza para designar todos los tipos de roscas, fundamental para el dimensionado en los planos
- **Diámetro Medio.** Diámetro entre el diámetro Nominal y el Menor.
- **Diámetro Menor.** Distancia entre dos puntos opuestos situados en el fondo. Es importante pues se representa cuando se indican roscas en los planos.
- **Angulo de rosca.** Angulo formado por dos flancos.
- **Cresta.** Superficie exterior de unión de los flancos
- **Paso.** Es la distancia medida paralelamente al eje entre dos hilos consecutivos.
- **Fondo.** Superficie interior de unión de los flancos.
- **Hilo.** Es cada uno de los vértices de las crestas.
- **Flanco.** Superficies teóricas de contacto.
- **Avance.** El mismo se obtiene multiplicando el paso por el numero de entradas y se define como el desplazamiento axial medido paralelamente al eje del elemento de unión roscado, el móvil sobre el fijo, para una vuelta completa. En la rosca de una sola entrada el avance es igual al paso.

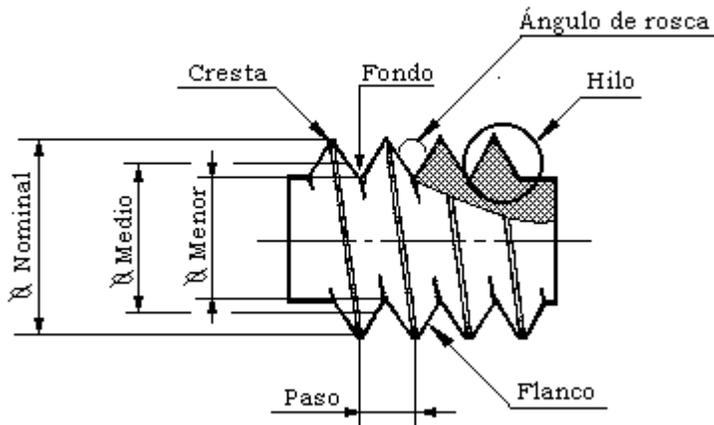


Fig. 4.11. Parámetros fundamentales de las roscas.

§ 4.5 - ROSCA MÉTRICA ISO. CARACTERÍSTICAS.

La rosca Métrica ISO (Fig.4.12) es una rosca de perfil triangular, con la característica de que el triángulo es equilátero. Sus principales dimensiones son el Diámetro Nominal y el Paso; y sus medidas se expresan en milímetros.

Otras dimensiones son:

- Angulo de rosca. $\alpha = 60^{\circ}$
- Profundidad de rosca del tornillo $h_3 = 0,613p$ (4.1)
- Diámetro del núcleo del tornillo $d_3 = d - 1,226p$ (4.2)

- Diámetro del núcleo de la tuerca $D1 = d - 1,08p$ (4.3)
- Diámetro medio común a tornillo y tuerca $d2 = D2 = d - 0,65p$ (4.4)

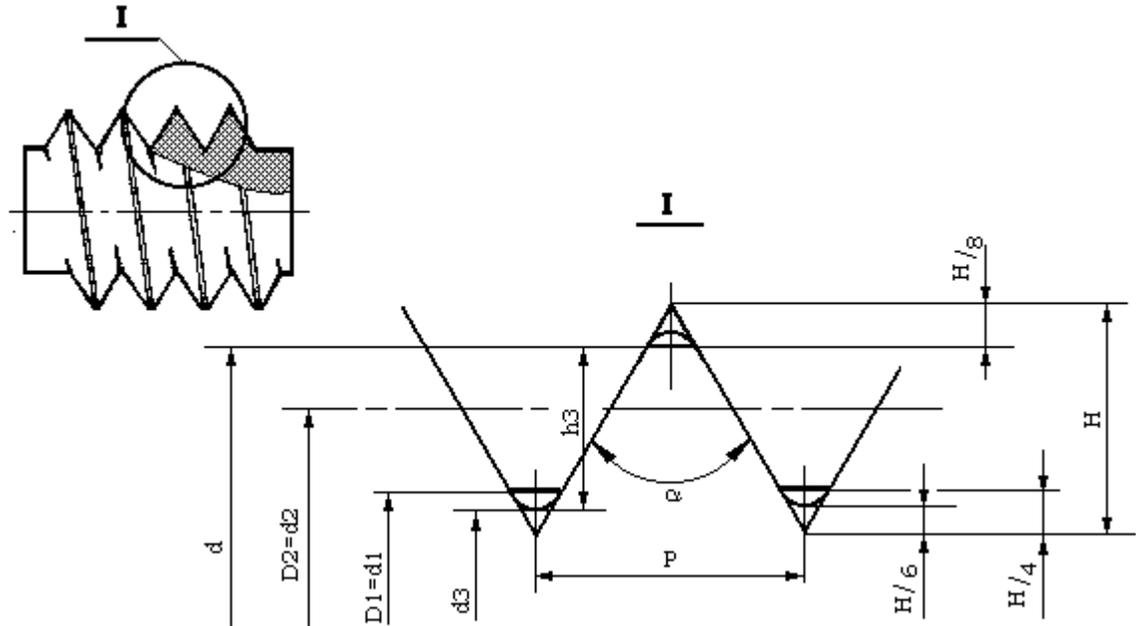


Fig.4.12. Rosca métrica ISO. Parámetros.

La rosca métrica ISO puede ser Fina o Normal. La rosca fina tiene el mismo perfil que la normal, pero, como puede apreciarse, para un mismo diámetro nominal el paso es menor. (Tabla 4.1).

Tabla.4.1. Valores de Diámetros y pasos mas corrientes en las Roscas Métricas ISO.

Diámetro Nominal mm	Rosca métrica	
	Normal Paso en mm	Fina Paso en mm
4	0.7	0.5
5	0.8	0.5
6	1	0.75
8	1.25	1
10	1.5	1
12	1.75	1.5
14	2	1.5
16	2	1.5
18	2.5	1.5
20	2.5	1.5
22	2.5	1.5
24	3	2
27	3	2
30	3.5	2

§ 4.6 - ROSCA WHITWORTH. CARACTERÍSTICAS.

Propuesta en el año 1841 por el Ingles Jorge Whitworth, es una rosca de perfil triangular que no tiene juegos ni holguras y tanto sus crestas como sus fondos son redondeadas(Fig.4.13).

Sus principales dimensiones:

- El diámetro exterior del tornillo llamado diámetro nominal. Se representa por d expresado en pulgadas.
- El paso. Se representa por p y se expresa en h" (hilos por pulgada).

Otras dimensiones son:

- Angulo entre flancos $\alpha = 55^\circ$
- Profundidad de rosca de tornillo y tuerca. $h_3 = 0,64p$ (4.5)
- Diámetro del núcleo de tornillo y tuerca. $d_1 = D_1 = d - 1,28p$ (4.6)
- Diámetro medio común a tornillo y tuerca $d_2 = D_2 = d - 0,64p$ (4.7)

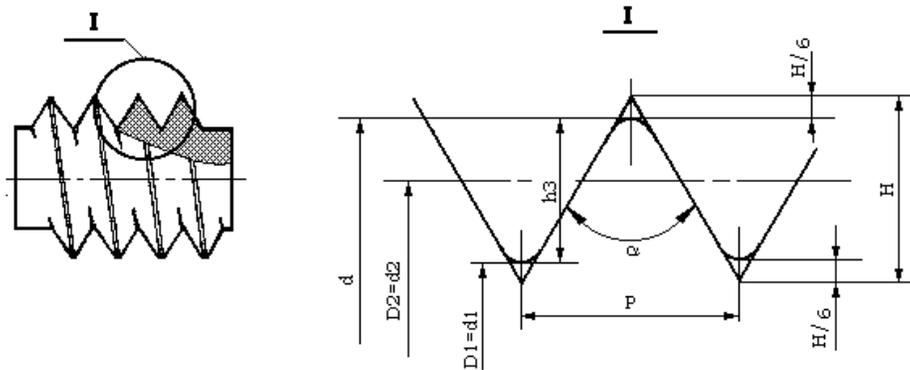


Fig.4.13.Rosca Whitworth. Parámetros.

La rosca Whitworth, al igual que la rosca métrica ISO puede ser Fina o Normal.La rosca fina tiene el mismo perfil que la normal, pero, como puede apreciarse, para un mismo diámetro nominal el paso es menor (Tabla 4.2).

Tabla.4.2.Valores de Diámetros y pasos mas corrientes en las Roscas Whitworth.

Rosca Whitworth.		
Diámetro Nominal en Pulgadas.	Normal	Fina
	Paso en Hilos por pulgadas (h")	Paso en Hilos por pulgadas (h")
1/4	20	26
5/16	18	22
3/8	16	20
7/16	14	18
1/2	12	16
5/8	11	14
3/4	10	12
7/8	9	11
1	8	10
1 1/8	7	9
1 1/4	7	9
1 3/8	6	8
1 1/2	6	8
1 5/8	5	8

§ 4.7 - REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DE ROSCAS EN LOS PLANOS.

Roscas exteriores.

En las roscas exteriores se pueden representar en vistas (Fig. 4.14) o en corte (Fig.4.15), en ambos casos se representa el diámetro nominal (d), con línea gruesa de contorno y el diámetro del fondo del filete de la rosca ($h3$), con línea fina; aunque este último valor varía con los diferentes tipos de roscas, en la representación gráfica de las roscas exteriores asumiremos para facilitar el trabajo una distancia igual a:

$$h3 = 0,1(d) \quad (4.8)$$

Generalmente en la vista lateral se elimina la representación del bisel de la rosca para poder dar prioridad a la representación con línea fina del fondo del filete de rosca, la cual se hace con una circunferencia incompleta (Fig.4.14).

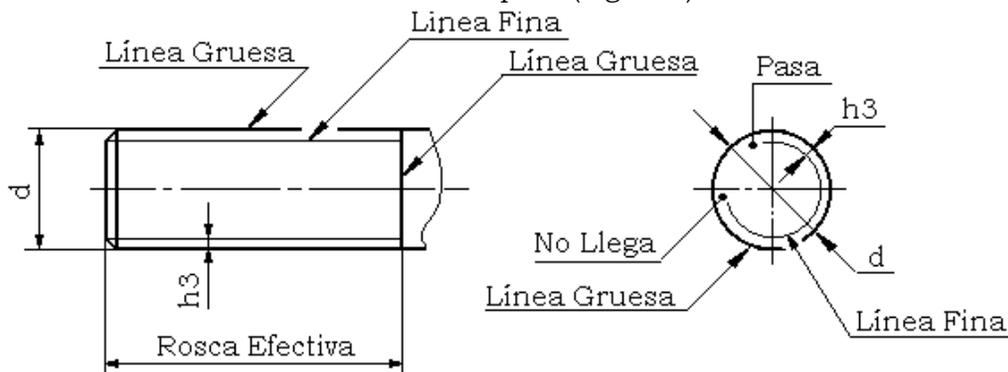


Fig.4.14. Rosca exterior en Vista.

En el caso de las roscas exteriores en corte el sombreado se realiza con líneas finas pasando por encima de la línea del fondo del perfil de la rosca llegando hasta el contorno exterior de la misma (Fig. 4.15).

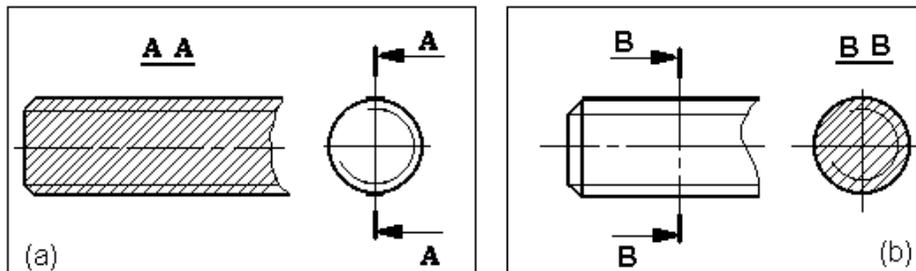


Fig.4.15. Rosca exterior en corte.

Rosca Interior.

Los agujeros para roscas interiores pueden ser:

1. **Pasantes;** son aquellos que atraviesan de parte a parte la pieza, pueden tener rosca corrida o rosca parcial y en ambos casos la representación se puede realizar en vistas (Fig.4.16) o en corte (Fig.4.17). Cuando la representación se hace en vistas, la rosca queda dentro del material de la pieza por lo que toda la representación se hace con línea de bordes ocultos.

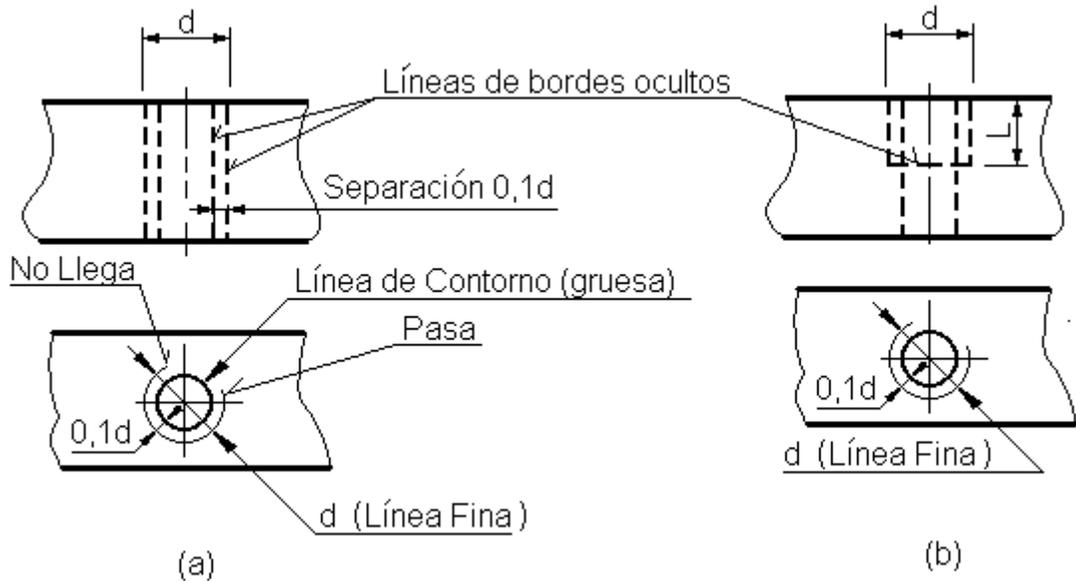


Fig.4.16.(a) Rosca Pasante en vista. (b) Agujero pasante Rosca Parcial en vista.

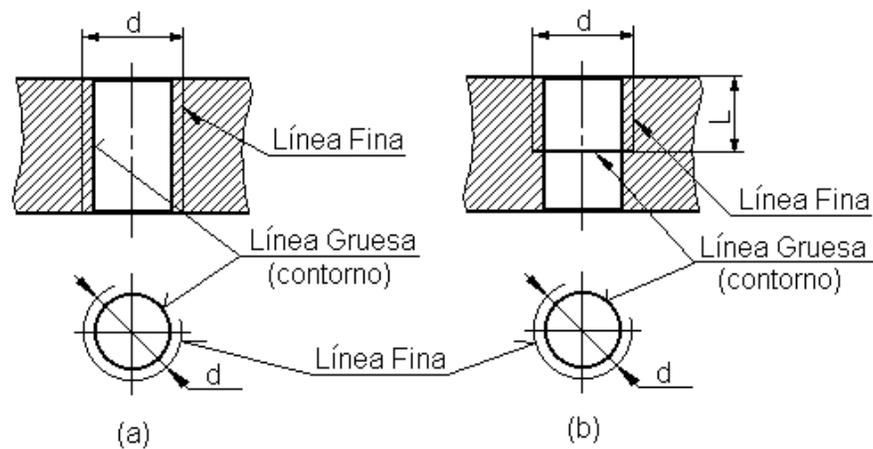


Fig.4.17.(a) Rosca pasante en corte. (b) Rosca pasante parcial en corte

L= Longitud efectiva de la rosca parcial.

d= Diámetro nominal de la rosca.

Ciegos, son aquellos que no pasan la pieza de lado a lado, al igual que las roscas en agujeros pasantes se pueden representar en vista (Fig.4.18) y en cortes (Fig.4.19). Este tipo de rosca presenta la característica de que el fondo del agujero asume la forma de la herramienta con que se realiza el mismo, existiendo una diferencia entre la longitud total del agujero y la longitud efectiva de rosca.

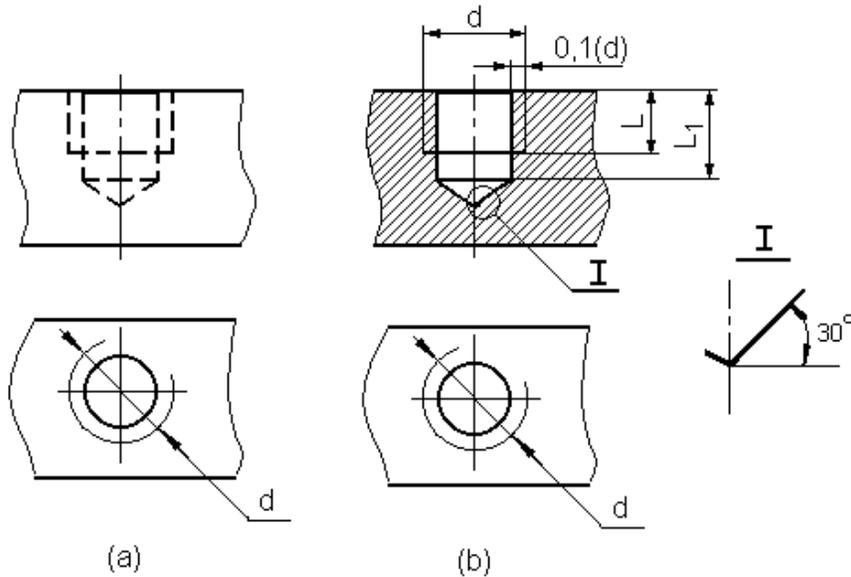


Fig.4.18. (a) Agujero roscado ciego en vista. (b) Agujero roscado ciego en corte.

d= Diámetro Nominal.

L= Longitud Efectiva de la Rosca.

L1= Longitud efectiva del Agujero.

§ 4.8 - DIMENSIONADO DE ROSCAS EN LOS PLANOS DE TRABAJO.

La representación de las roscas en los planos de trabajo se realiza de forma simplificada como se estudio en el epigrafe anterior, lo que no permite, observando dicha representación, determinar los diferentes y variados tipos de roscas así como sus particularidades y especificidad, por lo que se esta obligado a dar dicha información durante el proceso de dimensionado o acotado de la rosca. Los dos elementos fundamentales en el dimensionado de las roscas son, el dimensionado del diámetro nominal (d), y el dimensionado de la longitud efectiva de la rosca (L) (Fig. 4.19).

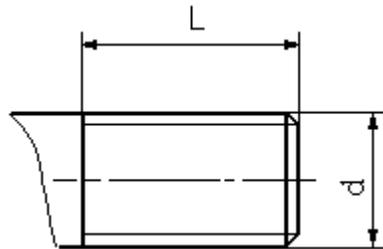


Fig.4.19. Dimensiones fundamentales a acotar.

En determinadas ocasiones se hace necesario dimensionar también la longitud efectiva del agujero(L1), (Fig4.18.b) o la longitud del cuerpo del tornillo(L2), (Fig.4.20).

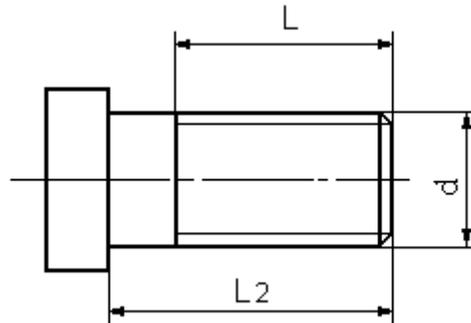


Fig.4.20. acotado de tornillos.

La formulación del acotado o dimensionado lleva implícito la indicación en casos necesarios aparte de los parámetros ya señalados como fundamentales de:

- El tipo de rosca.(Cuadrada, Métrica, Diente de Sierra, etc.).
- El paso de la rosca.
- Cantidad de entradas.
- Sentido de la rosca.
- Rugosidad y tolerancias.
- Etc.

Tabla 4.3. Dimensionado de roscas más usuales y su interpretación

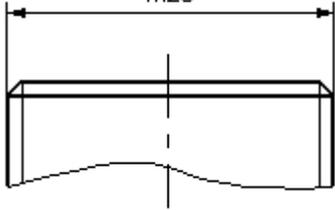
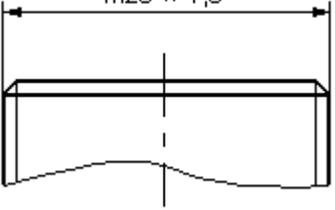
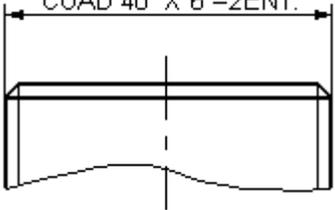
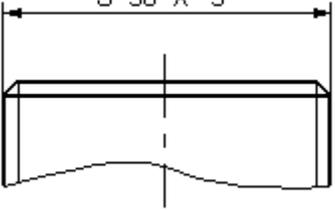
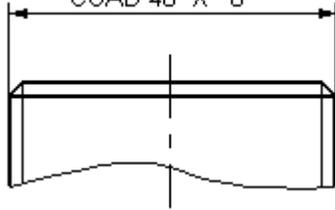
Ejemplo	Interpretación y Usos.
	<p>Rosca métrica de 20 mm de diámetro y paso normal, para uso general en todo tipo de elementos de unión roscados, (tornillos, tuercas, espárragos, etc.)</p>
	<p>Rosca métrica de 20 mm de diámetro y paso fino de 1,5mm para tubos de paredes delgadas, aparatos de precisión, tuercas pequeñas.</p>
	<p>Rosca cuadrada de 40 mm de diámetro y 6 mm de paso y dos entradas.(No Normalizada.)</p>
	<p>Rosca diente de sierra de 50 mm de diámetro y 3 mm de paso. Transmisión de grandes esfuerzos axiales en un sentido(pinzas de tornos, etc.)</p>
	<p>Rosca cuadrada de 40 mm de diámetro y 6 mm de paso.)no Normalizada</p>

Tabla 4.3. Continuación.

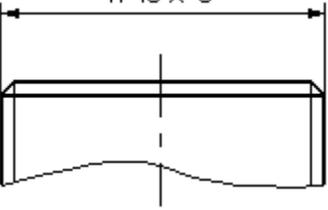
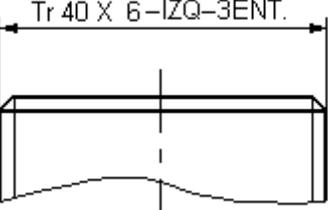
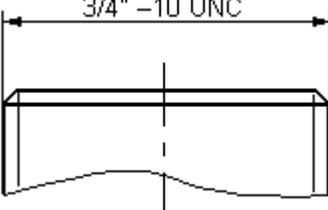
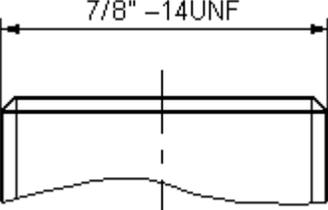
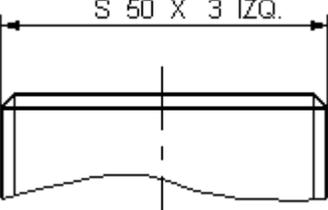
Ejemplo	Interpretación y Usos
<p style="text-align: center;">Tr 40 X 6</p> 	<p>Rosca trapecial de 40mm de diámetro y 6 mm de paso. Transmisión de grandes esfuerzos(husillos de guías, transportes, etc.)</p>
<p style="text-align: center;">Tr 40 X 6 -IZQ-3ENT.</p> 	<p>Rosca trapecial de 40 mm de diámetro, 6 mm de paso, rosca izquierda de tres entradas. Transmisión de grandes esfuerzos(husillos de guías, transportes, etc.)</p>
<p style="text-align: center;">3/4" -10 UNC</p> 	<p>Rosca unificada gruesa de 3/4 de pulgadas de diámetro y 10 hilos por pulgadas.</p>
<p style="text-align: center;">7/8" -14UNF</p> 	<p>Rosca unificada fina de diámetro 7/8 de pulgadas y paso de 14 hilos/pulgadas.</p>
<p style="text-align: center;">S 50 X 3 IZQ.</p> 	<p>Rosca diente de sierra de 50 mm de diámetro y 3mm de paso rosca izquierda. Transmisión de grandes esfuerzos axiales en un sentido (husillos de prensa, etc.)</p>

Tabla 4.3. Continuación.

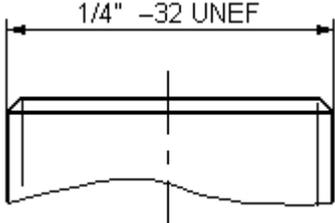
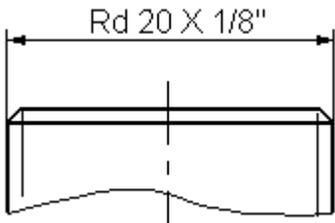
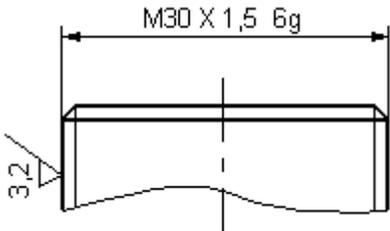
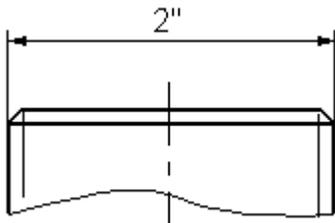
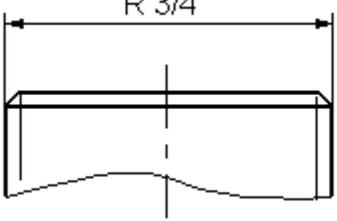
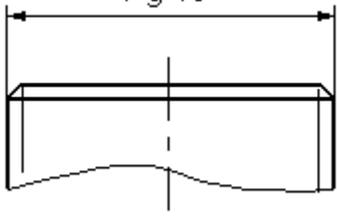
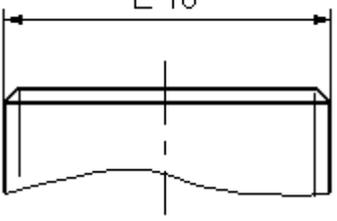
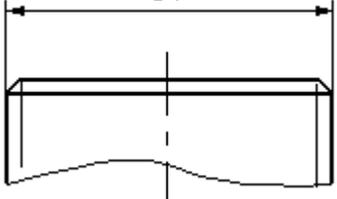
Ejemplo	Interpretación y Uso
	<p>Rosca unificada extra fina de 1/4 de pulgadas de diámetro y 32 hilos/pulgas de paso</p>
	<p>Rosca redonda de 20 mm de diámetro y paso de 1/8 de pulgada, para transmisión de esfuerzos en ambos sentidos en condiciones desfavorables.(golpes, suciedad, etc.)</p>
	<p>Rosca métrica de 20 mm de diámetro y un paso de 1,5 mm, Tolerada (Grado de calidad 6 y zona de tolerancia g) y rugosidad Ra 3,2 μm.</p>
	<p>Rosca métrica Whitworth de 2 pulgadas de diámetro</p>
	<p>Rosca métrica de 20 mm de diámetro y un paso de 1,5 mm, Tolerada (Grado de calidad 6 y zona de tolerancia g)</p>

Tabla 4.3. Continuación.

Ejemplo	Interpretación y Usos.
<p style="text-align: center;">R 3/4"</p> 	<p>Rosca métrica Whitworth de 3/4 pulgadas de diámetro, para tuberías de gas con buena estanqueidad (especial para válvulas de recipientes a presión)</p>
<p style="text-align: center;">Pg 16</p> 	<p>Rosca Métrica de 16 mm de Diámetro par tubos blindados de acero, para conducciones eléctricas</p>
<p style="text-align: center;">E 16</p> 	<p>Rosca Edinson para accesorios eléctricos(lámparas, portafusibles, etc.), medida redondeada del diámetro exterior 16 mm.</p>
<p style="text-align: center;">G7"</p> 	<p>Rosca métrica Whitworth de 7 pulgadas de diámetro, para tuberías de gas o fluidos</p>

Es posible crear una rosca con dimensiones no estándares, pero siempre es recomendable usar roscas normalizadas para adquirirlas con facilidad y garantizar la ubicación de los repuestos y la intercambiabilidad. La fabricación y el mecanizado de roscas especiales aumentan el costo de cualquier diseño, por lo tanto se recomienda el uso roscas estandarizadas(Tablas 4.4 a la 4.13).

Aunque no es usual en ocasiones puede ser necesario dimensionar el perfil de la rosca, lo cual se podrá realizar mediante un corte local (Fig.4.21) o mediante una ampliación (Fig. 4.22).

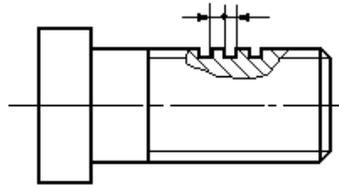


Fig. 4.21.

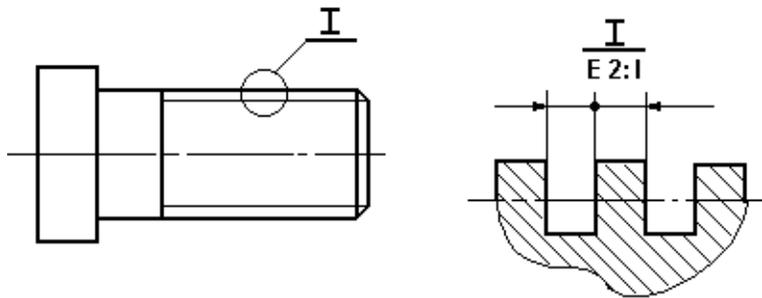


Fig. 4.22

§ 4.9 - ELEMENTOS DE MEDICIÓN Y COMPROBACION DE ROSCAS.

Los elementos de medición y comprobación de roscas son de gran utilidad, tanto para el control de la calidad, así como; como para el uso por dibujantes y diseñadores para la realización de su trabajo. Son muy variados por lo que solo haremos mención a algunos de ellos.

- Proyector de Perfiles
- Galgas tipo Peine
- Calibrador o Vernier
- Micrómetro
- Puntas Especiales

Tabla 4.4. Rosca Métrica UNE 17704.

ROSCA METRICA UNE 17704							
Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁	Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁
1	0,25	0,838	0,729	60	5,5	56,428	54,046
1,1	0,25	0,938	0,829	64	6	60,103	57,505
1,2	0,25	1,038	0,929	68	6	64,103	61,505
1,4	0,3	1,205	1,075	70	6	66,103	63,505
1,6	0,35	1,373	1,221	72	6	68,103	65,505
1,8	0,35	1,573	1,421	76	6	72,103	69,505
2	0,4	1,740	1,567	80	6	76,103	73,505
2,2	0,45	1,908	1,713	85	6	81,103	78,505
2,5	0,45	2,208	2,013	90	6	86,103	83,505
3	0,5	2,675	2,459	95	6	91,103	88,505
3,5	0,6	3,110	2,850	100	6	96,103	93,505
4	0,7	3,545	3,242	105	6	101,103	98,505
4,5	0,75	4,013	3,688	110	6	106,103	103,505
5	0,8	4,480	4,134	115	6	111,103	108,505
6	1	5,350	4,917	120	6	116,103	113,505
7	1	6,350	5,917	125	6	121,103	118,505
8	1,25	7,188	6,647	130	6	126,103	123,505
9	1,25	8,188	7,647	135	6	131,103	128,505
10	1,5	9,026	8,376	140	6	136,103	133,505
11	1,5	10,026	9,376	145	6	141,103	138,505
12	1,75	10,863	10,106	150	8	144,804	141,340
14	2	12,701	11,835	160	8	154,804	151,340
16	2	14,701	13,835	170	8	164,804	161,340
18	2,5	16,376	15,294	180	8	174,804	171,340
20	2,5	18,376	17,294	190	8	184,804	181,340
22	2,5	20,376	19,294	200	8	194,804	191,340
24	3	22,051	20,752	210	8	204,804	201,340
27	3	25,051	23,752	220	8	214,804	211,340
30	3,5	27,727	26,211	230	8	224,804	221,340
33	3,5	30,727	29,211	240	8	234,804	231,340
36	4	33,402	31,670	250	8	244,804	241,340
39	4	36,402	34,670	260	8	254,804	251,340
42	4,5	39,077	37,129	270	8	264,804	261,340
45	4,5	42,077	40,129	280	8	274,804	271,340
48	5	44,752	42,587	290	8	284,804	281,340
52	5	48,752	46,587	300	8	294,804	291,340
56	5,5	52,428	50,046				

Tabla 4.5. Rosca Métrica paso fino. UNE17704

ROSCA MÉTRICA DE PASO FINO UNE 17704								
Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁		Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁
1	0,2	0,870	0,783		16	1,5	15,026	14,376
1,1	0,2	0,970	0,883		1	1,5	15,350	14,917
1,2	0,2	1,070	0,983		17	1,5	16,026	15,376
1,4	0,2	1,270	1,183		1	1,5	16,350	15,917
1,6	0,2	1,470	1,383		2	1,5	16,701	15,835
1,8	0,2	1,670	1,583		1	1,5	17,026	16,376
2	0,25	1,838	1,729		1	1,5	17,350	16,917
2,2	0,25	2,038	1,929		2	1,5	17,701	17,835
2,5	0,35	2,273	2,121		1	1,5	18,026	18,376
3	0,35	2,773	2,621		1	1,5	18,350	18,917
3,5	0,35	3,273	3,121		2	1,5	18,701	19,835
4	0,5	3,675	3,459		1	1,5	19,026	19,376
4,5	0,5	4,175	3,959		1	1,5	19,350	18,917
5	0,5	4,675	4,459		2	1,5	19,701	19,835
5,5	0,5	5,175	4,959		1	1,5	20,026	20,376
6	0,75	5,513	5,188		1	1,5	20,350	20,917
7	0,75	6,513	6,188		2	1,5	20,701	21,835
8	1	7,350	6,917		1	1,5	21,026	22,376
0,75	1	7,513	7,188		1	1,5	21,350	22,917
9	1	8,350	7,917		2	1,5	21,701	23,835
0,75	1	8,513	8,188		1	1,5	22,026	24,376
10	1,25	9,188	8,647		2	1,5	22,350	24,917
1	1,25	9,350	8,917		1	1,5	22,701	25,835
0,75	1,25	9,513	9,188		1	1,5	23,026	26,376
11	1	10,350	9,917		1	1,5	23,350	26,917
0,75	1	10,513	10,188		2	1,5	23,701	27,835
12	1,5	11,026	10,376		1	1,5	24,026	28,376
1,25	1,5	11,188	10,647		1	1,5	24,350	28,917
1	1,5	11,350	10,917		2	1,5	24,701	29,835
14	1,5	13,026	12,376		1	1,5	25,026	30,376
1,25	1,5	13,188	12,647		2	1,5	25,350	30,917
1	1,5	13,350	12,917		1	1,5	25,701	31,835
15	1,5	14,026	13,376		1	1,5	26,026	32,376
1	1,5	14,350	13,917		2	1,5	26,350	32,917
					1	1,5	26,701	33,835
					2	1,5	27,026	34,376
					1	1,5	27,350	34,917
					3	1,5	27,701	35,835
					2	1,5	28,026	36,376
					1	1,5	28,350	36,917
					2	1,5	28,701	37,835
					1	1,5	29,026	38,376
					3	1,5	29,350	38,917
					2	1,5	29,701	39,835
					1	1,5	30,026	40,376
					4	1,5	30,350	40,917
					3	1,5	30,701	41,835
					2	1,5	31,026	42,376
					1	1,5	31,350	42,917
					4	1,5	31,701	43,835
					3	1,5	32,026	44,376
					2	1,5	32,350	44,917
					1	1,5	32,701	45,835
					4	1,5	33,026	46,376
					3	1,5	33,350	46,917
					2	1,5	33,701	47,835
					1	1,5	34,026	48,376
					3	1,5	34,350	48,917
					2	1,5	34,701	49,835
					1	1,5	35,026	50,376
					4	1,5	35,350	50,917
					3	1,5	35,701	51,835
					2	1,5	36,026	52,376
					1	1,5	36,350	52,917
					4	1,5	36,701	53,835
					3	1,5	37,026	54,376
					2	1,5	37,350	54,917
					1	1,5	37,701	55,835
					4	1,5	38,026	56,376
					3	1,5	38,350	56,917
					2	1,5	38,701	57,835
					1	1,5	39,026	58,376
					4	1,5	39,350	58,917
					3	1,5	39,701	59,835
					2	1,5	40,026	60,376
					1	1,5	40,350	60,917
					4	1,5	40,701	61,835
					3	1,5	41,026	62,376
					2	1,5	41,350	62,917
					1	1,5	41,701	63,835
					4	1,5	42,026	64,376
					3	1,5	42,350	64,917
					2	1,5	42,701	65,835
					1	1,5	43,026	66,376
					4	1,5	43,350	66,917
					3	1,5	43,701	67,835
					2	1,5	44,026	68,376
					1	1,5	44,350	68,917
					4	1,5	44,701	69,835
					3	1,5	45,026	70,376
					2	1,5	45,350	70,917
					1	1,5	45,701	71,835
					4	1,5	46,026	72,376
					3	1,5	46,350	72,917
					2	1,5	46,701	73,835
					1	1,5	47,026	74,376
					4	1,5	47,350	74,917
					3	1,5	47,701	75,835
					2	1,5	48,026	76,376
					1	1,5	48,350	76,917
					4	1,5	48,701	77,835
					3	1,5	49,026	78,376
					2	1,5	49,350	78,917
					1	1,5	49,701	79,835
					4	1,5	50,026	80,376
					3	1,5	50,350	80,917
					2	1,5	50,701	81,835
					1	1,5	51,026	82,376
					4	1,5	51,350	82,917
					3	1,5	51,701	83,835
					2	1,5	52,026	84,376
					1	1,5	52,350	84,917
					4	1,5	52,701	85,835
					3	1,5	53,026	86,376
					2	1,5	53,350	86,917
					1	1,5	53,701	87,835
					4	1,5	54,026	88,376

Tabla 4.5. Rosca Métrica Paso fino (continuación)

ROSCA MÉTRICA DE PASO FINO UNE 17704 (continuación)							
Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁	Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁
56	4	53,402	51,670	105	4	102,402	100,670
	3	54,051	52,752		3	103,051	101,752
	2	54,701	53,835		2	103,701	102,835
	1,5	55,026	54,376				
58	4	55,402	53,670	110	4	107,402	105,670
	3	56,051	54,752		3	108,051	106,752
	2	56,701	55,835		2	108,701	107,835
	1,5	57,026	56,376				
60	4	57,402	55,670	115	4	112,402	110,670
	3	58,051	56,752		3	113,051	111,752
	2	58,701	57,835		2	113,701	112,835
	1,5	59,026	58,376				
62	4	59,402	57,670	120	4	117,402	115,670
	3	60,051	58,752		3	118,051	116,752
	2	60,701	59,835		2	118,701	117,835
	1,5	61,026	60,376				
64	4	61,402	59,670	125	4	122,402	120,670
	3	62,051	60,752		3	123,051	121,752
	2	62,701	61,835		2	123,701	122,835
	1,5	63,026	62,376				
65	4	62,402	60,670	130	4	127,402	125,670
	3	63,051	61,752		3	128,051	126,752
	2	63,701	62,835		2	128,701	127,835
	1,5	64,026	63,376				
68	4	65,402	63,670	135	4	132,402	130,670
	3	66,051	64,752		3	133,051	131,752
	2	66,701	65,835		2	133,701	132,835
	1,5	67,026	66,376				
70	4	67,402	65,670	140	4	137,402	135,670
	3	68,051	66,752		3	138,051	136,752
	2	68,701	67,835		2	138,701	137,835
	1,5	69,026	68,376				
72	4	69,402	67,670	145	4	142,402	140,670
	3	70,051	68,752		3	143,051	141,752
	2	70,701	69,835		2	143,701	142,835
	1,5	71,026	70,376				
75	4	72,402	70,670	150	6	146,103	143,505
	3	73,051	71,752		4	147,402	145,670
	2	73,701	72,835		3	148,051	146,752
	1,5	74,026	73,376		2	148,701	147,835
76	4	73,402	71,670	155	6	151,103	148,505
	3	74,051	72,752		4	152,402	150,670
	2	74,701	73,835		3	153,051	151,752
	1,5	75,026	74,376				
78	2	76,700	75,835	160	6	156,103	153,505
	4	77,402	75,670		4	157,402	155,670
	3	78,051	76,752		3	158,051	156,752
	1,5	79,026	78,376				
80	4	77,402	75,670	165	6	161,103	158,505
	3	78,051	76,752		4	162,402	160,670
	2	78,701	77,835		3	163,051	161,752
	1,5	79,026	78,376				
82	2	80,701	79,835	170	6	166,103	163,505
	4	73,402	71,670		4	167,402	165,670
	3	74,051	72,752		3	168,051	166,752
	1,5	75,026	74,376				
85	4	82,402	80,670	175	6	171,103	168,505
	3	83,051	81,752		4	172,402	170,670
	2	83,701	82,835		3	173,051	171,752
	1,5	84,026	83,376				
90	4	87,402	85,670	180	6	176,103	173,505
	3	88,051	86,752		4	177,402	175,670
	2	88,701	87,835		3	178,051	176,752
	1,5	89,026	88,376				
95	4	92,402	90,670	185	6	181,103	178,505
	3	93,051	91,752		4	182,402	180,670
	2	93,701	92,835		3	183,051	181,752
	1,5	94,026	93,376				
100	4	97,402	95,670	190	6	186,103	183,505
	3	98,051	96,752		4	187,402	185,670
	2	98,701	97,835		3	188,051	186,752
	1,5	99,026	98,376				
105	4	102,402	100,670	195	6	191,103	188,505
	3	103,051	101,752		4	192,402	190,670
	2	103,701	102,835		3	193,051	191,752
	1,5	104,026	103,376				

Tabla 4.5. Rosca Métrica Paso fino (continuación)

ROSCA MÉTRICA DE PASO FINO UNE 17704 (continuación)							
Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁	Diámetro nominal D, d	Paso p	Diámetro medio D ₂ , d ₂	Diámetro inferior D ₁ , d ₁
200	6	196,103	193,505	255	6	251,103	248,505
	4	197,402	195,670		4	252,402	250,670
	3	198,051	196,752				
205	6	201,103	198,505	260	6	256,103	253,505
	4	202,402	200,670		4	257,402	255,670
	3	203,051	201,752				
210	6	206,103	203,505	265	6	261,103	258,505
	4	207,402	205,670		4	262,402	260,670
	3	208,051	206,752				
215	6	206,103	203,505	270	6	266,103	263,505
	4	207,402	205,670		4	267,402	265,670
	3	208,051	206,752				
220	6	216,103	213,505	275	6	271,103	268,505
	4	217,402	215,670		4	272,402	270,670
	3	218,051	216,752				
225	6	221,103	218,505	280	6	276,103	273,505
	4	222,402	220,670		4	277,402	275,670
	3	223,051	221,752				
230	6	226,103	223,505	285	6	281,103	278,505
	4	227,402	225,670		4	282,402	280,670
	3	228,051	226,752				
235	6	231,103	228,505	290	6	286,103	283,505
	4	232,402	230,670		4	287,402	285,670
	3	233,051	231,752				
240	6	236,103	233,505	295	6	291,103	288,505
	4	237,402	235,670		4	292,402	290,670
	3	238,051	236,752				
245	6	241,103	238,505	300	6	296,103	293,505
	4	242,402	240,670		4	297,402	295,670
	3	243,051	241,752				
250	6	246,103	243,505				
	4	247,402	245,670				
	3	248,051	246,752				

Tabla 4.6. Rosca Whitworth DIN 11.

ROSCA WHITWORTH DIN 11								
Diámetro Nominal D=d (pulgadas)	Diámetro exterior D=d (mm)	Diámetro medio D ₂ =d ₂ (mm)	Diámetro en el núcleo D ₁ =d ₁ (mm)	Sección en el núcleo (cm ²)	Profundidad de la rosca h	Radio r	Paso p	Hilos por pulgada
1/4	6,350	5,537	4,724	0,175	0,813	0,174	1,270	20
5/16	7,938	7,034	6,131	0,295	0,904	0,194	1,411	18
3/8	9,525	8,509	7,492	0,441	1,017	0,218	1,588	16
(7/16)	11,113	9,951	8,789	0,607	1,162	0,249	1,814	14
1/2	12,700	11,345	9,990	0,784	1,355	0,291	2,117	12
5/8	15,876	14,397	12,918	1,311	1,479	0,317	2,309	11
3/4	19,051	17,424	15,788	1,960	1,627	0,349	2,540	10
7/8	22,228	20,419	18,611	2,720	1,807	0,388	2,822	9
1	25,401	23,368	21,335	3,575	2,033	0,436	3,175	8
1 1/8	28,578	26,253	23,929	4,497	2,324	0,498	3,629	7
1 1/4	31,751	29,428	27,104	5,770	2,324	0,498	3,629	7
1 3/8	34,926	32,215	29,505	6,837	2,711	0,581	4,233	6
1 1/2	38,101	35,391	32,680	8,388	2,711	0,581	4,233	6
1 5/8	41,277	38,024	34,771	9,495	3,253	0,698	5,080	5
1 3/4	44,452	41,199	37,946	11,310	3,253	0,698	5,080	5
(1 7/8)	47,627	44,012	40,398	12,818	3,614	0,775	5,645	4 1/2
2	50,802	47,187	43,573	14,912	3,614	0,755	5,645	4 1/2
2 1/4	57,152	53,086	49,020	18,873	4,066	0,872	6,350	4
2 1/2	63,502	60,436	55,370	24,079	4,066	0,872	6,350	4
2 3/4	69,853	65,205	60,558	28,804	4,647	0,997	7,257	3 1/2
3	76,203	71,556	66,909	35,161	4,647	0,997	7,257	3 1/2
3 1/4	82,553	77,648	72,544	41,333	5,005	1,073	7,816	3 1/4
3 1/2	88,903	83,899	78,894	48,885	5,005	1,073	7,816	3 1/2
3 3/4	95,254	89,832	84,410	55,959	5,422	1,163	8,467	3
4	101,604	96,182	90,760	64,697	5,422	1,163	8,467	3
4 1/4	107,954	102,297	96,639	73,349	5,657	1,213	8,835	2 7/8
4 1/2	114,304	108,647	102,600	83,307	5,657	1,213	8,835	2 7/8
4 3/4	120,655	114,740	108,825	93,014	5,915	1,268	9,237	2 3/4
5	127,005	121,090	115,176	104,185	5,915	1,268	9,237	2 3/4
5 1/4	133,355	127,159	120,963	114,922	6,196	1,329	9,677	2 5/8
5 1/2	139,705	133,509	127,313	127,304	6,195	1,329	9,677	2 5/8
5 3/4	146,055	139,549	133,043	139,022	6,506	1,395	10,160	2 1/2
6	152,406	145,900	139,394	152,608	6,506	1,395	10,160	2 1/2

Los valores entre paréntesis deben ser evitados

Tabla 4.7. Rosca Whitworth UNE en ISO 228.

ROSCA WHITWORTH UNE-EN ISO 228 PARA UNIONES DE TUBERIAS SIN ESTANQUIDAD EN LA ROSCA						
Diámetro nominal del tubo en pulgadas d_n	Número de hilos por pulgada z	Paso de la rosca p	Altura de la rosca h	Diámetro mayor D, d	Diámetro medio D_2, d_2	Diámetro menor D_1, d_1
1/16	28	0,907	0,581	7,723	7,142	6,561
1/8	28	0,907	0,581	9,728	9,147	8,566
1/4	19	1,337	0,856	13,157	12,301	11,445
3/8	19	1,337	0,856	16,662	15,806	14,950
1/2	14	1,814	1,162	20,955	19,793	18,631
5/8	14	1,814	1,162	22,911	21,749	20,587
3/4	14	1,814	1,162	26,441	25,279	24,117
7/8	14	1,814	1,162	30,201	29,039	27,877
1	11	2,309	1,479	33,249	31,770	30,291
1 1/8	11	2,309	1,479	37,897	36,418	34,939
1 ¼	11	2,309	1,479	41,910	40,431	38,952
1 ½	11	2,309	1,479	47,803	46,324	44,845
1 ¾	11	2,309	1,479	53,746	52,267	50,788
2	11	2,309	1,479	59,614	58,135	56,656
2 ¼	11	2,309	1,479	65,710	64,231	62,752
2 ½	11	2,309	1,479	75,184	73,705	72,226
2 ¾	11	2,309	1,479	81,534	80,055	78,576
3	11	2,309	1,479	87,884	86,405	84,926
3 ½	11	2,309	1,479	100,330	98,851	97,372
4	11	2,309	1,479	113,030	111,551	110,072
4 ½	11	2,309	1,479	125,730	124,251	122,772
5	11	2,309	1,479	138,430	136,951	135,472
5 ½	11	2,309	1,479	151,130	149,651	148,172
6	11	2,309	1,479	163,830	162,351	160,872

Tabla 4.8. Rosca Whitworth UNE 19009.

ROSCA WHITWORTH UNE 19009 PARA UNIONES DE TUBERIAS CON ESTANQUIDAD EN LA ROSCA							
Diámetro nominal del tubo en pulgadas d_n	Número de hilos por pulgada z	Paso de la rosca p	Altura de la rosca h	Longitud de referencia L_1	Diámetro de referencia d	Diámetro medio d_2	Diámetro en el núcleo d_1
1/16	28	0,907	0,581	4,0	7,723	7,142	6,561
1/8	28	0,907	0,581	4,0	9,728	9,147	8,566
1/4	19	1,337	0,856	6,0	13,157	12,301	11,445
3/8	19	1,337	0,856	6,4	16,662	15,806	14,950
1/2	14	1,814	1,162	8,2	20,955	19,793	18,631
3/4	14	1,814	1,162	9,5	26,441	25,279	24,117
1	11	2,309	1,479	10,4	33,249	31,770	30,291
1 1/4	11	2,309	1,479	12,7	41,910	40,431	38,952
1 1/2	11	2,309	1,479	12,7	47,803	46,324	44,845
2	11	2,309	1,479	15,9	59,614	58,135	56,656
2 1/2	11	2,309	1,479	17,5	75,184	73,705	72,226
3	11	2,309	1,479	20,6	87,884	86,405	84,926
4	11	2,309	1,479	25,4	113,030	111,551	110,072
5	11	2,309	1,479	28,6	138,430	136,951	135,472
6	11	2,309	1,479	28,6	163,830	162,351	160,872

Tabla 4.9. Rosca tubo de acero DIN 40430.

ROSCA DE TUBO BLINDADO DE ACERO DIN 40430							
Diámetro nominal del tubo en mm. d_n	Diámetro exterior d	Diámetro del núcleo d_1	Profundidad de la rosca t_1	Redondeado r	Diámetro medio d_2	Paso p	Hilos por pulgada z
7	12,50	11,28	0,61	0,14	11,89	1,27	20
9	15,20	13,86	0,67	0,15	14,53	1,41	18
11	18,60	17,26	0,67	0,15	17,93	1,41	18
13,5	20,40	19,06	0,67	0,15	19,73	1,41	18
16	22,50	21,16	0,67	0,15	21,83	1,41	18
21	28,30	26,78	0,76	0,17	27,54	1,588	16
29	37	35,48	0,76	0,17	36,24	1,588	16
34	47	45,48	0,76	0,17	48,24	1,588	16
42	54	52,48	0,76	0,17	53,24	1,588	16
48	59	57,78	0,76	0,17	58,54	1,588	16

Tabla 4.10. Rosca Trapecial DIN 103

ROSCA TRAPEZIAL DIN 103													
Tornillo					Tuerca		Tornillo					Tuerca	
Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d ₁	Sección en el núcleo cm ²	Diámetro medio de la rosca d ₂	Paso p	Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D ₁	Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d ₁	Sección en el núcleo cm ²	Diámetro medio de la rosca d ₂	Paso p	Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D ₁
10	6,5	0,33	8,5	3	10,5	7,5	90	77,5	47,17	84	12	90,5	79
12	8,5	0,57	10,5	3	12,5	9,5	(92)	79,5	49,64	86	12	92,5	81
14	9,5	0,71	12	4	14,5	10,5	95	82,5	53,46	89	12	95,5	84
16	11,5	1,04	14	4	16,5	12,5	(98)	85,5	57,41	92	12	98,5	87
18	13,5	1,43	16	4	18,5	14,5	100	87,5	60,13	94	12	100,5	89
20	15,5	1,89	18	4	20,5	16,5	(105)	92,5	67,20	99	12	100,5	94
22	16,5	2,14	19,5	5	22,5	18	110	97,5	74,66	104	12	110,5	99
24	18,5	2,69	21,5	5	24,5	20	(115)	100	78,54	108	14	116	103
26	20,5	3,30	23,5	5	26,5	22	120	105	86,69	113	14	121	108
28	22,5	3,98	25,5	5	28,5	24	(125)	110	95,03	118	14	126	113
30	23,5	4,34	27	6	30,5	25	130	115	103,87	123	14	131	118
32	25,5	5,11	29	6	32,5	27	(135)	120	113,10	126	14	136	123
(34)	27,5	5,94	31	6	34,5	29	140	125	122,72	133	14	141	128
36	29,5	6,83	33	6	36,5	31	(145)	130	132,73	138	14	146	133
(38)	30,5	7,31	34,5	7	38,5	32	150	133	138,93	142	16	151	136
40	32,5	8,30	36,5	7	40,5	34	(155)	138	149,57	147	16	156	141
(42)	34,5	9,35	38,5	7	42,5	36	160	143	160,61	152	16	161	146
44	36,5	10,46	40,5	7	44,5	38	(165)	148	172,03	157	16	166	151
(46)	37,5	11,04	42	8	46,5	39	170	153	183,85	162	16	171	156
48	39,5	12,25	44	8	48,5	41	(175)	158	196,07	167	16	176	161
50	41,5	13,53	46	8	50,5	43	180	161	203,58	171	18	181	164
52	43,5	14,86	48	8	52,5	45	(185)	166	216,42	176	18	186	169
55	45,5	16,26	50,5	9	55,5	47	190	171	229,66	181	18	191	174
(58)	48,5	18,47	53,5	9	58,5	50	(195)	176	243,29	186	18	196	179
60	50,5	20,03	55,5	9	60,5	52	200	181	257,30	191	18	201	184
(62)	52,5	21,65	57,5	9	62,5	54	210	189	280,55	200	20	211	192
65	54,5	23,33	60	10	65,5	56	220	199	311,03	210	20	221	202
(68)	57,5	25,97	63	10	68,5	59	230	209	343,07	220	20	231	212
70	59,5	27,81	65	10	70,5	61	240	217	369,84	229	22	241	220
(72)	61,5	29,71	67	10	72,5	63	250	227	404,71	239	22	251	230
75	64,5	32,67	70	10	75,5	66	260	237	441,15	249	22	261	240
(78)	67,5	35,78	73	10	78,5	69	270	245	471,44	258	24	271	248
80	69,5	37,94	75	10	80,5	71	280	255	510,71	268	24	281	258
(82)	71,5	40,15	77	10	82,5	73	290	265	551,55	278	24	291	268
85	72,5	41,28	79	10	85,5	74	300	273	585,35	287	26	301	276
(88)	75,5	44,77	82	12	88,5	77							

Los valores entre paréntesis deben ser evitados

Paso p	Profundidad de rosca h ₁	Rosca portante h ₂	Juego		Radio del fondo r	Profundidad de rosca H ₁
			h ₃	H ₃		
3	1,75	1,25	0,25	0,50	0,25	1,50
4	2,26	1,75	0,25	0,50	0,25	2,00
5	2,75	2	0,25	0,75	0,25	2,25
6	3,25	2,5	0,25	0,75	0,25	2,75
7	3,75	3	0,25	0,75	0,25	3,25
8	4,25	3,5	0,25	0,75	0,25	3,75
9	4,75	4	0,25	0,75	0,25	4,25
10	5,25	4,5	0,25	0,75	0,25	4,75
12	6,25	5,5	0,25	0,75	0,25	5,75
14	7,50	6	0,50	1,50	0,50	6,50
16	8,50	7	0,50	1,50	0,50	7,50
18	9,50	8	0,50	1,50	0,50	8,50
20	10,50	9	0,50	1,50	0,50	9,50
22	11,50	10	0,50	1,50	0,50	10,50
24	12,50	11	0,50	1,50	0,50	11,50
26	13,50	12	0,50	1,50	0,50	12,50

Tabla 4.11. Rosca diente de sierra DIN 513.

ROSCA EN DIENTE DE SIERRA DIN 513													
Tornillo			Diámetro medio de la rosca d_2	Paso p	Tuerca		Tornillo			Diámetro medio de la rosca d_2	Paso p	Tuerca	
Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d_1	Sección en el núcleo cm^2			Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D_1	Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d_1	Sección en el núcleo cm^2			Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D_1
22	13,322	1,39	18,590	5	22	14,5	(98)	77,174	46,78	89,817	12	98	80
24	15,322	1,84	20,590	5	24	16,5	100	79,174	49,23	91,817	12	100	82
26	17,322	2,36	22,590	5	26	18,5	(105)	84,174	55,65	96,817	12	105	87
28	19,322	2,93	24,590	5	28	20,5	110	89,174	62,46	101,817	12	110	92
30	19,586	3,01	25,909	6	30	21	(115)	90,702	64,61	105,453	14	115	94
32	21,586	3,70	27,909	6	32	23	120	95,702	71,93	110,453	14	120	99
(34)	23,586	4,37	29,909	6	34	25	(125)	100,702	79,65	115,453	14	125	104
36	25,586	5,14	31,909	6	36	27	130	105,702	87,65	120,453	14	130	109
(38)	25,852	5,25	33,227	7	38	27,5	(135)	110,702	96,25	125,453	14	135	114
40	27,852	6,09	35,227	7	40	29,5	140	115,702	105,14	130,453	14	140	119
(42)	29,852	7,00	37,227	7	42	31,5	(145)	120,702	114,42	135,453	14	145	124
44	31,852	7,97	39,227	7	44	33,5	150	122,232	117,34	139,089	16	150	126
(46)	32,116	8,11	40,545	8	46	34	(155)	127,232	127,14	144,089	16	155	131
48	34,116	9,14	42,545	8	48	36	160	132,232	137,33	149,089	16	160	136
50	36,116	10,24	44,545	8	50	38	(165)	137,232	147,91	154,089	16	165	141
52	38,116	11,41	46,545	8	52	40	170	142,232	158,89	159,089	16	170	146
55	39,380	12,18	48,863	9	55	41,5	(175)	147,232	170,25	164,089	16	175	151
(58)	42,380	14,11	51,863	9	58	44,5	180	148,760	173,81	167,726	18	180	153
60	44,380	15,47	53,863	9	60	46,5	(185)	153,760	185,69	172,726	18	185	158
(62)	46,380	16,89	55,863	9	62	48,5	190	158,760	197,96	177,726	18	190	163
65	47,644	17,09	58,161	10	65	50	(195)	163,760	210,62	182,726	18	195	168
(68)	50,644	20,14	61,181	10	68	53	200	168,760	223,68	187,726	18	200	173
70	52,644	21,77	63,181	10	70	55	210	175,290	241,33	196,362	20	210	180
(72)	54,644	23,45	65,181	10	72	57	220	185,290	269,65	206,362	20	220	190
75	57,644	26,10	68,181	10	75	60	230	195,290	299,54	216,362	20	230	200
(78)	60,644	28,88	71,181	10	78	63	240	201,818	319,90	224,998	22	240	207
80	62,644	30,82	73,181	10	80	65	250	211,818	352,38	234,998	22	250	217
(82)	64,644	32,82	75,181	10	82	67	260	221,818	386,44	244,998	22	260	227
85	64,174	32,35	76,817	12	85	67	270	228,348	409,53	253,634	24	270	234
(88)	67,174	35,44	79,817	12	88	70	280	238,348	446,18	263,634	24	280	244
90	69,174	37,58	81,817	12	90	72	290	248,348	484,41	273,634	24	290	254
(92)	71,174	39,79	83,817	12	92	74	300	254,876	510,21	282,270	26	300	261
95	74,174	43,21	86,817	12	95	77							

Los valores entre paréntesis deben ser evitados

Paso p	Profundidad de rosca h_1	Rosca portante h_2	Ancho mínimo del filete e	Juego mínimo del fondo h_3	Radio del fondo r
5	4,339	3,75	1,319	0,589	0,621
6	5,207	4,5	1,583	0,707	0,746
7	6,074	5,25	1,847	0,824	0,870
8	6,942	6	2,111	0,942	0,994
9	7,810	6,75	2,375	1,060	1,118
10	8,678	7,5	2,638	1,178	1,243
12	10,413	9	3,166	1,413	1,491
14	12,149	10,5	3,694	1,649	1,740
16	13,884	12	4,221	1,884	1,988
18	15,620	13,5	4,749	2,120	2,237
20	17,355	15	5,277	2,355	2,485
22	19,091	16,5	5,804	2,591	2,734
24	20,826	18	6,332	2,826	2,982
26	22,562	19,5	6,860	3,062	3,231

Tabla 4.12. Rosca redonda DIN405.

ROSCA REDONDA DIN 405													
Tornillo			Diámetro medio de la rosca d ₂	Paso p	Tuerca		Tornillo			Diámetro medio de la rosca d ₂	Paso p	Tuerca	
Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d ₁	Sección en el núcleo cm ²			Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D ₁	Diámetro de la rosca d	Diámetro en el núcleo d ₁	Sección en el núcleo cm ²			Diámetro de la rosca D	Diámetro en el núcleo D ₁
8	5,460	0,234	6,730	1/10"	8,254	5,714	(72)	67,767	36,07	69,883	1/6"	72,423	68,190
9	6,460	0,328	7,730	1/10"	9,254	6,714	(75)	70,767	39,33	72,883	1/6"	75,423	71,190
10	7,460	0,437	8,730	1/10"	10,254	7,714	(78)	73,767	42,74	75,883	1/6"	78,423	74,190
11	8,460	0,562	9,730	1/10"	11,254	8,714	80	75,767	45,09	77,883	1/6"	80,423	76,190
12	9,460	0,703	10,730	1/10"	12,254	9,714	(82)	77,767	47,50	79,883	1/6"	82,423	78,190
14	10,825	0,920	12,412	1/8"	14,318	11,142	85	80,767	51,23	82,883	1/6"	85,423	81,190
16	12,825	1,292	14,412	1/8"	16,318	13,142	(88)	83,767	55,11	85,883	1/6"	88,423	84,190
18	14,825	1,726	16,412	1/8"	18,318	15,142	90	85,767	57,77	87,883	1/6"	90,423	86,190
20	16,825	2,223	18,412	1/8"	20,318	17,142	(92)	87,767	60,50	89,883	1/6"	92,423	88,190
22	18,825	2,783	20,412	1/8"	22,318	19,142	95	90,767	64,71	92,883	1/6"	95,423	91,190
24	20,825	3,406	22,412	1/8"	24,318	21,142	(98)	93,767	69,05	95,883	1/6"	98,423	94,190
26	22,825	4,092	24,412	1/8"	26,318	23,142	100	95,767	72,03	97,883	1/6"	100,423	96,190
28	24,825	4,840	26,412	1/8"	28,318	25,142	(105)	98,650	76,43	101,825	1/4"	105,635	99,285
30	26,825	5,562	28,412	1/8"	30,318	27,142	110	103,650	84,38	106,825	1/4"	110,635	104,285
32	28,826	6,526	30,412	1/8"	32,318	29,142	(115)	108,650	92,72	111,825	1/4"	115,635	109,285
(34)	30,825	7,463	32,412	1/8"	34,318	31,142	120	113,650	101,45	116,825	1/4"	120,635	114,285
36	32,825	8,463	34,412	1/8"	36,318	33,142	(125)	118,650	110,57	121,825	1/4"	125,635	119,285
(38)	34,825	9,525	36,412	1/8"	38,318	35,142	130	123,650	120,08	126,825	1/4"	130,635	124,285
40	35,767	10,05	37,883	1/6"	40,423	36,190	(135)	128,650	129,99	131,825	1/4"	135,635	129,285
(42)	37,767	11,20	39,883	1/6"	42,423	38,190	140	133,650	140,29	136,825	1/4"	140,635	134,285
44	39,767	12,42	41,883	1/6"	44,423	40,190	(145)	138,650	150,98	141,825	1/4"	145,635	139,285
(46)	41,767	13,70	43,883	1/6"	46,423	42,190	150	143,650	162,07	146,825	1/4"	150,635	144,285
48	43,767	15,05	45,883	1/6"	48,423	44,190	(155)	148,650	173,55	151,825	1/4"	155,635	149,285
(50)	45,767	16,45	47,883	1/6"	50,423	46,190	160	153,650	185,42	156,825	1/4"	160,635	154,285
52	47,767	17,92	49,883	1/6"	52,423	48,190	(165)	158,650	197,68	161,825	1/4"	165,635	159,285
55	50,767	20,24	52,883	1/6"	55,423	51,190	170	163,650	210,34	166,825	1/4"	170,635	164,285
(58)	53,767	22,71	55,883	1/6"	57,423	54,190	(175)	168,650	223,39	171,825	1/4"	175,635	169,285
60	55,767	24,43	57,883	1/6"	59,423	56,190	180	173,650	236,83	176,825	1/4"	180,635	174,285
(62)	57,767	26,21	59,883	1/6"	63,423	58,190	(185)	178,650	250,67	181,825	1/4"	185,635	179,285
65	60,767	29,00	62,883	1/6"	65,423	61,190	190	183,650	264,89	186,825	1/4"	190,635	184,285
(68)	63,767	31,94	65,883	1/6"	68,423	64,190	(195)	188,650	279,51	191,825	1/4"	195,635	189,285
70	65,767	33,97	67,883	1/6"	70,423	66,190	200	193,650	294,53	196,825	1/4"	200,635	194,285

Los valores entre paréntesis deben ser evitados

Diámetro de la rosca d	Profundidad de la rosca h ₁	Rosca Portante h ₂	Radios		
			Tornillo r	Tuerca	
				r ₁	r ₂
8 a 12	1,270	0,212	0,606	0,650	0,561
14 a 38	1,588	0,265	0,757	0,813	0,702
40 a 100	2,117	0,353	1,010	1,084	0,936
105 a 200	3,175	0,530	1,515	1,625	1,404

Tabla 4.13. Rosca eléctrica Din 40400.

ROSCA ELECTRICA DIN 40400										
Diámetro Nominal	Tomillo				Tuerca				Paso h	redondeado r
	Diámetro exterior d		Diámetro interior d1		diámetro exterior D		diámetro interior D1			
	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo		
10	9.53	9.36	8.51	8.34	9.61	9.78	8.59	8.76	1.814	0.531
14	13.89	13.70	12.29	12.10	13.97	14.16	12.37	12.56	2.822	0.822
16	15.97	15.75	14.47	14.25	16.03	16.25	14.53	14.75	2.500	0.708
27	26.45	26.15	24.26	23.96	26.55	26.85	24.36	24.66	3.629	1.025
30	33.05	32.65	30.45	30.05	33.15	33.55	30.55	30.95	4.233	1.187
40	39.5	39.05	35.90	35.45	36.90	40.05	36.00	36.45	6.350	1.850

Uniones Roscadas.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados a las uniones roscadas.
 - Representar en los planos de trabajo uniones roscadas según lo establecido en las normas cubanas e internacionales.
-

§ 5.1. INTRODUCCIÓN.

En el campo de la ingeniería y diseño, existen diferentes tipos de elementos de maquinas los cuales se permite unir, para así obtener un conjunto de piezas ensambladas, estas uniones pueden ser fijas o desmontables según los elementos de unión que se utilicen para ello. Los ingenieros, mecánicos diseñadores y dibujantes, deben estar familiarizados con todos los tipos de elementos de unión que existen, en este capítulo se estudiarán los elementos de unión roscadas, así como su uso y métodos de representación estandarizadas y normalizadas según normas cubanas e internacionales afines.

§ 5.2. UNIONES ROSCADAS. DEFINICIONES.

Se denomina unión roscada a la unión desarrollada entre dos o más piezas mediante tornillos, pernos, espárragos, tuercas y arandelas, siendo las más extendidas dentro de las uniones mecánicas por su sencillo diseño, bajo coste, estandarización y reversibilidad de la unión. Por este motivo, es muy frecuente encontrar estos elementos normalizados y los mismos pueden ser utilizados tanto solos o en combinación, para realizar la función de unión para la que han sido diseñados.

§ 5.2.3 TIPOS DE UNIONES ROSCADAS.

Las uniones roscadas se denominan según los elementos que intervienen en ella, por lo que tenemos uniones por perno, tornillos y espárragos; y asociados a estos siempre tenemos las arandelas y las tuercas.

- **Unión mediante pernos** (Fig.5.1). Es aquella que se realiza cuando dos o más piezas se unen por medio de un tornillo, una tuerca y una arandela, los pernos se caracterizan por ser tornillos que no están roscados en toda su longitud (Fig.5.2.) Normalmente, los pernos estándar no se incluyen en los dibujos técnicos, excepto en los de ensamble. Cuando se dibuja un perno, es necesario conocer su tipo, diámetro nominal y longitud.

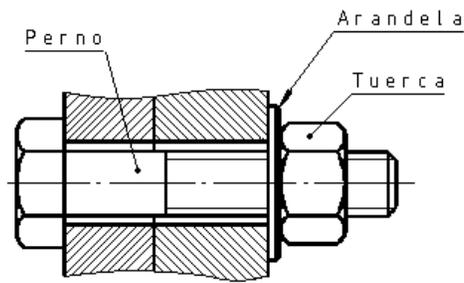


Fig.5.1. Unión por perno

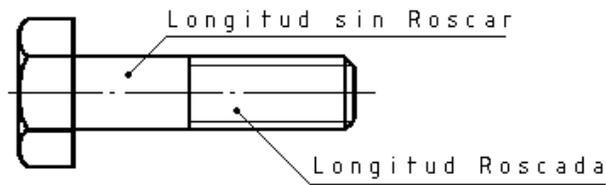


Fig.5.2.Perno.

- **Unión mediante tornillo** (Fig.5.3). Permite la unión de dos o mas piezas, una de las piezas posee un agujero ciego roscado para realizar función de tuerca, por lo general el tornillo tiene rosca en toda su longitud

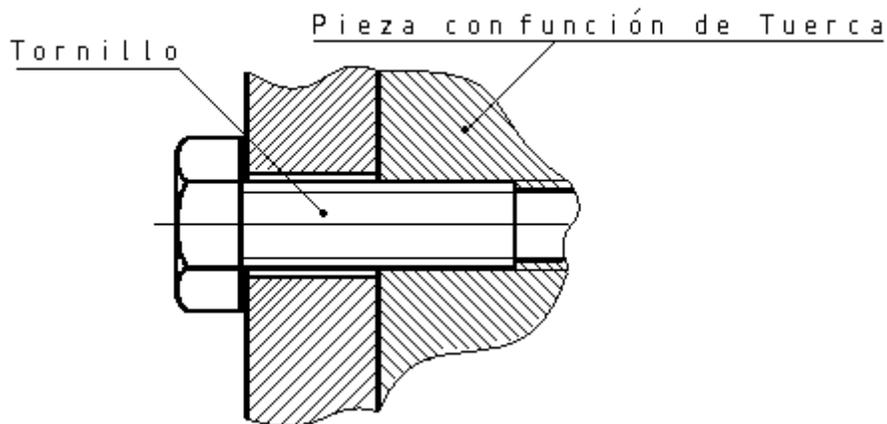


Fig.5.3 Unión por Tornillo.

Unión mediante Espárrago (Fig.5.4). Esta se caracteriza por el hecho de que el espárrago es un cilindro roscado por sus dos extremos (Fig.5.5), uno de ellos presenta una rosca gruesa que se aloja en la parte de la unión que realizara función de asiento y su longitud dependerá del material del cual este fabricado el mismo, y el otro extremo posee una rosca fina para colocar una tuerca, este tipo de unión requiere del uso de arandelas de cualquier tipo. Entre las dos partes roscadas debe haber siempre una parte sin roscar. Tiene dos extremos distintos, uno achaflanado y otro bombeado. Para evitar errores de montaje, el extremo plano es el que se rosca en la pieza siempre a tope de la longitud roscada.

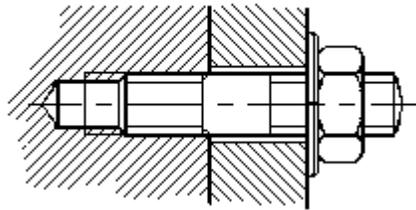
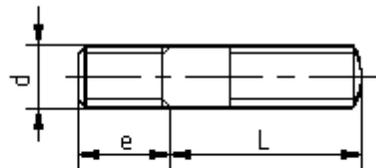


Fig.5.4. Unión por Espárrago

Los espárragos se utilizan en vez de tornillos cuando el metal de la pieza es poco resistente o cuando es necesario desmontar con frecuencia. También se utilizan sustituyendo a tornillos cuando el espesor de la pieza en la que se sujetan es muy grande.



$d = \varnothing$ Nominal

$e =$ Longitud para el asiento

$L =$ Longitud de uso

Fig.5.5 Espárrago.

Definición de los espárragos en el acotado.

M 20 X 50 UNE
 perfil longitud norma
 de nominal aplicada
 rosca

§ 5.3 – TIPOS DE TORNILLOS.

• **De chapa** (Fig.5.6).

Pueden ser de dos tipos dependiendo del grosor de la chapa. Los de punta afilada se utilizan para chapas de poco grosor y los de terminación plana para plásticos y chapas más blandas (aluminio)

Estos tipos de tornillos no necesitan que el agujero esté previamente roscado ya que conforme son roscados van penetrando en el agujero realizando una hélice por lo que se dice que son autoterrajantes, o lo que es lo mismo hacen la rosca la primera vez que se montan. El espesor de las placas que unen es aproximadamente igual al paso de la rosca.

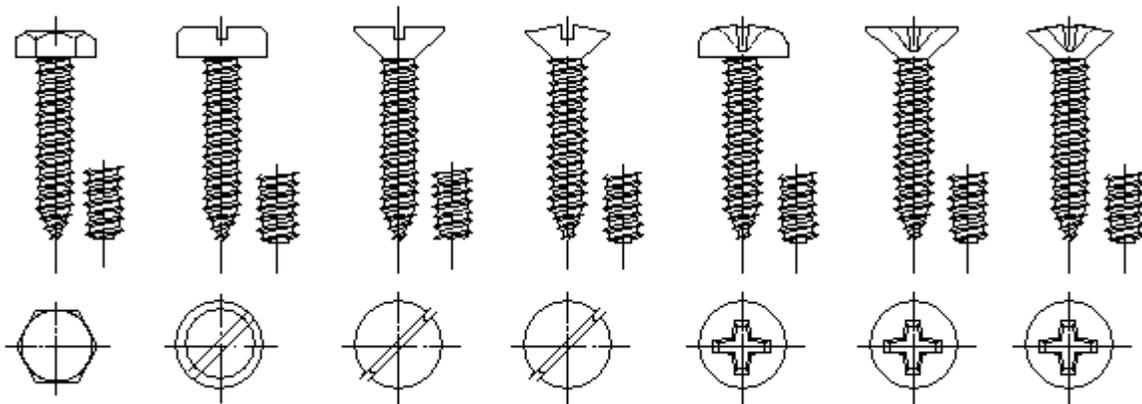


Fig. 5.6. Tornillos Rosca Chapa.

• **De Cabeza Hexagonales** (Fig.5.7).

Son los más frecuentes y según la forma del extremo de la espiga, se pueden utilizar como tornillos de fijación, de montaje o de presión y pueden estar total o parcialmente roscados.

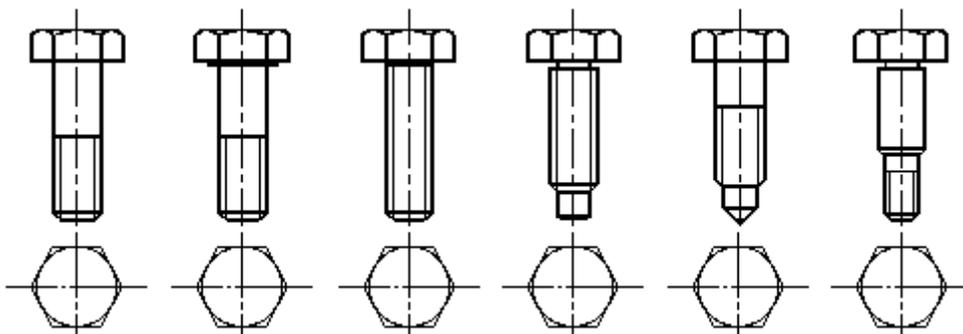


Fig.5.7. Tornillos de Cabeza Hexagonal.

- **Allen** (Fig. 5.8).

Son tornillos avellanados, con cabeza cilíndrica o cónica, con un orificio hexagonal, que utilizan una llave especial, denominada llave Allen (Fig.5.9) que encaja en dicho orificio.

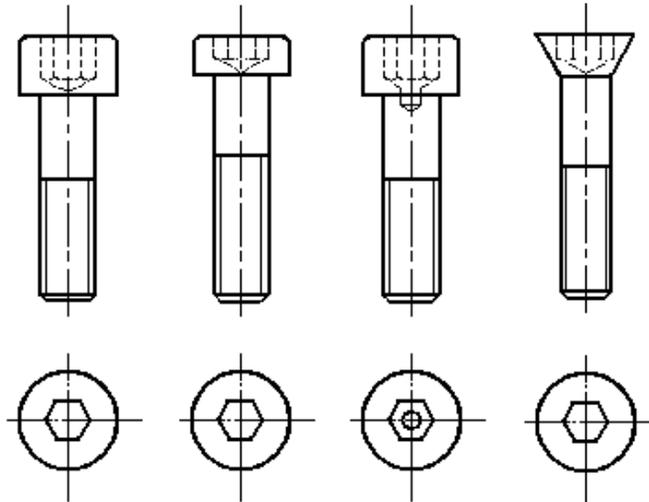


Fig.5.9. Llave Allen



Fig.5.8. Tornillos Allen

- **De cabeza ranurada** (Fig.5.10).

Son tornillos para usar con algún tipo de destornillador, ya que tienen la cabeza con un orificio o una ranura. Las ranuras pueden ser rectas (útiles para destornilladores manuales), en cruz o hexagonales (útiles para destornilladores automáticos ya que permiten el autocentrado de la punta del destornillador).

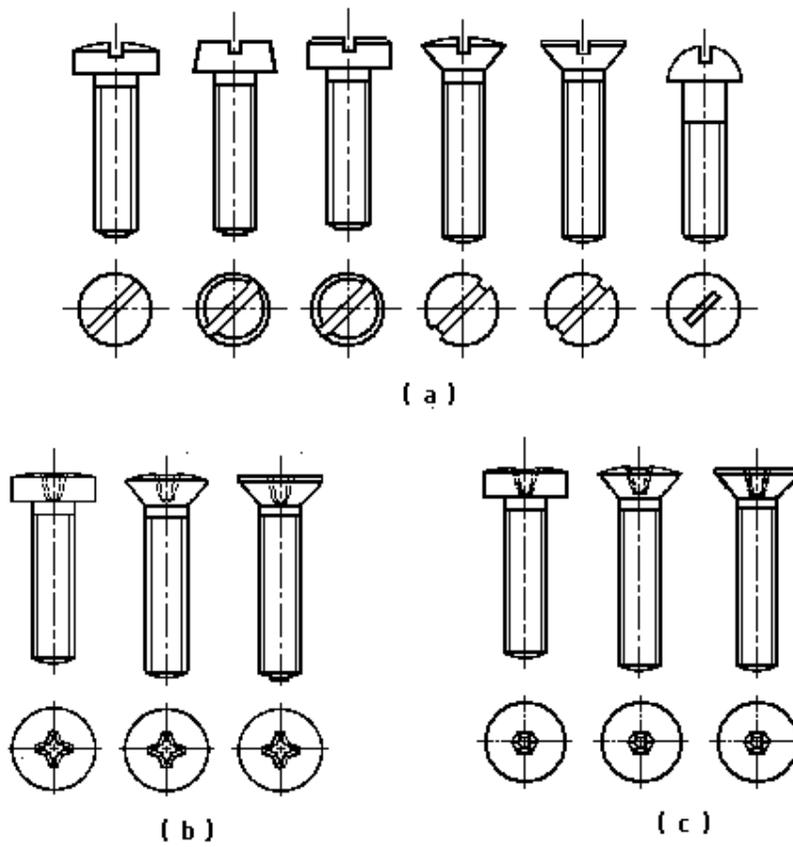


Fig. 5.10 (a) Cabeza Ranurada Recta. (b) Cabeza Ranurada en Cruz. (c) Cabeza Ranurada Hexagonal.

Para pernos (Fig.5.11).

Tienen forma especial en su cabeza o en el principio de su espiga para que queden completamente encajados en el orificio de montaje y no pueden girar. Estos tornillos se utilizan siempre junto con una tuerca (Fig.5.12).

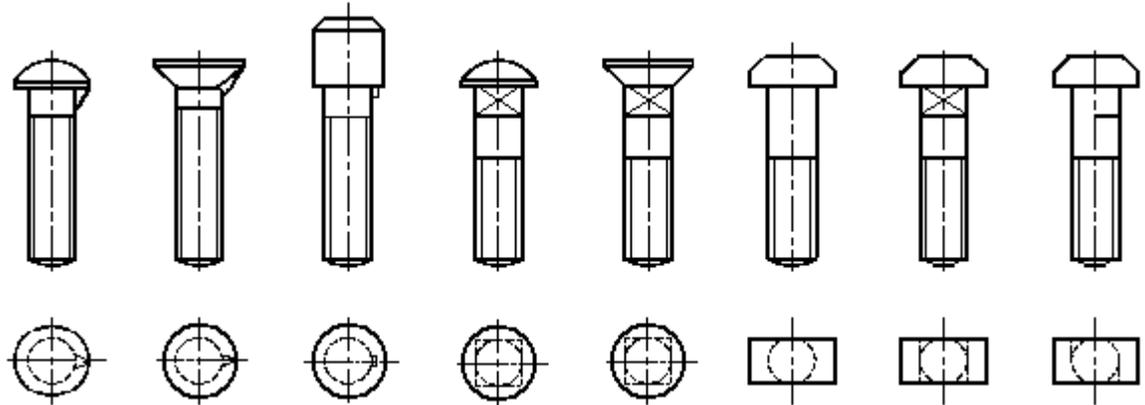


Fig.5.11. Tornillos para pernos.

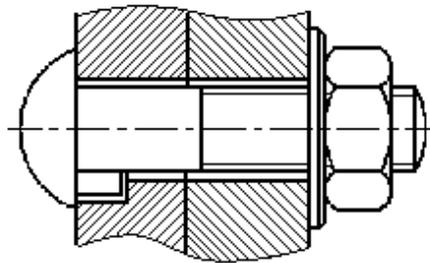
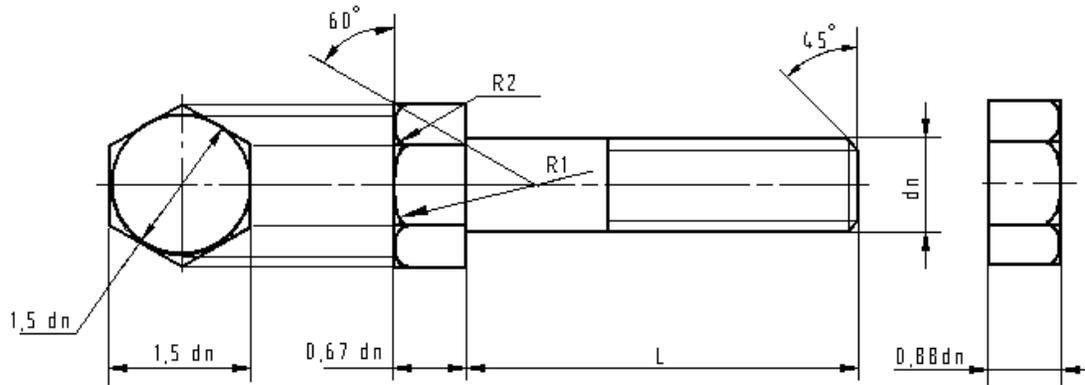


Fig.5.12. Perno inmovilizado.

§ 5.4 DIMENSIONES FUNDAMENTALES PARA EL TRAZADO DEL TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL.

El tornillo de Cabeza Hexagonal es uno de los mas frecuentes en las uniones roscadas, por lo que es muy conveniente conocer las dimensiones fundamentales para el trazado de los elementos componentes del mismo (Fig. 5.13), las cuales dependen del diámetro nominal del tornillo, que es la dimensión fundamental a considerar en los diferentes casos de trazados de elementos de uniones roscadas y de elementos roscados en general.



L = Longitud del tornillo $1,5dn$ = Dimension de la LLave $R1=1,6 dn$ $R2=0,4 dn$

Fig. 5.13 Dimensiones fundamentales del Tornillo de cabeza Hexagonal.

§ 5.5 – ARANDELAS.

Las arandelas (Fig.5.14) no son elementos roscados, pero se encuentran asociados siempre a las uniones roscadas, estas pueden ser:

- **Arandelas planas estándar.**

Las arandelas planas se utilizan con los pernos y tuercas para mejorar la superficie de ensamble, aumentar la fuerza y uniformar la presión sobre la pieza que se ajusta al tornillo. Las arandelas planas tipo A estándar ANSI se designan de acuerdo con sus diámetros interior y exterior, y su espesor. Las arandelas planas tipo B solo están disponibles en las series angosta, regular y ancha.

- **Arandelas de seguridad estándar.**

Las arandelas de seguridad sirven para impedir que un sujetador se afloje a causa de la vibración o al movimiento que puedan tener las piezas ajustadas. Las arandelas de seguridad más comunes son las de resorte helicoidal o elásticas, (frecuentemente llamadas de presión) y las dentadas.

Las mismas actúan de dos formas:
Aumentando la superficie de apoyo.
Evitando ralladuras.

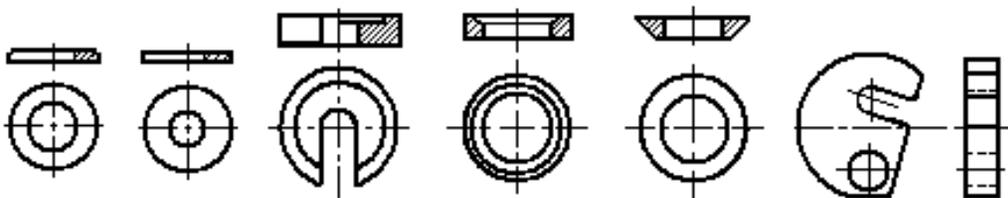


Fig.5.14. Arandelas Planas.

Las arandelas elásticas (Fig.5.15) se basan en la presión que ejercen entre las piezas y las tuercas o tornillos que las comprimen debido a la deformación que presentan.

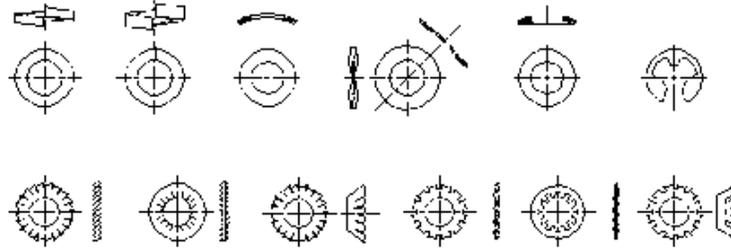


Fig. 5.15. Diferentes formas de Arandelas elásticas. Arandelas cóncavas y convexas se utilizan para poder unir piezas cuyas superficies de apoyo no son paralelas.

Trazado de arandelas.

El trazado de arandelas en los dibujos se realiza de forma general utilizando para ello dimensiones conocidas y se encuentran vinculadas al diámetro nominal del tornillo.(Fig.5.16).

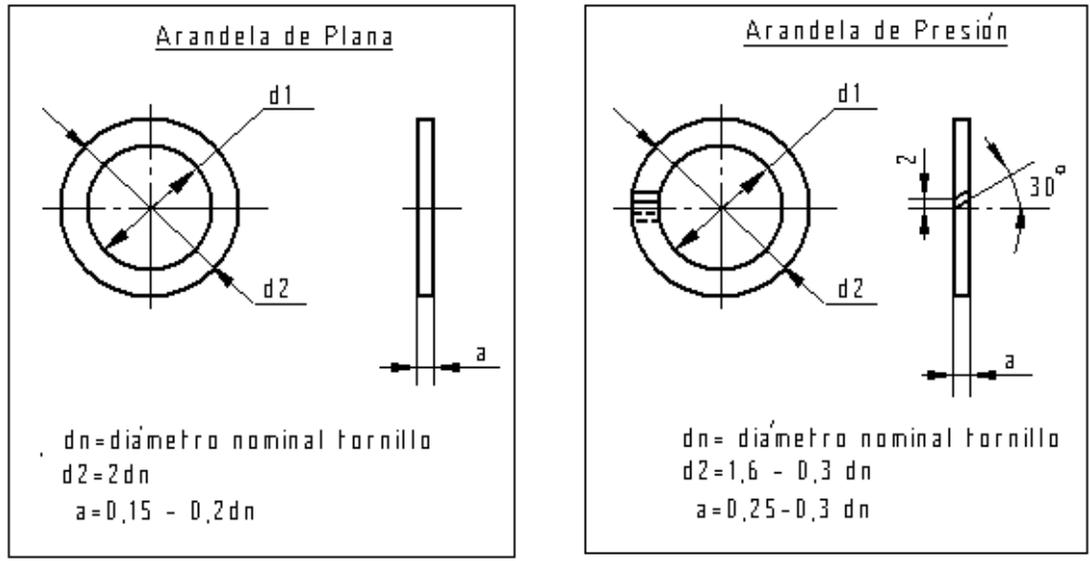


Fig. 5.16 Trazado de arandelas.

§ 5.6 –TUERCAS.

La tuerca es un dispositivo mecánico con rosca que se emplea en los extremos roscados de un perno, tornillo para metales o espárrago. Existen varios tipos de tuercas para diferentes aplicaciones. Las tuercas hexagonales (las más corrientes) y las cuadradas son los tipos más comunes que se conocen en la industria, ya sea en clasificaciones comunes o pesadas. Otros tipos de tuercas son los hexagonales de presión, hexagonales ranuradas, hexagonales encastilladas y de corona, tuerca redonda con dos chaflanes para llave, tuerca redonda con agujeros cruzados para llave de gancho, tuerca redonda con ranuras fresadas para llave, tuerca de caperuza para cierre estanco de botellas, etc. Las tuercas se denominan según la Fig.5.17. Definiéndose entre otros elementos el perfil de la rosca, el tipo de tuerca y la norma que la ampara (Fig. 5.18).



Fig.5.17.Tuercas denominación.

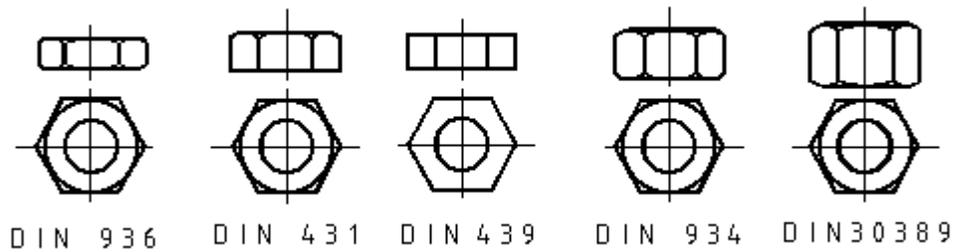


Fig.5.18.Tuerca Hexagonal.

Existen diferentes tipos de tuerca según el uso para la cual están destinadas:

- **Tuerca de Seguridad**, para conseguir un bloqueo de los elementos roscados.
 - **Tuerca Especial**, para funciones muy diversas: equipos eléctricos y electrónicos, cáncamos, etc.
- Dimensiones fundamentales para el trazado de tuerca Hexagonal (Fig.5.19).

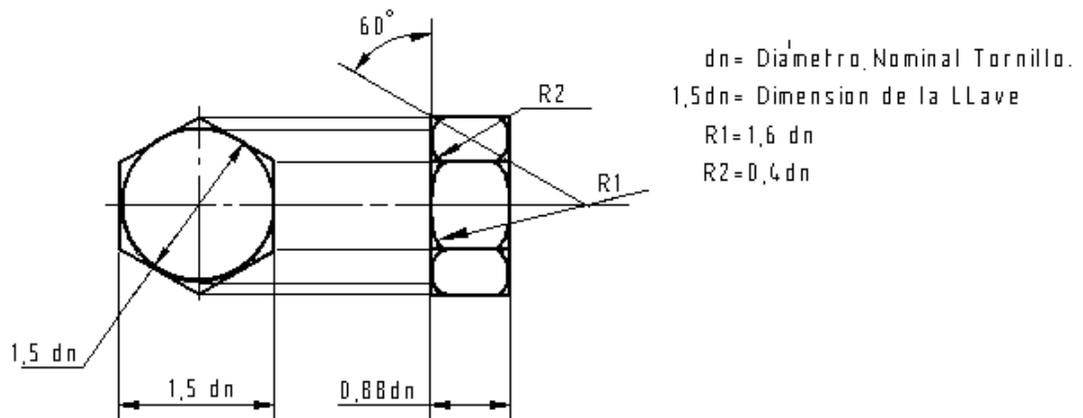


Fig. 5.19.Trazado de tuerca

§ 5.7 – DIMENSIONES FUNDAMENTALES PARA EL TRAZADO DE UNIONES ROSCADAS.

El trazado de las uniones roscadas en los dibujos se realiza a partir de un grupo de dimensiones básicas, las cuales están relacionadas al diámetro nominal de la rosca (dn).

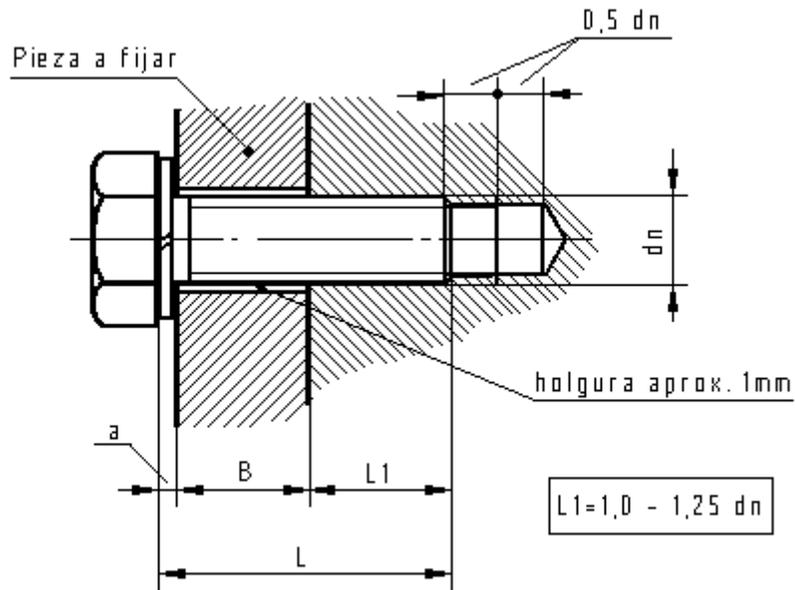


Fig. 5.20. Trazado de uniones por tornillos

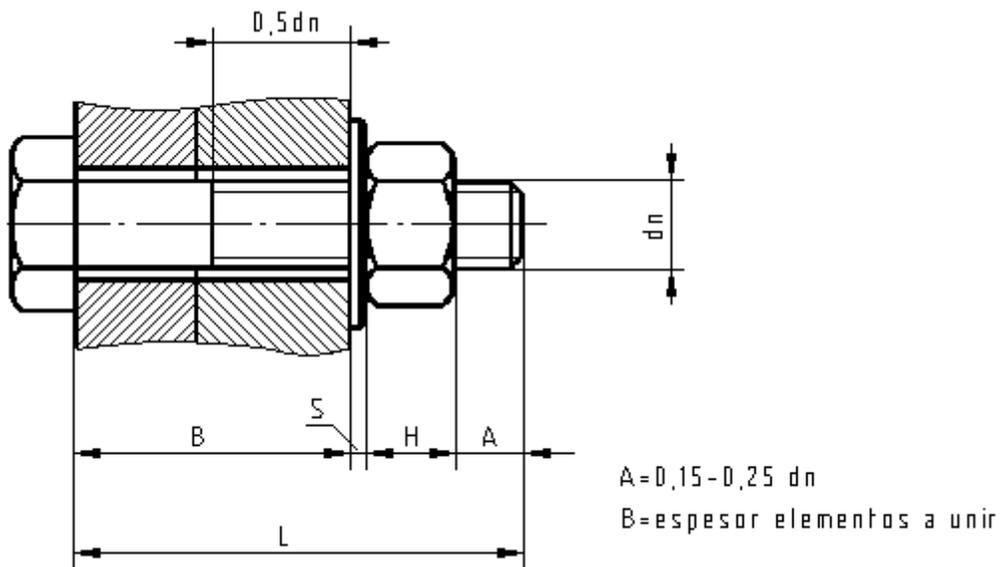


Fig. 5.21. Trazado de uniones por pernos

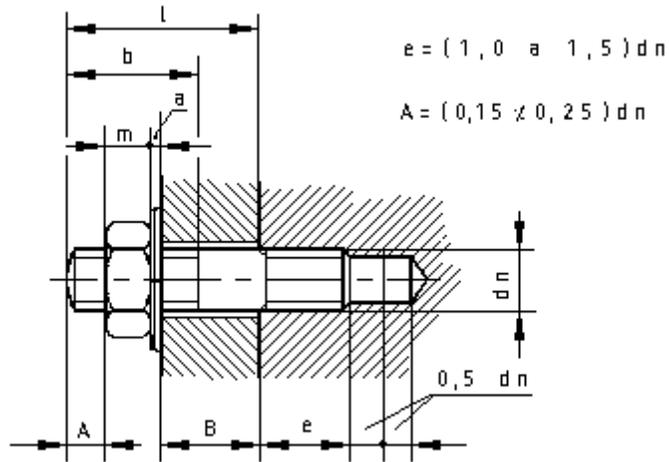


Fig. 5.22. Trazado de uniones por espárrago.

§ 5.8 – RECOMENDACIONES PARA LA REPRESENTACION DE UNIONES ROSCADAS.

1. Se representan tal y como se roscan.
2. Los tornillos son elementos macizos y por lo tanto en una representación seccionada no aparecen cortados por el plano de corte por lo que no se rayan.
3. En el corte el tornillo tapa a la tuerca.
4. La rosca del tornillo prevalece sobre la rosca de la tuerca.
5. El diámetro exterior de la hélice se representa por una línea continua gruesa (línea de contorno).
6. El final de la rosca se representa por una línea continua gruesa (línea de contorno).
7. La línea continua fina representa el fondo de la hélice. El rayado debe atravesar esta línea, rellenando todas las partes de la pieza donde existe material.
8. Si la pieza no se secciona, los elementos pueden aparecer representados por medio de una línea de trazos cortos.
9. La rosca del tornillo prevalece sobre la rosca de la tuerca.

Uniones Desmontables no Roscadas.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados a las uniones desmontables no roscadas.
- Indicar en los planos de trabajo las uniones desmontables no roscadas.
- Conocer el empleo y las características de los diferentes aditamentos empleados en uniones desmontables no roscadas.

§ 6.1. INTRODUCCIÓN.

Dentro de los diferentes tipos de uniones, debemos considerar también las uniones desmontables no roscadas, las cuales son de gran aplicación en la técnica mecánica y aunque sus elementos componentes se encuentran generalmente normalizados, los mismos deben ser representados en los planos de trabajo tanto por los dibujantes como por los ingenieros y diseñadores, por lo que en el presente capítulo daremos una descripción de los diferentes elementos utilizados para realizar este tipo de unión, sus características generales y sus formas de representación y designación.

§ 6.2. ELEMENTOS DE UNION NO ROSCADOS. DEFINICIONES.

Cuando nos referimos a tema de las uniones desmontables no roscadas, nos estamos refiriendo a aquellas uniones formadas por elementos tales como pasadores, chavetas y lengüetas, que se utilizan en los ensambles de elementos de máquinas por su facilidad de montaje y desmontaje, siendo capaces de resistir los grandes esfuerzos que se originan en este tipo de unión.

Pasadores.

Son piezas fabricadas de acero de forma cilíndrica o cónica, cuyos extremos pueden ser redondeados o biselados (Fig. 6.1), con el objetivo de facilitar la inserción del mismo en las piezas a las cuales les realizara el acoplamiento.

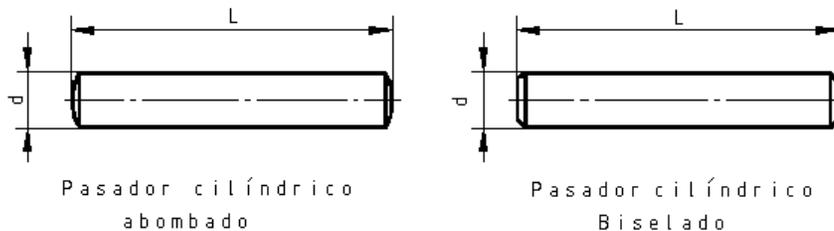


Fig. 6.1. Pasador Cilíndrico. Características de los extremos de los pasadores.

Tienen diferentes funciones entre las que se encuentran:

- Inmovilizar la unión realizada entre dos o más elementos. Son los denominados pasadores de Sujeción
- Asegurar las posiciones relativas entre las piezas que forman la unión. Se conocen como pasadores de Posición
- Articular o guiar a los elementos en la unión. Comúnmente llamados Pasadores Guías.

La geometría del pasador también puede ser diversa en dependencia de la aplicación a la que son destinados:

- Pasadores estriados.
- Pasadores con cabeza.
- Pasadores abiertos o de aletas.
- Pasadores de espigas roscadas.

En todos los casos estos pueden absorber esfuerzos cortantes pero no pueden trabajar a tracción.

Designación de pasadores en los planos.

En la documentación técnica y en los planos, los pasadores se designan indicando el nombre del tipo de pasador, el diámetro nominal, la longitud y la norma que ampara sus dimensiones y geometría (Fig.6.2).

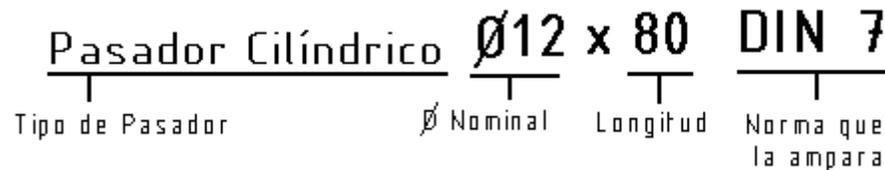


Fig.6.2 Designación de pasadores.

Chavetas.

Son elementos mecánicos diseñados para realizar el acoplamiento solidario entre elementos que deben girar para transmitir un momento torsor como por ejemplo los acoplamientos entre árbol y polea, árbol rueda dentada, árbol volante, o viceversa, etc.(Fig. 6.3).

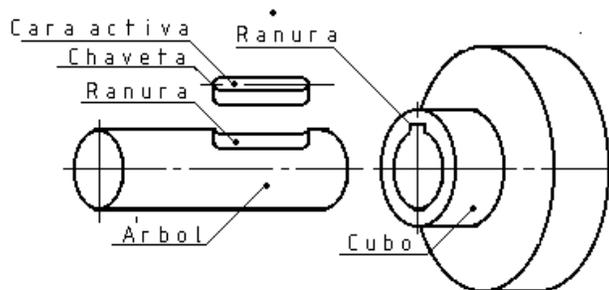


Fig.6.3. Acoplamiento Arbol Volante mediante el uso de chavetas

La Chaveta tiene forma de cuña, por lo que logra una unión fuerte entre los elementos acoplados por la presión que ejercen su cara superior e inferior, pero pueden provocar una ligera excentricidad en el acoplamiento debido a su forma geométrica (Fig.6.4).

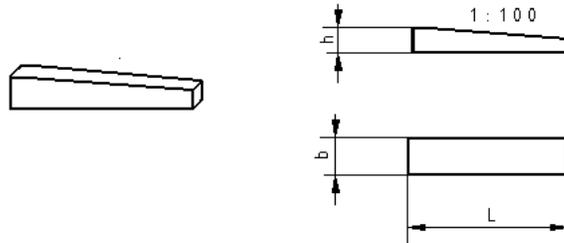


Fig.6.4. Características geométricas de las Chaveta.

Lengüetas.

Las lengüetas son elementos mecánicos muy similares a las chavetas, por lo que su función y aplicación no difieren mucho, la diferencia fundamental entre estos dos elementos esta dada en su geometría ya que las lengüetas tiene sus caras paralelas(Fig.6.5).

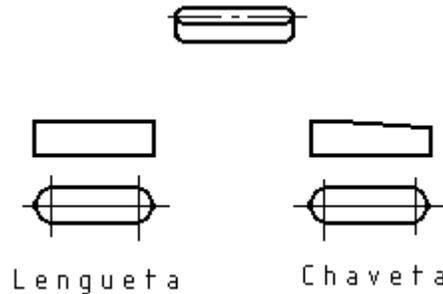


Fig.6.5. Geometría de Chavetas y lengüetas.

Comparando unas con otras en cuanto a su aplicación las lengüetas pueden ser utilizadas en arboles cónicos mientras que las chavetas no; y las lengüetas debido a su geometría pueden permitir el desplazamiento axial entre las piezas acopladas, mientras que las chavetas permiten una unión fuerte tanto axial como radial.

Designación de Chavetas y lengüetas.

Para la designación de las chavetas y lengüetas en los planos se debe seguir el siguiente orden.(Fig.6.6)

1. Tipo de Chaveta o lengüeta.
2. Ancho (b).
3. Altura (h).
4. Longitud (L).
5. Norma que la ampara.

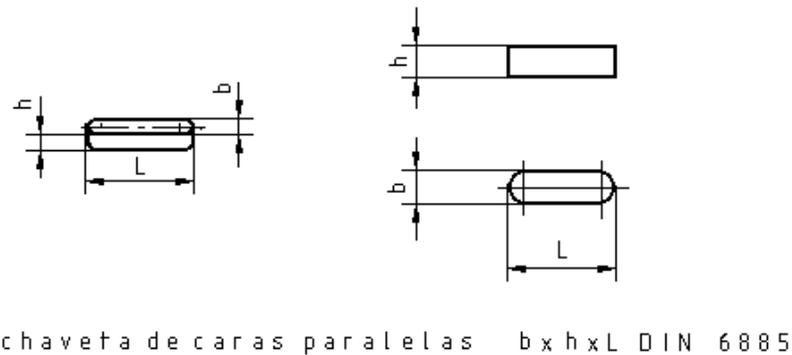


Fig.6. 6.Designacion de Chavetas o lengüetas.

Las ranuras practicadas en los arboles para alojar las chavetas y lengüetas se denominan chaveteros.

§ 6.3. ELEMENTOS DE UNION NO ROSCADOS. APLICACIONES.

A continuación realizaremos un estudio de algunos de los elementos de unión no roscados y sus aplicaciones más generales.

Pasador Cónico.

Es ampliamente utilizado para realizar acoplamientos de elementos que se acoplan y desacoplan con relativa frecuencia facilitando el centrado de los mismo su forma cónica (Fig. 6.7)

Se designa: Pasador Cónico $\varnothing d \times L$ Norma que lo ampara.

Ejemplo: Pasador Cónico $\varnothing 5 \times 30$ DIN 7977.

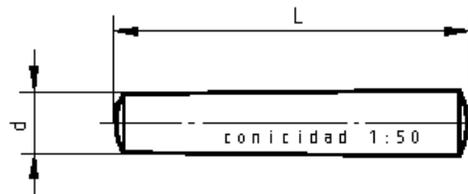


Fig. 6.7 Pasador Cónico.

Como se puede apreciar en el dibujo el diámetro nominal coincide con el menor valor de conicidad del pasador, lo que es valido para todos los pasadores cónicos cualquiera que sea su aplicación

Pasador cónico de espiga roscada.(Fig. 6.8). Su mayor ventaja radica en que al apretar la tuerca que se ubica en la espiga roscada, este sale con facilidad de los agujeros

donde se encuentra realizando el acoplamiento; por lo que es utilizado en aquellos casos donde la extracción del pasador cónico normal sea difícil de realizar (Fig.6.9).

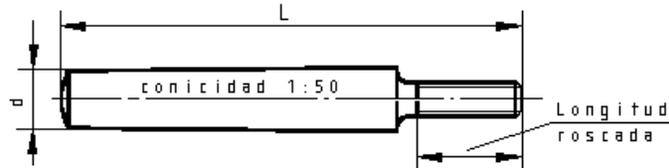


Fig. 6.8. Pasador Cónico con espiga.

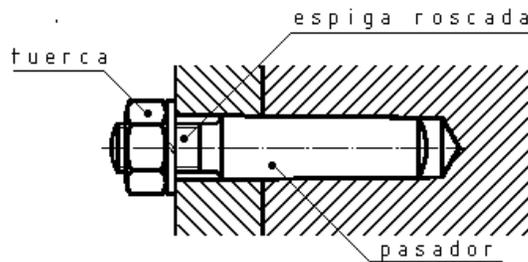


Fig.6.9. Aplicación Pasador Cónico con espiga roscada.

Pasador ajustado con cabeza. Se emplea en las uniones que presentan juego y pueden ser de dos tipos, los que se ajustan con arandelas y tuerca por tener un extremo roscado y los que se ajustan con arandelas y pasadores de aletas (Fig. 6.10).

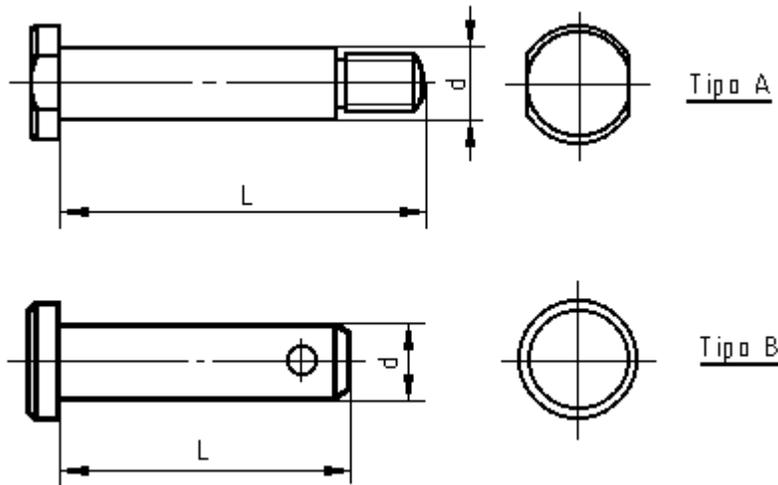


Fig. 6.10. Pasadores ajustados con cabeza. Tipo A con extremos roscado. Tipo B para usar con pasadores de aleta.

Chaveta longitudinal. Es un prisma de acero con determinada inclinación en su cara superior, pudiendo ser sus extremos redondeados (Forma A) o rectos (Forma B). Se emplean para realizar la unión solidaria entre un árbol motriz y una pieza acoplada a el

y su objetivo fundamental es garantizar que no exista desplazamiento relativo entre las piezas acopladas.(Fig. 6.11).

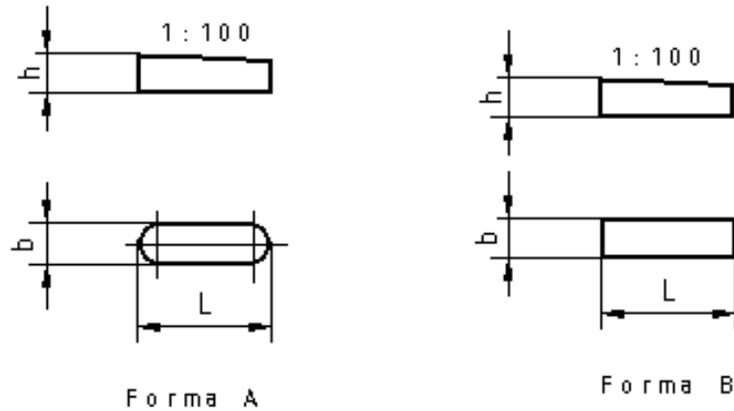


Fig. 6.11. Chavetas longitudinales. Dimensiones fundamentales.

Chaveta longitudinal con cabeza. Similar a la anterior pero con la característica de que presenta cabeza para facilitar la acción de montaje y desmontaje de la chaveta.(Fig.6.12).

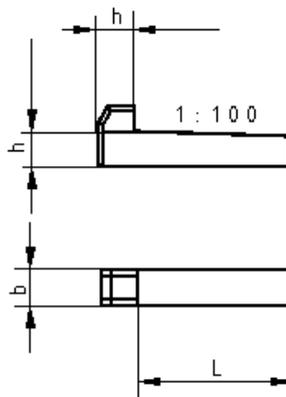


Fig. 6.12.Chaveta Longitudinal can cabeza. Dimensiones fundamentales.

Chaveta longitudinal plana. (Fig.6.13)Es un prisma de acero al igual que las anteriores pero tiene como peculiaridad que se emplea en uniones donde el árbol motriz es de pequeño tamaño y no cuenta con un chavetero para alojar la chaveta, sino que la superficie del árbol se encuentra ligeramente aplanado en la zona donde se realizara la unión. En este tipo de unión los esfuerzos a transmitir no pueden ser muy elevados.

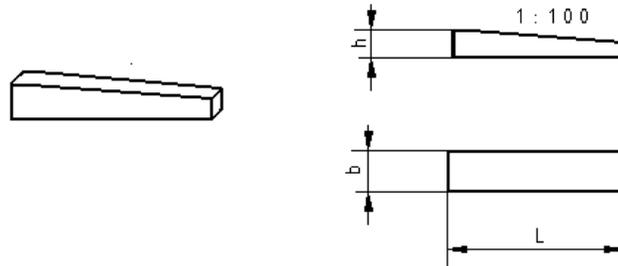


Fig.6.13. Chaveta longitudinal plana. Dimensiones fundamentales.

Chaveta longitudinal media caña. (Fig.6.14) Se diferencia del resto de las chavetas en que su parte inferior es cóncava por lo que se puede asentar directamente sobre la superficie cilíndrica del árbol, por lo que este no requiere de mecanizado alguno. Se emplea en arboles de pequeño diámetro.

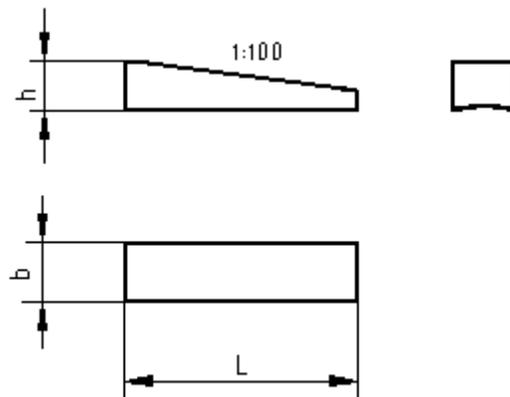


Fig. 6.14. Chaveta longitudinal media caña. Dimensiones fundamentales.

Chaveta Tangencial. (6.15). Es una chaveta especial que permite la transmisión de grandes esfuerzos en los dos sentidos de giro.



Fig. 6.15. Chaveta Tangencial.

Lengüetas. (Fig. 6.16.). Son prismas de acero de sección cuadrada o rectangular cuyos extremos pueden ser diferentes, así como su forma de realizar su función de acoplamiento.

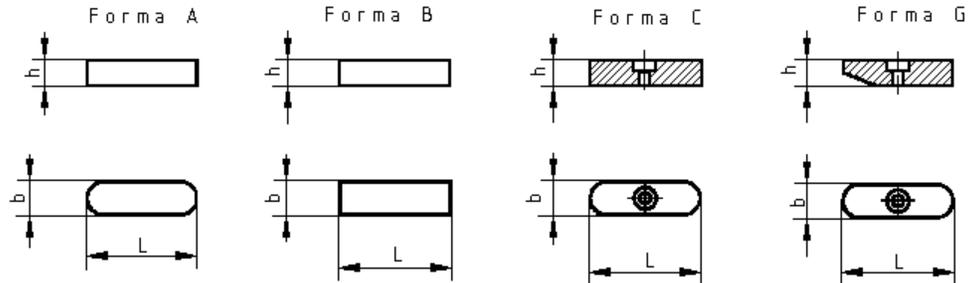


Fig. 6.16. Tipos de Lengüetas. Forma A (extremos redondeados), Forma B (Prismas rectos), Forma C (con agujero para fijación), Forma D (Con chaflán para facilitar su extracción y agujero para fijación).

Lengüeta media Luna. (Fig. 6.17) Es un segmento de acero con forma de media Luna, con un espesor determinado. Se emplea para transmitir pequeños esfuerzos, porque aunque es fácil realizar el chavetero en el árbol, la profundidad del de la ranura a realizar puede debilitar la unión y provocar la fractura del mismo.

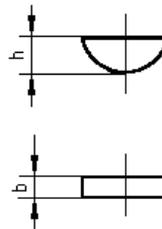
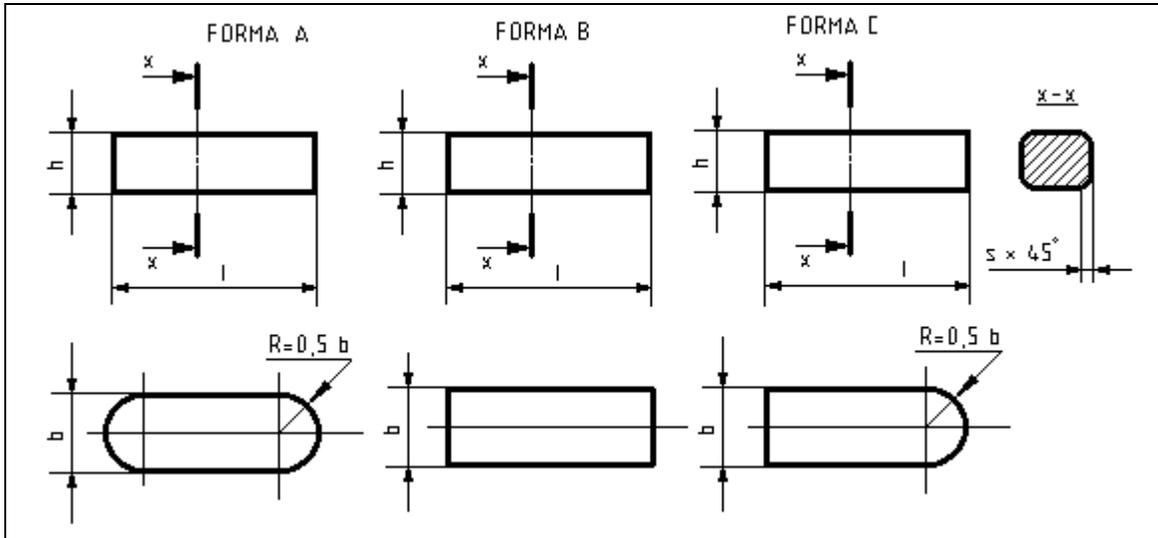


Fig. 6.17. Chaveta Media Luna. Dimensiones Fundamentales.

§ 6.4 TABLAS ISO .

Tabla 6.1. ISO 2491-1974(E). Lengüetas.(Dimensiones en mm)



b		h		s		l	
Nominal	Tolerancia h9	Nominal	Tolerancia h11	Min.	Max.	Rango	
						desde	hasta
5	0, -0,030	3	0, -0,060	0,25	0,40	10	56
6				0,25	0,40	14	70
8	0, -0,043	5	0, -0,075	0,25	0,40	18	90
10		6		0,40	0,60	22	110
12		6		0,40	0,60	28	140
14		6		0,40	0,60	36	160
16		7		0,40	0,60	45	180
18	0, -0,052	7	0, -0,090	0,40	0,60	50	200
20		8		0,60	0,80	56	220
22		9		0,60	0,80	63	250
24		9		0,60	0,80	70	280
26		10		0,60	0,80	80	320
28	0, -0,062	11	0, -0,110	0,60	0,80	90	360
30		12		1,00	1,20	100	400
32							

1 Solo los bordes longitudinales y aquellos con finales redondeados tienen que tener biseles, los otros bordes tienen que ser solamente rotos.

2 Longitudes de las chavetas 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360 y 400.

Tabla 6.2. ISO 2492-1974(E) Chavetas delgadas con o sin cabezas. (Dimensiones en mm)

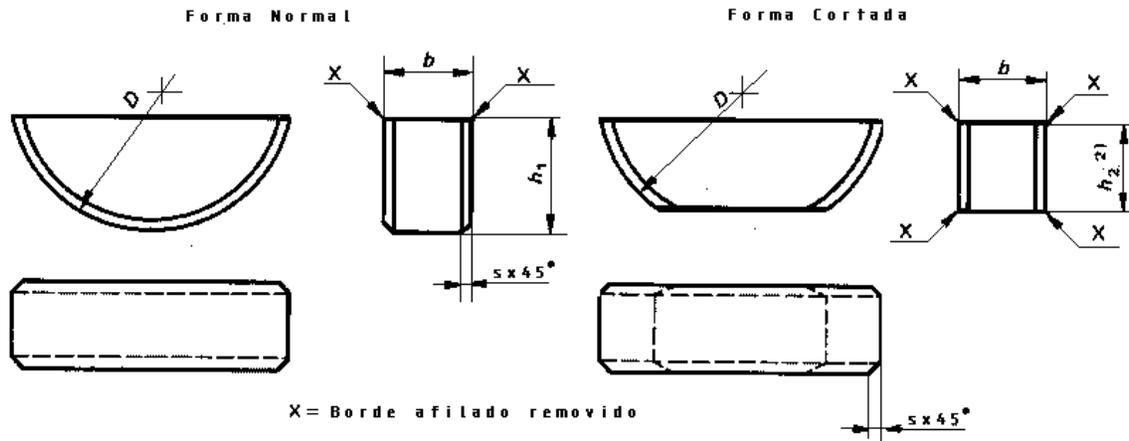
Chavetas sin cabezas								
FORMA A		FORMA B		FORMA C		FORMA D		
b		h		s		l		h1
nominal	Tolerancia h9	nominal	Tolerancia h11	Min.	Max.	desde	hasta	nominal
8	0,	5	0	0,25	0,40	20	70	8
10	-0,036	6		0	0,40	0,60	25	90
12	0,	6	-0,075	0,40	0,60	32	125	10
14		6		0,40	0,60	36	140	10
16	-0,043	7	0	0,40	0,60	45	180	11
18		7		0,40	0,60	50	200	11
20	0	8	-0,090	0,60	0,80	56	220	12
22		9		0,60	0,80	63	250	14
25	-0,062	9	0	0,60	0,80	70	280	14
28		10		0,60	0,80	80	320	16
32	0	11	-0,110	0,60	0,80	90	360	18
36		12		1,00	1,20	100	400	20
40		14		1,00	1,20	125	400	22
45		16		1,00	1,20	140	400	25
50		18		1,00	1,20	160	400	28

1 Solo los bordes longitudinales y aquellos con finales redondeados tienen que tener biseles, los otros bordes tienen que ser solamente rotos.

2 Longitudes de las chavetas 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360 y 400.

3 Las tolerancias h9 y h11 solo debe aplicarse a las dimensiones de las secciones de la chaveta.

Tabla 6.3. Lengüetas media luna .ISO 3912.



Valores en mm

Ancho b		Altura h ₁		Diámetro D		Bisel s		
Nominal	Toleranc h9	Nominal	Toleranc h11	Nominal	Toleranc h12	min	máx	
1,0	0 -0,025	1,4	0 -0,060	4	0 -0,120	0,16	0,25	
1,5		2,6		7		0,16	0,25	
2,0		2,6		7	0,16	0,25		
2,0		0 -0,030	3,7	0 -0,070	10	0 -0,150	0,16	0,25
2,5			3,7		10		0,16	0,25
3,0			5,0	0 -0,180	13	0,16	0,25	
3,0			6,5		16	0,16	0,25	
4,0	6,5		16		0,25	0,40		
4,0	0 -0,036	7,5	0 -0,090	19	0 -0,210	0,25	0,40	
5,0		6,5		16		0,25	0,40	
5,0		7,5	19	0,25	0,40			
5,0		9,0	0 -0,210	22	0,25	0,40		
6,0		9,0		22	0,25	0,40		
6,0		10,0		25	0,25	0,40		
8,0		0 -0,036	11,0	0 -0,110	28	0 -0,250	0,40	0,60
10,0	13,0		32		0,40		0,60	

Uniones Soldadas.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados a las uniones permanentes realizadas por soldadura.
- Indicar en los planos de trabajo las uniones permanentes por soldadura.
- Conocer el empleo y las características de los diferentes tipos de uniones por soldaduras.

§ 7.1. INTRODUCCIÓN.

Dentro de los diferentes tipos de uniones, las uniones permanentes ocupan un lugar importante en la construcción de maquinarias, por su diversidad en cuanto a tipos de uniones, ya que estas pueden ser soldadas, remachadas, pagadas y cosidas. A su vez dentro de este grupo se destacan las uniones soldadas por su elevado empleo en la industria no solo mecánica, sino también dentro de la industria de la construcción civil, naval, etc. Por lo que el siguiente capítulo nos dedicaremos al estudio de las uniones permanentes realizadas por soldadura.

§ 7.2. UNIONES POR SOLDADURA. DEFINICIONES.

Cuando nos referimos a tema de las uniones por soldaduras, nos estamos refiriendo a aquella unión permanente de dos o más piezas, donde la unión se realiza mediante presión o fusión superficial seguida de solidificación en los puntos donde las piezas a unir se encuentran en contacto directamente o con un tercer material intermedio cuya aleación es de mas bajo punto de fusión y de elevada afinidad entre los metales que se van a unir (Fig.7.1).

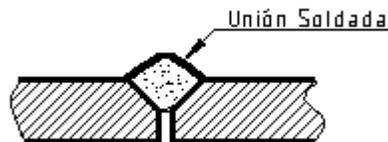


Fig.7.1. Unión Soldada.

Este tipo de unión es ampliamente utilizada porque permite realizar uniones rígidas y permanentes con relativa rapidez, economía y ligereza en términos de materiales y costo de fabricación, a diferencia de las que se pueden realizar por otros métodos para obtener los mismos resultados y no se limita su aplicación a las fabricas; sino que se puede emplear en trabajos de campo.

Clasificación de las soldaduras.

En dependencia de la forma en que se funda el metal de aportación para realizar las soldaduras estas pueden clasificarse en:

- Soldadura por fusión. Se emplea un soplete que genera el calor mediante una llama para fundir los materiales base, en ocasiones se aporta un material adicional que añade volumen y resistencia a la unión.
- Soldadura por arco eléctrico. El calor se obtiene mediante un arco eléctrico que salta entre las piezas a unir y la barra del material de aportación, ambas están conectadas a los polos del manantial eléctrico que suministra la energía necesaria.

También existen otros procedimientos menos comunes como son:

- Soldadura por aluminotermia. Es una soldadura aplicada mediante procedimientos de forja en los cuales las piezas a unir se calientan al blanco y un vez sobre puestas se golpean para consumar la unión.
- Soldadura por ultrasonido. Une las piezas por interpenetración de sus irregularidades y sin fusión superficial. Las piezas son unidas al ser comprimidas entre un yunque y un vástago emisor de ultrasonido, lo cual genera elevadas tensiones que remueven las partículas superficiales y provoca la unión a nivel de átomos entre las partes.

Tipos de soldaduras.

- Soldadura heterogénea. Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza con o sin metal de aportación o entre metales iguales pero con diferente material de aportación.
- Soldadura homogénea. Los materiales que se sueldan y el metal de aportación (si lo hay) son de la misma naturaleza. Si no existe material de aportación a este tipo de soldadura se le denomina Autógena (Se suele llamar por algunos a la soldadura oxiacetilénica Soldadura autógena)

Otros términos a definir son:

- **Bordes.** Superficies de contactos entre las piezas a unir por soldaduras, los mismos pueden o no estar preparados. Generalmente solo las planchas muy gruesa necesitan de preparación de bordes, y en esos casos se biselan, creándose diferentes formas entre las dos piezas a unir (Fig. 7.2)

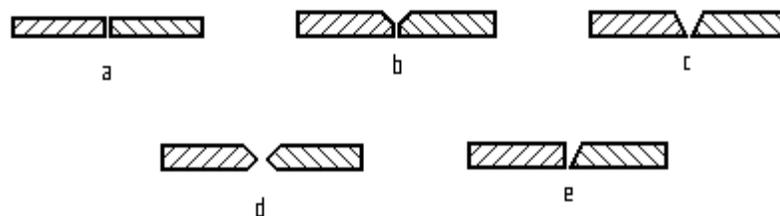


Fig. 7.2. Preparación de Bordes. A) bordes sin preparar, b) y c) Bordes en V por un solo lado, d) borde en V por ambos lados y e) Un solo borde Biselado.

- **Junta.** Es la forma geométrica de la unión y depende de la preparación previa que se realice a los bordes (Fig. 7.3).

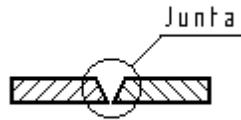


Fig. 7.3. Junta

- **Cordón.** Es la cantidad de material que se deposita y solidifica durante una pasada.(Fig.7.4)
- **Costura.** Es el metal solidificado en la junta, el cual se forma a partir de varios cordones de soldaduras.(Fig. 7.4)

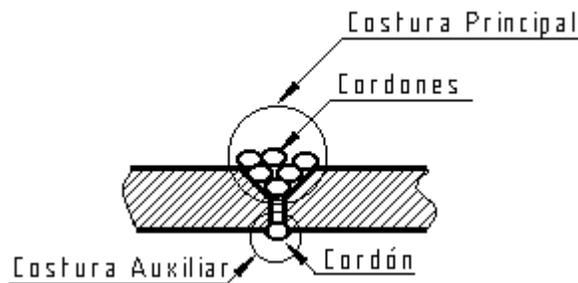


Fig. 7.4.Relacion entre cordón y costura en una unión soldada.

§ 7.3._TIPOS DE UNIONES SOLDADAS.

La unión sólida entre dos partes por soldadura se denomina unión soldada. Los tipos de uniones soldadas dependen de la posición que adopten entre sí los elementos que serán unidos, y en ocasiones sus nombres varían un poco en dependencia de la norma por la que se este trabajando, pero en general se pueden nombrar cinco tipos de uniones soldadas.

- **Unión empalmada o a tope** (Fig. 7.5). En este tipo de unión las piezas a soldar se encuentran en el mismo plano y unen sus bordes, los mismos pueden o no estar preparados, por lo que pueden existir diversidades de uniones a tope en dependencia de la preparación que se realicen a los mismos.

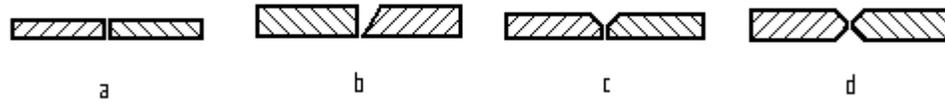


Fig. 7.5. Uniones a tope. a) Sin preparación de borde, b) Con un solo borde biselado, c) Con preparación de borde en una sola cara en V, d) Con preparación de bordes en las dos caras en V.

- **Unión de esquina o en ángulo.** Las partes forman un ángulo recto y la unión se forma en la esquina del ángulo.(Fig.7.6)



fig. 7.6.Unión en Angulo. a) Sin preparación de bordes, b) Con preparación de bordes
Unión en T. Una parte es perpendicular a la otra cuando se unen.(Fig. 7.7).

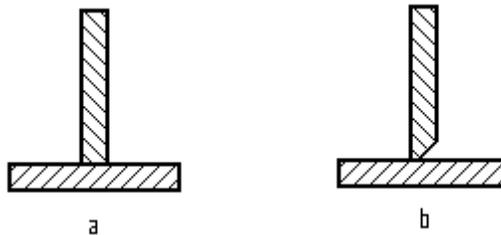


Fig. 7.7. Unión en Te. a) Sin preparación de bordes, b) Con preparación de bordes.

- **Unión Superpuesta o solapada.** En este tipo de unión las partes están superpuestas una a la otra.(Fig.7.8).



Fig. 7.8. Unión a solapa.

- **Unión de bordes.** Las partes están paralelas con al menos uno de sus bordes en común y la unión se realiza en dicho borde. (Fig. 7.9).



FIG. 7.9. Unión de bordes.

§ 7.4 – INDICACIÓN DE LA SOLDADURA EN LOS PLANOS.

Dada la diversidad de procedimientos para soldar, así como, tipo de uniones soldadas que se pueden realizar con o sin preparación de bordes, la indicación de la soldadura en los planos requiere de un gran cantidad de símbolos que están establecidos en las diferentes normas nacionales e internacionales, siendo una tendencia asumir las establecidas en la ISO, que son similares a las recomendadas por la AWS (American Welding Society), y aprobadas por la ANSI (American National Standard Institute).

Líneas para el trazado de las costuras.

Tanto los contornos de las piezas como los contornos de las costuras se realizaran con líneas gruesa tipo contorno visibles, y las partes del contorno de la pieza que quede dentro de la costura representada se realizara con línea fina continua. (Fig. 7.10).

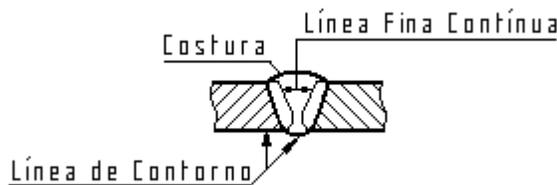


Fig.7.10.Líneas para el trazado de costuras.

Las costuras cuando son representadas en los planos puede que estén visibles en la representación o en planos posteriores los que las hace invisible en la representación, por lo que se trazan con líneas continuas de contorno las visibles; y las Invisibles con líneas de trazos discontinuos, idénticas a las empleadas para los trazos ocultos. (Fig.7.11).

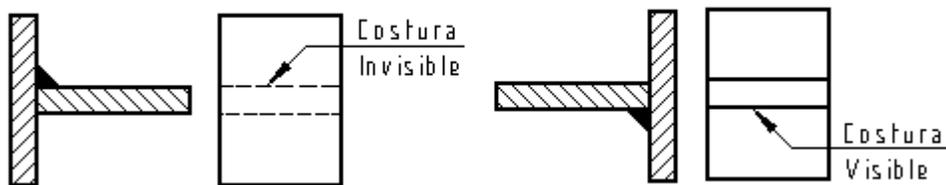


Fig. 7.11.Indicacion de la Visibilidad de las costuras.

Línea guía y de referencia.

La Línea guía (Fig. 7.12) es una línea fina continua terminada en cabeza de flecha que toca directamente en el dibujo la línea que representa la costura de soldadura y se acompaña de la línea de referencia que es también una línea fina pero que se coloca siempre paralela a las líneas horizontales del cajetín para textos y es donde se da toda la información respecto a la soldadura mediante la utilización de símbolos gráficos y letras (Fig.7.13).

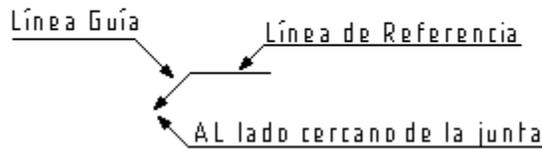


Fig.7.12 Línea de indicación de soldadura.

Existen diferentes combinaciones de la línea de indicación de la soldadura (Fig. 7.13). Algunas veces la flecha apunta los dos lados de la junta, por consiguiente, existirían dos lados potencialmente apropiados para ejecutar la soldadura, por ejemplo en una junta "T" cuando dos laminas son unidas la soldadura puede ser hecha en cualquiera de los lados de la "T" por lo que el símbolo hace la distinción entre los dos lados de la junta usando la flecha y los espacios debajo y encima de la línea de referencia. Los lados son conocidos como: "Lado Lejano" el lado que se encuentra encima de la línea de referencia y "El Lado Cercano", el lado que se encuentra debajo de la línea de referencia (Fig.7.14); y la soldadura se ejecuta de acuerdo a las instrucciones dadas en la parte de arriba de la línea de referencia y la orientación de la flecha no interfiere con estas instrucciones.

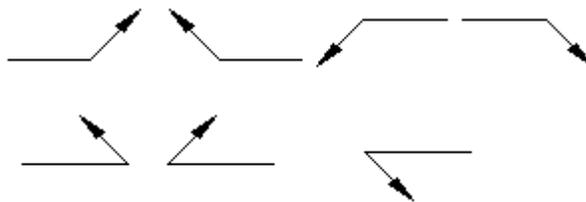


Fig. 7.13. Combinaciones de la línea guía y de referencia.

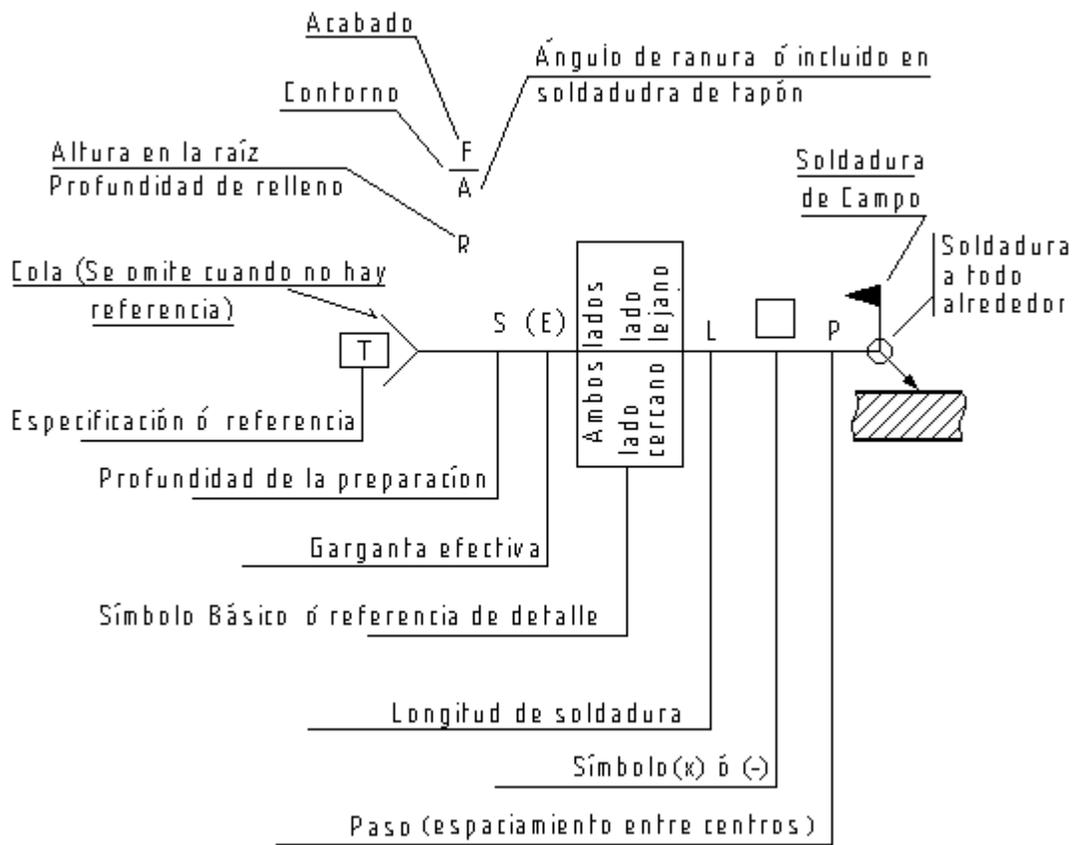


Fig.7.14. Localización estándar de los elementos en el símbolo de indicación de soldadura

La bandera que sale de la línea de referencia esta presente si la soldadura se efectuara en campo o durante el armado de la estructura, un símbolo de soldadura sin la bandera indica que la soldadura se efectuará en el taller pero en algunos planos y dibujos antiguos puede ser encontrado un círculo negro en la unión entre la línea de referencia y la flecha.

Un círculo vacío entre la línea de referencia y la flecha es una indicación de que la soldadura debe ser ejecutada alrededor o en toda la circunferencia de la unión (Fig.7.14).

La cola del símbolo de soldadura es el sitio donde se coloca la información suplementaria concerniente a la soldadura a ejecutar y puede contener referencias del proceso requerido (Tabla 7.1), electrodo, un detalle de dibujo y cualquier información que ayude a la ejecución de la soldadura que no tenga un lugar especial en el símbolo.

Tabla 7.1.Referencia a soldadura.

Operación de soldadura	Siglas en Español	Siglas en Ingles
Soldadura por Arco Eléctrico	SAE	AW
Soldadura por Resistencia	SR	RW
Soldadura con Oxigeno y Gas Combustible	SOGC	OFW
Soldadura por Difusión	SD	DFW
Soldadura por Fricción	SF	FRW
Soldadura Ultrasónica	SU	USW
Soldadura Metálica con Arco Protegida	SMAP	SMAW
Soldadura Metálica con Arco Eléctrico y Gas	SMAEG	GMAW
Soldadura Metálica con Gas Inerte	SMGI	MIG
Soldadura con Arco Sumergido	SAS	SAW
Soldadura Tungsteno con Arco Eléctrico y Gas	STAEG	GTAW
Soldadura con Arco de Plasma	SPA	PAW
Soldadura con Electrodo de Carbono	SEC	CAW
Soldadura de Espárrago	SE	SW

Nota: La AWS (American Welding Society) a establecido mas de 50 tipos de operaciones distintas de soldadura, las cuales se identifican por sus siglas por lo que solo se referencian algunas a modo de ejemplo.

Uno de los elementos fundamentales que no deben faltar en la indicación de las soldaduras son los símbolos básicos. Cada tipo de soldadura tiene su símbolo básico que se sitúa aproximadamente al centro de la línea de referencia. Si la costura se realiza a un solo lado aparecerá en el lado que le corresponda o puede aparecer colocado dos veces si la costura se realiza por ambos lados y usualmente representa la sección transversal de la junta misma.

Existen tres grupos de Símbolos Básicos (Tabla 7.2)

- Soldadura de Filete.
- Soldadura acanalada o de inserción.
- Soldadura de conexión y ovalo

Tabla 7.2 Símbolos Básicos de Soldadura.

Símbolo	Referencia
Soldadura de Filete	
	Filete.
Soldadura acanalada o de inserción	
	cuadrado
	En V
	Bisel
	En U
	En J
	Ensanchamiento V
	Ensanchamiento Bisel
Soldadura de conexión y ovalo	
	De conexión

Símbolos Auxiliares.

Los símbolos auxiliares se emplean para indicar la geometría de la superficie de la costura y el tratamiento que se le dará a la misma. Tabla 7.3.

Tabla 7.3. Símbolos Auxiliares.

Símbolo	Significado
—	Superficie lisa
	Superficie convexa
	Superficie cóncava
	Costura a pie de obra
	Costura angular por los dos lados de los elementos a soldar
	Eliminar desniveles
/	Costura discontinua
Z	Costura alternada

§ 7.5 – APLICACIONES DE LOS SIMBOLOS DE SOLDADURA

Soldaduras de filete. Esta soldadura es de forma triangular en su sección transversal (aunque no sea siempre exacto en su forma). Se emplean para hacer juntas de enfrentamiento perpendicular como esquinas y uniones en T.(Fig. 7.15). Nótese que la cara perpendicular del simulo se coloca a la izquierda.

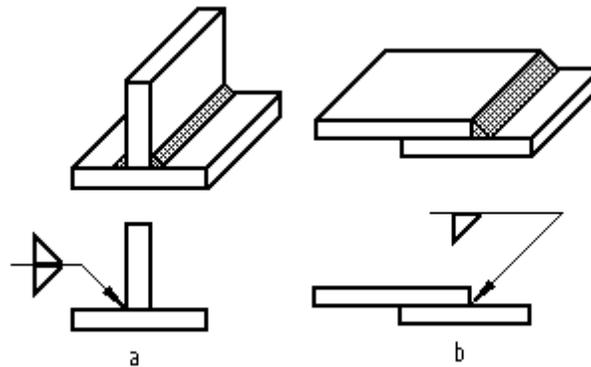


Fig. 7.15. Soldadura de filete. a) En T, b) A Solapa.

Si los catetos del triángulo tienen la misma dimensión se coloca esta al lado izquierdo del símbolo que representa al filete (Fig. 7.16).

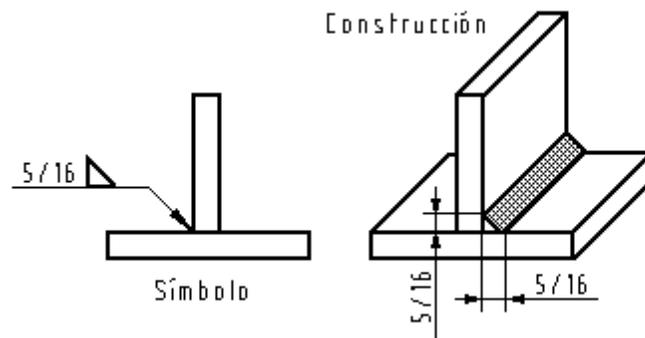


Fig. 7.16. Filete con catetos de dimensiones iguales.

y si las dimensiones de los catetos fueran diferentes se colocan ambas dimensiones y una nota especificando cual es la mayor (Fig. 7.17).

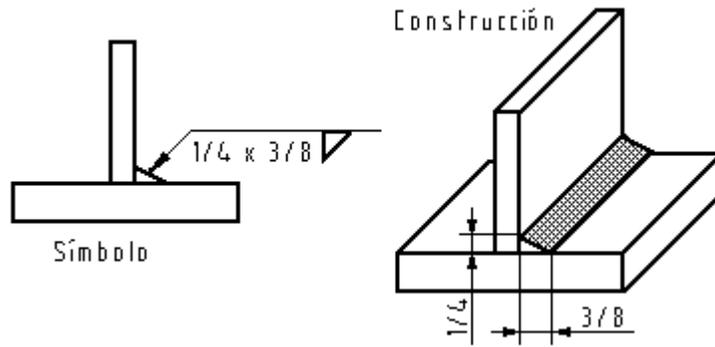


Fig.7.17. Filete de catetos diferentes.

La longitud de la costura puede especificarse a la derecha del símbolo del filete (Fig. 7.18).

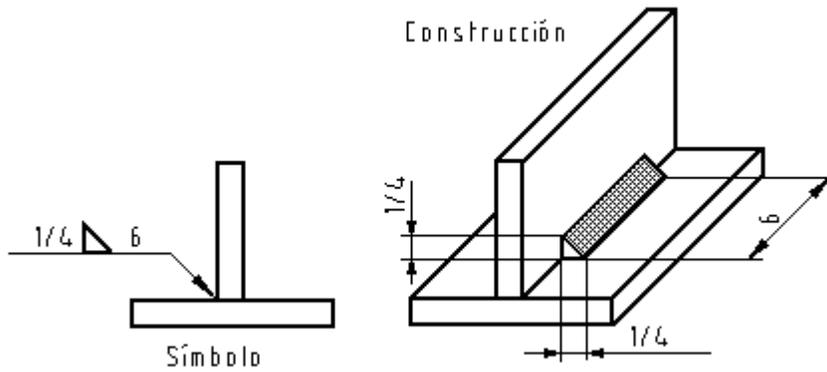


Fig. 7.18. Longitud de la costura

En casos de soldaduras intermitentes, el largo de la costura y la separación entre ellas es indicado a la derecha del símbolo básico del filete, primero se coloca la longitud de la costura y separado por un guión la longitud desde el inicio de una costura al inicio de la otra (Fig.7.19).

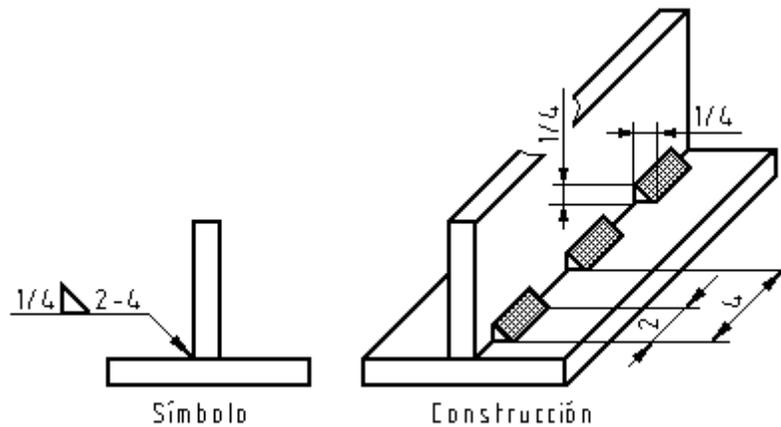


Fig.7.19. Soldadura intermitente.

Soldadura de Canal. Las soldaduras de este tipo se utilizan para hacer uniones a tope, en T, en ángulo y de bordes, por eso la diversidad de símbolos básicos para esta forma de soldadura, la diferencia consistirá en la geometría de las piezas a unir y de la preparación de sus bordes.

En el caso de canales cuadrados, de existir separación entre las placas a unir se indicara en el símbolo básico (Fig. 7.20).

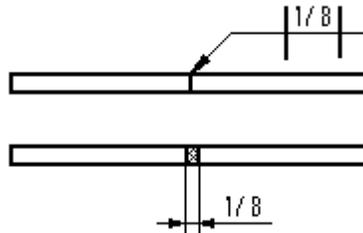


Fig. 7.20. Soldadura a tope cuadrada, con separación.

En las soldaduras con bordes biselados en V, lo mismo por un lado que por los dos, se debe indicar el ángulo del bisel así como la separación de raíz si existiera (Fig.7.21).

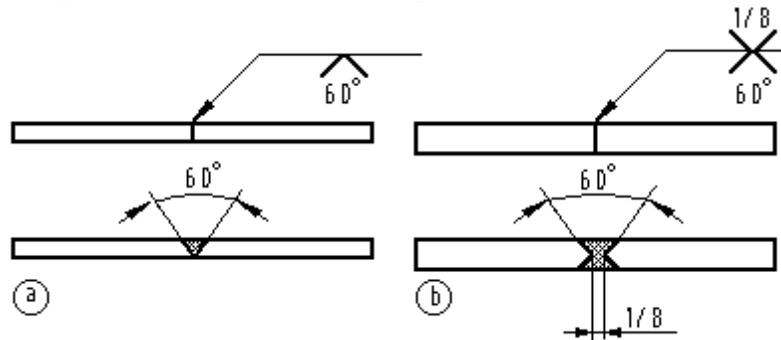


Fig. 7.21. Soldadura en V. a) sin separación de raíz, b) Con separación de raíz..

Si la profundidad del canal en V fuera menor que el espesor de la placa soldar, entonces se indicara la profundidad a la izquierda del símbolo de soldadura (Fig. 7.22).

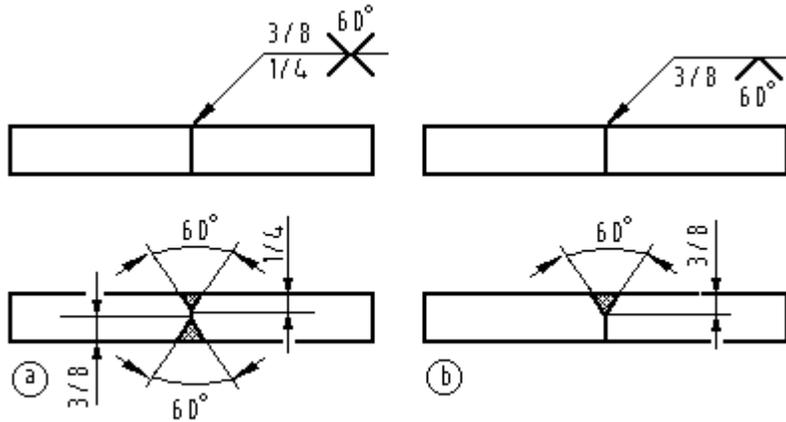


Fig. 7.22. Canal en V. a) por ambos lados, b) por un solo lado.

Si el bisel es de un solo lado, el lado perpendicular del símbolo se colocara siempre a la izquierda y la flecha apuntara de frente al lado que será biselado (Fig. 7.23).

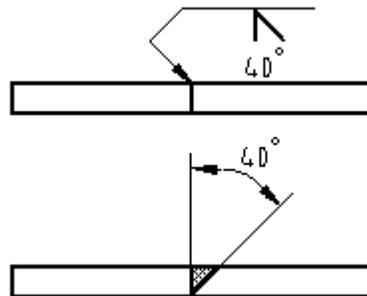


Fig. 7.23. Soldadura con bisel de un solo lado.

La soldadura de canal en U se indican como mismo se hacen las soldaduras en V (Fig.7.21), solo se cambia el símbolo básico. Lo mismo ocurre con las soldaduras de canal J, que se designan como se hacen las soldaduras con bisel (Fig. 7.23) pero con su símbolo básico correspondiente.

Las soldaduras de partes curvas o tubulares se indicaran según las figuras (7.24 y 7.25).

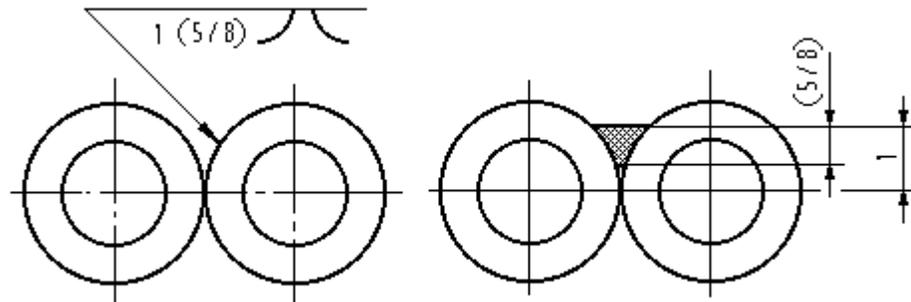


Fig. 7.24. Soldadura de tubos con indicación de la profundidad propuesta (1) y la profundidad efectiva (5/8).

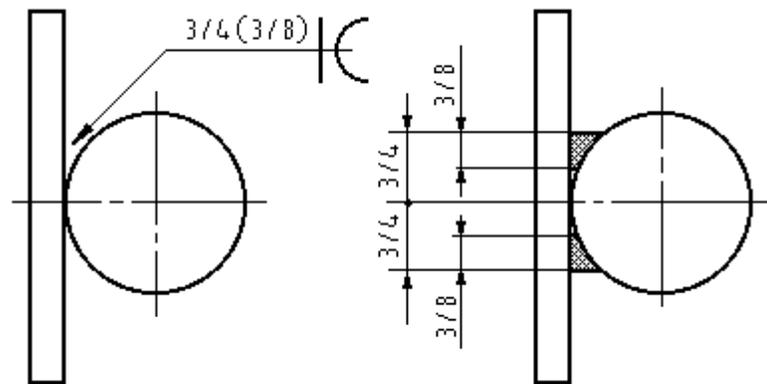


Fig. 7.25. Soldadura de un tubo con una estructura plana. La Línea perpendicular del símbolo siempre a la izquierda, y el valor efectivo de la garganta entre paréntesis.

Soldadura de Conexión. Esta se emplea para unir placas superpuestas, donde una de ellas tiene agujeros por donde se introducirá el metal de aportación (Fig. 7.28).

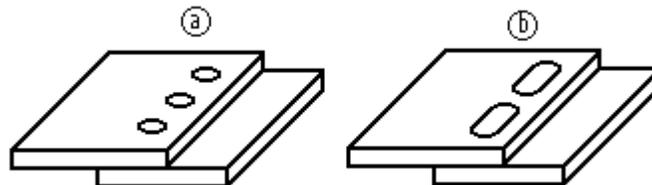


Fig. 7.28. Soldadura de Conexión. a) con agujeros redondos para conexiones, b) con óvalos o alargados para óvalos.

En el caso de los conectores (Fig. 7.28 a), el símbolo en su lado izquierdo indica el diámetro de los agujeros y la cantidad se da entre paréntesis debajo del símbolo, la separación entre agujeros se coloca a la derecha y la profundidad (Fig. 7.29).

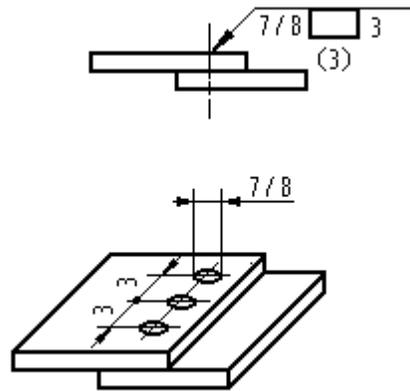


Fig. 7.29. Uso del símbolo para conectores.

En los óvalos, el símbolo lleva a su izquierda la longitud menor del ovalo o ranura, a la derecha la longitud mayor del ovalo o ranura, a continuación separado por un guión la separación entre ranuras medidas desde el centro de estas y dentro del símbolo la profundidad de llenado con el material de aportación. La cantidad de óvalos se indica mediante un numero situado entre paréntesis debajo del símbolo básico. (Fig. 7.30).

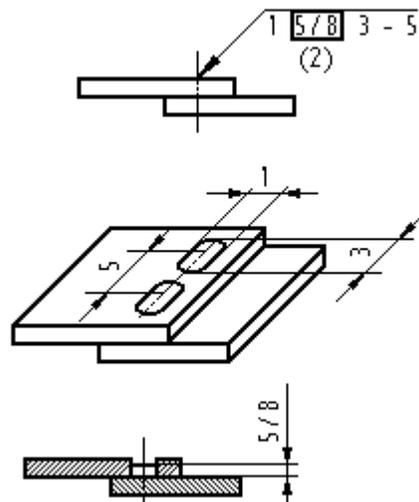


Fig.7.30.Soldadura de conexión en óvalos.

§ 7.6– LIMITACIONES Y DESVENTAJAS DE LA SOLDADURA.

- La soldadura aunque es dentro de las uniones permanentes una de las mas utilizadas, presenta también sus limitaciones:
- La mayoría de las operaciones se realiza de forma manual.
- Son elevados los costos por mano de obra.
- La mayoría de las operaciones requiere de personal especializado.
- Requieren de un elevado consumo de energía.
- Los defectos son difíciles de detectar requiriéndose de tecnologías de punta para la verificación de la calidad y de personal altamente calificado.

CAPÍTULO 8

Uniones Roblonadas.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados a las uniones permanentes realizadas con roblones (uniones remachadas).
- Indicar en los planos de trabajo las uniones realizadas mediante remaches.
- Conocer las características de los diferentes tipos de remaches, así como su empleo en la industria de construcción de maquinarias.

§ 8.1. INTRODUCCIÓN.

Existen otros tipos de uniones fijas que se emplean en la industria de la construcción de maquinarias, y que en su momento jugaron un papel importante en el desarrollo tecnológico, fundamentalmente cuando las uniones por soldadura no estaban tan generalizadas, nos referimos a las uniones por roblones o como más comúnmente se les conoce por remaches, que aun en la actualidad mantienen su vigencia.

§ 8.2. UNIONES POR ROBLONES. DEFINICIONES.

Las uniones por roblones (Fig. 8.3), son aquellas uniones permanentes de dos o más piezas de forma mecánica, donde la unión se realiza mediante un remache (Fig.8.1) que es un dispositivo mecánico que actúa como sujetador permanente, el cual se fabrica de diversos materiales que tienen como propiedades el ser dúctiles, maleables y tenaces en dependencia de los materiales de las piezas a unir y de la resistencia deseada.

Materiales de los remaches

- Hierro forjado.
- Aceros suaves o dulces.
- Aluminio.
- Cobre.
- Algunas aleaciones.

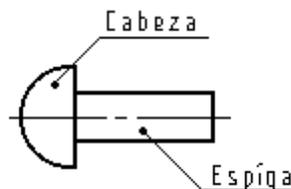


Fig. 8.1. Remache o roblón.

Geométricamente tienen la forma de unos rodillos cilíndricos lisos (Espiga o vástagos) las cuales pueden ser huecas y pasan por los agujeros de las piezas a unir, cuentan con una cabezas por uno de sus extremos las que se le forman al fabricarlos.

Las cabezas pueden tener diferentes formas (Bombeada, embutidas, etc.) en dependencia del empleo que se les dé (Fig.8.2) y su tamaño depende de su aplicación.

Tipos de cabezas de remaches.

- Remaches de cabeza redonda.
- Remaches de cabeza perdida o embutida.
- Remaches de cabeza gotas de sebo
- Remaches de cabeza troncónica.
- Remaches de cabeza chata o plana.
- Remache Universal.

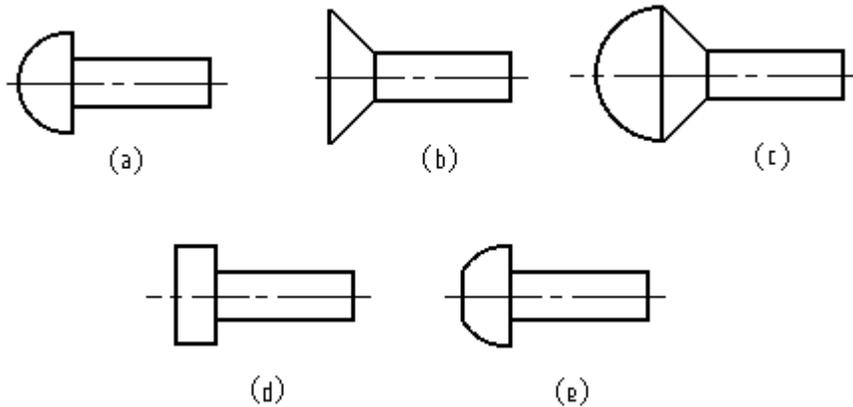


Fig. 8.2. a) Remache de cabeza redonda, b) Remache de cabeza perdida, c) Remache de cabeza gota de sebo, d) Remache de cabeza plana, e) Remache universal.

Para realizar la función de unión, en el otro extremo también se le origina una cabeza estampada (Fig.8.3) en el momento de realizar el remachado que es el nombre que recibe el procedimiento empleado (Fig. 8.4).

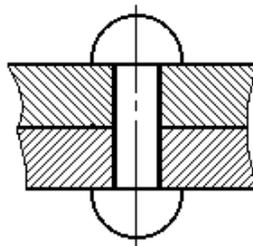


Fig.8.3. Unión remachada.

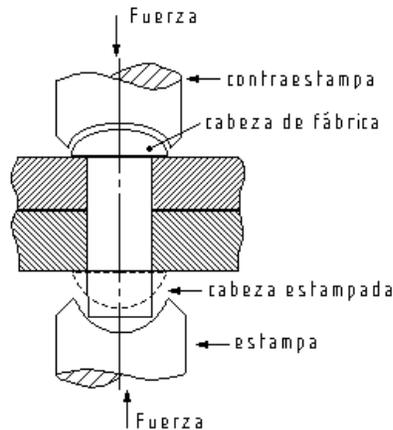


Fig.8.4. Proceso de remachado

Las uniones remachadas se emplean en:

- La unión de estructuras metálicas en la construcción, tanto de puentes como de edificios.
- La unión de planchas de metal en la industria naval, fabricación y construcción de los cascos de los barcos.
- En la industria aeroespacial, fabricación de los fuselajes de los aviones.
- En la fabricación de grandes depósitos de combustible en la industria petrolera.
- En la fabricación de calderas.
- Etc.

Clasificación del roblonado.

El roblonado se clasifica según el lugar donde este se va a realizar o aplicación en:

- Roblonado para calderas de vapor también conocido como de fuerza e impermeable. Este tipo de roblonado debe resistir altas temperaturas, elevadas presiones y debe mantener la hermeticidad.
- Roblonado de recipientes herméticos conocido como impermeable. Este tipo de roblonado debe mantener la hermeticidad y tener cierta resistencia mecánica para resistir presiones.
- Roblonado para construcciones mecánicas y metálicas también conocido como Roblonado de fuerza. Este tipo de roblonado debe resistir la acción de grandes cargas o momentos de fuerzas considerables.

Según la forma de realizar el remachado tenemos:

- Recubrimiento o solape(Fig.8.5).
- Simple cubrejunta (Fig. 8.6).
- Doble cubrejunta (Fig. 8.7).

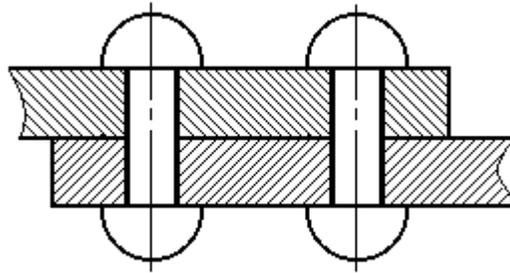


Fig. 8.5. Remachado a solape.

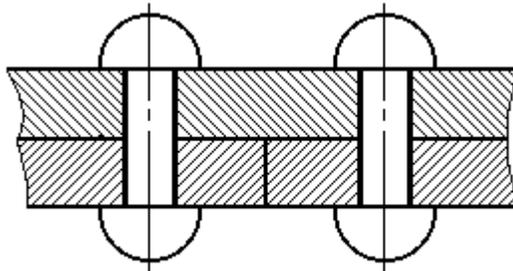


Fig. 8.6. Remachado cubrejunta simple.

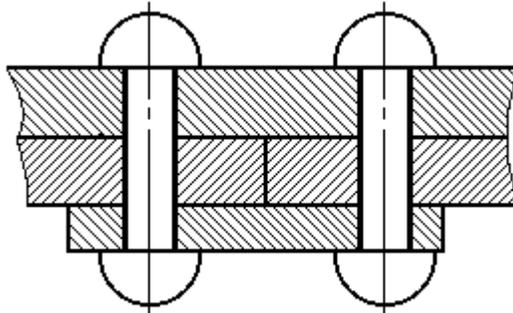


Fig.8.7. Remachado cubrejuntas dobles.

§ 8.3. DIMENSIONES DE LOS REMACHES O ROBLONES.

Las proporciones y dimensiones de los remaches esta normalizadas, y para el cálculo de las mismas se emplean formulas experimentales.

Aunque se puede recomendar que:

- El diámetro de la espiga sea de 1,5 a 2 veces el espesor de la chapa más gruesa que intervenga en la unión.
- La longitud del remache sea la suma del espesor de las planchas a unir mas 1,5 veces el diámetro de la espiga.
- La distancia entre remaches.

Desde el borde al centro del agujero. el mínimo 2 veces el diámetro del remache y el máximo 4 veces el diámetro del remache.

Entre remaches de centro a centro de agujero el mínimo 3 veces el diámetro del remache y como máximo 24 veces el espesor de la chapa mas fina.

§ 8.4. PROBLEMAS DEL REMACHADO.

Entre los problemas más comunes en el remachado tenemos que:

- Para el empleo de los remaches, las planchas deben ser horadadas lo cual debilita la zona de unión.
- Puede ocurrir corrosión galvánica en la zona donde se ponen en contacto metales de diferente naturaleza como son los de las planchas a unir y el remache.
- Los agujeros donde se alojan los remaches deben ser coaxiales y evitar el desplazamiento de las planchas entre sí.

§ 8.5. REMACHES ESPECIALES.

Se emplean generalmente en lugares de difícil acceso o a los cuales se puede acceder por un solo lado, o cuando los esfuerzos a los que estará sometida la unión requieran de remaches de mayor resistencia mecánica y esta no pueda ser satisfecha por los remaches normalizados.

Existen diferentes tipos y en ocasiones estos reciben los nombres de las firmas que los fabrica.

- Remaches ciegos. Geométricamente presentan una espiga cilíndrica hueca y ciega, una cabeza preformada al igual que los remaches corrientes, la segunda cabeza se forma por tracción y rotura del vástago hueco (Fig. 8.8).
- Remaches cherry. Son huecos y con una espiga sensible en su interior que permite que se desprenda después de realizada la unión
- Remaches explosivos. Contiene una carga explosiva en su interior una que explota y amplía el diámetro de la espiga una vez que sea colocada en el agujero donde realizará la unión (Fig. 8.9)
- Tuerca remache es un remache ciego roscado en su interior para permitir enroscar un espárrago o tornillo

En cuanto a los tipos de materiales empleados son similares a los de los remaches normales, con su grado de maleabilidad para evitar que se originen esfuerzos importantes que deterioren las chapas a unir.

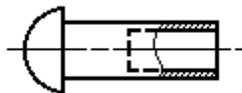


Fig.8.8. Remache ciego

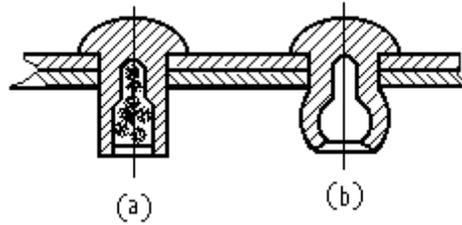


Fig. 8.9. Remache explosivo, a) con la carga explosiva, b) después de explotar la carga.

§ 8.6. INDICACIÓN DE LOS REMACHES EN LOS DIBUJOS.

Los remaches o roblones se designan en los planos según el siguiente orden, primero una letra que hace referencia a la forma de la cabeza, seguidamente los números que hacen referencia al diámetro y a la longitud de la espiga, separados por el signo X y a continuación el tipo de material empleado para su fabricación.

Ejemplo:

P 10 X 50 aluminio.

Lo que quiere decir, remache de cabeza plana de 10 mm de diámetro por 50mm de largo de la espiga, fabricado de aluminio.

Las uniones por roblones o remaches cuando se van a representar en los planos tienen algunas características particulares, ya que ellas caen dentro de la clasificación de planos de ensambles o de conjuntos, donde existen una serie de requisitos particulares para hacer este tipo de representación. A continuación haremos daremos algunas de estas consideraciones para el caso de las uniones roblonadas.

Las juntas remachadas no se acostumbra a dibujar de forma detallada, pero de hacerse, solo se representara un roblón, los demás se harán de forma simplificada, dibujando solo el eje en la posición donde corresponda colocar el roblón (Fig.8.10).

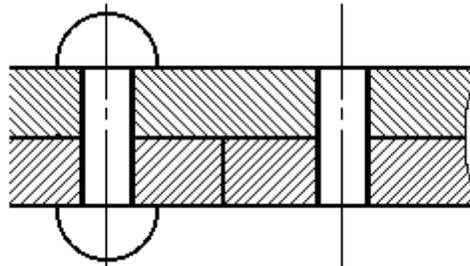


Fig. 8.10. Representación simplificada de una unión roblonada

No se acostumbra a representar las uniones roblonadas de forma detallada, por los que se puede hacer utilizando un esquema para ello (Fig. 8.11) y (Fig.8.12).

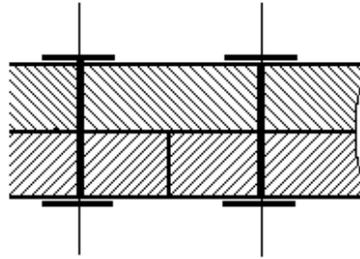


Fig. 8.11. Representación roblonada esquemática en corte.

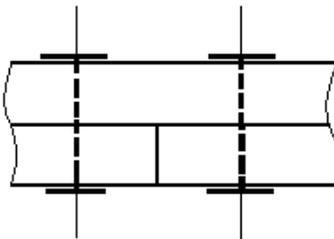


Fig. 8.12. Representación de unión roblonada en vista.

Cuando la vista es superior en los casos de representación simplificada se indicará un agujero con el diámetro normalizado para el agujero y los demás centros de agujeros con líneas de ejes, acotándose las distancias entre filas y columnas de roblones. (Fig. 8.13)

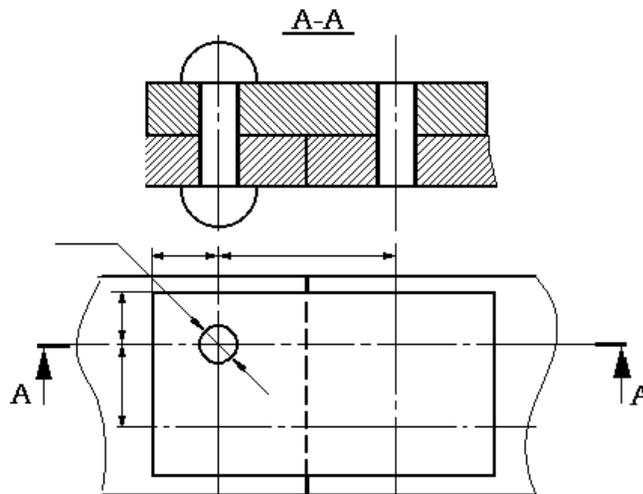
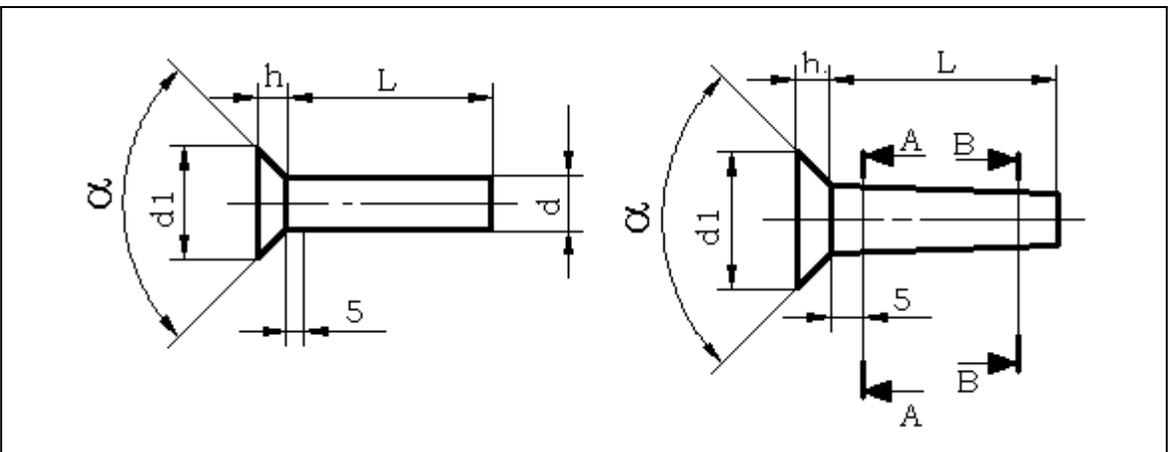


Fig. 8.13. Representación simplificada de un a unión roblonada.

Tabla 8.1. Dimensiones de roblones de cabeza esférica.

Designación	Diámetro de espiga d en mm	Diámetro de la cabeza d1 en mm	Altura de la cabeza h en mm	Radio de la esfera r en mm	Radio de acuerdo r1 en mm	Diámetro del agujero a En mm
E10	10	16	6,5	8	0,5	11
E12	12	19	7,5	9,5	0,6	13
E14	14	22	9	11	0,6	15
E16	16	25	10	13	0,8	17
E18	18	28	11,5	14,5	0,8	19
E20	20	32	13	16,5	1	21
E22	22	36	14	18,5	1	23
E24	24	40	16	20,5	1,2	25
E27	27	43	17	22	1,2	28
E30	30	43	19	24,5	1,6	31
E33	33	53	21	27	1,6	34
E36	36	68	23	30	2	37

Tabla 8.2. Dimensiones de roblones de cabeza plana.



Designación	Diámetro de espiga d mm	Ángulo del cono α en grados	Diámetro cabeza d1 mm	Altura de cabeza h mm	Diámetro del agujero mm
P10	10	75	14,5	3	11
P12	12	75	18	4	13
P14	14	75	21,5	5	15
P16	16	75	26	6,5	17
P18	18	75	30	8	19
P20	20	60	31,5	10	21
P22	22	60	34,5	11	23
P24	24	60	38	12	25
P27	27	60	42	13,5	28
P30	30	45	42,5	15	31
P33	33	45	46,5	16,5	34
P37	37	45	51	18	37

Tabla 8.3. Tolerancias dimensionales de roblones con cabeza esférica.

Designación	Diámetro de Espiga		Diámetro Cabeza d1 mm	Altura cabeza H mm	c mm	Excentricidad u - v mm	L mm
	Sección A-A mm	Sección B-B mm					
E10	+0,3 -0,1	+0,3 -0,6	+0 -1,1	+0,9 -0	2	0,5	Menor de 50mm +2,0%-0%
E12	+0,3 -0,1	+0,3 -0,7	+0 -1,3	+0,9 -0	2	0,5	
E14	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+0 -1,3	+0,9 -0	2	0,5	
E16	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+0 -1,3	+0,9 -0	2	0,5	
E18	+0,3 -0,1	+0,3 -0,9	+0 -1,3	+1,1 -0	2,5	0,5	De 50m a 100mm +1,5%-0%
E20	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+0 -1,6	+1,1 -0	2,5	1	
E22	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+0 -1,6	+1,1 -0	2,5	1	
E24	± 0,3	+0,3 -1,2	+0 -1,6	+1,1 -0	3	1	
E27	± 0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,6	+1,3 -0	3	1	Mayor de 100mm +1,5%-0%
E30	± 0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,6	+1,3 -0	3	1	
E33	± 0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,9	+1,3 -0	3	1,5	
E36	± 0,3	+0,3 -1,4	+0 -1,9	+1,3 -0	3	1,5	

Tabla 8.4. Tolerancias dimensionales de roblones con cabeza plana.

Designación	Diámetro de Espiga		Angulo Cabeza α grados	Altura cabeza h mm	c mm	L mm
	Sección A-A mm	Sección B-B mm				
P10	+0,3 -0,1	+0,3 -0,6	+5 -0	+0,8 -0	2	Menor de 50mm +2,0%-0%
P12	+0,3 -0,1	+0,3 -0,7	+5 -0	+0,8 -0	2	
P 14	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+5 -0	+0,8 -0	2	
P 16	+0,3 -0,1	+0,3 -0,8	+5 -0	+0,8 -0	2	
P 18	+0,3 -0,1	+0,3 -0,9	+5 -0	+1,0 -0	2,5	De 50m a 100mm +1,5%-0%
P 20	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+5 -0	+1,3 -0	2,5	
P 22	+0,3 -0,1	+0,3 -1,1	+5 -0	+1,3 -0	2,5	
P 24	± 0,3	+0,3 -1,2	+5 -0	+1,3 -0	3	
P 27	± 0,3	+0,3 -1,4	+5 -0	+1,3 -0	3	Mayor de 100mm +1,5%-0%
P 30	± 0,3	+0,3 -1,4	+5 -0	+1,5 -0	3	
P 33	± 0,3	+0,3 -1,4	+5 -0	+1,5 -0	3	
P 36	± 0,3	+0,3 -1,4	+5 -0	+1,5 -0	3	

Transmisiones por Engranajes.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados a las transmisiones por engranajes.
- Indicar en los planos de trabajo los diferentes tipos de ruedas dentadas empleadas en las transmisiones por engranajes.
- Conocer las características de los diferentes tipos de ruedas dentadas, así como su empleo en los diferentes tipos de transmisiones.

§ 9.1. INTRODUCCIÓN.

Las transmisiones mecánicas son aquellos mecanismos que se emplean para transmitir la energía mecánica desde una maquina o elemento motor a los órganos de trabajo, pudiendo ocurrir durante la transmisión transformaciones de la velocidad, la fuerza o momentos, y en ocasiones pueden ocurrir también transformaciones del carácter y la ley del movimiento, esta definición abarca un sinnúmero de transmisiones mecánicas de las cuales estudiaremos en este capitulo las transmisiones por engranajes, que pueden ser consideradas las mas difundidas.

Las transmisiones por engranajes pueden ser reconocidas en diversidades de mecanismos, desde relojes y equipos de precisión hasta maquinas de grandes dimensiones, se afirma que la más pequeña rueda dentada se fabricó en Albuquerque (EU), tiene un diámetro de 0.05 mm y se encuentra instalada en un micrómetro de silicón y la mayor posee un diámetro de 93 m y se encuentra en Australia, por lo que las mismas requieren de procesos de fabricación muy complejos dadas las formas de los dientes que deben cumplir condiciones muy estrictas. Los primeros engranajes fueron construidos hace mas de 2000 años, pero su empleo se generaliza a partir de la edad media, considerándose a Leonardo da Vinci como el creador de estos es todas sus formas (Fig.9.1).

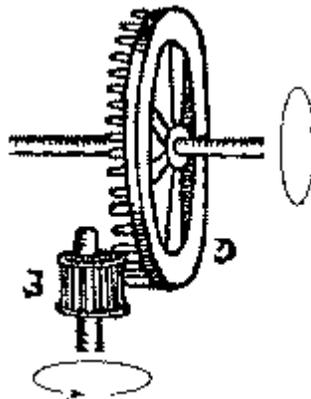


Fig. 9.1. Engranaje primitivo según grabado de Leonardo da Vinci (1452-1519).

§ 9.2. TRANSMISIONES POR ENGRANAJES. CLASIFICACIÓN.

Clasificación de las transmisiones mecánicas.

Las transmisiones mecánicas se dividen en dos grandes grupos atendiendo a la forma en que transmite el movimiento del elemento conductor al conducido en:

- Las transmisiones por engranajes.
- Las transmisiones Por rozamiento.

Y a su vez, las transmisiones mecánicas por engranajes se clasifican atendiendo a la forma de contacto entre los elementos que intervienen en la transmisión del movimiento:

Transmisiones mecánicas por engranajes por contacto directo, entre las que se encuentran las transmisiones por ruedas dentadas y las transmisiones por husillo y tuerca.

Transmisiones mecánicas por engranajes con enlace flexible, ente las que se encuentran las transmisiones por cadena y rueda y las transmisiones por correas dentadas.

Características generales de las transmisiones por engranajes.

- Gran capacidad de carga.
- Compactos.
- Alta eficiencia.
- Transmisión de fuerza sin deslizamiento.
- Seguridad de funcionamiento.
- Gran durabilidad.
- Sencillez en su mantenimiento.
- Ruidosas en algunos casos.
- Complejas y caras en su fabricación.
- Distancia entre centros pequeñas y medias.

Clasificación de los engranajes

La clasificación de los engranajes se pueden hacer de diferentes formas según los autores que las realicen y los parámetros de referencias, pero la mas difundida, emplea como referencia la distribución espacial que presentan los ejes geométricos de rotación de las ruedas.

Se clasifican en tres grupos.

1. Ejes paralelos (Fig.9.2):

- Engranajes de ruedas cilíndricas de dientes rectos.
- Engranajes de ruedas cilíndricas con dientes helicoidales.
- Engranajes de ruedas cilíndricas con dientes bihelicoidales.
- Engranajes de ruedas elípticas.
- Engranajes de linterna.(Fig.9.1)

- Engranajes beveloide.

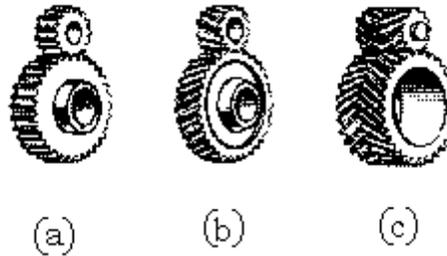


Fig. 9.2 Engranaje por eje paralelo. a)rueda cilíndrica diente recto, b)rueda cilíndrica diente helicoidal, c)rueda cilíndrica diente bihelicoidales.

2. Ejes concurrentes.(Fig.9.3)

- Engranajes de ruedas cónicas de dientes rectos.
- Engranajes de ruedas cónicas de dientes helicoidales.
- Engranajes de ruedas cónicas de dientes circulares.
- Engranajes de ruedas cónicas de dientes cicloidales.
- Engranajes de ruedas cónicas de dientes evolventes.
- Engranajes de ruedas cónicas de dientes bihelicoidales.
- Engranajes de ruedas cónicas plana y rueda cilíndrica.

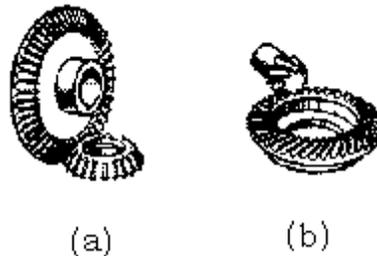


Fig.9.3. Engranajes ejes concurrentes. a)rueda cónica dientes rectos, b)rueda cónica dientes helicoidales.

3. Ejes cruzados.(Fig.9.4)

- Engranajes helicoidales.
- Engranajes de tornillo sin fin cilíndrico.
- Engranajes de tornillo sinfin globoidal.
- Engranajes hipoidales.
- Engranajes espiroidales.
- Engranajes helicón.

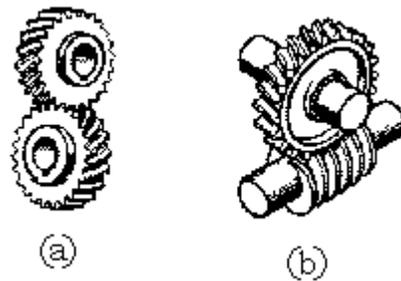


Fig.9.4. Engranajes ejes cruzados. a)Dientes helicoidales, b)tornillo sinfn.

9.2. FINALIDAD MECÁNICA DE LOS ENGRANAJES.

La teoría de los engranajes corresponde al estudio de los mecanismos, pero la representación y especificaciones para su fabricación se encuentra en la norma ISO 1340, Nch1627 del 94, por lo que se debe estar familiarizado con sus proporciones y nomenclaturas.

Los engranajes son órganos mecánicos destinados a transmitir movimientos de un eje a otro, cuando dichos ejes están a poca distancia entre sí. El objetivo puede ser el transmitir potencia, cambiar el sentido de giro o bien reducir o aumentar el número de revoluciones.

Los engranajes son ruedas que tienen dientes por su parte exterior e interior, dependiendo del tipo de trabajo que van a efectuar, son construidos de tal manera que en cada par de engranajes las salientes de uno se introducen en los vaciados del otro produciéndose el movimiento, no por rozamiento, como sucede en las ruedas de fricción, si no por empuje directo, de dos ruedas que se engranan entre sí. Si una es sencillamente más grande que la otra esta se llamara "RUEDAS" y la otra más pequeña se llamara "PIÑON" (Fig.9.5).

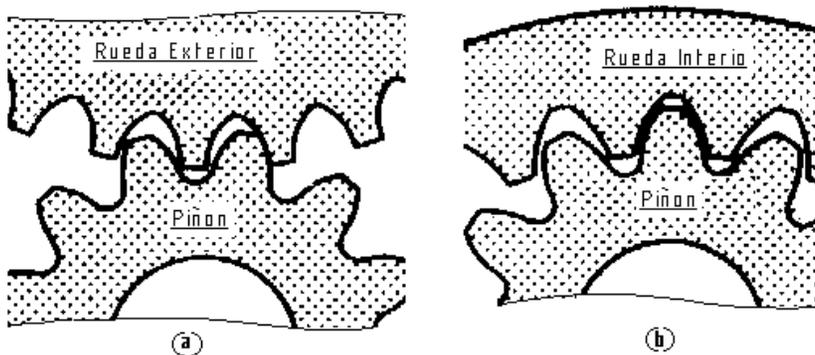


Fig.9.5. a) Engranaje exterior, b) Engranaje Interior.

Partes de una rueda dentada

En una rueda dentada hay que distinguir las siguientes partes (Fig. 9.6):

Cubo O Masa: Es la parte central del engranaje la cual abraza al eje y queda unida a él por intermedio de una chaveta o pasador.

Rayos : Son aquellos elementos que están encargados de unir las llantas con la masa, los cuales pueden ser remplazados por una parte maciza o bien en forma de plato (disco)

Llanta O Corona: es aquel anillo circular en la cual van tallados los dientes.

Dientes : son los elementos, como ya se dijo anteriormente que están destinados a la transmisión del movimiento en forma de engrane de unos con otro en un par de ruedas dentadas.

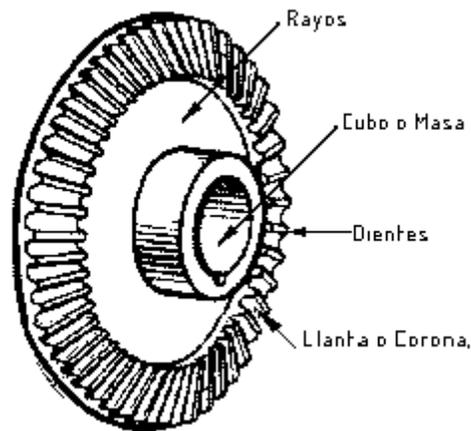


Fig.9.6 .Partes de las ruedas dentadas

Partes De Un Diente

Las partes que componen un diente de un engranaje son las siguientes (Fig. 9.7):

Cabezas : Es la parte considerada desde diámetro primitivo hacia el diámetro exterior, mirado un diente de frente.

Pie : Es la parte considerada desde el diámetro primitivo hacia el diámetro interior, mirando un diente de frente.

Flanco : Es la superficie lateral de un diente, donde se produce la rodadura o empuje de un diente con otro.

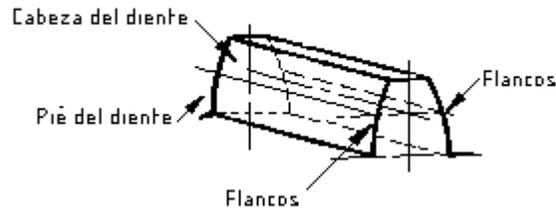


Fig.9.7. Partes del diente

Nomenclatura para el estudio de los engranajes.

Los parámetros que permiten definir un engranaje y la nomenclatura empleada en ellos son (Fig.9.8):

- **Circunferencia primitiva (R)**, o *de paso*: la del cilindro rodante o de fricción equivalente o de referencia.
- **Circunferencia de holgura** o circunferencia básica.
- **Circunferencia exterior (Re)**: llamada también *de cabeza* o de cresta o *de addendum*.
- **Circunferencia interior (Rp)**: Llamada también *de fondo*, *de pie* o *de dedendum*.
- **Anchura de cara o Longitud del diente**: dimensión del diente medida en dirección axial.
- **Addendum (a)**: distancia radial entre la c. primitiva y la de cabeza.

$$a = R_e - R \quad (9.1)$$

- **Dedendum (d)**: distancia radial entre la c. primitiva y la de pie:

$$d = R - R_p \quad (9.2)$$

- **Paso circular (p)**: distancia entre dos puntos homólogos de dos dientes consecutivos. En general, se mide sobre la c. primitiva:

$$p = 2 \delta R / z \quad (9.3)$$

- **Paso angular (p a)**: ángulo entre dos puntos homólogos de dos dientes consecutivos.

$$p a = 2 \delta / z \quad (9.4)$$

- **Hueco (v)**: anchura del hueco entre dientes sobre la c. primitiva:

$$v = p - e \quad (9.5)$$

- **Juego (j)**: diferencia entre el hueco de un diente y el espesor del que engrana con él:

$$j = h d - e 2 \quad (9.6)$$

- **Holgura o espacio libre de fondo (c):** diferencia entre el dedendum de un diente y el addendum del que engrana con él:

$$c = 12 - a d \quad (9.7)$$

- **Altura del diente (h):** distancia radial entre la c. de pie y la de cabeza
- **Espesor del diente (e):** medido sobre la c. primitiva.
- **Nº. de dientes (z):** Nº de dientes que tiene el engranaje.
- **Módulo o paso diametral (M):** cociente entre el diámetro primitivo del engranaje y el Nº de dientes (Fig.9.9):

$$M = 2R/z = p/\delta \quad (9.8)$$

- Piñón, rueda, borde superior o cabeza, cara (copa), flanco, fondo o borde inferior y radio de acuerdo o chaflán.

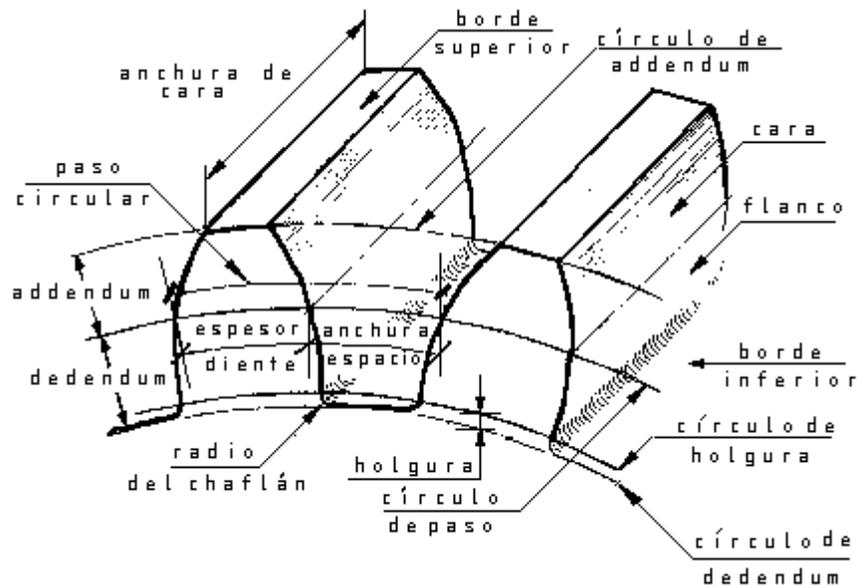


Fig. 9.8. Dimensiones fundamentales de los engranajes de dientes rectos

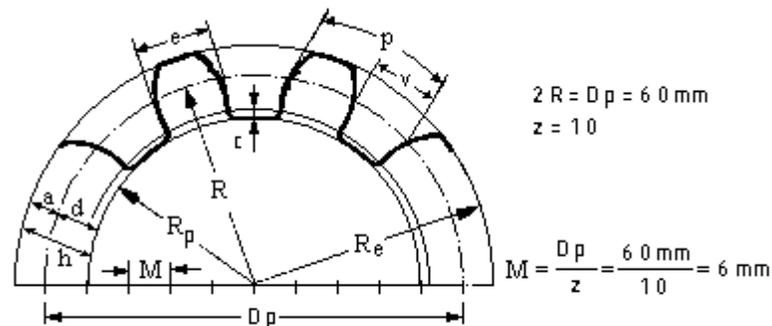


Fig. 9.9. Representación gráfica del módulo o paso diametral.

9.2. TIPOS DE ENGRANAJES

Cilíndricos.

Los engranajes cilíndricos existen de dientes rectos (Fig.9.10) que transmiten movimiento entre arboles paralelo y de dientes helicoidales que transmiten movimientos entre arboles paralelos, entre arboles que se cruzan y entre árboles perpendiculares.

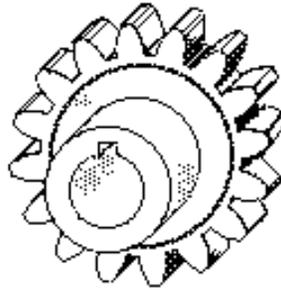


Fig. 9.10. Rueda dentada cilíndrica de dientes rectos.

Se fabrican a partir de un disco cilíndrico, cortado de una plancha o de un trozo de barra maciza redonda. Este disco se lleva al proceso de fresado en donde se retira parte del metal para formar los dientes. Estos dientes tienen dos orientaciones: dientes rectos (paralelos al eje) y dientes helicoidales (inclinados con respecto al eje). Los engranajes de diente recto son más sencillos de fabricar y por eso mucho más baratos, la transmisión del movimiento se realiza por medio de los dientes, quienes se empujan sin resbalar. En el caso de los dientes helicoidales los dientes se empujan y resbalan entre sí, parte de la energía transmitida se pierde por roce y el desgaste es mayor. La ventaja de los helicoidales es la falta de juego entre dientes que provoca un funcionamiento silencioso y preciso. Los engranajes cilíndricos se aplican en la transmisión entre ejes paralelos y que se cruzan, para facilitar la puesta en marcha y la detención de un mecanismo es importante que el engranaje tenga poca masa, esto se logra quitando material a la llanta. Puede fabricarse una llanta delgada, con perforaciones o simplemente sacar la llanta y reemplazarla por rayos. El proceso de fabricación es el maquinado con fresas u otro mecanismo de corte, dependiendo del tamaño del engrane.

Para que la relación de transmisión cinemática del engranaje se mantenga constante, los dientes de la rueda y el piñón deben tener perfiles conjugados, esta condición de contacto se observa si ellos engranan correctamente con la cremallera de referencia, estos parámetros pueden ser determinados de aquellos perfiles más difundidos (Fig.9.11) y normados; según la mayoría de las normas internacionales como la ISO 57-74 y la AGMA201.02-68 (EU) este valor debe ser de $\alpha = 20^\circ$, $ha^* = 1$, $c^* = 0,25$.

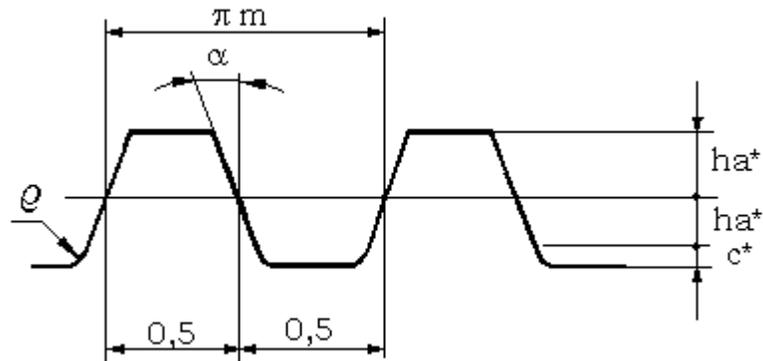


Fig.9.11. Perfil de cremallera básica normalizada.

Según la ISO 54-77 los valores de modulo normal recomendado son:
 $m=1 \text{ _ } 1,25 \text{ _ } 1,5 \text{ _ } 2 \text{ _ } 2,5 \text{ _ } 3 \text{ _ } 4 \text{ _ } 5 \text{ _ } 6 \text{ _ } 8 \text{ _ } 10 \text{ _ } 12 \text{ _ } 16 \text{ _ } 20 \text{ _ } 25\text{mm}.$

En los planos de trabajo de las ruedas cilíndricas (Fig.9.12), se traza en la vista principal la rueda en corte, acotándose fundamentalmente las siguientes dimensiones:

- Diámetro de cresta.
- Diámetro de referencia.
- Ancho del dentado.
- Biseles.

En la vista lateral de existir se realiza de forma parcial, destacando las dimensiones del agujero de montaje de la rueda sobre el árbol, además deben ser indicadas las tolerancias de fabricación tanto de forma y posición y las tolerancias dimensionales, así como las rugosidades, tratamientos y recubrimientos, también los requisitos técnicos para su fabricación.

Estos planos se acompañaran de tablas de parámetros en dependencia del tipo de dentado cilíndrico (Tabla.9.1) o helicoidal (Tabla.9.2).

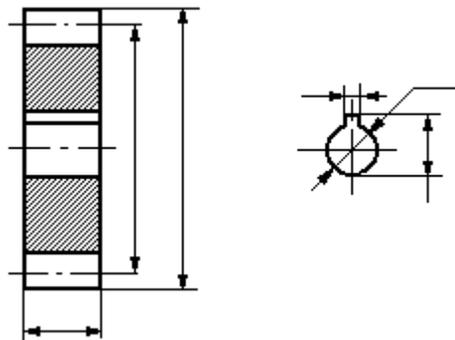


Fig.9.12. Rueda cilíndricas dimensiones fundamentales.

MÓDULO		M	
NÚMERO DE DIENTES		Z1	
CREMALLERA BÁSICA NORMALIZADA		SEGÚN NORMA	
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN		X	
CLASE DE PRECISIÓN			
DATOS PARA EL CONTROL DE LA POSICIÓN DE LOS FLANCOS OPUESTOS			
DIÁMETRO DE REFERENCIA		Dd	
RUEDA CONJUGADA	NÚMERO DE DIENTES	Z2	
	CÓDIGO DEL PLANO		
30		40	
		10	
		25	
105			

Tabla. 9.1. Tabla de parámetros de la Rueda cilíndrica dientes rectos.

MÓDULO		M	
NÚMERO DE DIENTES		Z1	
ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LA HÉLICE		β	
SENTIDO DE LA DIRECCIÓN DE LA HÉLICE			
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN		X	
CLASE DE PRECISIÓN			
CREMALLERA BÁSICA NORMALIZADA		SEGÚN NORMA	
DATOS PARA EL CONTROL DE LA POSICIÓN DE LOS FLANCOS OPUESTOS			
DIÁMETRO DE REFERENCIA		Dd	
RUEDA CONJUGADA	NÚMERO DE DIENTES	Z2	
	CÓDIGO DEL PLANO		
30		40	
		10	
		25	
105			

Tabla.9.2. Tabla de parámetros de la rueda cilíndrica helicoidal.

En los casos en que las ruedas dentadas presenten dentado múltiple (Fig. 9.13) se acompañaran de la Tabla 9.3.

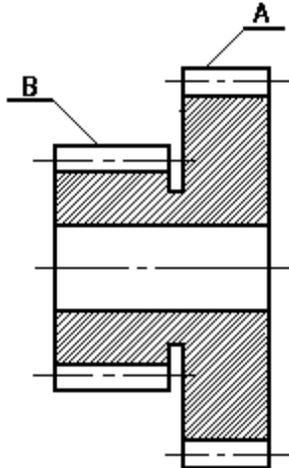


Fig. 9.13. Engranaje múltiple.

103	20	DENTADURA		A	B	
	F	MÓDULO	M			
	F	NÚMERO DE DIENTES	Z1			
	F	CREMALLERA BÁSICA NORMALIZADA	SEGÚN NORMA			
	12	COEFICIENTE DE CORRECCIÓN	X			
	F	CLASE DE PRECISIÓN				
	F	DATOS PARA EL CONTROL DE LA POSICIÓN DE LOS FLANCOS OPUESTOS				
	20	DIAMETRO DE REFERENCIA	Dd			
	12	RUEDA CONJUGADA	NÚMERO DE DIENTES	Z2		
	12		CÓDIGO DEL PLANO			
		30	40	10	25	
		130				

Tabla. 9.3. Tabla de parámetros de ruedas cilíndricas múltiples.

En cualquiera de las tablas los datos para el control de la posición de los flancos opuestos puede variar. Por lo que en dicha casilla pueden aparecer diferentes datos a pares de datos como son:

- a) Cuerda constante (Sc) y altura de la cuerda constante (hc).

- b) Longitud normal común (W) y Numero de dientes a medir (Zw).
- c) Espesor cordal (Sy) y Altura hasta la cuerda (hag)
- d) Diámetro del rodillo o bola (d) y dimensión sobre rodillos (Mr) o dimensión sobre bolas (Mb).

Cónicos:

Los engranajes cónicos (Fig. 9.14) sirven para transmitir el movimiento entre dos ejes que generalmente se encuentran a 90° y se llaman engranajes cónicos de ángulos rectos en algunos casos el ángulo es mayor o menor de 90° y se llaman entonces engranajes cónicos con ángulo obtuso o agudo según los casos.

Se fabrican a partir de un trozo de cono, formándose los dientes por fresado de su superficie exterior. Estos dientes pueden ser rectos, helicoidales o curvos. Esta familia de engranajes soluciona la transmisión entre ejes que se cortan y que se cruzan.

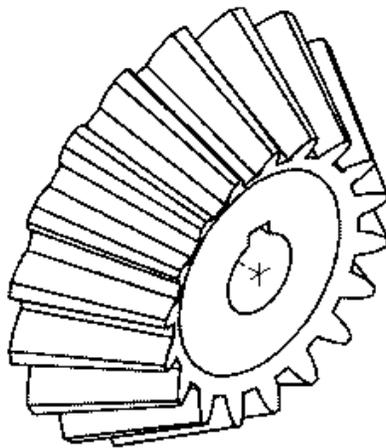


Fig.9.14. Engranaje Cónico

Geometría de la rueda cónica. Dimensiones Principales (Fig.9.15).

- **Cono primitivo:** superficie cónica, coaxial a la rueda, que se toma como referencia para definir las dimensiones del dentado.
- **Vértice:** vértice del cono primitivo.
- **Ángulo del cono primitivo (α):** ángulo entre el eje y la generatriz del cono primitivo.
- **Longitud de la generatriz del cono primitivo (R):** distancia entre el vértice y el cono complementario externo, medida siguiendo una generatriz del cono primitivo.

$$R = d / 2 \operatorname{sen} \alpha \quad (9.9)$$

- **Círculo primitivo:** intersección del cono primitivo con el cono complementario externo.
- **Diámetro primitivo (d):** diámetro del círculo primitivo.
- **Cono complementario externo:** cono cuyas generatrices son perpendiculares a las del cono primitivo en el extremo exterior de la longitud del diente.

- **Cono complementario interno:** cono cuyas generatrices son perpendiculares a las del cono primitivo en el extremo interior de la longitud del diente.
- **Cono de cabeza:** superficie cónica, coaxial a la rueda, que limita las cabezas de los dientes.
- **Ángulo del cono de cabeza (α):** ángulo entre el eje y la generatriz del cono de cabeza.
- **Círculo de cabeza:** intersección del cono de cabeza con el cono complementario externo.
- **Diámetro de cabeza (d_a):** diámetro del círculo de cabeza.

$$d_a = d + 2h \cos \alpha \quad (9.10)$$

- **Cono de pie:** superficie cónica, coaxial a la rueda, que limita los pies de los dientes.
- **Ángulo del cono de pie (β):** ángulo entre el eje y la generatriz del cono de pie.
- **Círculo de pie:** intersección del cono de pie con el cono complementario externo.
- **Diámetro de pie (d_f):** diámetro del círculo de pie.

$$d_f = d - 2h_f \cos \beta \quad (9.11)$$

- **Perfil circunferencial:** sección de los flancos de los dientes por el cono complementario externo.
- **Superficie de referencia:** superficie plana de la rueda dentada con relación a la cual se determina su posición.
- **Distancia de referencia:** distancia entre el vértice y la superficie de referencia.
- **Número de dientes (z):** es el número de dientes de la rueda.
- **Paso (p):** longitud del arco de la circunferencia primitiva comprendido entre dos flancos homólogos consecutivos.

$$p = \pi d / z \quad (9.12)$$

- **Modulo (m):** es la relación entre el diámetro primitivo expresado en milímetros y el número de dientes de la rueda. Su valor está normalizado.

$$m = d / z \quad (9.13)$$

- **Espesor del diente (s):** longitud del arco de la circunferencia primitiva comprendido entre los dos flancos de un diente.

$$s = p / 2 \quad (9.14)$$

- **Longitud del diente (b):** longitud de la parte dentada, medida siguiendo la generatriz del cono primitivo.
- **Altura de cabeza del diente (h_a):** distancia radial entre la circunferencia de cabeza y la circunferencia primitiva, medido siguiendo una generatriz del cono complementario externo.

$$h_a = m \quad (9.15)$$

- **Ángulo de cabeza de diente (δ):** ángulo entre las generatrices del cono de cabeza y del cono primitivo.

$$\delta_a = a - a \delta \text{ tang } \delta_a = ha/R \quad (9.16)$$

- **Altura de pie de diente (hf):** distancia radial entre la circunferencia de pie y la circunferencia primitiva, medido siguiendo una generatriz del cono complementario externo.

$$hf = 1,25m \quad (9.17)$$

- **Angulo de pie de diente (δ_f):** ángulo entre las generatrices del cono de pie y del cono primitivo.

$$\delta_f = f - a \delta \text{ tang } \delta_f = hf/R \quad (9.18)$$

- **Altura de diente (h):** distancia radial entre la circunferencia de cabeza y la circunferencia de pie, medido siguiendo una generatriz del cono complementario externo.

$$h = ha + hf \quad (9.19)$$

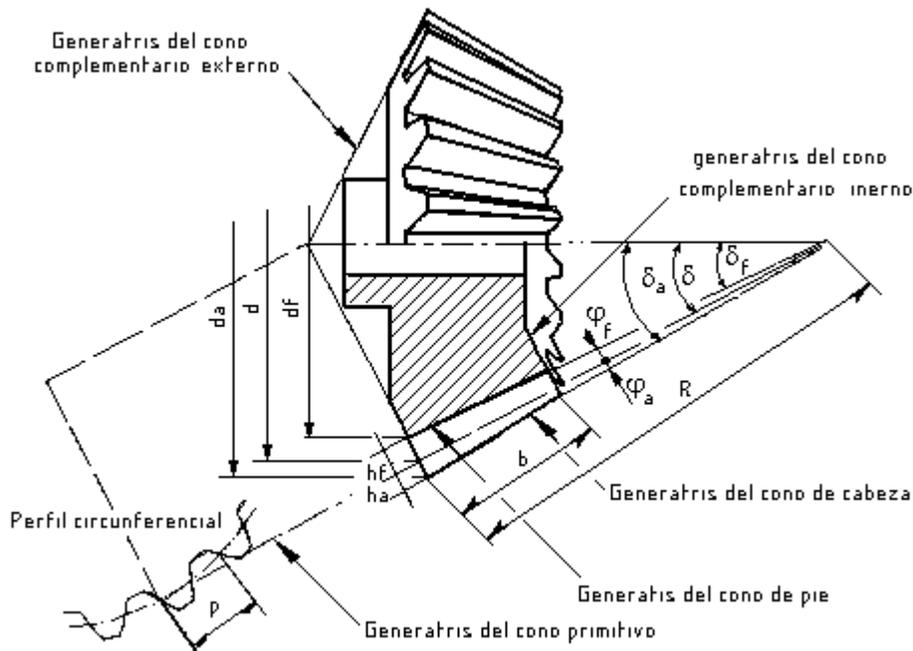


Fig.9.15. Geometría de la rueda cónica.

Representación Y Acotación

En la rueda cónica la representación (Fig.9.16) se realiza al igual que las ruedas cilíndricas, con la vista frontal en corte y la lateral de forma parcial con las dimensiones

fundamentales del agujero para el acoplamiento de la rueda con el árbol, también deben acotarse las rugosidades correspondientes, así como las tolerancias dimensionales y las de forma y posición, los tratamientos y recubrimientos y los requisitos técnicos de fabricación.

En la representación de la rueda se observa la convergencia de los vértices de los conos: primitivo, de cabeza y de pie, en el vértice de la rueda; así como la perpendicularidad entre las generatrices de los conos complementarios y las generatrices del cono primitivo.

Este plano de trabajo también requiere de una tabla de parámetros (Tabla 9.4) donde al igual que en los casos de las ruedas cilíndricas los datos de control pueden variar.

En casos de ruedas dentadas cónicas del tipo múltiple la tabla de parámetros se realizara como en las cilíndricas, y de existir ruedas dentadas compuestas se colocaran las tablas correspondientes para cada tipo de dentado.

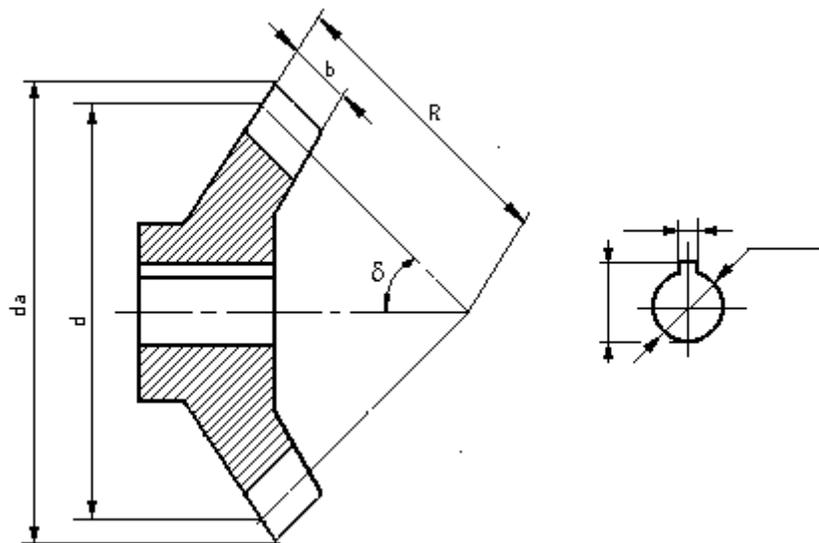


Fig. 9.16. Acotado de ruedas cónicas.

MÓDULO CIRCULAR EXTERIOR	M_e		
NÚMERO DE DIENTES	Z_1		
TIPO DE DIENTE	—	RECTO	
CREMALLERA BÁSICA NORMALIZADA		SEGÚN NORMA	
COEFICIENTE DE CORRECCIÓN	x	0	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL GRUESO DEL DIENTE	x_t	0	
CLASE DE PRECISIÓN	—		
DIMENSIONES DEL DIENTE EN LA SECCIÓN DE MEDICIÓN			
ÁNGULO INTERAXIAL	Σ		
MÓDULO CIRCULAR MEDIO	m_m		
ALTURA EXTERIOR DEL DIENTE	h_e		
RUEDA CONJUGADA	NÚMERO DE DIENTES	Z_2	
	CÓDIGO DEL PLANO		

Tabla 9.4. Tabla parámetros de ruedas dentadas cónicas de dientes rectos

Engranajes Helicoidales

Los dientes de estos engranajes (Fig.9.17) no son paralelos al eje de la rueda dentada, sino que se enroscan en torno aleje en forma de hélice. Estos engranajes son apropiados para grandes cargas porque los dientes engranan formando un ángulo agudo, en lugar de 90° como en un engranaje recto. Los engranajes helicoidales sencillos tienen la desventaja de producir una fuerza que tiende a mover las ruedas dentadas a lo largo de sus ejes. Esta fuerza puede evitarse empleando engranajes helicoidales dobles, o bihelicoidales, con dientes en forma de V compuestos de medio diente helicoidal dextrógiro y medio diente helicoidal levógiro. Los engranajes hipoides son engranajes cónicos helicoidales utilizados cuando los ejes son perpendiculares pero no están en un mismo plano. Una de las aplicaciones más corrientes del engranaje hipoide es para conectar el árbol de la transmisión con las ruedas en los automóviles de tracción trasera. A veces se denominan de forma incorrecta engranajes en espiral los engranajes helicoidales empleados para transmitir rotación entre ejes no paralelos. Otra variación del engranaje helicoidal es el engranaje de husillo, también llamado tornillo sin fin. En este sistema, un tornillo sin fin largo y estrecho dotado de uno o más dientes helicoidales continuos engrana con una rueda dentada helicoidal. La diferencia entre un engranaje de husillo y un engranaje helicoidal es que los dientes del primero se deslizan a lo largo de los dientes del engranaje impulsado en lugar de ejercer una

presión de rodadura directa. Los engranajes de husillo se utilizan para transmitir rotación (con una gran reducción de velocidad) entre dos ejes perpendiculares.

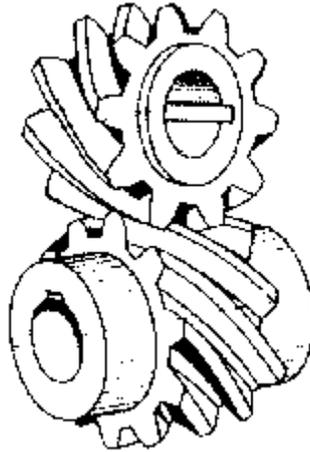


Fig. 9.17. Engranaje helicoidal.

Tornillo Sin Fin Y Corona:

A sí llaman las ruedas dentadas que engranan con un tornillo de filete trapecoidal (Fig.9.18). Se pueden considerar como engranajes helicoidales en los cuales, una rueda toma la forma de un anillo, y la otra de una rueda con los dientes inclinados como los filetes de un tornillo.

Transmiten el movimiento entre ejes perpendiculares situados en distintos planos se emplean donde se requiere una acción silenciosa y gran reducción de velocidad también se usa para aumentar la potencia y para los sistemas irreversibles, es decir, que siempre es el sinfín el que manda la rueda. Generalmente este mecanismo se hace trabajar en cajas cerradas llenas de aceite o grasas.

Este mecanismo se compone de un tornillo cilíndrico o hiperbólico y de una rueda (corona) de diente helicoidal cilíndrica o acanalada. Es muy eficiente como reductor de velocidad, dado que una vuelta del tornillo provoca un pequeño giro de la corona. Es un mecanismo que tiene muchas pérdidas por roce entre dientes, esto obliga a utilizar metales de bajo coeficiente de roce y una lubricación abundante, se suele fabricar el tornillo de acero y la corona de bronce.

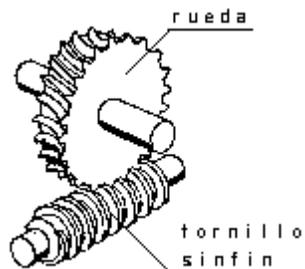


Fig.9.18. Transmisión por tornillo sinfin y corona.

Cremalleras

Se denomina cremallera, a dos elementos que engranan de los cuales uno es en forma de engranaje recto y el otro de una barra dentada.

Transmiten el movimiento rectilíneo de un eje a un plano. Se emplean donde se tienen que mover mecánicamente un elemento en sentido rectilíneo alternado, como en los casos de instrumentos ópticos (Microscopios, Proyectoras), desplazamiento de órganos de máquinas herramientas (Cabezales de taladros. Tornos, fresadoras, etc.).

El sistema esta formado por una rueda dentada (piñón) que engrana con la cremallera (que es un prisma rectangular con una de sus caras con dientes tallados, los cuales pueden ser rectos o curvos).

Ventajas Y Desventajas De La Transmisión Por Engranajes

- Debido a la forma curva de los perfiles de los dientes es de envolvente o cicloidal el movimiento transmitido por un par de ruedas dentadas es de rodadura pura.
- Además la relación de rotaciones con velocidad angular de la transmisión engranajes, es uniforme. Por esta razón se aplica como reductor o multiplicador de velocidades en máquinas en las que se requiere una velocidad específica y que no tenga alteraciones o fluctuaciones de velocidad.
- Los engranes proporcionan a las máquinas una gradación utilizable de relaciones de velocidad.
- Los engranes permiten grandes transmisiones de potencia desde el eje de una fuente de energía hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo sin pérdidas de energía.
- Los engranes tienen como desventaja que no pueden transmitir potencia entre distancias grandes entre centros para estos casos se utiliza poleas o cadenas.
- Los engranes tienen un costo elevado comparado con los otros tipos de transmisión por cadenas y las poleas.

§ 9.3. PERFILES DE LOS DIENTES.

El trazado del perfil de los dientes es sumamente importante, ya que de ello depende que no existan choques o contactos bruscos entre los engranajes, se ha normalizado la forma que deben tener los perfiles para que cumpla con este requisito, así como con los requisitos de fácil trazado del dibujo y economía. de hay que se escogieran las curvas cíclicas dentro de las que se encuentran:

Cicloidales.

Es poco empleado, excepto en relojería.

- **Cicloide:** curva engendrada por un punto de un círculo que rueda sin resbalar sobre una recta fija.
- **Epicicloide:** curva engendrada por un punto de un círculo que rueda sin resbalar, apoyado exteriormente sobre una circunferencia de mayor diámetro que está fija.
- **Hipocicloide:** curva engendrada por un punto de un círculo que gira sin resbalar, apoyado interiormente sobre una circunferencia que está fija.
- **Pericicloide:** curva engendrada por el punto de una circunferencia que rueda sin resbalar sobre un círculo fijo interior a ella, ambos en un mismo plano

Evolvente de círculo.

La evolvente del círculo (Fig.9.19), es una curva engendrada por el punto de una recta que gira sin resbalar sobre una circunferencia que está fija. Este es un perfil que se emplea en la mayor parte de los engranajes por lo que realizaremos un explicación mas detallada de la misma.

La Evolvente es una curva tal que el lugar geométrico de los centros de curvatura de todos sus puntos forma una circunferencia. De forma intuitiva, el perfil de Evolvente se obtiene al desarrollar, manteniéndolo tenso, un hilo de una circunferencia y dibujar la trayectoria de uno de sus puntos.

La circunferencia sobre la que se desarrolla se denomina Circunferencia Base, o también, evoluta. Conocido el punto por donde debe de pasar el perfil, se puede calcular por puntos el correspondiente perfil de Evolvente. Se traza la tangente a la circunferencia base desde el punto (A), se divide en segmentos iguales y se avanza sobre la circunferencia base trasladando esos segmentos. Desde cada nuevo punto se traza la tangente (cada vez con un segmento menos), para acabar uniendo los extremos de las sucesivas tangentes.

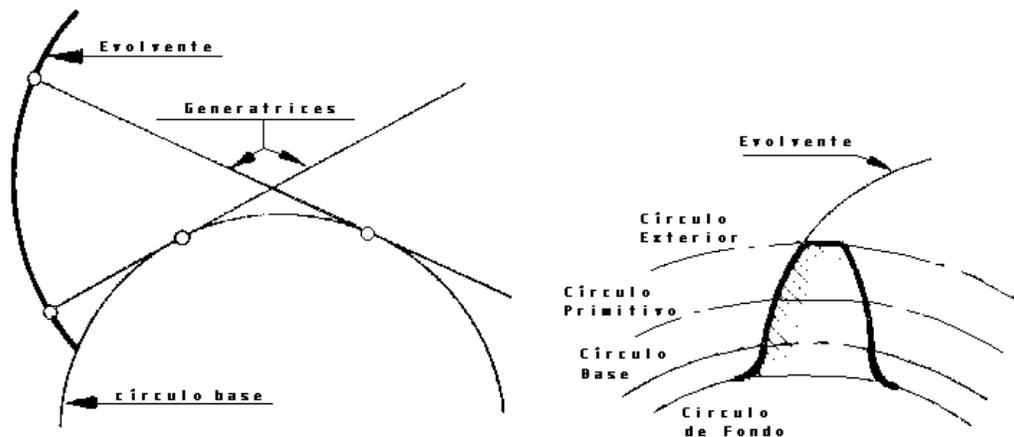


Fig. 9.19.La Evolvente

Entre las propiedades de los perfiles de evolvente están:

- La línea de engrane es una recta. Llamábamos *línea de engrane* al lugar geométrico de los puntos de contacto entre perfiles conjugados. En el caso de los perfiles de

evolvente la línea de engrane es AB: la tangente común a las circunferencias base de ambos perfiles

- La normal a los perfiles de evolvente, que coincide con la línea de engrane, da la dirección de transmisión de los esfuerzos
- El ángulo α que forma la línea de engrane con la horizontal, recibía el nombre de *ángulo de presión*. El ángulo de presión en este caso es constante, lo que resulta beneficioso desde el punto de vista dinámico.
- El perfil del diente, o sea la forma de sus flancos, está constituido por dos curvas evolvente de círculo, simétricas respecto al eje que pasa por el centro del mismo.

Trazado práctico de la evolvente de círculo.

Para el trazado práctico de la evolvente de círculo (Fig. 9.20) se procede de la siguiente forma: se traza con radio cualquiera R y centro en O la circunferencia base, de la cual se toma un determinado arco. A partir de un punto inicial o sobre este arco se efectúan divisiones con los puntos a, b, c y d a partir de los cuales se trazan los radios Oo, Oa, Ob, Oc y Od. Se trazan las rectas perpendiculares a estos radios: aA, bB, cC y dD. Haciendo centro sucesivamente en a, b, c y d, con radios ao, bA, cB y dC respectivamente, se trazan los arcos oA, AB, BC y CD, resultando con aproximación suficiente la curva oABCD la evolvente del círculo. Con esta curva se está en condiciones de trazar el perfil del diente a evolvente de círculo

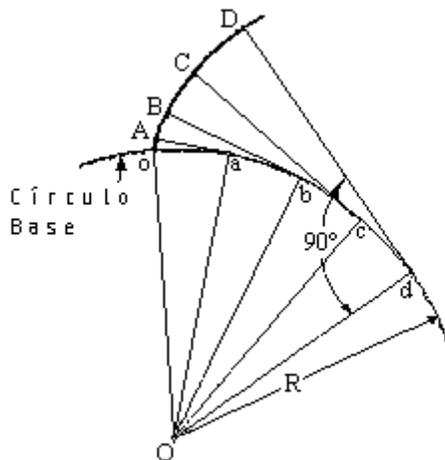


Fig.9.20. Trazado práctico perfil del diente.

Trazado practico del perfil del diente de evolvente del círculo.

Para efectuar el dibujo de un engranaje, el cual no exige una gran exactitud, se procede de la siguiente manera (Fig. 9.21): tomando el engranaje cuya circunferencia primitiva tiene radio $R_p = OC$ y centro el punto O; se conocen las alturas a y d de la cabeza y del pié del diente respectivamente, lo que permite trazar las circunferencias de cabeza de radio R_e y la de raíz de radio R_i . Se traza la recta Oy y la recta m-n perpendicular a la primera, la que es tangente a la circunferencia primitiva en el punto C. Por este punto se traza una recta tangente en el punto G a la circunferencia de radio OG, que es la circunferencia base o de construcción para el perfil a evolvente de círculo, la cual recibe el nombre de recta de presiones y que forma un ángulo comprendido entre 15° y 25° con la m-n, el cual dependerá del número de dientes del engranaje. Haciendo centro en

G, si se traza el arco ACB con radio GC limitado por la circunferencia de cabeza y la de base, el mismo resulta casi coincidente con la evolvente de círculo que correspondería al punto A que está sobre dicha circunferencia. Este arco ACB es parte del perfil del diente, el cual se completa trazando el radio OA. El perfil por debajo del punto A no es afectado, según la experiencia, por el engrane de las ruedas que engranarían con la del trazado, motivo por el cual se puede terminar redondeándolo a voluntad en el entalle para evitar la concentración de tensiones en el ángulo vivo, reforzando al mismo tiempo la base del diente.

La línea de engrane es coincidente con la prolongación de la recta GC para los dientes de perfil a evolvente de círculo y además con la recta de acción de la dirección del empuje o presión que le ejerce el diente del otro engranaje que engrana con ella.

Una vez que se obtuvo el perfil de uno de los flancos del diente, el otro se traza en forma simétrica. Determinando el punto C', ya que se conoce el espesor e del diente sobre la circunferencia primitiva dado por la (4.6), con radio GC y centro en C' se corta la circunferencia de construcción en el punto G'. Con centro en G' y radio G'C' se traza el arco A'C'B' con lo que se construye el otro flanco del diente, de igual forma que el del lado opuesto. Se puede además trazar el eje de simetría del diente que pasa por el punto medio del arco CC'.

Para construir todos los dientes se divide la circunferencia primitiva en el doble de partes como dientes tiene, o sea $2z$ partes, estando todos los centros de los arcos de evolvente (G, G', etc.) sobre la circunferencia de base.

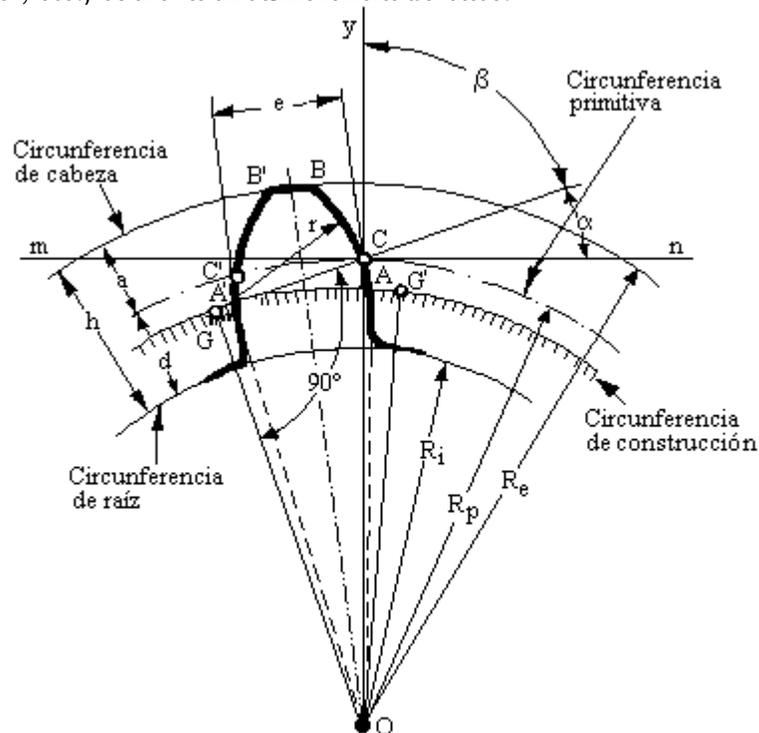


Fig.9.21. Trazado práctico perfil del diente.

CAPÍTULO 10

Árboles y Ejes.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados a la representación de árboles y ejes.
 - Representar en los planos de trabajo de los árboles y ejes sus elementos constructivos, según los convencionalismos establecidos en las normas cubanas vigentes.
-

§ 10.1. INTRODUCCIÓN.

Las piezas tipo árbol son elementos de maquina muy comunes y de gran aplicación en la técnica mecánica, incluyen a dos tipos de piezas que son los ejes y los árboles propiamente dicho, que aunque son similares en su forma mas general (forma alargada), se diferencian en sus funciones y en los elementos constructivos particulares.

§ 10.2. DEFINICIONES.

Ejes.

Son elementos mecánicos cuya función fundamental es la de sostener a los elementos giratorios acoplados al mismo, sin transmitir el momento torsor, pueden ser fijos o móviles.

Árboles.

Son elementos de maquinas destinados a sostener los elementos acoplados a el (ruedas dentadas, poleas, etc) y a la vez transmitir un par de torsión.

§ 10.3. CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRBOLES.

Los árboles se pueden clasificar atendiendo a dos aspectos fundamentales(Fig.10.1):

1. Axial.
 - Rectos.
 - Acodados
 - Flexibles.
2. Según su sección transversal.
 - Circulares.
 - Acanalados.
 - Poligonales.

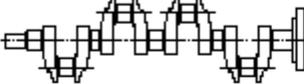
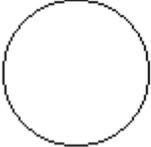
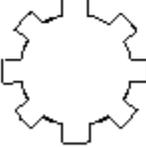
AXIAL	RECTOS	ACODADOS	FLEXIBLES
			
TRANSVERSAL	CIRCULAR	ACANALADA	POLIGONAL
			

Fig. 10.1. Clasificación de los árboles.

§ 10.4. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.

Los elementos constructivos (Fig.10.2) de una pieza tipo árbol se pueden definir como:

Elementos funcionales.

Son aquellos que son necesarios para que el árbol realice sus funciones correctamente.

- Roscas.
- Chaveteros.
- Estrías.
- Biseles.
- Agujeros de lubricación.
- Otros.

Elementos tecnológicos.

Son aquellos necesarios para poder fabricar la pieza correctamente.

- Agujeros de centros.
 - Falsos centros.
 - Ranuras para rectificado.
 - Ranuras para roscas.
- Otros.

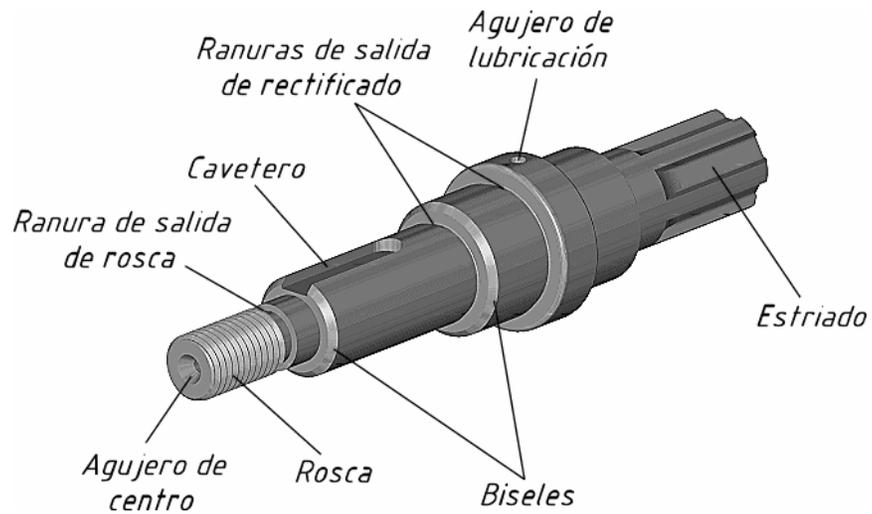


Fig. 10.2. Elementos constructivos de un árbol.

Agujeros de centro.

También se denominan como Centros Tecnológicos, se construyen en los extremos de los árboles o ejes para poderlos centrar y sostener durante el proceso de fabricación (torneado, rectificado, etc).

Pueden ser de tres tipos según la norma NC ISO 6411:2006 (Fig.10.3).

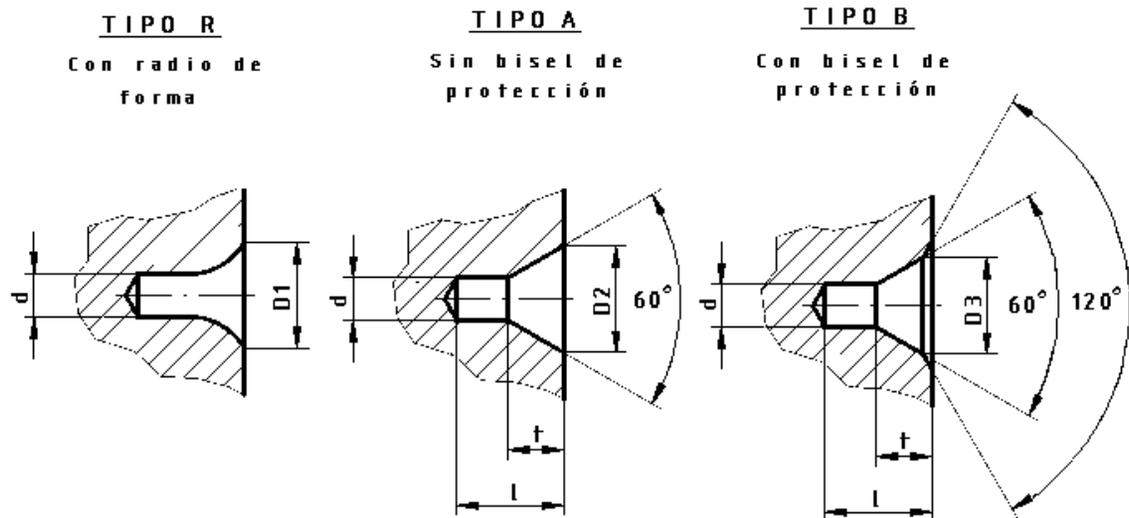


Fig. 10.3 Agujeros para centros de árboles y ejes.

Los agujeros para centro pueden indicarse en los dibujos de forma convencional (Fig.10.4),utilizando para ello un simbolo (Fig.10. 5) que indica la posicion del agujero y una notacion correspondiente (Fig. 10.6).

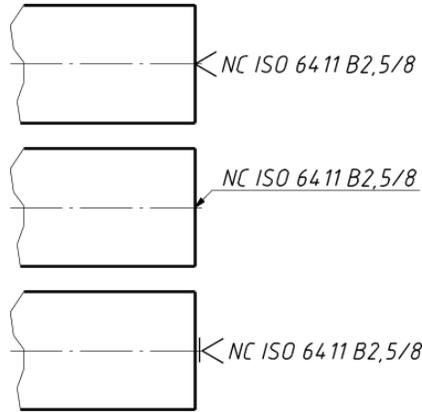


Fig. 10.4. Representación convencional de agujeros para centro.

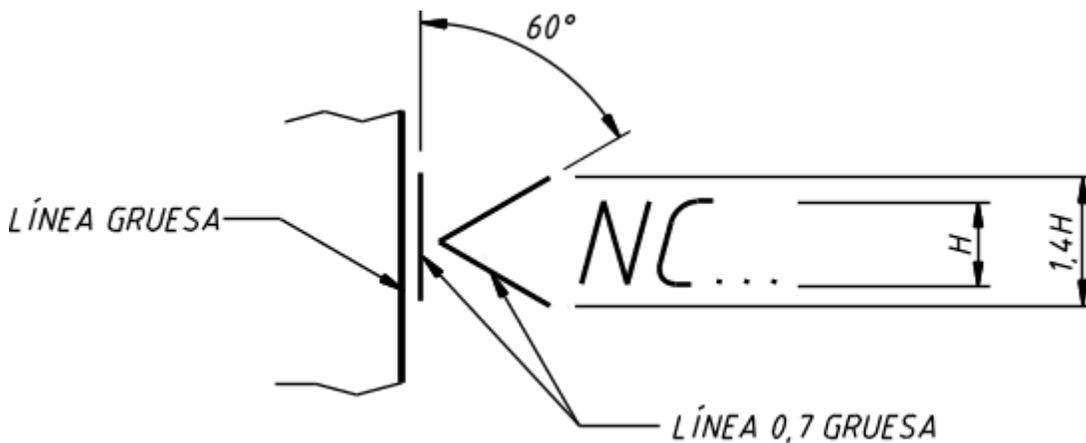


Fig.10.5. Símbolo gráfico convencional para la indicación de centros tecnológicos.

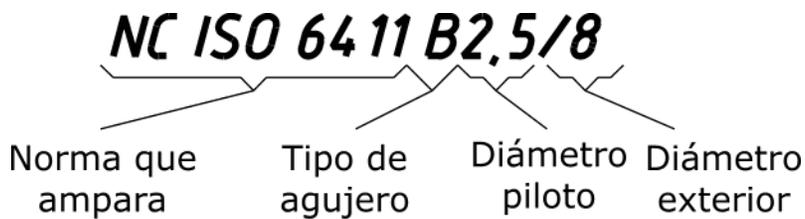


Fig. 10.6. Notación para representación simplificada de agujeros para centro.

En los casos en que se requiera la forma y las dimensiones puede indicarse en el plano mediante un detalle (Fig.10.7.).

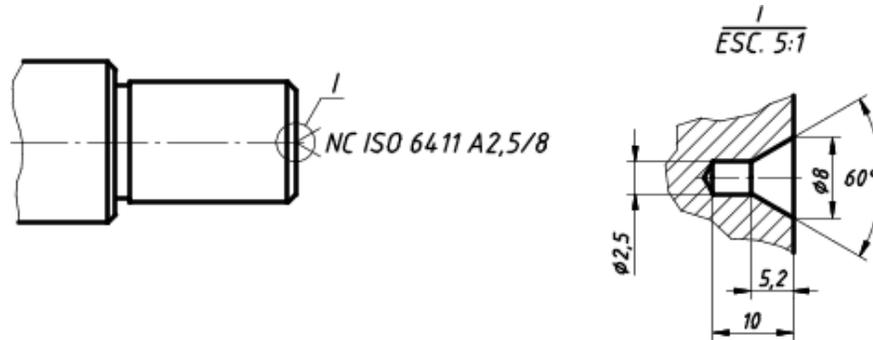


Fig.10.7. Detalle en un plano para centros tecnológicos

Ranuras Para Salidas De Rectificado.

Las ranuras para salidas de rectificado en árboles y ejes se tallan cuando estos elementos van a ser sometidos a dicho proceso de fabricación, con el objetivo de que las muelas abrasivas no afecten los bordes del escalón. Son de uso muy común tres tipos de ranuras (Fig.10.8).

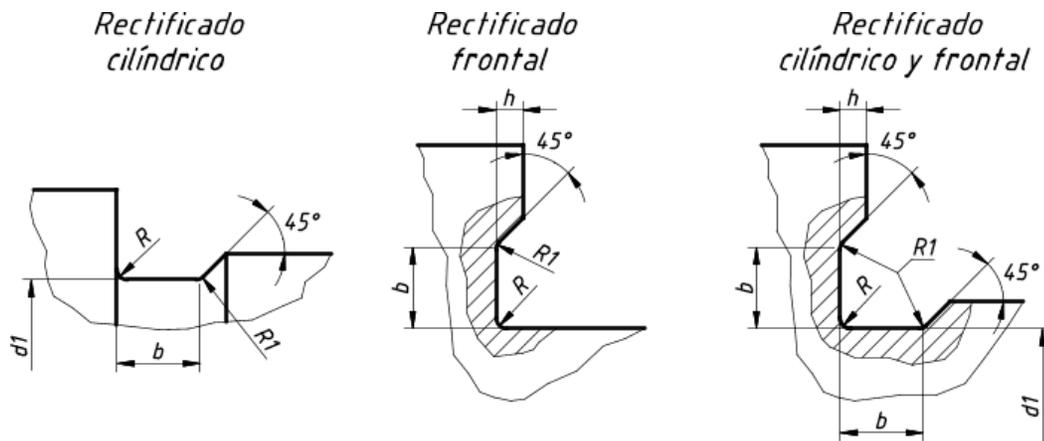


Fig. 10.8. Ranuras más comunes para salida de rectificado.

En los planos de trabajos de los árboles y ejes, las salidas de ranuras para rectificado, se representan mediante detalles (Fig. 10.9).

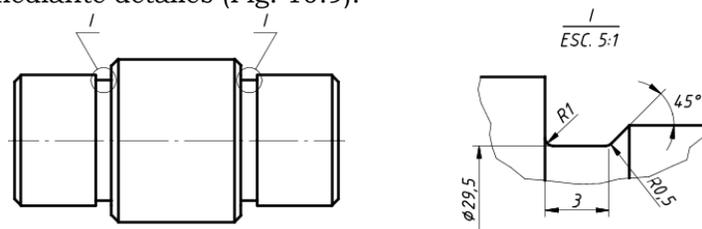


Fig.10.9. Ranura para rectificado. Plano de detalle.

Roscas.

Las roscas se emplean en árboles para fijar elementos a sus extremos y en los ejes para fijar estos a las estructuras donde realizaran sus funciones. Generalmente se elabora una ranura para la salida de la herramienta que talla la rosca sobre la superficie cilíndrica. Estas ranuras para salidas de roscas se representan en los planos de trabajo mediante detalles (Fig.10.10).

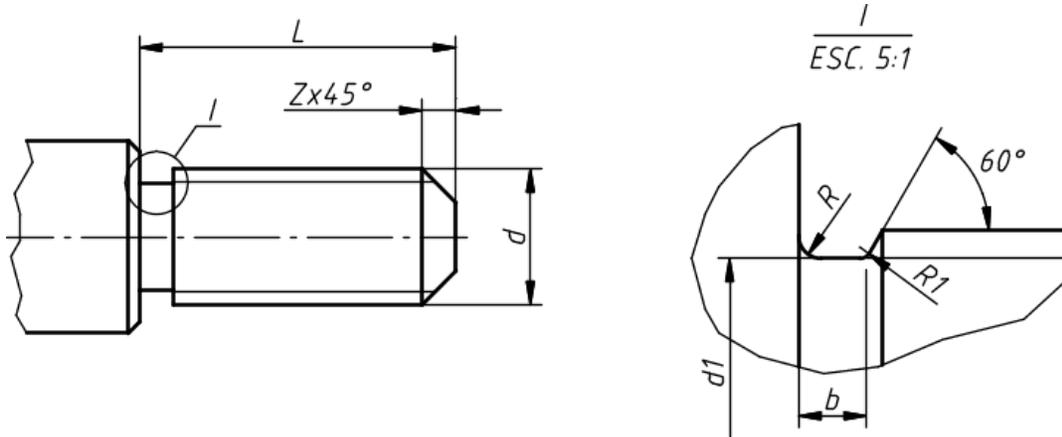


Fig. 10.10. Detalle de salida de rosca en planos de trabajo.

Biseles.

Son pequeños troncos de conos que se elaboran en los extremos de los escalones para facilitar el montaje de los elementos que se acoplan al árbol, estos se acotan directamente sobre el plano de trabajo (Fig.10.11), cuando la mayoría de los biseles que forman la pieza son iguales se pueden no acotar los que sean semejantes e indicar su dimensión como requisito técnico.

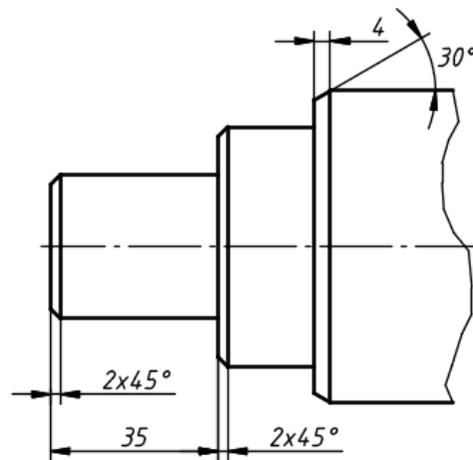


Fig. 10.11. Formas de dimensionar biseles en árboles y ejes.

Superficies Estriadas.

Se tallan en los árboles para transmitir elevados valores de momentos torsores. La representación de las estriás en los planos de trabajo se realiza de forma convencional (Fig. 10.12), (Tabla 10.1)

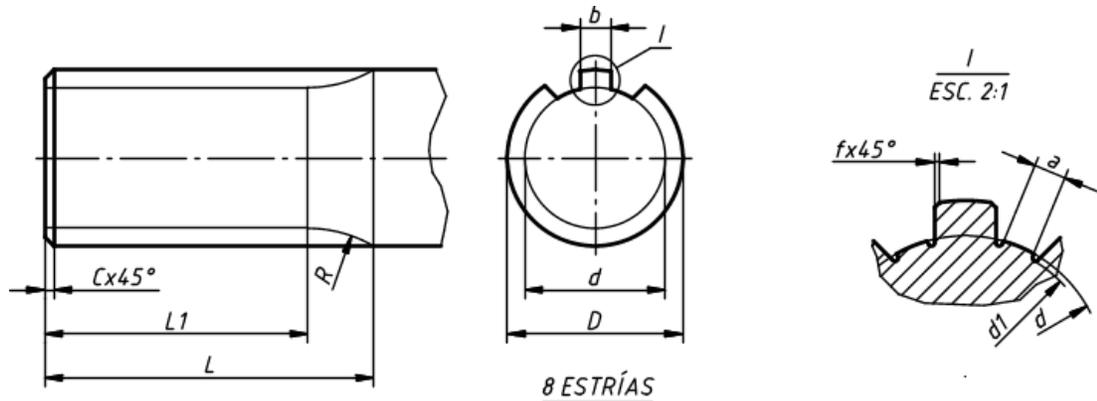


Fig.10.12. Representación de estriás.

Chaveteros.

Los chaveteros son elementos que forman parte de los planos de trabajo de los árboles, están diseñados para alojar las chavetas y mediante ambos realizar la transmisión del momento torsor a las piezas acopladas como pueden ser ruedas dentadas, poleas, etc. Su representación en los planos se realiza mediante cortes y secciones y estas últimas deben estar en el sentido de la visual del plano de corte, debe también indicarse una vista superior del chavetero (Fig.10.13) (Tablas 10.2 y 10.3)

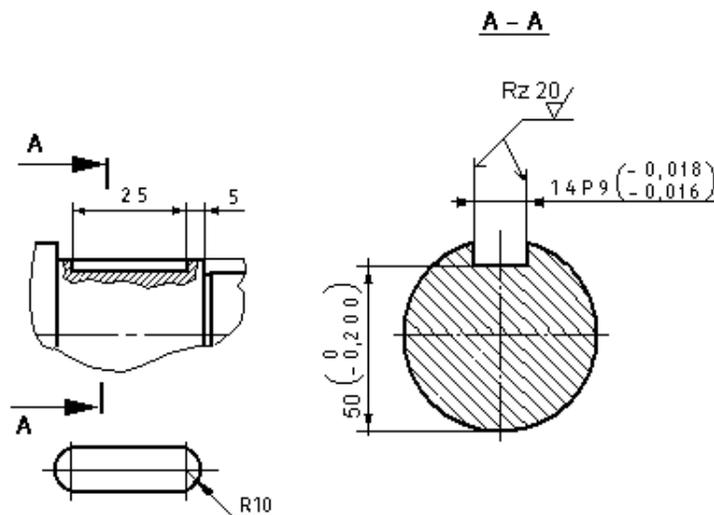


Fig.10.13. Representación de chavetero y dimensionado del chavetero.

Trazado De Una Pieza Tipo Árbol.

El dibujo del plano de trabajo de un árbol consiste en integrar en su trazado todos los elementos constructivos del mismo, teniendo en cuenta los siguientes elementos.

- La vista principal frontal contiene la representación de las dimensión longitudinal máxima en posición horizontal.
- Los cortes transversales deben colocarse en el sentido indicado por la visual del plano de corte.
- Los diferentes detalles se distribuyen alrededor del de la vista principal preferiblemente cerca del lugar de origen.

Acotado De Un Árbol.

El acotado de un árbol se realiza como lo estipula la norma cubana de acotado pudiéndose hacer de diferentes formas según las necesidades y la complejidad del mismo, acotándose la longitud según las figuras (Fig.10.14), (Fig.10.15) y (Fig.10.16).

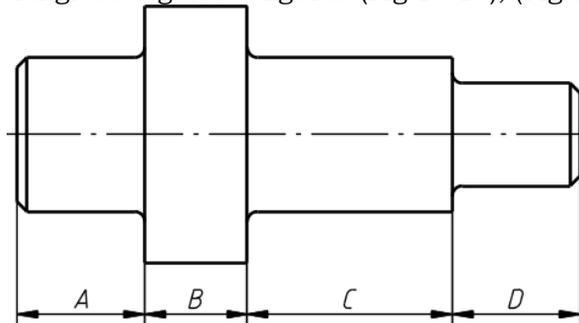


Fig. 10.14. Acotado de un árbol en cadena.

El tipo de acotado en cadena presenta la dificultad de que no tiene clara la base de medición, lo que afecta el error acumulativo.

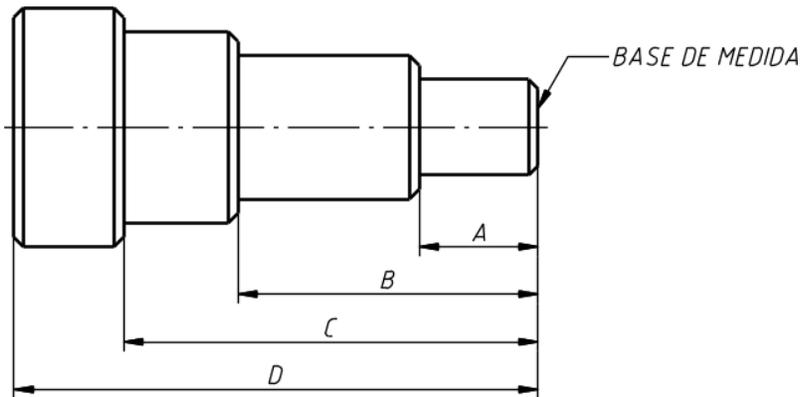


Fig. 10.15. Acotado de un árbol en paralelo.

El acotado paralelo presenta la característica de tener una sola base de medida.

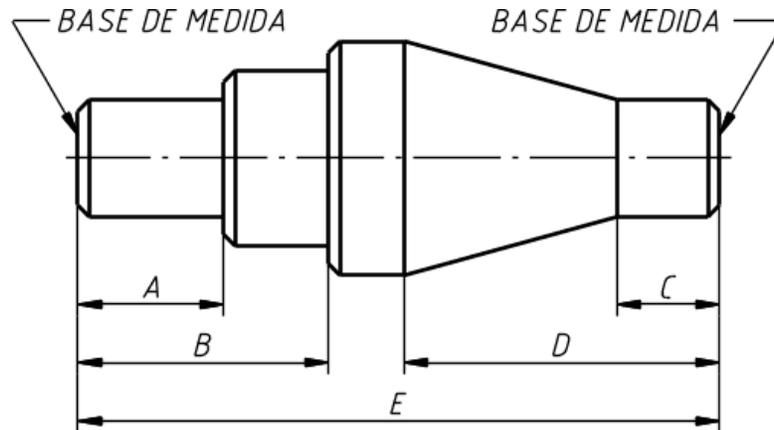


Fig.10.16. Acotado de un árbol de forma combinada.

El acotado combinado presenta dos bases de medida, siendo la más utilizada de las formas de acotar árboles, ya que permite elaborar la pieza mediante dos instalaciones, lo que garantiza que el espacio no acotado entre B y D absorba los errores de medición y de fabricación.

El acotado de los diámetros de los diferentes escalones se puede realizar de diferentes formas como lo refiere la norma cubana de acotado destacando en los casos necesarios (cotas funcionales) las tolerancias dimensionales (Fig.10.17).

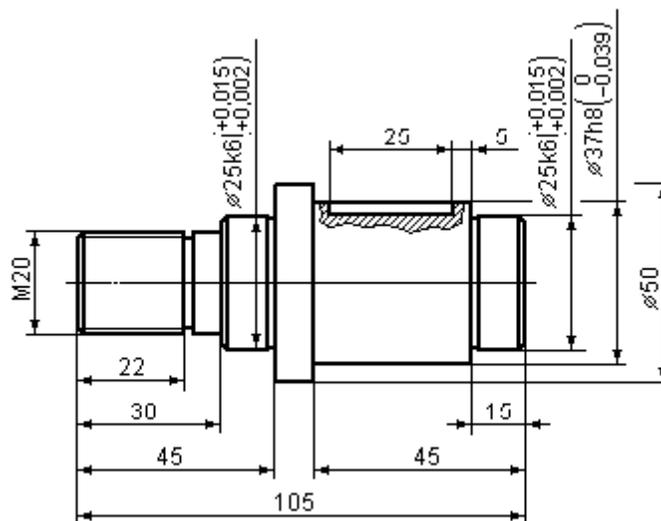
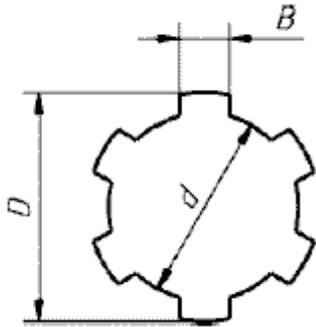


Fig.10.17. Acotado de diámetros y roscas en árboles.

Los planos de trabajo de los árboles debe también tener indicados la rugosidad según lo estudiando en capítulos anteriores. Así como los requisitos técnicos y las tolerancias de forma y posición.

Tabla 10.1. Estriado para escalones cilíndricos ISO 14 1982.

Dimensiones de los elementos del estriado (Serie Media).

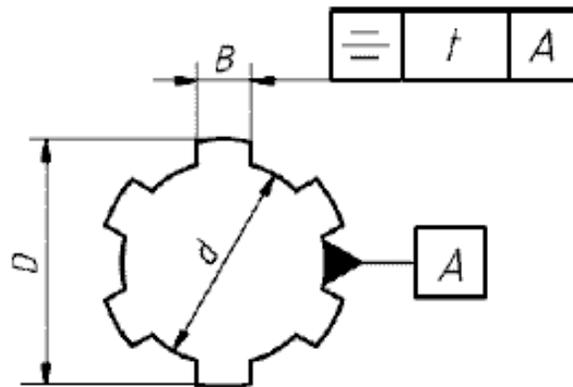


D [mm]	d [mm]	B [mm]	N
14	11	3	6
16	13	3,5	6
20	16	4	6
22	18	5	6
25	21	5	6
28	23	6	6
32	26	6	6
34	28	7	6
38	32	6	8
42	36	7	8
48	42	8	8
54	46	9	8
60	52	10	8
65	56	10	8
72	62	12	8
82	72	12	10
92	82	12	10
102	92	14	10
112	102	16	10
125	112	18	10

Tolerancias de las dimensiones.

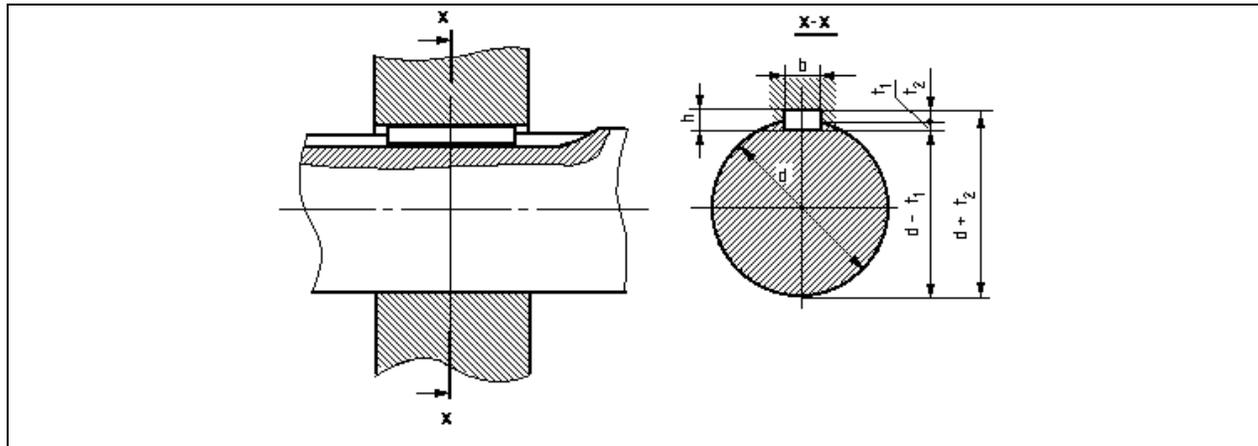
Tolerancias en agujeros						Tolerancias en ejes			Tipo de ajuste
Tratados después del brochado			No tratados después del brochado			B	D	d	
B	D	d	B	D	d				
H9	H10	H7	H11	H10	H7	d10	a11	f7	Deslizante
						f9	a11	g7	Deslizante preciso
						h10	a11	h7	Fijo

Tolerancia de simetría.



Ancho, B	3	3,5 4 5 6	7 8 9 10	12 14 16 18
Tolerancia, t	0,010	0,012	0,015	0,018

Tabla.10.2 Dimensiones y tolerancias chaveteros para Lenguetas.(ISO 2491) (dimensiones en mm)



Diámetro d		chavet		Chavetero										
		bxh	Nom.	Ancho b					Profundidad h				Radio R	
				Libre		normal		cerrad a	Flecha t1		Cubo t2			
				Flecha H9	Cubo D10	Flecha N9	Cubo Js9	Flecha y cubo P9	Nom.	Tol.	Nom.	Tol.	Max	Min
12	17	5x3	5	+0,030	+0,078	0	±0,015	-0.012	1,8		1,4		0,25	0,16
17	22	6x4	6	0	+0,030	-0,030		-0,042	2,5		1,8		0,25	0,16
22	30	8x5	8	+0,036	+0,098	0	±0,018	-0.015	3		2,3		0,25	0,16
30	38	10x6	10	0	+0,040	-0,036		-0,061	3,5	+0,1	2,8	+0,1	0,40	0,25
38	44	12x6	12	+0,043	+0,120	0	±0,0215	-0.018	3,5	0	2,8	0	0,40	0,25
44	50	14x6	14	0	+0,050	-0,043		-0,061	3,5		2,8		0,40	0,25
50	58	16x7	16						4		3,3		0,40	0,25
58	65	18x7	18						4		3,3		0,40	0,25
66	75	20x8	20	+0,052	+0,149	0	±0,028	-0.022	5		3,3		0,60	0,40
75	85	22x9	22	0	+0,065	-0,052		-0,074	5,5	+0,2	3,8	+0,2	0,60	0,40
85	95	25x9	26						5,5	0	3,8	0	0,60	0,40
95	110	28x10	28						6		4,3		0,60	0,40
110	130	32x11	32	+0,062	+0,180	0	±0,031	-0.026	7		4,4		0,60	0,40
130	150	36x12	36	0	+0,080	-0,062		-0,088	7,5		4,9		1,00	0,70

Tabla 10.3. Chaveteros para chavetas delgadas con o sin cabeza (ISO2492). (dimensiones en mm)

Flecha Diámetro d		Chaveta bxh	Chavetero(Cubo)						Altura t1	
de	a		Ancho b		Profundidad t2		Radio R		Nom.	Tol.
			Nom.	Tol D10	Nom.	Tol.	Max.	Min.		
22	30	8x5	8	+0,098	1.7		0.25	0.16	3	
30	38	10x6	10	+0,040	2.2	+0.1	0.40	0.25	3.5	+0.1
38	44	12x6	12		2.2	0	0.40	0.25	3.5	0
44	50	14x6	14	+0,120	2.2		0.40	0.25	3.5	
50	58	16x7	16	+0,060	2.4		0.40	0.25	4	
58	65	18x7	18		2.4		0.40	0.25	4	
65	75	20x8	20		2.4		0.60	0.40	5	
75	85	22x9	22	+0,149	2.9		0.60	0.40	5.5	
85	95	26x9	26	+0,065	2.9	+0.2	0.60	0.40	5.5	+0.2
95	110	28x10	28		3.4	0	0.60	0.40	6	0

Dibujo para Ingenieros

110	130	30x11	32		3.4		0.60	0.40	7	
130	150	36x12	36	+0,180	3.9		1.00	0.70	7.5	
150	170	40x14	40	+0,080	4.4		1.00	0.70	9	
170	200	45x16	45		5.4		1.00	0.70	10	
200	230	50x18	50		6.4		1.00	0.70	11	

Ensamblés.

OBJETIVOS

Luego del haber completado el estudio de este capítulo, usted deberá ser capaz de:

- Conocer los términos y definiciones relacionados a la representación de planos de ensambles.
 - Representar planos de ensambles, según los convencionalismos establecidos en las normas cubanas vigentes.
-

§ 11.1. INTRODUCCIÓN.

En la practica de las representaciones mecánicas los planos de ensamble juegan un papel importante ya que ellos nos muestran la posición de trabajo verdadera de cada una de las piezas que componen el artículo, permitiendo interpretar las funciones del conjunto representado; así como servir de guía para el montaje de las piezas que lo componen y control de las relaciones existentes entre ellas.

A partir de la confección de los planos de ensambles se pueden realizar otros tipos de planos de gran utilidad como suelen ser los planos de dimensiones máximas, los planos de montajes, los planos de despieces, etc.

§ 11.2. DEFINICIONES.

Plano De Ensamble.

Un plano de ensamble es un plano que representa dos o más artículos unidos para formar lo que denominamos una unidad ensamblada. Esta representación se realiza según lo establecido por la norma cubana NC ISO 128 que regula los principios generales de representación, donde aparece especificado todo lo relacionado con los tipos de líneas cortes y secciones, vistas, etc. Aunque generalmente se realizan en cortes para poder mostrar e indicar todos los elementos componentes de ensambles. Este tipo de plano siempre va acompañado de un listado donde aparecen numeradas todas las piezas componentes del ensamble mas otros materiales y artículos que conforman le mismo.

Clasificación de los planos de Ensamblés.

Para facilitar la comunicación durante la ejecución de los proyectos en los casos en que estos sean complejos, los ensambles se suelen ir ramificando y agrupando en subensambles los cuales reciben el nombre de Orden, los mismos se derivan de un ensamble mayor, existiendo tantas ordenes como ramificaciones tenga el ensamble general. Por lo que podemos tener planos de subensambles de:

- Primer Orden
- Segundo Orden
- Etc.

§ 11.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN EL PLANO DE ENSAMBLE.

Cualquiera que sea el orden del plano de ensamble (Fig.11.9), estos deben estar compuestos por un grupo de elementos los cuales garanticen los objetivos de trabajo para los cuales se dibuja este plano, estos elementos son:

- Elementos cuya representación debe aparecer en los planos.
- Elementos de representación simplificada.
- Elementos que pueden ser omitidos de la representación.
- Indicación con un número de posición de las piezas componentes de ensambles.
- Listado de partes y piezas, accesorios y artículos que componen o integran el ensamble. (lista de elementos)

Elementos Que Deben Aparecer En La Representación De Los Ensamblés.

- Los elementos componentes del mismo representados de forma tal que den la idea de la posición e interrelación existente entre ellos.
- Dimensiones de las roscas que se emplean en el montaje y la instalación.
- Dimensiones de las posiciones extremas de los elementos que se desplazan.
- Dimensiones máximas del ensamble.
- Desviaciones límites.
- Los ajustes necesarios.
- Diámetro tolerancias y distancia entre centro de agujeros de montaje.
- Diámetro, tolerancias, longitud y distancia entre centros de árboles y ejes de entrada y salida.
- Número de dientes y módulos de los engranajes.
- Otras dimensiones que se estimen necesarias y que deben ser controladas por el plano en cuestión (Ejemplo. Coordenadas de centro de gravedad, dimensiones de elementos no pertenecientes al plano pero que tengan cierta relación con este).

Elementos De Representación Simplificada.

Los elementos que se representan en un plano de ensamble de forma simplificada no deben afectar la correcta interpretación del mismo. Estas simplificaciones se realizan con el objetivo de ahorrar tiempo durante el trazado de los planos.

Se simplifican:

- Los subensambles que se muestren en el ensamble y que tienen su propio plano, estos se representaran sin cortar.
- Los artículos de compra (rodamientos, etc.), los cuales se representaran de forma esquemática, fundamentalmente con sus líneas de contorno (Fig.11.1).
- Tuercas y tornillo de cabeza hexagonal y cuadrados(Fig. 11.2).
- Ranuras para cabezas de tornillos (Fig.11.2).
- Ranuras para arandelas de presión.
- Elementos iguales, de los cuales se representara solamente uno y del resto solo su posición mediante líneas tipo ejes (Fig.11.3).
- El sombreado o rayado en casos de piezas unidas permanentemente por soldadura se realiza en una sola dirección e inclinación, manteniendo los contornos de las piezas que forman el conjunto soldado.

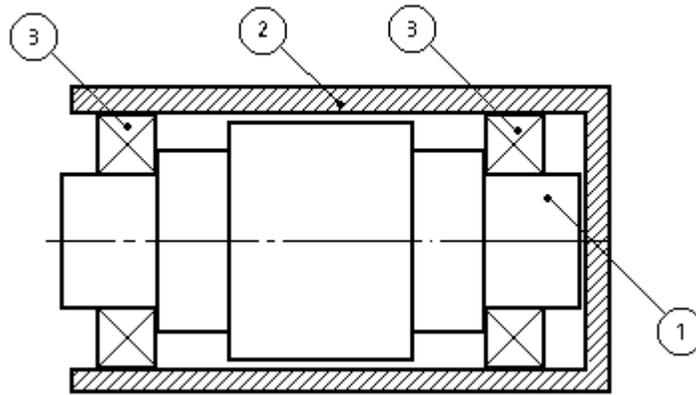


Fig. 11.1. Representación simplificada de rodamientos (Elemento 3)

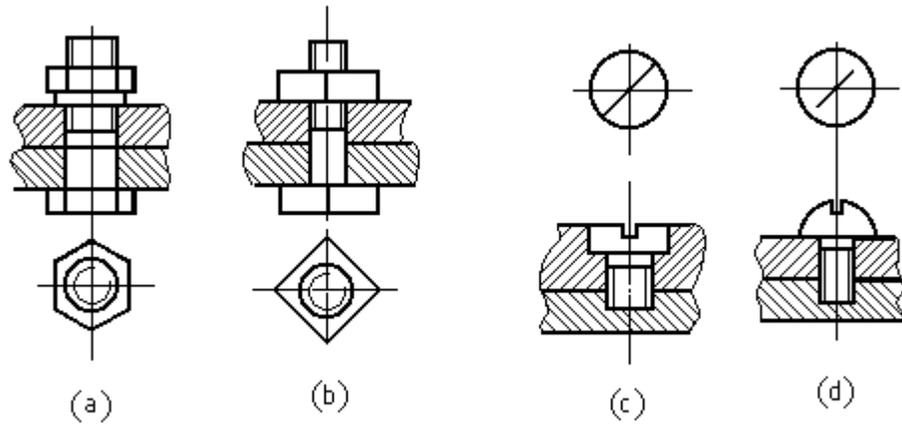


Fig. 11.2. Representación simplificada (a) Tuercas y tornillos hexagonales, (b) Tuercas y tornillos cuadrados, (c) y (d) Cabezas de tornillos ranuradas.

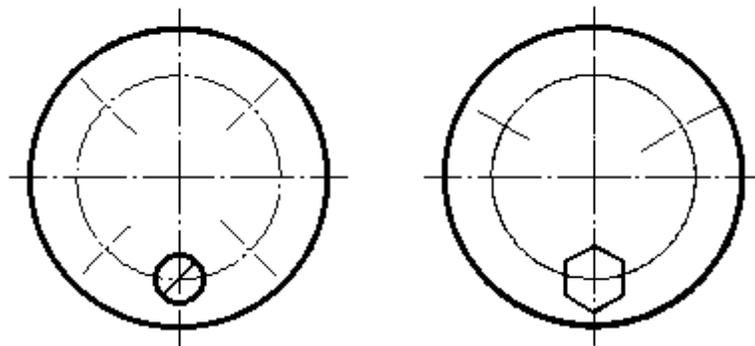


Fig. 11.3. Representación simplificada de elementos que se repiten y son iguales.

Elementos Que Pueden Ser Omitidos De La Representación

Existe un grupo de elementos que pueden ser omitidos en las representaciones de los planos de ensamble que no afectan la comprensión de la representación, porque forma parte del plano de trabajo de la pieza.

Estos elementos son:

- Los biseles.
- Curvaturas.
- Filetes.
- Redondeos.
- Ranuras para rectificado
- Salientes.
- Moleteados.
- Salidas de roscas

Otros elementos pueden ser omitidos cuando cubren elementos los cuales si son necesarios representar. Estos pueden ser:

- Las tapas.
- Escudos.
- Guarderas.
- Etc.

En estos casos se realizara una indicación por escrito en el plano.

Indicación Con Un Número De Posición De Las Piezas Componentes De Ensamblajes

Los números de posición o marcas de elementos, se señalan en las vistas y cortes donde sean visibles los elementos a señalar. Generalmente deben escribirse con la numeración arábica, pero se permite añadir letras mayúsculas cuando sea necesario, los cuales se realizaran según lo establecido en la norma NC ISO 3098-2. Alfabeto latino Números y signos.

Todas las referencias de un mismo ensamble deben tener la misma altura y diferenciarse de cualquier otra indicación por lo que se recomienda que sean el doble del tamaño de las empleadas por ejemplo para el dimensionado.

Las referencias deben ponerse fuera del trazado de los elementos a indicar teniendo las mejores condiciones de visibilidad, claridad y legibilidad preferentemente alineadas formando filas o columnas (Fig.11.4) mediante una línea fina, la cual puede terminar en punto, flecha o media flecha según la superficie a tocar de la pieza a indicar. El número en cuestión puede colocarse sobre una línea gruesa al final de la línea de indicación, dentro de un círculo de línea fina (en este caso la línea de indicación debe pasar por el centro del círculo) o libre al extremo de la línea de indicación(Fig.11.5).

Se puede emplear una misma línea de indicación para señalar varios elementos (Fig.11.6).

Se puede suprimir la línea de indicación si se hace evidente la indicación de la pieza con su número correspondiente.

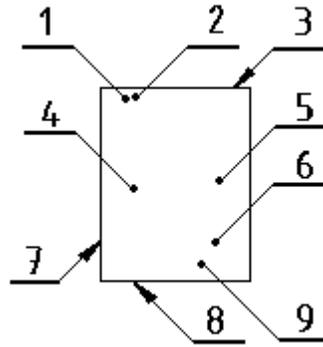


Fig.11.4. Colocación de los números de indicación formando filas y columnas.

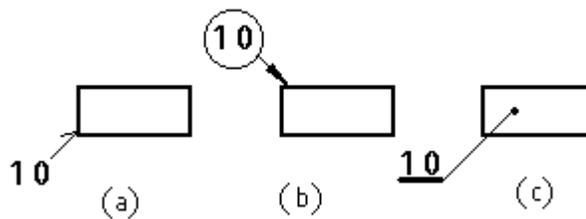


Fig.11.5. Línea de indicación.

Es preciso evitar que las líneas de referencia se crucen y que estas no sean muy largas y generalmente inclinadas con respecto al número de referencia y al objeto referenciado.

Se recomienda por la norma NC ISO 6433-2005. Que debe adoptarse un determinado orden para dar la numeración de las referencias, por ejemplo:

Según el orden de importancia.

- Subensambles.
- Piezas principales.
- Piezas secundarias.
- Artículos de compra.
- etc.

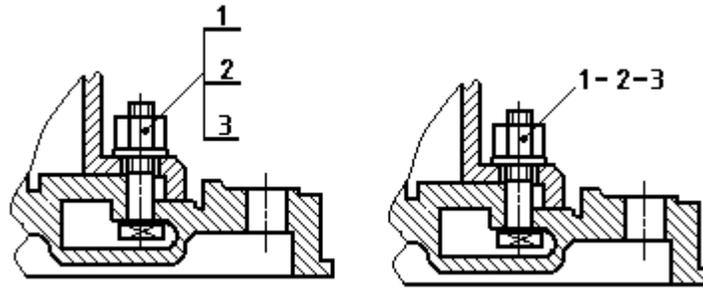


Fig. 11.6

Listado de partes y piezas, accesorios y artículos que componen o integran el ensamble. (Lista de Elementos)

Todas las referencias realizadas en un plano de ensamble deben aparecer en un cuadro o tabla que se denomina Lista de Elementos (Fig.11.7), en el cual aparecerán las informaciones apropiadas sobre el elemento referenciado según lo especifica la norma cubana NC ISO 7573-2005. Esta norma cubana se limita a los elementos que han sido referenciados (según UNE 1-100).

El objetivo de la lista de elementos es suministrar la información necesaria para poder comprar o producir los elementos que han sido referenciado en el plano de ensamble, por lo que esta puede parecer en el mismo formato que ocupa el plano de ensamble o en documento aparte. Los formatos para las listas de elementos separadas deben ser tomados de la NC ISO 5457.

De aparecer en el mismo formato que el plano de ensamble se trazara el cuadro de la lista de elementos con líneas gruesas según la norma cubana NC ISO 128-20 Tipos de líneas y a continuación del cuadro de rotulación (NC ISO 7200) (Fig.11.7).

Las listas de elementos deben estar formadas por un cuadro de líneas gruesas como ya se planteo, y en su interior columnas que pueden ser de líneas gruesa o finas, las cuales permitirán escribir la información necesaria bajo los rótulos:

- **Cantidad** (número de piezas). Numero total de elementos idénticos que se requieren para formar el conjunto completo del dibujo
- **Denominación.** Indica la designación del elemento, pudiéndose emplear abreviaturas sin no tienden a confusión. Si se refieren elementos normalizados (Tornillos, Tuercas, etc.) debe utilizarse su designación normalizada.
- **Marcas.** Número de referencia sobre el dibujo de procedencia.
- **Referencias.** Se utiliza para la identificación de los elementos que no están completamente representados en el dibujo, los elementos detallados en otros dibujos, los elementos normalizados u otros elementos disponibles para su empleo. Dependiendo del caso, la inscripción puede consistir en un número de otro dibujo, de la norma aplicada, del código o de cualquier otra información similar.
- **Material.** Indica el tipo y cantidad de material que ha de utilizarse, si el material es normalizado debe darse con su denominación normalizada

Sin que la secuencia propuesta sea de carácter obligatorio, pudiéndose agregar otras columnas según las necesidades de información a relacionar como por ejemplo:

- Número de existencia.
- Masa Unitaria.
- Condiciones de suministro.
- Observaciones.

Debe utilizarse una fila para cada elemento y estas filas debe separarse de las adyacentes por líneas gruesas.

La lista deberá recibir el orden de las referencias de los elementos. Las listas de los elementos incluidas en el dibujo deben ordenarse de abajo a arriba, con los títulos de las columnas en la parte inferior de esta (Fig. 11.7).

Las lista de elementos separadas deben ordenarse de arriba hacia abajo con los rótulos de la columna en la parte superior de estas (Fig.11.8).

2	tuercas M20	2	NC06-59	
1	Árbol	1	DB00-02-05	Acero
1	Subensamble		NC ISO 7573	
Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
Lista de Elementos				
Cuadro de Rotulación				

Fig. 11.7 Lista de elementos.

Lista de Elementos				
Cantidad	Denominación	Marca	Referencia	Material
1	Subensamble		NC ISO 7573	
1	Árbol	1	DB00-02-05	Acero
2	tuercas M20	2	NC06-59	
Cuadro de Rotulación				

Fig.11.8. Lista de elementos en formato aparte.

La escritura debe realizarse a mano alzada, con plantilla o con cualquier otro medio apropiado, preferiblemente usando letras mayúsculas, como se especifica en la norma NC-ISO 3098-2. Para todo tipo de escritura, incluido el rotulo mecánico, véase las especificaciones al respecto contenidas en la ISO 6428.

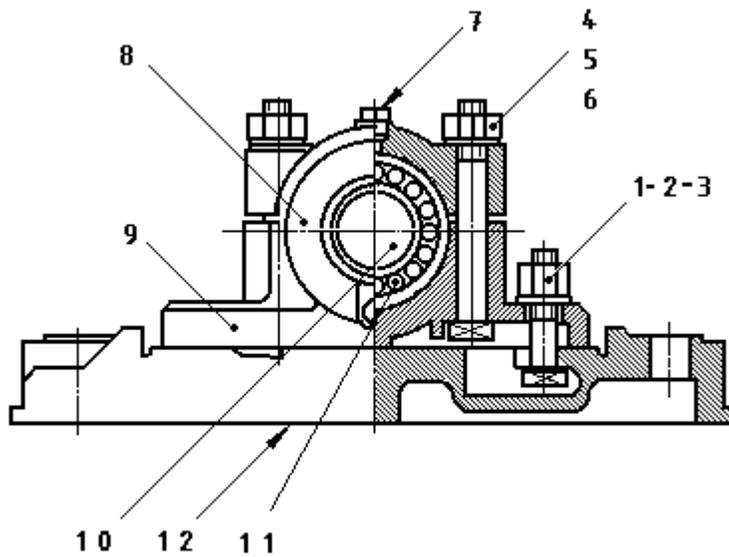


Fig.11.9. Plano de Ensamblés

Bibliografía

§ - BIBLIOGRAFÍA.

- Malishev, G. Nicolaev, Y. Shuvalov. TECNOLOGÍA DE LOS METALES. Editorial Científico Técnica. Ministerio De Cultura. Ciudad De La Habana. 1981.
- Bogolyubov, S And A. Voinov. "ENGINEERING DRAWING". Ed. Mir Moscú 1981.
- Chorens Sánchez, Francisco Y Otros. "DIBUJO TECNICO". Ed. Científico Técnica Mayo 1981.
- Carro De Vicente Portela. CURSO DE METROLOGÍA DIMENSIONAL. E.T.S.I.I. De Madrid 1978. P 169.
- CATÁLOGOS DE MITUTOYO, STARRET, BROWN & SHARPE Y TESA
- Comité De Metrología De La A.E.C.C. Madrid. Consejos De Metrología De La A.E.C.C. (Varios) Asociación Española De Control De Calidad.
- Domenech Torres, J Y R. Anton. "DIBUJO BASICO". Ed. Pueblo Y Educación.
- Departamento De Tecnología Del Maquinado. Facultad De Construcción De Maquinarias. "METROLOGIA INTERCAMBIABILIDAD". ISPJAE. Ministerio De Educación Superior CEPES. La Habana 1986.
- Galiana Migot. Tomas. PEQUEÑO LAROUSSE DE CIENCIAS Y TÉCNICAS. Editorial Científico Técnica. Ciudad De La Habana. 1988.
- Gary Whitmine. DRAFTING MANUAL. Section 4.9.1. Genium Publishing Corporation. August 2003.
- Hall, Allen: "TEORÍA Y PROBLEMAS DE DISEÑO DE MÁQUINAS". Serie Schaum, Editorial Mcgraw Hill, México 1,988.
- Jiménez Balboa. "PRONTUARIO DE AJUSTES Y TOLERNACIAS". Ed. Técnicas Marcombo, S.A. Barcelona.
- Joseph E. Shigley: "DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA". Editorial Mcgraw Hill
- Larburu Arrizabalaga, Nicolás *MÁQUINAS. PRONTUARIO. TÉCNICAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS.* , Madrid (2004), Thomson Editores. ISBN 84-283-1968-
- Manrique, E., Casanova, A. METROLOGIA BÁSICA Editorial Edebé
- METROLOGIA INTERCAMBIABILIDAD. Departamento De Tecnología Del Maquinado. Facultad De Construcción De Maquinarias. ISPJAE. Ministerio De Educación Superior. La Habana. 1986.
- Ministerio De Industria, Comercio Y Turismo. Dirección General De Política Tecnológica. CLASIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE METROLOGÍA DIMENSIONAL. Sección Publicaciones Ingenieros Industriales. Madrid, 1992.
- Nacional Standard Institute August 31. 2001.Reproduced By Global Ingeneering Documents.
- Obereg-Jones "MANUAL UNIVERSAL DE LA TECNICA MECANICA". Tomos I Y II La Habana 1967.
- Paul J, Drake. "DIMENSIONING AND TOLERNCING HANDBOOK". Ed Mcgraw-Hill .New York.1999.
- Pokrovskaya, A. "DIBUJO INDUSTRIAL". Ed. Mir Moscú 1972.
- Pupo, T, José Luis Y Otros. DIBUJO APLICADO PARA EL INGENIERO INDUSTRIAL. La Habana. 1991. Pags 286.
- Rodríguez. O, Corugedo. A. DIBUJO APLICADO PARA INGENIEROS. Tomo I Y II. Editorial Ediciones. La Habana, 1985. Pags. 267 Y 343 Respectivamente.
- Rodríguez. O. Y Otros MANUAL DE TRABAJOS PRACTICOS DE DIBUJO APLICADO.
- Rodríguez Hernández, Orlando Y Mario E, Medina. "DIBUJO BASICO PARA INGENIEROS" La Habana Enero De 1974.
- Rodríguez Hernández, Orlando. "DIBUJO APLICADO PARA INGENIEROS". Editorial Pueblo Y Educación 1983.
- Structural Welding Code Steel. AWS D1. 1/D1.1M:2002.Aproved By American
- Tarasevich, IY And, Yavoish. "FITS, TOLERANCES AND ENGINEERING MEASUREMENT". Peace Publishers. Moscow.
- Zdenek Vislouzil, Jarolslav Prokop. DIBUJO TÉCNICO. Ediciones De Ciencia Y Técnica. Instituto Del Libro. La Habana. 1969.

§ - NORMAS CONSULTADAS.

- Nc Iso 128-20 2005 13 Dibujos Técnicos — Principios Generales De Presentación — Parte 20: Convenios Básicos Para Líneas (Iso 128-20:1996, Idt)
- Nc Iso 128-22:1999. Dibujos Técnicos. Principios Generales De Presentación - Parte 22. Convenciones Básicas Y Aplicaciones Para Líneas Guías Y Líneas De Referencias.
- Nc Iso 128-23 2006 15 Dibujos Técnicos — Principios Generales De Presentación — Parte 23:
- Nc Iso 128-30 2005 13 Dibujo Técnico — Principios Generales De Presentación — Parte 30: Convenciones Básicas Para Vistas (Iso 128-30:2001, Idt)
- Nc Iso 128-40 2005 9 Dibujos Técnicos — Principios Generales De Presentación — Parte 40: Convenciones Básicas Para Cortes Y Secciones (Iso 128-40:2001, Idt)
- Nc Iso 128-50 2005 9 Dibujos Técnicos—Principios Generales De Presentación — Parte 50: Convenciones Para La Presentación De Areas En Cortes Y Secciones (Iso 128-50:2001, Idt)
- Nc Iso 129-1:2005. Dibujos Técnicos- Indicaciones De Cotas Y Tolerancias. Parte 1: Principios Generales.(Iso 129-1:2004.Idt).
- Nc Iso 129:2004.Dibujo Técnico. Acotación. Principios Generales, Definiciones, Métodos De Ejecución E Indicaciones Especiales.
- Nc Iso 406:2005 7 Dibujos Técnicos. Tolerancias De Cotas Lineales Y Angulares(Iso 406:1987.Idt).
- Nc Iso 3098-2 2006 7 Documentación Técnica De Productos — Rotulado Parte 2: Alfabeto Latino, Números Y Signos (Iso 3098-2:2000, Idt)
- Nc Iso 3098-3 2006 7 Documentación Técnica De Productos —Rotulado — Parte 3: Alfabeto Griego (Iso 3098-3:2000, Idt)
- Nc Iso 5455 2004 4 Dibujo Técnico — Escalas (Iso 5455:1994, Idt)
- Nc Iso 5457 2005 10 Documentación Técnica De Productos — Formatos Y Presentación De Los Elementos Gráficos De Dibujo (Iso 5457:1999, Idt)
- Nc Iso 6411 2006 7 Dibujos Técnicos — Representación Simplificada De Agujeros De Centrado (Iso 6411:1982, Idt)
- Nc Iso 6433 2005 5 Dibujos Técnicos — Referencia De Elementos (Iso 6433:1981, Idt)
- Nc Iso 6947 2004 13 Soldaduras—Posiciones De Trabajo—Definición De Los Angulos De Pendiente Y De Rotación (Iso 6947:1990, Idt)
- Nc Iso 7200 2005 9 Documentación Técnica De Productos — Campos De Datos En Bloques De Títulos Y Encabezamiento De Documentos. (Iso 7200:2004, Idt)
- Nc Iso 7573 2005 6 Dibujos Técnicos — Lista De Elementos (Iso 7573:1983, Idt)
- Nc Iso 9431 2006 8 Dibujos De Construcción — Espacios Para Dibujos Y Textos, Bloques De Títulos En Formatos De Dibujo (Iso 9431:1990, Idt)
- Nc Iso 80416-2 2004 12 Principios Básicos Para Símbolos Gráficos Utilizados En El Equipamiento. Parte 2: Forma Y Utilización De Flechas (Iso 80416-2:2001, Idt)
- Nc Iso 81714-1 2002 20 Diseño De Símbolos Gráficos Para Ser Utilizados En La Documentación Técnica De Productos. Parte 1. Reglas Básicas.(Iso 81714-1. 1999, Ed. 1.0. 1999-12,Idt)
- ISO 68:1973. Propuestas Generales De Las ISO Sobre Roscas. Perfil Básico.
- ISO R 128 Representación De Roscas.
- ISO 261:1973. Propuestas Generales De Las ISO Sobre Roscas. Plan General.
- ISO/R 468- 1966 Rugosidad Superficial.
- ISO 724:1978. Rosca Métrica ISO. Dimensiones Básicas.
- ISO 1000:1992. S I Units And Recommendations For The Use Of Their Multiples And Of Certain Other Units.
- ISO- 1119-75
- ISO-1302:2001. Geometrical Product Specifications (GPS). Indication Of Surface Texture In Technical Product Documentation.

ISO R/1501:1970. Roscas En Miniatura.
ISO 2491-1974 (E). Thin Parallel Keys And Their Corresponding Key Ways.
ISO 2492-1974(E). Thin Taper Keys With Or Without Gib Head And Their Corresponding Key Ways.
ISO-2768
ISO 3098 - 5:1997 Documentación Técnica De Productos.- Rotulado - Parte 5: CAD Rotulado En El Alfabeto Latín, Numerales Y Marcas
ISO 4775 Tuercas
ISO 8015/1985 Interpretación De Tolerancias
ISO 7089, Arandelas
ISO 7090 Arandelas
ISO 7091. Arandelas
ISO 7411 Tornillos
ISO 7412 Tornillos
ISO 7413 Tornillos Con Tuercas
ISO 7414 Tuercas
ISO 7415 Arandelas
ISO 7416 Arandelas

DIN 4762,
DIN 4768,
DIN 4771,
DIN 4775,
DIN 4766-1. Alcance De La Rugosidad De Superficies
DIN 11 Rosca Whitworth. (Tablas)
DIN 40400. Rosca Eléctrica (Tablas)
DIN 405. Rosca Redonda. (Tablas)
DIN 513. Rosca Diente De Sierra. (Tablas)
DIN 103. Rosca Trapecial. (Tablas)
DIN 40430. Roscas Tubos De Acero. (Tablas)
DIN 103 H1 A H4. Rosca Trapecial ISO Métrica.
DIN 259 H1. Rosca De Tubo Whitworth; Rosca Interior Cilíndrica Y Exterior Cilíndrica, Medidas Nominales.
DIN 2999. Rosca De Tubo Whitworth Para Tubos Roscados Y Accesorios; Rosca Interior Cilíndrica Y Exterior Cónica.
DIN 3858. Rosca De Tubo Whitworth; Rosca Interior Cilíndrica Y Exterior Cónica Para Uniones Roscadas De Tubo.
DIN 6886. Chaveta Longitudinal.
DIN 6887. Chaveta Longitudinal Con Cabeza.
DIN 6883. Chaveta Longitudinal Plana.
DIN 6884. Chaveta Longitudinal Plana.
DIN 6881. Chaveta Longitudinal Media Caña.
DIN 6889. Chaveta Longitudinal Media Caña.
DIN 268 Chaveta Tangencial
DIN 271 Chaveta Tangencial
DIN 6885 Lenguetas.
DIN 6888. Lenguetas Media Luna.
UNE 82-315 / 86 Terminología
UNE 19009. Rosca Whitworth. (Tablas)
UNE En ISO 228. Rosca Whitworth Para Uniones De Tuberías Sin Estanqueidad En La Rosca. (Tablas)
UNE 17704 Rosca Métrica Paso Fino. (Tablas)

UNE 1-121 / 1991
UNE 1-149 (ISO 8015). Principio De Tolerancias Fundamentales
UNE 82-301-1976. DETERMINACION DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL
UNE 1 108 83. Representación Convencional De Roscas.
UNE 17 001 63 2R. Roscas. Definiciones
UNE 17 006 61 1R. Tornillos Con Rosca Cortante. Denominaciones. Representación Gráfica
UNE 17 008 57. Perfiles De Roscas Cortantes.
UNE 17 009 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Cilíndrica.
UNE 17 010 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Bombeada.
UNE 17 011 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Semiesférica.
UNE 17 015 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Hexagonal Exterior.
UNE 17 016 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Avellanada.
UNE 17 017 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Avellanada Y Bombeada.
UNE 17 018 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Bombeada Y Ranura En Cruz.
UNE 17 019 57. Tornillos De Rosca Cortante Con Cabeza Avellanada Bombeada Y Ranura En Cruz.
UNE 17 020 57. Tornillos De Rosca Cortante. Diámetro Del Agujero.
UNE 17 021 58. Tornillos Con Cabeza De Martillo.
UNE 17 050 78 3R. Tornillos, Tornillos Sin Cabeza Y Espárragos. Acotados Longitudinales.
UNE 17 051 78 1R. Tornillos Y Espárragos. Longitudes Nominales Y Longitudes Roscadas.
UNE 17 052 78 2R. Entre Caras, Altura De Cabeza Y Altura De Tuerca.
UNE 17 054 76 (1) 1R. Tuercas Hexagonales Almenadas De Rosca Métrica. Diámetros Nominales De 4 A 39 Mm.
UNE 17 054 76 (2). Tuercas Hexagonales Almenadas De Rosca Métrica. Diámetros Nominales De 42 A 100 Mm.
UNE 17 056 81 1R. Tornillos De Cabeza Cilíndrica Con Hueco Hexagonal. Producto De Clase A.
UNE 17 058 78 2R. Agujeros Pasantes Para Tornillos De Rosca Métrica. Diámetros De Rosca De 1.6 A 39 Mm. Inclusive.
UNE 17 059 78 2R. Pasadores Abiertos. Serie Métrica.
UNE 17 060 64. Pasadores Cónicos. Medidas.
UNE 17 061 79 2R. Pasadores Cilíndricos No Endurecidos. Dimensiones. Serie Métrica.
UNE 17 062 64 Llaves Acodadas Para Tornillos Accionados Por Hexágono Interior.
UNE 17 065 66. Arandelas Planas Negras. Medidas.
UNE 17 066 68. Arandelas Planas Pulidas Para Tornillos Y Tuercas Hexagonales. Medidas.
UNE 17 067 66. Extremidades De Los Tornillos Con Agujero Para Pasador.
UNE 17 069 64. Arandelas Planas Pulidas. Tipo Reducido. Medidas.
UNE 17 070 64. Arandelas Planas Negras Para Pasadores. Medidas.
UNE 17 071 64. Arandelas Planas Pulidas Para Pasadores. Medidas.
UNE 17 072 64. Tuercas Hexagonales Rebajadas. Medidas Métricas.
UNE 17 073 65. Espacio Libre Para Las Llaves Planas.
UNE 17 074 65. Espacio Libre Para Las Llaves De Tubos.
UNE 17 076 69. Extremo De Los Tornillos. Medidas Métricas.
UNE 17 077 80 1R. Tornillos Y Espárragos. Salidas De Rosca.
UNE 17 078 65. Arandelas Elásticas De Retención Para Ejes.
UNE 17 079 68. Arandelas De Seguridad Con Estribo Interior.
UNE 17 080 66. Espárragos De Rosca Métrica. Representación Gráfica Y Denominaciones.

- UNE 17 081 66. Espárragos Con Extremo Empotrado Corto. Rosca Métrica. Serie A.
UNE 17 082 66. Espárragos Con Extremo Empotrado Corto. Rosca Métrica. Serie A En El Extremo Empotrado Y Serie B En El Vástago.
UNE 17 083 66. Espárragos Con Extremo Empotrado Medio. Rosca Métrica. Serie A.
UNE 17 084 66. Espárragos Con Extremo Empotrado Medio. Rosca Métrica. Serie A En El Extremo Empotrado Y Serie B En El Vástago.
UNE 17 085 66. Espárragos Con Extremo Empotrado Largo. Rosca Métrica. Serie A.
UNE 17 086 66. Espárragos Con Extremo Empotrado Largo. Rosca Métrica. Serie A En El Extremo Empotrado Y Serie B En El Vástago.
UNE 17 087 79 1R. Radio De Acuerdo Entre La Cabeza Y El Vástago Del Tornillo.
UNE 17 088 79 1R. Tornillos De Cabeza Cilíndrica Ranurada. Serie Métrica.
UNE 17 089 79 1R. Tornillos De Cabeza Cilíndrica Redondeada Y Ranurada. Serie Métrica.
UNE 17 090 67. Pitón Roscado Con Ranura Y Punta Cónica. Rosca Métrica.
UNE 17 091 71. Pitón Roscado Con Ranura Y Extremo Plano Achaflanado. Rosca Métrica.
UNE 17 092 71. Pitón Roscado Con Ranura Y Extremo De Tetón Largo. Rosca Métrica.
UNE 17 094 67. Tirafondos Con Cabeza Hexagonal.
UNE 17 097 76. Tornillos De Cabeza Avellanada, Plana Ranurada.
UNE 17 098 80 1R. Tornillos De Cabeza Avellanada, Abombada Ranurada. Serie Métrica.
UNE 17 105 70. Muesca Cruciforme Para Accionamiento De Tornillería. Medidas Fundamentales.
UNE 17 108 81. Tornillos Y Tuercas De Acero. Momentos De Apriete.
UNE 17 701 79 2R. Rosca Métrica ISO. Perfil De Base.
UNE 17 702 78 2R. Rosca Métrica ISO. Serie General De Diámetros Y Pasos.
UNE 17 703 78 2R. Rosca Métrica ISO. Selección De Diámetros Y Pasos Para Tornillería. Diámetros De 1 A 39 Mm.
UNE 17 704 78 2R. Rosca Métrica ISO De Empleo General. Medidas Básicas.
UNE 17 707 78 1R. Rosca Métrica ISO Para Usos Generales. Tolerancias. Principios Y Datos Básicos.
UNE 17 708 78 2R. Rosca Métrica ISO Para Usos Generales. Tolerancias. Límites De Dimensiones Para Roscas De Tornillos Y Tuercas Comerciales. Calidad Media.
UNE 17 709 78 1R. Rosca Métrica ISO Para Usos Generales. Tolerancias. Diferencias Para Perfiles De Roscas.
UNE 17 710 78. Rosca Métrica ISO. Verificación Por Calibres.
UNE 17 711 78 1R. Rosca Miniatura ISO.
UNE 17 721 81 1R. Tornillos Y Espárragos De Acero. Características Y Ensayos.
UNE 17003. Clasificación De Remaches
UNE 7010 Características De Los Remaches De Cabeza Esférica
UNE 7246 Características De Remaches De Cabeza Planos
UNE 36080 Composición Química De Aceros Para Remaches
Y14.5M 1994(1999) Dimensioning And Tolerancing.
Y14.5.1M 1994(2004) Mathematical Definition Of Dimensioning And Tolerancing Principles Tron 2001.
- ST CAME-638-1977. Normas Básicas De Intercambiabilidad. Rugosidad Superficial. Parámetros Principales Y Valores Numéricos.
URSS GOST 2789-1973 Rugosidad Superficial. Parámetros Y Características.
GOST 2.309:1973 SUDP Representación De La Rugosidad Superficial.
ASME Y14.36M-1996. Surface. Texture Symbols

NC 02-03-09:1978.Sistema Unico De Documentación De Proyectos. Representación De La Rugosidad Superficial.
NC 02 03 10: 78. Indicaciones En Los Planos Sobre Los Recubrimientos Y Tratamientos Térmicos.
NC 16-30:80 Normas Básicas De Intercambiabilidad. Ajustes Y Tolerancias. Términos, Definiciones Y Regulaciones Generales
NC 16-31:80. Normas Básicas De Intercambiabilidad. Zonas De Tolerancias.
NC 02-03-08:78. Sistema Unico De Documentación De Proyectos. Representación En Los Planos De Las Tolerancias De Forma Y Posición De Las Superficies.
NC 16-24:79. Normas Básicas De Intercambiabilidad. Tolerancias Angulares. Conos Y Elementos Prismáticos.
NC 16-17:81. Normas Básicas De Intercambiabilidad. Tolerancias De Forma Y Posición De Las Superficies. Términos Y Definiciones Principales.
NC 16-65:81 N.B.I. Roscas. Términos Y Definiciones.
NC 02-03-11. Roscas.
NC 02-03-15 Elementos De Sujeción.
NC 16-37:81 N.B.I. Rosca Métrica. Perfil Y Dimensiones Básicas

<http://Mecaweb.Fiqm.Umcc.Cu/Normas/Nc/Nbi/Nc1665.Pdf>
<http://Mecaweb.Fiqm.Umcc.Cu/Normas/Nc/Nbi/Nc1637.Pdf> .
http://www.Iesmarenostrium.com/departamentos/tecnologias/mecaneso/mecanica_basica/operadores/ope_rueda_dentada
http://www.Iesmarenostrium.com/departamentos/tecnologias/mecaneso/mecanica_basica/operadores/ope_sifnfn
http://www.Iesmarenostrium.com/departamentos/tecnologias/mecaneso/mecanica_basica/operadores/ope_cr emaller
<http://www.drweld.com/simbolo.html>
http://www.drweld.com/groove_simbolo.html
http://www.drweld.com/plug_simbolo.html
<http://www.asw.org>.(American welding society)
<http://www.sms.com.mx> (Sociedad mexicana para la soldadura)
<http://www.asme.org>.
http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/remaches/proceso.html
http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/remaches/designacion.html
http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/remaches/diametros.html
http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/remaches/une17003.html
http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/remaches/representación.html
http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/remaches/ejemplos.asp
<http://www.construaprende.com>

<http://www.monografias.com/trabajos/antrofamilia/antrofamilia.shtml>"
<http://www.materiasw.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-434pdf>
<http://www.materiasw.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-41.pdf>

<http://www.materiasw.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-41.pdf>
<http://www.materiasw.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-43.pdf>
<http://www.materiasw.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-44.pdf>