Decimocuarta edición

Dibujo técnico con gráficas de ingeniería

Giesecke | Mitchell | Spencer | Hill | Dygdon | Novak | Lockhart

ALWAYS LEARNING

PEARSON

www.FreeLibros.me

ACCESO A LOS RECURSOS EN LÍNEA

Para acceder a los recursos tecnológicos de este libro, visite el sitio web:

www.pearsonenespañol.com/giesecke

e introduzca el siguiente código.

(Utilice una moneda para descubrir el código de acceso.
No use objetos filosos porque podría dañarlo).

IMPORTANTE:
Este código de acceso sólo puede usarse una vez y no es reemplazable.
¡Asegúrese de que no aparezca dañado o descubierto!

www.FreeLibros.me

Equivalentes decimales y en milímetros

4tos	8vos	16vos	32vos	64vos	Hasta 4 lugares	Hasta 3 lugares	Hasta 2 lugares	Milí-metros	4tos	8vos	16vos	32vos	64vos	Hasta 4 lugares	Hasta 3 lugares	Hasta 2 lugares	Milí-metros
				1/64	.0156	.016	.02	.397					33/64	.5156	.516	.52	13.097
			1/32		.0312	.031	.03	.794				17/32		.5312	.531	.53	13.494
				3/64	.0469	.047	.05	1.191					35/64	.5469	.547	.55	13.891
		1/16			.0625	.062	.06	1.588			9/16			.5625	.562	.56	14.288
				5/64	.0781	.078	.08	1.984					37/64	.5781	.578	.58	14.684
			3/32		.0938	.094	.09	2.381				19/32		.5938	.594	.59	15.081
				7/64	.1094	.109	.11	2.778					39/64	.6094	.609	.61	15.478
	1/8				.1250	.125	.12	3.175		5/8				.6250	.625	.62	15.875
				9/64	.1406	.141	.14	3.572					41/64	.6406	.641	.64	16.272
			5/32		.1562	.156	.16	3.969				21/32		.6562	.656	.66	16.669
				11/64	.1719	.172	.17	4.366					43/64	.6719	.672	.67	17.066
		3/16			.1875	.188	.19	4.762			11/16			.6875	.688	.69	17.462
				13/64	.2031	.203	.20	5.159					45/64	.7031	.703	.70	17.859
			7/32		.2188	.219	.22	5.556				23/32		.7188	.719	.72	18.256
				15/64	.2344	.234	.23	5.953					47/64	.7344	.734	.73	18.653
1/4					.2500	.250	.25	6.350	3/4					.7500	.750	.75	19.050
				17/64	.2656	.266	.27	6.747					49/64	.7656	.766	.77	19.447
			9/32		.2812	.281	.28	7.144				25/32		.7812	.781	.78	19.844
				19/64	.2969	.297	.30	7.541					51/64	.7969	.797	.80	20.241
		5/16			.3125	.312	.31	7.938			13/16			.8125	.812	.81	20.638
				21/64	.3281	.328	.33	8.334					53/64	.8281	.828	.83	21.034
			11/32		.3438	.344	.34	8.731				27/32		.8438	.844	.84	21.431
				23/64	.3594	.359	.36	9.128					55/64	.8594	.859	.86	21.828
	3/8				.3750	.375	.38	9.525		7/8				.8750	.875	.88	22.225
				25/64	.3906	.391	.39	9.922					57/64	.8906	.891	.89	22.622
			13/32		.4062	.406	.41	10.319				29/32		.9062	.906	.91	23.019
				27/64	.4219	.422	.42	10.716					59/64	.9219	.922	.92	23.416
		7/16			.4375	.438	.44	11.112			15/16			.9375	.938	.94	23.812
				29/64	.4531	.453	.45	11.509					61/64	.9531	.953	.95	24.209
			15/32		.4688	.469	.47	11.906				31/32		.9688	.969	.97	24.606
				31/64	.4844	.484	.48	12.303					63/64	.9844	.984	.98	25.003
					.5000	.500	.50	12.700						1.0000	1.000	1.00	25.400

Las mediciones métricas podrán deducirse directamente en los dibujos con el sistema métrico decimal. Las mediciones decimales podrán establecerse directamente en los dibujos con el escalímetro de los ingenieros o mediante el escalímetro decimal.

Símbolos para correcciones de los profesores

C	Mostrar la construcción
D	Mostrar dimensiones, mostrar los datos dados o requeridos
I	Mejorar forma o espaciamiento
H	Demasiado grueso
NH	No lo suficientemente grueso
ND	No lo suficientemente oscuro
SL	Afilar la punta del lápiz o del compás
GL	Usar líneas guía
A	Mejorar las puntas de flecha
	Error en el área circulada

www.FreeLibros.me

Diseños de hoja

A continuación se muestra un código conveniente para identificar los tamaños y formatos de hoja del Estándar Nacional Americano sugeridas por los autores para el título, la lista de piezas o materiales y los cuadros de revisión. Todas las dimensiones están en pulgadas.

Se ilustran tres tamaños de hoja: El **Tamaño A**, figura I, el **Tamaño B**, figura V, y el **Tamaño C**, figura VI. Las hojas de tamaño métrico no se muestran pero estas dimensiones pueden ajustarse y adaptarse a los tamaños métricos **A4**, **A3** y **A2**.

El término diseño se refiere a una hoja de cierto tamaño, más cierto arreglo de letreros. El **Diseño A-1** es una combinación del **Tamaño A**, figura I, y el **Formato 1**, figura II. El **Diseño C-3** es una combinación del **Tamaño C** y el **Formato 3**. El **Diseño A4-2** (ajustado) es una combinación del **Tamaño A4** y el **Formato 3**, figura III, ajustado para caber entre los bordes. Utilice las combinaciones que le asigne su profesor.

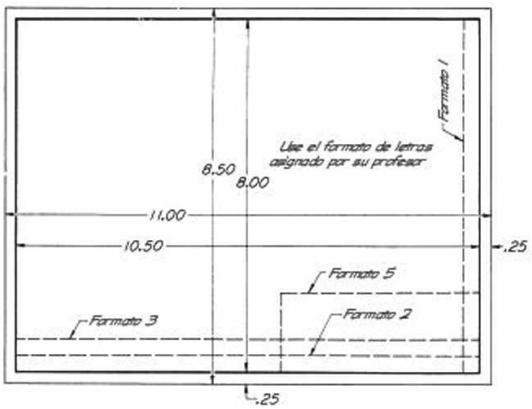


Figura I. **Tamaño de hoja A (8.50" × 11.00")**

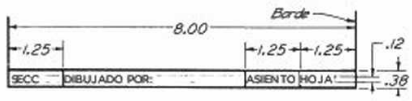


Figura II. **Formato 1. Cuadro de títulos**

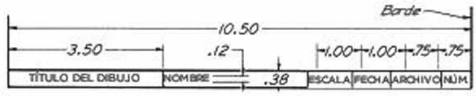


Figura III. **Formato 2. Cuadro de títulos**

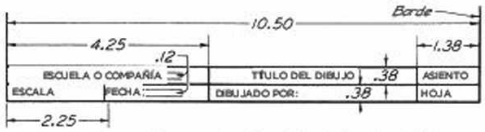


Figura IV. **Formato 3. Cuadro de títulos**

Tamaños de hojas

Estándar Nacional Americano

A – 8.50" × 11.00"
B – 11.00" × 17.00"
C – 17.00" × 22.00"
D – 22.00" × 34.00"
E – 34.00" × 44.00"

Estándar Internacional

A4 – 210 mm × 297 mm
A3 – 297 mm × 420 mm
A2 – 420 mm × 594 mm
A1 – 594 mm × 841 mm
A0 – 841 mm × 1189 mm
(25.4 mm = 1.00")

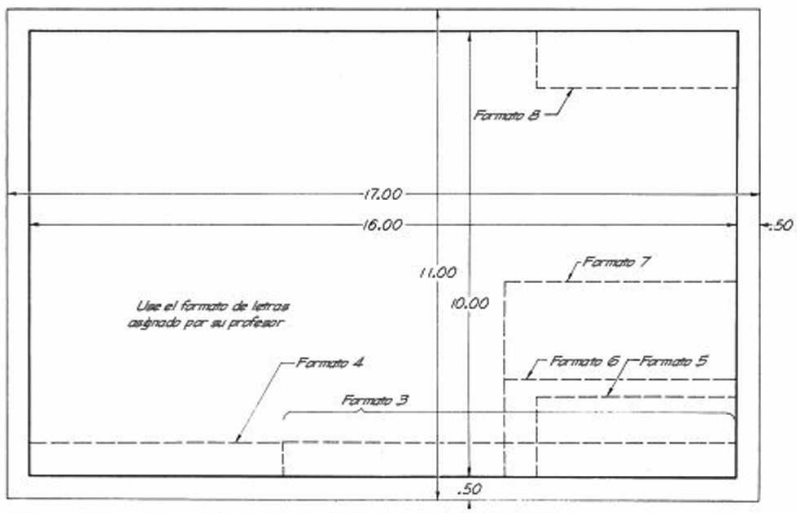


Figura V. **Tamaño de hoja B (11.00" × 17.00")**

www.FreeLibros.me

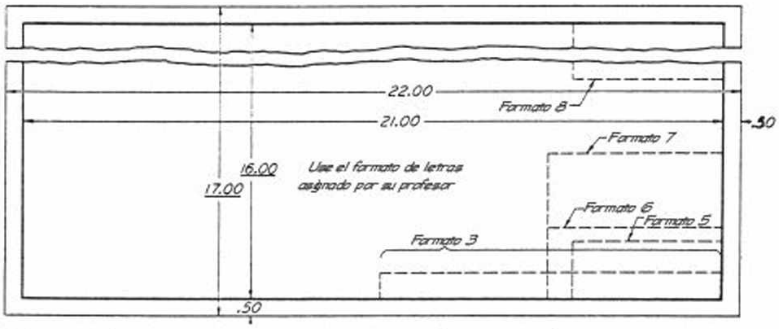


Figura VI. **Tamaño de hoja C (17.00" × 22.00")**

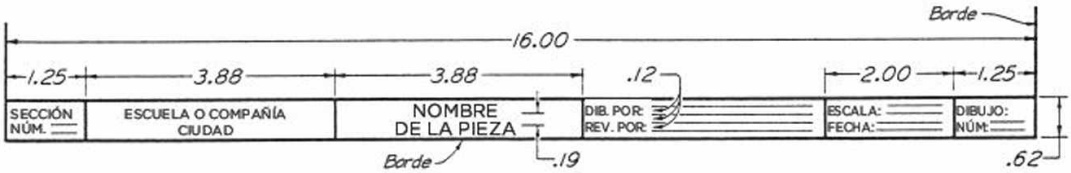


Figura VII. **Formato 4. Cuadro de títulos**

Figura VIII. **Formato 5. Cuadro de títulos**

Figura IX. **Formato 6. Cuadro de títulos**

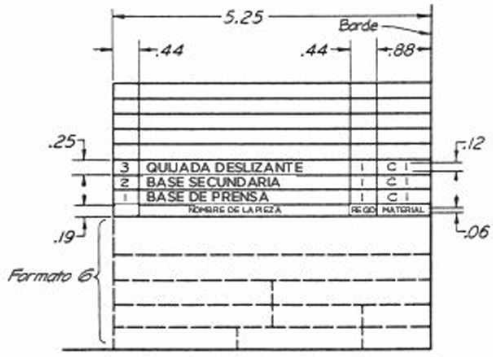


Figura X. **Formato 7. Lista de piezas o lista de materiales**

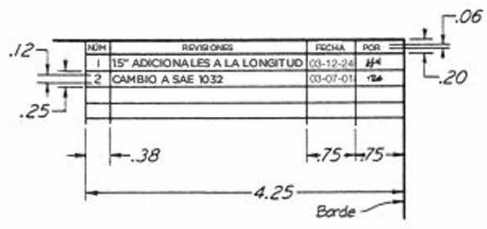


Figura XI. **Formato 8. Cuadro de revisiones**

www.FreeLibros.me

www.FreeLibros.me

DECIMOCUARTA EDICIÓN

DIBUJO TÉCNICO CON GRÁFICAS DE INGENIERÍA

FREDERICK E. GIESECKE
Profesor emérito de Dibujo
Texas A&M University

ALVA MITCHELL
Profesora emérita de Dibujo para Ingeniería
Texas A&M University

HENRY CECIL SPENCER
Profesor emérito de Dibujo Técnico
Ex director de Departamento
Illinois Institute of Technology

IVAN LEROY HILL
Profesor emérito de Gráficos para Ingeniería
Ex presidente de Departamento
Illinois Institute of Technology

JOHN THOMAS DYGDON
Profesor emérito de Gráficos para Ingeniería
Ex presidente de Departamento y director de la División de Servicios Académicos y de la Oficina de Servicios Educativos
Illinois Institute of Technology

JAMES E. NOVAK
Profesor titular y director de la División de Gráficos para Ingeniería
Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectura
Illinois Institute of Technology

SHAWNA LOCKHART
Ex profesora adjunta de Gráficos para Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial y Mecánica
Montana State University

TRADUCCIÓN
JESÚS ELMER MURRIETA MURRIETA
Maestro en investigación de operaciones
Tecnológico de Monterrey-Campus Morelos

REVISIÓN TÉCNICA
MARÍA TERESA CEDILLO SALAZAR
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME)
Universidad Autónoma de Nuevo León

PEARSON

www.FreeLibros.me

Datos de catalogación bibliográfica

GIESECKE, FREDERICK E., y cols.

Dibujo técnico con gráficas de ingeniería

Decimocuarta edición

PEARSON, México, 2013

ISBN: 978-607-32-1353-0

Área: Ingeniería

Formato 21 × 27 cm Páginas: 720

Authorized translation from the English language edition, entitled *Technical drawing with engineering graphics, 14th* edition, by *Frederick Giesecke, Ivan Hill, Henry Spencer, Alva Mitchell, John Dygdon, James Novak and Shawna Lockhart*, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright © 2012. All rights reserved.
ISBN 9780135090497

Traducción autorizada de la edición en idioma inglés, titulada *Technical drawing with engineering graphics, 14ª* edición por *Frederick Giesecke, Ivan Hill, Henry Spencer, Alva Mitchell, John Dygdon, James Novak y Shawna Lockhart* publicada por Pearson Education, Inc., publicada como Prentice Hall, Copyright © 2012. Todos los derechos reservados.

Esta edición en español es la única autorizada.

Edición en español

Dirección Educación Superior: Mario Contreras
Editor Sponsor: Luis Miguel Cruz Castillo
e-mail: luis.cruz@pearson.com
Editor de Desarrollo: Bernardino Gutiérrez Hernández
Supervisor de Producción: Gustavo Rivas Romero
Gerencia Editorial
Educación Superior Latinoamérica: Marisa de Anta

DECIMOCUARTA EDICIÓN, 2013

D.R. © 2013 por Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
Atlacomulco 500-5o. piso
Col. Industrial Atoto, C.P. 53519
Naucalpan de Juárez, Estado de México

Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Reg. núm. 1031.

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del editor.

El préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso de este ejemplar requerirá también la autorización del editor o de sus representantes.

ISBN VERSIÓN IMPRESA: 978-607-32-1353-0
ISBN VERSIÓN E-BOOK: 978-607-32-1362-2
ISBN E-CHAPTER: 978-607-32-1363-9

Impreso en México. *Printed in Mexico.*
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - 15 14 13 12

PEARSON

www.pearsonenespañol.com

www.FreeLibros.me

DECIMOCUARTA EDICIÓN

DIBUJO TÉCNICO CON GRÁFICAS DE INGENIERÍA

ACERCA DE ESTE LIBRO

Esta decimocuarta edición de *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería* de Giesecke es un texto completo y detallado que sirve como referencia para crear documentación gráfica en 2D.

Esta nueva edición amplía la reputación del libro como una referencia confiable para el dibujo técnico y ofrece, además, una excelente integración de ilustraciones dentro del texto y funciones de navegación consistentes que hacen más fácil encontrar la información más importante.

El texto ilustra la aplicación práctica, en el mundo real, de las habilidades para el dibujo técnico e integra habilidades de dibujo con el uso de CAD en diversas disciplinas; asimismo está actualizado con las normas ASME vigentes.

Contenido actualizado

- Actualización del material para que se ajuste a las normas ANSI Y14.5-2009 sobre dimensionamiento y tolerancias.
- Actualización del capítulo de tolerancias, que explica los marcos de referencia en términos de grados de libertad.
- Ilustraciones nuevas y actualizadas.
- Actualización del capítulo sobre la construcción geométrica.
- Inclusión de información sobre el dibujo de tornillos prisioneros.
- Ejemplos de software actualizados.
- Comprobación exhaustiva de la exactitud.

Características de enseñanza y aprendizaje

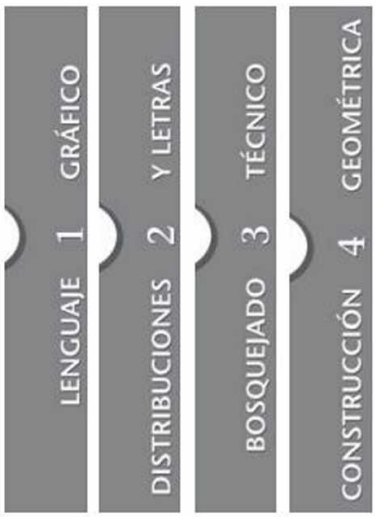
Mediante una orientación visual, los estudiantes y profesionales con múltiples ocupaciones podrán localizar rápidamente el contenido al navegar por estas características consistentes en todos los capítulos.

- ***Vistazo rápido*** Cada capítulo inicia con una lista de los objetivos, para captar la atención de los lectores, y una pequeña introducción proporciona un contexto del contenido.
- ***Referencias y vínculos web*** Al principio de cada capítulo se presentan referencias aplicables a las normas y vínculos a un sitio web complementario.
- ***Sección "Fundamentos"*** Sección introductoria que inicia con un tema principal en la parte superior de la página para facilitar la navegación; incluye los usos y la importancia del tema de dibujo, así como sugerencias de visualización y teoría relacionadas con las técnicas de dibujo.
- ***Sección detallada*** Es la parte "fundamental" del libro, donde se dan explicaciones pormenorizadas de las técnicas de dibujo, sus variaciones y ejemplos, organizados en secciones de lectura rápida, cada una numerada para tener una referencia rápida de su contenido.
- ***Sección "Trabajo en CAD"*** Esta página incluye consejos relacionados con el uso de modelos CAD en 2D y 3D para generar dibujos.
- ***Sección "Portafolio"*** Ejemplos de dibujos terminados para concluir el capítulo, muestran aplicaciones en el mundo real de los temas presentados.
- ***Palabras clave*** Las palabras clave aparecen con letras negritas cursivas en la primera referencia dentro del texto y se resumen al final del capítulo.
- ***Resumen del capítulo***
- ***Preguntas de repaso***
- ***Ejercicios del capítulo*** Las excelentes series de problemas de Giesecke incorporan ejercicios actualizados, así como piezas de plástico y de hoja metálica, dibujos de ensamble actualizados a partir de modelos CAD y problemas de bosquejo.

www.FreeLibros.me

CÓMO UTILIZAR ESTE LIBRO

Las siguientes características se diseñaron para proporcionar una navegación fácil y una referencia rápida a los estudiantes y profesionales que buscan a Giesecke como un libro de texto organizado amablemente, o como una referencia permanente para obtener información sobre dibujo técnico.



Los capítulos están marcados con una pestaña que le ayudará a localizarlos fácilmente.

SECCIONES DE APERTURA DE CAPÍTULO

Una banda ancha, vertical y con variaciones de gris, así como un número de gran tamaño en la primera página de cada capítulo, le ayudan a localizar el capítulo para encontrar los temas rápidamente.

Aquí se enumeran los temas acerca de los cuales se podrá aprender en este capítulo.

Una ilustración grande y una interesante visión general proporcionan un contexto del mundo real de lo que se trata en el capítulo.

Aquí se muestran las normas de dibujo que se aplican en el capítulo.

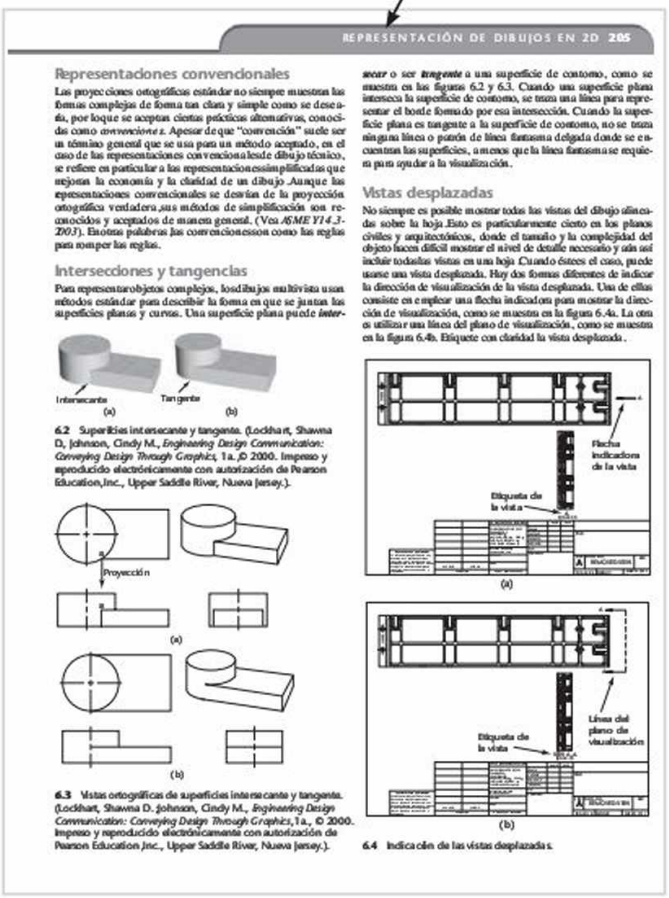
www.FreeLibros.me

SECCIÓN "FUNDAMENTOS"

Esta sección introductoria indica el uso y la importancia del tema de dibujo que se desarrollará, las sugerencias de visualización y la teoría relacionada con las técnicas de dibujo.

El color oscuro de la parte superior de la página facilita la localización de la sección "Fundamentos".

La pestaña de la parte superior de la página indica el tema que se trata en la descripción general.



REPRESENTACIÓN DE DIBUJOS EN 2D 205

Representaciones convencionales

Las proyecciones ortográficas estándar no siempre muestran las formas complejas de forma tan clara y simple como se desearía, por lo que se aceptan ciertas prácticas alternativas, conocidas como *convenciones*. Apesar de que "convención" suele ser un término general que se usa para un método aceptado, en el caso de las representaciones convencionales de dibujo técnico, se refiere en particular a las representaciones simplificadas que mejoran la economía y la claridad de un dibujo. Aunque las representaciones convencionales se desvían de la proyección ortográfica verdadera, sus métodos de simplificación son reconocidos y aceptados de manera general. (Vea *ASME Y14.3-2003*). Estas palabras las convenciones son como las reglas para romper las reglas.

Intersecciones y tangencias

Para representar objetos complejos, los dibujos multivista usan métodos estándar para describir la forma en que se juntan las superficies planas y curvas. Una superficie plana puede ***intersecar*** o ser ***tangente*** a una superficie de contorno, como se muestra en las figuras 6.2 y 6.3. Cuando una superficie plana intersecta la superficie de contorno, se traza una línea para representar el borde formado por esa intersección. Cuando la superficie plana es tangente a la superficie de contorno, no se traza ninguna línea o patrón de línea fantasma delgada donde se encuentran las superficies, a menos que la línea fantasma se requiera para ayudar a la visualización.

Vistas desplazadas

No siempre es posible mostrar todas las vistas del dibujo alineadas sobre la hoja. Esto es particularmente cierto en los planos civiles y arquitectónicos, donde el tamaño y la complejidad del objeto hacen difícil mostrar el nivel de detalle necesario y aún así incluir todas las vistas en una hoja. Cuando éstees el caso, puede usarse una vista desplazada. Hay dos formas diferentes de indicar la dirección de visualización de la vista desplazada. Una de ellas consiste en emplear una flecha indicadora para mostrar la dirección de visualización, como se muestra en la figura 6.4a. La otra es utilizar una línea del plano de visualización, como se muestra en la figura 6.4b. Etiquete con claridad la vista desplazada.

Intersecante Tangente (a) (b)

6.2 Superficies intersecante y tangente. (Lockhart, Shawna D, Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a. ¿D 2000. Impreso y aproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey.).

Proyección (a) (b)

6.3 Vistas ortográficas de superficies intersecante y tangente. (Lockhart, Shawna D. Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a., © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education Jnc., Upper Saddle River, Nueva Jersey.).

Flecha indicadora de la vista Etiqueta de la vista (a)

Línea del plano de visualización Etiqueta de la vista (b)

6.4 Indicación de las vistas desplazadas.

SECCIÓN DETALLADA

Es la sección más importante del libro, donde se explican las técnicas de dibujo, sus variaciones y ejemplos; organizada en secciones de lectura rápida; cada sección se numera para tener una referencia rápida de su contenido.

El contenido se divide en secciones numeradas. Las páginas son blancas para diferenciarlas de otras secciones.

38 CAPÍTULO 2 DISTRIBUCIONES DE LETRAS

A B C D E F G H
a b c d e f g h

Las letras sans serif no tienen adornos, o remates, en los extremos de los trazos

A B C D E F G H
a b c d e f g h

Las letras romanas se realizan mediante espesores de línea gruesos y finos

A B C D E F G H
a b c d e f g h

Las letras cursivas son inclinadas, con o sin remates

2.19 Diferencias entre letras romanas, cursivas, serif y sans serif.

2.12 LETRAS Y LETREROS

Con frecuencia es necesario usar texto en forma de letrero para describir completamente un objeto o proporcionar especificaciones detalladas. Las letras deben ser legibles, fáciles de crear y utilizar estilos aceptables para el dibujo tradicional y el dibujo en CAD.

Los dibujos de ingeniería usan letras Sans serif de un solo trazo porque son muy legibles y rápidas de dibujar (*Sans serif* significa sin adornos y remates). Una ***fuente*** es el nombre de una forma particular de letras. La fuente en particular para los dibujos de ingeniería se denomina Gótica. En la figura 2.19 se muestran las diferencias entre las fuentes ***romana, cursiva, serif*** y ***sans serif***.

El tipo de letras es una característica estándar disponible en los programas gráficos de computadora. Con el software de CAD pueden agregarse títulos, notas y la información de dimensionamiento de un dibujo. Se pueden seleccionar distintas fuentes y una variedad de tamaños. Cuando se requieren modificaciones, es fácil hacer cambios de letras en el dibujo mediante la edición del texto.

La capacidad de hacer letras a mano alzada tiene poca relación con la capacidad de escribir. Usted puede aprender a hacer letras elegantemente aun cuando tenga una escritura terrible. Hay tres aspectos necesarios para el aprendizaje de la elaboración de letras:

- Conocer las proporciones y las formas de las letras (para hacer buenas letras es necesario tener una imagen mental clara de su forma correcta)
- Espaciado de letras y palabras para facilitar su lectura
- Práctica

AUTOCAD TXT FONT
ROMAN SIMPLEX
ROMAN DUPLEX
TITLES
TRUE TYPE FONTS

2.20 Ejemplo de letras y títulos usando CAD.

2.13 NORMAS PARA LAS LETRAS

La mayoría de las notas hechas a mano usan letras de unos 3 mm (1/8") de alto. Las ***líneas guía*** horizontales y finas son útiles para obtener alturas consistentes de las letras. Las notas en CAD se establecen usando el estilo y el tamaño seleccionados en el rango de 3 mm (1/8") de altura de acuerdo con el tamaño de impresión del dibujo. Las alturas de las letras varían con el tamaño de la hoja y el uso previsto del dibujo.

Los dibujos de CAD suelen utilizar un estilo de letra gótica, pero a menudo utilizan una fuente romana para los títulos. Al agregar las letras a un dibujo CAD, una buena regla de oro es no usar más de dos fuentes en el mismo dibujo. Vea la figura 2.20 donde se muestran algunas de las fuentes disponibles en CAD. Quizá desee utilizar una fuente para los títulos y otra distinta para las notas y demás textos. Puede ser tentador utilizar muchas fuentes diferentes en un dibujo por la amplia variedad de que se dispone, pero esto tiende a crear distracción en el dibujo. En broma se dice que los dibujos que utilizan demasiados estilos de letras y tamaños parecen una "nota de rescate".

2.14 LETRAS Y NÚMEROS VERTICALES

Hay muchos estándar para las diferentes letras. En la figura 2.21 se muestran las proporciones de las letras mayúsculas y números ***verticales***. En la figura, cada letra se muestra en una cuadrícula de 6 unidades de altura que muestra su anchura en relación con su altura. Las flechas numeradas indican el orden y la dirección tradicionales en que se hacen los trazos de las letras.

Fuera de la I y la W, las letras tienen un ancho de 5 o 6 divisiones de la cuadrícula, o aproximadamente el mismo ancho que su altura. Esto es probablemente un poco más ancho que su escritura habitual. Es más fácil recordar las letras de 6 unidades si se piensa en ellas como en las letras que forman un nombre: TOM Q. VAX Y. La letra I tiene el ancho de un lápiz, y la W tiene una anchura de 8 unidades de la cuadrícula (1-1/3 veces su altura).

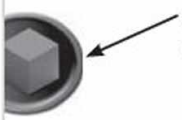
Con la excepción del número 1, que sólo utiliza el ancho de un lápiz, todos los números tienen 5 unidades de ancho.

2.15 LETRAS EN MINÚSCULA

Las letras minúsculas se usan muy poco en los bosquejos de ingeniería, excepto para notas que incluyen muchas letras. Las letras verticales minúsculas se usan en el trazado de mapas, pero muy rara vez en los planos de maquinaria. Las letras minúsculas se muestran en la figura 2.22. La parte inferior de la letra (o descendente) suele tener dos tercios de la altura de la letra mayúscula.

Cuando se combinan mayúsculas grandes y pequeñas, las pequeñas deben tener de tres quintos a dos tercios la altura de las mayúsculas grandes. Las letras y números inclinados se muestran en las figuras 2.23 y 2.24 y se estudiarán en la siguiente sección.

ICONOS DE SUPLEMENTO WEB

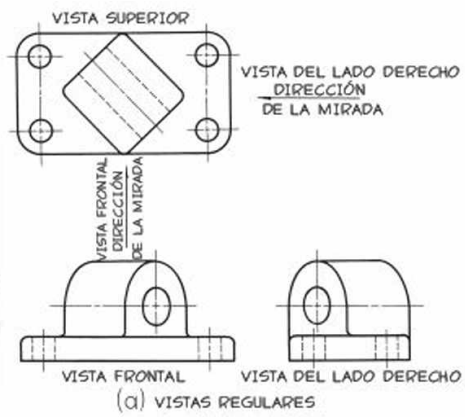


Este icono de un bloque sólido modelado indica que un modelo sólido que complementa esta figura o tema está disponible en línea.

Este icono de una película le indica que una animación donde se explica esta figura o tema está disponible en línea (en inglés).

ILUSTRACIÓN PARA LA VISUALIZACIÓN DE UN MODELO SÓLIDO

Los modelos sólidos le dan vida a las vistas de la página y le ayudan a visualizar el dibujo.



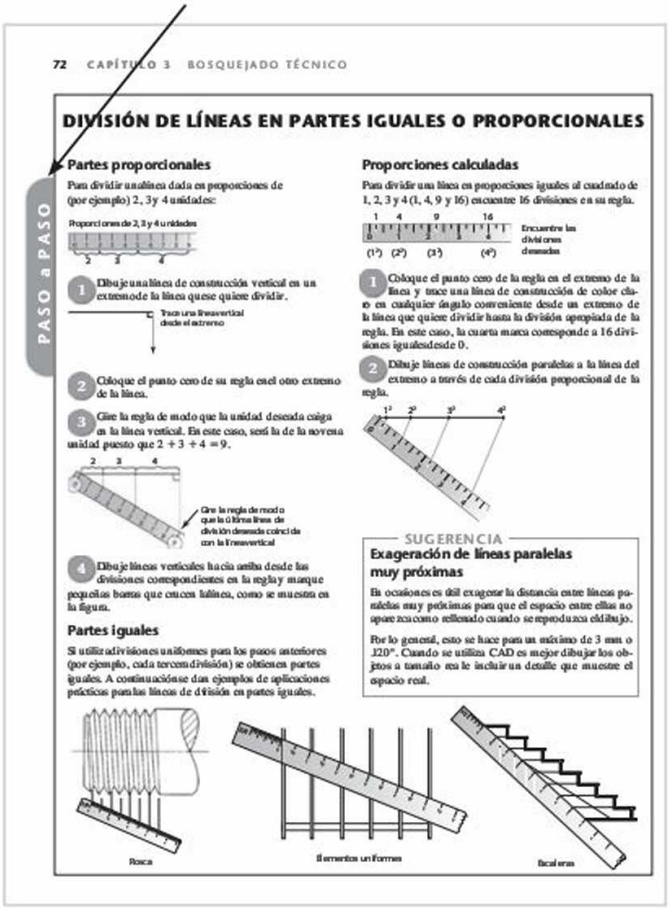
(a) VISTAS REGULARES

www.FreeLibros.me

ACTIVIDADES "PASO A PASO"

A lo largo del libro, algunos procesos complicados se muestran "paso a paso", y se indican con una ilustración ubicada justo al lado del texto.

Esta pestaña identifica actividades que se describen paso a paso.


72 CAPÍTULO 3 BOSQUEJADO TÉCNICO

PASO a PASO

DIVISIÓN DE LÍNEAS EN PARTES IGUALES O PROPORCIONALES

Partes proporcionales

Para dividir una línea dada en proporciones de (por ejemplo) 2, 3 y 4 unidades:

Proporciones de 2, 3 y 4 unidades

1 Dibuje una línea de construcción vertical en un extremo de la línea que quiere dividir.

Trace una línea vertical desde el extremo

2 Coloque el punto cero de su regla en el otro extremo de la línea.

3 Gire la regla de modo que la unidad deseada caiga en la línea vertical. En este caso, será la de la novena unidad puesto que 2 + 3 + 4 = 9.

Gire la regla de modo que la última línea de división deseada coincida con la línea vertical

4 Dibuje líneas verticales hacia arriba desde las divisiones correspondientes en la regla y marque pequeñas barras que crucen la línea, como se muestra en la figura.

Partes iguales

Si utiliza divisiones uniformes para los pasos anteriores (por ejemplo, cada tercera división) se obtienen partes iguales. A continuación se dan ejemplos de aplicaciones prácticas para las líneas de división en partes iguales.

Proporciones calculadas

Para dividir una línea en proporciones iguales al cuadrado de 1, 2, 3 y 4 (1, 4, 9 y 16) encuentre 16 divisiones en su regla.

Encuentre las divisiones deseadas

1 Coloque el punto cero de la regla en el extremo de la línea y trace una línea de construcción de color claro en cualquier ángulo conveniente desde un extremo de la línea que quiere dividir hasta la división apropiada de la regla. En este caso, la cuarta marca corresponde a 16 divisiones igualesdesde 0.

2 Dibuje líneas de construcción paralelas a la línea del extremo a través de cada división proporcional de la regla.

SUGERENCIA

Exageración de líneas paralelas muy próximas

En ocasiones es útil exagerar la distancia entre líneas paralelas muy próximas para que el espacio entre ellas no aparezca como rellenado cuando se reproduzca eldibujo.

Por lo general, esto se hace para un máximo de 3 mm o .120". Cuando se utiliza CAD es mejor dibujar los objetos a tamaño real e incluir un detalle que muestre el espacio real.

Roca

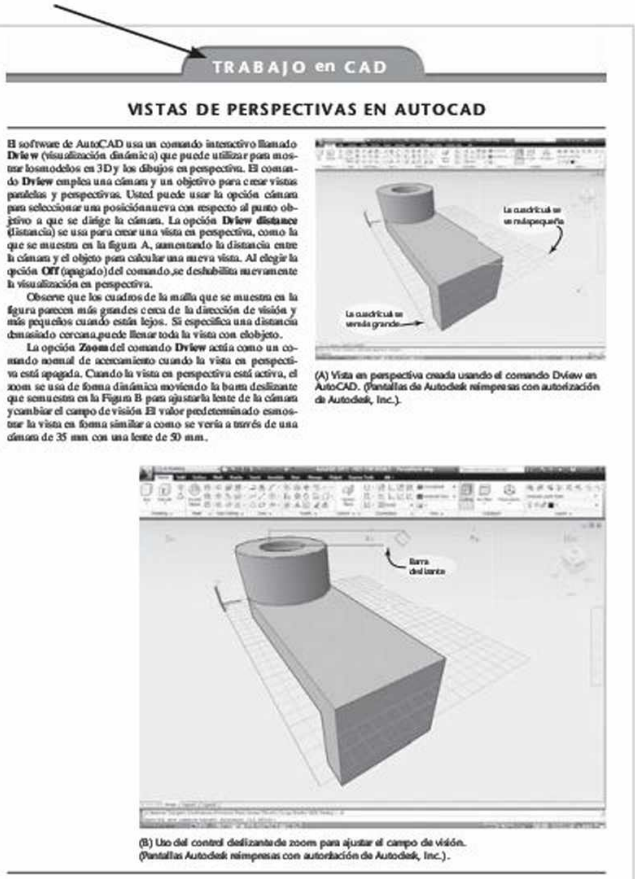
Elementos uniformes

Escaleras

SECCIÓN "TRABAJO EN CAD"

En estas secciones se proporcionan sugerencias relacionadas con el uso de modelos CAD en 2D o 3D para generar dibujos.

Estas páginas se identifican mediante un encabezado gris y la pestaña "Trabajo en CAD".


TRABAJO en CAD

VISTAS DE PERSPECTIVAS EN AUTOCAD

El software de AutoCAD usa un comando interactivo llamado **Dview** (visualización dinámica) que puede utilizar para mostrar los modelos en 3D y los dibujos en perspectiva. El comando **Dview** emplea una cámara y un objetivo para crear vistas paralelas y perspectivas. Usted puede usar la opción cámara para seleccionar una posición nueva con respecto al punto objetivo a que se dirige la cámara. La opción **Dview distance** (distancia) se usa para crear una vista en perspectiva, como la que se muestra en la figura A, aumentando la distancia entre la cámara y el objeto para calcular una nueva vista. Al elegir la opción **Off** (apagado) del comando, se deshabilita nuevamente la visualización en perspectiva.

Observe que los cuadros de la malla que se muestra en la figura parecen más grandes cerca de la dirección de visión y más pequeños cuando están lejos. Si especifica una distancia demasiado cercana, puede llenar toda la vista con el objeto.

La opción **Zoom** del comando **Dview** actúa como un comando normal de acercamiento cuando la vista en perspectiva está apagada. Cuando la vista en perspectiva está activa, el zoom se usa de forma dinámica moviendo la barra deslizante que se muestra en la Figura B para ajustar la lente de la cámara y cambiar el campo de visión. El valor predeterminado es mostrar la vista en forma similar a como se vería a través de una cámara de 35 mm con una lente de 50 mm.

La cuadrícula se ve más pequeña

La cuadrícula se ve más grande

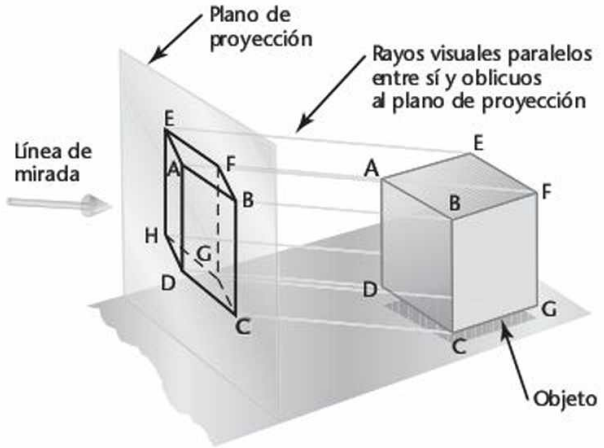
(A) Vista en perspectiva creada usando el comando Dview en AutoCAD. (Pantallas de Autodesk reimpresas con autorización de Autodesk, Inc.).

Barra deslizante

(B) Uso del control deslizante de zoom para ajustar el campo de visión. (Pantallas Autodesk reimpresas con autorización de Autodesk, Inc.).

ILUSTRACIONES

Las llamadas en variaciones de gris distinguen entre un texto explicativo y las anotaciones en los dibujos técnicos. Estas variaciones ayudan a diferenciar el significado de las líneas de proyección, las líneas de doblado y otros elementos del dibujo.



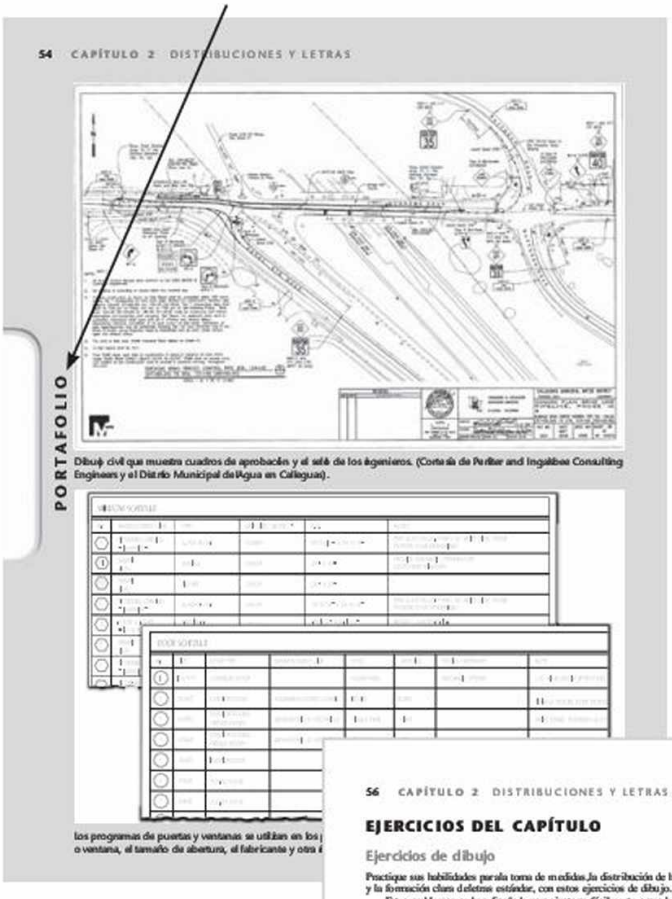
(c) Proyección oblicua

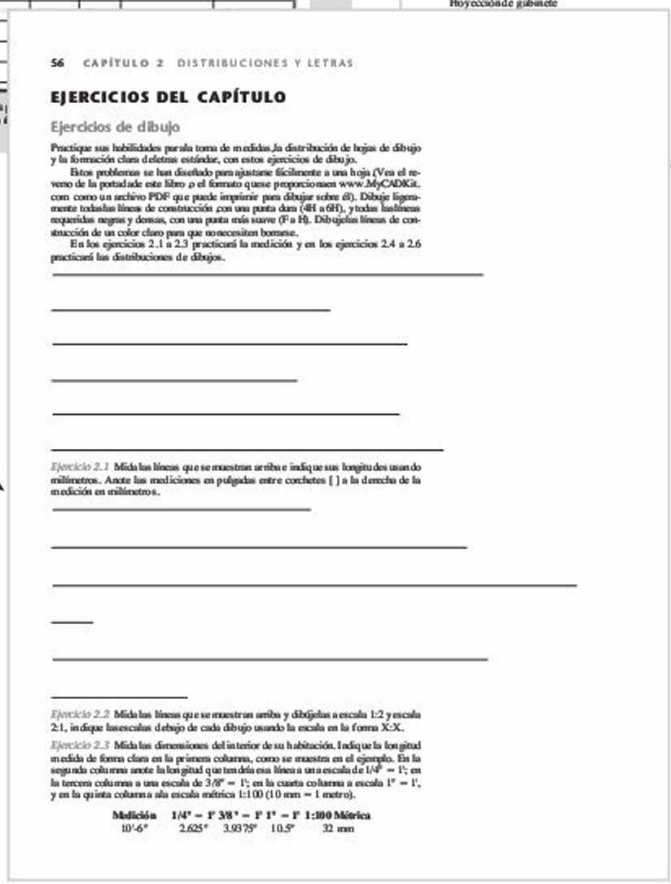
www.FreeLibros.me

SECCIÓN "PORTAFOLIO"

En esta sección se ofrecen ejemplos de dibujos terminados que muestran aplicaciones en el mundo real de los temas presentados.

Busque en estas páginas dibujos terminados del mundo real.





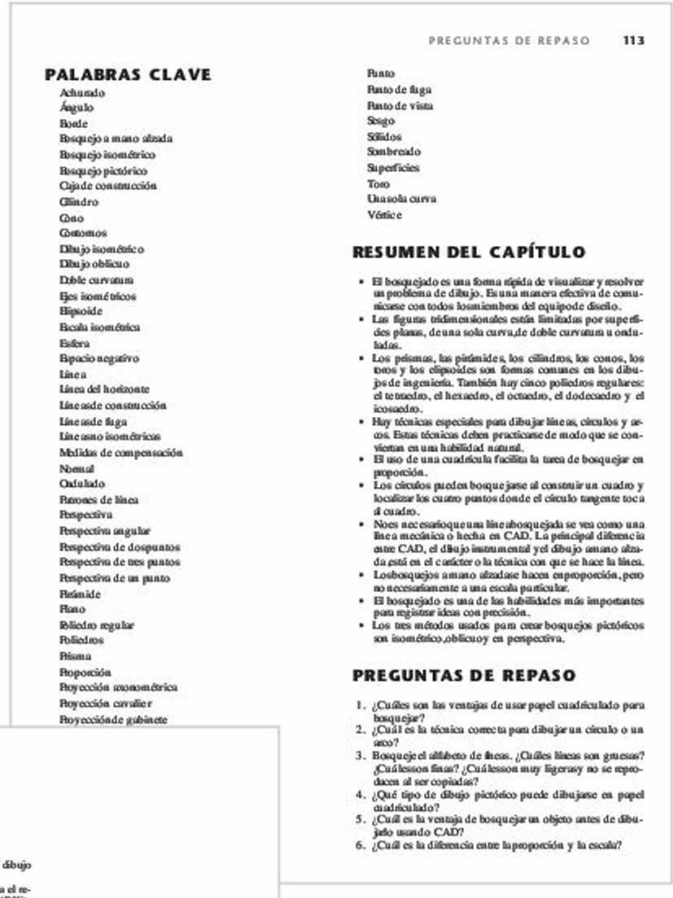
Estos ejercicios se encuentran al final de cada capítulo.

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

Estas series de problemas de Giesecke incorporan ejercicios actualizados, así como piezas de plástico y de hoja metálica, dibujos de ensamble a partir de modelos CAD y problemas de bosquejo.

REPASO DEL CAPÍTULO

En la parte final de cada capítulo encontrará las secciones "Palabras clave", "Resumen del capítulo" y "Preguntas de repaso".



www.FreeLibros.me

PREFACIO

Durante décadas, el texto de *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería* ha sido reconocido como una autoridad en las teorías y técnicas de la comunicación gráfica. Generaciones de profesores y estudiantes han utilizado y conservado este libro como una referencia profesional. Su éxito constante puede atribuirse a una explicación clara y atractiva de los principios, y a sus dibujos, que aún no han sido superados en cuanto a detalle y precisión.

Aunque no se pretende cambiar su naturaleza original ni las características que lo identifican, el libro se ha revisado y actualizado con las tecnologías y prácticas de campo más modernas. Más que nunca, esta decimocuarta edición preparará a los estudiantes para incorporarse al mercado del siglo XXI y les servirá como referencia permanente.

Shawna Lockhart, autora de la decimocuarta edición, usó *Dibujo técnico* de Giesecke cuando era profesora de gráficos para ingeniería en Montana State University. A lo largo de sus 15 años como profesora galardonada, eligió este libro porque, según sus palabras, "era el texto más completo y bien presentado, con las mejores referencias gráficas y ejercicios del mercado".

La calidad de las ilustraciones y ejemplos de dibujo fue establecida por el autor original, Frederick E. Giesecke, quien creó la mayoría de las ilustraciones de la primera edición, publicada en 1933.

A Giesecke, fundador del primer programa formal de enseñanza de arquitectura en Texas, en lo que hoy es la Texas A&M University, se le ha descrito como "un niño prodigio de primera magnitud". Se unió al profesorado de A&M, a los 17 años, después de graduarse en 1886 con una licenciatura en Ingeniería Mecánica, y a los 19 años fue nombrado jefe del Departamento de Dibujo Mecánico.

Después de haber estudiado dibujo arquitectónico y diseño en la Cornell University y en el Massachusetts Institute of Technology, Giesecke también se desempeñó como jefe del Departamento de Arquitectura, y arquitecto oficial de la Texas A&M University, diseñando muchos edificios del campus que actualmente se mantienen en pie.

Admiradora por largo tiempo de Giesecke, la profesora Lockhart fue honrada con la responsabilidad de llevar a cabo una presentación clara, atractiva, completa y bien organizada del legado del autor original.

La profesora Lockhart es conocida como una de las primeras usuarias y una autoridad en las tecnologías CAD. Es notable por su dedicación excepcional a los estudiantes y por fomentar en un amplio espectro de personas, especialmente mujeres y minorías, el estudio de carreras relacionadas con el campo de la ingeniería. Actualmente trabaja tiempo completo para asegurar que la serie gráfica de Giesecke se aplique continuamente a una variedad evolutiva de disciplinas técnicas.

LA DECIMOCUARTA EDICIÓN

Dibujo técnico con gráficas de ingeniería continúa con esta decimocuarta edición su larga historia como una introducción al dibujo técnico y una referencia para las técnicas y prácticas fáciles. Los revisores nos aconsejaron cómo hacer de *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería* una guía y un recurso superior para los estudiantes actuales. Entre las nuevas características sobresalen:

- Material actualizado que se ciñe a las normas ANSIY 14.5-2009 para el dimensionamiento y las tolerancias.
- Un capítulo actualizado sobre tolerancias, que explica los marcos de referencia en términos de grados de libertad.
- Ilustraciones nuevas y actualizadas.
- Un capítulo actualizado sobre la construcción geométrica.
- La inclusión de información sobre el dibujo de tornillos prisioneros.
- Ejemplos actualizados de software.
- Comprobación exhaustiva de la exactitud.

RECURSOS EN LÍNEA PARA EL PROFESOR (EN INGLÉS)

Visite **www.pearsonenespañol.com/giesecke** para obtener un código de acceso para los materiales complementarios para el profesor (consulte el tutorial). Dentro de las 48 horas posteriores al registro recibirá una confirmación por correo electrónico con el código de acceso para el profesor. Una vez que tenga el código, busque el texto en el catálogo en línea y haga clic en el botón "Instructor Resources" a la izquierda de la página del catálogo de productos. Seleccione un suplemento y aparecerá una página de acceso. Una vez que haya ingresado podrá acceder al material para el profesor.

www.FreeLibros.me

SUPLEMENTOS

- ***Manual para el profesor y Banco de pruebas (ISBN-10: 0-13-513519-2)*** Este manual electrónico incluye respuestas a los problemas del final de capítulo, las hojas de trabajo del capítulo, descripciones de la enseñanza, y un banco de pruebas vinculado con cada capítulo del libro.
- ***Archivos en PowerPoint (ISBN-10: 0-13-509052-0)*** Diapositivas en PowerPoint con las figuras clave incluidas en el texto.
- ***Sitio web para el estudiante (en inglés):*** www.pearsonenespañol.com/giesecke. Este sitio web sirve como una guía de estudio en línea para los estudiantes y tiene las siguientes características:
  - Docenas de animaciones creadas a partir de las ilustraciones de la decimocuarta edición.
  - Preguntas conceptuales para autoevaluación: Preguntas de verdadero o falso, de opción múltiple y de llenar espacios para cada capítulo.
  - Objetivos y resúmenes de cada capítulo.
  - Vínculos a sitios web relevantes para CAD y dibujo técnico.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento sincero a todas las personas y empresas que comparten sus conocimientos con los lectores de este libro mediante dibujos y consejos: Robert A. Ackein, David Demchenkov, Jake Reis, Timothy Seaman, Michael T. Wheelock, Mark Perkins, Joe Evers, Scott Schwartzenberger, Douglas Wintin, David y Caroline Collett, Lee Sutherland, Jeff Zerr, Jeremy Olson, Bryan Strobel, Chad Schipman, Jost Diedrichs, Mary Albini, Kelly Pavlik, Steve Elpel, Erik Renna, Tim Devries, Tom Jungst, Marla Goodman, Cindy Johnson, Robert Rath, Jacob Baron-Taltre, Alex Wilson y Andrea Orr.

También agradecemos las contribuciones de los revisores de la decimocuarta edición de *Dibujo técnico con gráficas de ingeniería*:

Tarek Abdel-Salam, East Carolina University
Robert A. Ackein, Bates Technical College
Fred Brasfield, Tarrant Community College
Charles Richard Cole, Southern Polytechnic State University
Steven L. Dulmes, College of Lake County
Saeid Motavalli, California State University East Bay
Mostafa A. Tossi, Penn State Worthington Scranton
Michael T. Wheelock, Idaho State University
Paige Wyatt, Columbia Basin College

www.FreeLibros.me

CONTENIDO

CAPÍTULO UNO

LENGUAJE GRÁFICO UNIVERSAL PARA EL DISEÑO 2

OBJETIVOS 2

INTRODUCCIÓN 3

COMPRENSIÓN DEL ROL DE LOS DIBUJOS TÉCNICOS 4

PROYECTO VELOCIDAD 5

Dibujos artísticos y técnicos 6
El proceso de diseño 6
Ingeniería concurrente 8
Diseño asistido por computadora y desarrollo de productos 8
Diseño de calidad en los productos 9
Base de datos digital 9

1.1 ETAPA 1 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA 10
Identificación del cliente y del problema 10

1.2 ETAPA 2 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA 10
Generación de conceptos 10

1.3 ETAPA 3 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA 11
Soluciones consensuadas 11

1.4 ETAPA 4 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA 12
Modelos y prototipos 12
Modelos inteligentes 13
Prototipado rápido 14

1.5 ETAPA 5 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA 14
Dibujos de producción o de funcionamiento 14

1.6 NORMAS DE GRÁFICAS 16

1.7 TÉCNICAS DE CREATIVIDAD 16
Examine productos manufacturados 16
Estudie el mundo natural 16
Consulte la Red 16
Investigue dibujos de patentes 17
Grupos de diseño 17

1.8 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO 17

1.9 PRESENTACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO EN UN PORTAFOLIO 18

PALABRAS CLAVE 20

RESUMEN DEL CAPÍTULO 20

PREGUNTAS DE REPASO 20

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 21

CAPÍTULO DOS

DISTRIBUCIONES Y LETRAS 24

OBJETIVOS 24

INTRODUCCIÓN 25

COMPRENSIÓN DE LAS PROYECCIONES 26

Tipos de proyecciones 26
Vocabulario de dibujo 28

2.1 ALFABETO DE LÍNEAS 28

2.2 LÍNEAS A MANO ALZADA 30

2.3 SISTEMAS DE MEDICIÓN 30
Unidades de uso común en Estados Unidos 30
El sistema métrico 30

2.4 ESCALA DEL DIBUJO 31

2.5 ESPECIFICACIÓN DE LA ESCALA DE UN DIBUJO 31

2.6 ESCALÍMETROS 32

2.7 ESCALÍMETROS MÉTRICOS 33

2.8 ESCALÍMETROS PARA INGENIEROS 35

2.9 ESCALÍMETROS DE PULGADAS DECIMALES 35

2.10 ESCALÍMETROS PARA INGENIEROS MECÁNICOS 35

2.11 ESCALÍMETROS PARA ARQUITECTOS 36

2.12 LETRAS Y LETREROS 38

2.13 NORMAS PARA LAS LETRAS 38

2.14 LETRAS Y NÚMEROS VERTICALES 38

2.15 LETRAS EN MINÚSCULA 38

2.16 LETRAS Y NÚMEROS INCLINADOS 41

2.17 FRACCIONES 41

2.18 USO DE LÍNEAS GUÍA 41

2.19 ESPACIADO ENTRE LETRAS Y PALABRAS 42

2.20 LETRAS DE TÍTULOS 43

2.21 LÁPICES DE DIBUJO 44

2.22 PLANTILLAS 45

2.23 LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO 45

www.FreeLibros.me

2.24 MEDIOS DE BOSQUEJO Y DIBUJO 47
2.25 PELÍCULAS DE POLIÉSTER Y HOJAS CUBIERTAS 47
2.26 HOJAS ESTÁNDAR 47
2.27 ELEMENTOS DE DISEÑO ESTÁNDAR 48
Márgenes y bordes 48
Zonas 48
Tamaños típicos de letra 48
Cuadro de títulos 49
2.28 DISTRIBUCIONES 50
2.29 PLANEACIÓN DE SU DIBUJO O BOSQUEJO 50
Muestre los detalles con claridad 50
PALABRAS CLAVE 55
RESUMEN DEL CAPÍTULO 55
PREGUNTAS DE REPASO 55
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 56

CAPÍTULO TRES
BOSQUEJADO TÉCNICO 60
OBJETIVOS 60
INTRODUCCIÓN 61
COMPRENSIÓN DE LOS OBJETOS SÓLIDOS 62
Tipos de sólidos 62
COMPRENSIÓN DE LAS TÉCNICAS DE BOSQUEJADO 64
Análisis de objetos complejos 64
Punto de vista 66
Sombreado 66
Bordes y vértices 67
Puntos y líneas 67
Ángulos 68
Dibujos y bosquejos 68
Bosquejado a mano alzada 69
3.1 TÉCNICA DE LÍNEAS 70
Grosores de línea 70
3.2 BOSQUEJADO DE LÍNEAS RECTAS 71
Esbozos en un dibujo a mano alzada 71
3.3 BOSQUEJADO DE CÍRCULOS, ARCOS Y ELIPSES 73
Círculos 73
Bosquejado de arcos 75
Bosquejado de elipses 75
3.4 CONSERVACIÓN DE PROPORCIONES 75
3.5 DIBUJOS DE UNA VISTA 77
3.6 BOSQUEJADO PICTÓRICO 78
3.7 COMPRENSIÓN DE LOS DIBUJOS AXONOMÉTRICOS 78
Métodos de proyección 79
Tipos de proyección axonométrica 80
Proyecciones axonométricas y modelos en 3D 82
3.8 PROYECCIÓN ISOMÉTRICA 83
3.9 EJES ISOMÉTRICOS 83
3.10 LÍNEAS NO ISOMÉTRICAS 83
3.11 ESCALÍMETROS ISOMÉTRICOS 83
3.12 DIBUJOS ISOMÉTRICOS 84
3.13 ELABORACIÓN DE UN DIBUJO ISOMÉTRICO 84
3.14 MEDIDAS DE UBICACIÓN DE COMPENSACIÓN 86
Dibujos isométricos de superficies inclinadas 87
3.15 LÍNEAS OCULTAS Y CENTRALES 88
3.16 ÁNGULOS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS 88
3.17 OBJETOS IRREGULARES 88
3.18 CURVAS EN UN DIBUJO ISOMÉTRICO 90
3.19 ELIPSES VERDADERAS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS 91
3.20 ORIENTACIÓN DE ELIPSES EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS 92
3.21 DIBUJO DE CILINDROS ISOMÉTRICOS 94
3.22 ROSCAS DE TORNILLO EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS 94
3.23 ARCOS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS 95
3.24 ESFERAS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS 95
3.25 BOSQUEJOS OBLICUOS 98
Apariencia de los dibujos oblicuos 98
Elección de la superficie frontal 98
Ángulo de líneas de fuga 98
3.26 LONGITUD DE LAS LÍNEAS DE FUGA 99
Proyección cavalier 99
Proyección de gabinete 99
3.27 ELECCIÓN DE LA POSICIÓN 101
3.28 ELIPSES PARA DIBUJOS OBLICUOS 101
3.29 ÁNGULOS EN PROYECCIÓN OBLICUA 103
3.30 BOSQUEJADO DE PERSPECTIVAS 104
Los tres tipos de perspectivas 105
Vista de pájaro comparada con vista de gusano 107
3.31 CURVAS Y CÍRCULOS EN PERSPECTIVA 107
3.32 SOMBREADO 107
3.33 GRÁFICOS EN COMPUTADORA 108
3.34 DIBUJO SOBRE DIBUJO 109
PALABRAS CLAVE 113
RESUMEN DEL CAPÍTULO 113
PREGUNTAS DE REPASO 113
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 114

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO CUATRO
CONSTRUCCIÓN GEOMÉTRICA 122

OBJETIVOS 122

INTRODUCCIÓN 123

4.1 REPASO DE GEOMETRÍA 124
Triángulos 124
Cuadriláteros 124
Polígonos 125
Círculos y arcos 125

4.2 BISECCIÓN DE UNA LÍNEA O UN ARCO CIRCULAR 125

4.3 BISECCIÓN DE UNA LÍNEA CON UNA ESCUADRA Y CON UNA REGLA T 125

4.4 BISECCIÓN DE UN ÁNGULO 130

4.5 TRANSFERENCIA DE UN ÁNGULO 130

4.6 TRAZADO DE UNA LÍNEA PARALELA A OTRA A TRAVÉS DE UN PUNTO 130

4.7 TRAZADO DE UNA LÍNEA PARALELA A OTRA A UNA DISTANCIA DADA 131

4.8 TRAZADO DE UNA LÍNEA PERPENDICULAR A OTRA A TRAVÉS DE UN PUNTO 131

4.9 TRAZADO DE UN TRIÁNGULO CON LADOS DADOS 132

4.10 TRAZADO DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO CON LA HIPOTENUSA Y UN LADO DADOS 132

4.11 CONFIGURACIÓN DE UN ÁNGULO 132

4.12 TRAZADO DE UN TRIÁNGULO EQUILÁTERO 133

4.13 TRAZADO DE UN CUADRADO 133

4.14 TRAZADO DE UN PENTÁGONO REGULAR 133

4.15 TRAZADO DE UN HEXÁGONO 134

4.16 TRAZADO DE UN OCTÁGONO 135

4.17 TRAZADO DE UN CÍRCULO A TRAVÉS DE TRES PUNTOS 135

4.18 LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE UN CÍRCULO 136

4.19 TRAZADO DE UN CÍRCULO TANGENTE A UNA LÍNEA EN UN PUNTO DADO 136

4.20 TRAZADO DE UNA TANGENTE A UN CÍRCULO A TRAVÉS DE UN PUNTO 136

4.21 TRAZADO DE TANGENTES A DOS CÍRCULOS 137

4.22 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A UNA LÍNEA O ARCO A TRAVÉS DE UN PUNTO 137

4.23 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS LÍNEAS EN ÁNGULOS RECTOS 138

4.24 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS LÍNEAS EN ÁNGULOS AGUDOS U OBTUSOS 138

4.25 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A UN ARCO Y A UNA RECTA 139

4.26 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS ARCOS 139

4.27 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS ARCOS Y ENVOLVENTE DE UNO O AMBOS 140

4.28 TRAZADO DE UNA SERIE DE ARCOS TANGENTES PARA CONFORMAR UNA CURVA 140

4.29 TRAZADO DE UNA CURVA CONOPIAL 140

4.30 TRAZADO DE UNA CURVA TANGENTE A TRES LÍNEAS QUE SE INTERSECAN 141

4.31 RECTIFICACIÓN DE UN ARCO CIRCULAR 141

4.32 ESTABLECIMIENTO DE UNA LONGITUD DADA A LO LARGO DE UN ARCO DADO 141

4.33 SECCIONES CÓNICAS 141

4.34 CONSTRUCCIÓN DE UNA ELIPSE 141

4.35 TRAZADO DE UNA ELIPSE USANDO SUS FOCOS 143

4.36 TRAZADO DE UNA ELIPSE MEDIANTE CÍRCULOS CONCÉNTRICOS 143

4.37 TRAZADO DE UNA ELIPSE EN DIÁMETROS CONJUGADOS: MÉTODO DEL CÍRCULO OBLICUO 144

4.38 TRAZADO DE UNA ELIPSE DE PARALELOGRAMO 144

4.39 LOCALIZACIÓN DE LOS EJES DE UNA ELIPSE CON LOS DIÁMETROS CONJUGADOS DADOS 144

4.40 TRAZADO DE UNA TANGENTE A UNA ELIPSE 145

4.41 PLANTILLAS DE ELIPSES 145

4.42 TRAZADO DE UNA ELIPSE APROXIMADA 146

4.43 TRAZADO DE UNA PARÁBOLA 147

4.44 UNIÓN DE DOS PUNTOS MEDIANTE UNA CURVA PARABÓLICA 148

4.45 TRAZADO DE UNA HIPÉRBOLA 148

4.46 TRAZADO DE UNA HIPÉRBOLA EQUILÁTERA 149

4.47 TRAZADO DE UNA ESPIRAL DE ARQUÍMEDES 150

4.48 TRAZADO DE UNA HÉLICE 150

4.49 TRAZADO DE UNA EVOLVENTE 151

4.50 TRAZADO DE UN CICLOIDE 151

4.51 TRAZADO DE UN EPICICLOIDE O UN HIPOCICLOIDE 152

RESUMEN DEL CAPÍTULO 154

PREGUNTAS DE REPASO 154

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 155

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO CINCO
PROYECCIÓN ORTOGRÁFICA 162

OBJETIVOS 162

INTRODUCCIÓN 163

COMPRENSIÓN DE LAS PROYECCIONES 164
- Vistas de los objetos 164
- Las seis vistas estándar 165
- Dimensiones principales 165
- Método de proyección 166
- La caja de cristal 166
- Espaciado entre vistas 168
- Transferencia de las dimensiones de profundidad 168
- Medición desde una superficie de referencia 168
- Vistas necesarias 169
- Orientación de la vista frontal 170
- Proyección de primer y tercer ángulo 170
- Proyección de tercer ángulo 171
- Arreglos alternativos para la proyección de tercer ángulo 172
- Proyección de primer ángulo 172
- Símbolo del sistema de proyección del dibujo 172
- Líneas ocultas 173
- Líneas centrales 174

5.1 TÉCNICA DE LA LÍNEA OCULTA 174

5.2 PRECEDENCIA DE LAS LÍNEAS 174

5.3 LÍNEAS CENTRALES 176

5.4 DISTRIBUCIÓN DE UN DIBUJO 176

5.5 VISUALIZACIÓN 177
- Superficies, bordes y esquinas 177

5.6 VISTAS DE SUPERFICIES 177

5.7 SUPERFICIES NORMALES 178

5.8 SUPERFICIES INCLINADAS 178

5.9 SUPERFICIES OBLICUAS 178

5.10 BORDES 178

5.11 BORDES NORMALES 179

5.12 BORDES INCLINADOS 179

5.13 BORDES OBLICUOS 179

5.14 BORDES PARALELOS 179

5.15 ÁNGULOS 180

5.16 VÉRTICES 180

5.17 INTERPRETACIÓN DE PUNTAS 180

5.18 INTERPRETACIÓN DE LÍNEAS 180

5.19 FORMAS SIMILARES DE SUPERFICIES 181

5.20 INTERPRETACIÓN DE VISTAS 181

5.21 MODELOS 183
- Reglas para visualizar un dibujo: atando cabos 183

5.22 PROYECCIÓN DE UNA TERCERA VISTA 183

5.23 CÓMO CONVERTIRSE EN UN VISUALIZADOR DE 3D 185

PALABRAS CLAVE 190

RESUMEN DEL CAPÍTULO 190

PREGUNTAS DE REPASO 190

EJERCICIOS DE PROYECCIÓN MULTIVISTA 191

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 192

CAPÍTULO SEIS
REPRESENTACIÓN DE DIBUJOS EN 2D 202

OBJETIVOS 202

INTRODUCCIÓN 203

PRÁCTICAS PARA LOS DIBUJOS DE DOCUMENTACIÓN EN 2D 204
- Características de fabricación más comunes 204
- Representaciones convencionales 205
- Intersecciones y tangencias 205
- Vistas desplazadas 205

6.1 VISUALIZACIÓN Y DIBUJO DE FORMAS CILÍNDRICAS COMPLEJAS 206

6.2 CILINDROS REBANADOS 207

6.3 CILINDROS Y ELIPSES 208

6.4 INTERSECCIONES Y TANGENCIAS 208
- Intersecciones de cilindros 209

6.5 FILETES Y REDONDEADOS 211

6.6 DESCENTRADOS 212

6.7 BORDES CONVENCIONALES 213

6.8 VISTAS NECESARIAS 214

6.9 VISTAS PARCIALES 215
- Presentación de detalles ampliados 216
- Cortes convencionales 216

6.10 ALINEACIÓN DE VISTAS 217

6.11 VISTAS TRASLADADAS 218

6.12 PIEZAS DERECHA E IZQUIERDA 219

6.13 CONVENCIONES DE REVOLUCIÓN 220
- Orificios más comunes mostrados en vistas ortográficas 221
- Características comunes mostradas en vistas ortográficas 222

PALABRAS CLAVE 225

RESUMEN DEL CAPÍTULO 225

PREGUNTAS DE REPASO 225

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 226

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO SIETE
VISTAS DE SECCIÓN 242

OBJETIVOS 242

INTRODUCCIÓN 243

CÓMO ENTENDER LAS SECCIONES 244
Secciones de piezas únicas 244
Secciones completas 244
El plano de corte 244
Líneas detrás del plano de corte 244

7.1 COLOCACIÓN DE LAS VISTAS DE SECCIÓN 247

7.2 ETIQUETADO DE PLANOS DE CORTE 248

7.3 LÍNEA DE PRIORIDAD 248

7.4 REGLAS PARA LAS LÍNEAS EN LAS VISTAS DE SECCIÓN 249

7.5 ESTILO DE LÍNEAS DEL PLANO DE CORTE 250
Dirección de visualización del plano de corte 250

7.6 TÉCNICA DE LAS LÍNEAS DE SECCIÓN 251
Líneas de sección para áreas grandes 252
Simbología de las líneas de sección 252
Líneas de sección en CAD 253

7.7 SECCIONES MEDIAS 253

7.8 SECCIONES ROTAS 254

7.9 SECCIONES GIRADAS 255

7.10 SECCIONES DESPLAZADAS 256

7.11 SECCIONES DESVIADAS 258

7.12 COSTILLAS EN SECCIÓN 259

7.13 SECCIONES ALINEADAS 259

7.14 VISTAS PARCIALES 261

7.15 INTERSECCIONES EN SECCIONES 262

7.16 CORTES CONVENCIONALES Y SECCIONES 262

7.17 SECCIONES DE ENSAMBLE 262

PALABRAS CLAVE 266

RESUMEN DEL CAPÍTULO 266

PREGUNTAS DE REPASO 266

EJERCICIOS DE SECCIONAMIENTO 267

CAPÍTULO OCHO
VISTAS AUXILIARES 278

OBJETIVOS 278

INTRODUCCIÓN 279

CÓMO ENTENDER LAS VISTAS AUXILIARES 280
El plano auxiliar 280
Vistas auxiliares primarias 280
Visualización de vistas auxiliares como un dibujo rotado 282
Clasificación de las vistas auxiliares 282
Vistas auxiliares sucesivas 284
Vistas auxiliares secundarias 284
Planos de referencia 285

8.1 CÓMO USAR LAS ESCUADRAS PARA BOSQUEJAR VISTAS AUXILIARES 287

8.2 USO DEL PAPEL CUADRICULADO PARA BOSQUEJAR VISTAS AUXILIARES 287

8.3 CÓMO USAR CAD PARA CREAR VISTAS AUXILIARES 289

8.4 CÍRCULOS Y ELIPSES EN VISTAS AUXILIARES 289

8.5 LÍNEAS OCULTAS EN VISTAS AUXILIARES 289

8.6 CONSTRUCCIÓN INVERSA 291

8.7 VISTAS PARCIALES AUXILIARES 291

8.8 VISTAS MEDIAS AUXILIARES 291

8.9 SECCIONES AUXILIARES 292

8.10 LÍNEAS Y FLECHAS DEL PLANO DE VISUALIZACIÓN 293

8.11 USOS DE LAS VISTAS AUXILIARES 294

8.12 LONGITUD VERDADERA DE UNA LÍNEA 294

8.13 VISTA PUNTUAL DE UNA LÍNEA 296
Presentación de la vista puntual de una línea 296

8.14 VISTA SOBRE EL BORDE DE UN PLANO 297
Presentación de la vista sobre el borde de un plano 297

8.15 TAMAÑO VERDADERO DE UNA SUPERFICIE OBLICUA 298
Presentación del tamaño y la forma verdaderos de una superficie oblicua 298

8.16 ÁNGULOS DIEDROS 300

COMPRENSIÓN DE LOS DESARROLLOS Y LAS INTERSECCIONES 301
Terminología de superficies 301
Sólidos de revolución y extrusión 302
Superficies desarrollables 302
Principios de las intersecciones 303

8.17 DESARROLLOS 304
Localización de la intersección de un plano y un prisma, y desarrollo del prisma 304
Localización de la intersección de un plano y un cilindro, y desarrollo del cilindro 306

8.18 DOBLADILLOS Y JUNTAS PARA HOJAS METÁLICAS Y OTROS MATERIALES 307

8.19 MÁS EJEMPLOS DE DESARROLLOS E INTERSECCIONES 307
Desarrollo de un plano y un prisma oblicuo 307

www.FreeLibros.me

Desarrollo de un plano y un cilindro oblicuo 308
Desarrollo de un plano y una pirámide 308
Desarrollo de un plano y un cono 308
Desarrollo de una campana y un humero 309

8.20 PIEZAS DE TRANSICIÓN 310

8.21 TRIANGULACIÓN 310

8.22 DESARROLLO DE UNA PIEZA DE TRANSICIÓN QUE CONECTA TUBOS RECTANGULARES EN EL MISMO EJE 310

8.23 DESARROLLO DE UN PLANO Y UNA ESFERA 311

8.24 REVOLUCIÓN 312

8.25 EJE DE REVOLUCIÓN 312
Cómo se crea un dibujo de revolución 312

8.26 REVOLUCIONES PRIMARIAS Y SUCESIVAS 312

8.27 LONGITUD VERDADERA DE UNA LÍNEA: MÉTODO DE REVOLUCIÓN 313

PALABRAS CLAVE 315

RESUMEN DEL CAPÍTULO 315

PREGUNTAS DE REPASO 316

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 316

PROBLEMAS DE REVOLUCIÓN 326

CAPÍTULO NUEVE
PROCESOS DE MANUFACTURA 334

OBJETIVOS 334

INTRODUCCIÓN 335

QUÉ ES LA MANUFACTURA 336
Proceso de diseño e ingeniería concurrente 337

9.1 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA Y DESARROLLO DE PRODUCTOS 339
La ingeniería asistida por computadora permite modificaciones futuras 339
La ingeniería asistida por computadora vincula todas las fases de la manufactura 339
El rol de los prototipos y del prototipado rápido en el desarrollo del producto 340

9.2 PROTOTIPADO RÁPIDO 341
Traducción del modelo 341

9.3 TIPOS DE SISTEMAS DE PROTOTIPADO RÁPIDO 342
Núcleos y cavidades 345

9.4 DISEÑO PARA MANUFACTURA, ENSAMBLE, DESENSAMBLE Y SERVICIO 346

9.5 SELECCIÓN DEL MATERIAL 347

9.6 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES 347

9.7 COSTO Y DISPONIBILIDAD DE MATERIALES 348

9.8 APARIENCIA, VIDA DE SERVICIO Y RECICLAJE 348

9.9 PROCESOS DE MANUFACTURA 349
Métodos de procesamiento 350

9.10 ERRORES Y ACIERTOS DEL DISEÑO PRÁCTICO 351
Diseño de fundición 351
Consideraciones prácticas 352

9.11 EXACTITUD DIMENSIONAL Y ACABADO SUPERFICIAL 353

9.12 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE USO EN LA MANUFACTURA 354

9.13 COSTOS OPERATIVOS Y DE MANUFACTURA 354

9.14 CONSECUENCIAS DE LA SELECCIÓN DEL MATERIAL Y EL PROCESO 355

9.15 MANUFACTURA DE LA FORMA NETA 355

9.16 MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA 356

9.17 MANUFACTURA COMPARTIDA 357

9.18 MÉTODOS DE MANUFACTURA Y EL DIBUJO 357

PALABRAS CLAVE 360

RESUMEN DEL CAPÍTULO 360

PREGUNTAS DE REPASO 360

CAPÍTULO DIEZ
DIMENSIONAMIENTO 362

OBJETIVOS 362

INTRODUCCIÓN 363

QUÉ ES EL DIMENSIONAMIENTO 364
Tres aspectos del buen dimensionamiento 365
Tolerancia 365
Descomposición geométrica 366

10.1 LÍNEAS QUE SE UTILIZAN EN EL DIMENSIONAMIENTO 366

10.2 USO DE LAS LÍNEAS DE DIMENSIÓN Y EXTENSIÓN 368

10.3 PUNTAS DE FLECHA 368

10.4 REFERENCIAS 369

10.5 DIBUJO A ESCALA Y DIMENSIONADO 369

10.6 DIRECCIÓN DE LOS VALORES DE DIMENSION Y LAS NOTAS 370

10.7 UNIDADES DE DIMENSIÓN 370

www.FreeLibros.me

10.8 VALORES EN MILÍMETROS 370
10.9 VALORES EN PULGADAS DECIMALES 371
10.10 REGLAS PARA LOS VALORES DE DIMENSIÓN 372
10.11 REGLAS PARA REDONDEAR VALORES DE DIMENSIÓN DECIMALES 372
10.12 DIMENSIONAMIENTO DUAL 372
10.13 COMBINACIÓN DE UNIDADES 373
10.14 SÍMBOLOS DE DIMENSIÓN 373
10.15 COLOCACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DIMENSIONES LEGIBLES 374
Reglas para colocar correctamente las dimensiones 374
10.16 DIMENSIONES SUPERFLUAS 376
10.17 DIMENSIONAMIENTO DE ÁNGULOS 377
10.18 DIMENSIONAMIENTO DE ARCOS 377
10.19 FILETES Y REDONDEADOS 377
10.20 DIMENSIONES DE TAMAÑO: PRISMAS 378
10.21 DIMENSIONES DE TAMAÑO: CILINDROS 378
10.22 DIMENSIONES DE TAMAÑO PARA ORIFICIOS 379
10.23 APLICACIÓN DE SÍMBOLOS ESTÁNDAR DE DIMENSIONAMIENTO 380
10.24 DIMENSIONAMIENTO DE ABOCARDADOS Y FRESADOS CON FILETES 381
10.25 DIMENSIONAMIENTO DE PRISMAS TRIANGULARES, PIRÁMIDES Y CONOS 382
10.26 DIMENSIONAMIENTO DE CURVAS 382
10.27 DIMENSIONAMIENTO DE SUPERFICIES CURVAS 383
10.28 DIMENSIONAMIENTO DE FORMAS CON EXTREMOS REDONDEADOS 383
10.29 DIMENSIONAMIENTO DE ROSCAS 384
10.30 DIMENSIONES DE AHUSAMIENTOS 384
10.31 DIMENSIONAMIENTO DE CHAFLANES 384
10.32 CENTROS DE EJE 385
10.33 DIMENSIONAMIENTO DE CUÑEROS 385
10.34 DIMENSIONAMIENTO DE MOLETEADOS 385
10.35 MARCAS DE ACABADO 386
10.36 RUGOSIDAD SUPERFICIAL 386
Aplicaciones de los símbolos de rugosidad superficial 387
10.37 DIMENSIONES DE UBICACIÓN 390
10.38 DIMENSIONES DE ACOPLAMIENTO 392
10.39 DIMENSIONES TABULARES 393
10.40 DIMENSIONAMIENTO COORDENADO 394
10.41 DIMENSIONES DE MÁQUINA, DISEÑO Y FORJA 394
10.42 DOBLECES EN HOJAS METÁLICAS 396
10.43 NOTAS 396
10.44 NORMAS 397
10.45 ERRORES Y ACIERTOS DEL DIMENSIONAMIENTO 398
PALABRAS CLAVE 403
RESUMEN DEL CAPÍTULO 403
PREGUNTAS DE REPASO 403
EJERCICIOS DE DIMENSIONAMIENTO 403

CAPÍTULO ONCE
ROSCAS, SUJETADORES Y RESORTES 406
OBJETIVOS 406
INTRODUCCIÓN 407
COMPRENSIÓN DE LAS ROSCAS Y LOS SUJETADORES 408
Términos de las roscas de tornillo 409
Formas de rosca de tornillo 410
Paso de la rosca 411
Series de roscas 412
Roscas derecha e izquierda 412
Roscas sencillas y múltiples 413
Ajustes de rosca nacional americana 413
Ajustes de las roscas métrica y unificada 414
Tres métodos para dibujar roscas 414
11.1 NOTAS DE ROSCA 417
Notas de rosca Acme 417
11.2 SÍMBOLOS DE ROSCA EXTERNA 418
11.3 SÍMBOLOS DE ROSCA INTERNA 419
11.4 REPRESENTACIÓN DETALLADA: ROSCAS MÉTRICAS, NACIONAL UNIFICADA Y AMERICANA 419
Rosca cuadrada externa detallada 420
Rosca cuadrada interna detallada 420
11.5 USO DE LÍNEAS FANTASMA 423
11.6 ROSCAS EN UN ENSAMBLE 423
11.7 NORMA NACIONAL AMERICANA PARA ROSCAS DE TUBOS 423
11.8 PERNOS, VÁSTAGOS Y TORNILLOS 424
11.9 ORIFICIOS ROSCADOS 425
11.10 PERNOS Y TUERCAS ESTÁNDAR 426
11.11 DIBUJO DE PERNOS ESTÁNDAR 428
11.12 ESPECIFICACIONES PARA PERNOS Y TUERCAS 428

www.FreeLibros.me

11.13 CONTRATUERCAS Y DISPOSITIVOS DE CIERRE 430
11.14 TORNILLOS DE CABEZA ESTÁNDAR 430
11.15 TORNILLOS DE MÁQUINA ESTÁNDAR 431
11.16 TORNILLOS DE FIJACIÓN ESTÁNDAR 432
11.17 TORNILLOS PARA MADERA DE LA NORMA NACIONAL AMERICANA 433
11.18 SUJETADORES DIVERSOS 433
11.19 CUÑAS 434
11.20 PASADORES DE MÁQUINA 434
11.21 REMACHES 435
Juntas remachadas 435
Símbolos de los remaches 436
Remaches pequeños 436
Remaches ciegos 436
11.22 RESORTES 437
Resortes helicoidales 437
11.23 DIBUJO DE RESORTES HELICOIDALES 438
11.24 GRÁFICOS EN COMPUTADORA 439
PALABRAS CLAVE 443
RESUMEN DEL CAPÍTULO 443
PREGUNTAS DE REPASO 443
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 443

CAPÍTULO DOCE
DIBUJOS DE FUNCIONAMIENTO 448
OBJETIVOS 448
INTRODUCCIÓN 449
Diseño arriba-abajo contra diseño abajo-arriba 450
Restricciones de los modelos de ensamble en 3D 450
Diseños de ensamble en 3D y esqueletos 452
Dibujos de funcionamiento o dibujos de construcción 452
Dibujos de ensamble 453
Dibujos de detalle o dibujos de una parte de la pieza 454
12.1 SUBENSAMBLES 456
12.2 IDENTIFICACIÓN 456
Dibujos multidetalle 457
12.3 LISTAS DE PIEZAS 458
12.4 SECCIONES DE ENSAMBLE 459
12.5 DIBUJO DE ENSAMBLE EN FUNCIONAMIENTO 460
12.6 ENSAMBLES DE INSTALACIÓN 460
12.7 VERIFICACIÓN DE ENSAMBLES 460
12.8 FORMATOS DE DIBUJO DE FUNCIONAMIENTO 462
Número de detalles por hoja 462
Transmisión de dibujos digitales 462
Franjas de títulos y registros 463
12.9 NUMERACIÓN DE DIBUJOS 464
12.10 ZONIFICACIÓN 464
12.11 VERIFICACIÓN DE DIBUJOS 464
12.12 REVISIONES DE LOS DIBUJOS 464
12.13 SIMPLIFICACIÓN DE DIBUJOS 465
12.14 DIBUJOS DE PATENTE 466
PALABRAS CLAVE 471
RESUMEN DEL CAPÍTULO 471
PREGUNTAS DE REPASO 471
EJERCICIOS DE DISEÑO Y DE DIBUJOS DE FUNCIONAMIENTO 472

CAPÍTULO TRECE
ADMINISTRACIÓN DE DIBUJOS 524
OBJETIVOS 524
INTRODUCCIÓN 525
ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO 526
CÓMO ENTENDER LA ADMINISTRACIÓN DE DIBUJOS 528
13.1 APROBACIÓN Y LIBERACIÓN DE DIBUJOS 530
13.2 ÓRDENES DE CAMBIO 531
13.3 CUADRO DE REVISIONES 531
13.4 UN DIBUJO COMO UNA INSTANTÁNEA 532
13.5 BUENAS PRÁCTICAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE DIBUJOS ELECTRÓNICOS 532
13.6 ALMACENAMIENTO DE ARCHIVOS ELECTRÓNICOS 532
13.7 ESTRUCTURAS DE DIRECTORIOS ORGANIZADAS 532
13.8 CONVENCIONES PARA NOMBRAR ARCHIVOS 534
13.9 ESTÁNDARES DE DIBUJO 535
13.10 ALMACENAMIENTO DE DIBUJOS EN PAPEL O EN MYLAR 536
13.11 REPRODUCCIÓN DE DIBUJOS 536
13.12 IMPRESIÓN Y COPIADO DE DIBUJOS DE INGENIERÍA 536
13.13 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DIGITAL 538
13.14 SOFTWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN DE DOCUMENTOS 539
13.15 ARCHIVOS ELECTRÓNICOS E INTERNET 539
13.16 MICROFILMES, MICROFICHAS Y MICROFILMES POR COMPUTADORA 539

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE 541
RESUMEN DEL CAPÍTULO 541
PREGUNTAS DE REPASO 541

CAPÍTULO CATORCE
DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS 542

OBJETIVOS 542
INTRODUCCIÓN 543
CÓMO ENTENDER LOS DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS 544
Símbolos estándar 544
Bibliotecas de símbolos en CAD 544
Tipos de diagramas electrónicos 546
14.1 TAMAÑO, FORMATO Y TÍTULO DEL DIBUJO 548
14.2 CONVENCIONES DE LÍNEAS Y LETRAS 548
14.3 SÍMBOLOS ESTÁNDAR PARA DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS 548
14.4 ABREVIATURAS 549
14.5 AGRUPACIÓN DE PIEZAS 549
14.6 DISPOSICIÓN DE SÍMBOLOS ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS 550
14.7 CONEXIONES Y CRUCES 552
14.8 RUTAS INTERRUMPIDAS 552
14.9 TERMINALES 553
14.10 CÓDIGOS DE COLOR 554
14.11 DIVISIÓN DE PIEZAS 555
14.12 IDENTIFICACIÓN DE PINES DE TUBOS DE ELECTRONES 555
14.13 DESIGNACIONES DE REFERENCIA 556
14.14 VALORES NUMÉRICOS 556
14.15 IDENTIFICACIÓN FUNCIONAL Y OTRA INFORMACIÓN 557
14.16 CIRCUITOS INTEGRADOS 557
14.17 CIRCUITOS IMPRESOS 558
14.18 GRÁFICAS POR COMPUTADORA 559
PALABRAS CLAVE 561
RESUMEN DEL CAPÍTULO 561
PREGUNTAS DE REPASO 561
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 562

CAPÍTULO QUINCE
DIBUJOS DE TUBERÍAS 566

OBJETIVOS 566
INTRODUCCIÓN 567
CÓMO ENTENDER LOS DIBUJOS DE TUBERÍAS 568
Símbolos estándar 568
Tipos de dibujos 568
Dimensionamiento de dibujos de tuberías 570
15.1 TUBOS DE ACERO Y DE HIERRO FORJADO 572
15.2 TUBERÍA DE HIERRO FUNDIDO 572
15.3 TUBERÍA LISA DE LATÓN Y COBRE 573
15.4 TUBERÍA DE COBRE 573
15.5 TUBOS DE PLÁSTICO Y TUBOS DE ESPECIALIDAD 574
15.6 ACCESORIOS DE TUBERÍA 575
15.7 JUNTAS DE TUBOS 576
Junta bridadas 576
Juntas soldadas 576
15.8 VÁLVULAS 577
Válvulas de globo 577
Válvulas de retención 577
Válvulas de compuerta 577
Válvulas accionadas por solenoide 578
15.9 CÓDIGO PARA TUBERÍAS A PRESIÓN DE LA NORMA NACIONAL AMERICANA 578
PALABRAS CLAVE 581
RESUMEN DEL CAPÍTULO 581
PREGUNTAS DE REPASO 581
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO 582

GLOSARIO G-1
APÉNDICES A-1
ÍNDICE I-1

www.FreeLibros.me

DECIMOCUARTA EDICIÓN

DIBUJO TÉCNICO CON GRÁFICAS DE INGENIERÍA

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO UNO

LENGUAJE GRÁFICO UNIVERSAL PARA EL DISEÑO

OBJETIVOS

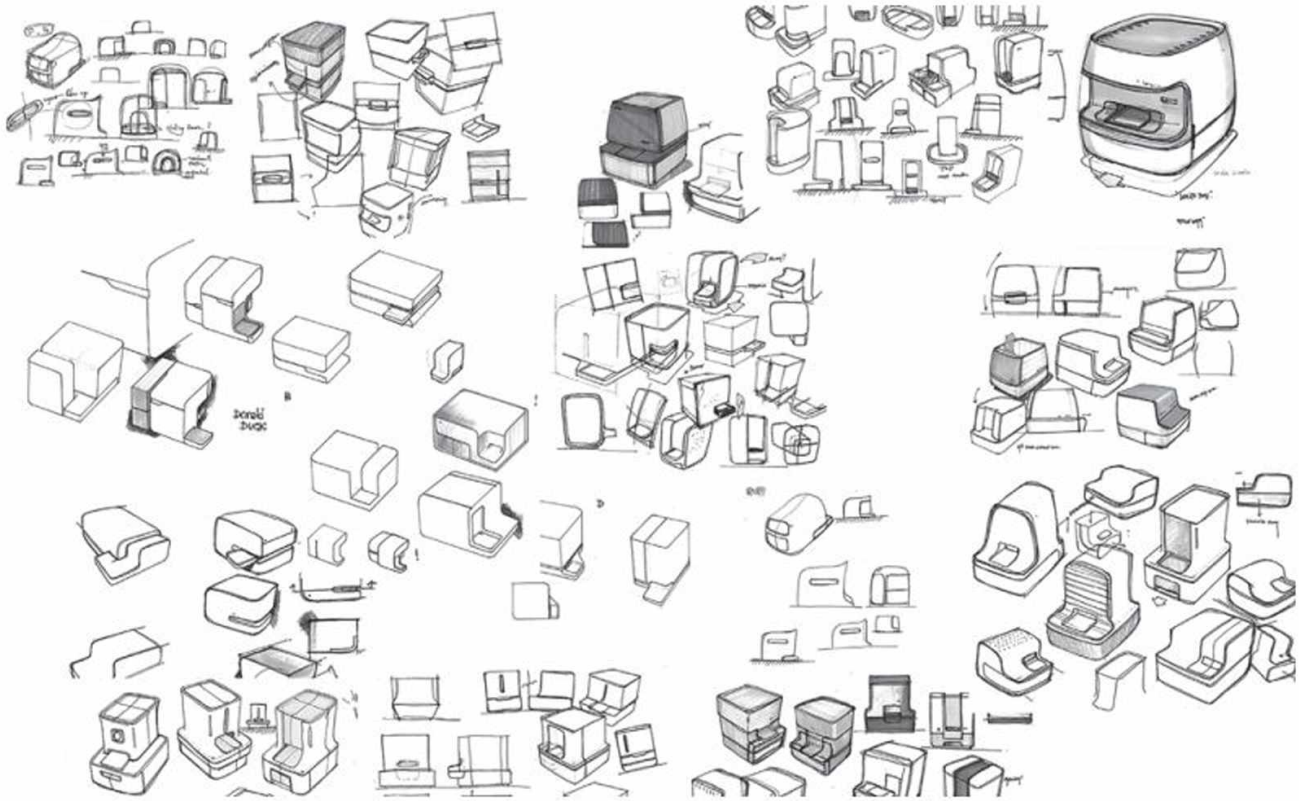
Después de estudiar el material de este capítulo, usted será capaz de:

1. Describir el rol de los dibujos en el proceso de diseño.
2. Contrastar los procesos de diseño simultáneo y tradicional.
3. Enunciar cinco profesiones que utilizan dibujos técnicos.
4. Describir cuatro técnicas de creatividad.
5. Explicar por qué las normas son importantes.
6. Identificar los usos del lenguaje gráfico.

Consulte las siguientes normas:

- *Y14.100—2004 Prácticas de dibujo para ingeniería.*
- *Y14.2M—1992 Convenciones de línea y letreros.*
- *Y14.1—2005 Tamaño y formato de la hoja de dibujo a décimos de pulgada.*
- *Y14.1M—2005 Tamaño y formato de la hoja de dibujo en sistema métrico.*

www.FreeLibros.me



Bosquejos conceptuales. *La exploración de varias opciones de diseño a través de bosquejos rápidos es un método que Lunar, una de las 10 compañías estadounidenses dedicadas al diseño de productos que fueron galardonadas recientemente por la revista* BusinessWeek, *utiliza para crear productos bellos y marcas exitosas.* (Cortesía de Lunar Design).

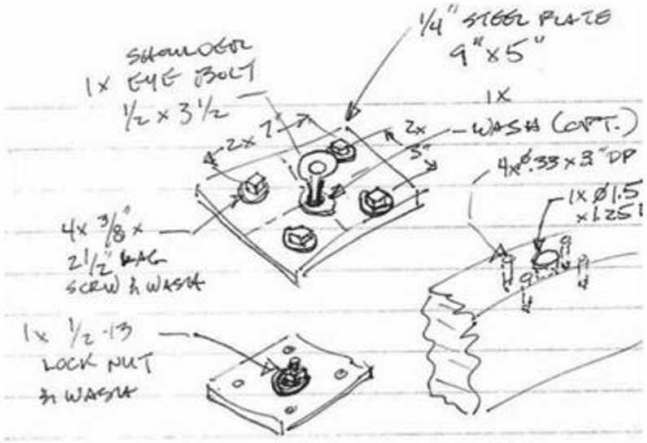
INTRODUCCIÓN

Independientemente de la lengua que hable, la gente de todo el mundo utiliza los dibujos técnicos para comunicar sus ideas. La representación gráfica es una forma básica y natural de comunicación que no está vinculada a un momento o lugar. Es, en cierto sentido, un lenguaje universal.

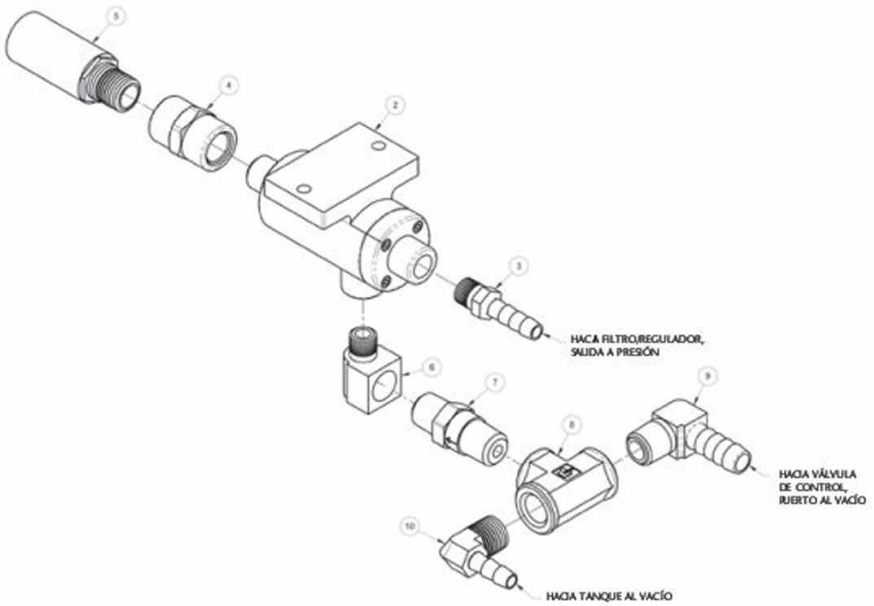
La concreción de ideas, desde las más simples hasta las más elaboradas, requiere del trabajo en equipo. Un producto, máquina, estructura o sistema nuevo puede existir en la mente de un ingeniero o un diseñador, pero antes de que pueda volverse una realidad, la idea debe ser comunicada a muchas y distintas personas. La capacidad de comunicar conceptos de diseño en forma rápida y precisa a través de dibujos técnicos es clave para satisfacer el presupuesto asignado a los proyectos y sortear las restricciones de tiempo. La comunicación gráfica efectiva también es una ventaja en el mercado global, donde los miembros del equipo no necesariamente comparten un idioma común.

Del mismo modo que los carpinteros aprenden a usar las herramientas de su oficio, los ingenieros, arquitectos, dibujantes, diseñadores, fabricantes y técnicos aprenden a emplear las herramientas del dibujo técnico. Ellos aprenden métodos específicos para representar ideas, diseños y especificaciones de una manera consistente que los demás puedan entender. Ser un comunicador gráfico eficaz asegura que el producto, sistema o estructura imaginada se produzca según las especificaciones.

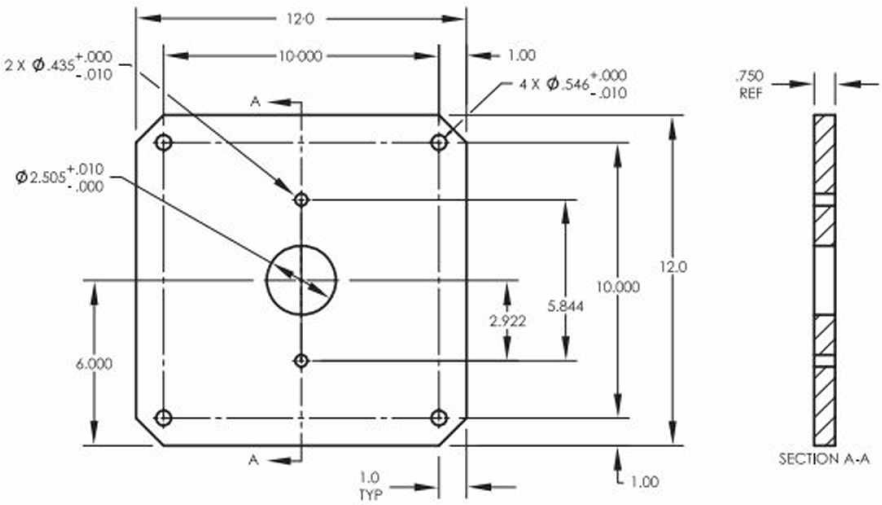
www.FreeLibros.me



1.1 Detalle de un bosquejo de cálculo. (Cortesía de J. Jeffrey Zerr).



1.2 Extracto de un esquema de ensamblado. (Cortesía de Woods Power-Grip Co., Inc.).



1.3 Plano de una pieza. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

COMPRENSIÓN DEL ROL DE LOS DIBUJOS TÉCNICOS

Los dibujos y especificaciones controlan la gran cantidad de detalles involucrados en la fabricación, el ensamble y el mantenimiento de un producto. Tanto la facilidad del bosquejo a mano alzada como la capacidad de usar las computadoras para producir dibujos técnicos son habilidades muy valiosas en el mercado global. El dibujo técnico requiere conocer las normas que permiten que los dibujos comuniquen de manera concisa los diseños alrededor del mundo.

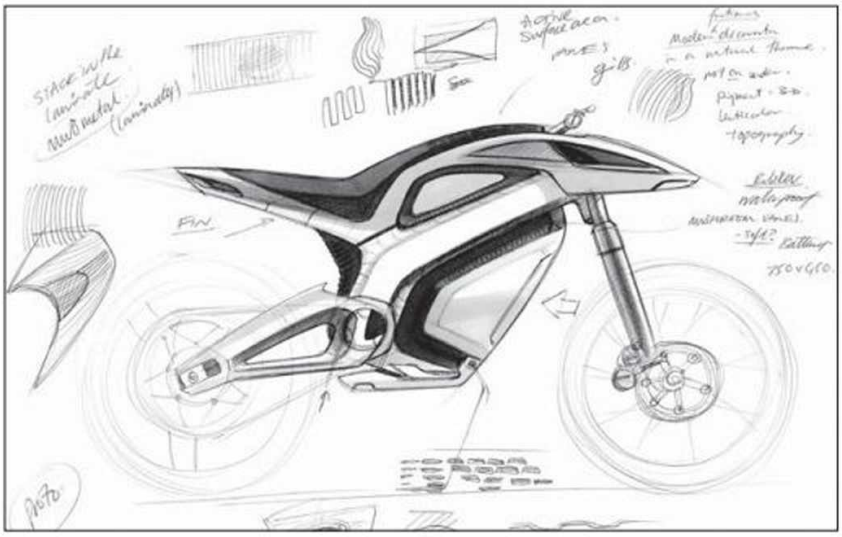
Los dibujos técnicos pueden tomar muchas formas, entre otras: bosquejos de una idea o un concepto (por ejemplo, los bocetos de la página anterior), bosquejos de cálculo, bosquejos de diseño, dibujos de diseño, planos de las piezas, planos de ejecución o construcción, esquemas eléctricos, planos de instalación y esquemas de ensamblado. Los bosquejos, los dibujos CAD en 2D y los modelos CAD en 3D son formas de dibujo técnico. Algunos de estos tipos de dibujos técnicos se muestran en las figuras 1.1 a 1.6. Cada uno de estos tipos de dibujos, y otros más, tienen un lugar en el proceso de diseño y construcción de un producto, un sistema o una estructura. En general, los dibujos técnicos sirven para uno de tres propósitos:

- ***Visualización***
- ***Comunicación***
- ***Documentación***

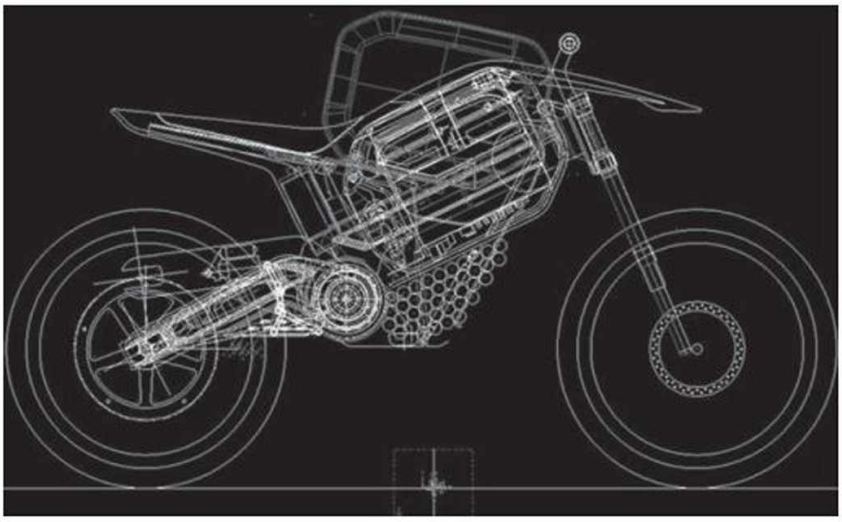
Hay una amplia variedad de profesiones que usan dibujos técnicos para comunicar y documentar diseños. Algunos ejemplos son la ingeniería civil, la ingeniería mecánica, la ingeniería eléctrica, la arquitectura, la ingeniería en recursos bióticos, el diseño del paisaje, la arquitectura del paisaje, el diseño industrial, la ingeniería de la construcción, la tecnología de la construcción, la creación de patrones, la gestión de proyectos, el ensamblaje y la manufactura; sin embargo, hay muchos otros.

Si usted está diseñando un puente, instalando líneas eléctricas subterráneas en una subdivisión, o diseñando una carcasa de plástico para una nueva tostadora, la comprensión y el uso del dibujo técnico son habilidades clave que necesitará.

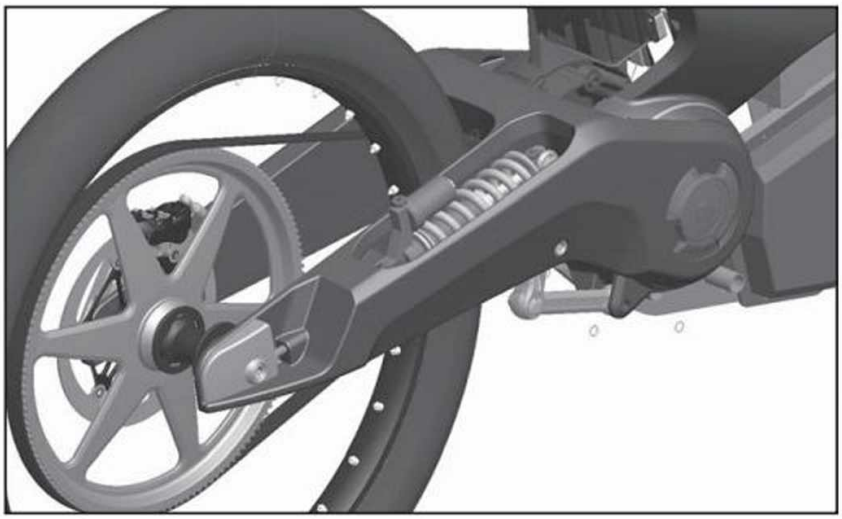
www.FreeLibros.me



1.4 Bosquejo de diseño. (Cortesía de Seymourpowell).



1.5 Dibujo CAD en 2D. (Cortesía de Seymourpowell).



1.6 Modelo CAD renderizado (*interpretado*) en 3D. (Cortesía de Seymourpowell).

(Cortesía de Seymourpowell).

PROYECTO VELOCIDAD

La motocicleta ENV (*Emission Neutral Vehicle*, *Vehículo de Emisiones Neutral*) comenzó como un proyecto secreto en las oficinas de Seymourpowell en Fulham, Inglaterra. La galardonada compañía de diseño industrial fue seleccionada de entre una lista de cuatro finalistas británicas para mostrar la tecnología innovadora desarrollada por Intelligent Energy, líder en tecnología de celdas de combustible.

La comisión fue concedida en 2003. Primero, Seymourpowell coordinó una serie de talleres con el personal comercial y técnico de Intelligent Energy para determinar y poner a prueba una serie de conceptos potenciales. Coincidieron en la idea de una motocicleta que se diseñara a partir de una pila de combustible externa. La forma y la función de la motocicleta se derivarían directamente del uso de la pila central de combustible.

Uno de los primeros desafíos fue acondicionar la pila de combustible y de su combustible de hidrógeno dentro de una unidad ordenada y compacta. Durante un tiempo se hicieron muchas mejoras a la motocicleta, tanto técnica como visualmente. Las primeras iteraciones de estilo dieron por resultado un aspecto de depredador, lo que sugirió el nombre de "Raptor" para el primer modelo, pero la sorprendente experiencia de deslizarse silenciosamente alrededor de un parque durante la primera prueba de la motocicleta inspiró el nombre de "Eureka". Después siguieron meses de trabajo arduo, refinamiento y pruebas tecnológicas exhaustivas.

ENV, la primera motocicleta construida para usar celdas de combustible de hidrógeno, fue lanzada en marzo de 2005 en el Museo del Diseño de Londres con un éxito mundial extraordinario. La elegante y silenciosa motocicleta, que además no contamina, puede alcanzar velocidades de 50 mph.

El semanario líder dedicado a las motocicletas en Gran Bretaña, *MCN*, comentó: "Éste podría ser el lanzamiento más importante de una motocicleta en la historia". Para más información, visite www.envbike.com.

www.FreeLibros.me

1.7 Siddhartha se encuentra con la muerte. Tíbet, siglo XVIII. *Los dibujos y pinturas se han usado tradicionalmente para comunicar ideas sin palabras, o para aclarar lo que está escrito.* (Cortesía del Archivo de Arte/Museo Guimet de París/Dagli Orti).

Dibujos artísticos y técnicos

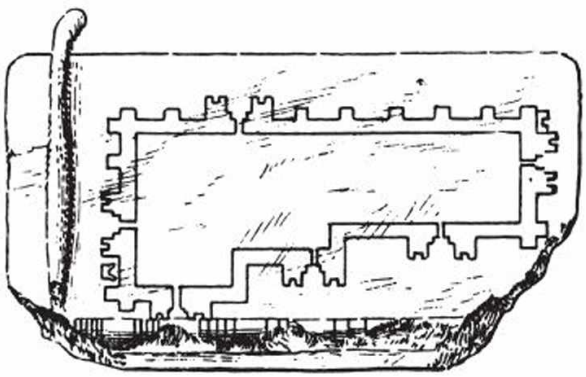
La representación gráfica se ha desarrollado a lo largo de dos líneas distintas: (1) artística y (2) técnica.

El hombre siempre ha empleado dibujos artísticos para expresar ideas estéticas, filosóficas u otras ideas abstractas. Antes de que se desarrollaran otras tecnologías de comunicación, la gente se informó a través de la conversación y mirando esculturas, pinturas o dibujos en lugares públicos. Las pinturas fueron una fuente primordial de información que todos podían entender. En la figura 1.7 se muestra uno de los innumerables ejemplos de pinturas que cuentan historias.

Los dibujos técnicos son una forma distinta de dibujo. Desde el comienzo de la historia registrada se han utilizado dibujos para representar el diseño de objetos que deben elaborarse o construirse. Sólo quedan vestigios de los primeros dibujos (por ejemplo, la figura 1.8), pero los dibujos debieron haberse utilizado, o la gente no hubiera podido diseñar y construir estructuras tan complejas.

Las expresiones personales o culturales en el diseño suelen denominarse diseño *estético*, en tanto que las mejoras al desarrollo de un producto se consideran un diseño *funcional*. La estética y la funcionalidad pueden trabajar en conjunto para crear un producto que no sólo agrade a los sentidos, sino que también satisfaga las demandas específicas del producto, como se muestra en la figura 1.9.

La creatividad juega un papel tanto en la estética como en los aspectos funcionales del diseño. En este capítulo usted aprenderá algunas técnicas para mejorar su creatividad.



1.8 Fortaleza caldea. *Este plano de planta para el diseño de una fortaleza, elaborado por el ingeniero caldeo Gudea, fue grabado en una tableta de piedra. Es notable la similitud de este plano con los realizados por los arquitectos actuales, a pesar de que fue "dibujado" miles de años antes de que se inventara el papel.* (De *Transactions ASCE*, mayo de 1891).

El proceso de diseño

El enfoque organizado y ordenado para resolver problemas se conoce como ***proceso de diseño***, el cual en ingeniería toma en cuenta las necesidades, los deseos y los problemas de la sociedad mediante la aplicación de principios científicos, experiencia y creatividad.

www.FreeLibros.me

Un ingeniero de proyecto con casco se inclina para examinar un plano de proyecto. (Cortesía de Dennis MacDonald/Photo Edit, Inc.).

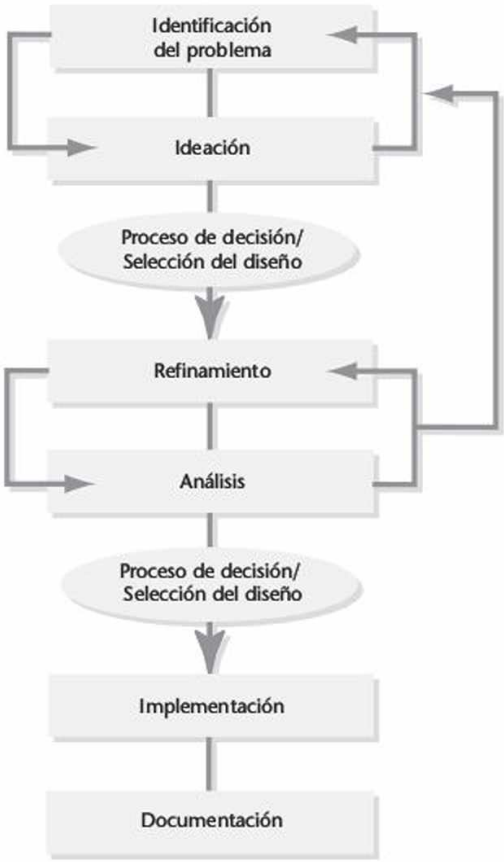
1.9 *La línea Philips-Alessi de productos para cocina es un ejemplo de diseño que combina la estética y la funcionalidad.* (Proyecto creado y desarrollado por Philips Design).

Los diferentes tipos de dibujos técnicos tienen una función específica en el proceso de diseño de ingeniería. Por ejemplo, los bosquejos a mano alzada capturan y documentan el proceso de ideación. En el avance del proceso, los modelos y dibujos CAD capturan el diseño y especifican los detalles necesarios para su fabricación.

El proceso de diseño para cualquier producto requiere una comprensión clara de las funciones y el rendimiento esperado de ese producto. Se ha estimado que entre 70 y 80% de los costos de desarrollo y fabricación de los productos se determina durante las fases de diseño inicial. Aunque muchos grupos industriales pueden identificarlas según su modo específico de hacer las cosas, el procedimiento para diseñar un producto nuevo o mejorado consta de las siguientes etapas, que se muestran en la figura 1.10:

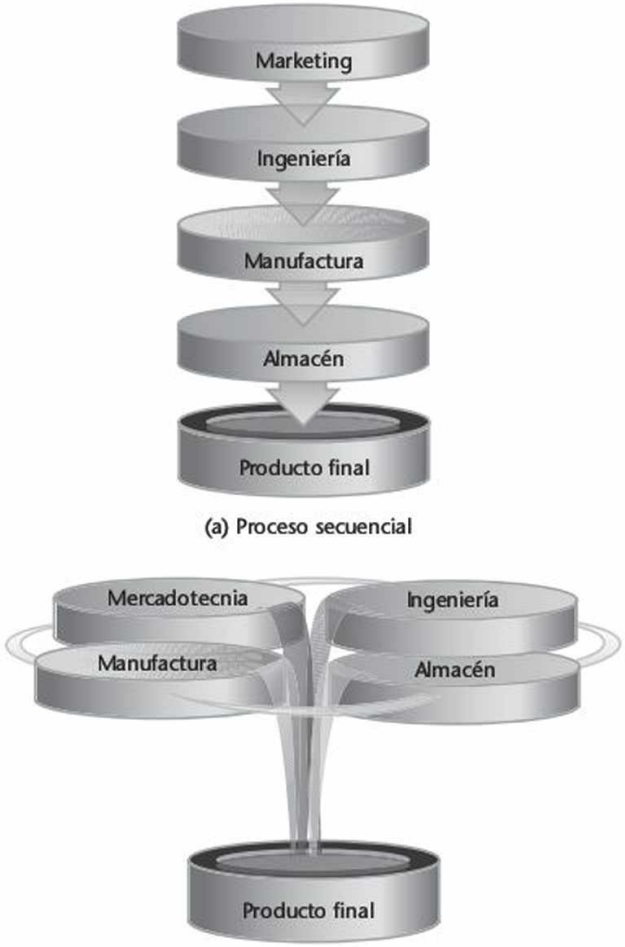
1. Identificación del problema: en primer lugar, debe escribirse una manifestación clara de la necesidad y los objetivos del diseño.
2. Ideación: con frecuencia se emplean bocetos técnicos para transmitir conceptos a equipos multidisciplinarios.
3. Refinamiento/análisis: los diseños pueden repensarse, con base en el análisis de ingeniería. Los modelos y bosquejos CAD son útiles durante la fase de análisis y concesión. Para perfeccionar el diseño, se crean dibujos y modelos CAD en 2D o 3D.
4. Implementación/documentación: se concluyen y aprueban los dibujos de producción y/o funcionamiento que proporcionan los detalles de fabricación y ensamble.

Idealmente el diseño transcurre a través de estas etapas, pero cuando hay información nueva disponible, pudiera requerirse volver a una etapa anterior y repetir el proceso. Por ejemplo, con base en el análisis de ingeniería, durante la etapa de refinamiento/análisis podría entrar en juego la famosa frase "de nuevo a la mesa de dibujo".



1.10 Etapas del proceso de diseño.

www.FreeLibros.me



1.11 Modelo del proceso de diseño concurrente.

1.12 Ciclo de vida de un producto.

Ingeniería concurrente

De manera tradicional, las actividades de diseño y manufactura se han llevado a cabo en orden secuencial en lugar de concurrente (de manera simultánea). Los diseñadores dedicarían un esfuerzo y un tiempo considerables al análisis de los componentes y la preparación de planos detallados de las piezas, para después enviarlos a otros departamentos. Por ejemplo, el departamento de materiales utiliza el dibujo para identificar las aleaciones y qué proveedores de materiales particulares utilizar. Después, el departamento de manufactura identifica los procesos necesarios para la producción eficiente. Esta secuencia de pasos parece lógica, pero en la práctica ha demostrado ser improductiva.

Por ejemplo, si un ingeniero de manufactura quisiera ahusar la brida de una parte para que sea más fácil fundirla en metal, o elegir una aleación diferente, la etapa de análisis de diseño tendría que repetirse para asegurar que el producto siguiera funcionando con eficacia. Estas interacciones, que se ilustran en la figura 1.11a, pueden ser necesarias, pero desperdician recursos y, lo más importante, tiempo. El tiempo es importante porque la introducción temprana de un producto hace posible una mayor participación en el mercado (y por consiguiente mayores beneficios), así como una vida más larga antes de que el producto se vuelva obsoleto (obviamente, una preocupación actual de la electrónica de consumo).

La ***ingeniería concurrente*** es un método sistemático que integra el diseño y la manufactura de productos con el objetivo de optimizar todos los elementos que intervienen en el ciclo de vida del producto. En la figura 1.11b se ilustra el proceso de diseño concurrente.

El ***diseño del ciclo de vida*** significa que todos los aspectos de un producto (como su diseño, desarrollo, producción, distribución, uso, disposición final y reciclaje) se consideran de forma simultánea. En la figura 1.12 se muestra el ciclo de vida de un producto, desde su concepción hasta su desecho.

Los objetivos básicos de la ingeniería concurrente son minimizar el diseño del producto y los cambios de ingeniería, así como reducir el tiempo y el costo implicados en las fases del desarrollo de un producto desde su diseño hasta su producción y, en última instancia, su introducción al mercado. En la ingeniería concurrente todas las disciplinas están involucradas en las primeras etapas del diseño, por lo que las iteraciones naturales dan como resultado un menor desperdicio de esfuerzo y tiempo.

La comunicación entre y dentro de las disciplinas es especialmente importante en un proceso de diseño concurrente. La interacción eficaz entre la ingeniería, la mercadotecnia y las funciones de servicio, así como entre las subdisciplinas de la ingeniería, se reconoce como crucial para este tipo de procesos. La comunicación interdisciplinaria también ayuda a proporcionar un ambiente fértil para los métodos innovadores que pueden conducir a ahorros en costos de material y de producción.

Diseño asistido por computadora y desarrollo de productos

Para las empresas grandes y pequeñas, el diseño de productos suele implicar la preparación de modelos analíticos y físicos del producto que pueden utilizarse para estudiar factores como fuerzas, esfuerzos, deflexiones y la forma óptima de la pieza. La necesidad de este tipo de modelos depende de la complejidad del producto. En la actualidad, el proceso de construir y estudiar modelos analíticos se simplifica mediante el uso de las técnicas de ***diseño asistido por***

www.FreeLibros.me

computadora (CAD), ***ingeniería asistida por computadora*** (CAE) y ***manufactura asistida por computadora*** (CAM). Estos sistemas permiten un análisis rápido del diseño de objetos sencillos, así como de estructuras complejas.

CAD permite un amplio rango de actividades, desde el modelado geométrico en 2D y 3D hasta la creación de dibujos que documentan el diseño para la manufactura y las consideraciones legales.

CAM proporciona un control computarizado de los procesos de manufactura. Los ejemplos incluyen el uso de una interfaz de computadora para controlar un torno, o la generación de la trayectoria para el fresado de máquinas-herramienta directamente desde el modelo CAD. En sistemas más sofisticados, CAM puede utilizarse en el manejo, ensamble e inspección de materiales.

CAE permite a los usuarios simular y analizar estructuras que estarán sometidas a diferentes temperaturas, cargas estáticas o cargas fluctuantes. El análisis cinemático estudia las piezas móviles. Algunas de estas funciones están integradas con software de CAD, y otros paquetes importan datos desde un sistema CAD. Mediante el uso de estas herramientas los ingenieros pueden simular, analizar y diseñar pruebas de manera eficiente, precisa y rápida.

Un diseñador estructural trabajando con CAD. (Cortesía de Kryczka\iStockphoto.com).

Diseño de calidad en los productos

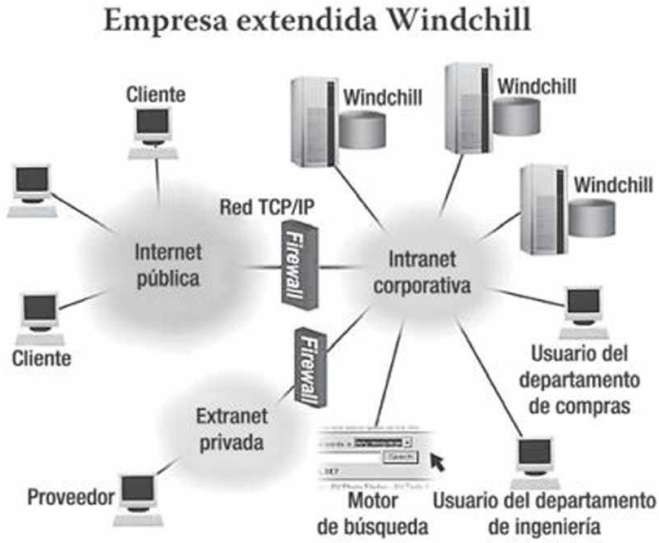
Las compañías usan una serie de métodos sistemáticos para tratar de diseñar "calidad" en sus productos, así como para medir el rendimiento y tomar decisiones con base en datos. Los diseñadores pueden sentir que su método creativo para la resolución de problemas se ahoga cuando estos sistemas no están bien implementados en el sitio de trabajo; pero cuando se aplican de la manera adecuada, las organizaciones pueden mostrar una mejora en la calidad.

DFSS ***Diseño para Six Sigma*** es un método que usa herramientas de ingeniería y estadísticas para diseñar productos de una forma que predice y reduce al mínimo los problemas con los clientes y las dificultades de fabricación.

Six Sigma es un proceso originado en Motorola para mejorar la calidad mediante la reducción o eliminación de defectos.

DMAIC ***Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar*** son los pasos definidos en un proceso de mejora continua que intenta definir y garantizar las características críticas para el funcionamiento (CTF).

QFD ***Despliegue de la función de calidad*** es una herramienta para la toma de decisiones que ayuda a las empresas a adoptar un enfoque orientado al cliente y a un conjunto de características del producto.



1.13 Gestión de datos de producto. *Windchill de PTC es un sistema de gestión de datos de los productos de toda la empresa, diseñado para extenderse y servir datos mediante la red interna (o intranet). La información de la base de datos se proporciona a los usuarios externos a través de un sitio seguro, protegido con contraseña (para compartir información no pública con proveedores y otros socios en lugares distantes).* (Cortesía de Parametric Technology Corporation).

Base de datos digital

El uso de la computadora sigue cambiando la manera en que se producen los artículos. Toda la información para gestionar, diseñar, analizar, simular, empacar, vender y fabricar un producto puede compartirse con un grupo diverso (y tal vez geográficamente distante) de usuarios a través de una única base de datos digitales complejos.

Los sistemas para la ***gestión de datos del producto*** (PDM) o para la ***gestión de datos de la empresa*** (EDM) almacenan en forma electrónica los diferentes tipos de datos asociados con el diseño y la fabricación de un producto. Un sistema eficaz de PDM permite que todos los datos del producto se almacenen, recuperen, visualicen, impriman, administren y transfieran rápidamente a cualquier parte de la organización. Esto permite optimizar o modificar directamente los diseños en cualquier momento. Los costos, las revisiones del producto y las ***órdenes de cambios de ingeniería*** (ECO) pueden analizarse, controlarse e implementarse con rapidez. La gestión de datos de la empresa requiere compromiso y planificación, pero las compañías que llevan a cabo con eficacia la PDM pueden capturar los datos del producto una vez y utilizarlos de muchas maneras para lograr una ventaja competitiva (figura 1.13).

www.FreeLibros.me

1.1 ETAPA 1 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA

Identificación del cliente y del problema

La función básica del diseño de ingeniería es proporcionar soluciones a los problemas y satisfacer las necesidades o deseos de los productos, servicios o sistemas. El proceso del diseño de ingeniería comienza con el reconocimiento o la identificación de estas necesidades y la consideración de la viabilidad económica de su posible satisfacción. Un buen diseño no sólo debe resolver el problema, sino también debe satisfacer las necesidades y deseos del cliente. De esto se desprende que cualquier nuevo diseño, así como el proceso de diseño relacionado, debe estar impulsado en última instancia por las necesidades del usuario final. Los productos deben cumplir con los estándares y las regulaciones del gobierno, así como adherirse a las normas o códigos de las organizaciones profesionales.

Los diseños de ingeniería van desde los sencillos y de bajo costo, como la lengüeta de un envase para bebidas, hasta los complejos y costosos, como los productos que satisfacen las necesidades de viaje por aire, tierra y el espacio. Incluso la creación de un producto tan pequeño como la tapa de una lata de bebida refrescante necesita herramientas de producción que implican un considerable esfuerzo de ingeniería y diseño.

Los productos pueden ser nuevos o versiones modificadas de productos ya existentes. Por ejemplo, los diseños de radios, tostadoras, relojes, automóviles y lavadoras han sido parecidos durante años, pero su estilo y características han cambiado para reflejar las nuevas necesidades y preferencias (figura 1.14).

Casi todos los diseños requieren hacer concesiones para cumplir con las restricciones presupuestarias, los objetivos de marketing y otras consideraciones. El tiempo presupuestado para un proyecto no es una excepción.

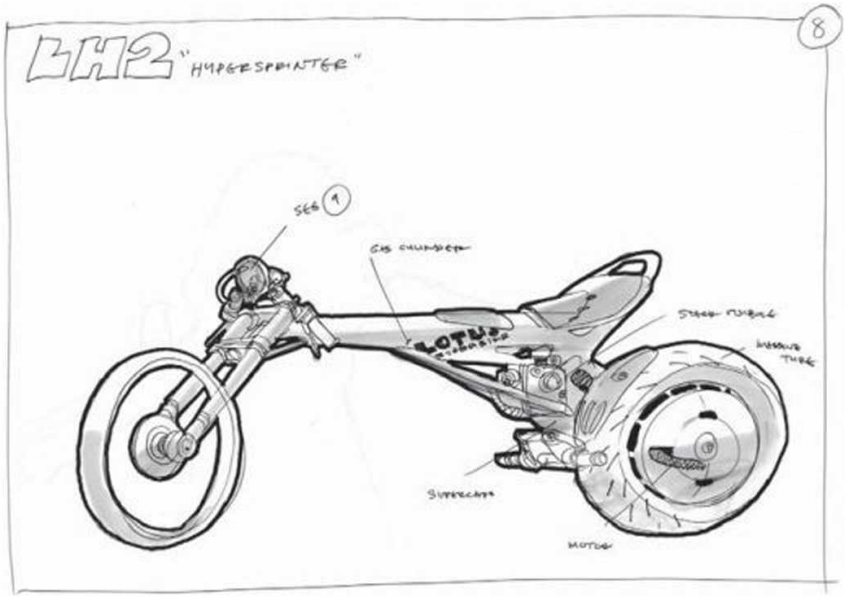
1.14 Nuevo diseño de un producto tradicional: electrodomésticos transparentes. *En este diseño no utilizado por Philips Co. los usuarios pueden ver cómo se tuesta su pan o cómo hierve el agua, a través de cubiertas hechas de vidrio en vez de acero inoxidable. Pero que el interior de la tostadora se mantuviera limpio fue un reto de ingeniería que significó que la tostadora nunca llegara a la línea de producción.* (Proyecto creado y desarrollado por Philips Design).

1.2 ETAPA 2 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA

Generación de conceptos

Después de identificar un problema o necesidad, el equipo de diseño comienza a generar posibles soluciones. Durante esta etapa, a menudo llamada la fase de ***ideación***, se recogen muchas ideas, sean razonables o no. Las ideas pueden provenir de personas o bien desarrollarse en las sesiones de lluvia de ideas del equipo. Ya sea un proceso de grupo o individual, los conceptos que no resulten adecuados como soluciones pueden servir como trampolín para generar más ideas.

Durante la fase de ideación es frecuente el uso de bosquejos técnicos. Su capacidad de crear libremente bosquejos técnicos le permite presentar y compartir ideas, así como registrarlas para que pueda emplearlas en las soluciones, inspiraciones y avances que surjan durante esta etapa creativa del proceso. Todas las notas y bosquejos deben estar firmados, fechados y deben conservarse para la documentación de diseño y como una posible prueba para la obtención de la patente. En la figura 1.15 se muestra un bosquejo de ideación creado durante el desarrollo de la motocicleta ENV.



1.15 Bosquejo de ideación. (Cortesía de Seymourpowell).

www.FreeLibros.me

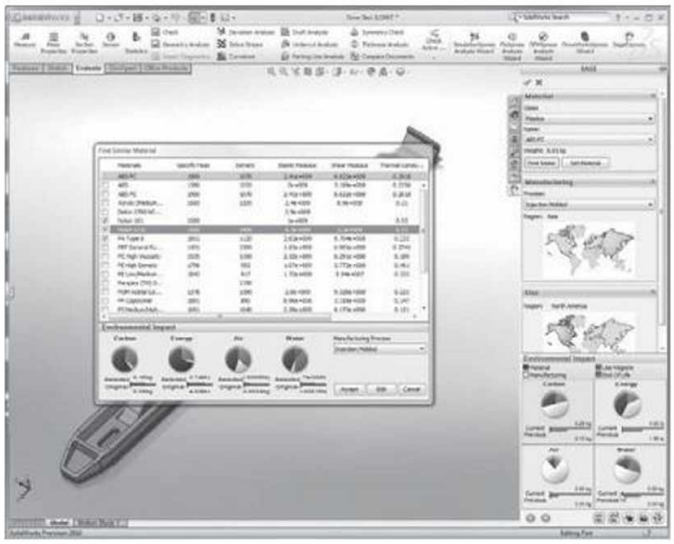
1.3 ETAPA 3 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA

Soluciones consensuadas

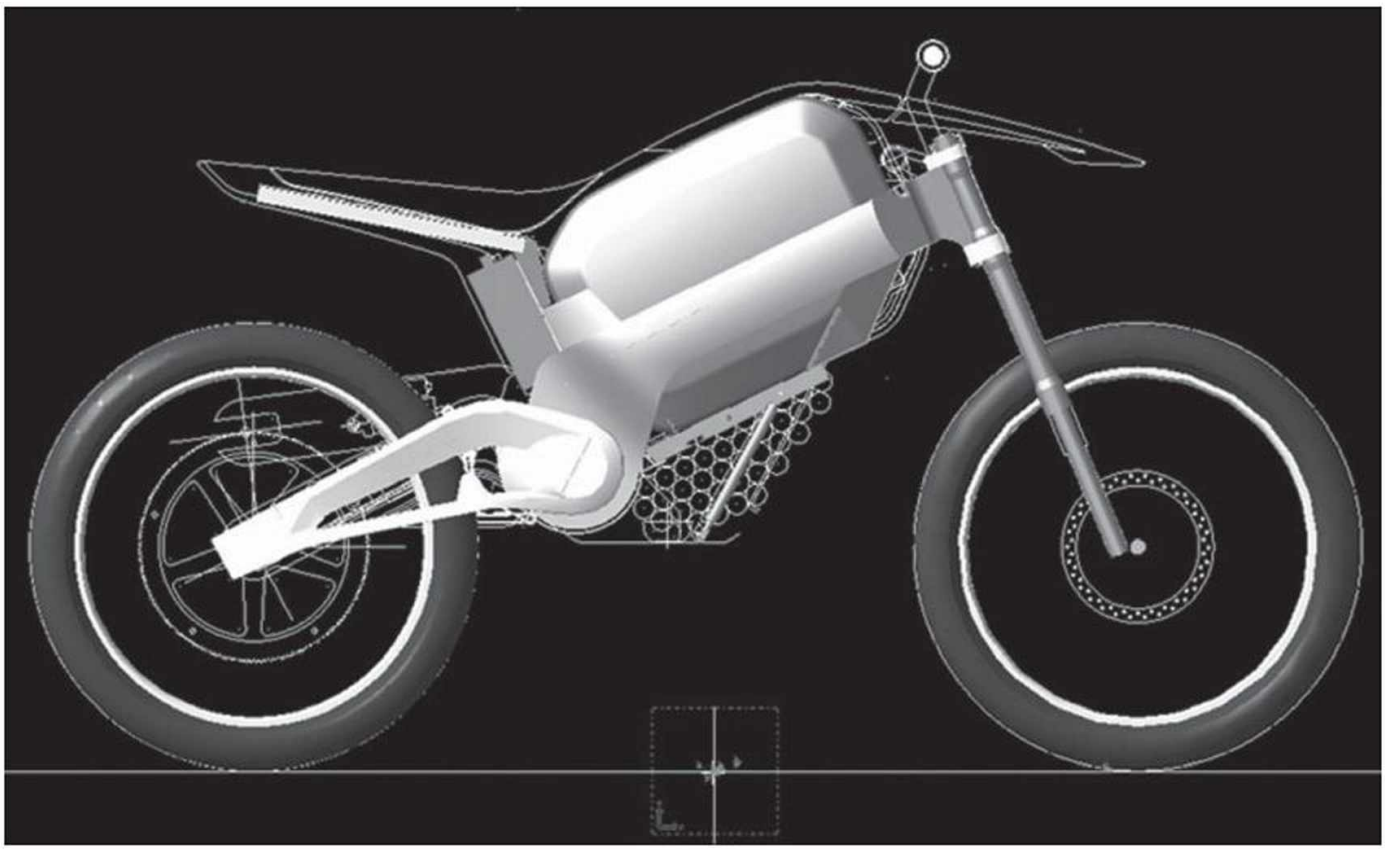
Después de considerar cuidadosamente el problema, el equipo de diseño selecciona varias características de los conceptos generados en la fase de ideación y los combina en una o más soluciones consensuadas que son prometedoras. En este momento se evalúa a detalle la mejor solución y se hacen intentos por simplificarla de modo que tenga un desempeño eficiente y sea fácil de fabricar y de reparar, e incluso que su desecho sea sencillo cuando su vida útil haya terminado.

Los bosquejos de diseño refinados suelen ir seguidos de un estudio de materiales adecuados (figura 1.16) y de los problemas de movilidad que puedan estar implicados. ¿Qué fuente de energía se va a utilizar: manual, motor eléctrico, o algún otro medio? ¿Qué tipo de movimiento se requiere? ¿Es necesario traducir el movimiento rotatorio en movimiento lineal, o viceversa? Muchos de estos problemas se resuelven gráficamente utilizando dibujos esquemáticos en los que varias partes se muestran en forma de esqueleto. Por ejemplo, las poleas y engranajes se representan mediante círculos, un brazo por una línea sencilla y una trayectoria de movimiento mediante líneas centrales (figura 1.17). En este punto también pueden hacerse ciertos cálculos básicos, como los relacionados con la velocidad y la aceleración.

De los estudios preliminares sigue una distribución del diseño, por lo general mediante un dibujo preciso de CAD que muestra el tamaño real del diseño, de modo que las proporciones y ajustes puedan visualizarse con claridad, o puede usarse un bosquejo de diseño claramente dimensionado. En la figura 1.18 se muestra un ejemplo. En este momento todas las piezas han sido cuidadosamente diseñadas en cuanto a su resistencia

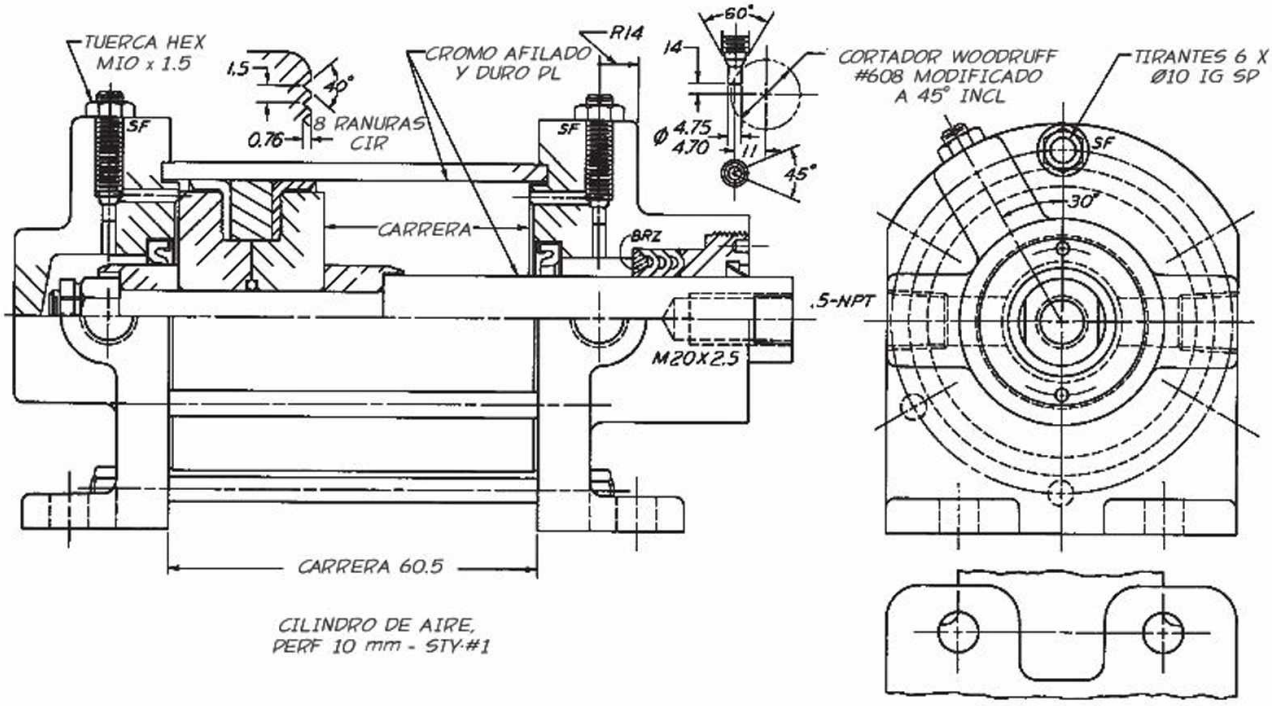


1.16 Esta base de datos para la selección de materiales en SolidWorks proporciona información acerca del impacto ambiental de los materiales.



1.17 Un diseño en CAD que muestra las características en forma de esqueleto. (Cortesía de Seymourpowell).

www.FreeLibros.me



1.18 Distribución del diseño.

y funcionalidad. Los costos se mantienen constantemente en la mente, porque sin importar lo bien que se desempeñe el dispositivo, debe venderse con utilidad; de lo contrario, el tiempo y los costos de desarrollo habrán sido una pérdida.

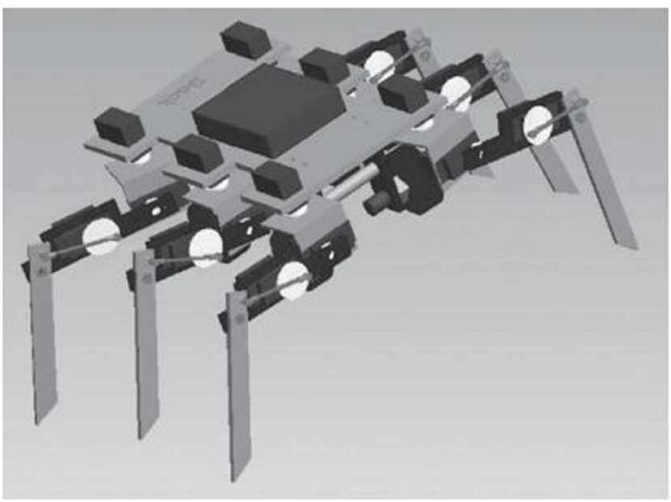
En la figura 1.18 se muestra la distribución de las proporciones básicas de las piezas y cómo se ajustan entre sí en un dibujo de ensamble. Se presta atención especial a los espacios libres de partes móviles, a la facilidad de montaje y al mantenimiento. Siempre que sea posible se emplean piezas estándar porque son menos costosas que las piezas hechas por encargo. Los materiales y los costos se toman en cuenta con mucho cuidado. Aunque las consideraciones funcionales deben ser primordiales, en todo momento se deben tener presentes los problemas de manufactura.

1.4 ETAPA 4 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA

Modelos y prototipos

En ocasiones, los equipos de diseño construyen un modelo a escala para estudiar, analizar y perfeccionar el diseño. Un modelo funcional de tamaño completo de acuerdo con las especificaciones finales (excepto, posiblemente, por los materiales) se conoce como un ***prototipo***. Los trabajadores manuales del taller de modelos suelen trabajar a partir de bosquejos o dibujos CAD dimensionados para crear un prototipo que pueda usarse en las pruebas y en la visualización. El prototipo se prueba y modifica cuando es necesario y la información obtenida se utiliza para revisar el diseño si así se requiere. Cuando el modelo no resulta satisfactorio, puede ser necesario volver a una etapa anterior del proceso de diseño y repetir el procedimiento, teniendo en cuenta lo aprendido durante el proceso de prueba. Por supuesto, las consideraciones de tiempo y gasto siempre establecen el límite para la duración de este ciclo. Por último, el equipo debe tomar una decisión para el modelo de producción.

En la figura 1.19 se muestra un prototipo virtual del Explorador Seguro para Navegación en Marte.



1.19 Modelo CAD en 3D. *Este modelo CAD en 3D de un diseño para el explorador de Marte se construyó como un prototipo virtual del diseño.* (Cortesía de la Byron Johns).

www.FreeLibros.me

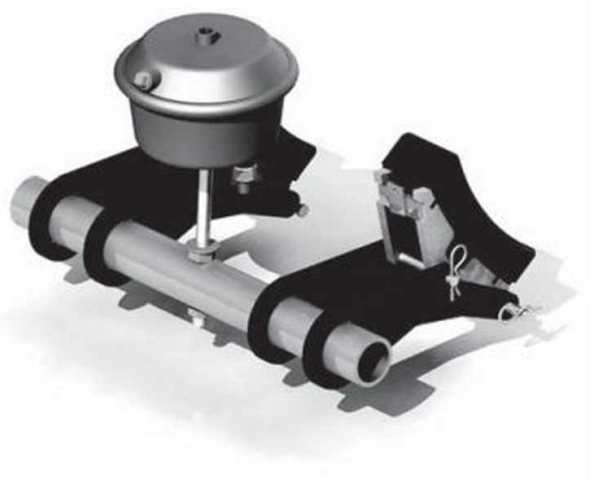
1.20 Ayanna Howard y el prototipo del Explorador Seguro para Navegación en Marte. *El explorador de Marte es una solución a una necesidad del programa espacial para explorar áreas más grandes de la superficie marciana.* (Cortesía de Michael Grecco/Icon International).

Un modelo CAD en 3D preciso puede actuar como un prototipo virtual, lo que hace que en ocasiones incluso sea innecesario crear un prototipo físico para probar el diseño. Utilizando un modelo CAD preciso, los diseñadores pueden observar los espacios y calcular las propiedades de masa. Un beneficio adicional es la capacidad de crear representaciones realistas del modelo, que pueden usarse durante la visualización del diseño. Algunas veces, la pieza, sombreada y representada usando CAD, se ve aún mejor que el producto final, debido a la perfección de la imagen CAD en comparación con las superficies reales. En la figura 1.20 se muestra un prototipo virtual de un diseño del explorador de Marte.

Modelos inteligentes

El ***modelado paramétrico, basado en restricciones*** o ***basado en características*** usa variables para restringir la forma de la geometría. Si el diseñador usa el modelado basado en características, bosqueja formas iniciales aproximadas y aplica dimensiones y restricciones al dibujo para crear modelos con "inteligencia". Después, cuando el diseño está refinado, el modelo puede actualizarse a medida que el diseñador cambia las dimensiones y las limitaciones para que no haya necesidad de crear nuevos modelos para cada cambio de diseño. Además, las restricciones y dimensiones que controlan este tipo de modelos CAD en 3D pueden calcularse con base en los datos del diseño de ingeniería. Los modelos más sofisticados pueden incluso seguir los complejos sistemas de reglas físicas, como el modelado del efecto de gravedad u otras leyes físicas.

En la figura 1.21 se muestra un modelo CAD en 3D que representa un sistema de frenos utilizado para detener la rotación de un tambor de dinamómetro.

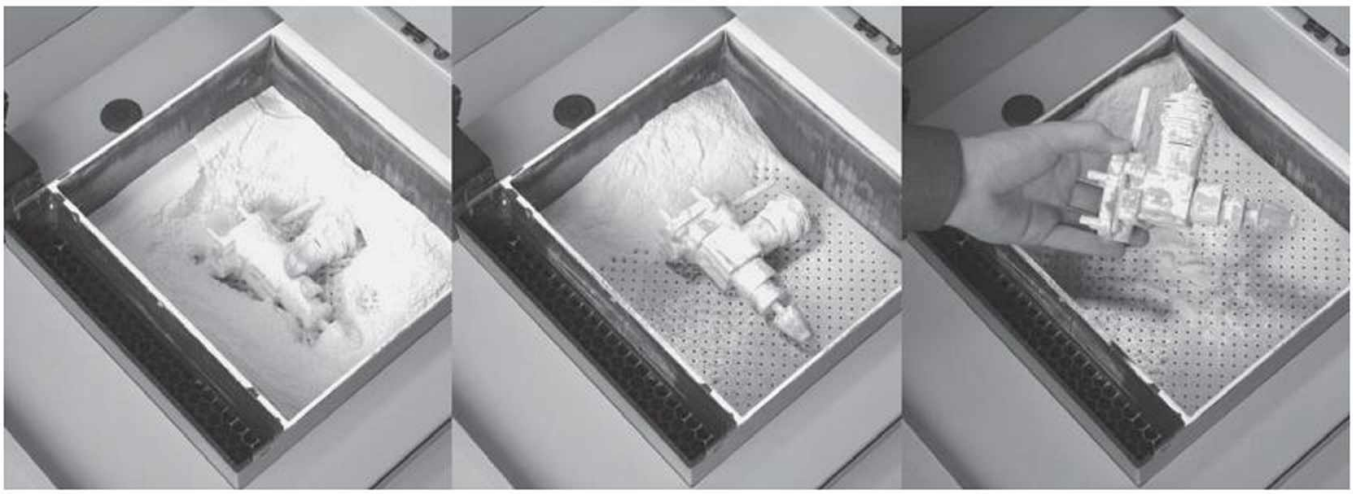


1.21 Modelo CAD en 3D del freno SAAR. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

Prototipado rápido

Mientras las ideas de diseño se refinan, a menudo el equipo de diseño trabaja en forma simultánea con el área de manufactura para determinar las mejores maneras de hacer y ensamblar las piezas necesarias. Después de varios ciclos de refinación, análisis y síntesis de las mejores ideas, el diseño final está listo para entrar en producción. Los sistemas de ***Prototipado rápido*** permiten a los diseñadores generar piezas de manera veloz, directamente, a partir de modelos en 3D para hacer maquetas y probarlas. Por ejemplo, puede probarse la facilidad de uso para el hombre o explorar las reacciones de los clientes en grupos de enfoque de los consumidores mostrándoles reproducciones de los productos desarrollados utilizando el prototipado rápido. Los datos de diseño en 3D pueden formatearse para ser usados en los equipos de prototipado rápido. En la figura 1.22 se muestra el prototipo de una pieza que emerge de un material sin fundir en la ZPrinter 450 de prototipado rápido, la cual puede "imprimir" en un tiempo aproximado de cuatro horas una pieza como la que se muestra. El prototipado rápido se estudiará con mayor profundidad en el capítulo 9.



1.22 Prototipado rápido. *La ZPrinter 450 de ZCorp "imprimió" en alrededor de cuatro horas la pieza que se muestra.* (Cortesía de Z Corporation).

1.5 ETAPA 5 DEL DISEÑO DE INGENIERÍA

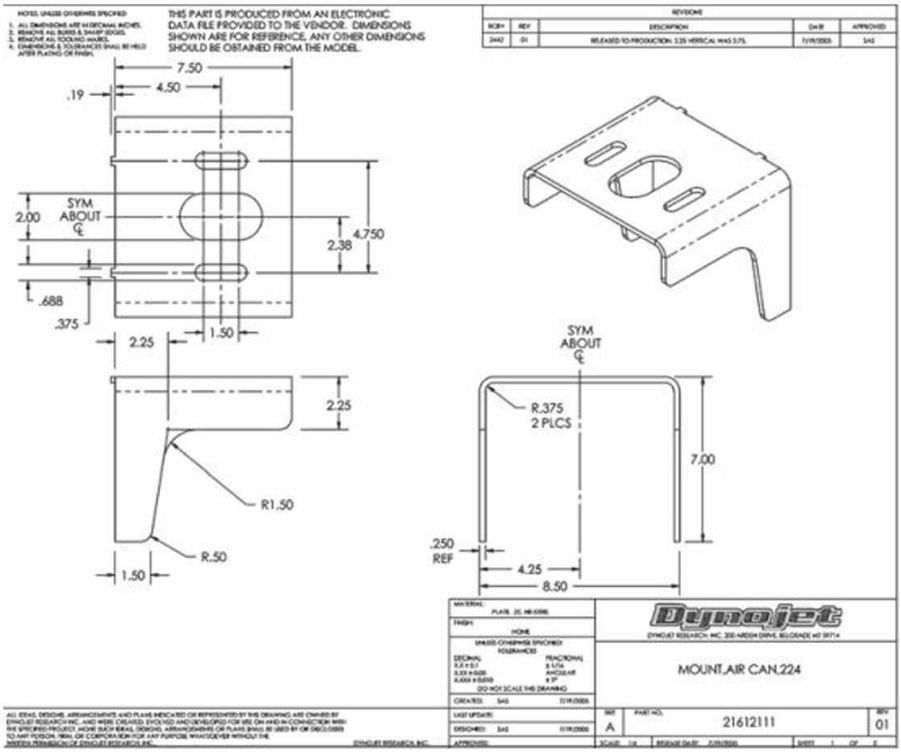
Dibujos de producción o de funcionamiento

Antes de construir o fabricar un producto, es común que se elabore un conjunto final de dibujos de producción o de funcionamiento, para su revisión y aprobación. Los dibujos, que muestran todas las vistas necesarias, incluyen el material, las dimensiones y las tolerancias requeridas. Asimismo, incorporan notas y otra información necesaria para describir cada pieza de manera suficiente con el fin de que puedan fabricarse consistentemente. Estos dibujos de las piezas individuales también se conocen como *dibujos de detalle*.

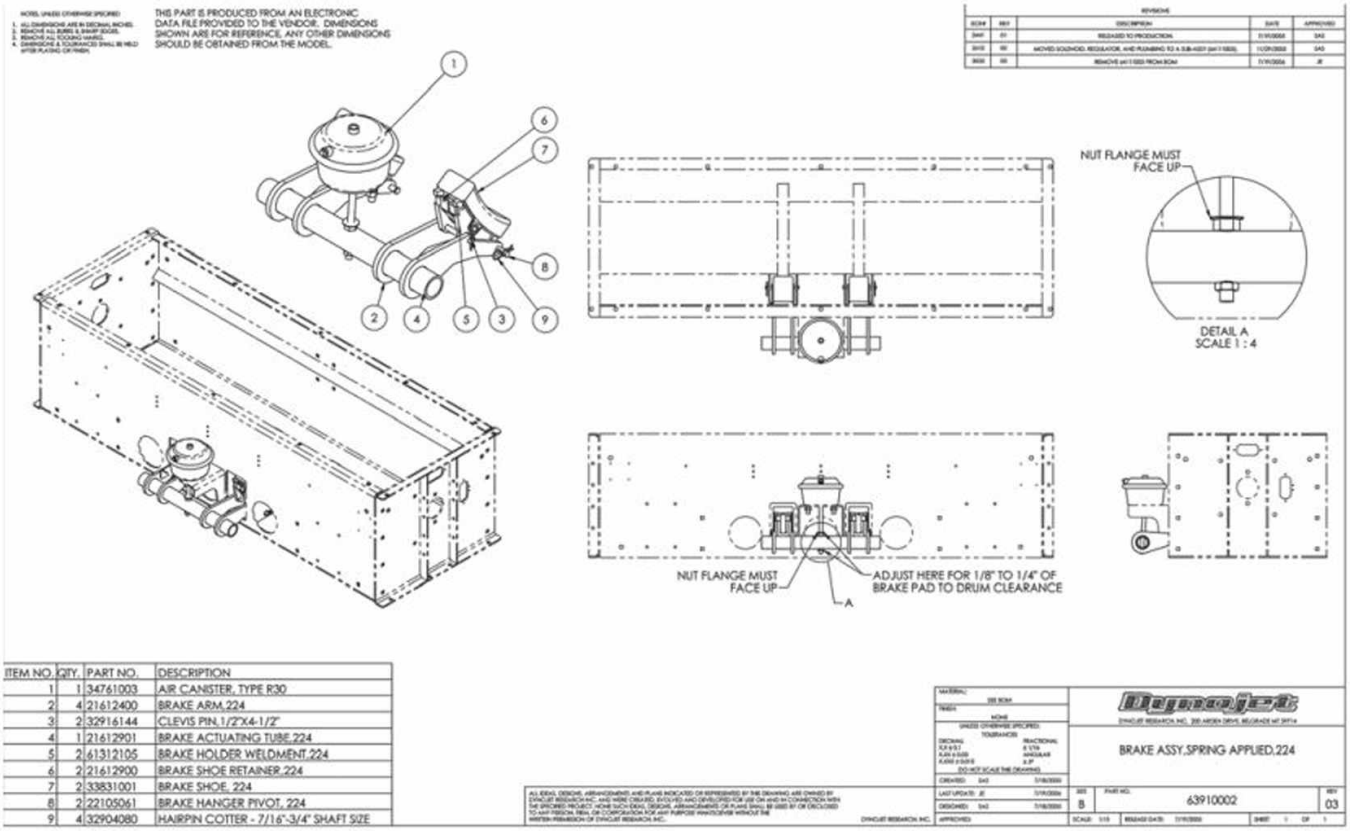
En la figura 1.23 se muestra un dibujo de detalle de una ménsula de montaje aéreo. Un *esquema de ensamble*, como el de la figura 1.24, muestra cómo se unen todas las piezas en el producto completo.

Las piezas estándar inalteradas que se compran "en el mostrador" no requieren dibujos de detalle, pero se muestran de manera convencional en el esquema de ensamble y con las especificaciones descritas en la lista de piezas.

www.FreeLibros.me



1.23 Dibujo de detalle para la ménsula de montaje aéreo del freno SAAR. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).



1.24 Esquema de ensamble del freno de SAAR. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

1.6 NORMAS DE GRÁFICAS

Existen ***normas*** que dan soporte a un lenguaje gráfico uniforme y eficaz para su uso en la industria, la manufactura, la ingeniería y las ciencias. Los textos de dibujo técnico como este libro pueden ayudarle a aprender acerca de ellos. En Estados Unidos, la elaboración de estas normas ha sido trabajo de la American National Standards Institute (ANSI), con la American Society for Engineering Education (ASEE), la Society of Automotive Engineers (SAE), y la American Society of Mechanical Engineers (ASME).

Los participantes en estas organizaciones ayudan a desarrollar el *Manual de la Norma Nacional Americana para Dibujo*-Y14, la cual se compone de una serie de secciones independientes publicadas como normas aprobadas, cuando se completan éstas (vea el Apéndice 1). Estas normas se actualizan con frecuencia para comunicar información de manera que satisfaga las necesidades de la industria y la práctica de la ingeniería actual. Se les considera la guía más completa de prácticas uniformes de dibujo en Estados Unidos.

Las normas internacionales, casi siempre definidas por la International Organization for Standardization (ISO), y por las prácticas de dibujo de ASME o ANSI, son similares en muchos aspectos. Las mayores diferencias se encuentran en el método preferido de proyección: primer ángulo contra tercer de ángulo de proyección, y en las unidades de medición en el dimensionamiento. En este texto usted aprenderá a usar el método de proyección del tercer ángulo. Cuando sea práctico, se presentará la información para realizar los dibujos tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo.

1.7 TÉCNICAS DE CREATIVIDAD

Algunas personas están naturalmente dotadas para el diseño y el dibujo, pero todas las personas pueden mejorar su capacidad de diseño si aprenden a utilizar las herramientas y técnicas adecuadas. El proceso es parecido al de aprender a tocar un instrumento musical; en algunas personas se da de manera más natural que en otras, pero todos pueden aprender a tocar si practican.

¿Cómo desarrolla usted nuevas ideas? Aquí tiene algunas técnicas comprobadas con las cuales puede practicar.

Examine productos manufacturados

Es común que los ingenieros de diseño desmantelen productos manufacturados con el fin de evaluar y estudiar cómo están diseñadas sus partes y cómo funcionan en conjunto. Cuando usted use y examine productos manufacturados debe preguntarse: ¿cómo pueden mejorarse? ¿Qué podría hacerse diferente? ¿Cómo podría ampliarse/cambiarse el diseño para garantizar un mejor rendimiento? ¿Qué podría hacerse para ampliar la vida del producto? ¿Cómo podría hacerlo más eficiente, más rentable, etcétera?

Ingeniería inversa es un término que se refiere al diseño de productos basados en diseños existentes, por lo general a través de la medición y la destrucción de un producto existente. Una ***máquina de medición por coordenadas*** (CMM) ayuda a acelerar el tiempo en el que se realiza la ingeniería inversa de algunos productos. Una CMM mide el objeto mediante una sonda o un láser, y almacena la información geométrica pertinente en una base de datos donde puede manipularse con CAD.

Una sierra de cadena, desmontada. (Dave King © Dorling Kindersley, Cortesía de Andreas Stihl, Ltd.).

La ***descomposición funcional*** es un término para determinar las subfunciones que participan en el diseño y luego usarlas para reconstruir un producto similar.

Estudie el mundo natural

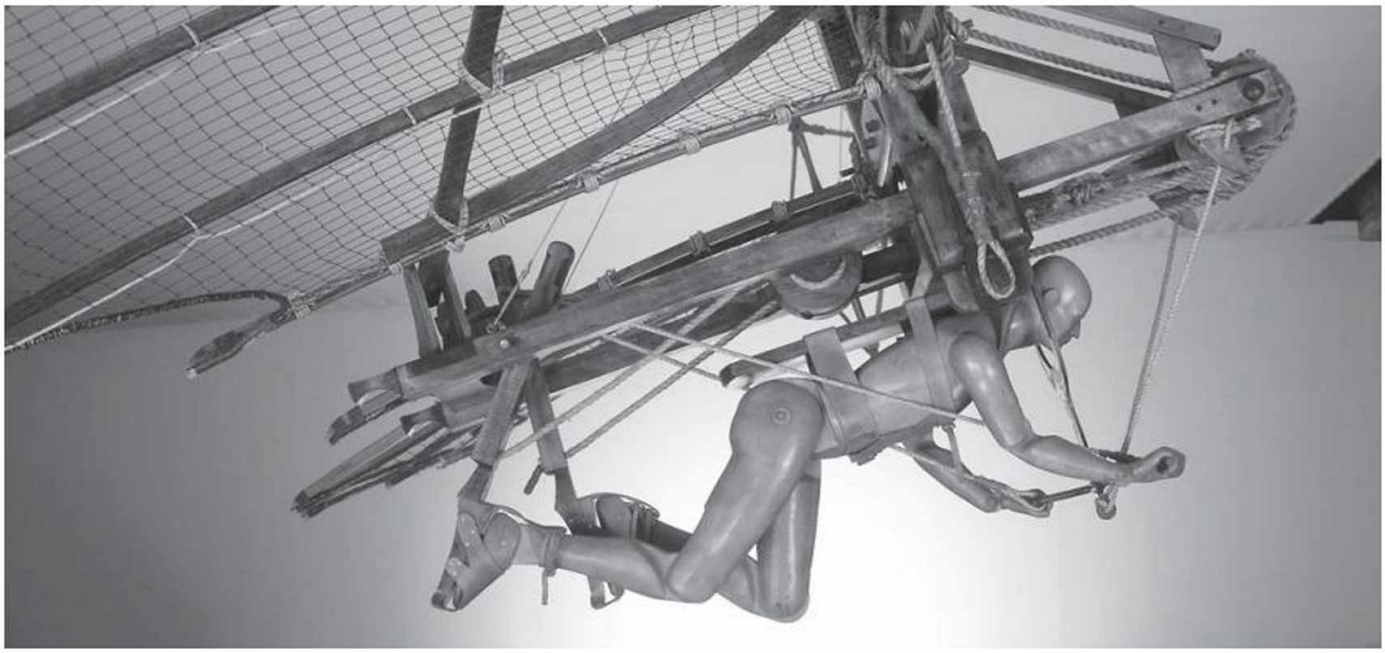
Al observar cómo funcionan e interactúan las demás criaturas y organismos dentro de su entorno puede obtenerse una gran cantidad de información y fuentes de creatividad. Cosas como las colmenas y las telarañas son obras maestras de diseño estructural que han inspirado a los diseñadores humanos durante siglos. Las alas de un colibrí son maravillas aerodinámicas. Hay mucho que aprender del estudio de las formas naturales y la expansión de sus diseños, como Leonardo da Vinci hizo con su máquina voladora (figura 1.25).

Consulte la Red

En la World Wide Web pueden encontrarse excelentes recursos para la ingeniería y el diseño. La lectura de blogs de tecnología y la visita a sitios noticiosos y de ingeniería es una forma de mantenerse al día y estar en contacto con sus colegas. Los siguientes sitios web son útiles para el diseño de ingeniería:

- http://www.yahoo.com/headlines/ Sitio de Yahoo con las más recientes noticias sobre tecnología y un artículo semanal.
- http://www.techweb.com/TechWeb Sitio de medios de CMP.
- http://www.uspto.gov/ Sitio para búsqueda en línea de la Oficina de patentes de Estados Unidos.

www.FreeLibros.me



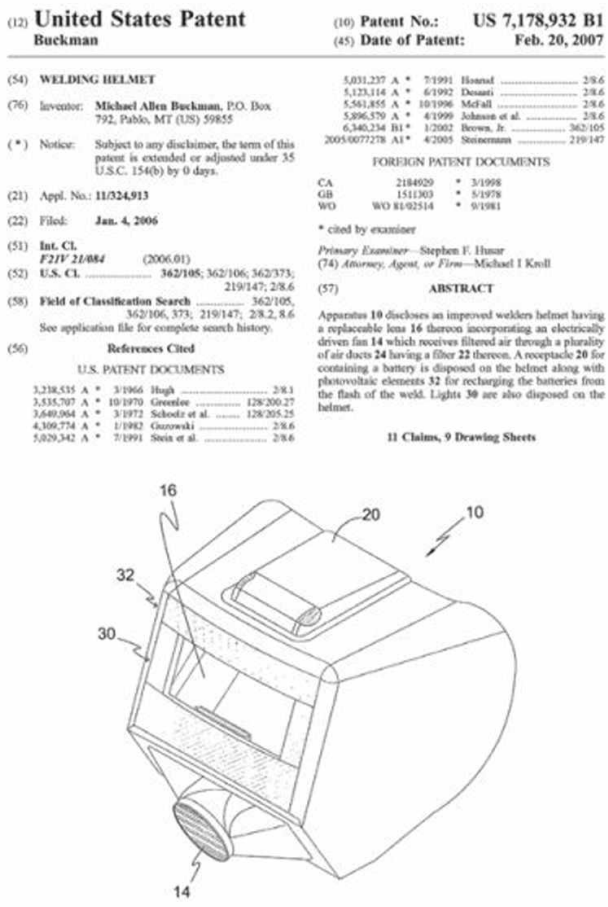
1.25 Réplica de madera a escala real del Ornitóptero, máquina voladora con alas móviles concebida por Leonardo da Vinci. (Cortesía de Peter Chadwick © Dorling Kindersley).

Investigue dibujos de patentes

Las patentes pueden ser una gran fuente de ideas. En Estados Unidos, y en algunos otros países, el gobierno emite una patente y concede al titular el "derecho a excluir a otros de fabricar, utilizar o vender" un producto específico durante un periodo específico. El proceso de la patente fue desarrollado por primera vez como una forma de promover la divulgación de los avances técnicos. Usted puede investigar el estado actual del diseño de su idea de producto en el sitio de búsqueda en línea de la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos (www.uspto.gov) o de su país, la cual tiene regulaciones estrictas en cuanto a cómo presentar los diseños en ***planos de patente***, de modo que los dibujos sean fáciles de reproducir (figura 1.26).

Grupos de diseño

Con el propósito de ofrecer productos y sistemas complejos al mercado, la mayoría de las personas terminan trabajando en un ambiente de equipo. Los equipos combinan la experiencia de individuos familiarizados con materiales, procesos de producción, marketing, finanzas, etc., por lo que la mayoría de los proyectos se convierten en un esfuerzo de equipo mucho antes de que un producto se fabrique y comercialice. Además de proporcionar la experiencia variada que se requiere para llevar una idea desde el concepto hasta la fabricación, la interacción entre personas de diversos talentos juega un papel importante en el proceso del diseño creativo. La capacidad de crear y comprender dibujos técnicos ayuda a que los miembros del grupo contribuyan y se beneficien de la comunicación dentro del equipo.



(12) **United States Patent**
Buckman

(10) **Patent No.: US 7,178,932 B1**
(45) **Date of Patent: Feb. 20, 2007**

(54) **WELDING HELMET**

(76) Inventor: **Michael Allen Buckman**, P.O. Box 792, Pablo, MT (US) 59855

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **11/324,913**

(22) Filed: **Jan. 4, 2006**

(51) **Int. Cl.**
F21V 21/084 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** **362/105**; 362/106; 362/373; 219/147; 2/8.6

(58) **Field of Classification Search** 362/105, 362/106, 373; 219/147; 2/8.2, 8.6
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**
U.S. PATENT DOCUMENTS

3,238,535	A *	3/1966	Hugh	2/8.1
3,535,707	A *	10/1970	Greenlee	128/200.27
3,640,964	A *	3/1972	Schoolz et al.	128/205.25
4,309,774	A *	1/1982	Guzowski	2/8.6
5,029,342	A *	7/1991	Stein et al.	2/8.6
5,031,237	A *	7/1991	Hoistad	2/8.6
5,123,114	A *	6/1992	Desanti	2/8.6
5,561,855	A *	10/1996	McFall	2/8.6
5,896,579	A *	4/1999	Johnson et al.	2/8.6
6,340,234	B1 *	1/2002	Brown, Jr.	362/105
2005/0077278	A1 *	4/2005	Steinemann	219/147

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

CA	2184929	* 3/1998
GB	1511303	* 5/1978
WO	WO 81/02514	* 9/1981

* cited by examiner

Primary Examiner—Stephen F. Husar
(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Michael I Kroll

(57) **ABSTRACT**

Apparatus **10** discloses an improved welders helmet having a replaceable lens **16** thereon incorporating an electrically driven fan **14** which receives filtered air through a plurality of air ducts **24** having a filter **22** thereon. A receptacle **20** for containing a battery is disposed on the helmet along with photovoltaic elements **32** for recharging the batteries from the flash of the weld. Lights **30** are also disposed on the helmet.

11 Claims, 9 Drawing Sheets

1.26 Plano de patente del casco universal de seguridad.

1.8 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Como se dijo antes, los gráficos técnicos tienen tres funciones importantes: visualización, comunicación y documentación. Los

www.FreeLibros.me

1.27 Contenido posible de un conjunto de datos en 3D.

dibujos y modelos CAD son una parte importante de la definición del producto. La ***definición del producto*** se refiere a la colección de documentos digitales y en papel que especifican los requerimientos físicos y funcionales de un producto. Éstos pueden variar desde un modelo CAD en 3D que especifica los requisitos de fabricación dentro del archivo CAD hasta un bosquejo con dimensiones bosquejado en papel.

Muchas empresas prefieren almacenar información en un dispositivo con formato digital porque el costo de almacenamiento es relativamente bajo y los datos pueden ser localizados, recuperados y utilizados con facilidad por muchas personas. En la figura 1.27 se muestra una serie de componentes que pueden formar parte del conjunto de datos de la definición de un producto. Para poder participar con éxito en el competitivo mercado mundial se requiere un conocimiento profundo del lenguaje gráfico, desde los bosquejos hechos a mano hasta los modelos complejos en 3D.

1.9 PRESENTACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO EN UN PORTAFOLIO

Un portafolio es una muestra representativa de su trabajo, que le ayuda a comunicar sus habilidades y talentos, por lo general a un posible empleador o cliente. Muchas empresas y particulares colocan sus portafolios en la Red para promover sus capacidades y logros. Las empresas grandes tienden más a mostrar modelos y proyectos realizados, porque los dibujos de trabajo pueden ser información confidencial. Las personas, especialmente los estudiantes o recién egresados, pueden centrarse más en mostrar sus prácticas de elaboración correcta de dibujos y sus habilidades creativas para resolver problemas.

Si usted es ingeniero consultor, arquitecto, diseñador industrial o dibujante, y expone muestras de su trabajo, tiene una ventaja sobre aquellos que sólo hablan de ello. Los dibujos son una prueba de que usted no sólo tiene buenas ideas, sino también la habilidad para comunicarse de manera clara y precisa durante todas las etapas de un proyecto, desde el concepto hasta su finalización.

Si lo que está buscando es un empleo de nivel inicial, no se preocupe si su portafolio luce como el de una persona en ese nivel. Un trabajo estudiantil limpio y correcto es un buen indicador de su potencial. No trate de cubrir la falta de ejemplos bien dibujados con una cubierta más cara para su portafolio, o al presentarlo muy decorado. En cambio, gaste esa energía en completar un proyecto que muestre su capacidad.

Un portafolio es una oportunidad de contar historias concisas de éxito. Por ejemplo, quizá desee mostrar de cuatro a seis proyectos, incluyendo la descripción inicial del diseño (o un problema asignado), los bosquejos, dibujos de desarrollo y la presentación final (incluidos planos, representaciones y los modelos físicos o en 3D) para cada uno. Su portafolio de muestras crea grandes temas de conversación en una entrevista, así que aproveche la oportunidad para mostrar cómo enfrenta desafíos como la reducción de costos, la mejora del funcionamiento o la solución a los problemas que surgen durante todo el proceso.

Algunos consejos adicionales para la creación de un portafolio exitoso son:

1. Menos es más. Se supone que en un portafolio muestra su mejor trabajo, por lo que algunos buenos ejemplos valen más que un millón de ejemplos mediocres. Por lo general basta presentar entre cuatro y seis proyectos terminados.
2. Muestre las prácticas correctas de dibujo. De manera especial, si lo que busca es una posición de dibujante, e incluso si su fuerza es la creatividad, asegúrese de que los grosores de línea, las acotaciones, las notas y otras partes del dibujo se ajusten a las normas de dibujo técnico.
3. Mantenga varias versiones de su portafolio actual, como una copia impresa, una digital y su presencia en la Red. Utilice formatos muy accesibles (por ejemplo, PDF o PowerPoint) para que sus trabajos digitales sean fáciles de consultar. Si incluye su dirección web en la correspondencia, ello permite que las personas vean su trabajo o que consulten las muestras a su conveniencia.
4. Nunca confíe exclusivamente en equipos electrónicos. Incluso si tiene una presentación digital grande, lleve consigo un portafolio de muestras impresas. Los dibujos deben ser limpios y legibles. Dependiendo de su disciplina, usted puede desear una cubierta más grande o más pequeña para su portafolio, teniendo en cuenta que sea su transportación y visualización sean cómodas. Puede incluir dibujos doblados de gran tamaño, siempre que sean fáciles de sacar y ver.
5. Guarde los buenos ejemplos conforme se creen. Es fácil olvidar lo que hizo el año pasado, o cuatro años atrás. Guarde copias (tanto digitales como en papel) de su mejor trabajo en un archivo para muestras del portafolio, y no olvide guardar también algunos bosquejos de desarrollo de sus proyectos exitosos.
6. Dependiendo de sus objetivos profesionales, es bueno dejar que su portafolio refleje el área que desea explorar. Si está buscando una posición creativa y tiene las habilidades requeridas (como el dibujo o la fotografía artística) puede incluir ejemplos apropiados. Si su interés principal es una posición de dibujante, es posible que desee incluir más dibujos y modelos de trabajo.

A lo largo de este libro, las secciones de Portafolio le presentan algunos dibujos reales que se aplican a los temas tratados en cada capítulo. Por ejemplo, la sección de Portafolio en este capítulo muestra la forma en que un estudiante de diseño industrial ha difundido el proceso de diseño a través de una página de portafolio bien concebida.

www.FreeLibros.me

Esta página extraída del portafolio de John Mountz comienza con una descripción breve y una justificación del diseño. Incluye los conceptos iniciales, varios bosquejos más refinados, un modelo sólido y algunos detalles. Mountz mostró el dibujo de la presentación final en una página adicional del portafolio. En ese momento, él era un alumno del diseñador industrial Doug Wintin, entonces Presidente de la Escuela de Diseño en el ITT Technical Institute. (Cortesía de John Mountz).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Comunicación
Definición del producto
Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar (DMAIC)
Descomposición funcional
Despliegue de la función de calidad (QFD)
Diseño asistido por computadora
Diseño del ciclo de vida
Diseño del proceso
Diseño para Six Sigma (DFSS)
Documentación
Gestión de datos de la empresa
Gestión de datos del producto
Ideación
Ingeniería asistida por computadora
Ingeniería concurrente
Ingeniería inversa
Manufactura asistida por computadora
Máquina de medición por coordenadas
Modelado basado en características
Modelado basado en restricciones
Modelado paramétrico
Normas
Órdenes de cambio de ingeniería
Planos de patente
Prototipado rápido
Prototipo
Six Sigma
Visualización

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- El lenguaje gráfico es el idioma universal que se usa para diseñar, desarrollar y construir productos y sistemas en todo el mundo. Hay dos tipos básicos de dibujo: artístico y técnico.
- El proceso de diseño combina las ideas, los principios científicos, los recursos y los productos existentes en una solución para un problema. Consta de cinco etapas específicas.
- Todo dibujo técnico se basa en las normas que indican lo que significa cada símbolo, línea y arco.
- Los miembros de un equipo de diseño de ingeniería deben ser capaces de comunicarse entre sí y con el resto del equipo de proyecto para contribuir al éxito de todos.
- Los principios básicos para la comunicación de información usando dibujos técnicos son los mismos si los dibujos se crean a mano o mediante CAD.
- Las compañías exitosas contratan personas capacitadas que pueden añadir valor a su equipo. Una habilidad esencial, valorada por los empleadores, es un conocimiento profundo del lenguaje gráfico.

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Cuándo se usan los bosquejos como comunicación gráfica?
2. ¿Por qué son tan importantes las normas para los miembros del equipo de diseño de ingeniería?
3. ¿Qué es el proceso de diseño?
4. ¿Cuáles son las cinco fases del proceso de diseño?
5. Describa la diferencia entre los modelos de un proceso de diseño concurrente y los de un proceso tradicional.
6. ¿Qué significa PDM o EDM? ¿Cuáles son algunas de las ventajas de PDM?
7. ¿Cuando es útil el prototipado rápido?
8. Mencione tres maneras en que puede utilizarse una base de datos de CAD.
9. Mencione cinco técnicas que puede emplear para mejorar su creatividad.

www.FreeLibros.me

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

Si es necesario, consulte la sección correspondiente del capítulo para verificar sus respuestas.

Ejercicio 1.1. Defina los siguientes términos que se aplican al proceso de diseño: declaración de necesidades, concepto, soluciones consensuadas, prototipo, bosquejo de distribución.

Ejercicio 1.2 Dibuje un diagrama de flujo que represente el proceso de diseño según usted lo entiende.

Ejercicio 1.3 La empresa hipotética de pesca "Flies R Us" lo ha contratado para reestructurar sus procesos de diseño y aumentar su rentabilidad. Lea las descripciones de trabajo que acompañan el diagrama de flujo de diseño de "Flies R Us", y decida en qué etapas del proceso de diseño debe estar involucrado cada miembro del equipo. Trace un diagrama de flujo que ilustre las relaciones de subordinación para estos individuos o grupos.

Ejercicio 1.4 Use el diagrama de flujo de "Flies R Us" como guía y conteste lo siguiente:

¿Qué tipo de información necesita Randy Edwards antes de poder comprar materia prima para la fabricación de un producto nuevo?

¿En qué momento debe involucrarse Todd Benson en el proceso de diseño, y por qué?

¿Qué pasaría si Samir Raol estuviera fuera del ciclo de comunicación?

¿Es probable que Annette Stone pueda ver un prototipo?

¿Qué miembros del equipo cree usted que Monte VanDyke ha programado en la función de marcado rápido del teléfono de su oficina?

www.FreeLibros.me

James Washington
Presidente de la compañía

Director de una compañía de 24 millones de dólares dedicada a la fabricación de accesorios de pesca con mosca; toma todas las decisiones finales de la compañía con base en el asesoramiento de los miembros del equipo de gestión.

Amy Rutledge
Contralora

Responsable de las finanzas de la empresa.

Randy Edwards
Agente de compras

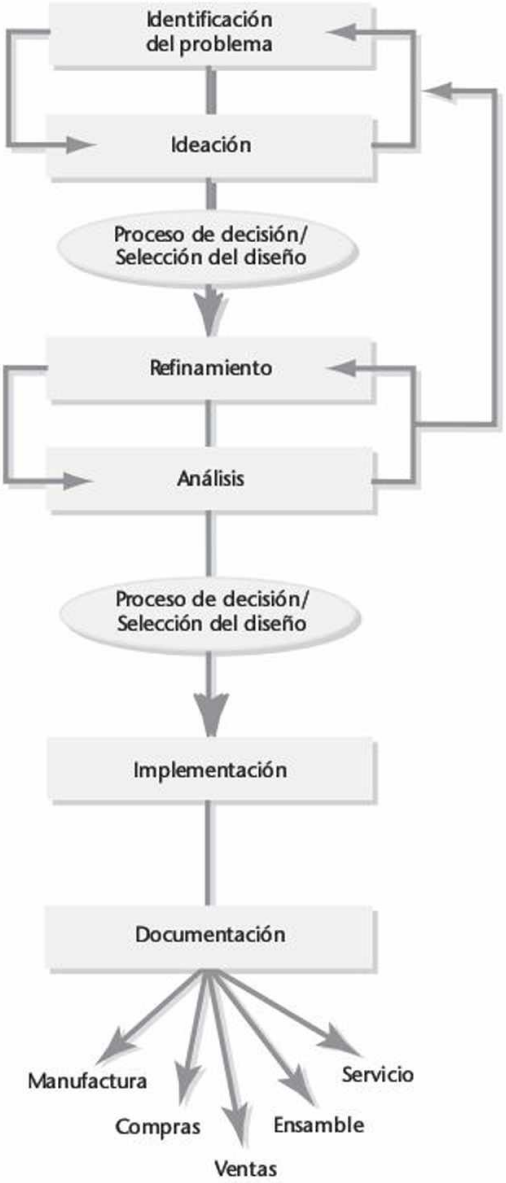
Busca los precios de la materia prima y mantiene las cuentas con los proveedores.

Helen Ramirez
Gerente de Producto

Responsable de la dirección de una línea de carretes de pesca de alta tecnología; asiste a ferias comerciales, monitorea los avances tecnológicos, la actividad de los competidores y las solicitudes de los clientes.

Annette Stone
Gerente de Ventas

Responsable de una fuerza de ventas de 120 representantes; mantiene las cuentas con los principales distribuidores.



Descripciones de puestos de Flies R Us.

Todd Benson
Gerente de Producción

Tiene a su cargo la producción en masa de los productos, supervisa la maquinaria, las instalaciones y el personal de producción; realiza un análisis de costos de producción.

Sarah Nordsen
Ingeniero de Manufactura

Usa conocimientos especializados de los procesos de fabricación y los materiales para garantizar la manufacturabilidad de los productos; determina los ajustes entre las partes; diseña los procesos para utilizar las herramientas y realizar la producción.

Monte VanDyke
Ingeniero de Diseño

Supervisa a un equipo de seis ingenieros de diseño dedicados al desarrollo y a la realización de pruebas en productos nuevos.

Joe Chang
Especialista en compuestos

Desarrolla materiales especializados en una base contractual para su uso en productos específicos.

Samir Raol
Gerente de Servicio al cliente

Recibe órdenes directas de los comerciantes y determina las fechas de entrega con base en la disponibilidad del producto.

Ejercicio 1.4 Diagrama de flujo.

www.FreeLibros.me

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO DOS

DISTRIBUCIONES Y LETRAS

OBJETIVOS

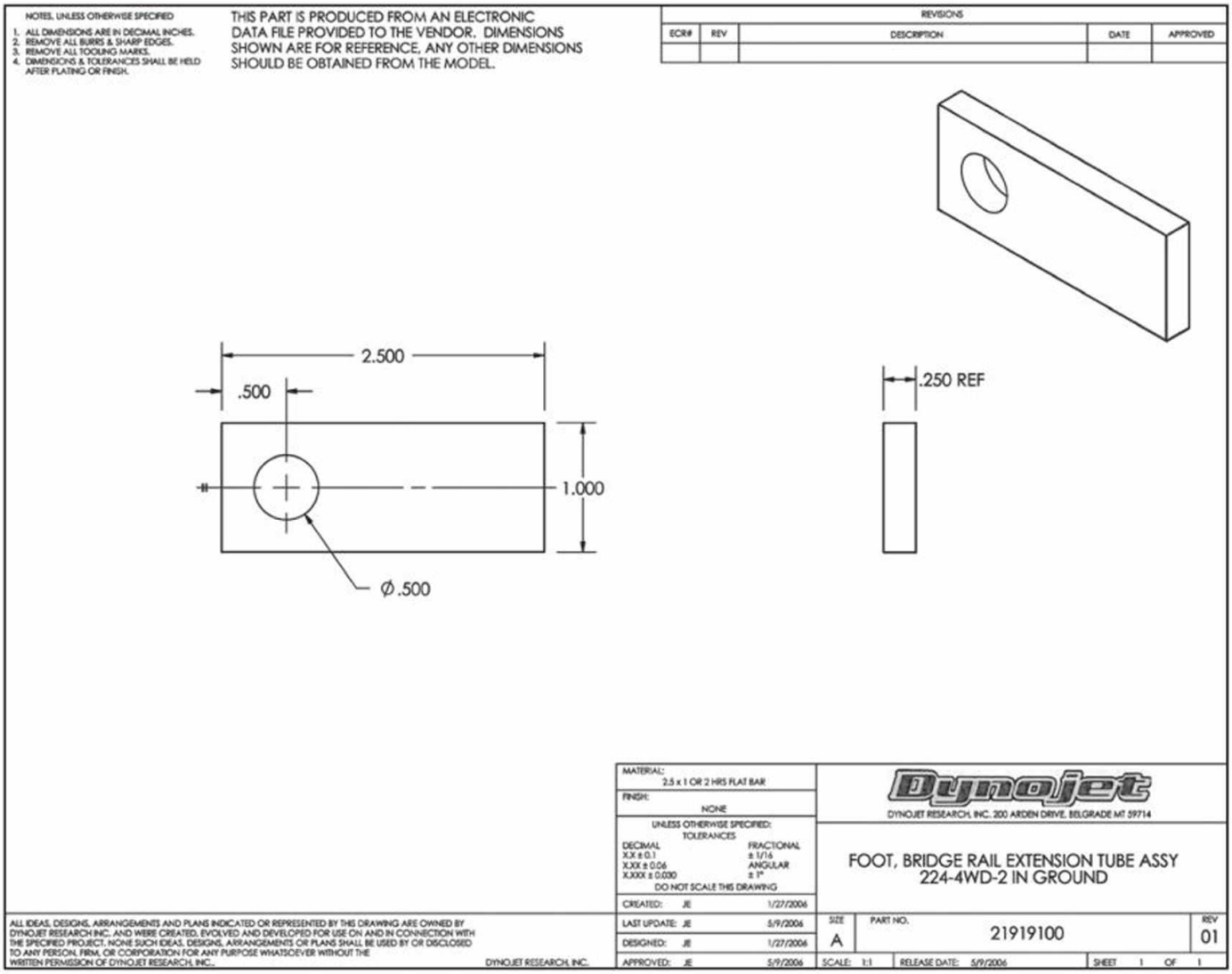
Después de estudiar el material de este capítulo, usted será capaz de:

1. Identificar seis tipos de dibujos técnicos con base en el sistema de proyección que usan.
2. Identificar los patrones de línea que se utilizan en los dibujos técnicos y describir cómo se emplean.
3. Leer y medir con los escalímetros de arquitectos y de ingenieros, y con el escalímetro métrico.
4. Identificar los medios de dibujo estándar y los tamaños de hoja.
5. Agregar letras a un bosquejo.
6. Llenar un cuadro de títulos estándar con la información apropiada.
7. Hacer la distribución en una hoja de dibujo.

Consulte las siguientes normas:

- *Y14.100—2004 Prácticas de dibujo en ingeniería.*
- *Y14.2M—1992 Convenciones de líneas y letras.*
- *Y14.1—2005 Tamaño y formato de la hoja de dibujo a décimos de pulgada.*
- *Y14.1M—2005 Tamaño y formato de la hoja de dibujo en sistema métrico.*

www.FreeLibros.me



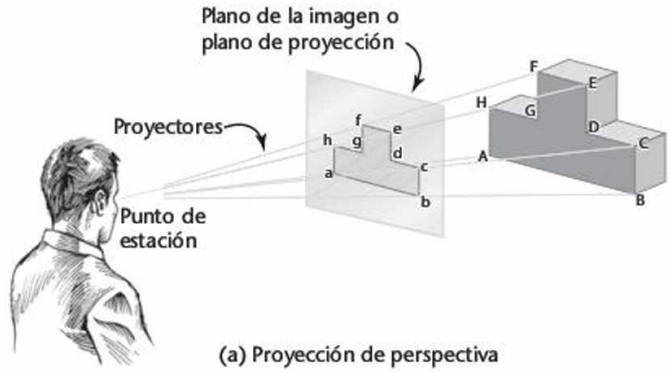
Distribución con cuadro de títulos de una pieza pequeña a escala de 1:1. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

INTRODUCCIÓN

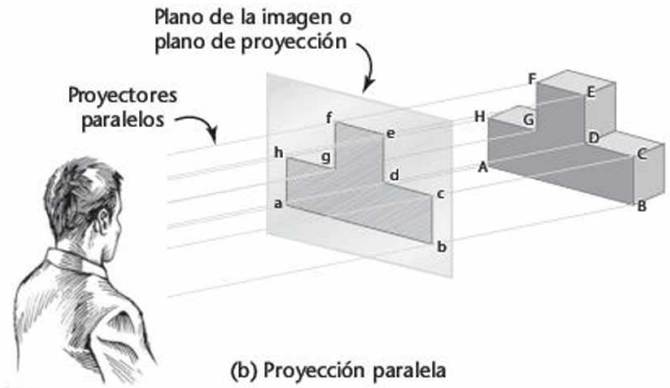
Los dibujos técnicos en dos dimensiones, ya sea que se bosquejen a mano, se dibujen con instrumentos, se elaboren mediante un programa CAD, o se generen a partir de modelos sólidos en 3D, siguen ciertas reglas para que se puedan interpretar correctamente. A diferencia de los dibujos artísticos, los cuales comunican una expresión propia y un contenido emocional, los dibujos técnicos comunican la manera de fabricar o construir un producto, sistema o dispositivo. Para describir con toda claridad esta información, los dibujos técnicos se sujetan firmemente a las normas formales.

En estas normas formales se incluyen los sistemas de proyección para el desarrollo y la comprensión de las vistas del dibujo, así como un "alfabeto de líneas", en el que cada línea del dibujo representa determinada información. Las letras también se estandarizan, para que resulte más rápido hacer los dibujos y sea fácil leerlos y reproducirlos. Los tamaños estándar de hoja para los dibujos incluyen un cuadro de títulos que proporciona información importante como el nombre del dibujo, los datos de la compañía, la escala, los números de revisión y las aprobaciones para la liberación del dibujo.

www.FreeLibros.me

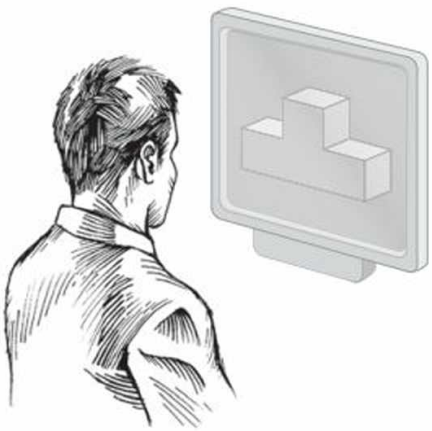


(a) Proyección de perspectiva



(b) Proyección paralela

2.1 Concepto de proyección.



2.2 Vista de un objeto en 3D "proyectada" en un monitor de computadora.

COMPRENSIÓN DE LAS PROYECCIONES

Detrás de cada dibujo en 2D de un objeto hay una relación de espacio que involucra al objeto y a tres cosas "imaginarias":

1. El ojo del observador, o ***punto de estación***
2. El ***plano de proyección***
3. Los ***proyectores*** (también llamados *rayos visuales* o *líneas de visión*)

En la figura 2.1 se muestran dos dibujos de una forma proyectada sobre un plano, según lo ve un observador, cuyo ojo representa el punto de estación. Las líneas que se proyectan desde las esquinas (o vértices) del objeto son las líneas imaginarias, llamadas proyectores.

Para comprender la proyección, imagine que el dibujo se produce mediante puntos, llamados ***puntos perforados***, donde los proyectores atravesarían el plano de proyección. El dibujo puede ser una representación en dos dimensiones sobre una hoja de papel, o bien una representación en dos dimensiones que se muestra en la pantalla de su computadora, como se ve en la figura 2.2, pero los principios básicos son los mismos. Una de las razones por las que las habilidades de proyección en 2D siguen siendo importantes, incluso con la llegada del modelado en 3D, es que los monitores de las computadoras siguen desplegando una vista en 2D en sus pantallas planas.

Tipos de proyecciones

Hay dos tipos principales de proyección: la perspectiva y la paralela. Éstas se dividen en subtipos, como se muestra en la figura 2.3.

En las ***proyecciones de perspectiva***, los proyectores se unen en el punto de estación para formar un cono, como en la figura 2.1a. Los dibujos en perspectiva representan objetos tal como los vemos, o de la manera en que aparecerían en una fotografía.

En las ***proyecciones paralelas***, los proyectores son paralelos, como se muestra en la figura 2.1b.

Las ***proyecciones ortográficas*** son un tipo de proyección paralela. En las proyecciones ortográficas (es decir, en ángulo recto), los proyectores paralelos son perpendiculares al plano de proyección. Dado que las proyecciones ortográficas muestran los objetos de modo que sus características puedan representarse en tamaño real, o a escala en una proporción de tamaño real, son particularmente útiles al especificar las dimensiones necesarias en las aplicaciones técnicas.

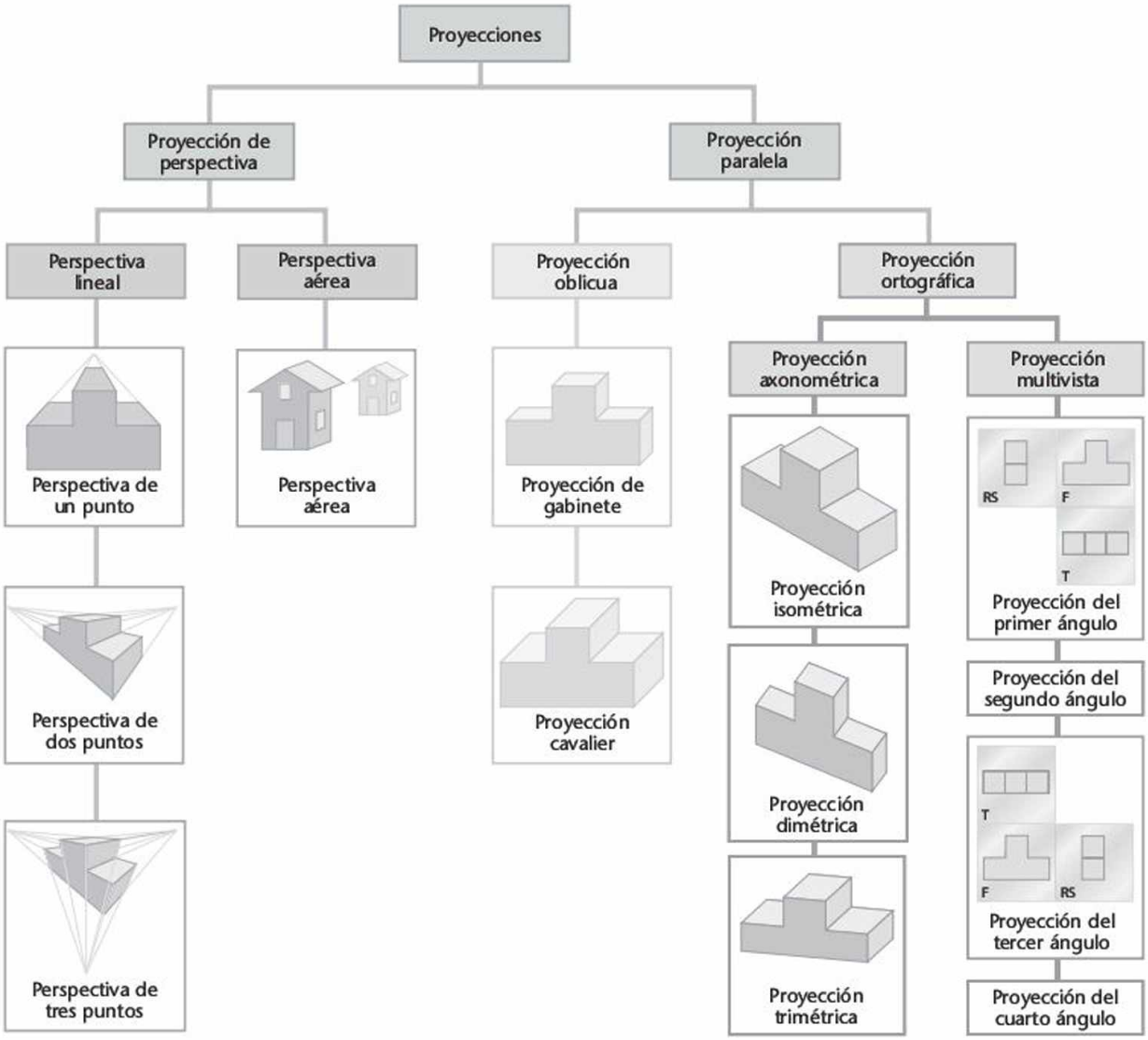
Si los proyectores son paralelos entre sí, pero forman un ángulo *distinto a 90°* con el plano de proyección, el resultado se denomina una ***proyección oblicua***.

Los dibujos técnicos de objetos en 3D suelen utilizar uno de los cuatro tipos de proyección estándar que se muestran en la figura 2.3:

- Multivista
- Axonométrica (incluye a la isométrica)
- Oblicua
- Perspectiva

La ***proyección multivista*** muestra una o más vistas necesarias. Pueden usarse dos sistemas para organizar las vistas en un dibujo multivista: el tercer ángulo o el primer ángulo. En el capítulo 5 estudiaremos con detalle la proyección multivista.

www.FreeLibros.me



2.3 Clasificación de las proyecciones.

Los bosquejos axonométricos, oblicuos y de perspectiva, representan los métodos para mostrar gráficamente el objeto en una sola vista. Analizaremos dichos métodos en el capítulo 3.

En la tabla 2.1 se presentan los principales tipos de proyección.

Tabla 2.1 Clasificación por proyectores.

Clase de proyección	Distancia del observador al plano de proyección	Dirección de los proyectores
Perspectiva	Finita	Radiación desde el punto de estación
Paralela	Infinita	Paralelos entre sí
Oblicua	Infinita	Paralelos entre sí y oblicuos al plano de proyección
Ortográfica	Infinita	Perpendiculares al plano de proyección
Axonométrica	Infinita	Perpendiculares al plano de proyección
Multivista	Infinita	Perpendiculares al plano de proyección

www.FreeLibros.me

Vocabulario de dibujo

En este capítulo se presentan las líneas de dibujo, las letras, los sistemas de medición, la escala, los tamaños de hojas y los cuadros de títulos.

Líneas de dibujo Las vistas de dibujo proyectadas usan patrones específicos de línea para representar las características del objeto. Por ejemplo, se muestra un objeto en 3D, algunas líneas representan los bordes de las superficies que están ocultos en esa dirección de visualización. Estas líneas ocultas tienen un patrón de línea discontinuo para ayudar al lector a entender el dibujo. Otro tipo de línea indica la ubicación del centro de un elemento simétrico, como un agujero. Estar familiarizado con los tipos de líneas que se utilizan en el dibujo técnico le ayuda a leer planos y crear dibujos que otros puedan entender fácilmente.

Letras Las formas de letra fáciles de leer y escribir se describen como parte de las normas de dibujo. A menudo, en las primeras etapas del proceso de diseño, se usan dibujos a mano alzada para presentar ideas. Al mostrar notas e información legible se facilita la presentación clara de sus ideas a los demás. Es común que el buen uso de las letras haga que un bosquejo sea exitoso o no.

Sistemas de medición En los dibujos técnicos se usan dos sistemas de medición: el sistema métrico y las unidades de uso común en Estados Unidos. Es importante estar familiarizado con los sistemas de medición, tanto para crear como para leer los dibujos que se utilizan en todo el mundo.

Escala Por supuesto, un objeto grande, como una casa o un puente, no puede mostrarse en tamaño real sobre una hoja de papel. Para transmitir claramente la información importante acerca de los objetos, en especial los grandes o pequeños, necesita seleccionar un tamaño de hoja adecuado y dibujarlos a escala (en proporción menor o mayor que el tamaño real). Los tamaños de letra estándar para los dibujos dependen del tamaño de la hoja.

Cuadro de títulos La información de la compañía, la escala del dibujo, el tamaño de la hoja y demás información pertinente, se incluye en un cuadro de títulos estándar ubicado en la esquina inferior derecha del dibujo para que estos detalles importantes sean fácilmente localizables en cualquier esquema de dibujo.

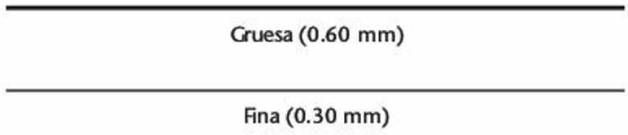
2.1 ALFABETO DE LÍNEAS

El significado de cada línea en un dibujo técnico está indicado por su ancho (grueso o fino) y su estilo de línea particular. La persona que lee el dibujo depende de estos estilos de línea para saber si ésta es visible u oculta, si representa un eje central o si se transmite información sobre las dimensiones.

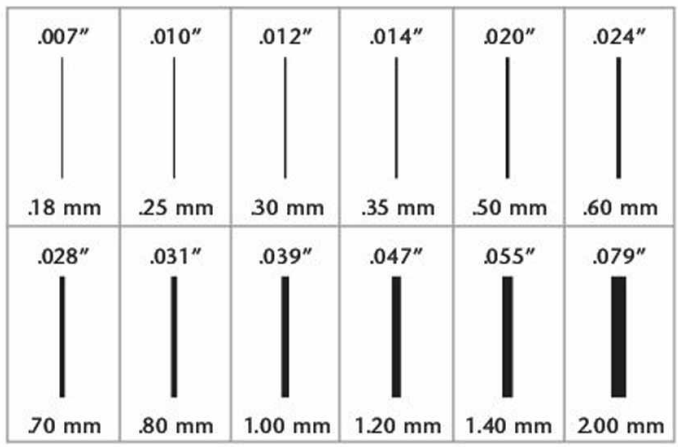
Para hacer que sus dibujos sean fáciles de leer, haga un contraste entre las líneas gruesas y las finas. Las ***líneas gruesas*** (0.6 mm) deben tener el doble de anchura que las ***líneas finas*** (0.3 mm), como se muestra en la figura 2.4. La escala de líneas de la figura 2.5 muestra varios anchos.

En la figura 2.6 se muestra la técnica de trazado de líneas a mano alzada. Tal vez, en un primer momento, le resulte útil usar papel cuadriculado de 1/8" para tener una idea de la longitud de los guiones utilizados en las líneas ocultas y las líneas centrales. Pronto será capaz de calcular las longitudes a golpe de vista.

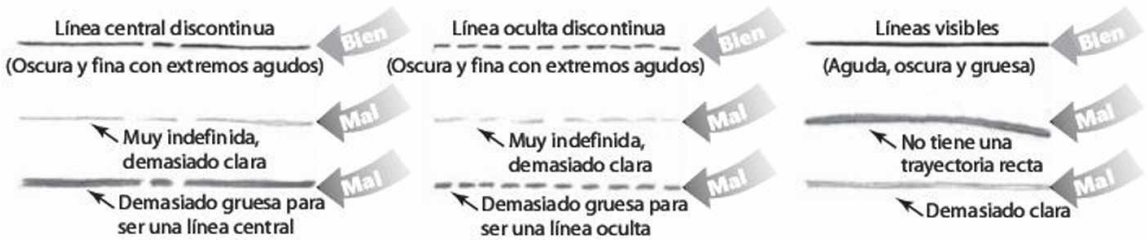
En la figura 2.7 se ilustran los distintos estilos de línea que se usan en los dibujos técnicos. Todas las líneas (excepto las de construcción) deben ser fuertes y oscuras. Para las líneas visibles, de plano de corte y de corte breve se usan líneas gruesas. Las líneas de dibujo finas deben ser igual de fuertes y negras, pero sólo con la mitad del grosor de las líneas gruesas. Las líneas de construcción y las líneas guía para letras deben ser finas y claras para que sea difícil verlas a distancia y no necesiten borrarse. Todas las líneas deben ser uniformes en anchura y oscuridad. En la figura 2.7 también se muestra la longitud ideal de los guiones utilizados para formar patrones de línea.



2.4 Líneas de dibujo gruesas y finas.

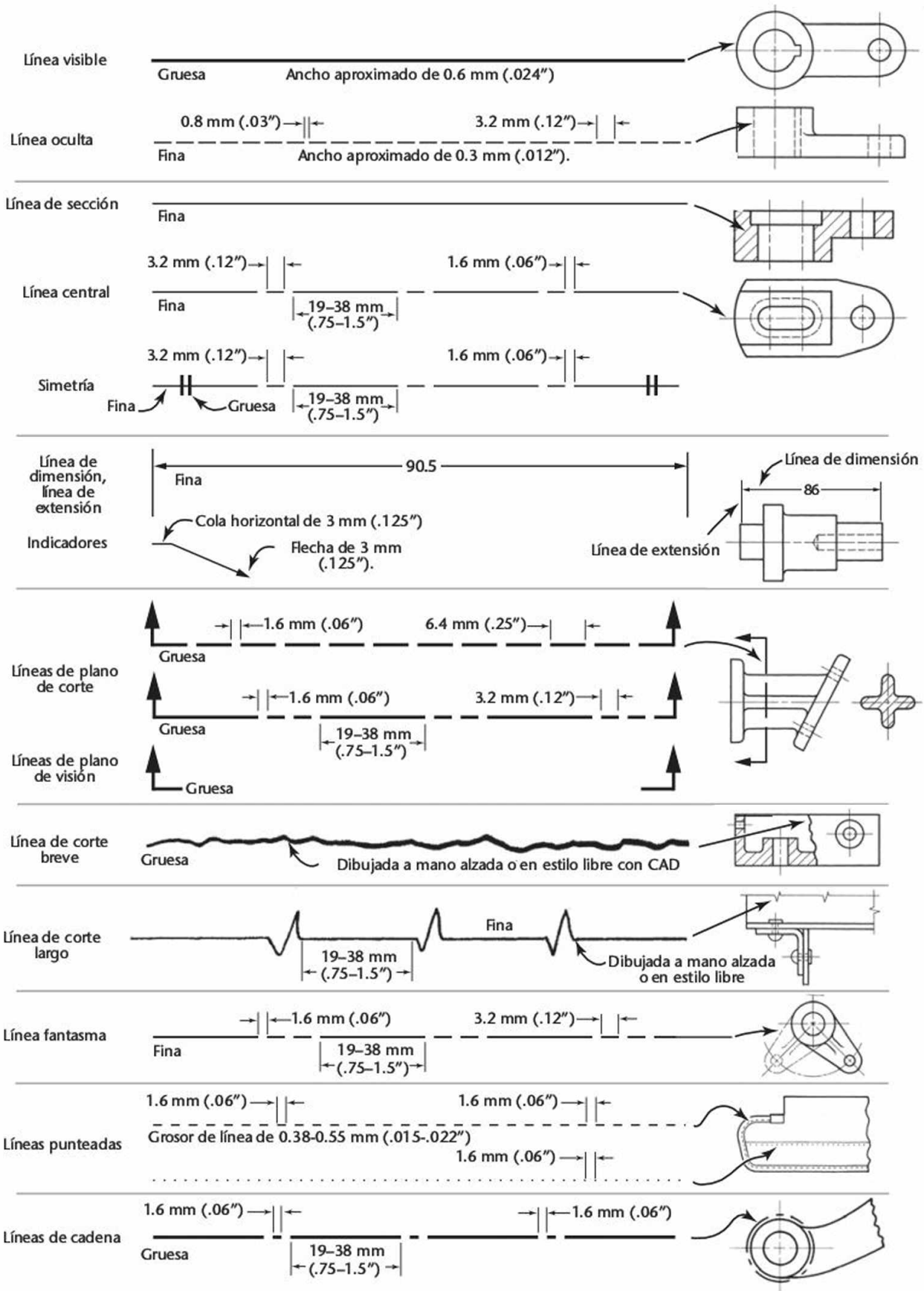


2.5 Escala de líneas.



2.6 Técnicas buena y mala para el trazado de líneas a mano alzada.

www.FreeLibros.me

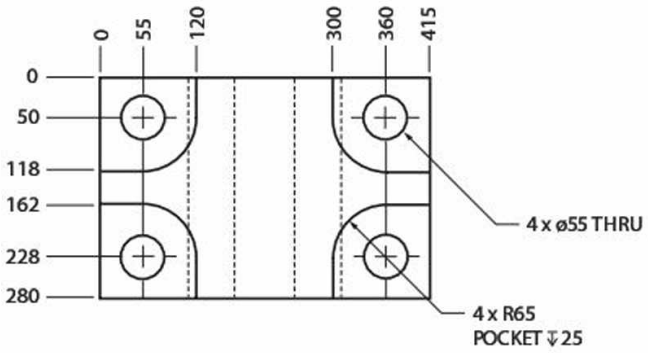


2.7 Alfabeto de líneas (tamaño real).

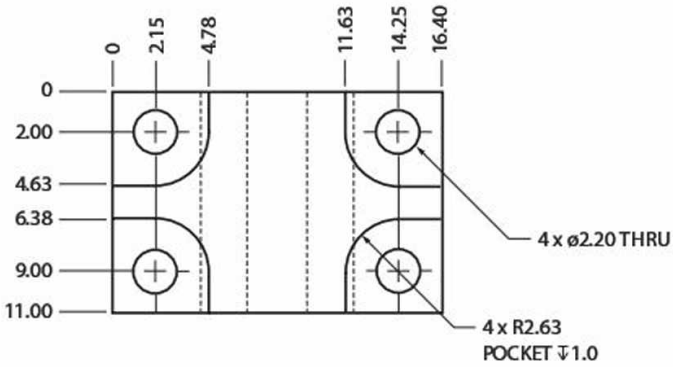
www.FreeLibros.me

2.2 LÍNEAS A MANO ALZADA

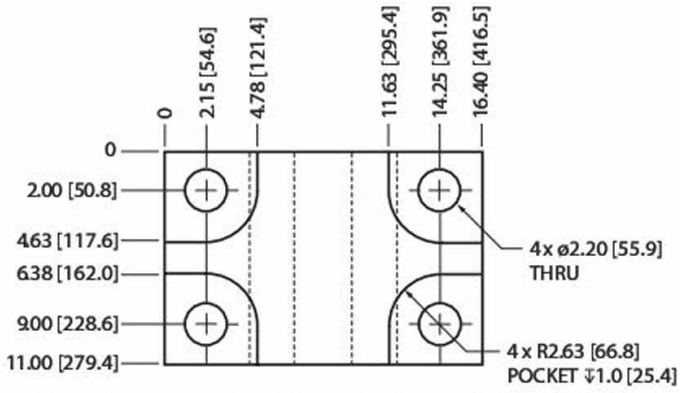
La principal diferencia entre un dibujo realizado con instrumentos o en CAD y un bosquejo hecho a mano alzada está en la apariencia de las líneas. No se espera que una buena ***línea a mano alzada*** sea precisamente recta o exactamente uniforme, como sí lo es una línea elaborada en CAD o con instrumentos. Las líneas a mano alzada muestran libertad y variedad. Las ***líneas de construcción*** a mano alzada son muy ligeras y burdas. Todas las demás líneas deben ser oscuras y limpias.



2.8 Dibujo dimensionado usando unidades métricas.



2.9 Dibujo dimensionado usando unidades de uso común en Estados Unidos.



2.10 Dibujo acotado en forma dual, usando las unidades de uso común en Estados Unidos como unidades primarias.

2.3 SISTEMAS DE MEDICIÓN

Cuando usted crea un dibujo técnico, el elemento que muestre deberá ser fabricado o construido con un sistema particular de medición, el cual usted indica en el dibujo. El estándar mundial usado para medir longitudes es el sistema métrico.

Unidades de uso común en Estados Unidos

En Estados Unidos se siguen empleando unidades basadas en mediciones de pulgadas, pies y yardas (donde una yarda tiene tres pies, y un pie tiene 12 pulgadas; una yarda equivale exactamente 0.9144 metros). Los dibujos pueden utilizar cualquiera de los sistemas de medición y aún así seguir las normas de dibujo ANSI/ASME, siempre y cuando el sistema de medida esté expresado claramente en el dibujo. En las figuras 2.8 y 2.9 se muestra la misma pieza dimensionada con dos sistemas diferentes de medición.

El sistema métrico

Actualmente, el sistema métrico es el Sistema Internacional de Unidades, conocido comúnmente como SI (del francés, le Système International d'Unités). Fue establecido en 1960 por acuerdo mundial y ahora es la norma internacional de medidas dado que todos los países del mundo lo adoptaron, aunque algunas regiones continúan empleando, en mayor o menor grado, las unidades tradicionales de Estados Unidos.

El metro fue establecido por los franceses en 1791 como la longitud de una diezmillonésima parte de la distancia que hay desde el ecuador hasta el polo de la Tierra a lo largo del meridiano que, casualmente, pasa por París. Desde entonces, la definición se ha actualizado como la distancia que recorre la luz en el vacío en 1/299 792 458 de segundo. Un metro es igual a 39.37 pulgadas, o 1.1 yardas aproximadamente.

El sistema métrico de medición lineal es un sistema decimal semejante al sistema de los Estados Unidos para contar dinero. Por ejemplo,

1 mm = 1 milímetro (1/1000 de un metro)
1 cm = 1 centímetro (1/100 de un metro)
= 10 mm
1 dm = 1 decímetro (1/10 de un metro)
= 10 cm = 100 mm
1 m = 1 metro
= 100 cm = 1000 mm
1 km = 1 kilómetro = 1000 m
= 100 000 cm = 1 000 000 mm

La unidad primaria de medida para los dibujos de ingeniería y diseño en las industrias mecánicas es el milímetro (mm). Las unidades secundarias de medida son el metro (m) y el kilómetro (km). En estos dibujos, el centímetro (cm) y el decímetro (dm) se usan muy pocas veces.

Algunas industrias han empleado en sus planos un sistema de doble acotación con milímetros y pulgadas. Sin embargo,

www.FreeLibros.me

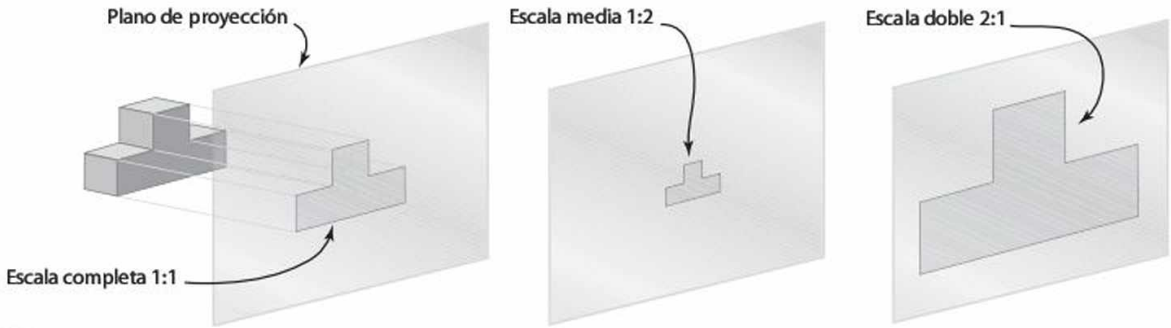
esta práctica puede ser confusa porque los tamaños de muestra en los dos sistemas pueden contener errores de redondeo. Si se muestran dos sistemas, las unidades primarias se usan para todas las mediciones de fabricación y las unidades del sistema secundario (entre paréntesis) se emplean sólo para propósitos de información general. La figura 2.10 muestra un dibujo con dimensiones duales. La mayor parte de los grandes fabricantes usan sólo dimensiones métricas en el dibujo para mayor facilidad y consistencia.

Las dimensiones que se dan en unidades de uso común en Estados Unidos (pulgadas y pies, ya sean decimales o fraccionarias) pueden convertirse fácilmente a valores métricos. En la práctica normal se usa la proporción de 1 pulgada = 25.4 mm. En la parte interior de la contraportada pueden encontrarse tablas con decimales equivalentes, a la vez que en el Apéndice 30 se proporcionan tablas de conversión. En la Red también existen muchos sitios prácticos para la conversión de unidades, en sitios como www.onlineconversion.com.

2.4 ESCALA DEL DIBUJO

A diferencia de un dibujo hecho en computadora (donde un objeto se dibuja a tamaño real, de modo que la información almacenada en el archivo de computadora es exacto), un dibujo impreso o hecho sobre papel puede representar el objeto en su tamaño real (tamaño completo) o bien puede ser más grande o más pequeño que el objeto, en función del tamaño de la hoja utilizada. La ***escala del dibujo*** es la reducción o ampliación del objeto dibujado en relación con el objeto real (figura 2.11).

La escala se expresa como una razón entre la cantidad de unidades del dibujo y la de unidades reales. Por ejemplo, una pieza de máquina puede mostrarse en una hoja a la mitad de su tamaño real, en una escala de 1:2, y un edificio puede dibujarse a 1/48 de su tamaño, a una escala de 1:48 (o en las unidades de uso común en Estados Unidos, 1/4" = 1'); un mapa puede dibujarse a 1/1200 del tamaño real, a una escala de 1" = 100' o 1:1200; o bien una tarjeta de circuitos impresos puede dibujarse a cuatro veces su tamaño, una escala de 4:1.



2.11 Escala reducida y ampliada. *Muchos dibujos deben presentarse a escala reducida para que el objeto quepa en el papel.*

2.5 ESPECIFICACIÓN DE LA ESCALA DE UN DIBUJO

Hay varios métodos aceptables para señalar la escala en el dibujo, pero todos muestran la relación del tamaño del objeto dibujado con el tamaño del objeto real. Para una pieza que se muestra en el papel a la mitad de su tamaño real, la escala se indicará en una de estas tres maneras:

ESCALA: 1:2
ESCALA: 1/2
ESCALA: .5

Para los dibujos de máquinas, la escala indica la razón entre el tamaño del objeto dibujado y su tamaño real, sin importar las unidades de medición usadas. Las escalas de expansión o ampliación se dan como 2:1, 4:1, 5:1, 10:1, y así sucesivamente. En la figura 2.11 se ilustra el objeto real en relación con un dibujo a la mitad de su tamaño y la forma en que podría indicarse en el cuadro de títulos del dibujo. En la figura 2.12 se muestra una escala de reducción 1 a 24, tal como se indica en un cuadro de títulos.

Por lo general, en los dibujos arquitectónicos de Estados Unidos se indica la escala con base en la cantidad de fracciones de una pulgada en el dibujo que representan un pie en el objeto real. Por ejemplo, ESCALA: 1/8" = 1'.

Las diferentes calibraciones de escala disponibles en el escalímetro decimal y el escalímetro para ingenieros proporcionan relaciones de escala casi ilimitadas. Las razones de la escala métrica recomendadas son 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50,1:100, y 1:200.

Las escalas de los mapas se indican en términos de proporciones como la escala 1:62 500, fracciones como la escala 1/62 500, o gráficamente, como 400 0 400 800 pies

2.12 Indicación de la escala predominante del dibujo en el cuadro de títulos. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

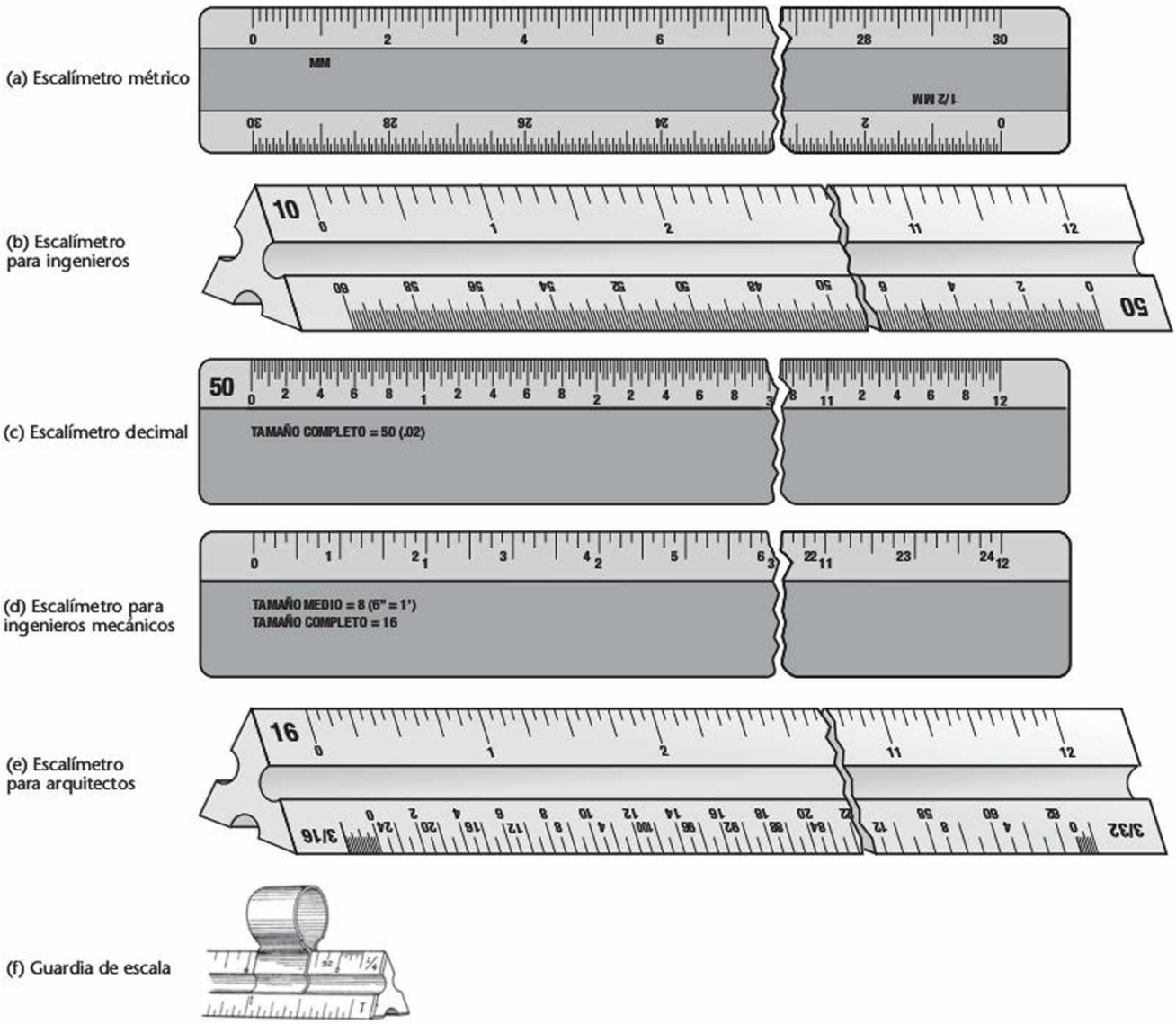
www.FreeLibros.me

2.6 ESCALÍMETROS

Los ***escalímetros*** son instrumentos de medición utilizados para aumentar o reducir rápidamente las mediciones de dibujo. En la figura 2.13 se muestra una serie de escalímetros, incluyendo: (a) métrico; (b) para ingenieros; (c) decimal; (d) para ingenieros mecánicos, y (e) para arquitectos. En un escalímetro completamente dividido, las unidades básicas se dividen a lo largo de la escala. En los escalímetros abiertamente divididos, como el escalímetro para arquitectos, sólo se subdivide la unidad final.

Por lo general, los escalímetros están hechos de plástico o de madera. Los mejores escalímetros de madera tienen bordes de plástico blanco. Los escalímetros pueden ser triangulares o planos. En los triangulares se combinan varias escalas en una sola pieza utilizando cada uno de los tres lados del triángulo. Una guardia de escala, como la que se muestra en la figura 2.13f, puede ahorrar tiempo y evitar errores al indicar el lado del escalímetro que está en uso.

En la actualidad están en uso varios escalímetros que se basan en el sistema de mediciones pulgada-pie, junto con el sistema métrico decimal, que es aceptado en todo el mundo para su uso en ciencias, tecnología y comercio internacional.



2.13 Tipos de escalímetros.

www.FreeLibros.me

2.7 ESCALÍMETROS MÉTRICOS

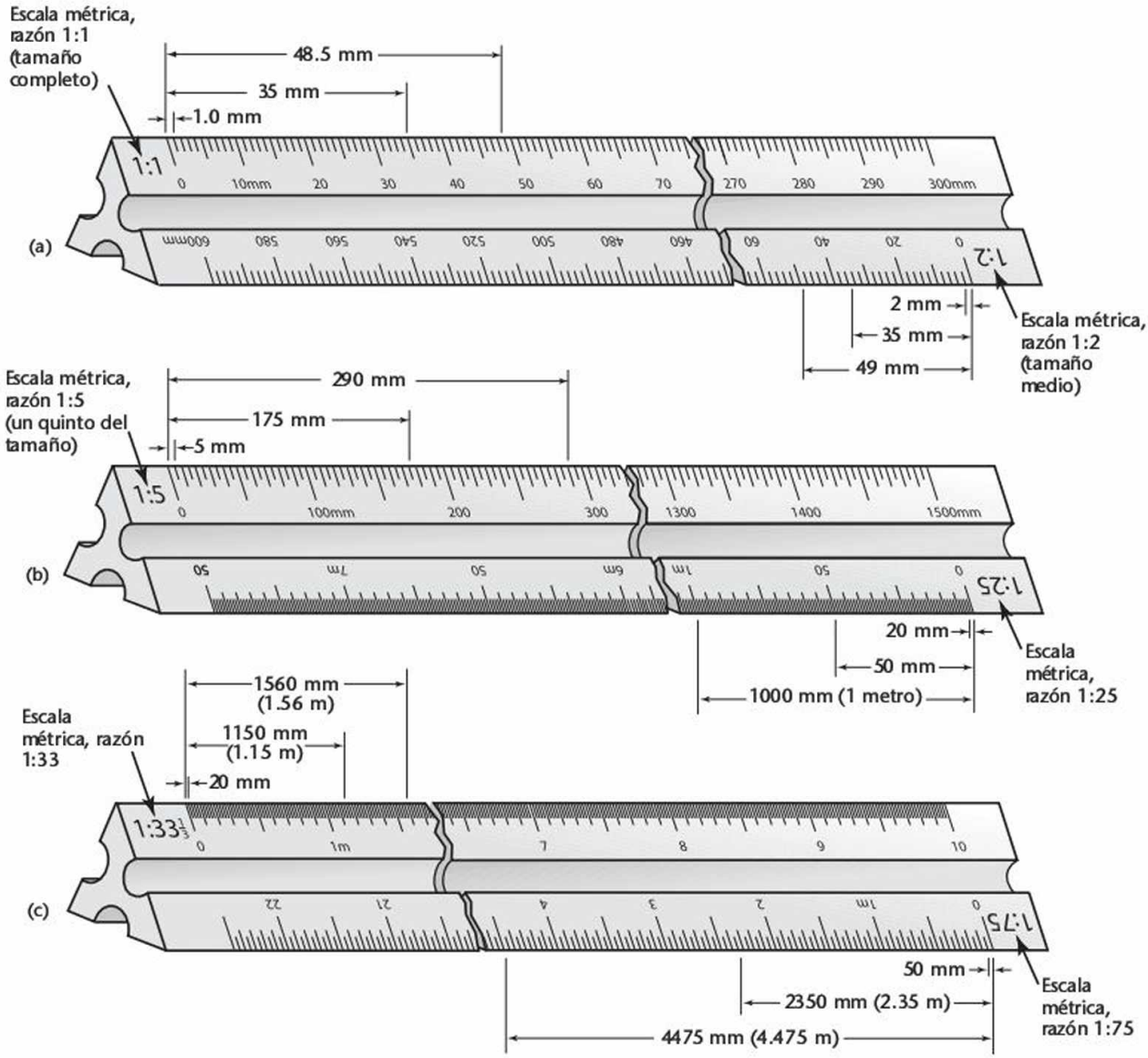
Los escalímetros métricos están disponibles en estilos planos y triangulares con una gran variedad de graduaciones de escala. El escalímetro triangular que se muestra (figura 2.14) tiene una escala de tamaño completo y cinco escalas de tamaño reducido, totalmente divididas. Con estas escalas, un dibujo puede hacerse a tamaño completo, a tamaño ampliado o a tamaño reducido.

Tamaño completo La escala 1:1 (figura 2.14a de arriba) es a tamaño completo, y cada división es en realidad de 1 mm de ancho con las calibraciones contadas a intervalos de 10 mm. Esta misma escala es también conveniente para las proporciones de 1:10, 1:100, 1:1000, y así sucesivamente.

Tamaño medio La escala 1:2 (figura 2.14a abajo) es de la mitad del tamaño, y cada división es igual a 2 mm con la numeración de la calibración a intervalos de 20 unidades. Esta escala también es conveniente para razones de 1:20, 1:200, 1:2000, y así sucesivamente.

Las cuatro escalas restantes en este escalímetro métrico triangular son las razones de escala típicas de 1:5, 1:25, y 1:75 (figuras 2.14b, y c). Estas razones también pueden ampliarse o reducirse al multiplicar o dividir por un factor de 10. Los escalímetros métricos también están disponibles con razones a otra escala para fines específicos de dibujo.

Los escalímetros métricos también se utilizan en la elaboración de mapas y diagramas de fuerza u otras construcciones gráficas que incluyen escalas como 1 mm = 1 kg y 1 mm = 500 kg.

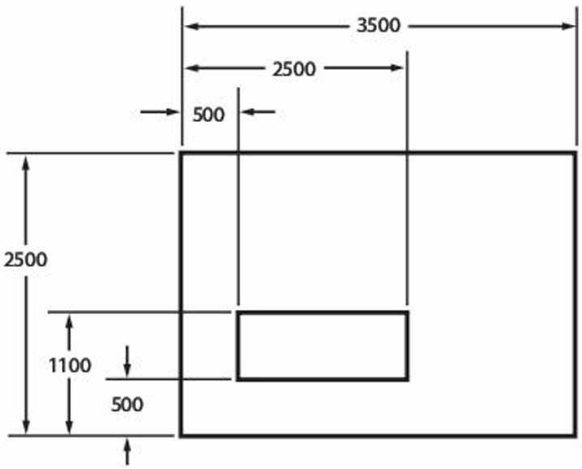


2.14 Escalímetros métricos.

www.FreeLibros.me

PASO a PASO

MEDICIONES PARA CONFIGURAR UN DIBUJO A UN QUINTO DE SU TAMAÑO



1 Determine las medidas a tamaño completo del objeto que va a dibujar. En este ejemplo se va a diseñar una placa plana rectangular de 3500 × 2500 mm con una ranura. Arriba se muestra una representación de la pieza, que está dibujada con las dimensiones de su tamaño real.

2 Localice su escala métrica con razón 1:50, como ésta.

3 Empezando desde el extremo 0 de la escala 1:50, use un lápiz afilado para hacer una línea fina, clara y corta para marcar la longitud de la línea de 3500 mm. Para hacer mediciones precisas, asegúrese de colocar el borde del escalímetro paralelo a la línea que se está midiendo en el dibujo, y haga sus guiones en ángulo recto con el escalímetro, sobre la línea de graduación correcta, como se muestra en la figura.

4 Compruebe la longitud de su línea escalada al calcular de cuántos milímetros debería ser la longitud, y luego mida la línea que ha dibujado con una escala métrica de tamaño completo. En este caso, la longitud de 3500 mm debe ser de 70 mm cuando se muestra a una escala 1:50.

5 Continúe con la distribución de las longitudes restantes. Cuando se utiliza un escalímetro, incluso los errores pequeños en las mediciones pueden acumularse para producir un error importante, por lo que debe trabajarse con cuidado.

Con el fin de evitar los errores acumulados, en lugar de establecer distancias de manera individual para después mover el escalímetro a una nueva posición cada vez, coloque la escala una sola vez y marque todas las distancias sumando cada medición sucesiva a la anterior.

Lo anterior también resulta útil para dimensionar dibujos. Tenga en cuenta que al proporcionar las dimensiones desde un extremo hasta cada ubicación sucesiva (por ejemplo, en el caso de la construcción de un muro) hace que sea más fácil para el trabajador construirlo con rapidez y precisión.

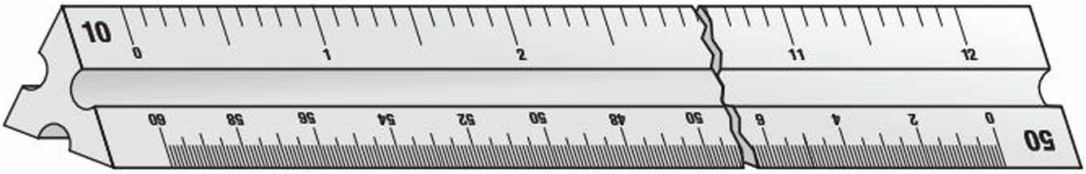
www.FreeLibros.me

2.8 ESCALÍMETROS PARA INGENIEROS

Un ***escalímetro*** para ingenieros tiene una escala decimal graduada en unidades de una pulgada dividida en 10, 20, 30, 40, 50 y 60 partes. Con frecuencia, se llaman escalímetros para ingenieros civiles, puesto que se usaron originalmente en ingeniería civil para dibujar estructuras o mapas a gran escala. En ocasiones, el escalímetro para ingenieros se conoce como ***escalímetro de cadena***, puesto que se deriva de una cadena de 100 eslabones que los topógrafos usan para las mediciones del terreno.

Debido a que el escalímetro para ingenieros divide las pulgadas en unidades decimales, resulta conveniente en el dibujo de máquinas configurar las dimensiones en pulgadas expresadas en decimales. Por ejemplo, para configurar 1.650" a tamaño completo, use la escala de 10 y simplemente configure una división principal más 6-1/2 subdivisiones (figura 2.15). Para configurar la misma dimensión a tamaño medio, utilice la escala de 20, puesto que tiene exactamente la mitad del tamaño de la escala de 10. Del mismo modo, para configurar la dimensión a un cuarto del tamaño, use la escala de 40.

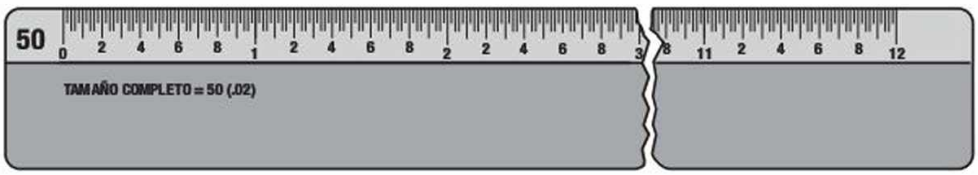
Un escalímetro para ingenieros también se usa en la elaboración de diagramas de esfuerzo u otras construcciones gráficas a escalas como 1" = 20 lb y 1" = 4000 lb.



2.15 Escalímetro para ingenieros.

2.9 ESCALÍMETROS DE PULGADAS DECIMALES

El uso generalizado de las dimensiones en *pulgadas decimales* trajo consigo un escalímetro específico para ese uso. En su escala de tamaño completo, cada pulgada se divide en cincuentavos de una pulgada, o 0.02". En las escalas decimales de tamaño medio y un cuarto del tamaño, las pulgadas se comprimen a la mitad o a un cuarto de su tamaño, y después se dividen en 10 partes, por lo que cada subdivisión representa 0.1" (figura 2.16).



2.16 Escalímetro de pulgadas decimales.

2.10 ESCALÍMETROS PARA INGENIEROS MECÁNICOS

Los objetos representados en los dibujos de máquinas varían en tamaño desde piezas pequeñas que miden sólo fracciones de una pulgada hasta piezas con grandes dimensiones. Por esta razón, los ***escalímetros para ingenieros mecánicos*** se dividen en unidades que representan pulgadas de tamaño completo, tamaño medio, un cuarto o un octavo del tamaño (figura 2.17). Por ejemplo, para dibujar un objeto a escala de tamaño medio, se usa el escalímetro para ingenieros mecánicos marcado a tamaño medio, el cual está graduado de modo que cada 1/2" representa una 1". En otras palabras, la escala de tamaño medio no es más que una escala de tamaño comprimido a la mitad del tamaño.

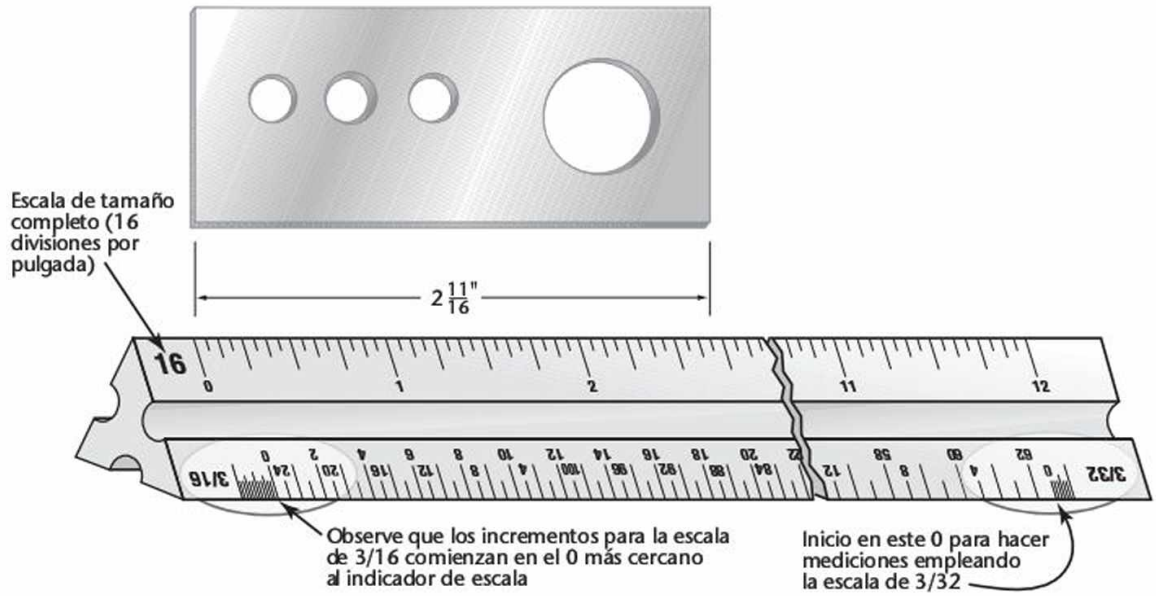
Estas escalas son útiles al dividir dimensiones. Por ejemplo, para dibujar un círculo de 3.6" de diámetro a tamaño completo, es necesario usar la mitad de 3.6" como el radio. En vez de usar las matemáticas para encontrar la mitad de 3.6", es más fácil configurar 3.6" en la escala de tamaño medio.

SUGERENCIA

Se dispone de escalímetros triangulares combinados que incluyen las escalas para ingenieros mecánicos a tamaño completo y a tamaño medio, varias escalas para arquitectos y una escala para ingenieros en un solo instrumento.

2.17 Escalímetro para ingenieros mecánicos.

www.FreeLibros.me



2.18 Escalímetro para arquitectos.

2.11 ESCALÍMETROS PARA ARQUITECTOS

El ***escalímetro para arquitectos*** está destinado principalmente para realizar dibujos de edificios, sistemas de tuberías y otras estructuras de gran tamaño que deben presentarse a una escala reducida para que quepan en una hoja de papel. La escala de tamaño completo también es útil en la elaboración de objetos relativamente pequeños, por esa razón este escalímetro tiene un uso bastante generalizado.

Los escalímetros para arquitectos tienen una escala de tamaño completo y 10 escalas de tamaño reducido. Para incluirlas todas en un escalímetro de tres caras, dos escalas se colocan en el mismo borde del escalímetro, pero cada una inicia desde extremos opuestos. Basta con encontrar la escala deseada y leer las unidades del cero más cercano a ese extremo.

Los escalímetros para arquitectos pueden usarse para dibujar a diferentes tamaños desde el tamaño completo hasta 1/128 del tamaño. En todas las escalas reducidas, las principales divisiones representan los pies y sus subdivisiones representan pulgadas y fracciones de pulgadas.

Observe que en un escalímetro para arquitectos la escala marcada con 3/4 significa que 3/4 pulgada = 1 pie, *no 3/4 pulgada = 1 pulgada* (es decir, significa un dieciseisavo del tamaño, *no* tres cuartas partes del tamaño). Del mismo modo, en un escalímetro para arquitectos, 1/2 significa 1/2 pulgada = 1 pie, *no 1/2 pulgada = 1 pulgada*. En otras palabras, en un escalímetro para arquitectos, 1/2 significa un veinticuatroavo del tamaño, *no* la mitad del tamaño.

Tamaño completo Cada división en la escala de tamaño completo es 1/16" (figura 2.18). Cada pulgada se divide en mitades, después en cuartos, en octavos y finalmente en dieciseisavos. Usted podrá observar que las líneas divisorias son más cortas en cada subdivisión.

Las mediciones inferiores a 1/16" deben hacerse por estimación. Por ejemplo, 1/32" es la mitad de 1/16", por lo que visualmente se estiman en los puntos medios entre las líneas de división de 1/16". Para medir 1/64", debe estimarse una cuarta parte de 1/16", y así sucesivamente.

Tamaño medio Use la escala de tamaño completo y divida todas las dimensiones entre dos. (Recuerde, no use la escala 1/2", que está destinada para dibujar a una escala de 1/2" = 1', no al tamaño medio). Si desea crear un dibujo a escala media utilizando un escalímetro para arquitectos, divida sus mediciones a la mitad y después elabore el dibujo.

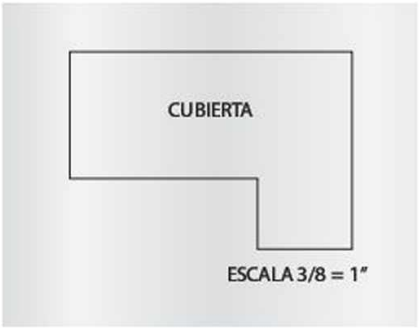
Tamaño doble Use la escala de tamaño completo y multiplique todas las dimensiones por 2.

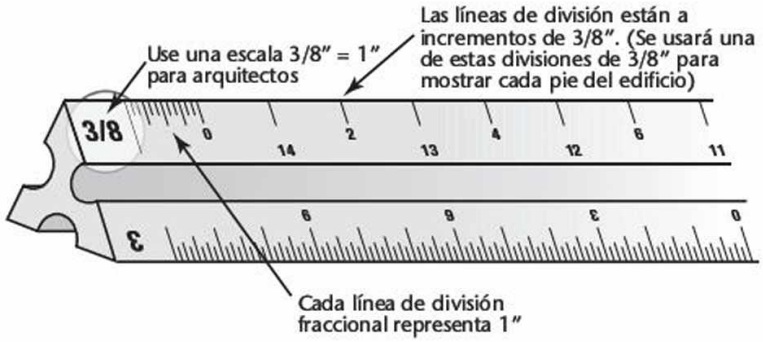
SUGERENCIA

Los usuarios de AutoCAD en ocasiones se confunden al usar unidades arquitectónicas. Cuando seleccione las unidades arquitectónicas e introduzca longitudes, tenga en cuenta que un valor de 1 indica una pulgada, no un pie.

www.FreeLibros.me

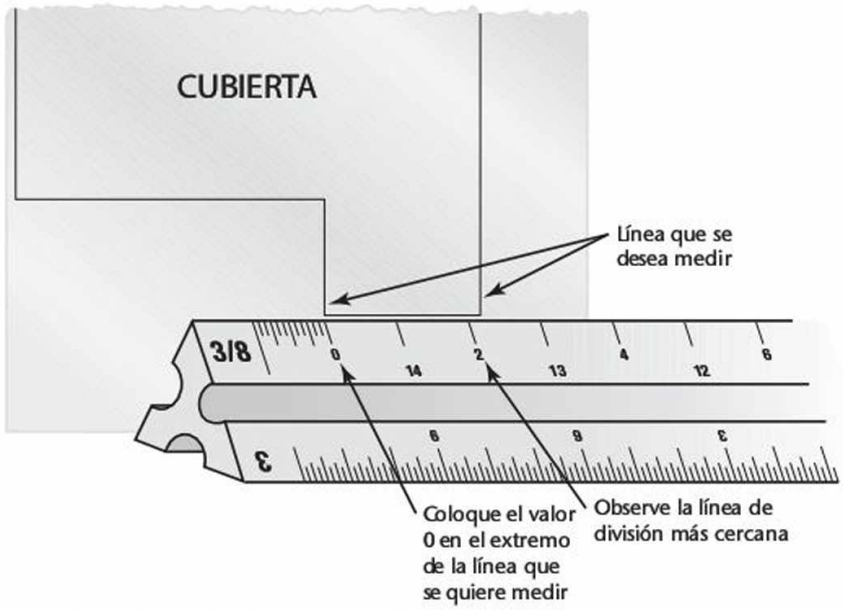
MEDICIÓN CON UN ESCALÍMETRO PARA ARQUITECTOS





1 Para realizar mediciones con un escalímetro para arquitectos, en primer lugar determine qué escala utilizar al leer la escala indicada en el cuadro de títulos o anotada debajo de la vista. En el ejemplo de arriba, 3/8 pulg = 1 pie.

2 Coloque el escalímetro de manera que el valor 0 se alinee con el extremo izquierdo de la línea que se va a medir y observe la marca de división más próxima al extremo derecho de la línea (en este caso, 2).

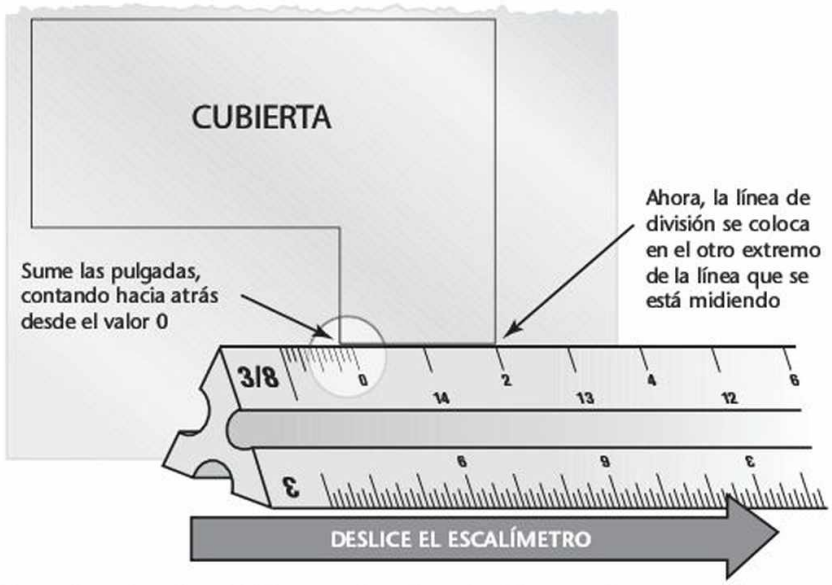


3 Deslice el escalímetro hacia la derecha hasta que la división entera más cercana que observó en el paso 2 se alinee con el extremo derecho de la línea que está midiendo.

Una parte fraccionaria de la línea que se está midiendo ahora se extiende a la izquierda, más allá de la marca 0 de la escala.

Contando hacia la izquierda, observe cuántas marcas de división fraccional hay entre cero y el extremo izquierdo de la línea (en este ejemplo hay dos).

Sume el valor fraccional al valor global que notó en el paso 2. En este ejemplo se observaron dos líneas de división entera, además de dos líneas de división fraccional, por lo que la longitud de la línea es 2'-2" a tamaño real.



**En las escalas para arquitectos hay 12 divisiones fraccionales, debido a que hay 12 pulgadas por pie.*

PASO a PASO

www.FreeLibros.me

2.19 Diferencias entre letras romanas, cursivas, serif y sans serif.

2.12 LETRAS Y LETREROS

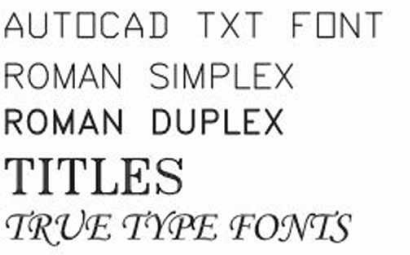
Con frecuencia es necesario usar texto en forma de letrero para describir completamente un objeto o proporcionar especificaciones detalladas. Las letras deben ser legibles, fáciles de crear y utilizar estilos aceptables para el dibujo tradicional y el dibujo en CAD.

Los dibujos de ingeniería usan letras Sans serif de un solo trazo porque son muy legibles y rápidas de dibujar (*Sans serif* significa sin adornos y realces). Una ***fuente*** es el nombre de una forma particular de letras. La fuente en particular para los dibujos de ingeniería se denomina Gótica. En la figura 2.19 se muestran las diferencias entre las fuentes ***romana***, ***cursiva***, ***serif*** y ***sans serif***.

El tipo de letras es una característica estándar disponible en los programas gráficos de computadora. Con el software de CAD pueden agregarse títulos, notas y la información de dimensionamiento de un dibujo. Se pueden seleccionar distintas fuentes y una variedad de tamaños. Cuando se requieren modificaciones, es fácil hacer cambios de letras en el dibujo mediante la edición del texto.

La capacidad de hacer letras a mano alzada tiene poca relación con la capacidad de escribir. Usted puede aprender a hacer letras elegantemente aun cuando tenga una escritura terrible. Hay tres aspectos necesarios para el aprendizaje de la elaboración de letras:

- Conocer las proporciones y las formas de las letras (para hacer buenas letras es necesario tener una imagen mental clara de su forma correcta)
- Espaciado de letras y palabras para facilitar su lectura
- Práctica



2.20 Ejemplo de letras y títulos usando CAD.

2.13 NORMAS PARA LAS LETRAS

La mayoría de las notas hechas a mano usan letras de unos 3 mm (1/8") de alto. Las ***líneas guía*** horizontales y finas son útiles para obtener alturas consistentes de las letras. Las notas en CAD se establecen usando el teclado y el tamaño se definen en el rango de 3 mm (1/8") de altura de acuerdo con el tamaño de impresión del dibujo. Las alturas de las letras varían con el tamaño de la hoja y el uso previsto del dibujo.

Los dibujos de CAD suelen utilizar un estilo de letra gótica, pero a menudo utilizan una fuente romana para los títulos. Al agregar las letras a un dibujo CAD, una buena regla de oro es no usar más de dos fuentes en el mismo dibujo. Vea la figura 2.20 donde se muestran algunas de las fuentes disponibles en CAD. Quizá desee utilizar una fuente para los títulos y otra distinta para las notas y demás textos. Puede ser tentador utilizar muchas fuentes diferentes en un dibujo por la amplia variedad de que se dispone, pero esto tiende a crear distracción en el dibujo. En broma se dice que los dibujos que utilizan demasiados estilos de letras y tamaños parecen una "nota de rescate".

2.14 LETRAS Y NÚMEROS VERTICALES

Hay anchos estándar para las diferentes letras. En la figura 2.21 se muestran las proporciones de las letras mayúsculas y números ***verticales***. En la figura, cada letra se muestra en una cuadrícula de 6 unidades de altura que muestra su anchura en relación con su altura. Las flechas numeradas indican el orden y la dirección tradicionales en que se hacen los trazos de las letras.

Fuera de la I y la W, las letras tienen un ancho de 5 o 6 divisiones de la cuadrícula, o aproximadamente el mismo ancho que su altura. Esto es probablemente un poco más ancho que su escritura habitual. Es más fácil recordar las letras de 6 unidades si se piensa en ellas como en las letras que forman un nombre: TOM Q. VAXY. La letra I tiene el ancho de un lápiz, y la W tiene una anchura de 8 unidades de la cuadrícula (1-1/3 veces su altura).

Con la excepción del número 1, que sólo utiliza el ancho de un lápiz, todos los números tienen 5 unidades de ancho.

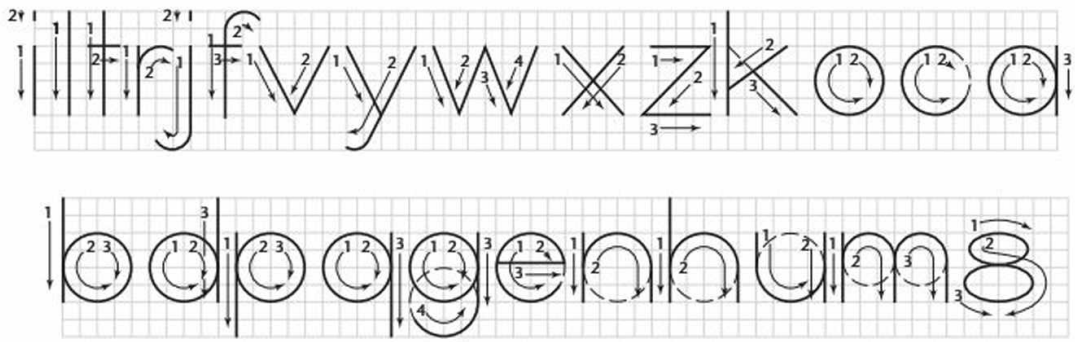
2.15 LETRAS EN MINÚSCULA

Las letras minúsculas se usan muy poco en los bosquejos de ingeniería, excepto para notas que incluyen muchas letras. Las letras verticales minúsculas se usan en el trazado de mapas, pero muy rara vez en los planos de maquinaria. Las letras minúsculas se muestran en la figura 2.22. La parte inferior de la letra (o descendente) suele tener dos tercios de la altura de la letra mayúscula.

Cuando se combinan mayúsculas grandes y pequeñas, las pequeñas deben tener de tres quintos a dos tercios la altura de las mayúsculas grandes. Las letras y números inclinados se muestran en las figuras 2.23 y 2.24 y se estudiarán en la siguiente sección.

www.FreeLibros.me

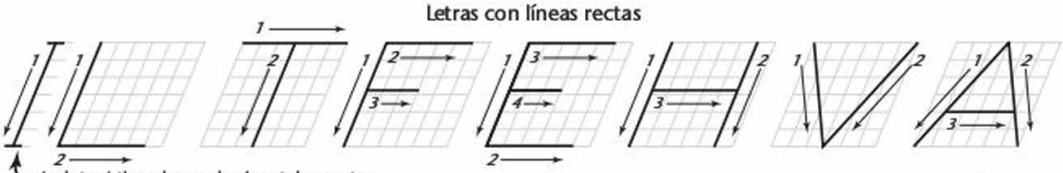
2.21 Letras mayúsculas y números verticales.



2.22 Letras minúsculas verticales.

www.FreeLibros.me

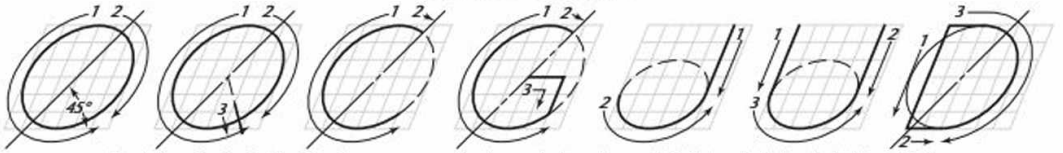
Letras con líneas rectas



La letra I tiene barras horizontales cortas

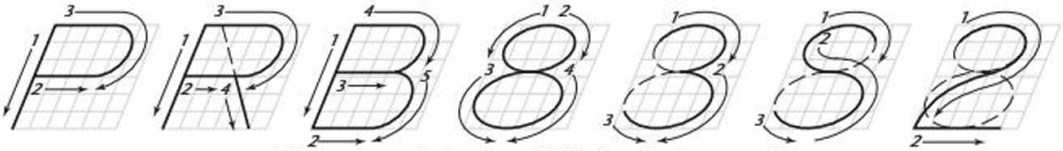
La W es la única letra con un ancho mayor a 6 unidades. Las letras que forman "TOM Q. VAXY" tienen 6 unidades de ancho; el resto tienen 5 unidades, excepto la I

Letras con líneas curvas



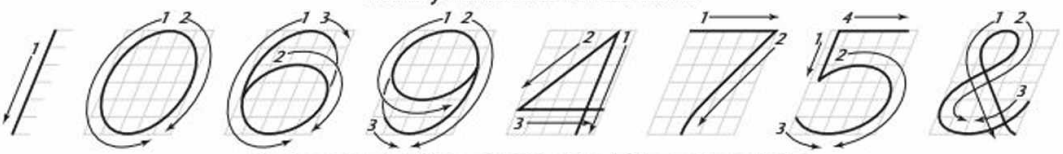
Las letras O, Q, C, G y D se basan en un círculo verdadero. La parte inferior de la J y de la U es elíptica

Letras y números con líneas curvas



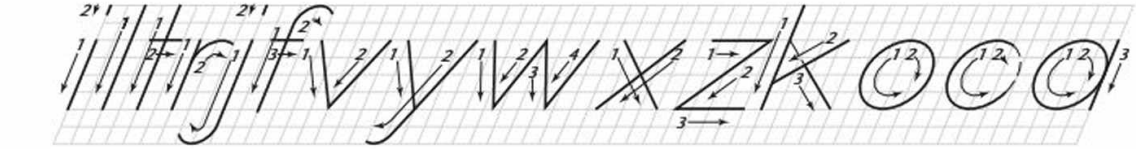
El 8 se compone de dos elipses. El 3, la S y el 2 se basan en el 8

Letras y números con líneas curvas



El número 1 es una línea recta. El 0, el 6 y el 9 tienen forma elíptica

2.23 Letras mayúsculas y números inclinados.



2.24 Letras minúsculas inclinadas.

www.FreeLibros.me

2.16 LETRAS Y NUMEROS INCLINADOS

Las letras mayúsculas y números ***inclinados*** (cursivas) que se muestran en la figura 2.23, son similares a los caracteres verticales, a excepción de la pendiente. La pendiente de las letras es de 68° respecto a la horizontal.

Aunque usted puede practicar el dibujo de letras inclinadas a mano alzada en forma aproximada a este ángulo, es importante que en los dibujos de CAD establezca siempre el nivel de inclinación de las letras con el mismo valor dentro de un dibujo, para que las letras sean consistentes. Las letras minúsculas inclinadas que se muestran en la figura 2.24, son similares a las minúsculas verticales.

Tenga en cuenta que en un dibujo sólo debe usarse un estilo de letra, ya sea vertical o inclinado.

2.17 FRACCIONES

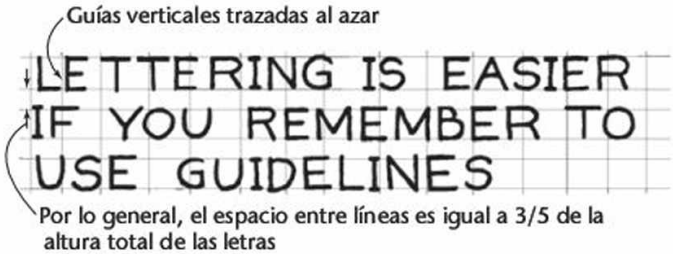
Las fracciones se muestran al doble de altura que los números enteros correspondientes. Haga el numerador y el denominador a tres cuartas partes de la altura del número entero, para dejar espacio suficiente entre ellos y la barra de fracción. Para anotar dimensiones, la altura que más comúnmente se utiliza para los números enteros es de 3 mm (1/8"), y de 6 mm (1/4") para las fracciones, como se muestra en la figura 2.25.

- Nunca deje que los números toquen la barra de fracción.
- Centre el denominador bajo el numerador.
- Evite usar barras de fracción inclinadas, excepto cuando haya un espacio reducido, como en una lista de piezas.
- Haga la barra de fracción ligeramente más larga que la parte más ancha de la fracción.

2.25 Errores comunes al escribir fracciones.

2.18 USO DE LÍNEAS GUÍA

Use ***líneas guía*** horizontales extremadamente finas para mantener uniforme la altura de las letras, como se muestra en la figura 2.26. Por lo común, las letras mayúsculas se hacen de 3 mm (1/8") de alto, con el espacio entre las filas de letras desde tres quintas partes hasta la altura total de las letras. No use líneas guía verticales para el espacio entre una letra y la siguiente dentro de una palabra o frase. Esto debe estimarse visualmente mientras se escribe. Si es necesario, utilice una línea guía vertical al inicio de una columna de letras escritas a mano para ayudar a alinear los bordes izquierdos de las filas siguientes. Los principiantes también pueden emplear líneas guía verticales espaciadas aleatoriamente para practicar la conservación de la inclinación correcta.

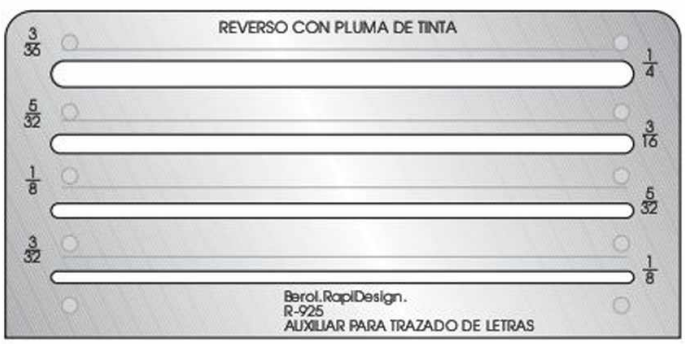


2.26 Uso de líneas guía.

SUGERENCIA

Para hacer letras uniformes a mano alzada

- Use papel de dibujo cuadriculado de 1/8" para facilitar el trazado de las letras.
- Use una regla y trace una serie de renglones, haciendo tanto las letras como los espacios entre filas de letras de 1/8" de alto.
- Use una plantilla de líneas guía como la Berol Rapidesign 925 que se muestra en la figura 2.27.
- Para los números enteros y las fracciones, dibuje cinco líneas guía igualmente espaciadas.



2.27 *La plantilla Berol RapiDesign 925 se usa para crear rápidamente líneas guía para el trazado de letras.*

www.FreeLibros.me

2.19 ESPACIADO ENTRE LETRAS Y PALABRAS

Espaciado entre letras

El espaciado uniforme entre las letras se estima visualmente. Contrariamente a lo que podría parecer lógico, si se usa la misma distancia de letra a letra hace que éstas parezcan espaciadas en forma desigual. Las áreas del fondo entre las letras, no las distancias entre ellas, deben ser aproximadamente iguales para obtener resultados que parezcan equilibrados. En la figura 2.28 se ilustra que al usar un espacio igual de una letra a la siguiente, éste no parece realmente igual. Las letras deben espaciarse de modo que las áreas del fondo parezcan iguales, como en el ejemplo que se muestra en la mitad inferior de la figura.

Algunas combinaciones de letras, como LT y VA, pueden requerir una mayor cercanía que las otras letras para que se vean correctamente espaciadas. En algunos casos, la anchura de una letra se puede disminuir ligeramente. Por ejemplo, el trazo inferior de la L puede acortarse si va seguida de una A. En tipografía, los pares de letras que deben estar más cercanas para parecer correctamente espaciadas se llaman ***pares anidados***.

Espaciado entre palabras

Espacie en forma cercana las letras dentro de las palabras para hacer que cada palabra sea una unidad compacta, pero el espacio entre cada palabra debe ser suficiente para separarla claramente de las palabras adyacentes. Para las letras en mayúsculas y minúsculas, haga los espacios entre palabras aproximadamente iguales a una O mayúscula.

Espaciado entre renglones

Asegúrese de dejar espacio entre los renglones de letras, por lo general igual a la altura de la letra. Los renglones espaciados en forma muy cercana son difíciles de leer. Los renglones demasiado separados no parecen estar relacionados.

Si se usa el mismo espaciado entre cada letra y la siguiente, el espacio no parece ser en realidad igual, como en este ejemplo

Espacie sus letras de modo que las áreas del fondo parezcan iguales, como en este ejemplo

2.28 Espacio entre letras visualmente equilibrado.

SUGERENCIA

Creación de letras que parezcan estables

Ciertas letras y números parecen tener la parte de arriba muy pesada cuando se dibujan con las porciones superior e inferior iguales, como en el siguiente ejemplo.

Para corregir esto, reduzca el tamaño de la parte superior para dar una apariencia equilibrada, como en este ejemplo.

Si se colocan los trazos centrales horizontales de las letras B, E, F y H a media altura, éstos parecen estar por debajo del centro.

Para superar esta ilusión óptica, dibuje los trazos de B, E, F y H ligeramente por encima del centro de la letra, manteniendo uniformes las letras, como en el segundo ejemplo.

La misma práctica se aplica a los números. En las siguientes ilustraciones, el ejemplo de la izquierda se ve muy pesado. Observe cómo el ejemplo de la derecha parece más equilibrado.

Un buen ejemplo de letra uniforme

Estos ejemplos muestran lo que no se debe hacer

Estilo no uniforme

Altura no uniforme de las letras

Ángulo no uniforme

Grosor no uniforme de los trazos

Espaciado no uniforme entre las letras

Espaciado no uniforme entre las palabras

www.FreeLibros.me

2.20 LETRAS DE TÍTULOS

En la mayoría de los casos, el título y la información relacionados se escriben en los cuadros de títulos o en las franjas de títulos, como se muestra en la figura 2.29. Por lo general, el título principal del dibujo se centra en un espacio rectangular, lo cual es fácil de hacer si se utiliza CAD.

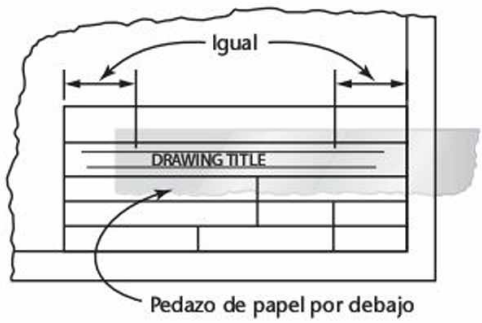
Cuando las letras se hagan a mano, acomode el título simétricamente sobre un eje imaginario, como se muestra en la figura 2.30. En cualquier tipo de título, dé prominencia a las palabras más importantes al hacer las letras más grandes, más gruesas o ambas cosas. Otros datos, como la escala y la fecha, pueden ser más pequeños.

En la figura 2.31 se muestran ejemplos de letras a mano alzada en su tamaño real.

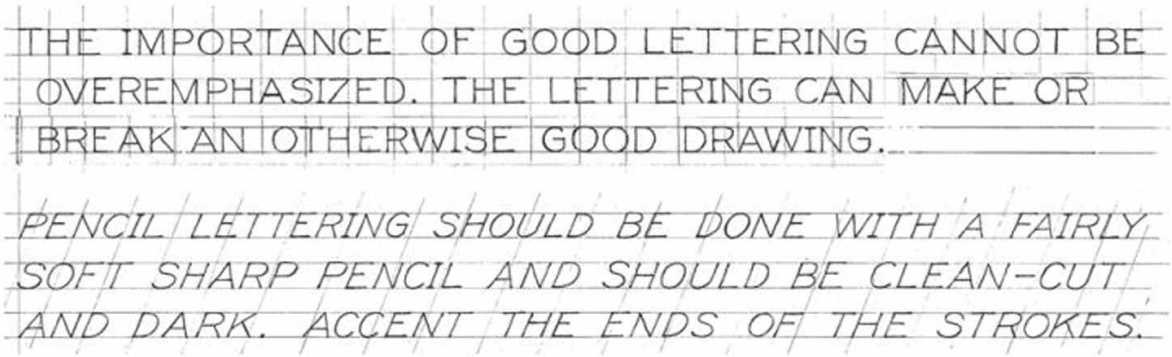
TOOL GRINDING MACHINE
TOOL REST SLIDE
SCALE : FULL SIZE
AMERICAN MACHINE COMPANY
NEW YORK CITY

DRAWN BY ____ CHECKED BY ____

2.29 Título equilibrado de un dibujo de maquinaria.



2.30 Centrado del título en el cuadro de títulos.

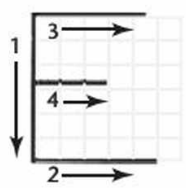


2.31 Letras hechas a lápiz (tamaño completo).

SUGERENCIA

Letras hechas a lápiz

- Debido a que prácticamente todas las letras a lápiz se reproducirán, las letras deben ser densas y negras, no grises o borrosas. Use un lápiz afilado, suave, como F, H o HB, para hacer letras oscuras y nítidas.
- Si le gusta usar lápices de madera, afile la punta al nivel de una aguja, después suavice la punta sólo un poco.
- No se preocupe porque los trazos de la letra sean muy exactos a menos que le resulte difícil hacer que las letras se vean bien, pero úselos como referencia si está teniendo problemas para trazar letras uniformes y simétricas.
- Use líneas guías horizontales con un color extremadamente claro, 1/8" (3 mm), para regular la altura de las letras. Unas cuantas líneas de color claro, verticales o inclinadas, colocadas al azar, ayudarán a mantener visualmente las letras uniformes en forma vertical o inclinada.
- Haga trazos verticales hacia abajo con un movimiento del dedo.
- Haga trazos horizontales de izquierda a derecha con un movimiento de la muñeca y sin necesidad de girar el papel.
- Haga trazos curvos e inclinados, con un movimiento hacia abajo.



Zurdos: los trazos tradicionales de las letras se diseñaron para personas diestras. Experimente con cada letra para saber cuáles movimientos son los mejores, y desarrolle un sistema de movimientos que funcione mejor para usted.

Inclinado

Inclinado

www.FreeLibros.me

2.21 LÁPICES DE DIBUJO

Los lápices de dibujo de alta calidad ayudan a generar bosquejos y dibujos técnicos de buena calidad. Utilice líneas de color claro para las líneas de construcción, líneas guía para letras y para el trabajo de diseño preciso. Use líneas oscuras, negras y densas para las líneas finales, las letras y las puntas de flecha. Los dibujos se suelen reproducir y las líneas deben ser oscuras para que salgan bien en las copias.

Los lápices de dibujo están hechos de grafito con un aglutinante polímero o de arcilla. Se dividen en 18 grados, desde el 9H (el más duro) hasta el 7B (el más suave), como se muestra en la figura 2.32. Las puntas especialmente formuladas con partículas de carbón negro en un polímero aglutinante también están disponibles en varios grados para su uso sobre una película poliéster (Mylar).

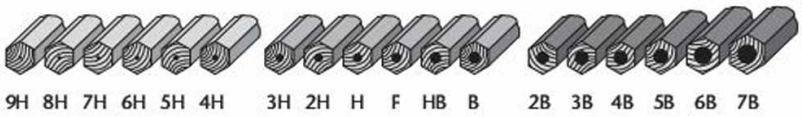
Las puntas duras se utilizan cuando se requiere precisión, como en cálculos gráficos, y tablas y diagramas. Para otras aplicaciones, las líneas tienden a tener un color demasiado claro.

Las puntas medias se utilizan para propósitos generales de dibujo técnico, como bocetado, letras, puntas de flecha y para otros trabajos a mano alzada en dibujos mecánicos.

Las puntas suaves no son útiles en el dibujo técnico. Éstas hacen las líneas tan difusas y burdas que son difíciles de borrar; además, la punta se alisa rápidamente. Por lo general, estos grados se utilizan en el dibujo artístico.

El grado de lápiz que funciona mejor para usted depende de la presión de su mano, la humedad y el tipo de papel que esté utilizando, entre otras cosas. Para las líneas de color claro, use una punta dura en el rango de 4H a 6H. Para las líneas oscuras, emplee una punta más suave en el rango de 2H a B.

Existen lápices mecánicos (portaminas, lapiceros) con puntas de repuesto de 0.3, 0.5, 0.7 o 0.9 mm de diámetro en diferentes grados (figura 2.33). Sus puntas delgadas producen líneas de grosor uniforme sin necesidad de afilar. La punta de 0.5 mm es un buen tamaño general, o puede utilizarse una punta de 0.7 mm para las líneas gruesas y 0.3 mm para las líneas finas.

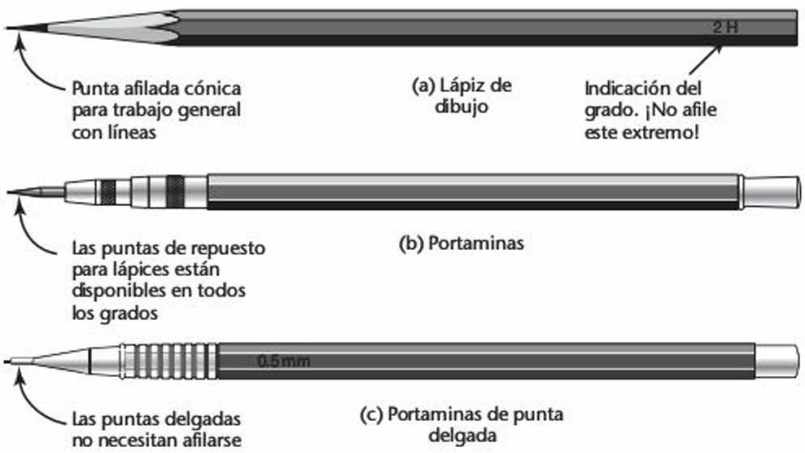


Duras
Las puntas duras en este grupo (izquierda) se usan cuando se requiere una precisión extrema, como en cálculos gráficos, y tablas y diagramas. Las puntas más suaves en este grupo (derecha) se usan en ocasiones para trazar líneas en dibujos de ingeniería, pero su uso está limitado debido a que las líneas tienden a tener un color demasiado claro.

Medias
Estos grados son de uso general en el dibujo técnico. Los grados más suaves (derecha) se utilizan para hacer bosquejos, letras y puntas de flecha en dibujos técnicos, así como otros trabajos a mano alzada en dibujos mecánicos. Las puntas más duras (izquierda) se usan para trazar líneas en planos de maquinaria y dibujos arquitectónicos. Las puntas H y 2H tienen un gran uso en los trazos a lápiz que después se reproducirán.

Suaves
Estas puntas son demasiado suaves como para ser útiles en el dibujo mecánico. Tienden a producir líneas difusas y burdas que son difíciles de borrar y la punta debe afilarse continuamente. Estos grados se usan para hacer ilustraciones artísticas de diversos tipos y para trazar detalles a tamaño completo en planos arquitectónicos.

2.32 Gráfica de los grados de punta.



2.33 Lápices de dibujo.

SUGERENCIA

Quizá se sorprenda de cuánto se benefician sus dibujos al encontrar un estilo de lápiz que se adapte a su uso. Los lápices suaves, como HB o F, se usan sobre todo para dibujar a mano alzada. Elija un lápiz que:

- Sea lo bastante suave para producir líneas negras y claras, pero suficientemente duro como para que no manche con demasiada facilidad.
- No sea tan suave como para que la punta se rompa fácilmente.
- Se siente cómodo en la mano.
- Sujete la punta sin resbalar.

Tenga en cuenta que algunos portadores de puntas requieren sacapuntas especiales.

En ocasiones es posible conocer la diferencia en dureza de un portaminas con sólo mirarlo. Las puntas de menor diámetro se usan para los grados más duros, y las puntas de mayor diámetro se emplean para dar más resistencia a los grados más suaves.

Los lápices de madera simple realizan un gran trabajo. Son baratos, y con ellos es fácil producir líneas gruesas o delgadas, variando el grado de afilado. Un viejo truco para mantener afilada la punta por más tiempo consiste en girar el lápiz con frecuencia mientras se trabaja, a fin de que se desgaste de manera uniforme.

Los borradores de goma y los borradores de nylon funcionan bien para recoger las manchas sin dejar mucho polvo de borrador.

Las tiras de borrador de nylon que vienen en portadores recargables parecidos a los portaminas pueden ser convenientes para las áreas que requieren de cierta precisión. Un truco para borrar los detalles finos es afilar el extremo de la tira de borrador con un pequeño sacapuntas manual.

www.FreeLibros.me

2.22 PLANTILLAS

Existen plantillas para una gran variedad de necesidades específicas (figura 2.34). Es posible encontrar plantillas para dibujar casi todos los símbolos comunes de diseño o elementos repetitivos.

2.34 Plantillas de dibujo. (Cortesía de Chartpak).

2.23 LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO

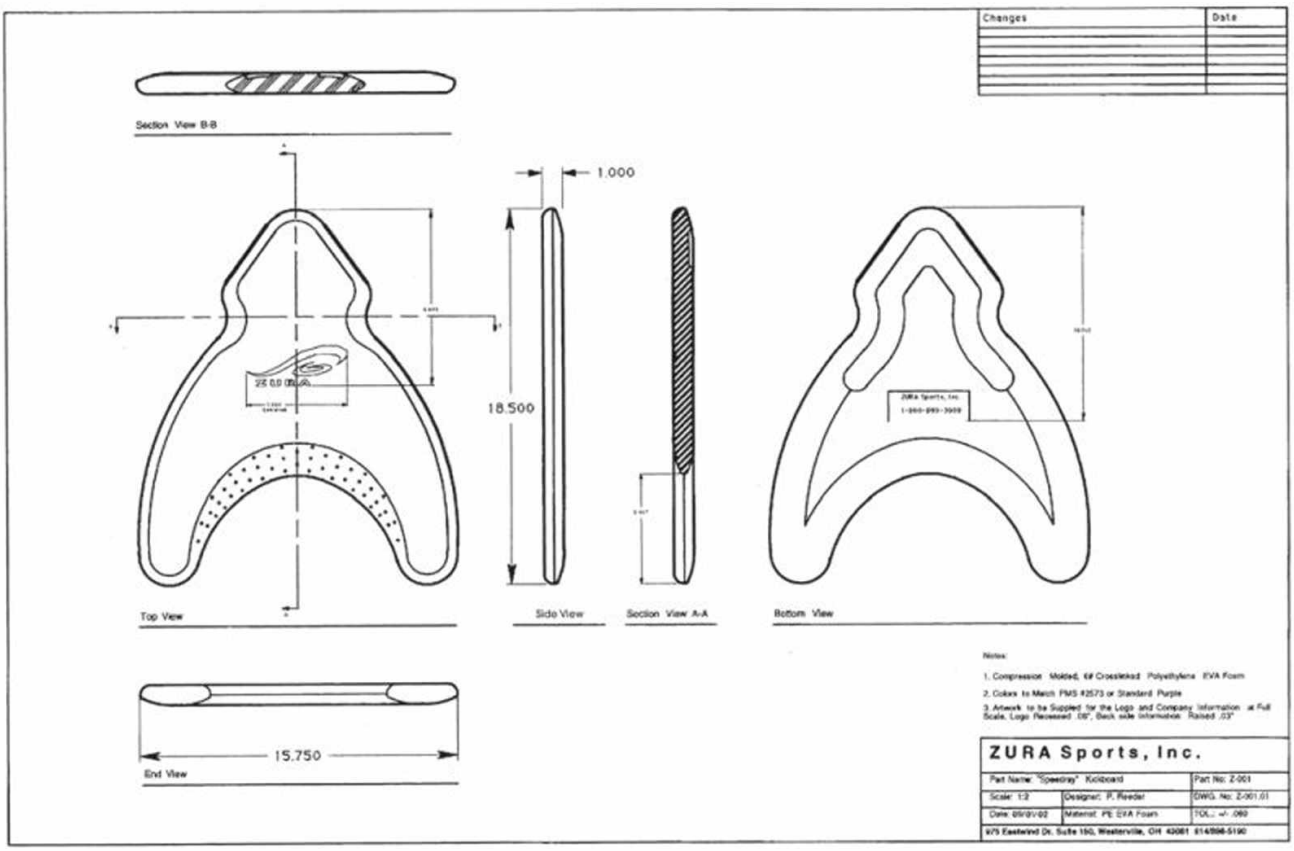
La mayoría de las personas que crean dibujos técnicos utilizan CAD. Las ventajas incluyen la precisión, la velocidad y la capacidad de presentar la información espacial y visual en varias formas.

Sin embargo, estas ventajas no eliminan la necesidad de que los dibujos sean interpretados con facilidad y precisión. Los dibujos en CAD usan los mismos conceptos generales y seguir las mismas normas de trazado que los dibujos creados a mano.

La mayoría de los dibujos en CAD se imprimen sobre formatos de papel estándar y a escalas semejantes a los dibujos hechos a mano. Tanto los dibujos en CAD como los hechos a mano deben contrastar las líneas gruesas para los objetos con las líneas finas que indican centros, elementos escondidos, y líneas de dimensión con el fin de que el dibujo impreso sea fácil de leer. Los dibujos en CAD deben utilizar los patrones de línea correctos. Del mismo modo, las letras en los dibujos de CAD deben seguir las mismas directrices generales que para los dibujos hechos a mano.

Uno de los beneficios de CAD es la capacidad de dibujar líneas y otros elementos geométricos perfectamente rectos y uniformes. Otra ventaja es la capacidad para representar rápidamente los diferentes estilos de líneas (figura 2.35). La realización de cambios en un dibujo CAD toma alrededor de una décima parte del tiempo que se necesita para editar un dibujo a mano. Mediante CAD, usted puede imprimir dibujos a diferentes escalas.

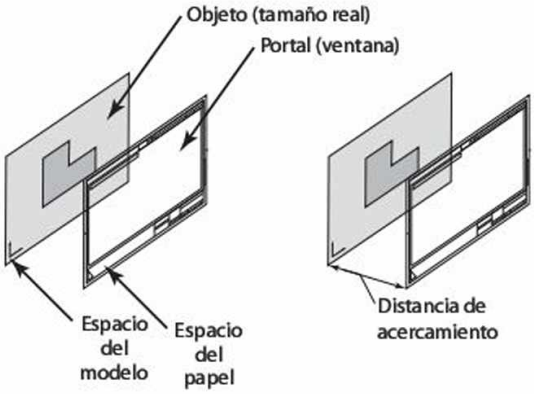
Algunas consideraciones importantes son mantener los archivos de dibujo en CAD organizados, realizar copias de seguridad regularmente y seguir las convenciones para nombrar archivos a fin de que puedan localizarse con facilidad. Incluso los usuarios más hábiles de CAD necesitan tener habilidad en el dibujo a mano alzada para poder llevar rápidamente sus ideas al papel.



2.35 Dibujo creado usando CAD. (Cortesía de Zura Sports, Inc.).

www.FreeLibros.me

ESPACIO DEL MODELO Y ESPACIO DEL PAPEL EN AUTOCAD

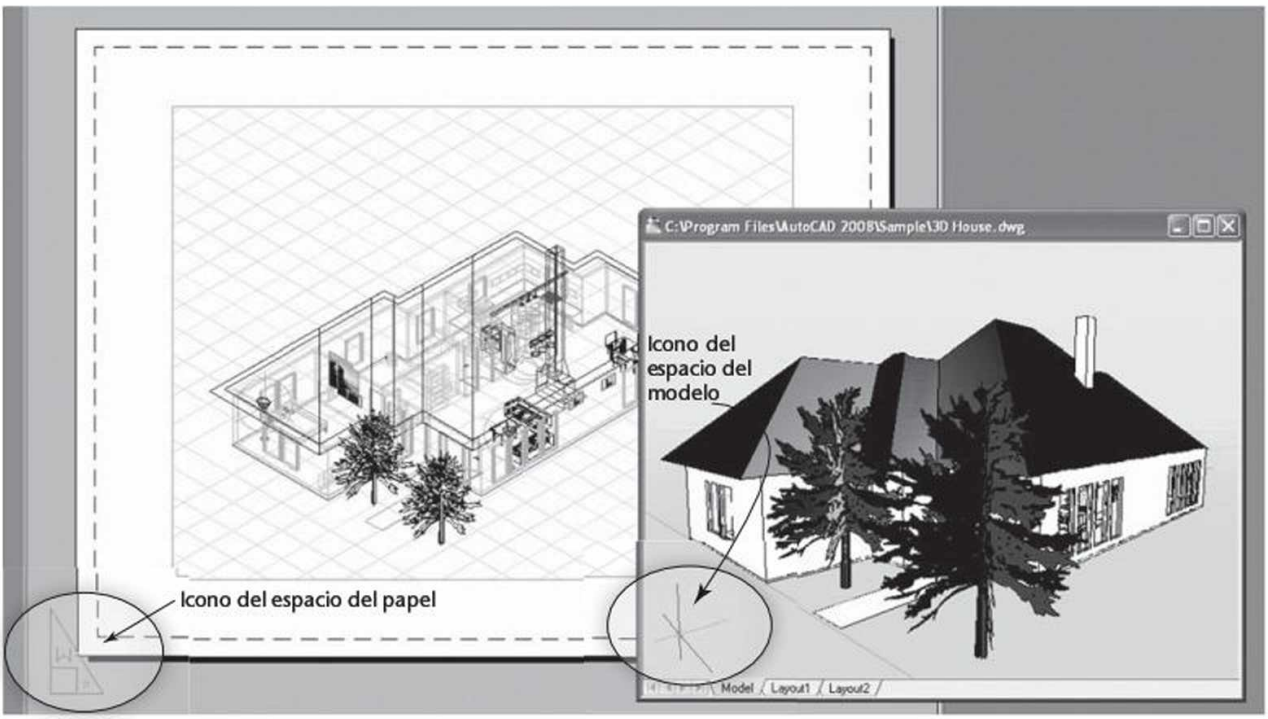


(A) en AutoCAD, el espacio del papel le permite ver cómo pueden mostrarse las diferentes vistas del modelo a tamaño completo en una hoja de papel. (Cortesía de Shawna Lockhart).

Con CAD usted puede hacer un modelo exacto de un dispositivo o estructura. Para ello, el objeto se crea al tamaño real empleando cualquier sistema de medición que se use al momento de construirlo.

Sobre papel la situación es diferente. Usted debería tener hojas muy grandes para poder imprimir un edificio a tamaño completo. El software de Auto-CAD utiliza el concepto de dos "espacios", el espacio del modelo y el espacio del papel, para describir cómo se transforma el modelo en CAD de tamaño completo a vistas proporcionales que se ajustan a una hoja de papel.

La comprensión de cómo se relaciona la escala con los dibujos en papel o con la creación de diseños a partir de un dibujo en CAD es un concepto importante para el dibujo técnico, puesto que el objetivo final es que los dibujos se interpreten y utilicen en el mundo real. Por lo tanto, deben ser fáciles de imprimir y leer.



(B) La ventana de la izquierda muestra una representación en el espacio del papel del modelo en CAD a tamaño completo que se encuentra en la ventana más pequeña a la derecha. Observe que AutoCAD utiliza iconos para ayudar a los usuarios a diferenciar los dos "espacios". (Vistas de pantalla de Autodesk reimpresas bajo autorización de Autodesk, Inc.).

www.FreeLibros.me

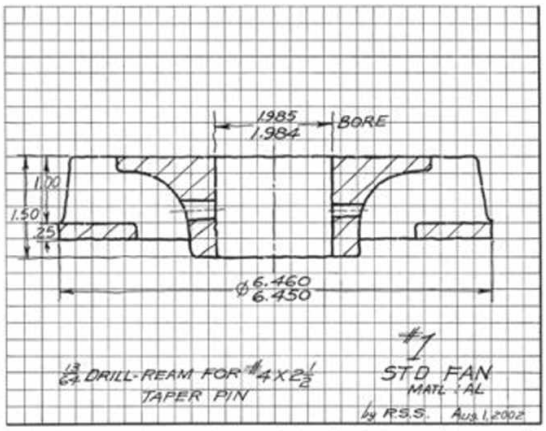
2.24 MEDIOS DE BOSQUEJO Y DIBUJO

Existen muchas opciones de ***medios*** (en papel y otros) para propósitos particulares de dibujo o bosquejo. Ya sea que usted esté bosquejando o imprimiendo un dibujo desde una estación de trabajo CAD, debe seleccionar el tipo y el tamaño de hoja que se adapte a sus necesidades.

Los cuadernos o blocs de dibujo pequeños son útiles cuando se trabaja en campo o cuando es necesario registrar información rápidamente. Muchas empresas utilizan cuadernos empastados de papel cuadriculado para registrar las notas de diseño de ingeniería con el fin de asegurarse las patentes y su documentación. El papel gráfico puede ser útil para hacer bocetos limpios como el de la figura 2.36. El papel con 4, 5, 8 o 10 cuadros por pulgada es conveniente para mantener las proporciones.

Un bloc de dibujo con papel blanco y una hoja cuadriculada maestra que se muestra por debajo de las hojas, funciona como un sustituto del papel cuadriculado. También puede crear sus propias hojas cuadriculadas maestras empleando CAD. Existe un papel con marcas isométricas que se emplea para hacer dibujos isométricos, o bien puede utilizar CAD para crear sus propios patrones.

El material de las mejores hojas para dibujo es de hasta 100% papel puro. Sus fibras fuertes resisten el borrado y los dobleces, y no se decoloran o se hacen frágiles con el tiempo.



2.36 Bosquejo sobre papel gráfico.

El buen papel para el diseño debe tener un grano fino (o dientes) para recoger el grafito y producir líneas limpias, negras y densas. El papel demasiado áspero produce líneas irregulares y granosas que son más difíciles de borrar, y desgasta con mayor facilidad los lápices. Busque papel que tenga una superficie dura que no se rasgue fácilmente bajo la presión del lápiz.

2.25 PELÍCULAS DE POLIÉSTER Y HOJAS CUBIERTAS

La película de poliéster es un material para dibujo de alta calidad, disponible en rollos y hojas de tamaño estándar. Está compuesto por la unión de una superficie mate a una o ambas caras de una hoja de poliéster transparente. La transparencia y la calidad de impresión es buena y proporciona una superficie mate excelente para dibujar a lápiz o tinta; es fácil de borrar sin dejar marcas fantasma, y tiene una alta estabilidad dimensional. Su resistencia al agrietamiento, la curvatura y el desgarre hace que sea muy duradera. Muchas empresas todavía trazan sus dibujos en tinta sobre película de poliéster para almacenarlos a largo plazo y después reproducirlos.

También se han utilizado grandes hojas recubiertas de aluminio (que proporcionan una buena estabilidad dimensional) en la industria de los aviones y los automóviles, para hacer diseños a gran escala que se trazan sobre el recubrimiento usando una punta de acero en vez de un lápiz.

2.26 HOJAS ESTÁNDAR

En Estados Unidos y a nivel internacional hay normas ANSI/ASME para los ***tamaños de hoja***. En la tabla 2.2 se describen la altura y la anchura de estas hojas estándar, así como las letras empleadas para referirse a ellas y sus márgenes y zonas. Tenga en cuenta que el tamaño de la hoja de dibujo se da como alto × ancho. La mayoría de las hojas estándar usan lo que se conoce como orientación "horizontal".

El uso del tamaño de hoja básico, 8.5" × 11.0" o 210 mm × 297 mm, y sus múltiplos permite archivar impresiones dobladas en sobres estándar con o sin correspondencia. Estos tamaños pueden cortarse a partir de rollos estándar de medios de dibujo.

Tabla 2.2 Tamaños de hoja.

Tamaño más internacional (mm)	Número internacional de zonas	Margen internacional	Tamaño estándar en Estados Unidos (pulgadas)	Número de zonas en Estados Unidos (ancho)	Margen en Estados Unidos (pulgadas)
A4 210 × 297	6	10	A* 8.5 × 11.0	2 (opcional)	.50
A3 297 × 420	6	10	B 11.0 × 17.0	2 (opcional)	.50
A2 420 × 594	8	10	C 17.0 × 22.0	4	.50
A1 594 × 841	12	20	D 22.0 × 34.0	4	.50
A0 841 × 1189	16	20	E 34.0 × 44.0	8	.50

** También puede usarse como un tamaño de hoja vertical con 11" de alto por 8.5" de ancho.*

www.FreeLibros.me

2.27 ELEMENTOS DE DISEÑO ESTÁNDAR

Márgenes y bordes

Cada diseño inicia con un borde trazado dentro del margen de la hoja. En los dibujos de Estados Unidos se usa un margen de 0.50". Consulte la tabla 2.2 para ver los tamaños de hoja y márgenes internacionales. Algunas compañías utilizan hojas un poco más grandes para poder unir los dibujos en un conjunto. Esta holgura adicional debe agregarse a la hoja de tamaño estándar, por lo que el borde del dibujo cumple con las normas de tamaño (vea la figura 2.37). En la figura 2.38 se muestra la orientación alternativa de un dibujo de tamaño A.

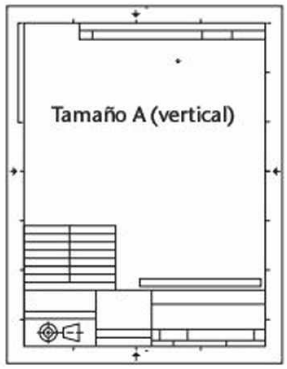
Zonas

Usted probablemente ha visto los ***números de zona*** en los mapas, donde el margen está subdividido en letras a lo largo de un lado y en números a lo largo del otro. También se utilizan a lo largo de los bordes exteriores de los dibujos técnicos para que pueda hacerse referencia a los elementos mediante la zona de la hoja donde se encuentran. Esto es particularmente útil cuando un cliente llama haciendo una pregunta. Usted puede usar los números de zona para asegurarse de que están hablando del mismo objeto. Los números de zona también son útiles para ubicar las revisiones. Los números de zona deben proporcionarse en todas las hojas con un tamaño más grande que el B.

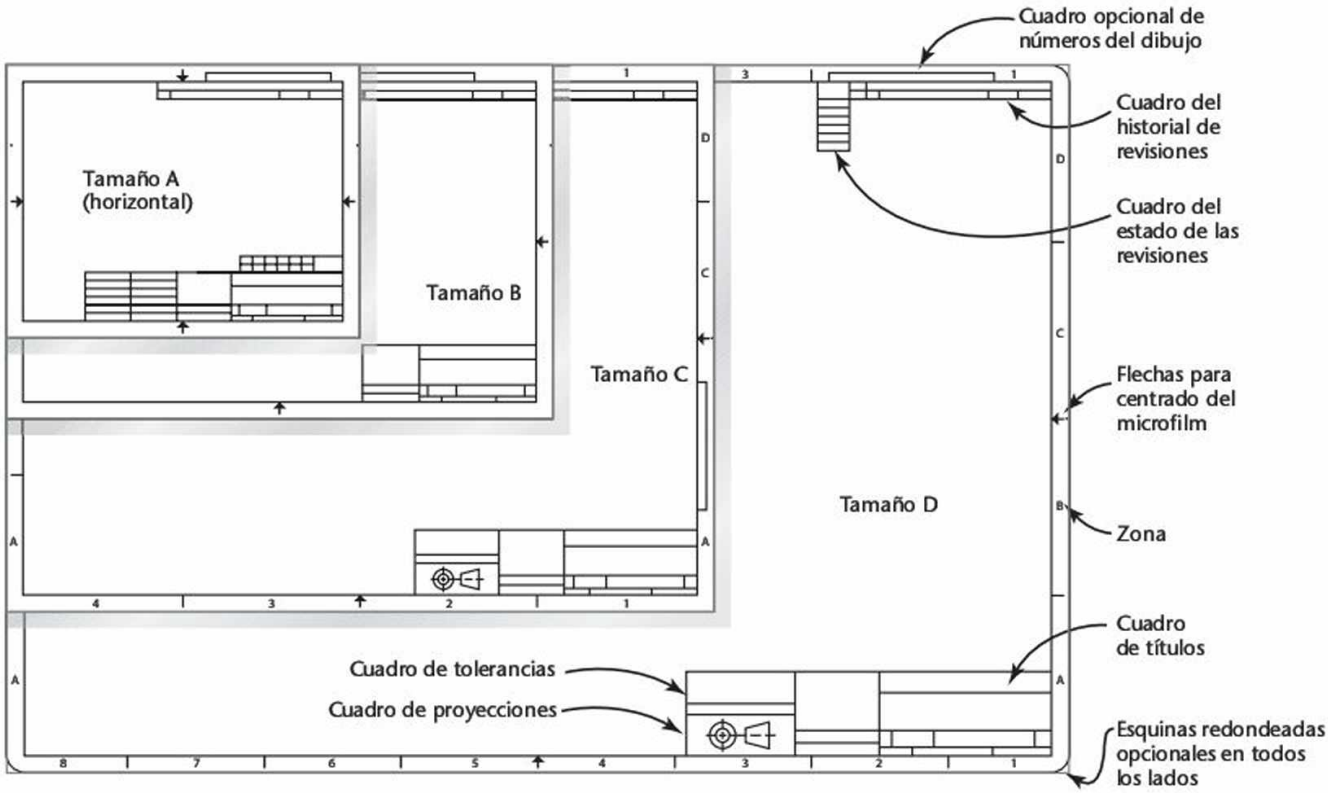
Tamaños típicos de letra

La mayoría de las letras en los dibujos deben tener una altura de al menos 3 mm o 0.12" (aproximadamente 1/8"). Por lo general, las letras tienen los siguientes tamaños:

Título del dibujo, tamaño del dibujo
6 mm (.24")
Código CAGE
6 mm (.24")
Número de dibujo, letra de la revisión
6 mm (.24")
Letras de secciones y vistas
6 mm (.24")
Letras y números de zona
6 mm (0.24")
Cuadro de títulos del dibujo
2.5 mm (0.10")
Todas las demás
3 mm (0.12")

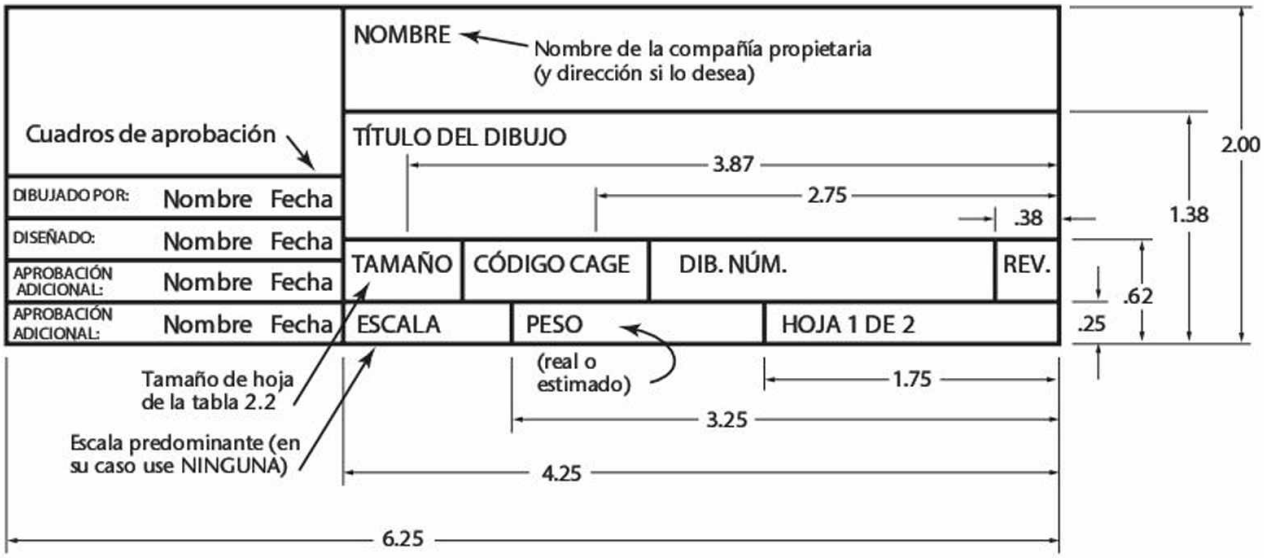


2.38 Orientación vertical del tamaño A.



2.37 Tamaños de hoja y bordes típicos (*consulte el reverso de la portada para ver el tamaño E y los tamaños estándar internacionales*).

www.FreeLibros.me



2.39 Cuadro de títulos para los tamaños de hoja A, B y C.

Cuadro de títulos

El cuadro de títulos se encuentra en la esquina inferior derecha del formato. Las áreas estándar en el cuadro de títulos proporcionan la siguiente información. Consulte la figura 2.39 para ver las dimensiones de un cuadro de títulos típico para los tamaños de hoja A, B y C.*

Nombre Muestre el nombre de la empresa o compañía propietaria (y dirección si así se desea). Vea la figura 2.40.

Título del dibujo Describa brevemente el objeto usando un sustantivo singular o una frase nominal, y algunos modificadores si son necesarios, para distinguirlo de otros objetos similares. No utilice los términos "para" u "o" en el título. Por ejemplo, "Cubierta antipolvo" sería preferible a "Tapa o cubierta para protección contra el polvo", que incluye demasiadas palabras.

Número de dibujo Asigne a cada dibujo un número único, usando el sistema de numeración de la empresa.

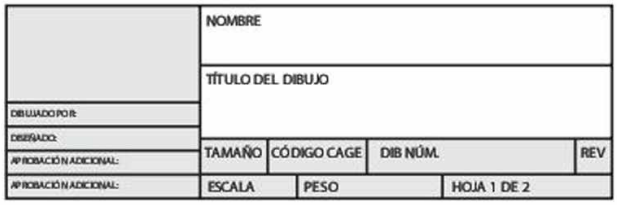
Cuadro de revisión de la hoja Dé seguimiento a la versión de dibujo usando el número de revisión. Por lo general, la versión original de los dibujos es la revisión 0.

Cuadro de aprobación Indique el o los nombre(s) de la(s) persona(s) que aprobaron el dibujo y la fecha en que lo hicieron. Las áreas adicionales de este cuadro pueden usarse para las diversas actividades de diseño, si se requiere aprobación por separado. Por ejemplo, una compañía puede usar áreas independientes para las aprobaciones del diseño estructural o la ingeniería de producción (figura 2.41).

Escala Indique la escala predominante en el dibujo. Los dibujos pueden incluir detalles en otras escalas, lo cual debe anotarse debajo del detalle. Si el dibujo no está hecho a una escala particular, anote NINGUNA en el área de la escala. Consulte la sección 2.6.

Tamaño del dibujo Indique el tamaño de hoja usado para el dibujo. Esto ayudará a tener en mente el tamaño original cuando el dibujo se reproduzca a un tamaño más pequeño.

Número de hoja Indique el número de hoja dentro del conjunto; para ello, use números enteros a partir de 1. Un formato que indica el número de hoja dentro del total ayuda a dar seguimiento a toda la serie, por ejemplo, 1 DE 2.



2.40 Nombre de la compañía y título del dibujo.

2.41 Cuadro de aprobación, escala, revisión y tamaño del dibujo.

2.42 Se pueden indicar el código CAGE y el peso.

Código CAGE Enuncie el código de la Commercial and Government Entity (CAGE) cuando sea aplicable. Éste es un número asignado a las entidades que fabrican artículos para el gobierno estadounidense. El código se asigna en función de la actividad de diseño original.

Peso Anote el peso real o estimado de la pieza si fuere necesario (figura 2.42).

*Para ver más formatos, cuadros de título, cuadros de revisión y cuadros de materiales, consulte el reverso de la portada de este libro.

www.FreeLibros.me

2.28 DISTRIBUCIONES

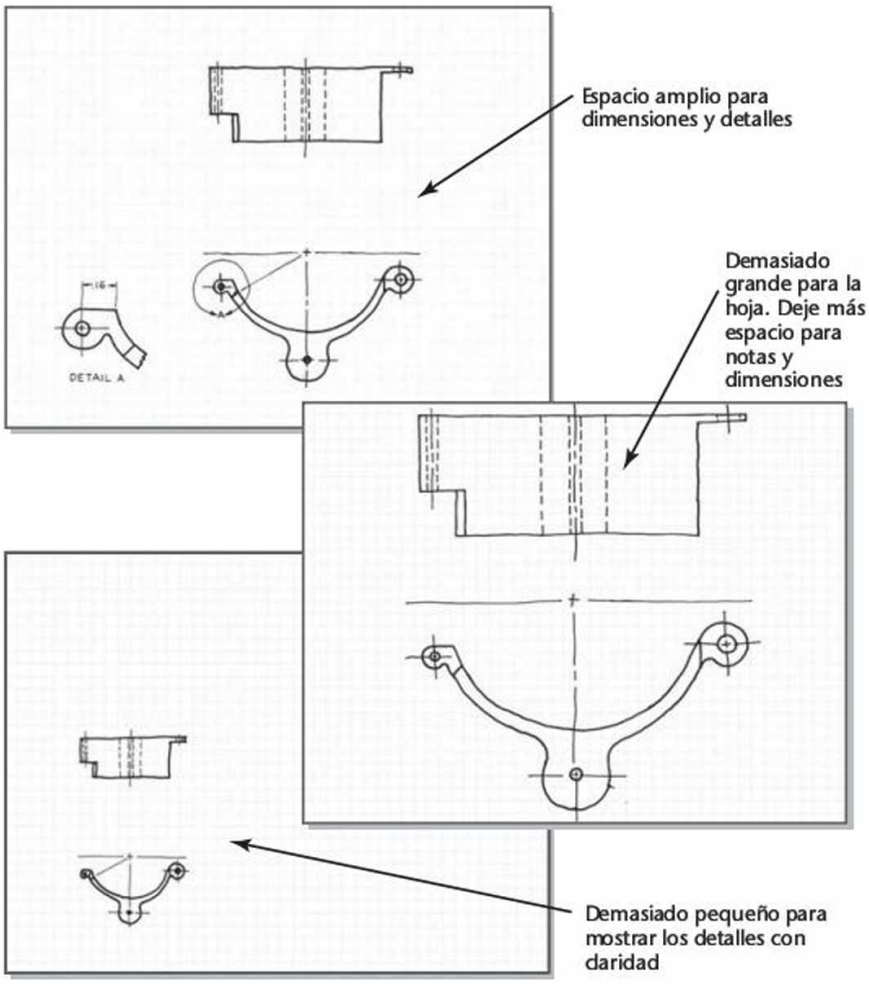
Un tamaño de hoja particular con un margen para el dibujo se denomina una ***distribución***. Al usar un sistema CAD, en ocasiones podrá elegir entre las distribuciones estándar o plantillas que establecen los límites del tamaño de la hoja, los márgenes e incluso el cuadro de títulos como punto de partida para su elaboración. Independientemente de si se dibuja a mano, con CAD o mediante los métodos de modelado en 3D, es necesario planificar la hoja de manera que la información se acomode y se muestre con claridad.

Cuando usted está dibujando, su distribución puede ser un simple margen y la franja del título en la parte inferior de la hoja (o quizás esté usando tabletas preimpresas que tienen un espacio para registrar el título de bosquejo, la fecha y otros datos pertinentes).

Cuando usted crea un dibujo de CAD en 2D, puede utilizar una plantilla de dibujo que muestre la hoja, los márgenes y el cuadro de títulos, tal vez usando diferentes plantillas o incluso configuraciones de interfaz de software para diferentes tipos de dibujos, como mecánicos/de fabricación, arquitectónicos o civiles.

Al crear un dibujo en 2D para graficarlo a partir de un modelo sólido en 3D, puede utilizar un espacio de diseño que contenga diferentes vistas, las cuales le permiten mostrar diferentes vistas del mismo modelo en 3D con un margen y un cuadro de títulos.

2.29 PLANEACIÓN DE SU DIBUJO O BOSQUEJO



Al distribuir una hoja de dibujo, será necesario tener en cuenta:

- el tamaño y la escala del objeto que se mostrará;
- el tamaño de la hoja;
- el sistema de medición (unidades) para el dibujo, y
- el espacio necesario para las notas estándar y el cuadro de títulos.

El objeto que está dibujando es la "estrella" del bosquejo. Mantenga el objeto cerca del centro de la hoja y dibújelo con líneas gruesas y visibles. Debe ser lo suficientemente grande como para llenar la mayor parte de la hoja y para que los datos se muestren con claridad (figura 2.43).

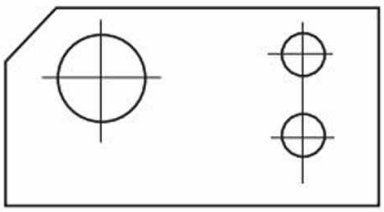
Muestre los detalles con claridad

Muestre los objetos pequeños más grandes de su tamaño real para representar los detalles con claridad. Si los detalles son demasiado pequeños, cambie a un tamaño de hoja más grande y utilice una escala mayor. También pueden agregarse detalles a mayor escala si es necesario mostrar características que son más pequeñas que los objetos típicamente destacados en el dibujo. Si se agregan detalles a una escala diferente, etiquete la vista; por ejemplo, DETALLE A, e indique la escala del detalle debajo de éste.

2.43 Muestre los detalles con claridad al seleccionar la escala y el tamaño de hoja adecuados.

www.FreeLibros.me

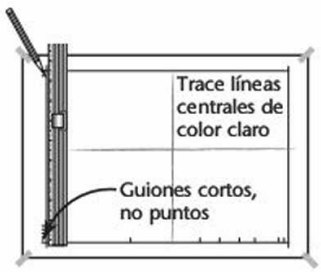
DISTRIBUCIÓN DE LA HOJA



Dibujo dado

1 Para dibujar la pieza que se muestra en la figura dada, seleccione el tamaño de la hoja, teniendo en cuenta el tamaño de los objetos. Muestre la pieza lo bastante grande para que represente sus rasgos claramente. Utilice hojas más grandes para los objetos más grandes o más detallados (8.5" × 11" es suficientemente grande para la pieza que se muestra). Añada los márgenes y el cuadro de títulos a la hoja con los tamaños de márgenes establecidos en las normas. Consulte la tabla 2.2.

2 Determine las unidades para el dibujo. ¿Serán métricas o de uso común en Estados Unidos (pies y pulgadas)? ¿Qué sistema se utilizará para la construcción, fabricación e inspección del objeto real? Use ese sistema de medición para el dibujo. Esta pieza se presenta en pulgadas.



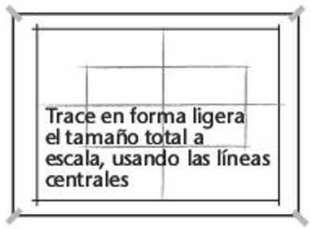
Antes de empezar a dibujar, determine la escala en que el objeto se ajustará mejor a la hoja.

Primero, defina el espacio disponible dentro del margen del dibujo. Por ejemplo, la hoja horizontal de 8.5" × 11" con un margen de .5" deja 7.5" × 10". Si se resta espacio para una franja de títulos de .375" a lo largo de la parte inferior, quedan 7.125" × 10" para el dibujo.

Ahora, considere el tamaño del objeto. ¿Cabrá en la hoja a tamaño completo? ¿A la mitad de su tamaño? ¿Es necesario hacerlo más grande para mostrar pequeños detalles a un tamaño mayor que el real? Las juntas de 12" que se muestran en el ejemplo se ajustan bien con la mitad de su tamaño en la hoja de 8.5" × 11" seleccionada y aún muestran los detalles con claridad. Utilice las escalas típicas cuando sea posible. Consulte la sección 2.5.

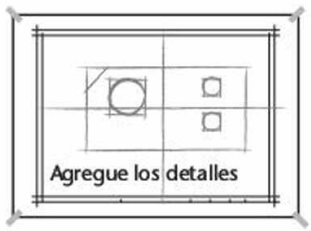
Centre de manera aproximada el objeto en la hoja. Para ello, reste el tamaño del dibujo a escala del espacio disponible en la hoja y use la mitad de la diferencia a cada lado del objeto.

3 Una técnica rápida consiste en encontrar el centro del espacio disponible y elaborar el dibujo a cada lado de ese centro. Si usa CAD, usted puede mover el dibujo fácilmente hacia el centro de la hoja en forma visual.

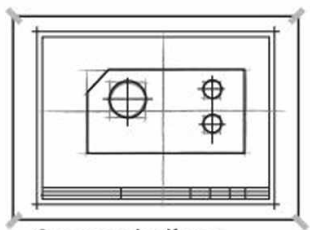


Los bosquejos no deben estar perfectamente centrados, pero planee con anticipación para que el dibujo no termine en una esquina de la hoja. Deje que su dibujo sea la "estrella" de la página. Recuerde que debe dejar suficiente espacio alrededor del dibujo para las notas y las dimensiones. Si no lo hace, se le acabará el espacio y su diseño parecerá demasiado saturado.

4 Añada los detalles del dibujo en forma ligera.



5 Oscurezca las líneas del dibujo final.



Oscurezca las líneas finales y agregue el cuadro de títulos

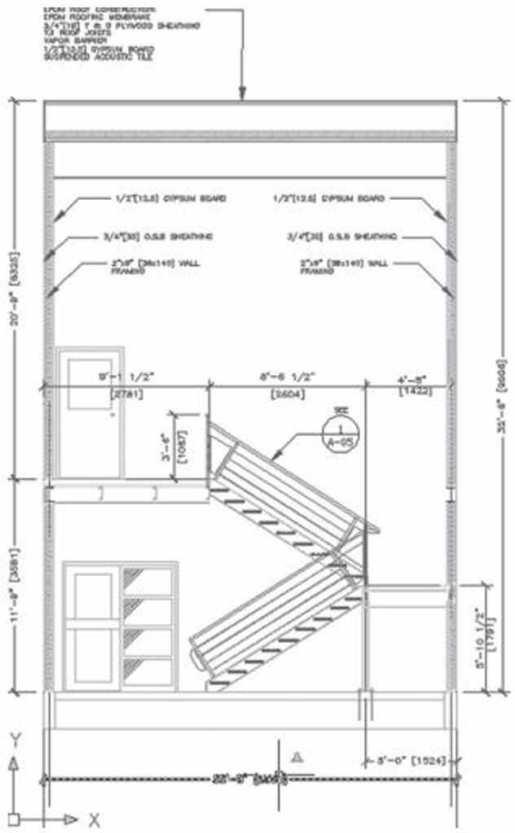
SUGERENCIA

Escalas cuando se usa CAD

Tenga en cuenta que al utilizar CAD se crea el objeto al tamaño que tiene en la vida real. En una hoja impresa, cuando se muestra el dibujo a escala, es fácil probar unas cuantas escalas diferentes y ver cuál se ajusta. Siempre es posible cambiar más adelante la escala si así se requiere.

www.FreeLibros.me

ESCALA AUTOMÁTICA DE ANOTACIONES USANDO AUTOCAD



(A) Cuando se grafica a una escala 1/4″ = 1′−0″ en una hoja de 8.5″ × 11″, el texto que indica las dimensiones es claramente visible. (Pantalla de Autodesk reimpresa con autorización de Autodesk, Inc.).

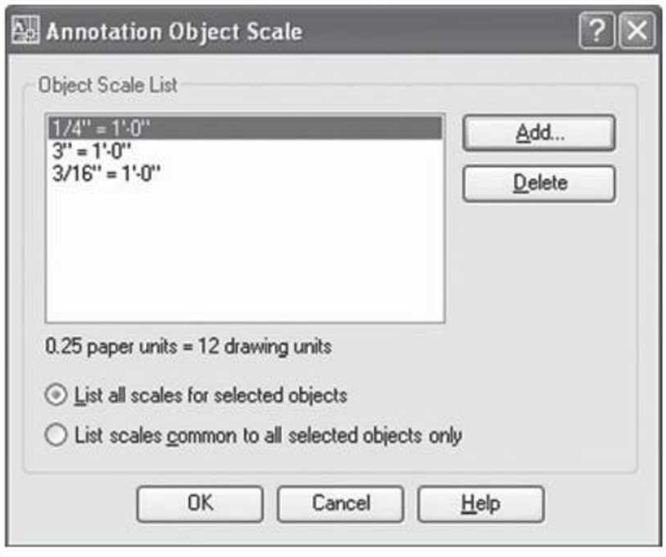
Se podría pensar que el despliegue de texto en un dibujo de CAD es una de las cosas más fáciles de hacer. Usted puede escribir rápidamente el texto que desea mostrar y seleccionar la fuente, altura, inclinación y el ángulo de rotación. Esa parte es fácil, pero las anotaciones son inútiles si nadie las puede leer.

Al crear dibujos que se imprimirán en hojas de diferentes tamaños o a diferentes escalas, el tamaño del texto puede requerir una gran cantidad de planificación. Por ejemplo, observe la impresión del plano arquitectónico que se muestra en la Figura A. Cuando se imprime a escala 3" = 1'−0", el texto que muestra las dimensiones es claramente visible. Pero cuando aparece a un doceavo de ese tamaño, escala 1/4" = 1'−0", el mismo texto se vuelve ilegible.

La capacidad de reutilizar los mismos datos de CAD a diferentes escalas, sin tener que volver a crear el dibujo, es una de sus grandes ventajas sobre los dibujos a pluma y papel. Sin embargo, una de las problemáticas principales es hacer que el texto sea legible a diferentes escalas. Una solución es tener varios tamaños diferentes del mismo texto, que el usuario pueda activar o desactivar en función de la escala que esté usando para el dibujo.

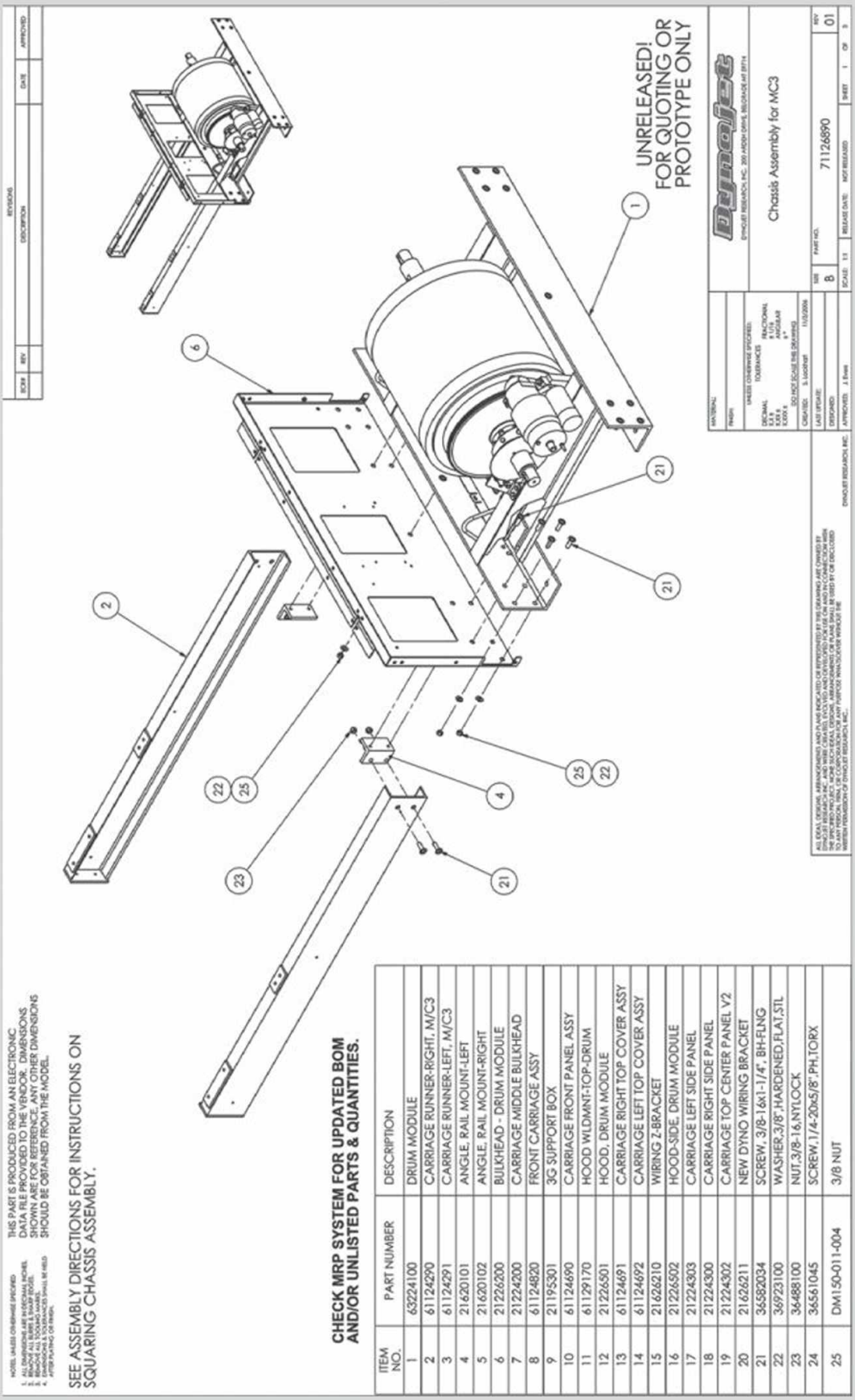
Ahora, el software AutoCAD ofrece una función denominada *escala de anotación* y funciona de la siguiente manera: los objetos de dibujo que se utilizan comúnmente para hacer anotaciones al dibujo (que proporcionan información de texto) pueden tener su propiedad de anotación activada. Esto le permite crear un objeto de anotación que se muestra a diferentes tamaños, con base en las propiedades de la escala.

En el software de AutoCAD, los tipos de objetos que pueden tener propiedades de anotación incluyen texto, mtexto, dimensiones, achurados, tolerancias, líneas guías múltiples, líneas guía, bloques y atributos.



(B) La función escala de anotación del software AutoCAD permite que el texto de las anotaciones pueda ser legible a varias escalas. (Pantalla de Autodesk reimpresa con autorización de Autodesk, Inc.).

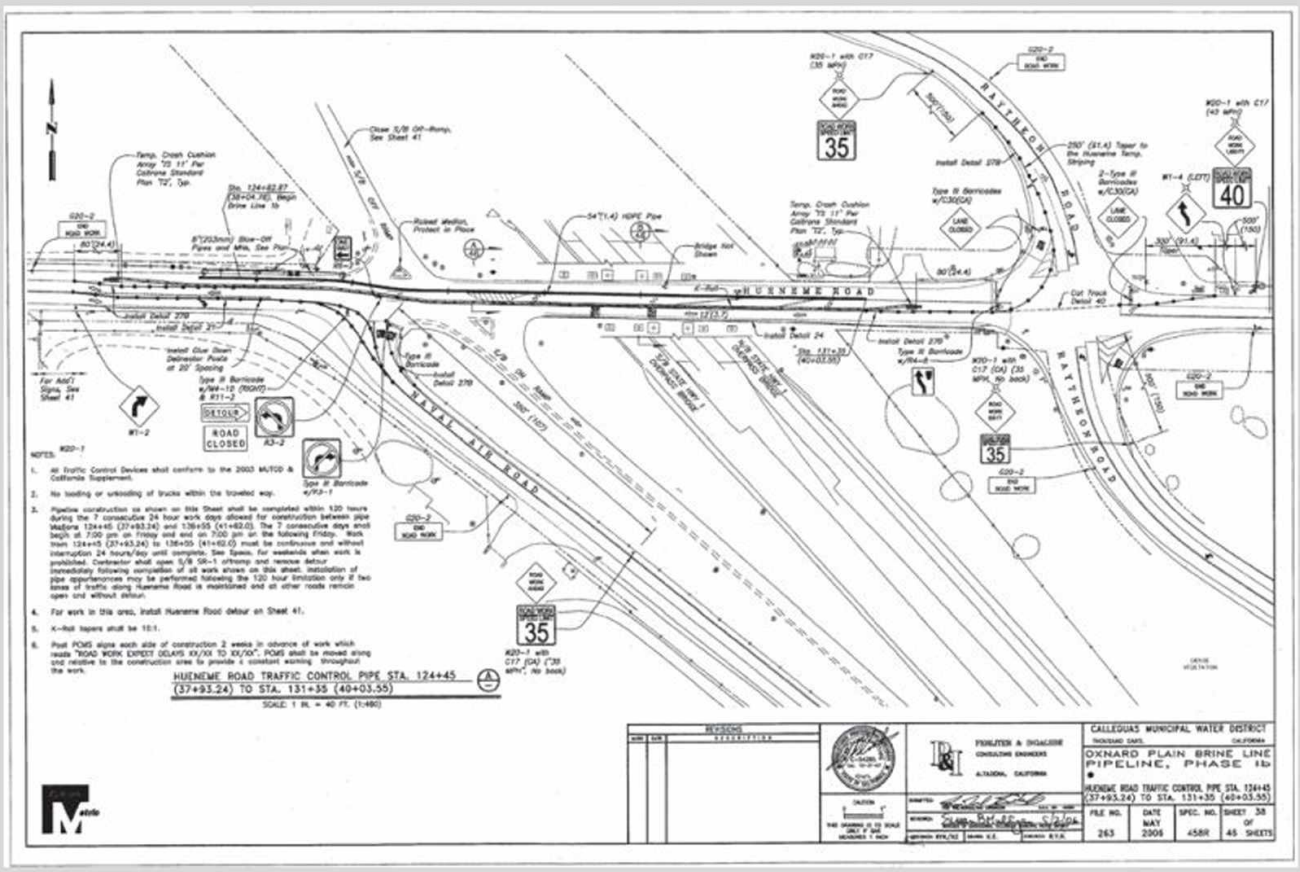
www.FreeLibros.me



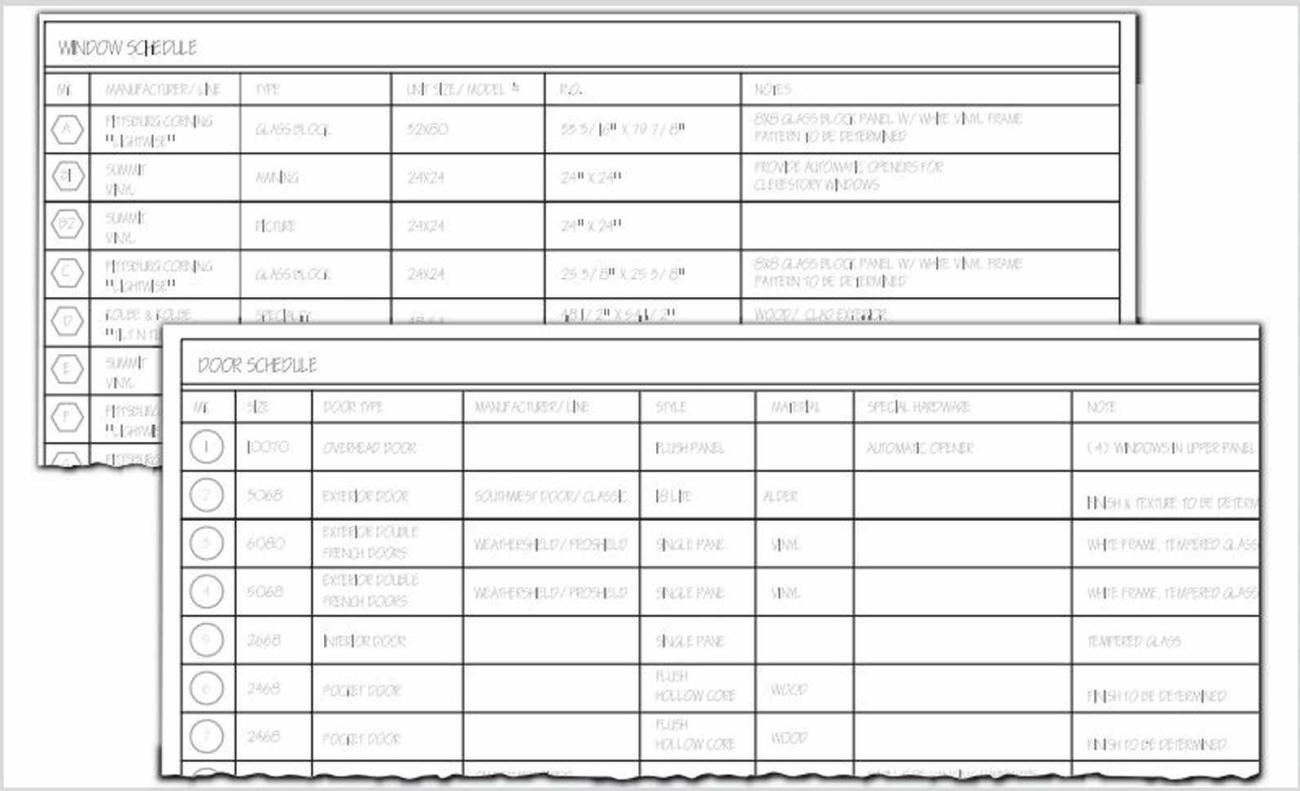
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	63224100	DRUM MODULE
2	61124290	CARRIAGE RUNNER-RIGHT, M/C3
3	61124291	CARRIAGE RUNNER-LEFT, M/C3
4	21620101	ANGLE, RAIL MOUNT-LEFT
5	21620102	ANGLE, RAIL MOUNT-RIGHT
6	21226200	BULKHEAD - DRUM MODULE
7	21224200	CARRIAGE MIDDLE BULKHEAD
8	61124820	FRONT CARRIAGE ASSY
9	21195301	3G SUPPORT BOX
10	61124690	CARRIAGE FRONT PANEL ASSY
11	61129170	HOOD W/DMNT-TOP-DRUM
12	21226501	HOOD, DRUM MODULE
13	61124691	CARRIAGE RIGHT TOP COVER ASSY
14	61124692	CARRIAGE LEFT TOP COVER ASSY
15	21626210	WIRING Z-BRACKET
16	21226502	HOOD-SIDE, DRUM MODULE
17	21224303	CARRIAGE LEFT SIDE PANEL
18	21224300	CARRIAGE RIGHT SIDE PANEL
19	21224302	CARRIAGE TOP CENTER PANEL V2
20	21626211	NEW DYNO WIRING BRACKET
21	36582034	SCREW, 3/8-16x1-1/4", BH-FLNG
22	36923100	WASHER,3/8",HARDENED,FLAT,STL
23	36488100	NUT,3/8-16,NYLOCK
24	36561045	SCREW,1/4-20x5/8",PH,TORX
25	DM1.50-011-004	3/8 NUT

Dibujo de conjunto que muestra un cuadro de revisión y un cuadro de títulos estándar. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me



Dibujo civil que muestra cuadros de aprobación y el sello de los ingenieros. (Cortesía de Perliter and Ingalsbee Consulting Engineers y el Distrito Municipal del Agua en Calleguas).



WINDOW SCHEDULE

MK	MANUFACTURER/LINE	TYPE	UNIT SIZE/MODEL #	R.O.	NOTES
A	PITTSBURG CORNING "LIGHTWISE"	GLASS BLOCK	32X80	33 3/16" X 79 7/8"	8X8 GLASS BLOCK PANEL W/ WHITE VINYL FRAME PATTERN TO BE DETERMINED
B1	SUMMIT VINYL	AWNING	24X24	24" X 24"	PROVIDE AUTOMATIC OPENERS FOR CLERESTORY WINDOWS
B2	SUMMIT VINYL	PICTURE	24X24	24" X 24"	
C	PITTSBURG CORNING "LIGHTWISE"	GLASS BLOCK	24X24	25 3/8" X 25 3/8"	8X8 GLASS BLOCK PANEL W/ WHITE VINYL FRAME PATTERN TO BE DETERMINED
D	KOLBE & KOLBE "TILT N TI	SPECIALTY	[illegible]	48 1/2" X 54 1/2"	WOOD/ CLAD EXTERIOR
E	SUMMIT VINYL				
F	PITTSBURG "LIGHTWI				
G	PITTSBURG				

DOOR SCHEDULE

MK	SIZE	DOOR TYPE	MANUFACTURER/LINE	STYLE	MATERIAL	SPECIAL HARDWARE	NOTE
1	10070	OVERHEAD DOOR		FLUSH PANEL		AUTOMATIC OPENER	(4) WINDOWS IN UPPER PANEL
2	5068	EXTERIOR DOOR	SOUTHWEST DOOR/CLASSIC	18 LITE	ALDER		FINISH & TEXTURE TO BE DETERM
3	6080	EXTERIOR DOUBLE FRENCH DOORS	WEATHERSHIELD/PROSHIELD	SINGLE PANE	VINYL		WHITE FRAME, TEMPERED GLASS
4	5068	EXTERIOR DOUBLE FRENCH DOORS	WEATHERSHIELD/PROSHIELD	SINGLE PANE	VINYL		WHITE FRAME, TEMPERED GLASS
5	2668	INTERIOR DOOR		SINGLE PANE			TEMPERED GLASS
6	2468	POCKET DOOR		FLUSH HOLLOW CORE	WOOD		FINISH TO BE DETERMINED
7	2468	POCKET DOOR		FLUSH HOLLOW CORE	WOOD		FINISH TO BE DETERMINED

Los programas de puertas y ventanas se utilizan en los planos arquitectónicos para especificar el tipo de puerta o ventana, el tamaño de abertura, el fabricante y otra información. (Cortesía de Frog Rock Design, LLP).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Código CAGE
Cuadro de aprobación
Cuadro de revisiones de la hoja
Cuadro de títulos
Distribución
Escala
Escala de pulgadas decimales
Escala del dibujo
Escalímetro para arquitectos
Escalímetro para ingenieros
Escalímetro para ingenieros mecánicos
Escalímetros
Fuente
Inclinada
Itálica
Letras
Línea a mano alzada
Líneas de construcción
Líneas de dibujo
Líneas finas
Líneas gruesas
Líneas guía
Medios
Nombre
Número de dibujo
Número de hoja
Números de zona
Pares anidados
Peso
Plano de proyección
Proyección multivista
Proyección oblicua
Proyecciones en perspectiva
Proyecciones ortográficas
Proyecciones paralelas
Proyectores
Pulgadas decimales
Punto de estación
Puntos de perforación
Romana
Sans Serif
Serif
Sistemas de medición
Tamaño del dibujo
Tamaños de hoja
Título del dibujo
Vertical

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Ahora que ha completado este capítulo, usted debe ser capaz de:

- Comprender los principios básicos de proyección que se usan en los dibujos.
- Demostrar el espesor de línea (grosor) y los tipos de línea (discontinua o continua) utilizados en el alfabeto de líneas que especifica el significado de los dibujos técnicos.
- Mencionar los dos principales sistemas de medición utilizados en los dibujos.
- Usar diferentes tipos de escalímetros para realizar mediciones.
- Tener en cuenta la escala de un dibujo en el cuadro de títulos. Los dibujos en papel se escalan antes de ser trazados. Los dibujos de CAD se escalan al momento de imprimirlos.
- Enumerar las ventajas de varios medios de dibujo diferentes y las cualidades que los distinguen.
- Agregar a los dibujos notas y dimensiones legibles y de producción rápida, usando letras mayúsculas dibujadas a mano.
- Distribuir una hoja y escribir información en el cuadro de títulos usando letras con formas estándar.

PREGUNTAS DE REPASO

1. Dibuje el alfabeto de líneas y etiquete cada línea.
2. ¿Cuál escala para arquitectos representa una relación de tamaños de 1:24? ¿Cuál escala métrica representa un tamaño medio? ¿Cuál escala para ingenieros se usaría para el tamaño completo?
3. ¿Qué tipo de escala es la única que usa fracciones de una pulgada?
4. ¿Cuáles son las principales ventajas de la película de poliéster como medio de dibujo?
5. ¿Cuáles son los cuatro tipos estándar de proyección?
6. ¿Cuáles líneas de dibujo son gruesas? ¿Cuáles son finas? ¿Cuáles son de color muy claro y no deben reproducirse al copiar el dibujo?
7. ¿Qué fuente proporciona la forma de letra estándar en ingeniería?
8. Describa las características de una buena letra a mano alzada.
9. ¿Por qué deben usarse líneas guía para trazar letras?
10. Mencione los elementos estándar que se encuentran en un cuadro de títulos.

www.FreeLibros.me

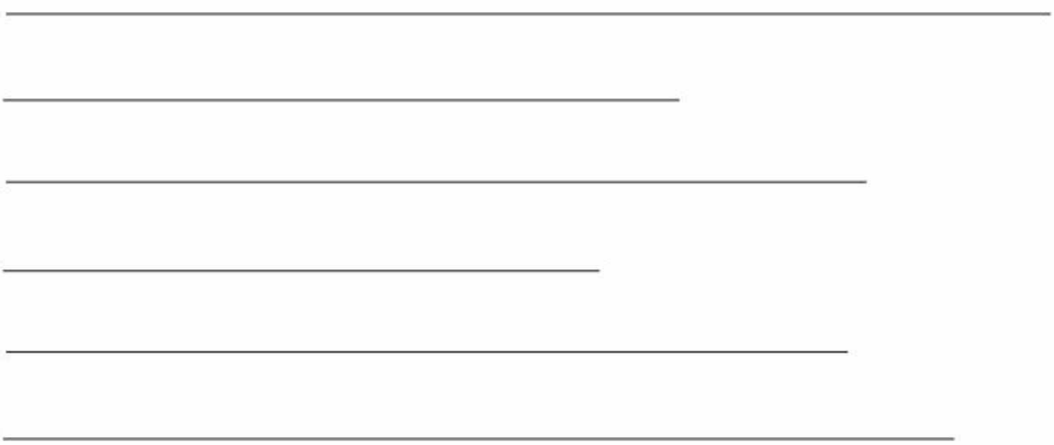
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

Ejercicios de dibujo

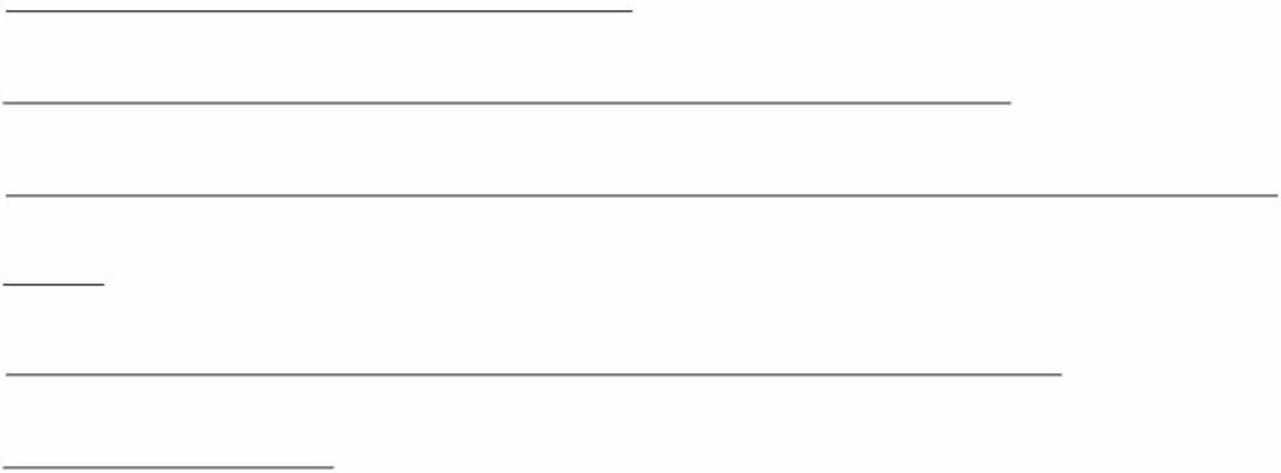
Practique sus habilidades para la toma de medidas, la distribución de hojas de dibujo y la formación clara de letras estándar, con estos ejercicios de dibujo.

Estos problemas se han diseñado para ajustarse fácilmente a una hoja. (Vea el reverso de la portada de este libro, o el formato que se proporciona en www.MyCADKit.com como un archivo PDF que puede imprimir para dibujar sobre él). Dibuje ligeramente todas las líneas de construcción, con una punta dura (4H a 6H), y todas las líneas requeridas negras y densas, con una punta más suave (F a H). Dibuje las líneas de construcción de un color claro para que no necesiten borrarse.

En los ejercicios 2.1 a 2.3 practicará la medición y en los ejercicios 2.4 a 2.6 practicará las distribuciones de dibujos.



Ejercicio 2.1 Mida las líneas que se muestran arriba e indique sus longitudes usando milímetros. Anote las mediciones en pulgadas entre corchetes [ ] a la derecha de la medición en milímetros.

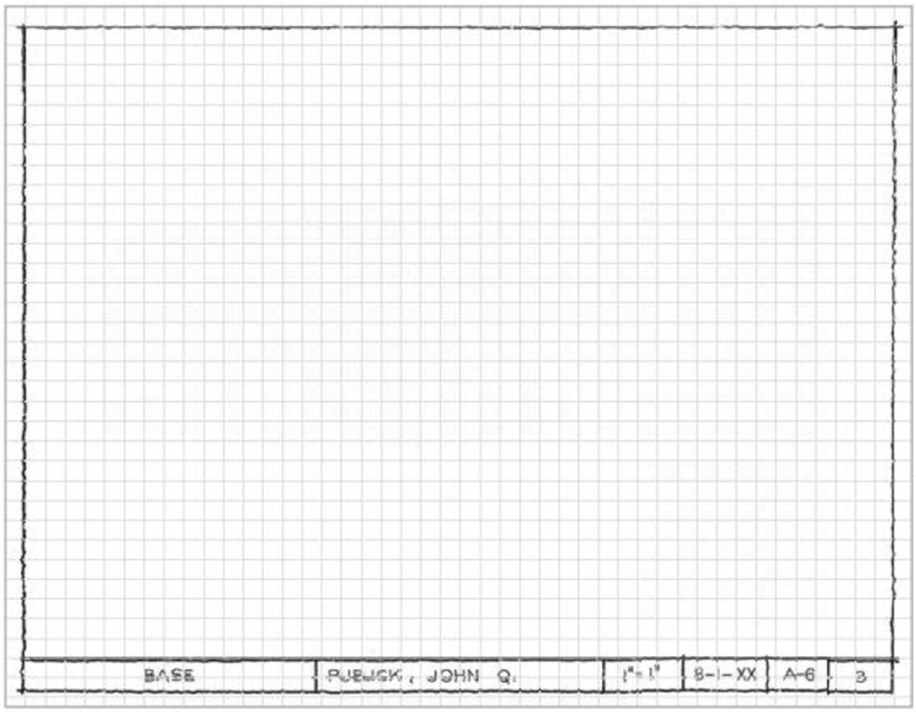


Ejercicio 2.2 Mida las líneas que se muestran arriba y dibújelas a escala 1:2 y escala 2:1, indique las escalas debajo de cada dibujo usando la escala en la forma X:X.

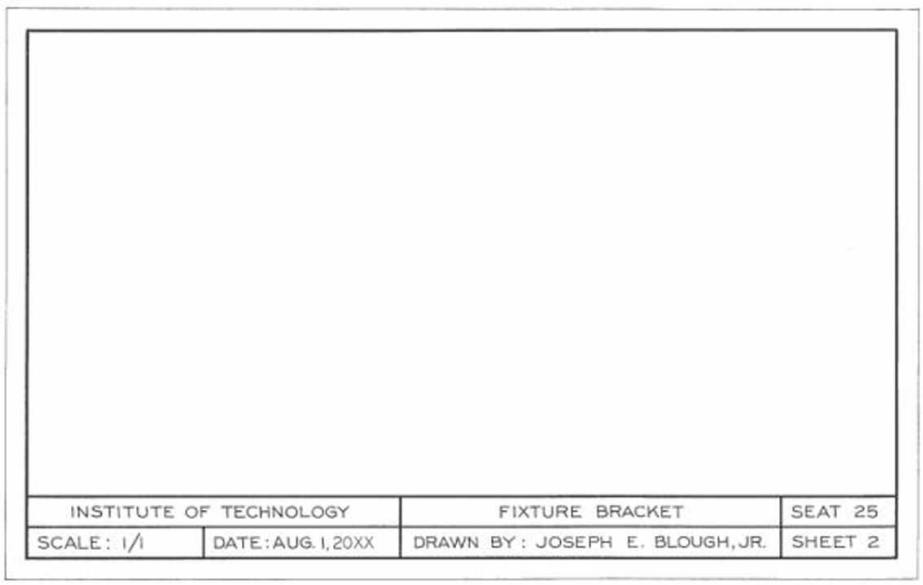
Ejercicio 2.3 Mida las dimensiones del interior de su habitación. Indique la longitud medida de forma clara en la primera columna, como se muestra en el ejemplo. En la segunda columna anote la longitud que tendría esa línea a una escala de 1/4" = 1'; en la tercera columna a una escala de 3/8" = 1'; en la cuarta columna a escala 1" = 1', y en la quinta columna a la escala métrica 1:100 (10 mm = 1 metro).

Medición	1/4" = 1'	3/8" = 1'	1" = 1'	1:100 Métrica
10'-6"	2.625"	3.9375"	10.5"	32 mm

www.FreeLibros.me



Ejercicio 2.4 Cree la distribución para una hoja de 8.5" × 11" como se muestra a la izquierda.



Ejercicio 2.5 Cree la distribución para una hoja de 210 mm × 297 mm como se muestra a la izquierda.

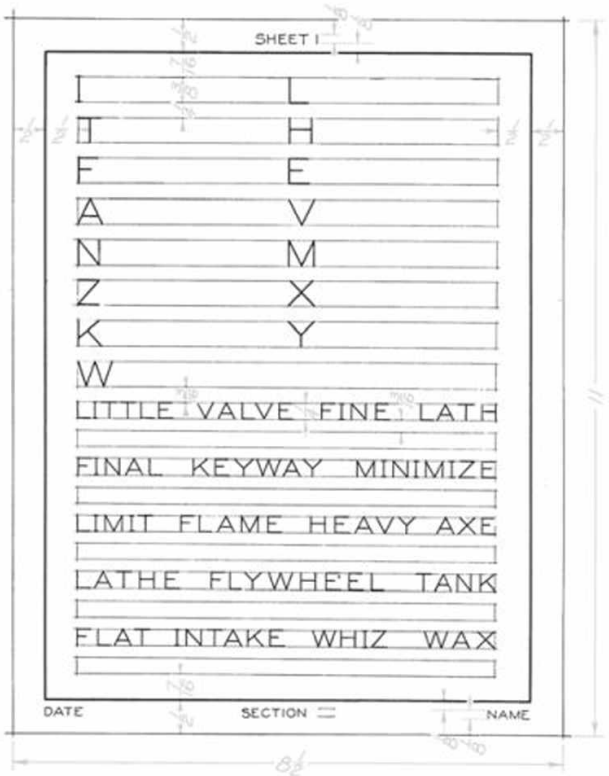
Ejercicio 2.6 Diseñe un cuadro de títulos y una distribución para una hoja de tamaño C. Cree un nombre y un logotipo de su empresa. Use una fuente atractiva, pero legible para los títulos de su diseño. Si se le asigna, diseñe una flecha especial para indicar el norte en sus dibujos.

Ejercicios con letras

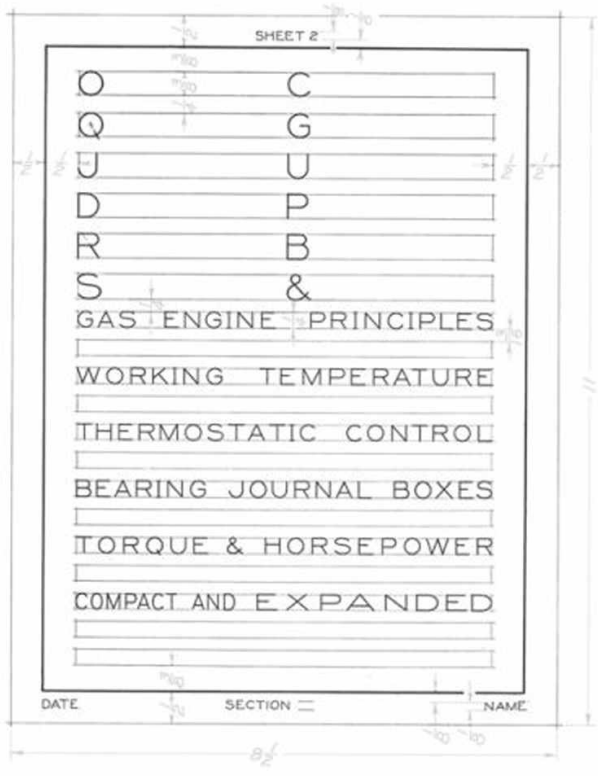
En los ejercicios 2.7 a 2.11 se proporcionan distribuciones para los problemas con letras. Dibuje líneas guía completas y muy ligeras en forma horizontal, vertical o inclinada. Dibuje las líneas guía verticales o inclinadas en toda la altura del área de la hoja que incluirá las letras. Con el fin de practicar las letras a tinta, los dos últimos renglones y la franja de títulos en cada hoja pueden llenarse con letras a tinta, si así lo asigna su profesor. Omita todas las dimensiones.

Ejercicio 2.7 Escriba la "letra" de su canción favorita, una broma o una cita inspiradora de 50 palabras o más. Use letras de ingeniería MAYÚSCULAS con una altura de 1.8". Centre las palabras en la hoja. Asegúrese de dejar una fila de espacio entre cada renglón con letras. Tenga en cuenta que el tema que elija debe ser profesional y apropiado.

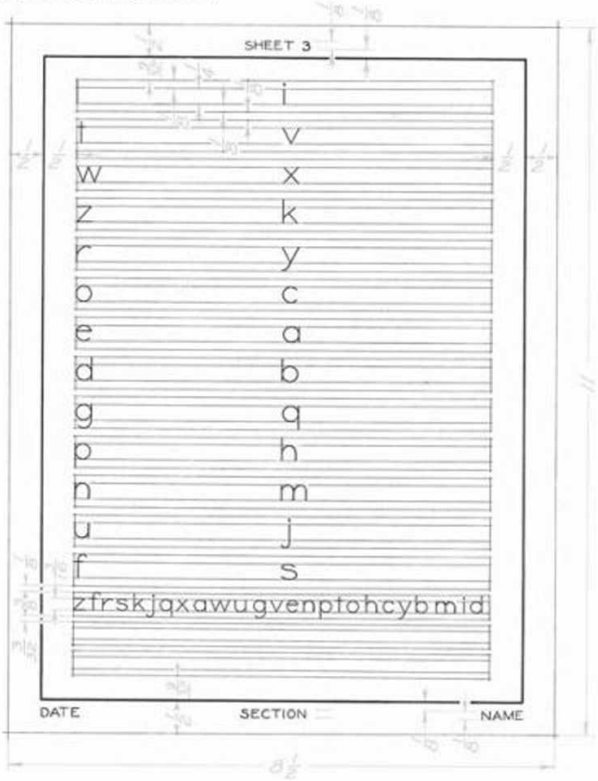
www.FreeLibros.me



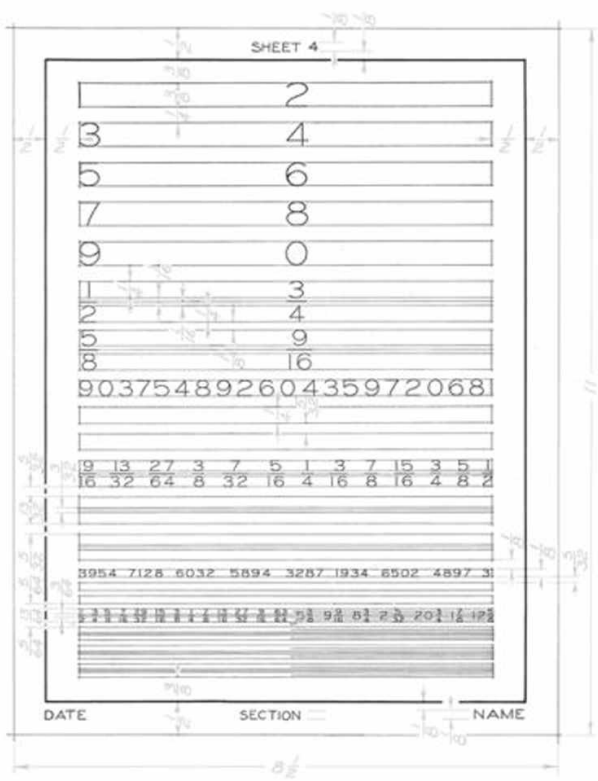
Ejercicio 2.8 Distribuya la hoja en la forma que se muestra. Agregue líneas guía verticales o inclinadas y rellene con mayúsculas verticales o inclinadas según se le asignen. Para ver las equivalencias en pulgadas decimales o milímetros de las dimensiones dadas, consulte el reverso de la contraportada.



Ejercicio 2.9 Vea las instrucciones para el ejercicio 2.8.



Ejercicio 2.10 Vea las instrucciones para el ejercicio 2.8.



Ejercicio 2.11 Vea las instrucciones para el ejercicio 2.8.

www.FreeLibros.me

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO TRES

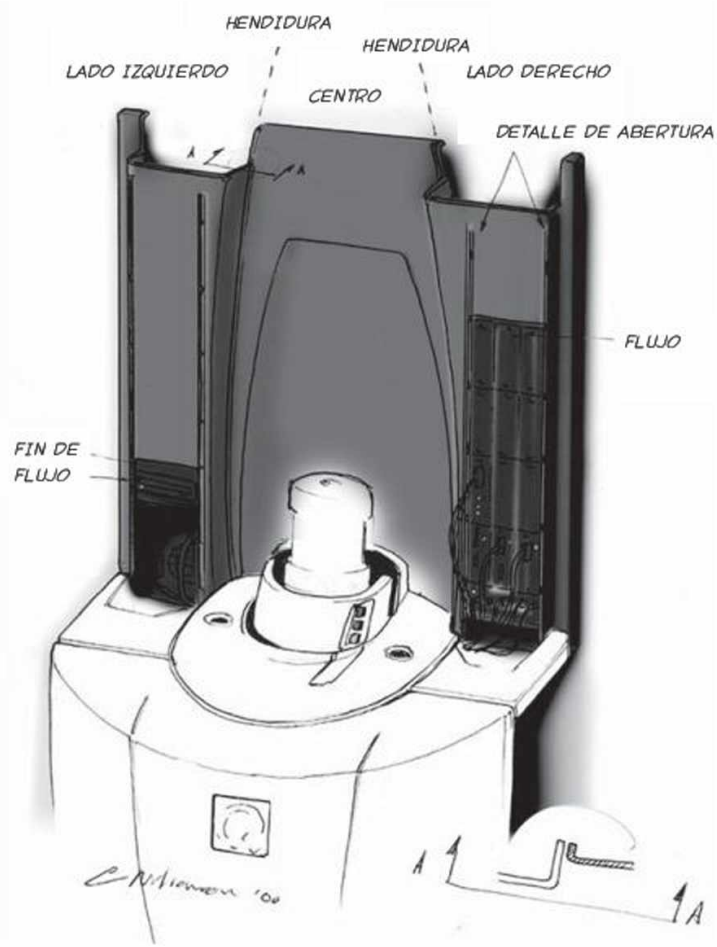
BOSQUEJADO TÉCNICO

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Definir los términos vértice, borde, plano, superficie y sólido.
2. Identificar cuatro tipos de superficies.
3. Identificar cinco sólidos regulares.
4. Dibujar puntos, líneas, líneas inclinadas, arcos, círculos y elipses.
5. Aplicar técnicas que ayudan a la creación de bosquejos a mano alzada legibles y bien proporcionados.
6. Aplicar técnicas para dibujar curvas irregulares.
7. Crear un bosquejo con una sola vista.
8. Crear un bosquejo oblicuo.
9. Crear bosquejos en perspectiva.
10. Crear un bosquejo isométrico de un objeto.

www.FreeLibros.me



Bosquejo sombreado que muestra detalles de la colocación de cables. (Cortesía de Quantum Design).

INTRODUCCIÓN

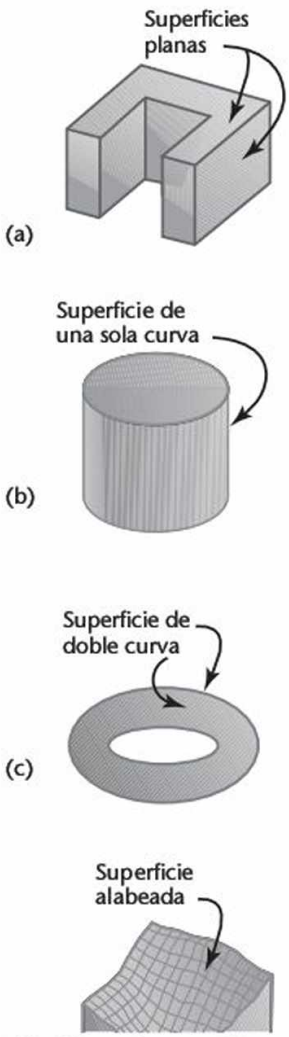
La capacidad de visualizar objetos en tres dimensiones es una de las habilidades más importantes para los científicos, diseñadores, ingenieros y técnicos. Aprender a visualizar objetos en el espacio para imaginarlos de manera constructiva es algo que usted puede aprender al estudiar dibujo técnico. Las personas que son extraordinariamente creativas suelen poseer una capacidad de visualización destacable, pero con la práctica quien quiera puede mejorar su capacidad.

Además de desarrollar las habilidades del pensamiento espacial, el bosquejado es una valiosa herramienta que le permite comunicar sus ideas de forma rápida y precisa. Durante la etapa de desarrollo de una idea, una imagen vale más que mil palabras.

Bosquejar también es un medio eficaz para planificar su dibujo y registrar notas necesarias para crear un objeto complejo. Al esbozar sus ideas básicas con anticipación podrá completar en ocasiones un dibujo final en CAD con mayor rapidez y con menos errores. El uso de una buena técnica hace que el bosquejado sea más rápido, fácil y legible.

www.FreeLibros.me

Estos modelos superficiales complejos fueron creados con 3D de CAD. (Cortesía del Profesor Richard Palais de la University of California, Irvine, y Luc Benard).



3.1 Tipos de superficies.

COMPRENSIÓN DE LOS OBJETOS SÓLIDOS

Los bosquejos y dibujos se usan para comunicar o registrar ideas acerca de la forma de objetos en 3D. Antes de que comience a bosquejar, le será útil desarrollar un vocabulario para entender y analizar las formas en 3D.

Las figuras tridimensionales se conocen como ***sólidos***. Los sólidos están limitados por las superficies que los contienen. Estas superficies pueden ser de cuatro tipos distintos:

- ***Plana***
- ***De una sola curva***
- ***De doble curva***
- ***Alabeada***

Independientemente de la complejidad que pueda tener un sólido, se compondrá de una combinación de estos tipos básicos de superficies. En la figura 3.1 se muestran ejemplos de los cuatro tipos básicos de superficies.

Tipos de sólidos

Poliedros

Los sólidos que están limitados por superficies planas se llaman ***poliedros*** (figuras 3.2 a 3.4). Estas superficies planas también se conocen como las *caras* del objeto. Un *polígono* es una superficie plana que está delimitada por líneas rectas.

Poliedros regulares

Si las caras de un sólido son polígonos regulares iguales, se le llama ***poliedro regular***. Hay cinco poliedros regulares: tetraedro, hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro (figura 3.2).

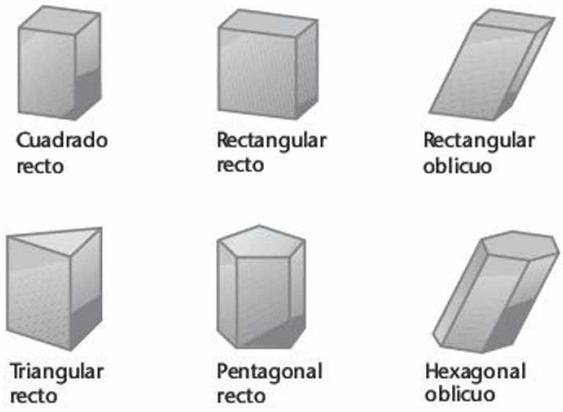
3.2 Poliedros regulares.

www.FreeLibros.me

Prismas

Un ***prisma*** tiene dos bases, que son polígonos paralelos iguales, y tres o más caras adicionales que son paralelogramos (figura 3.3). Un prisma triangular tiene bases triangulares, uno rectangular tiene bases rectangulares, y así sucesivamente. (Si las bases de un prisma resultan paralelogramos, se llama *paralelepípedo*).

Un prisma recto tiene caras y bordes laterales que son perpendiculares a las bases; un prisma oblicuo tiene caras y bordes laterales que están orientados hacia las bases. Si uno de los extremos se corta para formar un nuevo extremo que no es paralelo a las bases, se dice que el prisma está *truncado*.



3.3 Prismas rectos y prismas oblicuos.

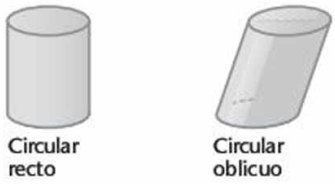
Pirámides

Una ***pirámide*** tiene como base un polígono y caras laterales triangulares que se intersecan en un punto común llamado *vértice* (figura 3.4). La línea desde el centro de la base hasta el vértice se llama *eje*. Si el eje es perpendicular a la base, la pirámide se denomina pirámide *recta*; de lo contrario, se trata de una pirámide *oblicua*. Una pirámide triangular tiene una base triangular; una pirámide cuadrada tiene una base cuadrada y así sucesivamente. Si se corta una parte cercana al vértice, la pirámide está trunca, o se le conoce como *tronco*.

3.4 Pirámides.

Cilindros

Un ***cilindro*** tiene una superficie exterior con una sola curvatura (figura 3.5). Se puede pensar en un cilindro como el sólido que se forma al tomar una línea recta y moverla en una trayectoria circular para encerrar un volumen. Cada posición de esta línea recta imaginaria en su trayectoria alrededor del eje se denomina *elemento* del cilindro.



3.5 Cilindro y cilindro oblicuo.

Conos

Un ***cono*** tiene una superficie exterior con una sola curvatura (figura 3.6). Puede pensarse en éste como el sólido que se forma al desplazar un extremo de una recta alrededor de un círculo, mientras el otro extremo se mantiene fijo en un punto, el vértice del cono. Un elemento del cono es cualquier posición de esta recta imaginaria.

3.6 Conos.

Esferas

Una ***esfera*** tiene una superficie exterior con doble curvatura (figura 3.7). Puede pensar en ésta como el sólido que se forma al hacer girar un círculo alrededor de uno de sus diámetros, como cuando se gira una moneda. Los polos de la esfera son los puntos en las partes superior e inferior de ésta y que no se moverían mientras la esfera girara. El *eje* de la esfera es el segmento de línea entre sus polos.

3.7 Esfera.

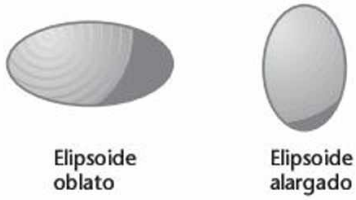
Toros

Un ***toro*** tiene la forma de una dona (figura 3.8). Su superficie límite tiene doble curvatura. Se puede pensar en él como el sólido que se forma al girar un círculo (u otra curva) alrededor de un eje que se sitúa alejado (fuera) de la curva.

3.8 Toro.

Elipsoides

Un ***elipsoide*** oblato o alargado tiene la forma de un huevo (figura 3.9). Puede pensarse en éste como el sólido que se forma mediante la rotación de una elipse alrededor de su eje menor o mayor, respectivamente.



3.9 Elipsoides.

www.FreeLibros.me

3.10 Identificación de formas esenciales.

3.11 Uso de líneas de construcción.

COMPRENSIÓN DE LAS TÉCNICAS DE BOSQUEJADO

Análisis de objetos complejos

La capacidad de dividir las formas complejas en otras formas geométricas primitivas más simples es una habilidad esencial para el bosquejado y modelado de objetos.

Antes de empezar a dibujar el borde de un objeto, considere su forma global y las relaciones entre sus partes. Las líneas de construcción pueden ayudarle a preservar las dimensiones del objeto al realizar el bosquejado.

Tenga en cuenta que usted debe pensar en términos de formas básicas, ya sea que esté dibujando a mano o usando un programa CAD. Como la base de muchos de los objetos que crean las personas son las curvas y las líneas rectas, la práctica en la creación de elementos básicos de un dibujo le ayudará a bosquejar con facilidad.

Formas esenciales

Busque las formas esenciales de los objetos. Si usted fuera a elaborar un modelo en arcilla de un objeto, ¿cuál sería la forma básica con la que empezaría? ¿Una bola? ¿Un cubo?

Trate de entrecerrar los ojos y mirar objetos familiares. ¿Ve su forma como un rectángulo? ¿Un círculo? ¿Qué otras formas básicas nota cuando mira los objetos de esta manera?

Piense en dividir objetos más complejos en formas geométricas más simples, como se muestra en la figura 3.10. Usted puede trazar estas formas con líneas de construcción para mostrar las relaciones entre sí. Después, agregue los detalles, sin dejar de prestar atención a las relaciones espaciales entre ellos.

Líneas de construcción

Los artistas suelen comenzar un boceto trazando líneas guía en color claro que les ayudarán a preservar las formas básicas y las proporciones. En el dibujo técnico se les llama ***líneas de construcción*** (figura 3.11).

A menudo resulta útil comenzar un dibujo con la descripción de las formas principales del objeto mediante líneas de construcción, teniendo cierto cuidado de representar con precisión el tamaño relativo y la colocación de los elementos.

Use las formas básicas como guía para colocar elementos clave, después utilice las principales características como un "mapa de referencia" para colocar los detalles más pequeños. Por ejemplo, la línea del sexto traste está aproximadamente a la mitad del cuello rectangular de la guitarra.

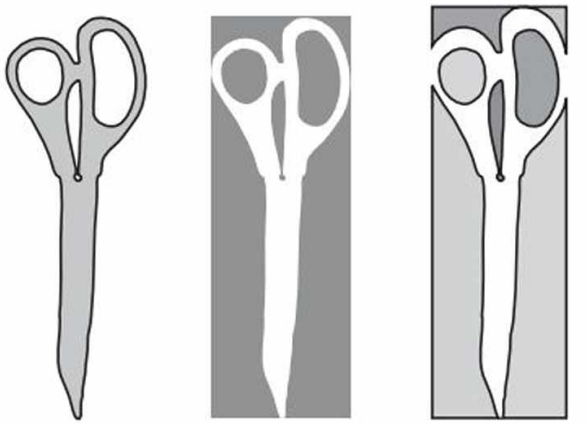
A lo largo de este capítulo se utilizarán líneas de construcción de color claro para dibujar círculos, arcos y elipses. En la sección 3.4 se analiza el proceso de estimación y mantenimiento de las proporciones de un objeto con más detalle.

www.FreeLibros.me

Contornos y espacio negativo

Los ***contornos*** de un objeto son los rasgos principales que lo separan del espacio circundante. Una manera de pensar en los contornos de los objetos es ver el contraste entre el espacio positivo y el negativo. El espacio positivo es el que ocupa el objeto. El ***espacio negativo*** es el espacio vacío a su alrededor.

En la figura 3.12 se muestra el espacio ocupado por el contorno de un par de tijeras. Observe cómo pueden identificarse las formas específicas al mirar el espacio negativo. Las formas individuales que conforman el espacio negativo se muestran en diferentes tonos para verlos más fácilmente. Algunas personas bosquejan con mayor precisión cuando tratan de dibujar el espacio negativo que rodea al objeto.



3.12 Espacio negativo.

SUGERENCIA

Práctica del dibujo de contornos

Trate de bosquejar los espacios negativos que definen la forma de una silla. Mire cada espacio como una forma individual. ¿Cuál es la forma del espacio entre las patas? ¿Cuál es la forma del espacio entre el respaldo y el asiento?

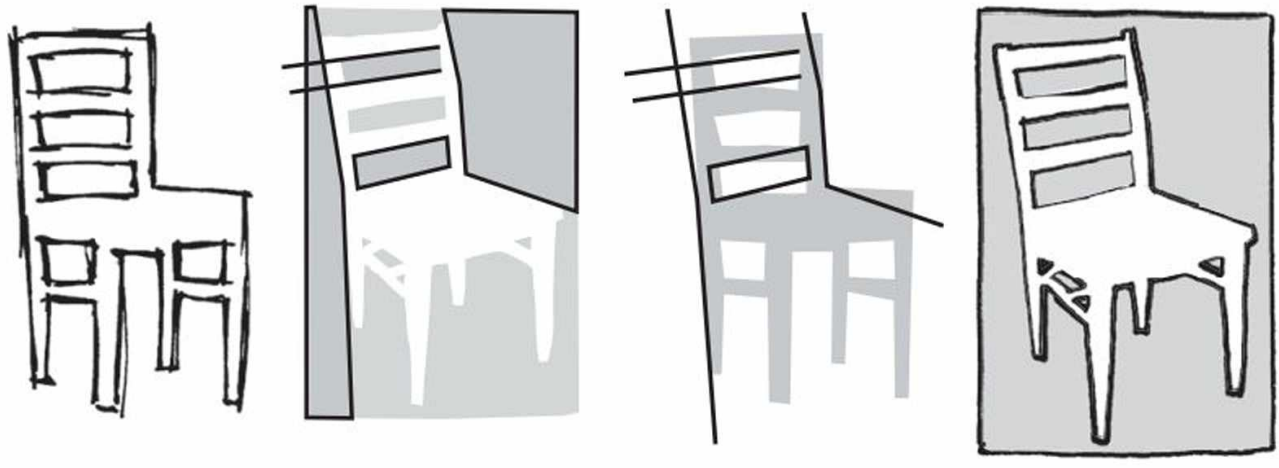
Haga un bosquejo de la silla, prestando especial atención al trazado de los espacios negativos de la silla como realmente se ven. Los espacios positivos y negativos deben agregarse para definir la silla.

Si tiene dificultades, haga correcciones a su bosquejo al definir las formas positivas para después comprobar si las formas negativas se ajustan.

Una hoja de plexiglás de 8.5″ × 11″ (disponible en la mayoría de las cristalerías) es una excelente herramienta para desarrollar la capacidad del bosquejado. Con un marcador de borrado en seco, sostenga el plexiglás frente a un objeto y trace su contorno sobre el plexiglás. Si no se mueve, el bosquejo debe coincidir con el contorno del objeto de manera exacta. Baje el plexiglás y vea la orientación de las líneas. ¿Son lo que esperaba?

Trate de mirar el objeto y dibujar el bosquejo con el plexiglás apoyado sobre su escritorio o sus rodillas. Después, suba el plexiglás y vea si el dibujo coincide con el objeto.

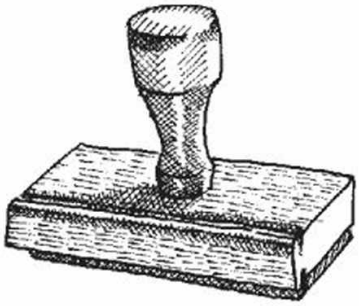
Para desarrollar la capacidad de bosquejado, trate de dibujar objetos cotidianos como la tostadora, la impresora o la lámpara, o bien, vistas exteriores e interiores de los edificios y equipos.



(Lockhart, Shawna D., Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a, © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con permiso de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

www.FreeLibros.me

3.13 Sello de goma.



3.14 Achurado. (Lockhart, Shawna D.; Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a, © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

Punto de vista

Cuando bosqueje, tenga en cuenta que debe mantener un ***punto de vista*** consistente, como lo hace una cámara. Es como dibujar una imagen de un libro: no puede moverse alrededor del objeto, porque al moverse tiene una vista diferente del objeto, dependiendo de dónde se encuentre.

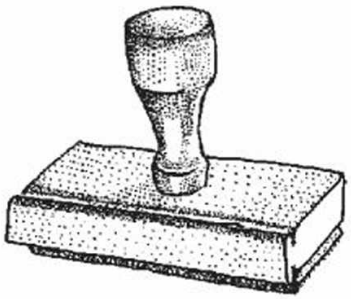
En ocasiones las personas tienen dificultad para bosquejar porque quieren mostrar partes del objeto que en realidad no pueden observarse desde un punto de vista único. Por ejemplo, si sabe que el mango del sello de goma que se muestra en la figura 3.13 parece circular desde la parte superior, puede tener la tentación de mostrarlo redondo, aunque parezca elíptico desde su punto de vista.

Cuando usted esté bosquejando un objeto en forma pictórica, deje de lado por un momento su conocimiento de las formas que en realidad forman el objeto y examine cuidadosamente las formas que se ven desde un punto de vista único y estático. En este tipo de bosquejo, en vez de tratar de concebir el objeto como *es*, intente sólo plasmarlo tal como se *ve*.

Sombreado

Cuando a su bosquejo se le agrega un ***sombreado*** éste suele adquirir un aspecto más realista, ya que representa la forma en que el objeto real refleja la luz. Sombreado no quiere decir "coloreado". Es posible que usted quiera sombrear sólo las áreas con una sombra más prominente. En primer lugar, identifique las áreas más oscuras y más claras sobre un objeto. Si lo desea, puede sombrear con diferentes tonos medios, colocados tal y como se ven en el objeto.

De alguna manera, el sombreado es como hacer un dibujo dentro de un dibujo, porque depende de la identificación de formas. Cuando usted sombrea, en vez de identificar las formas de los contornos del objeto, identifica la forma y oscuridad relativa de las sombras.



3.15 Punteado. (Lockhart, Shawna D.; Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a, © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

Las líneas de ***achurado***, que se muestran en la figura 3.14, y el ***punteado***, que se presenta en la figura 3.15, son métodos de uso común para agregar sombras porque son más fáciles de reproducir con fotocopiadora que los tonos continuos de sombreado a lápiz. En la ilustración puede verse que las áreas sombreadas se oscurecen con sólo añadir más líneas de achurado o una mayor densidad de puntos.

No es raro que las personas dibujen los contornos a mano y añadan rellenos sombreados en forma digital mediante una exploración del contorno. Las sombras con marcador constituyen otro método popular de sombreado (figura 3.16).

3.16 Sombreado con marcador en un bosquejo de concepto. (Cortesía de Douglas Wintin).

www.FreeLibros.me

Independientemente de cómo se aplique el sombreado, oscurezca el contorno para definir la forma de manera clara y firme. Recuerde que cuando usted se está comunicando mediante un dibujo, el tema debe ser claro. Para hacer que el tema, en este caso un sello de goma, sea claro, hágalo destacar con líneas de contorno gruesas y oscuras.

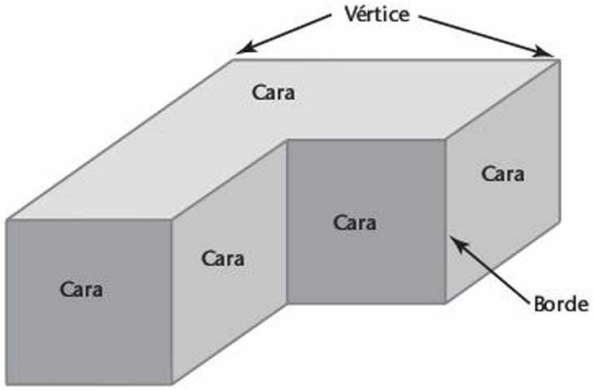
Bordes y vértices

Bordes

Un ***borde*** del sólido se forma donde se cruzan dos superficies. Los bordes se representan en los dibujos mediante líneas visibles u ocultas (figura 3.17).

Vértices

Un ***vértice*** de un sólido se forma donde tres o más caras se intersecan. El extremo de un borde es un vértice. Estos vértices o "puntas" son muy útiles en la definición de las características de un objeto sólido que se desee bosquejar (figura 3.17).

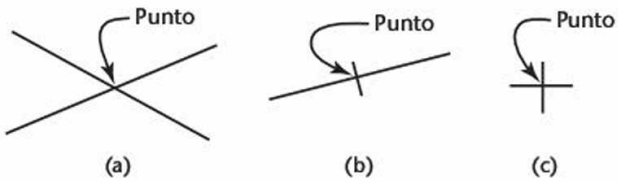


3.17 Bordes y vértices de un sólido.

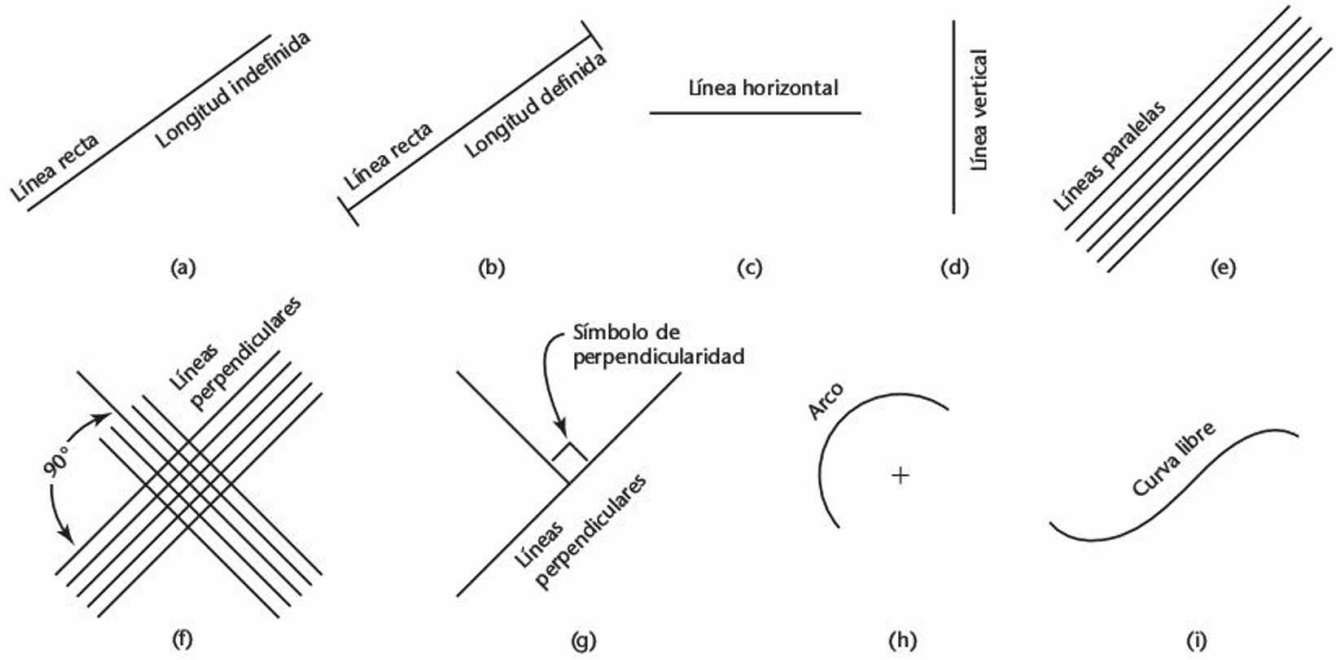
Puntos y líneas

Para representar una ubicación en el espacio se usa un ***punto***, pero no tiene anchura, altura o profundidad (figura 3.12). En un dibujo, un punto se representa mediante la intersección de dos líneas (figura 3.18a), por medio de una barra corta que cruza una línea (figura 3.18b), o mediante una pequeña cruz (figura 3.18c). No lo represente simplemente mediante un punto sobre el papel. Esto hace que el dibujo luzca "sucio" y no sea tan preciso.

En los dibujos, una ***línea*** se usa para representar el borde de un objeto sólido. Una línea recta es la distancia más corta entre dos puntos y por lo común se conoce simplemente como una "línea". Si la extensión de una línea es indefinida y en el dibujo la longitud no es una cuestión crucial, entonces los extremos no se marcan (figura 3.19a). Si los extremos de la línea son importantes, éstos se marcan dibujando pequeñas barras (figura 3.19b). En las figuras 3.l9c a i se ilustran otros términos comunes. Las líneas rectas o curvas son paralelas si la distancia más corta entre ellas se mantiene constante. El símbolo común de las líneas paralelas es ||, y el de las líneas perpendiculares es ⊥. Dos líneas perpendiculares se pueden marcar con una "caja" como se muestra en la figura 3.19g. Tales símbolos pueden usarse en los bosquejos, pero no en los dibujos de producción.

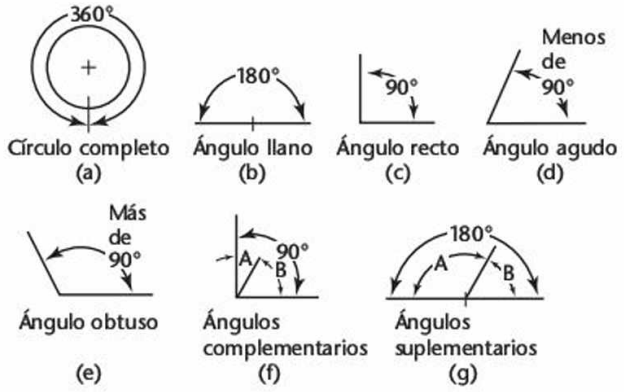


3.18 Representación de puntos.



3.19 Representación de líneas.

www.FreeLibros.me



3.20 Presentación de ángulos.

Ángulos

Un ***ángulo*** se forma mediante dos líneas que se intersecan. Un símbolo común para el ángulo es ∠.

En un círculo completo hay 360 grados (360°), como se muestra en la figura 3.20a. Un grado se divide en 60 minutos (60'), y un minuto se divide en 60 segundos (60"). El valor del ángulo es de 37°26'10" y se lee 37 grados, 26 minutos y 10 segundos. Cuando se indican los minutos solos, el número de minutos debe ir precedido de 0°, como en 0°20'. Si el valor de los minutos se menciona solo, sin mostrar el valor cero, podría confundirse con una medición de distancia. Por ejemplo, 20 minutos y 10 segundos escrito como 20'10" se podría confundir con 20 pies y 10 pulgadas.

En la figura 3.20 se ilustran los diferentes tipos de ángulos. Dos ángulos son complementarios si suman 90° (figura 3.2f) y son suplementarios si suman 180° (figura 3.20g).

En el bosquejado, la mayoría de los ángulos pueden estimarse. Si es necesario use un transportador para dibujar ángulos singulares.

Dibujos y bosquejos

Las siguientes son habilidades importantes a tener en cuenta para realizar bosquejos y dibujos:

1. *Precisión.* Ningún dibujo es útil a menos que la información se muestre correctamente.
2. *Velocidad.* En la industria el tiempo es dinero. Trabaje con más inteligencia y aprenda a utilizar las técnicas para acelerar sus bosquejos y dibujos en CAD y seguir produciendo resultados limpios y precisos.
3. *Legibilidad.* Un dibujo es un medio de comunicación con los demás, por lo que debe ser claro y legible. Preste atención a los detalles. Algunas cosas que pueden parecer puntillosas y demasiado pequeñas mientras está dibujando, pueden resultar significativas y ahorrar dinero o incluso salvar vidas cuando el producto esté construido.
4. *Limpieza.* Si el dibujo debe ser preciso y legible, también debe ser limpio.

LA PRECISIÓN CUENTA

La precisión y la legibilidad de los dibujos es un asunto serio, como se demuestra en este artículo de la revista *New Scientist* acerca de la vertiginosa caída de la sonda *Génesis* en septiembre de 2004.

(Cortesía de la NASA).

Vertiginosa caída de una sonda

Se podría pensar que para este momento, la NASA debería ser capaz de distinguir entre arriba y abajo. No así en el caso de su cápsula espacial *Génesis*, que se desplomó en el desierto de Utah en vez de descender suavemente con un paracaídas para que los pilotos de los helicópteros de maniobra pudieran halar con seguridad.

Desde su lanzamiento en agosto de 2001 la cápsula había estado recogiendo preciosas partículas de viento solar que nos habrían dicho algo sobre la composición del sistema solar. Pero después de entrar de nuevo en la atmósfera terrestre el 8 de septiembre de 2004, *Genesis* se hundió en el suelo y gran parte de su carga se perdió.

El 15 de octubre los investigadores publicaron sus conclusiones preliminares, culpando de la caída a "un error de diseño que involucra la orientación de los dispositivos interruptores de gravedad". ¿Eh?

Los cuatro pequeños interruptores cilíndricos fueron diseñados para detectar el reingreso y activar el paracaídas. Pero en los dibujos técnicos de Lockheed Martin se trazaron al revés, por lo que se instalaron de la manera equivocada, a pesar de que Michael Ryschkewitsch, de la NASA, quien dirigió la investigación, se mostró reacio a usar esas palabras exactas. Los interruptores jamás detectaron el reingreso. En otra misión de recolección de muestras llamada Stardust, se instalaron unos dispositivos similares. Ryschkewitsch cree que estos sí se instalaron en la posición correcta.

(Cortesía de la revista *New Scientist*).

www.FreeLibros.me

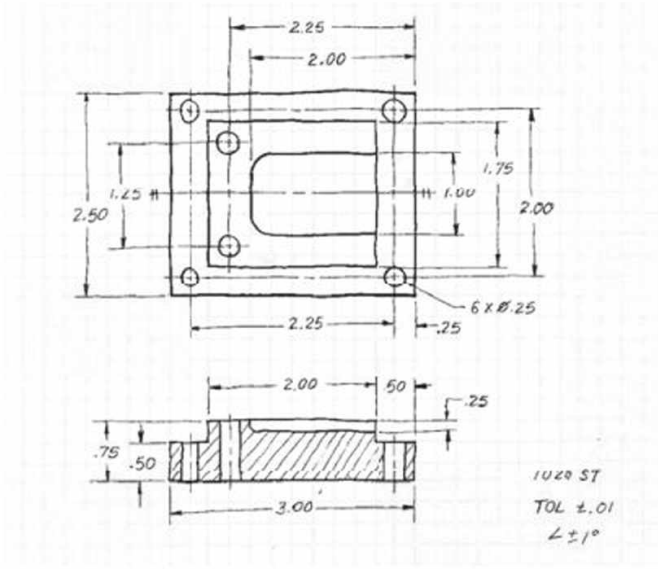
Bosquejado a mano alzada

Los bosquejos a mano alzada son una forma útil de organizar sus pensamientos y registrar sus ideas. Proporcionan una manera rápida y poco costosa de explorar varias soluciones a los problemas de diseño con el fin de que puedan realizarse las mejores opciones. Si usted invierte demasiado tiempo en la creación de un diseño detallado antes de explorar sus opciones mediante bosquejos, esto puede resultarle costoso.

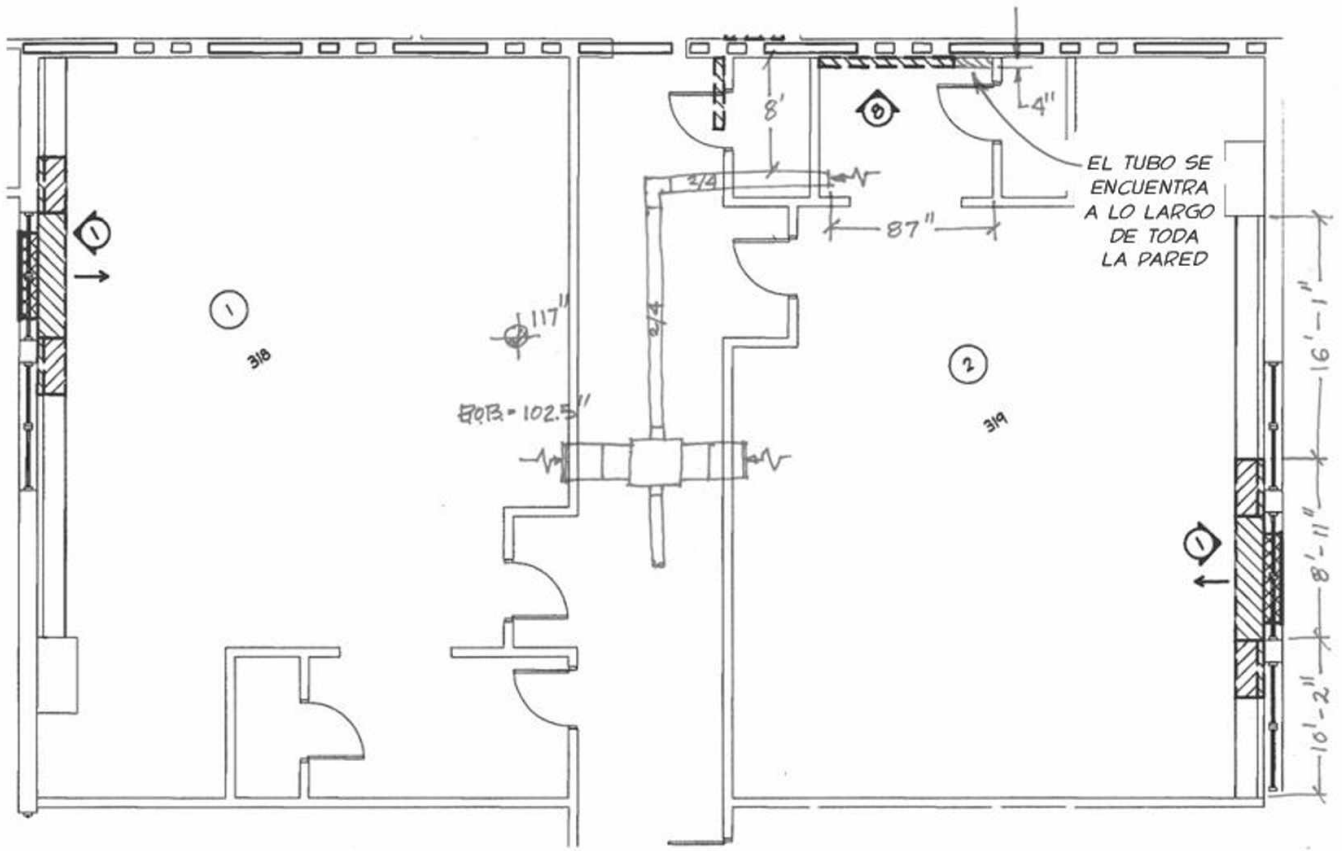
El grado de precisión necesario en un bosquejo determinado depende de su uso. El bosquejado rápido para complementar descripciones verbales puede resultar burdo e incompleto. Los bosquejos pueden usarse para transmitir información importante y precisa cuando están dibujados con claridad y tienen anotaciones legibles.

Para el bosquejado a mano alzada sólo se requiere papel, lápiz y goma de borrar. El dominio de las técnicas que se estudian en este capítulo para mostrar dibujos rápidos con una sola vista, en perspectiva, oblicuos e isométricos, empleando los buenos métodos para el trazado a mano alzada, le dará una valiosa herramienta para comunicar sus ideas.

El término ***bosquejo a mano alzada*** no significa un dibujo descuidado. Como se muestra en la figura 3.21, un bosquejo a mano alzada presta atención a la proporción, la claridad y los anchos de línea correctos. En la figura 3.22 se muestra un dibujo de construcción con elementos corregidos esbozados sobre el dibujo de CAD impreso.



3.21 Bosquejo en papel gráfico. *Los bosquejos se usan también para aclarar la información sobre cambios en el diseño o para proporcionar información sobre la reparación de equipos existentes.*



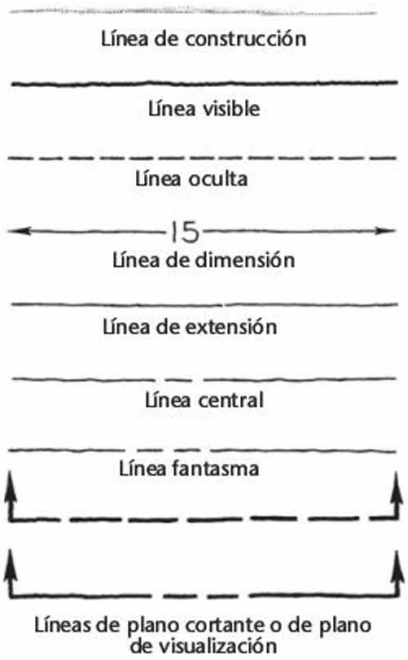
3.22 Dibujo de construcción con elementos corregidos que se bosquejan sobre un dibujo de CAD impreso.

www.FreeLibros.me

3.1 TÉCNICA DE LÍNEAS

La diferencia principal entre un dibujo y un bosquejo a mano alzada radica en el carácter o la técnica de las líneas. No se espera que una buena línea a mano alzada sea rígidamente recta y o exactamente uniforme. Una buena línea a mano alzada muestra libertad y variedad, mientras que una línea trazada usando CAD o instrumentos debe ser exacta. Sin embargo, es importante distinguir entre los patrones de línea para hacer que su dibujo sea legible.

Los ***patrones de línea*** de la figura 3.23 son ejemplos de una línea a mano alzada de buena calidad. En la figura 3.24 se presentan ejemplos de buena y mala técnica.



3.23 Alfabeto de líneas trazadas a mano alzada y en tinta (tamaño completo).

Grosores de línea

- Haga las líneas de dimensión, de extensión y centrales delgadas, exactas y negras.
- Haga las líneas ocultas medias y negras.
- Haga las líneas visibles y de plano cortante gruesas y negras.
- Haga las líneas de construcción gruesas y de color claro.

SUGERENCIA

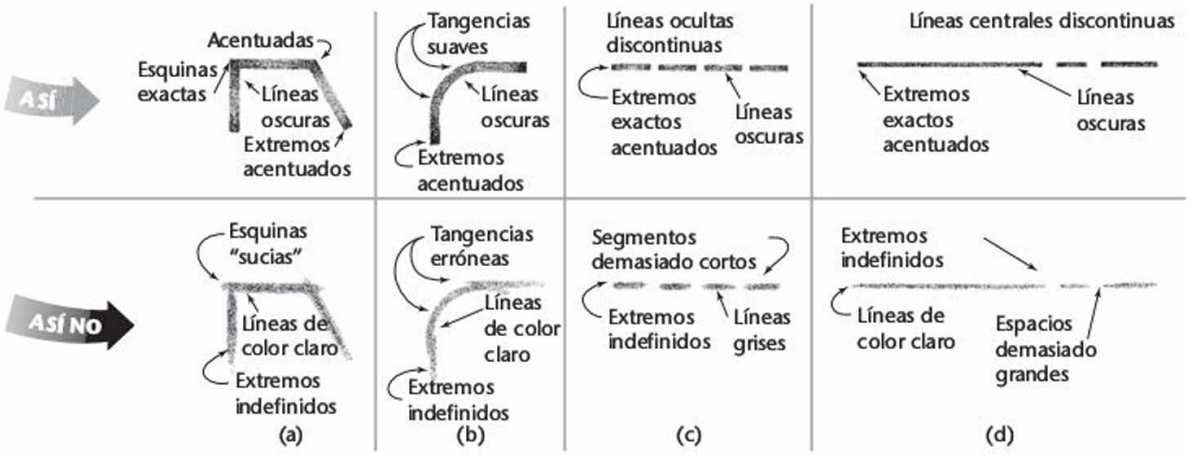
Incluso en los dibujos a mano alzada, las líneas gruesas deben tener el doble de anchura que las líneas finas.

Los espesores no tienen que ser exactos, pero debe haber una diferencia obvia entre las líneas gruesas y las delgadas.

Debido a que las líneas visibles y las líneas de plano cortante son los dos patrones de línea gruesa, las demás líneas deben ser claramente más delgadas.

Para dibujar a mano alzada las líneas gruesas y delgadas, es conveniente utilizar dos lápices, uno muy afilado para las líneas finas, y otro con menos punta para crear líneas gruesas.

A medida que la punta pierda su filo, cambie el lápiz afilado por el despuntado y afile el otro, de forma que siempre tenga un lápiz afilado y otro despuntado listos para usar.



3.24 Técnica de líneas (agrandado).

www.FreeLibros.me

3.2 BOSQUEJADO DE LÍNEAS RECTAS

En los bosquejos promedio, la mayoría de las líneas son rectas. Naturalmente, con la práctica las líneas rectas mejoran, pero los siguientes elementos básicos pueden ayudarle a mejorar rápidamente.

- Sostenga el lápiz de manera natural, a digamos 1" de la punta, y formando aproximadamente un ángulo recto con la línea que va a dibujar.
- Dibuje las líneas horizontales de izquierda a derecha, con movimientos libres y sencillos de la muñeca y el brazo.
- Dibuje las líneas verticales hacia abajo con movimientos de los dedos y la muñeca.

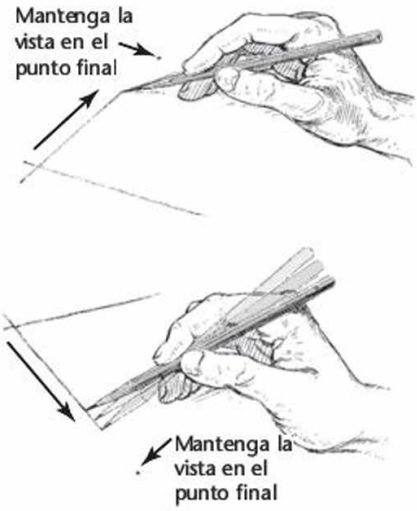
Esbozos en un dibujo a mano alzada

Con los años, los dibujantes a mano alzada han desarrollado todo tipo de trucos para mejorar su velocidad y precisión. Los métodos para encontrar puntos medios o esbozar rápidamente mediante líneas rectas verticales y horizontales son sólo algunos secretos del bosquejado técnico que pueden resultar útiles, incluso hoy en día. Cuando se presenta una gran idea, o cuando es necesario hacer un bosquejo rápido durante una reunión o en un sitio de trabajo, quizás no tenga acceso a un sistema CAD, o ni siquiera cuente una regla.

SUGERENCIAS

Dibujo de líneas largas a mano alzada

Para las líneas largas a mano alzada, haga marcas de los extremos en color claro y deslice ligeramente el lápiz entre ellos, mantenga la vista en la marca hacia la cual se está moviendo. Cuando esté satisfecho con la precisión de sus trazos, aplique más presión para hacer una línea oscura.



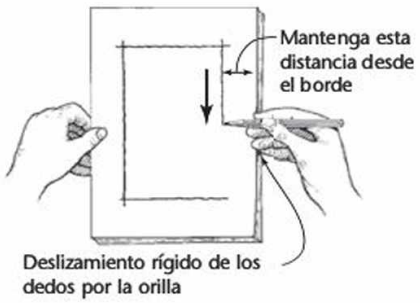
Si su línea se ve así, puede ser que esté sosteniendo el lápiz con demasiada fuerza o esforzándose demasiado por imitar las líneas mecánicas.

Las ondulaciones ligeras son aceptables, siempre y cuando la línea continúe en una trayectoria recta.

Las pequeñas discontinuidades ocasionales se aceptan y hacen que sea más fácil dibujar en línea recta.

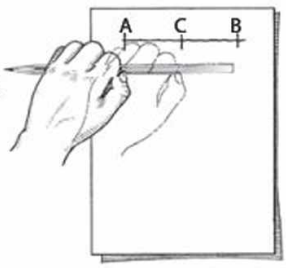
Esbozo de un borde a mano alzada

Sostenga rígidamente su mano y el lápiz y deslice las puntas de sus dedos a lo largo de la orilla del papel para mantener un borde uniforme.



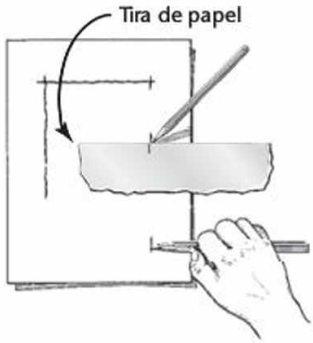
Localización del punto medio a mano alzada

Use su dedo pulgar sobre el lápiz para estimar la mitad de la distancia. Pruebe esta distancia en la otra mitad. Continúe ajustando hasta que encuentre el centro, entonces haga una marca.



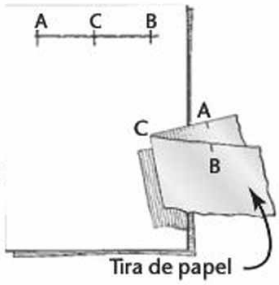
Esbozo de un borde usando una tira de papel

Marque la distancia en la orilla de una tarjeta o de una tira de papel y utilícela como una regla para marcar a intervalos, después, dibuje una línea final a través de los puntos.



Doblado de un papel para encontrar el punto medio

Marque la distancia total en el borde de una tira de papel y después doble el papel para localizar su centro en el doblez. Se puede doblar de nuevo a la mitad para encontrar los cuartos de la distancia, y así sucesivamente.



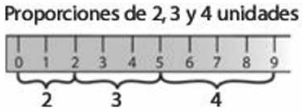
www.FreeLibros.me

DIVISIÓN DE LÍNEAS EN PARTES IGUALES O PROPORCIONALES

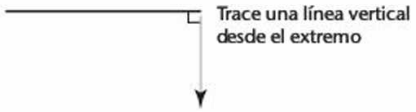
PASO a PASO

Partes proporcionales

Para dividir una línea dada en proporciones de (por ejemplo) 2, 3 y 4 unidades:

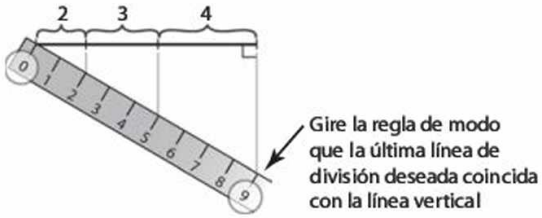


1. Dibuje una línea de construcción vertical en un extremo de la línea que se quiere dividir.



2. Coloque el punto cero de su regla en el otro extremo de la línea.

3. Gire la regla de modo que la unidad deseada caiga en la línea vertical. En este caso, será la de la novena unidad, puesto que $2 + 3 + 4 = 9$.



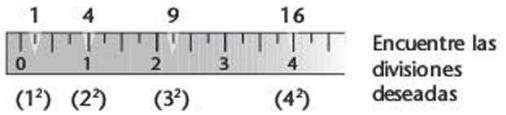
4. Dibuje líneas verticales hacia arriba desde las divisiones correspondientes en la regla y marque pequeñas barras que crucen la línea, como se muestra en la figura.

Partes iguales

Si utiliza divisiones uniformes para los pasos anteriores (por ejemplo, cada tercera división) se obtienen partes iguales. A continuación se dan ejemplos de aplicaciones prácticas para las líneas de división en partes iguales.

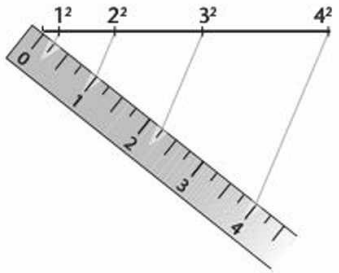
Proporciones calculadas

Para dividir una línea en proporciones iguales al cuadrado de 1, 2, 3 y 4 (1, 4, 9 y 16) encuentre 16 divisiones en su regla.



1. Coloque el punto cero de la regla en el extremo de la línea y trace una línea de construcción de color claro en cualquier ángulo conveniente desde un extremo de la línea que quiere dividir hasta la división apropiada de la regla. En este caso, la cuarta marca corresponde a 16 divisiones iguales desde 0.

2. Dibuje líneas de construcción paralelas a la línea del extremo a través de cada división proporcional de la regla.

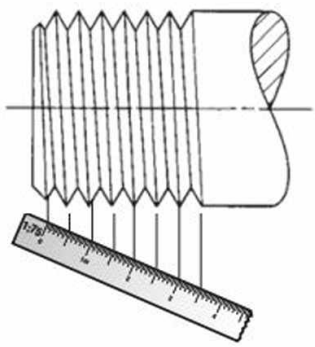


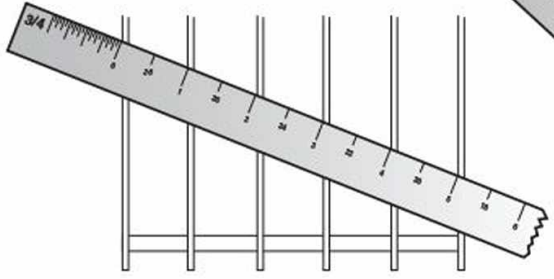
SUGERENCIA

Exageración de líneas paralelas muy próximas

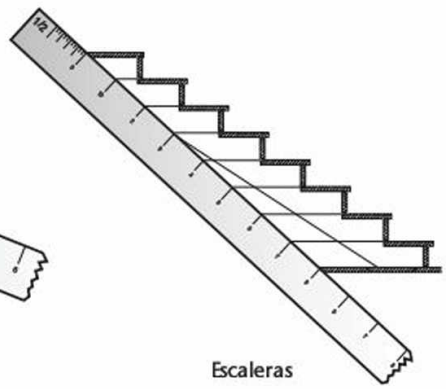
En ocasiones es útil exagerar la distancia entre líneas paralelas muy próximas para que el espacio entre ellas no aparezca como rellenado cuando se reproduzca el dibujo.

Por lo general, esto se hace para un máximo de 3 mm o .120". Cuando se utiliza CAD es mejor dibujar los objetos a tamaño real e incluir un detalle que muestre el espacio real.


Rosca



Elementos uniformes



Escaleras

www.FreeLibros.me

3.25 Muchos objetos tienen elementos redondeados cuya representación requiere círculos, arcos y elipses exactos. (Tim Ridley © Dorling Kindersley).

3.3 BOSQUEJADO DE CÍRCULOS, ARCOS Y ELIPSES

Círculos

Los círculos y arcos pequeños pueden bosquejarse con uno o dos trazos sin ningún esbozo previo.

Las plantillas de círculos facilitan el trazado de círculos precisos con distintos tamaños. Haga pruebas con los distintos métodos que han diseñado los dibujantes para bosquejar círculos de tamaños precisos, ya que las herramientas de dibujo disponibles pueden variar en diferentes circunstancias. La figura 3.25 muestra un objeto con características redondeadas que puede bosquejarse usando círculos, arcos y elipses.

SUGERENCIA

El compás a mano alzada

Si usa su mano como un compás, puede crear círculos y arcos con una precisión sorprendente después de unos minutos de práctica.

1. Coloque la punta de su dedo meñique o la articulación de los nudillos de su dedo meñique en el centro.
2. "Deslice" el lápiz hasta el radio que desea, como lo haría con un compás.
3. Mantenga rígidamente esta posición y gire el papel con su mano libre.

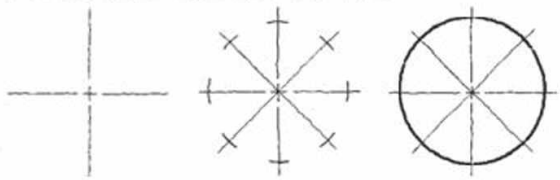
MÉTODOS PARA BOSQUEJAR CÍRCULOS

PASO a PASO

Método del cuadrado envolvente

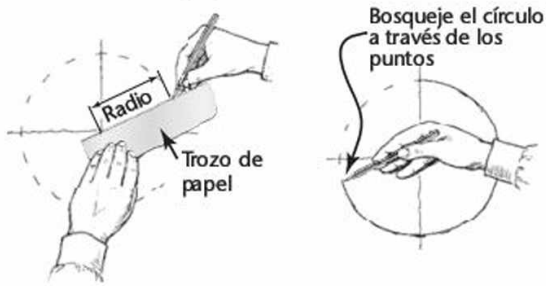
1. Esboce ligeramente un cuadro envolvente y marque el punto medio de cada lado.
2. Dibuje ligeramente arcos que conecten los puntos medios.
3. Oscurezca el círculo final.

Método de la línea central



1. Bosqueje las dos líneas centrales del círculo.
2. Agregue líneas radiales a 45° y bosqueje arcos de color claro a través de éstas a una distancia radial estimada desde el centro.
3. Oscurezca el círculo final.

Método del papel



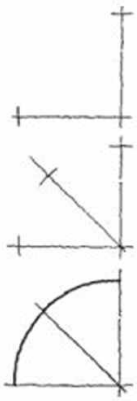
1. Marque el radio estimado en el borde de una tarjeta o de un trozo de papel y marque midiendo desde el centro tantos puntos como desee.
2. Dibuje el círculo final a través de esos puntos.

www.FreeLibros.me

PASO a PASO

MÉTODOS PARA BOSQUEJAR ARCOS

Método del radio

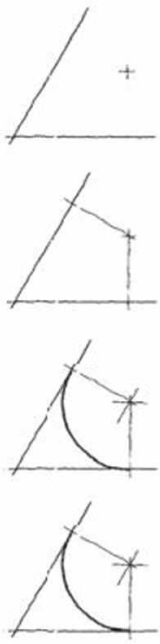


1. Localice el centro del arco y esboce en forma ligera líneas perpendiculares. Marque la distancia del radio a lo largo de las líneas.
2. Dibuje una línea a 45° a través del punto central y marque la distancia del radio a lo largo de ésta.
3. Bosqueje en forma ligera el arco como se muestra en la figura. Oscurezca el arco final.

Método del compás de vara

1. Localice el centro del arco y trace ligeramente líneas perpendiculares. Marque la distancia del radio a lo largo de las líneas.
2. Marque la distancia del radio en una tira de papel y utilícela como un compás de vara.
3. Trace ligeramente el arco y después oscurezca el arco final.

Método de la tangente

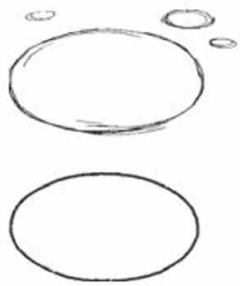


Use los siguientes pasos para dibujar arcos bosquejados sobre puntos de tangencia.

1. Localice el centro del arco y trace las líneas a las que es tangente.
2. Dibuje líneas perpendiculares desde el centro hasta las líneas tangentes.
3. Dibuje el arco tangente a las líneas que terminan en las líneas perpendiculares.
4. Oscurezca el arco y después las líneas desde los puntos de tangencia.

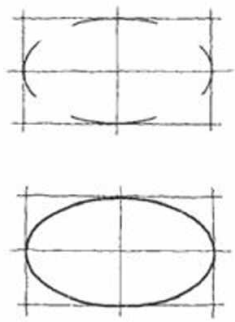
MÉTODOS PARA DIBUJAR ELIPSES

Método de la mano alzada



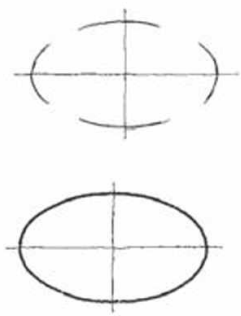
1. Descanse su peso sobre la parte superior del antebrazo y mueva rápidamente el lápiz sobre el papel en una trayectoria elíptica.
2. Baje el lápiz para dibujar elipses de color muy claro.
3. Oscurezca la elipse final.

Método del rectángulo



1. Trace ligeramente un rectángulo envolvente.
2. Marque el punto medio de cada lado y bosqueje arcos tangentes de color claro, como se muestra en la figura.
3. Oscurezca la elipse final.

Método de los ejes



1. Trace ligeramente los ejes mayor y menor de la elipse.
2. Marque la distancia a lo largo de los ejes y esboce ligeramente la elipse.
3. Oscurezca la elipse final.

Método del compás de vara

Para bosquejar elipses precisas, puede hacer un compás de vara.

1. Marque la *mitad* de la longitud deseada para el eje menor en el borde de una tira de papel (*A*-*B*). Con el mismo punto de partida, marque la *mitad* de la longitud deseada para el eje mayor (*A*-*C*). (Las mediciones se superpondrán).
2. Alinee los dos últimos puntos del compás de vara (*B* y *C*) sobre los ejes y marque un punto pequeño en la ubicación del primer punto (*A*).
3. Mueva el compás de vara a diferentes posiciones, manteniendo *B* y *C* sobre los ejes, y marque más puntos en *A*. Dibuje la elipse final a través de los puntos.

www.FreeLibros.me

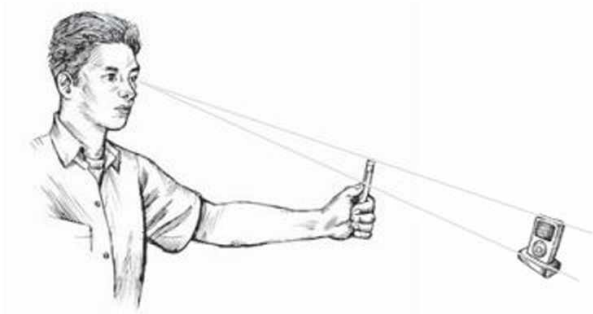
3.26 Un círculo visto como una elipse.

Bosquejado de arcos

La elaboración de bosquejos de arcos es parecida a bosquejar círculos. En general, es más fácil sostener el lápiz en el interior de la curva. Mire de cerca las construcciones geométricas reales y aproxime cuidadosamente los puntos de tangencia con el fin de que el arco toque una línea u otra entidad en el punto correcto.

Bosquejado de elipses

Si un círculo se inclina desde su punto de vista, aparece como una elipse. En la figura 3.26 se muestra una moneda vista de modo que parece ser una elipse. Usted puede aprender a bosquejar elipses pequeñas con un movimiento de brazo libre similar a como se dibujan los círculos, o bien usar como ayuda plantillas de elipses que facilitan el trazado de estas figuras. Las plantillas suelen agruparse de acuerdo con qué tanto debe girarse una forma circular para formar la elipse. En cada plantilla se proporciona una serie de tamaños de elipse, pero generalmente incluye sólo una o dos rotaciones típicas.



3.27 Estimación de dimensiones.

3.4 CONSERVACIÓN DE PROPORCIONES

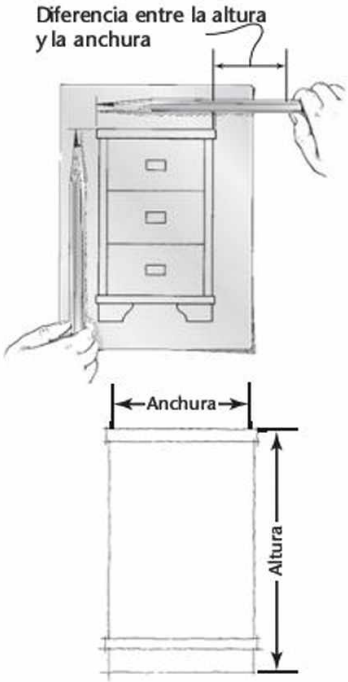
Por lo general, los bosquejos no se hacen a una escala específica, aunque en ocasiones puede ser útil elaborarlos de esa manera. El tamaño del bosquejo depende de su complejidad y del tamaño de papel disponible. La regla más importante en el bosquejo a mano alzada es mantener el dibujo en ***proporción***, lo cual significa representar con precisión el tamaño y la posición de cada parte en relación con el todo. No importa lo brillante que sea la técnica o lo bien dibujado que estén los detalles, si las proporciones se pierden, el bosquejo no se ve bien.

Para conservar las proporciones, primero determine las proporciones relativas de altura y anchura y esbócelas con suavidad. Puede marcar una unidad en el borde de una tira de papel o usar un lápiz (como en la figura 3.27) para medir cuántas unidades de ancho y alto tiene el objeto. El papel cuadriculado puede ayudarle a mantener las proporciones mediante una escala propia (contando los cuadros). A medida que esboza las áreas de tamaño medio y finalmente dibuja los pequeños detalles, compare cada nueva distancia con las que ya están establecidas.

CONSERVACIÓN DE PROPORCIONES EN UN BOSQUEJO

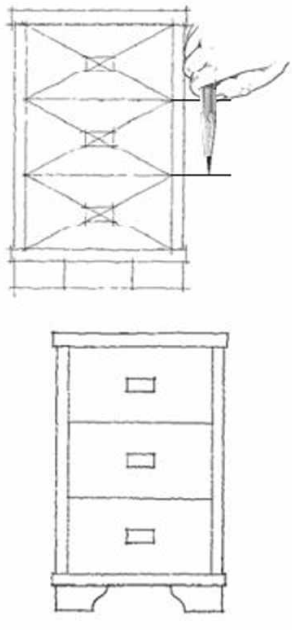
PASO a PASO

1 Si está trabajando en una imagen dada, como este gabinete, primero debe establecer la anchura relativa en comparación con la altura. Una forma consiste en usar el lápiz como una vara para medir. En este caso, la altura es aproximadamente 1-3/4 veces el ancho.



2 Trace el rectángulo envolvente en la proporción correcta. Este bosquejo debe ser ligeramente más grande que la imagen dada.

3 Divida el espacio disponible para los cajones en tres partes usando prueba y error con el lápiz. Sostenga el lápiz en el lugar donde considere que está una tercera parte y luego pruebe esa medida. Si es demasiado corta o larga, ajústela y vuelva a intentarlo. Bosqueje diagonales de color claro para localizar los centros de los cajones y esboce las manijas de cada cajón. Bosqueje todos los detalles restantes.



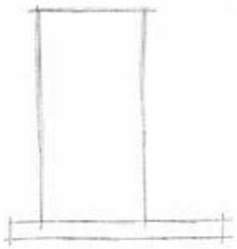
4 Oscurezca todas las líneas finales, haciéndolas limpias, gruesas y negras.

www.FreeLibros.me

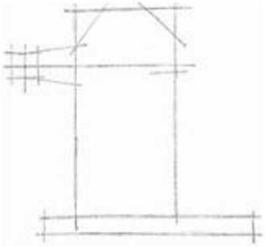
PASO a PASO

CÓMO ESBOZAR UN OBJETO IRREGULAR

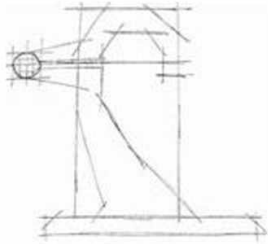
1 Capture las proporciones principales con líneas simples.



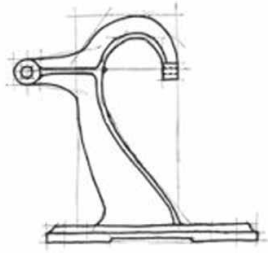
2 Esboce los tamaños generales y la dirección del flujo de las formas curvas.



3 Trace ligeramente los detalles adicionales.



4 Oscurezca las líneas del bosquejo completo.

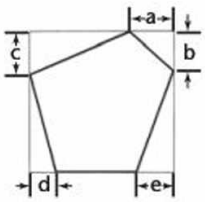


PASO a PASO

MÉTODOS GEOMÉTRICOS PARA BOSQUEJAR FIGURAS PLANAS

Bosquejo de un polígono por el método del triángulo

1 Divida el polígono en triángulos como se muestra en la figura. Use los triángulos como una ayuda visual para bosquejar la forma.

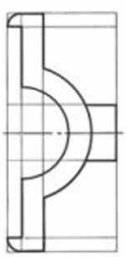


Bosquejo de un polígono por el método del rectángulo

1 Imagine un rectángulo dibujado alrededor del polígono como se muestra en la figura.

2 Bosqueje el rectángulo y después localice los vértices del polígono (puntos *a*, *b*, *c*, etc.) a lo largo de los lados del rectángulo.

3 Una los puntos para completar la forma.



Ayudas visuales para bosquejar figuras irregulares

1 Visualice las formas compuestas de contornos rectangulares y circulares, encerrando esos elementos en rectángulos.

2 Determine dónde están los centros de los arcos y círculos en relación con los rectángulos, como se muestra en la figura.

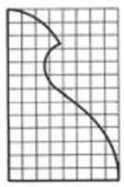
3 Bosqueje los elementos dentro de las formas rectangulares que ha esbozado en forma ligera y oscurezca las líneas finales.

Creación de formas irregulares, mediante mediciones de compensación

1 Encierre la forma en un rectángulo.

2 Utilice los lados del rectángulo como una referencia para hacer mediciones que localicen los puntos a lo largo de la curva.

Ampliación de formas usando una cuadrícula



1 Las formas curvas complejas pueden copiarse, ampliarse o reducirse a mano alzada, si es necesario.

2 Dibuje o superponga una cuadrícula sobre el dibujo original.

3 Para ampliar, dibuje el rectángulo envolvente y la cuadrícula en el porcentaje deseado y transfiera las líneas de la forma a través de los puntos correspondientes del nuevo conjunto de cuadros.

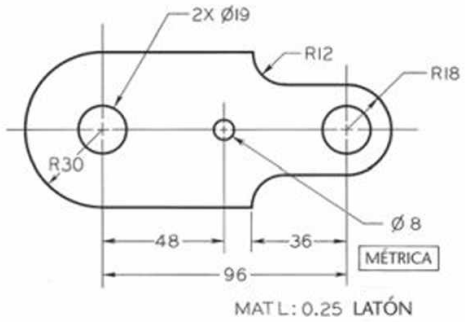
www.FreeLibros.me

3.5 DIBUJOS DE UNA VISTA

Con frecuencia, una sola vista acompañada de notas y dimensiones proporciona suficiente información para describir la forma de un objeto relativamente simple.

En la figura 3.28, una vista de la calza, más una nota que indica el espesor de 0.25 mm es suficiente.

Casi todos los ejes, pernos, tornillos y partes parecidas deben representarse mediante una sola vista como en este caso.

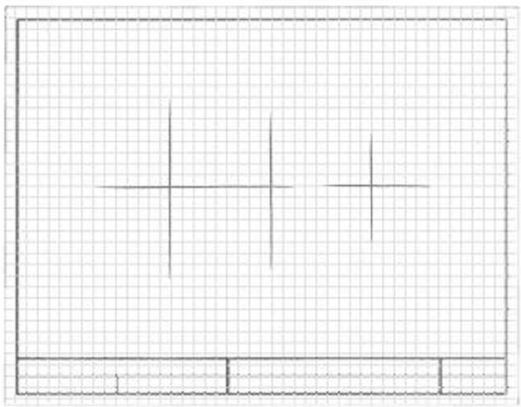


3.28 Dibujo con una vista de una calza.

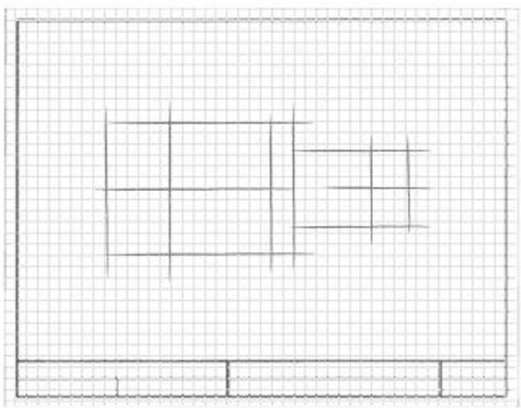
BOSQUEJADO DE UN DIBUJO CON UNA SOLA VISTA

Siga los pasos para bosquejar el dibujo con una sola vista de la calza que se muestra en la figura 3.28.

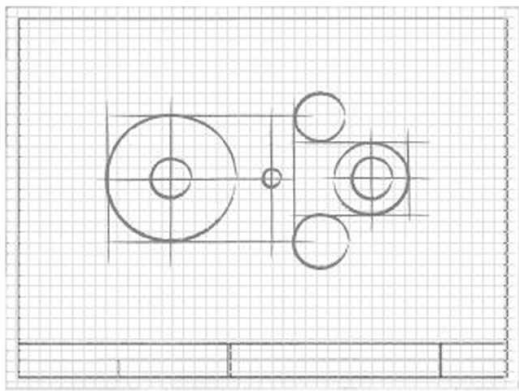
1 Bosqueje ligeramente las líneas centrales de la anchura y la altura totales de la pieza. Estime las proporciones generales visualmente o, si conoce las dimensiones, use una regla para bosquejar las vistas con el tamaño preciso. Deje un espacio exactamente igual a los lados del rectángulo envolvente respecto a los márgenes de la hoja.



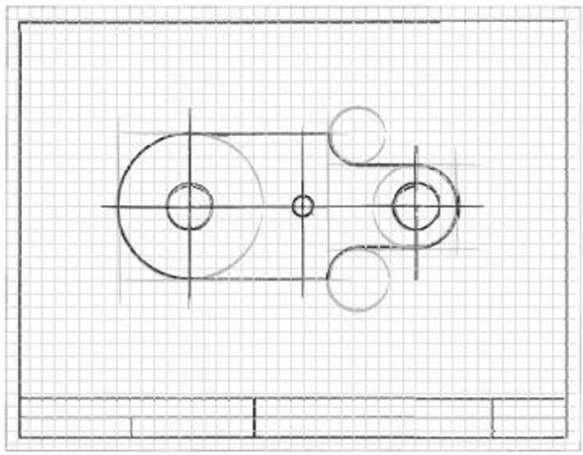
2 Esboce ligeramente todos los detalles, manteniendo las proporciones del dibujo en la mente. Como ayuda, use las técnicas presentadas en este capítulo.



3 Localice los centros de los círculos y arcos. Esbócelos en los sitios donde se insertan usando rectángulos. Después, bosqueje ligeramente todos los arcos y círculos.



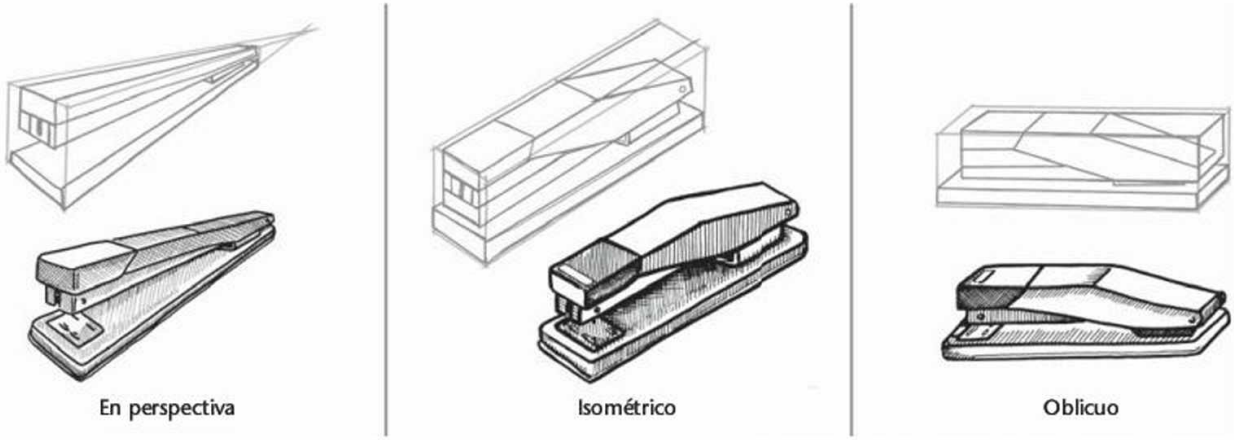
4 Oscurezca las líneas finales.



5 Agregue las anotaciones al dibujo empleando letras legibles. Llene el cuadro de títulos o la franja de títulos. Tenga en cuenta la escala del dibujo si esto es aplicable. En caso contrario, escriba NINGUNA en el área destinada a la escala en el cuadro de títulos.

PASO a PASO

www.FreeLibros.me



3.29 Tres tipos de bosquejos gráficos. (Lockhart, Shawna D.; Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication Through Graphics*, 1a, © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con permiso de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

3.6 BOSQUEJADO PICTÓRICO

Un ***bosquejo pictórico*** representa un objeto en 3D sobre una hoja de papel en 2D al orientar el objeto de modo que pueda verse su anchura, altura y profundidad en una sola vista.

Los bosquejos pictóricos se usan con frecuencia durante la fase de ideación del diseño de ingeniería para registrar ideas de forma rápida y comunicarlas a los demás. Su similitud con la forma en que el objeto se ve en el mundo real los hace útiles para comunicar los diseños de ingeniería a quienes no son ingenieros. Más adelante en el proceso de diseño, los dibujos pictóricos también se emplean para mostrar la forma en que las piezas se ajustan entre sí en un ensamble, y en catálogos de piezas y manuales para hacer más fácil la identificación de los objetos.

En este capítulo se describen tres métodos que se usan comúnmente para hacer bosquejos pictóricos: bosquejado isométrico, oblicuo y en perspectiva. En la figura 3.29 se muestran los bosquejos en perspectiva, isométrico y oblicuo de una engrapadora.

Cada uno de los métodos pictóricos difiere en la forma en que se localizan los puntos del objeto sobre el plano de visualización en 2D (la hoja de papel).

Un bosquejo en perspectiva presenta la vista más realista. Se muestra el objeto como podría parecer en una fotografía, las partes del objeto que están más lejos del observador aparecen más pequeñas, y las líneas se unen en la distancia.

Un bosquejo isométrico se dibuja de modo que las líneas no se unen en la distancia, sino que siguen siendo paralelas. Esto hace que las vistas isométricas sean fáciles de dibujar, pero se pierde algo de su apariencia realista.

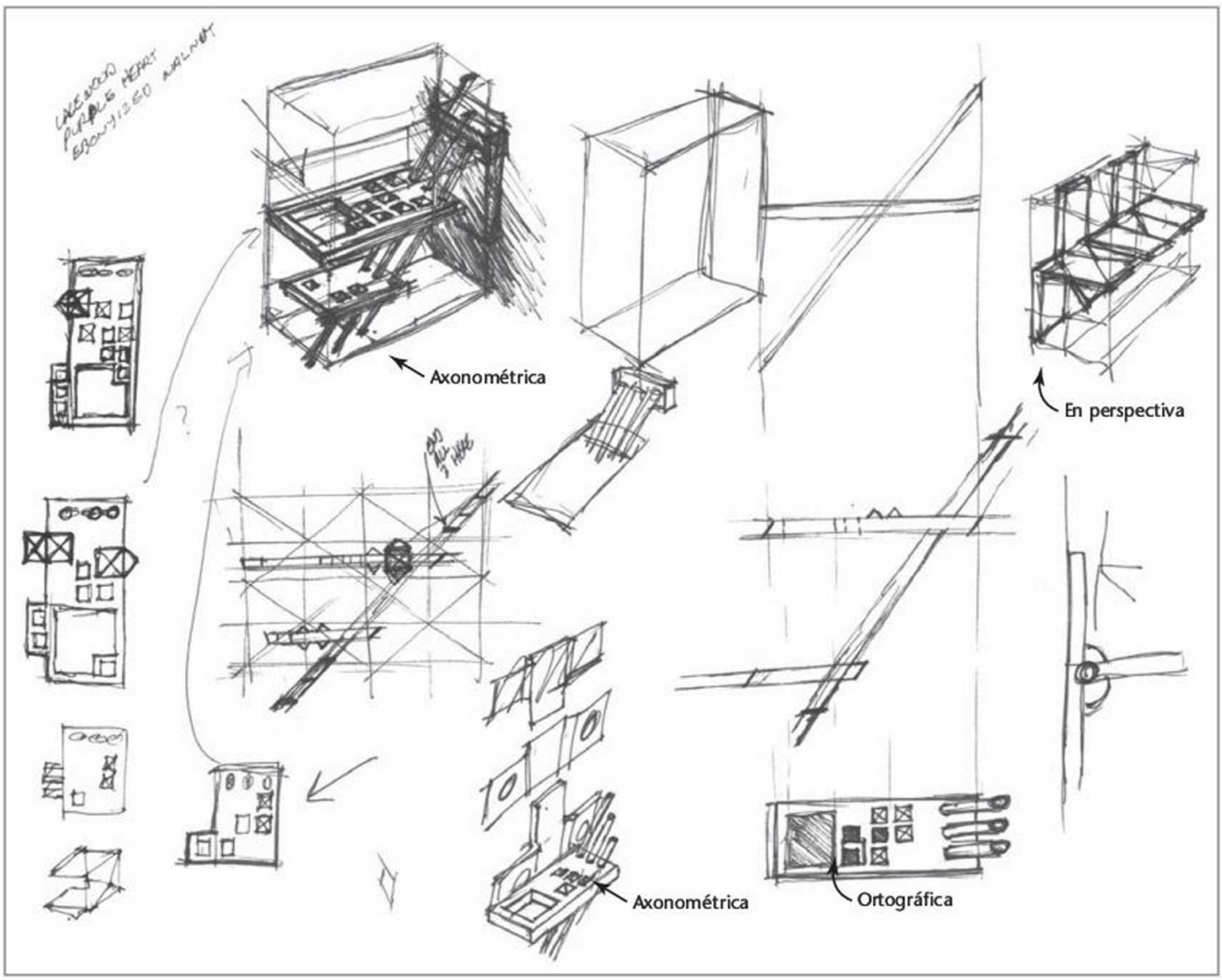
Un bosquejo oblicuo muestra la superficie frontal del objeto observado en línea recta, por lo que es fácil de crear; sin embargo, es la representación menos realista porque la profundidad del objeto parece estar fuera de proporción.

3.7 COMPRENSIÓN DE LOS DIBUJOS AXONOMÉTRICOS

En los catálogos, la literatura de ventas y el trabajo técnico, existen varios tipos de dibujos pictóricos que se usan ampliamente. A menudo se emplean en los dibujos de patente; en los diagramas de tubería; en los diseños de maquinaria, estructuras, arquitectura y en el diseño de muebles; así como en los bosquejos para la ideación. En la figura 3.30 se muestran los bosquejos de un estante de madera que son ejemplos de bosquejos axonométricos, ortográficos y en perspectiva.

La proyección axonométrica más común es la *isométrica*, que significa "de igual medida". Cuando se dibuja un cubo en forma isométrica, los ejes son equidistantes (120°). Aunque no son tan realistas como los dibujos en perspectiva, los dibujos isométricos son mucho más fáciles de dibujar. En el software de CAD, con frecuencia se muestran los resultados de los modelos 3D en pantalla como proyecciones isométricas. Algunos programas de software CAD le permiten elegir entre la representación isométrica, dimétrica, trimétrica o en perspectiva para renderizar los modelos 3D en la pantalla de la computadora en 2D. En el bosquejado, a veces las representaciones dimétrica o trimétrica producen una mejor vista que la isométrica, pero se dibujan en un mayor tiempo y, por lo tanto, se utilizan con menos frecuencia.

www.FreeLibros.me



3.30 Bosquejos para un estante de madera con técnicas de dibujo ortográficas, axonométricas y en perspectiva. *Las proyecciones axonométricas en este esquema se dibujan en forma isométrica.* (Cortesía de Douglas Wintin).

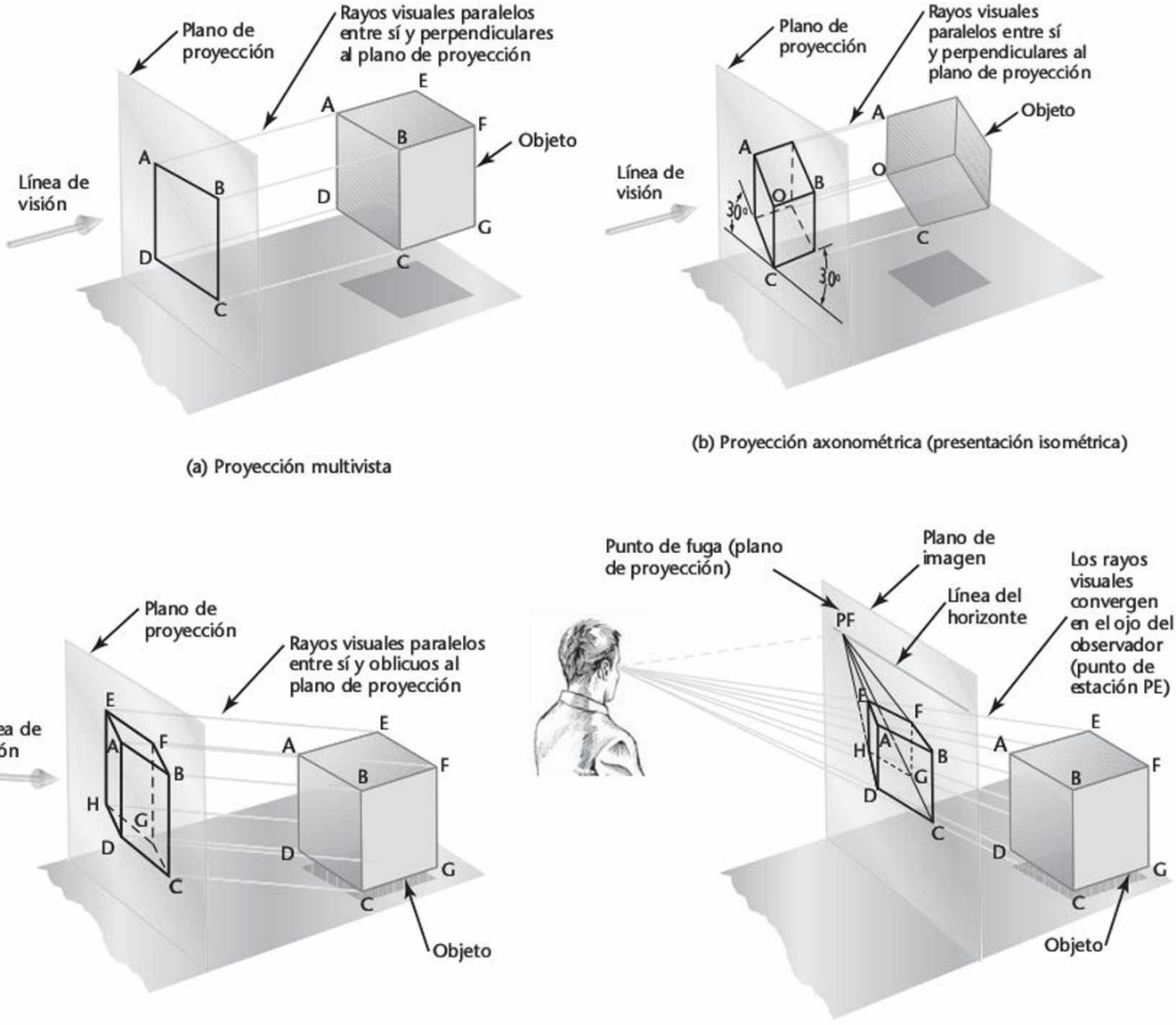
Métodos de proyección

En la figura 3.31 se ilustran los cuatro tipos principales de proyección. Todas las proyecciones, excepto la proyección multivista regular (figura 3.31a), son de tipo gráfico porque muestran varias partes del objeto en una sola vista. Tanto en la ***proyección multivista*** como en la ***proyección axonométrica*** los rayos visuales son paralelos entre sí y perpendiculares al plano de proyección. Ambas son ejemplos de ***proyección ortográfica*** (figura 3.31b).

En la ***proyección oblicua*** (figura 3.3lc) los rayos visuales son paralelos entre sí, pero forman un ángulo de 90° con el plano de proyección.

En la ***proyección en perspectiva*** (figura 3.31d) los rayos visuales se extienden desde el ojo del observador, o punto de estación (PE), hacia todos los puntos del objeto para formar un "cono de rayos", por lo que las partes del objeto que están más lejos del observador parecen ser más pequeñas que las que se encuentran más próximas.

www.FreeLibros.me



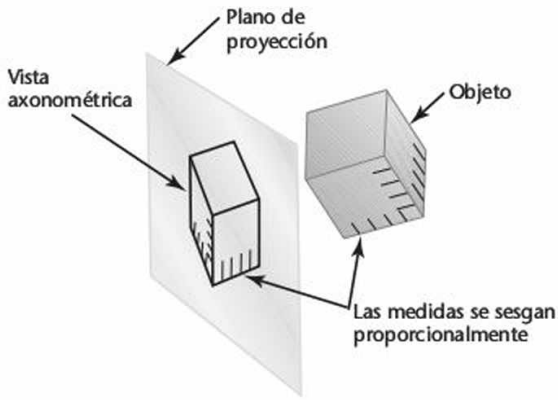
3.31 Cuatro tipos de proyección.

Tipos de proyección axonométrica

La característica que distingue la proyección axonométrica de la proyección multivista es la posición inclinada del objeto con respecto a los planos de proyección. Cuando una superficie o el borde del objeto no son paralelos al plano de proyección, el objeto aparece sesgado. Cuando un ángulo no es paralelo al plano de proyección, parece ser menor o mayor que el ángulo real.

Para crear una vista axonométrica, el objeto se inclina respecto a los planos de proyección para que todas las caras principales se muestren en una sola vista. Esto produce un dibujo gráfico fácil de visualizar, pero como los bordes y las superficies principales de los objetos están inclinados hacia el plano de proyección, las longitudes de las líneas están sesgadas.

www.FreeLibros.me



3.32 Las medidas se sesgan proporcionalmente de acuerdo con la magnitud de la inclinación.

Los ángulos entre las superficies y los bordes aparecen más grandes o más pequeños que el ángulo real. Hay una infinita variedad de formas en las que el objeto puede orientarse con respecto al plano de proyección.

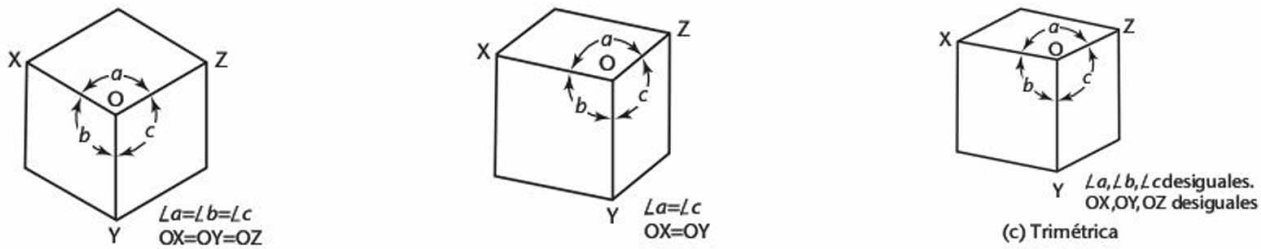
El grado de ***sesgo*** en cualquier línea depende del ángulo que forme con el plano de proyección. Cuanto mayor sea el ángulo, mayor será el sesgo. Si se determina el grado de sesgo para cada una de las tres aristas de un cubo que se cruzan en una esquina, resulta sencillo construir escalas para medir a lo largo de estos bordes o de cualesquier otras aristas paralelas a ellos (figura 3.32).

Use los tres bordes del cubo que se cruzan en la esquina más cercana a su punto de vista como los ejes axonométricos. En la figura 3.33 se muestran tres proyecciones axonométricas.

La ***proyección isométrica*** (figura 3.33a) tiene sesgos iguales a lo largo de las direcciones de cada uno de los tres ejes.

La ***proyección dimétrica*** (figura 3.33b) tiene sesgos iguales a lo largo de las direcciones de dos de los ejes, y un sesgo de magnitud diferente a lo largo del tercer eje. Esto se debe a que el objeto no se inclina una cantidad igual respecto a todos los planos principales de proyección.

La ***proyección trimétrica*** (figura 3.33c) tiene sesgos diferentes a lo largo de las direcciones de cada uno de los tres ejes. Esta vista se produce cuando un objeto se inclina de manera desigual respecto a todos los planos de proyección.



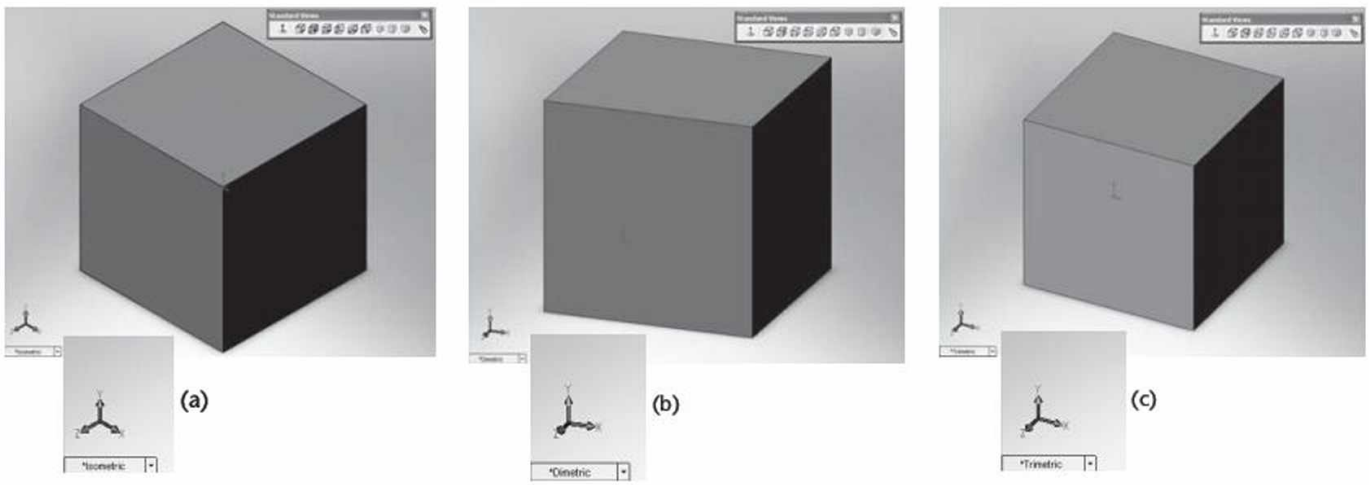
3.33 Proyecciones axonométricas.

www.FreeLibros.me

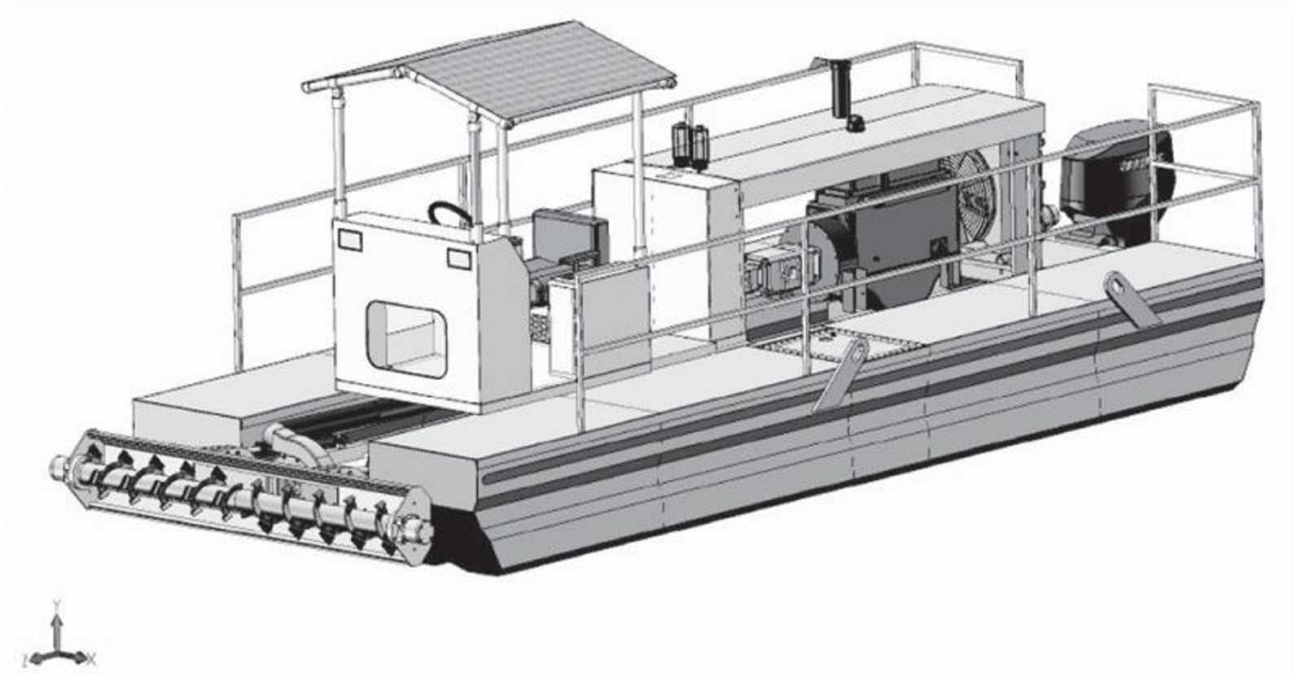
Proyecciones axonométricas y modelos en 3D

Cuando se crea un modelo CAD en 3D, el objeto se almacena de modo que los vértices, superficies y sólidos se definen en relación con un sistema de coordenadas en 3D. La vista del objeto puede girarse para producir una vista desde cualquier dirección. Sin embargo, la pantalla de la computadora es una superficie plana, como una hoja de papel. El software de CAD utiliza una proyección similar para producir las transformaciones de vista, creando vistas en 2D del objeto en la pantalla de la computadora. La mayor parte del software de CAD en 3D ofrece una variedad de direcciones isométricas de visualización preestablecidas para hacer más fácil la manipulación de la vista. Algún software de CAD también permite una fácil visualización perspectiva en pantalla.

Después de girar el objeto quizá desee volver a una posición predeterminada de vista axonométrica típica, como uno de los ejemplos que se muestran en la figura 3.34. En la figura 3.35 se presenta un modelo de CAD en 3D.



3.34 (a) Vista isométrica de un cubo de 1" mostrado en SolidWorks; (b) vista dimétrica; (c) vista trimétrica. (Cortesía de SolidWorks Corporation).

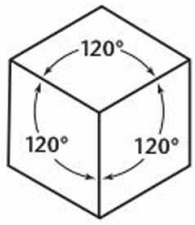


3.35 A menudo, los modelos complicados de CAD en 3D, como esta dragadora de SRS Crisafulli Inc., se ven en pantalla usando una proyección pictórica. Observe el sistema de coordenadas que se despliega en la parte inferior izquierda. (Cortesía de SRS Crisafulli, Inc.).

www.FreeLibros.me

3.8 PROYECCIÓN ISOMÉTRICA

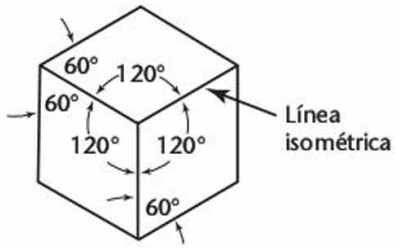
En una proyección isométrica, todos los ángulos entre los ejes axonométricos son iguales. Para producir una proyección isométrica, oriente el objeto de modo que sus bordes principales (o ejes) formen ángulos iguales con el plano de proyección y, por lo tanto, se sesguen en la misma magnitud. Orientado de esta forma, los bordes de un cubo se proyectan de manera que todos miden lo mismo y forman ángulos iguales entre sí (de 120°), como se muestra en la figura 3.36.



3.36 Proyección isométrica.

3.9 EJES ISOMÉTRICOS

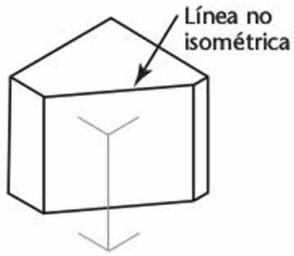
Las proyecciones de los bordes de un cubo hacen ángulos de 120° entre sí. Estos bordes pueden usarse como ***ejes isométricos*** para realizar mediciones. Cualquier línea paralela a uno de estos bordes se denomina *línea isométrica*. Los ángulos en la proyección isométrica del cubo son de 120° o 60°, y todos son proyecciones de ángulos de 90°. En una proyección isométrica de un cubo, las caras de éste y cualquier plano paralelo a las caras, se llama *plano isométrico*. Vea la figura 3.37.



3.37 Ejes isométricos.

3.10 LÍNEAS NO ISOMÉTRICAS

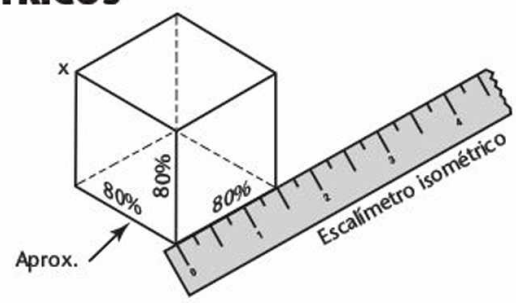
Las líneas de un dibujo isométrico que no son paralelas a los ejes isométricos se denominan ***líneas no isométricas*** (figura 3.38). Sólo las líneas de un objeto que se dibujan paralelas a los ejes isométricos se sesgan igualmente. Las líneas no isométricas se dibujan en ángulos distintos y no se sesgan de la misma manera. Por lo tanto, las longitudes de los elementos ubicados a lo largo de las líneas no isométricas no pueden medirse directamente con la escala desarrollada.



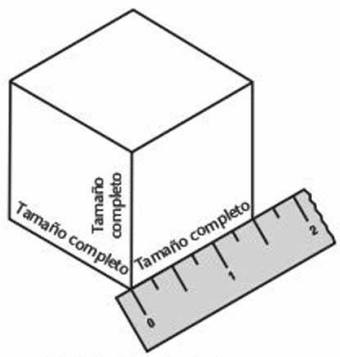
3.38 Bordes no isométricos.

3.11 ESCALÍMETROS ISOMÉTRICOS

Se puede emplear un escalímetro isométrico para dibujar de forma correcta proyecciones isométricas. Las distancias en esta escala son de $\sqrt{2/3} \times$ el tamaño verdadero, o de aproximadamente 80% del tamaño real. En la figura 3.39a se muestra un escalímetro isométrico. La mayoría de las veces, un bosquejo o un dibujo isométrico se crean empleando una regla estándar, como en la figura 3.39b, sin tomar en cuenta el sesgo que se produce en las superficies inclinadas al realizar un proyección verdadera.



(a) Proyección isométrica



(b) Dibujo isométrico

3.39 Escalas isométrica y ordinaria.

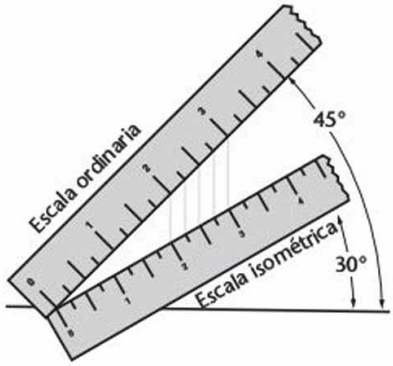
www.FreeLibros.me

SUGERENCIA

Cómo hacer una regla isométrica

Usted puede hacer una escala isométrica con una tira de papel o de cartón como se muestra aquí, colocando una regla común a 45° de una línea horizontal y la regla de papel a 30° de la misma línea horizontal. Para marcar los incrementos en la escala isométrica, dibuje líneas rectas (perpendiculares a la línea horizontal) desde las líneas de división en la regla común.

De manera alternativa, puede aproximarse a una escala isométrica. Las mediciones a escala de 9" = 1'−0, o la escala a tres cuartos del tamaño (o su equivalente métrico) pueden utilizarse como una aproximación.



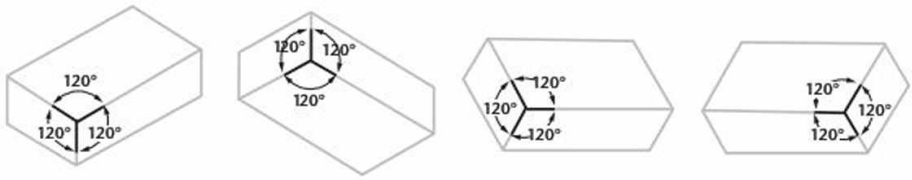
3.12 DIBUJOS ISOMÉTRICOS

Cuando usted hace un dibujo usando medidas sesgadas, o cuando el objeto en realidad se proyecta sobre un plano, esto se denomina *proyección isométrica* (figura 3.40a). Cuando usted hace un dibujo con las medidas a longitud completa del objeto real, es un ***bosquejo isométrico*** o ***dibujo isométrico*** (figura 3.40b) para indicar que no hay sesgo.

El dibujo isométrico es casi 25% más grande que la proyección isométrica, pero el valor pictórico es, obviamente, el mismo en ambos. Como los bosquejos isométricos se hacen con mayor rapidez, puesto que pueden usarse las medidas reales, éstos se realizan con más frecuencia.

Posiciones de los ejes isométricos

El primer paso para hacer un dibujo isométrico es decidir a lo largo de cuáles direcciones del eje se van a mostrar la altura, la anchura y la profundidad, respectivamente. En la figura 3.40 se muestran cuatro orientaciones diferentes con



3.40 Posiciones de los ejes isométricos.

las cuales usted puede comenzar a crear un dibujo isométrico del bloque mostrado. Cada figura es un dibujo isométrico del mismo bloque, pero con una esquina diferente frente a su punto de vista. Éstas son sólo algunas de las muchas orientaciones posibles.

Usted puede orientar los ejes en cualquier posición, pero el ángulo entre ellos debe seguir siendo 120°. Con el fin de seleccionar una orientación para los ejes, elija la posición desde la cual se suele ver el objeto, o determine la posición que mejor describa la forma del objeto; o, mejor aún, ambas cosas.

Si el objeto es una parte larga, se verá mejor con el eje mayor orientado horizontalmente.

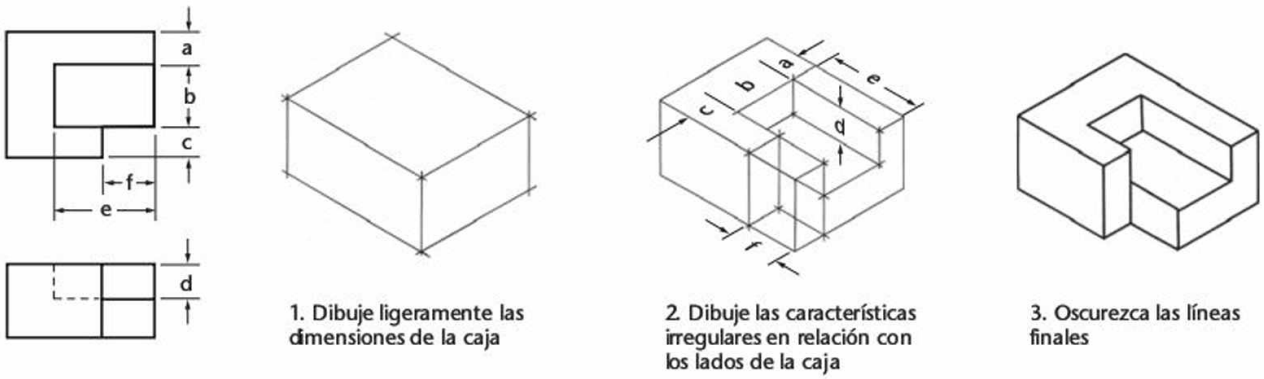
SUGERENCIA

Algunos programas de software de CAD le notificarán acerca de la falta de sesgo en los dibujos isométricos al imprimirlos o guardarlos, o para permitirle la selección de esta opción.

3.13 ELABORACIÓN DE UN DIBUJO ISOMÉTRICO

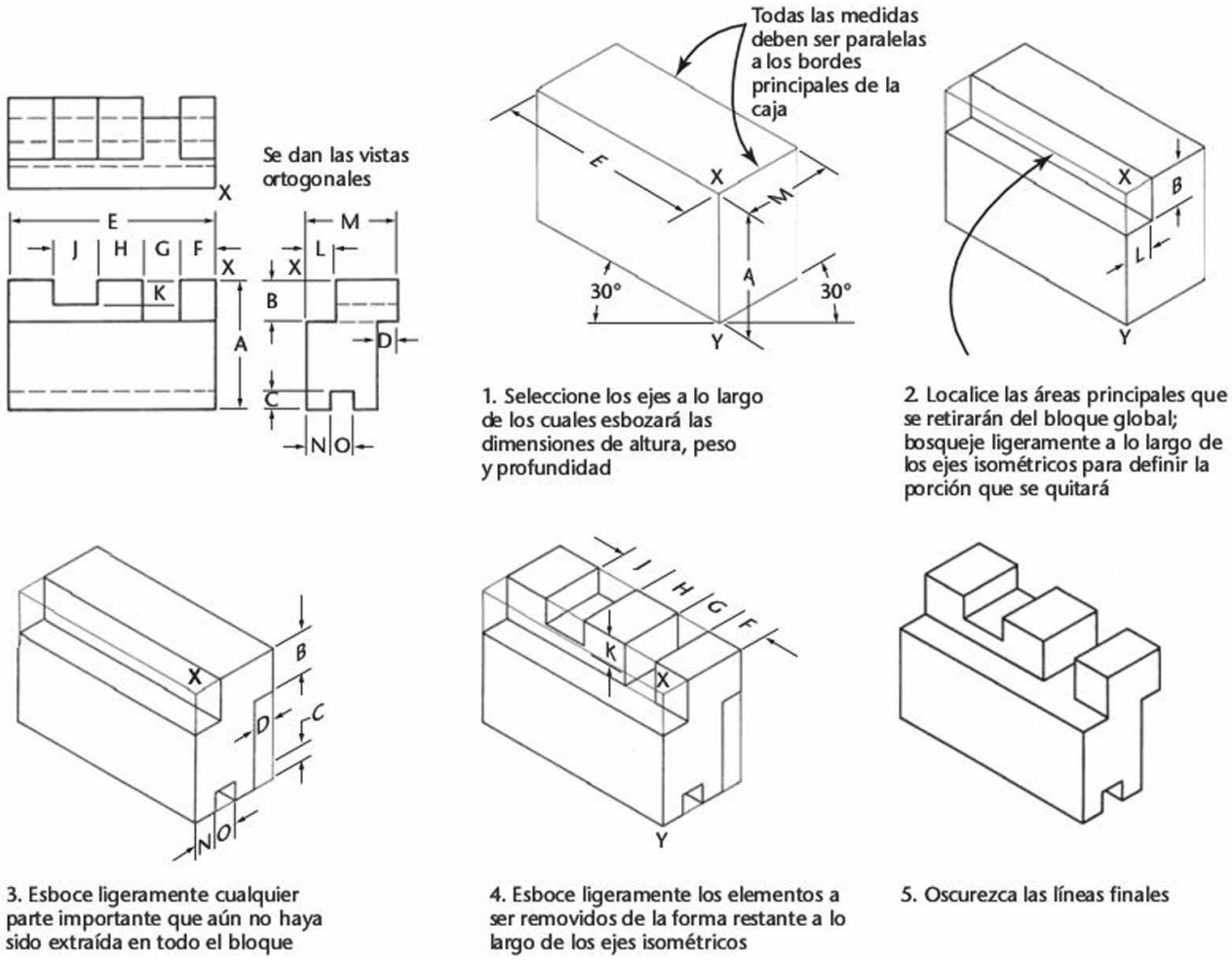
Los objetos rectangulares son fáciles de dibujar mediante la ***construcción de caja***, la cual consiste en imaginar el objeto encerrado en una caja rectangular cuyos lados coinciden con las caras principales del objeto. Por ejemplo, imagine el objeto que se muestra en las dos vistas de la figura 3.41 encerrado en una caja de construcción; a continuación, busque las características irregulares a lo largo de los bordes de la caja como se muestra en la figura.

www.FreeLibros.me



3.41 Construcción de una caja.

En la figura 3.42 se muestra la forma de construir un dibujo isométrico de un objeto compuesto sólo de superficies "normales". ***Normal*** en el ámbito técnico significa "en ángulo recto". Una superficie normal es cualquier superficie paralela a los lados de la caja. Tenga en cuenta que todas las mediciones se hacen paralelas a los bordes principales de la caja envolvente; es decir, paralelas a los ejes isométricos. Ninguna medida a lo largo de una línea no isométrica puede hacerse directamente con la escala, puesto que estas líneas no se sesgan de igual forma a las líneas normales. Comience en cualquiera de las esquinas de la caja envolvente y dibuje a lo largo de las direcciones de los ejes isométricos.

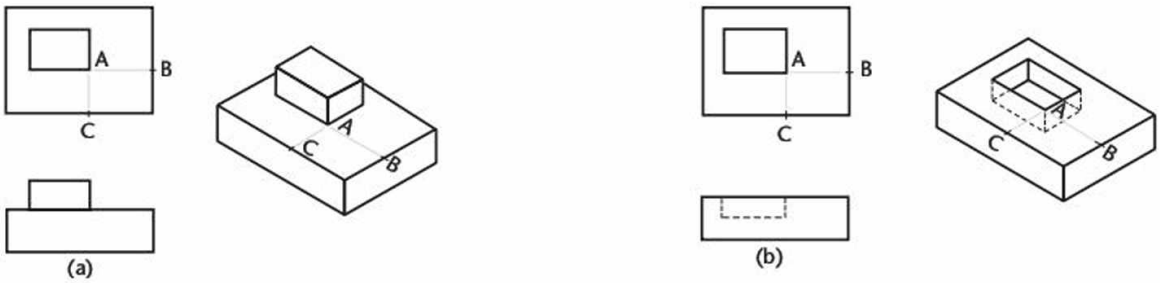


3.42 Pasos para hacer un dibujo isométrico de superficies normales.

www.FreeLibros.me

3.14 MEDIDAS DE UBICACIÓN DE COMPENSACIÓN

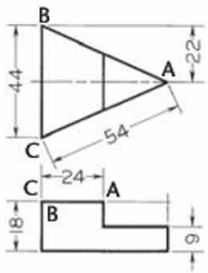
Utilice el método que se muestra en las figuras 3.43a y b para localizar los puntos correspondientes entre sí. En primer lugar, dibuje el bloque envolvente principal, después dibuje las líneas de compensación (*CA* y *BA*) a tamaño completo en el dibujo isométrico para localizar la esquina *A* del pequeño bloque o hueco rectangular. Estas medidas se denominan ***medidas de compensación***. Como son paralelas a los bordes del bloque principal en los dibujos de multivista, serán paralelas a los mismos bordes en los dibujos isométricos (siguiendo la regla de paralelismo).



3.43 Medidas de ubicación de compensación.

PASO a PASO

DIBUJO DE LÍNEAS NO ISOMÉTRICAS



Cómo dibujar líneas no isométricas

Las líneas inclinadas *BA* y *CA* se muestran con su longitud verdadera en la vista superior (54 mm), pero en la vista isométrica no se observa su longitud verdadera. Para trazar estas líneas en el dibujo isométrico utilice una caja de construcción y compense las mediciones.

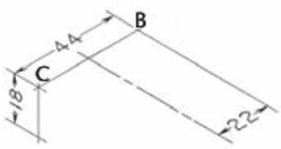
1 Mida directamente las dimensiones que están a lo largo de las líneas isométricas (en este caso, 44 mm, 18 mm y 22 mm).

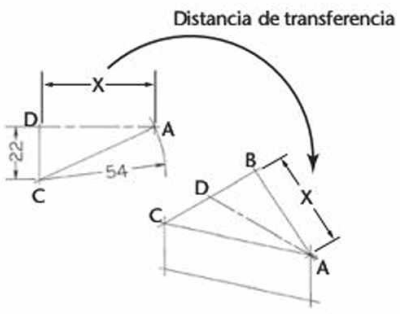
2 Como la dimensión de 54 mm no está a lo largo de un eje isométrico, no puede usarse para localizar el punto *A*.

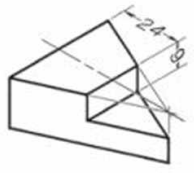
Use la trigonometría o dibuje una línea paralela al eje isométrico para determinar la distancia al punto *A*.

Como esta dimensión es paralela a un eje isométrico, puede transferirse al dibujo isométrico.

3 Las dimensiones de 24 mm y 9 mm son paralelas a las líneas isométricas y pueden medirse directamente.



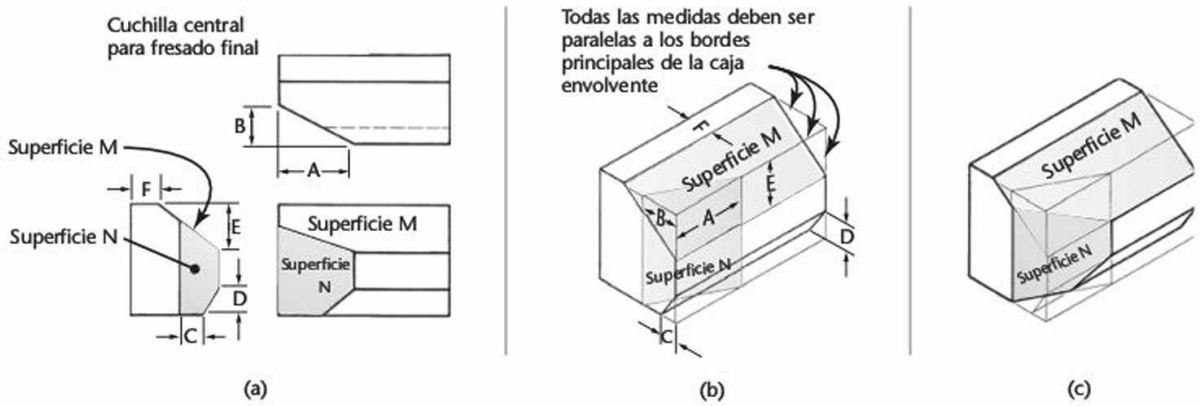




SUGERENCIA

Para convencerse a sí mismo de que las líneas no isométricas no tendrán la longitud verdadera en el dibujo isométrico, use un trozo de papel y marque la distancia *BA* (paso 2) y después compárela con *BA* en la vista superior dada en la figura 3.44a. Haga lo mismo para la línea *CA*. Observará que *BA* es más corta y *CA* es más larga en el dibujo isométrico que la línea correspondiente en las vistas dadas.

www.FreeLibros.me



3.44 Superficies inclinadas en un dibujo isométrico.

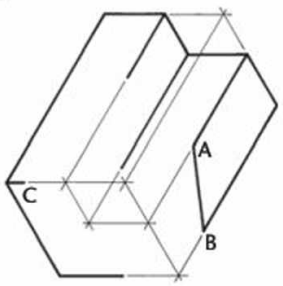
Dibujos isométricos de superficies inclinadas

En la figura 3.44 se muestra cómo construir un dibujo isométrico de un objeto que tiene una superficie inclinada y bordes oblicuos. Observe que las superficies inclinadas se encuentran por compensación o mediante mediciones coordenadas a lo largo de las líneas isométricas. Por ejemplo, las dimensiones *E* y *F* se miden para localizar la superficie *M* inclinada, y las dimensiones *A* y *B* se usan para localizar la superficie *N*.

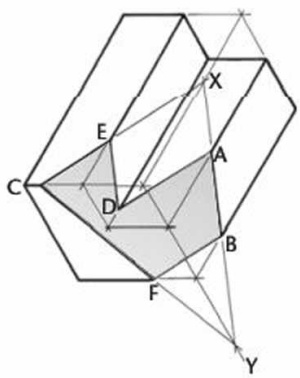
SUPERFICIES OBLICUAS EN UN DIBUJO ISOMÉTRICO

Cómo dibujar superficies oblicuas en forma isométrica

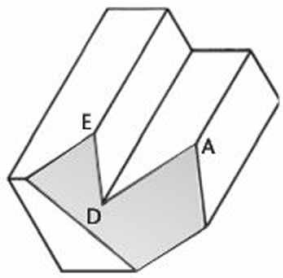
1 Encuentre las intersecciones de las superficies oblicuas con los planos isométricos. Tenga en cuenta que para este ejemplo el plano oblicuo contiene los puntos *A*, *B* y *C*.



2 Para dibujar el plano, extienda la línea *AB* hasta *X* y *Y*, en el mismo plano isométrico que *C*. Use las líneas *XC* y *YC* para localizar los puntos *E* y *F*.



3 Por último, dibuje *AD* y *ED* usando la regla de que las líneas paralelas aparecen como paralelas en todas las vistas ortográficas o isométricas.



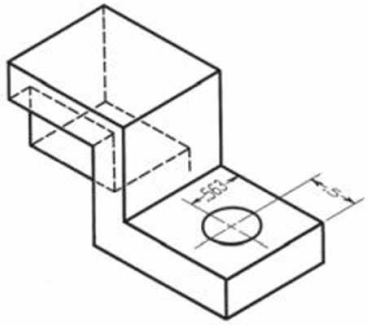
PASO a PASO

www.FreeLibros.me

3.15 LÍNEAS OCULTAS Y CENTRALES

Las líneas ocultas en un dibujo representan los bordes donde se encuentran las superficies, pero no son directamente visibles. En los dibujos pictóricos, las líneas ocultas se omiten, a menos que sean necesarias para darle claridad al dibujo. En la figura 3.45 se muestra un caso en el que las líneas ocultas son necesarias porque una parte proyectada no puede mostrarse claramente sin ellas. En ocasiones resulta mejor incluir una vista isométrica desde otra dirección, que tratar de mostrar las características no visibles mediante líneas ocultas. En el capítulo 5 usted aprenderá más acerca de las líneas ocultas.

Dibuje líneas centrales para ubicar el centro de los orificios sólo si son necesarias para indicar la simetría o para dimensionar. En general, use las líneas centrales con moderación en los dibujos isométricos. En caso de duda, no las incluya, pues muchas líneas centrales harán que el dibujo se vea confuso.



3.45 Uso de líneas ocultas.

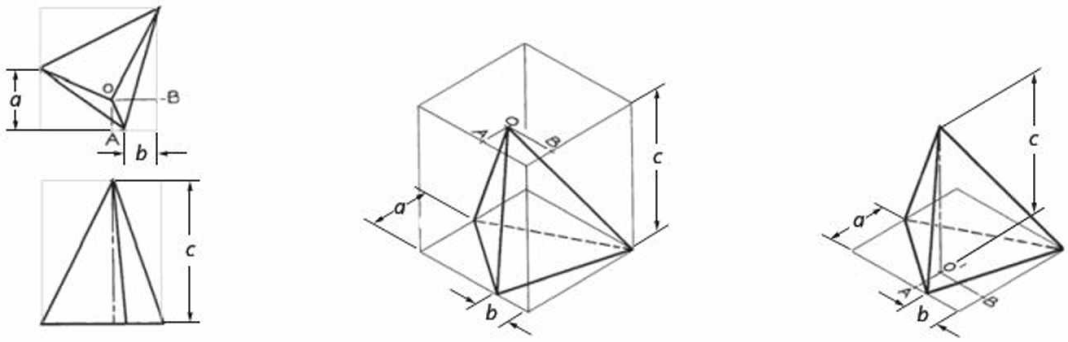
3.16 ÁNGULOS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS

Los ángulos se proyectan a tamaño verdadero sólo cuando el plano que contiene al ángulo es paralelo al plano de proyección. Un ángulo puede proyectarse y parecer más grande o más pequeño que el ángulo real dependiendo de su posición.

Como las diferentes superficies de los objetos suelen estar inclinadas respecto al plano frontal de proyección, por lo general no se proyectarán a tamaño real en un dibujo isométrico.

3.17 OBJETOS IRREGULARES

Usted puede utilizar el método de la caja de construcción para dibujar objetos que no son rectangulares (figura 3.46). Localice los puntos de la base triangular al compensar *a* y *b* a lo largo de los bordes de la parte inferior de la caja de construcción. Localice el vértice al compensar las líneas *OA* y *OB* usando la parte superior de la caja de construcción.



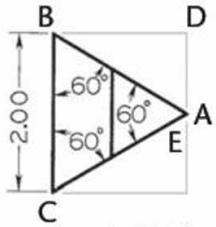
3.46 Objetos irregulares en un dibujo isométrico.

SUGERENCIA

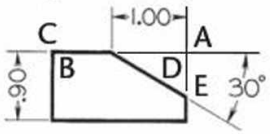
No siempre es necesario dibujar la caja de construcción completa como se muestra en la figura 3.46b. Si sólo se dibuja la parte inferior de la caja, la base triangular puede construirse de la misma manera. La proyección ortográfica del vértice *O'* sobre la base puede dibujarse usando las compensaciones *O'A* y *O'B*, como se muestra en la figura, y entonces puede dibujarse la línea vertical *O'O* usando la medición *C*.

www.FreeLibros.me

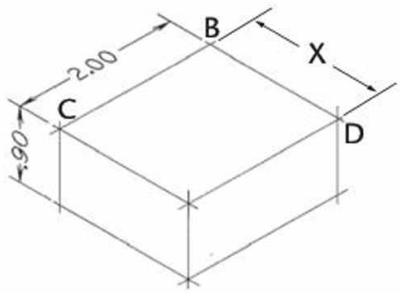
CÓMO DIBUJAR ÁNGULOS EN FORMA ISOMÉTRICA



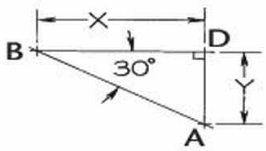
El dibujo multivista a la izquierda muestra tres ángulos de 60°. En un dibujo isométrico, ninguno de los tres ángulos será de 60°.



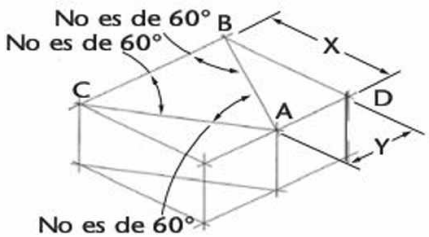
1 Dibuje ligeramente una caja envolvente usando las dimensiones dadas, a excepción de la dimensión *X*, que no se proporciona.



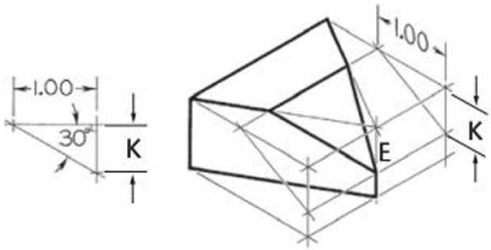
2 Para encontrar la dimensión *X*, dibuje a tamaño completo el triángulo *BDA* de la vista superior, como se muestra en la figura.



3 Transfiera la dimensión *X* al dibujo isométrico para completar la caja envolvente. Encuentre la dimensión *Y* mediante un método similar y después transfiérala al dibujo isométrico.



4 Complete el dibujo isométrico al localizar el punto *E* usando la dimensión *K*, como se muestra en la figura. En los dibujos isométricos no puede usarse un transportador regular para medir los ángulos. Convierta las medidas angulares en medidas lineales a lo largo de las líneas de los ejes isométricos.



SUGERENCIA

Comprobación de los ángulos isométricos

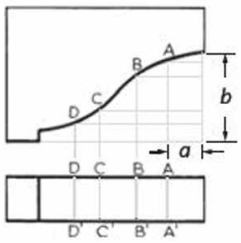
Para convencerse a sí mismo de que ninguno de los ángulos será de 60°, mida cada ángulo en el dibujo isométrico de la figura 3.45 con un transportador o un pedazo de papel, y anote el ángulo comparado con el verdadero de 60°. Ninguno de los ángulos mostrados son iguales en el dibujo isométrico. Dos son menores y uno es mayor de 60°.

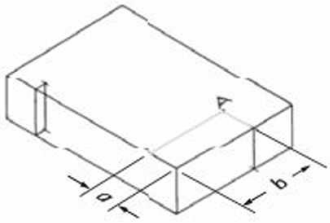
Estimación de ángulos de 30°

Si usted está bosquejando en papel gráfico y necesita estimar ángulos, un ángulo de 30° se obtiene aproximadamente al avanzar 2 cuadros y subir 1.

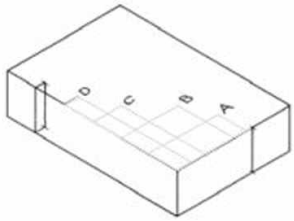
PASO a PASO

www.FreeLibros.me

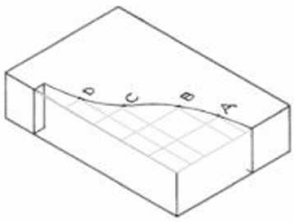




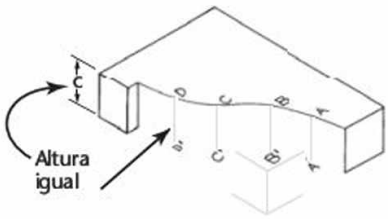
1. Use las medidas de compensación *a* y *b* en el dibujo isométrico para localizar el punto *A* sobre la curva



2. Localice los puntos *B*, *C* y *D*, y así sucesivamente



3. Bosqueje una curva suave y ligera a mano alzada a través de los puntos



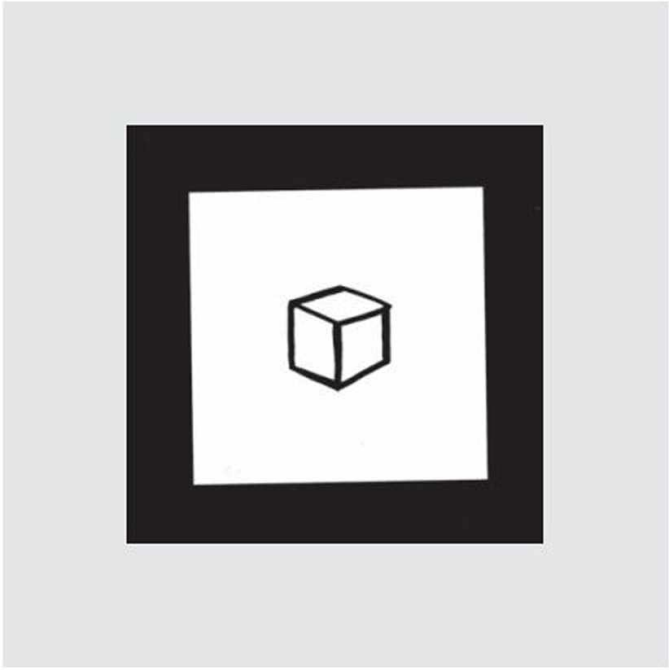
4. Dibuje una línea vertical desde el punto *A* para localizar el punto *A'*, y así sucesivamente, haciéndolas todas iguales a la altura del bloque (*c*) después dibuje una curva ligera a través de los puntos

5. Oscurezca las líneas finales

3.47 Curvas en un dibujo isométrico.

3.18 CURVAS EN UN DIBUJO ISOMÉTRICO

Usted puede dibujar curvas isométricas usando una serie de medidas de compensación similares a las que se analizaron en la sección 3.14. Seleccione cualquier número deseado de puntos al azar a lo largo de la curva en la vista superior dada, como los puntos *A*, *B* y *C* de la figura 3.47. Elija suficientes puntos para ubicar con precisión la trayectoria de la curva (a mayor cantidad de puntos, mayor precisión). Dibuje desde cada punto una cuadrícula con las líneas de compensación paralelas a los ejes isométricos y úselas para localizar cada punto en el dibujo isométrico como en el ejemplo de la figura 3.47.



Pelota de tenis (rechazada de fábrica). *Caricatura de Roger Price.* (Cortesía de Droodles, "The Classic Collection").

www.FreeLibros.me

3.19 ELIPSES VERDADERAS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS

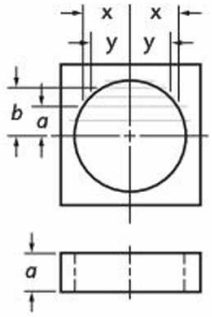
Si un círculo está en un plano que no es paralelo al plano de proyección, el círculo se proyecta como una elipse, la cual se puede construir empleando medidas de compensación.

PASO a PASO

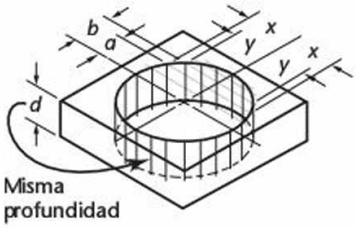
DIBUJO DE UNA ELIPSE ISOMÉTRICA MEDIANTE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

Método de las líneas aleatorias

1 Dibuje líneas paralelas espaciadas de forma aleatoria a través del círculo.

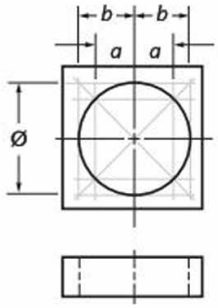


2 Transfiera estas líneas al dibujo isométrico. Cuando el orificio salga de la parte inferior del bloque, localice los puntos al medir una distancia igual a la altura *d* del bloque desde cada uno de los puntos superiores. Dibuje la elipse, parte de la cual estará oculta, a través de esos puntos. Oscurezca las líneas del dibujo final.

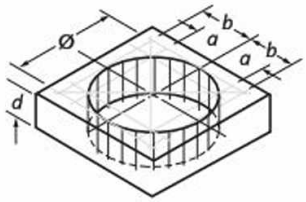


Método de los ocho puntos

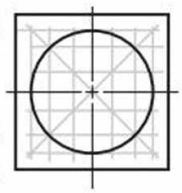
1 Encierre el círculo dado en un cuadrado y trace diagonales. Dibuje otro cuadro a través de los puntos de intersección de las diagonales y el círculo como se muestra.



2 Dibuje esta misma construcción en forma isométrica, transfiriendo las distancias *a* y *b*. (Si se desean más puntos, agregue líneas paralelas al azar, como en el método anterior). Las líneas centrales del dibujo isométrico son los diámetros conjugados de la elipse. Las diagonales a 45° coinciden con los ejes mayor y menor de la elipse. El eje menor tiene la misma longitud que los lados del cuadrado inscrito.



Cuando se requiera más precisión, divida el círculo en 12 partes iguales, como se muestra en la figura.

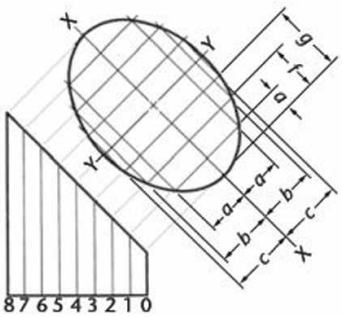


Método de los 12 puntos

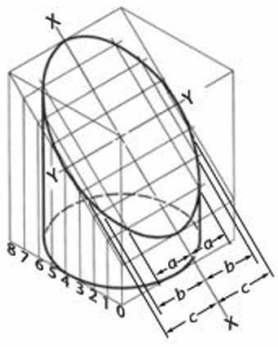
Líneas no isométricas

Si una curva está en un plano no isométrico, no todas las medidas de compensación pueden aplicarse directamente. La cara elíptica que se muestra en la vista auxiliar se encuentra en un plano inclinado no isométrico.

1 Dibuje líneas en la vista ortográfica para localizar los puntos.

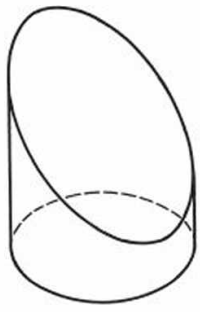


2 Encierre el cilindro en una caja de construcción y dibuje la caja en el dibujo isométrico. Dibuje la base usando medidas de compensación, y construya la elipse inclinada al localizar los puntos y dibujar la curva final a través de ellos.



Mida las distancias paralelas a un eje isométrico (*a*, *b*, etc.) en el dibujo isométrico a cada lado de la línea central *X*-*X*. Proyecte las distancias no paralelas a cualquier eje isométrico (*e*, *f*, etc.), a la vista frontal y hacia la base, después mida a lo largo del borde inferior de la caja de construcción, como se muestra en la figura.

3 Oscurezca las líneas finales.

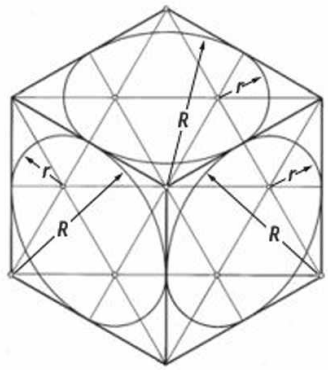


www.FreeLibros.me

3.20 ORIENTACIÓN DE ELIPSES EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS

En la figura 3.48 se muestran elipses de cuatro centros construidas en las tres caras visibles de un cubo. Tenga en cuenta que todas las diagonales son horizontales o están a 60° de la horizontal. Si se tiene en cuenta esto, se facilitará el dibujo de las formas.

Las elipses aproximadas como éstas, construidas a partir de cuatro arcos, son bastante precisas para la mayoría de los dibujos isométricos. El método de los cuatro centros puede usarse sólo para elipses en planos isométricos. Las versiones anteriores de software de CAD, como AutoCAD 10, usaban este método para crear formas elípticas aproximadas disponibles en el software. Las versiones actuales utilizan una elipse exacta.

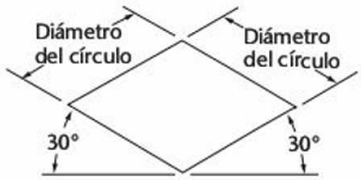


3.48 Elipse de cuatro centros.

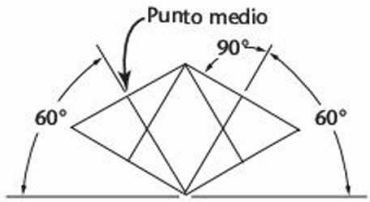
DIBUJO DE UNA ELIPSE DE CUATRO CENTROS

PASO a PASO

1 Dibuje o imagine un cuadrado envolvente para el círculo que se muestra en el dibujo multivista. Dibuje la vista isométrica del cuadro (un paralelogramo equilátero con lados iguales al diámetro del círculo).

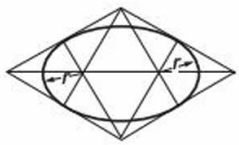


2 Marque el punto medio de cada línea.



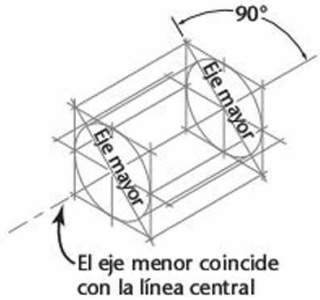
3 Dibuje los dos arcos grandes, de radio *R*, desde las intersecciones de las perpendiculares que están en las dos esquinas más cercanas del paralelogramo.

4 Dibuje los dos arcos pequeños, con radio *r*, desde las intersecciones de las perpendiculares que están dentro del paralelogramo, para completar la elipse.



SUGERENCIA

He aquí una regla útil. El eje mayor de la elipse siempre es perpendicular a la línea central del cilindro, y el eje menor es perpendicular al eje mayor y coincide con la línea central.



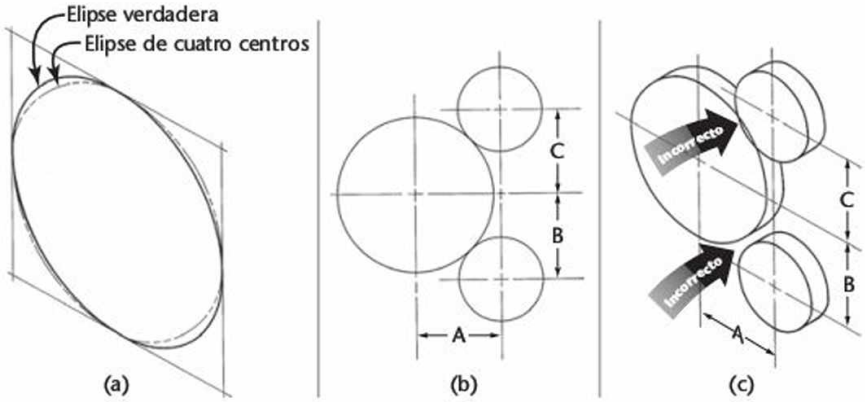
SUGERENCIA

Como una comprobación de la ubicación exacta de estos centros, puede trazar una diagonal larga del paralelogramo como se muestra en el paso 4. Los puntos medios de los lados del paralelogramo son los puntos de tangencia para los cuatro arcos.

www.FreeLibros.me

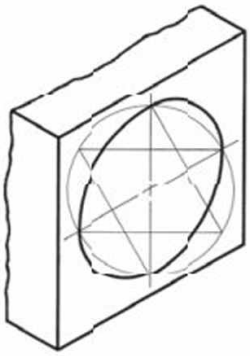
Elipses más precisas

La elipse de cuatro centros se desvía considerablemente de una elipse verdadera. Como se muestra en la figura 3.49a, una elipse de cuatro centros es algo más corta y "gorda" que una elipse verdadera. Cuando la elipse de cuatro centros no es lo bastante precisa, puede usarse una aproximación más cercana llamada elipse *ortográfica* de cuatro centros para generar un dibujo más exacto.



3.49 Inexactitud de la elipse de cuatro centros.

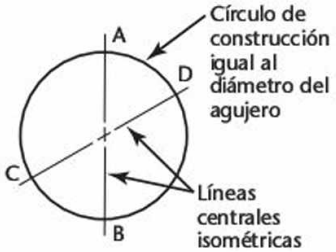
DIBUJO DE UNA ELIPSE ORTOGRÁFICA DE CUATRO CENTROS



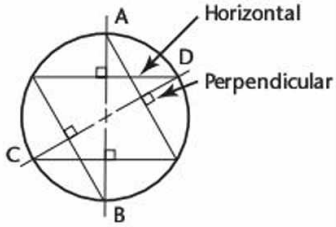
Para crear una elipse aproximada más precisa empleando el método ortográfico, siga los pasos de los métodos siguientes. Cuando se inicia desde un agujero o un cilindro, es más cómodo seguir el método de la línea central.

Método de la línea central

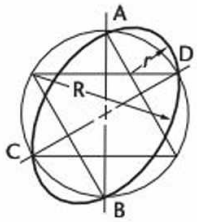
1 Dibuje las líneas centrales isométricas. Desde el centro, dibuje un círculo de construcción igual al diámetro real del agujero o cilindro. El círculo intersecará las líneas centrales en cuatro puntos, *A*, *B*, *C* y *D*.



2 A partir de los dos puntos de intersección sobre una línea central, dibuje líneas perpendiculares hasta la otra línea central. Después, dibuje líneas perpendiculares desde los dos puntos de intersección de la otra línea central hasta la primera de ellas.



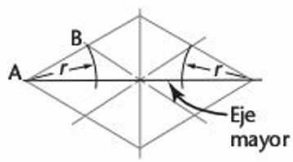
3 Con las intersecciones de las perpendiculares como centros, dibuje dos arcos pequeños y dos grandes.



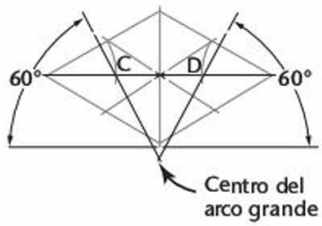
Método del rectángulo envolvente

1 Localice el centro y esboce un rectángulo envolvente isométrico.

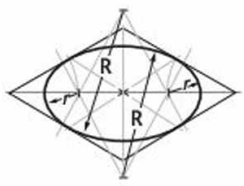
2 Use el punto medio del rectángulo isométrico (la distancia entre *A* y *B*) para localizar los focos sobre el eje mayor.



3 Dibuje líneas a 60° desde la horizontal a través de los focos (puntos *C* y *D*) para ubicar el centro del arco grande *R*.



4 Dibuje los dos arcos grandes *R* tangentes al rectángulo isométrico. Dibuje los dos arcos pequeños *r*, empleando los focos en los puntos *C* y *D* como centros, para completar la elipse aproximada.



Observe que estos pasos son exactamente los mismos que para la elipse de cuatro centros regular, excepto por el uso de las líneas centrales isométricas en vez del paralelogramo envolvente. (Cuando esté bosquejando, funciona bien sólo dibujar el rectángulo envolvente y trazar los arcos tangentes a los lados).

PASO a PASO

www.FreeLibros.me

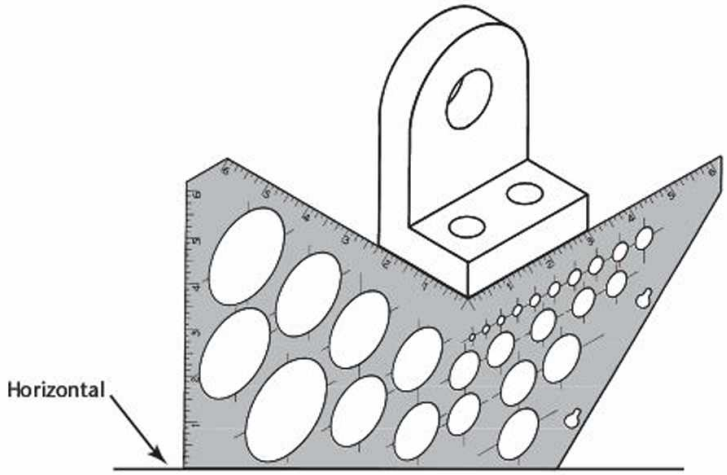
SUGERENCIA

Plantillas isométricas

Las plantillas especiales como esta plantilla isométrica con líneas anguladas y elipses orientadas en diferentes planos isométricos, facilitan el trazado de bosquejos isométricos.

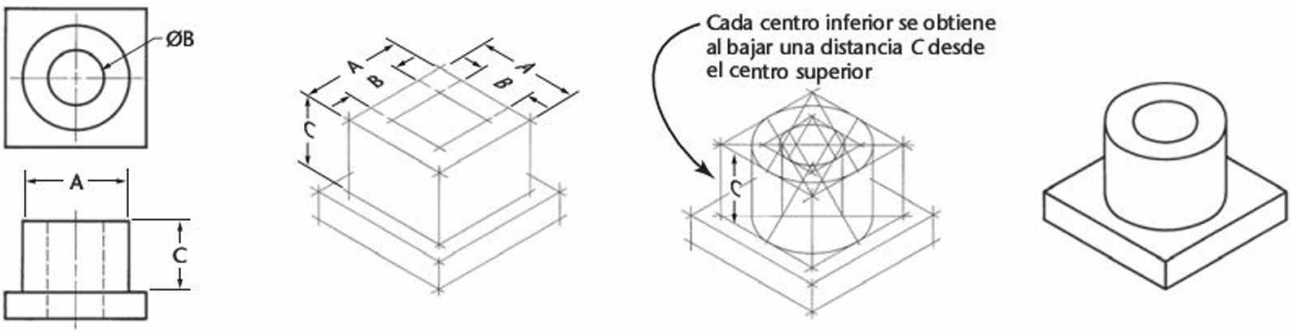
Las elipses se proporcionan con marcas para que coincidan con las líneas centrales isométricas de los agujeros, lo cual las hace una herramienta de gran utilidad en el dibujo isométrico.

También pueden dibujarse elipses usando una plantilla adecuada, seleccionada de forma que coincida con los ejes mayor y menor.



3.21 DIBUJO DE CILINDROS ISOMÉTRICOS

En la figura 3.50 se muestra un dibujo típico con formas cilíndricas. Observe que los centros de la elipse más grande no pueden usarse para la elipse más pequeña, a pesar de que las elipses representan círculos concéntricos. Cada elipse tiene su propio paralelogramo y sus propios centros. Tenga en cuenta que los centros de la elipse inferior se elaboran mediante la proyección de los centros de la elipse grande superior a una distancia igual a la altura del cilindro.



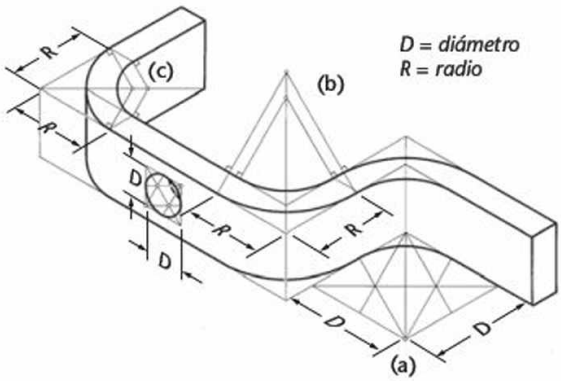
3.50 Dibujo isométrico de un cojinete.

3.22 ROSCAS DE TORNILLO EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS

Las elipses parciales igualmente espaciadas con el paso simbólico de una rosca se utilizan para representar sólo las crestas de una rosca en un dibujo isométrico (figura 3.51). Las elipses pueden bosquejarse, dibujarse por el método de los cuatro centros, o bien elaborarse utilizando una plantilla de elipses.

3.51 Roscas de tornillo en un dibujo isométrico.

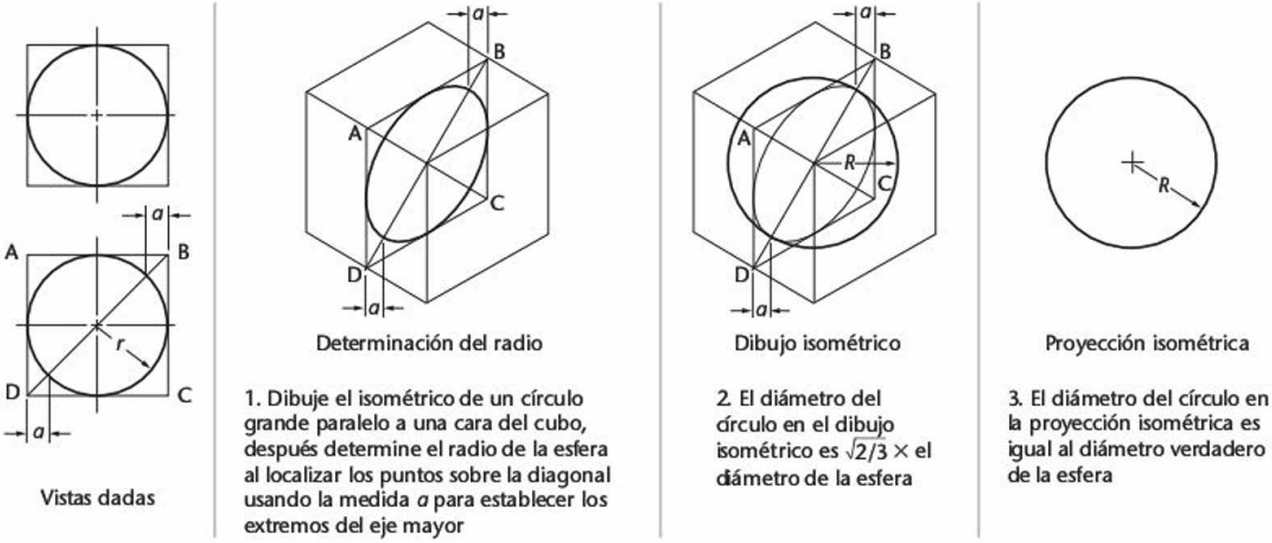
www.FreeLibros.me



3.52 Arcos en dibujos isométricos.

3.23 ARCOS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS

Para bosquejar o dibujar arcos circulares en forma isométrica puede usarse la construcción de elipses de cuatro centros. La figura 3.52a muestra la construcción completa. No es necesario dibujar toda la construcción para los arcos, como se muestra en las figuras 3.52b y c. Mida el radio *R* desde la esquina de construcción; después, en cada punto, dibuje perpendiculares a las líneas. Su intersección es el centro del arco. Observe que las distancias *R* son iguales en las figuras 3.52b y c, pero que los radios reales que se utilizan son muy diferentes.



3.53 Dibujo isométrico de una esfera.

3.24 ESFERAS EN DIBUJOS ISOMÉTRICOS

El dibujo isométrico de cualquier superficie curva es la envolvente de todas las líneas que pueden dibujarse sobre esa superficie. Para las esferas, seleccione los círculos grandes (círculos cortados mediante cualquier plano a través del centro) como las líneas sobre la superficie. Debido a que todos los círculos grandes, excepto aquellos que son perpendiculares o paralelos al plano de proyección, se muestran como elipses con ejes mayores iguales, su envolvente es un círculo cuyo diámetro es el eje mayor de la elipse.

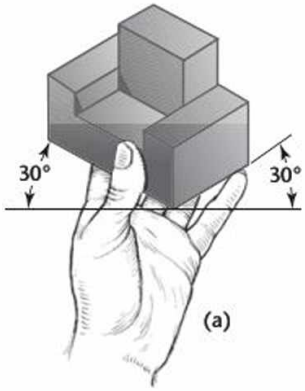
En la figura 3.53 se muestran dos vistas de una esfera encerrada en un cubo de construcción. Después se dibuja una vista isométrica de un círculo grande en un plano paralelo a una cara del cubo. No hay necesidad de dibujar la elipse, puesto que para establecer los extremos del eje mayor y, por lo tanto, para determinar el radio de la esfera, sólo son necesarios los puntos sobre la diagonal que se localizan por las medidas *a*.

En el dibujo isométrico resultante el diámetro del círculo es $\sqrt{2/3}$ veces el diámetro real de la esfera. La proyección isométrica es simplemente un círculo cuyo diámetro es igual al diámetro verdadero de la esfera.

www.FreeLibros.me

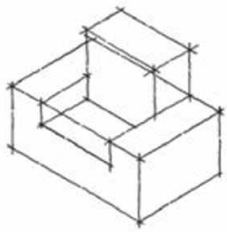
PASO a PASO

BOSQUEJADO ISOMÉTRICO A PARTIR DE UN OBJETO

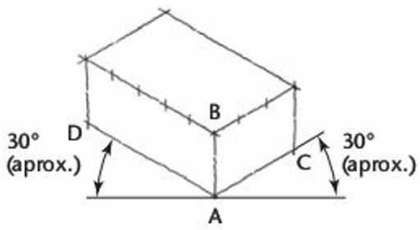


Posicionamiento del objeto

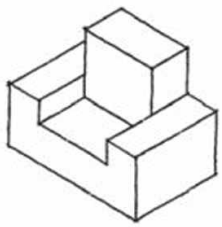
Para hacer un bosquejo isométrico a partir de un objeto real, primero coloque el objeto en su mano e inclínelo hacia usted, como se muestra en la ilustración. En esta posición la esquina delantera aparecerá vertical. Los dos bordes de fuga inferiores y los bordes paralelos a éstos deben parecer a unos 30° con la horizontal. A continuación se describen los pasos para bosquejar el objeto.



2 Esboce el hueco y el bloque de proyección.



1 Bosqueje ligeramente la caja envolvente, con *AB* vertical y *AC* y *AD* aproximadamente a 30° con la horizontal. Estas tres líneas son los ejes isométricos. Haga *AB*, *AC* y *AD* aproximadamente proporcionales a la longitud de los bordes reales correspondientes en el objeto. Trace las líneas restantes paralelas a estas tres líneas.



3 Oscurezca todas las líneas finales.

www.FreeLibros.me

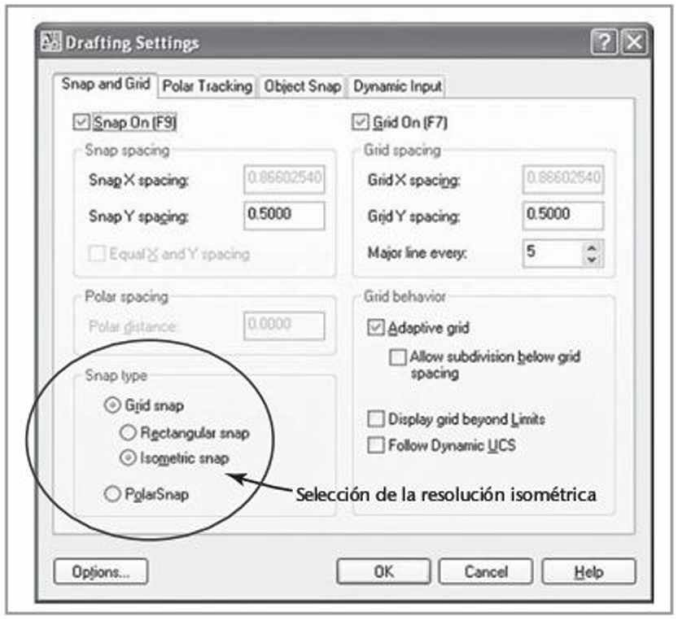
BOSQUEJOS ISOMÉTRICOS USANDO EL SOFTWARE DE AUTOCAD

¿Necesita un bosquejo isométrico rápido? El software de AutoCAD tiene una configuración de dibujo especial para crear una cuadrícula en estilo isométrico.

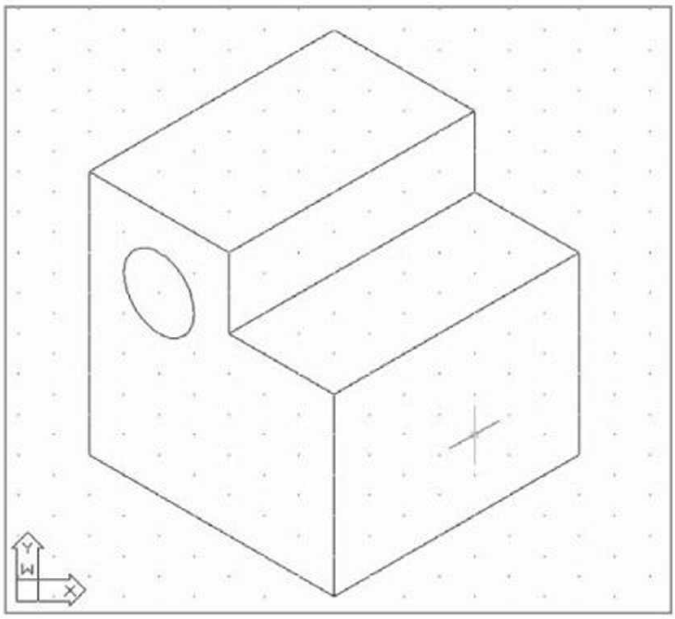
En la figura A se muestra el cuadro de diálogo **Drafting Settings** (Parámetros de dibujo) de AutoCAD. Cuando selecciona el botón de **Isometric Snap** (Resolución isométrica), el software calcula el espacio necesario para una cuadrícula isométrica. Puede usarlo para hacer bosquejos pictóricos rápidos como el ejemplo que se muestra en la figura B. Los diagramas de tubería se suelen hacer de esta manera, aunque también pueden crearse con las herramientas de 3D.

Aun cuando el dibujo de la figura B se ve en 3D, en realidad está dibujado en un plano 2D. Usted puede observar esto si cambia el punto de vista, de modo que ya no observe la figura en forma recta.

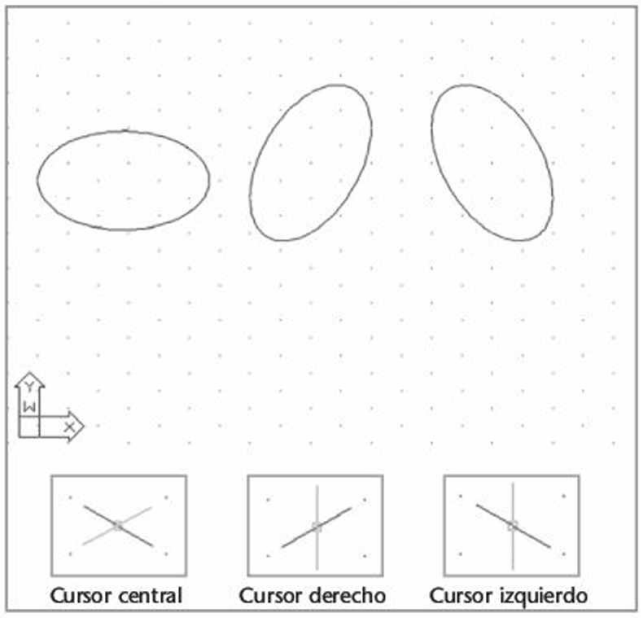
El comando **Ellipse** (Elipse) en AutoCAD tiene una opción especial de **Isocircle** (Isocírculo) que facilita el dibujo de elipses isométricas. Los isocírculos se orientan en diferentes direcciones dependiendo del ángulo del cursor de resolución. En la figura C se muestran los isocírculos y los cursores de resolución para tres orientaciones diferentes. En el software, para cambiar la apariencia del cursor pulse **<Ctrl>** y **E** al mismo tiempo.



(A) Selección de la resolución isométrica en el cuadro de diálogo de los parámetros de dibujo en AutoCAD. (Pantallas de Autodesk reimpresas con la autorización de Autodesk, Inc.).



(B) Bosquejo pictórico creado a partir de un dibujo plano utilizando resolución isométrica. (Pantallas de Autodesk reimpresas con la autorización de Autodesk, Inc.).



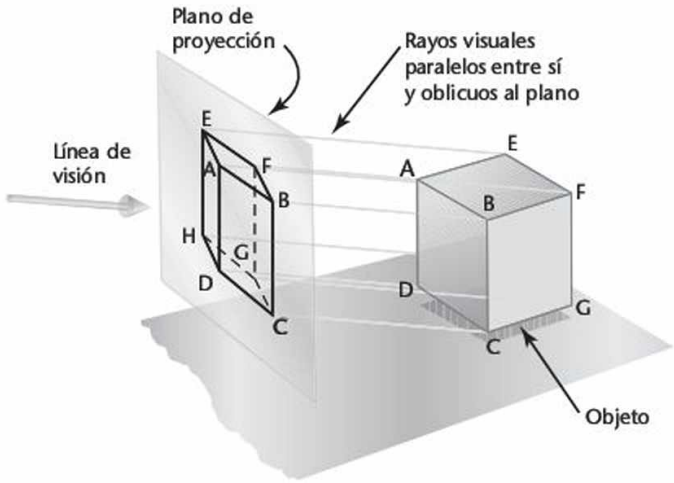
(C) Círculos isométricos orientados en diferentes formas y los cursores de resolución correspondientes que se usaron para crearlos. (Pantallas de Autodesk reimpresas con autorización de Autodesk, Inc.).

www.FreeLibros.me

3.25 BOSQUEJOS OBLICUOS

El ***dibujo oblicuo*** es un método sencillo para crear dibujos pictóricos en forma rápida (figura 3.54). En la mayoría de los dibujos oblicuos, los círculos y ángulos paralelos al plano de proyección tienen el tamaño y la forma verdaderos y, por lo tanto, son fáciles de construir. Aunque las formas circulares son sencillas de dibujar en el plano oblicuo frontal, aparecerán como elípticas en la parte superior o a los lados. Las vistas oblicuas son principalmente una técnica de bosquejado que se usa cuando la mayoría de las formas circulares aparecen en la vista frontal o cuando el objeto puede girarse para colocar los círculos en la vista frontal.

Por lo general no se usa CAD para crear vistas oblicuas, ya que es posible crear fácilmente dibujos isométricos o en perspectiva con una mejor apariencia a partir de modelos de CAD en 3D.



3.54 Teoría de la proyección oblicua.

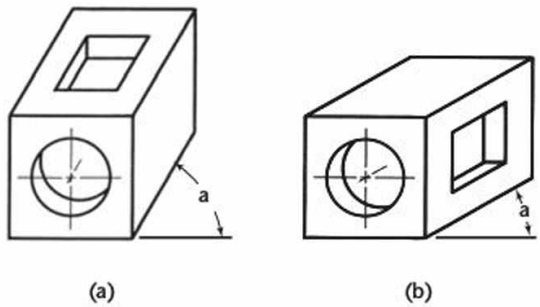
Apariencia de los dibujos oblicuos

Tres cosas que afectan la apariencia de un dibujo oblicuo son las siguientes:

1. La superficie del objeto que elija para mostrarla paralela al plano de proyección
2. El ángulo y la orientación que elija para las líneas de fuga que muestran la profundidad de los objetos
3. La escala elegida para las líneas de fuga que representan la profundidad de los objetos (figura 3.55)

Elección de la superficie frontal

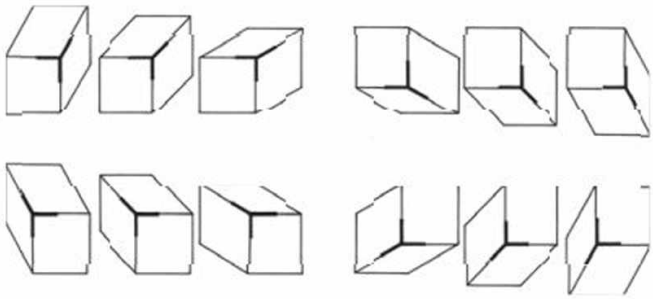
Piense en cuál superficie del objeto sería la mejor para presentarla paralela al plano de proyección. Por ejemplo, un cubo tiene seis caras diferentes. Al momento de crear su bosquejo, cualquiera de las seis superficies podría orientarse como el "frente" de la pieza. Por supuesto, con un cubo no importa cuál se elija. Sin embargo, en el caso de un cubo con un agujero redondo que lo atraviesa, es posible que se obtenga un mejor bosquejo oblicuo si el agujero se orienta paralelo al plano de proyección.



3.55 Ángulo del eje de fuga.

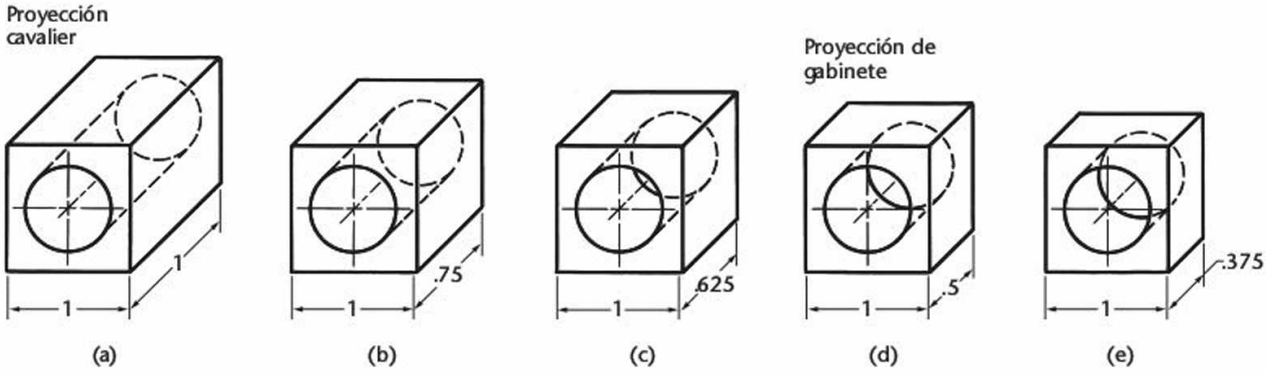
Ángulo de líneas de fuga

Con frecuencia se elige un ángulo de 45° como el ángulo de las líneas de fuga porque de esta forma los bosquejos oblicuos son rápidos y fáciles de hacer. Usted puede utilizar papel cuadriculado y dibujar las líneas en ángulo a través de las diagonales de los cuadros de la malla. Un ángulo de 30° también es una opción popular y en ocasiones puede parecer más realista. Puede usarse cualquier ángulo, pero el más común es el de 45°. Como se muestra en la figura 3.56, usted puede producir diferentes planos oblicuos eligiendo diferentes direcciones para las líneas de fuga.

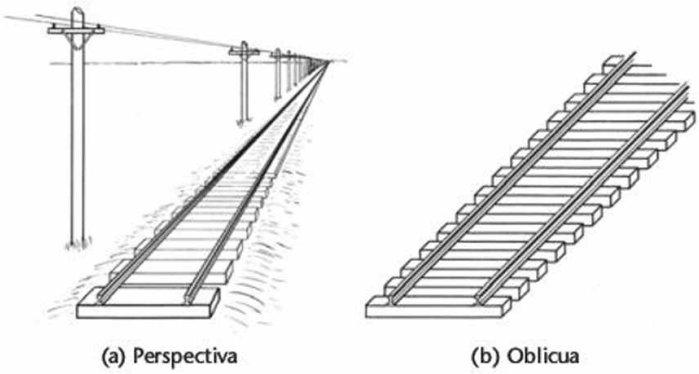


3.56 Variación de la dirección de los ejes de fuga.

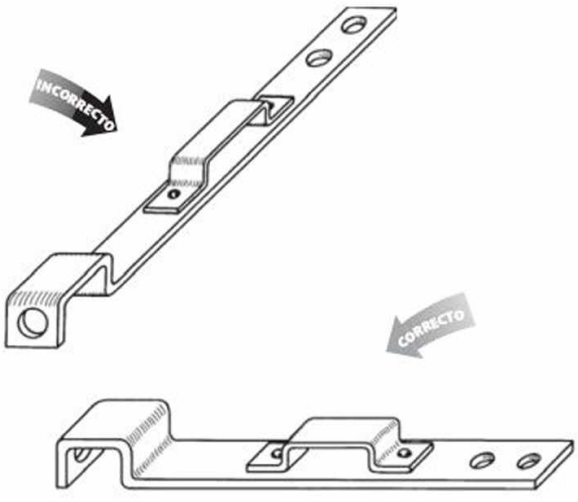
www.FreeLibros.me



3.57 Sesgo de las líneas de fuga.



3.58 Aspecto poco natural del dibujo oblicuo.



3.59 Eje largo paralelo al plano de proyección.

3.26 LONGITUD DE LAS LÍNEAS DE FUGA

En teoría, los ***proyectores oblicuos*** pueden formar cualquier ángulo con el plano de proyección que no sea perpendicular o paralelo. La diferencia en el ángulo que se elija hará que las ***líneas de fuga*** de los dibujos oblicuos varíen en ángulo y longitud desde cerca de cero hasta casi el infinito. Sin embargo, muchas de esas decisiones no producen dibujos útiles. En la figura 3.57 se muestra una variedad de planos oblicuos con diferentes longitudes en las líneas de fuga.

Debido a que vemos los objetos en perspectiva (donde las líneas de fuga paralelas parecen converger) las proyecciones oblicuas nos parecen poco naturales. Cuanto mayor sea el objeto en la dirección de fuga, menos natural lucirá el objeto. Por ejemplo, el objeto que se muestra en la figura 3.57a es un dibujo isométrico de un cubo en el cual las líneas de fuga se muestran en toda su longitud. Éstas parecen ser demasiado largas y lucen como si se ampliaran hacia la parte posterior del bloque. En la figura 3.58b se muestra cuán poco natural puede verse la imagen pictórica común de las vías del tren que se unen a la distancia si se dibujan en una proyección oblicua. Para dar una apariencia más natural, muestre los objetos de gran longitud con el eje largo paralelo a la vista, como se muestra en la figura 3.59.

Proyección cavalier

Cuando las líneas de fuga están a longitud verdaderas (los proyectores forman un ángulo de 45° con el plano de proyección) el dibujo oblicuo se denomina ***proyección cavalier*** (figura 3.57a). Las proyecciones cavalier se originaron en los dibujos de las fortificaciones medievales y se realizaban sobre planos de proyección horizontales. En estas fortificaciones, la parte central era más alta que el resto, por lo que se llamó cavalier (caballero) debido a su posición dominante y de mando.

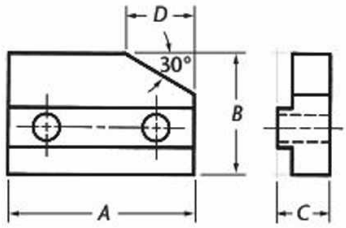
Proyección de gabinete

Cuando las líneas de fuga se dibujan a mitad de su tamaño (figura 3.57d), el dibujo se conoce como una ***proyección de gabinete***. Este término se atribuye a los primeros usos de este tipo de dibujo oblicuo en la industria de los muebles. En la figura 3.60 se muestra un cajón de archivero dibujado con las proyecciones cavalier y de gabinete.

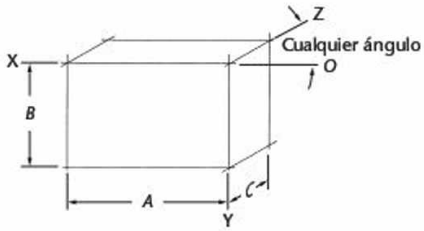
www.FreeLibros.me

PASO a PASO

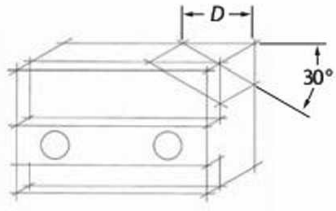
USO DE UNA CAJA DE CONSTRUCCIÓN PARA CREAR UN DIBUJO OBLICUO



Siga estos pasos para hacer un dibujo cavalier del objeto rectangular que se muestra en las dos vistas ortográficas.

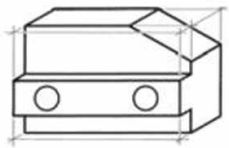


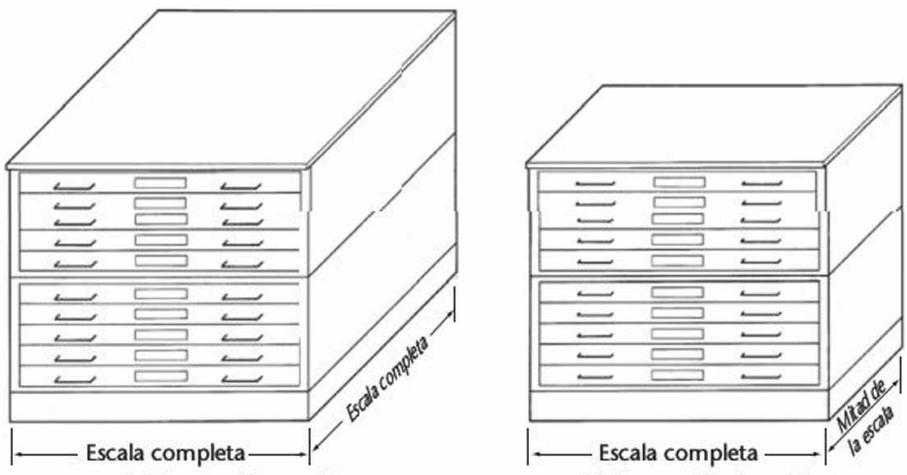
1 Esboce ligeramente la anchura total (*A*) y la altura (*B*) para formar el rectángulo envolvente de la superficie frontal. Seleccione un ángulo para el eje de fuga (*OZ*) y dibuje la profundidad (*C*) a lo largo de éste.



2 Esboce ligeramente los detalles de la forma superficial frontal incluyendo los dos agujeros, que aparecerán redondos. Añada los detalles de la forma superficial lateral derecha. Extienda las líneas a lo largo del eje de fuga conectando los bordes para formar los bordes superficiales restantes.

3 Oscurezca las líneas finales.





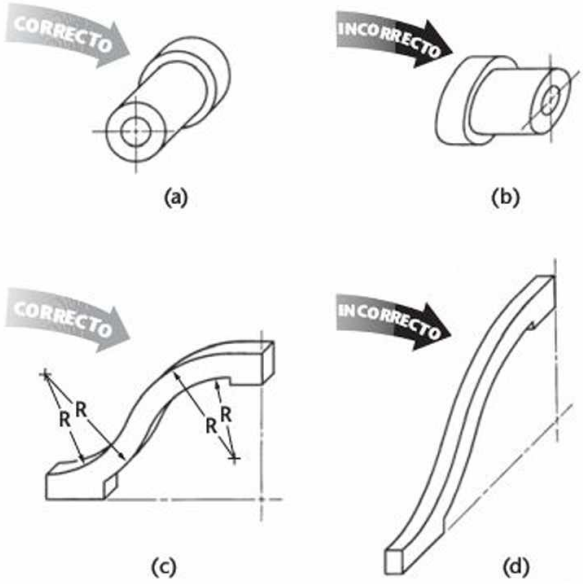
(a) Proyección cavalier (6) Proyección de gabinete

3.60 Comparación de las proyecciones (a) cavalier y (b) de gabinete.

www.FreeLibros.me

3.27 ELECCIÓN DE LA POSICIÓN

Oriente la vista de modo que las formas importantes estén paralelas al plano de visualización, como se muestra en la figura 3.61. En las figuras 3.61a y c, los círculos y los arcos se muestran en sus formas verdaderas y son fáciles de dibujar. En la figura 3.61b y d no se muestran en su forma verdadera y se deben trazar como curvas libres o elipses.



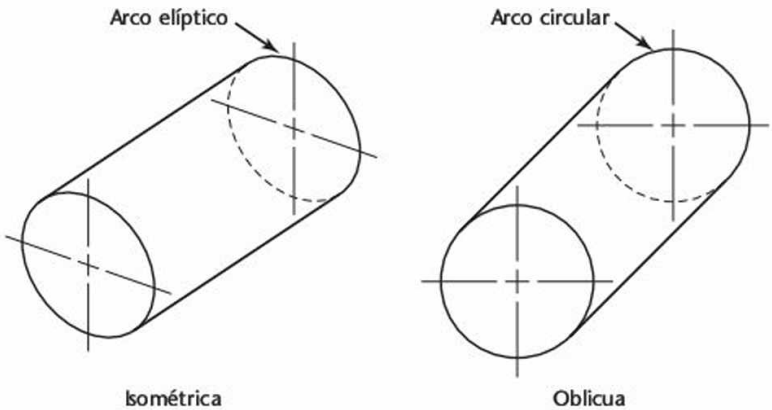
3.61 Contornos esenciales paralelos al plano de proyección.

3.28 ELIPSES PARA DIBUJOS OBLICUOS

Las formas circulares que son paralelas al plano frontal de proyección aparecen como círculos en la vista oblicua. En las vistas isométricas aparecen elípticas. En la figura 3.62 se muestra una comparación de un cilindro dibujado en las vistas isométrica y oblicua.

No siempre es posible orientar la vista de un objeto de modo que todas sus formas redondeadas sean paralelas al plano de proyección. Por ejemplo, el objeto que se muestra en la figura 3.63a tiene dos conjuntos de contornos circulares en diferentes planos. No es posible colocar ambos círculos al mismo tiempo paralelos al plano de proyección, por lo que en la proyección oblicua uno de ellos debe considerarse como una elipse.

Si usted está bosquejando, puede simplemente esbozar el rectángulo envolvente y dibujar la elipse tangente a sus lados. Si utiliza CAD es posible dibujar la elipse especificando su centro y los ejes mayor y menor. En circunstancias en que no se disponga de un sistema de CAD, si necesita una elipse exacta puede dibujarla a mano empleando una aproximación con arcos de cuatro centros.



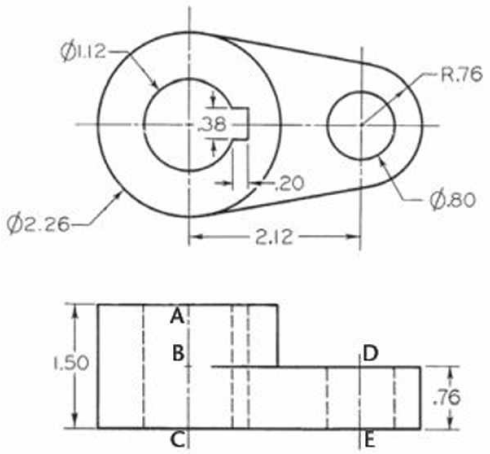
3.62 Comparación de las proyecciones oblicua e isométrica de un cilindro.

3.63 Círculos y arcos no paralelos al plano de proyección.

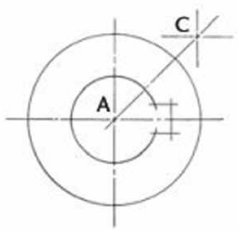
www.FreeLibros.me

PASO a PASO

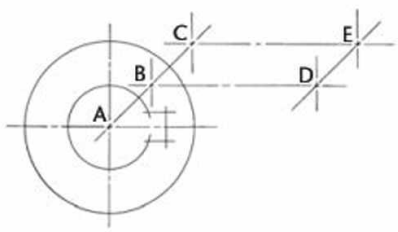
USO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ESQUELETO EN UN DIBUJO OBLICUO



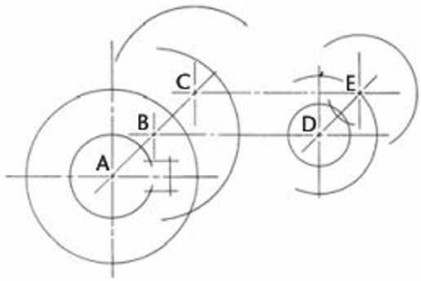
Los dibujos oblicuos son especialmente útiles para mostrar los objetos que tienen formas cilíndricas construidas sobre los ejes o las líneas centrales. Construya un dibujo oblicuo de la pieza que se muestra al usar las líneas centrales proyectadas y siguiendo estos pasos.



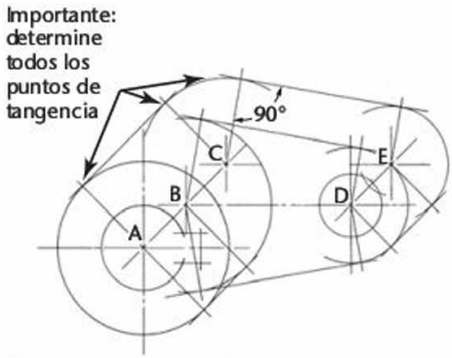
1 Posicione el objeto en el dibujo de modo que los círculos que se muestran en la vista superior dada sean paralelos al plano de proyección. Esto mostrará las formas verdaderas en la proyección oblicua. Dibuje la forma circular en el plano frontal de la vista oblicua y extienda el eje central a lo largo del eje de fuga del dibujo oblicuo.



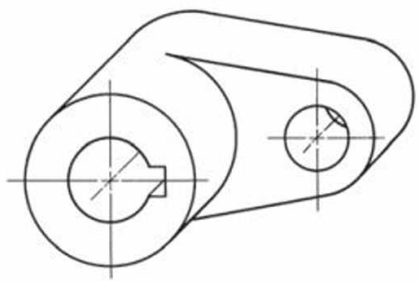
2 Agregue el esqueleto de la línea central como se muestra.



3 Construya el dibujo a partir de la ubicación de estas líneas centrales.

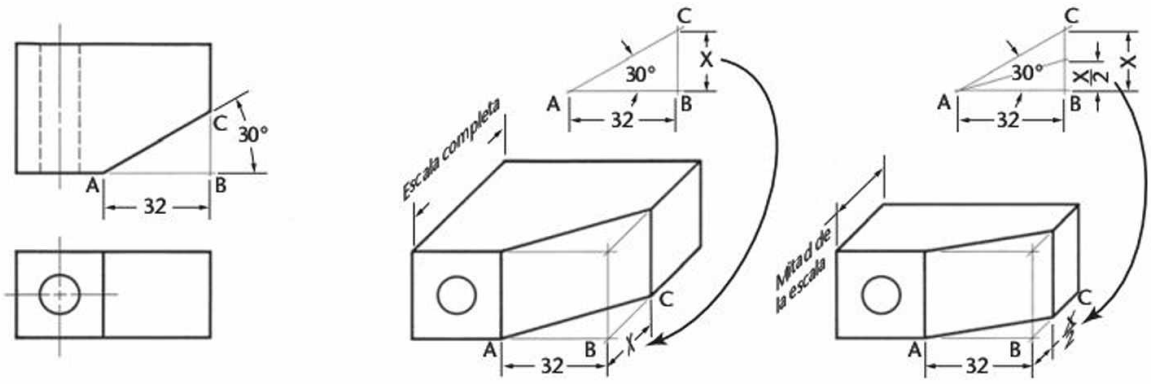


4 Construya todos los puntos de tangencia importantes.



5 Oscurezca el dibujo cavalier final.

www.FreeLibros.me



(a) Vistas dadas (b) Dibujo cavalier (c) Dibujo de gabinete

3.64 Ángulos en proyección oblicua.

3.29 ÁNGULOS EN PROYECCIÓN OBLICUA

Cuando un ángulo que se especifica en grados está en un plano de fuga, convierta el ángulo a mediciones lineales para dibujarlo en un plano oblicuo. En la figura 3.64a se muestra un dibujo con un ángulo especificado de 30°.

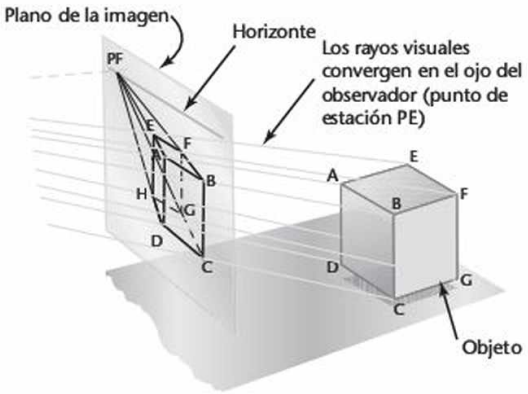
Para dibujar el ángulo en el plano oblicuo, deberá conocer la distancia *X*. La distancia desde el punto *A* hasta el punto *B* se da de 32 mm. Esto puede medirse directamente en el dibujo cavalier (figura 3.64b). Encuentre la distancia *X* al dibujar el triángulo rectángulo *ABC* (figura 3.64c) usando las dimensiones dadas, lo que puede hacerse en forma rápida y sencilla con CAD.

También puede usar una solución matemática para encontrar la longitud del lado: la longitud del lado opuesto es igual a la tangente del ángulo por la longitud del lado adyacente. En este caso, la longitud es de alrededor de 18.5 mm. Trace el ángulo en el dibujo cavalier usando la distancia encontrada.

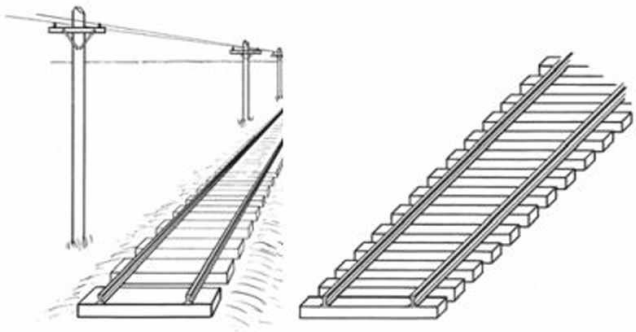
Recuerde que todas las dimensiones de fuga deben reducirse para coincidir con la escala del eje de fuga. En el dibujo de gabinete de la figura 3.64b, la distancia *BC* debe ser la mitad del lado *BC* del triángulo rectángulo que se muestra en la figura 3.64c.

Cereales de carne. (Cortesía de Randall Munroe, xkcd.com).

www.FreeLibros.me



3.65 Teoría del dibujo en perspectiva.



(a) En perspectiva (b) Oblicuo

3.66 Los dibujos en perspectiva parecen más naturales que los oblicuos.

3.30 BOSQUEJADO DE PERSPECTIVAS

Las ilustraciones en ***perspectiva*** se aproximan en gran medida a la visión producida por el ojo humano. Las vistas en perspectiva son el tipo de dibujo más parecido a una fotografía. En las figuras 3.65, 3.66a, y 3.68 se muestran ejemplos de dibujos en perspectiva. A pesar de que las vistas en perspectiva complejas requieren mucho tiempo para su elaboración, son fáciles de crear a partir de modelos de CAD en 3D.

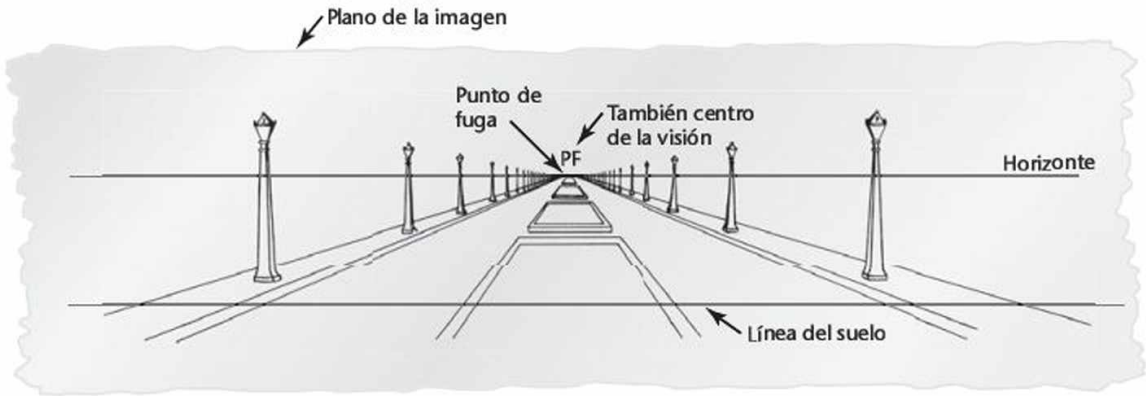
A diferencia de los tipos de proyección paralela, los proyectores en perspectiva convergen. El punto de convergencia se llama ***punto de fuga***. Esto se ve claramente en la figura 3.66a.

La primera regla de la perspectiva es que todas las líneas paralelas que no son paralelas al plano de la imagen se juntan en un único punto de fuga, y si estas líneas son paralelas al suelo, el punto de fuga estará en el horizonte. Las líneas paralelas que también son paralelas al plano de la imagen permanecen paralelas y no convergen hacia un punto de fuga (figuras 3.67 y 3.68).

Cuando el punto de fuga se coloca por encima de la vista del objeto en el plano de la imagen, el resultado es una vista de pájaro, mirando hacia abajo al objeto. Cuando el punto de fuga se coloca debajo de la vista del objeto, el resultado es una vista de gusano; el objeto se mira desde abajo.

Hay tres tipos de perspectiva: de un punto, dos puntos y tres puntos, dependiendo de cuántos puntos de fuga se usen.

3.67 Mirada a través del plano de la imagen.



3.68 Una perspectiva.

www.FreeLibros.me

Los tres tipos de perspectivas

Los dibujos en perspectiva se clasifican según el número de puntos de fuga requeridos, los cuales a su vez dependen de la posición del objeto respecto al plano de la imagen.

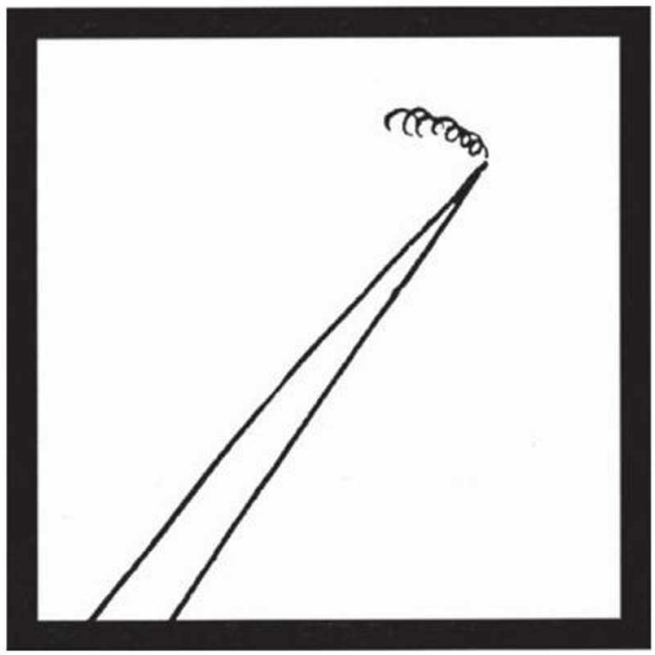
Si el objeto se coloca con una cara paralela a un plano de proyección, sólo se requiere un punto de fuga. El resultado es una ***perspectiva de un punto*** o ***perspectiva paralela***.

Si el objeto se coloca a cierto ángulo con el plano de la imagen, pero con los bordes verticales paralelos a dicho plano, se necesitarán dos puntos de fuga, y el resultado es una ***perspectiva de dos puntos*** o ***perspectiva angular***. Éste es el tipo de dibujo en perspectiva más común.

Si el objeto se coloca de modo que ningún sistema de bordes paralelos es paralelo al plano de la imagen, se requerirán tres puntos de fuga, y el resultado es una ***perspectiva de tres puntos***.

Perspectiva de un punto

Para bosquejar una vista en perspectiva de un punto, oriente el objeto de modo que la cara principal sea paralela al plano de la imagen. Si lo desea, esta cara puede colocarse en el plano de la imagen. La otra cara principal será perpendicular al plano de la imagen, y sus líneas convergirán hacia un único punto de fuga.

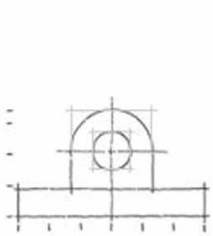


El tren de las 8:12 visto por el conmutador de las 8:12 1/2. (De Roger Price, reimpresión de "Droodles, The Classic Collection").

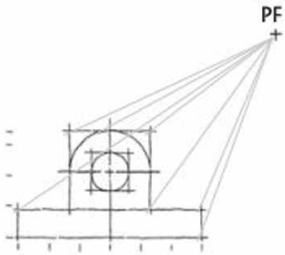
PERSPECTIVA DE UN PUNTO

Para dibujar un cojinete en perspectiva de un punto, es decir, con un punto de fuga, siga los pasos que se ilustran a continuación.

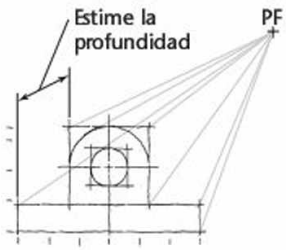
1 Bosqueje la cara frontal verdadera del objeto, como en el dibujo oblicuo. Seleccione el punto de fuga para la convergencia de líneas. En muchos casos es conveniente colocar el punto de fuga por encima y a la derecha de la imagen, como se muestra en la figura, aun cuando puede colocarse en cualquier parte del dibujo. Sin embargo, si el punto de fuga se coloca muy cerca del centro, las líneas convergirán en demasía y la imagen se distorsionará.



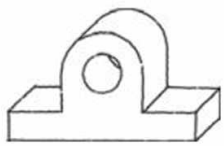
2 Bosqueje las líneas hacia el punto de fuga.



3 Estime la profundidad de modo que el dibujo luzca bien y bosqueje la parte posterior del objeto. Tenga en cuenta que el círculo y el arco posteriores serán un poco más pequeños que el círculo y el arco frontales.



4 Oscurezca todas las líneas finales. Observe la similitud entre el bosquejo en perspectiva y el bosquejo oblicuo que recién se estudiaron en este capítulo.



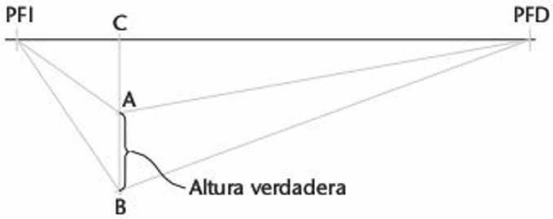
PASO a PASO

www.FreeLibros.me

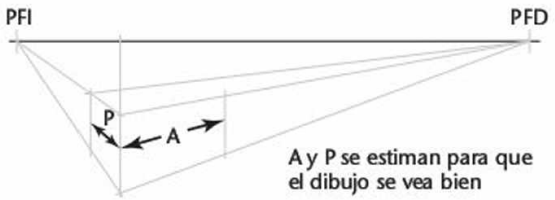
PASO a PASO

PERSPECTIVA DE DOS PUNTOS

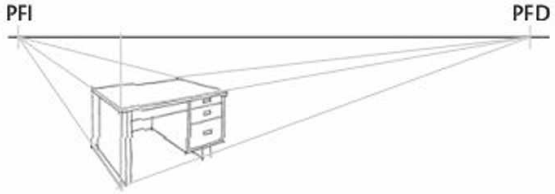
Para bosquejar un escritorio utilizando dos puntos de fuga siga estos pasos:



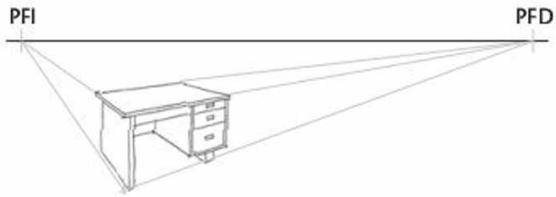
1 Como se muestra, bosqueje la esquina frontal del escritorio a su altura. Localice dos puntos de fuga (PFI y PFD) sobre una línea de horizonte (al nivel de los ojos). La distancia *CA* puede variar; cuanto mayor sea, más alto será el nivel del ojo y la parte superior del objeto se mirará más hacia abajo. Una regla general es hacer que *C*-PFI sea una tercera o cuarta parte de *C*-PFD.



2 Estime la profundidad y la anchura, y bosqueje la caja envolvente.



3 Esboce todos los detalles. Tenga en cuenta que todas las líneas paralelas convergen hacia el mismo punto de fuga.



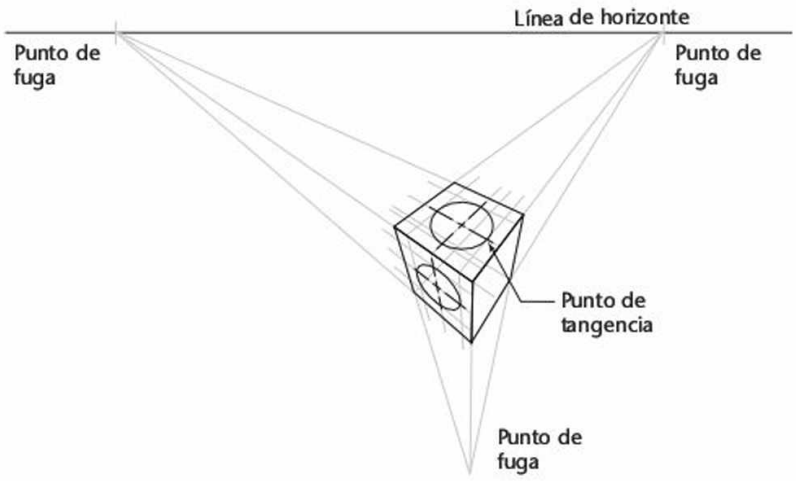
4 Oscurezca todas las líneas finales. Haga las líneas externas gruesas y las líneas internas más finas, en especial donde estén muy juntas.

Perspectiva de dos puntos

La perspectiva de dos puntos es más fiel a la vista verdadera que la de un punto. Para dibujar una perspectiva de dos puntos, oriente el objeto de modo que los bordes principales sean verticales y por lo tanto no tengan ningún punto de fuga; los bordes de las otras dos direcciones sí tendrán puntos de fuga. La perspectiva de dos puntos es especialmente útil para representar edificios y grandes obras civiles, como presas o puentes.

Perspectiva de tres puntos

En la perspectiva de tres puntos el objeto se coloca de modo que ninguno de sus bordes principales sea paralelo al plano de la imagen. Cada uno de los tres conjuntos de bordes paralelos tiene un punto de fuga diferente. En este caso, use un plano de la imagen que sea aproximadamente perpendicular a la línea central del cono de rayos visuales. Vea la figura 3.69.



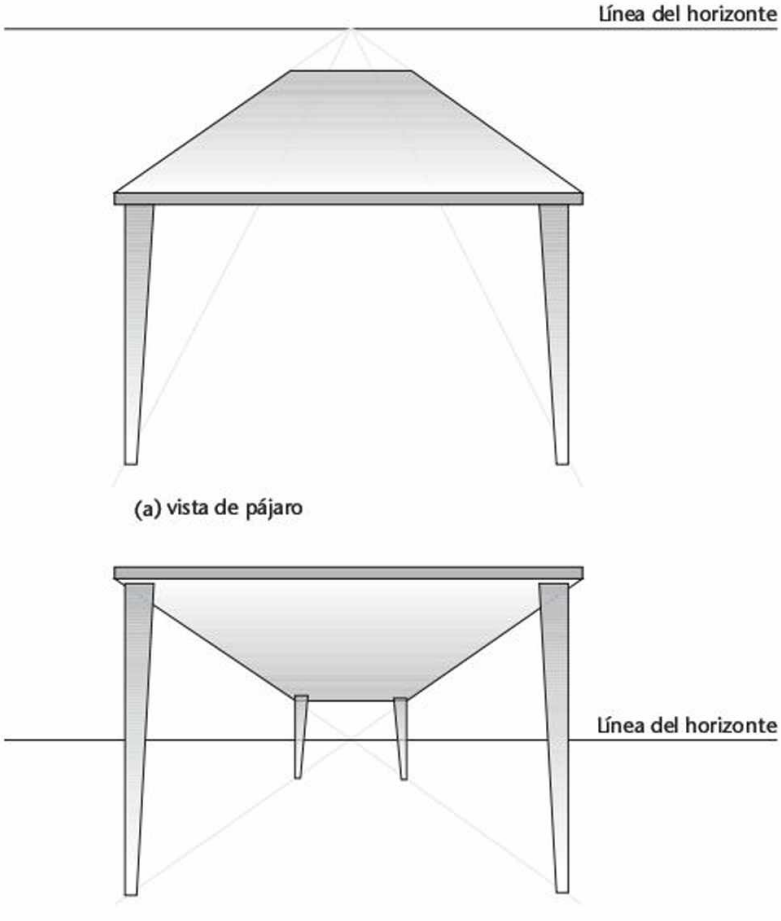
3.69 Perspectiva de tres puntos.

www.FreeLibros.me

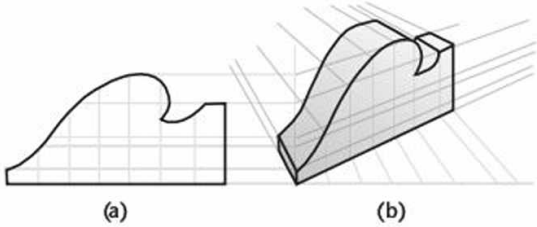
Vista de pájaro comparada con vista de gusano

La apariencia de un bosquejo en perspectiva depende de su punto de vista en relación con el objeto. Seleccione un objeto accesible en la habitación y muévase de modo que lo mire desde arriba y realmente observe su forma. Ahora, muévase poco a poco de manera que lo mire desde abajo. Observe cómo el cambio del punto de vista cambia la apariencia de las superficies; cuáles son visibles y su tamaño relativo.

La ***línea del horizonte*** en un bosquejo en perspectiva es una línea horizontal que representa el nivel de los ojos del observador. Si el objeto dibujado se localiza por debajo de la línea del horizonte se produce una vista desde arriba (o una vista de pájaro). Si el objeto dibujado se ubica por encima de la línea del horizonte se obtiene una vista desde abajo (o una vista de gusano). En la figura 3.70 se ilustra la línea del horizonte en un dibujo y el efecto de colocar el objeto por encima o por debajo de la línea del horizonte.



3.70 (a) Objeto por debajo de la línea del horizonte; (b) objeto por encima de la línea del horizonte.



3.71 Esbozo de curvas en perspectiva.

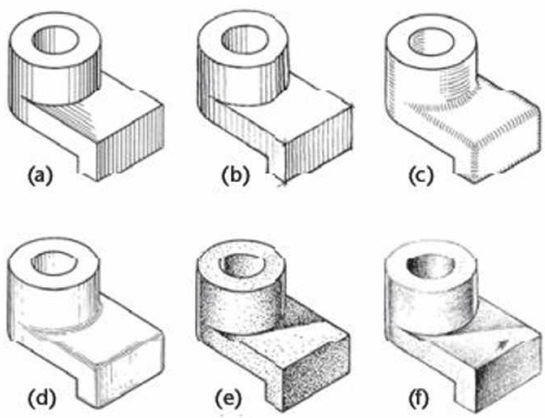
3.31 CURVAS Y CÍRCULOS EN PERSPECTIVA

Si un círculo es paralelo al plano de la imagen, su perspectiva es un círculo. Si el círculo está inclinado respecto al plano de la imagen, el dibujo en perspectiva puede ser cualquiera de las secciones cónicas en las que la base del cono es el círculo dado, el vértice es el punto de estación (SP), y el plano de corte es el plano de la imagen (PI). La línea central del cono de rayos suele ser aproximadamente perpendicular al plano de la imagen, por lo que la perspectiva será casi siempre una elipse.

Una elipse puede dibujarse usando un método consistente en esbozar su centro y una caja tangente a la elipse, como se muestra en la figura 3.71a. En la figura 3.71b se muestra un método conveniente para determinar la perspectiva de cualquier curva plana.

3.32 SOMBREADO

El sombreado puede facilitar la visualización de los dibujos pictóricos, como los dibujos de presentación, de patentes y de catálogos. Los dibujos multivista y de ensamble comunes no se sombrean. El sombreado debe ser sencillo, reproducirse correctamente y producir una imagen clara. En la figura 3.72 se muestran algunos de los tipos más comunes de sombreado. Las figuras 3.72c y d presentan dos métodos de filetes y formas redondas sombreadas. El sombreado que se produce con puntos se muestra en la figura 3.72e, y el sombreado con tonos de lápiz en la figura 3.72f. El sombreado con tonos de lápiz se usa en los dibujos hechos sobre papel vegetal, que se reproduce bien sólo en copias heliográficas, no así cuando se utiliza una fotocopiadora.



3.72 Métodos de sombreado.

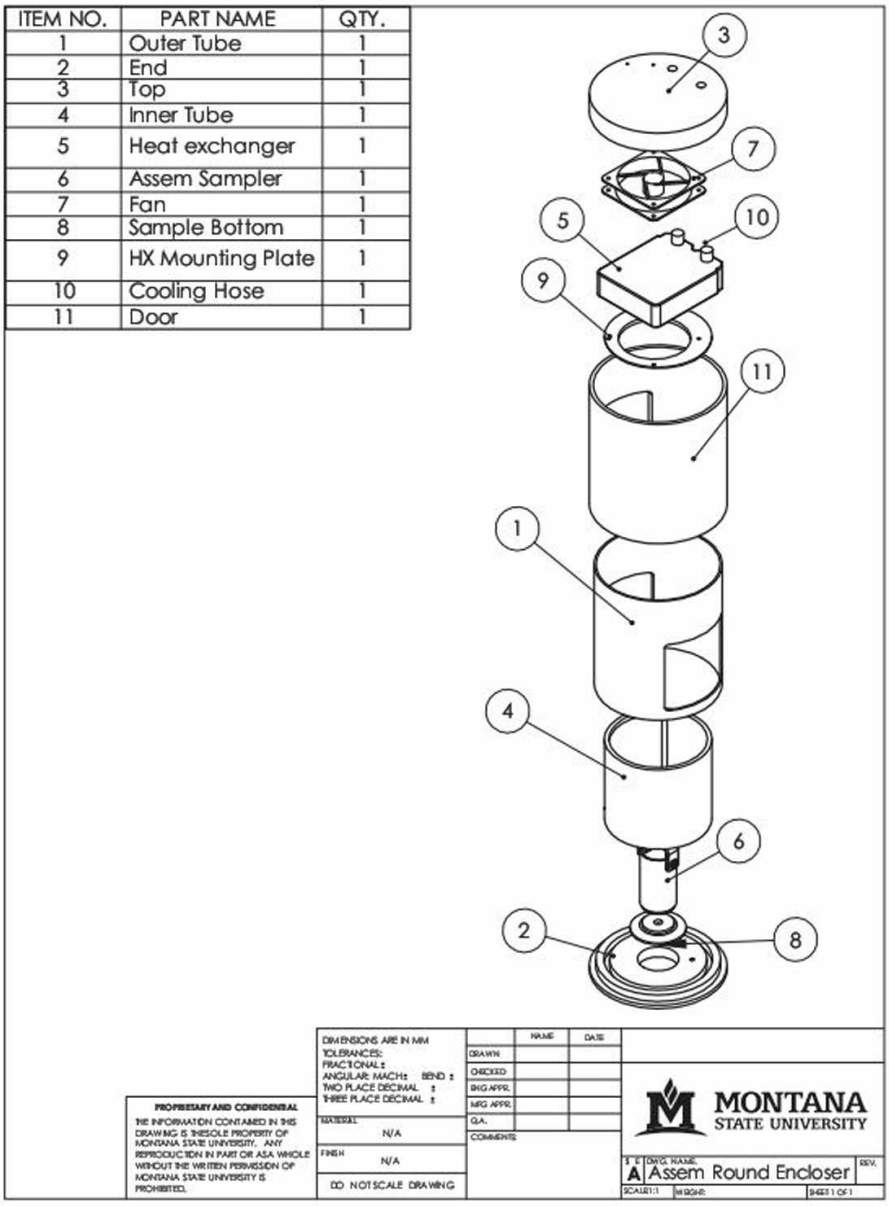
www.FreeLibros.me

3.33 GRÁFICOS EN COMPUTADORA

Cualquier tipo de dibujo pictórico puede crearse usando CAD en 3D (figuras 3.73 y 3.74). Para crear dibujos pictóricos con CAD en 2D, utilice técnicas de proyección similares a las presentadas en este capítulo. La ventaja del CAD en 3D es que una vez hecho un modelo de una pieza o ensamble en 3D, usted puede cambiar la dirección de la vista en cualquier momento por vistas ortogonales, isométricas o en perspectiva. También puede aplicar diferentes materiales y colores a los objetos del dibujo para producir un alto grado de realismo en la vista pictórica.

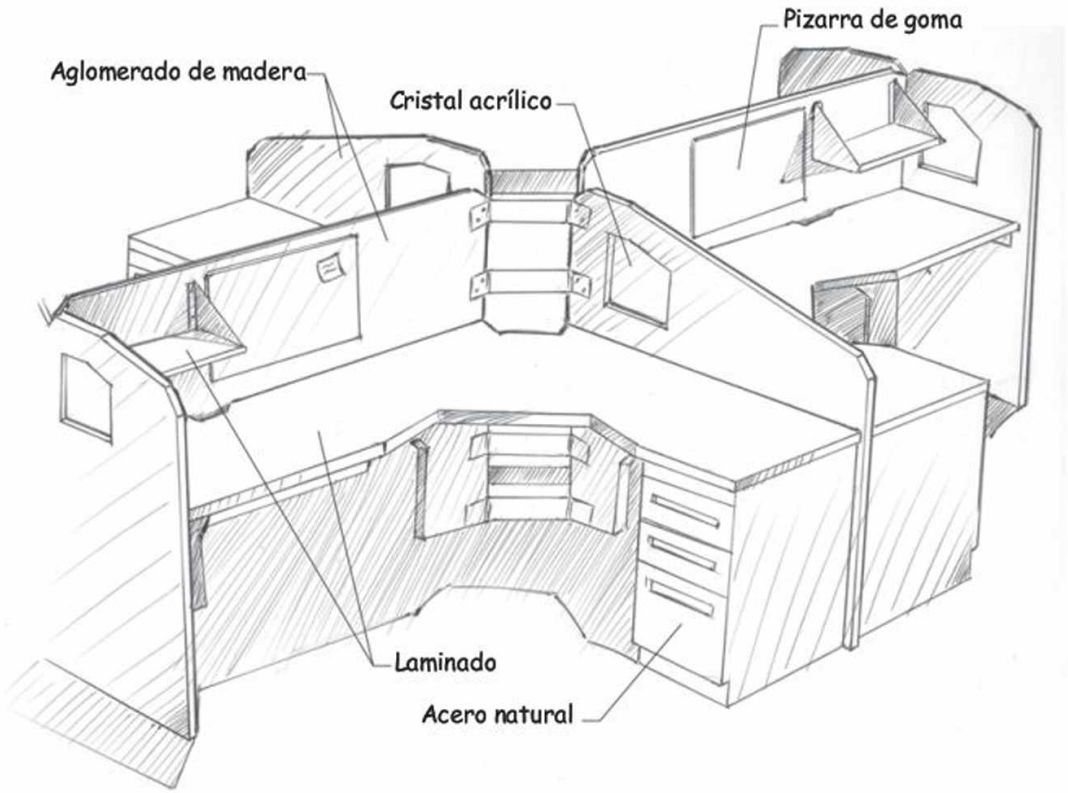
3.73 Vista pictórica dimétrica sombreada a partir de un modelo en 3D. (Cortesía de Robert Kincaid).

ITEM NO.	PART NAME	QTY.
1	Outer Tube	1
2	End	1
3	Top	1
4	Inner Tube	1
5	Heat exchanger	1
6	Assem Sampler	1
7	Fan	1
8	Sample Bottom	1
9	HX Mounting Plate	1
10	Cooling Hose	1
11	Door	1



3.74 Dibujo isométrico de un ensamble. (Cortesía de Robert Kincaid).

www.FreeLibros.me



3.75 Bosquejo conceptual de una estación de trabajo móvil personalizada hecho a mano. (Cortesía de Jacob A. Baron-Taltre).

3.34 DIBUJO SOBRE DIBUJO

Puesto que CAD ayuda a las personas a producir dibujos precisos que son fáciles de modificar, almacenar y reutilizar, la automatización informática ha hecho que los aspectos minuciosos de la representación manual de dibujos técnicos sean casi obsoletos. Sin embargo, la capacidad de dibujar con claridad es una manera inmediata y universal para registrar y comunicar ideas.

La capacidad de pensar en objetos complejos en términos de sus componentes sólidos básicos e identificar las relaciones entre las distintas superficies, bordes y vértices es fundamental para la creación de dibujos técnicos creados a mano alzada (figura 3.75) y generados por computadora. Al comprender la forma en que se representan los objetos con precisión, puede comunicarse de manera eficiente como parte de un equipo y aumentar su capacidad de visualización constructiva o su habilidad para pensar de manera "original".

". . . quiero ser capaz de dibujar cualquier tipo de línea que desee"

Jacob Baron-Taltre trabaja como diseñador de productos para un fabricante mediano de muebles en la región de Seattle. En su trabajo, bosqueja casi todos los días.

"En ocasiones, los bosquejos son muy superficiales... sólo herramientas para que yo trabaje en algunos detalles que estoy diseñando. Otras veces son más elaborados y nítidos, porque probablemente serán parte de una conversación o una presentación".

La primera herramienta que él toma al iniciar un proyecto no es una computadora.

"Tomar notas o hacer bosquejos rápidos sobre papel es la forma más rápida de documentar la mayor cantidad de ideas en el menor tiempo posible. Después, desarrollaré algunas de esas ideas con mayor detalle a mano, y sólo entonces comenzaré a usar la computadora para documentar los conceptos trabajando con CAD en 2D o en 3D. Si no puedo dibujar una idea a mano, es poco probable que tenga más éxito (si lo tuviera) empleando CAD".

Baron-Taltre dice que bosqueja para explorar diversas formas, tamaños y materiales.

"El CAD es más exacto y esa precisión puede ser algo limitante. Cuando quiero trazar una línea, quiero ser capaz de dibujar cualquier tipo de línea que yo desee. En CAD tengo que usar una herramienta específica para cada tipo de línea".

"El CAD es una gran manera de comunicar pensamientos acabados y explorar relaciones exactas. También es ideal para la creación rápida de entornos precisos y de modelos que se puedan girar y examinar. Es posible compartir y editar estos archivos sin tener que volver a dibujar. El dibujo a mano alzada es más rápido para representar ideas específicas y puede usarse para comunicarse con alguien que está frente a usted. Además, se pueden agregar detalles a las áreas clave del dibujo y dejar para después los detalles en las áreas que se requieran sólo como contexto".

www.FreeLibros.me

BOSQUEJOS Y MODELADO PARAMÉTRICO

El proceso de diseño

En varios sentidos, el uso del modelado paramétrico en CAD replica el proceso de diseño. Para obtener las ideas generales, el diseñador comienza por hacer bosquejos a mano. Luego, cuando las ideas están refinadas, se crean dibujos más precisos, ya sea mediante instrumentos o con CAD. Se realiza un necesario análisis y, en respuesta, el diseño puede cambiar. Los dibujos se revisan según sea necesario para cumplir los nuevos requisitos. Por último, los dibujos se aprueban para que las piezas puedan fabricarse.

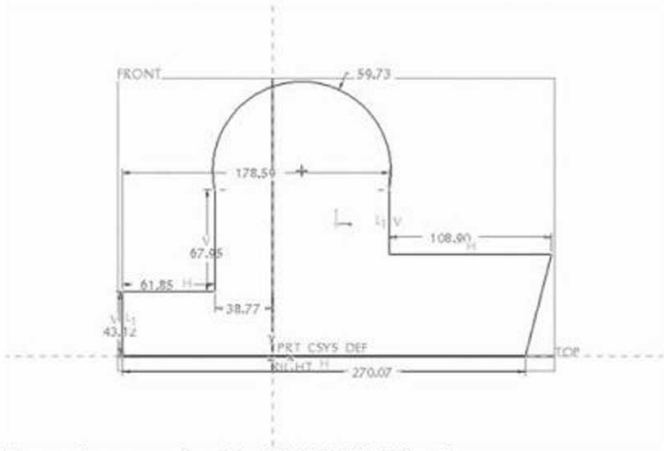
Bosquejos generales

Al usar software de modelado paramétrico, el diseñador bosqueja inicialmente de manera general las formas básicas en la pantalla. No es necesario que estos bosquejos tengan líneas perfectamente rectas o curvas precisas. El software interpreta el bosquejo de manera parecida a cuando usted interpreta un croquis elaborado por un colega. Si las líneas son casi horizontales o verticales, el software da por sentado que usted se las imaginó de esa manera. Si la línea parece ser perpendicular, supone que lo es.

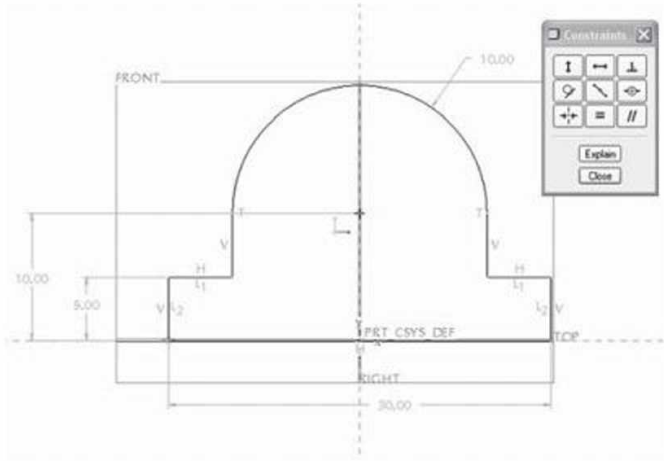
Restricción del bosquejo

Si utiliza un sistema CAD paramétrico, puede empezar por bosquejar en la pantalla de la computadora como si estuviera dibujando a mano alzada. Después perfeccione el dibujo en dos dimensiones mediante la adición de restricciones geométricas que indiquen la forma de interpretar el bosquejo, y al añadir dimensiones paramétricas que controlen el tamaño de la geometría del bosquejo. Una vez refinado el bosquejo, puede convertirlo en un elemento en 3D al que pueden agregársele otras características. A medida que el diseño cambia, usted puede modificar las dimensiones y las limitaciones que controlan la geometría del bosquejo, y el modelo paramétrico se actualizará para reflejar el diseño nuevo.

Cuando cree bosquejos a mano o modele en forma paramétrica, piense en las implicaciones de la geometría que está dibujando. ¿El bosquejo implica que las líneas son perpendiculares? ¿Se supone que los arcos que dibujó son tangentes o secantes? Cuando usted crea un modelo paramétrico, el software aplica reglas para limitar la geometría, con base en su bosquejo. Usted puede quitar, cambiar o agregar nuevas restricciones, pero para usar el software de manera eficaz necesita describir con precisión la geometría que desea que se forme.



Bosquejo general en Pro/ENGINEER Sketcher.



Bosquejo restringido.

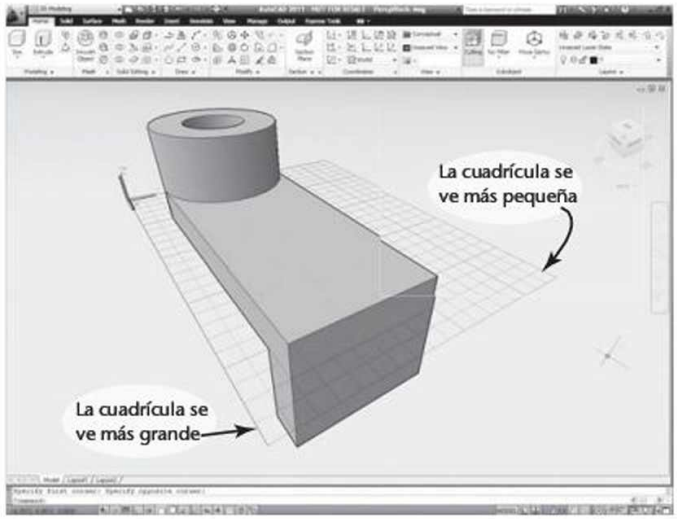
www.FreeLibros.me

VISTAS DE PERSPECTIVAS EN AUTOCAD

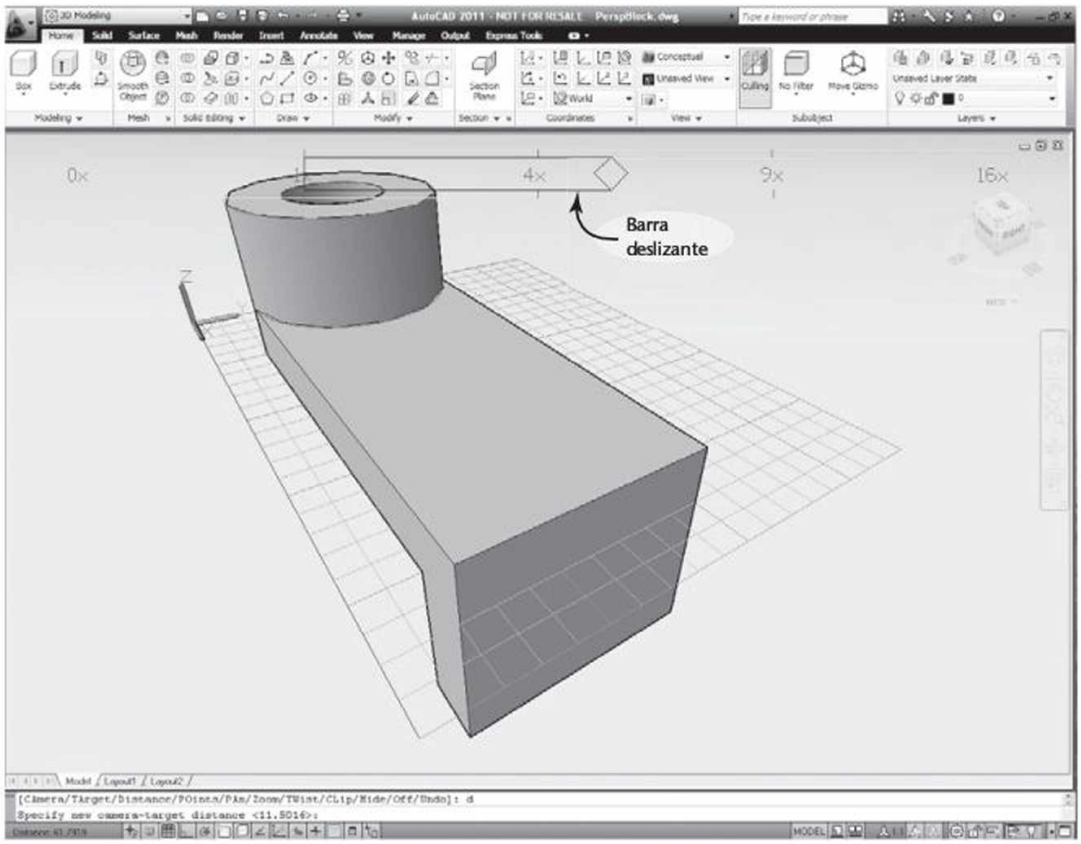
El software de AutoCAD usa un comando interactivo llamado **Dview** (visualización dinámica) que puede utilizar para mostrar los modelos en 3D y los dibujos en perspectiva. El comando **Dview** emplea una cámara y un objetivo para crear vistas paralelas y perspectivas. Usted puede usar la opción cámara para seleccionar una posición nueva con respecto al punto objetivo a que se dirige la cámara. La opción **Dview distance** (distancia) se usa para crear una vista en perspectiva, como la que se muestra en la figura A, aumentando la distancia entre la cámara y el objeto para calcular una nueva vista. Al elegir la opción **Off** (apagado) del comando, se deshabilita nuevamente la visualización en perspectiva.

Observe que los cuadros de la malla que se muestra en la figura parecen más grandes cerca de la dirección de visión y más pequeños cuando están lejos. Si especifica una distancia demasiado cercana, puede llenar toda la vista con el objeto.

La opción **Zoom** del comando **Dview** actúa como un comando normal de acercamiento cuando la vista en perspectiva está apagada. Cuando la vista en perspectiva está activa, el zoom se usa de forma dinámica moviendo la barra deslizante que se muestra en la Figura B para ajustar la lente de la cámara y cambiar el campo de visión. El valor predeterminado es mostrar la vista en forma similar a como se vería a través de una cámara de 35 mm con una lente de 50 mm.



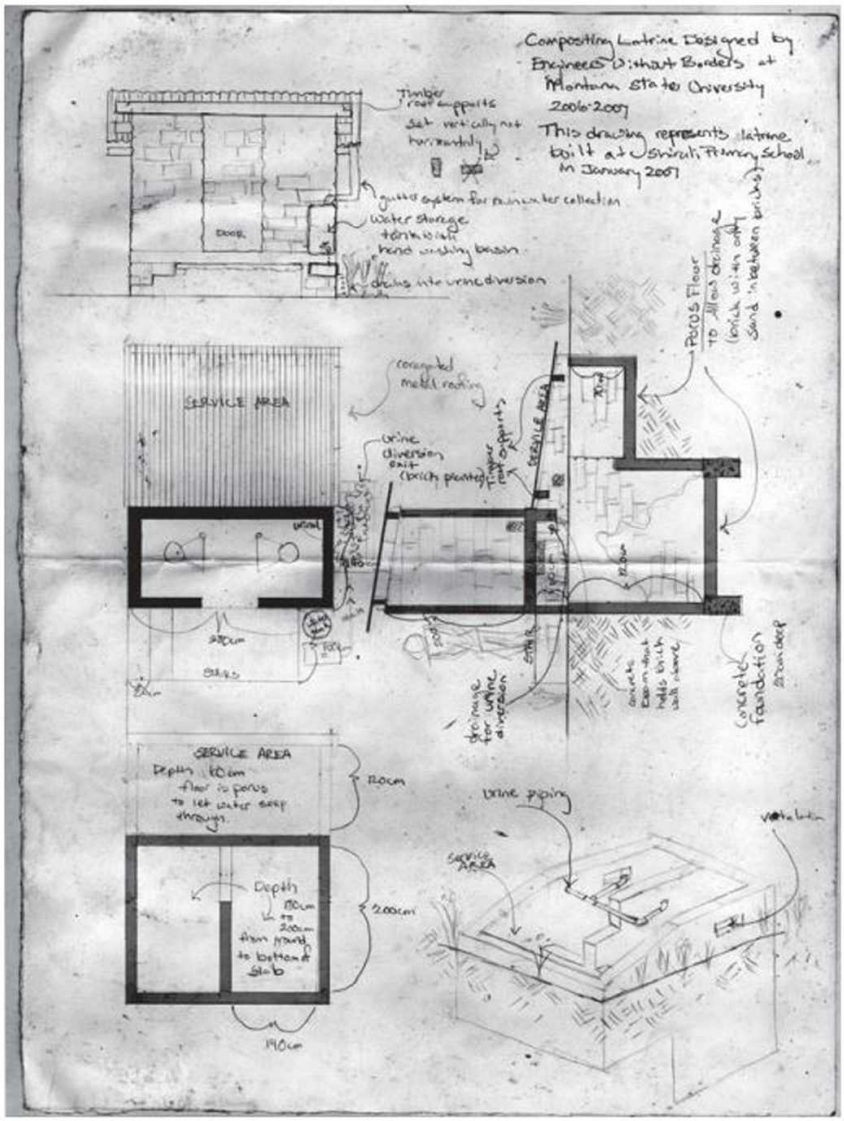
(A) Vista en perspectiva creada usando el comando Dview en AutoCAD. (Pantallas de Autodesk reimpresas con autorización de Autodesk, Inc.).



(B) Uso del control deslizante de zoom para ajustar el campo de visión. (Pantallas Autodesk reimpresas con autorización de Autodesk, Inc.).

www.FreeLibros.me

BOSQUEJOS EN EL CAMPO



Bosquejo de una letrina para compostaje. *El capítulo estudiantil de Ingenieros sin Fronteras de la Montana State University está colaborando con 57 escuelas de la División de Khwisero en el suroeste de Kenia para proporcionar mejoras sostenibles en saneamiento, incluyendo pozos y letrinas de compostaje.* **(Bosquejo cortesía de Andrea Orr, Ingenieros sin Fronteras, MSU).**

Andrea Orr fue un estudiante de diseño ambiental en la Montana State University, cofundadora y codiseñadora del proyecto Ingenieros sin Fronteras en el capítulo de la MSU.

Andrea creó el bosquejo que se muestra arriba durante la construcción de una letrina de compostaje que ella y Chris Allen diseñaron para una escuela en la División Khwisero en el suroeste de Kenia. El bosquejo mostró a los profesores y funcionarios locales del gobierno cómo debía funcionar la letrina.

A pesar de que había hecho varios bosquejos con anterioridad, ella y Allen elaboraron este bosquejo compilatorio para hacer más claras sus ideas en un solo concepto.

Orr hizo el bosquejo al aire libre, sentada a un lado del edificio de la escuela. No se contaba con computadora, porque en una ubicación tan remota era raro disponer de electricidad. También hizo un dibujo que explica cómo utilizar y mantener las letrinas, el cual se colocó dentro de la estructura terminada.

Orr dijo que aunque no esté trabajando en campo bosqueja a mano alzada antes de transferir sus dibujos a CAD.

"En un bosquejo dibujado a mano hay algo de vaguedad que te mantiene abierto a la creatividad", decía Orr.

"Si usted le muestra un bosquejo a alguien, es más probable que ofrezca sugerencias e ideas, que si ve el dibujo como una representación terminada en CAD. Esa es una de las razones por las que no trabajo en CAD hasta tener algunas revisiones del proyecto".

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Achurado
Ángulo
Borde
Bosquejo a mano alzada
Bosquejo isométrico
Bosquejo pictórico
Caja de construcción
Cilindro
Cono
Contornos
Dibujo isométrico
Dibujo oblicuo
Doble curvatura
Ejes isométricos
Elipsoide
Escala isométrica
Esfera
Espacio negativo
Línea
Línea del horizonte
Líneas de construcción
Líneas de fuga
Líneas no isométricas
Medidas de compensación
Normal
Ondulado
Patrones de línea
Perspectiva
Perspectiva angular
Perspectiva de dos puntos
Perspectiva de tres puntos
Perspectiva de un punto
Pirámide
Plano
Poliedro regular
Poliedros
Prisma
Proporción
Proyección axonométrica
Proyección cavalier
Proyección de gabinete
Proyección dimétrica
Proyección isométrica
Proyección multivista
Proyección oblicua
Proyección trimétrica
Proyecciones ortográficas
Proyectores oblicuos
Punteado
Punto
Punto de fuga
Punto de vista
Sesgo
Sólidos
Sombreado
Superficies
Toro
Una sola curva
Vértice

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- El bosquejado es una forma rápida de visualizar y resolver un problema de dibujo. Es una manera efectiva de comunicarse con todos los miembros del equipo de diseño.
- Las figuras tridimensionales están limitadas por superficies planas, de una sola curva, de doble curvatura u onduladas.
- Los prismas, las pirámides, los cilindros, los conos, los toros y los elipsoides son formas comunes en los dibujos de ingeniería. También hay cinco poliedros regulares: el tetraedro, el hexaedro, el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro.
- Hay técnicas especiales para dibujar líneas, círculos y arcos. Estas técnicas deben practicarse de modo que se conviertan en una habilidad natural.
- El uso de una cuadrícula facilita la tarea de bosquejar en proporción.
- Los círculos pueden bosquejarse al construir un cuadro y localizar los cuatro puntos donde el círculo tangente toca al cuadro.
- No es necesario que una línea bosquejada se vea como una línea mecánica o hecha en CAD. La principal diferencia entre CAD, el dibujo instrumental y el dibujo a mano alzada, está en el carácter o la técnica con que se hace la línea.
- Los bosquejos a mano alzada se hacen en proporción, pero no necesariamente a una escala particular.
- El bosquejado es una de las habilidades más importantes para registrar ideas con precisión.
- Los tres métodos usados para crear bosquejos pictóricos son isométrico, oblicuo y en perspectiva.

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Cuáles son las ventajas de usar papel cuadriculado para bosquejar?
2. ¿Cuál es la técnica correcta para dibujar un círculo o un arco?
3. Bosqueje el alfabeto de líneas. ¿Cuáles líneas son gruesas? ¿Cuáles son finas? ¿Cuáles son muy ligeras y no se reproducen al ser copiadas?
4. ¿Qué tipo de dibujo pictórico puede dibujarse en papel cuadriculado?
5. ¿Cuál es la ventaja de bosquejar un objeto antes de dibujarlo usando CAD?
6. ¿Cuál es la diferencia entre la proporción y la escala?

www.FreeLibros.me

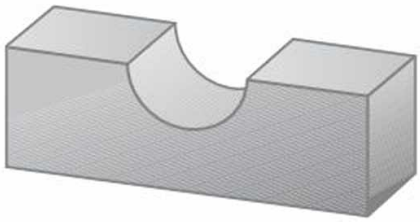
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

EJERCICIOS DE BOSQUEJADO

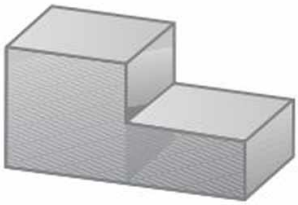
Ejercicio 3.1 Bosqueje los objetos que se muestran, usando dibujos isométricos, oblicuos y perspectivas de uno o dos puntos.

(a)

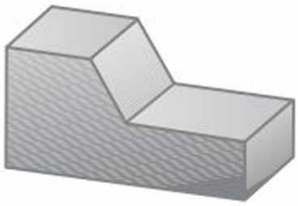
(b)



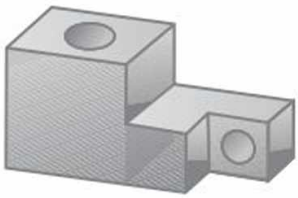
(c)



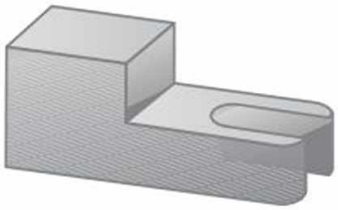
(d)



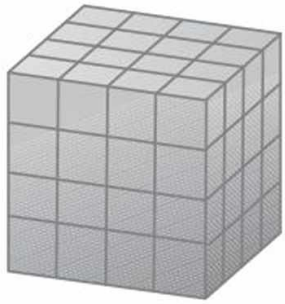
(e)



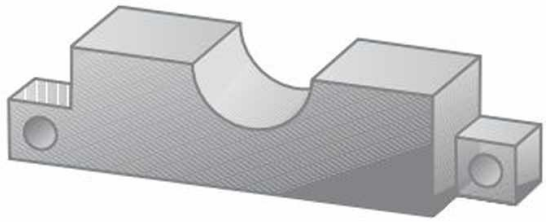
(f)



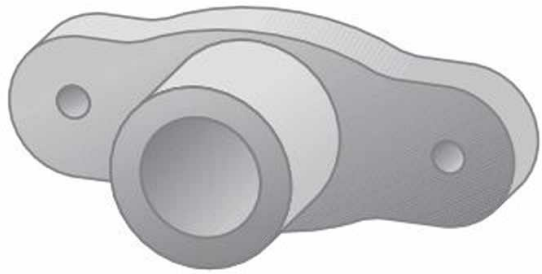
(g)



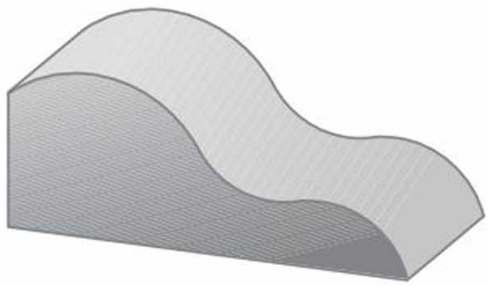
(h)



(i)



(j)



(k)

www.FreeLibros.me

Ejercicio 3.2 Bosquejos rápidos. (© 2007 Jupiterimages Corporation).

1. Practique sus habilidades y las técnicas de bosquejado que ha aprendido para hacer líneas de construcción y elipses. Establezca 10 minutos en un cronómetro y haga bosquejos rápidos de estos nueve recipientes distintos.
2. Seleccione un recipiente y cree un dibujo isométrico, uno oblicuo y uno en perspectiva.
3. Diseñe un nuevo recipiente para bebidas, utilizando sus habilidades de bosquejado.
4. Seleccione un recipiente. Dibuje una caja envolvente y sombree el espacio negativo de modo que el contorno de la copa permanezca blanco.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

(h)

(i)

www.FreeLibros.me

Ejercicio 3.3 Bosquejos rápidos. (© 2007 Jupiterimages Corporation). Vea las instrucciones del ejercicio 3.2, parte 1.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

www.FreeLibros.me

Ejercicio 3.4 Bosquejos rápidos. (© Jupiterimages Corporation). Vea las instrucciones del ejercicio 3.2, parte 1.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

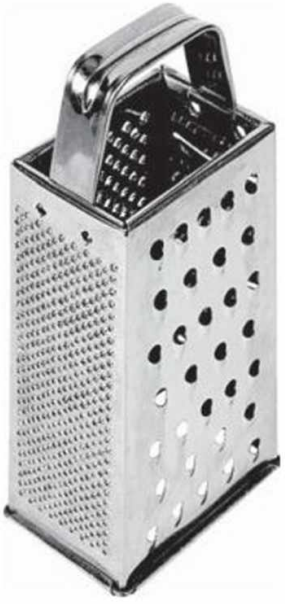
www.FreeLibros.me

Ejercicio 3.5 Bosquejado. (© Jupiterimages Corporation). Vea las instrucciones del ejercicio 3.2, parte 1.

(a)

(b)

(c)

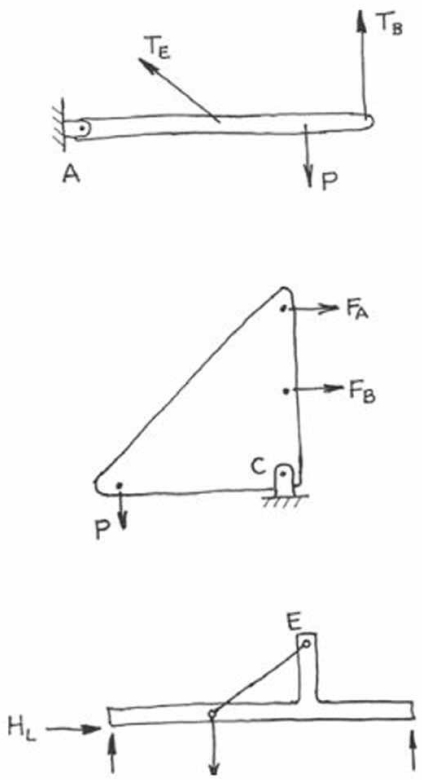


(d)

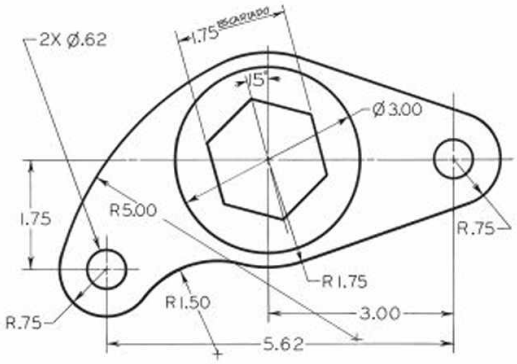
(e)

www.FreeLibros.me

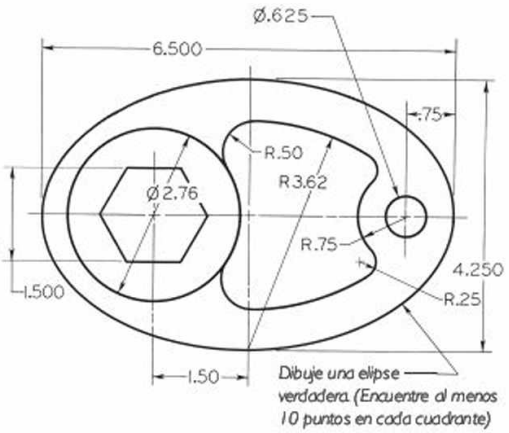
Ejercicio 3.6 Parquímetro.



Ejercicio 3.7 Bosquejos de diagramas de cuerpo libre.

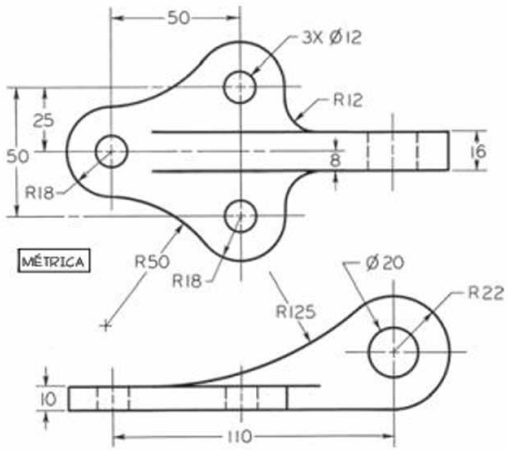


Ejercicio 3.8 Brazo de oscilador. Cree un bosquejo a mano alzada. Use las dimensiones para ayudarse a estimar proporciones. Haga su bosquejo sin dimensiones a menos que su profesor le indique lo contrario.

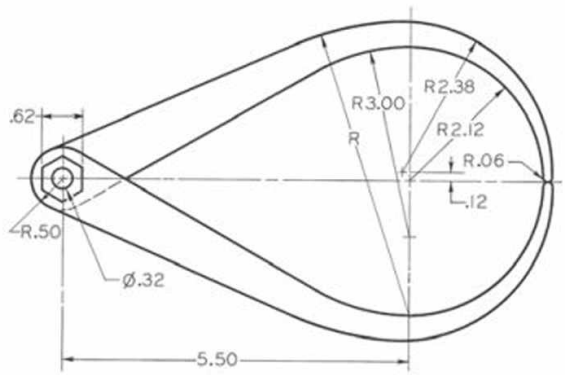


Ejercicio 3.9 Leva especial. Cree un bosquejo a mano alzada. Use las dimensiones para ayudarse a estimar proporciones. Haga su bosquejo sin dimensiones a menos que su profesor le indique lo contrario.

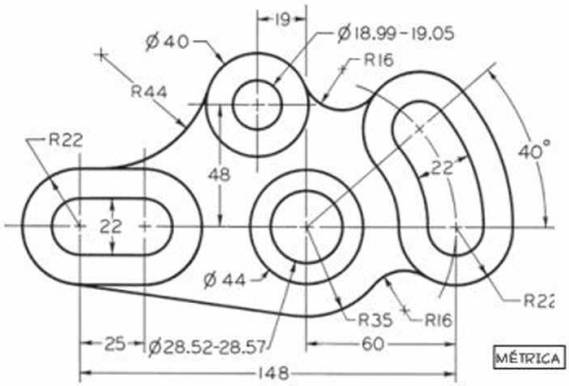
www.FreeLibros.me



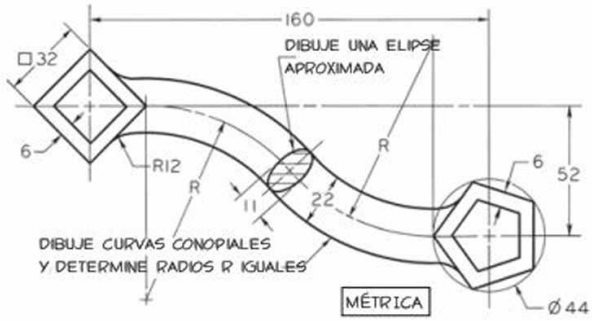
Ejercicio 3.10 Trabante de caldera. Cree un bosquejo a mano alzada. Use las dimensiones para ayudarse a estimar proporciones. Haga su bosquejo sin dimensiones a menos que su profesor le indique lo contrario.



Ejercicio 3.11 Calibrador externo. Cree un bosquejo a mano alzada. Use las dimensiones para ayudarse a estimar proporciones. Haga su bosquejo sin dimensiones a menos que su profesor le indique lo contrario.



Ejercicio 3.12 Brazo de engranaje. Cree un bosquejo a mano alzada. Use las dimensiones para ayudarse a estimar proporciones. Haga su bosquejo sin dimensiones a menos que su profesor le indique lo contrario.



Ejercicio 3.13 Llave especial en S. Cree un bosquejo a mano alzada. Use las dimensiones para ayudarse a estimar proporciones. Haga su bosquejo sin dimensiones a menos que su profesor le indique lo contrario.

www.FreeLibros.me

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO CUATRO

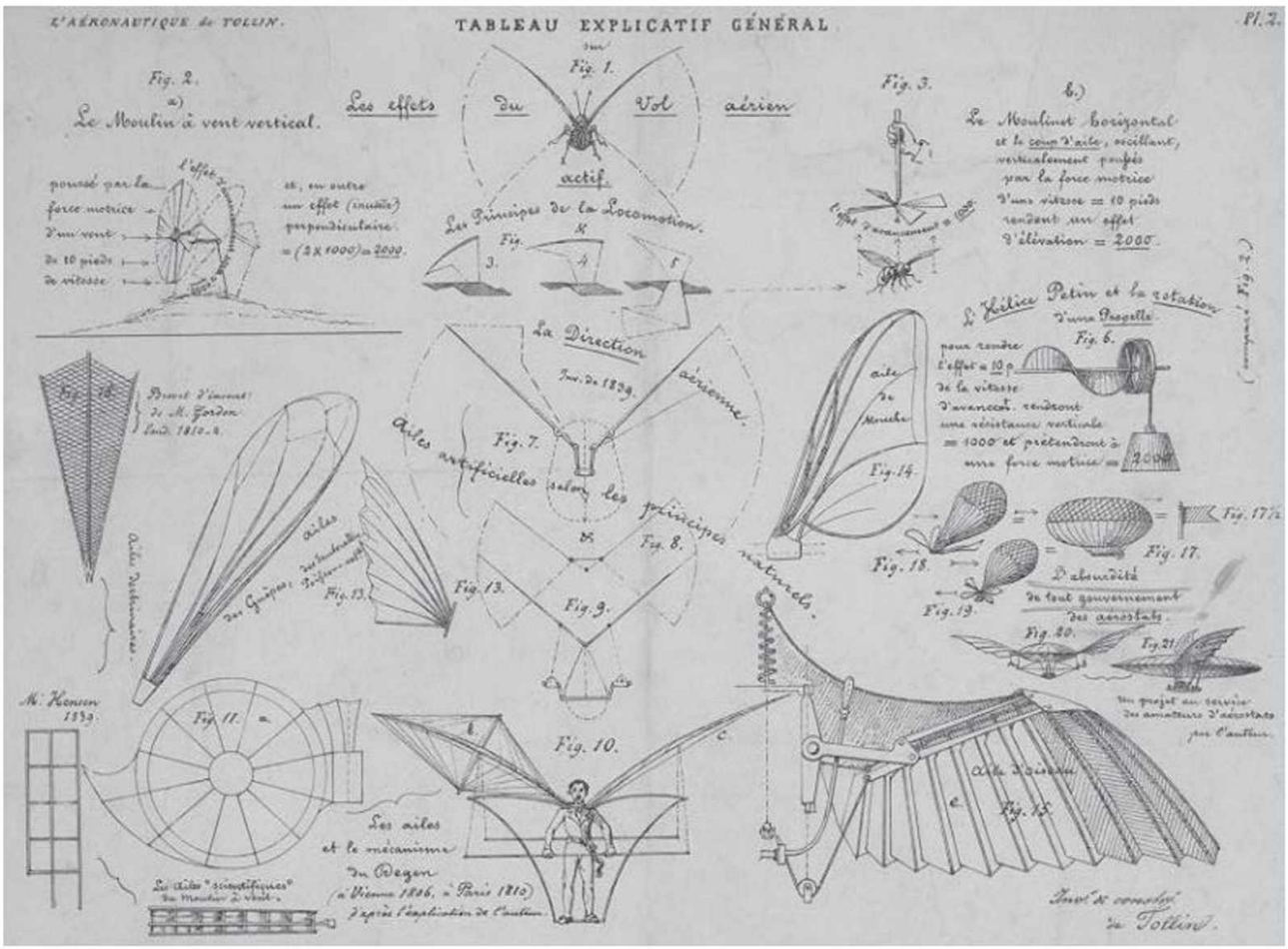
CONSTRUCCIÓN GEOMÉTRICA

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Identificar la geometría que compone los dibujos básicos en 2D.
2. Usar sus habilidades de trazado sobre una mesa o sus conocimientos de CAD en 2D para crear figuras técnicas.
3. Describir las ventajas de CAD sobre el dibujo con instrumentos manuales.

www.FreeLibros.me



Dibujo técnico de 1852 que ilustra los principios aeronáuticos por Ferdinand Tollin. (Biblioteca del Congreso).

INTRODUCCIÓN

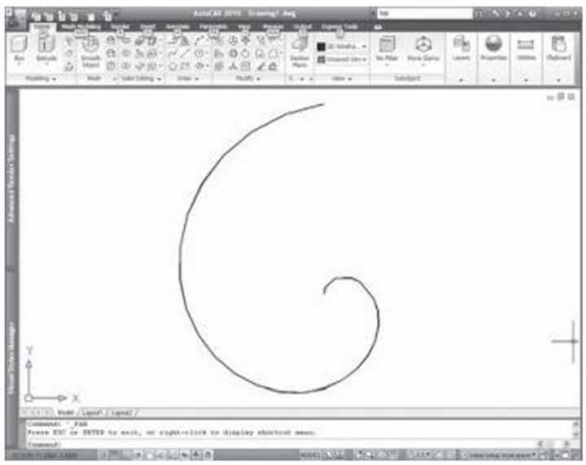
La construcción precisa es fundamental para crear dibujos de CAD en 2D o dibujos manuales en papel que sean útiles. Por lo general, una buena técnica de dibujo manual puede producir un dibujo con una exactitud de 1/40 de la escala del dibujo. Por ejemplo, un plano realizado a mano y creado en 1" = 400' podría tener una precisión en un rango de más o menos 10'.

La precisión interna de los dibujos creados con sistemas CAD está limitada a los 64 bits (en ubicaciones base 2) que normalmente se usan para representar los números decimales en un sistema CAD. Esto produce una precisión teórica de alrededor de 1 en 10 billones (10^{16}), aproximadamente la distancia entre la Tierra y Alfa Centauri, medida en metros. Si usted dibujara dos haces, cada uno de tres veces la distancia entre el Sol y Plutón, y hace uno de los haces tan sólo 1 mm más largo que el otro, un sistema de CAD podría representar con exactitud la diferencia entre los dos haces. ¡Sorprendente! Eso es mucho mejor que la precisión de 1 en 40 de un dibujo manual. Sin embargo, los dibujos en CAD son precisos sólo si el software se usa para crear definiciones exactas de la geometría del dibujo.

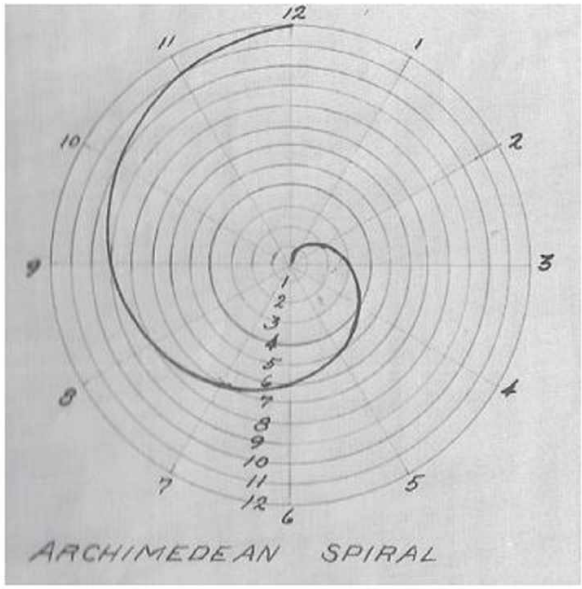
www.FreeLibros.me

Para las compañías con un respaldo de dibujos manuales puede resultar poco rentable volver a crear sus dibujos usando un sistema CAD con el fin de actualizarse. Cuando así lo requiera, usted puede usar este capítulo como una referencia para las técnicas de dibujo sobre mesa. Con fines de comparación, se mencionan algunos procedimientos rápidos y generales de CAD para la creación de geometrías.

Ya sea que los dibujos se creen de forma manual o mediante un sistema CAD, la comprensión de la geometría básica es la clave para obtener una buena precisión. La espiral que se muestra en la figura A fue creada usando una fórmula para calcular los puntos de la espiral y dibujar segmentos de polilínea entre ellos con el fin de aproximar la figura deseada. En la figura B se muestra un dibujo similar creado manualmente.



(A) Dibujo de una espiral usando un programa LISP en AutoCAD. *Tomó cerca de dos minutos encontrar y descargar el programa LISP y ejecutarlo.* (Pantalla de Autodesk reimpresa con autorización de Autodesk, Inc.).



(B) Dibujo de una espiral bellamente entintado, elaborado hacia 1910.

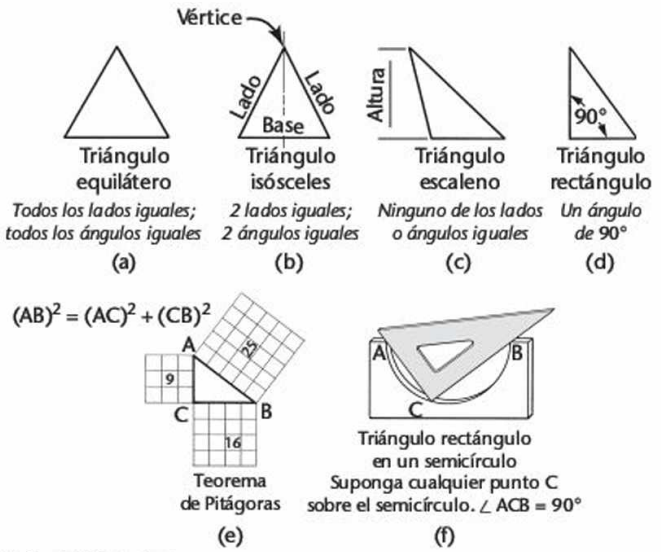
4.1 REPASO DE GEOMETRÍA

Triángulos

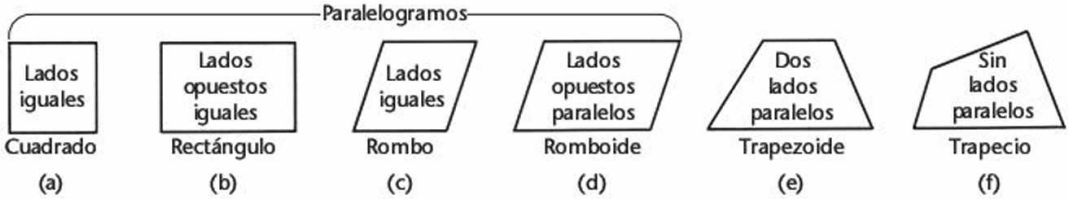
Un triángulo es una figura plana limitada por tres lados rectos, y la suma de sus ángulos interiores siempre es igual a 180° (figura 4.1). Un triángulo rectángulo (figura 4.1d) tiene un ángulo de 90°, y el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los dos catetos (figura 4.1c). Como se muestra en la figura 4.1f, cualquier triángulo inscrito en un semicírculo es un triángulo rectángulo si la hipotenusa coincide con el diámetro.

Cuadriláteros

Un cuadrilátero es una figura plana limitada por cuatro lados rectos (figura 4.2). Si los lados opuestos son paralelos, el cuadrilátero es un paralelogramo.



4.1 Triángulos.

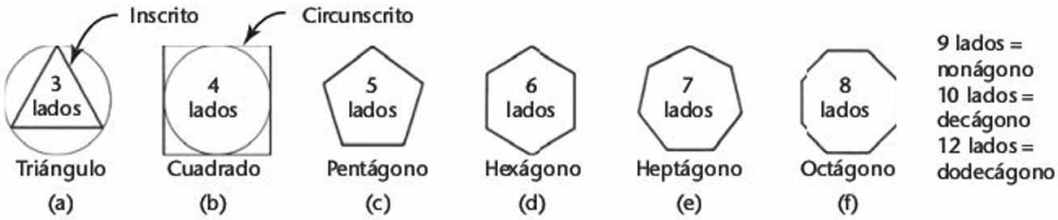


4.2 Cuadriláteros.

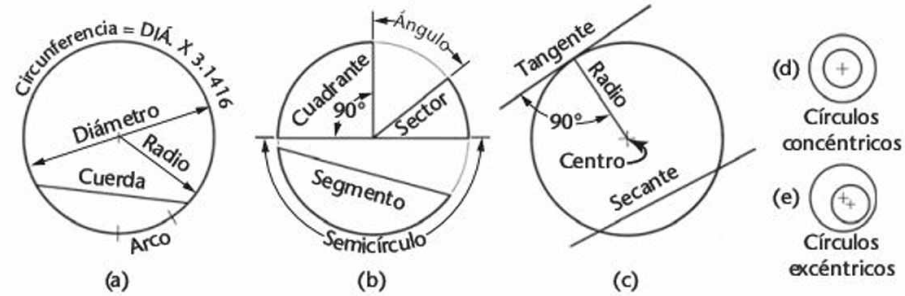
www.FreeLibros.me

Polígonos

Un polígono es cualquier figura plana limitada por líneas rectas (figura 4.3). Si el polígono tiene ángulos iguales y lados iguales, puede estar inscrito en o circunscrito respecto a un círculo y se denomina polígono regular.



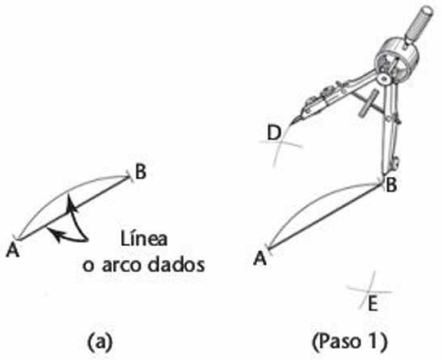
4.3 polígonos regulares.



4.4 El círculo.

Círculos y arcos

Un círculo es una curva cerrada en la que todos sus puntos están a la misma distancia de un punto llamado centro (figura 4.4a). La *circunferencia* se refiere al círculo o a la distancia alrededor del círculo. Esta distancia es igual al diámetro multiplicado por π, o 3.1416. En la figura 4.4 (b-e) se ilustran otras definiciones.



4.5 Bisección de una línea o un arco circular.

4.2 BISECCIÓN DE UNA LÍNEA O UN ARCO CIRCULAR

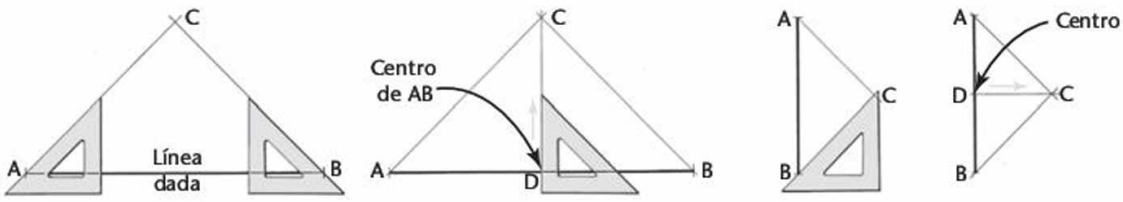
En la figura 4.5a se muestra la línea o el arco *AB* dados que se bisecarán.

Paso 1. Desde *A* y *B*, dibuje arcos iguales con radio mayor que la mitad de *AB* (figura 4.5(1)).

Pasos 2 y 3. Una las intersecciones *D* y *E* mediante una línea recta para localizar el centro *C* (figuras 4.5(2) y (3)).

4.3 BISECCIÓN DE UNA LÍNEA CON UNA ESCUADRA Y CON UNA REGLA T

Como se muestra en la figura 4.6, trace líneas de construcción a 30°, 45° o 60° respecto a la línea dada desde los extremos *A* y *B*. Después trace una línea perpendicular a través de su intersección, *C*, a la línea dada para ubicar el centro *D*, como se muestra en la figura.



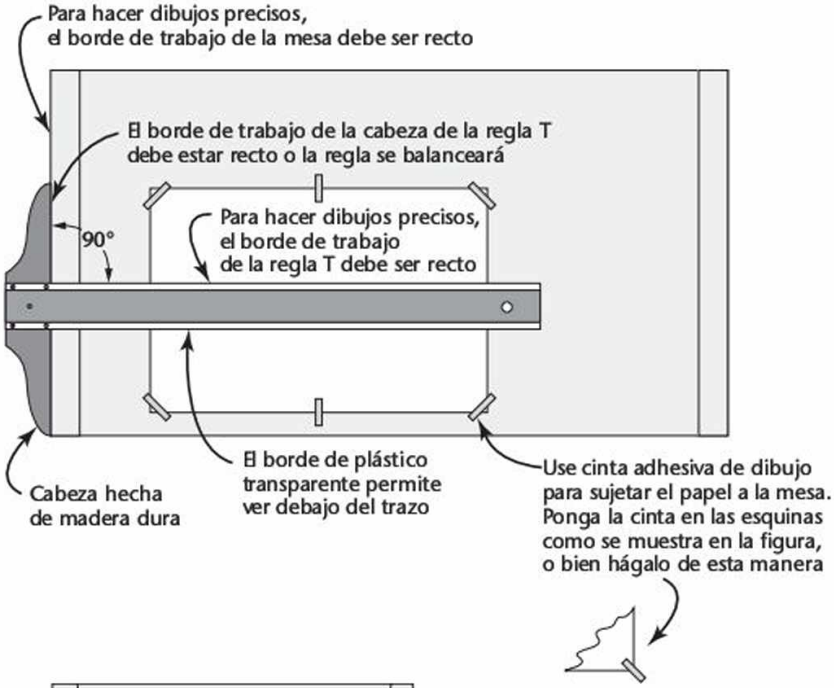
4.6 Bisección de una línea con una escuadra y una regla T.

www.FreeLibros.me

SUGERENCIA

La regla T

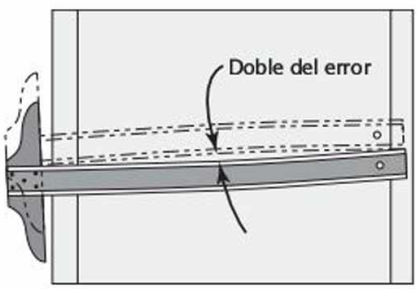
- Revise su mesa de dibujo contra una regla recta que haya sido probada y se sepa que es "verdadera".
- Presione la cabeza de la regla T a lo largo de su mesa de dibujo. No debe balancearse. Si lo hace, la cabeza no es recta.
- Pruebe la rectitud de la hoja como se muestra a continuación.
- Si es necesario, deseche la regla T.



Prueba de la hoja de la regla T

Use un lápiz duro para trazar una línea exacta a lo largo de todo el borde de la hoja de la regla T; luego gire la regla T y trace la línea otra vez a lo largo del mismo borde.

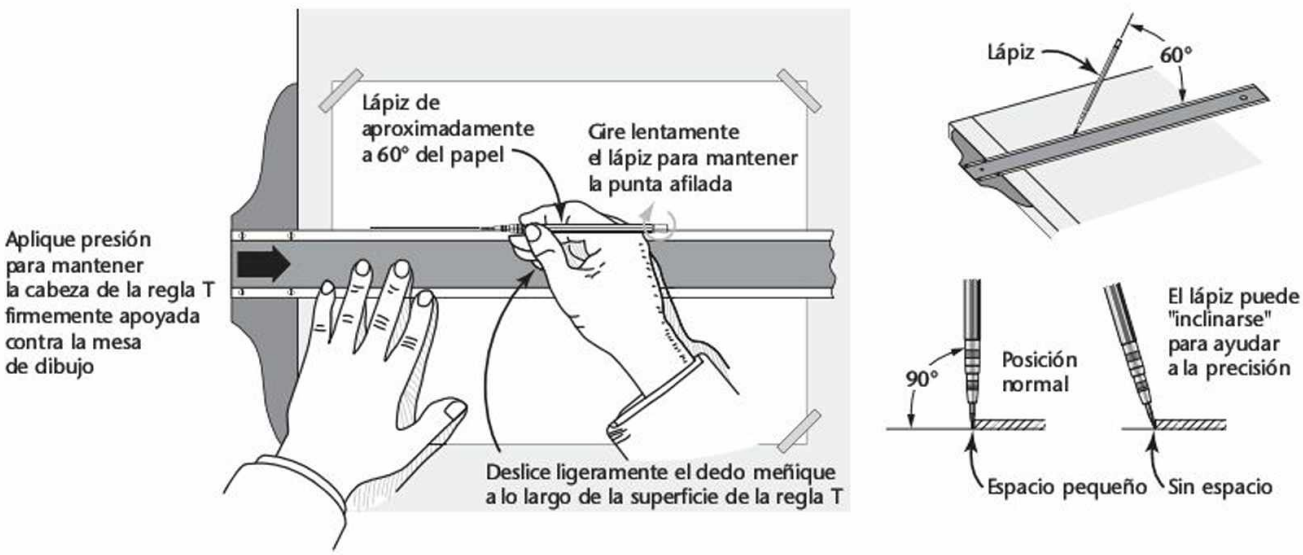
Si el borde es recto, las líneas deben coincidir. El espacio entre las dos líneas (si lo hay) será el doble del error de la hoja.



Prueba de la regla T.

Trazado de líneas horizontales

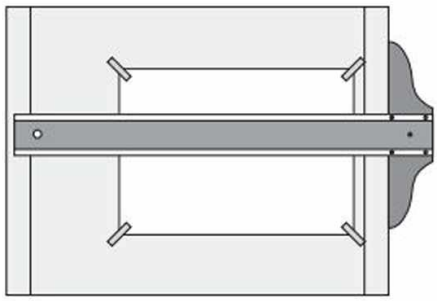
Para trazar una línea horizontal, presione la cabeza de la regla T firmemente contra el borde de la mesa de trabajo con su mano izquierda, deslice la mano hasta la posición mostrada de modo que la hoja se presione fuertemente contra el papel. Incline el lápiz alrededor de 60° y trace las líneas de izquierda a derecha.



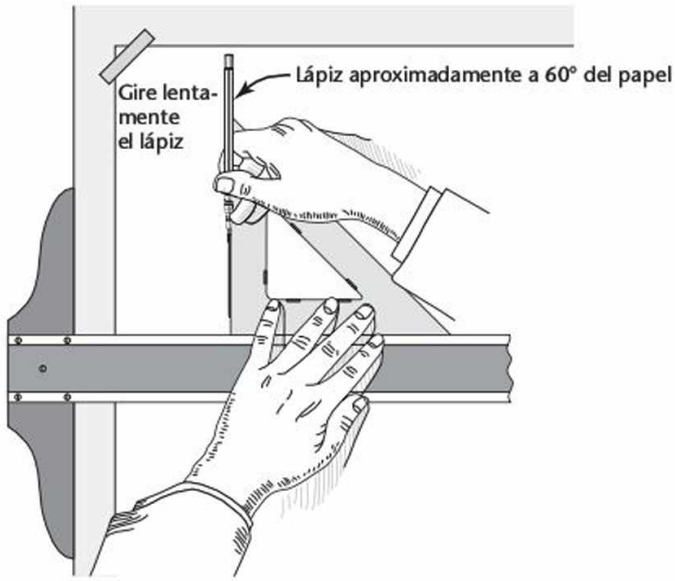
Trazado de una línea horizontal.

www.FreeLibros.me

SUGERENCIA

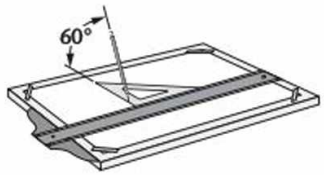


Si usted es zurdo, coloque la regla T a la derecha e invierta estas instrucciones



Trazado de líneas verticales

Use las escuadras de 45° o de 30° × 60° para trazar las líneas verticales. Coloque la escuadra sobre la regla T con *el borde vertical hacia la izquierda*, como se muestra en la figura. Con la mano izquierda presione la cabeza de la regla T contra la mesa, después deslice la mano hasta una posición donde sostenga firmemente tanto la regla T como la escuadra en su posición. Trace la línea en forma ascendente.

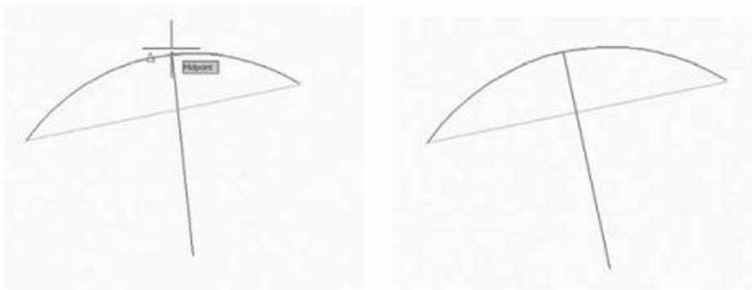


SUGERENCIA

Geometría exacta con AutoCAD

Si se utiliza la detección automática de objetos o *snaps* (figura A) para ubicar la geometría de un dibujo, como el punto medio del arco que se muestra en la figura B, resulta rápido y fácil trazar una línea que biseque un arco u otra línea.

(A) *El cuadro de diálogo de* ***parámetros de dibujo*** *(Drafting Settings) en AutoCAD puede usarse para activar la detección automática de objetos (snaps), un método para seleccionar ubicaciones sobre la geometría del dibujo.* (Pantallas de Autodesk reimpresas con autorización de Autodesk, Inc.).



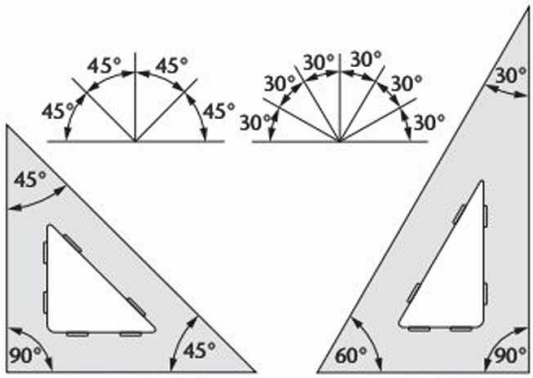
(B) Bisección de una línea o un arco circular empleando AutoCAD.

www.FreeLibros.me

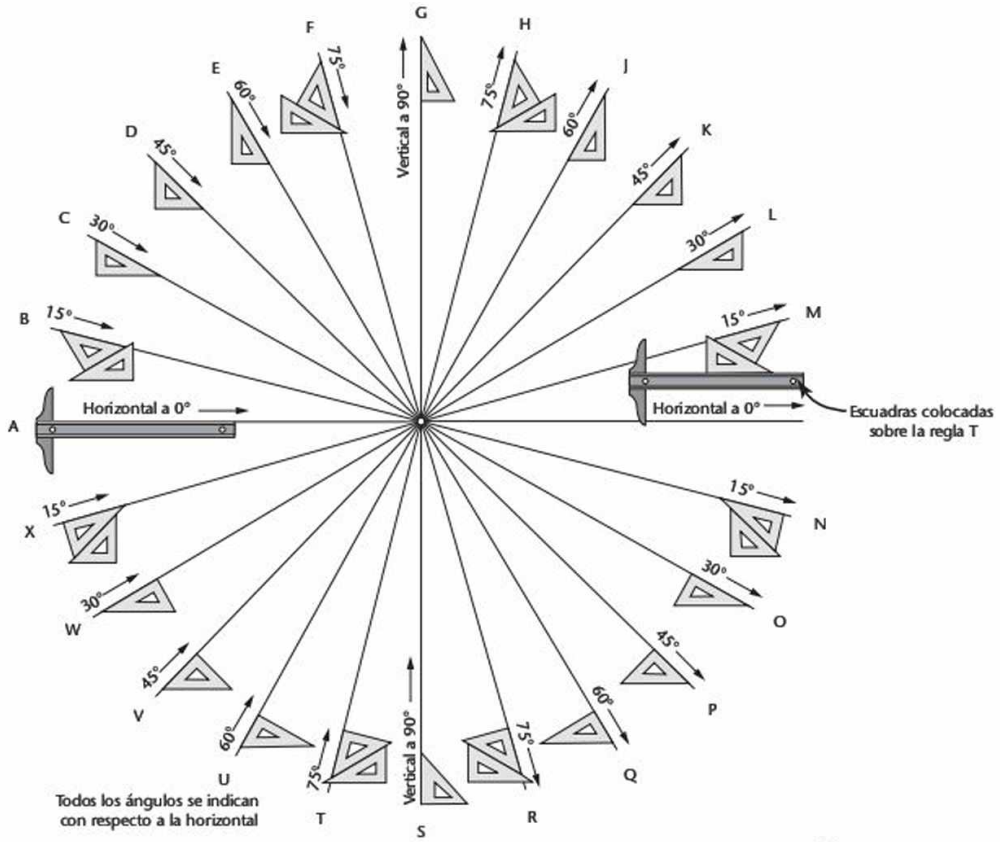
SUGERENCIA

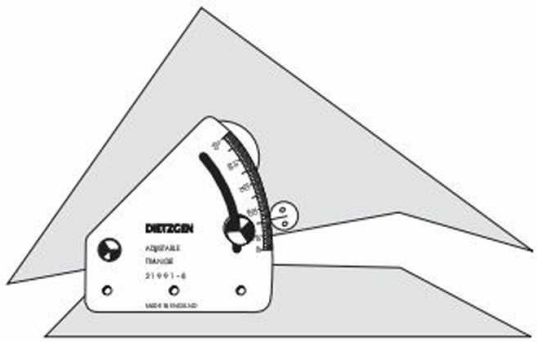
Escuadras

Las líneas inclinadas pueden dibujarse en ángulos estándar usando las escuadras de 45° y de 30° × 60°. Las escuadras son transparentes para que puedan verse las líneas del dibujo a través de ellas. Una combinación útil de escuadras es la de 30° × 60° con un cateto largo de 10" y una escuadra de 45° con 8" de longitud en cada cateto.



Escuadra de 45° Escuadra de 30° × 60°





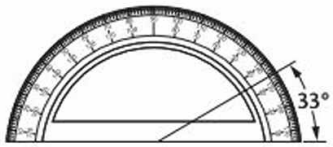
Una escuadra ajustable es una combinación muy útil de un transportador y una escuadra.

www.FreeLibros.me

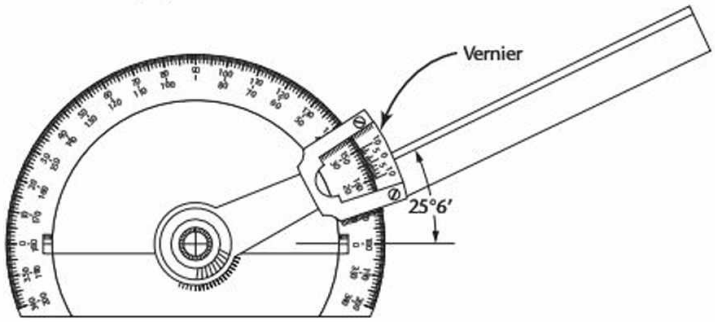
SUGERENCIA

Transportadores

Para medir o configurar ángulos distintos a los que se obtienen usando las escuadras, use un transportador. Los transportadores de plástico son satisfactorios para la mayoría de las mediciones angulares (figura A). También existen transportadores niquelados para cuando se requiera una gran precisión (figura B). Para obtener las mediciones angulares más exactas use un sistema CAD o los métodos matemáticos del seno o la tangente.

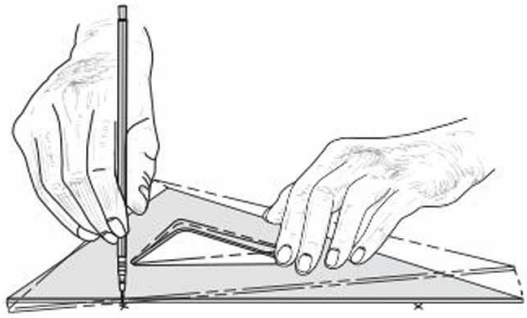


(A)



(B)

Transportadores.

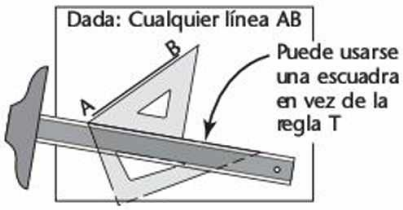


Para trazar una línea con lápiz a través de dos puntos, coloque el lápiz verticalmente en uno de los puntos y mueva el borde recto alrededor de la punta del lápiz hasta que se alinee con el otro punto.

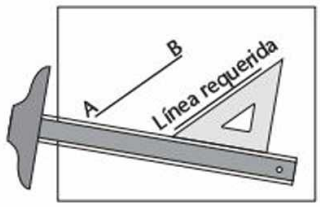
SUGERENCIA

Trazado de líneas inclinadas

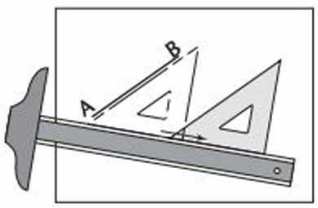
Con sólo una escuadra de 30° × 60° y otra de 45°, usted puede dibujar cualquier ángulo en incrementos de 15°, como se muestra en la figura. En cada caso, la parte inferior de la escuadra se apoya sobre la hoja de la regla T. Basta utilizar estas 2 escuadras, solas o en combinación, para obtener 24 sectores de 15°. Las flechas se muestran en la dirección que generalmente resulta más cómoda para dibujar la línea.



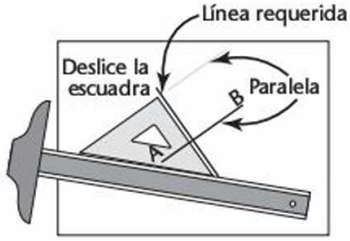
(a) Mueva la regla T y la escuadra hasta que se alineen con *AB*



(c) Dibuje la línea requerida paralela a *AB*



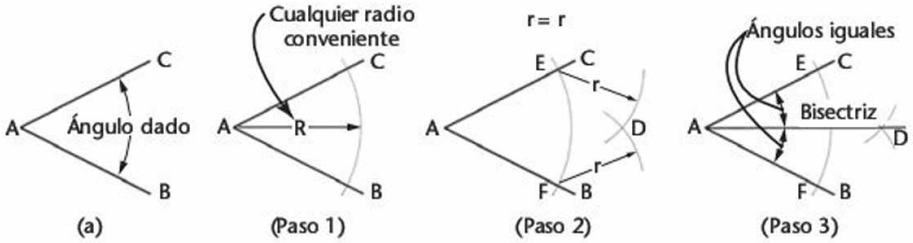
(b) Deslice la escuadra a lo largo de la regla T



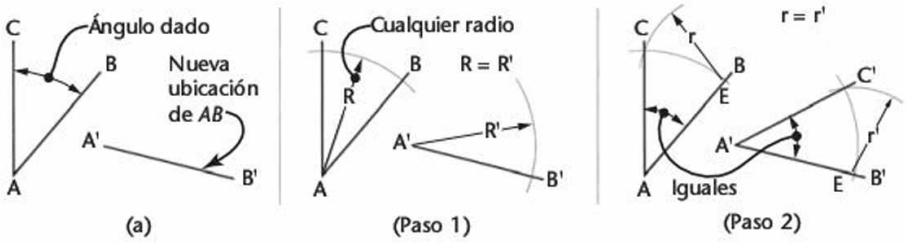
(d) Para dibujar una línea perpendicular a *AB*, alinee un cateto de 90° paralelo a la línea dada. Deslice la escuadra y use el otro cateto para dibujar la línea

Trazado de líneas paralelas o perpendiculares a una línea dada.

www.FreeLibros.me



4.7 Bisección de un ángulo.



4.8 Transferencia de un ángulo.

4.4 BISECCIÓN DE UN ÁNGULO

En la figura 4.7a se muestra el ángulo dado *BAC* que se va a bisecar.

Paso 1. Trace ligeramente un arco grande *CR* (figura 4.7(1)).
Paso 2. Trace ligeramente arcos iguales *r* con un radio un poco mayor que la mitad de *BC*, de modo que se intersequen en *D* (figura 4.7(2)).
Paso 3. Trace la línea *AD*, que biseca al ángulo (figura 4.7(3)).

4.5 TRANSFERENCIA DE UN ÁNGULO

En la figura 4.8a se muestra el ángulo dado *BAC* que debe transferirse a la nueva posición en *A'B'*.

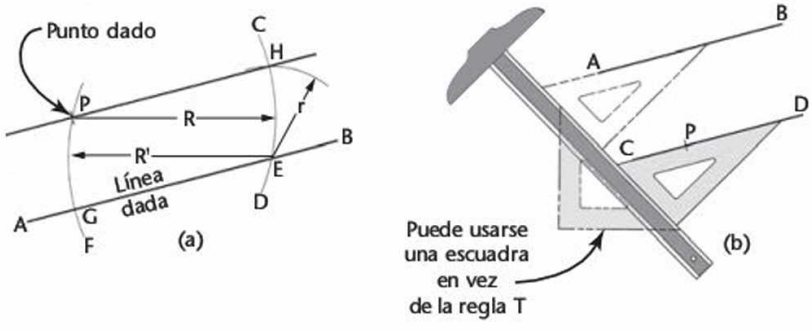
Paso 1. Use cualquier radio *R* conveniente y trace arcos desde los centros *A* y *A'* (figura 4.8(1)).
Paso 2. Trace arcos iguales *r*, y dibuje el lado *A'C'* (figura 4.8(2)).

4.6 TRAZADO DE UNA LÍNEA PARALELA A OTRA A TRAVÉS DE UN PUNTO

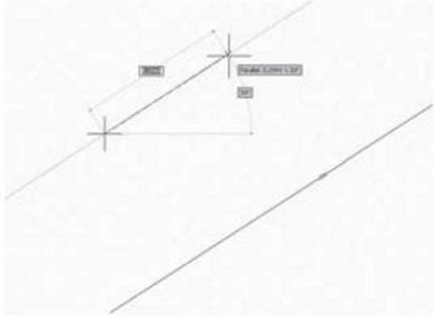
Con el punto dado *P* como centro y cualquier radio *R* conveniente, trace el arco *CD* de modo que interseque la línea dada *AB* en *E* (figura 4.9a). Con *E* como centro y el mismo radio, trace el arco *R'* para intersecar la línea dada en *G*. Con *PG* como radio y *E* como centro, trace el arco *r* para ubicar el punto *H*. la línea *PH* es la línea requerida.

Como se muestra en la figura 4.9b, mueva la escuadra y la regla T como una unidad hasta que la escuadra coincida con la línea dada *AB*, después deslice la escuadra hasta que su borde pase a través del punto dado *P*. Dibuje *CD*, la línea paralela requerida.

Con AutoCAD usted puede trazar una nueva línea paralela a otra a través de un punto determinado usando el comando **Offset** con la opción **Through**. Otro método consiste en usar la detección automática de objetos paralelos (**Parallel**) al dibujar la línea, como se muestra en la figura 4.10. También puede copiar la línea original y colocar la copia de manera que cruce por el punto.



4.9 Trazado de una línea a través de un punto.



4.10 Trazado de una línea a través de un punto.

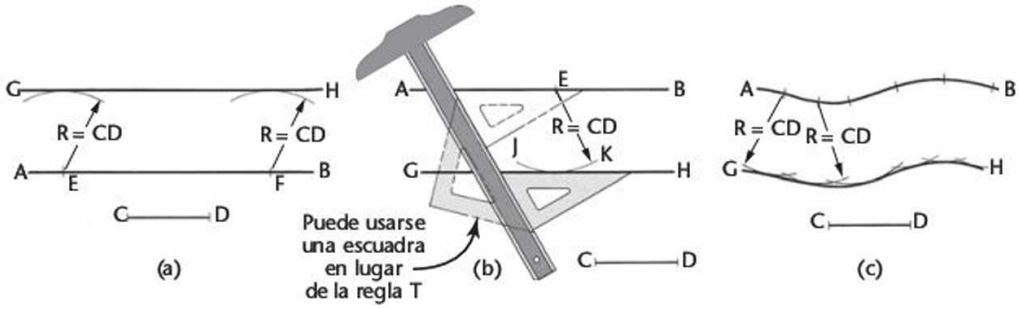
www.FreeLibros.me

4.7 TRAZADO DE UNA LÍNEA PARALELA A OTRA A UNA DISTANCIA DADA

Sea *AB* la línea y *CD* la distancia dada. Use la distancia requerida como el radio y dibuje dos arcos con centro en los puntos *E* y *F* cerca de los extremos de la línea *AB*. La línea *GH*, tangente a los arcos, es la línea requerida (figura 4.11a).

Método de la regla T Con cualquier punto *E* de la línea como centro y *CD* como radio, haga un arco *JK* (figura 4.11b). Mueva la escuadra y la regla T como una unidad hasta que la escuadra coincida con la línea dada *AB*, después deslice la escuadra hasta que su borde sea tangente al arco *JK*, y dibuje la línea requerida *GH*.

Para curvas Como se muestra en la figura 4.11c, con centros seleccionados al azar sobre la línea curva *AB* y con *CD* como radio, dibuje una serie de arcos, después dibuje la línea tangente a estos arcos.



4.11 Trazado de una línea paralela a otra a una distancia dada.

4.8 TRAZADO DE UNA LÍNEA PERPENDICULAR A OTRA A TRAVÉS DE UN PUNTO

Están dados la línea *AB* y el punto *P* (figura 4.12).

Cuando el punto no está sobre la línea Trace una línea *PD* convenientemente inclinada desde *P* (figura 4.12a). Encuentre el centro *C* de la línea *PD* y dibuje un arco con radio *CP*. La línea *EP* es la perpendicular requerida.

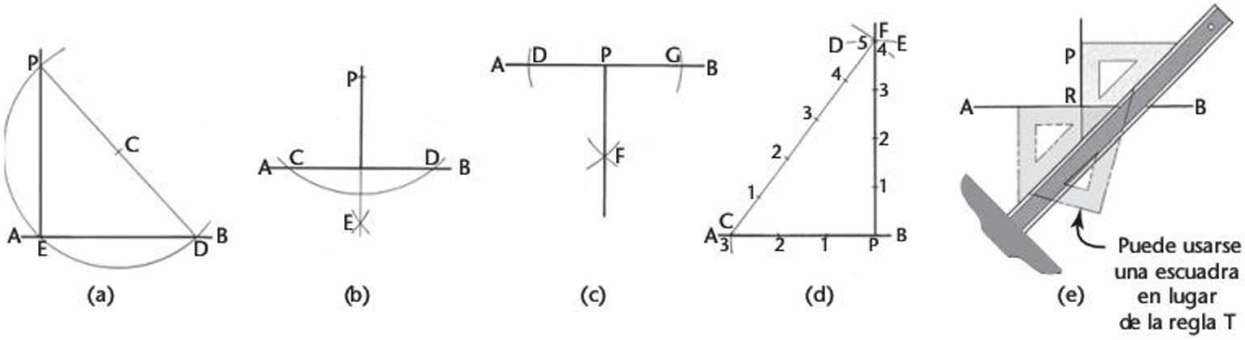
Con *P* como centro, dibuje un arco que interseque *AB* en *C* y *D* (figura 4.12b). Con *C* y *D* y como centros y radios un poco mayores que la mitad de *CD*, dibuje arcos que se intersequen en *E*. La línea *PE* es la perpendicular requerida.

Cuando el punto está sobre la línea Con *P* como centro y cualquier radio, tire arcos que intersequen *AB* en *D* y *G* (figura 4.12c). Con *D* y *G* como centros y radios un poco mayores que la mitad de *DG*, dibuje arcos iguales que se intersequen en *F*. La línea *PF* es la perpendicular requerida.

Como se muestra en la figura 4.12d, seleccione cualquier unidad de longitud conveniente (por ejemplo, 6 mm o 1/4"). Con *P* como centro y 3 unidades de radio, trace un arco que interseque la línea dada en *C*. Con *P* como centro y 4 unidades de radio, trace el arco *DE*. Con *C* como centro y 5 unidades como radio, dibuje un arco que interseque *DE* en *F*. La línea *PF* es la perpendicular requerida.

Este método se basa en el triángulo rectángulo 3-4-5 y se utiliza con frecuencia al diseñar cimientos rectangulares de grandes máquinas, edificios u otras estructuras. Para ello puede usarse una cinta de acero para medir las distancias de 30', 40' y 50' como los tres lados del triángulo rectángulo.

Método de la regla T Mueva la escuadra y la regla T como una unidad hasta que la escuadra coincida con la línea *AB* (figura 4.12e); después deslice la escuadra hasta que el borde pase por el punto *P* (ya sea que *P* esté o no sobre la línea), y trace la perpendicular requerida.



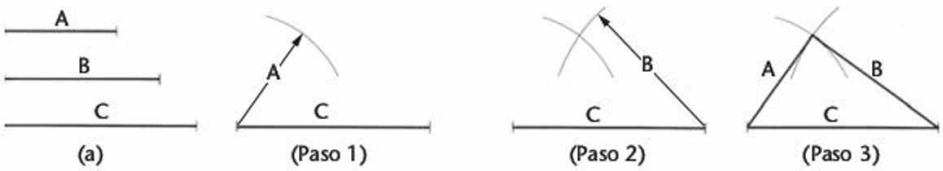
4.12 Trazado de una línea perpendicular a otra a través de un punto.

www.FreeLibros.me

4.9 TRAZADO DE UN TRIÁNGULO CON LADOS DADOS

Los lados *A*, *B* y *C* se dan como se muestra en la figura 4.13a.

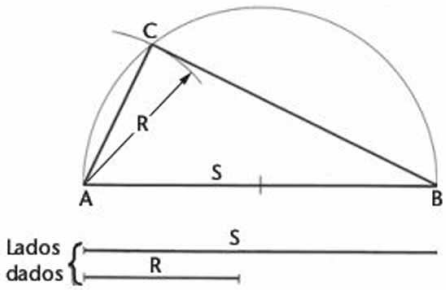
Paso 1. Dibuje un lado, como *C*, en la posición deseada, y trace un arco con un radio igual al lado *A*.
Paso 2. Trace ligeramente un arco con radio igual al lado *B*.
Paso 3. Dibuje los lados *A* y *B* desde la intersección de los arcos, como se muestra en la figura.



4.13 Trazado de un triángulo con lados dados.

4.10 TRAZADO DE UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO CON LA HIPOTENUSA Y UN LADO DADOS

Dados los lados *S* y *R* (figura 4.14), con *AB* como un diámetro igual a *S*, trace un semicírculo. Con *A* como centro y *R* como radio, dibuje un arco que interseque el semicírculo en *C*. Dibuje *AC* y *CB* para completar el triángulo rectángulo.



4.14 Trazado de un triángulo rectángulo.

4.11 CONFIGURACIÓN DE UN ÁNGULO

Muchos ángulos pueden configurarse directamente con una escuadra o un transportador. Para mayor precisión siga uno de los métodos que se muestran en la figura 4.15.

Método de la tangente La tangente del ángulo θ es y/x y $y = x \tan \theta$. Use un valor conveniente para *x*, de preferencia 10 unidades (figura 4.15a). (Cuanto mayor sea la unidad, más precisa será la construcción). Busque la tangente del ángulo θ, multiplíquela por 10 y mida $y = 10 \tan \theta$.

EJEMPLO Para establecer 31−1/2°, encuentre la tangente natural de 31−1/2°, que es 0.6128. Entonces, $y = 10$ unidades $\times$ $0.6128 = 6.128$ unidades.

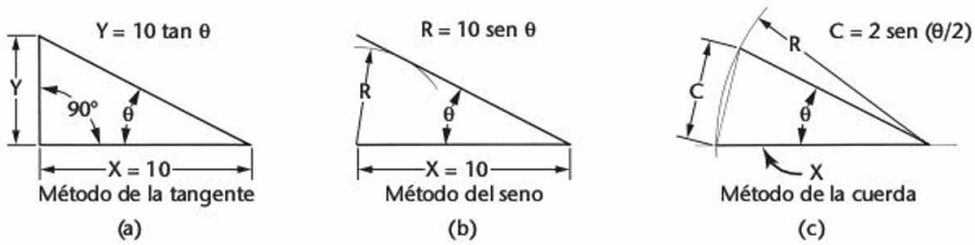
Método del seno Trace la línea *x* con cualquier longitud conveniente, preferentemente 10 unidades (figura 4.15b). Encuentre el seno del ángulo θ, multiplíquelo por 10 y dibuje el arco $R = 10$ sen θ. Dibuje el otro lado del ángulo tangente al arco, como se muestra en la figura.

EJEMPLO Para establecer 25−1/2°, encuentre el seno natural de 25−1/2°, que es 0.4304. Entonces $R = 10$ unidades $\times$ $0.4305 = 4.305$ unidades.

Método de la cuerda Trace la línea *x* con cualquier longitud conveniente y dibuje un arco con cualquier radio conveniente *R*, digamos 10 unidades (figura 4.15c). Encuentre la longitud de la cuerda *C* usando la fórmula $C = 2$ sen θ/2. Los manuales del operador de maquinaria contienen tablas de cuerdas. La tabla está hecha con un radio de 1 unidad, por lo que es fácil escalarla multiplicando los valores de la tabla por el radio real utilizado.

EJEMPLO La mitad de 43°20' = 21°40'. El seno de 21°40' = 0.3692. C = 2 × 0.3692 = 0.7384 para un radio de 1 unidad. Para un radio de 10 unidades, C = 7.384 unidades.

EJEMPLO Para establecer 43°20', la longitud *C* de la cuerda para un radio de 1 unidad, según se da en una tabla de cuerdas, es igual a 0.7384. Si $R = 10$ unidades, entonces $C =$ 7.384 unidades.



4.15 Configuración de ángulos.

www.FreeLibros.me

4.12 TRAZADO DE UN TRIÁNGULO EQUILÁTERO

El lado *AB* está dado. Con *A* y *B* como centros y *AB* como radio, construya ligeramente arcos que se intersequen en *C* (figura 4.16a). Dibuje las líneas *AC* y *BC* para completar el triángulo.

Método alternativo Trace líneas a través de los puntos *A* y *B*, formando ángulos de 60° con la línea dada e intersecando en *C* (figura 4.16b).

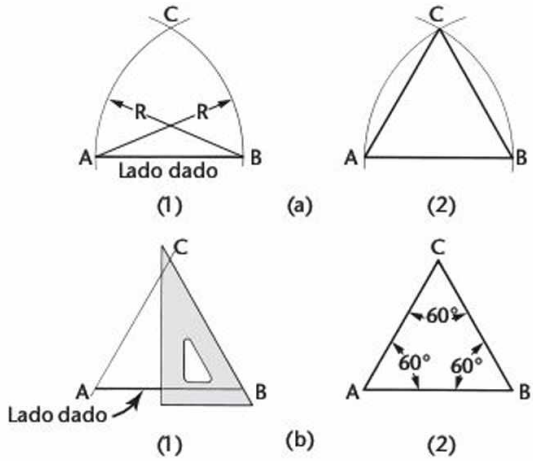
4.13 TRAZADO DE UN CUADRADO

El lado *AB* está dado (figura 4.17a). Dibuje una línea perpendicular a través del punto *A* (figura 4.12c). Con *A* como centro y *AB* como radio, dibuje un arco que interseque la línea perpendicular en *C*. Con *B* y *C* como centros y *AB* como radio, construya ligeramente arcos que se intersequen en *D*. Trace las líneas *CD* y *BD*.

Método de la regla T El lado *AB* está dado (figura 4.17b). Usando la regla T o un borde recto paralelo y una escuadra de 45°, dibuje las líneas *AC* y *BD* perpendiculares a *AB*, y las líneas *AD* y *BC* a 45° de *AB*. Trace la línea *CD*.

Método de los diámetros Dado el círculo circunscrito (distancia "entre las esquinas opuestas"), dibuje dos diámetros en ángulo recto entre sí (figura 4.17c). Las intersecciones de estos diámetros con el círculo son los vértices de un cuadrado inscrito.

Método del círculo inscrito (figura 4.17d) Dado el círculo inscrito (distancia "entre lados opuestos", tal como se usa en el trazado de las cabezas de tornillo), utilice la regla T (o un borde recto paralelo) y una escuadra de 45° y dibuje los cuatro lados tangentes al círculo.



4.16 Trazado de un triángulo equilátero.

SUGERENCIA

Puede usar el comando **Polygon** (*polígono*) en AutoCAD para dibujar cuadrados. El comando **Rectangle** (*rectángulo*) es otra forma rápida de hacer un cuadrado en AutoCAD.

4.14 TRAZADO DE UN PENTÁGONO REGULAR

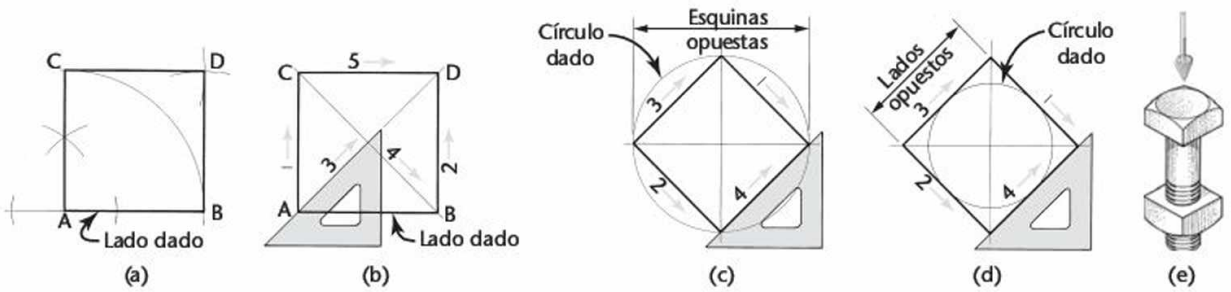
Método de los divisores Divida la circunferencia del círculo circunscrito en cinco partes iguales mediante divisores, y una los puntos con líneas rectas (figura 4.18a).

Método geométrico (figura 4.18b):

1. Biseque el radio *OD* en *C*.
2. Use *C* como centro y *CA* como radio para dibujar ligeramente el arco *AE*. Con *A* como centro y *AE* como radio, dibuje el arco *EB* (figura 4.18c).
3. Dibuje la línea *AB*, después mida las distancias *AB* alrededor de la circunferencia del círculo, y dibuje los lados del pentágono a través de estos puntos (figura 4.18d).

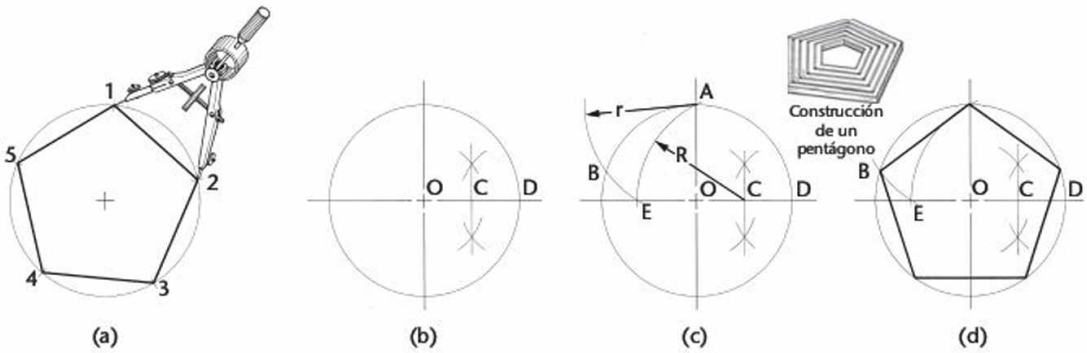
SUGERENCIA

El comando de AutoCAD **Polygon** (*polígono*) se usa para dibujar polígonos regulares con cualquier número de lados. El polígono puede basarse en el radio de un círculo inscrito o circunscrito. También puede usarse la longitud del borde de un polígono para definir el tamaño. En la figura 4.19 se muestra la ayuda rápida para el comando **Polygon**.

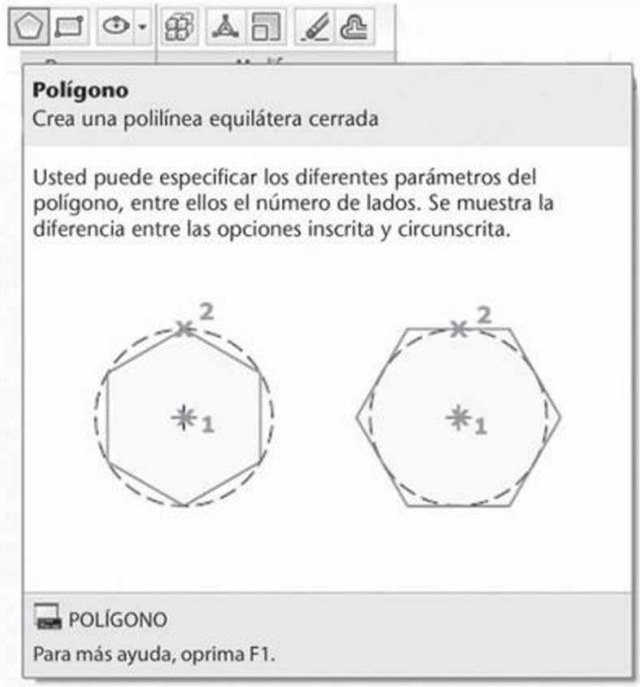


4.17 Trazado de un cuadrado.

www.FreeLibros.me



4.18 Trazado de un pentágono.



4.19 *Los polígonos pueden definirse mediante el número de lados y si están inscritos o circunscritos a un círculo.* (Pantalla de Autodesk reimpresa con autorización de Autodesk, Inc.).

4.15 TRAZADO DE UN HEXÁGONO

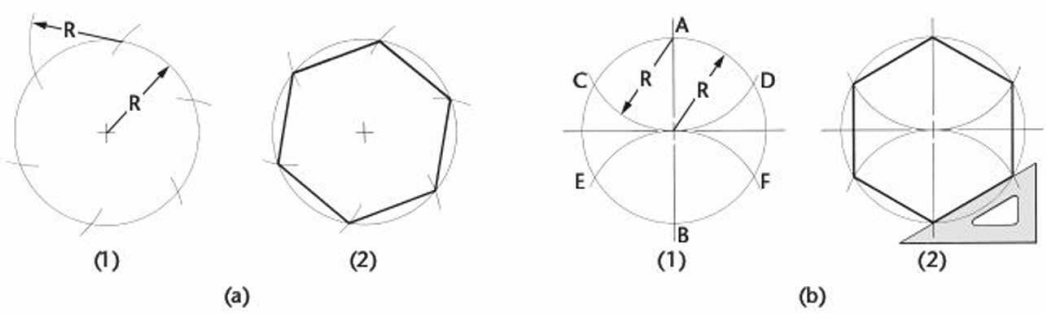
Cada lado de un hexágono es igual al radio del círculo circunscrito (figura 4.20a). Para emplear un compás o unos divisores, use el radio del círculo con el fin de marcar los seis lados del hexágono alrededor del círculo. Conecte los puntos mediante líneas rectas. Verifique su exactitud al asegurarse de que los lados opuestos del hexágono sean paralelos.

Variación de la línea central Dibuje las líneas centrales vertical y horizontal. Con *A* y *B* como centros y con un radio igual al del círculo, dibuje arcos que crucen el círculo en *C*, *D*, *E* y *F*, y complete el hexágono, como se muestra en la figura.

Dado el círculo circunscrito (la distancia "entre esquinas opuestas"), figuras 4.21a y b, trace las líneas centrales vertical y horizontal, y después las diagonales *AB* y *CD* a 30° o 60° con la horizontal y, por último, use la escuadra de 30° × 60° y la regla T para trazar los seis lados como se muestra en la figura.

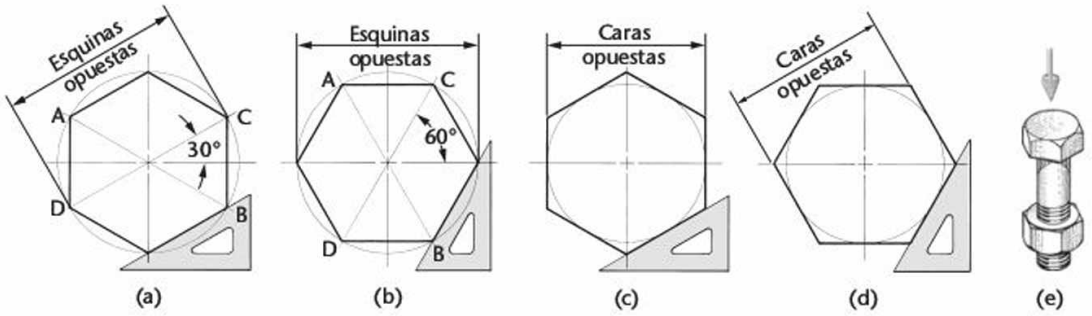
Dado el círculo inscrito (la distancia "entre caras opuestas"), figuras 4.21c y d, trace las líneas centrales vertical y horizontal, después use una escuadra de 30° × 60° y una regla T o un borde recto para dibujar los seis lados tangentes al círculo. Para mayor precisión, agregue las diagonales (figuras 4.21a y b).

Como se muestra en la figura 4.22, use una escuadra de 30° × 60° y una regla T o un borde recto para trazar líneas en el orden que se indica en la figura 4.22a, donde se da la distancia *AB* ("entre esquinas opuestas") o se conoce el lado *CD* (figura 4.22b).



4.20 Trazado de un hexágono.

www.FreeLibros.me



4.21 Trazado de un hexágono.

4.16 TRAZADO DE UN OCTÁGONO

Dado un círculo inscrito, o la distancia "entre caras opuestas" (figura 4.23a), use una regla T o un borde recto y una escuadra de 45° para trazar los ocho lados tangentes al círculo, como se muestra en la figura.

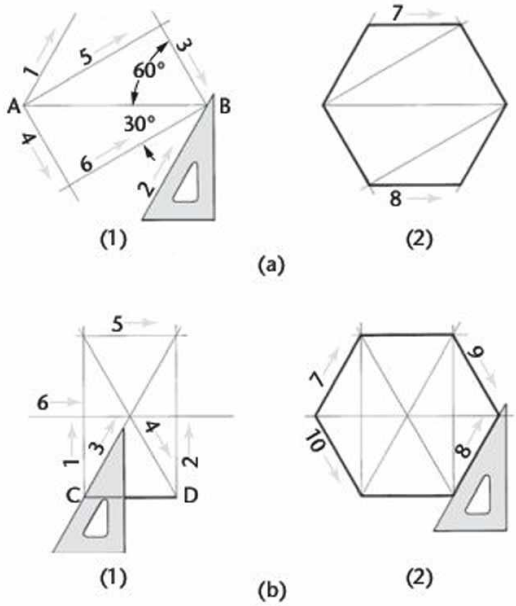
Dado un cuadrado circunscrito (la distancia "entre caras opuestas"), como en la figura 4.23b, trace las diagonales del cuadrado. Después use las esquinas del cuadrado como centro y la mitad de la diagonal como radio para dibujar arcos que intersequen los lados como se muestra en la figura 4.23b(1). Use una regla T y una escuadra de 45° para dibujar los ocho lados, como se muestra en la figura 4.23b(2).

4.17 TRAZADO DE UN CÍRCULO A TRAVÉS DE TRES PUNTOS

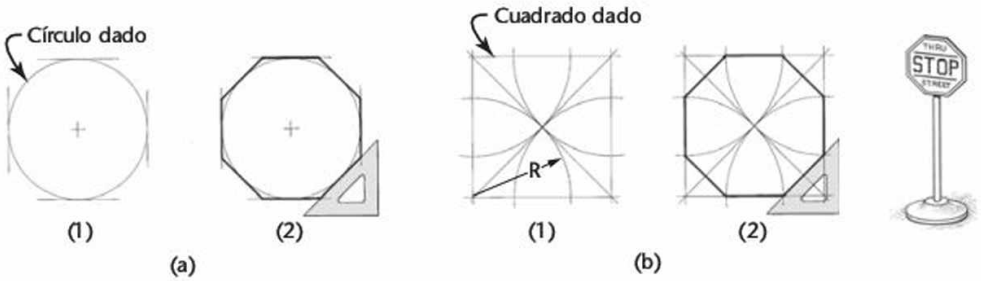
En la figura 4.24a, *A*, *B* y *C* son tres puntos dados en una línea recta.

Paso 1. Dibuje las líneas *AB* y *BC*, que serán las cuerdas del círculo. Trace las bisectrices perpendiculares *EO* y *DO* que se intersecan en *O*.

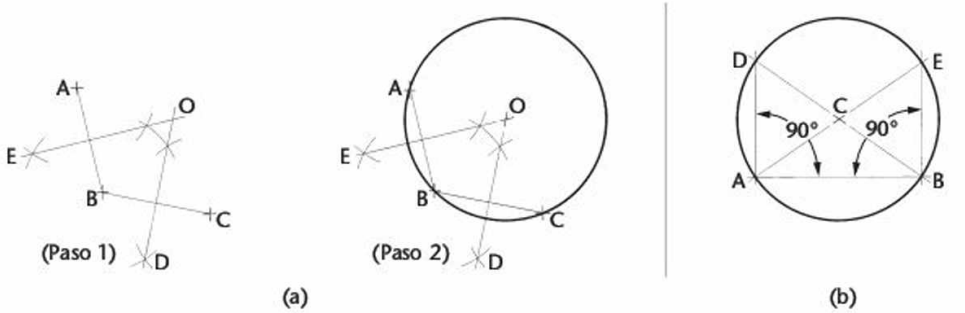
Paso 2. Con centro en *O*, dibuje el círculo requerido a través de los puntos.



4.22 Trazado de un hexágono.



4.23 Trazado de un octágono.



4.24 (a) Trazado de un círculo a través de tres puntos; (b) ubicación del centro de un círculo.

SUGERENCIA

En AutoCAD, para dibujar un círculo a través de tres puntos use el comando **Circle** (*círculo*) con la opción **3 point**.

www.FreeLibros.me

4.18 LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE UN CÍRCULO

Dibuje cualquier cuerda (*AB*), de preferencia horizontal (figura 4.24b). Trace líneas perpendiculares desde *A* y *B*, cortando al círculo en *D* y *E*. Dibuje las diagonales *DB* y *EA*, cuya intersección *C* será el centro del círculo. Este método utiliza el principio de que cualquier triángulo rectángulo inscrito en un círculo corta un semicírculo.

Otro método, un poco más largo, consiste en invertir el procedimiento de la figura 4.24a. Dibuje dos cuerdas no paralelas y dibuje bisectrices perpendiculares. La intersección de las bisectrices será el centro del círculo.

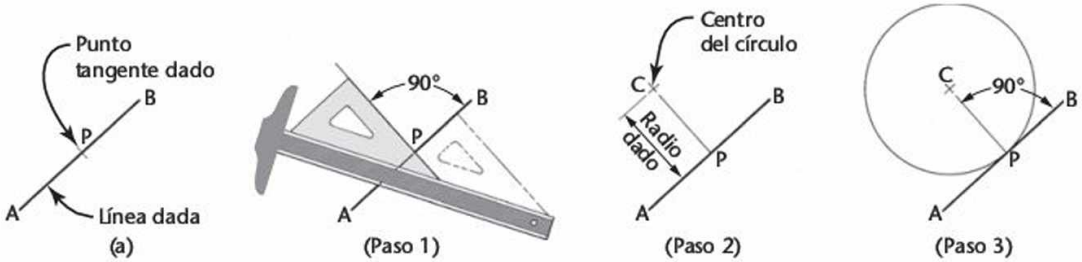
SUGERENCIA

AutoCAD proporciona un modo **Object Snap** (*detección automática de objetos*) que localiza el centro de un círculo.

4.19 TRAZADO DE UN CÍRCULO TANGENTE A UNA LÍNEA EN UN PUNTO DADO

Dada una línea *AB* y un punto *P* sobre la línea (figura 4.25a):

Paso 1. En *P*, trace una perpendicular a la línea.
Paso 2. Marque el radio del círculo requerido sobre la perpendicular.
Paso 3. Dibuje un círculo con un radio *CP*.



4.25 Trazado de un círculo tangente a una línea.

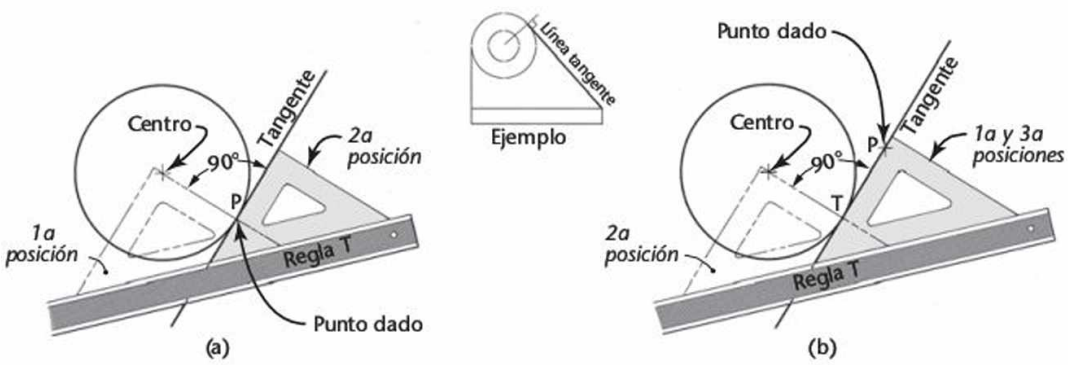
4.20 TRAZADO DE UNA TANGENTE A UN CÍRCULO A TRAVÉS DE UN PUNTO

Método 1 Dado el punto *P* sobre el círculo (figura 4.26a), mueva la regla T y la escuadra como una unidad hasta que uno de los lados de la escuadra pase por el punto *P* y el centro del círculo. Después, deslice la escuadra hasta que el otro lado pase por el punto *P*, y dibuje la tangente requerida.

Método 2 Dado el punto *P* fuera del círculo (figura 4.26b), mueva la regla T y la escuadra como una unidad hasta que uno de los lados de la escuadra pase por el punto *P* y parezca tangente a la circunferencia. Deslice la escuadra hasta que el otro lado pase por el centro del círculo y marque ligeramente el punto de tangencia *T*. Por último, mueva de nuevo la escuadra hasta su posición inicial y dibuje la tangente requerida.

SUGERENCIA

El software AutoCAD proporciona una práctica detección automática de objetos para ubicar tangencias.

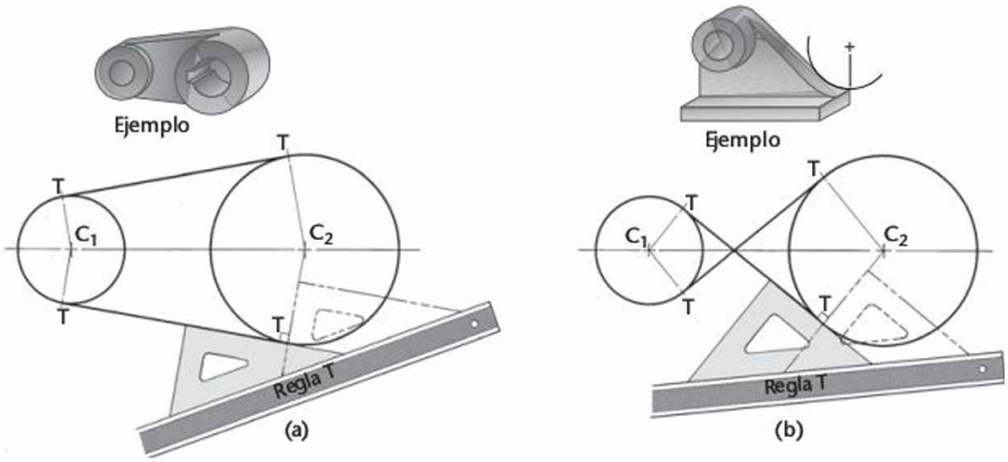


4.26 Trazado de una tangente a un círculo a través de un punto.

www.FreeLibros.me

4.21 TRAZADO DE TANGENTES A DOS CÍRCULOS

Mueva la escuadra y la regla T como una unidad hasta que un lado de la escuadra sea tangente, por inspección, a los dos círculos (figuras 4.27a y b). Después deslice la escuadra hasta que el otro lado pase por el centro de un círculo y marque ligeramente el punto de tangencia. Luego deslice la escuadra hasta que el lado pase por el centro del otro círculo y marque el punto de tangencia. Por último, deslice la escuadra hasta la posición tangente y dibuje las líneas tangentes entre los dos puntos de tangencia. Trace la segunda línea tangente de una manera similar.



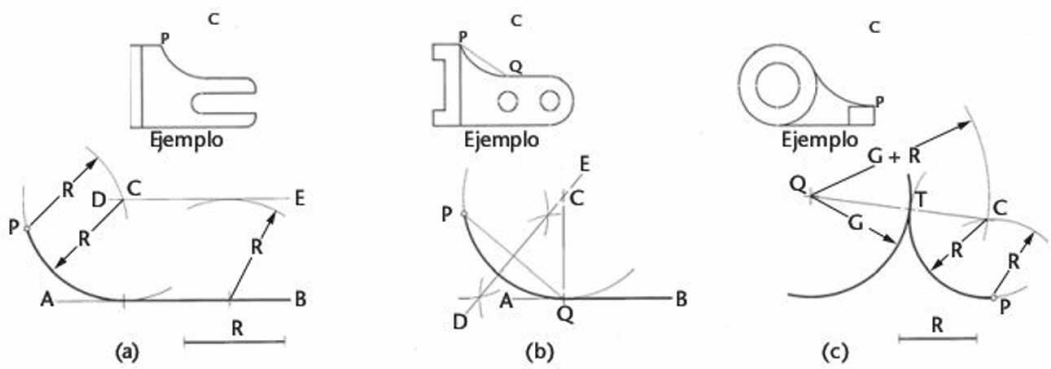
4.27 Trazado de tangentes a dos círculos.

4.22 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A UNA LÍNEA O ARCO A TRAVÉS DE UN PUNTO

Dada la línea *AB*, el punto *P* y el radio *R* (figura 4.28a), trace una línea *DE* paralela a la línea dada y a una distancia *R* de ésta. Desde *P* dibuje un arco con radio *R* cortando la línea *DE* en *C*, que será el centro del arco tangente requerido.

Dada la línea *AB*, con punto de tangencia en *Q* sobre la línea y el punto *P* (figura 4.28b), dibuje *PQ*, que será una cuerda del arco requerido. Trace la bisectriz perpendicular *DE*, y en *Q* dibuje una perpendicular a la línea de intersección *DE* en *C*, que será el centro del arco tangente requerido.

Dado un arco con centro en *Q*, el punto *P* y el radio *R* (figura 4.28c), desde *P*, trace un arco con radio *R*. Desde *Q*, dibuje un arco con radio igual al del arco dado más *R*. La intersección *C* de los arcos es el centro del arco tangente requerido.



4.28 Tangentes.

www.FreeLibros.me

4.23 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS LÍNEAS EN ÁNGULOS RECTOS

Se dan dos líneas que forman un ángulo recto entre sí (figura 4.29a).

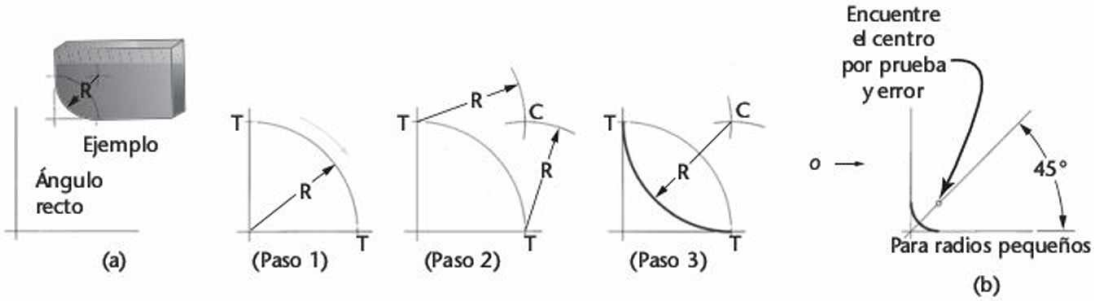
Paso 1. Con el radio *R* dado, trace un arco que interseque las líneas dadas en los puntos de tangencia *T*.

Paso 2. De nuevo con el radio *R* dado y con los puntos *T* como centros, dibuje arcos que se intersequen en *C*.

Paso 3. Con *C* como centro y el radio *R* dado, dibuje el arco tangente requerido.

Para radios pequeños, como 1/8*R* para filetes y redondeos, no es posible dibujar las construcciones de tangencia completas. En su lugar, trace una bisectriz del ángulo a 45° y localice el centro del arco por prueba y error a lo largo de esta línea (figura 4.29b).

Observe que el centro *C* puede ubicarse si se intersecan líneas paralelas a las líneas dadas, como se muestra en la figura 4.11b. También puede usarse una plantilla de círculos para dibujar los arcos *R* dentro del método de las líneas paralelas que se muestra en la figura 4.11b. La plantilla de círculos resulta conveniente para radios pequeños de hasta 5/8" o 16 mm; tenga en cuenta que el diámetro del círculo de la plantilla es precisamente igual a dos veces el radio requerido.



4.29 Trazado de un arco tangente en un ángulo recto.

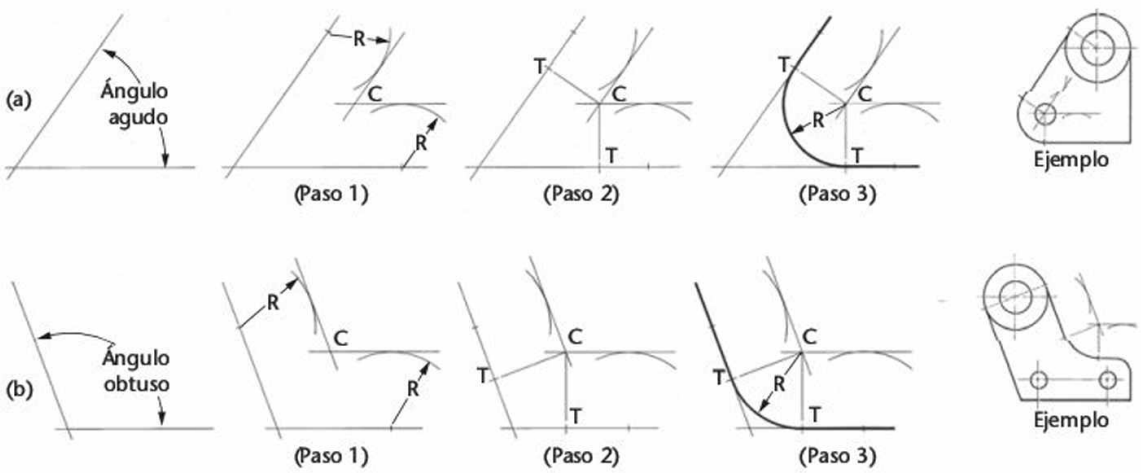
4.24 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS LÍNEAS EN ÁNGULOS AGUDOS U OBTUSOS

Se dan dos líneas intersecantes que no forman un ángulo de 90° entre sí (figuras 4.30a y b).

Paso 1. Trace líneas paralelas a las líneas dadas, a una distancia *R* de éstas, que se intersequen en *C*, el centro requerido.

Paso 2. Desde *C*, trace las perpendiculares respectivas a las líneas dadas para ubicar los puntos de tangencia *T*.

Paso 3. Con *C* como centro y con el radio *R* dado, trace el arco tangente requerido entre los puntos de tangencia.



4.30 Trazado de arcos tangentes.

www.FreeLibros.me

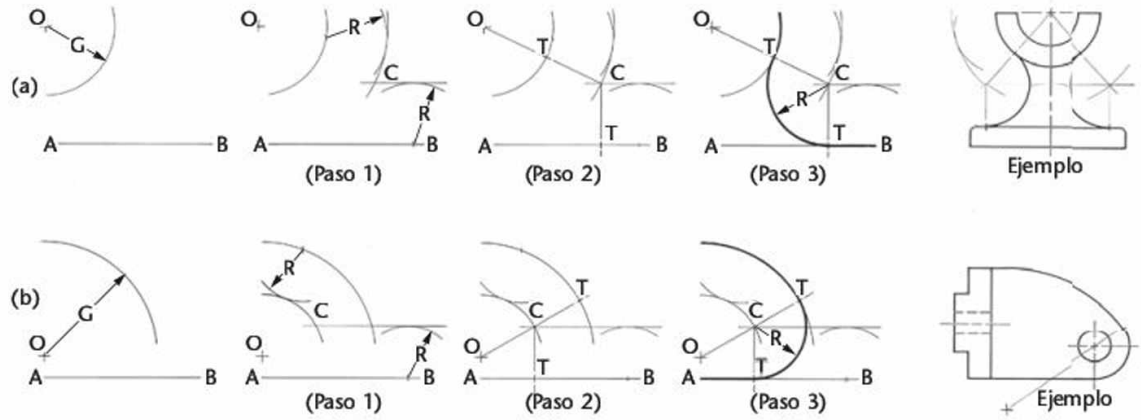
4.25 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A UN ARCO Y A UNA RECTA

Se da un arco con radio *G* y una recta *AB* (figuras 4.31a y b).

Paso 1. Dibuje una recta y un arco paralelos a la recta dada y al arco dado a una distancia igual al radio requerido *R*. Éstos se intersecarán en *C*, el centro requerido.

Paso 2. Desde *C*, trace una perpendicular a la recta dada para encontrar un punto de tangencia *T*. Una los centros *C* y *O* con una recta para ubicar el otro punto de tangencia *T*.

Paso 3. Con el centro *C* y el radio *R* dados, trace la tangente requerida entre los puntos de tangencia.



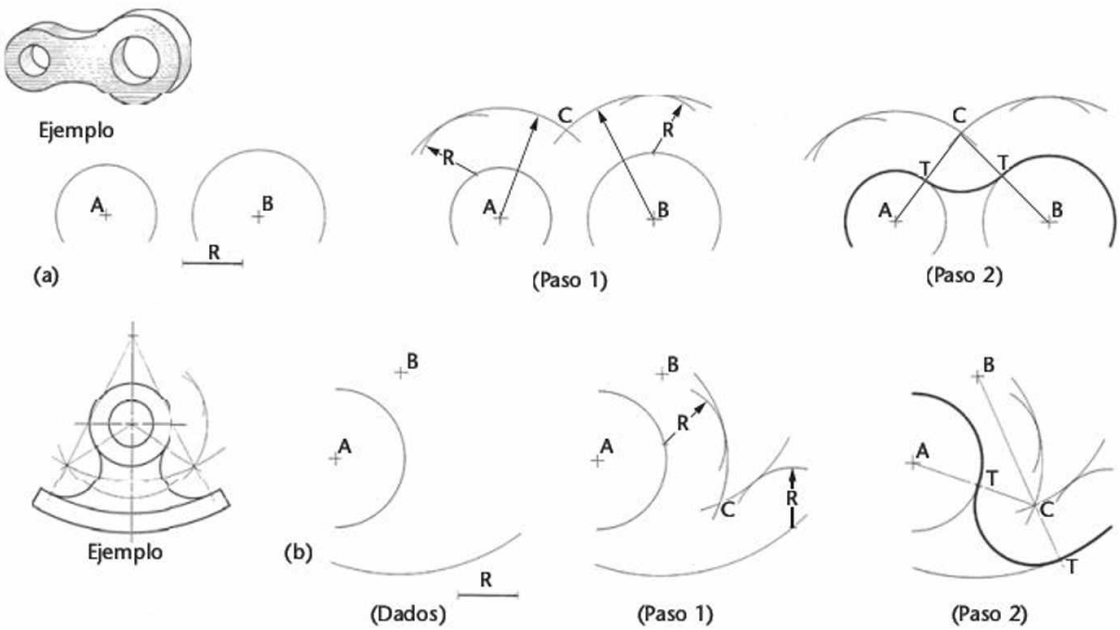
4.31 Trazado de un arco tangente a un arco y a una línea recta.

4.26 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS ARCOS

Se dan dos arcos con centros en *A* y *B* y el radio *R* requerido (figuras 4.32a y b).

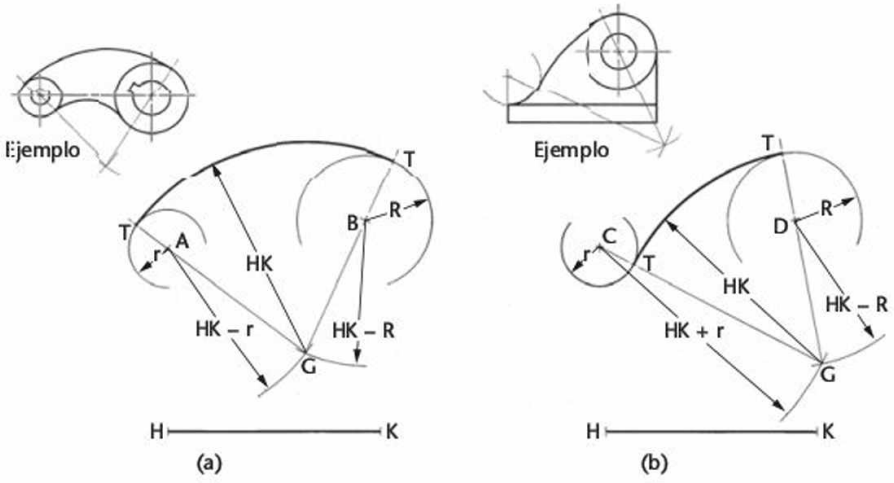
Paso 1. Con *A* y *B* como centros, trace arcos paralelos a los arcos dados a una distancia *R* de éstos; su intersección *C* es el centro del arco tangente requerido, figura 4.32(2).

Paso 2. Trace las líneas *AC* y *BC* desde los centros para ubicar los puntos de tangencia *T* y dibuje el arco tangente requerido entre los puntos de tangencia, como se muestra en la figura 4.32(3).

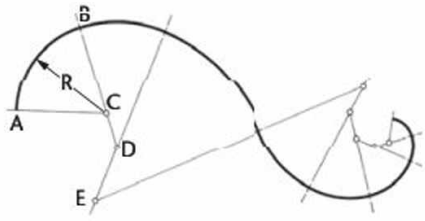


4.32 Trazado de un arco tangente a dos arcos.

www.FreeLibros.me



4.33 Trazado de un arco tangente a dos arcos y envolvente de uno o ambos.



4.34 Trazado de una serie de arcos tangentes.

4.27 TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS ARCOS Y ENVOLVENTE DE UNO O AMBOS

El arco requerido debe envolver dos arcos dados Con *A* y *B* como centros, trace ligeramente los arcos $HK - r$ (radio dado menos el radio del círculo pequeño) y $HK - R$ (radio dado menos el radio del círculo grande) que se intersecan en *G*, el centro del arco tangente requerido. Las líneas *GA* y *GB* de los centros (extendidas) determinan los puntos de tangencia *T* (figura 4.33a).

El arco requerido debe envolver uno de los arcos dados Con *C* y *D* como centros, dibuje ligeramente los arcos $HK + r$ (radio dado más el radio del círculo pequeño) y $HK - R$ (radio dado más el radio del círculo grande) que se intersecan en *G*, el centro del arco tangente requerido. Las líneas *GC* y *GD* de los centros (extendidas) determinan los puntos de tangencia *T* (figura 4.33b).

4.28 TRAZADO DE UNA SERIE DE ARCOS TANGENTES PARA CONFORMAR UNA CURVA

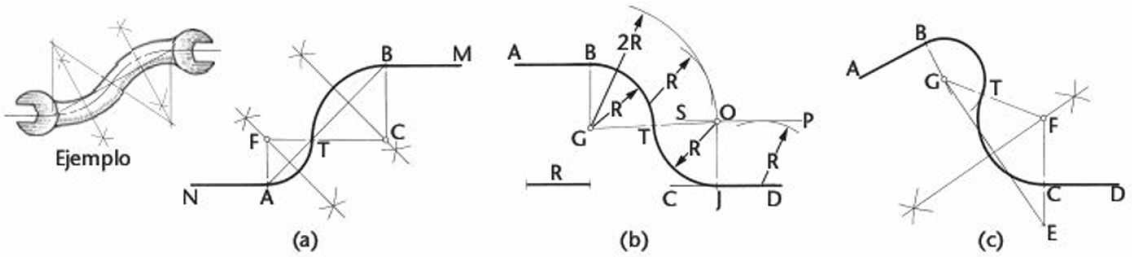
Primero bosqueje ligeramente una curva suave según se desee (figura 4.34). Mediante prueba y error, encuentre un radio *R* y un centro *C* para producir un arco *AB* que siga de cerca esa parte de la curva. Los centros sucesivos *D*, *E*, etc., estarán sobre las líneas que unen los centros con los puntos de tangencia, como se muestra en la figura.

4.29 TRAZADO DE UNA CURVA CONOPIAL

Conexión de dos líneas paralelas Sean *NA* y *BM* las dos líneas paralelas. Dibuje *AB* y suponga un punto de inflexión en *T* (en el punto medio si se desean dos arcos iguales), figura 4.35a. En *A* y *B* trace perpendiculares de *AF* y *BC*. Trace bisectrices perpendiculares de *AT* y *BT*. Las intersecciones *F* y *C* de estas bisectrices y perpendiculares, respectivamente, son los centros de los arcos tangentes requeridos.

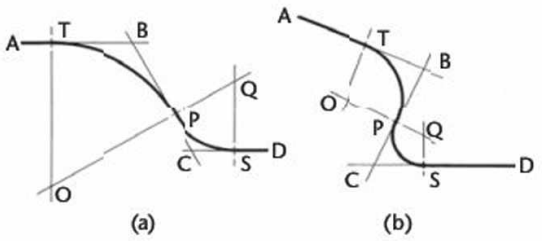
Sean *AB* y *CD* las dos líneas paralelas, con el punto *B* como uno de los extremos de la curva y *R* el radio dado (figura 4.35b). En *B*, trace la perpendicular a *AB*, haga que $BG = R$, y dibuje el arco como se muestra. Trace la línea *SP* paralela a *CD* a una distancia *R* desde *CD*. Con centro en *G*, dibuje el arco de radio $2R$, intersecando la línea *SP* en *O*. Trace la perpendicular *OJ* para localizar el punto tangente *J*, y una los centros *G* y *O* para ubicar el punto de tangencia *T*. Usando los centros *G* y *O* y el radio *R*, dibuje los dos arcos tangentes como se muestra.

Conexión de dos líneas no paralelas Sean *AB* y *CD* las dos líneas no paralelas (figura 4.35c). Trace la perpendicular a *AB* en *B*. Seleccione el punto *G* sobre la perpendicular de manera que *BG* sea igual a cualquier radio deseado y dibuje el arco como se muestra. Trace la perpendicular a *CD* en *C* y haga que $CE = BG$. Una *G* con *E* y trace una bisectriz. La intersección *F* de la bisectriz y la perpendicular *CE*, extendida, es el centro del segundo arco. Una los centros de los dos arcos para ubicar el punto tangente *T*, el punto de inflexión de la curva.

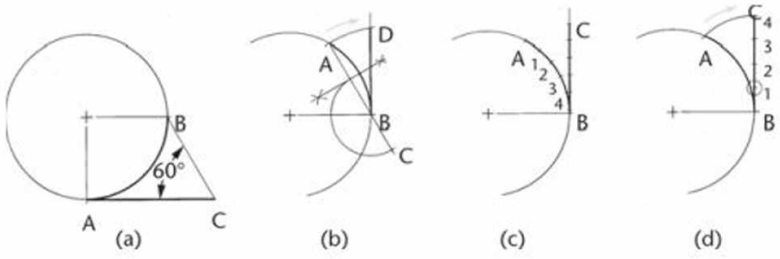


4.35 Dibujo de una curva conopial.

www.FreeLibros.me



4.36 Trazado de dos curvas tangentes a tres rectas que se intersecan.



4.37 Rectificación de arcos circulares.

4.30 TRAZADO DE UNA CURVA TANGENTE A TRES LÍNEAS QUE SE INTERSECAN

Sean *AB*, *BC* y *CD* las líneas dadas (figuras 4.36a y b). Seleccione el punto de tangencia *P* en cualquier punto sobre la línea *BC*. Haga *BT* igual a *BP* y *CS* igual a *CP*, y trace perpendiculares en los puntos *P*, *T* y *S*. Sus intersecciones *O* y *Q* son los centros de los arcos tangentes requeridos.

4.31 RECTIFICACIÓN DE UN ARCO CIRCULAR

Rectificar un arco es establecer su longitud verdadera en línea recta. Las construcciones son aproximadas, pero dentro del rango de precisión de los instrumentos de dibujo.

Para rectificar un cuadrante de un círculo AB Dibuje *AC* tangente al círculo *BC* a 60° de *AC*, como se muestra (figura 4.37a). La línea de *AC* es casi igual al arco *AB*; la diferencia en longitud es de alrededor de 1 en 240.

Para rectificar un arco AB Trace una tangente en *B* (figura 4.37b). Dibuje la cuerda *AB* y extiéndala hasta *C*, haciendo que *BC* se igual a la mitad de *AB*. Con *C* como centro y radio *CA*, trace el arco *AD*. La tangente *BD* es un poco más corta que el arco *AB* dado. Para un ángulo de 45° la diferencia en longitud es de alrededor de 1 en 2 866.

Use los divisores de arco y, comenzando en *A*, establezca distancias iguales hasta que se alcance el punto de división *B* más cercano (figura 4.37c). En este momento invierta la dirección y determine un número igual de distancias a lo largo de la tangente para determinar el punto *C*. La tangente *BC* es ligeramente más corta que el arco dado *AB*. Si el ángulo subtendido por cada división es de 10°, el error es de aproximadamente 1 en 830.*

4.32 ESTABLECIMIENTO DE UNA LONGITUD DADA A LO LARGO DE UN ARCO DADO

Para transferir distancias de la línea tangente al arco, invierta el método anterior (figura 4.37c).

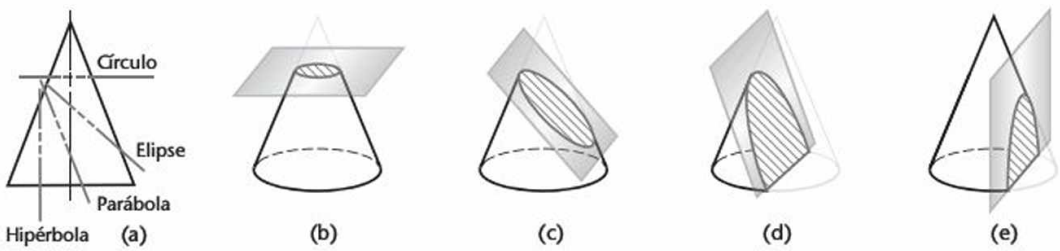
Para establecer la longitud *BC* a lo largo del arco *BA*, dibuje *BC* tangente al arco en *B* (figura 4.37d). Divida *BC* en cuatro partes iguales. Con centro en 1, el punto de la primera división, y el radio 1 − *C*, dibuje el arco *CA*. El arco *BA* es prácticamente igual a *BC* para ángulos inferiores a 30°. Para 45° la diferencia es de aproximadamente 1 en 3232, y para 60° es de alrededor de 1 en 835.

4.33 SECCIONES CÓNICAS

Las secciones cónicas son curvas producidas por los planos que intersecan un cono circular recto (figura 4.38). Se producen cuatro tipos de curvas: el círculo, la elipse, la parábola y la hipérbola, de acuerdo con la posición de los planos, como se muestra en la figura. Para las ecuaciones correspondientes, vea cualquier texto de geometría analítica.

4.34 CONSTRUCCIÓN DE UNA ELIPSE

El eje más largo de una elipse se denomina eje mayor y el eje más corto se llama eje menor (figura 4.39, página 143). Los focos *E* y *F* se encuentran al dibujar arcos con radio igual a la mitad del eje mayor y con centro en el extremo del eje menor. Otro método consiste en dibujar un semicírculo con el eje mayor como diámetro, para después dibujar *GH* paralela al eje mayor y *GE* y *HF* paralelas al eje menor, como se muestra en la figura.



4.38 Secciones cónicas.

*Si se conoce el ángulo que subtiende un arco de radio *R*, la longitud del arco es $2\pi R \frac{\theta}{360°} = 0.01745R\theta$.

www.FreeLibros.me

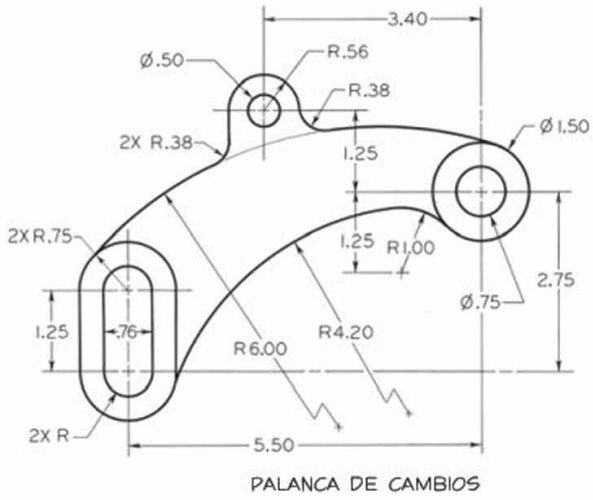
PASO a PASO

TRAZADO DE UN ARCO TANGENTE A DOS ARCOS

Creación de geometría de construcción

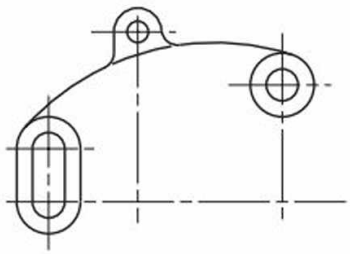
Por lo general, el software de CAD ofrece una opción de comando para dibujar un círculo o arco tangente a dos entidades (cualquier combinación de arcos, círculos o líneas) dado el radio. Por ejemplo, el comando de AutoCAD **Circle** (*Círculo*) tiene una opción llamada **Ttr** (Tangente, tangente, radio). Cuando use este comando, primero seleccione los dos objetos del dibujo a los que será tangente el nuevo círculo y después introduzca el radio.

Observe el dibujo de la palanca de cambios. Para hacer esta figura es necesario usar una construcción geométrica para encontrar el centro del arco tangente con radio de 1.00. Antes de que pueda dibujarse el arco inferior de radio 4.20, debe construirse el arco más pequeño con 1.00 de radio, de modo que sea tangente a la circunferencia con diámetro de 1.50. Cuando el arco es tangente a un círculo, el centro debe estar a una distancia igual al radio medido desde el círculo.

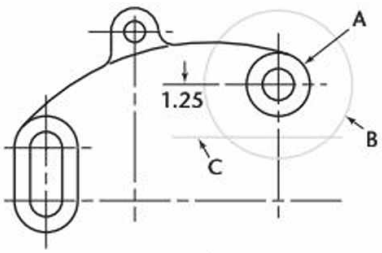


PALANCA DE CAMBIOS

1 Use los comandos básicos de CAD para dibujar las partes que se muestran.



2 Construya el círculo **B** con un radio mayor en 1.00 que el del círculo **A**. Puede usar el comando **Offset** de AutoCAD para hacerlo rápidamente. El arco tangente deseado debe tener su centro en algún punto sobre el círculo B. La dimensión vertical de 1.25 se da entre los dos centros que se muestran en el dibujo. Construya la línea **C** a esta distancia. El único punto que se encuentra tanto en el círculo como en la línea es el centro del arco tangente deseado.

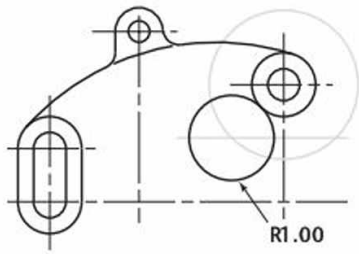


Restricciones geométricas

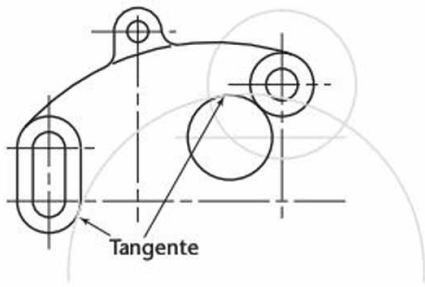
Utilizar restricciones geométricas es otra forma de crear esta geometría en CAD. Cuando se utilizan restricciones geométricas, puede dibujarse un arco general que no sea perfectamente tangente. Luego, al momento de dibujar el arco, es posible aplicar una restricción tangente, la dimensión vertical entre el centro del arco y el círculo y el radio necesario. Así, el software calculará luego el arco correcto con base en estas restricciones.

Si la distancia deseada cambia, los valores de las restricciones dimensionales pueden actualizarse, y el programa volverá a calcular el nuevo arco. No todo el software proporciona modelos basados en restricciones, especialmente en un contexto de dibujo 2D. El de AutoCAD cuenta con esta función a partir de la versión 2010.

3 Dibuje el círculo con 1.00 de radio, tangente al círculo con 1.50 de diámetro.



4 Enseguida construya el arco inferior tangente a la curva inferior de la izquierda del círculo con 1.00 de radio. Después, recorte los círculos en sus intersecciones para formar los arcos deseados.



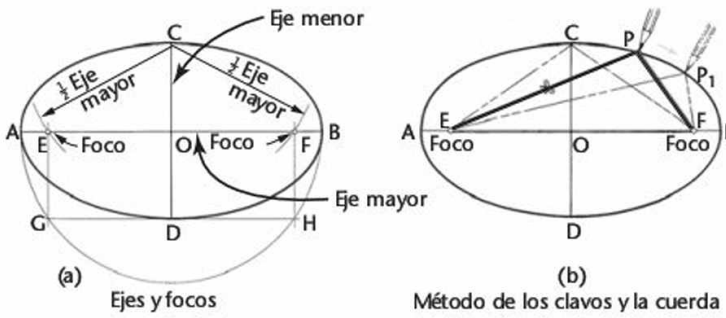
Cuando utilice un modelo basado en restricciones, usted debe tener una clara comprensión de la geometría del dibujo, con el fin de crear un conjunto coherente de restricciones geométricas y dimensionales.

SUGERENCIA

Es posible tener dos círculos tangentes distintos con el mismo radio, uno como el que se muestra y otro que incluya ambos círculos. Para obtener el arco deseado usando AutoCAD seleccione la ubicación cercana a la tangente para posicionar correctamente el arco.

www.FreeLibros.me

Una elipse puede generarse mediante un punto que se mueve de modo que la suma de sus distancias a dos puntos (los focos) sea constante e igual al eje mayor. Como se muestra en la figura 4.39b, una elipse puede construirse colocando una cuerda atada alrededor de los focos *E* y *F* y alrededor de *C*, que es uno de los extremos del eje menor, y moviendo la punta *P* del lápiz a lo largo de su órbita máxima mientras la cuerda se mantiene tensa.



4.39 Construcciones de elipse.

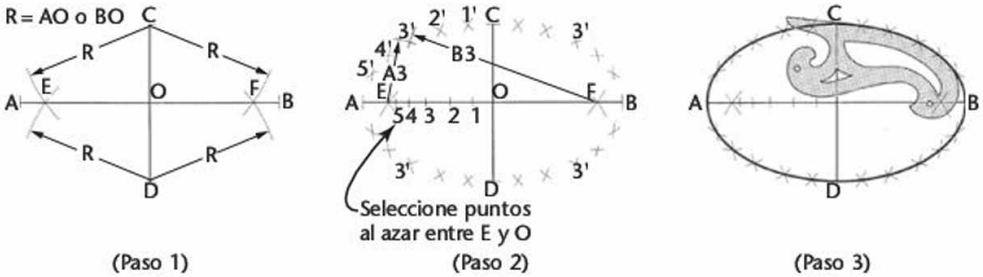
4.35 TRAZADO DE UNA ELIPSE USANDO SUS FOCOS

Sea *AB* el eje mayor y *CD* el eje menor (figura 4.40). Este método es la contraparte geométrica del método de los clavos y la cuerda. Mantenga la construcción muy ligera, de la siguiente manera:

Paso 1. Para encontrar los focos *E* y *F*, dibuje los arcos *R* con radio igual a la mitad del eje mayor y con centros en los extremos del eje menor, figura 4.40(1).

Paso 2. Entre *E* y *O* sobre el eje mayor, marque al azar un número de puntos (espaciando de manera más cercana los de la izquierda), igual al número de puntos deseados en cada cuadrante de la elipse. En esta figura se eligieron cinco puntos. Para elipses grandes, deberían usarse más puntos, los suficientes para garantizar una curva suave y precisa. Comience la construcción con cualquiera de estos puntos, como el 3. Con *E* y *F* como centros y radios $A - 3$ y $B - 3$, respectivamente (desde los extremos del eje mayor hasta el punto 3), dibuje arcos que se intersequen en cuatro puntos 3', como se muestra en la figura. Usando los puntos restantes 1, 2, 4 y 5, encuentre para cada uno cuatro puntos adicionales sobre la elipse de la misma manera, figura 4.40(2).

Paso 3. Dibuje ligeramente la elipse a través de los puntos y después oscurezca la elipse final empleando una curva irregular, figura 4.40(3).



4.40 Trazado de una elipse usando sus focos.

4.36 TRAZADO DE UNA ELIPSE MEDIANTE CÍRCULOS CONCÉNTRICOS

Si un círculo se observa con la línea de vista perpendicular a su plano, como en la figura 4.41a, éste aparecerá como un círculo, con su tamaño y forma verdaderos. Si se observa en un ángulo, como en la figura 4.41b, aparecerá como una elipse. Si se observa por su borde lucirá como una línea recta, como en la figura 4.41c. El caso de la figura 4.41b es la base para la construcción de una elipse por el método de los círculos concéntricos que se desarrolla a continuación (mantenga la construcción muy ligera).

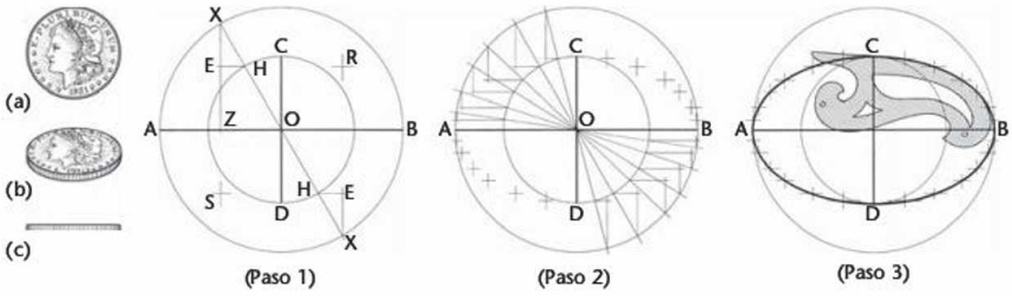
Paso 1. Dibuje círculos sobre los ejes mayor y menor, usándolos como diámetros; trace cualquier diagonal *XX* a través del centro *O*. Desde los puntos *X* donde la diagonal interseca el círculo grande, trace líneas *XE* paralelas al eje menor, y desde los puntos *H* donde la diagonal interseca al círculo pequeño, dibuje líneas *HE* paralelas al eje mayor. Las intersecciones *E* son puntos sobre la elipse. Pueden encontrarse dos puntos adicionales, *S* y *R*, si se extienden las líneas *XE* y *HE*, lo cual da un total de cuatro puntos a partir de la diagonal *XX*, figura 4.41(1).

Paso 2. Trace tantas diagonales adicionales como sea necesario para proporcionar un número suficiente de puntos para una elipse suave y simétrica; cada diagonal representa cuatro puntos sobre la elipse. Tenga en cuenta que donde la curva es más aguda (cerca de los extremos de la elipse), los puntos se construyen más cercanos para determinar la curva de mejor manera, figura 4.41(2).

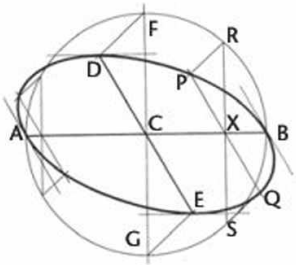
Paso 3 Dibuje ligeramente la elipse a través de los puntos y después oscurezca la elipse final con la ayuda de una curva irregular, figura 4.41(3).*

*En la figura 4.41, paso 1, la ordenada *EZ* de la elipse es a la ordenada correspondiente *XZ* del círculo como *b* es *a*, donde *b* representa el semieje menor y *a* el semieje mayor. Por lo tanto, el área de la elipse es igual a la superficie del círculo circunscrito multiplicado por *b*/*a*; por lo tanto, es igual a πab.

www.FreeLibros.me



4.41 Trazado de una elipse mediante círculos concéntricos.



4.42 Elipse de círculo oblicuo.

4.37 TRAZADO DE UNA ELIPSE EN DIÁMETROS CONJUGADOS: MÉTODO DEL CÍRCULO OBLICUO

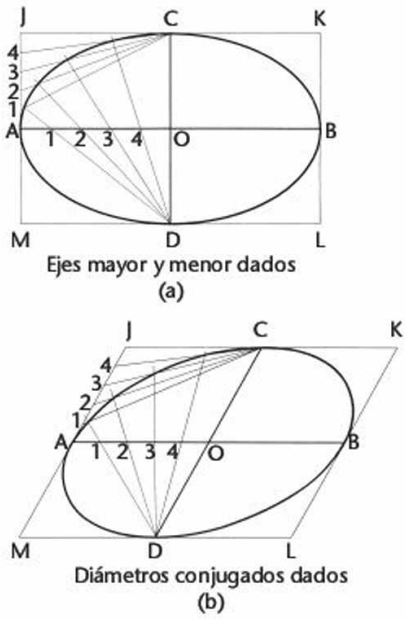
Sean *AB* y *DE* los diámetros conjugados dados (figura 4.42). Dos diámetros son conjugados cuando cada uno es paralelo a las tangentes en los extremos del otro. Con centro en *C* y radio *CA*, dibuje un círculo; trace el diámetro *GF* perpendicular a *AB* y dibuje líneas que unan los puntos *D* y *F* y los puntos *G* y *E*.

Suponga que la elipse requerida es una proyección oblicua del círculo que se acaba de dibujar: los puntos *D* y *E* de la elipse son las proyecciones oblicuas de los puntos *F* y *G* del círculo, respectivamente. Del mismo modo, los puntos *P* y *Q* son las proyecciones oblicuas de los puntos *R* y *S*, respectivamente. Los puntos *P* y *Q* se determinan suponiendo el punto *X* en cualquier punto de *AB* y trazando las líneas *RS* y *PQ*, así como *RP* y *SQ*, paralelas, respectivamente, a *GF* y *DE*, y *FD* y *GE*.

Determine por lo menos cinco puntos en cada cuadrante (más para las elipses grandes) suponiendo puntos adicionales sobre el eje mayor y procediendo como se explicó para el punto *X*. Bosqueje ligeramente la elipse a través de los puntos, después oscurezca la elipse final con la ayuda de una curva irregular.

4.38 TRAZADO DE UNA ELIPSE DE PARALELOGRAMO

Dados los ejes mayor y menor, o los diámetros conjugados *AB* y *CD*, dibuje un rectángulo o un paralelogramo con lados paralelos a los ejes, respectivamente (figuras 4.43a y b). Divida *AO* y *AJ* en el mismo número de partes iguales y trace líneas de color claro a través de estos puntos desde los extremos del eje menor, como se muestra en la figura. La intersección de las líneas numeradas serán los puntos sobre la elipse. Localice los puntos en los tres cuadrantes restantes de una manera similar. Bosqueje la elipse ligeramente a través de los puntos y después oscurezca la elipse final con la ayuda de una curva irregular.



4.43 Elipse de paralelogramo.

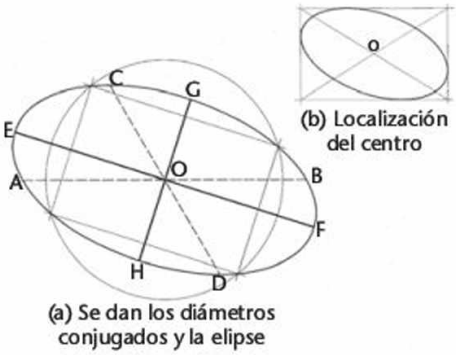
4.39 LOCALIZACIÓN DE LOS EJES DE UNA ELIPSE CON LOS DIÁMETROS CONJUGADOS DADOS

Se dan los diámetros conjugados *AB* y *CD* y la elipse (figura 4.44a). Con la intersección *O* de los diámetros conjugados (centro de la elipse) como centro y cualquier radio conveniente, dibuje un círculo que interseque la elipse en cuatro puntos. Una estos puntos mediante líneas rectas, como se muestra en la figura; el cuadrilátero resultante será un rectángulo cuyos lados son paralelos a los ejes mayor y menor requeridos. Dibuje los ejes *EF* y *GH* paralelos a los lados del rectángulo.

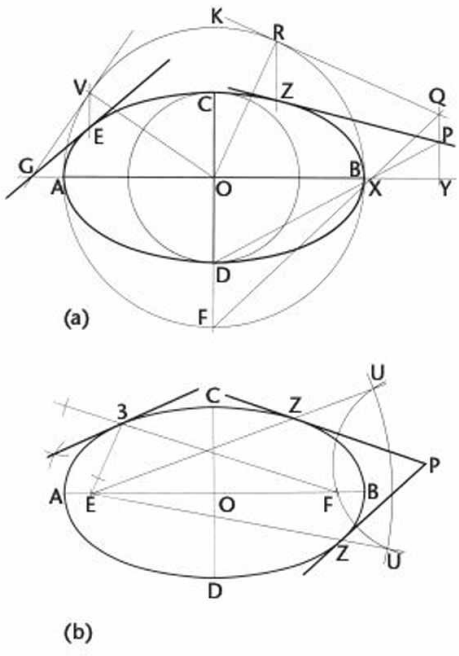
Sólo se da una elipse (figura 4.44c). Para encontrar el centro de la elipse, dibuje un rectángulo o paralelogramo circunscrito sobre la elipse, después dibuje diagonales que se intersequen en el centro *O*, como se muestra en la figura. Entonces, los ejes se encuentran como se muestra en la figura 4.44a.

Sólo se dan los diámetros conjugados *AB* y *CD* (figura 4.44c). Con *O* como centro y *CD* como diámetro, dibuje un círculo. A través del centro *O* y perpendicular a *CD*, dibuje la línea *EF*. Desde los puntos *E* y *F*, donde esta perpendicular interseca al círculo, dibuje las líneas *FA* y *EA* para formar el ángulo *FAE*. Dibuje la bisectriz *AG* de ese ángulo. El eje mayor *JK* será paralelo a esta bisectriz, y el eje menor *LM* será perpendicular a la misma. La longitud *AH* será la mitad del eje mayor y *HF* la mitad del eje menor. Los ejes mayor y menor resultantes son *JK* y *LM*.

www.FreeLibros.me



4.44 Localización de los ejes de una elipse.



4.45 Tangentes a una elipse.

4.40 TRAZADO DE UNA TANGENTE A UNA ELIPSE

Construcción de círculos concéntricos Para dibujar una tangente a cualquier punto de una elipse, como *E*, trace la ordenada en *E* que interseque el círculo en *V* (figura 4.45a). Trace una tangente al círculo circunscrito en *V* y extiéndala hasta que interseque el eje mayor extendido en *G*. La línea *GE* es la tangente requerida.

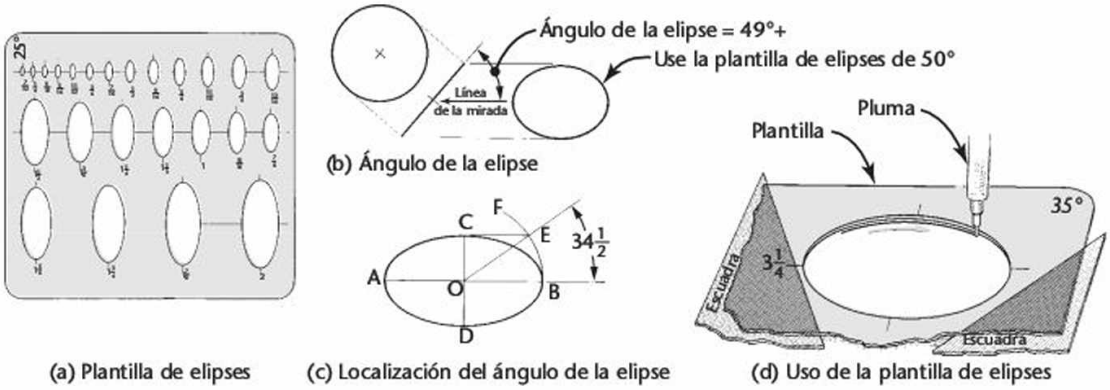
Para trazar una tangente desde un punto fuera de la elipse, como *P*, trace la ordenada *PY* y extiéndala. Dibuje *DP*, intersecando el eje mayor en *X*. Dibuje *FX* y extiéndala hasta intersecar la ordenada a través de *P* en *Q*. Entonces, a partir de los triángulos semejantes $QY{:}PY = OF{:}OD$. Dibuje una tangente al círculo desde *Q*, encuentre el punto de tangencia *R*, y dibuje la ordenada en *R* de modo que interseque a la elipse en *Z*. La línea *ZP* es la tangente requerida. Como una comprobación sobre el dibujo, las tangentes *RQ* y *ZP* deben intersecarse en un punto sobre el eje mayor extendido. A partir del punto *P* pueden trazarse dos tangentes a la elipse.

Construcción de focos Para trazar una tangente en cualquier punto de la elipse, como el punto 3, dibuje los radios focales *E*-3 y *F*-3, extienda uno y biseque el ángulo exterior, como se muestra en la figura 4.45b. La bisectriz es la tangente requerida.

Para trazar una tangente desde cualquier punto fuera de la elipse, como el punto *P*, con centro en *P* y radio *PF*, dibuje un arco, como se muestra en la figura. Con centro en *E* y radio *AB*, dibuje un arco que interseque el primer arco en los puntos *U*. Trace las líneas *EU* para intersecar la elipse en los puntos *Z*. Las líneas *PZ* son las tangentes requeridas.

4.41 PLANTILLAS DE ELIPSES

Para ahorrar tiempo al dibujar elipses, use una plantilla de elipses (figura 4.46a). Estas guías de elipses suelen designarse por el ángulo de la elipse, el ángulo en el cual se ve un círculo para que aparezca como una elipse. En la figura 4.46b, el ángulo entre la línea de visión y la proyección de perfil del plano del círculo se encuentra en alrededor de 49°; por lo que se indica la plantilla de 50°. Las plantillas de elipses están disponibles generalmente en ángulos a intervalos de 5°, como 15°, 20° y 25°. La plantilla de 50° ofrece varios tamaños de elipses a 50° y sólo es necesario seleccionar la que mejor se adapte. Si el ángulo de la elipse no puede determinarse fácilmente, siempre es posible buscar una elipse que sea casi tan larga y tan "gorda" como la elipse que se pretende dibujar.



(a) Plantilla de elipses (c) Localización del ángulo de la elipse (d) Uso de la plantilla de elipses

4.46 Uso de la plantilla de elipses.

www.FreeLibros.me

En la figura 4.46c se muestra una construcción sencilla para encontrar el ángulo de la elipse cuando no hay vistas disponibles. Con base en el centro *O*, dibuje el arco *BF*, después trace líneas *CE* paralelas al eje mayor. Dibuje la diagonal *OE*, y mida el ángulo *EOB* con un transportador. Utilice la plantilla de elipses más cercana a este ángulo; en este caso, una plantilla de 35°.

Como no es factible tener aberturas de elipse para cada tamaño exacto que pueda necesitarse, a menudo es necesario usar la plantilla a manera de una curva irregular. Por ejemplo, si se necesita una elipse con abertura demasiado larga y demasiado "gorda", puede dibujarse un extremo y después desplazar la plantilla ligeramente para dibujar el otro extremo. Del mismo modo, puede trazarse un lado largo y después desplazar la plantilla ligeramente para dibujar el lado opuesto. En estos casos deje espacios entre los cuatro segmentos, los cuales se completarán a mano alzada o con la ayuda de una curva irregular. Cuando las diferencias entre las aberturas de la elipse y la elipse requerida son pequeñas, sólo debe inclinarse el lápiz ligeramente hacia afuera o hacia adentro desde el borde de la guía para compensar las diferencias.

Para entintar las elipses se recomienda una pluma de dibujo técnico con una designación de tamaño "0" o "00" (figura 4.46d).

4.42 TRAZADO DE UNA ELIPSE APROXIMADA

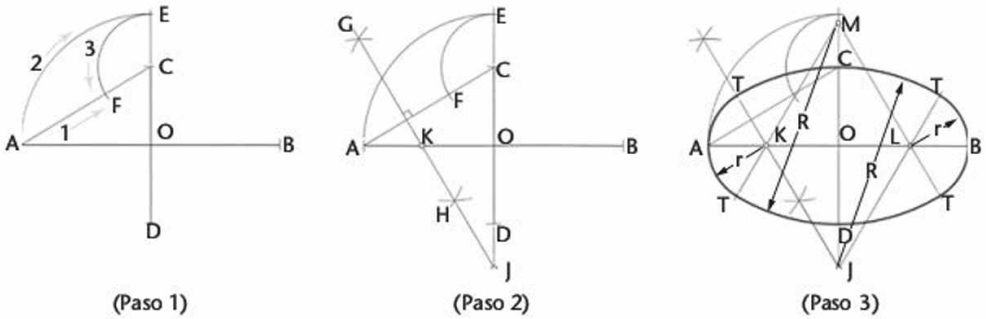
Para muchos propósitos, sobre todo cuando se requiere una elipse pequeña, use el método del arco circular aproximado (figura 4.47). Una elipse de este tipo siempre será simétrica y puede dibujarse con rapidez.

Dados los ejes *AB* y *CD*,

Paso 1. Trace la línea *AC*. Con *O* como centro y *OA* como radio, dibuje el arco *AE*. Con *C* como centro y *CE* como radio, dibuje el arco *EF*.

Paso 2. Dibuje la bisectriz perpendicular *GH* de la línea *AF*; los puntos *K* y *J*, donde se cruzan los ejes, son los centros de los arcos requeridos.

Paso 3. Encuentre los centros *M* y *L* estableciendo $OL = OK$ y $OM = OJ$. Con los centros *K*, *L*, *M* y *J*, dibuje arcos circulares como se muestra en la figura. Los puntos de tangencia *T* se encuentran en las coyunturas de los arcos sobre las líneas que unen los centros.

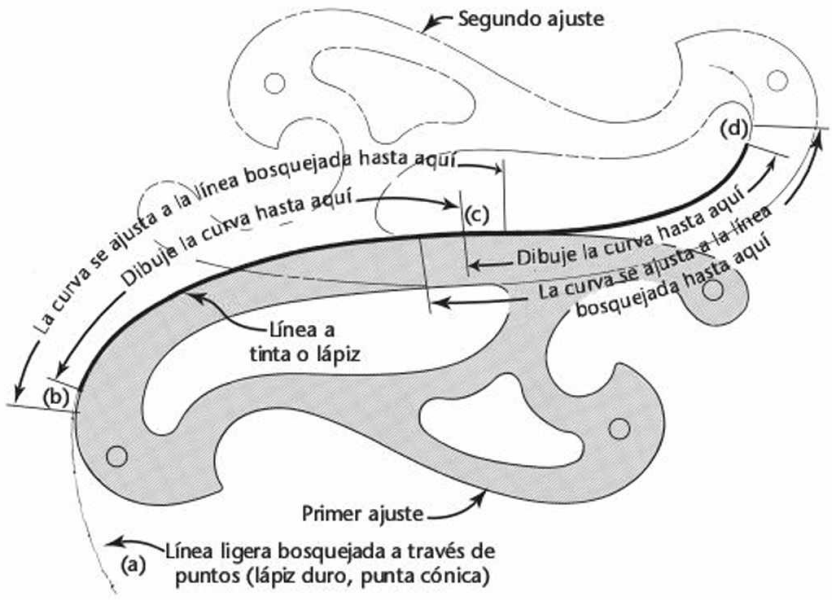


4.47 Trazado de una elipse aproximada.

SUGERENCIA

Una pieza de alambre para soldadura puede usarse con mucho éxito si se le dobla para formar la curva deseada.

En primer lugar, bosqueje ligeramente una curva a través de los puntos que ha determinado. Después haga coincidir la curva irregular a lo largo de la línea a lápiz que bosquejó con alguna distancia más allá del segmento que desea dibujar. Esto ayuda a crear porciones de curva que se integren suavemente en sus tangencias. Procure evitar el trazado por debajo de la curva.



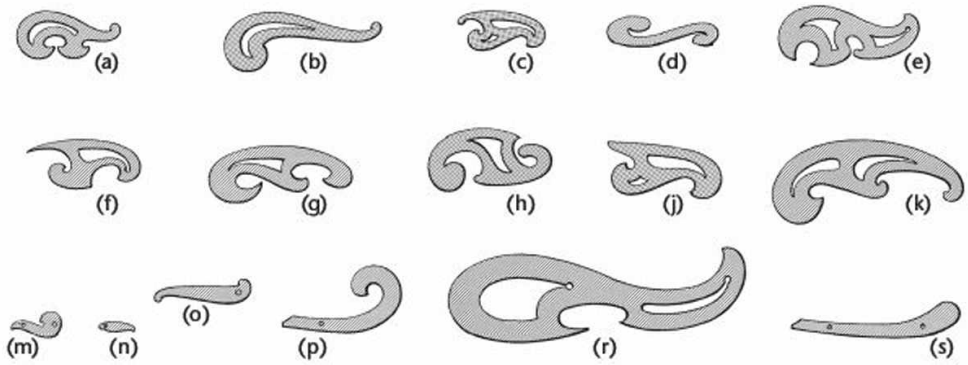
Trazado de curvas irregulares.

www.FreeLibros.me

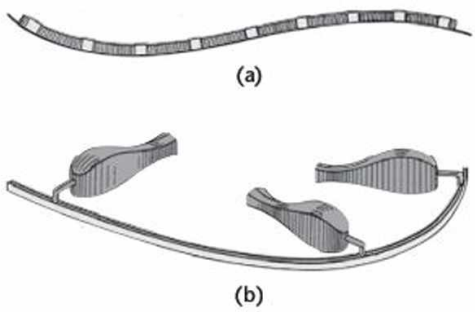
SUGERENCIA

Curvas irregulares

Las curvas son en gran medida segmentos sucesivos de curvas geométricas como elipses, parábolas, hipérbolas y evolventes. Entre los muchos tipos especiales de curvas disponibles están las hipérbolas, las parábolas, las elipses, las espirales logarítmicas, las curvas de barco y las curvas de ferrocarril. Las curvas ajustables consisten en un núcleo de plomo encerrado por un resorte unido a una banda flexible. La figura muestra una tira ajustable que tiene unos "pesos" unidos, donde la tira puede doblarse para formar la curva deseada, con la restricción de la elasticidad del material.



Las curvas irregulares o francesas están disponibles en una amplia variedad de tamaños y formas.



Curvas ajustables.

Uso de las curvas irregulares.

4.43 TRAZADO DE UNA PARÁBOLA

La curva de intersección entre un cono circular recto y un plano paralelo a uno de sus elementos es una parábola (vea la figura 4.48d). La parábola se usa en superficies que reflejan la luz y el sonido, en las curvas verticales de carreteras, en las formas de los arcos y para aproximar las formas de las curvaturas de los cables en puentes colgantes. También se utiliza para mostrar el momento de flexión en cualquier punto de una viga o trabe cargada de manera uniforme.

Una parábola se genera mediante un punto en movimiento, de modo que sus distancias a un punto fijo, el foco, y la directriz desde una línea fija, permanezcan iguales.

Se dan el foco F y la directriz AB. Una parábola puede generarse con un lápiz guiado por una cuerda (figura 4.48a). Fije la cuerda en F y C; su longitud es GC. El punto C se selecciona al azar y su distancia desde G depende de la extensión deseada para la curva. Mantenga la cuerda tensa y el lápiz contra la regla T, como se muestra en la figura.

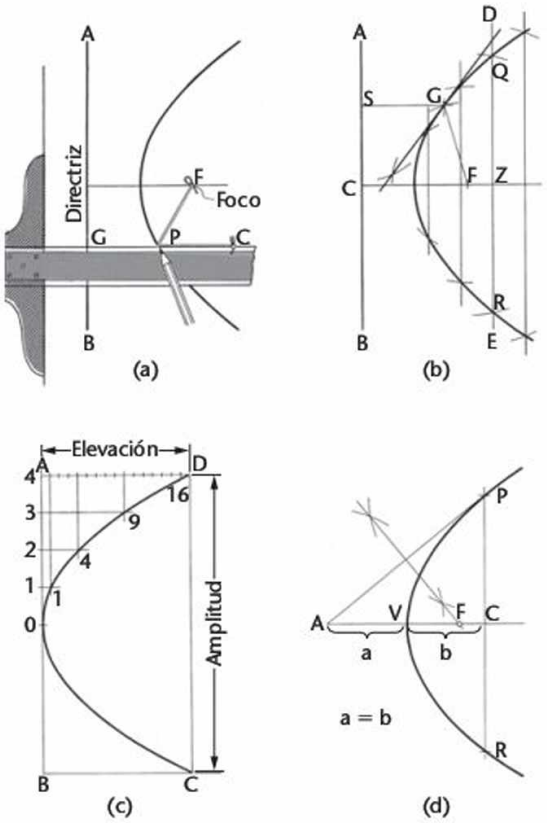
Dados el foco F y la directriz AB, dibuje una línea DE paralela a la directriz y a cualquier distancia CZ de ésta (figura 4.48b). Con centro en F y radio CZ, dibuje arcos que intersequen la línea DE en los puntos Q y R, los cuales son puntos sobre la parábola. Determine tantos puntos adicionales cuantos se necesiten para trazar la parábola con precisión, dibujando líneas adicionales paralelas a la línea AB y procediendo de la misma manera.

Una tangente a la parábola en cualquier punto G biseca al ángulo formado por la línea focal FG y la línea SG perpendicular a la directriz.

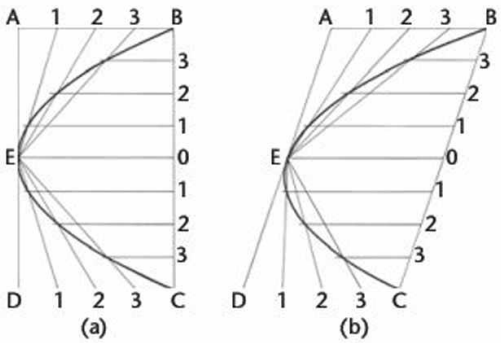
Dadas la elevación y la amplitud de la parábola (figura 4.48), divida AO en un número cualquiera de partes iguales, y divida AD en un número de partes iguales que ascienda al cuadrado de ese número. Desde la línea AB, cada punto sobre la parábola se establece mediante un número de unidades igual al cuadrado de las unidades del punto O. Por ejemplo, el punto 3 proyecta 9 unidades (el cuadrado de 3). Este método se utiliza generalmente para la elaboración de arcos parabólicos.

Para encontrar el foco F, dados los puntos P, R y V de una parábola (figura 4.48), trace una tangente en P, haciendo que $a = b$. Dibuje la bisectriz perpendicular de AP, que interseca el eje en F, el foco de la parábola.

www.FreeLibros.me



4.48 Trazado de una parábola.



4.49 Trazado de una parábola.

Dibuje una parábola dado un rectángulo o un paralelogramo *ABCD* (figura 4.49a y b). Divida *BC* en cualquier número par de partes iguales, divida cada uno de los lados *AB* y *DC* en la mitad de esas partes, y trace líneas como se muestra en la figura. Las intersecciones de las líneas numeradas son los puntos de la parábola.

4.44 UNIÓN DE DOS PUNTOS MEDIANTE UNA CURVA PARABÓLICA

Sean *X* y *Y* los puntos dados (figura 4.50). Suponga cualquier punto *O* y trace líneas tangentes *XO* y *YO*. Divida *XO* y *YO* en el mismo número de partes iguales, numere los puntos de división, como se muestra en la figura, y conecte los puntos correspondientes. Estas líneas son tangentes a la parábola requerida y forman su envolvente. Dibuje ligeramente una curva y después oscurezca la curva con la ayuda de una curva irregular.

Estas curvas parabólicas tienen una apariencia más agradable que los arcos circulares y son útiles en el diseño de maquinaria. Si las tangentes *OX* y *OY* son iguales, el eje de la parábola bisecará el ángulo que existe entre ellas.

4.45 TRAZADO DE UNA HIPÉRBOLA

La curva de intersección entre un cono circular recto y un plano que forma un ángulo con el eje, el cual es menor al formado por los elementos, se denomina hipérbola (vea la figura 4.51e). Una hipérbola se genera mediante un punto en movimiento de modo que la diferencia de sus distancias a dos puntos fijos, los focos, es constante e igual al eje transversal de la hipérbola.

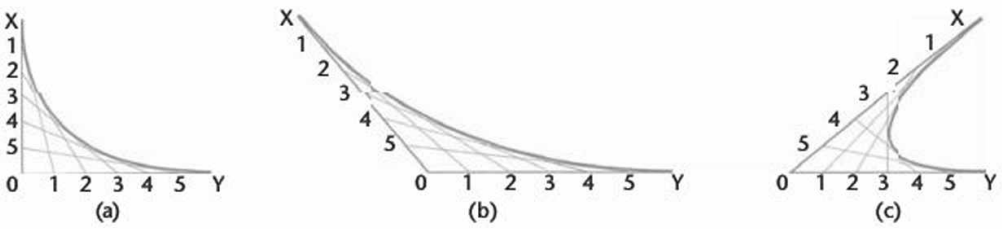
Sean *F* y *F'* los focos y *AB* el eje transversal (figura 4.51a). La curva puede generarse con un lápiz guiado con una cuerda, como se muestra en la figura. Fije una cuerda en *F* y *C*; su longitud es *FC* menos *AB*. El punto *C* se elije al azar y su distancia desde *F* depende de la extensión deseada para la curva.

Sujete el borde recto en *F*. Si se hace girar alrededor de *F*, con la punta del lápiz moviéndose contra éste y con la cuerda tensa, la hipérbola puede dibujarse de la manera mostrada en la figura.

Para construir geométricamente la curva, seleccione cualquier punto *X* sobre el eje transversal producido (figura 4.51b). Con centros en *F* y *F'* y *BX* como radio, dibuje el arco *DF*. Con los mismos centros, *F* y *F'* y *AX* como radio, dibuje arcos que intersequen los arcos trazados en primer lugar a través de los puntos *Q*, *R*, *S* y *T*, que son los puntos de la hipérbola requerida. Encuentre tantos puntos adicionales cuantos se requieran para trazar las curvas con precisión, seleccionando otros puntos similares al punto *X* a lo largo del eje transversal y la aplicación del procedimiento descrito para el punto *X*.

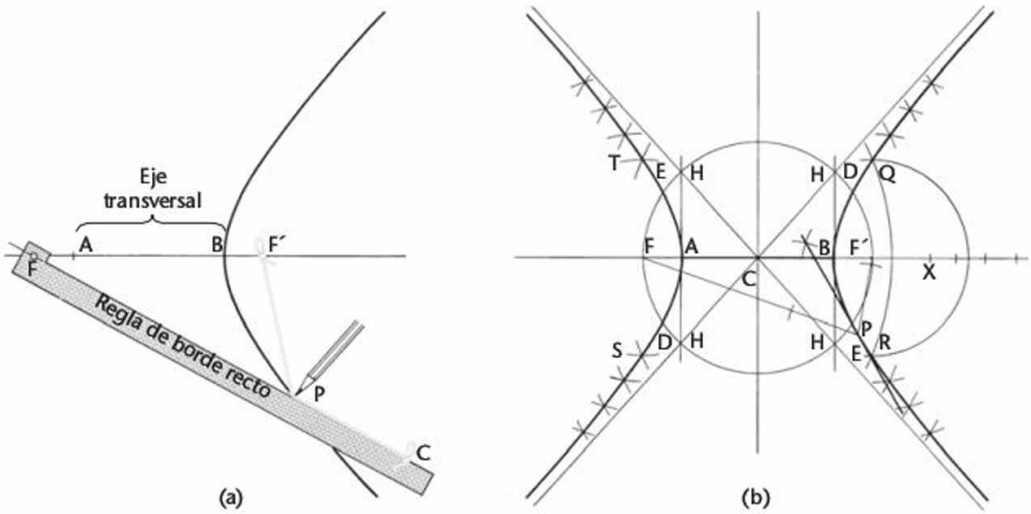
Para trazar la tangente a una hipérbola en un punto *P*, biseque el ángulo entre los radios focales *FP* y *F'P*. La bisectriz es la tangente requerida.

Para trazar las asíntotas *HCH* de la hipérbola, dibuje un círculo con el diámetro *FF'* y trace perpendiculares al eje transversal en los puntos *A* y *B* que intersequen al círculo en los puntos *H*. Las líneas *HCH* son las asíntotas requeridas.



4.50 Curvas parabólicas.

www.FreeLibros.me



4.51 Trazado de una hipérbola.

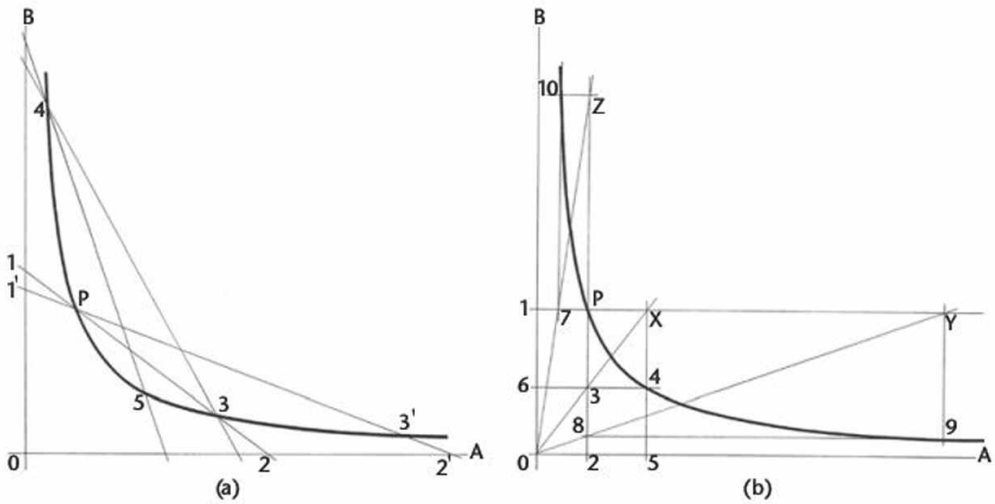
4.46 TRAZADO DE UNA HIPÉRBOLA EQUILÁTERA

Se dan las asíntotas *OB* y *OA*, que forman un ángulo recto entre sí, y el punto *P* sobre la curva (figura 4.52).

En una hipérbola equilátera, las asíntotas que forman un ángulo recto entre sí pueden usarse como los ejes a los que se refiere la curva. Si una cuerda de la hipérbola se extiende para intersecar los ejes, las intersecciones entre la curva y los ejes son iguales (figura 4.52a). Por ejemplo, una cuerda a través del punto dado *P* interseca los ejes en los puntos 1 y 2, las intersecciones $P - 1$ y $2 - 3$ son iguales, y el punto 3 se encuentra sobre la hipérbola. Del mismo modo, otra cuerda a través de *P* proporciona intersecciones iguales $P - 1'$ y $3' - 2'$ y el punto 3' se encuentra sobre la curva. No es necesario trazar todas las cuerdas a través del punto *P* dado, sino que a medida que se establezcan nuevos puntos sobre la curva, las cuerdas pueden trazarse a través de ellos para obtener más puntos. Después de encontrar puntos suficientes para garantizar una curva precisa, dibuje la hipérbola con ayuda de una curva irregular.

En una hipérbola equilátera las coordenadas se relacionan de manera que sus productos permanecen constantes. A través del punto dado *P*, trace las líneas 1-*P*-*Y* y 2-*P*-*Z* paralelas, respectivamente, a los ejes (figura 4.52b). Desde la coordenada *O*, trace cualquier diagonal que interseque estas dos líneas en los puntos 3 y *X*. En estos puntos trace líneas paralelas a los ejes, que se cortan en el punto 4, un punto sobre la curva. Del mismo modo, otra diagonal desde *O* cruza las dos líneas a través de *P* en los puntos 8 e *Y*, y las líneas a través de estos puntos paralelas a los ejes se intersecan en el punto 9, otro punto sobre la curva. Una tercera diagonal produce de manera similar el punto 10 sobre la curva, y así sucesivamente. Encuentre tantos puntos cuantos se requieran para obtener una curva suave y dibuje la parábola con la ayuda de una curva irregular. A partir de los triángulos semejantes *O*-*X*-5 y *O*-3-2 las líneas $P - 1 \times P - 2 = 4 - 5 \times 4 - 6$.

La hipérbola equilátera puede usarse para representar la variación de presión en un gas a medida que varía su volumen, puesto que la presión varía inversamente con el volumen; es decir, presión × volumen es constante.

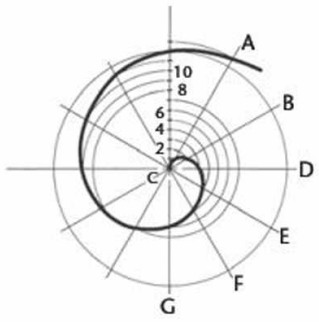


4.52 Hipérbola equilátera.

www.FreeLibros.me

4.47 TRAZADO DE UNA ESPIRAL DE ARQUÍMEDES

Para encontrar los puntos sobre la curva, trace líneas a través del polo *C*, formando ángulos iguales entre sí, por ejemplo ángulos de 30° (figura 4.53). Comenzando con cualquier línea, use cualquier distancia, por ejemplo 2 mm o 1/16", en la línea siguiente establezca el doble de esa distancia, tres veces en la tercera, y así sucesivamente. Utilice una curva irregular para dibujar una curva suave.



4.53 Espiral de Arquímedes.

4.48 TRAZADO DE UNA HÉLICE

Una hélice se genera mediante un punto que se mueve alrededor y a lo largo de la superficie de un cilindro o un cono con una velocidad angular uniforme alrededor del eje, con una velocidad lineal uniforme alrededor del eje, y con una velocidad uniforme en la dirección del eje (figura 4.54). Una hélice cilíndrica se conoce simplemente como hélice. La distancia medida paralelamente al eje atravesado por el punto en una revolución se llama *avance*.

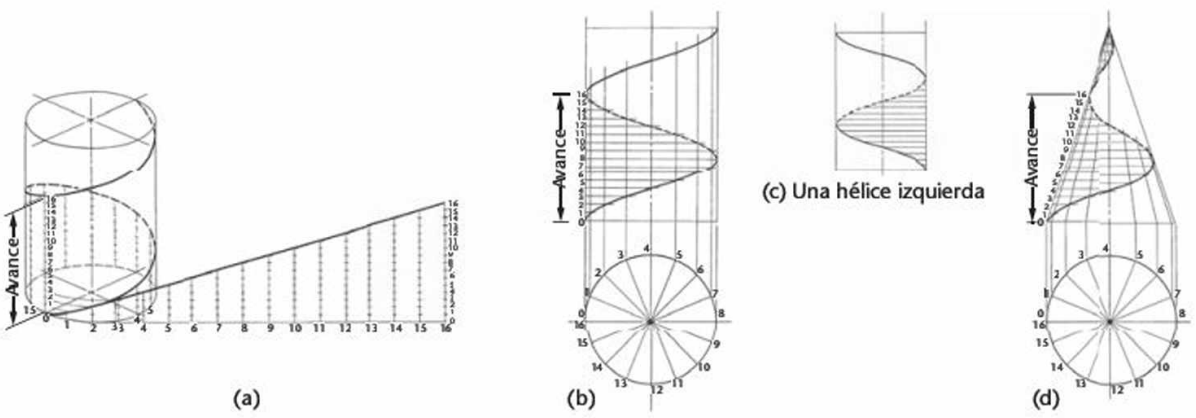
Si la superficie cilíndrica sobre la cual se genera una hélice se desenrolla en un plano, la hélice se convierte en una recta (figura 4.54a). La porción que se encuentra debajo de la hélice se convierte en un triángulo rectángulo, cuya altura es igual al avance de la hélice; la longitud de la base es igual a la circunferencia del cilindro. Una hélice de este tipo puede definirse como la línea más corta que puede trazarse sobre la superficie de un cilindro de modo que conecte dos puntos que no están sobre el mismo elemento.

Para trazar la hélice, dibuje dos vistas del cilindro sobre el que se genera la hélice (figura 4.54b). Divida el círculo de la base en cualquier número de partes iguales. Sobre la vista rectangular del cilindro, establezca el avance y divídalo en el mismo número de partes iguales que la base. Numere las divisiones como se muestra (en este caso 16). Cuando el punto generador se mueva un dieciseisavo de la distancia respecto del cilindro, subirá un dieciseisavo del avance; cuando se haya desplazado la mitad de la distancia alrededor del cilindro, se habrá elevado la mitad del avance, y así sucesivamente. Los puntos sobre la hélice se encuentran proyectando desde el punto 1 de la vista circular hasta la línea 1 en la vista rectangular; desde el punto 2 de la vista circular hasta la línea 2 en la vista rectangular, y así sucesivamente.

En la figura 4.54b se muestra una hélice derecha. En una hélice izquierda (figura 4.54c), las partes visibles de la curva se inclinan en la dirección opuesta, es decir, hacia abajo a la derecha. La hélice que se muestra en la figura 4.54b puede convertirse en una hélice izquierda intercambiando las líneas visibles y ocultas.

La hélice se usa en la industria, por ejemplo en roscas, engranajes, cintas transportadoras, escaleras de caracol, etcétera. Las rayas de un poste de barbería tienen una forma helicoidal.

En la figura 4.54d se muestra la construcción de una hélice cónica derecha.



4.54 Hélice.

www.FreeLibros.me

4.49 TRAZADO DE UNA EVOLVENTE

Una evolvente es la ruta de un punto sobre una cuerda a medida que ésta se desenrolla desde una línea, un polígono o un círculo.

Para dibujar la evolvente de una línea Sea *AB* la línea dada. Con *AB* como radio y *B* como centro, dibuje el semicírculo *CA* (figura 4.55a). Con *AC* como radio y *A* como centro, trace el semicírculo *CD*. Con *BD* como radio y *B* como centro, dibuje el semicírculo *DE*. Continúe del mismo modo, alternando entre los centros *A* y *B*, hasta que la figura se haya completado.

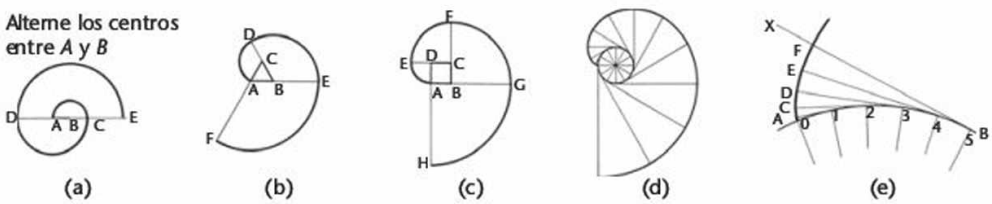
Para dibujar la evolvente de un triángulo Sea *ABC* el triángulo dado. Con *CA* como radio y *C* como centro, dibuje el arco *AD* (figura 4.55b). Con *BD* como radio y *B* como centro, dibuje el arco *DE*. Con *AE* como radio y *A* como centro, dibuje el arco *EF*. Continúe de la misma manera hasta que la figura se haya completado.

Para dibujar la evolvente de un cuadrado Sea *ABCD* el cuadrado dado. Con *DA* como radio y *D* como centro, dibuje el arco *AE* a 90° (figura 4.55c). Proceda del mismo modo que para la evolvente de un triángulo hasta que la figura se haya completado.

Para dibujar la involuta de un círculo Un círculo puede considerarse como un polígono con un número infinito de lados (figura 4.55d). La evolvente se construye cuando se divide la circunferencia en un número de partes iguales, se traza una tangente en cada punto de división, se establece a lo largo de cada tangente la longitud del arco circular correspondiente (figura 4.37c), y se dibuja la curva requerida a través de los puntos establecidos en las distintas tangentes.

Una evolvente puede generarse mediante un punto sobre una recta que se enrolla sobre un círculo fijo (figura 4.55e). Los puntos sobre la curva requerida pueden determinarse estableciendo las distancias iguales 0-1, 1-2, 2-3, etc., a lo largo de la circunferencia, trazando una tangente en cada punto de división, y procediendo como se explica en la figura 4.55d.

La evolvente de un círculo se usa en la construcción de dientes para engranes evolventes. En este sistema, la evolvente forma la cara y parte del flanco de los dientes de los engranes; los contornos de los dientes de las cremalleras son líneas rectas.



4.55 Evolventes.

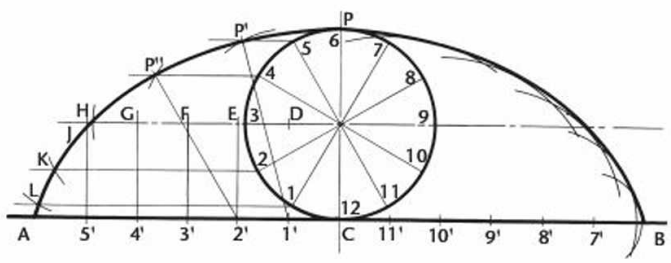
4.50 TRAZADO DE UN CICLOIDE

Un cicloide se genera mediante un punto *P* sobre la circunferencia de un círculo que rueda a lo largo de una línea recta (figura 4.56).

Dado el círculo generador y la recta tangente a éste, haga las distancias *CA* y *CB* iguales a la semicircunferencia del círculo (vea la figura 4.56). Divida estas distancias y la semicircunferencia en el mismo número de partes iguales (seis, por ejemplo) y numérelas en forma consecutiva, como se muestra en la figura. Suponga que el círculo rueda hacia la izquierda; cuando el punto 1 del círculo alcanza el punto 1' de la línea, el centro del círculo estará en *D*, el punto 7 será el más alto del círculo, y el punto generador 6 estará a la misma distancia de la línea *AB* que el punto 5 cuando el círculo se encuentra en su posición central. Para encontrar el punto *P*', trace una línea a través del punto 5, paralela a *AB* y que se cruce con un arco trazado desde el centro *D* con un radio igual al del círculo. Para encontrar el punto *P*', trace una línea a través del punto 4, paralela a *AB* y que se cruce con un arco dibujado desde el centro *E*, con un radio igual al del círculo. Los puntos *J*, *K* y *L* se encuentran de una manera similar.

Otro método se muestra en la mitad derecha de la figura 4.55. Con el centro en 11' y la cuerda 11-6 como radio, dibuje un arco. Con 10' como centro y la cuerda 10-6 como radio, dibuje un arco. Continúe de la misma manera con centros en 9', 8' y 7'. Dibuje el cicloide requerido tangente a estos arcos.

Puede usarse cualquier método; sin embargo, el segundo es el más corto. La línea que une el punto generador con el punto de contacto para el círculo generador es una normal al cicloide. Las líneas 1-*P* y 2-*P*, por ejemplo, son normales; esta propiedad hace que el cicloide sea útil al trazar contornos de los dientes de un engrane.

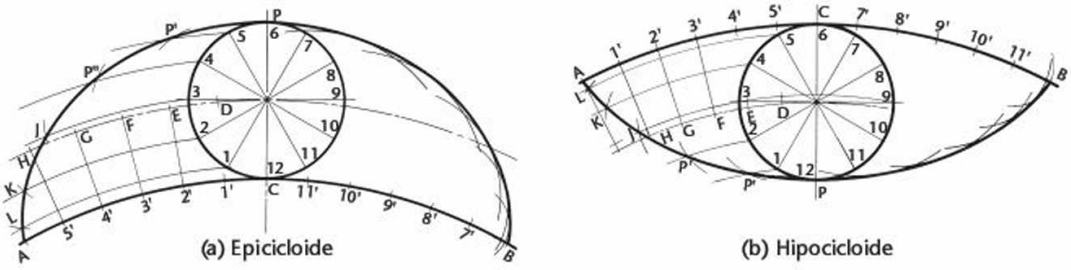


4.56 Cicloide.

www.FreeLibros.me

4.51 TRAZADO DE UN EPICICLOIDE O UN HIPOCICLOIDE

Si el punto generador *P* se encuentra sobre la circunferencia de un círculo que rueda a lo largo del lado convexo de un círculo más grande, la curva generada es un epicicloide (figura 4.57a). Si el círculo rueda a lo largo del lado cóncavo de un círculo más grande, la curva generada es un hipocicloide (figura 4.57b). Estas curvas se dibujan de la misma forma que el cicloide (figura 4.56). Al igual que los cicloides, estas curvas se utilizan para formar los contornos de los dientes de ciertos engranes y, por lo tanto, tienen gran importancia práctica en el diseño de maquinaria.



4.57 Epicicloide e hipocicloide.

www.FreeLibros.me

DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL DIBUJO

Una nueva herramienta en los programas de CAD en 2D permite controlar el dibujo geométrico a través de *restricciones* o *definiciones paramétricas*. AutoCAD es una plataforma de software que ahora ofrece esta herramienta. En AutoCAD, las restricciones son asociaciones que pueden aplicarse a la geometría en 2D para restringir la manera en que se comporta el dibujo cuando se realiza un cambio.

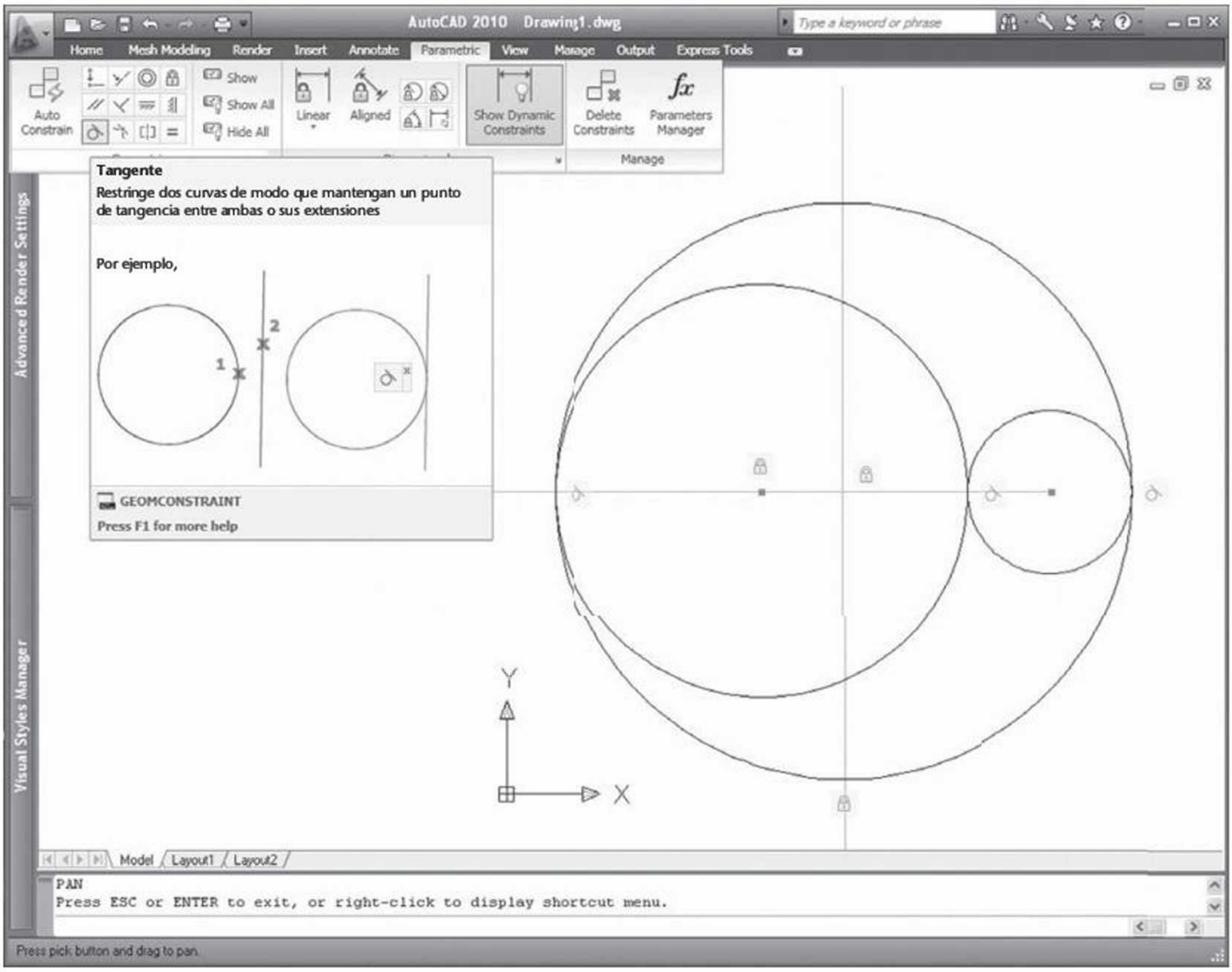
Las restricciones son de dos tipos:

- Las *restricciones geométricas* crean relaciones geométricas entre los objetos de dibujo, como el requisito de que un círculo permanezca tangente a una línea, incluso cuando se actualiza su radio.
- Las *restricciones dimensionales* definen distancias, ángulos y radios para dibujar objetos. Por lo general, estas restricciones dimensionales también pueden definirse por medio de ecuaciones, lo que las convierte en una herramienta poderosa.

Usualmente, lo mejor es definir primero las restricciones geométricas y después aplicar las restricciones dimensionales. De esta forma se define la geometría esencial de la forma y las dimensiones pueden cambiar de acuerdo con las variaciones de los requisitos de tamaño.

En la figura A se muestra un dibujo en AutoCAD que usa restricciones fijas y tangentes. La restricción fija le permite forzar un objeto del dibujo a permanecer en un lugar único en el sistema de coordenadas. La restricción tangente define una relación entre dos objetos del dibujo, como círculos, arcos y líneas.

Comprender las relaciones geométricas es una habilidad clave para crear dibujos que utilizan restricciones paramétricas. Cuando las restricciones geométricas se aplican sin cuidado, o cuando el software no proporciona una herramienta sólida para limitar la forma, puede resultar difícil obtener buenos resultados al momento de actualizar los dibujos.



(A) AutoCAD proporciona herramientas para definir restricciones geométricas y dimensionales, con el fin de controlar la geometría del dibujo.

www.FreeLibros.me

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Para realizar dibujos técnicos, ya sea construidos a mano o por medio de un sistema CAD, es necesario comprender cómo se produce una geometría precisa.
- Todos los dibujos se componen de puntos, líneas, arcos, círculos y otros elementos básicos en relación con los demás. Ya sea para dibujar manualmente o con CAD, las técnicas se basan en las relaciones entre estos elementos geométricos básicos.
- Con frecuencia los sistemas CAD producen el mismo resultado que una técnica de construcción manual compleja, pero en un solo paso. Una buena comprensión de la geometría del dibujo le ayuda a producir diseños en CAD, así como dibujos manuales, rápidos y precisos.

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Qué herramientas son útiles para trazar líneas rectas?
2. ¿Qué herramientas se utilizan para dibujar arcos y círculos?
3. ¿Cuáles son las cuatro secciones cónicas básicas? ¿Cómo se cortan de un cono?
4. ¿De cuántas maneras puede ser un arco tangente a una línea? ¿A dos líneas? ¿A una línea y un arco? ¿A dos arcos? Dibuja ejemplos de cada uno.
5. Use técnicas manuales para dibujar un cuadrado, un hexágono y un octágono regulares de modo que la distancia entre caras opuestas sea de 2".
6. Use técnicas de CAD para dibujar los mismos objetos que en la pregunta 5, pero ahora la distancia entre caras opuestas debe ser de 1.00". Cree copias a escala con tamaños de 2", 3" y 5".
7. Dibuje una elipse aproximada con un diámetro mayor de 6" y un diámetro menor de 3". Dibuje una segunda elipse aproximada con un diámetro mayor de 200 mm y un diámetro menor de 100 mm.
8. Presente tres ejemplos de técnicas de construcción que se ejecuten con mayor facilidad usando un sistema CAD que empleando métodos manuales.
9. ¿Cuál es la precisión común de los dibujos creados manualmente?
10. ¿Qué precisiones se pueden alcanzar utilizando un sistema CAD?

www.FreeLibros.me

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

Ejercicio 4.1 Trace una línea inclinada *AB* de 65 mm de largo. Biséquela con la línea *CD*.

Ejercicio 4.2 Dibuje cualquier ángulo. Etiquete el vértice *C*. Biseque el ángulo y transfiera la mitad del ángulo para colocar su vértice en el punto arbitrario *D*.

Ejercicio 4.3 Trace una línea inclinada *EF*. Use una distancia *GH* igual a 42 mm. Trace una nueva línea paralela a *EF*, separada a una distancia *GH*.

Ejercicio 4.4 Trace una línea *JK* con 95 mm de largo. Tire una segunda línea *LM* con 58 mm de largo. Divida *JK* en cinco partes iguales. Utilice un método diferente al que seleccionó para dividir la línea *JK* y divida la línea *LM* en tres partes iguales.

Ejercicio 4.5 Dibuje la línea *OP* con 92 mm de largo. Divídala en tres partes proporcionales con la relación 3:5:9.

Ejercicio 4.6 Dibuje una línea de 87 mm de largo. Divídala en partes proporcionales al cuadrado de x, donde $x = 1, 2, 3$ y 4.

Ejercicio 4.7 Dibuje un triángulo con lados de 76 mm, 85 mm y 65 mm. Biseque los tres ángulos interiores. Las bisectrices deben encontrarse en un punto. Dibuje un círculo inscrito en el triángulo, con el punto donde se unen las bisectrices como su centro.

Ejercicio 4.8 Dibuje un triángulo rectángulo que tenga una hipotenusa de 65 mm y un cateto de 40 mm. Dibuje un círculo a través de los tres vértices.

Ejercicio 4.9 Dibuje la línea inclinada *QR* con 84 mm de largo. Marque el punto *P* sobre la línea a 32 mm de *Q*. Dibuje una línea perpendicular a *QR* en el punto *P*. Seleccione cualquier punto *S* a 45.5 mm de la línea *QR*. Dibuje una línea perpendicular desde *S* hasta la línea *QR*.

Ejercicio 4.10 Dibuje dos líneas que formen un ángulo de 35.5° usando el método de la tangente.

Ejercicio 4.11 Dibuje dos líneas que formen un ángulo de 33.16° por el método del seno.

Ejercicio 4.12 Dibuje un triángulo equilátero con lados de 63.5 mm. Biseque los ángulos interiores. Dibuje un círculo inscrito en el triángulo.

Ejercicio 4.13 Trace una línea inclinada *TJ* con 55 mm de largo. Construya un cuadrado usando la línea *TJ* como uno de los lados.

Ejercicio 4.14 Dibuje ligeramente un círculo de 54 mm de diámetro. Inscriba un cuadrado en el círculo y circunscriba un cuadrado alrededor del círculo.

Ejercicio 4.15 Dibuje ligeramente un círculo con 65 mm de diámetro. Encuentre los vértices de un pentágono regular inscrito. Una estos vértices para formar una estrella de cinco puntas.

Ejercicio 4.16 Dibuje ligeramente un círculo con 65 mm de diámetro. Inscriba un hexágono y circunscriba un hexágono.

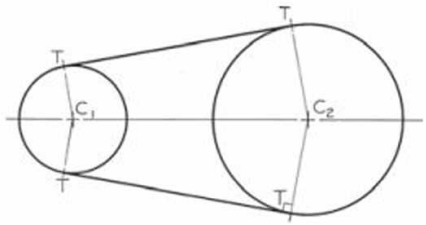
Ejercicio 4.17 Dibuje ligeramente un cuadrado con lados de 63.5 mm. Inscriba un octágono.

Ejercicio 4.18 Dibuje un triángulo con lados de 50 mm, 38 mm y 73 mm. Transfiera el triángulo a una nueva ubicación y gírelo 180°.

Ejercicio 4.19 Haga un rectángulo con 88 mm de ancho y 61 mm de alto en el centro del dibujo. Muestre la construcción para reducir este rectángulo, primero a 70 mm de ancho y después a 58 mm de ancho.

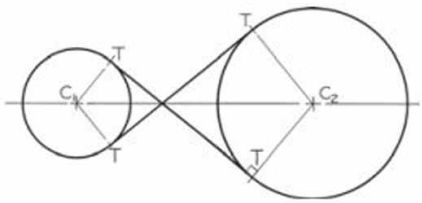
Ejercicio 4.20 Dibuje tres puntos separados entre sí al azar. Cree un círculo a través de los tres puntos.

Ejercicio 4.21 Dibuje un círculo de 58 mm de diámetro. Marque el punto *S* en el lado izquierdo del círculo. Dibuje una línea tangente al círculo en el punto *S*. Cree un punto *T* a la derecha del círculo y a 50 mm de su centro. Trace dos tangentes al círculo desde el punto *T*.



Banda abierta

Ejercicio 4.22 Trace una línea central horizontal cerca del centro del área de dibujo. Sobre esta línea central, dibuje dos círculos separados a 54 mm, uno con un diámetro de 50 mm y el otro con un diámetro de 38 mm. Trace tangentes a los círculos en forma de "banda abierta".



Banda cruzada

Ejercicio 4.23 Use las mismas instrucciones que en el ejercicio 4.22, pero trace tangentes en la forma de "banda cruzada".

Ejercicio 4.24 Dibuje una vertical *VW* a 33 mm del lado izquierdo del área de dibujo. Marque el punto *P* a 44 mm a la derecha de la línea *VW* y a 24 mm desde la parte superior del área de dibujo. Dibuje un círculo de 56 mm de diámetro, que pase por un punto *P* y que sea tangente a la línea *VW*.

Ejercicio 4.25 Dibuje una línea vertical *XY* a 35 mm del lado izquierdo del área de dibujo. Marque un punto *P* a 44 mm a la derecha de la línea *XY* y a 25 mm desde la parte superior del área de dibujo. Marque un punto *Q* sobre la línea *XY* y a 50 mm de *P*. Dibuje un círculo que pase por *P* y sea tangente a *XY* en el punto *Q*.

Ejercicio 4.26 Ubique el centro de su área de dibujo. Dibuje un círculo con 64 mm de diámetro y centro en *C*, directamente a 16 mm a la izquierda del centro del dibujo. Marque el punto *P* en la parte inferior derecha y a 60 mm de *C*. Trace un arco con 25 mm de radio que pase por *P* y sea tangente al círculo.

www.FreeLibros.me

Ejercicio 4.27 Trace dos líneas, una vertical y otra horizontal que se intersequen, cada una con 65 mm de largo. Dibuje un arco tangente a las dos líneas con 38 mm de radio.

Ejercicio 4.28 Dibuje una línea horizontal a 20 mm de la parte inferior del área de dibujo. Marque un punto sobre la línea a 50 mm del límite izquierdo del espacio de dibujo. A través de este punto, trace una línea hacia arriba y a la derecha a 60° de la horizontal. Dibuje arcos con radio de 35 mm, formando un ángulo obtuso y un ángulo agudo en las tangencias con las dos líneas.

Ejercicio 4.29 Trace dos líneas que se intersequen para formar un ángulo de 60°. Marque el punto *P* sobre una línea a una distancia de 45 mm de la intersección. Dibuje un arco tangente a las dos líneas con un punto de tangencia en *P*.

Ejercicio 4.30 Dibuje una línea vertical *AB* a 52 mm del lado izquierdo del área de dibujo. En la parte inferior derecha del dibujo, cree un arco de 42 mm de radio con centro a 75 mm a la derecha de la línea. Dibuje un arco con 25 mm de radio tangente al primer arco y a la línea *AB*.

Ejercicio 4.31 Con centros a 20 mm de la parte inferior del espacio de dibujo y separados por 86 mm, dibuje arcos con radios de 44 mm y 24 mm. Dibuje un arco con 32 mm de radio tangente a los dos arcos.

Ejercicio 4.32 Trace una línea central horizontal cerca del centro del área de dibujo. Sobre esta línea central, dibuje dos círculos separados por 54 mm, uno con un diámetro de 50 mm y el otro con un diámetro de 38 mm. Dibuje un arco con 50 mm de radio, que sea tangente a los dos círculos y que envuelva sólo al más pequeño.

Ejercicio 4.33 Trace dos líneas paralelas inclinadas separadas a 45 mm. Marque un punto en cada línea. Conecte los dos puntos mediante una curva conopial tangente a las dos líneas paralelas.

Ejercicio 4.34 Dibuje un arco con 54 mm de radio que subtienda un ángulo de 90°. Encuentre la longitud del arco a partir de dos métodos gráficos diferentes. Calcule la longitud del arco y compare este valor con la longitud determinada gráficamente.

Ejercicio 4.35 Trace un eje mayor horizontal de 10 mm de largo y un eje menor con 64 mm de longitud que se intersequen cerca del centro del área de dibujo. Trace una elipse utilizando el método de los focos con al menos cinco puntos en cada cuadrante.

Ejercicio 4.36 Trace los ejes como en el ejercicio 4.35. Utilice el método de las restricciones para crear una elipse.

Ejercicio 4.37 Trace los ejes como en el ejercicio 4.35. Utilice el método de los círculos concéntricos para trazar una elipse.

Ejercicio 4.38 Trace los ejes como en el ejercicio 4.35. Use el método del paralelogramo para trazar una elipse.

Ejercicio 4.39 Trace los ejes como en el ejercicio 4.35. Cree una elipse aproximada.

Ejercicio 4.40 Dibuje una parábola con un eje vertical y el foco a 12 mm de la directriz. Encuentre al menos nueve puntos sobre la curva.

Ejercicio 4.41 Dibuje una parábola con un eje horizontal transversal de 25 mm de largo y focos separados por 38 mm. Dibuje las asíntotas.

Ejercicio 4.42 Trace una línea horizontal en la parte inferior del espacio y una línea vertical cerca del lado izquierdo del espacio de dibujo. Marque un punto *P* a 16 mm a la derecha de la línea vertical y 38 mm por encima de la línea horizontal. Dibuje una hipérbola equilátera que pase por *P* usando las dos líneas como asíntotas.

Ejercicio 4.43 Use el centro del espacio del dibujo como polo, trace una espiral de Arquímedes con el punto generador moviéndose en sentido contrario al de las manecillas del reloj y alejándose de los polos a razón de 25 mm por cada convolución.

Ejercicio 4.44 Trace una línea horizontal a través del centro del área de dibujo. Sobre esta línea construya una hélice derecha con 50 mm de diámetro, 64 mm de largo y un avance de 25 mm. Dibuje sólo una vista final semicircular.

Ejercicio 4.45 Dibuje la evolvente de un triángulo equilátero con lados de 15 mm.

Ejercicio 4.46 Dibuje la evolvente de un círculo de 20 mm de diámetro.

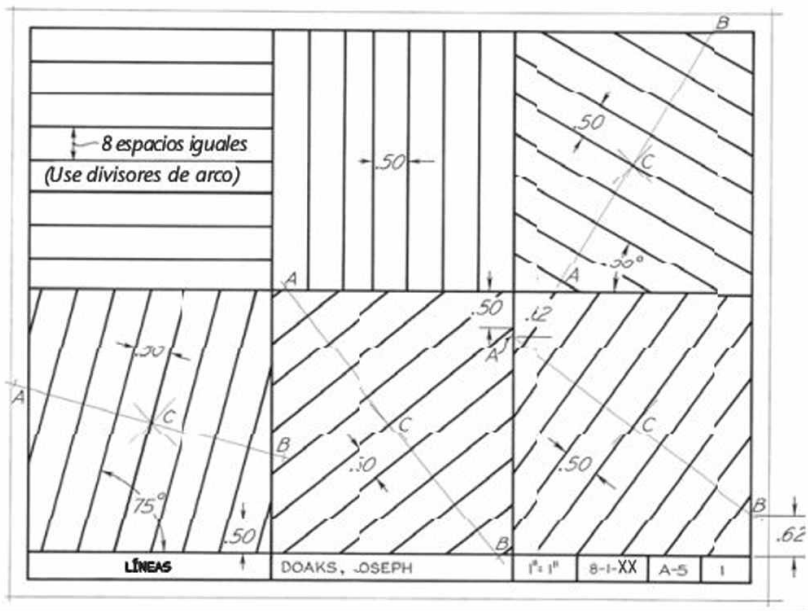
Ejercicio 4.47 Dibuje un cicloide generado por un círculo con 30 mm de diámetro, el cual rueda a lo largo de una línea horizontal.

Ejercicio 4.48 Dibuje un epicicloide generado por un círculo de 38 mm de diámetro, el cual rueda a lo largo de un arco circular de 64 mm de radio.

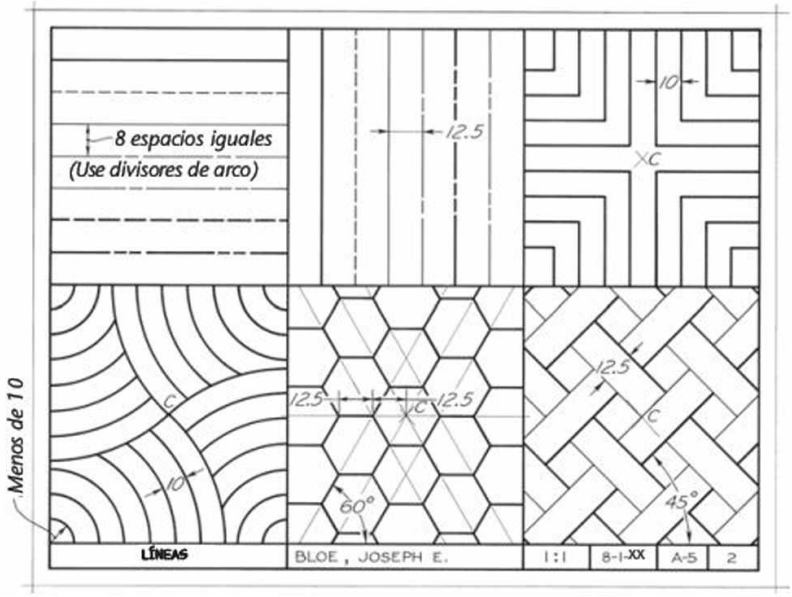
Ejercicio 4.49 Dibuje un hipocicloide generado por un círculo de 38 mm de diámetro, a lo largo de un arco circular de 64 mm de radio.

www.FreeLibros.me

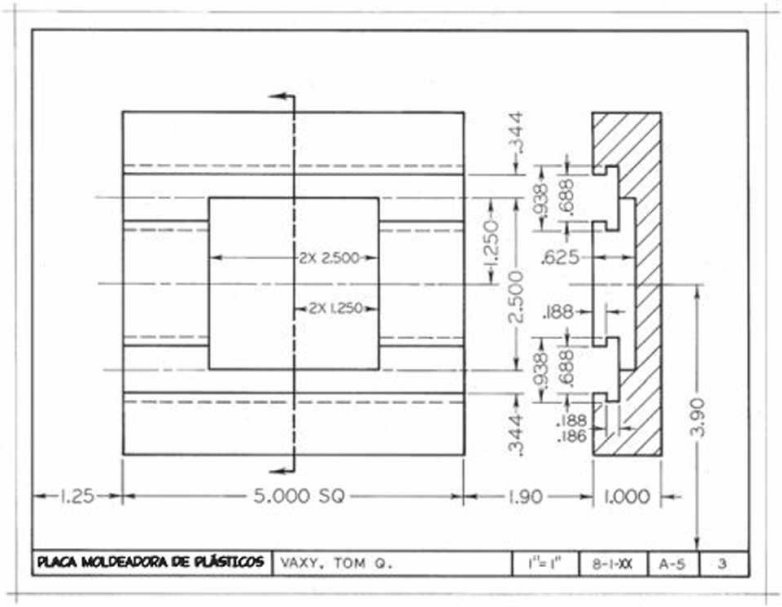
Ejercicio 4.50 Divida el espacio de trabajo en seis rectángulos iguales y trace líneas visibles, como las que se muestran. Trace líneas de construcción *AB* a través de los centros *C* en ángulo recto con las líneas requeridas. Después, a lo largo de cada línea de construcción, establezca los espacios de 0.50" requeridos y dibuje las líneas visibles requeridas. Omita las dimensiones y las notas con instrucciones.



Ejercicio 4.51 Divida el espacio de trabajo en seis rectángulos iguales y dibuje las líneas mostradas. En los dos primeros espacios, trace ejemplos de los patrones de línea estándar que se utilizan en los dibujos técnicos: visible, de construcción, oculta, central, plano de corte y fantasma. En los espacios restantes, localice los centros *C* usando diagonales y después realice las construcciones a partir de ellos. Omita las dimensiones métricas y las notas con instrucciones.

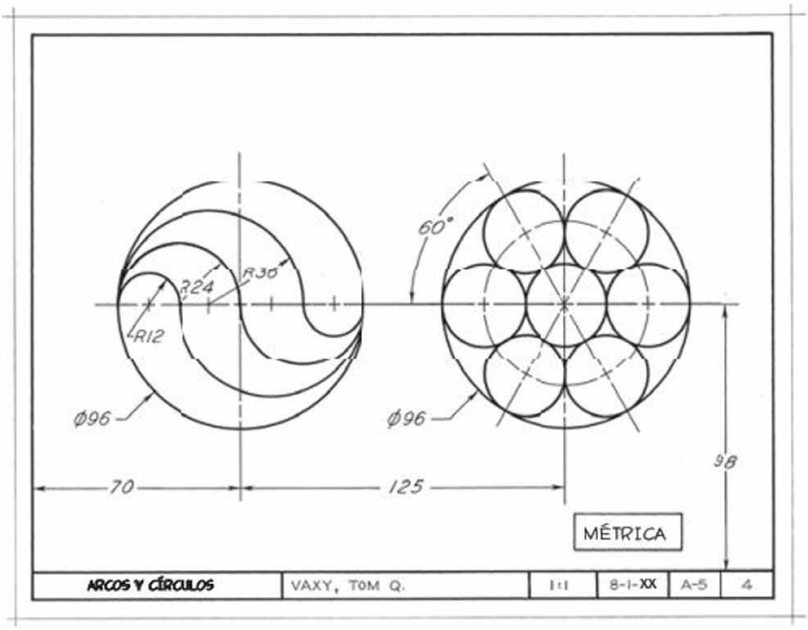


Ejercicio 4.52 Dibuje a lápiz las vistas que se muestran en la figura. Omita todas las dimensiones.

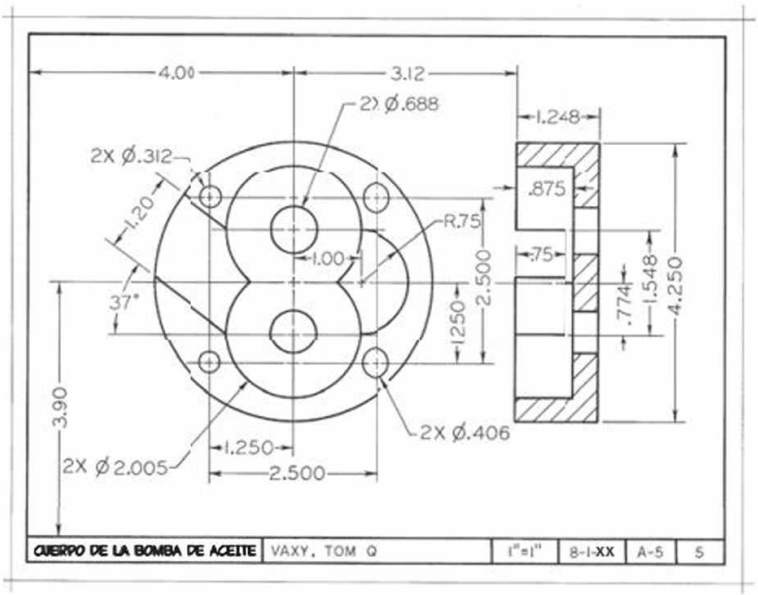


www.FreeLibros.me

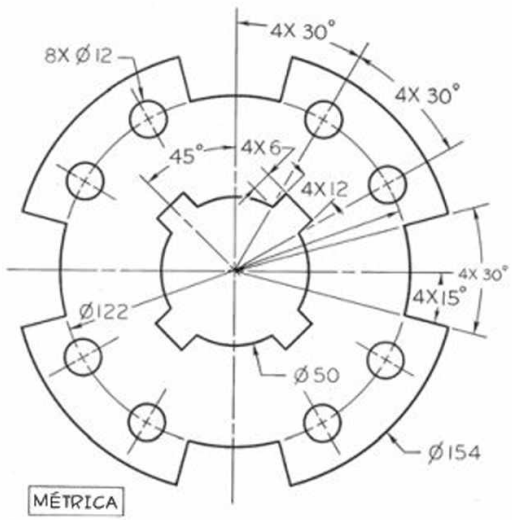
Ejercicio 4.53 Dibuje a lápiz las figuras mostradas. Omita todas las dimensiones.



Ejercicio 4.54 Dibuje a lápiz las vistas mostradas. Omita todas las dimensiones.

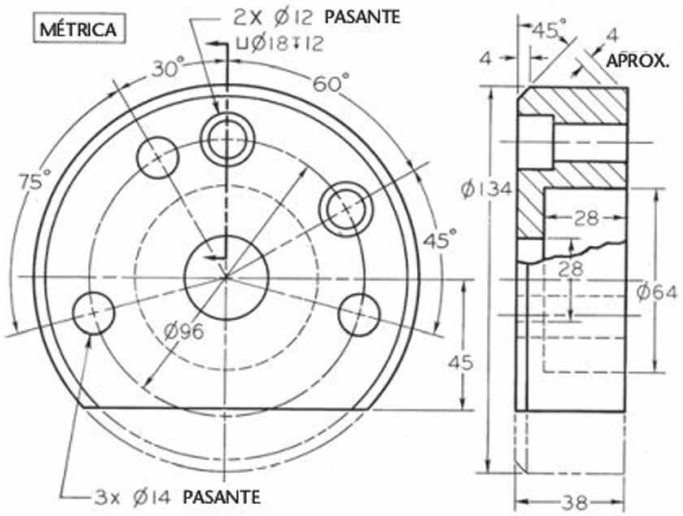


Ejercicio 4.55 Dibuje a lápiz la placa de fricción que se muestra. Omita las dimensiones y notas.

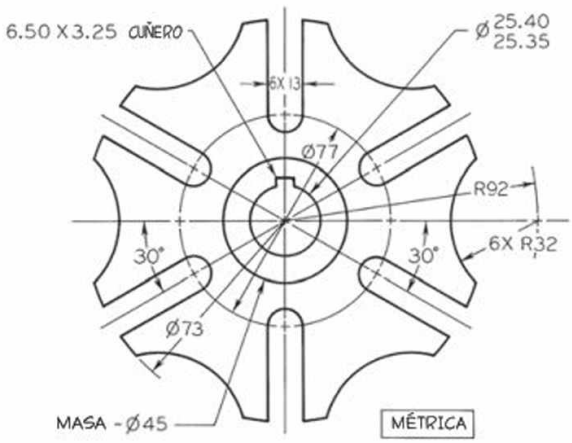


www.FreeLibros.me

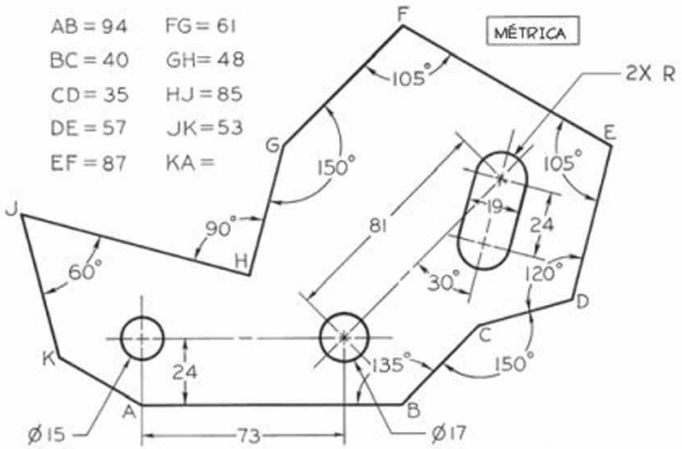
Ejercicio 4.56 Dibuje a lápiz las vistas de la tapa de sellado. Omita las dimensiones y notas.



Ejercicio 4.57 Dibuje a lápiz la leva de Ginebra. Omita las dimensiones y notas.

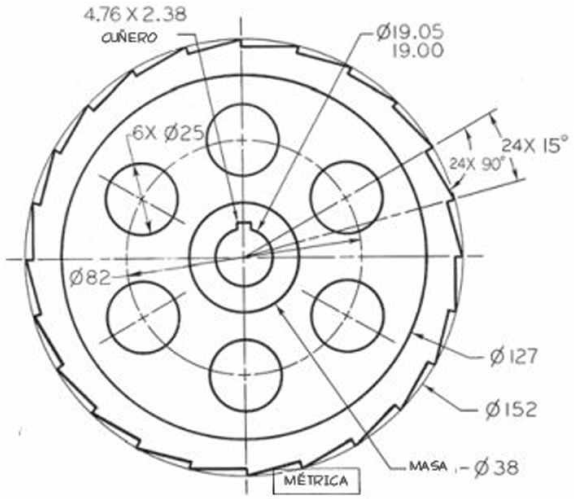


Ejercicio 4.58 Dibuje a lápiz y con precisión la placa de corte. Proporcione la longitud de *KA*. Omitir las otras dimensiones y notas.

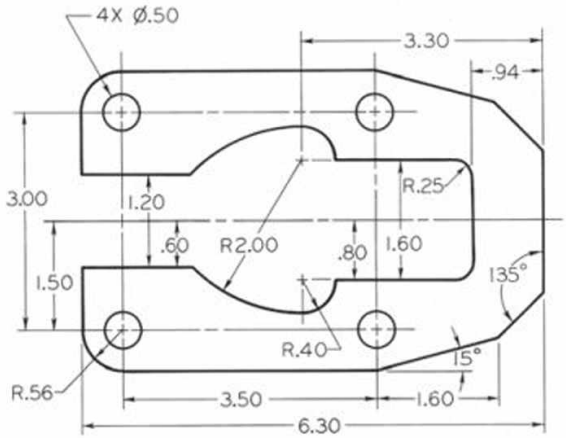


www.FreeLibros.me

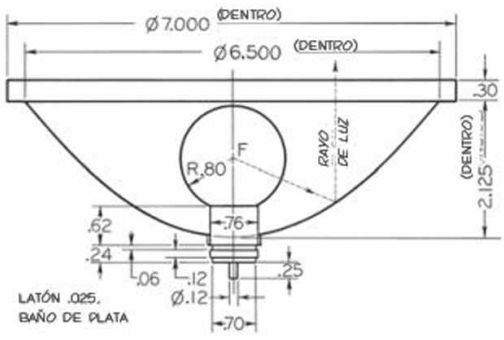
Ejercicio 4.59 Dibuje a lápiz la rueda de trinquete. Omita las dimensiones y notas.



Ejercicio 4.60 Dibuje a lápiz la placa de cierre. Omita las dimensiones y notas.



Ejercicio 4.61 Encuentre el foco y la directriz y dibuje el reflector parabólico de luz que se muestra en la figura.



www.FreeLibros.me

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO CINCO

PROYECCIÓN ORTOGRÁFICA

OBJETIVOS

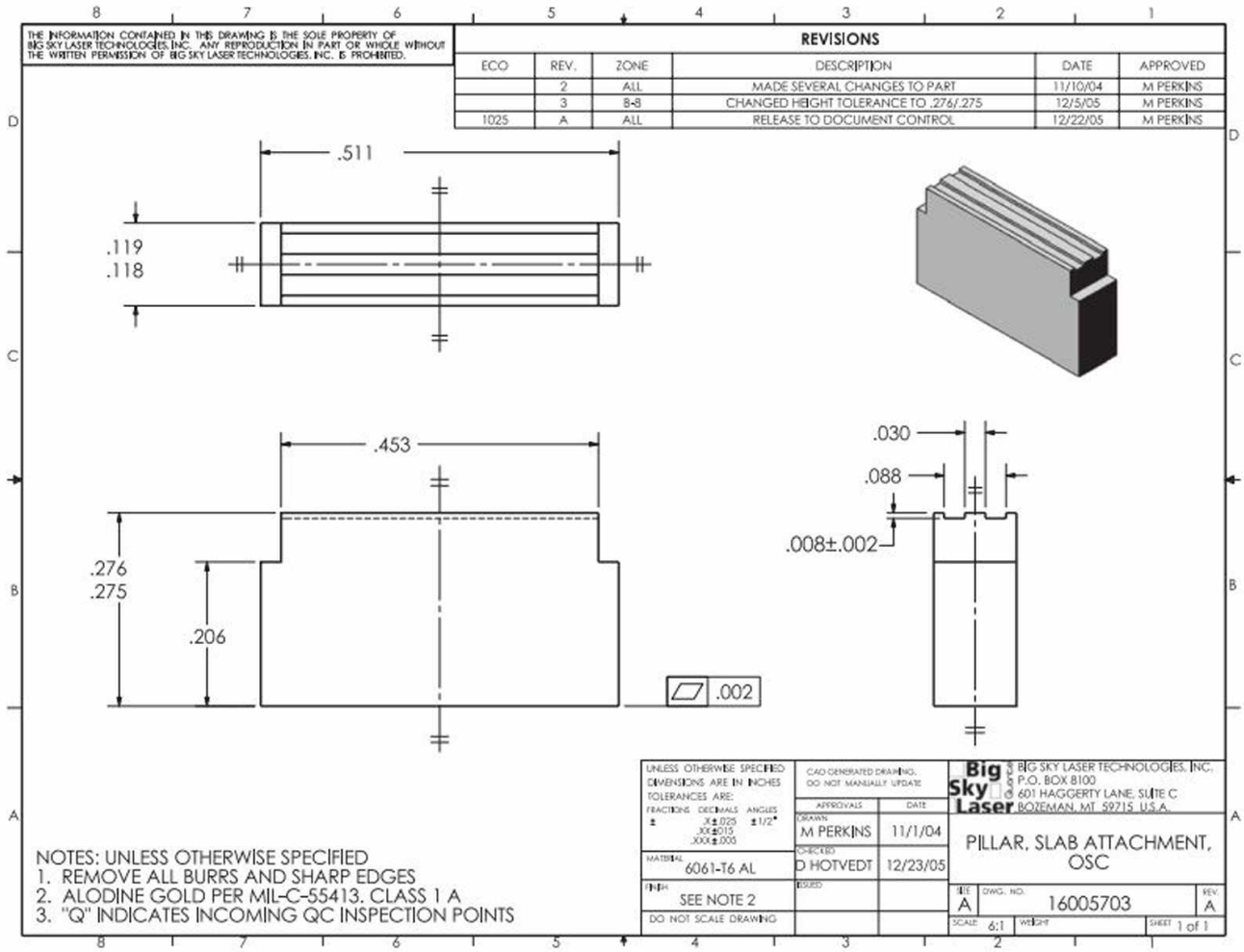
Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Reconocer y bosquejar el símbolo de la proyección del tercer ángulo.
2. Mencionar las seis principales vistas de la proyección.
3. Bosquejar las vistas superior, frontal y lateral derecha de un objeto con superficies normales, inclinadas y oblicuas.
4. Comprender cuáles vistas muestran profundidad en un dibujo que incluya las vistas superior, frontal y lateral derecha.
5. Conocer el significado de las superficies normales, inclinadas y oblicuas.
6. Comparar el uso de un programa de CAD en 2D con el bosquejo en una hoja de papel.
7. Enunciar las dimensiones que se transfieren entre las vistas superior, frontal y lateral derecha.
8. Transferir profundidad entre vistas laterales.
9. Marcar los puntos donde se intersecan las superficies.

Consulte la siguiente norma:

- *ANSI/ASME Y14.3—2003 Dibujos con multivistas y vistas de sección.*

www.FreeLibros.me



Vistas frontal, superior y lateral derecha generadas a partir de un modelo CAD en 3D. (Cortesía de Laser Big Sky).

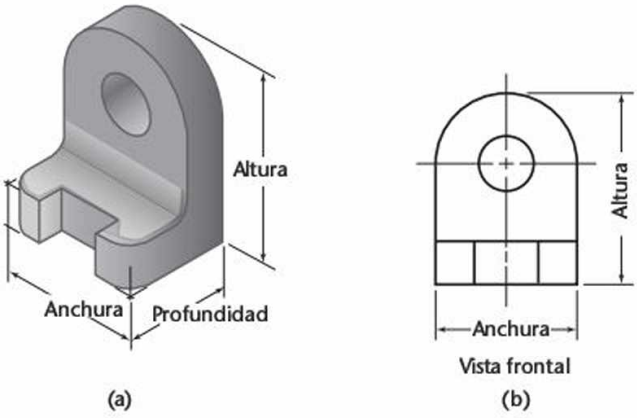
INTRODUCCIÓN

La vista de un objeto se denomina *proyección*. Al proyectar vistas múltiples desde diferentes direcciones de manera sistemática puede describir por completo la forma de los objetos en 3D.

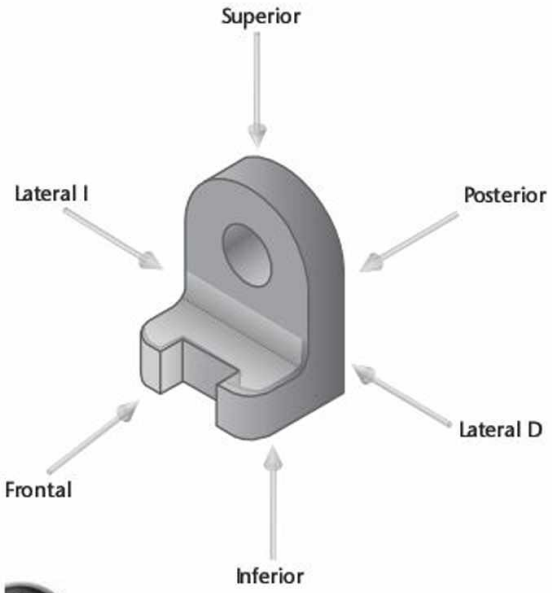
Hay ciertas prácticas estándar que es necesario conocer para crear bosquejos y dibujos que puedan interpretarse correctamente. Por ejemplo, usted necesita saber cuáles vistas debe mostrar, cómo deben orientarse en su dibujo y la forma de representar información clave como los bordes, las superficies, los vértices, las líneas ocultas, las líneas centrales y otros detalles de suma importancia.

El estándar publicado en la norma *ANSI/ASME Y14 3M-2003* es común en Estados Unidos, donde se utiliza la proyección del tercer ángulo. En Europa, Asia y muchos otros lugares se usa el sistema de proyección del primer ángulo.

www.FreeLibros.me



5.1 Vista frontal de un objeto.



5.2 Las seis vistas principales.

COMPRENSIÓN DE LAS PROYECCIONES

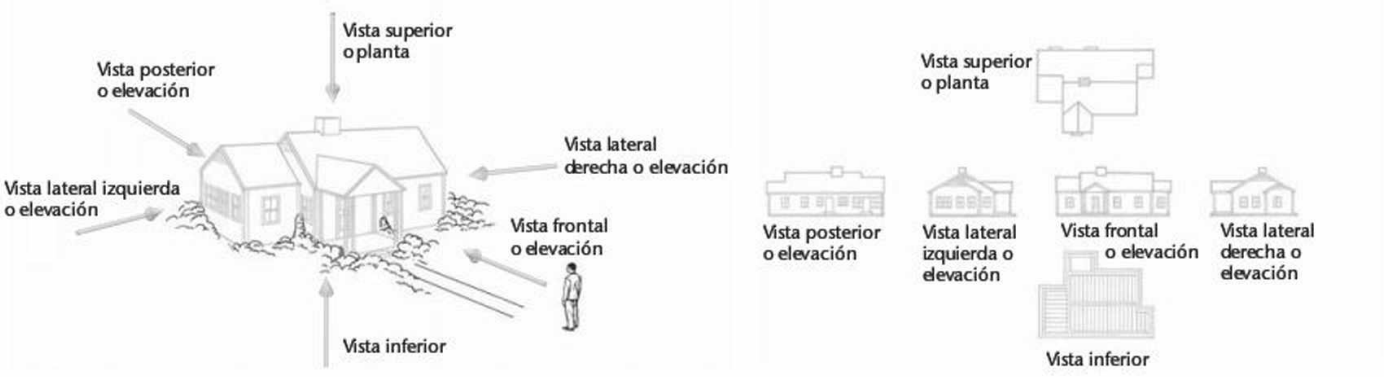
Para hacer e interpretar dibujos usted debe saber cómo crear proyecciones y entender la distribución estándar de las vistas. También es necesario que se familiarice con la geometría de los objetos sólidos y sea capaz de visualizar objetos en 3D que estén representados en un bosquejo o dibujo en 2D. La capacidad de identificar si las superficies tienen una orientación normal, inclinada u oblicua, puede ayudarle en la visualización. Las características comunes, como vértices, bordes, contornos, filetes, orificios y redondeados se muestran de una manera estándar, lo que simplifica la creación de dibujos y ayuda a evitar que se malinterpreten.

Vistas de los objetos

Una fotografía muestra un objeto tal como lo ve el observador, pero no necesariamente como es. No puede describir el objeto con precisión, sin importar a qué distancia o con qué dirección se tome, puesto que no muestra las formas y los tamaños exactos de las partes. Sería imposible crear un modelo preciso en 3D de un objeto con sólo una fotografía como referencia, debido a que ésta sólo muestra un punto de vista. Es una representación en 2D de un objeto en 3D.

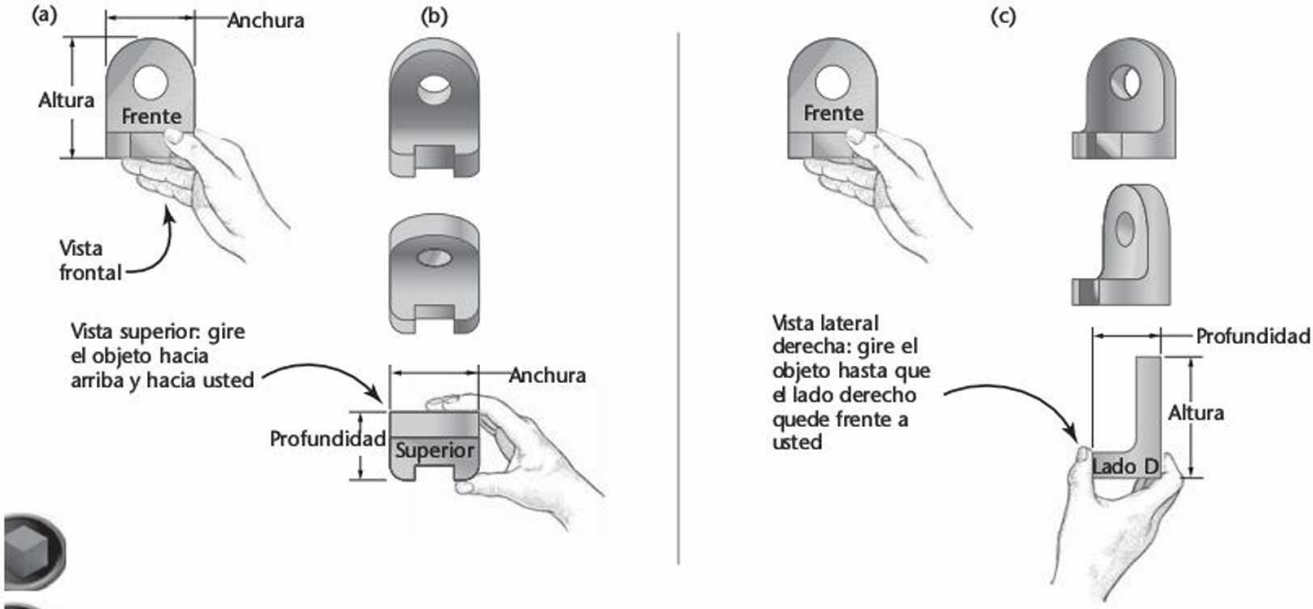
Los dibujos también son representaciones en 2D pero, a diferencia de las fotografías, le permiten registrar los tamaños y las formas con precisión. En ingeniería y otros campos, se requiere una descripción completa y clara de la forma y el tamaño de un objeto para asegurar que éste se fabrique exactamente como se diseñó. Para proporcionar esta información acerca de un objeto en 3D, se usan diversas vistas dispuestas en forma sistemática.

El sistema de vistas se llama ***proyección multivista***. Cada vista proporciona cierta información definida. Por ejemplo, una vista frontal muestra la forma y el tamaño verdaderos de las superficies que son paralelas al frente del objeto. En la figura 5.1 se presenta un ejemplo que muestra la dirección de la mirada y la proyección de la vista frontal resultante. La figura 5.2 muestra la misma pieza y las seis direcciones principales de visualización, y en la figura 5.3 se presentan las mismas seis vistas de una casa.



5.3 Seis vistas de una casa.

www.FreeLibros.me



5.4 Rotación del objeto para producir vistas. *Al rotar un objeto es posible experimentar diferentes vistas, como se muestra. (a) Primero, sostenga el objeto en la posición de la vista frontal. (b) Para obtener la vista superior, incline el objeto hacia usted para colocar la parte superior del objeto a la altura de su vista. (c) Para obtener la vista lateral derecha, comience con la vista frontal del objeto y gírelo hasta que el lado derecho quede frente a usted. Para tener las vistas posterior, inferior o lateral izquierda, sólo debe girar el objeto para llevar esos lados hacia sí.*

Las seis vistas estándar

Cualquier objeto puede observarse desde seis direcciones mutuamente perpendiculares, como se muestra en la figura 5.2. Éstas se denominan las ***seis vistas principales***.

Se puede pensar en las seis vistas como lo que un observador vería si se moviera alrededor del objeto. Como se muestra en la figura 5.3, el observador puede caminar alrededor de una casa y ver su frente, los lados y la parte trasera. Se puede imaginar la vista superior como lo vería un observador desde un avión y la vista inferior, o de gusano, como se vería desde abajo. También puede usarse el término *planta* para denominar la vista superior. El término *elevación* se usa para todas las vistas que muestran la altura del edificio. Estos términos se emplean regularmente en el dibujo arquitectónico y de manera ocasional en otros campos.

Para facilitar la lectura de los dibujos, las vistas se disponen sobre el papel de una manera estándar. Las vistas de la figura 5.3 muestran la disposición según la American National Standard (Norma Nacional Americana). Las vistas superior, frontal e inferior se alinean verticalmente. Las vistas posterior, lateral izquierda, frontal, y lateral derecha se alinean en forma horizontal. Al dibujar una vista fuera de su lugar se comete un error grave y por lo general se considera como uno de los peores errores en el dibujo. Vea en la figura 5.4 una ilustración de cómo se visualizan las diferentes vistas.

Dimensiones principales

Las tres principales dimensiones de un objeto son la ***anchura***, la ***altura*** y la ***profundidad*** (figura 5.5). En el dibujo técnico estos términos fijos se usan para las dimensiones indicadas en ciertas vistas, independientemente de la forma del objeto. Los términos *longitud* y *grosor* no se usan porque pueden inducir a errores.

La vista frontal muestra sólo la altura y la anchura del objeto y no la profundidad. De hecho, cualquier vista principal de un objeto en 3D muestra sólo dos de las tres dimensiones principales, y la tercera se encuentra en una vista adyacente. La altura se muestra en las vistas posterior, lateral izquierda, frontal y lateral derecha. La anchura se muestra en las vistas posterior, superior, frontal e inferior. La profundidad se muestra en las vistas lateral izquierda, superior y lateral derecha.

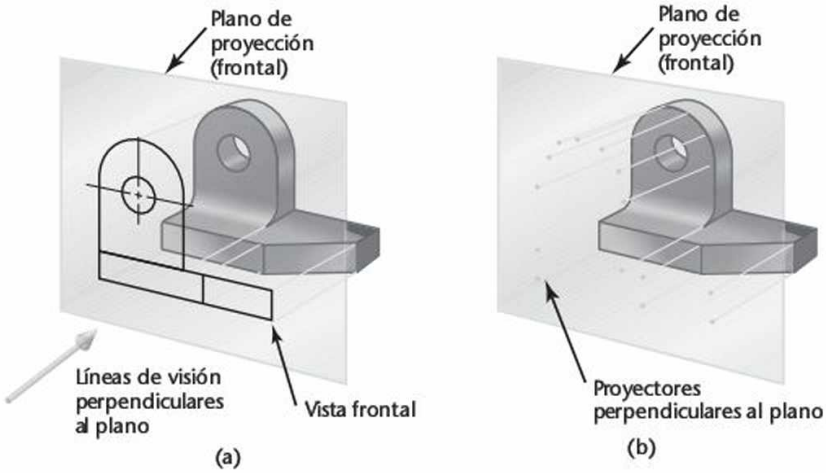
5.5 Las dimensiones principales de un objeto.

www.FreeLibros.me

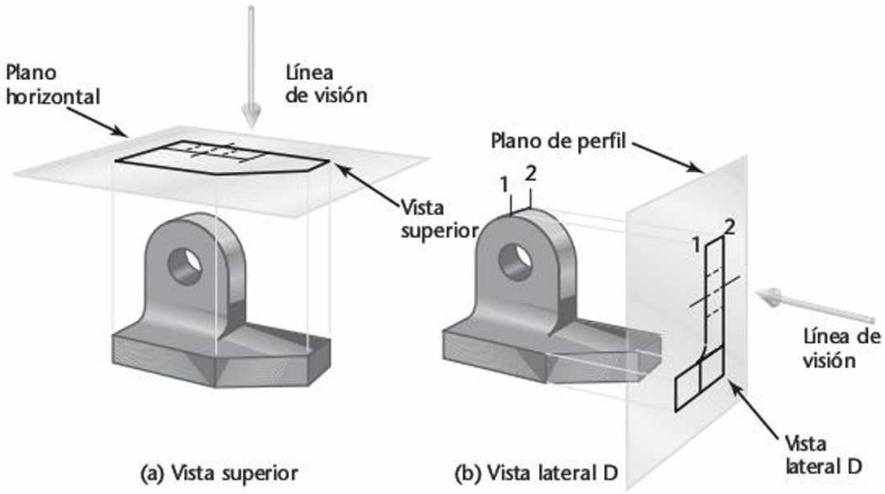
Método de proyección

En la figura 5.6 se ilustra la vista frontal de un objeto dibujado mediante una proyección ortográfica. Imagine una hoja de vidrio paralela a la superficie frontal de los objetos. Esto representa el ***plano de proyección***. El esquema en el plano de proyección muestra cómo aparece el objeto para el observador. En la proyección ortográfica, los rayos (o proyectores) desde todos los puntos sobre los bordes o contornos de los objetos se extienden paralelos entre sí y perpendiculares al plano de proyección. La palabra ***ortográfica*** significa "en ángulos rectos".

En la figura 5.7 se muestran ejemplos de las vistas superior y lateral. Los planos de proyección reciben nombres específicos. La vista frontal se proyecta hacia el ***plano frontal***. La vista superior se proyecta hacia el ***plano horizontal***. La vista lateral se proyecta hacia el ***plano de perfil***.



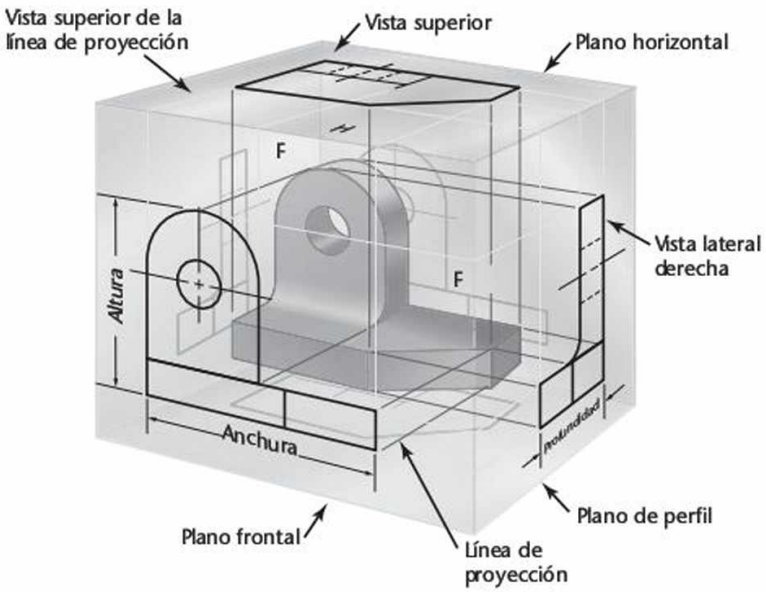
5.6 Proyección de un objeto.



5.7 Planos de proyección horizontal y de perfil.

La caja de cristal

Una manera de entender la disposición estándar de las vistas sobre una hoja de papel consiste en imaginar una ***caja de cristal***. Si los planos de proyección se colocaran paralelos a cada cara principal del objeto, formarían una caja, como se muestra en la figura 5.8. El observador externo podría ver las seis vistas estándar (frontal, posterior, superior, inferior, lateral derecha y lateral izquierda) del objeto a través de los lados de la caja de cristal imaginaria.



5.8 La caja de cristal.

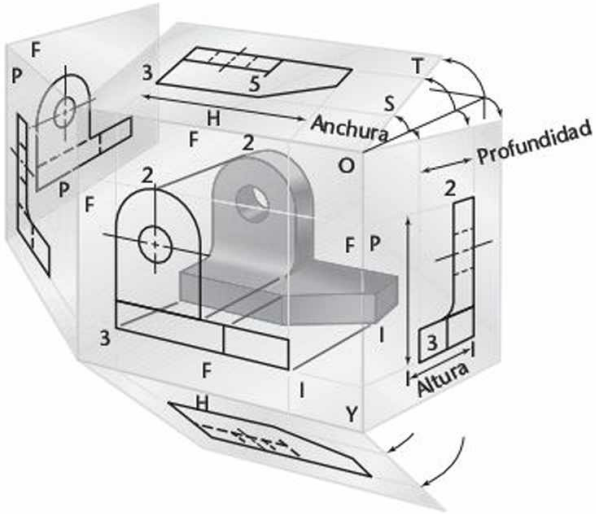
www.FreeLibros.me

Para organizar las vistas de un objeto en 3D sobre una hoja de papel, imagine que los seis planos de la caja de cristal se desdoblan sobre una superficie plana, como se muestra en la figura 5.9. Imagine que todos los planos, excepto el posterior, están articulados con el plano frontal. Por lo general, el plano posterior se considera articulado al plano lateral izquierdo. Cada plano se despliega desde el plano frontal. La representación de las líneas de articulación en la caja de cristal sobre un dibujo se conoce como ***líneas de plegado***. En la figura 5.10 se muestran las posiciones de estos seis planos después de haber sido desdoblados.

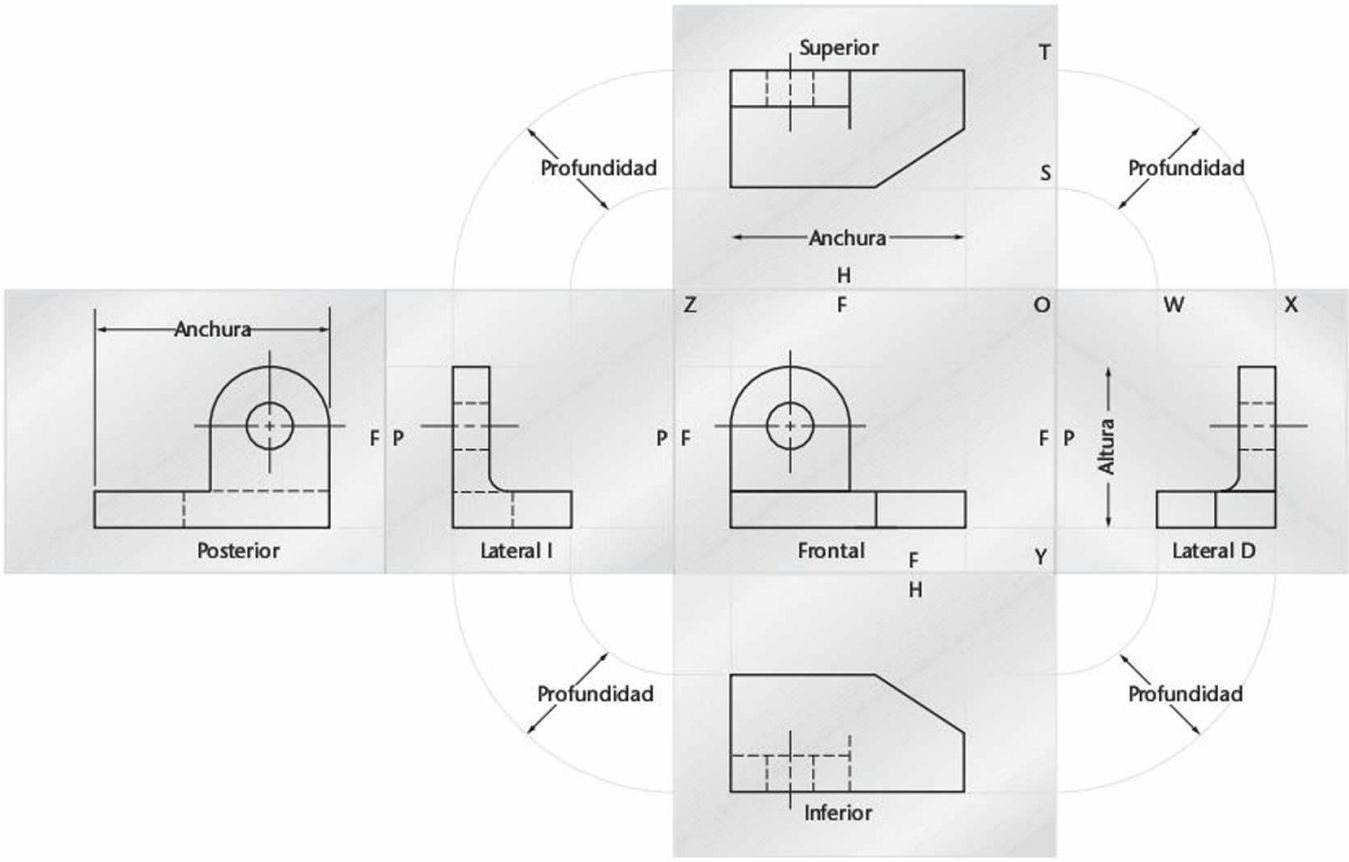
Identifique cuidadosamente cada uno de estos planos y las vistas correspondientes a la posición original de los planos en la caja de cristal.

En la figura 5.10 hay líneas que se extienden alrededor de la caja de cristal de una vista a otra sobre los planos de proyección. Éstos son los proyectores de un punto en una vista al mismo punto en otra vista. El tamaño y la posición del objeto en la caja de cristal no cambian. Esto explica por qué la vista desde arriba tiene la misma anchura que la vista frontal y por qué se coloca directamente sobre la vista frontal. La misma relación existe entre la vista frontal y la inferior. Por lo tanto, las vistas frontal, superior e inferior se alinean de forma vertical y tienen la misma anchura. Las vistas posterior, lateral izquierda, frontal y lateral derecha se alinean horizontalmente y tienen la misma altura.

La posición de los objetos no cambia en la caja, por lo que la vista superior debe estar a la misma distancia de la línea de plegado *O*/*Z* que lo que la vista lateral derecha está de la línea de plegado *O*/*Y*. Las vistas inferior y lateral izquierda están a la misma distancia de sus respectivas líneas de plegado que las vistas lateral derecha y superior. Las vistas superior, lateral derecha, inferior y lateral izquierda están todas a la misma distancia de las líneas de plegado respectivas y muestran la misma profundidad.

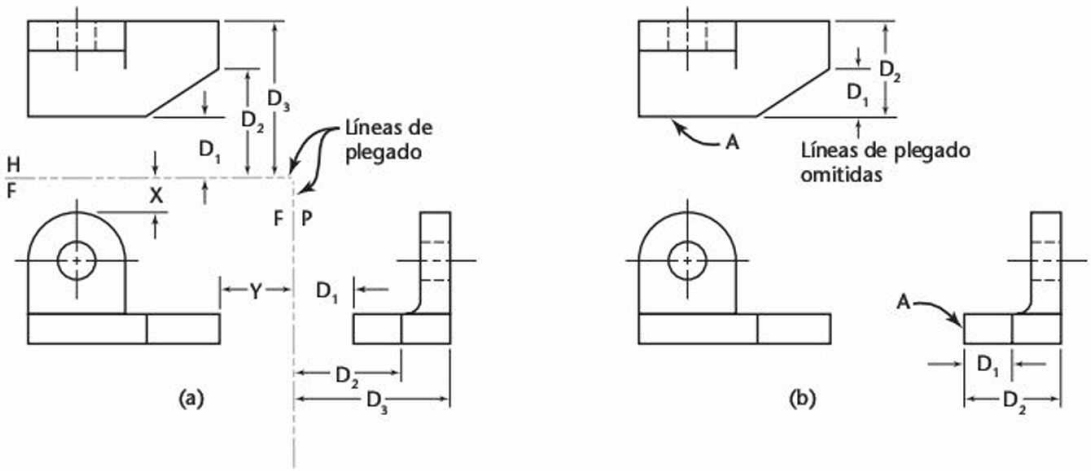


5.9 Desdoblamiento de la caja de cristal.



5.10 Caja de cristal desdoblada.

www.FreeLibros.me



5.11 Vistas con y sin líneas de plegado.

Las vistas frontal, superior y lateral derecha del objeto que se muestran en las figuras anteriores se presentan en la figura 5.11a, pero en vez de una caja de cristal las líneas de plegado se muestran entre las vistas. Estas líneas de plegado corresponden a las líneas de las bisagras de la caja de cristal.

La línea de plegado *H/F*, entre las vistas superior y frontal, es la intersección de los planos horizontal y frontal. La línea de plegado *F/P*, entre las vistas frontal y lateral, es la intersección entre los planos frontal y de perfil.

Aunque usted debe dominar el uso de las líneas de plegado, sobre todo porque son útiles al resolver problemas de geometría descriptiva, éstas suelen dejarse fuera del dibujo, como en la figura 5.11b. En vez de usar las líneas de plegado como referencia para marcar las mediciones de profundidad en la parte superior y lateral, puede usar la superficie frontal (A) del objeto como una línea de referencia. Observe que D_1, D_2 y todas las otras mediciones de profundidad corresponden a las dos vistas, como si se usaran líneas de plegado.

Espaciado entre vistas

El espaciado entre las vistas es sobre todo una cuestión de apariencia. Las vistas deben estar bastante separadas unas de otras, pero suficientemente cerca para que aparezcan relacionadas entre sí. Es posible que tenga que dejar espacio entre los puntos de vista para agregar dimensiones.

Transferencia de las dimensiones de profundidad

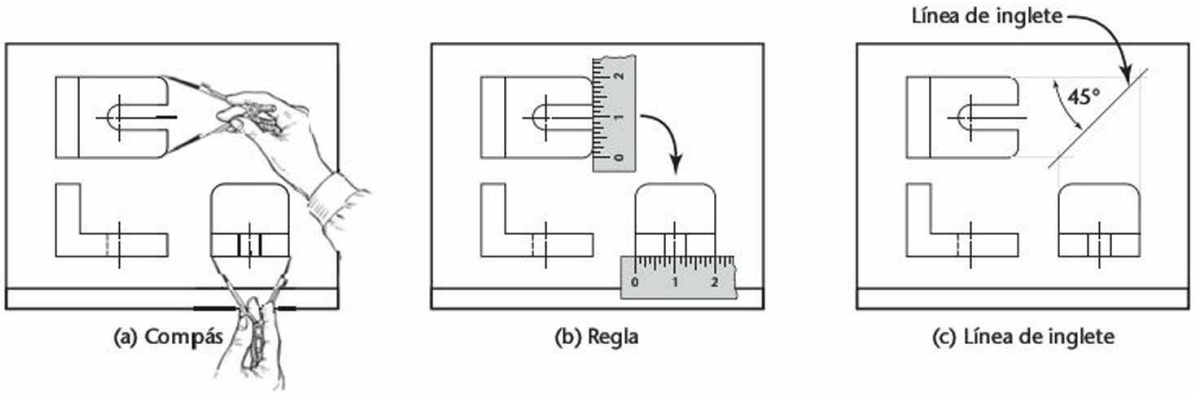
Las dimensiones de profundidad en las vistas superior y lateral deben corresponder punto por punto. Cuando se utilice CAD o instrumentos, transfiera estas distancias con precisión.

Las dimensiones pueden transferirse entre las vistas superior y lateral con un compás o una regla, como se muestra en las figuras 5.12a y 5.12b. Otro método que funciona bien durante el bosquejado consiste en marcar las distancias sobre un trozo de papel y usarlo como una regla para transferir las mediciones a otra vista.

Puede serle más cómodo utilizar una línea de inglete a 45° para proyectar dimensiones entre las vistas superior y lateral, como se muestra en la figura 5.12c. Como la línea de inglete se dibuja a 45°, las profundidades mostradas verticalmente en la vista superior *Y* pueden transferirse para que se muestren como profundidades horizontales en la vista lateral *X* y viceversa.

Medición desde una superficie de referencia

Para transferir una dimensión desde una vista hasta otra vista relacionada (una vista que comparte esa dimensión), mida desde un plano que tenga un borde en ambas vistas como en la figura 5.13.



5.12 Transferencia de dimensiones de profundidad.

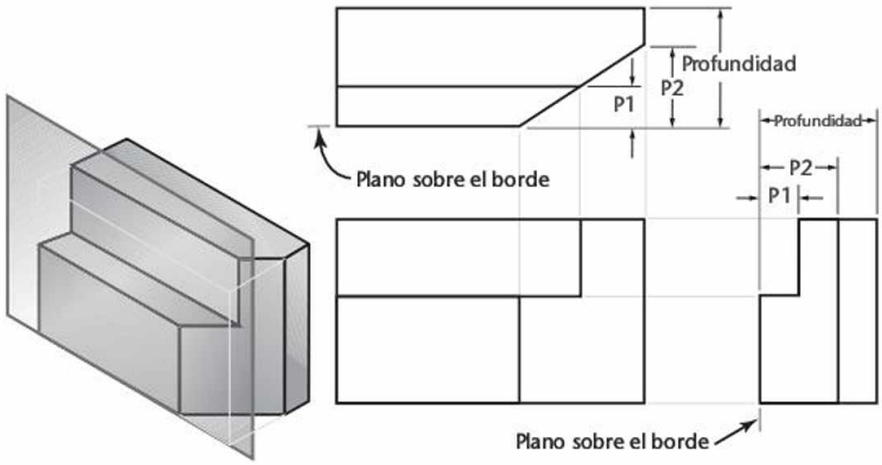
www.FreeLibros.me

Vistas necesarias

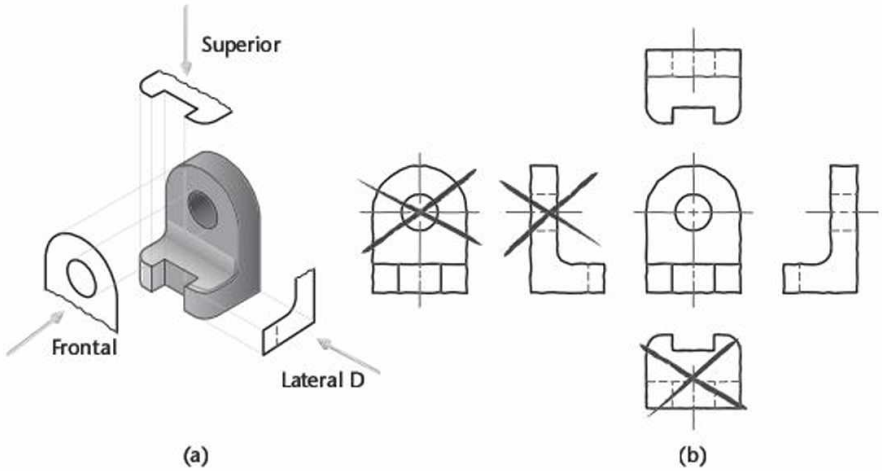
En la figura 5.14 se muestra que las vistas laterales derecha e izquierda son esencialmente imágenes de espejo entre sí, sólo que con diferentes líneas ocultas. Las líneas ocultas usan un patrón de líneas discontinuas para representar partes del objeto que no son visibles directamente desde esa dirección de la visualización. No es necesario mostrar tanto la vista lateral derecha como la izquierda; por lo general, sólo se dibuja la vista lateral derecha. Esto también se aplica para las vistas superior e inferior, y para las vistas frontal y posterior. En la figura 5.15 se muestran juntas y organizadas las vistas superior, frontal y lateral derecha; éstas se denominan las ***tres vistas regulares***, puesto que son las vistas que se usan con mayor frecuencia.

Un bosquejo o dibujo debe contener sólo las vistas necesarias para describir en forma clara y completa el objeto. Estas vistas mínimas requeridas se conocen como las ***vistas necesarias***. Seleccione las vistas que tengan el menor número de líneas ocultas y muestren los contornos esenciales o las formas con mayor claridad. Los objetos complicados pueden requerir más de tres vistas o incluso vistas especiales; por ejemplo, vistas parciales.

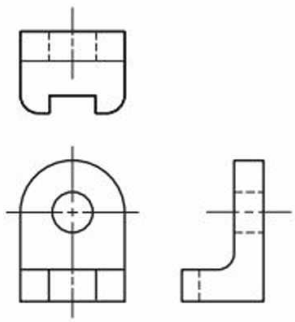
Muchos objetos sólo requieren dos vistas para describir con claridad su forma. Si un objeto requiere sólo dos vistas y las vistas lateral izquierda y derecha presentan igualmente bien el objeto, utilice la vista lateral derecha. Si un objeto requiere sólo dos vistas, y las vistas superior e inferior presentan igualmente bien el objeto, elija la vista superior. Si sólo son necesarias dos vistas y las vistas superior y lateral derecha muestran igualmente bien el objeto, elija la combinación que mejor se ajuste a su papel. En la figura 5.16 se muestran algunos ejemplos.



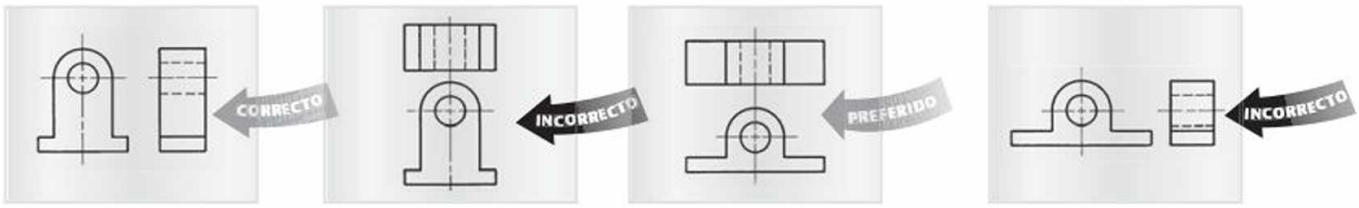
5.13 Transferencia de dimensiones de profundidad desde una superficie de referencia.



5.14 Las vistas opuestas son casi idénticas.

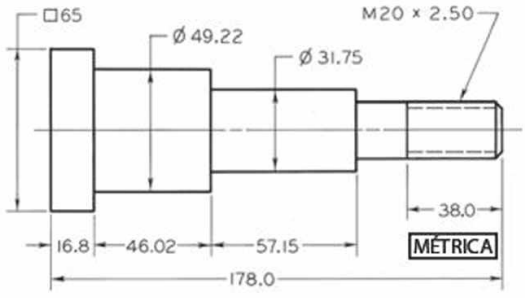


5.15 Las tres vistas regulares.



5.16 Elección de vistas para ajustarse al papel.

www.FreeLibros.me



MATERIAL: C R S CUAD 65

5.17 Dibujo de una varilla de conexión con una sola vista.

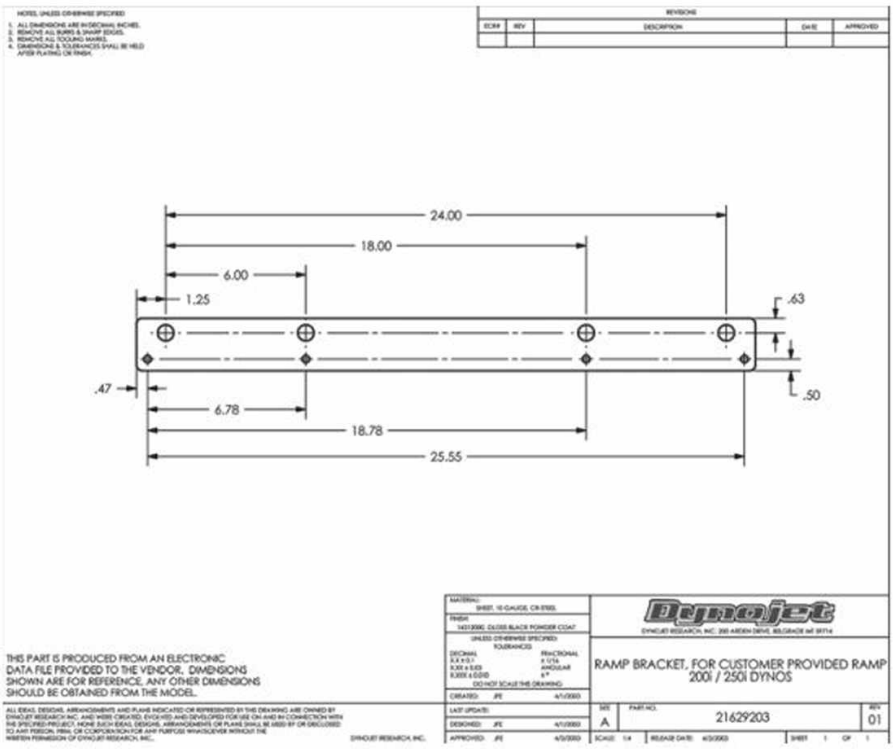
(Muestra la forma con claridad)

(¡No! Muestre las superficies grandes paralelas a la vista)

(¡No! Otras vistas muestran las formas de mejor manera)

(¡No! Use una posición usual, estable o de funcionamiento)

5.18 Elección de la vista frontal.



5.19 *Una pieza larga se ve mejor orientada con el eje horizontal a lo largo de la hoja.* (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

Suele suceder que una sola vista acompañada de una nota o alguna simbología sea suficiente, como se muestra en la figura 5.17. Por lo general, los objetos que pueden mostrarse empleando una sola vista tienen un espesor uniforme. Esta varilla de conexión es una excepción, pero es posible mostrarla en una sola vista, debido a la forma en que está dimensionada.

Orientación de la vista frontal

En la figura 5.18 se muestran cuatro vistas de un automóvil compacto. En este caso, la vista elegida como frontal es un lado y no la parte delantera del automóvil.

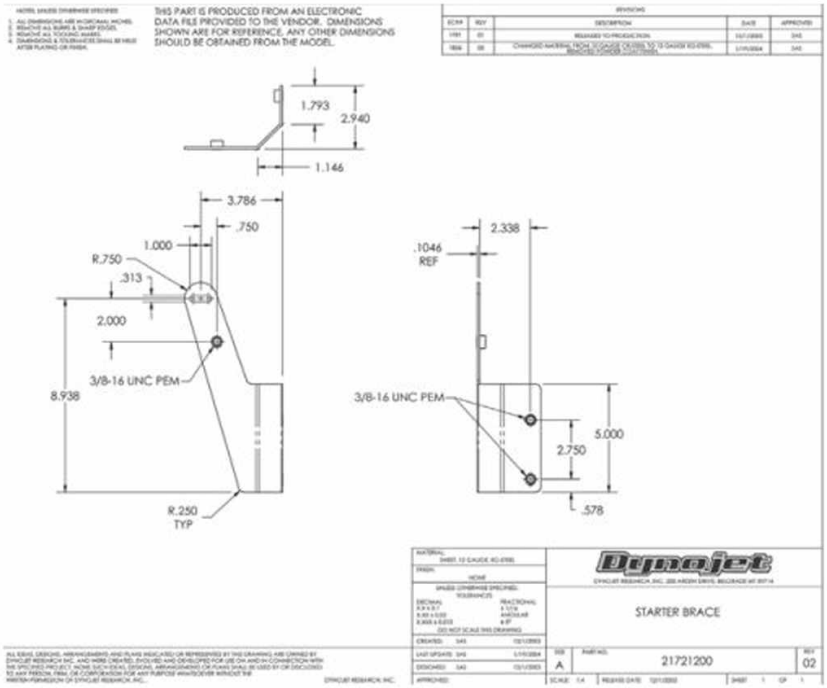
- La vista frontal debe mostrar una superficie grande de la parte paralela al plano de visualización frontal.
- La vista frontal debe mostrar la forma del objeto con claridad.
- La vista frontal debe mostrar el objeto en una posición usual, estable, o en funcionamiento, en particular para los objetos más comunes.
- Cuando sea posible, una pieza de maquinaria debe dibujarse en la orientación que ocupe en el ensamble.
- Por lo general, los tornillos, pernos, ejes, tubos y otras piezas alargadas se dibujan en posición horizontal, como se muestra en la figura 5.19.

El software de CAD puede usarse para generar vistas ortográficas directamente a partir de un modelo en 3D, como se muestra en la figura 5.20. La vista pictórica de este modelo se muestra en la figura 5.21. Aun cuando se emplee CAD es necesario seleccionar una buena orientación para que la parte se muestre con claridad en la vista frontal. Debe usarse el arreglo estándar de las vistas que se muestra en la figura 5.15. No se sienta tentado a reorganizar las vistas en su dibujo de CAD para ajustarse de mejor manera a la hoja, a menos que esté usando vistas eliminadas.

Proyección de primer y tercer ángulo

Como se vio anteriormente en este capítulo, es posible imaginar la proyección de vistas como el desdoblamiento de una caja de cristal a partir de los planos de visualización. Hay dos sistemas principales utilizados para proyectar y desdoblar las vistas: la ***proyección de tercer ángulo***, que se utiliza en Estados Unidos,

www.FreeLibros.me



5.20 Dibujo multivista generado por computadora a partir de un modelo CAD. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

5.21 Vista pictórica del modelo CAD que se muestra en la figura 5.20. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

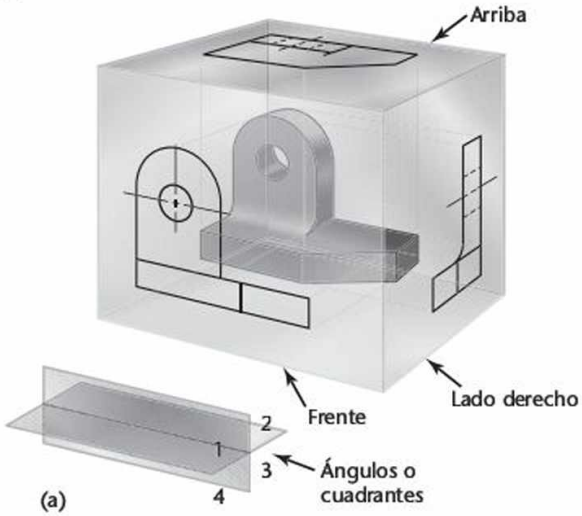
Canadá y algunos otros países, y la ***proyección de primer ángulo***, que se usa principalmente en Europa y Asia. Cuando un dibujo de primer ángulo se confunde con un dibujo de tercer ángulo pueden presentarse dificultades al interpretar el dibujo, así como errores de fabricación.

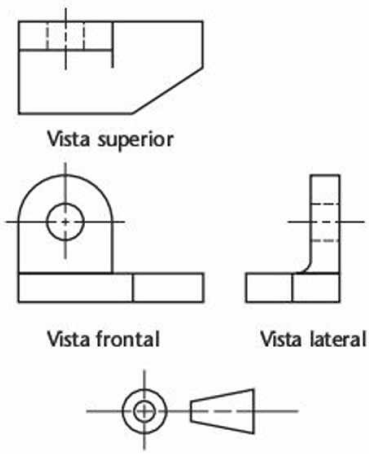
Debido a la naturaleza global de los dibujos técnicos, usted debe comprender a fondo los dos métodos. Sin embargo, como puede ser algo confuso tratar de aprender los dos métodos de manera entremezclada, este texto presenta la proyección de tercer ángulo en todas sus secciones. Cuando usted se sienta cómodo creando dibujos con proyección del tercer ángulo, vuelva a esta sección. Verá que los dos métodos de dibujo son muy semejantes, y usted deberá ser capaz de extender las mismas habilidades a cualquiera de los dos tipos de dibujo.

Proyección de tercer ángulo

En la figura 5.22a se muestra el concepto de la proyección ortográfica de tercer ángulo. Para evitar malentendidos se han desarrollado ***símbolos de proyección*** internacionales para distinguir entre las proyecciones de primer y tercer ángulo en los dibujos. El símbolo en la figura 5.22b muestra dos vistas de un cono truncado. Usted puede examinar la disposición de las vistas en el símbolo para determinar si se usó la proyección de primero o tercer ángulo. En los dibujos internacionales usted debe asegurarse de incluir este símbolo.

Para entender los dos sistemas, piense en los planos de proyección vertical y horizontal que se muestran en la figura 5.22a, como indefinidos en extensión e intersecantes entre sí a 90°; los cuatro ángulos producidos se llaman los ángulos primero, segundo, tercero y cuarto (similar a la denominación de cuadrantes en una gráfica). Si el objeto que debe dibujarse se coloca debajo del plano horizontal y detrás del plano vertical, como en la caja de cristal que se vio antes, se dice que el objeto está en el tercer ángulo. En la proyección de tercer ángulo, las vistas se producen como si el observador estuviera afuera, mirando hacia adentro.

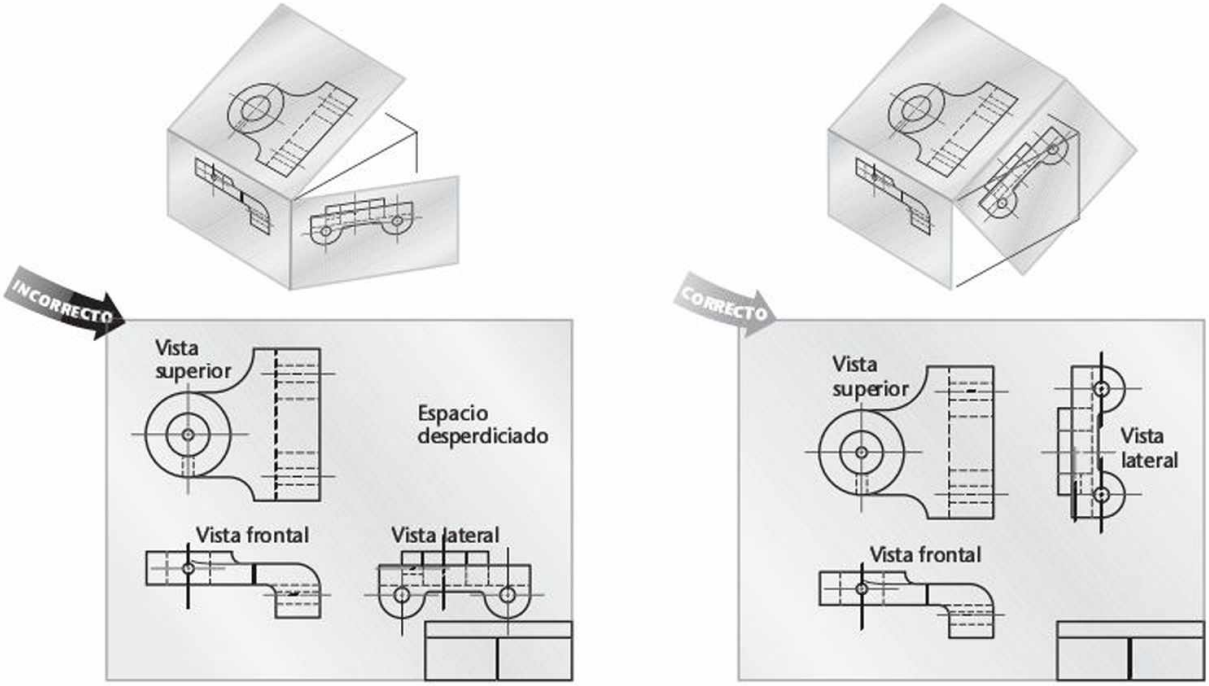




(b) Símbolo de la proyección de tercer ángulo

5.22 Proyección de tercer ángulo.

www.FreeLibros.me



(a) Arreglo aglomerado de las vistas

(b) Arreglo alternativo de las vistas aprobado

5.23 Posición de la vista lateral.

Arreglos alternativos para la proyección de tercer ángulo

En ocasiones, al dibujar tres vistas empleando el arreglo convencional se desperdicia espacio. (Por ejemplo, vea el objeto ancho y plano de la figura 5.23a). Si se usa el espacio en el papel de manera eficiente puede evitarse la necesidad de utilizar una escala reducida.

Para estos casos, hay otro arreglo aceptable para las vistas de proyección de tercer ángulo. Imagine el desdoblamiento de la caja de cristal, como se muestra en la figura 5.23b. Las vistas se disponen de manera diferente, con la vista lateral derecha alineada con la vista superior. Estas vistas siguen usando la proyección de tercer ángulo.

En este caso, el perfil (vista lateral) está articulado con el plano horizontal (vista superior) en vez de con el plano frontal (vista frontal) para que la vista lateral esté al lado de la vista superior al realizar el desdoblamiento (figura 5.23b). Observe que la vista lateral se gira 90° desde la orientación mostrada en la vista lateral de la figura 5.23a, en esta colocación. Ahora es posible proyectar directamente la dimensión de profundidad desde la vista superior hasta la vista lateral.

Si es necesario, usted puede colocar la vista lateral horizontalmente a través de la vista inferior (de modo que el plano de perfil esté articulado al plano inferior de proyección).

De manera similar, la vista posterior puede colocarse directamente sobre la vista superior o debajo de la vista inferior. En este caso, el plano posterior se considera articulado al plano horizontal o al plano inferior y se gira de modo que coincida con el plano frontal.

Proyección de primer ángulo

Si el objeto se coloca arriba del plano horizontal y enfrente del plano vertical, el objeto estará en el primer ángulo. En la proyección de primer ángulo el observador mira a través del objeto hacia los planos de proyección. La vista lateral derecha se sigue obteniendo al mirar hacia el lado derecho del objeto, la frontal al observar el frente y la superior al mirar hacia abajo sobre la parte superior del objeto; pero en cada caso las vistas se proyectan desde el objeto hacia uno de los planos.

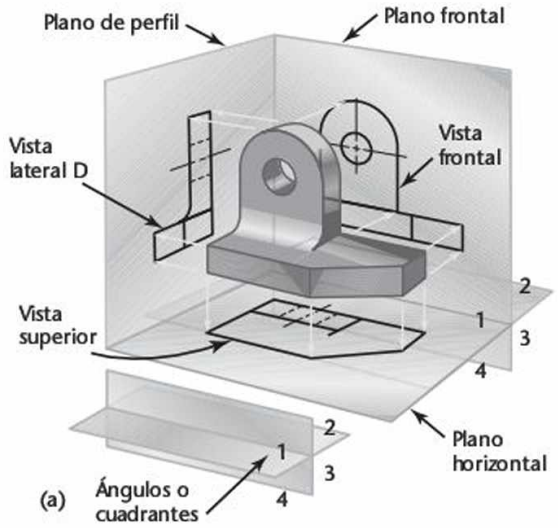
La mayor diferencia entre la proyección de tercer ángulo y la proyección de primer ángulo es la forma en que se desdoblan los planos de la caja de cristal, como se muestra en la figura 5.24. En la proyección de primer ángulo, la vista lateral derecha está a la izquierda de la vista frontal, y la vista superior está por debajo de la vista frontal, como se indica en la figura.

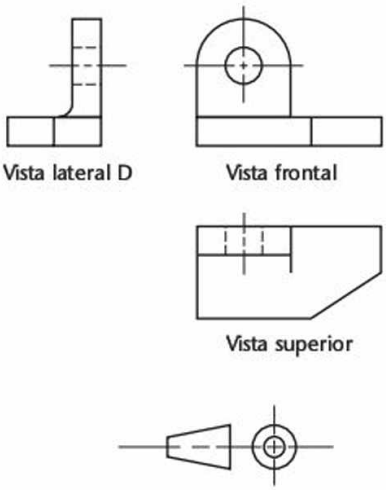
Es necesario que usted entienda la diferencia entre los dos sistemas y conozca el símbolo que se coloca sobre los dibujos para indicar cuál se ha usado. Tenga en cuenta que a lo largo de este libro usted utilizará la proyección de tercer ángulo.

Símbolo del sistema de proyección del dibujo

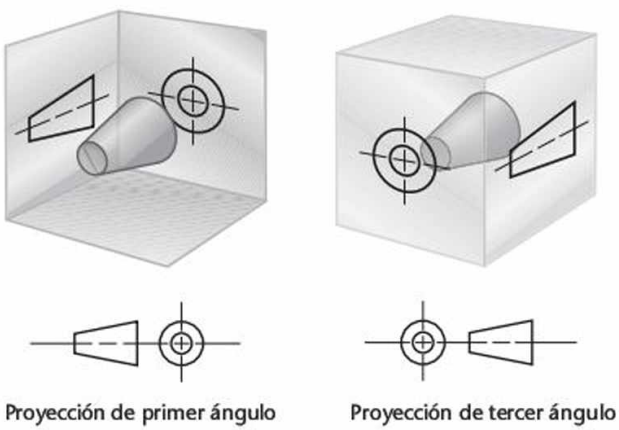
El símbolo que se muestra en la figura 5.25 se usa en los dibujos para indicar el sistema de proyección empleado. Cada vez que los dibujos se utilicen internacionalmente, deben incluir este símbolo en el área del cuadro de títulos.

www.FreeLibros.me





5.24 Proyección de primer ángulo. *Un objeto que esté por encima del plano horizontal y enfrente del plano vertical, está en el primer ángulo. Un observador mira a través del objeto hacia los planos de proyección.*



5.25 Trazado de símbolos para las proyecciones de primer y tercer ángulo.

Líneas ocultas

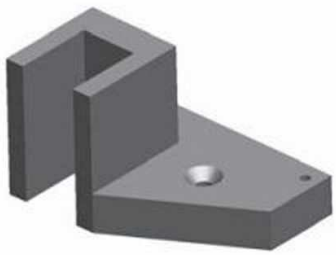
Una de las ventajas de las vistas ortogonales sobre las fotografías es que cada vista puede mostrar todo el objeto desde la dirección de visualización. Una fotografía muestra sólo la superficie visible de un objeto, pero en una vista ortográfica se observa a través de todo el objeto, como si fuera transparente.

Las líneas gruesas y oscuras representan las características del objeto que puede verse en forma directa. Las líneas discontinuas representan las características que se ocultan detrás de otras superficies.

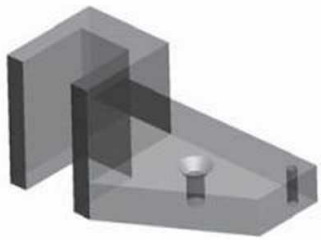
En la figura 5.26 se muestra una pieza que tiene elementos internos. Cuando se representa una vista en 3D de este modelo con un material transparente, como en la figura 5.27, se pueden ver las características internas. En la figura 5.28 se muestra el frente de esta pieza como si fuera a orientarse en un dibujo ortográfico. Las características ocultas a la vista se muestran en las vistas ortogonales usando el patrón de líneas ocultas, como se muestra en la figura 5.29.

Siempre que sea posible, elija vistas que muestren las características con líneas visibles. Use líneas ocultas cuando sea necesario darle claridad al dibujo.

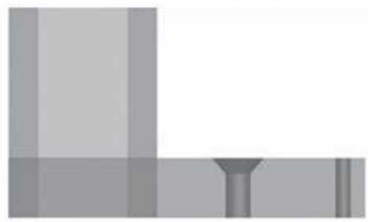
Algunas prácticas para representar intersecciones de líneas ocultas con otras líneas pueden ser difíciles de seguir al usar CAD. En el software de CAD, ajuste los patrones de línea de modo que las líneas ocultas en el dibujo tengan el mejor aspecto posible.



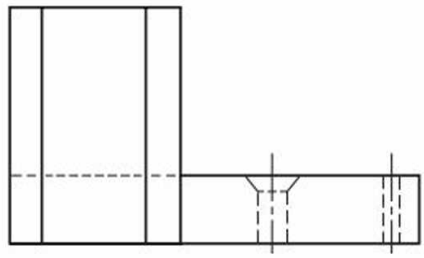
5.26 Modelo sombreado con características ocultas.



5.27 Modelo Transparente que muestra características ocultas.



5.28 Vista frontal del modelo transparente.



5.29 Proyección de la vista frontal.

www.FreeLibros.me

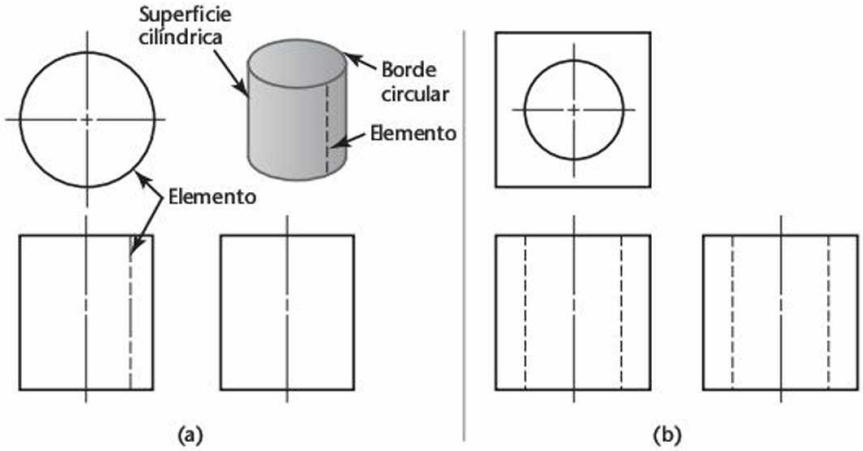
Líneas centrales

El patrón de líneas centrales se usa para:

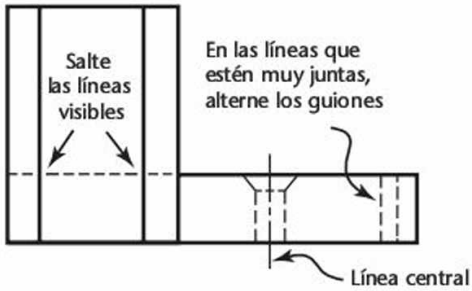
- mostrar el eje de simetría de una característica o parte
- indicar una trayectoria de movimiento
- mostrar la ubicación de los círculos de pernos y otros patrones circulares

Este patrón se compone de tres guiones: un guión largo en cada extremo con un guión corto en el centro. En el dibujo, las líneas centrales se muestran delgadas y negras. Debido a que una línea central no es una parte real del objeto, se extiende más allá de la característica simétrica, como se muestra en la figura 5.30.

La forma más común que necesita una línea central es un orificio cilíndrico. En la figura 5.31 se muestra un dibujo con líneas centrales. En la vista circular de un orificio, la línea central debe formar una cruz para marcar la ubicación del centro. Cuando una característica es demasiado pequeña para que el patrón de la línea central se muestre con el modelo guión largo-corto-largo, se acepta el uso de una línea recta. Usted aprenderá más acerca de la presentación de líneas ocultas y centrales en las secciones técnicas.



5.30 Superficies cilíndricas.



5.31 Líneas ocultas.

5.1 TÉCNICA DE LA LÍNEA OCULTA

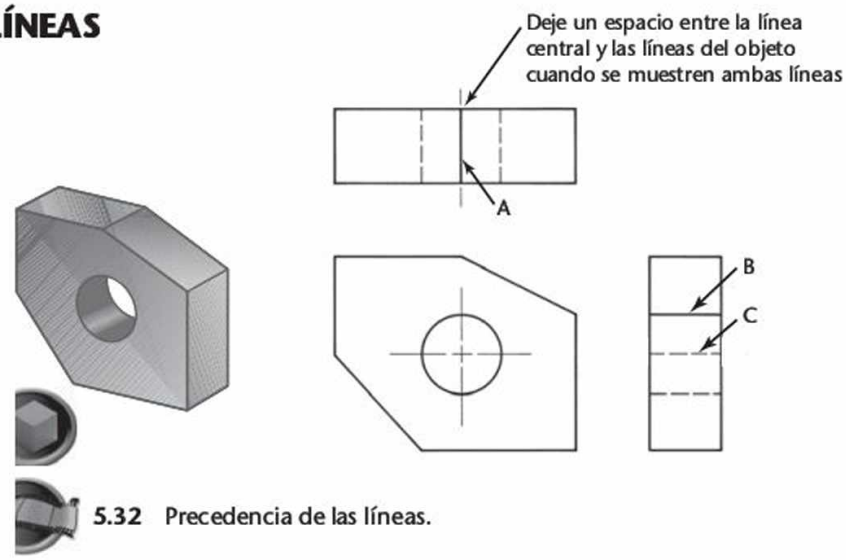
Usted puede ahorrar tiempo y reducir el desorden, dejando fuera las líneas ocultas que no sean necesarias, siempre y cuando esté seguro de que el resto de las líneas describen el objeto en forma clara y completa. Si usted omite las líneas ocultas innecesarias, añada una nota para hacerle saber al lector que las líneas quedaron fuera en forma intencional y que no es un error del dibujo.

Bosqueje las líneas ocultas a simple vista, usando guiones delgados y oscuros de alrededor de 5 mm de largo y espaciados aproximadamente a 1 mm. Las líneas ocultas deben ser tan oscuras como las otras líneas en el dibujo, pero delgadas.

Cuando las líneas ocultas se intersecan entre sí en el dibujo, los guiones deben juntarse. En general, las líneas ocultas deben cruzarse claramente con las líneas visibles en el borde de un objeto. Deje un espacio cuando una línea oculta se alinee con una línea visible, de modo que la longitud de la línea visible se mantenga clara.

5.2 PRECEDENCIA DE LAS LÍNEAS

Las líneas visibles, las ocultas y las centrales a veces coinciden en un dibujo. Existen reglas para decidir qué línea debe mostrarse. Una línea visible siempre tiene precedencia y cubre cualquier línea central u oculta cuando coinciden en una vista, como se muestra en *A* y *B* de la figura 5.32. Una línea oculta tiene prioridad sobre una línea central, como se muestra en *C*. En *A*, los extremos de la línea central se muestran separados de la vista mediante espacios cortos, pero la línea central suele dejarse completamente fuera del dibujo. En la figura 5.33 se muestran ejemplos de líneas ocultas correctas e incorrectas.



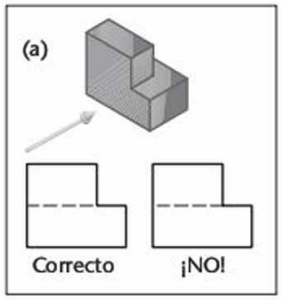
5.32 Precedencia de las líneas.

www.FreeLibros.me

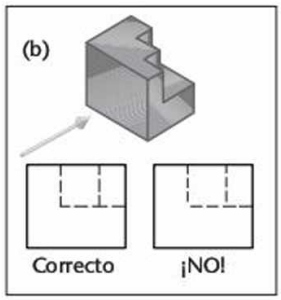
Prácticas correctas e incorrectas para las líneas ocultas

Pegue la línea oculta con una línea visible, excepto cuando esto ocasione que la línea visible se extienda demasiado, como se muestra aquí.

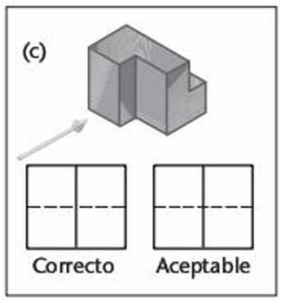
Deje un espacio siempre que la línea oculta sea una continuación de una línea visible.



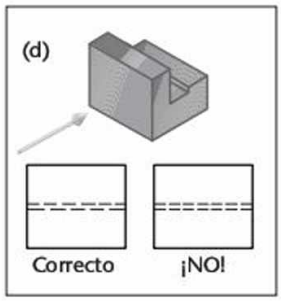
Haga que las líneas ocultas se intersequen en las esquinas en L y T.



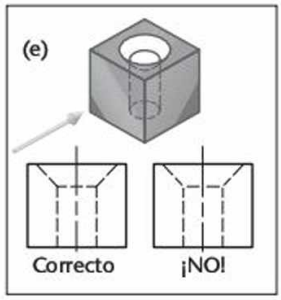
Haga que la línea oculta "salte" una línea visible siempre que sea posible.



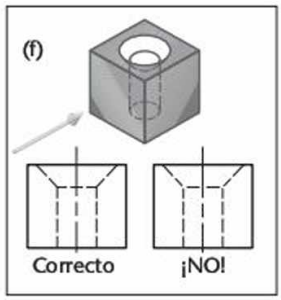
Trace las líneas ocultas paralelas de modo que los guiones se escalonen, como los ladrillos de una pared.



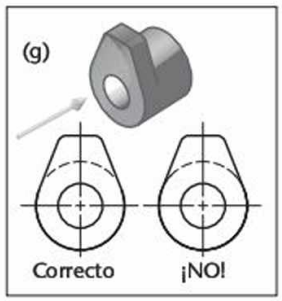
Cuando dos o tres líneas ocultas se encuentren en un punto, una los guiones como se muestra en la parte inferior de este agujero perforado.



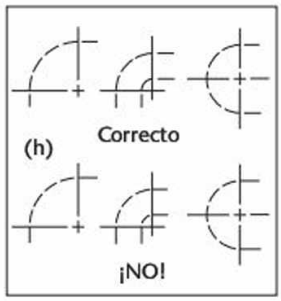
La misma regla de unir los guiones cuando dos o tres líneas ocultas se encuentran en un punto es aplicable a la parte superior de este agujero avellanado.



Las líneas ocultas no deben unirse a las líneas visibles si esto ocasiona que la línea se extienda demasiado.



Trace los arcos ocultos con el arco unido a la línea central, como en el ejemplo anterior. No debe haber un espacio entre el arco y la línea central, como en el ejemplo inferior donde la parte recta se une a la línea central.



5.33 Prácticas correctas e incorrectas para las líneas ocultas.

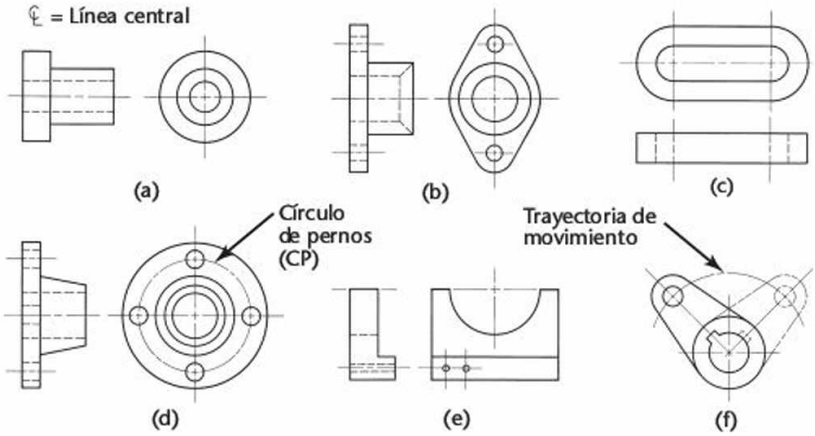
SUGERENCIA

Acentúe el inicio y el final de cada guión presionando el lápiz. Haga las líneas ocultas tan nítidas como pueda para que sean fáciles de interpretar. Asegúrese de hacer los guiones de las líneas ocultas más largos que los espacios, de modo que representen líneas claramente.

www.FreeLibros.me

5.3 LÍNEAS CENTRALES

Las líneas centrales (símbolo: ℄) se utilizan para indicar los ejes simétricos de los objetos o elementos, los círculos de pernos y las rutas de movimiento, como se muestra en la figura 5.34. Las líneas centrales son útiles en el dimensionamiento. No son necesarias en esquinas redondeadas o con filete poco importantes o en otras formas que pueden localizarse con facilidad.



5.34 Líneas centrales.

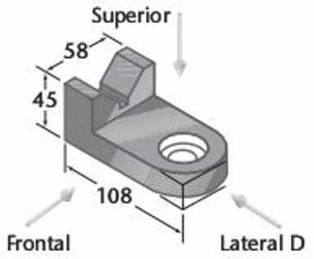
5.4 DISTRIBUCIÓN DE UN DIBUJO

Si usted usa CAD en 2D, puede mover las vistas después, manteniéndolas alineadas, por lo que no es necesario prestar tanta atención a la colocación de las vistas desde un principio como si las estuviera trazando a mano. Cuando se usa CAD en 3D para generar vistas, es necesario planear cómo se mostrará claramente la información en la hoja y seleccionar las vistas necesarias para representar de mejor manera la forma de la pieza.

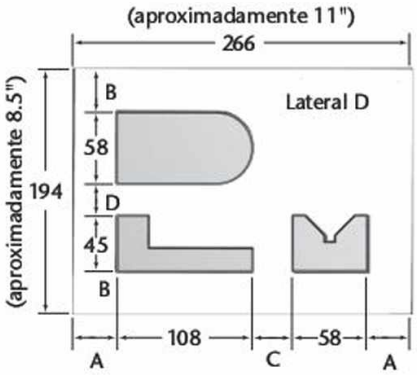
A pesar de que el cambio de escala en un dibujo CAD después de su creación es sencillo, la colocación de las dimensiones y las vistas sobre la hoja requiere una planificación. Si se tiene en cuenta el propósito del dibujo, la escala prevista y el espacio requerido para añadir notas y dimensiones, se ahorrará tiempo al no tener que reorganizar la distribución posteriormente.

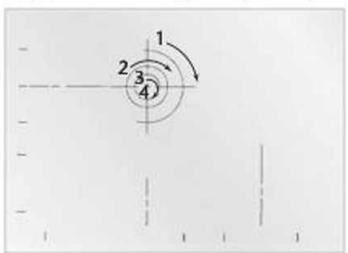
PASO a PASO

DISTRIBUCIÓN DE UN DIBUJO MÉTRICO CON TRES VISTAS

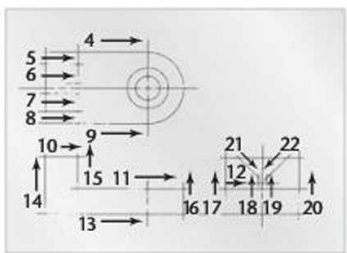


1 Determine el espacio *C* deseado entre la vista frontal y lateral derecha, por ejemplo 32 mm. Añada este espacio a la suma de la longitud de las vistas que alinearán a lo largo del borde más grande de la hoja (108 + 58 + 32 = 198). Para establecer distancias iguales al borde del papel, reste este total desde la anchura de la hoja y luego divida el resultado entre dos (266 − 198 = 70, y 70 ÷ 2 = 35). Haga lo mismo con las vistas que se alinearán a lo largo del lado más corto del papel, seleccionando un espacio deseado entre las vistas. El espacio *D* no tiene por qué coincidir con *C*. Al momento de planear su hoja, recuerde dejar espacio para las dimensiones.

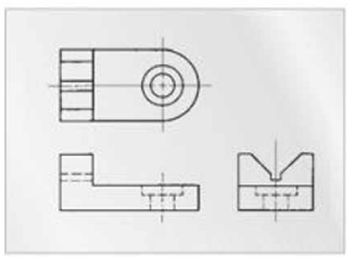




2 Establezca las mediciones de espaciado vertical y horizontal mediante marcas gruesas de color claro a lo largo del borde de la hoja como se muestra. Ubique las líneas centrales desde estas marcas de espaciamiento, y construya arcos y círculos.



3 Elabore las vistas, dibujando las líneas de construcción horizontales, verticales, y después las inclinadas en el orden que se indica antes.



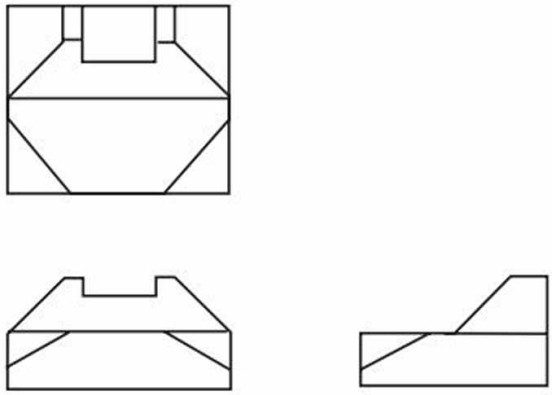
4 Añada las líneas ocultas y oscurezca las líneas finales.

www.FreeLibros.me

5.5 VISUALIZACIÓN

Además de entender bien el sistema para proyectar vistas, usted debe ser capaz de interpretar múltiples vistas para concebir el objeto que se muestra. Además de ser una habilidad indispensable para ayudarle a capturar y comunicar sus ideas, los bosquejos técnicos también son una manera de que otros puedan presentarle sus ideas.

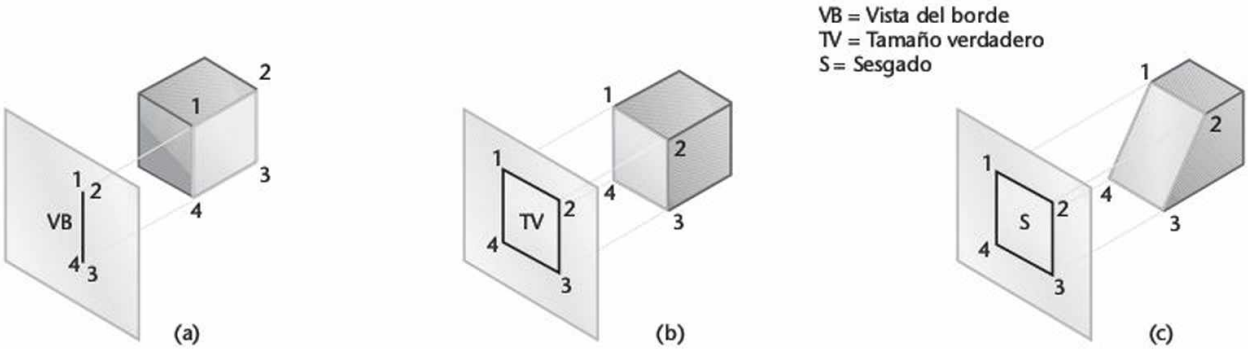
Incluso los ingenieros, técnicos y diseñadores experimentados no siempre pueden ver un bosquejo multivista e inmediatamente visualizar el objeto representado. Usted aprenderá a estudiar el bosquejo e interpretar las líneas de una manera lógica para armar una idea clara del todo. A veces a este proceso se le denomina *visualización*.



5.35 Tres vistas de un objeto. (Lockhart, Shawna D.; Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a, © 2000. (Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

Superficies, bordes y esquinas

Para crear e interpretar las proyecciones multivista de manera efectiva, usted debe considerar los elementos que componen la mayoría de los sólidos. Los límites de los objetos sólidos están formados por superficies. Una superficie ***plana*** (llana) puede estar limitada por líneas rectas, curvas, o una combinación de ambas. Para visualizar representaciones planas como objetos en 3D se requiere práctica. Tómese un momento para examinar las vistas que se muestran en la figura 5.35 y trate de concebir el objeto. (Vea la solución en la página 190).



5.36 Proyecciones de superficies.

SUGERENCIAS

Uso de números para identificar vértices

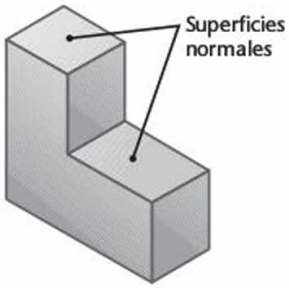
Agregue números escritos ligeramente a sus dibujos para tener un seguimiento de cada vértice sobre la superficie que esté considerando. Cada vértice es único en la pieza, por lo que cada número de vértice aparecerá sólo una vez en cada vista. En ocasiones, dos vértices se alinean uno detrás del otro, como en la figura 5.36a. Cuando esto sucede pueden enumerarse en orden con el mayor primero, como en 1, 2, o, a veces, es útil poner los números de los vértices visibles más cercanos fuera de la forma, y los vértices ocultos más lejanos dentro del contorno de la forma.

5.6 VISTAS DE SUPERFICIES

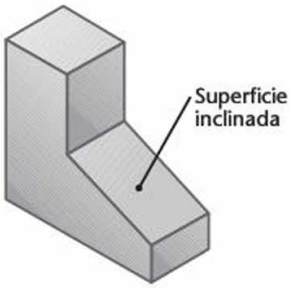
Una superficie plana que es perpendicular a un plano de proyección aparece sobre su borde como una línea recta (figura 5.36a). Si es paralela al plano de proyección, aparece en su tamaño verdadero (figura 5.36b). Si forma un ángulo con el plano de proyección aparece sesgada o menor a su tamaño real (figura 5.36c). Una superficie plana siempre se proyecta sobre un borde (que aparece como una sola línea) o bien como una superficie (mostrando su forma característica) en cualquier vista. Puede aparecer sesgada, pero nunca más grande que su tamaño real en ninguna vista.

Existen términos que se utilizan para describir la orientación de una superficie respecto al plano de proyección. Las tres orientaciones que puede tener una superficie plana respecto al plano de proyección son *normal*, *inclinada* y *oblicua*. La comprensión de estos términos le ayudará a concebir y describir los objetos.

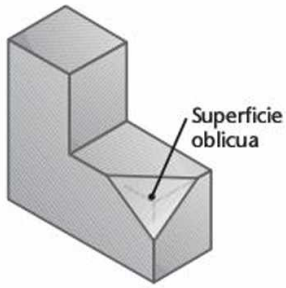
www.FreeLibros.me



5.37 Superficies normales.



5.38 Superficie inclinada.



5.39 Superficie oblicua.

5.7 SUPERFICIES NORMALES

Una ***superficie normal*** es paralela a un plano de proyección. Aparece en su tamaño y forma verdaderos sobre el plano al cual es paralelo, y aparece como una línea vertical u horizontal de longitud verdadera en los planos de proyección adyacentes. En la figura 5.37 se muestra una ilustración de superficies normales.

5.8 SUPERFICIES INCLINADAS

Una ***superficie inclinada*** es perpendicular a un plano de proyección, pero inclinada (o ladeada) respecto a los planos adyacentes. Una superficie inclinada se proyecta sobre un borde en el plano al cual es perpendicular. Aparece sesgada en los planos respecto a los que se inclina. En la figura 5.38 se muestra una superficie inclinada. El grado de sesgo es proporcional a la inclinación. Aunque quizá la superficie no aparezca a tamaño real en ninguna vista, tendrá la misma forma característica y el mismo número de bordes en las vistas en las que pueda observarse su forma.

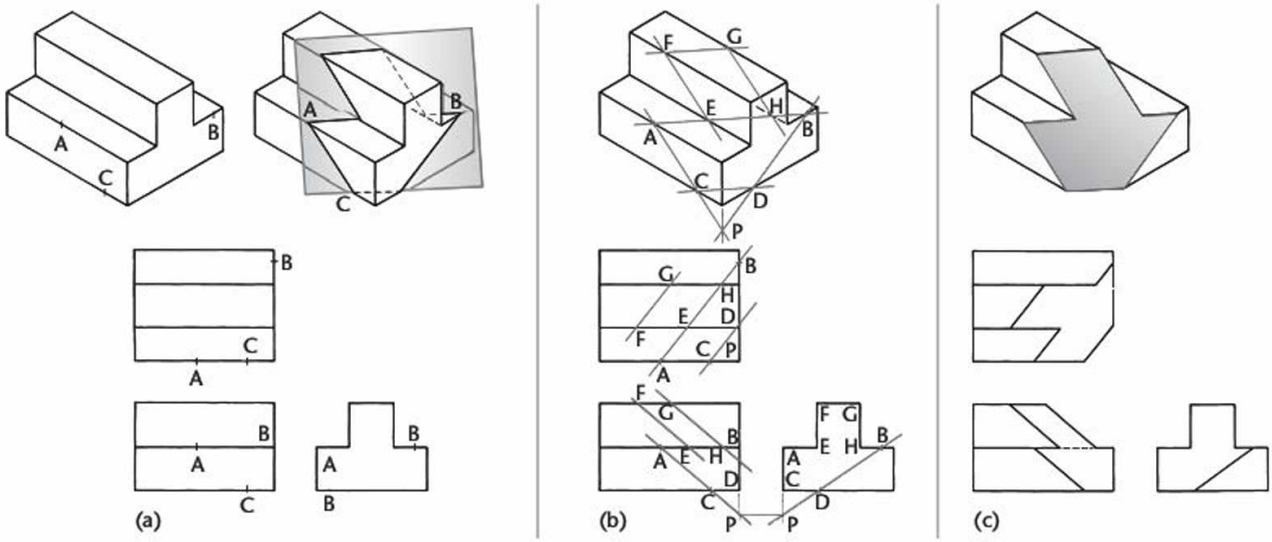
Practique la identificación de superficies normales en dibujos de CAD. En los sitios web puede descargar vistas ortográficas de objetos que muestren muchas superficies normales.

5.9 SUPERFICIES OBLICUAS

Una ***superficie oblicua*** está inclinada respecto a todos los planos principales de proyección. Debido a que no es perpendicular a ningún plano de proyección, no puede aparecer sobre un borde en ninguna vista estándar. Como no es paralela a ningún plano de proyección, no puede aparecer a tamaño real en ninguna vista estándar. Una superficie oblicua siempre se presenta como una superficie sesgada en las tres vistas estándar. En las figuras 5.39 y 5.40 se muestran superficies oblicuas.

5.10 BORDES

La intersección de dos superficies planas de un objeto produce un ***borde***, que se muestra como una línea recta en el dibujo. Un borde es común a dos superficies, formando un límite para cada una. Si el borde es perpendicular a un plano de proyección, aparece como un punto, de lo contrario aparece como una línea. Si es paralelo al plano de proyección, muestra su verdadera longitud. Si no es paralelo, aparece sesgado. Una línea recta siempre se proyecta como una línea recta o como un punto. Los términos *normal*, *inclinado* y *oblicuo* describen la relación de un borde respecto a un plano de proyección.

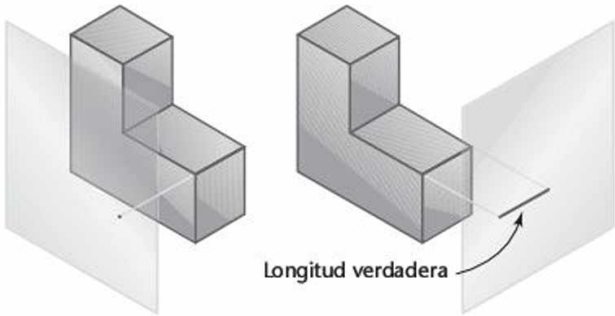


5.40 Adición de una superficie oblicua a un bosquejo isométrico.

www.FreeLibros.me

5.11 BORDES NORMALES

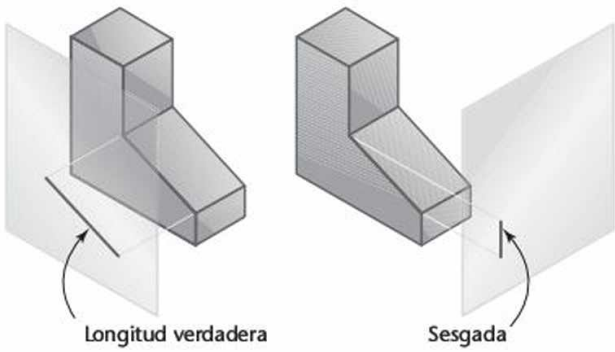
Un ***borde normal*** es una línea perpendicular a un plano de proyección. Aparece como un punto en ese plano de proyección y como una línea con longitud verdadera en los planos de proyección adyacentes (figura 5.41).



5.41 Proyecciones de un borde normal.

5.12 BORDES INCLINADOS

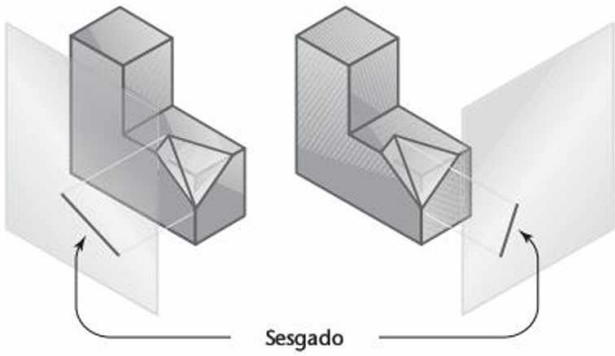
Un ***borde inclinado*** es paralelo a un plano de proyección, pero está inclinado respecto a los planos adyacentes. Se presenta como una línea con longitud verdadera en el plano que es paralelo y como una línea sesgada en los planos adyacentes. La vista de longitud verdadera de una línea inclinada siempre aparece como una línea angulada, pero las vistas sesgadas aparecen como líneas verticales u horizontales (figura 5.42).



5.42 Proyecciones de un borde inclinado.

5.13 BORDES OBLICUOS

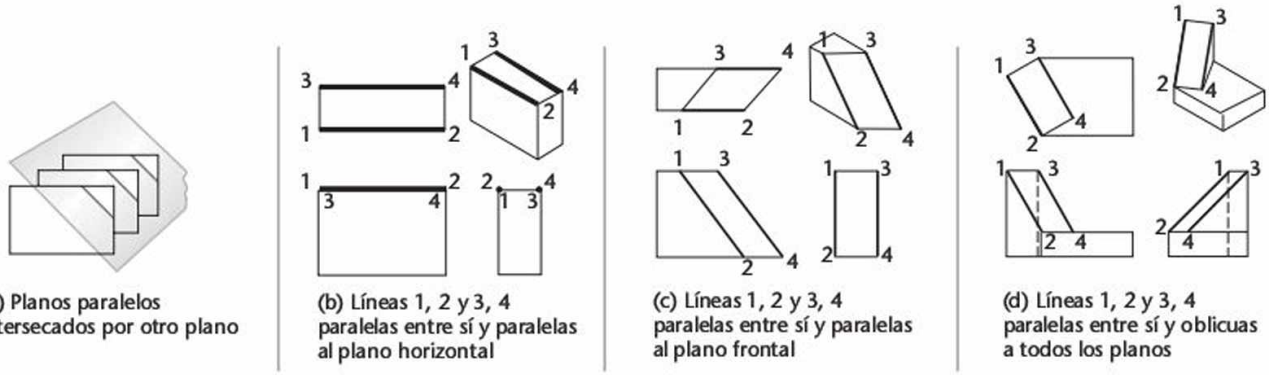
Un ***borde oblicuo*** está inclinado respecto a todos los planos de proyección. Debido a que no es perpendicular a ningún plano de proyección, no puede aparecer como un punto en ninguna vista estándar. Como no es paralelo a ningún plano de proyección, no puede aparecer con su longitud real en ninguna vista estándar. Un borde oblicuo aparece sesgado y como una línea inclinada en todas las vistas (figura 5.43).



5.43 Proyecciones de un borde oblicuo.

5.14 BORDES PARALELOS

Cuando los bordes son paralelos entre sí en el objeto, aparecerán como líneas paralelas en todas las vistas, a menos que se alineen uno detrás del otro. Esta información puede ser útil cuando usted esté distribuyendo un dibujo, sobre todo si se tiene una superficie compleja inclinada u oblicua con bordes paralelos. En la figura 5.44 se muestra un ejemplo de líneas paralelas en las vistas de un dibujo.



(a) Planos paralelos intersecados por otro plano

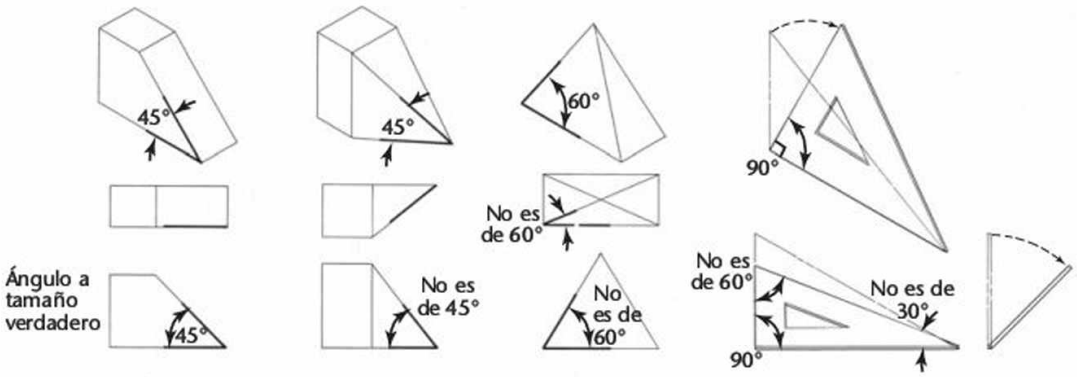
(b) Líneas 1, 2 y 3, 4 paralelas entre sí y paralelas al plano horizontal

(c) Líneas 1, 2 y 3, 4 paralelas entre sí y paralelas al plano frontal

(d) Líneas 1, 2 y 3, 4 paralelas entre sí y oblicuas a todos los planos

5.44 Líneas paralelas.

www.FreeLibros.me



(a) Ángulo en un plano normal

(b) Ángulo en un plano inclinado

(c) Ángulo en un plano inclinado

(d) Las proyecciones de los ángulos de 90° aparecen a tamaño verdadero siempre que un cateto de la escuadra aparezca con su longitud verdadera

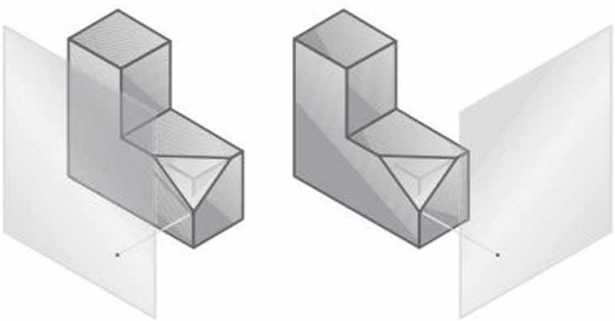
5.45 Ángulos.

5.15 ÁNGULOS

Si un ángulo está en un plano normal (un plano paralelo a un plano de proyección), se mostrará a tamaño real en el plano de proyección al que es paralelo (figura 5.45). Si un ángulo está en un plano inclinado, puede proyectarse mayor o menor que el ángulo real, dependiendo de su posición. En la figura 5.45b, el ángulo de 45° se muestra de mayor tamaño en la vista frontal; y en la figura 5.45b, el ángulo de 60° se presenta de menor tamaño en las dos vistas de la figura 5.45c.

Un ángulo de 90° se proyectará a tamaño verdadero, aunque esté en un plano inclinado, siempre que un cateto esté en una línea normal.

En la figura 5.45d, el ángulo de 60° se proyecta con un tamaño mayor y el ángulo de 30° se proyecta a menor tamaño. Pruebe usted mismo con una escuadra de 30° o 60° como modelo, o incluso la esquina de 90° de una hoja de papel. Incline la escuadra o el papel para ver una vista oblicua.



5.46 Vistas de una punta.

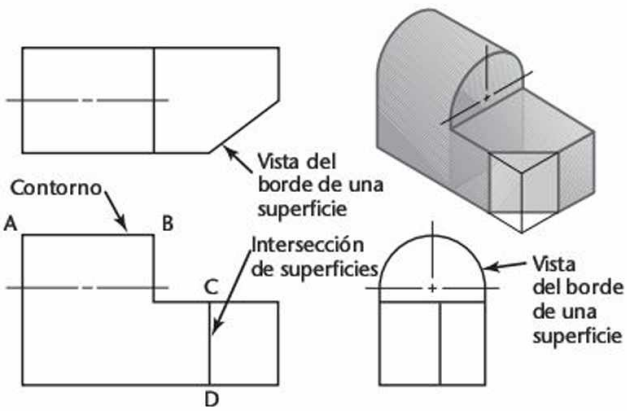
5.16 VÉRTICES

Una esquina, o ***punta***, es la intersección común de tres o más superficies. Una punta aparece como un punto en cada vista. En la figura 5.46 se muestra un ejemplo de una punta de un objeto.

5.17 INTERPRETACIÓN DE PUNTAS

Una punta ubicada en un dibujo puede representar dos cosas:

- Un vértice
- la vista puntual de un borde (dos vértices, alineados uno detrás del otro)



5.47 Interpretación de líneas.

5.18 INTERPRETACIÓN DE LÍNEAS

Una línea recta visible u oculta en un dibujo o bosquejo tiene tres posibles significados como se muestra en la figura 5.47:

- Un borde (intersección) entre dos superficies
- la vista del borde de una superficie
- el elemento limitante de una superficie curva

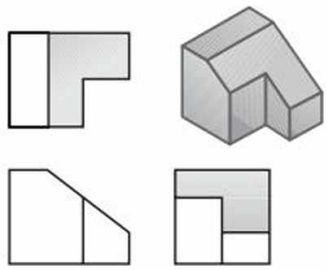
Como en las vistas ortográficas no se utiliza el sombreado, hay que examinar todas las vistas para determinar el significado de las líneas. Si sólo se mira la vista frontal y superior de la figura 5.46, es posible creer que la línea *AB* es la vista del borde de una superficie plana. Desde la vista lateral derecha puede observarse que hay una superficie curva en la parte superior.

Si se observan sólo las vistas frontal y lateral, es posible que la línea vertical *CD* sea la vista del borde de una superficie plana. La vista superior muestra que en realidad la línea representa la intersección de una superficie inclinada.

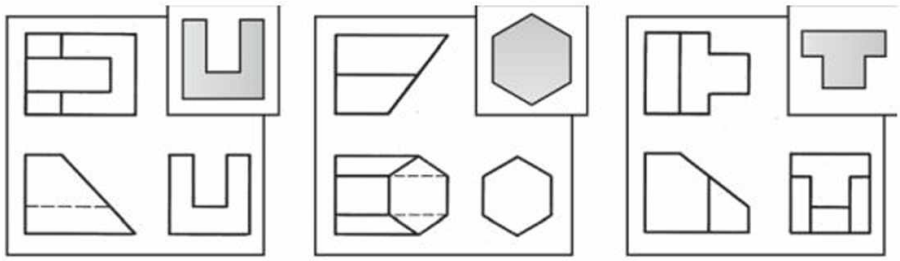
www.FreeLibros.me

5.19 FORMAS SIMILARES DE SUPERFICIES

Si una superficie plana se ve desde varias posiciones diferentes, cada vista mostrará el mismo número de lados y una forma similar. Esta coherencia de formas es útil en el análisis de las vistas. Por ejemplo, la superficie en forma de L que se muestra en la figura 5.48 aparece con forma de L en todas las vistas en las que no se ve como una línea. Una superficie tendrá el mismo número de lados y vértices y la misma forma característica cada vez que aparezca como una superficie. Observe cómo las superficies en forma de U, con contorno hexagonal y en forma de T de la figura 5.49, son reconocibles en las diferentes vistas.



5.48 Formas similares.

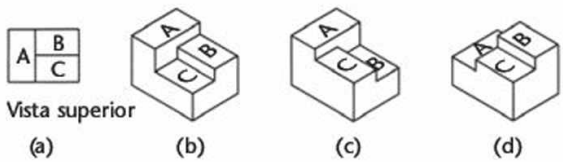


5.49 Formas similares.

PRÁCTICA DE VISUALIZACIÓN

Observe la vista superior (a) y después examine algunos de los diversos objetos que podría representar. A medida que practique la interpretación de vistas, usted podrá visualizar de mejor manera objetos en 3D a partir de vistas proyectadas.

Observe que la vista superior por sí sola no proporciona toda la información, pero le dice que las superficies A, B y C no están en el mismo plano. Hay muchas posibilidades además de las que se muestran.



5.20 INTERPRETACIÓN DE VISTAS

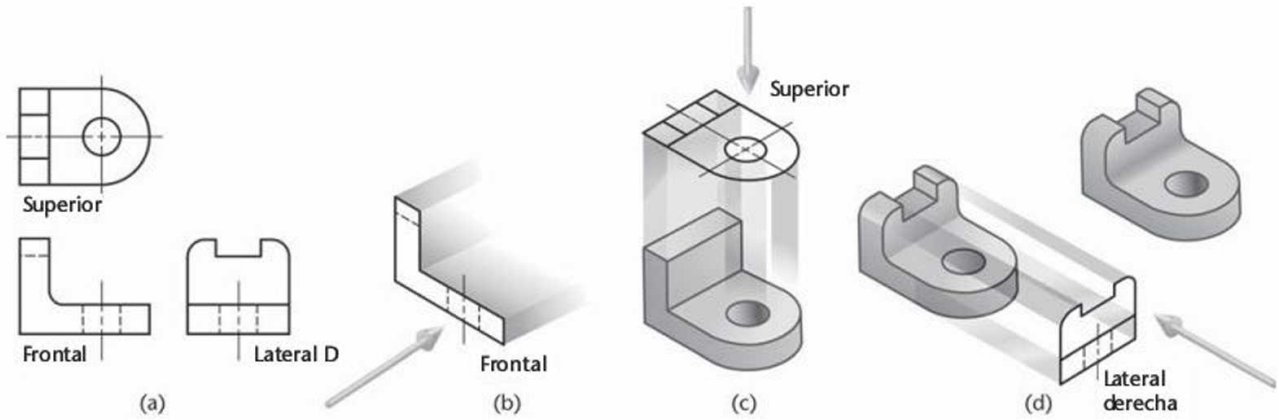
Uno de los métodos para interpretar bosquejos consiste en invertir el proceso mental aplicado en la proyección de éstos. En la figura 5.50a se muestran las vistas de una ménsula angular.

La vista frontal (figura 5.50b) muestra el objeto en forma de L, su altura y su anchura. Los significados de las líneas ocultas y centrales aún no están claros, y usted no conoce la profundidad del objeto.

La vista superior (figura 5.50c) muestra la profundidad y el ancho del objeto. También deja claro que el elemento horizontal está redondeado en el extremo derecho y tiene un agujero redondo. Una línea oculta en el extremo izquierdo indica algún tipo de ranura.

La vista lateral derecha (figura 5.50d) muestra la altura y la profundidad del objeto. Revela que el extremo izquierdo del objeto tiene esquinas redondeadas en la parte superior y aclara que la línea oculta en la vista frontal representa una ranura de extremo abierto en una posición vertical.

Cada vista ofrece cierta información definida sobre la forma del objeto, y todas son necesarias para visualizarlo por completo.

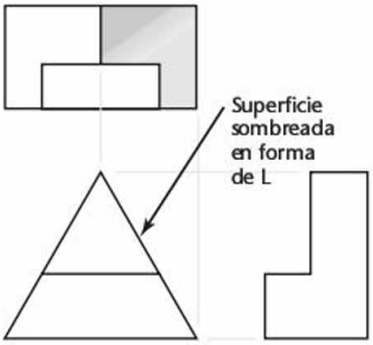


5.50 Visualización a partir de las vistas dadas.

www.FreeLibros.me

PASO a PASO

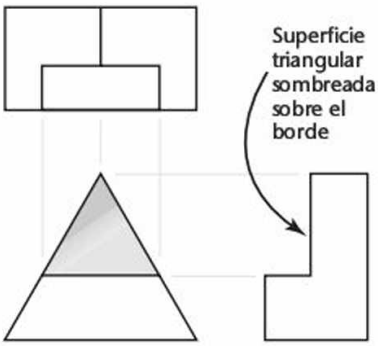
CÓMO LEER UN DIBUJO



1 Visualice el objeto de la izquierda que se muestra por las tres vistas. Como no hay líneas curvas, el objeto debe estar formado por superficies planas.

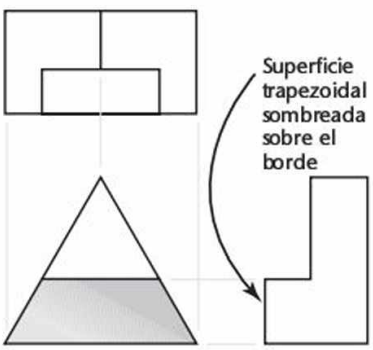
La superficie sombreada en la vista superior es una forma en L de seis lados. Como su forma no se observa en la vista frontal, y cada superficie aparece como su forma o como una línea, debe mostrarse sobre el borde como una línea en la vista frontal. La línea indicada en la vista frontal también se proyecta para alinearse con los vértices de la superficie en forma de L.

Debido a que su forma se observa en la vista superior y porque es una línea angulada en la vista frontal, debe ser una superficie inclinada en el objeto. Esto significa que en la vista lateral también se mostrará su forma sesgada, por lo que tiene una forma de L y seis caras. La superficie en forma de L de la vista lateral derecha debe ser la misma superficie que se sombrea en la vista superior.



2 En la vista frontal se muestra la parte superior como una superficie triangular, pero no aparecen formas triangulares en las vistas superior o lateral. La superficie triangular debe aparecer como una línea en la vista superior y en la vista lateral.

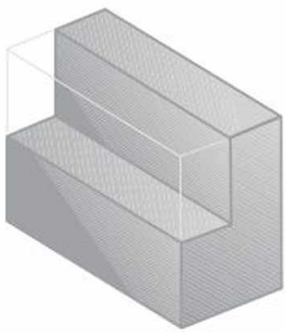
Bosqueje líneas de proyección desde los vértices de la superficie donde se ve su forma. En las otras vistas, la misma superficie debe alinearse a lo largo de las líneas de proyección. En la vista lateral, debe ser la línea indicada. Esto le puede ayudar a identificarla como la línea media horizontal en la vista superior.

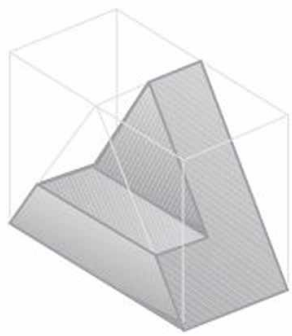


3 La superficie trapezoidal sombreada en la vista frontal es fácil de identificar, pero no hay trapecios en las vistas superior y lateral. Una vez más, la superficie debe estar sobre el borde en las vistas adyacentes.

4 Por su cuenta, identifique las superficies restantes aplicando el mismo razonamiento. ¿Cuáles superficies están inclinadas, y cuáles son normales? ¿Hay algunas superficies oblicuas?

Si aún tiene problemas para visualizar el objeto, trate de imaginarse las vistas como la descripción de las partes de un bloque que debe cortarse, como se ilustra a continuación.





www.FreeLibros.me

5.21 MODELOS

Una de las mejores ayudas para la visualización es un modelo real del objeto. Los modelos no necesariamente tienen que hacerse con precisión o a escala. Pueden ser de cualquier material adecuado, como plastilina, jabón, madera, alambre, espuma de poliestireno o cualquier material que pueda moldearse, esculpirse o cortarse. En la figura 5.51 se muestran algunos ejemplos de modelos hechos con jabón.

Reglas para visualizar un dibujo: atando cabos

Leer un dibujo multivista es parecido a descifrar un enigma. Al interpretar un dibujo, tenga en cuenta lo siguiente:

- La superficie más cercana a su punto de vista debe tener al menos un borde que se muestre como una línea visible.
- Una superficie plana tiene una forma similar en cualquier vista, o aparece sobre un borde como una línea recta.
- Las líneas del dibujo representan una intersección entre dos superficies, una superficie perpendicular a la vista que aparece "sobre un borde", o el elemento limitante de una superficie curva.
- En ningún caso dos áreas adyacentes divididas por una línea visible en una vista ortográfica pueden pertenecer al mismo plano en el objeto real. Las áreas no adyacentes en una vista pueden pertenecer al mismo plano en el objeto.
- Si una línea se presenta como oculta, es porque una superficie más cercana la está ocultando.
- Su interpretación debe tener en cuenta todas las líneas del dibujo. Cada línea tiene un significado.

SUGERENCIA

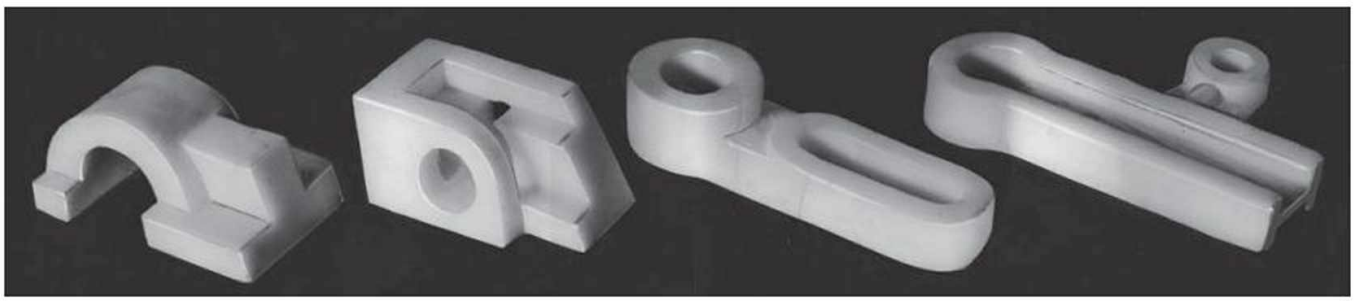
Cómo elaborar un modelo

Trate de hacer un modelo de jabón o arcilla a partir de las vistas proyectadas:

Primero, observe las tres vistas del objeto. Haga su bloque de arcilla a las mismas dimensiones principales (altura, anchura y profundidad) que se muestran en las vistas.

Marque líneas en la superficie frontal de su bloque de arcilla en correspondencia con las que se muestran en la vista frontal del dibujo. Luego haga lo mismo para la vista superior y lateral derecha.

Corte en forma recta a lo largo de cada línea marcada en el bloque de arcilla para obtener un modelo en 3D que represente las vistas proyectadas.



5.51 Modelos de jabón.

5.22 PROYECCIÓN DE UNA TERCERA VISTA

Por lo general, cuando se diseña un producto o sistema, usted tiene una buena imagen mental de cómo se verá desde distintas direcciones. Sin embargo, la habilidad de proyectar una tercera vista puede ser útil por dos razones. En primer lugar, las vistas deben mostrarse alineadas en el dibujo y proyectarse correctamente. En segundo lugar, la práctica en la proyección de una tercera vista a partir de dos vistas dadas es una excelente manera de desarrollar sus habilidades visuales.

La numeración de los vértices del objeto facilita la proyección de una tercera vista. Los puntos numerados en el dibujo representan puntos en el objeto donde tres superficies se unen para formar un vértice (y a veces un punto de un contorno o el centro de una curva).

Una vez que haya localizado un punto en dos vistas del dibujo, se conocerá su ubicación en la tercera vista. En otras palabras, si un punto está ubicado en las vistas frontal y superior, su localización en la vista lateral puede hacerse al proyectar la altura del punto en la caja de cristal desde la vista frontal y la profundidad del punto en la caja de cristal desde la vista superior.

Para numerar los puntos o vértices del objeto y mostrar esos números en diferentes vistas, usted debe ser capaz de identificar las superficies del objeto. Entonces, proyecte (o encuentre) los puntos en cada nueva vista, superficie por superficie. Usted puede aplicar lo que sabe acerca de bordes y superficies para identificar las superficies del objeto al dibujar nuevas vistas. Esto le ayudará a interpretar los dibujos creados por otras personas, así como a proyectar sus propios dibujos correctamente.

www.FreeLibros.me

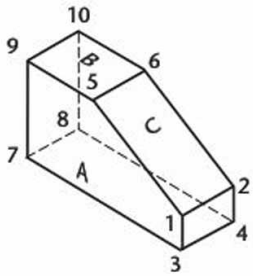
PASO a PASO

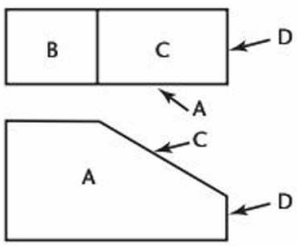
PROYECCIÓN DE UNA TERCERA VISTA

Siga los pasos para proyectar una tercera vista

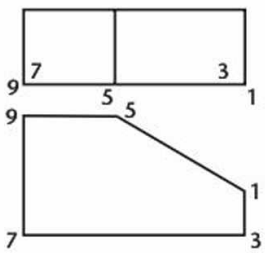
La figura que se presenta a continuación es un dibujo pictórico de un objeto que debe mostrarse en tres vistas. Tiene números de identificación para cada esquina (vértice) y letras para identificar algunas de las superficies principales. Se dan las vistas superior y frontal. Use los puntos numerados para proyectar la vista lateral.

1 Para numerar en forma efectiva los puntos, primero identifique las superficies e interprete las vistas dadas. Comience por etiquetar las superficies visibles, cuyas formas son fáciles de identificar en una sola vista. Después busque la misma superficie en la vista adyacente (para facilitar el ejercicio se han etiquetado las superficies en el objeto pictórico).





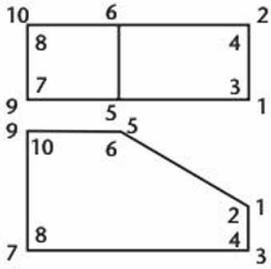
2 La superficie A en la vista frontal es una superficie normal. Aparecerá como una línea horizontal en la vista superior. Las dos superficies rectangulares B y C en la vista superior son una superficie normal y una superficie inclinada. Éstas se mostrarán, respectivamente, como una línea horizontal y una línea inclinada en la vista frontal.



3 Después de identificar las superficies, etiquete los vértices de una superficie que tenga una forma fácilmente reconocible, en este caso, la superficie A.

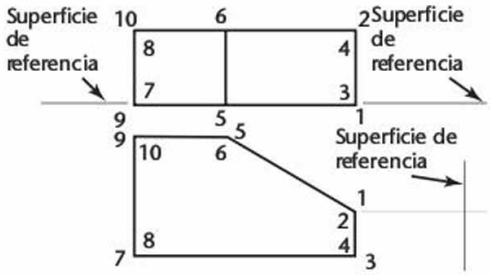
Etiquete sus vértices con números en cada esquina, como se muestra. Si un punto puede verse directamente en la vista, coloque el número fuera de la esquina.

Si el punto no es visible directamente en esa vista, coloque el número dentro de la esquina. Si utiliza los mismos números para identificar los mismos puntos en diferentes vistas, le ayudará a proyectar los puntos conocidos en dos vistas a las posiciones desconocidas en una tercera vista.

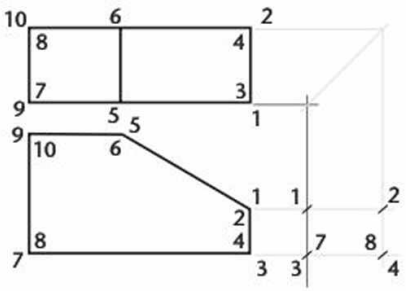


4 Continúe, superficie por superficie, hasta que haya numerado todos los vértices en las vistas dadas, como se muestra en la figura. No utilice dos números diferentes para el mismo vértice.

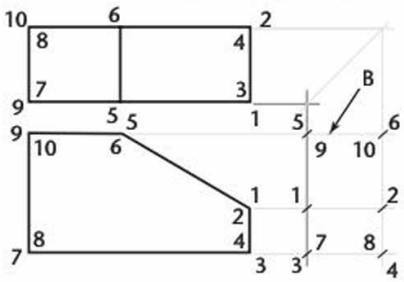
5 Trate de visualizar la vista lateral derecha que debe crear. Después, construya esa vista punto por punto, con líneas muy ligeras. Ubique el punto 1 en la vista lateral trazando ligeramente una línea de proyección horizontal desde el punto 1 en la vista frontal. Use la vista sobre el borde de la superficie A en la vista superior como plano de referencia para transferir la ubicación de profundidad para el punto 1 hacia la vista lateral como se muestra.



6 Proyecte los puntos 2, 3 y 4 como si fuera a completar la superficie extrema vertical del objeto.



7 Proyecte los puntos restantes siguiendo el mismo método, y proceda superficie por superficie.



www.FreeLibros.me

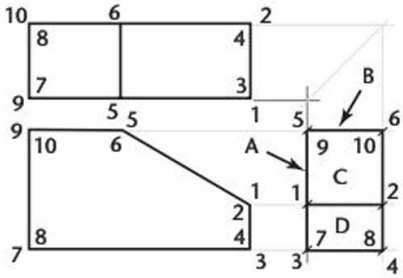
PROYECCIÓN DE UNA TERCERA VISTA

Siga los pasos para proyectar una tercera vista

PASO a PASO

8 Use los puntos que ha proyectado en la vista lateral para dibujar las superficies del objeto como en este ejemplo.

Si la superficie A se extiende entre los puntos 1-3-7-9-5 en la vista frontal, donde su forma puede verse claramente, se extenderá entre los mismos puntos en todas las demás vistas.



Al conectar estos puntos en la vista lateral forman una línea vertical.

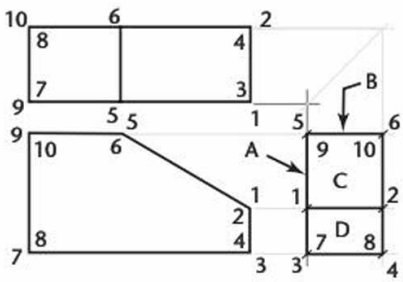
Esto tiene sentido porque A es una superficie normal. Como es la regla con las superficies normales, verá su forma en una vista estándar (en este caso, la vista frontal) y en las otras vistas aparecerá como una línea horizontal o vertical.

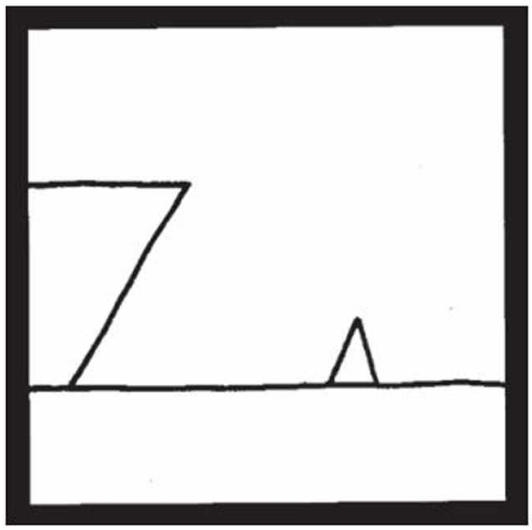
Continúe conectando los vértices para definir las superficies en el objeto hasta completar la tercera vista.

---

9 Revise el dibujo para ver si se muestran todas las superficies y oscurezca las líneas finales.

Considere la visibilidad de las superficies. Las áreas que están escondidas detrás de otras deben mostrarse mediante líneas ocultas.





Barco que llega demasiado tarde para salvar a una bruja que se está ahogando. *Este famoso dibujo del artista Roger Price es un ejemplo de cómo una sola vista ortográfica puede ser difícil de interpretar.* (Cortesía de "Droodles, The Classic Collection").

5.23 CÓMO CONVERTIRSE EN UN VISUALIZADOR DE 3D

Para la persona no capacitada, las proyecciones ortográficas pueden no transmitir la idea de una forma en 3D, pero con un poco de práctica ahora usted debe ser capaz de observar unas vistas frontal, superior y lateral derecha proyectadas e imaginar que representan la anchura, la profundidad y la altura de un objeto. Comprender cómo pueden interpretarse los puntos, las líneas y las superficies, así como la forma en que aparecen las superficies normales, inclinadas u oblicuas en las diferentes vistas, le ayudará a interpretar las vistas ortográficas y formarse una imagen mental del objeto.

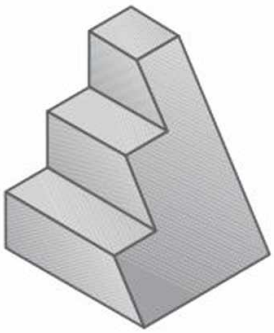
La comprensión de la forma en que las vistas ortográficas representan un objeto le da el poder para iniciar la captura de sus propios conceptos sobre papel de un modo que otros puedan interpretar. Tenga en mente la idea de una "caja de cristal" desdoblada para explicar la disposición de las vistas. Esto aclara cómo se relacionan entre sí las vistas y por qué es posible transferir ciertas dimensiones a las vistas adyacentes. Además, seguir procedimientos estándar para representar líneas ocultas y líneas centrales le ayuda a definir superficies, elementos y trayectorias de movimiento.

Cuanto mejor comprenda los conceptos fundamentales de las vistas proyectadas, mayor fluidez tendrá en el lenguaje de la representación en 3D y desarrollará mejores habilidades para el pensamiento espacial, independientemente de si está bosquejando a mano o usando CAD.

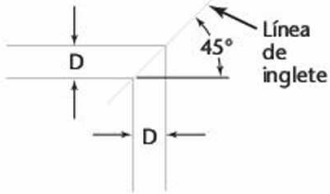
www.FreeLibros.me

PASO a PASO

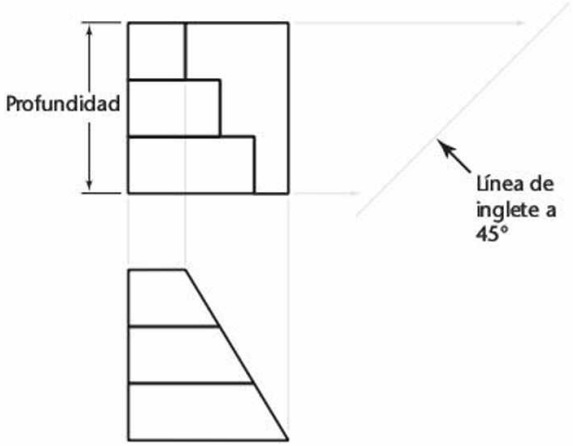
USO DE UNA LÍNEA DE INGLETE



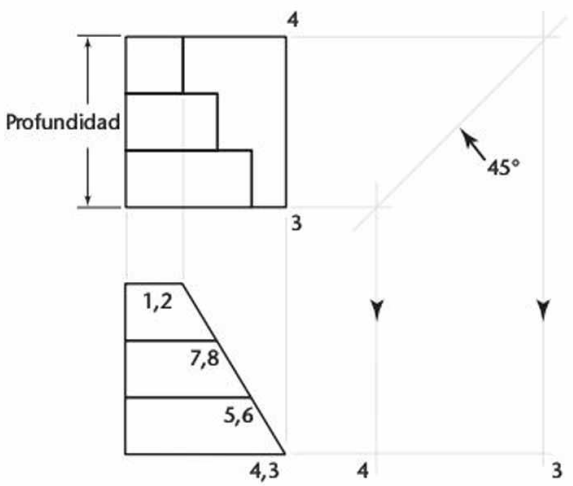
Dadas dos vistas completas, usted puede usar una línea de inglete para transferir las profundidades y dibujar la vista lateral del objeto de la izquierda.



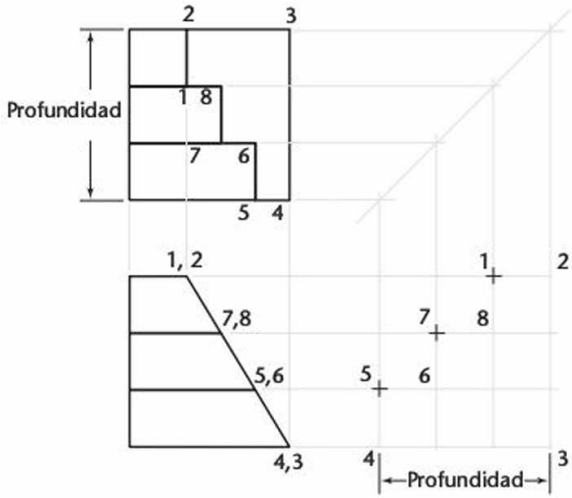
1 Ubique la línea de inglete a una distancia conveniente del objeto para obtener la separación deseada entre las vistas.



2 Bosqueje líneas ligeras que proyecten las ubicaciones de la profundidad de los puntos hacia la línea de inglete y después hacia abajo en la vista lateral como se muestra.

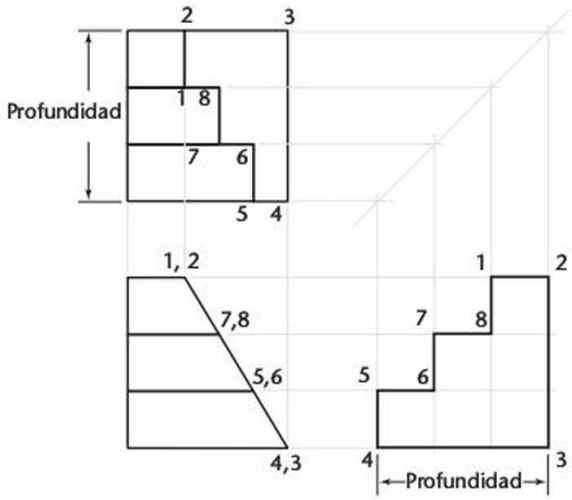


3 Proyecte los puntos restantes.



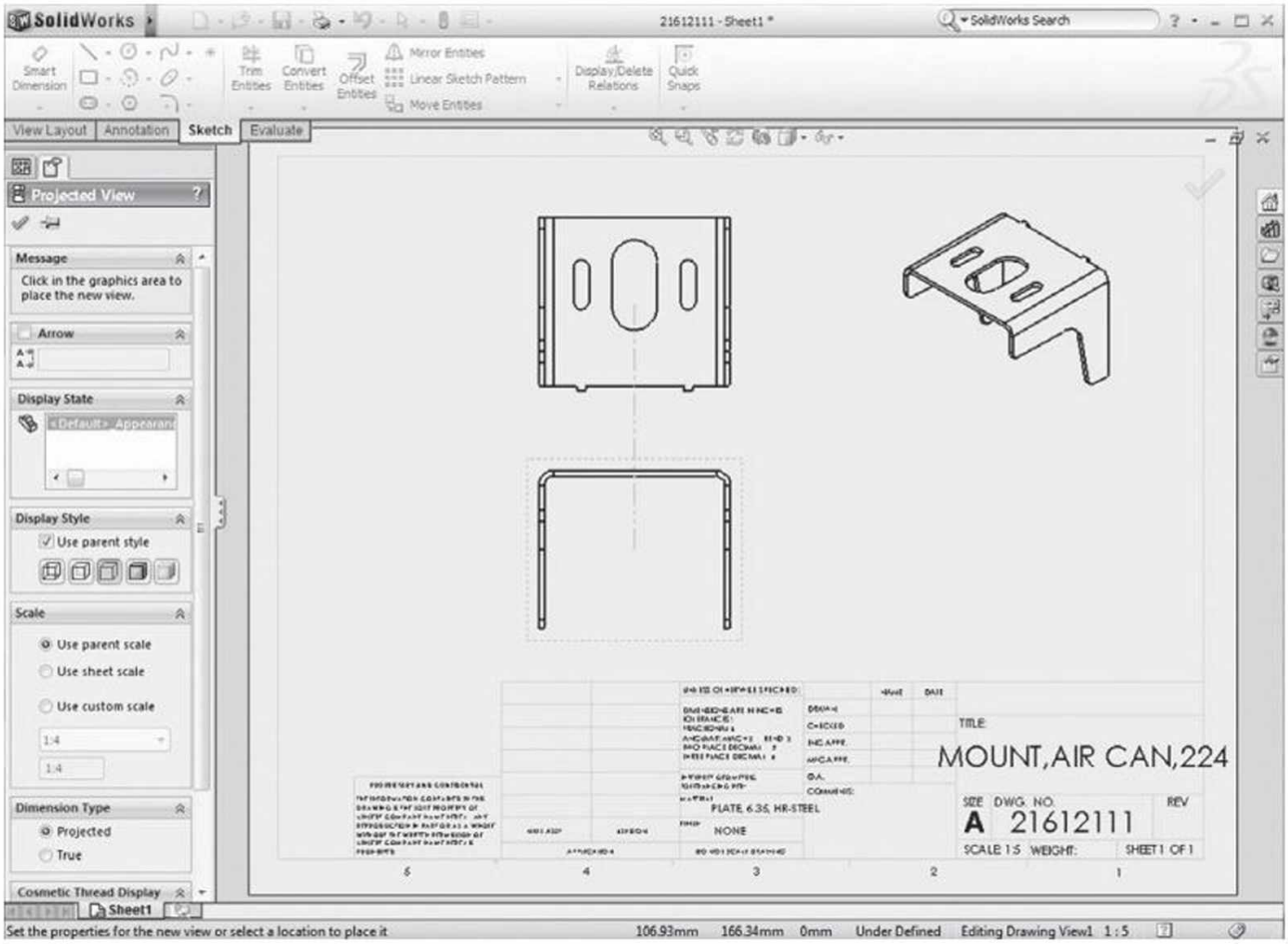
4 Dibuje la vista, ubicando cada vértice de la superficie sobre la línea de proyección y la línea de inglete.

Para mover la vista lateral derecha hacia la derecha o hacia la izquierda, desplace la vista superior hacia arriba o hacia abajo moviendo la línea de inglete más cerca o más lejos de la vista. No es necesario trazar líneas continuas entre las vistas superior y lateral a través de la línea de inglete. En vez de esto, haga trazos cortos a través de la línea de inglete y proyecte desde ésta. El método de la línea de inglete a 45° también es el más conveniente para transferir un gran número de puntos, como cuando se traza una curva.



www.FreeLibros.me

COLOCACIÓN DE VISTAS A PARTIR DE UN MODELO EN 3D



Vistas ortográficas generadas a partir de un modelo CAD. (Cortesía de SolidWorks Corporation).

Una vez creado un modelo en 3D, la mayoría de los paquetes de CAD le permiten colocar vistas ortográficas generadas a partir del modelo. Colocar una vista proyectada es tan fácil como seleccionar la vista básica y después elegir dónde colocar la vista proyectada. Por lo general, también puede desactivar las líneas ocultas en cada vista individual dependiendo de si le añaden información útil. El uso de CAD para colocar las vistas en 3D también facilita la presentación de vistas alineadas.

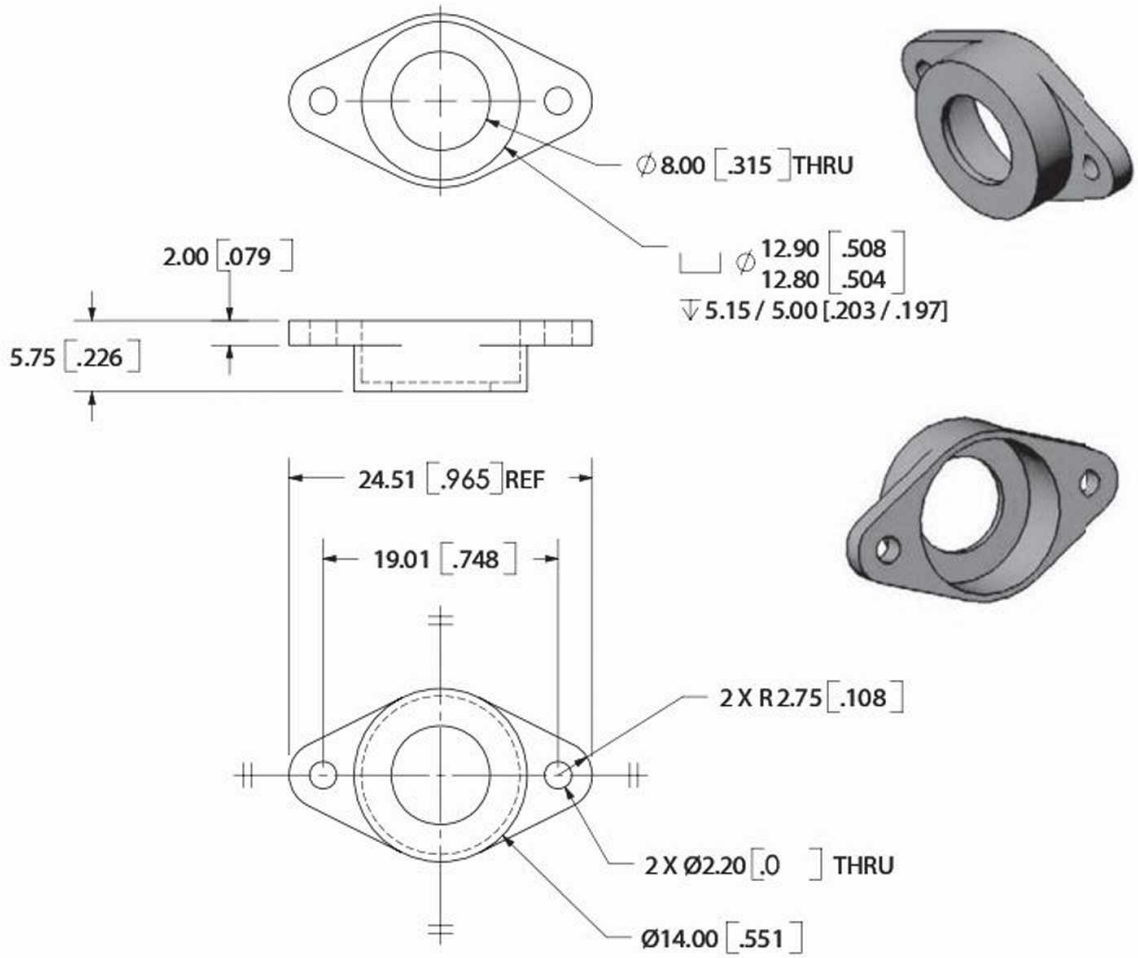
La mayor parte del software de CAD en 3D le permite configurar la presentación de vistas usando la proyección de tercer ángulo o bien la de primer ángulo.

www.FreeLibros.me

PORTAFOLIO

REVISIONS

ECO #	REV.	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
	4	CHANGED DEPTH OF C-BORE TO 4.70 / 4.45	10/17/02	MPERKINS
	5	CHANGED DEPTH OF C-BORE TO 5.15 / 5.00	12/9/02	MPERKINS
03-046	A	RELEASE TO PRODUCTION	3/5/03	MPERKINS

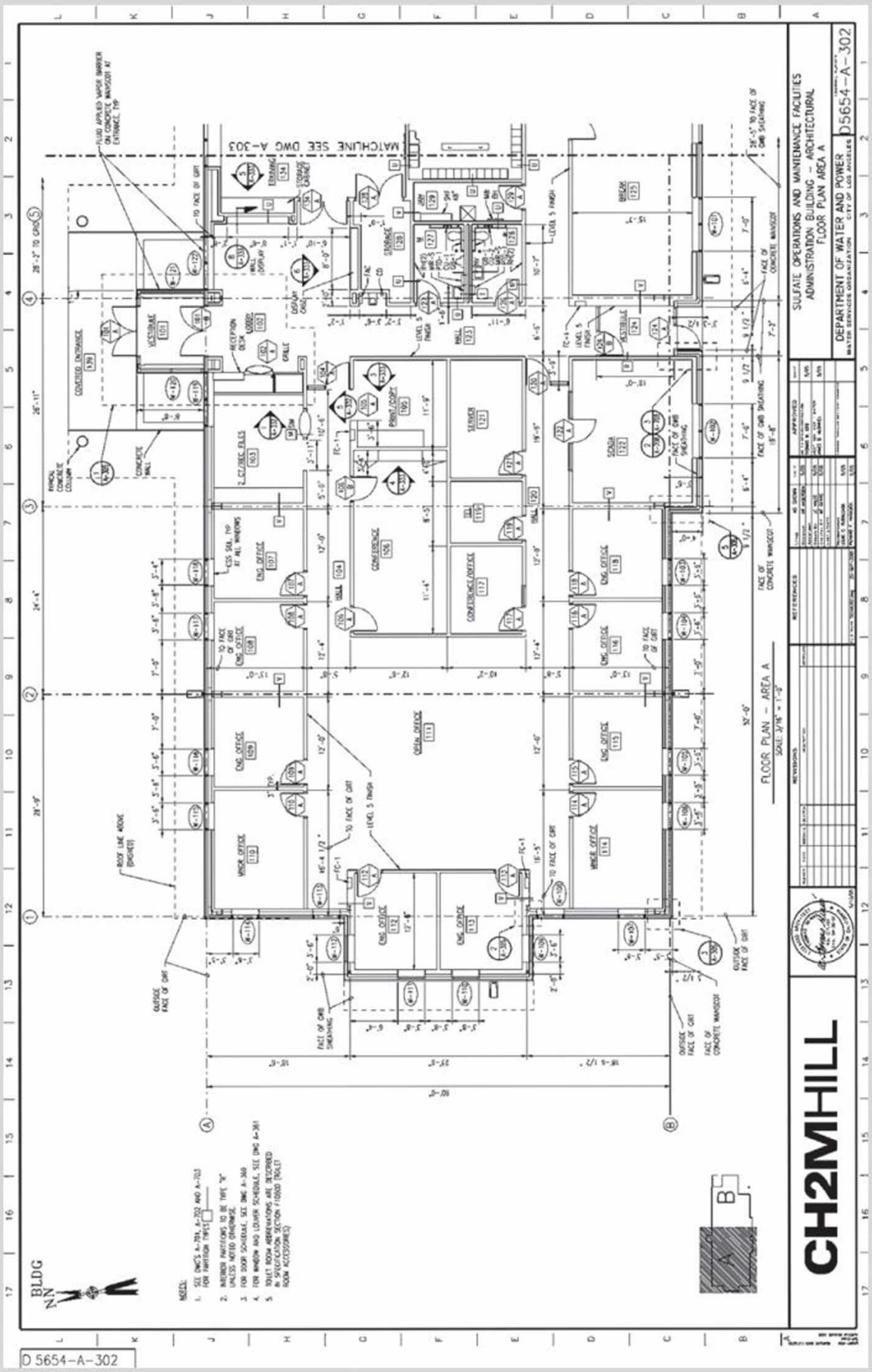


NOTES: UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
1. REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES
2. ANODIZE CLEAR PER MIL-A-8625 TYPE 2 CLASS I HEAVY NICKEL-ACETATE SEAL
3. "Q" INDICATES INCOMING QC INSPECTION POINTS

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MM TOLERANCES ARE: FRACTIONS DECIMALS ANGLES ± .X ± .2 1/2° .XX ± .1	THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF BIG SKY LASER TECHNOLOGIES, INC. ANY REPRODUCTION IN PART OR WHOLE WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF BIG SKY LASER TECHNOLOGIES, INC. IS PROHIBITED.	BIG SKY LASER TECHNOLOGIES, INC.	
	APPROVALS	DATE	TITLE: RETAINER, MIRROR
	DRAWN M PERKINS	3/15/02	
MAT'L 6061-T6 AL	CHECKED L McNEIL	3/5/03	SIZE A / CODE / DWG. NO. 00116119 / REV. A
FINISH SEE NOTE 2	ISSUED		
DO NOT SCALE DRAWING			SCALE 2:1 / WEIGHT / SHEET 1 of 1

Vistas superior, frontal e inferior de un sujetador de espejo. *La vista inferior se muestra por facilidad de dimensionamiento.* (Cortesía de Big Sky Laser).

www.FreeLibros.me

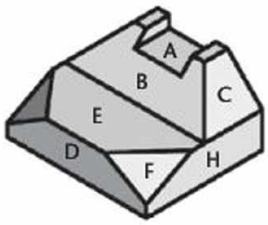


Las plantas arquitectónicas muestran la construcción como si el techo se hubiese cortado y se proyectara la vista ortográfica superior. (Cortesía de CH2M HILL).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Altura
Ancho
Borde
Borde inclinado
Borde normal
Borde oblicuo
Caja de cristal
Líneas de plegado
Ortográfico
Plano
Plano de perfil
Plano de proyección
Plano frontal
Plano horizontal
Primer ángulo de proyección
Profundidad
Proyección de tercer ángulo
Proyección multivista
Punta
Símbolos de proyección
Superficie inclinada
Superficie normal
Superficie oblicua
Superficies
Tres vistas regulares
Vistas necesarias
Vistas principales



Solución a la figura 5.35.
Superficies normales: A, D, E, H.
Superficies inclinadas: B, C.
Superficie oblicua: F.

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Los dibujos ortográficos son el resultado de la proyección de la imagen de un objeto en 3D sobre uno de los seis planos de proyección estándar. Con frecuencia se piensa en las seis vistas estándar como en una caja de cristal desdoblada. La disposición de las vistas en relación con las demás es importante. Las vistas deben proyectarse para que se alineen con las proyecciones adyacentes, de modo que cualquier punto en una vista se proyecte para alinearse con el mismo punto en la vista adyacente. El arreglo habitual de las vistas muestra la parte superior, el frente y el lado derecho del objeto.
- La visualización es una habilidad importante para los ingenieros. Usted puede construir sus capacidades visuales mediante la práctica y a través de la comprensión de los términos que describen objetos. Por ejemplo, las superficies pueden ser normales, inclinadas u oblicuas. Las superficies normales aparecen a tamaño verdadero en una vista principal y como un borde en las otras dos vistas principales. Las superficies inclinadas se ven como una vista de borde en cualquiera de las tres vistas principales. Las superficies oblicuas no aparecen como una vista de borde en ninguna de las vistas principales.
- La elección de la escala es importante para representar los objetos con claridad en la hoja de dibujo.
- Las líneas ocultas se usan para mostrar las intersecciones de las superficies, las superficies que aparecen sobre su borde y los límites de las superficies curvas que están ocultas desde la dirección de visualización.
- Las líneas centrales se emplean para mostrar el eje de simetría de los elementos y las trayectorias de movimiento, así como para indicar la disposición de los patrones circulares.
- La creación de dibujos en CAD supone la aplicación de los mismos conceptos que en el dibujo sobre papel. La principal diferencia es que la geometría del dibujo se almacena con más precisión usando una computadora que en cualquier dibujo a mano. La geometría del dibujo en CAD puede reutilizarse de muchas maneras y representarse a cualquier escala requerida.

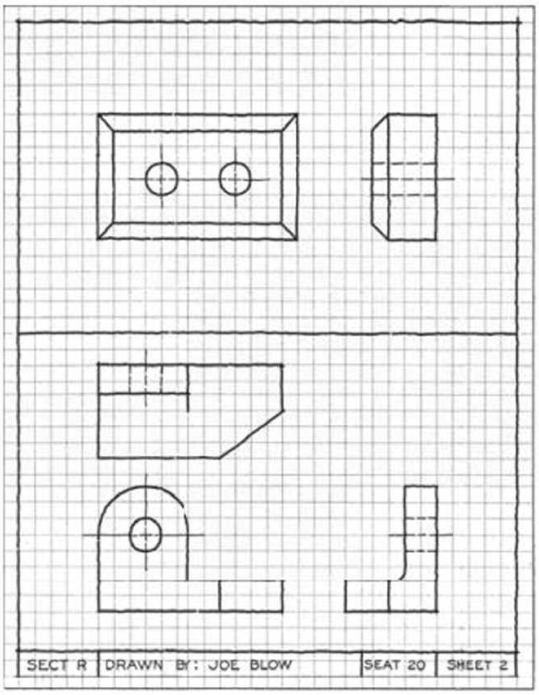
PREGUNTAS DE REPASO

1. Bosqueje el símbolo para la proyección de tercer ángulo.
2. Mencione las seis principales vistas de proyección.
3. Bosqueje las vistas superior, frontal y lateral derecha de un objeto diseñado por usted con superficies normales, inclinadas y oblicuas.
4. En un dibujo que muestra las vistas superior, frontal y lateral derecha, ¿cuáles dos vistas muestran la profundidad? ¿Cuál vista muestra verticalmente la profundidad en la hoja? ¿Cuál vista muestra horizontalmente la profundidad en la hoja de dibujo?
5. ¿Cuál es la definición de una superficie normal? ¿De una superficie inclinada? ¿De una superficie oblicua?
6. Mencione tres semejanzas entre el uso de un programa de CAD para crear la geometría de un dibujo en 2D y el bosquejo en una hoja de papel. Indique también tres diferencias.
7. ¿Qué dimensiones son iguales entre las vistas superior y frontal: anchura, altura o profundidad?, ¿entre la vista frontal y la lateral derecha?, ¿y entre la vista superior y la lateral derecha?
8. Mencione dos formas de transferir la profundidad entre las vistas superior y lateral derecha.
9. Si la superficie A contiene las esquinas 1, 2, 3 y 4, y la superficie B contiene las esquinas 3, 4, 5 y 6, ¿cuál es el nombre de la línea donde las superficies A y B se intersecan?

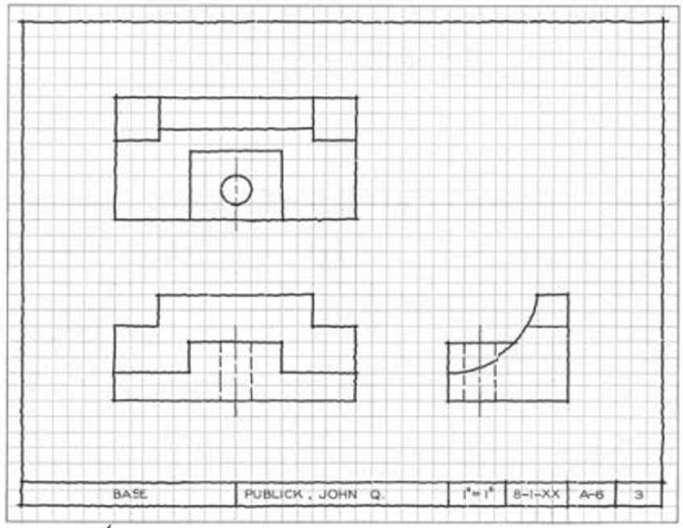
www.FreeLibros.me

EJERCICIOS DE PROYECCIÓN MULTIVISTA

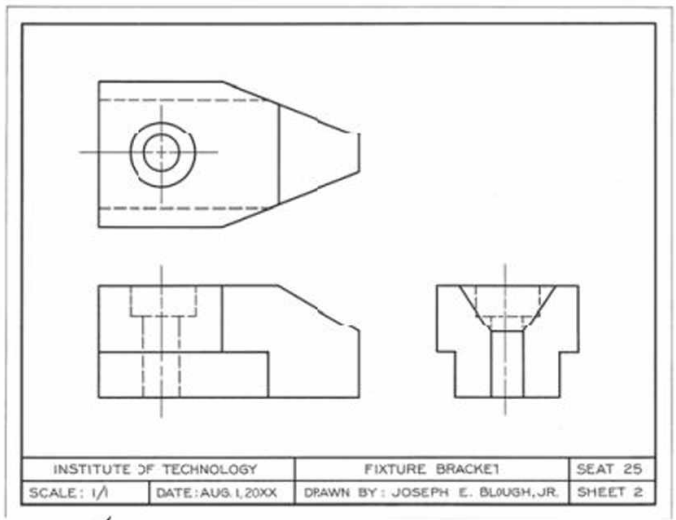
Los siguientes proyectos deben dibujarse a mano alzada sobre papel cuadriculado o papel normal. Se sugieren distribuciones de hoja como la A1, que se encuentra en la portada interior del libro; pero su profesor puede preferir un tamaño de hoja o una disposición diferentes. Use unidades métricas o pulgadas decimales según se le indique. Las marcas que aparecen en algunos ejercicios señalan unidades aproximadas de 1/2" y 1/4" (o 10 mm y 5 mm). Todos los orificios son pasantes. Si se solicitan las dimensiones, consulte el capítulo 10. Use unidades métricas o pulgadas decimales según lo indique su profesor.



Ejemplo de dos soluciones bosquejadas en una hoja de 8.5" × 11"



Ejemplo de una solución bosquejada en una hoja de 8.5" × 11"

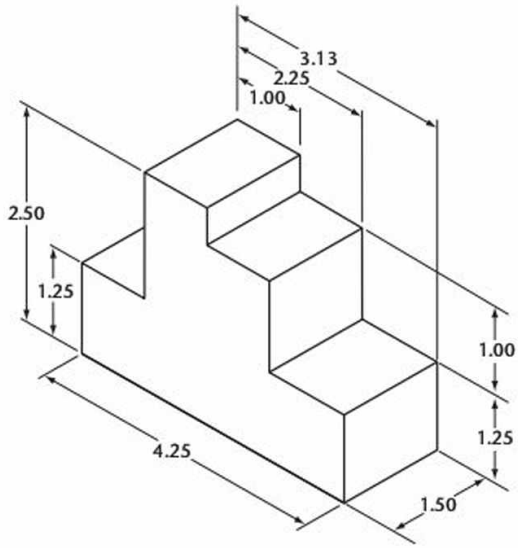


Ejemplo de una solución en CAD, o empleando instrumentos, por hoja de 8.5" × 11"

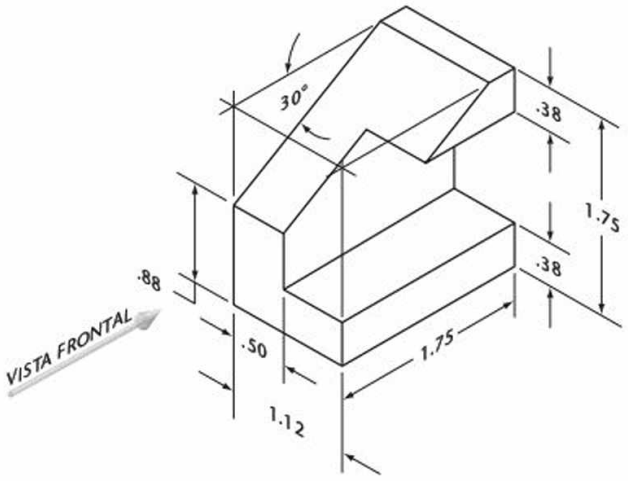
Ejercicio de ejemplo.

www.FreeLibros.me

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

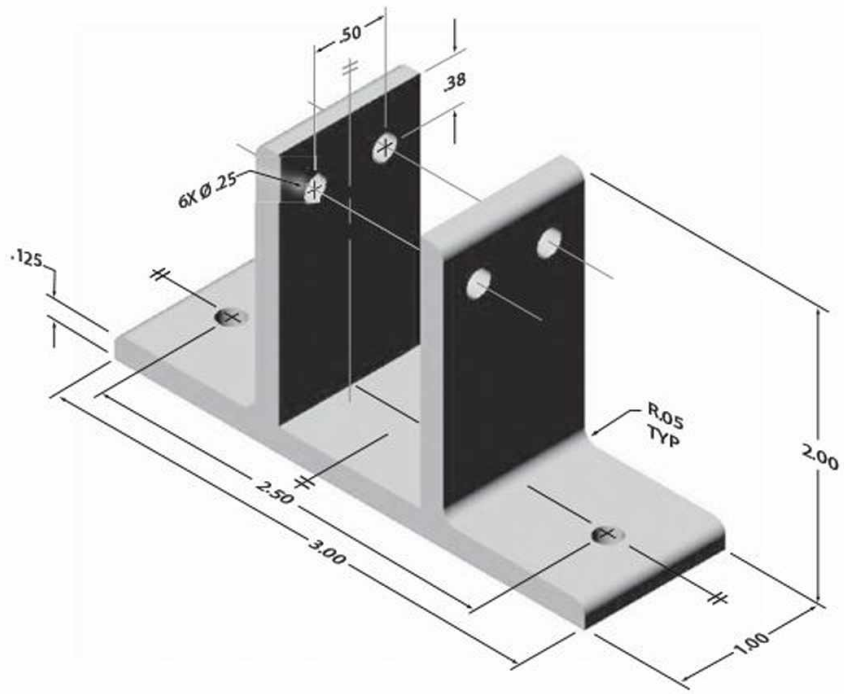


Ejercicio 5.1 Espaciador. Trace y bosqueje todas las vistas necesarias.

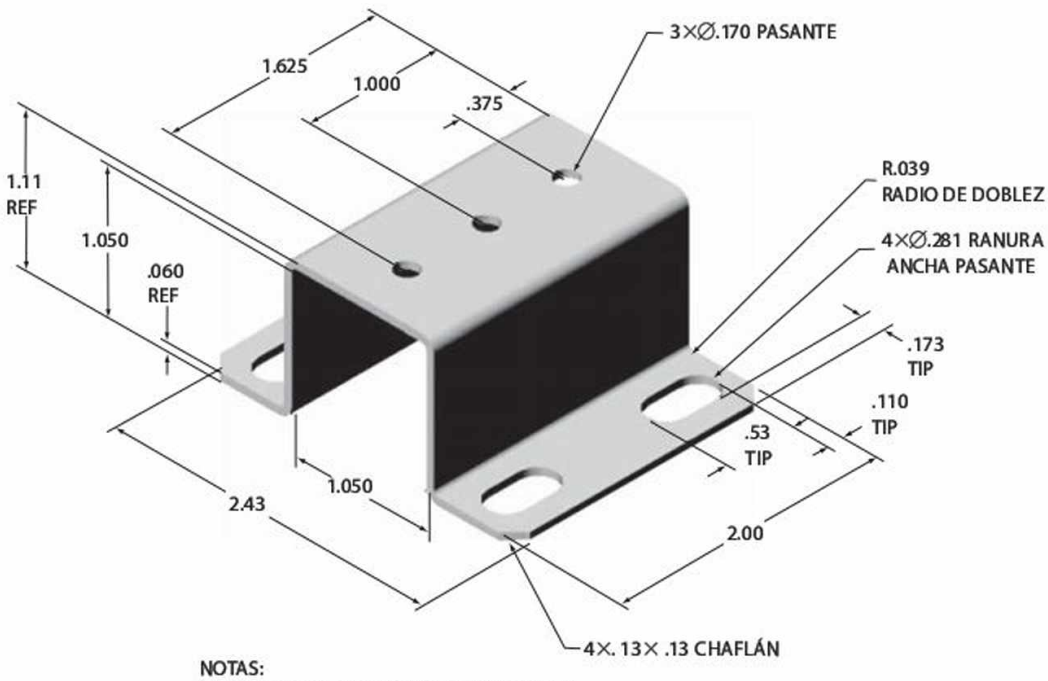


Ejercicio 5.2 Deslizador. Trace y bosqueje todas las vistas necesarias.

www.FreeLibros.me



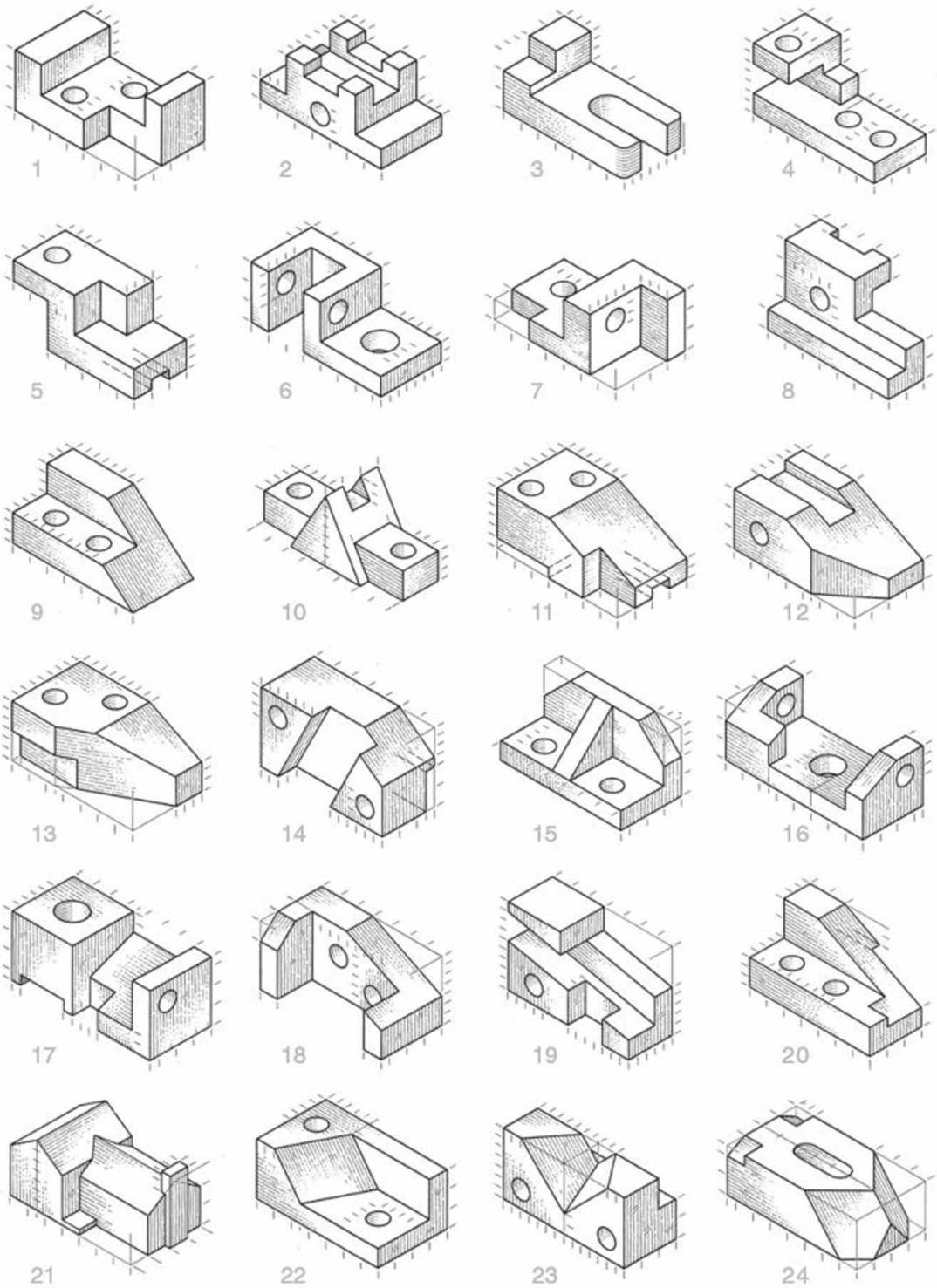
Ejercicio 5.3 Soporte de pared. Cree un dibujo con las vistas ortográficas necesarias para el soporte de pared.



NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN PULGADAS
2. LA PIEZA ES SIMÉTRICA EN 2 EJES
3. HECHO CON HOJA METÁLICA GRUESA DE 0.060"

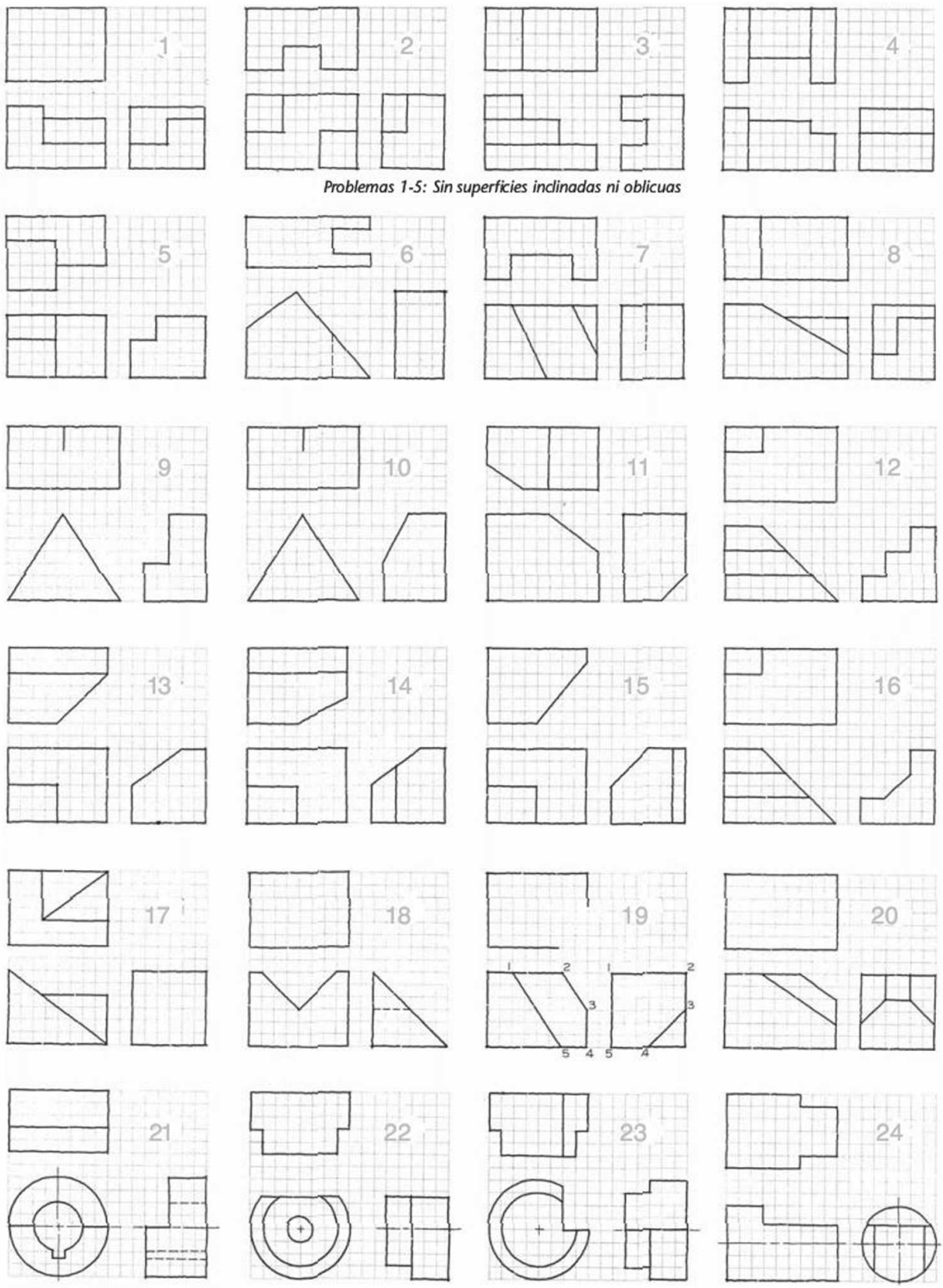
Ejercicio 5.4 Soporte de hoja metálica. Cree un dibujo con las vistas ortográficas necesarias para el soporte de hoja metálica.

www.FreeLibros.me



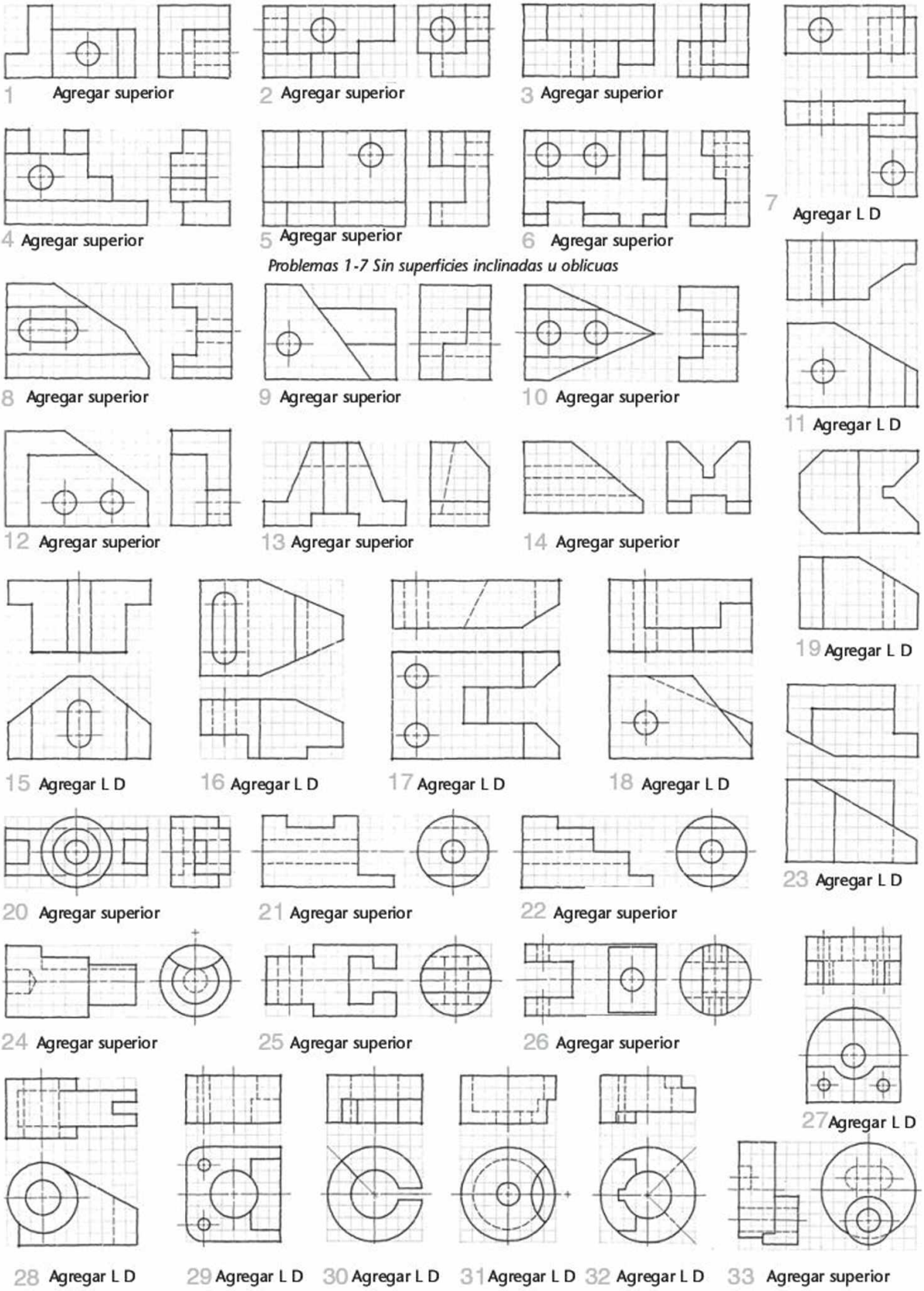
Ejercicio 5.5 Problemas de bosquejado multivista. Bosqueje las vistas ortográficas necesarias sobre papel cuadriculado o papel normal, mostrando uno o dos problemas en cada hoja según indique su profesor. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A, de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Las unidades que se muestran pueden ser 0.500" y 0.250" o 10 mm y 5 mm. Todos los orificios son pasantes.

www.FreeLibros.me



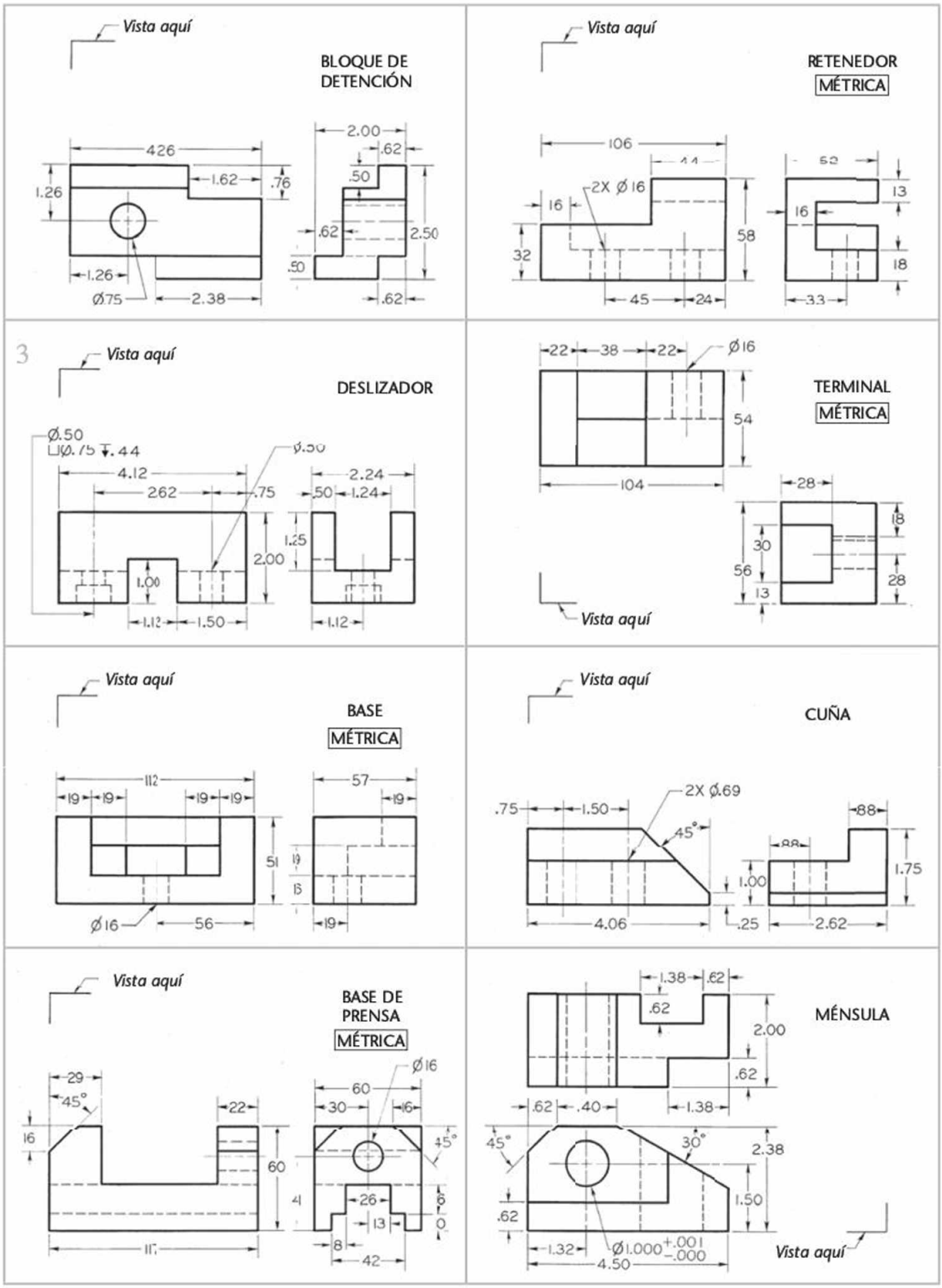
Ejercicio 5.6 Problemas de bosquejo con líneas faltantes. (1) Bosqueje en papel cuadriculado o papel normal las vistas dadas, mostrando uno o dos problemas por cada hoja, según indique su profesor. Vea los ejemplos al comienzo de los ejercicios de este capítulo. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Agregue las líneas que faltan. Los cuadros pueden ser de 0.250" o de 5 mm. (2) Bosqueje en forma isométrica sobre papel isométrico, o de manera oblicua sobre papel transversal, si así se le indica.

www.FreeLibros.me



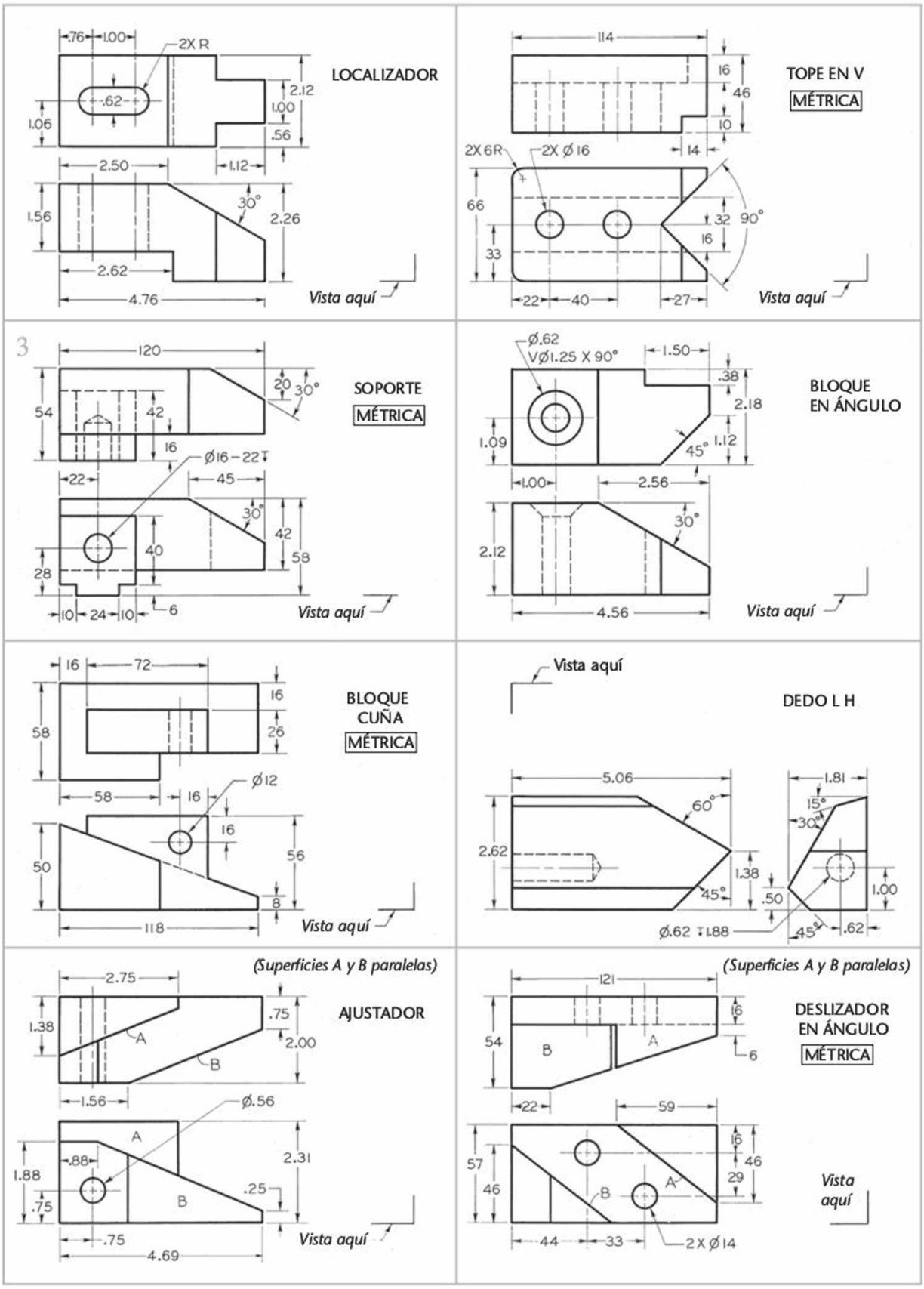
Ejercicio 5.7 Problemas de bosquejado de la tercera vista. Bosqueje las vistas dadas y agregue las vistas faltantes indicadas, ya sea en papel cuadriculado o en papel normal. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Los cuadros pueden ser de .25" o de 5 mm. Las vistas dadas son la frontal y lateral derecha (L D), o bien las vistas frontal y superior. Los orificios ocultos con líneas centrales son agujeros perforados.

www.FreeLibros.me



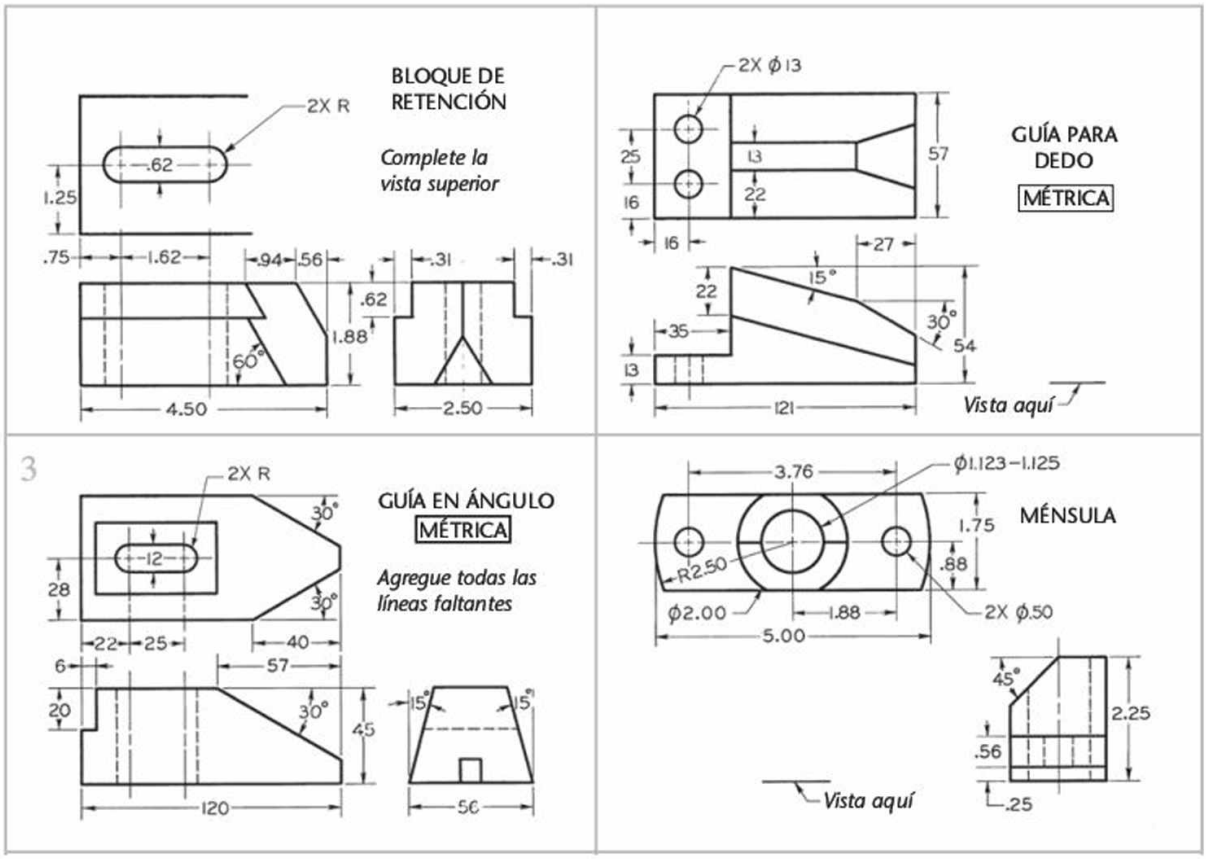
Ejercicio 5.8 Problemas de vista faltante. Bosqueje o dibuje las vistas dadas y agregue la que falta. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de 8.5" × 11", o A4. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas según se le indique. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones cuando sea posible. En los problemas 1-5 todas las superficies son normales.

www.FreeLibros.me



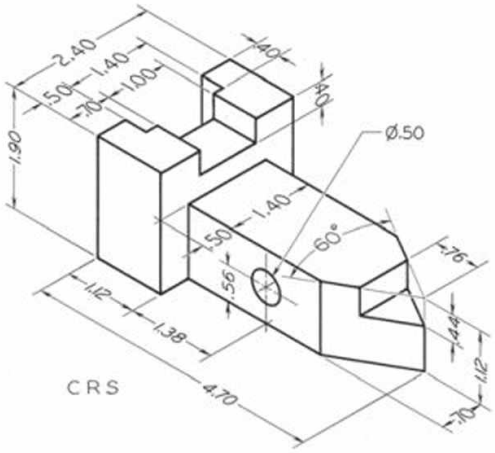
Ejercicio 5.9 Problemas de vista faltante. Bosqueje o dibuje las vistas dadas y agregue la que falta. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de 8.5" × 11", o A4. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas según se le indique. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones cuando sea posible.

www.FreeLibros.me

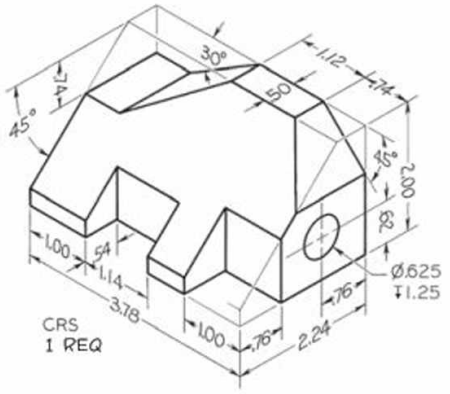


Ejercicio 5.10 Problemas de vista faltante. Bosqueje o dibuje las vistas dadas y agregue la vista que falta. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o de tamaño A4. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

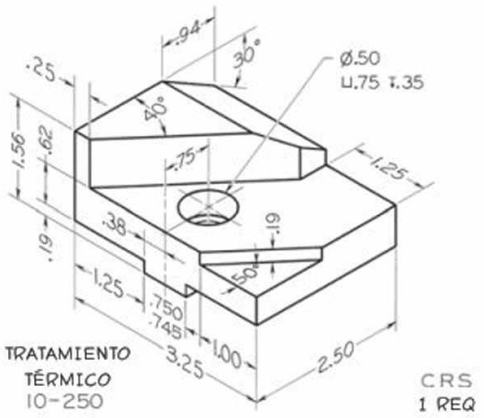
www.FreeLibros.me



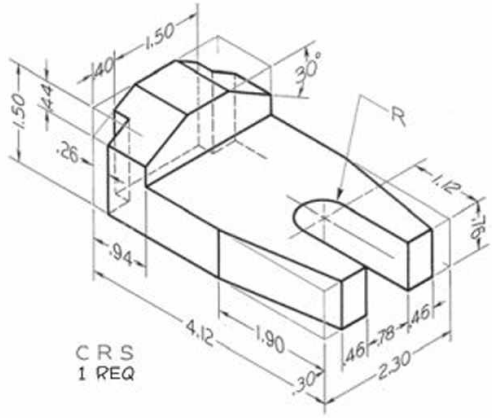
Ejercicio 5.11 Cuña de seguridad. Dibuje las vistas ortográficas necesarias sobre una hoja de papel A de 8.5" × 11", o en una hoja métrica de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor.



Ejercicio 5.12 Soporte para herramienta. Dibuje las vistas ortográficas necesarias sobre una hoja de papel A de 8.5" × 11", o en una hoja métrica de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor.



Ejercicio 5.13 Alimentador de índice. Dibuje las vistas ortográficas necesarias sobre una hoja de papel A de 8.5" × 11", o en una hoja métrica de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor.



Ejercicio 5.14 Guía para dedo. Dibuje las vistas ortográficas necesarias sobre una hoja de papel A de 8.5" × 11", o en una hoja métrica de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor.

www.FreeLibros.me

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO SEIS

REPRESENTACIÓN DE DIBUJOS EN 2D

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo usted debe ser capaz de:

1. Representar superficies curvas en dibujos multivista.
2. Mostrar las intersecciones y los puntos de tangencia de superficies curvas y planas.
3. Representar los tipos más comunes de orificios.
4. Mostrar filetes, redondeados y descentrados en un dibujo de 2D.
5. Usar vistas parciales.
6. Aplicar las convenciones de revolución cuando sea necesario para obtener claridad.
7. Dibujar vistas desplazadas y proyectadas.
8. Mostrar las partes derecha e izquierda.
9. Proyectar superficies curvas por puntos.
10. Mostrar y etiquetar un detalle ampliado.
11. Mostrar cortes convencionales.

Consulte las siguientes normas:

- *ANSI/ASME Y14.3—2003 Dibujos multivista y vistas en sección.*

www.FreeLibros.me

CoWorker es un robot eléctrico Pentium de 3 pies de altura que puede proporcionar una presencia móvil a distancia en lugares remotos. El CoWorker fue construido por la iRobot Corporation. (Cortesía de Sam Ogden/Photo Researchers, Inc.).

INTRODUCCIÓN

Un objeto con piezas de plástico moldeado como el que se muestra en la figura tiene superficies curvas en las esquinas interiores y exteriores para facilitar la extracción de cada pieza del molde. Hay varias prácticas para mostrar superficies curvas en sus dibujos.

El hecho de aprenderse los nombres de las características comunes y los tipos de orificios que se utilizan en el diseño de piezas y la forma de representarlos en las vistas de los dibujos, le facilitará la comunicación acerca de los diseños así como entender sus requerimientos de documentación.

En ocasiones se usan prácticas convencionales que no son las proyecciones ortográficas estándar. Con esto se pretende facilitar el trazado o la representación de objetos en los dibujos. Un ejemplo consiste en girar ciertas características cuando esto contribuye a la claridad del dibujo; otro es mostrar "cortes" cuando una pieza no cabe en la hoja debido a su forma alargada, o para evitar detalles innecesarios.

La creación de dibujos que muestren la información con claridad y proporcionen todos los detalles necesarios para su fabricación es un arte. Las personas pueden leer los dibujos más fácilmente cuando se proporciona la información mínima y suficiente de manera clara.

www.FreeLibros.me

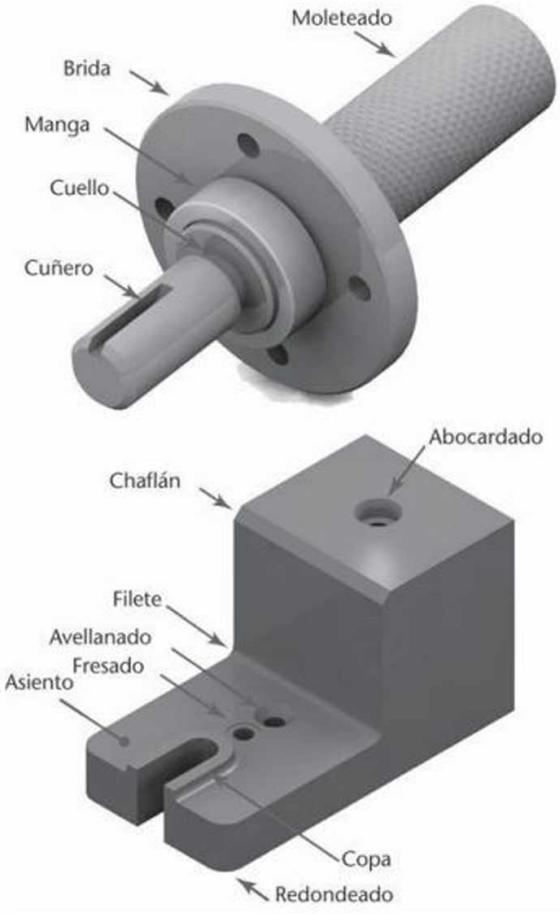
PRÁCTICAS PARA LOS DIBUJOS DE DOCUMENTACIÓN EN 2D

Ahora que ya conoce los fundamentos de la proyección ortográfica y la visualización de objetos a partir de la información presentada en vistas ortográficas, usted está listo para hacer y leer dibujos en 2D más complejos. Aunque podría bosquejar diseños complejos a mano, lo más probable es que cree estos tipos de dibujos usando CAD, ya sea como dibujos CAD en 2D, o generando el dibujo CAD en 2D a partir de un modelo sólido en 3D.

En ocasiones, las prácticas usadas para crear dibujos con CAD en 3D difieren de las empleadas en la creación de dibujos a mano o con CAD en 2D. Es necesario entender los estándares y las prácticas para crear buenos dibujos, incluso cuando se utiliza CAD en 3D. El software no lo va a hacer todo por usted.

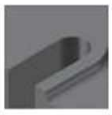
Características de fabricación más comunes

Algunas características son parte de muchos diseños de ingeniería. Conocer sus nombres y formas, como se muestran en la figura 6.1 y se detallan en la tabla 6.1, le ayudará a visualizarlas y comunicar datos acerca de ellas. Incluso, algunos sistemas CAD pueden tener características predefinidas que usted puede colocar en una pieza en 3D con el fin de acelerar su creación.



6.1 Características de fabricación más comunes.

Tabla 6.1 Características de fabricación más comunes.

Característica/Descripción	Ejemplo
Filete: Transición interior redondeada entre superficies; se utiliza para fortalecer las superficies adyacentes o para que una pieza se pueda remover de un molde, por ejemplo.	
Redondeado: Transición exterior redondeada entre superficies; se usa para manejar los bordes y las esquinas con más facilidad, mejorar la resistencia de las fundiciones, e incluso permitir la remoción de un molde.	
Abocardado: Cavidad cilíndrica alrededor de un agujero, por lo general para recibir una cabeza de perno o una tuerca.	
Avellanado: Cavidad cónica alrededor de un agujero; a menudo se usa para recibir una cabeza ahusada de tornillo.	
Fresado: Cavidad superficial parecida al abocardado, que se usa para proporcionar una buena superficie de apoyo para un sujetador.	
Copa: Protuberancia corta que sobresale de la superficie de una pieza; a menudo se usa para proporcionar una superficie plana y fuerte para el soporte.	
Asiento: Resguardo plano o redondeado que sobresale de una superficie, por lo general para proporcionar un método de unión.	
Brida: Collar o borde aplanado alrededor de una pieza cilíndrica para permitir la unión.	
Chaflán: Superficie inclinada que se utiliza en los cilindros para facilitar su inserción en un agujero, o en las placas para facilitar su manejo.	
Cuello: Muesca pequeña cortada alrededor del diámetro de un cilindro, con frecuencia en los sitios donde cambia el diámetro.	
Cuñero/Chavetero: Depresión con cierta forma, cortada a lo largo del eje de un cilindro o de un centro para que reciba una cuña; se usa para conectar centros, engranes y otras piezas con un cilindro, de manera que no giren sobre él.	
Moleteado: Forma de patrón sobre una superficie para proporcionar un mejor agarre o una mayor área para su conexión; se suele usar en los mangos y manijas de las herramientas.	
Manga: Cilindro hueco que sirve como una funda o guía de protección, viene incluso como un cojinete.	

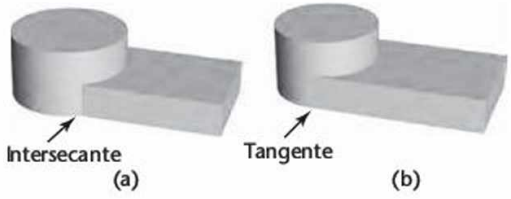
www.FreeLibros.me

Representaciones convencionales

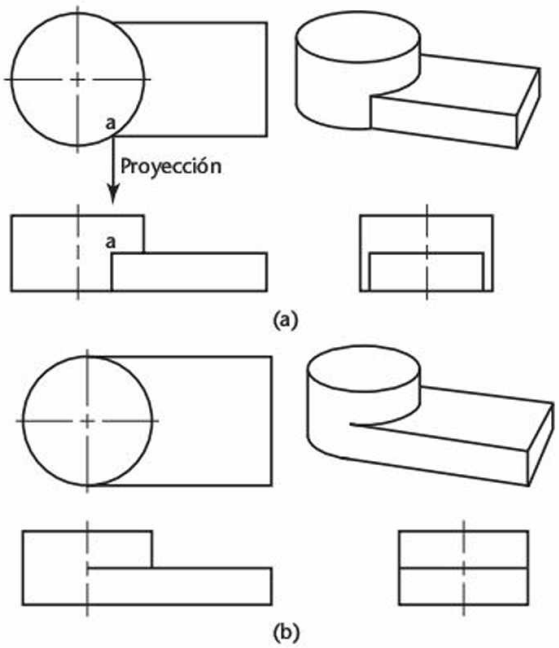
Las proyecciones ortográficas estándar no siempre muestran las formas complejas de forma tan clara y simple como se desearía, por lo que se aceptan ciertas prácticas alternativas, conocidas como *convenciones*. A pesar de que "convención" suele ser un término general que se usa para un método aceptado, en el caso de las representaciones convencionales de dibujo técnico, se refiere en particular a las representaciones simplificadas que mejoran la economía y la claridad de un dibujo. Aunque las representaciones convencionales se desvían de la proyección ortográfica verdadera, sus métodos de simplificación son reconocidos y aceptados de manera general. (Vea *ASME Y14.3-2003*). En otras palabras, las convenciones son como las reglas para romper las reglas.

Intersecciones y tangencias

Para representar objetos complejos, los dibujos multivista usan métodos estándar para describir la forma en que se juntan las superficies planas y curvas. Una superficie plana puede ***intersecar*** o ser ***tangente*** a una superficie de contorno, como se muestra en las figuras 6.2 y 6.3. Cuando una superficie plana interseca la superficie de contorno, se traza una línea para representar el borde formado por esa intersección. Cuando la superficie plana es tangente a la superficie de contorno, no se traza ninguna línea o patrón de línea fantasma delgada donde se encuentran las superficies, a menos que la línea fantasma se requiera para ayudar a la visualización.



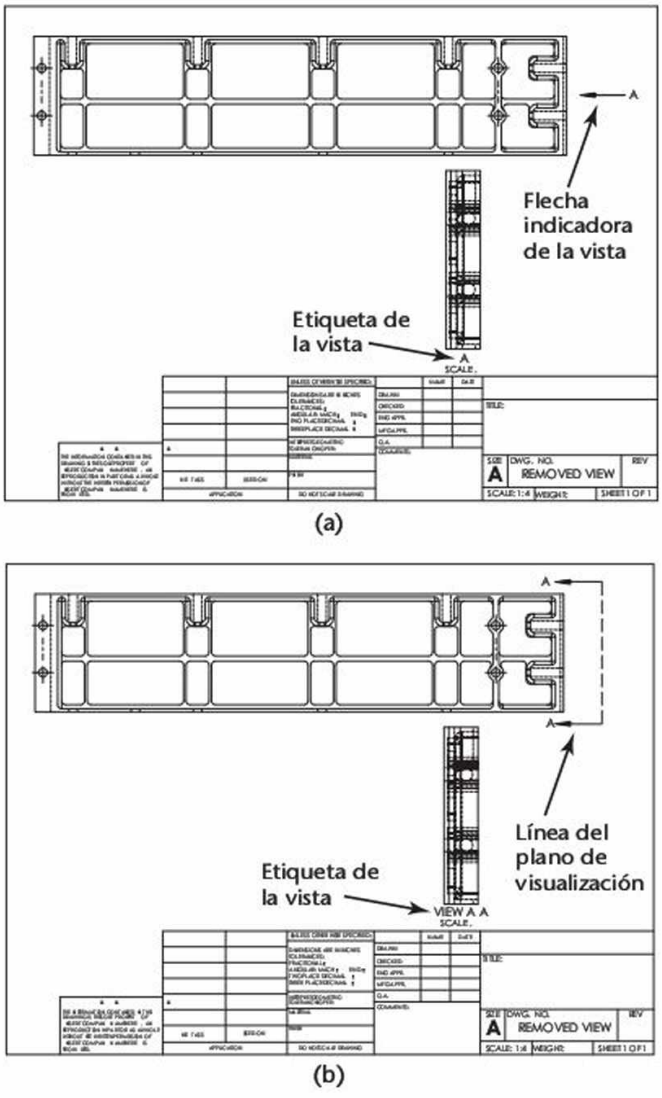
6.2 Superficies intersecante y tangente. (Lockhart, Shawna D., Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a., © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey.).



6.3 Vistas ortográficas de superficies intersecante y tangente. (Lockhart, Shawna D.; Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a., © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey.).

Vistas desplazadas

No siempre es posible mostrar todas las vistas del dibujo alineadas sobre la hoja. Esto es particularmente cierto en los planos civiles y arquitectónicos, donde el tamaño y la complejidad del objeto hacen difícil mostrar el nivel de detalle necesario y aún así incluir todas las vistas en una hoja. Cuando éste es el caso, puede usarse una vista desplazada. Hay dos formas diferentes de indicar la dirección de visualización de la vista desplazada. Una de ellas consiste en emplear una flecha indicadora para mostrar la dirección de visualización, como se muestra en la figura 6.4a. La otra es utilizar una línea del plano de visualización, como se muestra en la figura 6.4b. Etiquete con claridad la vista desplazada.



6.4 Indicación de las vistas desplazadas.

www.FreeLibros.me

6.1 VISUALIZACIÓN Y DIBUJO DE FORMAS CILÍNDRICAS COMPLEJAS

Las ilustraciones de la figura 6.5 muestran cómo se visualizan las características cilíndricas que se han de cortar de un bloque rectangular (prisma). Compare cada ilustración que muestra el material a remover con el dibujo.

En la figura 6.5a no hay una línea donde la superficie del contorno de la parte superior redondeada se una a los lados planos rectos. La vista superior aparece como un rectángulo. La línea central de la parte superior redondeada se muestra en las tres vistas. Considere las siguientes preguntas mientras observa la figura 6.5a:

- En este dibujo, ¿cuántas vistas son necesarias?
- ¿Cuáles vistas son repetitivas?
- ¿Se requiere la línea central para localizar la parte superior redondeada?

En la figura 6.5b se ha eliminado el material del agujero central. Después se agregan líneas ocultas a las vistas superior y lateral que muestran los elementos limitantes del orificio cilíndrico. Mientras revisa la figura 6.5b, observe que:

- En la vista frontal el agujero aparece redondo.
- Las líneas centrales en el dibujo ubican al agujero y la parte superior redondeada, puesto que son concéntricos.

En la figura 6.5c se crean orificios abocardados. Mientras observa la figura 6.5c hágase las siguientes preguntas:

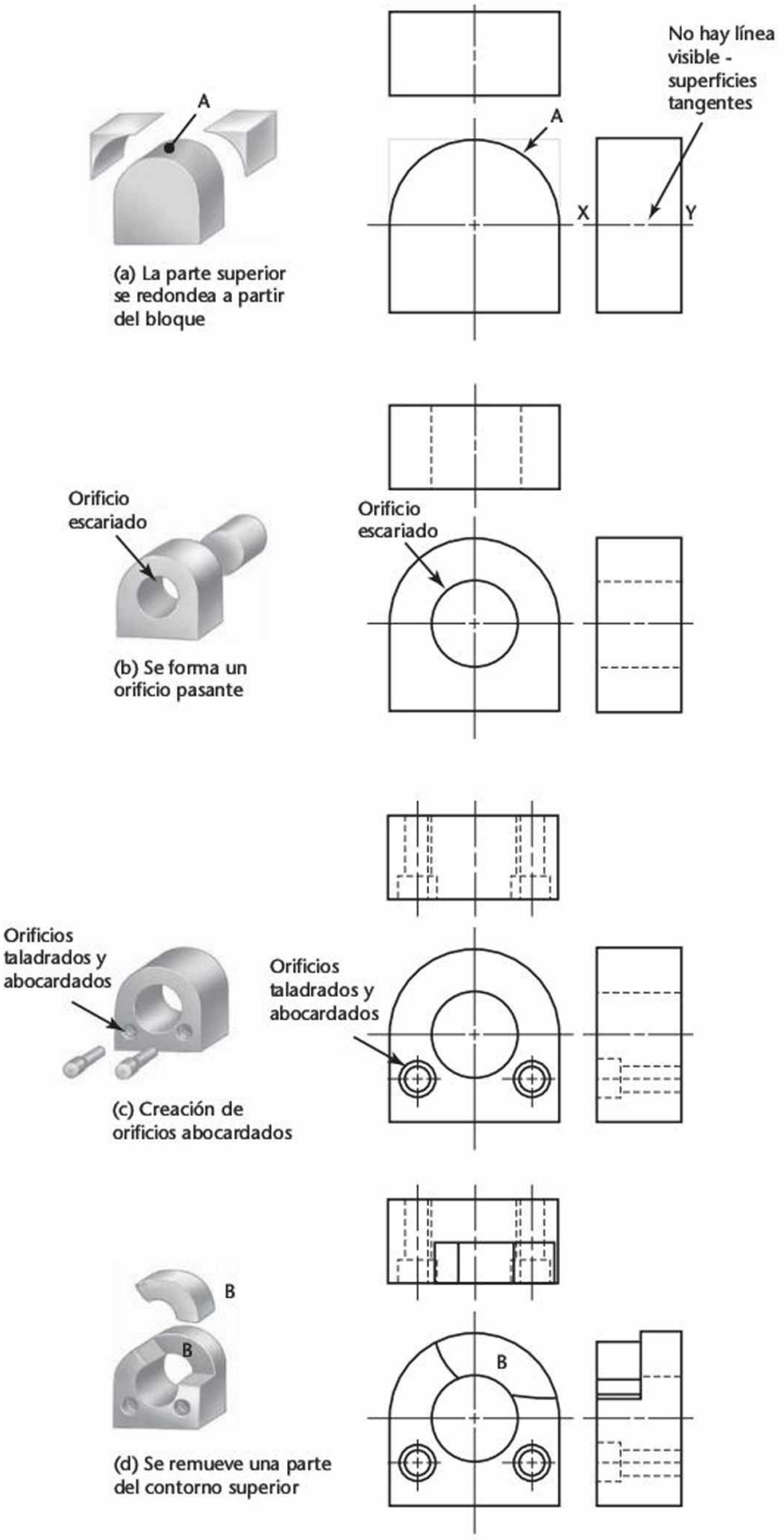
- ¿Cuántas líneas se utilizan para mostrar el abocardado en las vistas lateral y superior?
- ¿Cuántas vistas son necesarias?

En la figura 6.5d se elimina una porción de la superficie superior. Observe cómo aparecen las líneas en las vistas superior y lateral. ¿Cuántas visitas se necesitan ahora?

En las figuras 6.5a y 6.5b sólo se requiere una vista.

En la figura 6.5c se requieren la vista lateral, la vista superior o una nota especificando la profundidad del abocardado. El orificio abocardado es de cinco líneas.

En la figura 6.5d se requieren la vista superior, la vista lateral o una nota. Probablemente la vista lateral sea la mejor opción, puesto que muestra más información acerca de la forma que la vista superior.



6.5 Visualización y dibujo de formas cilíndricas.

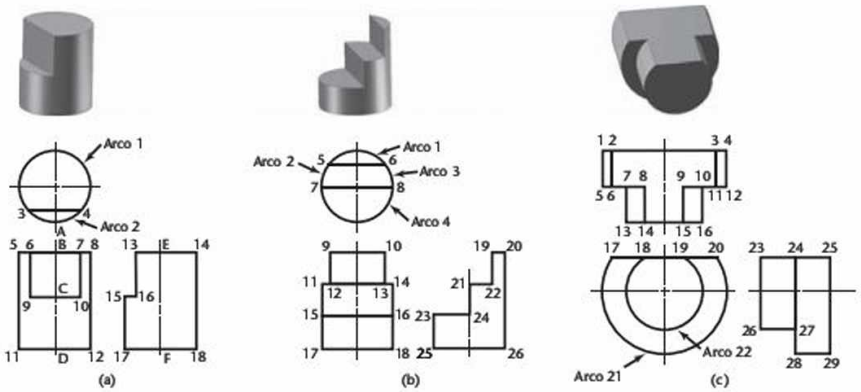
www.FreeLibros.me

6.2 CILINDROS REBANADOS

Con frecuencia, los cilindros se maquinan para formar superficies planas o de otro tipo. En la figura 6.6a se muestra un corte maquinado sencillo que crea dos superficies normales. Las superficies normales se muestran en su forma verdadera en la vista donde la línea de visualización es perpendicular a la superficie. En las otras dos vistas esa superficie normal aparece sobre su borde. La mitad posterior permanece sin cambio.

En la figura 6.6b, dos cortes escalonados forman cuatro superficies normales. Observe que la superficie 7-8 (vista superior) está a través del centro del cilindro, lo que produce la línea 21-24 de la vista lateral y la superficie 11-14-16-15 de la vista frontal, que tiene una anchura igual al diámetro del cilindro. La superficie 15-16 (vista frontal) se muestra en la vista superior como 7-8-arco 4. La superficie 11-14 (vista frontal) se muestra en la vista superior como 5-6-arco 3-8-7-arco 2.

En la figura 6.6c se muestra una pieza con dos elementos cilíndricos coaxiales, la cual se corta para formar una superficie normal paralela al eje de los cilindros.

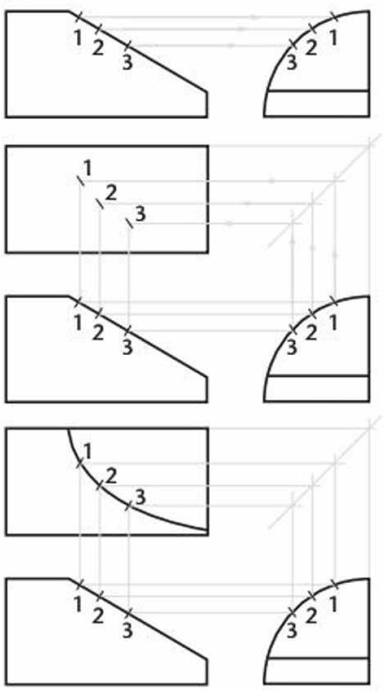


6.6 Presentación de vistas de cilindros con superficies planas cortadas.

TRAZADO MANUAL DE CURVAS

Dadas las vistas frontal y lateral derecha, proyecte la vista correcta de la curva en la vista superior. En los dos ejemplos ilustrados se aplican los pasos 1, 2 y 3.

Ejemplo 1

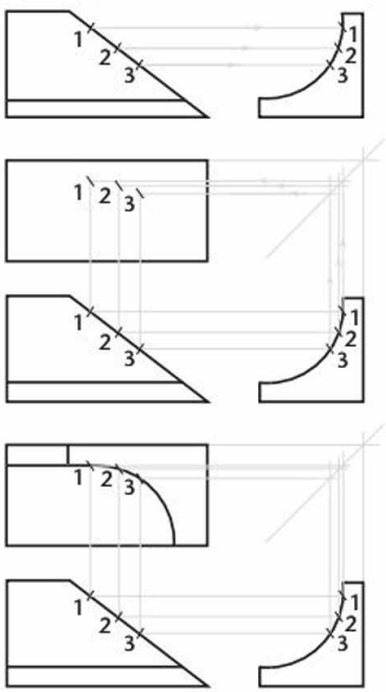


1. Rompa la curva en varios puntos y localícelos en la vista adyacente.

2. Proyecte los puntos a lo largo de las líneas de proyección en la vista superior desde la vista frontal. Transfiera la profundidad desde la vista lateral, usando la superficie posterior como plano de referencia.

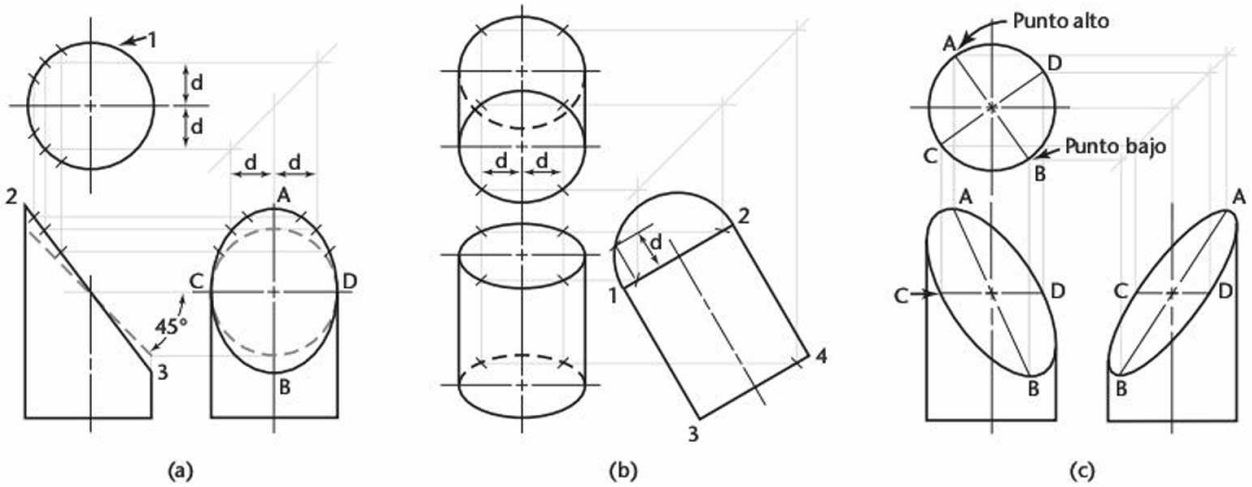
3. Trace la curva a través de los puntos.

Ejemplo 2



PASO a PASO

www.FreeLibros.me

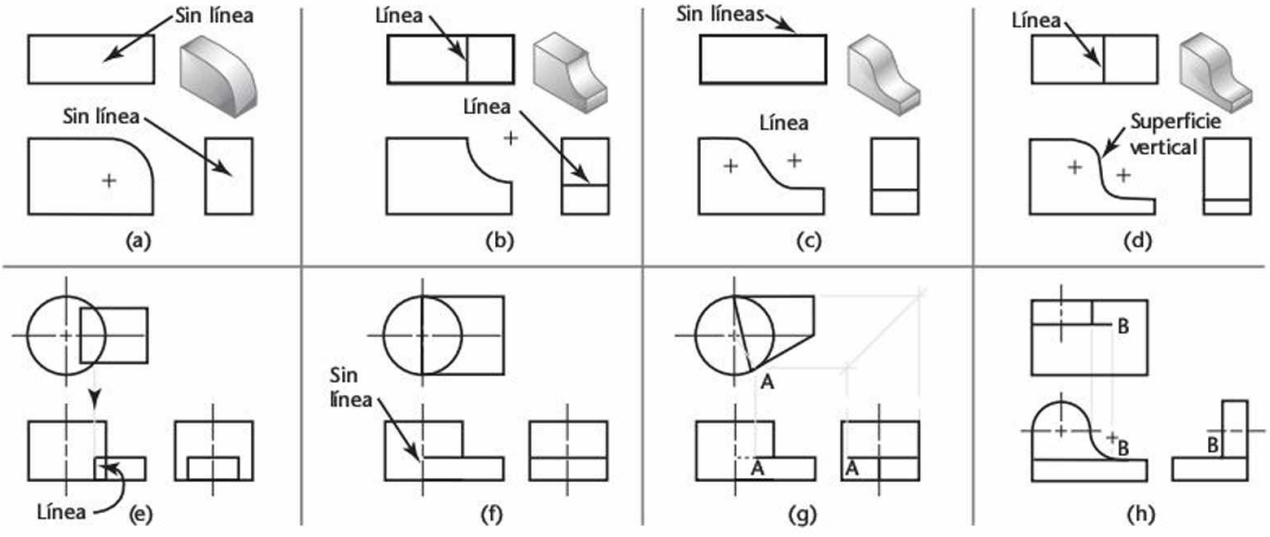


6.7 Superficies elípticas en cilindros.

6.3 CILINDROS Y ELIPSES

Si un cilindro se corta por un plano inclinado, como se muestra en la figura 6.7a, la superficie inclinada está delimitada por una elipse. Esta elipse aparecerá como un círculo en la vista superior, como una recta en la vista frontal, y como una elipse en la vista lateral. Observe que el círculo 1 aparece como circular en la vista superior, independientemente del ángulo de corte. Si el corte es a 45° respecto de la horizontal, también aparecerá como un círculo en la vista lateral.

Cuando una forma circular se muestra inclinada en otra vista y se proyecta en la vista adyacente como se muestra en la figura 6.7b, se verá como una elipse, aunque la forma sea un círculo. La elipse inclinada de la figura 6.7c no se muestra con su tamaño y forma verdaderos en ninguna de las vistas estándar dadas. En el capítulo 8 usted aprenderá a crear vistas auxiliares para mostrar el tamaño y la forma verdaderos de superficies inclinadas como éstas.



6.8 Intersecciones y tangencias.

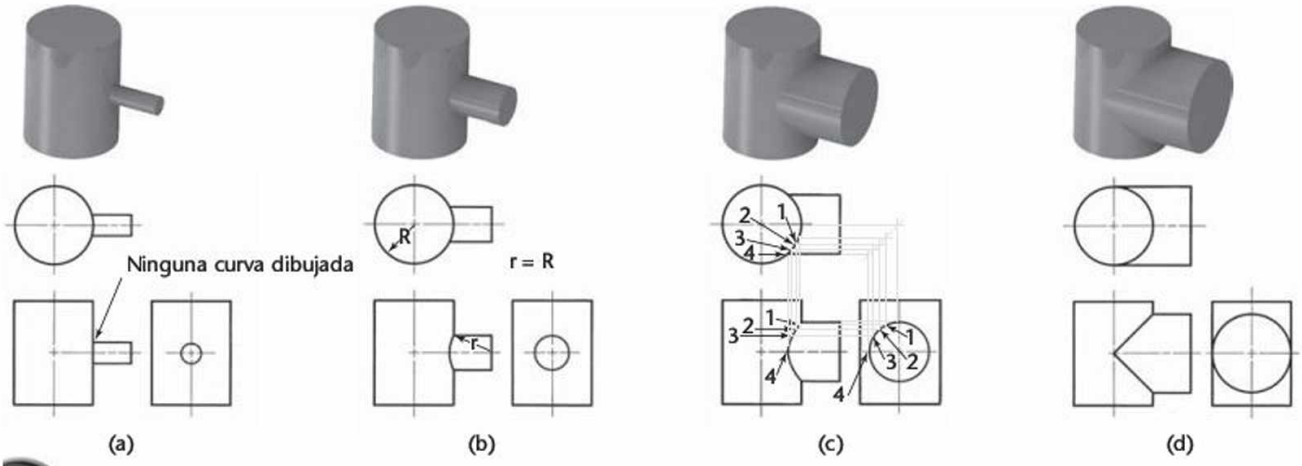
6.4 INTERSECCIONES Y TANGENCIAS

Cuando una superficie curva es tangente a una superficie plana (figura 6.8a) no se traza ninguna línea, pero cuando interseca una superficie plana, como en la figura 6.8b, se forma un eje definido.

En la figura 6.8c se muestra que cuando las curvas se unen entre sí o cuando las superficies planas lo hacen suavemente (es decir, cuando son tangentes) no se traza ninguna línea para mostrar el sitio donde se encuentran. Si una combinación de curvas crea una superficie vertical, como en la figura 6.8d, dicha superficie vertical se muestra como una línea (en este caso, en la vista superior).

Cuando las superficies planas se unen a una superficie de contorno, se muestra una línea si son tangentes, pero no se muestra si se intersecan. En las figuras 6.8e-h se muestran ejemplos de planos que se unen a superficies de contorno.

www.FreeLibros.me



6.9 Intersecciones de cilindros.

Intersecciones de cilindros

En la figura 6.9a se muestra un ejemplo de un cilindro pequeño que interseca un cilindro grande. Cuando la intersección es pequeña, su forma curva no se traza con precisión, ya que agrega poco al bosquejo o dibujo en relación con el tiempo que debe utilizarse para hacerlo. En vez de ello se muestra como una recta.

Cuando la intersección es más grande, puede aproximarse si se dibuja un arco con el radio igual al del cilindro grande, como se muestra en la figura 6.9b.

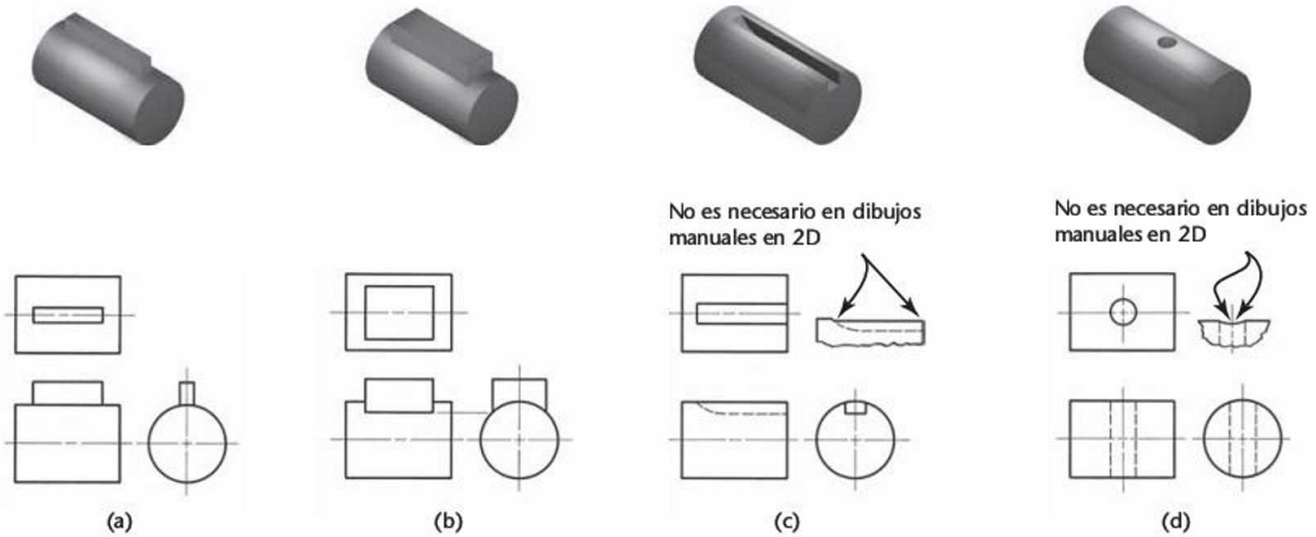
Las intersecciones grandes pueden graficarse con precisión seleccionando puntos a lo largo de la curva que se va a proyectar, como se muestra en la figura 6.9c.

Cuando los cilindros tienen el mismo diámetro, sus intersecciones aparecen como rectas en la vista adyacente, como se muestra en la figura 6.9d. Cuando se utiliza el modelado en 3D, casi siempre se representa la intersección exacta de las superficies (vea la figura 6.10).

SUGERENCIA

Utilizando las herramientas de CAD usted puede localizar el centro y los puntos sobre los ejes mayor y menor, emplear la herramienta de elipses para trazar toda la elipse a través de los puntos y, finalmente, recortar la porción extra.

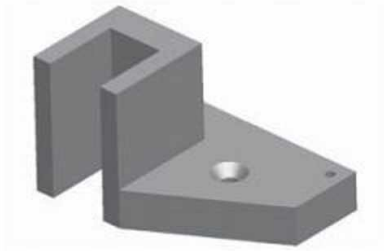
Cuando se usa una plantilla puede emplearse una técnica parecida.

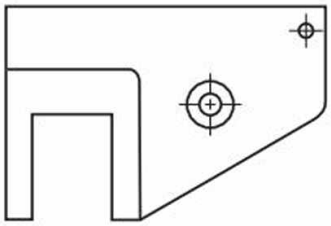


6.10 Intersecciones. *Ejemplos (a) y (b) de un prisma delgado que interseca un cilindro. Ejemplos (c) y (d) de intersecciones de un cuñero con un cilindro y un agujero pequeño con un cilindro.*

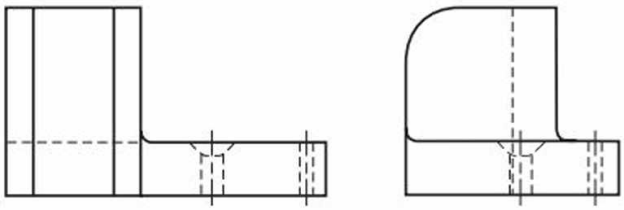
www.FreeLibros.me

MOSTRAR O NO MOSTRAR: SUPERFICIES TANGENTES EN MODELOS SÓLIDOS

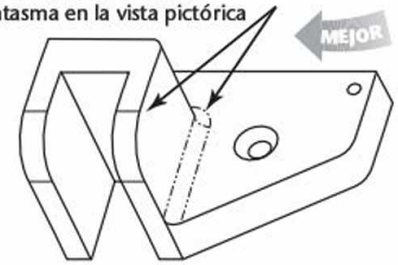




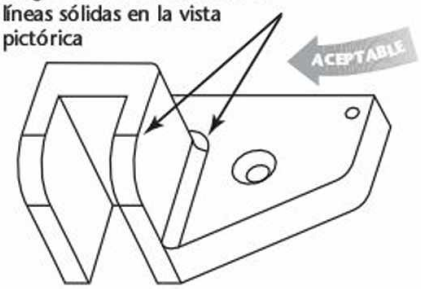
Las vistas ortográficas en los dibujos no muestran los bordes tangentes



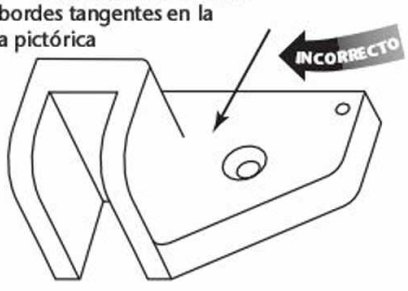
Mejor: los bordes tangentes se muestran como líneas fantasma en la vista pictórica



Aceptable: los bordes tangentes se muestran como líneas sólidas en la vista pictórica



Incorrecto: la vista no es clara sin bordes tangentes en la vista pictórica



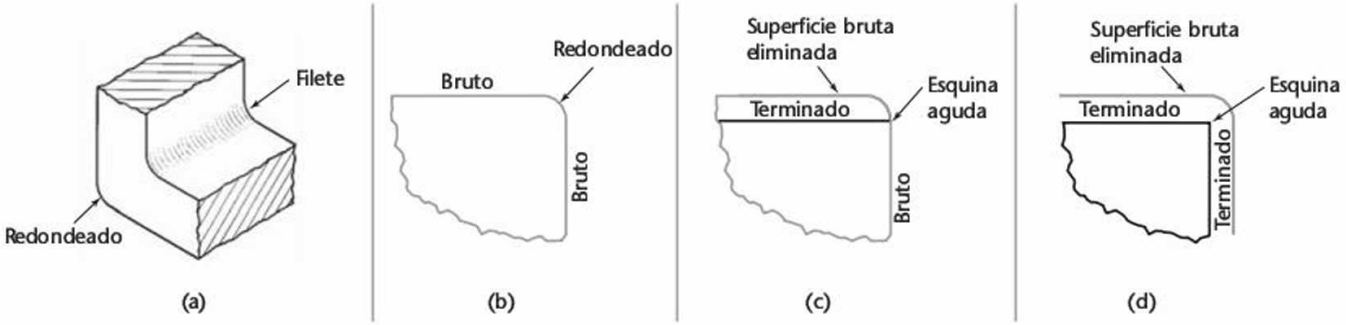
Cuando se van a crear modelos sólidos de superficies contorneadas, puede ser muy útil mostrar los "bordes tangentes", donde la superficie contorneada cruza el modelo. Por lo general, estas líneas que muestran dónde termina la superficie contorneada y comienza la superficie plana no se dibujan en las vistas ortográficas de los dibujos, a menos que el dibujo resulte confuso sin ellas. Cuando sea necesario mostrar los bordes tangentes, utilice una línea fantasma para dibujarlos.

En ocasiones es necesario usar una línea fantasma para mostrar los bordes tangentes del modelo en una vista pictórica, sobre todo en las piezas que tienen muchos filetes y redondeados; de lo contrario, la vista generada por el software puede no mostrar la pieza claramente.

La mayor parte del software CAD le permite ajustar la visualización de los bordes tangentes, tanto para el dibujo completo como para las vistas individuales.

Aun cuando esté creando dibujos con un sistema de CAD, usted deberá seguir las convenciones de dibujo estándar. Es importante que conozca bien su software de CAD para que pueda manejar las configuraciones, como la de los bordes tangentes, con el fin de mostrar su dibujo con toda claridad.

www.FreeLibros.me



6.11 Superficies brutas y terminadas.

6.5 FILETES Y REDONDEADOS

Una esquina interior redondeada se llama un ***filete***. Una esquina exterior redondeada se llama un ***redondeado*** (figura 6.11a). Las esquinas agudas suelen evitarse al diseñar piezas que se van a fundir y forjar, porque son difíciles de producir y pueden debilitar la pieza.

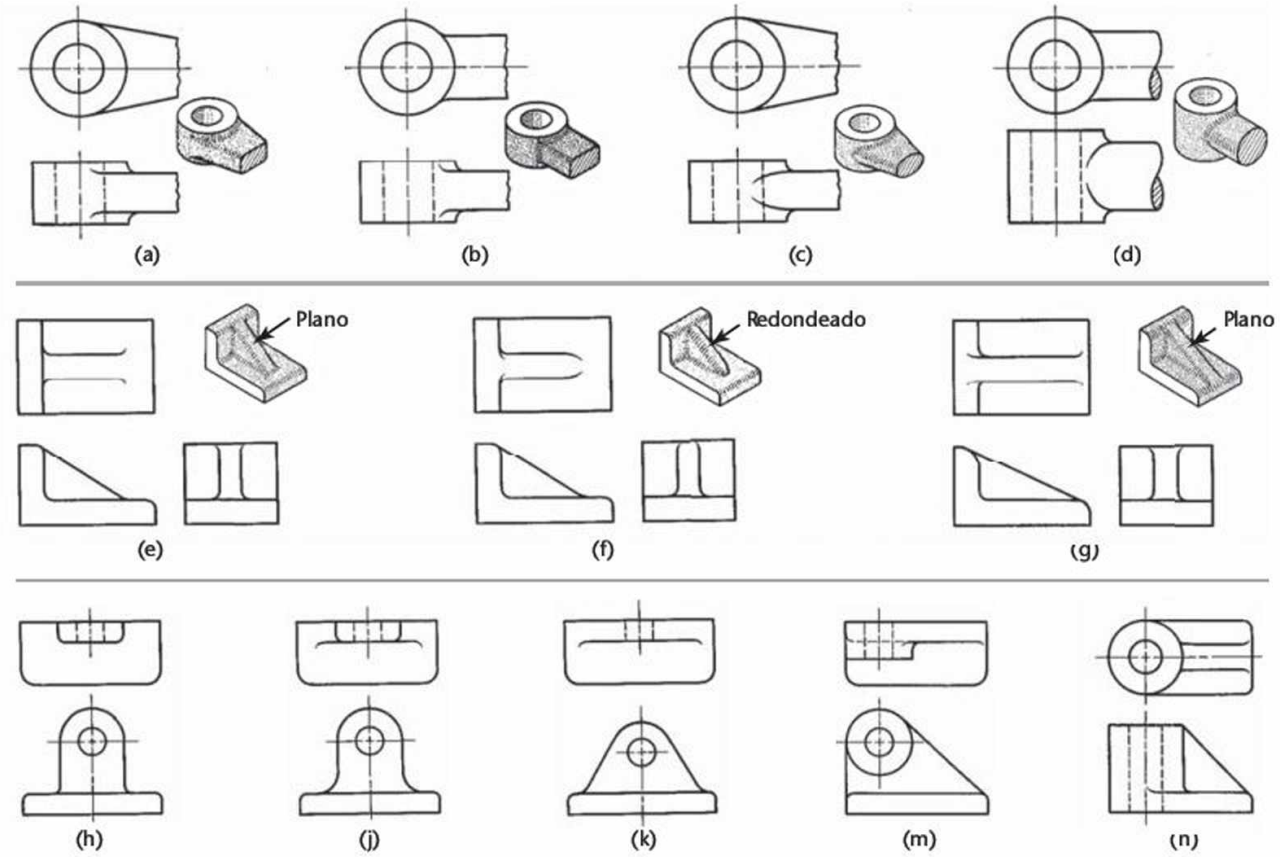
Dos superficies brutas que se intersecan producen una esquina redondeada (figura 6.11b). Si una de estas superficies se maquina, como se muestra en la figura 6.11c, o si se maquinan las dos superficies, como se muestra en la figura 6.11d, la esquina se vuelve aguda. En los dibujos, una esquina redondeada significa que las dos superficies intersecantes son brutas. Una esquina aguda significa que se maquinaron una o las dos superficies. En los dibujos multivista no sombree los filetes ni los redondeados. La presencia de superficies curvas se indica sólo cuando aparecen como arcos, a menos que se haga para llamar la atención hacia ellas.

El software de CAD en 3D varía en su capacidad para crear mezclas complejas de filetes y redondeados. En la figura 6.12 se muestra un modelo de CAD con filetes complejos. En la figura 6.13 se presentan redondeados complejos en 3D realizados en CAD.

6.12 Filetes en un modelo de CAD. (Cortesía de Ross Traeholt).

6.13 Redondeados en un modelo de CAD de un diseño para una perforadora de tres puntos. (Cortesía de Douglas Wintin).

www.FreeLibros.me



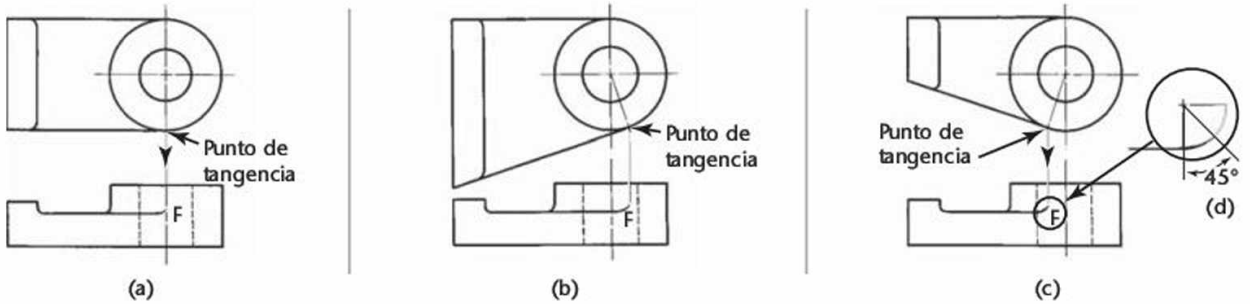
6.14 Filetes, redondeados y descentrados convencionales.

6.6 DESCENTRADOS

Las curvas pequeñas llamadas ***descentrados*** se usan para representar filetes que se conectan con superficies planas tangentes a cilindros, como se muestra en las figuras 6.14a-d. Los descentrados, que se muestran en la figura 6.14f, deben tener un radio igual al del filete y una curvatura de aproximadamente una octava parte de un círculo, como se muestra en la figura 6.15c.

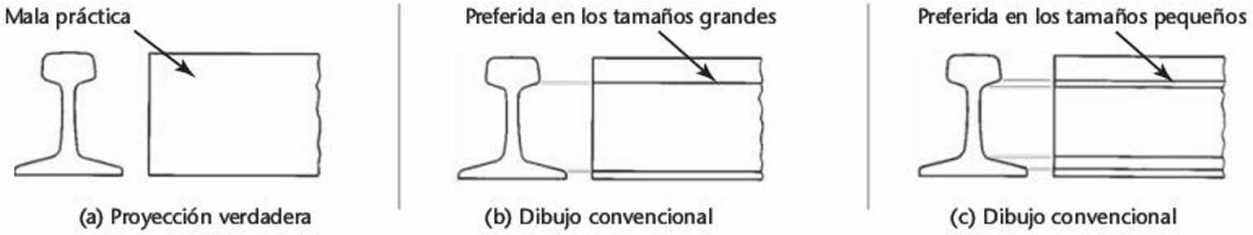
Los descentrados de diferentes intersecciones fileteadas aparecerán de maneras distintas debido a las formas de los elementos horizontales que se intersecan. En las figuras 6.14a-g se muestran más ejemplos de las representaciones convencionales de los filetes, redondeados y descentrados. En las figuras 6.14e y f los descentrados difieren debido a que la superficie superior del alma es plana en la figura 6.14e, mientras que la superficie superior del alma en la figura 6.14f está considerablemente redondeada.

Cuando dos tamaños diferentes de filetes se intersecan, la dirección del descentrado la determina el filete más grande, como se muestra en las figuras 6.14g y j.



6.15 Descentrados.

www.FreeLibros.me



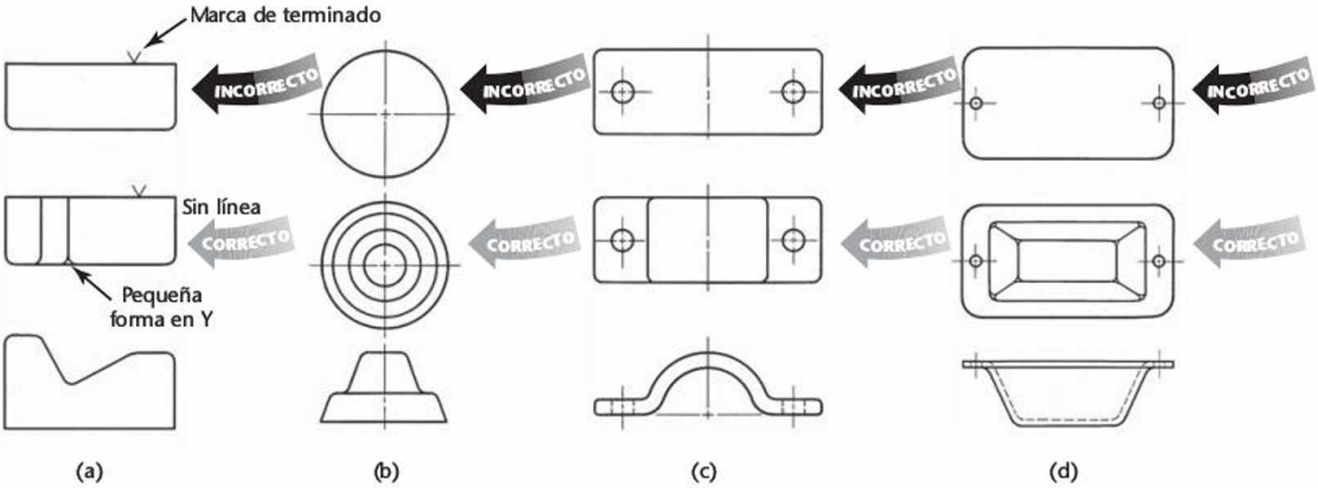
6.16 Representación convencional de un riel.

6.7 BORDES CONVENCIONALES

Las intersecciones redondeadas y fileteadas eliminan los bordes agudos y pueden dificultar la presentación clara de la forma. En algunos casos, como se muestra en la figura 6.16a, la proyección verdadera puede ser engañosa. Existe una forma convencional de mostrar los bordes redondeados y fileteados con el fin de lograr claridad. Al agregar líneas que representen bordes redondeados y fileteados, como se muestra en las figuras 6.16b y 6.16c, se obtiene una representación más clara, aunque no sea la proyección verdadera. Proyecte las líneas agregadas desde las intersecciones de las superficies como si los filetes y redondeados no estuvieran presentes.

En la figura 6.17 se muestran las vistas superiores para cada vista frontal dada. El primer conjunto de vistas superiores tiene muy pocas líneas, aunque se trate de proyecciones verdaderas. La segunda serie de vistas superiores, donde se agregan líneas para representar los bordes redondeados y fileteados, es muy clara. Note el uso de pequeñas formas en Y en los sitios donde los bordes redondeados o fileteados se cruzan con una superficie bruta. Si un borde interseca una superficie terminada, no se muestra ninguna forma en Y.

George Washington cruzando el Delaware visto por una trucha. (Caricatura de Roger Price. Cortesía de "Droodles, The Classic Collection").



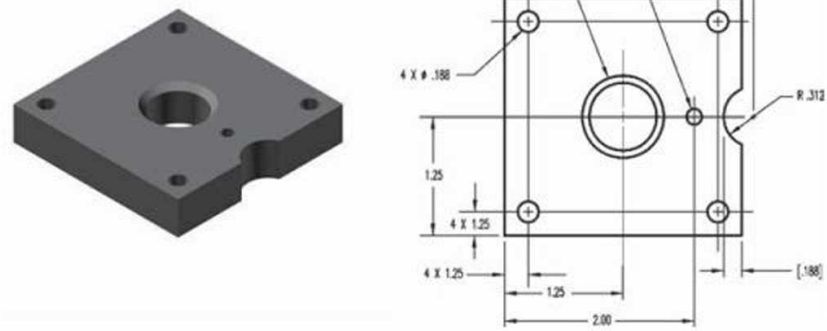
6.17 Bordes convencionales.

www.FreeLibros.me

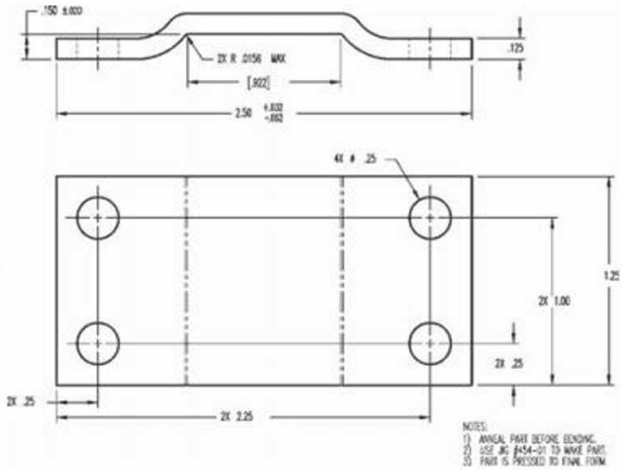
6.8 VISTAS NECESARIAS

¿Cuáles son las vistas absolutas mínimas requeridas para definir completamente un objeto?

Como ya se ha visto, a veces resulta suficiente una sola vista con una nota sobre el espesor de la pieza para definir la forma (figura 6.18). En ocasiones se requieren dos vistas (figura 6.19). Para piezas complejas, pueden requerirse tres o más vistas (figura 6.20).

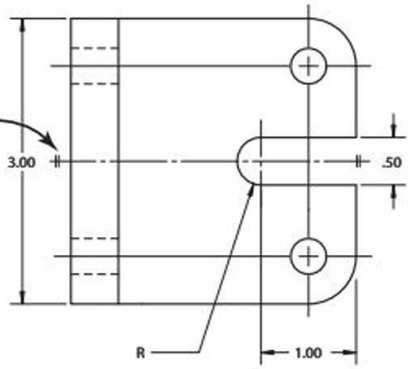


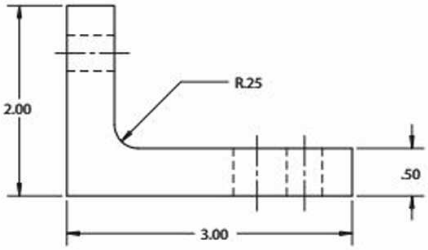
6.18 Dibujo de una vista.

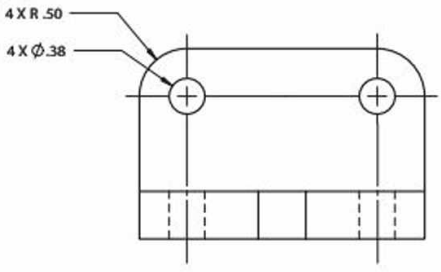


6.19 Dibujo de dos vistas.

Dos líneas cortas paralelas agregadas a una línea central se usan en el dimensionamiento para indicar simetría de la pieza

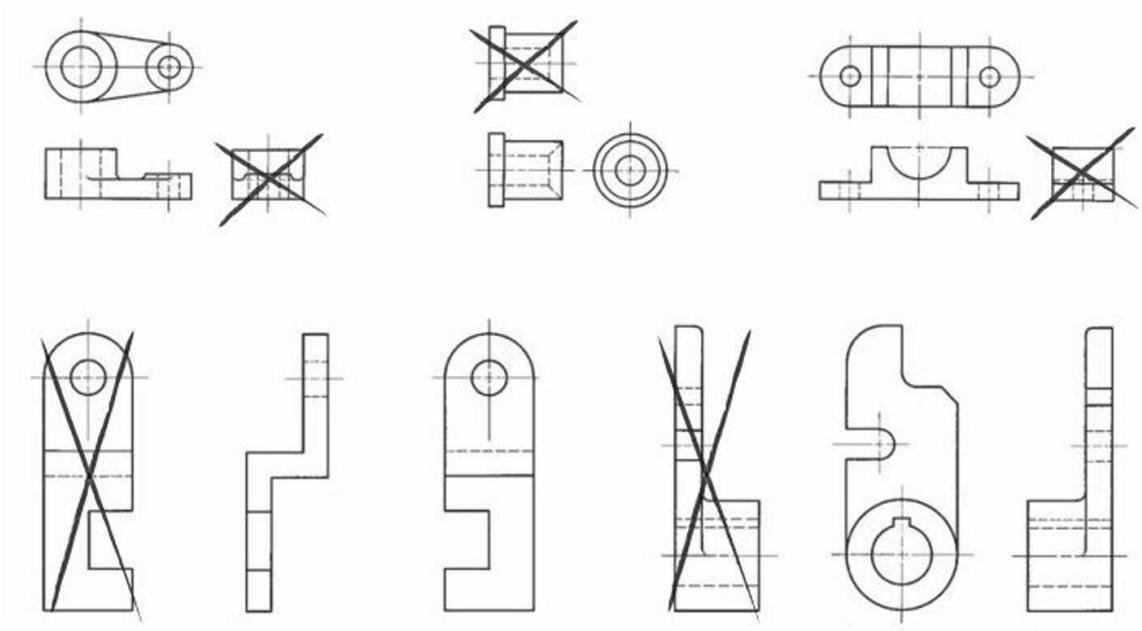






6.20 Dibujo de tres vistas.

www.FreeLibros.me



6.21 Dibujos de tres vistas en los que se muestran eliminadas las vistas que no son necesarias.

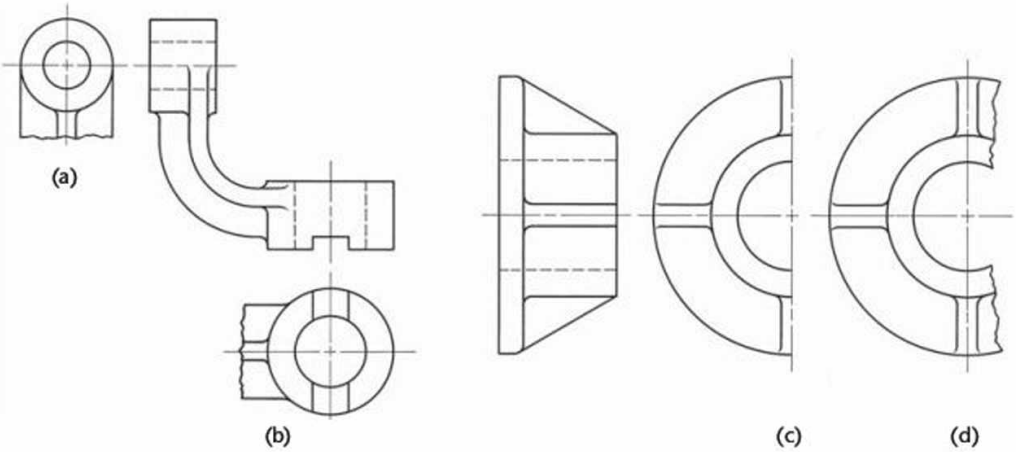
En cada conjunto de vistas de la figura 6.21 se muestran tres vistas, pero sólo dos de ellas son necesarias.

Al decidir cuáles vistas deben mostrarse, tenga en cuenta lo siguiente:

- Mostrar vistas suficientes para describir completamente la forma.
- Mostrar la vista lateral derecha en vez de la vista lateral izquierda, si ambas presentan el objeto igual de bien.
- Elegir la vista superior en vez de la vista inferior.
- Mostrar las piezas largas horizontalmente sobre la hoja, por dos razones: (1) que caben mejor, y (2) que tienden a parecer aún más largas cuando se muestran en posición vertical.
- Hacer que su objetivo sea comunicar la información con claridad. Si una vista adicional ayuda a lograr este objetivo, muéstrela. Tenga en cuenta que los dibujos son más fáciles de leer y actualizar, si son más simples que si son más complejos.

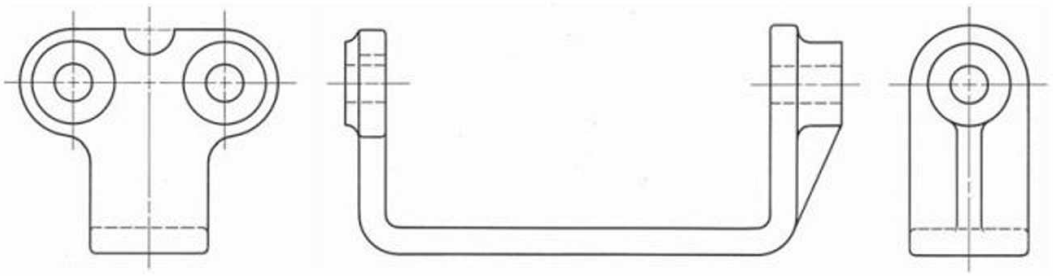
6.9 VISTAS PARCIALES

Una vista puede no requerir estar completa, pero debe mostrar lo necesario para describir claramente el objeto. Esto se llama una ***vista parcial*** y se utiliza para ahorrar tiempo de dibujo y hacer el dibujo menos confuso de leer. Usted puede usar un corte de línea para limitar la vista parcial, como se muestra en la figura 6.22a, o limitar una vista mediante el contorno de la pieza presentada, como se muestra en la figura 6.22b. Si la vista es simétrica, puede dibujarse una media vista en uno de los lados de la línea central, como se muestra en la figura 6.22c, o bien cortar una vista parcial, como se muestra en la figura 6.22d. Las medias vistas deben estar en el lado más cercano, como se muestra.

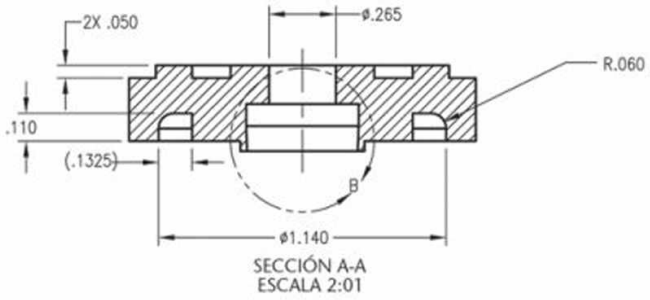


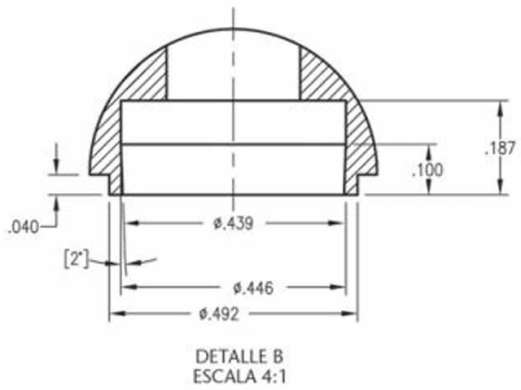
6.22 Vistas parciales.

www.FreeLibros.me



6.23 Vistas laterales parciales.





6.24 Detalle ampliado.

Cuando dibuje una vista parcial no coloque una línea de corte de modo que coincida con una línea visible u oculta, porque esto puede hacer que el dibujo se malinterprete.

En ocasiones, las características distintivas de un objeto están en lados opuestos. En cualquier vista lateral completa habrá una considerable superposición de formas. En casos como éste, la mejor solución consiste en tener dos vistas laterales, como se muestra en la figura 6.23. Las vistas son parciales y se han omitido ciertas líneas visibles y ocultas para mayor claridad.

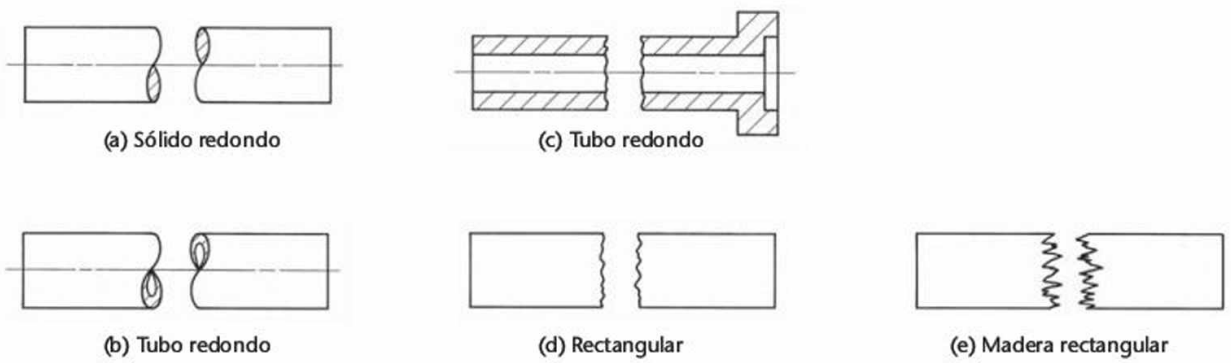
Presentación de detalles ampliados

En la figura 6.24 se muestran los detalles del dibujo con claridad al incluir vistas de detalle elaboradas a una escala mayor. Cuando agregue un detalle, dibuje un círculo alrededor de los elementos que se incluirán en éste como se muestra en la figura 6.24 (parte superior). Coloque la vista de detalle en la hoja como si fuera una vista eliminada. Etiquete los detalles sucesivos con la palabra "detalle" seguida de una letra, por ejemplo DETALLE A, DETALLE B, etc.; anote también la escala del detalle debajo de su nombre.

Los detalles ampliados son fáciles de generar con software de CAD.

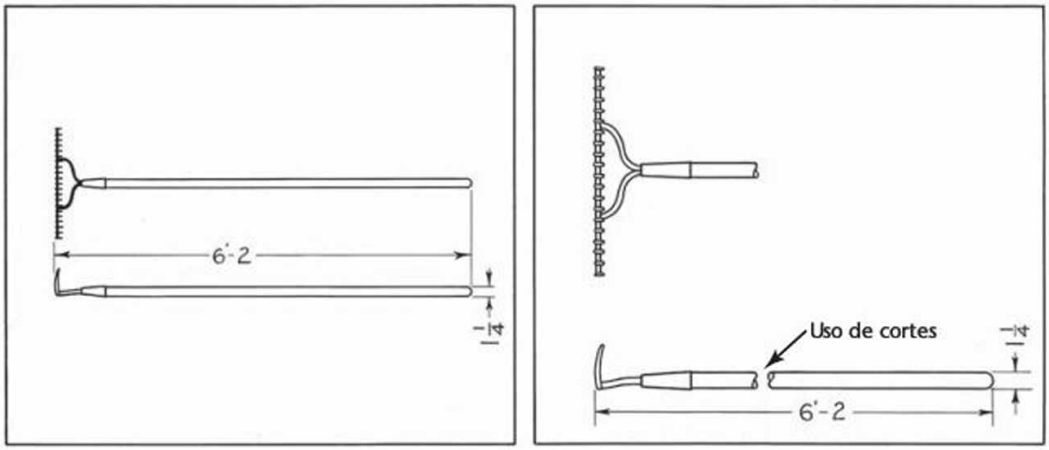
Cortes convencionales

Para reducir la longitud de la vista de un objeto largo, usted puede utilizar líneas de corte, como se muestra en la figura 6.25. En la figura 6.26 se muestran dos vistas de un rastrillo de jardín. Cuando el mango largo del rastrillo se muestra a escala, los detalles del dibujo son pequeños y difíciles de leer. Si se usa un corte para dejar fuera una parte del mango, es posible ampliar la escala de los extremos y mostrar los detalles con claridad.



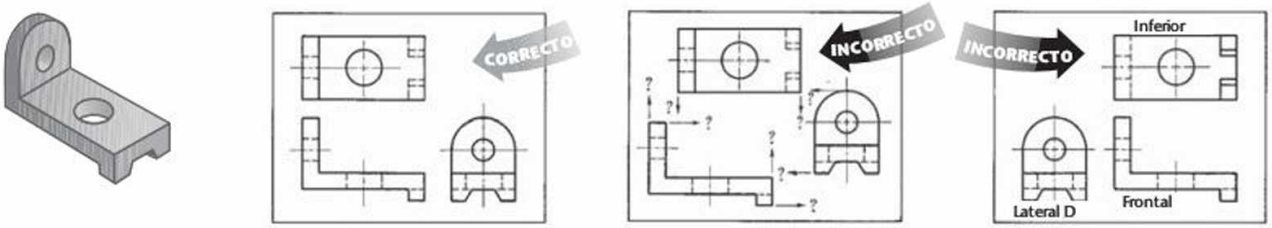
6.25 Cortes convencionales.

www.FreeLibros.me



(a) (b)

6.26 Los cortes convencionales permiten aumentar la escala para mostrar detalles.



(a) Guía de desplazamiento (b) (c) (d)

6.27 Alineación de vistas para la proyección de tercer ángulo.

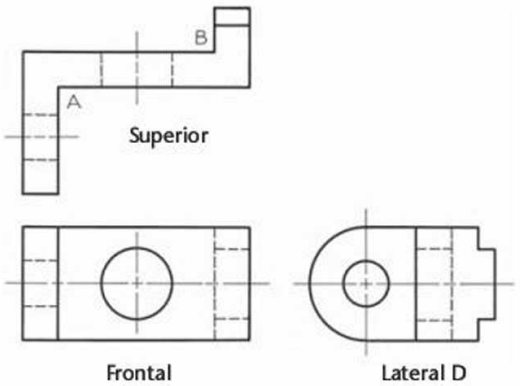
6.10 ALINEACIÓN DE VISTAS

Dibuje siempre las vistas en el arreglo estándar que se muestra en la figura 6.27 para asegurarse de que sus dibujos no sean malinterpretados. En la figura 6.27a se muestra una guía de desplazamiento que requiere tres vistas. Su disposición correcta se muestra en la figura 6.27b. La vista superior debe estar directamente sobre la vista frontal, y la vista lateral derecha directamente a la derecha de la vista frontal; no fuera de la alineación, como en la figura 6.27c.

Nunca dibuje las vistas en posiciones invertidas, con la vista inferior sobre la vista frontal o la lateral derecha a la izquierda de la vista frontal, como se muestra en la figura 6.27d. Aunque las vistas se alineen con la vista frontal, este arreglo podría ser malinterpretado.

En la figura 6.28 se muestran tres vistas con una alineación correcta, pero este dibujo tiene una mala elección para la vista frontal. La vista frontal debe mostrar la forma del objeto con claridad. Una manera de tomar en cuenta esto es que la vista frontal muestre la mayor parte de la información sobre el material que se tendría que remover de un bloque.

Después de completar los bosquejos de diseño, lo normal es continuar con dibujos detallados en CAD. En los dibujos finales de CAD deben aplicarse las mismas reglas para la organización de vistas, mostrando con claridad el sujeto del dibujo, empleando los patrones y grosores de línea correctos, y siguiendo todos los estándares requeridos en los dibujos creados a mano. Muchos programas permiten seleccionar una disposición estándar de vistas provenientes directamente de un modelo de CAD en 3D.



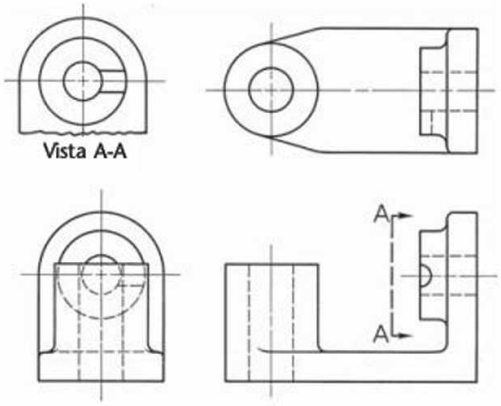
6.28 Tres vistas en alineación correcta, pero con una mala elección de la vista frontal

SUGERENCIA

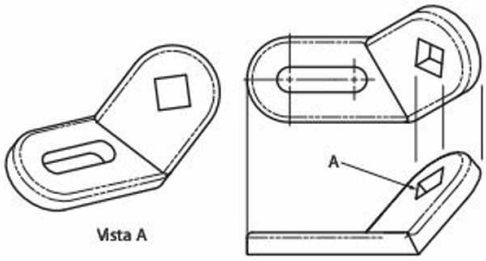
Debido a que CAD facilita el movimiento de las vistas completas, resulta tentador colocar las vistas de modo que se ajusten a la pantalla o a la hoja de impresión y no en la disposición estándar. Esto no es aceptable.

Por lo general, el software de CAD en 3D que genera vistas de dibujos en 2D como proyecciones de los objetos tridimensionales, tiene una opción para elegir entre las proyecciones de tercer ángulo o de primer ángulo. Verifique su software si no está seguro de que estos métodos de proyección están disponibles.

www.FreeLibros.me



6.29 Vista trasladada usando una línea del plano de visualización.



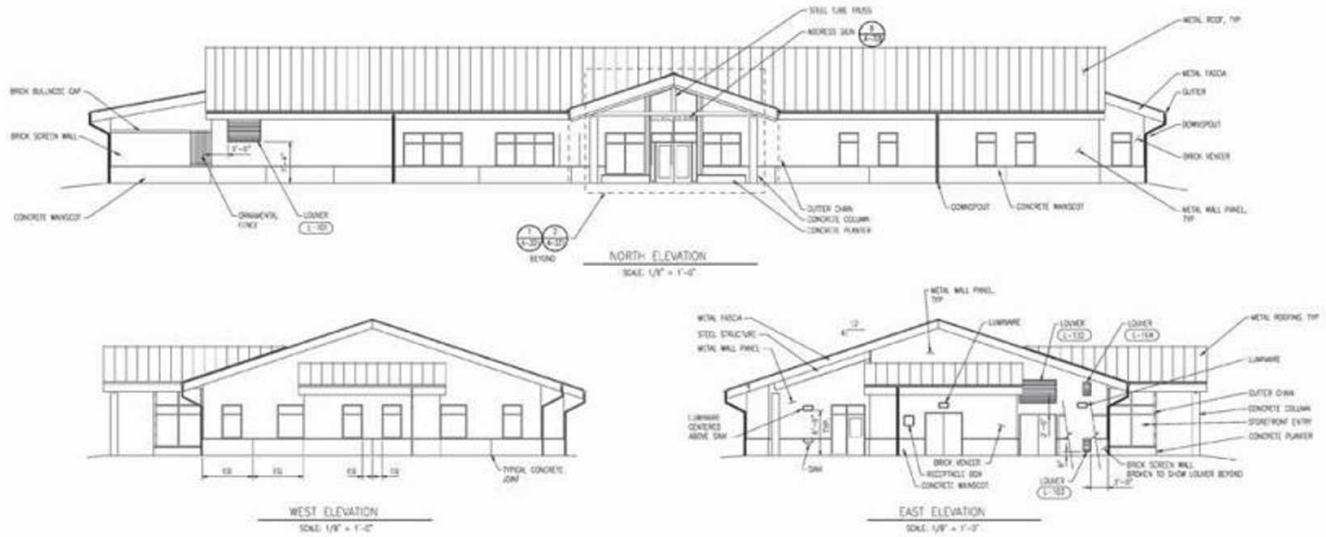
6.30 Vista trasladada usando una flecha indicadora de la vista.

6.11 VISTAS TRASLADADAS

Una ***vista trasladada*** es una vista completa o parcial que se desplaza a otro lugar en la hoja de modo que ya no está en proyección directa con cualquier otra vista, como se muestra en la esquina superior izquierda de la figura 6.29. Una vista trasladada puede utilizarse para mostrar con mayor claridad una característica del objeto, tal vez a una escala mayor, o para no tener que dibujar una vista normal completa. Para indicar la pieza que se está observando se usa una línea del plano de visualización. Las flechas en las esquinas muestran la dirección de la mirada. Las vistas trasladadas deben etiquetarse como Vista A-A, Vista B-B, etc.; las letras se refieren a las que se colocaron en las esquinas de la línea del plano de visualización. También puede usarse una flecha indicadora en la vista para mostrar la dirección de la mirada a la vista trasladada, como se muestra en la figura 6.30. Asegúrese de etiquetar claramente la vista trasladada y de proporcionar su escala si ésta es diferente de la escala del dibujo general.

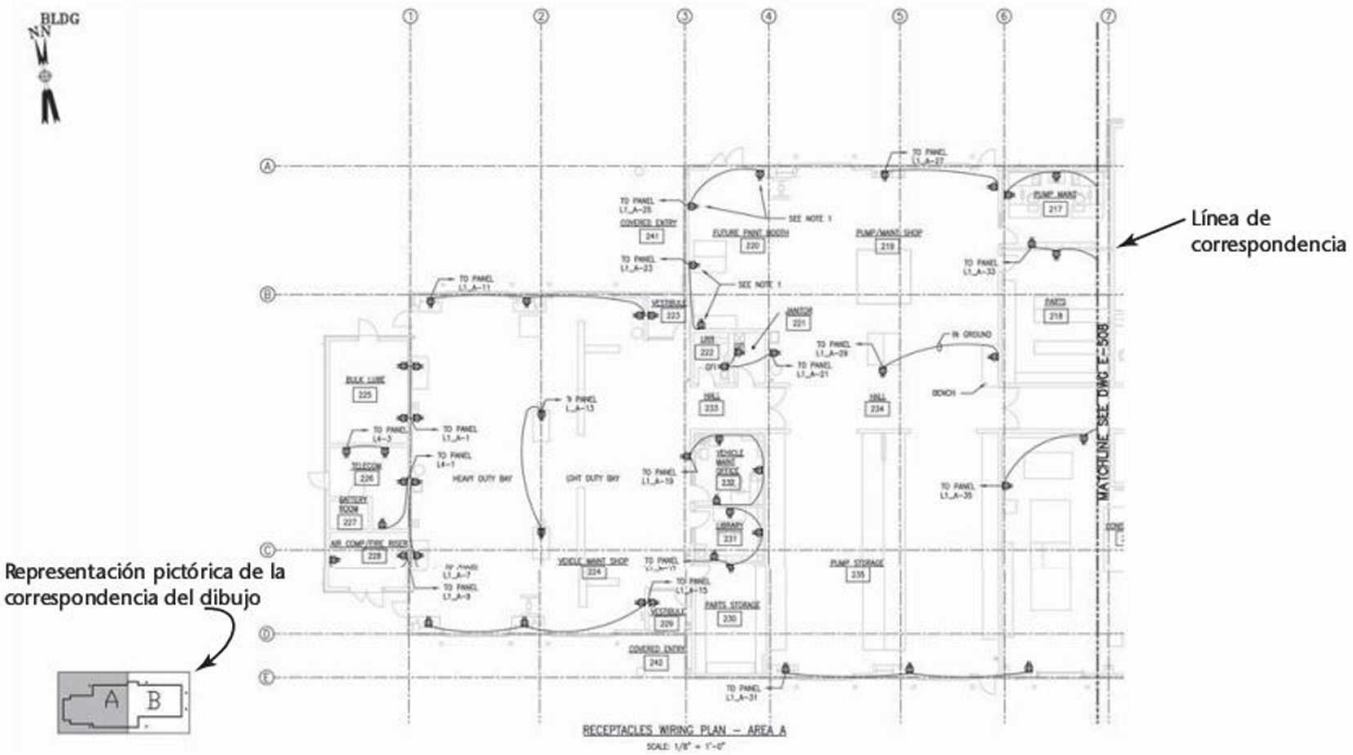
Hay veces en que en los planos arquitectónicos no caben siquiera dos vistas estándar en una hoja. Las hojas suelen etiquetarse para indicar las vistas estándar, como en la figura 6.31. Por ejemplo, las vistas se etiquetan como "Planta" (*Plan*) para la vista superior, "Elevación este" (*East Elevation*) para la vista lateral observada desde la dirección este, etc. Las vistas adicionales utilizan una línea del plano de visualización o una flecha para indicar la dirección de la mirada.

En los grandes planos civiles y otros dibujos complejos, como el plano eléctrico de la figura 6.32, es posible que una sola hoja no sea suficiente para mostrar con claridad una vista. Para los proyectos que se extienden de una hoja a otra, a menudo se trazan líneas de correspondencia para mostrar cómo se relaciona una hoja con la anterior.



6.31 Plano arquitectónico con vistas etiquetadas. (Cortesía de CH2M HILL).

www.FreeLibros.me



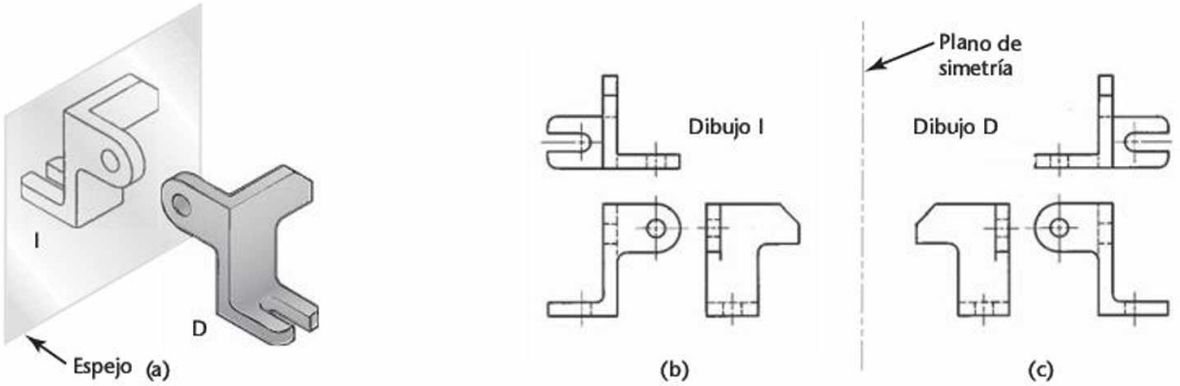
6.32 Porción de un plano del sistema eléctrico de un edificio usando líneas de correspondencia. (Cortesía de CH2M HILL).

6.12 PIEZAS DERECHA E IZQUIERDA

Las piezas suelen funcionar en pares de piezas semejantes y opuestas que casi nunca pueden ser exactamente iguales. Por ejemplo, la defensa delantera derecha de un automóvil no puede tener la misma forma que la defensa delantera izquierda. Una ***pieza izquierda*** no es simplemente una pieza derecha que se gira: las dos partes son imágenes de espejo y no son intercambiables.

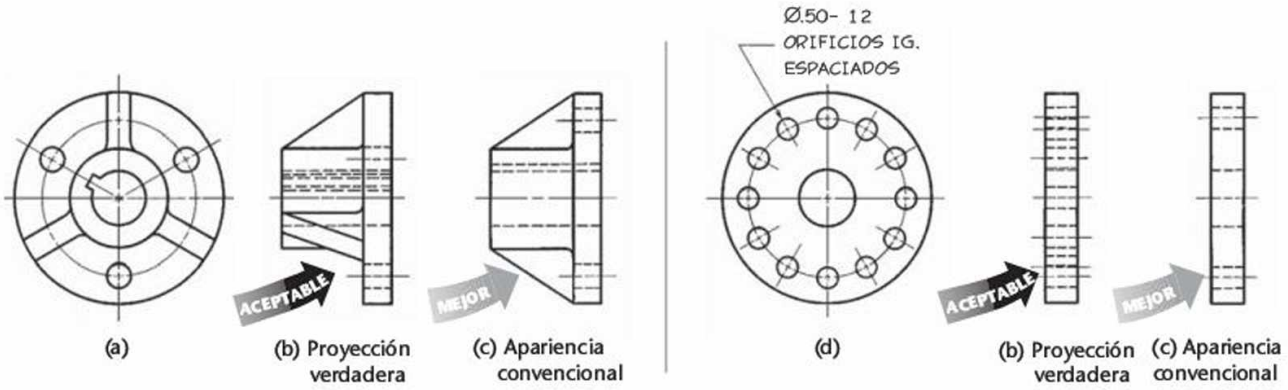
En bosquejos y dibujos, una parte izquierda se anota como I, y una pieza derecha como D. En la figura 6.33a, la pieza delante del espejo es una pieza derecha y la imagen reflejada es la pieza izquierda. Sin importar cómo se gire el objeto, la imagen en el espejo mostrará la pieza izquierda. En las figuras 6.33b y c se muestran los dibujos izquierdo y derecho del mismo objeto.

Por lo común se dibuja una de las dos piezas opuestas y se etiqueta aquella que se dibujó, agregando una nota como: SE MUESTRA LA PIEZA I, OPUESTA D. Si la forma opuesta no está clara, debe hacer otro bosquejo o dibujo que la muestre clara y completamente.



6.33 Piezas derecha e izquierda.

www.FreeLibros.me



6.34 Convenciones de revolución.

6.13 CONVENCIONES DE REVOLUCIÓN

En ocasiones, las proyecciones multivista regulares son imprecisas, confusas o realmente engañosas. Por ejemplo, en la figura 6.34a se muestra un objeto que tiene tres costillas triangulares, tres agujeros equidistantes en la base y un cuñero. La vista del lado derecho es una proyección regular, pero no es recomendable; las costillas inferiores aparecen en una posición sesgada, los agujeros no se ven con su verdadera relación respecto al borde de la base, y el cuñero se proyecta como una confusión de líneas ocultas.

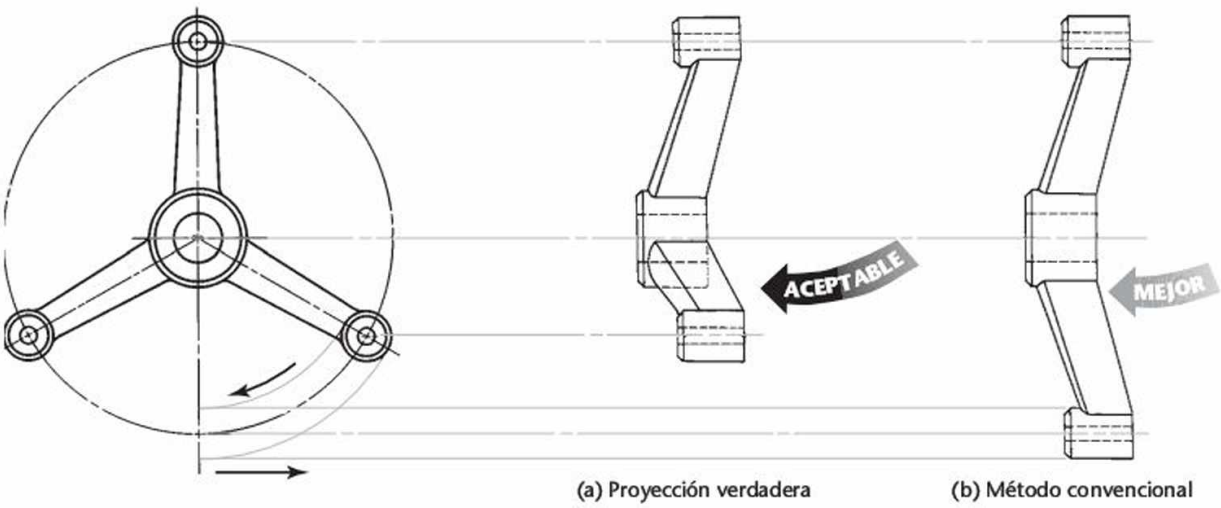
Se prefiere el método que se muestra en la figura 6.34c porque es más fácil de leer y requiere menos tiempo para su bosquejo. Cada uno de los elementos mencionados se ha girado en la vista frontal para que queden sobre la línea central vertical, a partir de la cual se proyecta hacia la vista lateral correcta.

En las figuras 6.34d y e se muestran vistas regulares de una brida con varios agujeros pequeños. Los agujeros ocultos son confusos y requieren un tiempo innecesario para mostrarse. En la figura 6.34f se muestran los agujeros girados para mayor claridad.

En la figura 6.35 se muestra una proyección regular con un sesgo confuso de su brazo inclinado. En la figura 6.35b, el brazo inferior se gira hasta alinearse de forma vertical en la vista frontal, de modo que se proyecte a su longitud verdadera en la vista lateral; lo anterior hace que la simetría del objeto sea clara.

Revoluciones como éstas se usan con frecuencia en relación con el seccionamiento. Las vistas en sección giradas se llaman *secciones alineadas*.

En vistas generadas a partir de modelos de CAD en 3D no se requiere girar los elementos para mostrar su verdadero tamaño, pero se prefiere, sobre todo en los dibujos trazados a mano o dibujados con CAD en 2D.

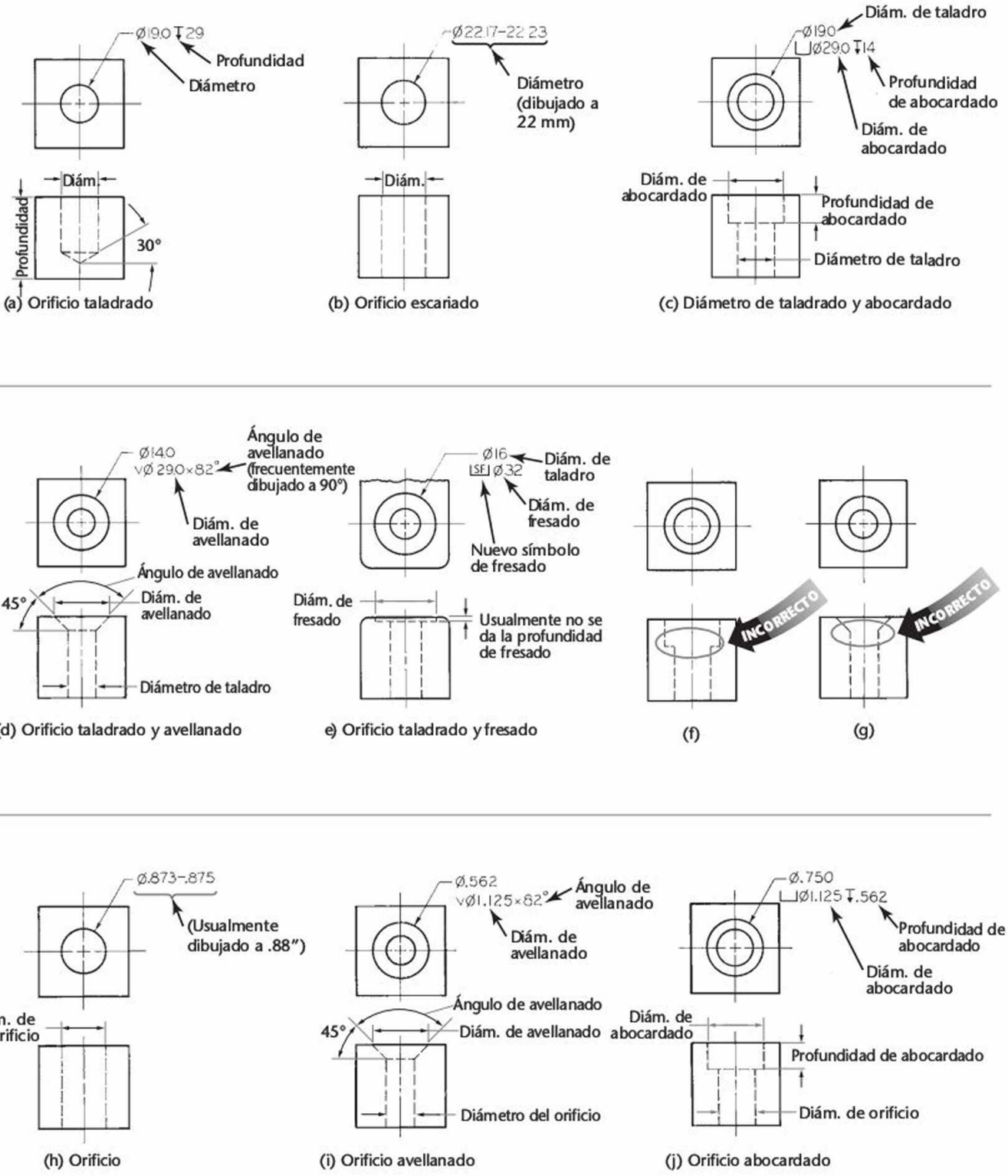


6.35 Convenciones de revolución.

www.FreeLibros.me

Orificios más comunes mostrados en vistas ortográficas

Las vistas ortográficas de los orificios más comunes se muestran en la figura 6.36. Consulte la tabla 6.1 en la página 204 para ver las descripciones de estos agujeros comunes.

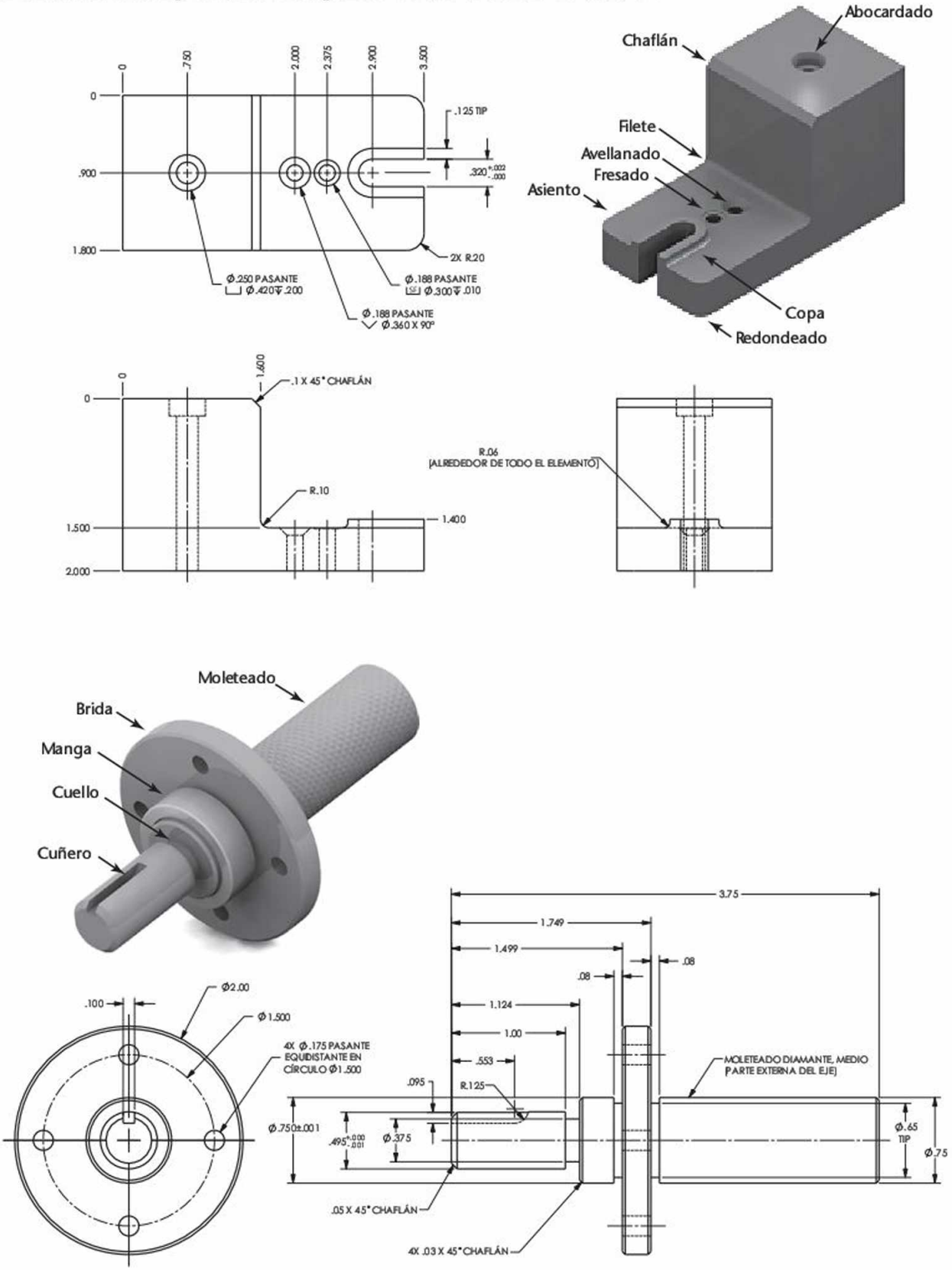


6.36 Representación de orificios en vistas ortográficas; las dimensiones para (a)-(e) son métricas.

www.FreeLibros.me

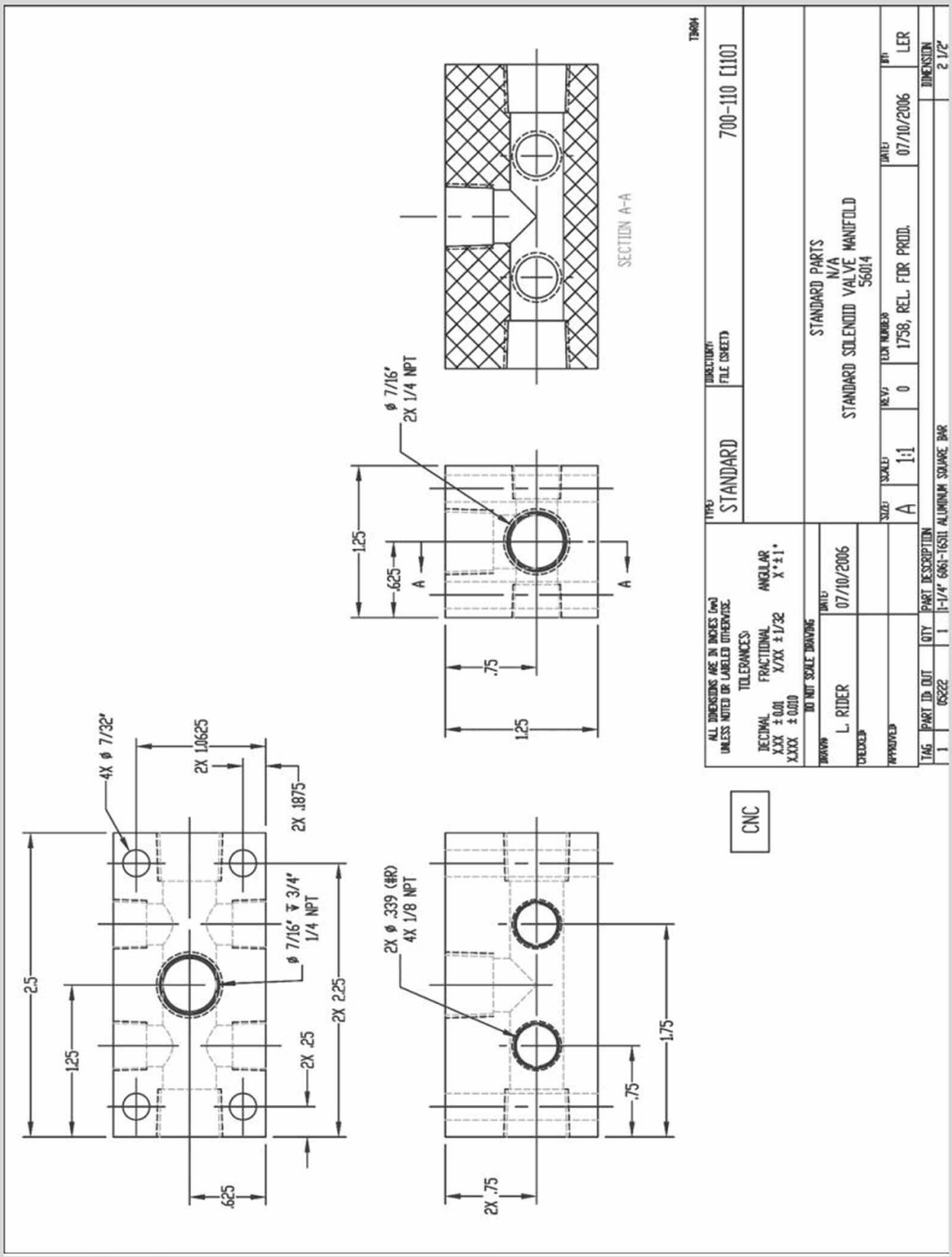
Características comunes mostradas en vistas ortográficas

En la figura 6.37 se muestran las vistas ortográficas de características comunes. Consulte la tabla 6.1 para ver las descripciones de estas características comunes.



6.37 Representación de características comunes en vistas ortográficas.

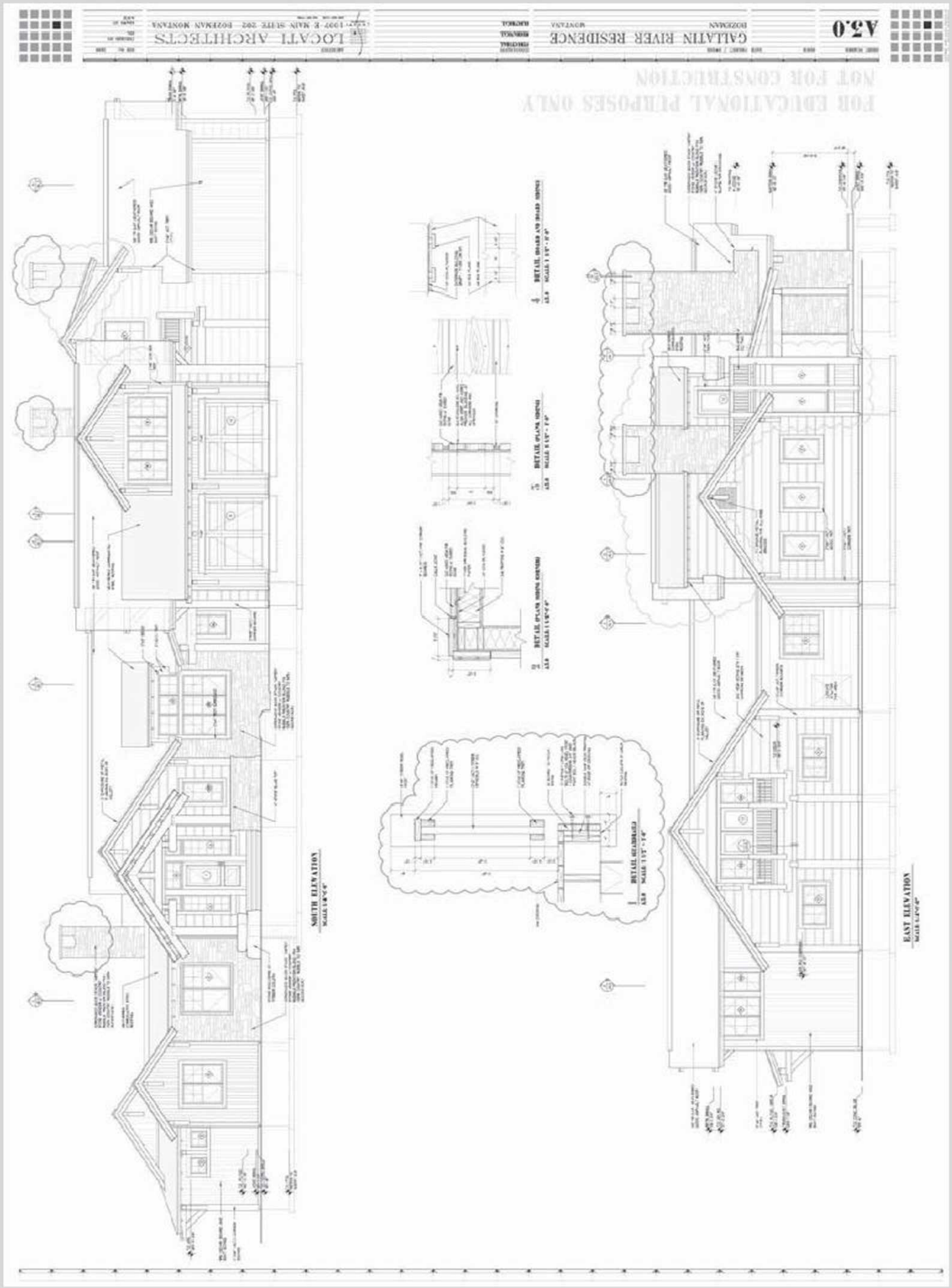
www.FreeLibros.me



Vistas ortográficas de un bloque de válvulas solenoides. *Este dibujo es de una pieza que tiene muchos agujeros intersecantes.* (Cortesía de Wood's Power-Grip Co., Inc.).

www.FreeLibros.me

PORTAFOLIO



Las vistas en este plano arquitectónico son demasiado grandes para que quepan en una hoja normal de proyección, por lo que se usan vistas desplazadas. Observe que cada vista está claramente etiquetada en cuanto a su dirección de visualización, puesto que las vistas no están en proyección. (Cortesía de Locati Architects).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Abocardado
Asiento
Avellanado
Brida
Chaflán
Chavetero/cuñero
Copa
Cuello
Descentrados
Filete
Fresado
Intersección
Manga
Moleteado
Pieza derecha
Pieza izquierda
Redondeado
Revoluciones
Tangente
Vista desplazada
Vista parcial

RESUMEN DEL CAPÍTULO

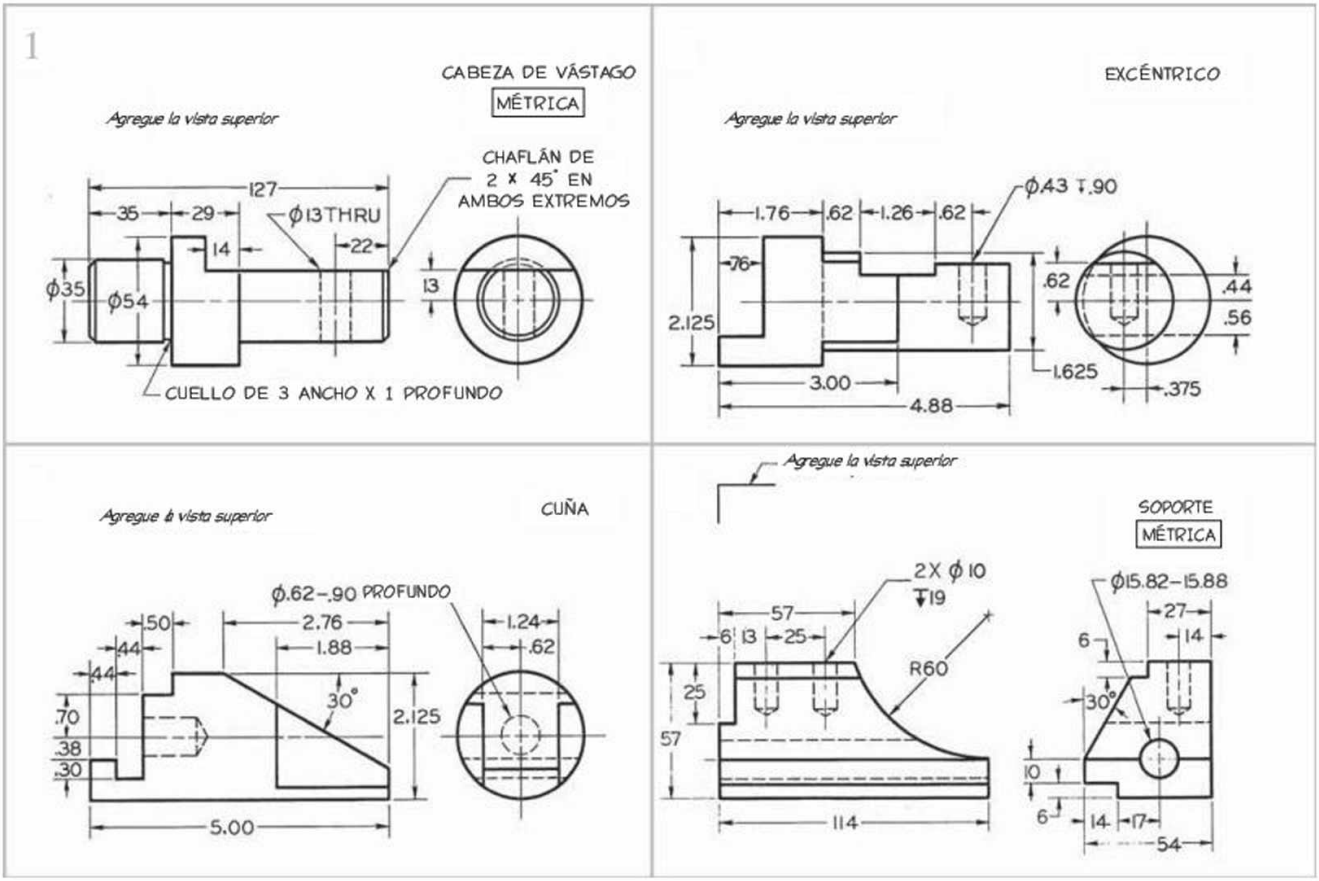
1. Las curvas irregulares pueden representarse al identificar los puntos en el objeto. Estos puntos pueden proyectarse para aproximar los límites de la superficie curva.
2. Las convenciones de dibujo definen las prácticas habituales para la representación de elementos como agujeros, copas, costillas, almas, asientos, filetes y redondeados.
3. Use las mismas prácticas principales para organizar las vistas de dibujo en la hoja, tanto para dibujos hechos a mano como para los dibujos en CAD. Muestre y etiquete detalles ampliados y vistas desplazadas. Use vistas parciales y deje fuera las líneas ocultas siempre y cuando el objeto se muestre con claridad.
4. Cuando las superficies curvas y planas se intersecan se forma un borde, el cual se representa en los dibujos mediante una línea. Cuando las superficies curvas y planas son tangentes no se forma ningún borde, por lo que no es necesario dibujar ninguna línea. Si el dibujo no queda claro, utilice líneas fantasma para mostrar las tangencias.
5. Los tipos más comunes de orificios son pasantes, ciegos, abocardados, avellanados y fresados.
6. Los filetes, redondeados y descentrados son tipos especiales de curvas tangentes que se forman en las piezas con bordes redondeados.
7. Cuando sea necesario para mayor claridad, los elementos pueden mostrarse en una posición girada usando las convenciones de revolución.
8. Las líneas de corte pueden usarse para dejar fuera una sección de una pieza donde ésta sea uniforme o repetitiva. A menudo, esto se hace para ampliar la escala de las porciones restantes de la pieza a fin de que los detalles se puedan ver con claridad.

PREGUNTAS DE REPASO

1. Si la vista superior de un objeto muestra un orificio pasante taladrado, ¿cuántas líneas ocultas serán necesarias en la vista frontal para describir el orificio?, ¿cuántas si el agujero es avellanado?, ¿o abocardado?
2. Si una superficie plana interseca una superficie curva, ¿debe mostrarse una línea en un dibujo para representar esa intersección?, ¿qué pasa cuando el plano es tangente?
3. ¿Qué es un filete? ¿Un redondeado? ¿Un asiento? ¿Una copa? ¿Un moleteado?
4. ¿Cómo se muestran las piezas derecha e izquierda?
5. Qué es más fácil crear, ¿un detalle ampliado a mano o mediante un sistema de CAD?

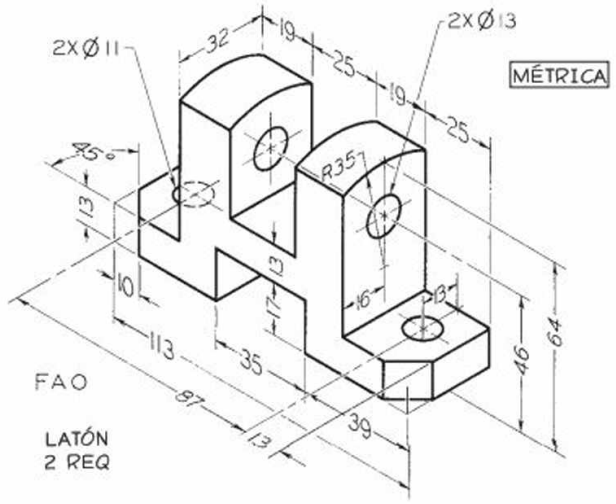
www.FreeLibros.me

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

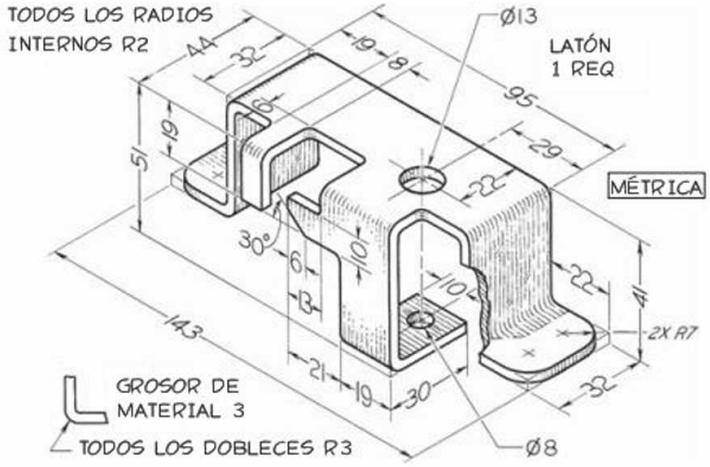


Ejercicio 6.1 Problemas de vista faltante. Bosqueje o dibuje las vistas dadas y agregue la vista que falta. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

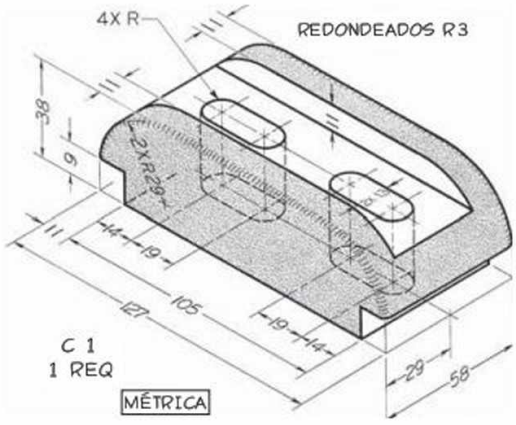
www.FreeLibros.me



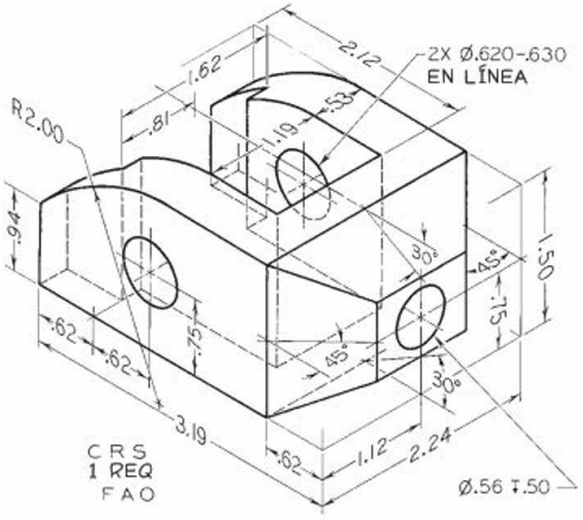
Ejercicio 6.2 Varilla de soporte.*



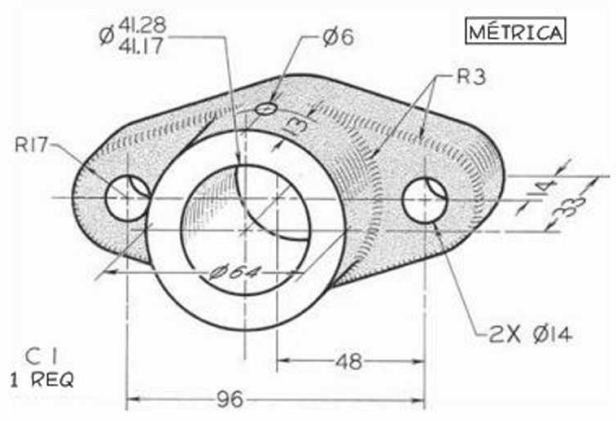
Ejercicio 6.5 Abrazadera de soporte.*



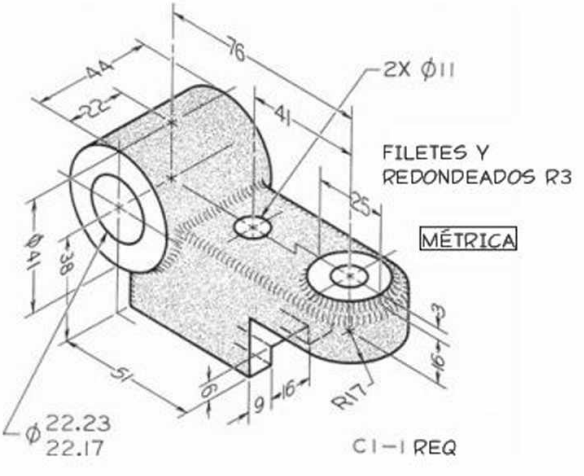
Ejercicio 6.3 Contrapunto.*



Ejercicio 6.6 Leva.*



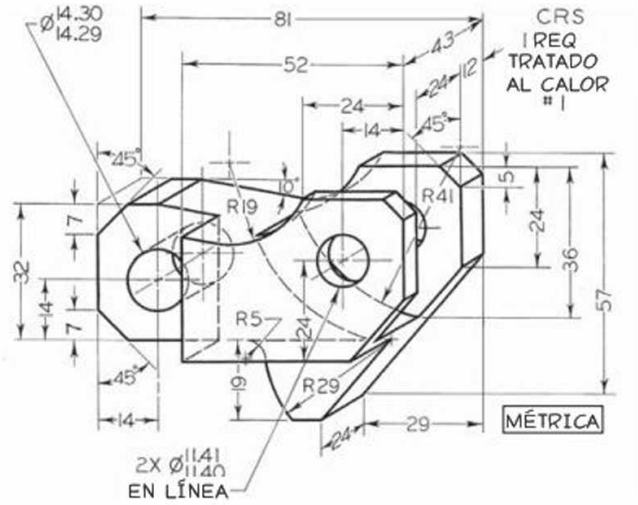
Ejercicio 6.4 Cojinete.*



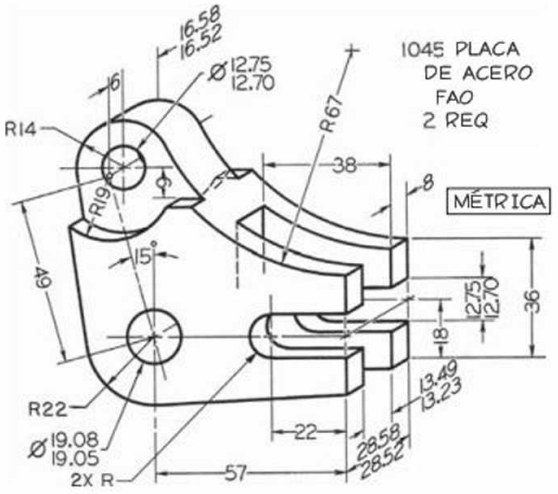
Ejercicio 6.7 Brazo índice.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

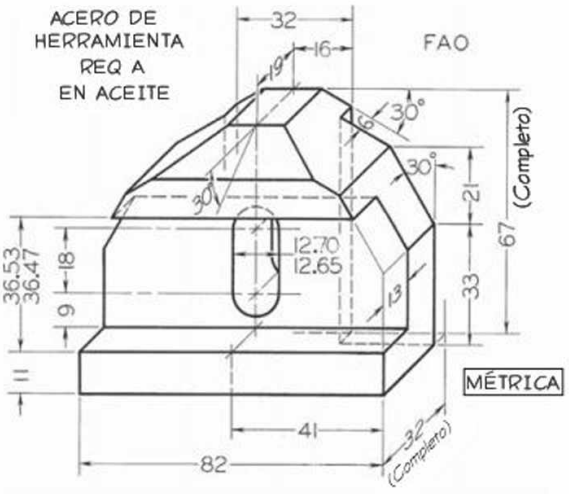
www.FreeLibros.me



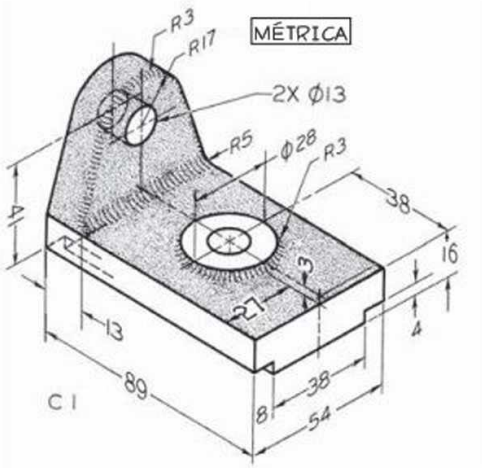
Ejercicio 6.8 Palanca de rodillo.*



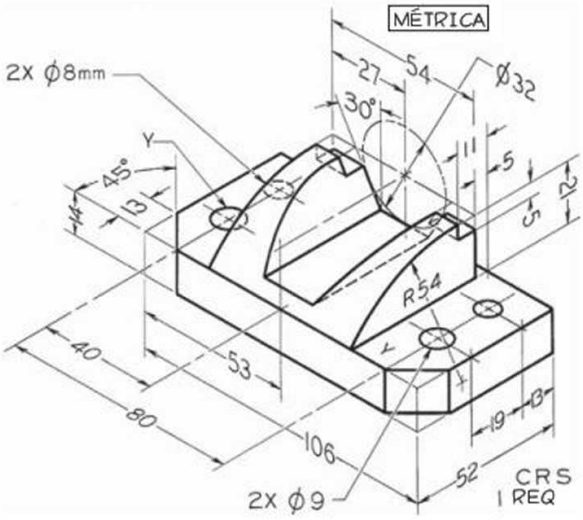
Ejercicio 6.11 Palanca acodada.*



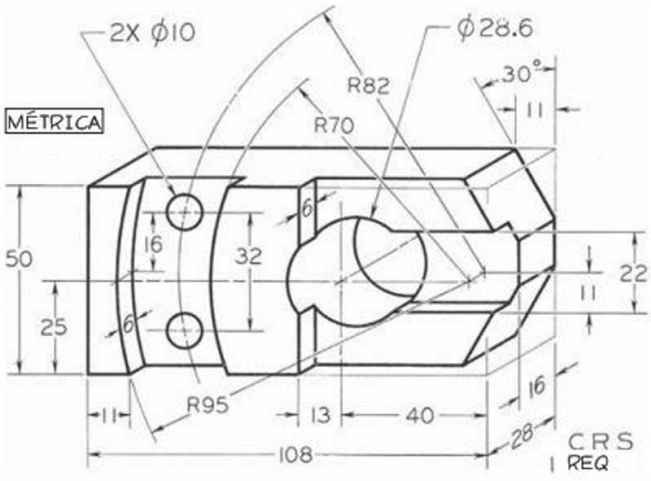
Ejercicio 6.9 Soporte.*



Ejercicio 6.12 Sujetador cortado.*



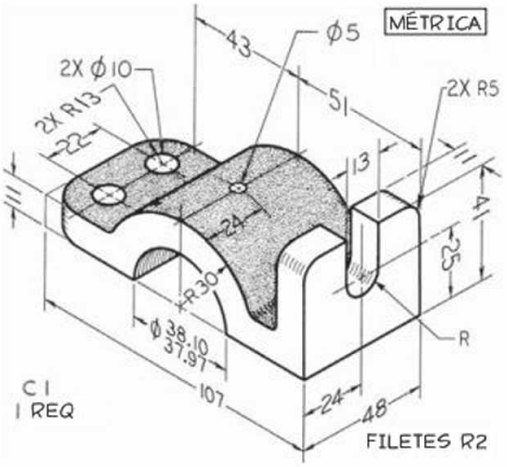
Ejercicio 6.10 Dedo localizador.*



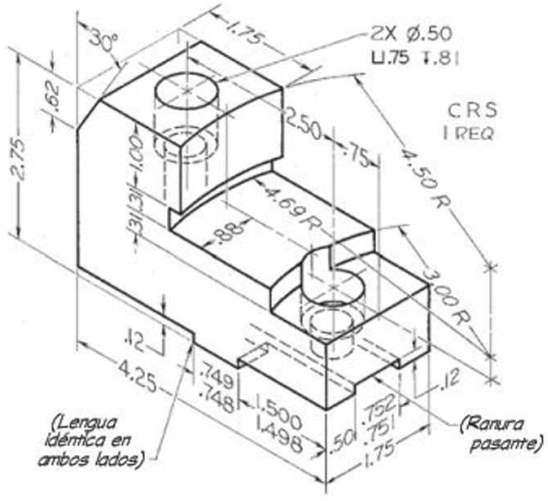
Ejercicio 6.13 Deslizador índice.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

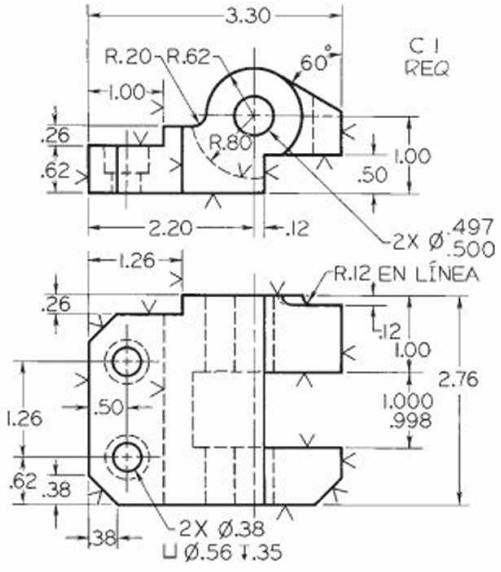
www.FreeLibros.me



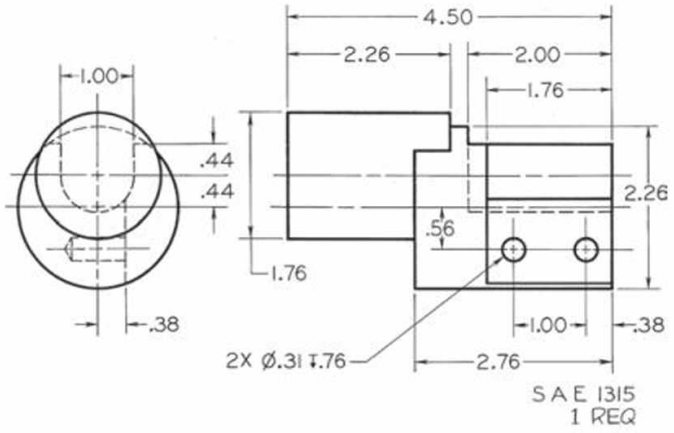
Ejercicio 6.14 Guía del marco.*



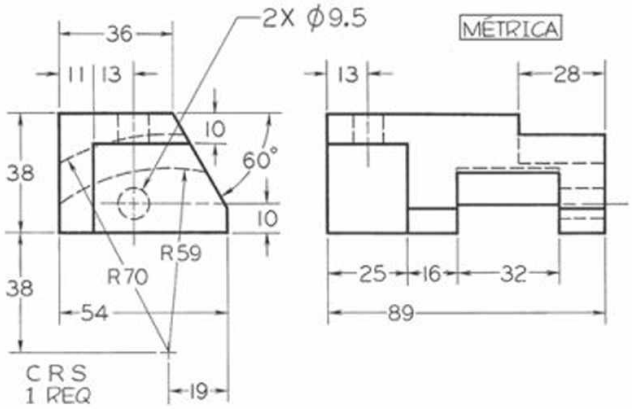
Ejercicio 6.15 Mordazas.*



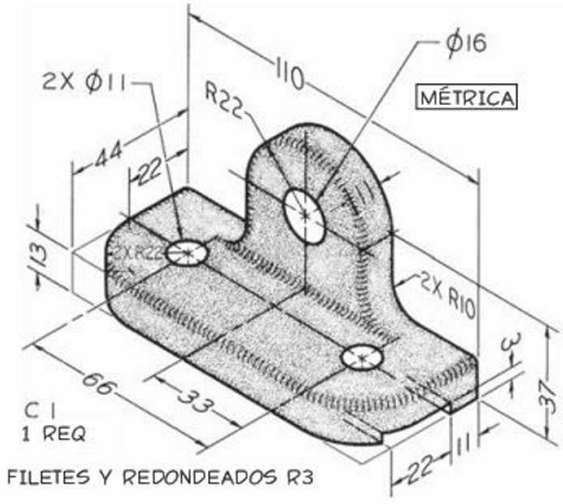
Ejercicio 6.16 Ménsula con bisagras.* Dadas: vistas frontal e inferior. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral derecha.



Ejercicio 6.17 Portaherramientas.* Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral derecha.



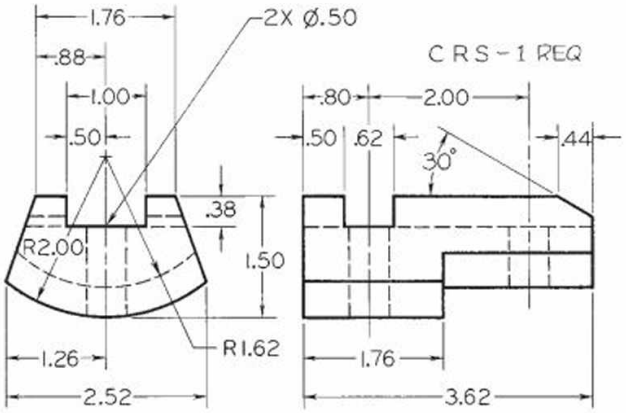
Ejercicio 6.18 Bloque de cambios.* Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral derecha.



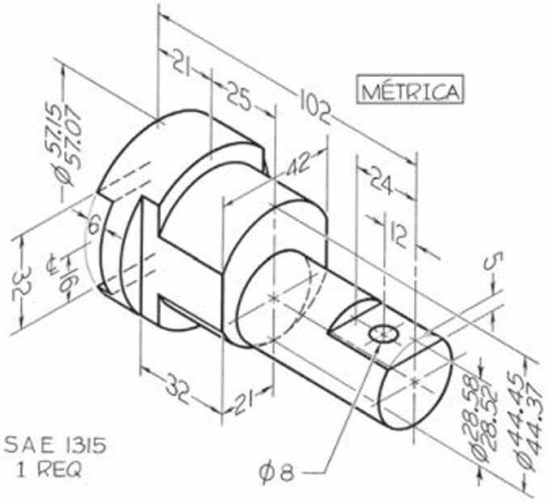
Ejercicio 6.19 Tope de alimentación cruzada.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

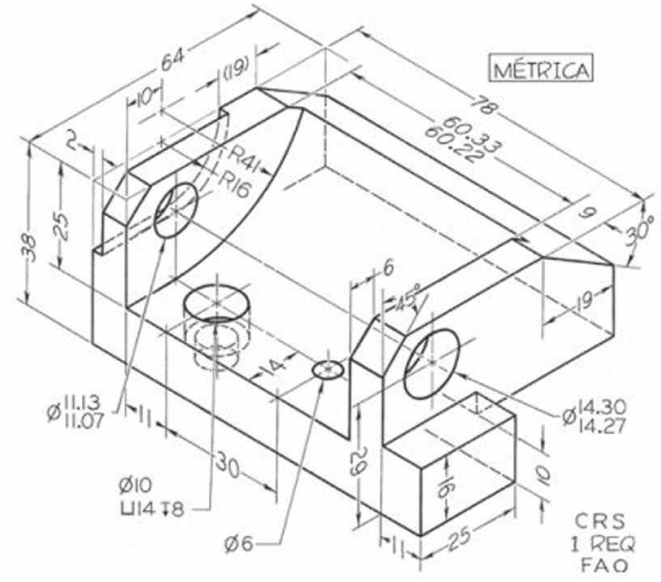
www.FreeLibros.me



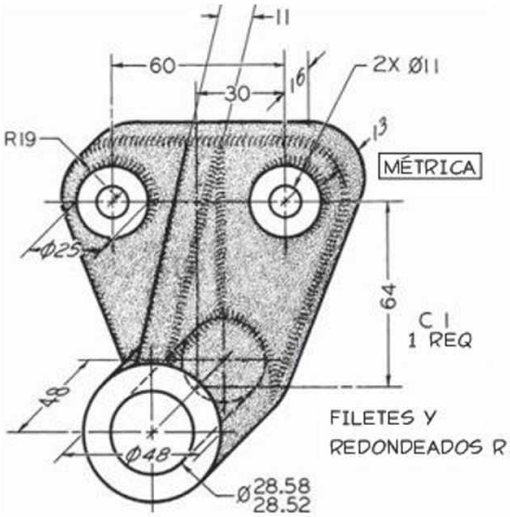
Ejercicio 6.20. Leva transversal.* Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral derecha.



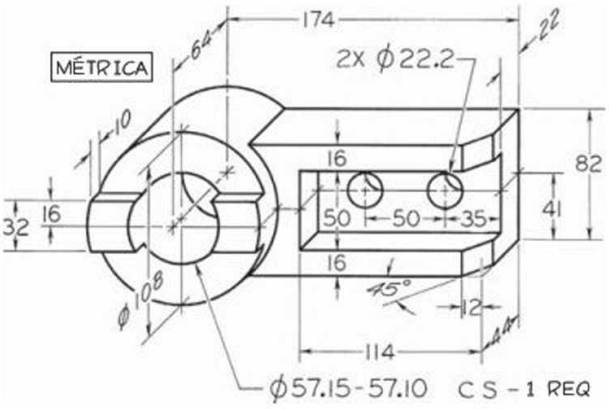
Ejercicio 6.21 Montante de rodillo.*



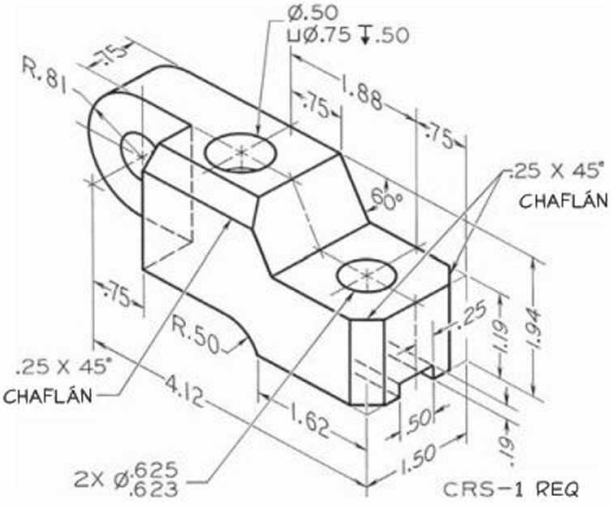
Ejercicio 6.22 Bloque de bisagra.*



Ejercicio 6.23 Cojinete de varilla de alimentación.*



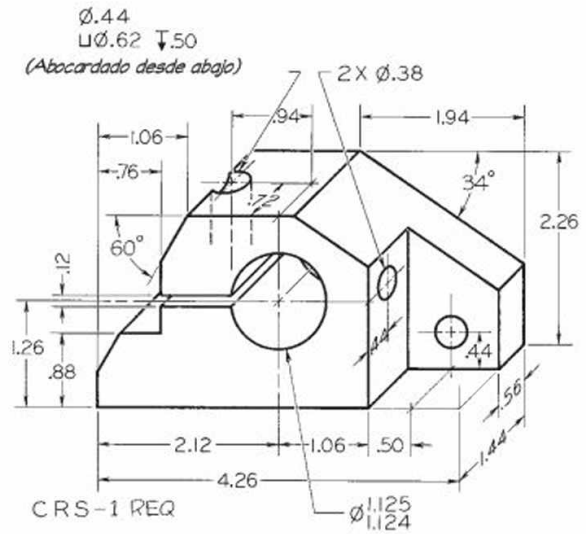
Ejercicio 6.24 Masa de palanca.* Dibuje a tamaño medio.



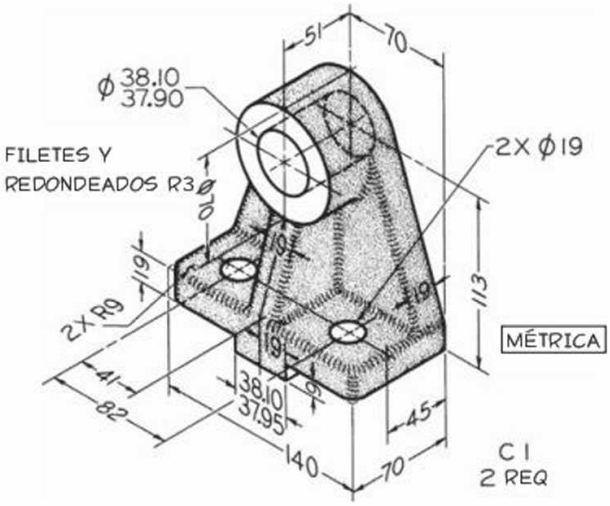
Ejercicio 6.25 Brazo vibrador.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

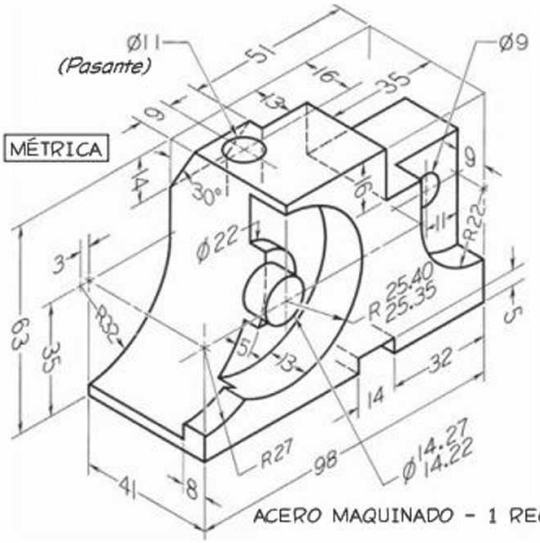
www.FreeLibros.me



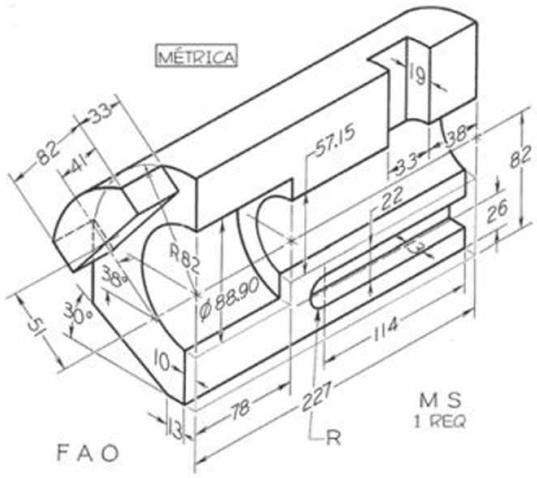
Ejercicio 6.26 Palanca de embrague.*



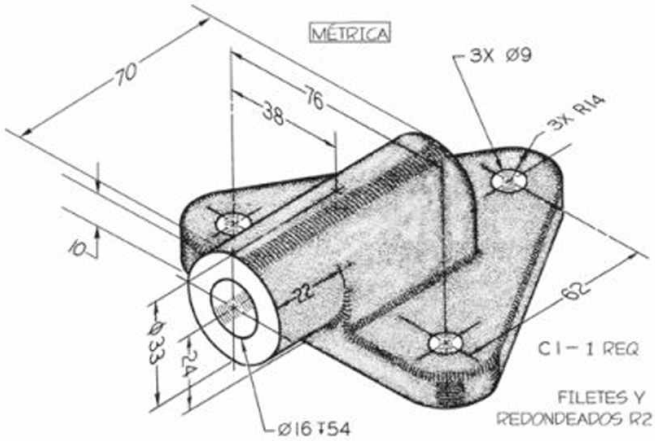
Ejercicio 6.27 Ménsula contra cojinete.* Dibuje a tamaño medio.



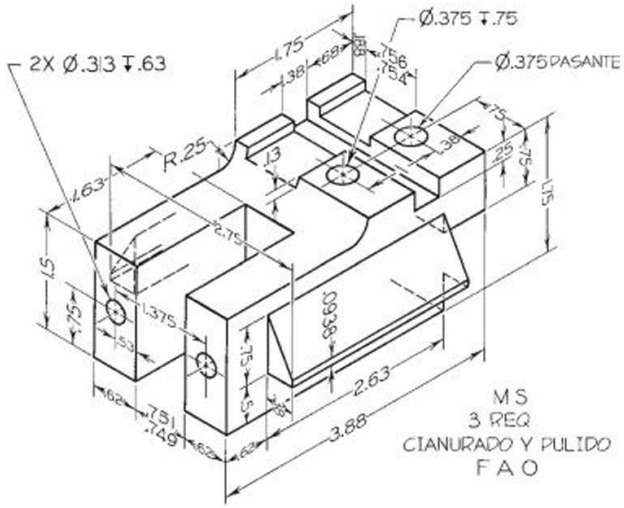
Ejercicio 6.28 Soporte para herramientas.*



Ejercicio 6.29 Bloque de control.*



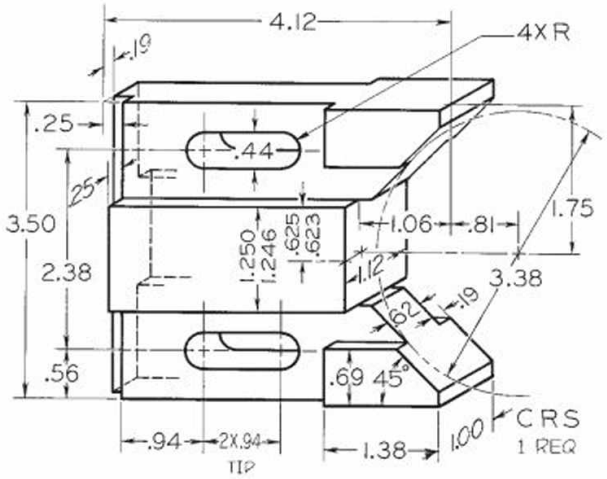
Ejercicio 6.30 Cojinete de conexión.*



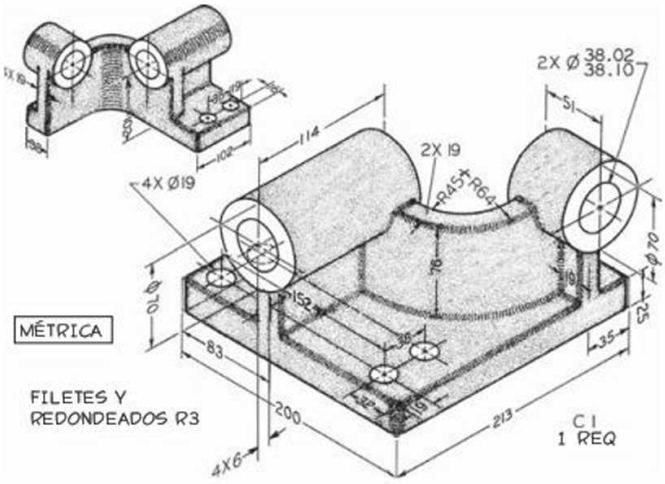
Ejercicio 6.31 Soporte para herramientas.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

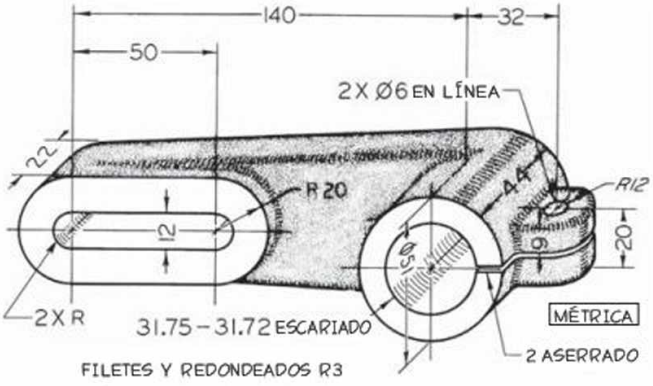
www.FreeLibros.me



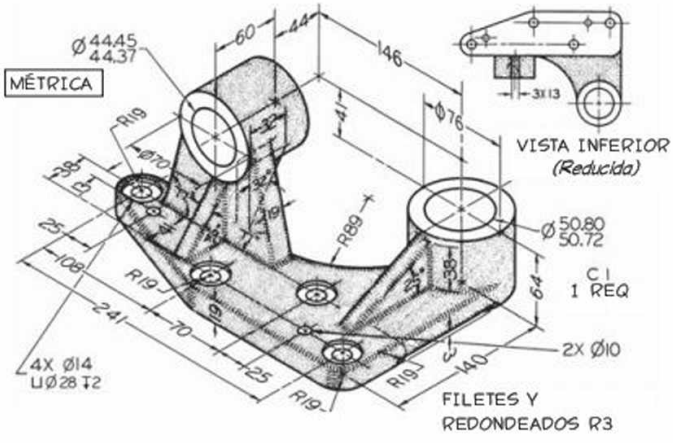
Ejercicio 6.32 **Bloque localizador en V.***



Ejercicio 6.34 **Soporte de tornillo guía.** Dibuje a tamaño medio.**



Ejercicio 6.33 **Soporte de anclaje.***

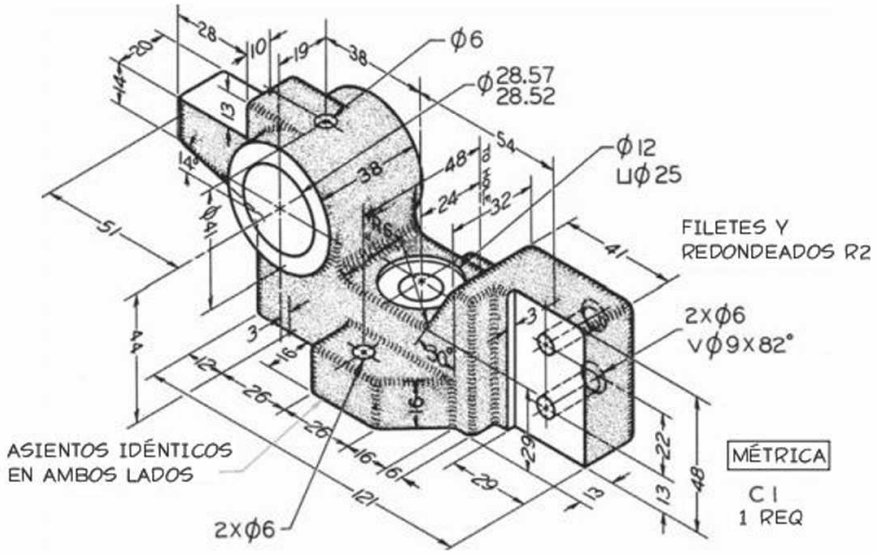


Ejercicio 6.35 **Soporte de palanca.** Dibuje a tamaño medio.**

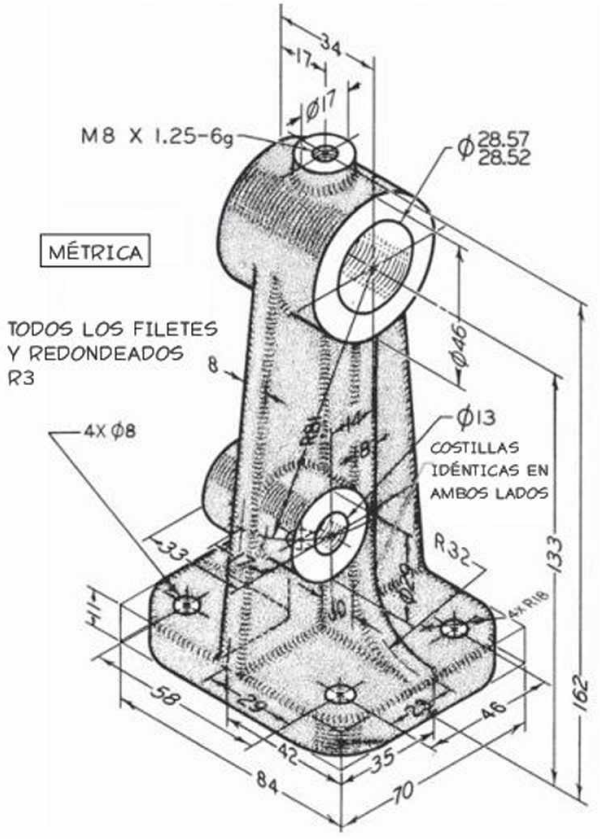
*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Estos ejercicios están diseñados para que quepan en hojas de papel A de 8.5" × 11", o métricas de tamaño A4. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

**Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Las piezas más grandes y más detalladas muestran los detalles con mayor claridad cuando se dibujan en formatos de papel más grandes. Considere el uso de hojas B, C, A3 o A2. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

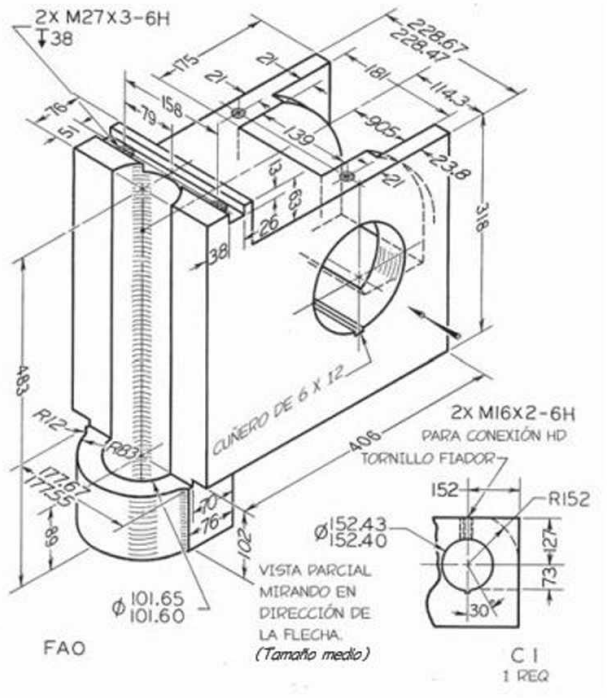
www.FreeLibros.me



Ejercicio 6.36 Centro de asidera de varillas.*



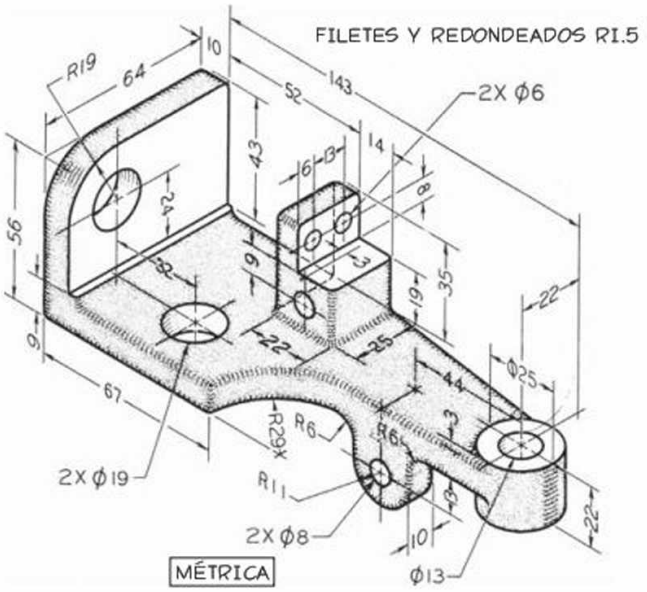
Ejercicio 6.37 Soporte de cojinete.*



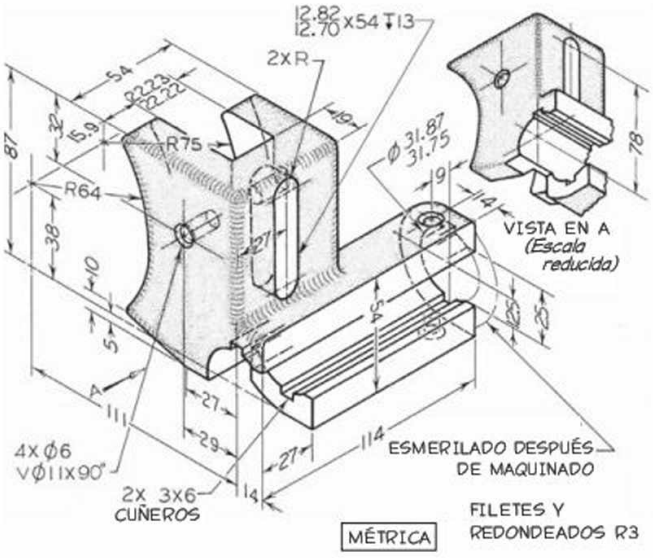
Ejercicio 6.38 Conector de eslabón.*
Dibuje a un cuarto del tamaño.

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Las piezas más grandes y más detalladas muestran los detalles con mayor claridad cuando se dibujan en formatos de papel más grandes. Considere el uso de hojas B, C, A3 o A2. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

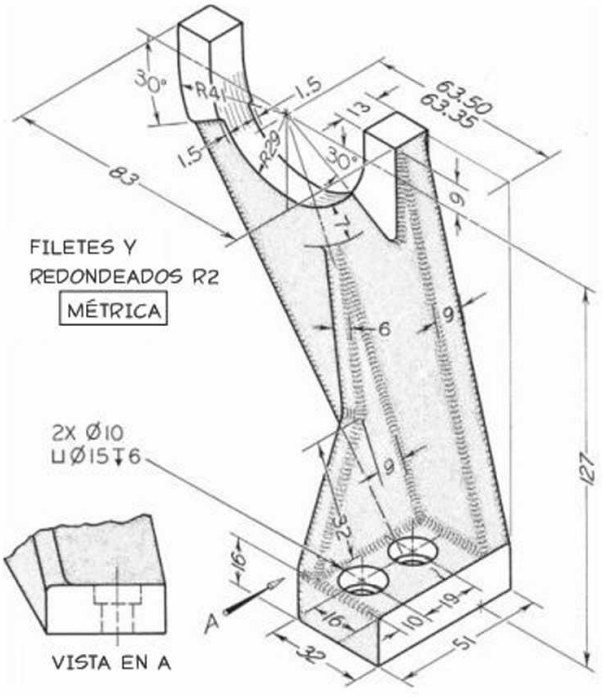
www.FreeLibros.me



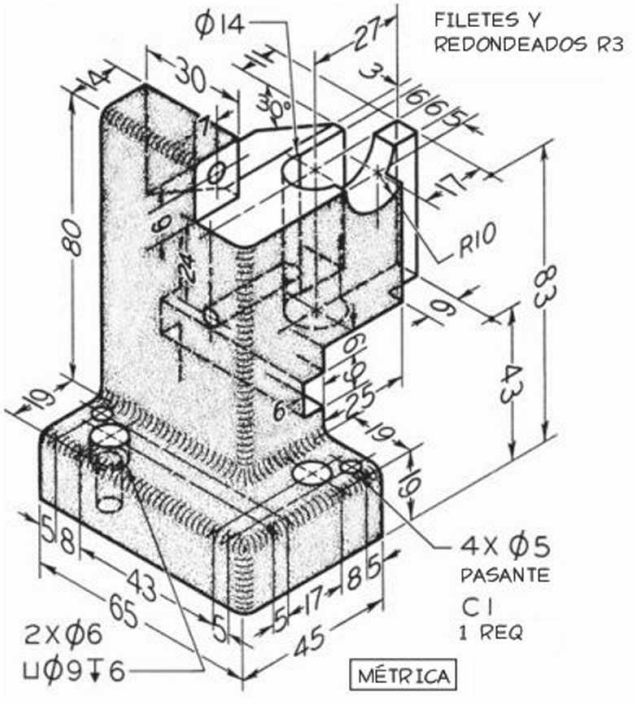
Ejercicio 6.39 Soporte de montaje.*



Ejercicio 6.41 Soporte de cambios de engrane.*



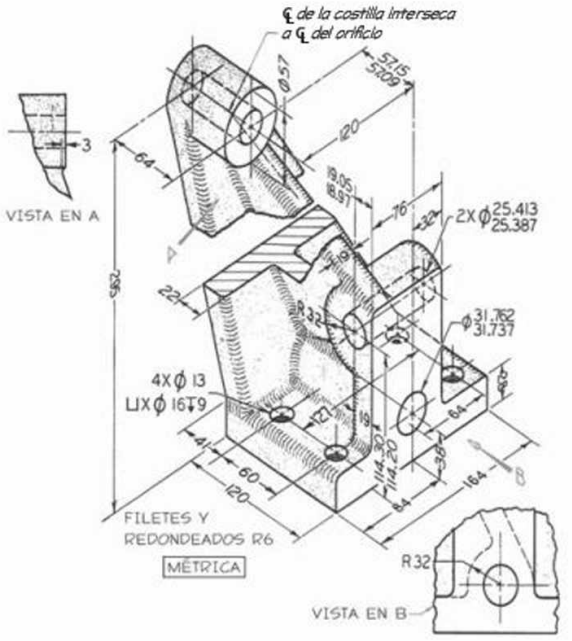
Ejercicio 6.40 Horqueta de cambio I.*



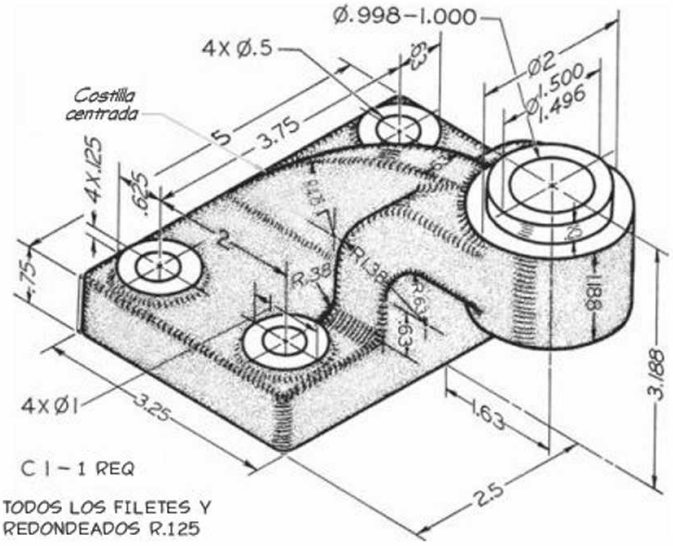
Ejercicio 6.42 Base de sujeción.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Las piezas más grandes y más detalladas muestran los detalles con mayor claridad cuando se dibujan en formatos de papel más grandes. Considere el uso de hojas B, C, A3 o A2. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

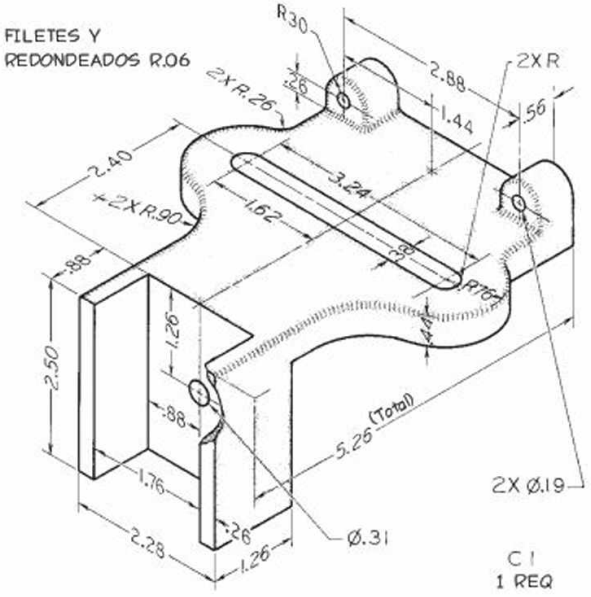
www.FreeLibros.me



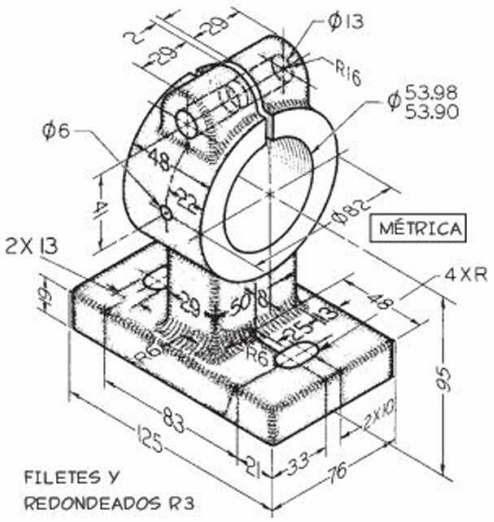
Ejercicio 6.43 Base de eyector.* Dibuje a tamaño medio.



Ejercicio 6.45 Cojinete sesgado.*



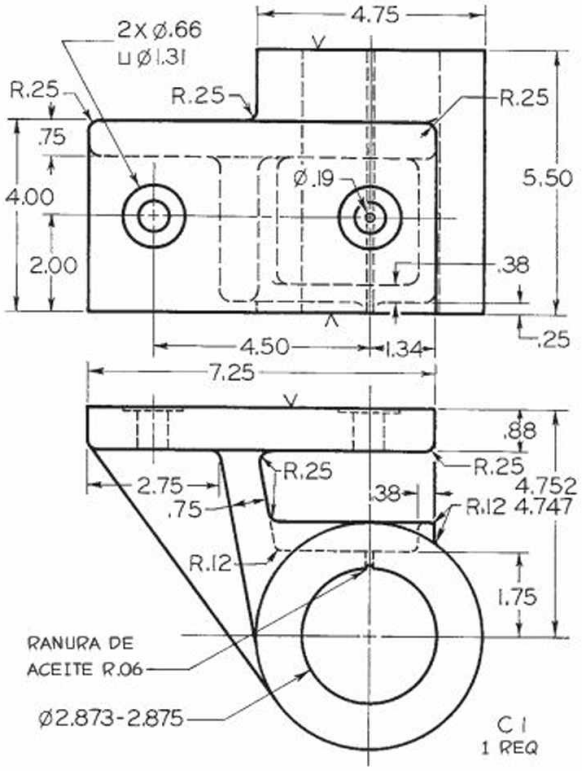
Ejercicio 6.44 Ménsula de tensión.*



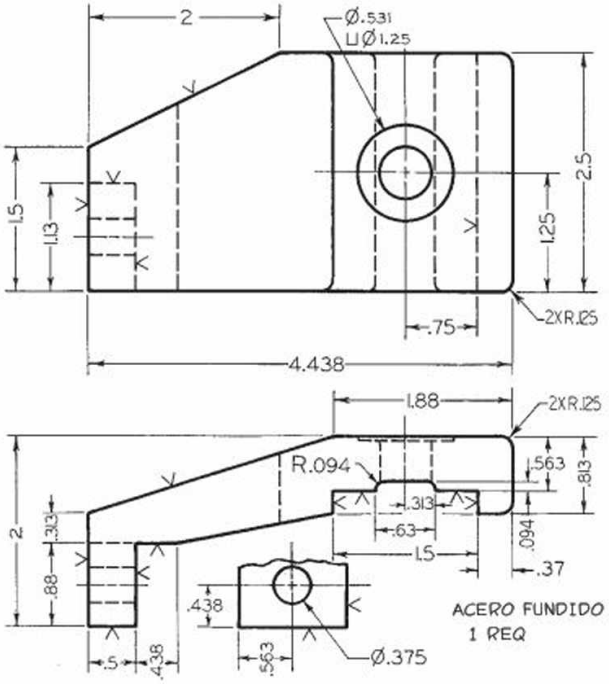
Ejercicio 6.46 Guía de alimentación.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Las piezas más grandes y más detalladas muestran los detalles con mayor claridad cuando se dibujan en formatos de papel más grandes. Considere el uso de hojas B, C, A3 o A2. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

www.FreeLibros.me



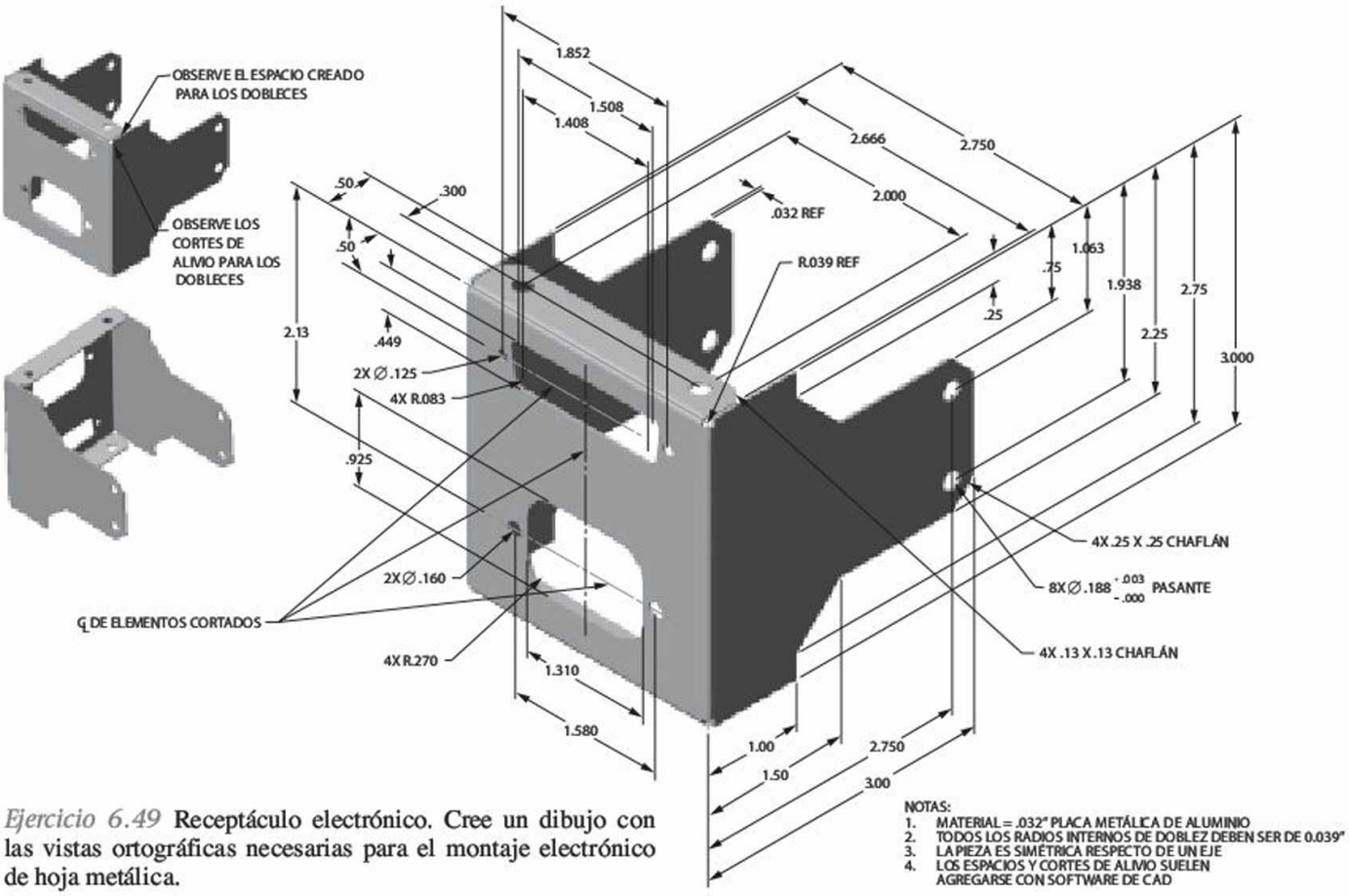
Ejercicio 6.47 Soporte del eje de alimentación. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vistas frontal, superior y mitad derecha, tamaño medio.*



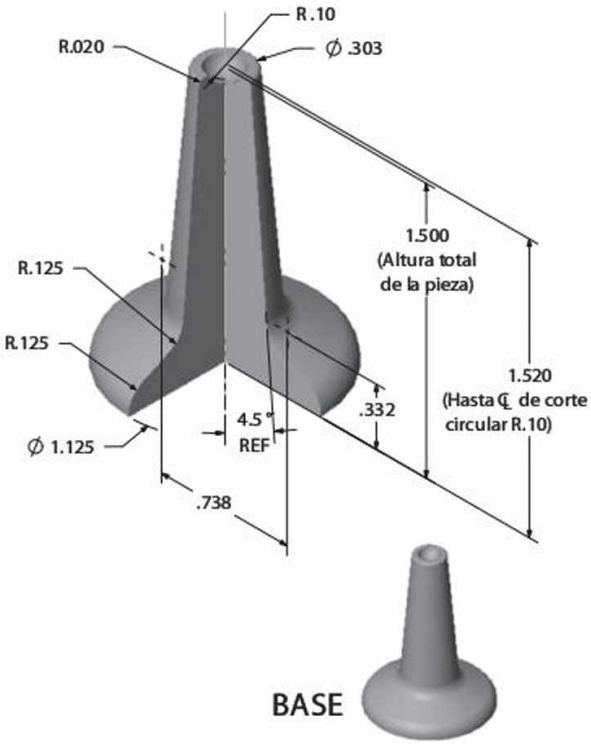
Ejercicio 6.48 Palanca viajera. Dadas: vistas frontal, superior y lateral parcial. Requeridas: vistas frontal, inferior y lateral izquierda, dibuje por completo.*

*Bosqueje o dibuje las vistas necesarias. Las piezas más grandes y más detalladas muestran los detalles con mayor claridad cuando se dibujan en formatos de papel más grandes. Considere el uso de hojas B, C, A3 o A2. Use un cuadro o una franja de títulos según lo indique su profesor. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según lo indique su profesor. Desplace las dimensiones a mejores ubicaciones donde sea posible.

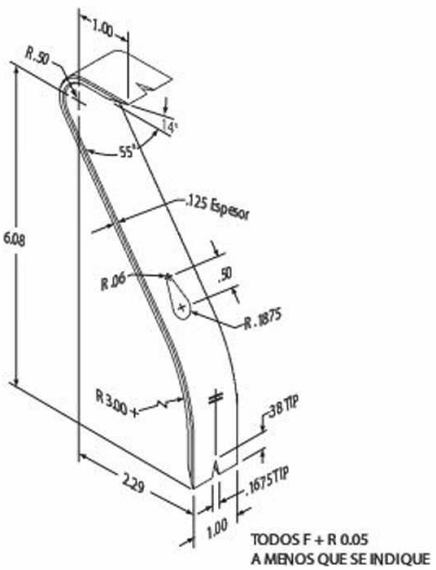
www.FreeLibros.me



Ejercicio 6.49 Receptáculo electrónico. Cree un dibujo con las vistas ortográficas necesarias para el montaje electrónico de hoja metálica.

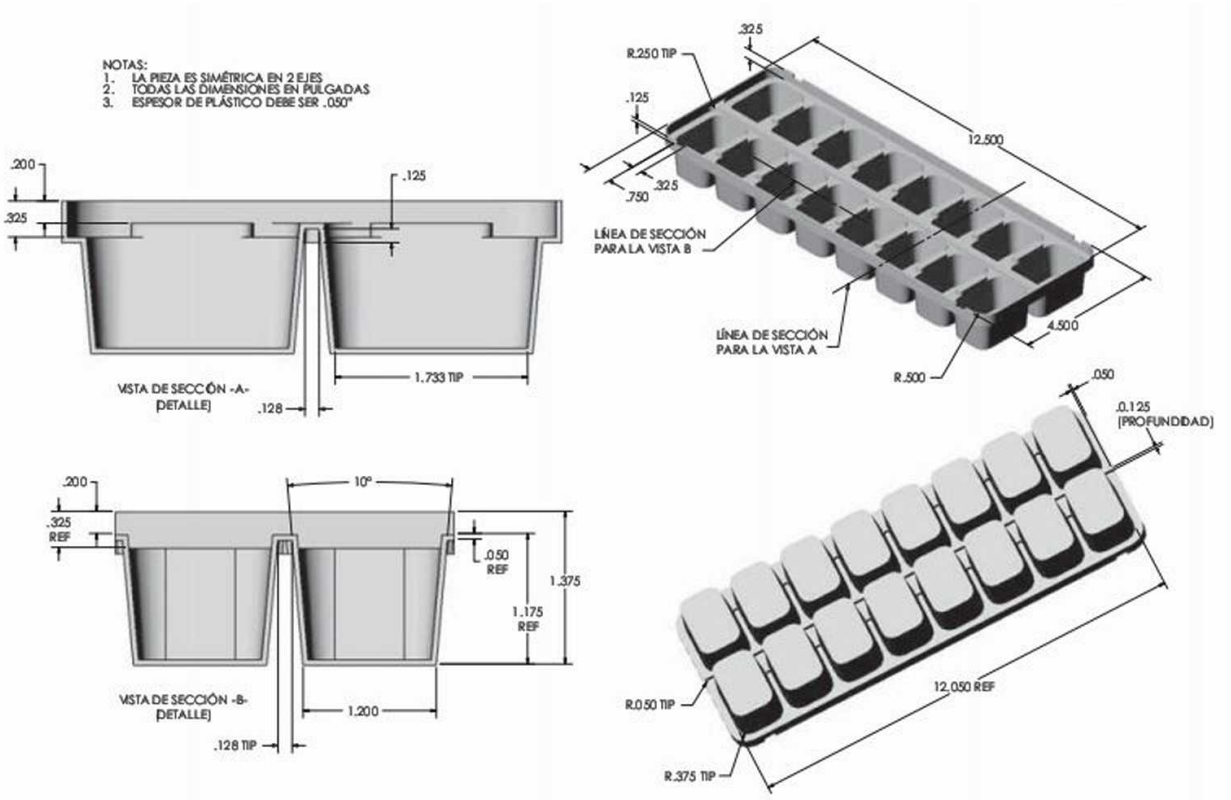


Ejercicio 6.50 Base de giroscopio. Cree un dibujo con las vistas ortográficas necesarias.

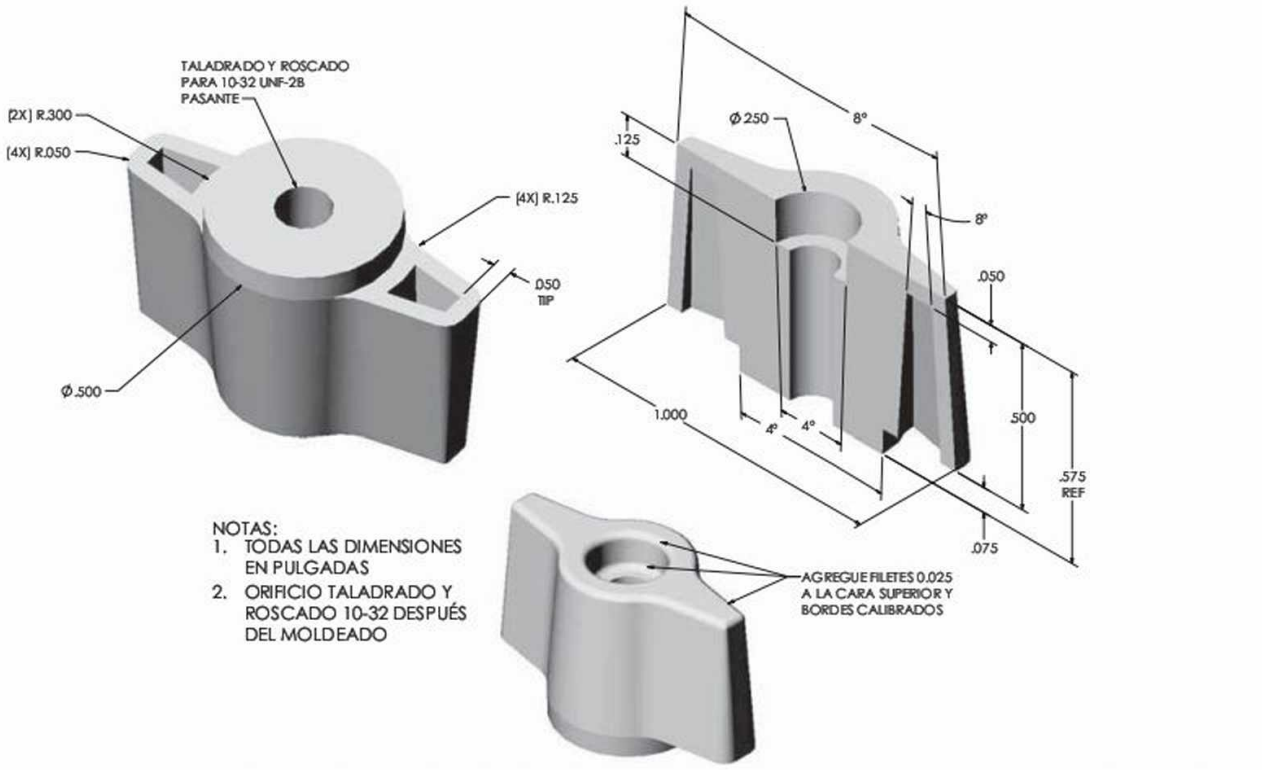


Ejercicio 6.51 Barra apalancada. Cree un dibujo con las vistas ortográficas necesarias para la barra apalancada.

www.FreeLibros.me

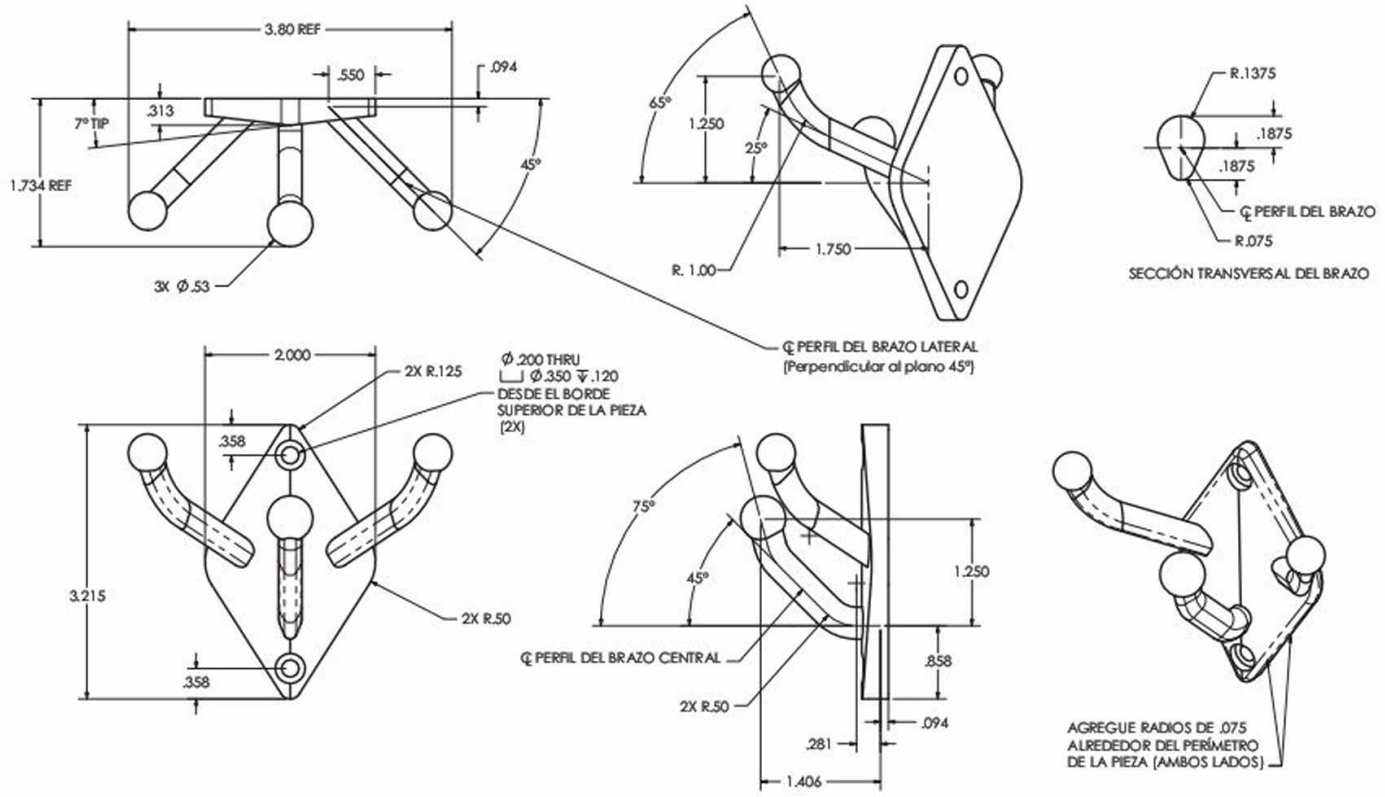


Ejercicio 6.52 Bandeja para cubos de hielo. Cree un dibujo que muestre las vistas ortográficas necesarias de la bandeja para cubos de hielo.

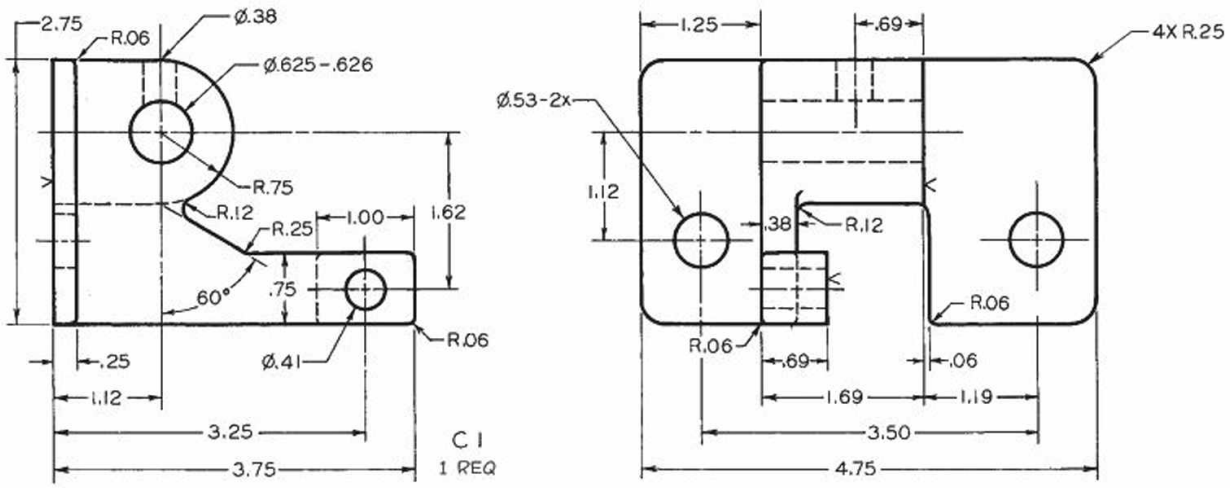


Ejercicio 6.53 Perilla simple. Cree un dibujo que muestre las vistas ortográficas necesarias de la perilla.

www.FreeLibros.me



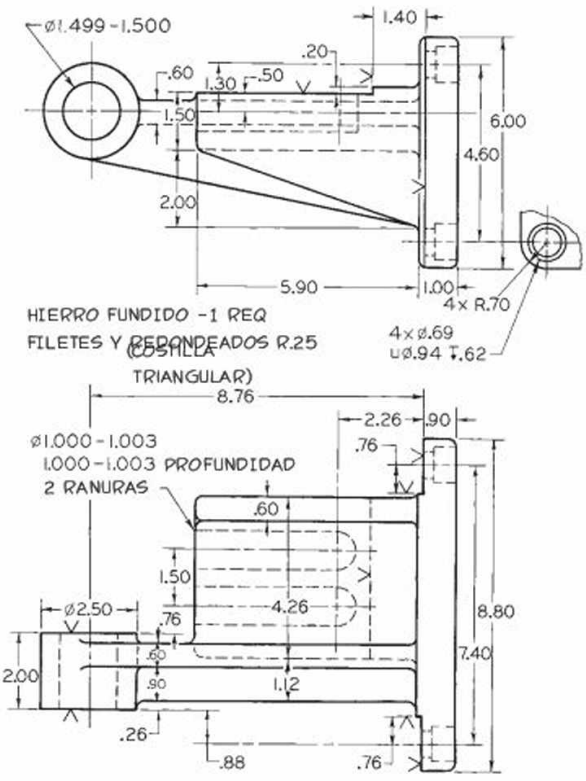
Ejercicio 6.54 Colgador de pared. Cree un dibujo que muestre las vistas ortográficas necesarias del colgador de pared. Si se le indica, cree un modelo en 3D y genere las vistas del dibujo a partir del modelo.



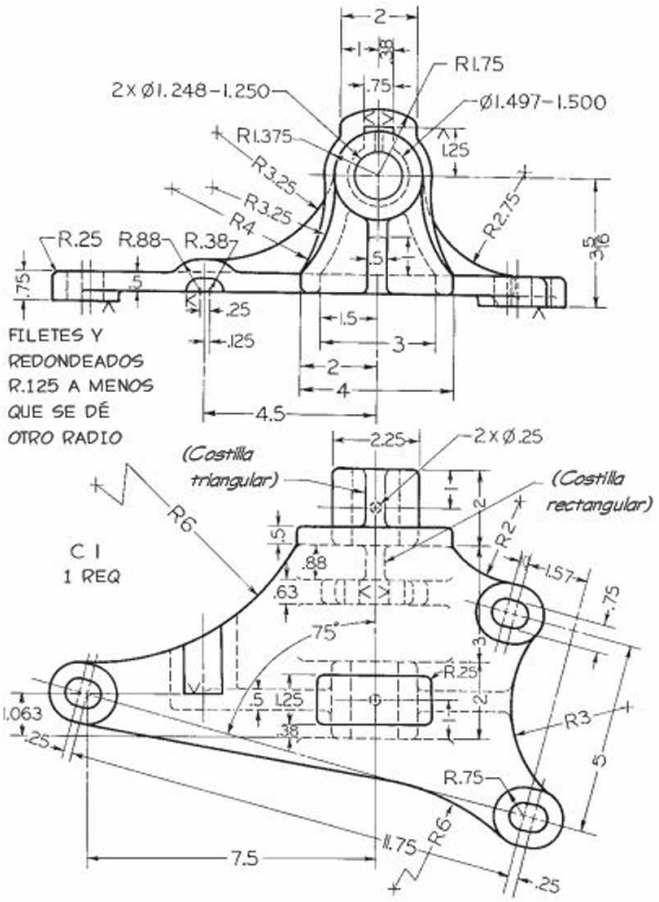
Ejercicio 6.55 Soporte de cojinete moleteado. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: tome la vista frontal como superior en el dibujo nuevo, y agregue las vistas frontal y lateral derecha (Hoja B-3 o A3-3).*

*Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales según lo indique su profesor.

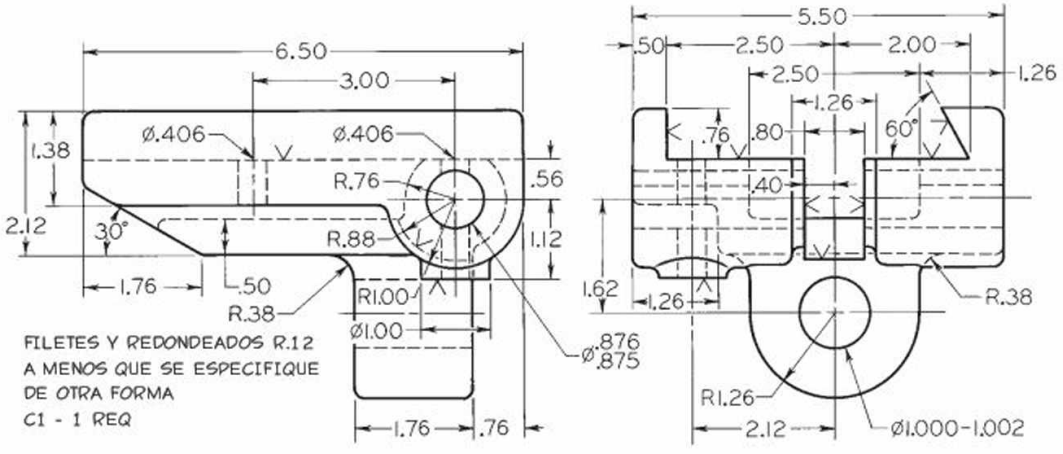
www.FreeLibros.me



Ejercicio 6.56 Soporte horizontal para máquina escariadora. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: tome la vista superior como frontal en el nuevo dibujo, después agregue las vistas superior y lateral izquierda (Hojas C-4 o A2-4).*



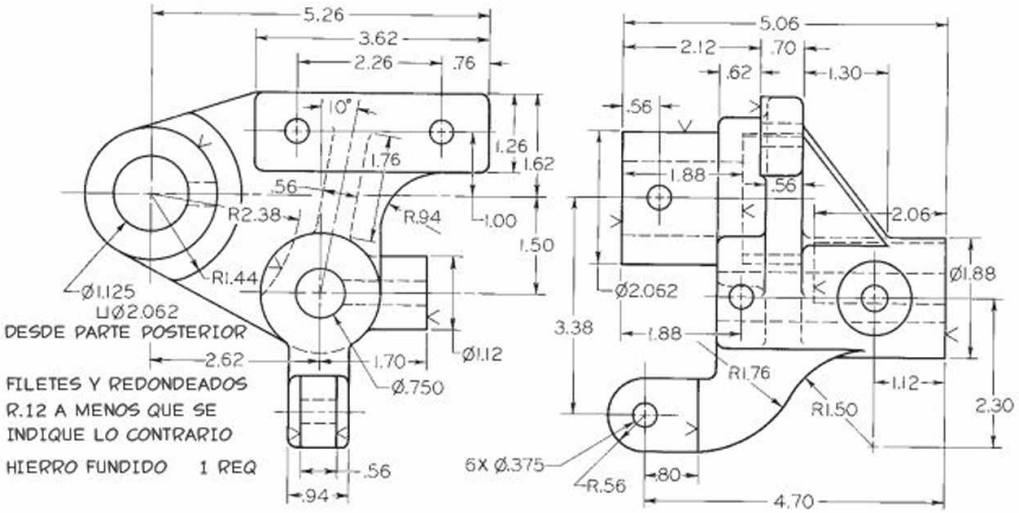
Ejercicio 6.57 Cojinete oscilante para el aguilón de una grúa eléctrica. Dadas: vistas frontal e inferior. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral izquierda (Hojas C-4 o A2-4).*



Ejercicio 6.58 Tuerca deslizante para muescadora. Dadas: vistas superior y lateral derecha. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral izquierda, a tamaño completo (Hojas C-4 o A2-4).*

*Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales según lo indique su profesor.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 6.59 Soporte de alimentación eléctrica para esmeriladora universal. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral izquierda, a tamaño completo (hojas C-4 o A2-4).*

*Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales según lo indique su profesor.

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO SIETE

VISTAS DE SECCIÓN

OBJETIVOS

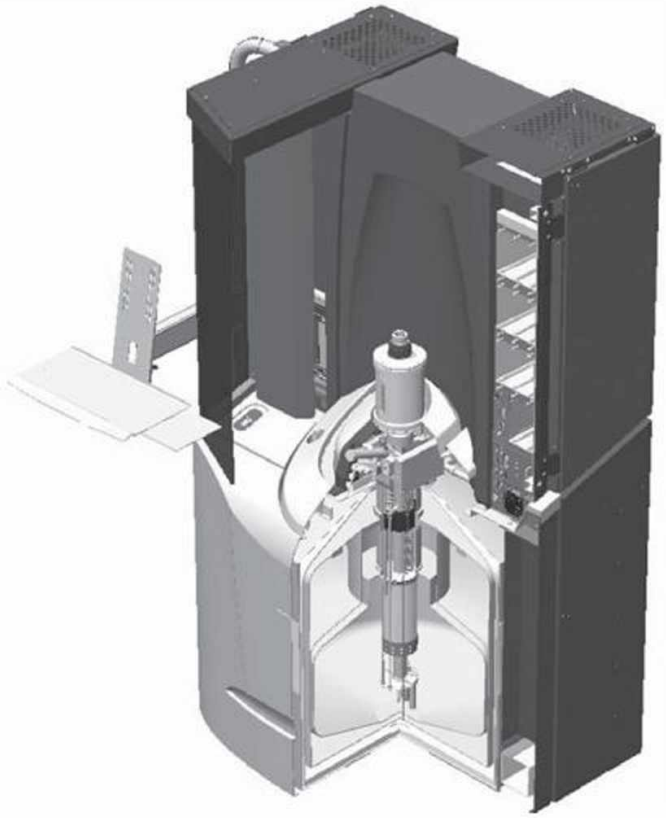
Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Entender las secciones y las líneas de los planos de corte.
2. Utilizar correctamente las prácticas de las líneas de sección.
3. Reconocer y dibujar líneas de sección para 10 materiales diferentes.
4. Trazar una vista de sección dado un dibujo de dos vistas.
5. Demostrar prácticas correctas de las líneas ocultas para vistas de sección.
6. Identificar siete tipos de secciones.
7. Aplicar las técnicas de sección para crear dibujos claros e interpretables.
8. Demostrar técnicas apropiadas para seccionar costillas, almas y rayos.
9. Usar el achurado cuando se empleen cortes convencionales para mostrar objetos alargados.
10. Interpretar dibujos que contengan vistas de sección.

Consulte las siguientes normas:

- *ANSI/ASME Y14.3—2003 Dibujos multivista y vistas en sección.*

www.FreeLibros.me



Vista de sección en 3D del dispositivo superconductor de interferencia cuántica (SQUID). *Esta vista de sección isométrica muestra los detalles interiores.* (Cortesía de Quantum Design).

INTRODUCCIÓN

A menudo, los dibujos técnicos representan una sola pieza con una estructura interior compleja, o muchas piezas diferentes de un ensamble mecánico, edificio, puente, juguete u otro producto. Al crear un dibujo, si la estructura interior no puede mostrarse con claridad usando líneas ocultas, debe emplearse una vista de sección para revelar las características internas de la pieza.

Para concebir una vista de sección, piense en rebanar el objeto como si estuviera cortando una manzana o un melón. Esta vista común de corte, que permite observar la parte cortada del objeto, se llama vista de sección, o en ocasiones sección transversal.

Con el fin de facilitar la comprensión de las vistas de sección se usan convenciones especiales, algunas de las cuales se apartan de las prácticas que ha aprendido para la proyección ortográfica. Por lo general, el software de modelado CAD en 3D no puede generar vistas de sección que cumplan con todas estas convenciones especiales, por lo que la práctica actual permite realizar secciones directas del modelo en 3D. Los usuarios de CAD en 2D y 3D necesitan entender a fondo las vistas de sección a fin de usarlas con eficacia.

La selección de la vista de sección que muestre de mejor manera la información del dibujo es una habilidad que requiere práctica.

www.FreeLibros.me

7.1 Sección completa de un melón.

CÓMO ENTENDER LAS SECCIONES

Las ***vistas de sección*** tienen tres propósitos principales:

- Documentar el diseño y manufactura de piezas únicas que se fabrican como una sola pieza.
- Documentar cómo deben ensamblarse o construirse varias piezas.
- Ayudar a visualizar el funcionamiento interno de un diseño.

Secciones de piezas únicas

Si alguna vez ha cortado un melón por la mitad, ha creado una sección completa en la vida real (figura 7.1). La visualización de una sección de una pieza única no es diferente. Piense que la pieza se rebana a través del plano de corte, como si el plano fuera un cuchillo gigantesco. Una vez cortado el objeto, se separa la mitad más cercana y se puede observar la construcción interna de la pieza.

Secciones completas

Cuando una pieza se corta por completo a la mitad, la vista resultante se llama ***sección completa***, como se muestra en la figura 7.2. En la figura 7.3 se muestra un dibujo técnico de la pieza de la figura 7.2 que no utiliza una vista de sección. Observe cuán confusas se ven todas las líneas ocultas. En la figura 7.4 se muestra el mismo dibujo, pero esta vez la vista lateral derecha se reemplaza con la vista de la sección derecha. Ahora es mucho más fácil de entender.

En un dibujo con una vista de sección, la mitad que falta puede imaginarse como removida y en realidad no se muestra eliminada en ninguna vista, excepto en la de sección. Una línea llamada ***línea de plano de corte*** proporciona la información necesaria para comprender dónde se cortó la pieza.

La línea del plano de corte muestra dónde se cortó el objeto y desde qué dirección se observa la sección. Las flechas en los extremos de la línea del plano de corte indican la dirección de la mirada para la vista de sección. Las flechas apuntan *hacia la sección que se está viendo* como se muestra en las figuras 7.4 y 7.5, y no en la dirección opuesta, como en la figura 7.6.

El plano de corte

El plano de corte se muestra en una vista adyacente a la vista de sección, en este caso la vista frontal. En esta vista el plano de corte aparece de canto como una línea gruesa discontinua llamada línea del plano de corte. Las flechas en los extremos de la línea del plano de corte indican la dirección de la mirada para la vista de sección, como se muestra en la figura 7.4.

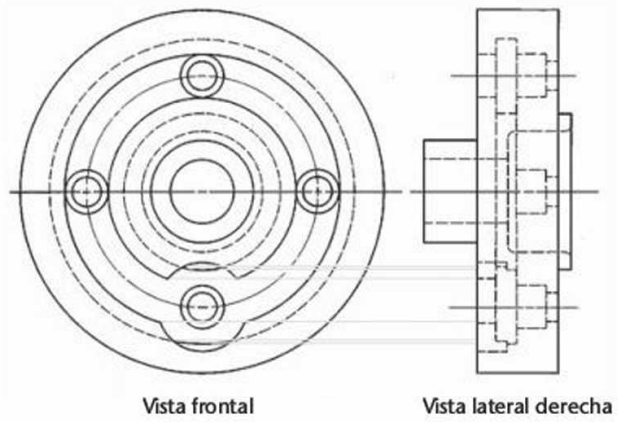
En la vista de sección, las áreas que habrían estado en contacto real con el plano de corte (vea el ejemplo que se muestra en la figura 7.2) se muestran con ***líneas de sección***. Esas áreas se achuran con líneas de sección paralelas muy finas.

Líneas detrás del plano de corte

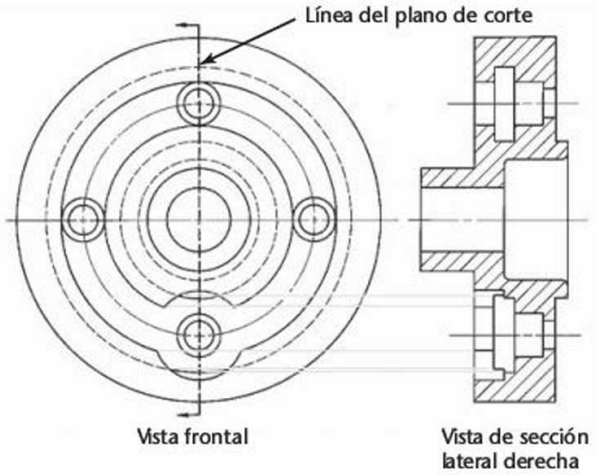
Los bordes visibles del objeto que ahora se exponen y están detrás del plano de corte pueden mostrase, pero no se achuran con líneas de sección, puesto que no se cortaron. En la figura 7.7 se muestra un ejemplo de los bordes del objeto que fueron expuestos por el plano de corte y que aparecen como líneas visibles en la vista de sección. En una sección completa, la ubicación del plano de corte es evidente a partir de la misma sección, por lo que a menudo se omite la línea del plano de corte. Las líneas de los planos de corte deben usarse siempre que sean necesarias para obtener mayor claridad. Más adelante en este capítulo usted aprenderá acerca de otros tipos de secciones que requieren comprender la línea del plano de corte.

7.2 Rebanado de una sola pieza.

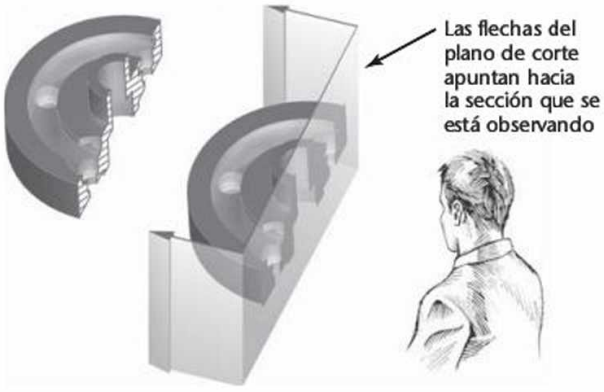
www.FreeLibros.me



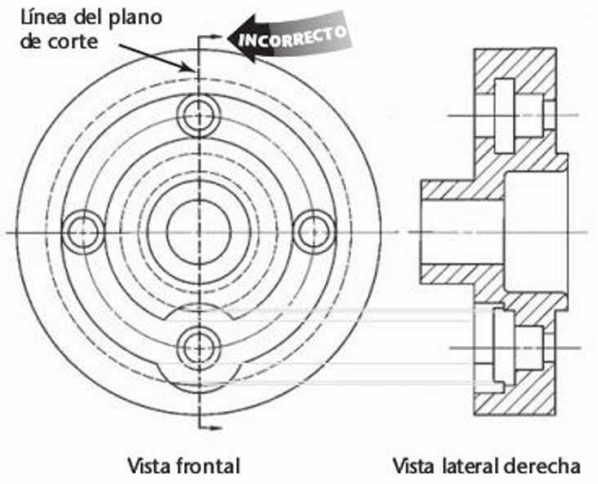
7.3 Vistas frontal y lateral derecha. *Las piezas con muchos detalles interiores pueden tener tantas líneas ocultas que sus vistas resultan confusas.*



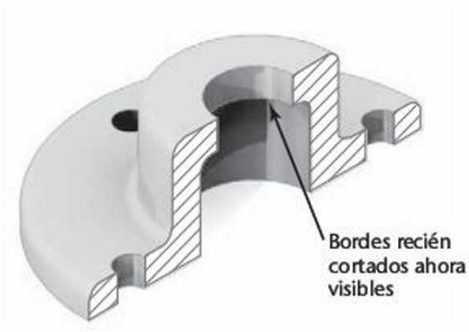
7.4 Vista frontal y lateral derecha en una sección completa. *Al usar una vista de sección se facilita la visualización de detalles interiores.*

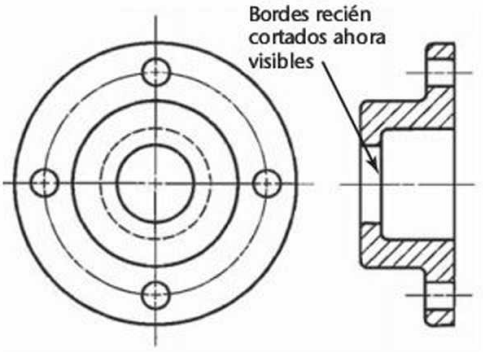


7.5 La línea del plano de corte indica la dirección de la mirada.



7.6 Las flechas no deben apuntar hacia la porción eliminada.





7.7 Los bordes recién visibles seccionados por el plano de corte se achuran con líneas de sección.

www.FreeLibros.me

PASO a PASO

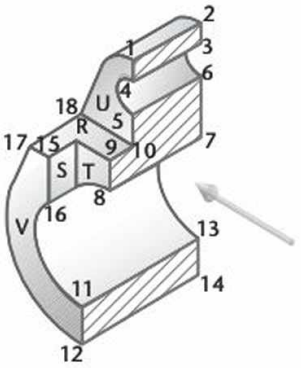
VISUALIZACIÓN DE UNA SECCIÓN COMPLETA

Elija un plano de corte

1 Esta ilustración muestra un collar que será seccionado. Tiene un agujero taladrado y abocardado. Para producir una sección clara que muestre tanto el agujero abocardado como el agujero más pequeño en la parte superior del objeto, seleccione un plano de corte que pase a través de la línea central vertical en la vista frontal, e imagine que la mitad derecha del objeto se eliminó.

Identifique las superficies

2 A continuación se muestra un dibujo pictórico de la mitad restante. El primer paso en la proyección de una vista de sección es asegurarse de que usted interpreta el objeto correctamente. La identificación de las superficies en el objeto puede serle útil.



Las superficies R, S, T, U y V se etiquetaron en las vistas dadas y en la vista pictórica.

¿Cuál superficie es R en la vista frontal?

¿Cuál superficie es U en la vista superior?

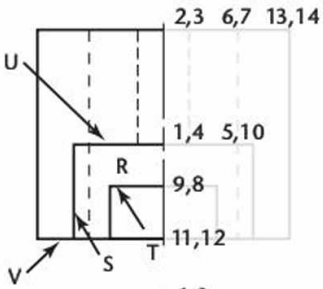
¿Son superficies normales, inclinadas u oblicuas?

¿Puede identificar el abocardado en cada vista?

Dibuje la vista de sección

3 Para dibujar la vista de sección omita la parte del objeto que está enfrente del plano de corte. Usted dibujará sólo la parte que resta.

Determine las piezas sólidas del objeto a través de las cuales pasará el plano de corte. *Sugerencia*: *El exterior de un objeto nunca puede ser un agujero; debe ser sólido, a menos que el plano de corte pase a través de una ranura hacia el exterior.*

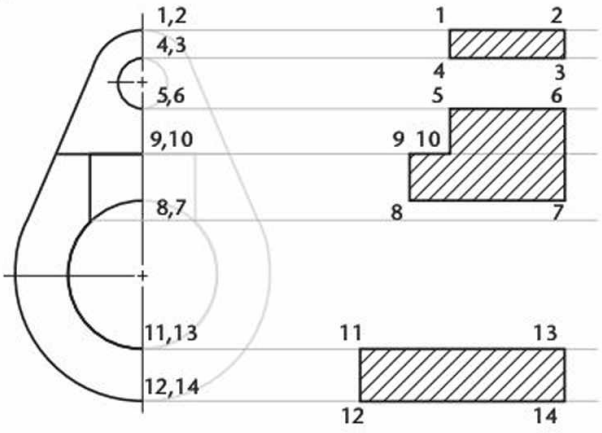


En el ejemplo se identifican los puntos que se proyectarán para que usted cree la vista de sección.

Las tres superficies producidas por el plano de corte están limitadas por los puntos 1-2-3-4, 5-6-7-8-9-10 y 13-14-12-11. Éstas se muestran achuradas.

Cada área seccionada está completamente circundada por un límite de líneas visibles. Además de las superficies cortadas, la vista de sección muestra todas las piezas visibles que están detrás del plano de corte.

No se muestran líneas ocultas. Sin embargo, la sección correspondiente que se muestra en este paso está incompleta debido a que faltan líneas visibles.



www.FreeLibros.me

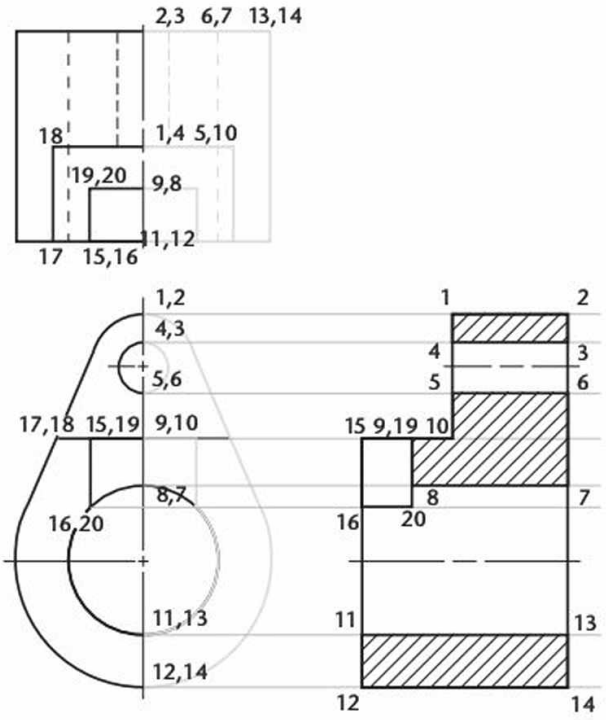
Proyecte las líneas visibles

4 A partir de la dirección en que se ve la sección, la superficie superior (V) del objeto aparece en la sección como una línea visible (12-11-16-15-17).

La superficie inferior del objeto aparece de manera similar como 14-13-7-6-3-2. La superficie inferior del abocardado aparece en la sección como la línea 19-20.

Además, la mitad trasera del abocardado y el agujero perforado aparecen como rectángulos en la sección en 19-20-15-16 y 3-4-5-6. Estos puntos también deben proyectarse. A la derecha se muestra la vista final.

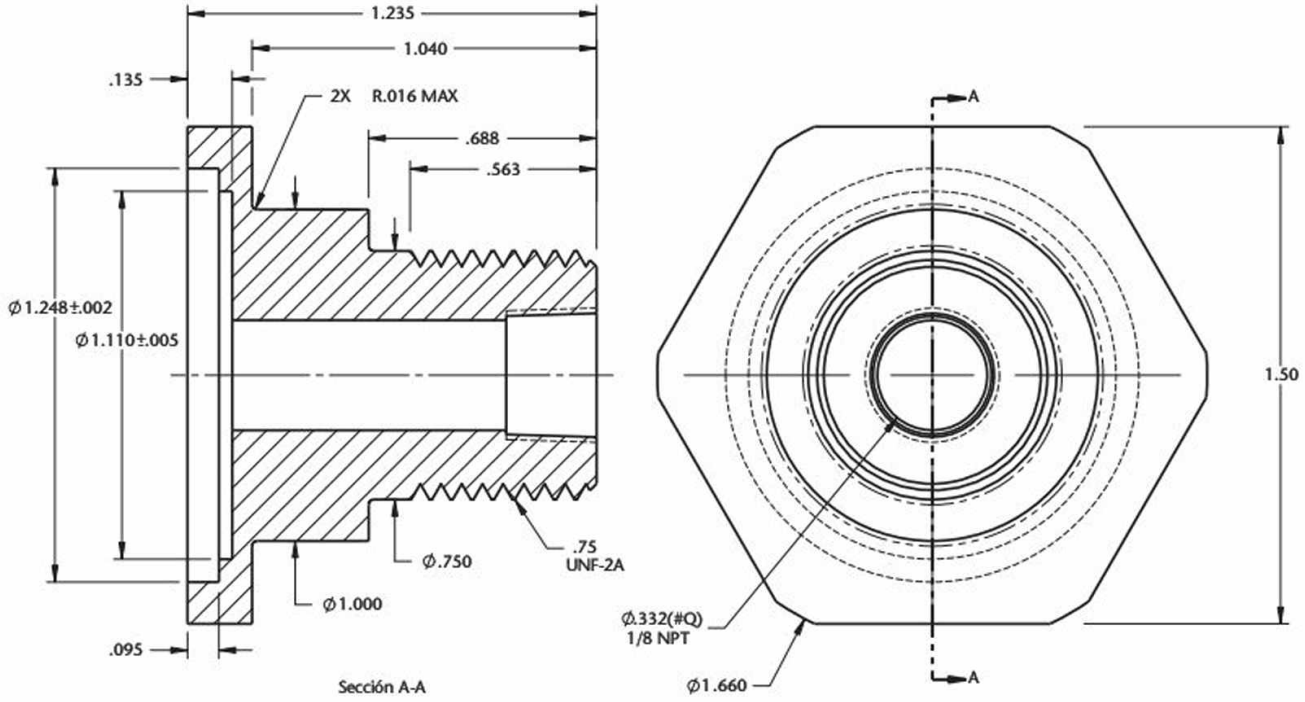
Observe que como todas las superficies cortadas son parte de un mismo objeto, todo el achurado debe trazarse en la misma dirección.



PASO a PASO

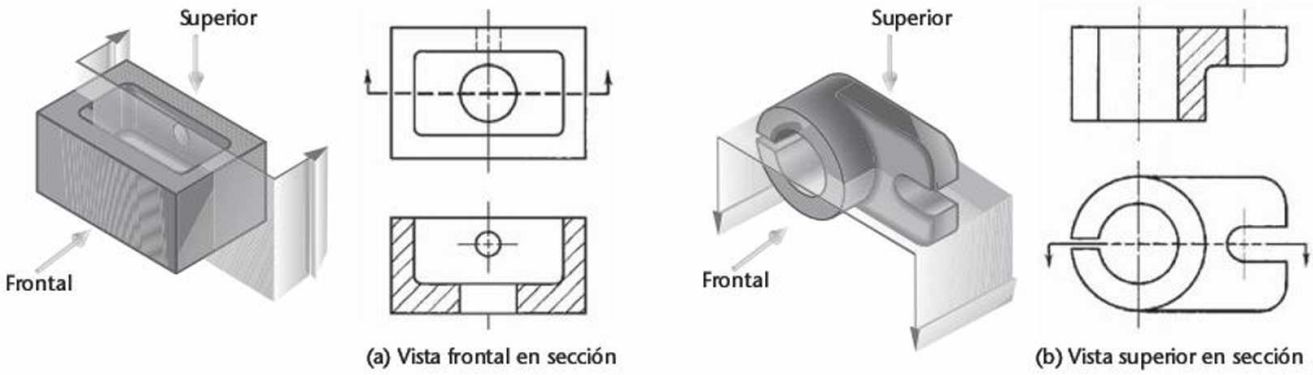
7.1 COLOCACIÓN DE LAS VISTAS DE SECCIÓN

Las vistas de sección pueden reemplazar a las vistas regulares superior, frontal, lateral, u otras vistas ortográficas normales en el arreglo de vistas estándar. En la figura 7.8 se muestra un ejemplo. En este dibujo la vista frontal del objeto se muestra en sección. Sólo se requieren dos vistas. La vista frontal se muestra como una vista de sección y la línea del plano de corte se muestra en la vista lateral derecha.



7.8 Las vistas de sección pueden remplazar a las vistas ortográficas estándar. (Cortesía de Wood's Power-Grip Co. Inc.).

www.FreeLibros.me



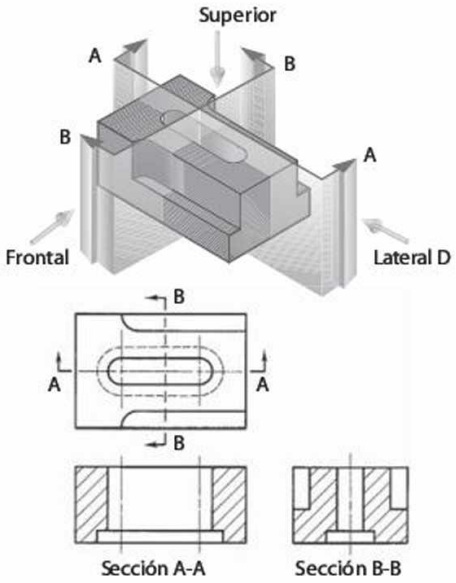
(a) Vista frontal en sección (b) Vista superior en sección

7.9 Vistas frontal y superior en sección.

En la figura 7.9a, al objeto lo corta por completo un plano paralelo a la vista frontal. La mitad delantera del objeto puede imaginarse como eliminada. La sección completa resultante puede denominarse "vista frontal en sección", puesto que ocupa la posición de la vista frontal.

En la figura 7.9b, el plano de corte es un plano horizontal (que aparecería como una línea en la vista frontal). Imagine que la mitad superior del objeto se ha eliminado. La sección completa resultante se muestra en lugar de la vista superior.

Cuando agregue una vista de sección a su dibujo tenga en cuenta que su propósito es documentar y transmitir información acerca de su diseño y mostrar la información de modo que se logre este objetivo.



7.10 Vistas frontal y lateral en sección.

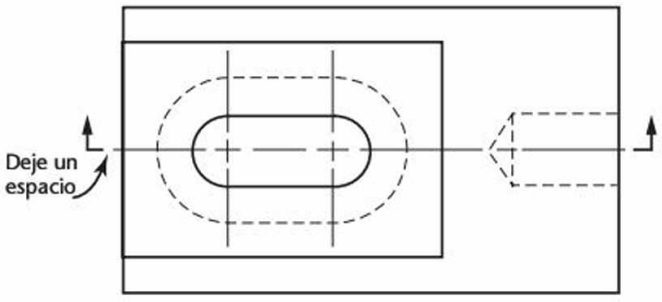
7.2 ETIQUETADO DE PLANOS DE CORTE

En la figura 7.10 se muestran dos planos de corte, uno paralelo a la vista frontal y el otro paralelo a la vista lateral, los cuales aparecen de perfil en la vista superior. Las secciones son completamente independientes entre sí y cada una se dibuja como si la otra no existiera.

Para la sección A-A, la mitad delantera del objeto puede imaginarse eliminada. Entonces, la mitad trasera se observa en el sentido de las flechas para tener una vista frontal y la sección resultante es una vista frontal en sección.

Para la sección B-B, la mitad derecha del objeto puede imaginarse eliminada. Entonces, la mitad izquierda se observa en el sentido de las flechas para obtener una vista lateral derecha y la sección resultante es una vista lateral derecha en sección. Las líneas del plano de corte se dibujan de preferencia a través de una vista exterior (en este caso la vista superior, como se muestra) en vez de una vista de sección.

Las líneas del plano de corte en la figura 7.10 se muestran sólo para fines de ilustración. Por lo general se omiten en los casos donde la ubicación del plano de corte es obvia.



7.11 La línea del plano de corte tiene prioridad sobre la línea central.

7.3 LÍNEA DE PRIORIDAD

Cuando una línea del plano de corte coincide con una línea central, la línea del plano de corte tiene prioridad. Cuando la línea del plano de corte pudiera ocultar detalles importantes en la vista, es posible mostrar sólo los extremos de la línea fuera de la vista y las flechas pueden presentarse como en la figura 7.11. Si lo hace así, asegúrese de dejar un espacio pequeño pero visible entre las líneas de la vista y la pequeña porción de la línea del plano de corte.

www.FreeLibros.me

7.4 REGLAS PARA LAS LÍNEAS EN LAS VISTAS DE SECCIÓN

Al crear vistas de sección siga estas reglas generales:

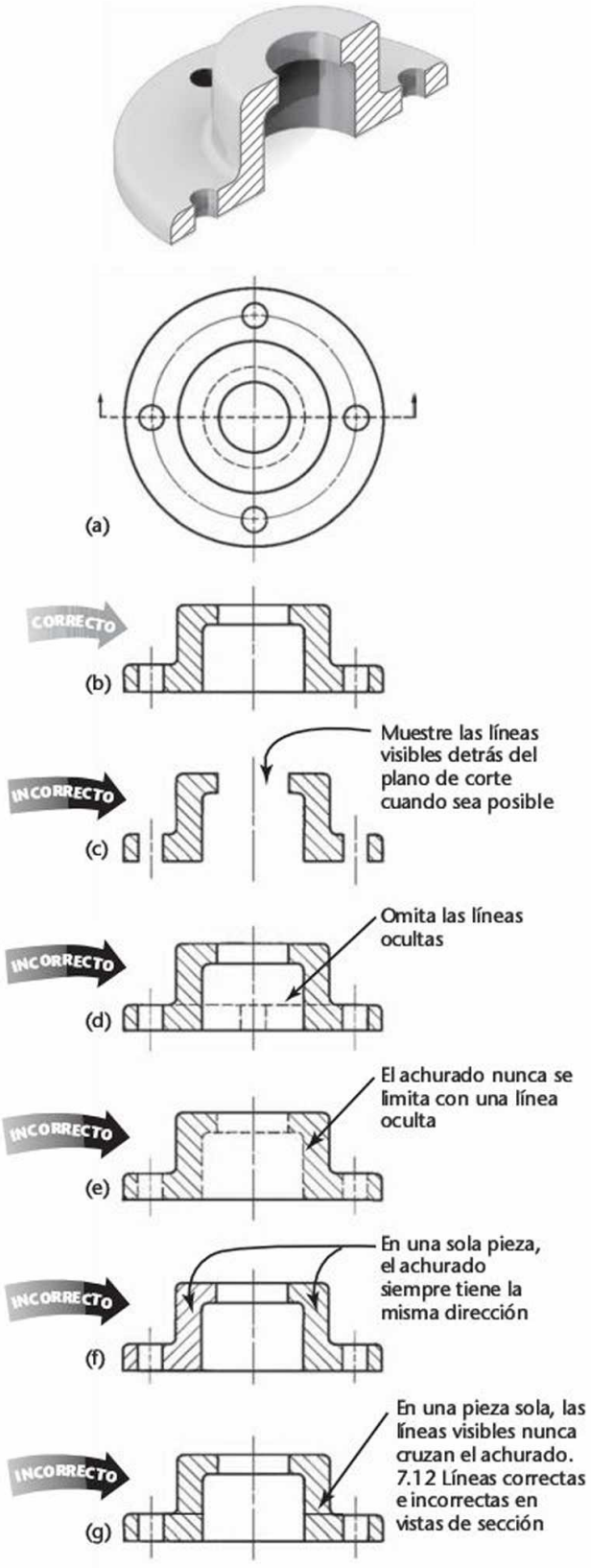
- Muestre los *bordes y contornos que ahora son visibles detrás del plano de corte*; de lo contrario la sección parecerá estar compuesta de partes desconectadas y sin relación. (A veces pueden omitirse las líneas visibles detrás del plano de corte, en particular las generadas a partir de modelos en 3D).
- En las *vistas de sección* omita *las líneas ocultas*. Las vistas de sección se utilizan para mostrar los detalles interiores sin crear confusión debido a las líneas ocultas, de modo que agréguelas sólo si es necesario para entender la pieza.
- En ocasiones las líneas ocultas son necesarias para obtener una mayor claridad, y en estos casos deben usarse, en especial si mediante su uso es posible omitir una vista (figura 7.12d).
- Un área seccionada siempre está totalmente limitada por un contorno visible; es decir, nunca por una línea oculta, porque en todos los casos la superficie de corte debe ser la superficie más cercana en la vista de sección y por lo tanto sus líneas de contorno serán visibles (figura 7.12e).
- En una vista en sección de un objeto, las líneas de sección en todas las áreas achuradas de ese objeto deben ser paralelas, no como se muestra en la figura 7.12f. El uso de líneas de sección en direcciones opuestas es una indicación de que se tienen piezas diferentes, como cuando dos o más piezas son adyacentes en un dibujo de ensamble.
- Una línea visible no puede cruzar un área seccionada en una vista de una sola pieza. Esto sería imposible en la sección completa de una sola parte porque todas las líneas de sección están en el mismo plano. Una línea a través del área seccionada indicaría un cambio de plano (figura 7.12g), lo cual sería posible en una sección de ensamble. Más adelante en este capítulo se estudiarán los ensambles.

SUGERENCIA

Al aprender las reglas de las líneas de sección se ahorra tiempo. Las líneas ocultas excesivas y un achurado que sea más denso de lo necesario implican más tiempo de dibujo y hacen que la impresión de los dibujos sea más lenta. También hacen que los dibujos sean más difíciles de leer.

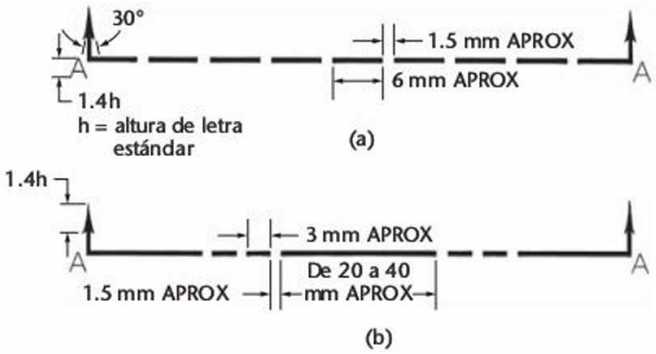
SUGERENCIA

En CAD, donde las vistas pueden generarse mediante la proyección de un modelo en 3D, el ahorro de tiempo al omitir una vista no tiene gran importancia, pero muchas veces el ahorro de espacio en la hoja de dibujo al dejar fuera una vista sí puede tenerla.

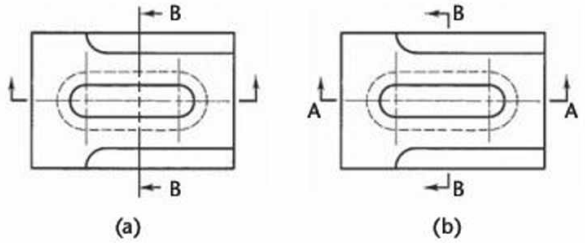


7.12 Líneas correctas e incorrectas en vistas de sección.

www.FreeLibros.me



7.13 Líneas del plano de corte (tamaño completo).



7.14 Métodos alternos de mostrar un plano de corte.

7.5 ESTILO DE LÍNEAS DEL PLANO DE CORTE

En la figura 7.13a se muestra el estilo de línea preferido que se usa para trazar las líneas del plano de corte. Se compone de trazos iguales, cada cual de unos 6 mm (1/4") de largo que termina en puntas de flecha. Esta forma funciona especialmente bien en los dibujos. El estilo alternativo, que se muestra en la figura 7.13b, usa trazos largos y pares de guiones cortos alternados y termina en puntas de flecha. Este estilo se usó de manera general durante un largo tiempo, por lo que aún puede verse en algunos dibujos. Ambas líneas se trazan del mismo grosor que las líneas visibles. Las puntas de flecha en los extremos de la línea del plano de corte indican la dirección en que se observa el objeto cortado (como se muestra en la figura 7.5).

Use letras mayúsculas en los extremos de la línea del plano de corte cuando sea necesario ayudar al lector del dibujo a relacionar cada línea del plano de corte con su vista de sección. La figura 7.10 mostró un ejemplo donde el plano de corte está etiquetado y la vista de sección resultante está etiquetada para que concuerden. Esto ocurre con mayor frecuencia cuando se tienen varias secciones o secciones desplazadas, lo cual se analizará más adelante en este capítulo.

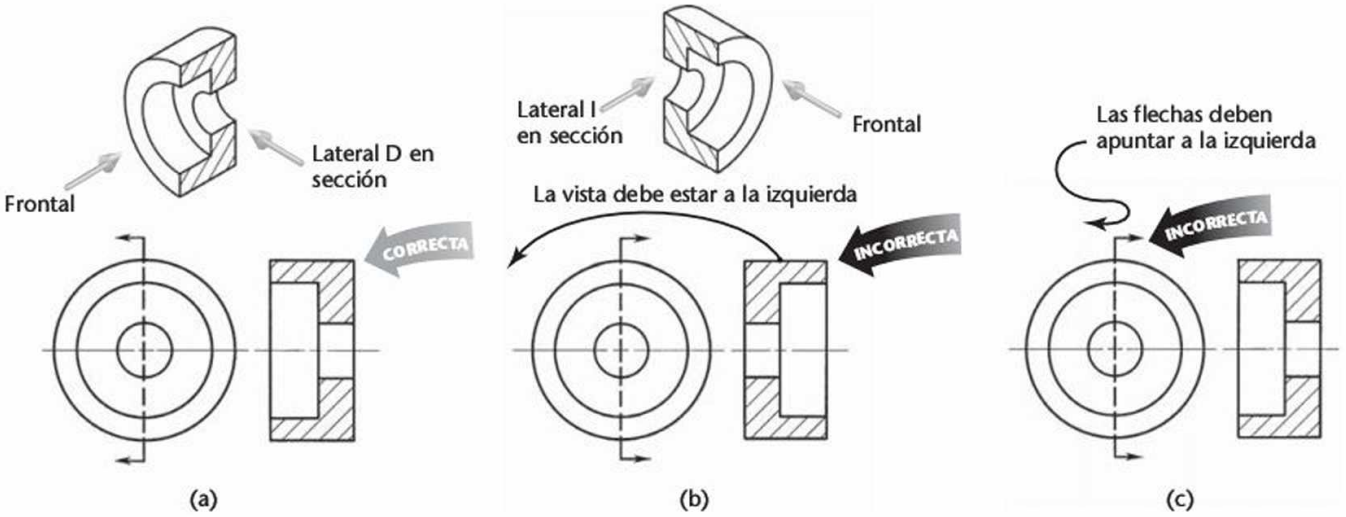
Un método alternativo para mostrar el plano de corte consiste en dibujar el patrón de la línea de corte y después trazar las flechas de referencia apuntando hacia éste en la dirección de visualización (figura 7.14a).

Especialmente en los planos arquitectónicos, el centro de la línea del plano de corte suele dejarse de lado y es común usar flechas estilizadas para identificar el plano de corte (figura 7.14b).

Las flechas en las líneas del plano de corte se hacen más grandes que las puntas de flecha de las líneas de dimensión para llamar la atención hacia la ubicación de las vistas de sección y vistas removidas. Haga las flechas 1.4 veces la altura de la letra del dibujo. También, haga que el texto de etiquetado sea 1.4 veces la altura de la letra del dibujo. Por ejemplo, en un dibujo de 8.5" × 11" se usa texto con una altura de 0.125" (1/8") como mínimo, por lo que para este tamaño de hoja deben usarse flechas en el plano de corte de .175" (alrededor de 3/16", o aproximadamente 4.5 mm) de altura (figura 7.13).

Dirección de visualización del plano de corte

En la figura 7.15 se muestran relaciones correctas e incorrectas entre las líneas del plano de corte y sus correspondientes vistas en sección.



7.15 Colocación correcta e incorrecta de la línea del plano de corte.

www.FreeLibros.me

7.6 TÉCNICA DE LAS LÍNEAS DE SECCIÓN

El método correcto para trazar líneas de sección se muestra en la figura 7.16a. Cuando dibuje a mano, use un lápiz afilado, de grado medio (H o 2H) para dibujar las líneas de sección, o ***achurado*** (un término que significa líneas paralelas con un pequeño espacio entre sí) delgadas y uniformes. Debe haber un marcado contraste entre las líneas de sección delgadas y las líneas visibles gruesas de la pieza.

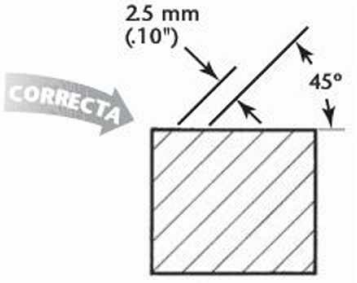
Dibuje las líneas de sección a 45° respecto a la horizontal a menos que sean paralelas o perpendiculares a los bordes principales de la pieza, en cuyo caso puede utilizar un ángulo diferente. En la figura 7.16b se muestra un ejemplo de líneas de sección dibujadas en un ángulo diferente para evitar que sean paralelas o perpendiculares a los contornos visibles.

Espacie de manera visual las líneas lo más equitativamente posible (en la mayoría de los dibujos una distancia de alrededor de 2.5 mm o 1/32"). El intervalo de espaciado depende del tamaño del dibujo o del área seccionada, donde los dibujos más grandes tienen un mayor espaciamiento. En un dibujo más chico el intervalo de separación puede ser tan pequeño como 1.5 mm (1/16"); en un dibujo grande puede ser de 3 mm (1/8") o más. Como regla, espacie las líneas tan generosamente como sea posible, pero lo bastante cercanas como para distinguir claramente las zonas seccionadas.

Mantenga las líneas de extensión y los valores de dimensionamiento fuera de las áreas seccionadas. Si no hay otra alternativa, omita las líneas de sección detrás de las dimensiones (figura 7.16c).

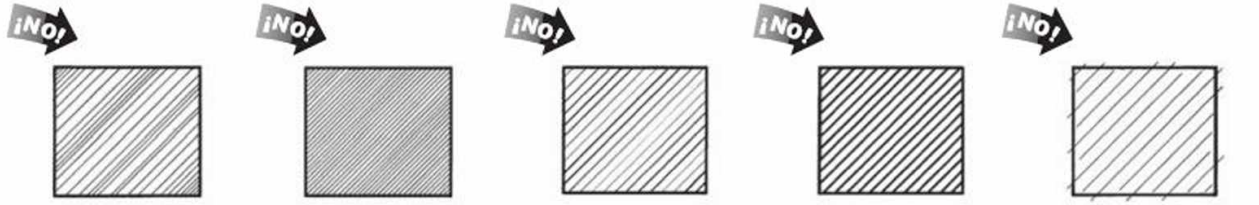
SUGERENCIA

Los principiantes tienden a dibujar las líneas de sección demasiado juntas. Esto es tedioso y hace evidentes los pequeños errores en la separación. Después de hacer las primeras líneas, vuelva la vista atrás repetidas veces al espaciamiento original, para evitar que los intervalos entre las líneas vayan aumentando o disminuyendo poco a poco.



- Espaciadas de manera uniforme entre sí por un intervalo de alrededor de 2.5 mm
- No demasiado juntas
- Uniformemente delgadas, su grosor no varía
- Claramente más delgadas que las líneas visibles
- Ni los traspasan ni se detienen antes de llegar a los contornos visibles

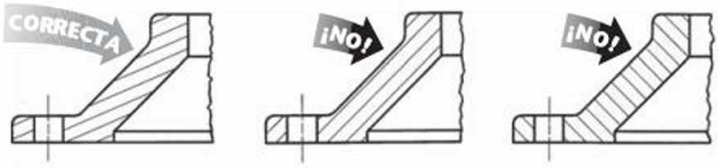
(a) Líneas de sección correctamente dibujadas



Espaciado irregular | Líneas demasiado cercanas | Anchos de línea variables | Líneas demasiado gruesas | Líneas demasiado cortas o muy largas

(b) Dirección de las líneas de sección

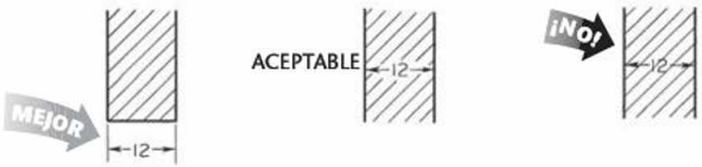
Si las líneas de sección dibujadas a 45° respecto a la horizontal fueran (o estuvieran muy cerca de ser) paralelas o perpendiculares a un contorno visible prominente, el ángulo debería cambiarse a 30°, 60° o a un ángulo distinto.



Se ajusta el ángulo de las líneas de sección | Las líneas no deben ser paralelas al contorno | Las líneas no deben ser perpendiculares al contorno

(c) Dimensiones y líneas de sección

Mantenga las líneas de extensión y los valores de las dimensiones fuera de las áreas achuradas, pero cuando esto sea inevitable, el achurado debe omitirse en el sitio donde se coloque la dimensión.



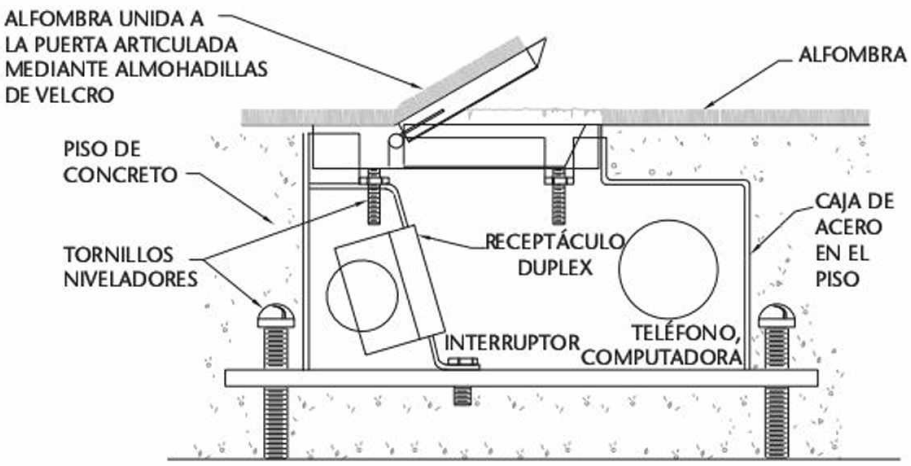
Las líneas de extensión y los valores de dimensión no están en el área achurada | Las líneas de sección se omiten detrás del dimensionamiento | El dimensionamiento no debe estar sobre el área achurada

7.16 Técnicas correctas e incorrectas para trazar líneas de sección.

www.FreeLibros.me

Líneas de sección para áreas grandes

Cuando agregue líneas de sección a un área grande, aplique la técnica de seccionamiento en el contorno, dejando la parte central del área achurada en blanco para ahorrar tiempo y hacer que la vista sea más legible, como se muestra en la figura 7.17.



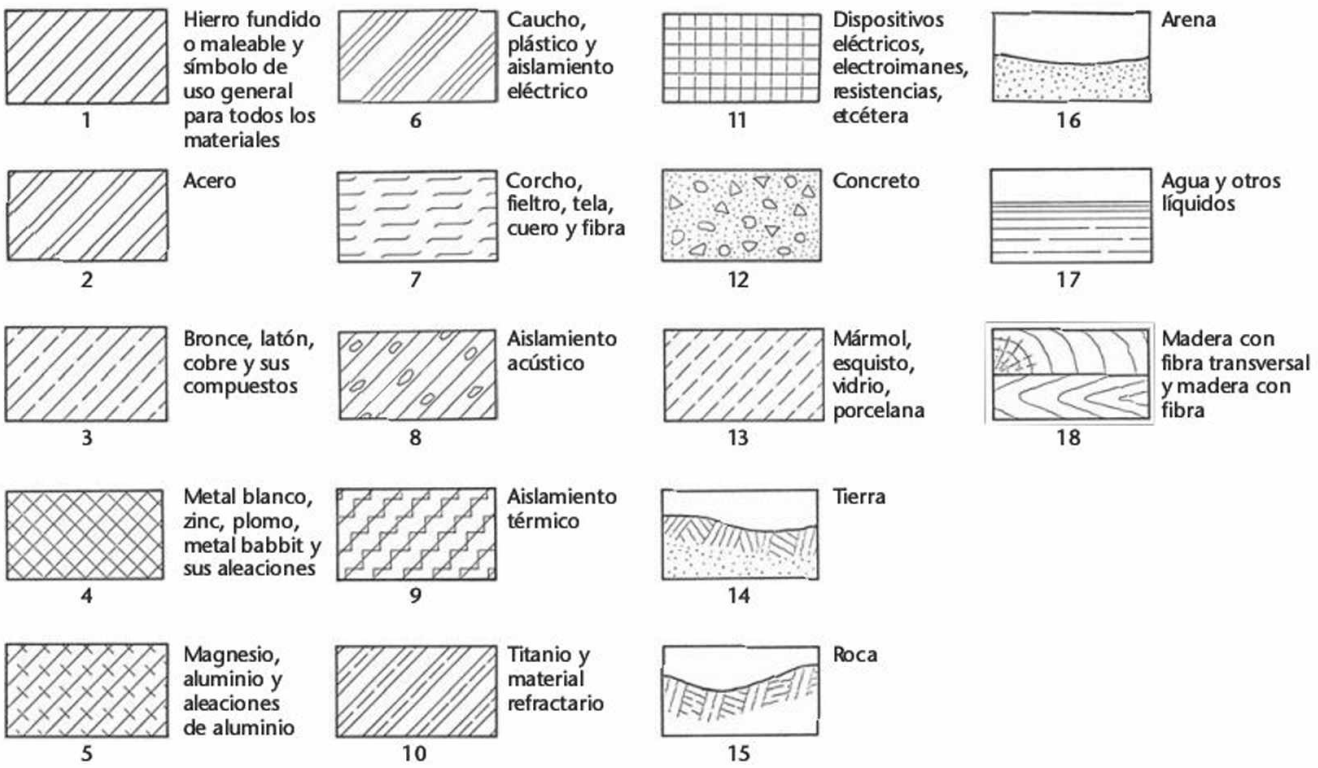
7.17 Seccionamiento de contorno. (Cortesía de Associated Construction Engineering).

Simbología de las líneas de sección

La ***simbología de las líneas de sección*** (figura 7.18) puede usarse para indicar materiales específicos. Estos símbolos representan sólo tipos generales de material como hierro fundido, bronce y acero. Dado que hay tantos y diferentes tipos de material (por ejemplo, hay cientos de tipos de acero), no basta un nombre o un símbolo general. Debe escribirse una especificación detallada del material en la forma de una nota o una acotación en la franja de títulos.

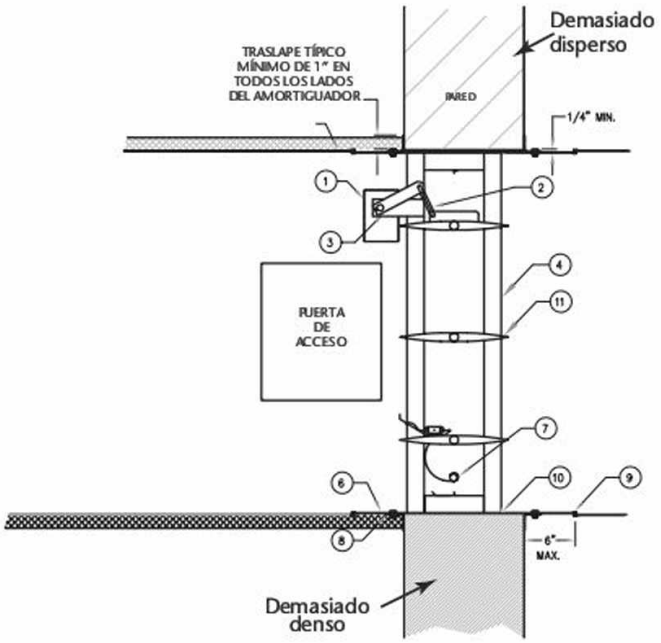
Las líneas de sección de propósito general (que son iguales a las del hierro fundido) pueden usarse para representar cualquier material en el dibujo detallado de una sola pieza.

El uso de diferentes patrones de líneas de sección le ayuda a distinguir los distintos materiales, especialmente en los dibujos de ensamble, pero también es aceptable usar el símbolo de propósito general que se muestra en diferentes ángulos para las diferentes piezas.



7.18 Simbología de las líneas de sección.

www.FreeLibros.me



7.19 Achurado incorrecto en un dibujo CAD.

Líneas de sección en CAD

Los programas de CAD suelen incluir bibliotecas que le permiten elegir entre una variedad de patrones de líneas de sección, por lo que es fácil usar diferentes patrones, ángulos y escalas para el espaciamiento del patrón. Al utilizar el software de CAD para achurar un área en el dibujo, tenga cuidado de especificar una escala que se relacione con la escala del dibujo impreso en esa hoja. De lo contrario, el achurado puede resultar tan denso que el objeto pareciera estar rellenado con un patrón sólido, o tan disperso que no se vea el achurado (figura 7.19).

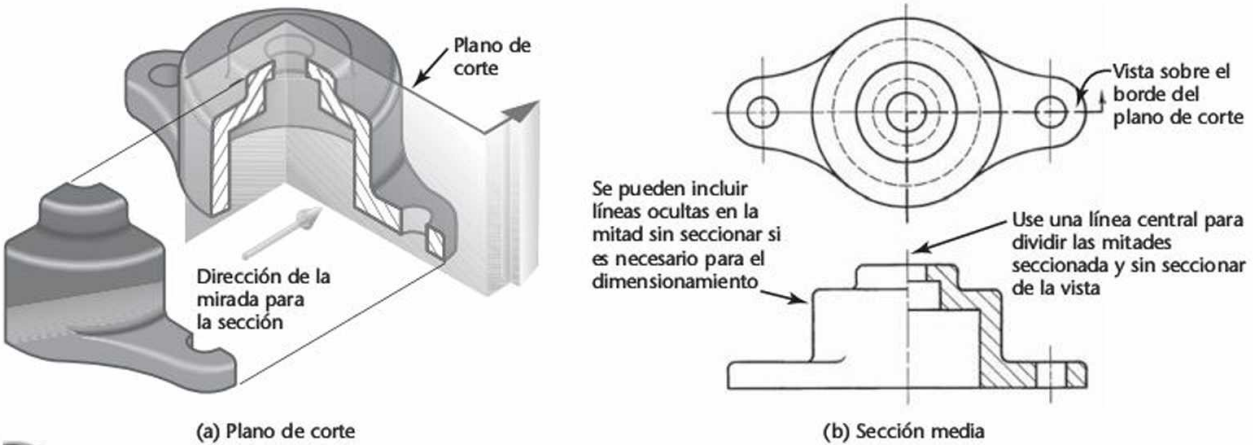
7.7 SECCIONES MEDIAS

Los objetos simétricos pueden mostrarse eficazmente con un tipo especial de sección llamado ***sección media*** (figura 7.20). Una sección media expone el interior de la mitad del objeto y el exterior de la otra mitad. Esto se hace desplazando una cuarta parte del objeto. Las secciones medias no se usan mucho para crear los dibujos de detalle que muestran cómo hacer una parte individual, porque puede ser difícil mostrar con claridad todas las dimensiones cuando sólo se muestra una parte de algunas de las características internas en la mitad seccionada (figura 7.20b).

En general,

- Siempre que sea posible, omita las líneas ocultas de las dos mitades de una sección media.
- Use una línea central para dividir la mitad seccionada y la mitad sin seccionar, como se muestra en la figura 7.20b.

Los dibujos de secciones medias son más útiles para mostrar un ensamble donde a veces se necesita mostrar tanto la construcción interna como la externa en el dibujo de una vista y, por lo general, sin dimensiones. En algunos casos sería preferible una sección rota.



(a) Plano de corte (b) Sección media

7.20 Sección media.

www.FreeLibros.me

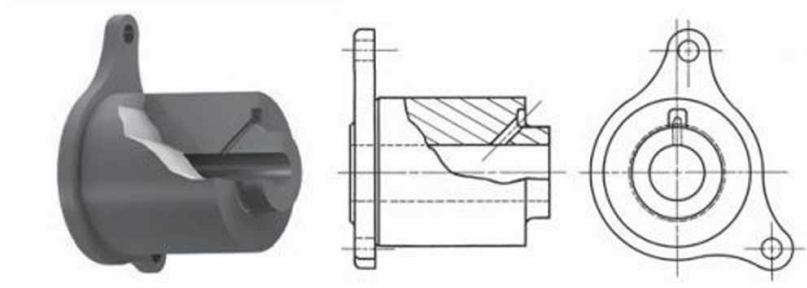
Máquina lanzadora de vapor, modelada a tamaño real y seccionada para ilustrar su ensamble y funcionamiento. *Este modelo de CAD fue creado por William L. Gould a partir de un "manual de ejercicios de dibujo" de 1879*.
(© www.goldstudios.com. Usado con autorización).

7.8 SECCIONES ROTAS

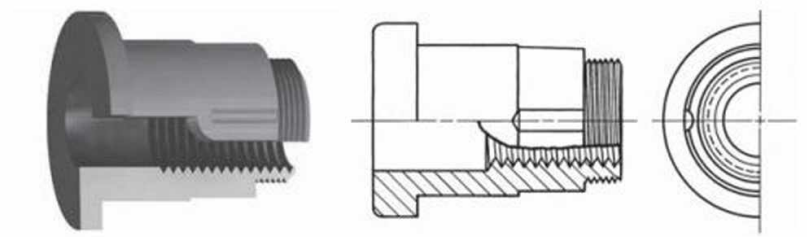
Sucede con frecuencia que sólo se necesita una sección parcial de una vista para exponer las formas interiores. Dicha sección, limitada por una línea de corte, se llama ***sección rota***.

En la figura 7.21 no es necesaria una sección completa o media y basta una pequeña sección rota para explicar la construcción.

En la figura 7.22, una sección media habría causado la eliminación de la mitad de la cuña. El cuñero se conserva si se rompe la pieza a su alrededor. En este caso la sección está limitada en parte por una línea de corte y en parte por una línea central en el dibujo.

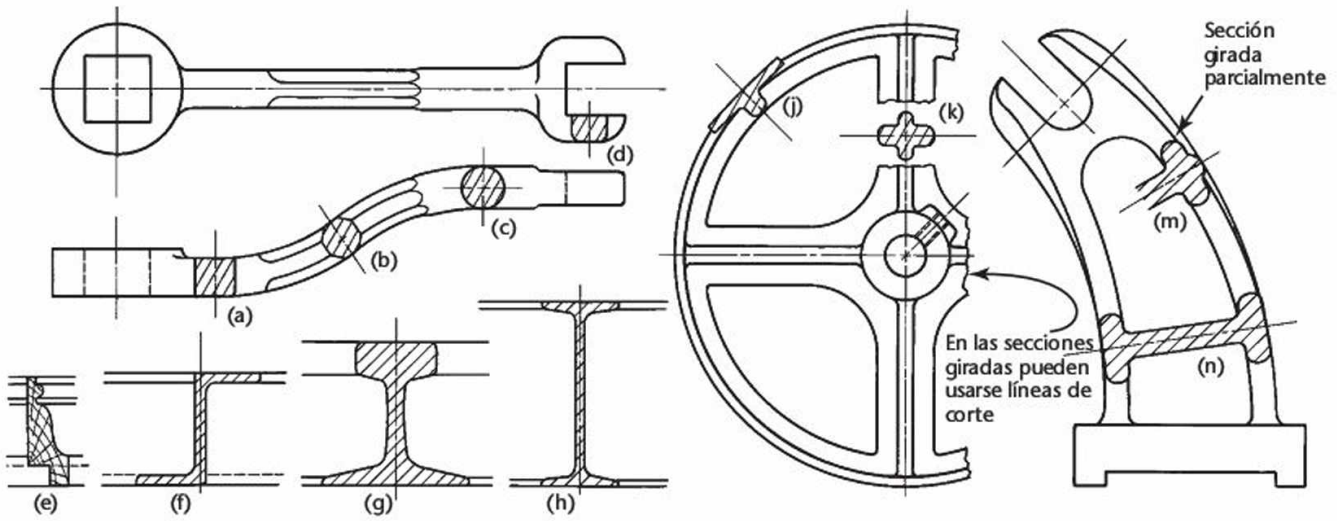


7.21 Sección rota.



7.22 Rompimiento alrededor del cuñero.

www.FreeLibros.me



7.23 Secciones giradas.

7.9 SECCIONES GIRADAS

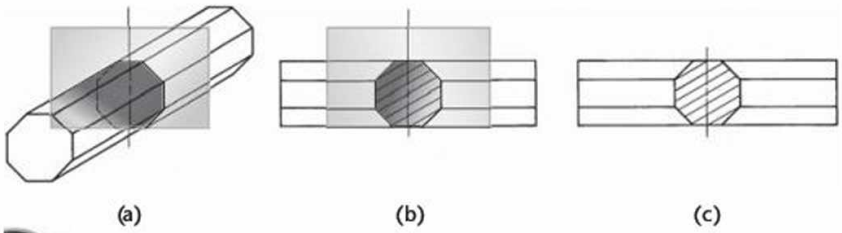
La forma de la sección transversal de una barra, brazo, rayo u otro objeto alargado puede mostrarse en la vista longitudinal usando una ***sección girada***. En la figura 7.23 se muestran ejemplos de cómo se ven las secciones giradas en un dibujo.

Para crear una sección girada, primero imagine un plano de corte perpendicular a la línea central o al eje del objeto, como se muestra en la figura 7.24a. Luego, gire el plano 90° respecto a una línea central en ángulo recto con el eje, como se muestra en las figuras 7.24b y c.

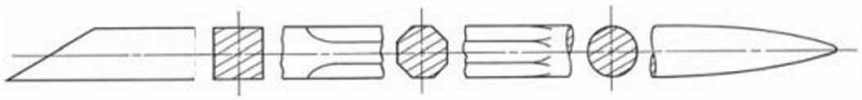
Las líneas visibles adyacentes a una sección girada pueden romperse si así se desea, como se muestra en la figura 7.25.

Al superponer la sección girada sobre la parte superior de la vista, asegúrese de que se eliminen todas las líneas originales de la vista que estén cubiertas por la vista girada (figura 7.26a).

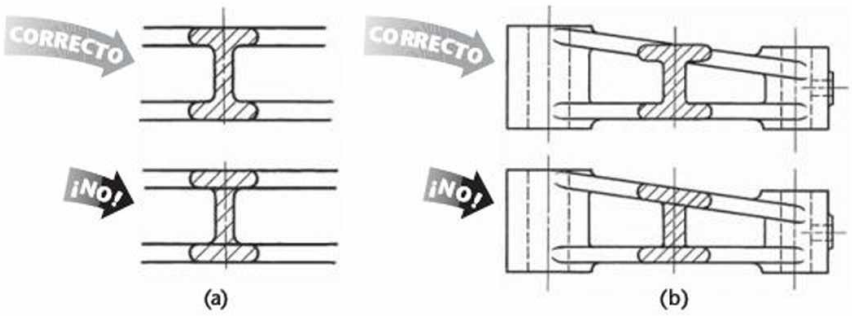
Muestre la verdadera forma de la sección girada, independientemente de la dirección de las líneas en la vista (figura 7.26b).



7.24 Uso de un plano de corte en secciones giradas.

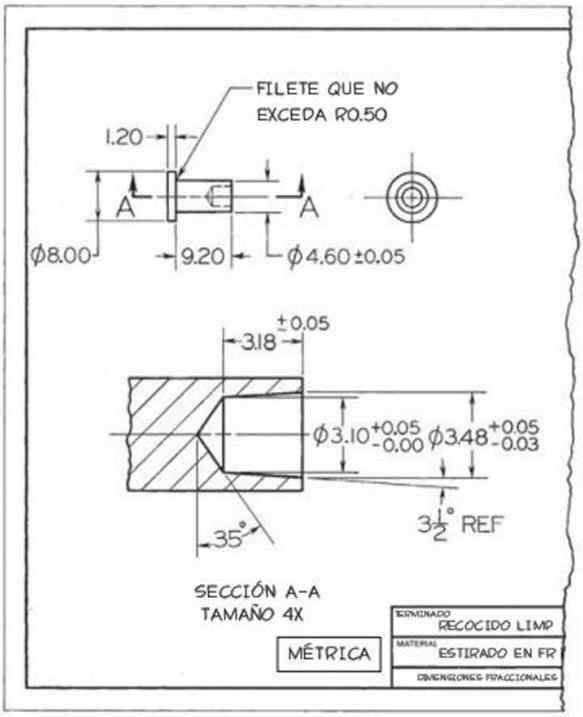


7.25 Cortes convencionales usados con secciones giradas.



7.26 Errores comunes al dibujar secciones giradas.

www.FreeLibros.me

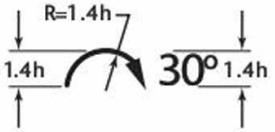


7.27 Sección desplazada.

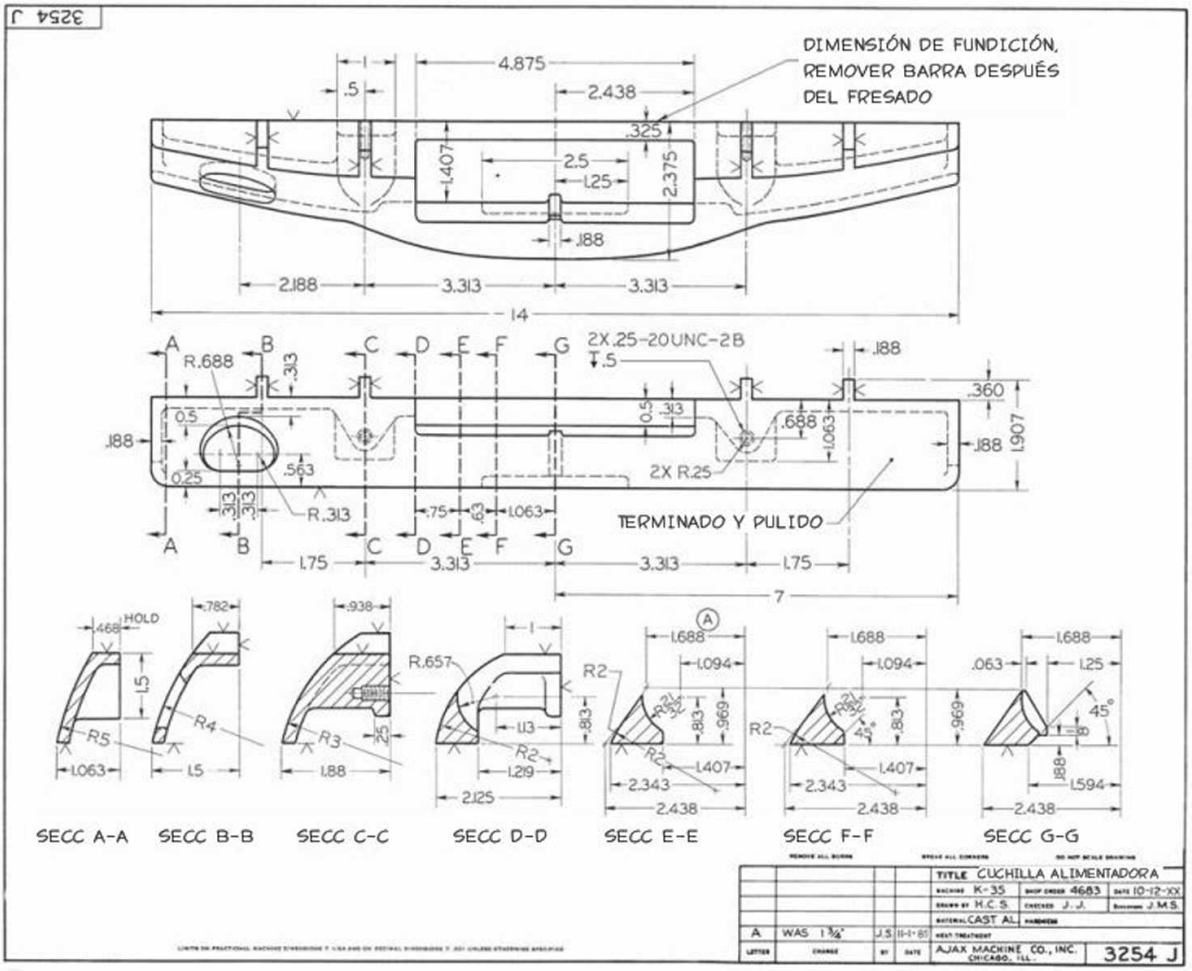
7.10 SECCIONES DESPLAZADAS

Una ***sección desplazada*** (figura 7.27) es aquella que no está en proyección directa de la vista que contiene el plano de corte; es decir, no se coloca de acuerdo con la disposición estándar de vistas. Asegúrese de mantener la sección en su orientación normal y no la gire en una dirección diferente en la hoja. Si debe girar la vista, emplee una ***flecha de rotación***, como se muestra en la figura 7.28 y observe el ángulo en que se giró la vista.

Las secciones desplazadas deben etiquetarse, por ejemplo como sección A-A y sección B-B, en correspondencia con las letras ubicadas en los extremos de la línea del plano de corte (figura 7.27). Deben disponerse en orden alfabético de izquierda a derecha sobre la hoja. Las letras de sección deben usarse en orden alfabético, pero las letras I, O y Q no deben emplearse porque pueden confundirse fácilmente con el número 1 o el cero. En la figura 7.29 se muestran varias secciones desplazadas.

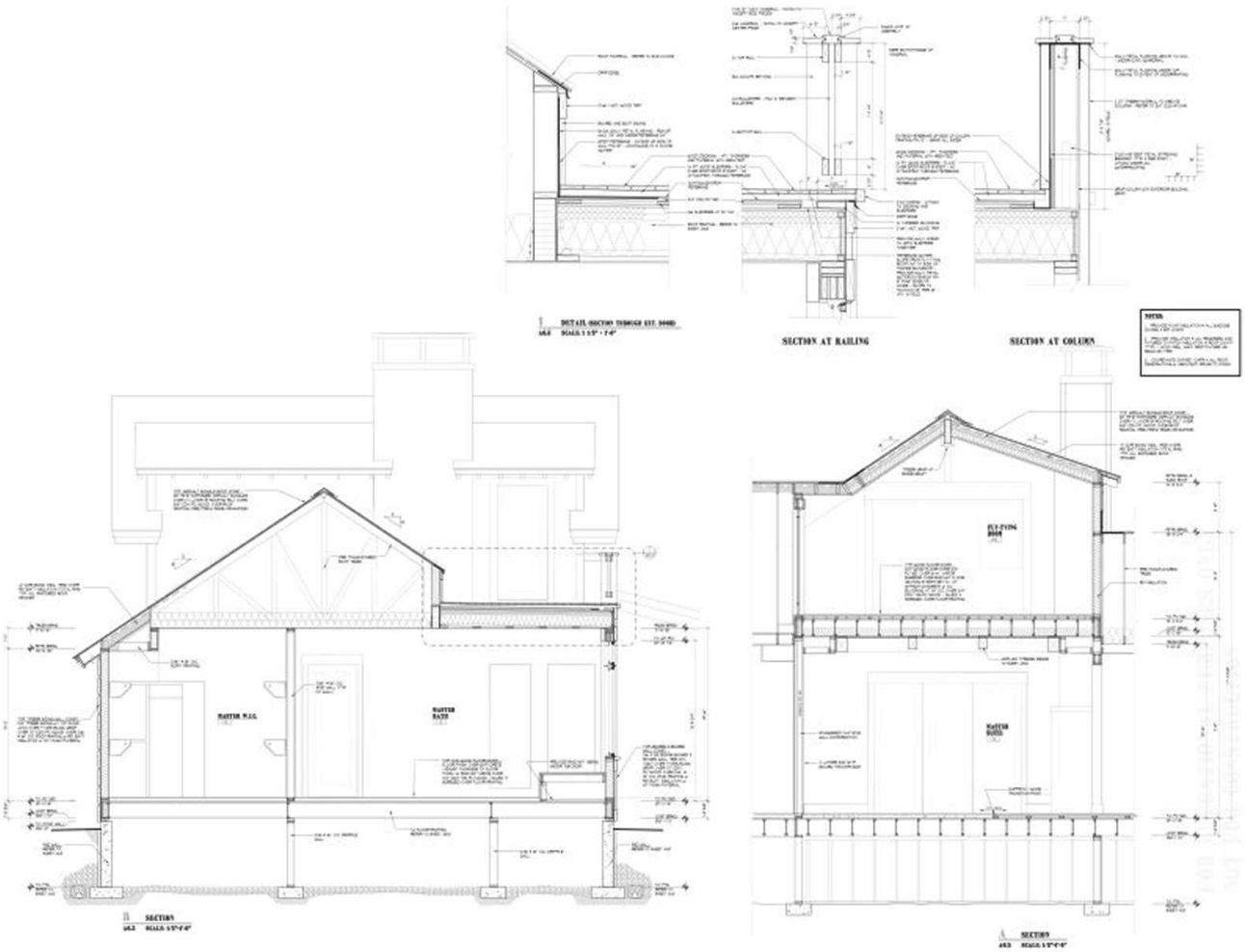


7.28 Símbolo de la flecha de giro. *Use esta etiqueta para una vista que se ha girado. h = altura de la letra en el dibujo.*



7.29 Secciones desplazadas.

www.FreeLibros.me



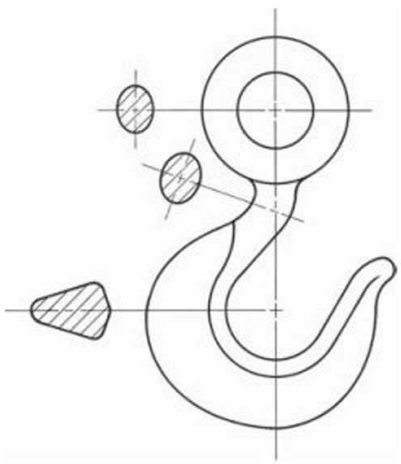
7.30 Dibujo arquitectónico que muestra vistas de sección desplazadas etiquetadas. (Cortesía de Locati Architects).

Con frecuencia, una sección desplazada es una ***sección parcial***, en la que sólo se toma una parte de la vista de sección. A menudo las secciones desplazadas se dibujan a una escala ampliada (figura 7.29) para mostrar los detalles y ofrecer un espacio para las dimensiones. Cuando utilice una escala ampliada, asegúrese de indicar la escala debajo del título de la vista de sección.

Una sección desplazada debe colocarse de manera que ya no esté alineada en la proyección de cualquier otra vista. Se debe separar claramente de la disposición estándar de vistas (vea la figura 7.30). Siempre que sea posible, las secciones desplazadas deben estar en la misma hoja que las vistas regulares. Si una sección debe colocarse en otra hoja, es necesario dar referencias cruzadas en las hojas relacionadas. Debe agregarse una nota debajo del título de la sección, por ejemplo

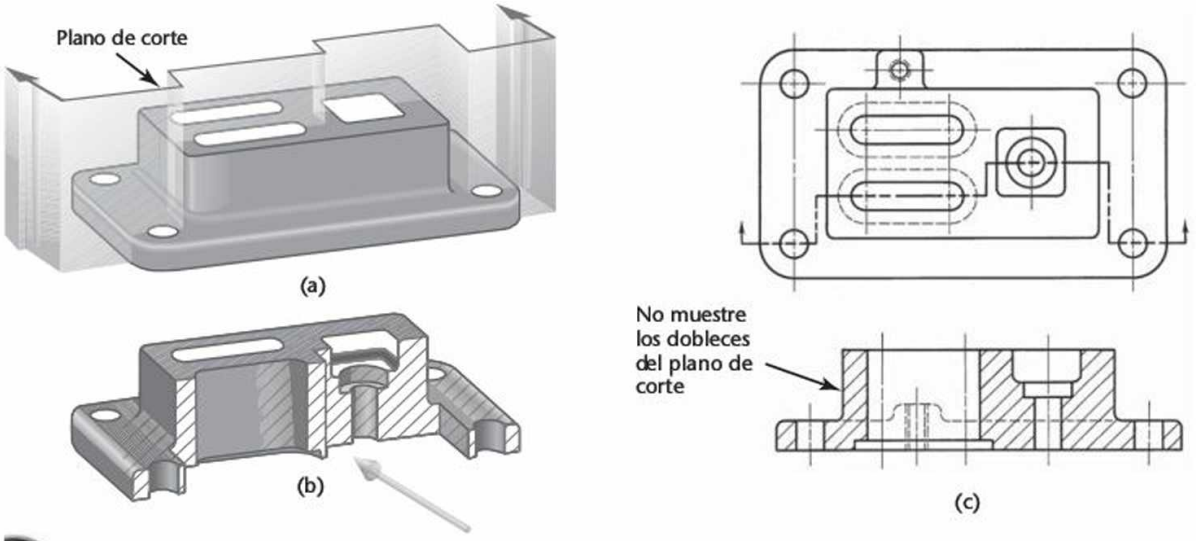
SECCIÓN B-B EN LA HOJA 4, ZONA A3

Debe colocarse una nota parecida en la hoja sobre la cual se muestra la línea del plano de corte, con un indicador apuntando a la línea del plano de corte y una referencia a la hoja en la que se encuentra la sección. En ocasiones conviene colocar las secciones desplazadas sobre líneas centrales extendidas desde los cortes de sección (figura 7.31).



7.31 Secciones desplazadas sobre líneas centrales.

www.FreeLibros.me



7.32 Sección desviada.

7.11 SECCIONES DESVIADAS

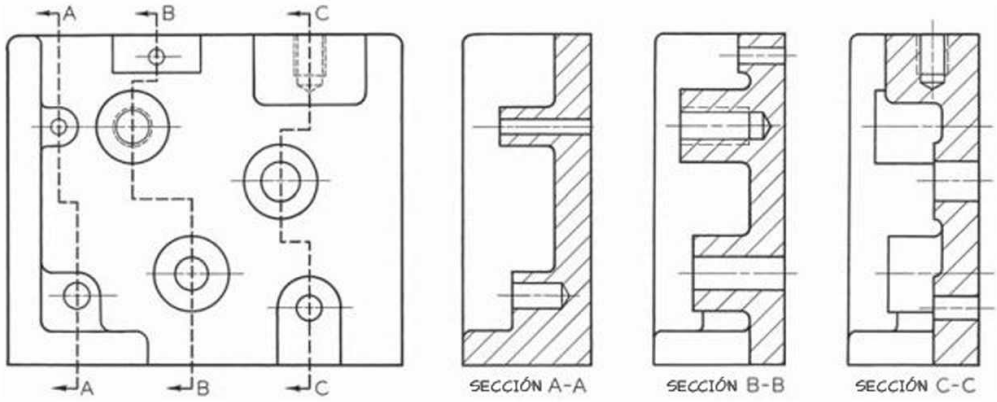
Al seccionar objetos complejos, a menudo es deseable mostrar características que no estén en una línea recta por lo que el plano de corte se "desvía" o se dobla. Estas secciones se llaman ***secciones desviadas***.

En la figura 7.32a el plano de corte se desvía en varios lugares para incluir el orificio en el extremo izquierdo, una de las ranuras paralelas, el hueco rectangular, y uno de los agujeros en el extremo derecho. Entonces, la parte frontal del objeto puede imaginarse como eliminada (figura 7.32b). La trayectoria del plano de corte se muestra en la línea del plano de corte ubicada en la vista superior (figura 7.32c) y la sección desviada resultante se presenta en la vista frontal.

- Todas las desviaciones o dobleces en el plano de corte son de 90°.
- Los dobleces en el plano de corte no se muestran en la vista de sección.

En la figura 7.32 también se muestra cómo las líneas ocultas en una sección eliminan la necesidad de una vista adicional. En este caso, si no se mostraran las líneas ocultas, se necesitaría una vista adicional para presentar la pequeña copa en la parte posterior.

En la figura 7.33 se muestra un ejemplo de varias secciones desviadas. Observe que las formas visibles del fondo aparecen en cada vista de sección sin necesidad de usar líneas ocultas. También es aceptable mostrar sólo la parte cortada, pero las vistas son más fáciles de interpretar cuando se muestran las líneas visibles detrás del plano de corte.



7.33 Tres secciones desviadas.

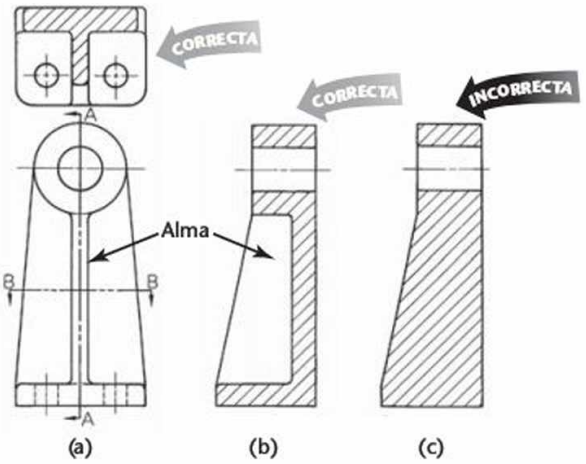
www.FreeLibros.me

7.12 COSTILLAS EN SECCIÓN

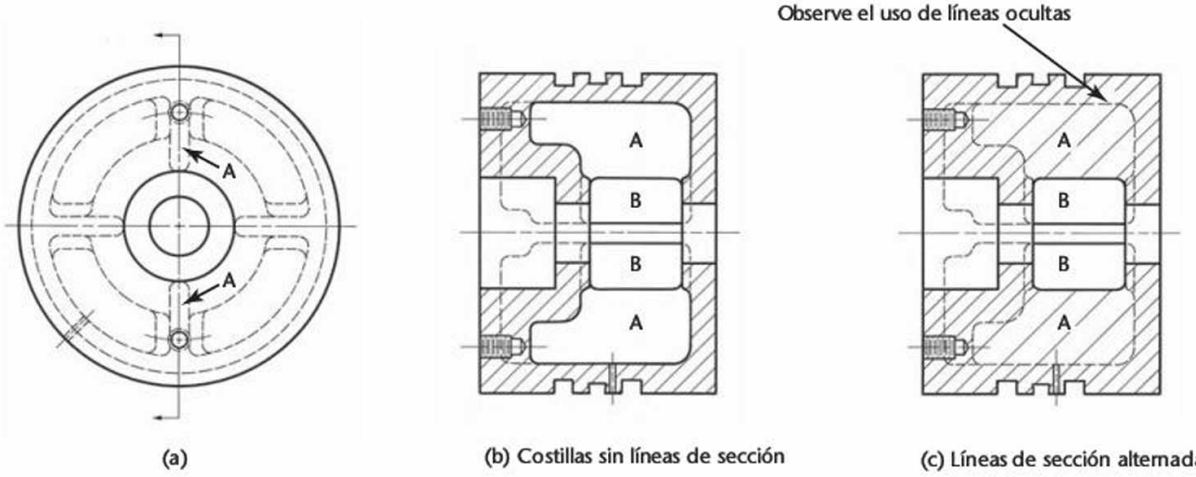
Para evitar dar una falsa impresión de grosor y solidez, las costillas, las almas, los dientes de engrane y otros elementos planos similares no se achuran con líneas de sección aunque el plano de corte los rebane. Por ejemplo, en la figura 7.34, el plano de corte A-A rebana el centro del alma vertical, o costilla, y el alma no está seccionada (figura 7.34a). Los elementos delgados no se achuran aunque el plano de corte los seccione en toda su extensión. En la figura 7.34b se muestra una sección incorrecta. Observe la falsa impresión de grosor y solidez que resulta de agregar líneas de sección a la costilla.

Si el plano de corte cruza transversalmente una costilla o un miembro fino, como en la sección B-B, agregue líneas de sección al miembro de la forma habitual, como en la vista superior de la figura 7.34c.

Si una costilla no se secciona cuando el plano de corte pasa a través de ésta, en ocasiones es difícil determinar si la costilla está realmente presente, como, por ejemplo, las costillas A de las figuras 7.35a y b. Es difícil distinguir los espacios B como espacios abiertos y los espacios A como costillas. En estos casos debe utilizar líneas de sección a doble espacio en las costillas (figura 7.35c). Esto consiste simplemente en continuar de manera alternada las líneas de sección a través de las áreas de las costillas, como se muestra.



7.34 Alma en sección.



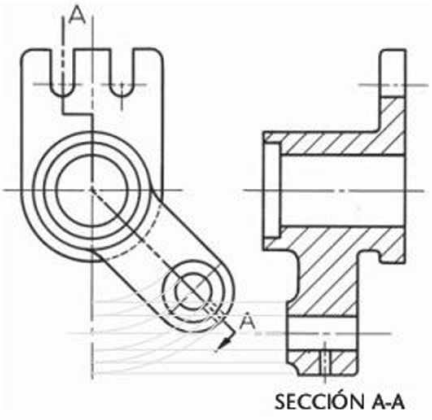
7.35 Seccionamiento alternado.

7.13 SECCIONES ALINEADAS

Cuando se seccionan piezas con elementos angulares, el plano de corte debe curvarse para pasar a través de esos elementos. Entonces, el plano y los elementos pueden imaginarse como girados en el plano original. Por ejemplo, en la figura 7.36 se muestra una ***sección alineada***. El plano de corte se curvó para que pasara a través del brazo angulado y luego se giró hacia una posición vertical (alineado), desde donde se proyectó a través de la vista de sección.

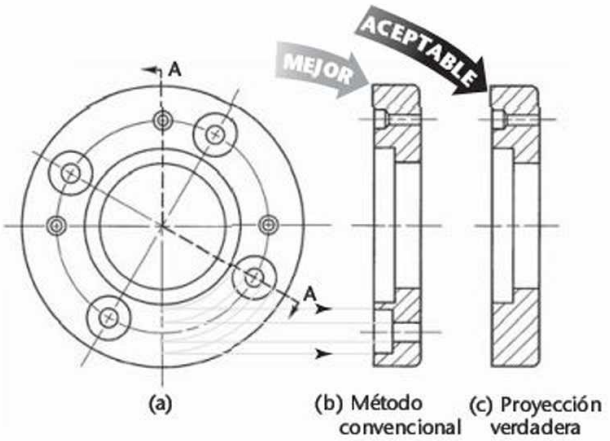
El ángulo de giro siempre debe ser inferior a 90° para una sección alineada.

No gire los elementos si la claridad del dibujo no mejora. En ejercicios posteriores de este capítulo se verán ejemplos que muestran cuándo no deben utilizarse los giros.



7.36 Sección alineada.

www.FreeLibros.me

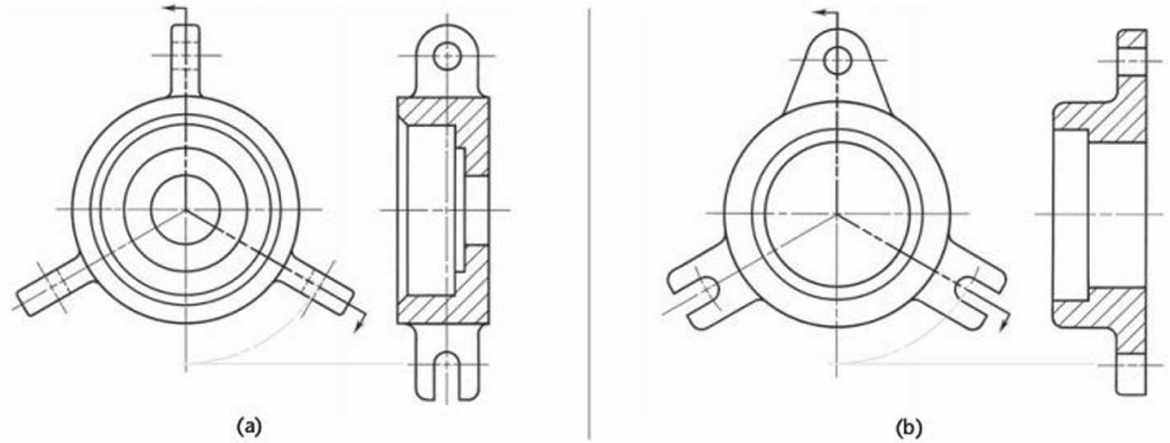


7.37 Sección alineada.

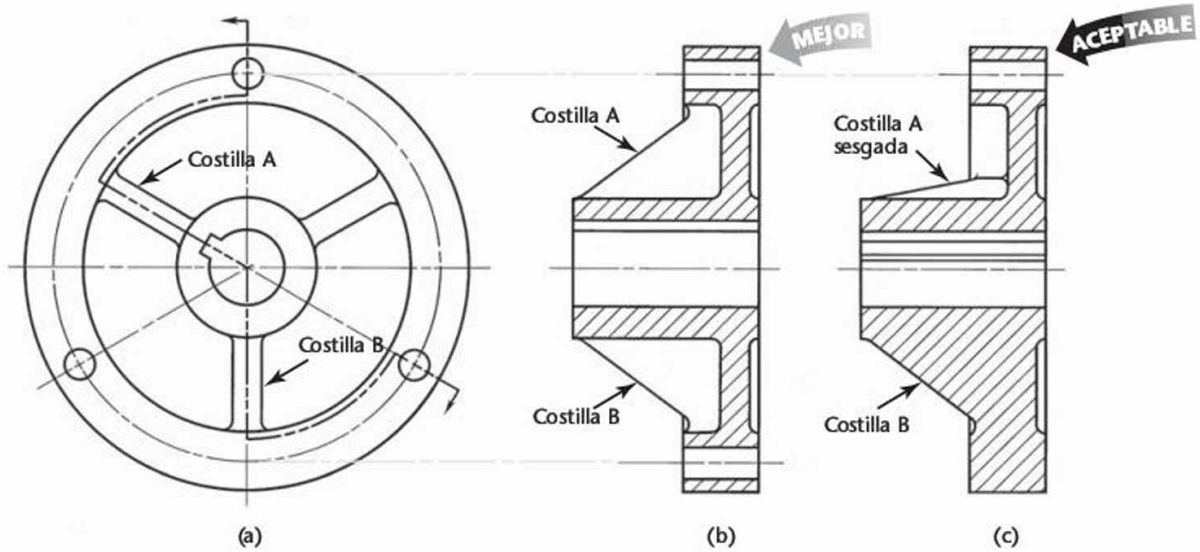
En la figura 7.37 el plano de corte se curva para incluir uno de los orificios taladrados y abocardados en la vista de sección. La vista de sección correcta de la figura 7.37b da una descripción más clara y más completa que la sección de la figura 7.37c, la cual se presenta sin ningún doblez en el plano de corte.

En la figura 7.38a, las aletas salientes no se seccionan por la misma razón que no se hace con las costillas. En la figura 7.38b, las aletas salientes se localizan de manera que el plano de corte las atraviesa transversalmente, por lo tanto, se seccionan.

Otro ejemplo que implica el seccionamiento de costillas y el seccionamiento alineado se muestra en la figura 7.39. En la vista circular, el plano de corte se desvía en dobleces circulares para incluir el orificio y la costilla superiores, el cuñero y el orificio central, la costilla inferior y uno de los orificios inferiores. Estos elementos se imaginan girados hasta estar alineados en forma vertical y se proyectan a partir de esa posición para obtener la sección que se muestra en la figura 7.39b. Observe que las costillas no están seccionadas. Si una sección regular completa del objeto se dibujara sin emplear las convenciones analizadas aquí, la sección resultante (figura 7.39c) estaría incompleta y sería confusa, además se requeriría más tiempo para dibujarla.

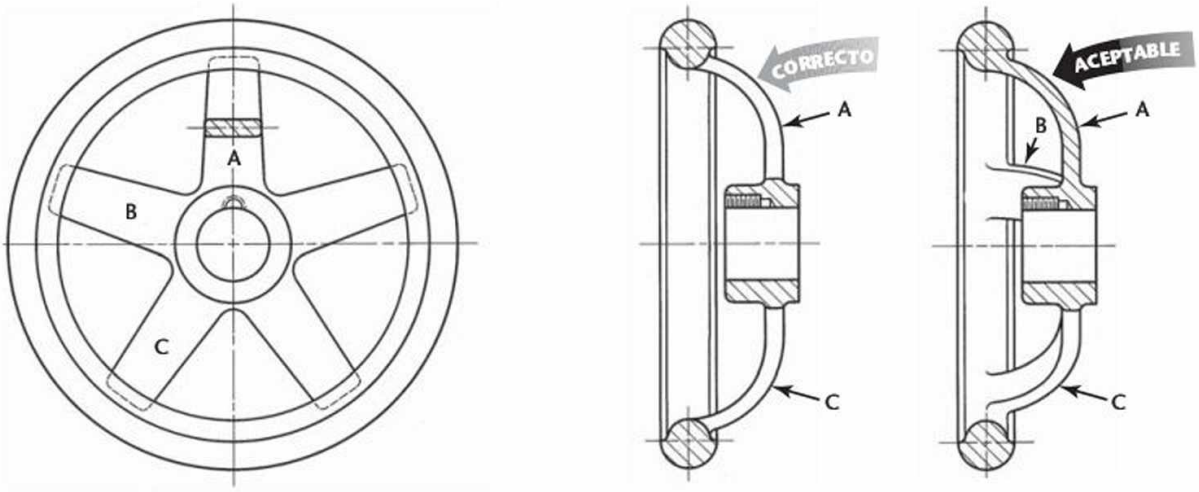


7.38 Sección alineada.



7.39 Simetría de las costillas.

www.FreeLibros.me



(a) (b) Método convencional (c) Proyección verdadera

7.40 Rayos en sección.

Mostrar la sección real es aceptable cuando se genera a partir de un modelo en 3D. Si lo hace así, asegúrese de proporcionar vistas claras que puedan ser interpretadas por el lector.

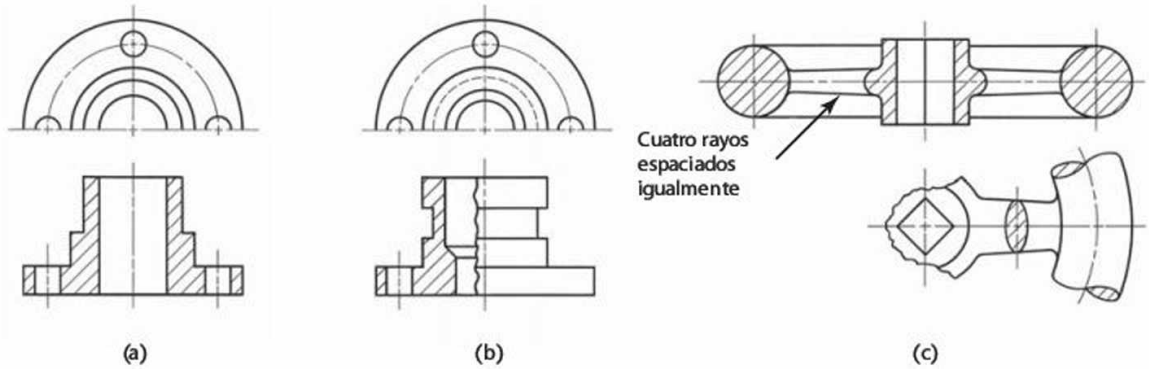
Al seccionar una polea o rueda con rayos (figura 7.40a), una práctica habitual es girar los radios si esto es necesario (cuando hay un número impar) y no agregar líneas de sección a los rayos (figura 7.40b). Si el rayo se secciona, la vista da una falsa impresión de un metal continuo (figura 7.40c). Si el rayo inferior no se gira, se mostrará sesgado en la vista de sección, con lo que se verá "amputado" y presentará una apariencia engañosa.

En la figura 7.40 también se ilustra la práctica correcta al omitir líneas visibles en una vista de sección. Observe que el rayo B se omite en la figura 7.40b. Si se incluyera, como se muestra en la figura 7.40c, el rayo sesgado sería difícil de dibujar y su trazado requeriría mucho tiempo, además resultaría confuso para el lector del dibujo.

7.14 VISTAS PARCIALES

Si se tiene un espacio limitado en el papel o se desea ahorrar tiempo, pueden usarse vistas parciales con el seccionamiento (figura 7.41). En las figuras 7.41a y b se muestran vistas medias en relación con una sección completa y una sección media, respectivamente. En cada caso se muestra la mitad posterior del objeto en la vista circular, para remover la parte frontal del objeto y exponer la parte posterior de la sección.

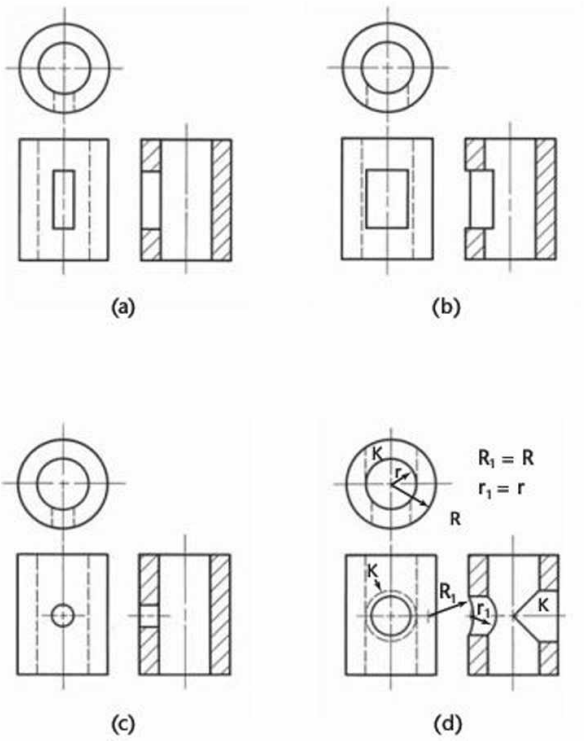
Otro método para dibujar una visión parcial consiste en romper gran parte de la visión circular, manteniendo sólo aquellas características que son necesarias para una representación mínima (figura 7.41c).



(a) (b) (c)

7.41 Vistas parciales.

www.FreeLibros.me



7.42 Intersecciones.

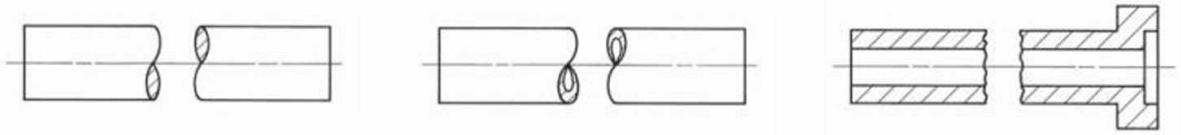
7.15 INTERSECCIONES EN SECCIONES

Siempre que una intersección sea pequeña o poco importante en una sección, es una práctica habitual descartar la proyección verdadera de la figura de la intersección, como se muestra en las figuras 7.42a y c. Las intersecciones más grandes pueden proyectarse, como se muestra en la figura 7.42b, o aproximarse mediante arcos circulares, como se muestra en el agujero más pequeño de la figura 7.42d. Observe que el orificio más grande K tiene el mismo diámetro que el orificio vertical. En estos casos, las curvas de intersección (elipses) aparecen como líneas rectas, tal como se muestra en la figura.

7.16 CORTES CONVENCIONALES Y SECCIONES

Al mostrar un corte convencional con frecuencia se agrega un achurado transversal. Los ***cortes convencionales*** se utilizan para acortar la vista de un objeto que es demasiado largo para que se muestre con claridad con una sola escala en la hoja de dibujo. En la figura 7.43 se muestran ejemplos de achurados en cortes convencionales. Las piezas que se cortan deben tener la misma sección transversal en toda su longitud o, si son cónicas, deben tener un ahusamiento uniforme.

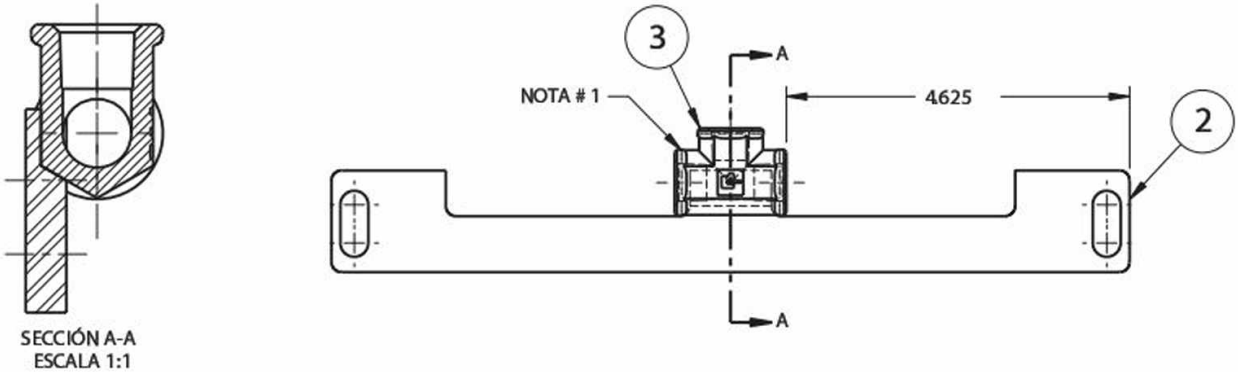
Los cortes que se usan en los ejes cilíndricos o tubos se conocen como "cortes en S" y suelen dibujarse a ojo, aunque hay plantillas para dibujar cortes en S.



7.43 Con frecuencia los cortes convencionales presentan achurado para mostrar el material cortado.

7.17 SECCIONES DE ENSAMBLE

Las vistas de sección se utilizan también para crear dibujos de ensamble. En la figura 7.44 se muestra un dibujo ortográfico para un ensamble. Observe que el achurado en las diferentes piezas tiene patrones de sombreado distintos o están achuradas con diferentes ángulos. En la misma pieza, el achurado siempre tiene el mismo ángulo, lo que le ayudará a reconocer las piezas con facilidad. Los elementos sólidos que no tienen una estructura interior no se achuran. Usted aprenderá más acerca de estos tipos de dibujo en el capítulo 12.



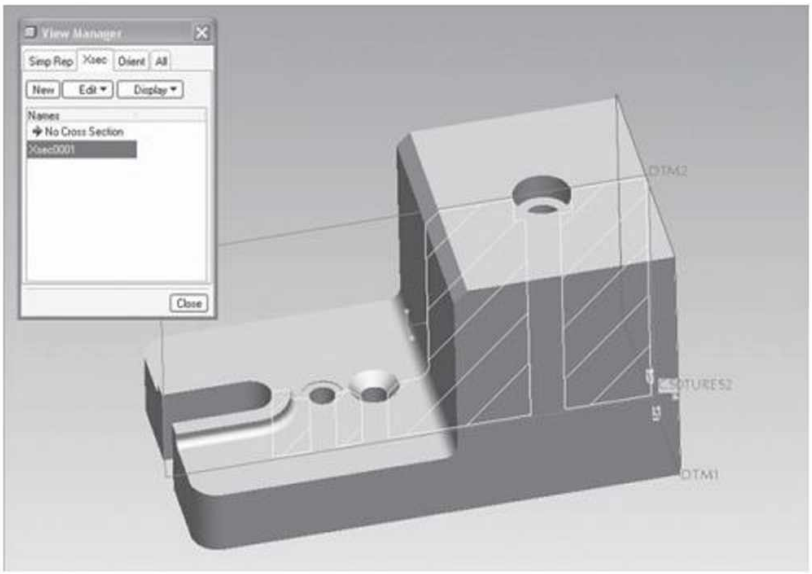
7.44 Sección de ensamble. (Cortesía de Wood's Power-Grip Co., Inc.).

www.FreeLibros.me

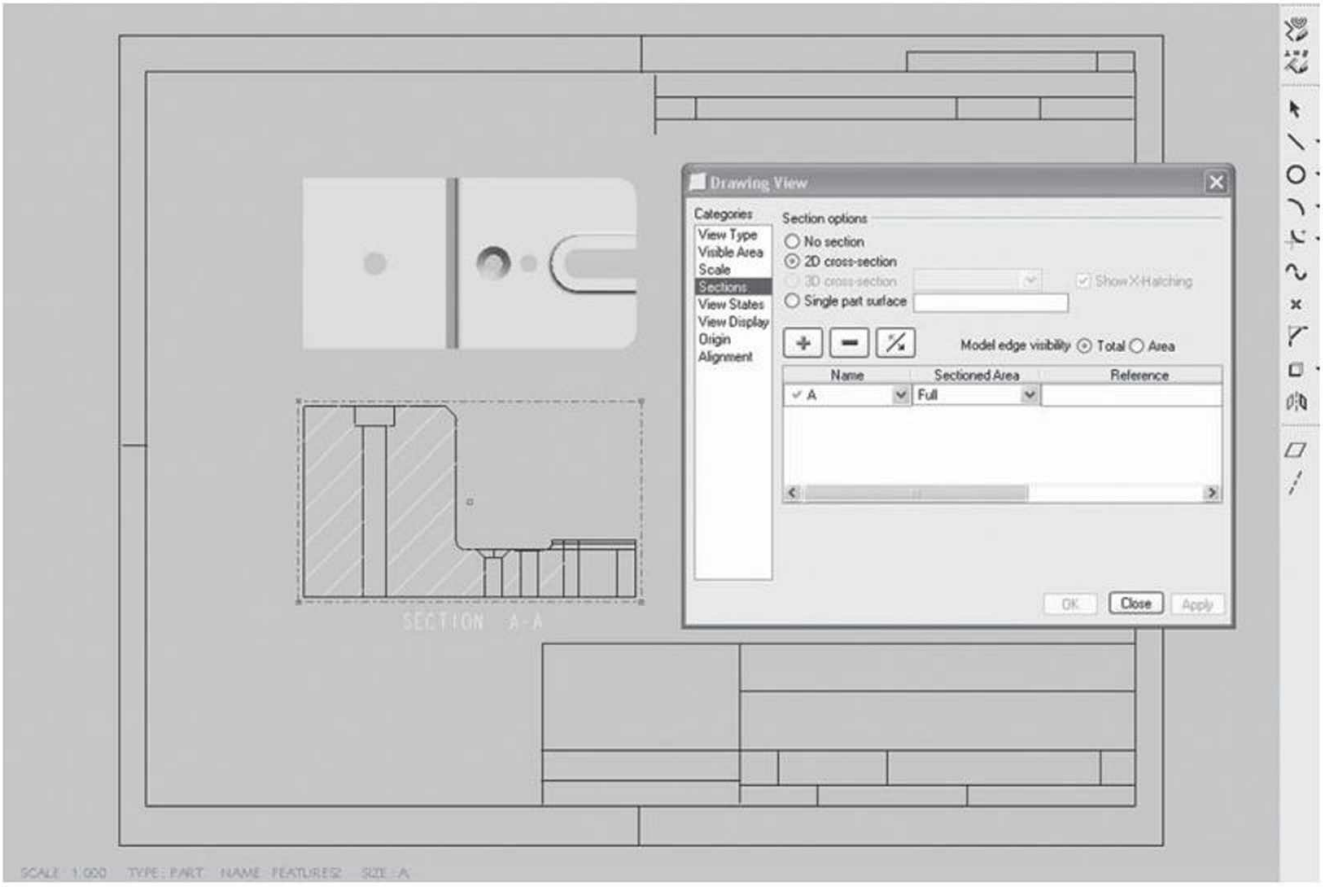
TÉCNICAS DE COMPUTADORA PARA CREAR SECCIONES

Las vistas de sección en 2D y 3D pueden crearse usando CAD. La mayoría de los sistemas de CAD tienen un comando de "achurado" (*hatch*) para generar las líneas de sección y los patrones de achurado con el fin de rellenar automáticamente un área. Por lo general se tiene una amplia variedad de patrones de achurado para mostrar materiales como acero, bronce, arena, concreto y muchos más.

La creación de una vista de sección completa a partir de un modelo en 3D suele ser muy sencilla. A menudo, sólo necesita definir el plano de corte, la dirección de la vista, la escala y dónde colocar la vista en la hoja. Por lo común, el achurado de las superficies cortadas se genera de modo automático. Las vistas seccionadas que no surgen de secciones completas pueden ser más difíciles de dibujar. Para crear buenos dibujos de sección con CAD, usted debe entender con claridad las normas para la representación de vistas de sección.

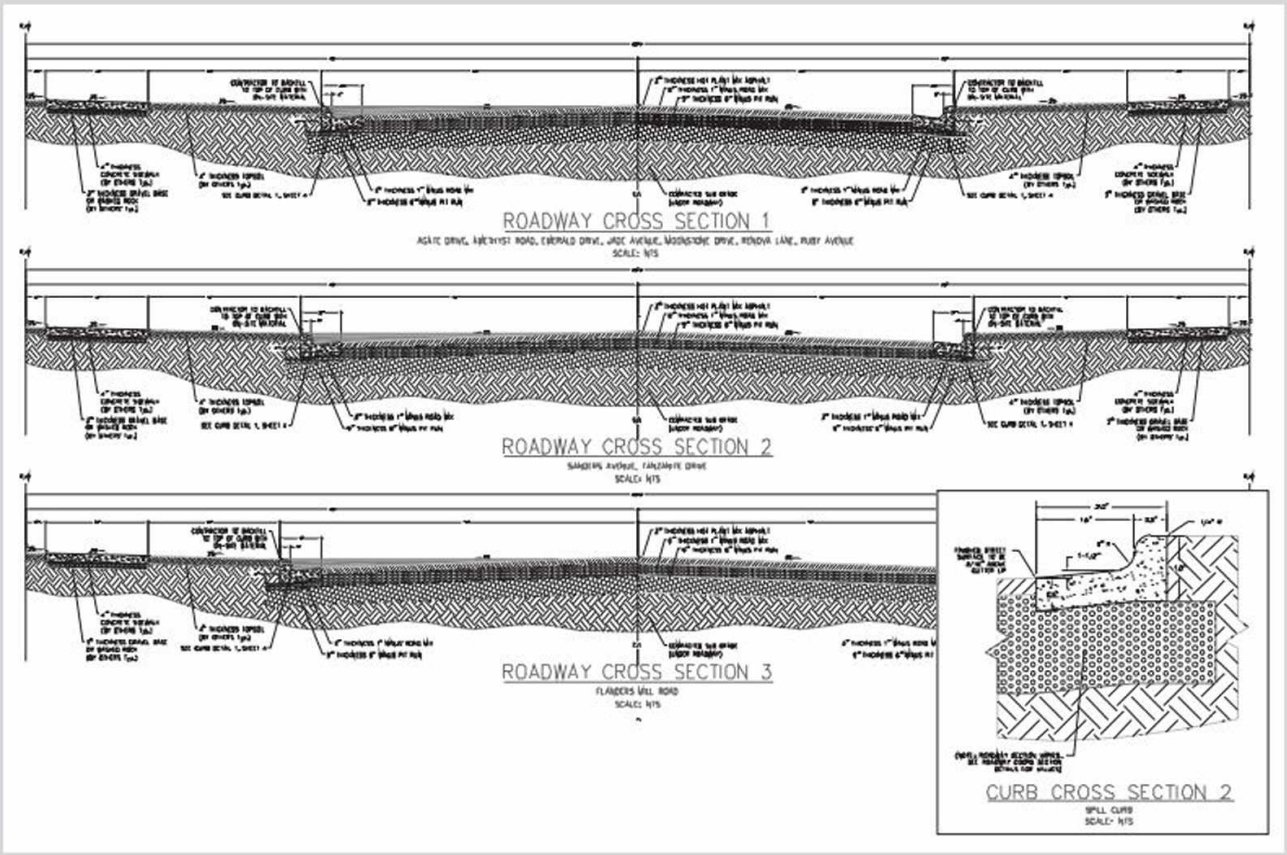


Sección creada en un modelo en 3D usando el administrador de vistas del software Pro/ENGINEER. (Cortesía de PTC).

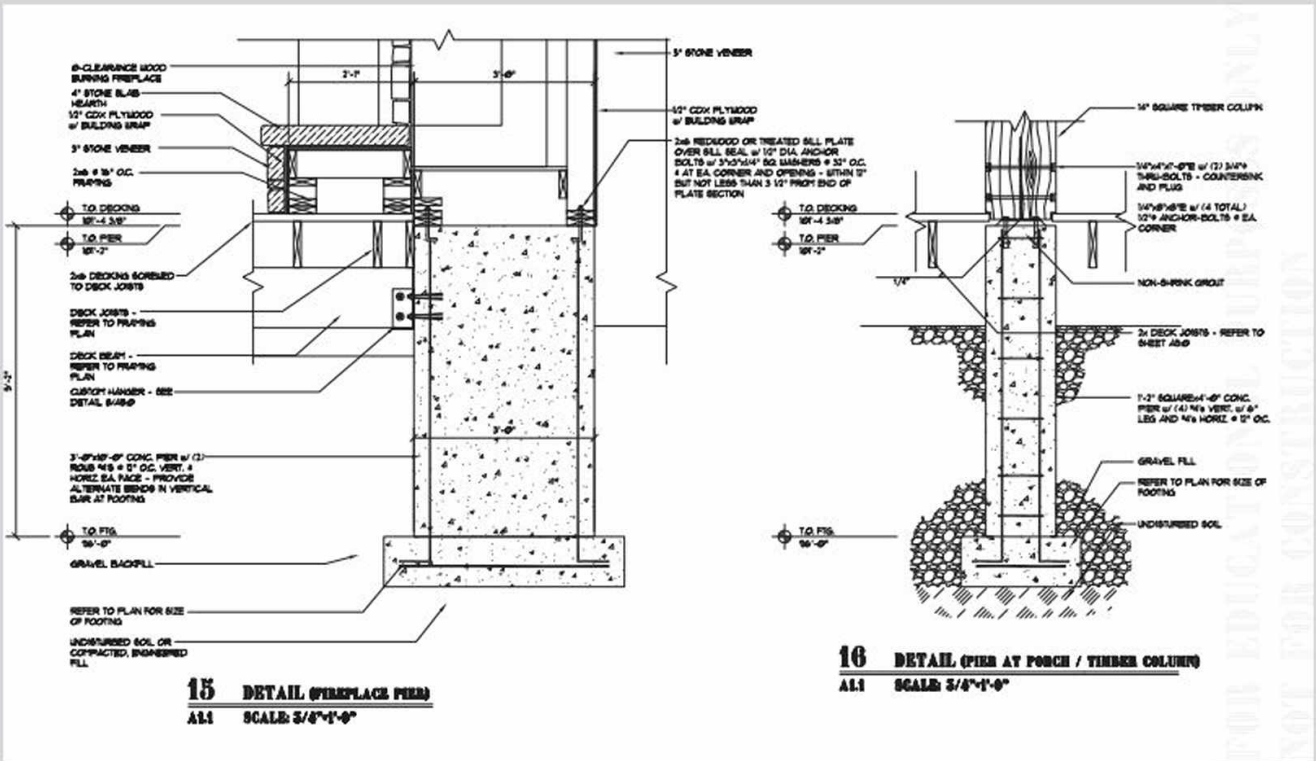


Las secciones pueden mostrarse rápidamente en dibujos ortográficos generados a partir de un modelo en 3D usando un software de CAD como Pro/ENGINEER. (Cortesía de PTC).

www.FreeLibros.me

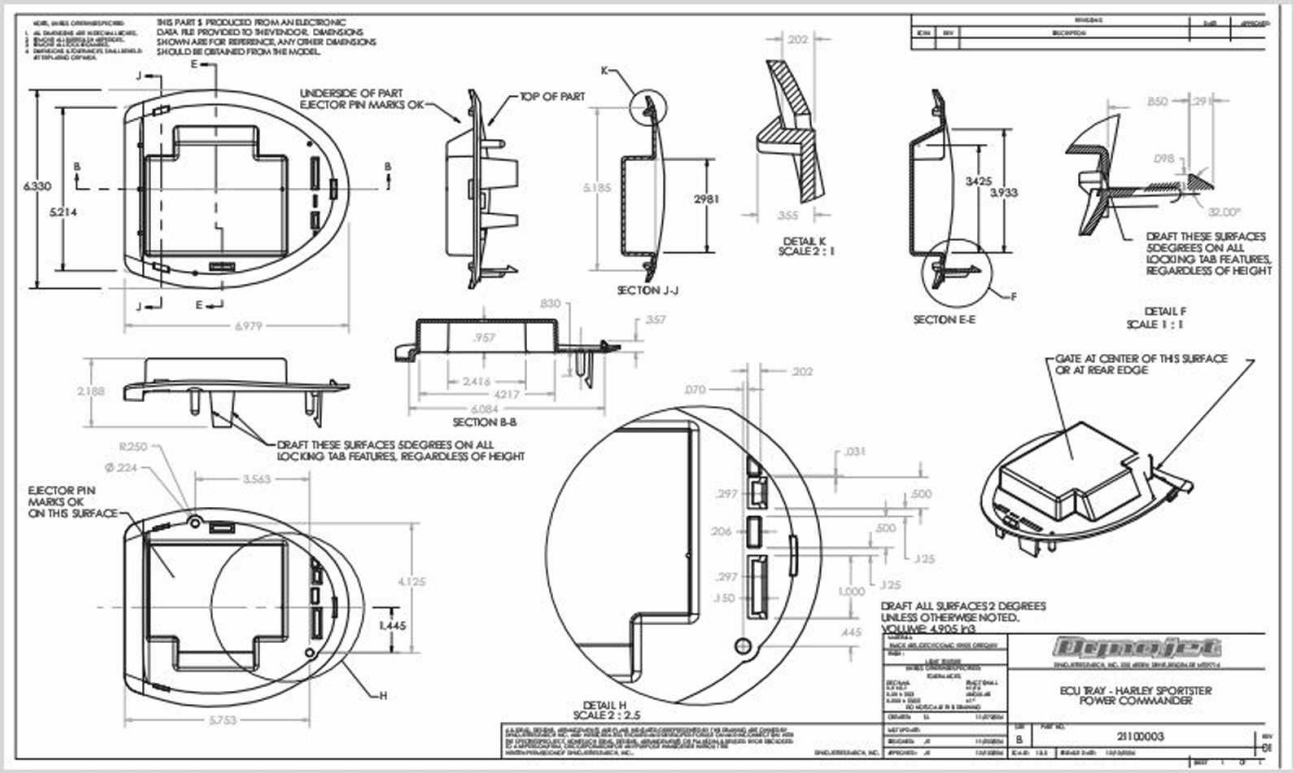


Secciones de carretera. (*Extraído de un dibujo más grande*). (Cortesía de Locati Architects).

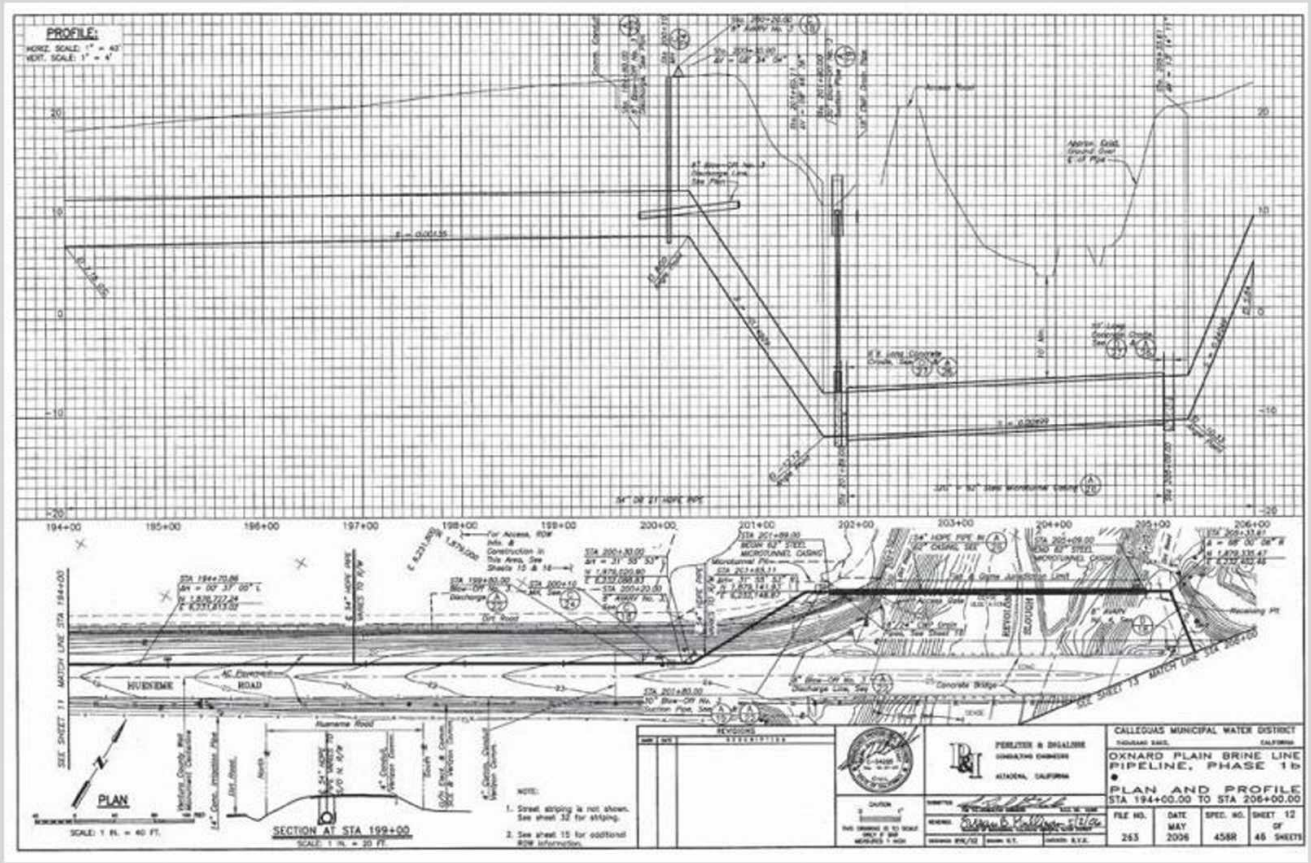


Detalle de sección. (*Extraído de un dibujo más grande*). (Cortesía de Locati Architects).

www.FreeLibros.me



Dibujo de detalle para un molde de inyección de plástico con vistas de sección desplazadas. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).



Planos de planta y perfil con secciones. (Cortesía de Perliter & Ingalsbee Consulting Engineers).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Achurado
Cortes convencionales
Flecha de giro
Línea del plano de corte
Líneas de sección
Sección alineada
Sección completa
Sección desplazada
Sección desviada
Sección girada
Sección media
Sección parcial
Sección rota
Simbología de las líneas de sección
Vistas de sección

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Ahora que ha terminado este capítulo, usted debe ser capaz de:

- Mostrar detalles internos de objetos sin necesidad de líneas ocultas, usando vistas de sección.
- Imaginar una variedad de objetos cortados a lo largo de una línea del plano de corte.
- Mostrar líneas de sección (achurado) para indicar las partes sólidas del objeto seccionado mediante el plano de corte.
- Comprobar que no muestra líneas ocultas donde ya no son necesarias, porque las superficies internas están expuestas cuando el objeto se imagina cortado.
- Usar la simbología de las líneas de sección para indicar el material del objeto.
- Omitir las líneas de sección de costillas, almas y rayos que se seccionan longitudinalmente.
- Girar los elementos simétricos de modo que la vista de sección describa la simetría de la pieza.
- Usar cortes convencionales en los dibujos para mostrar detalles del objeto cuando éstos aparezcan demasiado pequeños, a una escala donde se muestre todo el objeto en la hoja.
- Interpretar planos de ensamble que incluyan vistas de sección.

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Qué representa la línea del plano de corte?
2. Bosqueje los símbolos de las líneas de sección para 10 materiales diferentes.
3. Mencione siete diferentes tipos de secciones y bosqueje un ejemplo de cada uno.
4. ¿Cuáles vistas de sección se usan para reemplazar una vista principal existente? ¿Cuáles vistas de sección se usan adicionalmente a las vistas principales?
5. ¿Qué cantidad de un objeto se imagina cortado en una sección media?
6. ¿Qué tipo de línea se utiliza para mostrar los límites de una sección rota?
7. ¿Por qué, por lo general, las líneas ocultas se omiten en una vista de sección?
8. ¿Por qué algunos elementos simétricos, como los rayos y las almas, se giran en la vista de sección?
9. ¿Por qué los contornos de una costilla se trazan con las mismas líneas que el objeto y no contienen líneas de sección?

www.FreeLibros.me

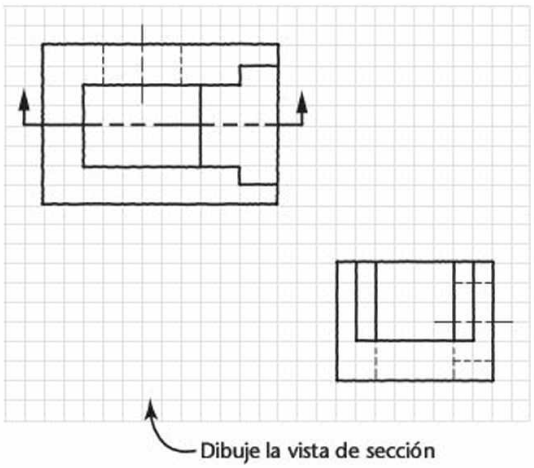
EJERCICIOS DE SECCIONAMIENTO

Cualquiera de los siguientes ejercicios puede dibujarse a mano alzada o con CAD. Si va a agregar dimensiones a sus dibujos, estudie antes el capítulo 10 sobre dimensionamiento. Como práctica, muestre las líneas de los planos de corte. ¿Podría usted decir que en el ejercicio 7.4., problemas 2 y 14, es necesario mostrar las líneas de los planos de corte para que el dibujo sea más fácil de interpretar?

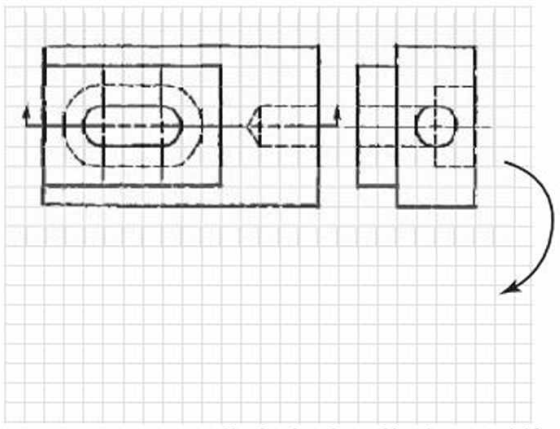
Problemas de seccionamiento a mano alzada

Los ejercicios 7.1 a 7.4 están diseñados especialmente para bosquejar en papel gráfico de 8.5" × 11" con cuadrículas adecuadas. Bosqueje uno o dos problemas por hoja, agregando las vistas de sección tal como se indica. Para hacer que sus dibujos quepan fácilmente en el papel, use cada cuadro de la malla a 6 mm o 1/4".

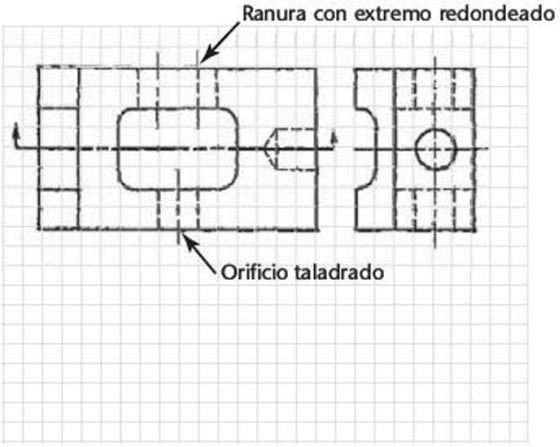
Ejercicio 7.1 Dibuje otra vez las vistas dadas y agregue la vista frontal.



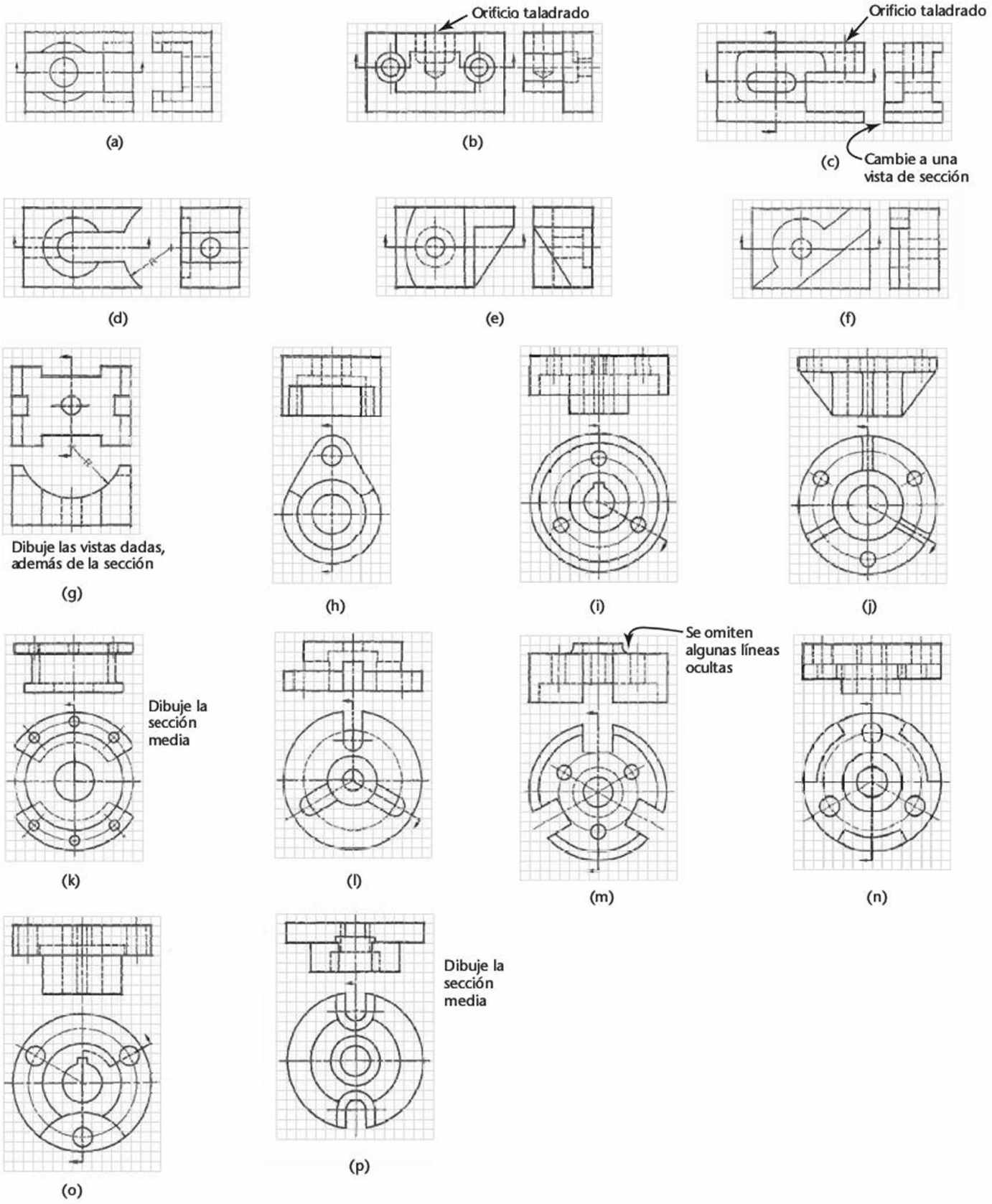
Ejercicio 7.2 Dibuje de nuevo la vista superior, gire la vista lateral y muévala hasta una posición de modo que sea posible proyectar la vista frontal en sección. Agregue la vista frontal. Cada cuadro de la malla es igual a 6 mm (1/4").



Ejercicio 7.3 Use las mismas instrucciones que para el ejercicio 7.2.

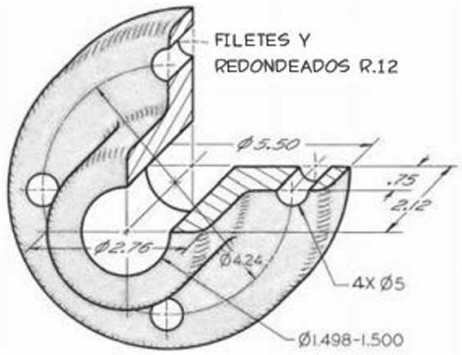


www.FreeLibros.me

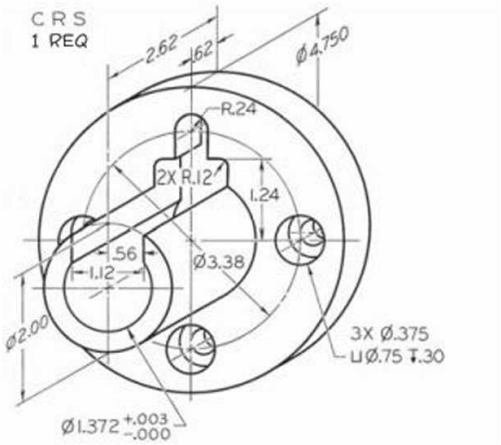


Ejercicio 7.4 Problemas de seccionamiento a mano alzada. Bosqueje las vistas y agregue las secciones que se indican mediante las líneas del plano de corte, las cuales pueden omitirse excepto en los incisos b y c.

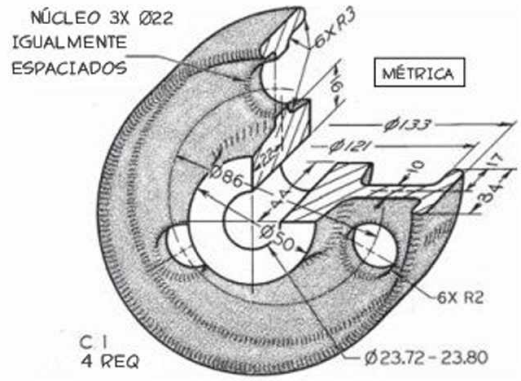
www.FreeLibros.me



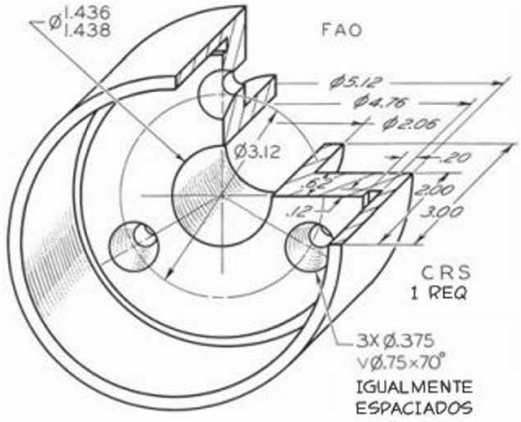
Ejercicio 7.5 Cojinete. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*



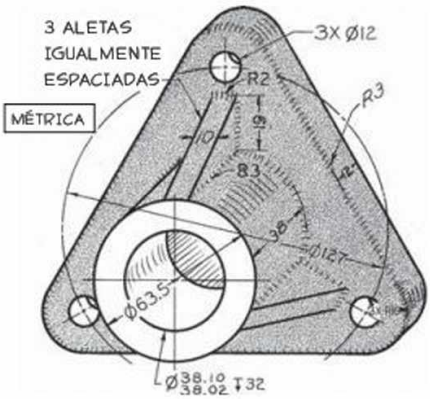
Ejercicio 7.8 Manga de centrado. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*



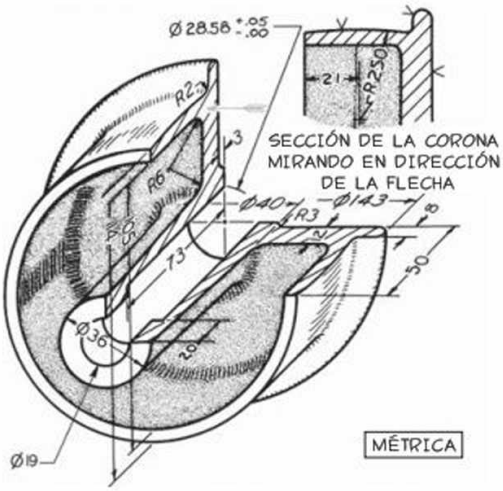
Ejercicio 7.6 Rueda de camión. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*



Ejercicio 7.9 Cojinete especial. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*



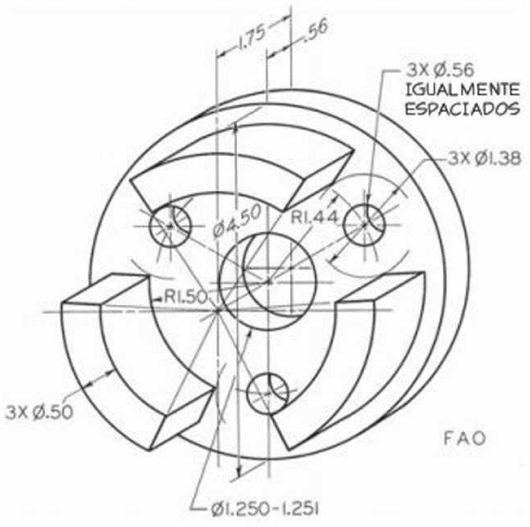
Ejercicio 7.7 Soporte de columna. Dibuje las vistas necesarias, con sección rota.*



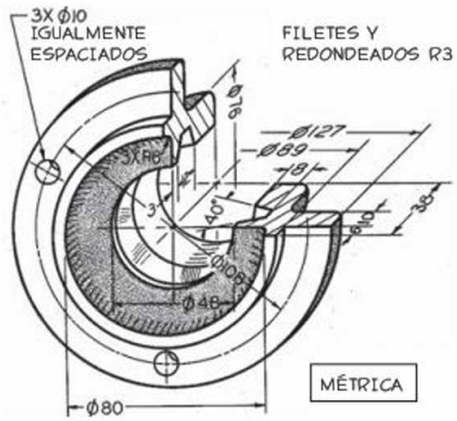
Ejercicio 7.10 Polea loca. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

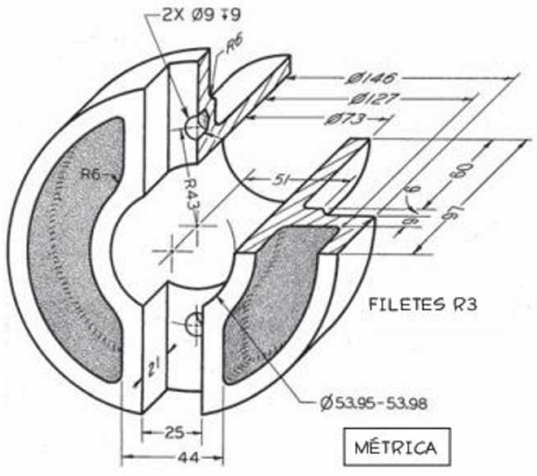
www.FreeLibros.me



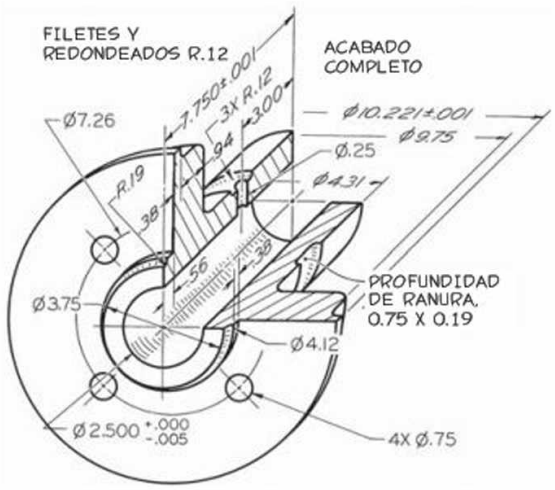
Ejercicio 7.11 Arandela de copa. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*



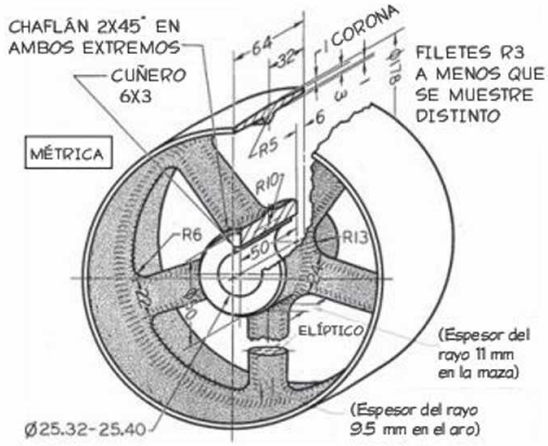
Ejercicio 7.12 Copa de cojinete fijo. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*



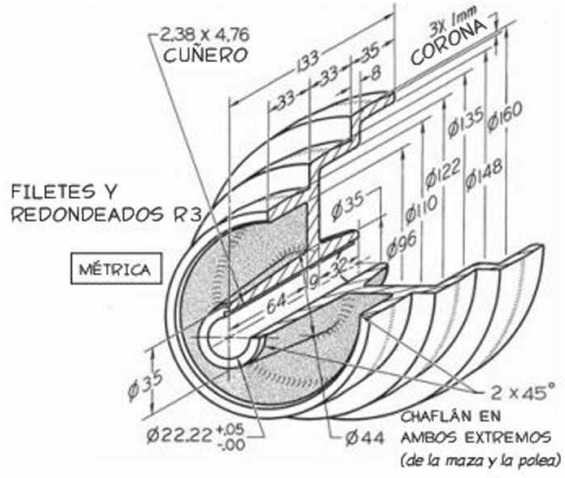
Ejercicio 7.13 Guía de material. Dibuje las vistas necesarias, con sección media.*



Ejercicio 7.14 Cojinete. Dibuje las vistas necesarias, con sección media.* Escala: tamaño medio.*



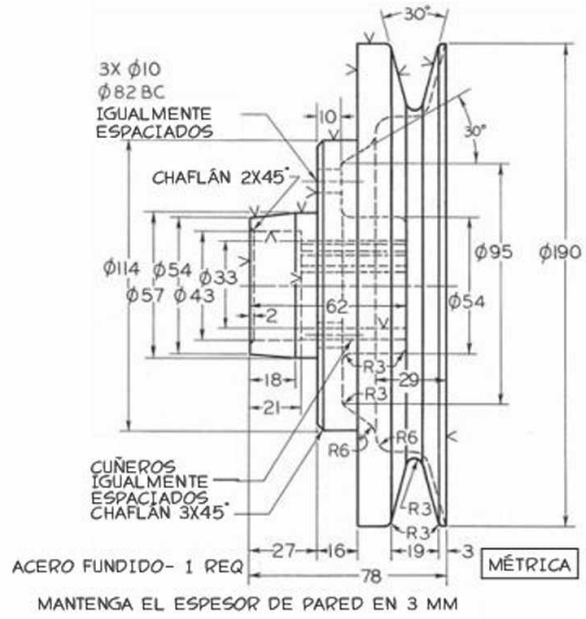
Ejercicio 7.15 *Polea*. Dibuje las vistas necesarias, con sección media, y la sección del rayo girada.*



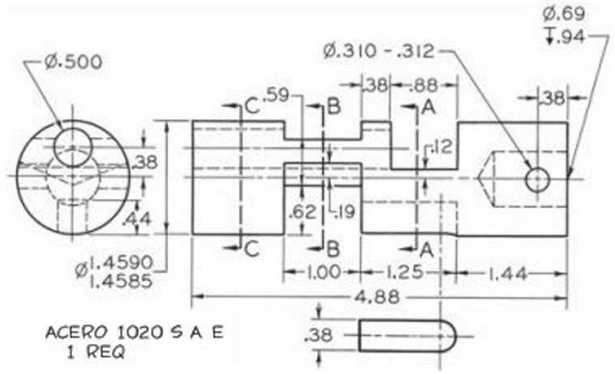
Ejercicio 7.16 Polea de cono escalonado. Dibuje las vistas necesarias, con sección completa.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

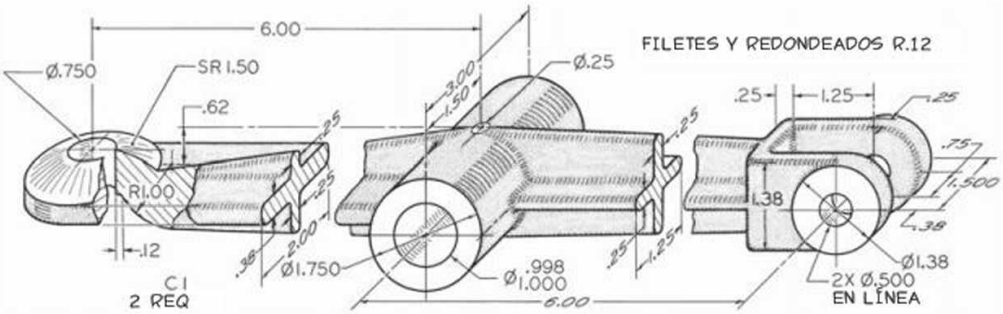
www.FreeLibros.me



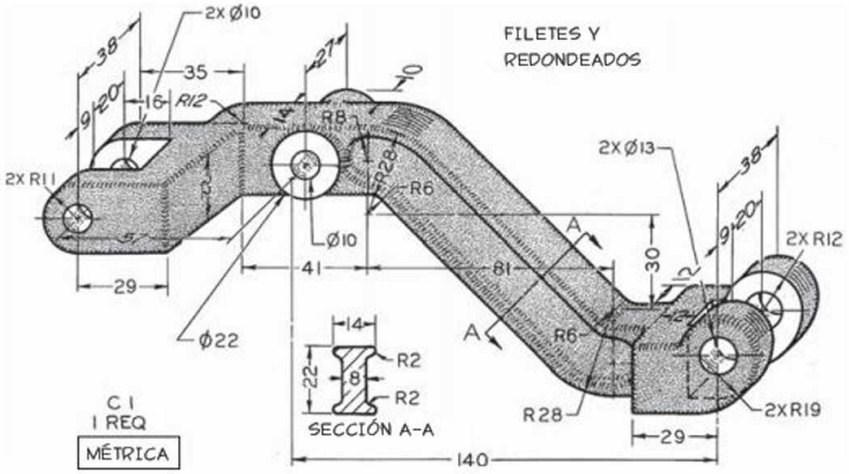
Ejercicio 7.17 Polea acanalada. Dibuje dos vistas, incluyendo la sección media.*



Ejercicio 7.18 Válvula de operación. Dadas: vistas frontal, lateral izquierda e inferior parcial. Requeridas: vistas frontal, lateral derecha e inferior completa, además de las secciones desplazadas que se indican.*



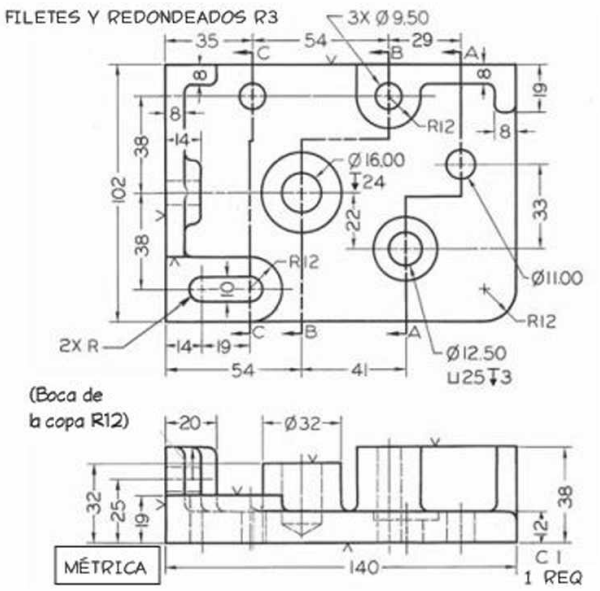
Ejercicio 7.19 Brazo oscilador. Dibuje las vistas necesarias, con secciones giradas.*



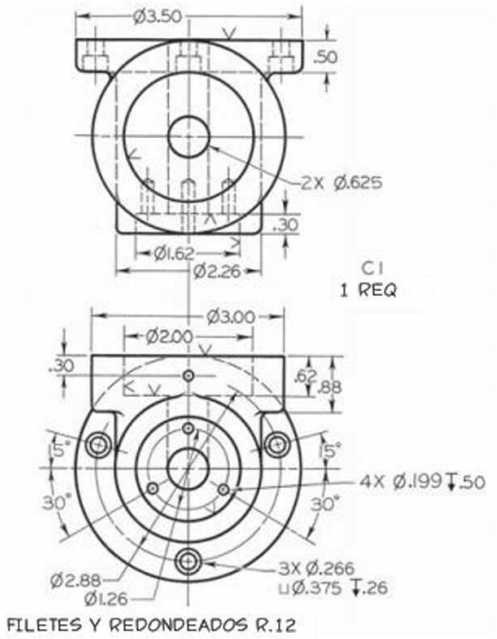
Ejercicio 7.20 Izador de amortiguador. Dibuje las vistas necesarias, usando una sección girada en vez de la sección desplazada.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

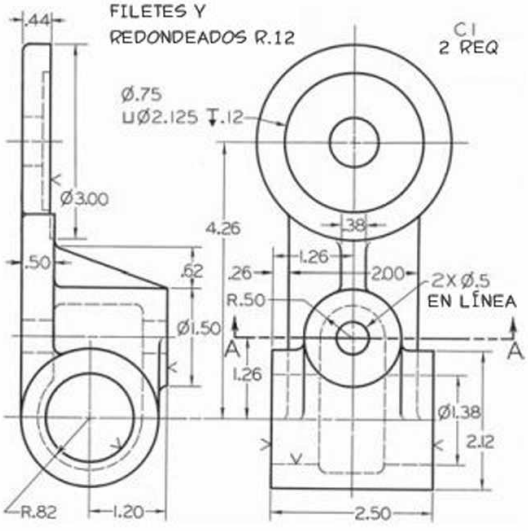
www.FreeLibros.me



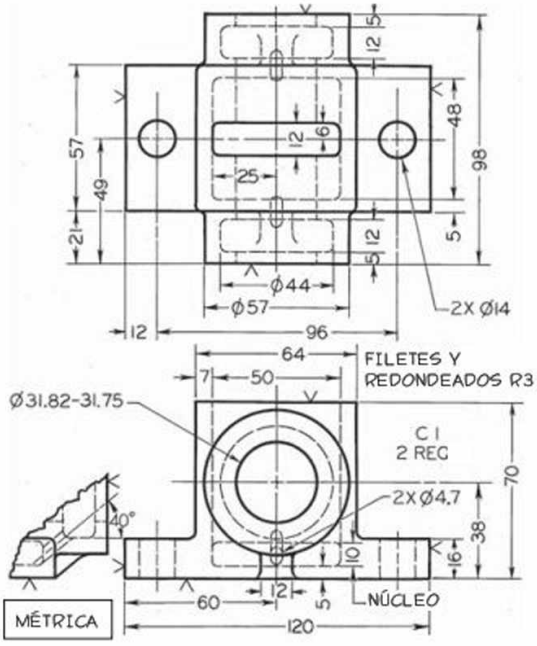
Ejercicio 7.21 Base de ajustador. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vistas frontal y superior, además de las secciones A-A, B-B y C-C. Muestre todas las líneas visibles.*



Ejercicio 7.23 Montaje hidráulico. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vistas frontal y superior, así como la vista lateral derecha en sección completa.*



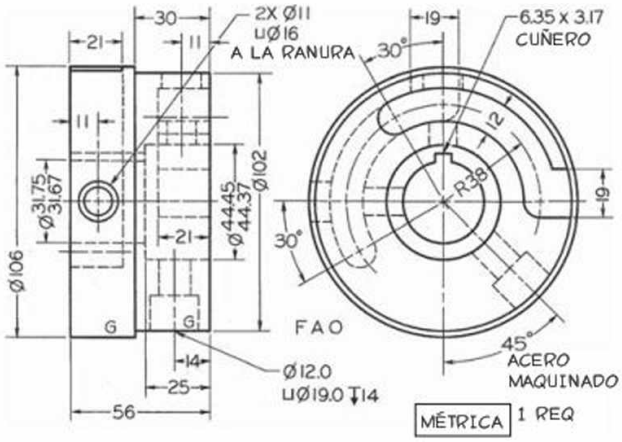
Ejercicio 7.22 Alojamiento móvil. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: vistas frontal, lateral derecha en sección completa y la sección A-A desplazada.*



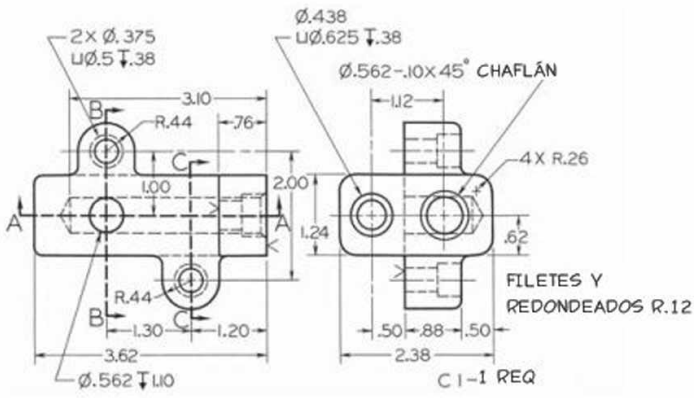
Ejercicio 7.24 Cojinete del eje auxiliar. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vistas frontal y superior, así como la vista lateral derecha en sección completa.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

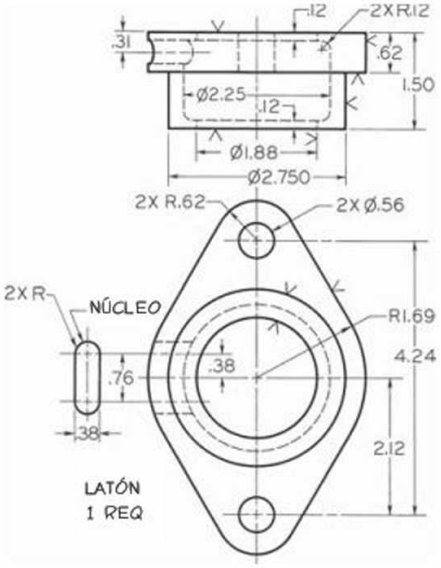
www.FreeLibros.me



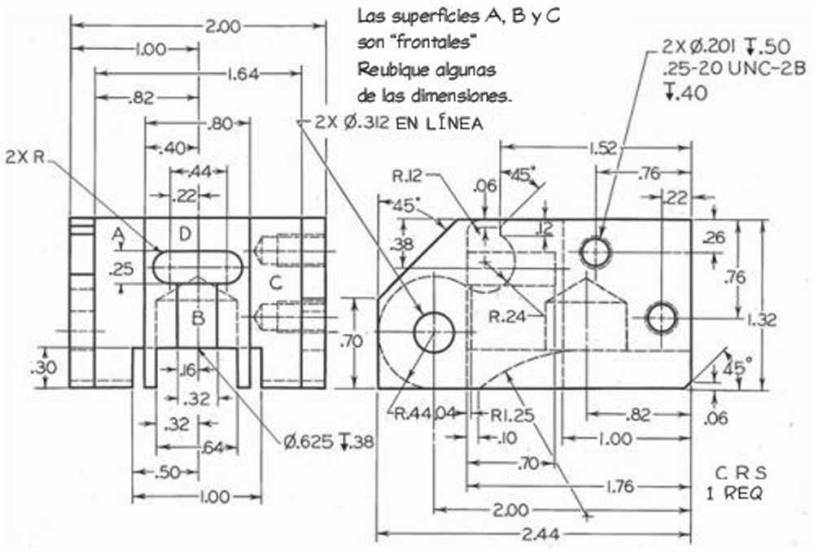
Ejercicio 7.25 Araña transversal. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: vistas frontal y lateral derecha, así como la vista superior en sección completa.*



Ejercicio 7.27 Ménsula. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: tome la vista frontal como la nueva vista superior, después agregue la vista lateral derecha, la vista frontal en sección completa A-A y las secciones B-B y C-C.*



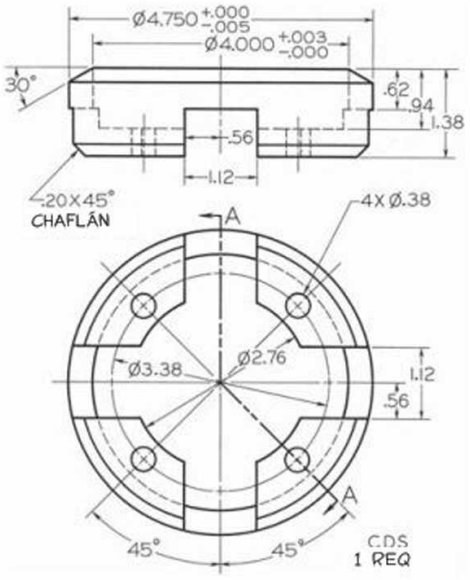
Ejercicio 7.26 Casquillo. Dadas: vistas frontal, superior y lateral izquierda parcial. Requeridas: vistas frontal y lateral derecha en sección completa.*



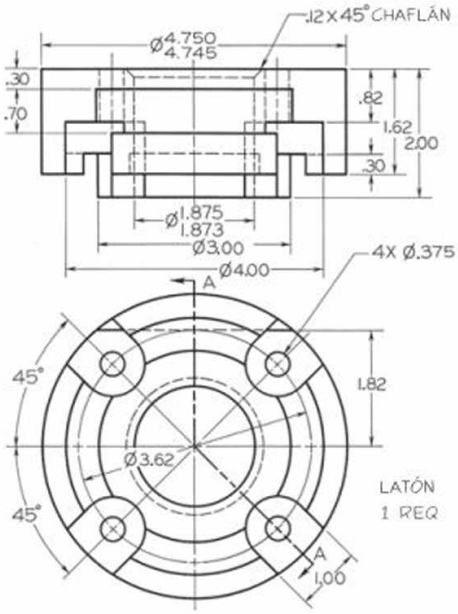
Ejercicio 7.28 Bloque de cierre. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: tome la vista frontal como la nueva vista superior, después agregue la nueva vista frontal y la vista lateral derecha en sección completa. Dibuje a tamaño doble.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

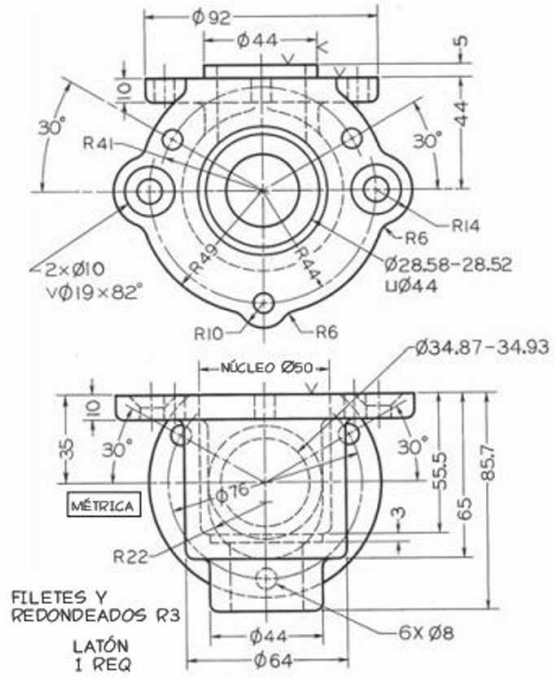
www.FreeLibros.me



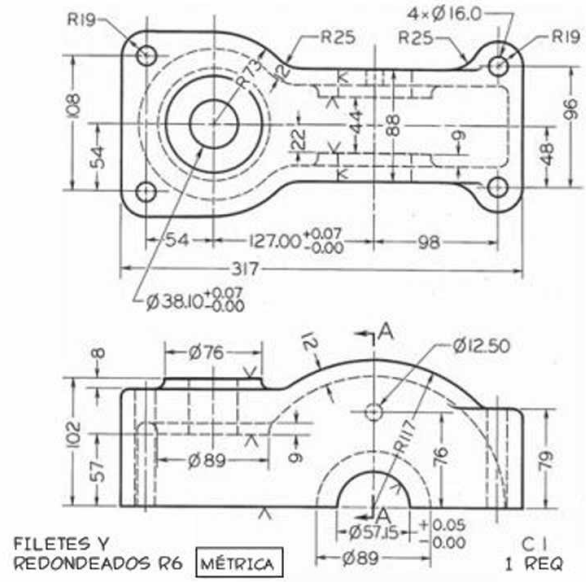
Ejercicio 7.29 Anillo de empaque. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vista frontal y sección A-A.*



Ejercicio 7.31 Retenedor de aceite. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vista frontal y sección A-A.*



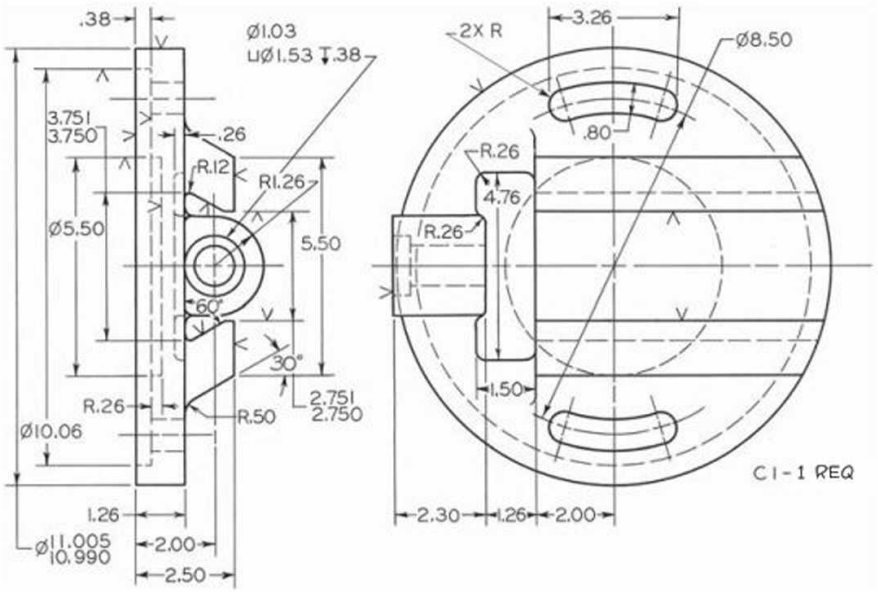
Ejercicio 7.30 Cuerpo de colador. Dadas: vistas frontal e inferior. Requeridas: vistas frontal y superior, así como la vista lateral derecha en sección completa.*



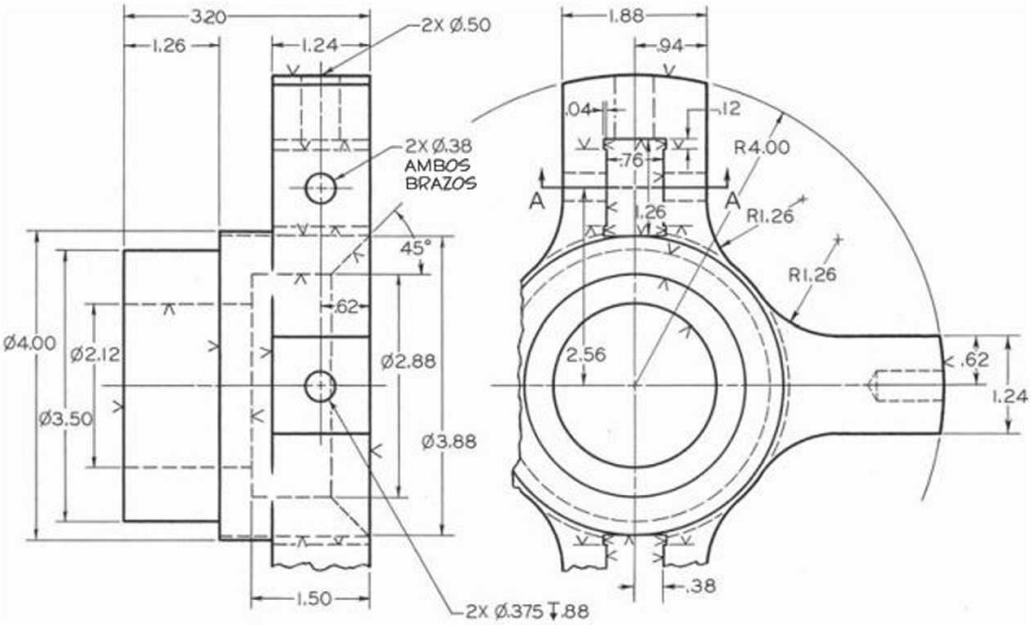
Ejercicio 7.32 Caja de engranes. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vista frontal en sección completa, vista inferior y sección lateral derecha A-A. Dibuje a la mitad del tamaño.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

www.FreeLibros.me



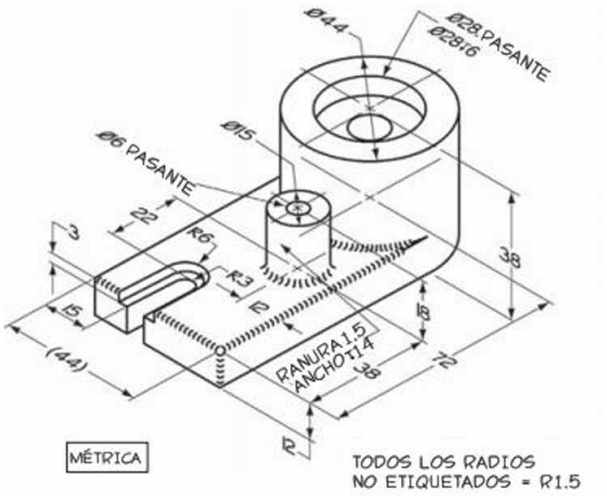
Ejercicio 7.33 Disco ranurado para máquina roscadora. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: vistas frontal y lateral derecha, así como la vista superior en sección completa. Dibuje a la mitad del tamaño.*



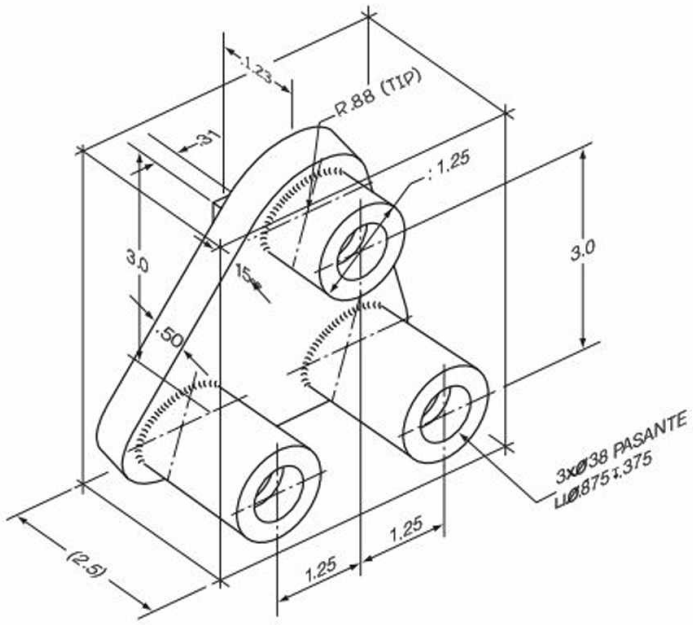
Ejercicio 7.34 Alma para embrague de torno. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda parciales. Requeridas: vista frontal, vista lateral derecha en sección completa y sección A-A desplazada.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

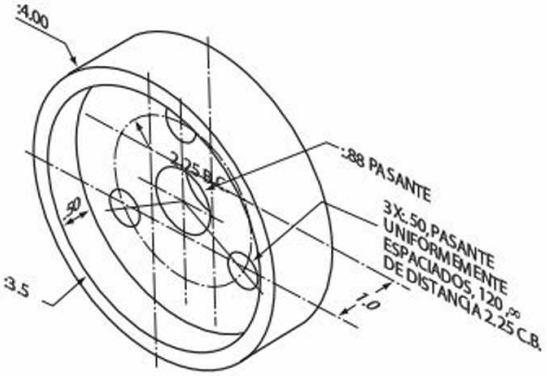
www.FreeLibros.me



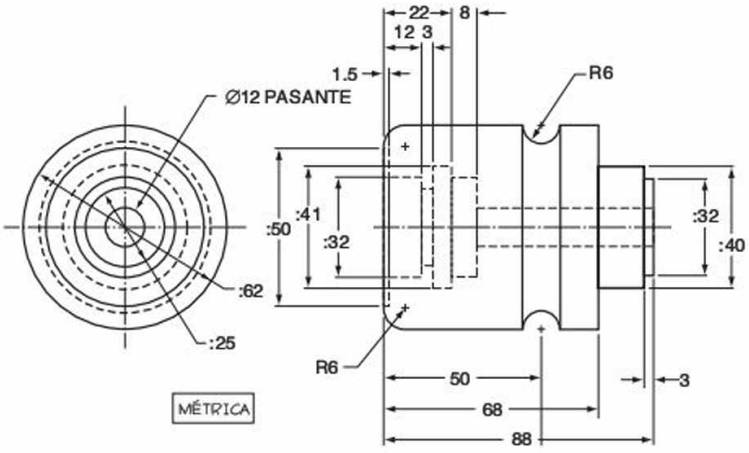
Ejercicio 7.35 Soporte. Dibuje las vistas necesarias agregando una vista en sección.



Ejercicio 7.36 Buje. Dibuje las vistas necesarias con una sección rota.*



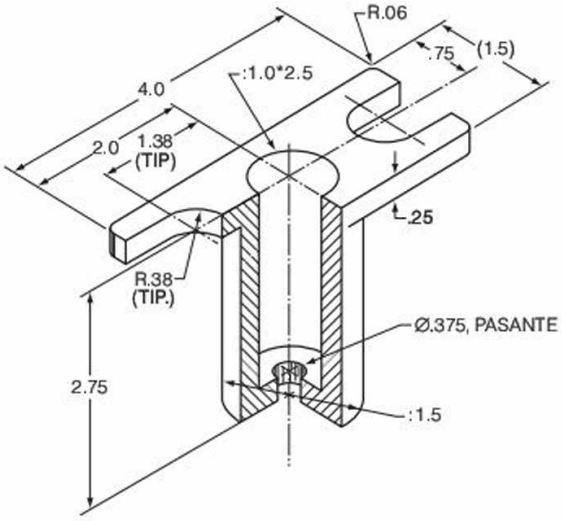
Ejercicio 7.37 Separador de plástico. Dibuje todas las vistas necesarias usando una sección alineada.*



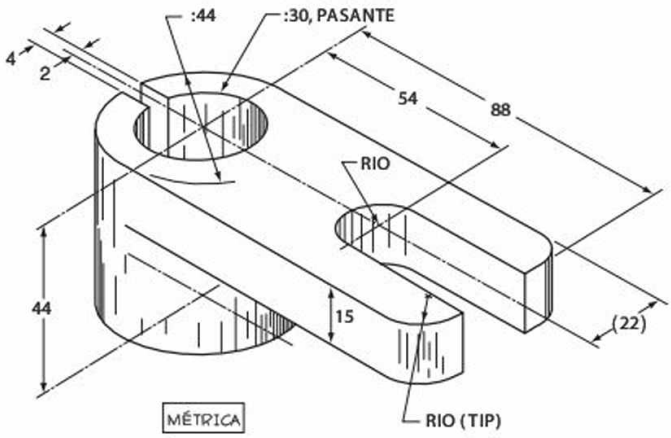
Ejercicio 7.38 Motor. Dibuje todas las vistas necesarias con una sección media.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 7.39 Pasador de montaje. Dibuje las vistas necesarias mostrando la vista frontal como una sección media.*



Ejercicio 7.40 Mordaza. Dibuje las vistas necesarias mostrando la vista frontal como una sección completa.*

*No incluya dimensiones a menos que su profesor se lo indique.

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO OCHO

VISTAS AUXILIARES

OBJETIVOS

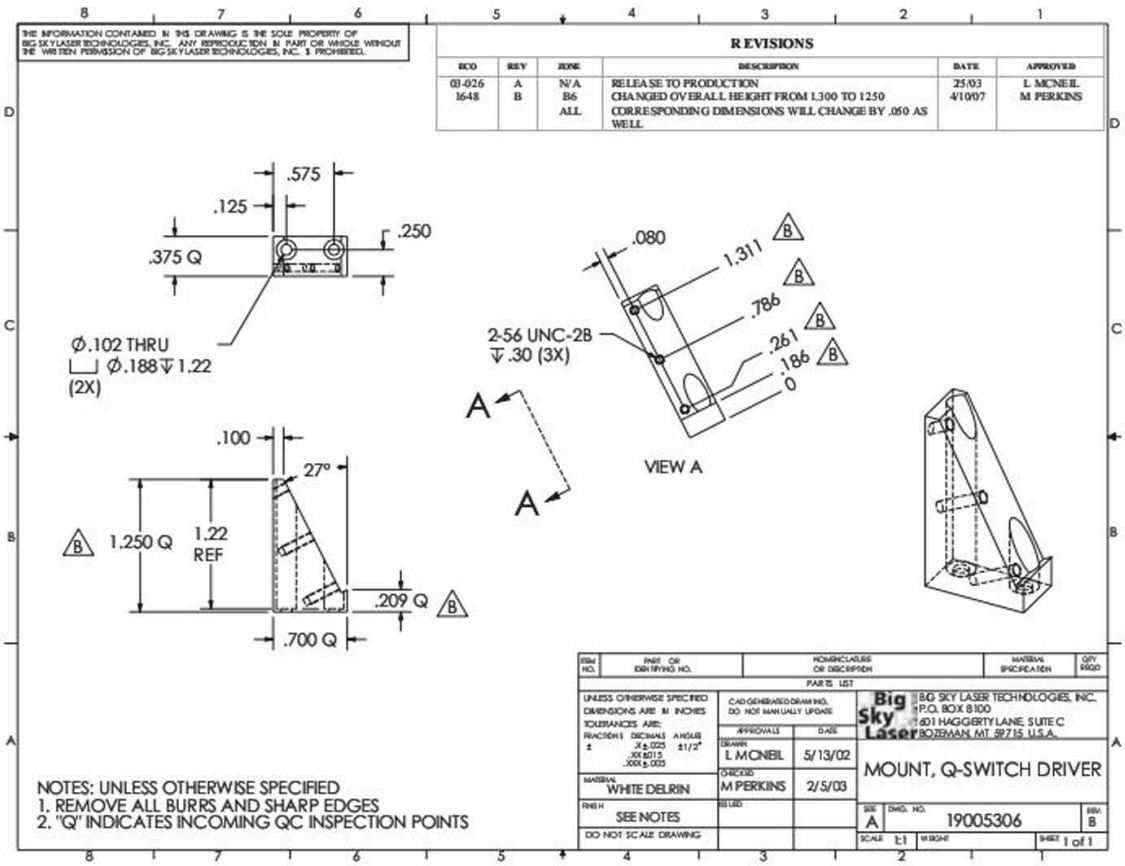
Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Crear una vista auxiliar a partir de vistas ortográficas.
2. Trazar líneas de plegado o líneas del plano de referencia entre dos vistas adyacentes.
3. Construir vistas auxiliares de profundidad, altura o anchura.
4. Graficar curvas en vistas auxiliares.
5. Construir vistas parciales auxiliares.
6. Crear vistas de sección auxiliares.
7. Producir vistas para mostrar la longitud verdadera de una línea, la vista puntual de una línea, la vista del borde de una superficie y la vista a tamaño verdadero de una superficie.
8. Mostrar el tamaño verdadero del ángulo entre dos planos (ángulo diedro).
9. Construir el desarrollo de prismas, pirámides, cilindros y conos.
10. Usar la triangulación para transferir formas de superficies a un desarrollo.
11. Crear el desarrollo de piezas de transición.
12. Resolver gráficamente la intersección de sólidos.
13. Aplicar giros para mostrar bordes a longitud verdadera y superficies a tamaño verdadero (real).

Consulte las siguientes normas:

- *ANSI/ASME Y14.3—2003 Dibujos multivista y vistas de sección.*

www.FreeLibros.me

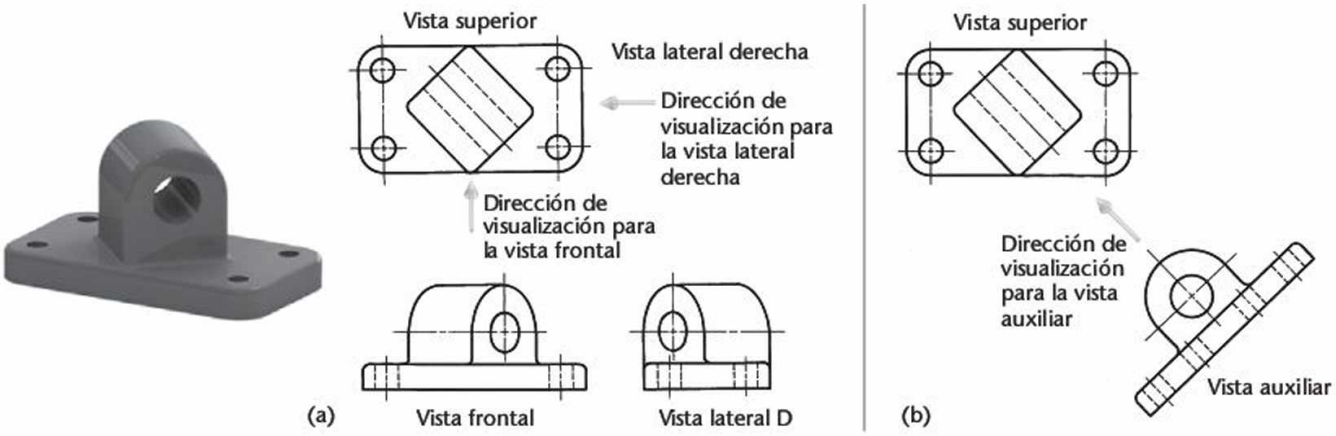


Dibujo de vista auxiliar. *En este montaje de interruptor se usa una vista auxiliar para mostrar el tamaño verdadero de la superficie inclinada.* (Cortesía de Big Sky Laser).

INTRODUCCIÓN

Los planos inclinados y las líneas oblicuas no aparecen a tamaño verdadero (real) o con su longitud verdadera en ninguno de los planos principales de proyección. Para mostrar la longitud verdadera de una línea oblicua o el tamaño real de un plano inclinado es necesario crear una vista auxiliar. Los principios para la creación de vistas auxiliares son los mismos ya sea que utilice el dibujo tradicional, el bosquejado, o el dibujo en CAD: se definen una línea de visualización y un plano de referencia. Con el dibujo tradicional, la vista se crea manualmente a lo largo de los proyectores de la línea de visualización. Con el dibujo en CAD, la computadora genera de modo automático la vista si se creó originalmente un modelo del objeto en 3D. Incluso si usted va a utilizar un sistema de CAD para generar vistas auxiliares, es importante entender la teoría de las superficies desarrollables. Algunas superficies no pueden desarrollarse o "aplanarse" para hacer un patrón plano exacto y crear las piezas de hoja metálica, cartón o tela. Por ejemplo, una esfera sólo puede aproximarse. Conocer y manejar los métodos de desarrollo puede ayudarle a usar el software de CAD a su máxima capacidad.

www.FreeLibros.me



8.1 Vistas regulares y auxiliares.

CÓMO ENTENDER LAS VISTAS AUXILIARES

Las vistas auxiliares son útiles tanto para el diseño como para la documentación. Muchos objetos tiene una forma tal que sus caras principales no son paralelas a los planos de proyección estándar. Por ejemplo, en la figura 8.1a la base del diseño para el cojinete se muestra a ***tamaño y forma verdaderos***, pero la parte superior redondeada está en ángulo, por lo que no aparece a tamaño y forma verdaderos en ninguna de las tres vistas regulares. Al crear un dibujo para documentación, con frecuencia tendrá que mostrar el tamaño y la forma verdaderos de las superficies y los ángulos. Del mismo modo, es posible que tenga que crear patrones planos a tamaño verdadero para hojas de metal, empacado y otros propósitos.

Para mostrar las formas circulares es necesario utilizar una dirección de visualización perpendicular al plano de la curva, para producir una vista como la que se muestra en la figura 8.1b. El resultado es una ***vista auxiliar***: una vista ortográfica que no es una proyección estándar. Esta vista, junto con la vista superior, describe por completo el objeto. Las vistas frontal y lateral derecha no son necesarias.

El plano auxiliar

El objeto que se muestra en la figura 8.2a tiene una superficie inclinada (P) que no aparece a su tamaño y forma verdaderos en ninguna vista regular. Para mostrar el tamaño verdadero de la superficie inclinada, la dirección de visualización debe ser perpendicular al plano inclinado. O si se usa el modelo de la caja de cristal, el plano auxiliar se alinea en forma paralela a la superficie inclinada P para proporcionar una vista a tamaño verdadero de ésta. En este caso, el ***plano auxiliar*** es perpendicular al plano de proyección frontal y está articulado al mismo. Forma un ángulo con los planos de visualización horizontal (superior) y de perfil (lateral).

Los planos horizontal y auxiliar se despliegan en el plano de la vista frontal, como se muestra en la figura 8.2. Los dibujos no muestran los planos de la caja de cristal, pero puede pensarse que las ***líneas de plegado*** (H/F y F/T) representan las bisagras que unen los planos. Por lo general, en el dibujo real se omiten las líneas de plegado.

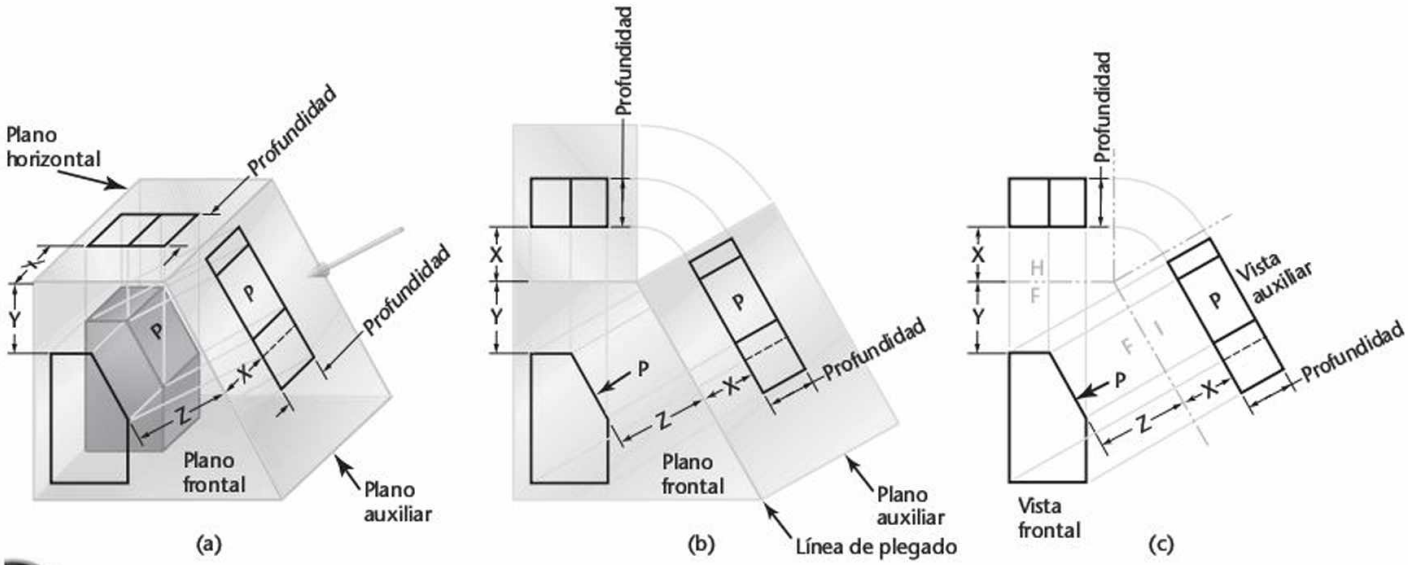
En la vista auxiliar la superficie inclinada P se muestra a tamaño y forma verdaderos. Observe que las vistas superior y auxiliar muestran la profundidad del objeto. Una dimensión de la superficie se proyecta directamente desde la vista frontal y la profundidad se transfiere desde la vista superior.

Como lo aprendió en el capítulo 5, las ubicaciones de las líneas de plegado dependen del tamaño de la caja de cristal y de la ubicación del objeto en su interior. Si el objeto está más abajo dentro de la caja, la distancia *Y* se incrementa. Si el objeto se mueve hacia atrás en la caja, se aumentan las distancias *X* pero siguen siendo iguales. Si el objeto se mueve a la izquierda dentro de la caja de cristal, se incrementa la distancia *Z*.

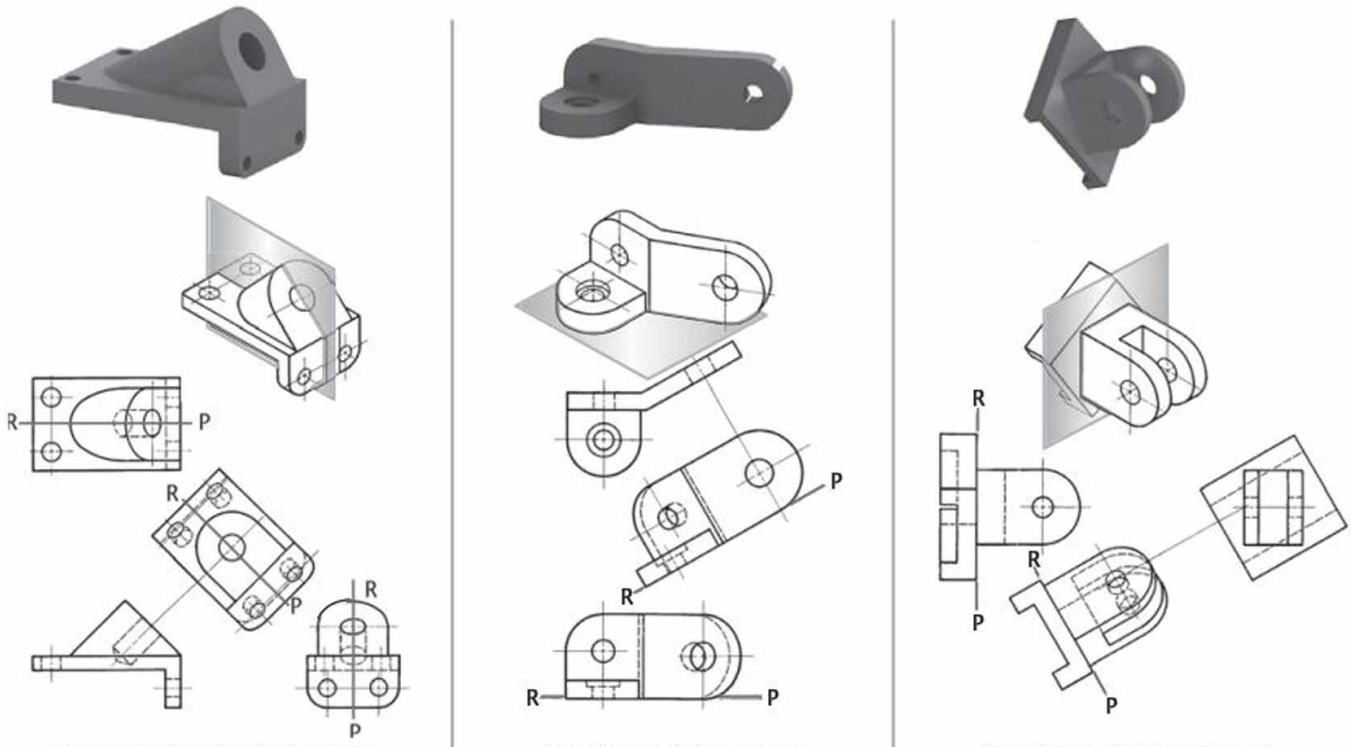
Vistas auxiliares primarias

Cualquier vista obtenida mediante una proyección ortográfica sobre un plano distinto a los planos de proyección horizontal, frontal y de perfil, es una vista auxiliar. Una ***vista auxiliar primaria*** se proyecta sobre un plano que es perpendicular a uno de los planos principales de proyección y se inclina hacia los otros. En la figura 8.3 se muestran ejemplos de vistas auxiliares primarias.

www.FreeLibros.me



8.2 Una vista auxiliar.



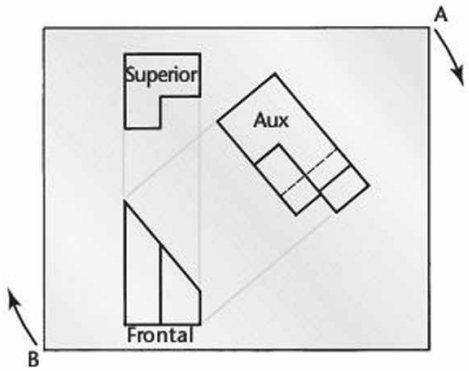
(a) Vista auxiliar de profundidad

(b) Vista auxiliar de altura

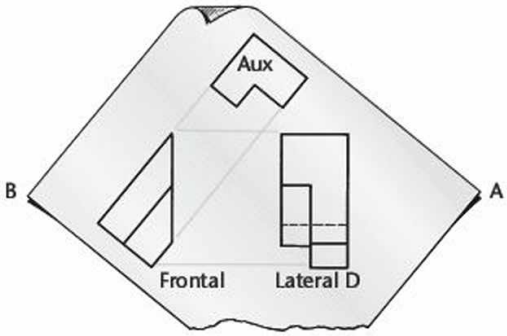
(c) Vista auxiliar de anchura

8.3 Vistas auxiliares primarias.

www.FreeLibros.me



(a) Dibujo dado



(b) Dibujo rotado

8.4 Rotación de un dibujo.

Visualización de vistas auxiliares como un dibujo rotado

En la figura 8.4a se encuentra un dibujo que muestra vistas superior, frontal y auxiliar. En la figura 8.4b se muestra el dibujo rotado, según lo indicado por las flechas, hasta que las vistas auxiliar y frontal se alinean horizontalmente. Aunque las vistas siguen siendo exactamente las mismas, sus nombres cambian al dibujarse en esta posición. La vista auxiliar se convierte ahora en una vista lateral derecha y la vista superior se convierte en una vista auxiliar. En ocasiones es más fácil visualizar y dibujar una vista auxiliar cuando se rota hacia la posición de una vista regular de esta manera. En cualquier caso, debe entenderse que una vista auxiliar es en esencia como cualquier otra vista.

Clasificación de las vistas auxiliares

Las vistas auxiliares reciben el nombre de la dimensión principal que se muestra en la vista auxiliar. Por ejemplo, las vistas de la figura 8.5 son ***vistas auxiliares de profundidad*** porque muestran la profundidad del objeto. Cualquier vista auxiliar proyectada desde la vista frontal, también conocida como *vista frontal adyacente*, es una vista auxiliar de profundidad.

Del mismo modo, cualquier vista auxiliar proyectada desde la vista superior, también conocida como *vista superior adyacente*, es una vista auxiliar de altura; y cualquier vista auxiliar proyectada desde una vista lateral, también conocida como *vista lateral adyacente*, es una vista auxiliar de anchura.

Vistas auxiliares de profundidad

Hay infinitud de planos auxiliares que pueden articularse en forma perpendicular al plano frontal (F) de proyección. En la figura 8.5a se muestran cinco de estos planos. El plano horizontal se incluye para mostrar que es semejante a los otros. Todas estas vistas muestran la profundidad del objeto y por lo tanto todas las vistas auxiliares de profundidad.

Los planos auxiliares desplegados que se muestran en la figura 8.5b muestran cómo se proyectan las dimensiones de profundidad desde la vista superior hacia todas las vistas auxiliares. Las flechas indican las direcciones de visualización.

El dibujo completo, omitiendo los contornos de los planos de proyección, se muestra en la figura 8.5c. Observe que la vista frontal muestra la altura y la anchura del objeto, pero no la profundidad. La dimensión principal que se muestra en una vista auxiliar es la que no aparece en la vista adyacente desde la cual se proyectó la vista auxiliar.

Vistas auxiliares de altura

Hay infinitud de planos auxiliares que pueden articulares en forma perpendicular al plano horizontal (H) de proyección. Varios de estos planos se muestran en la figura 8.6a. La vista frontal y todas estas vistas auxiliares muestran la altura del objeto. Por lo tanto, todas son ***vistas auxiliares de altura***.

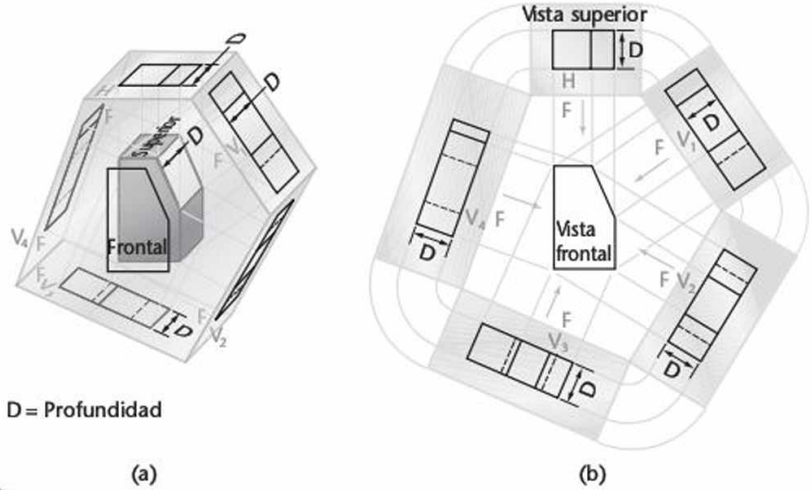
Los planos de proyección desplegados se muestran en la figura 8.6b, y el dibujo completo se presenta en la figura 8.6c. Observe que en la vista superior, la única dimensión que no se muestra es la altura.

Vistas auxiliares de anchura

También hay una cantidad infinita de planos auxiliares que pueden articularse de manera perpendicular al plano de perfil (P) de proyección. Algunos de ellos se muestran en la figura 8.7a. La vista frontal y todas estas vistas auxiliares son ***vistas auxiliares de anchura***.

Los planos desplegados se muestran en la figura 8.7b y el dibujo completo se muestra en la figura 8.7c. En la vista lateral derecha, a partir de la cual se proyectaron las vistas auxiliares, la única dimensión que no se muestra es la anchura.

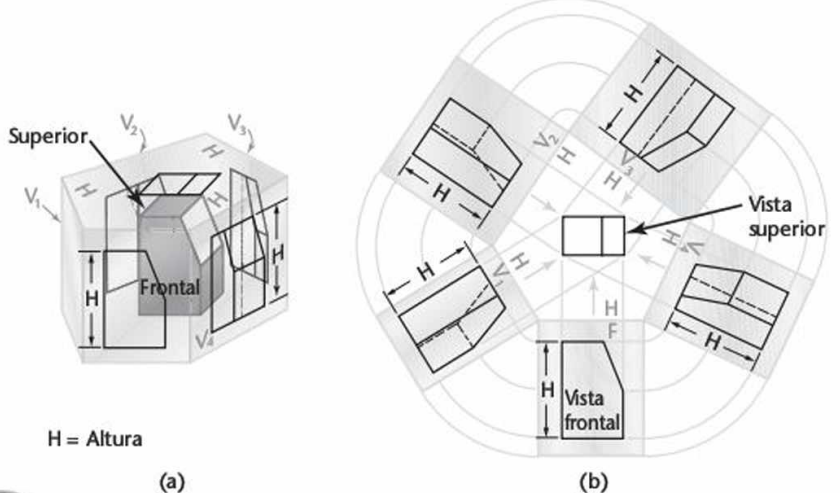
www.FreeLibros.me



D = Profundidad

(a) (b) (c)

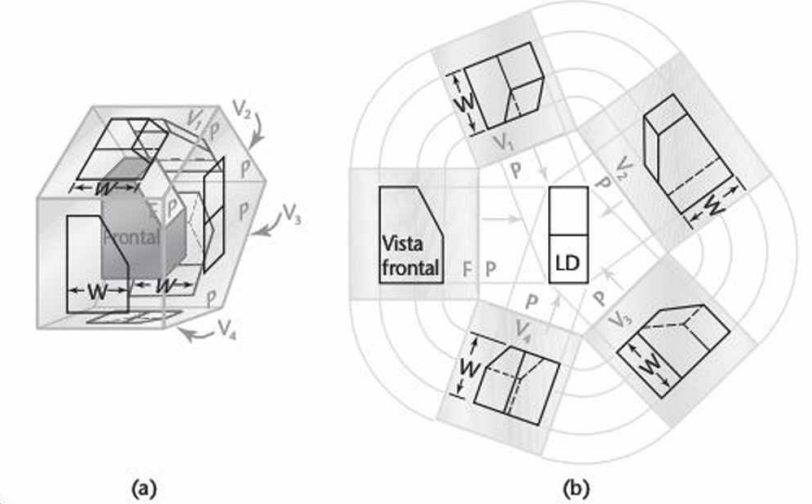
8.5 Vistas auxiliares de profundidad.



H = Altura

(a) (b) (c)

8.6 Vistas auxiliares de altura.



(a) (b) (c)

8.7 Vistas auxiliares de anchura.

www.FreeLibros.me

Vistas auxiliares sucesivas

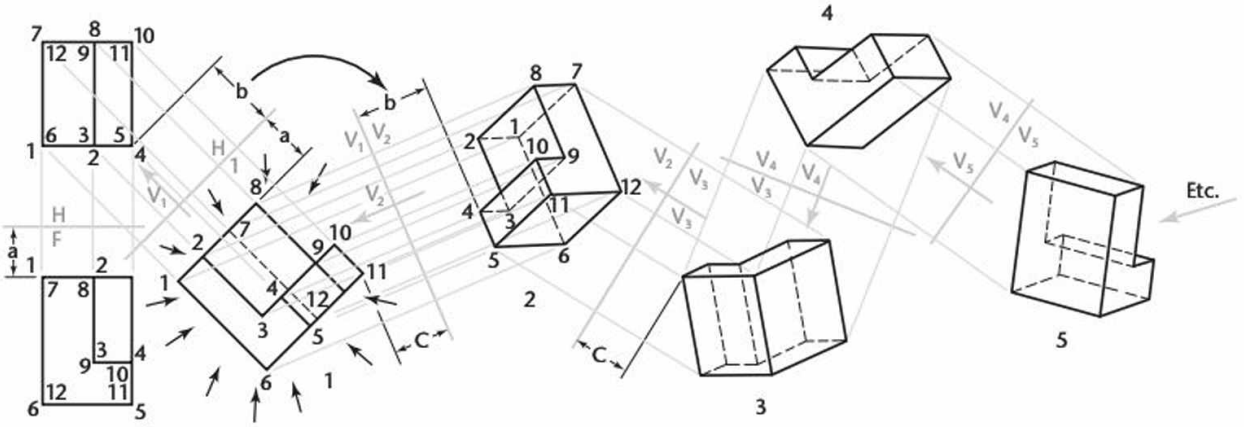
Las vistas auxiliares primarias se proyectan desde una de las vistas principales. En la figura 8.8, la vista auxiliar 1 es una vista auxiliar primaria proyectada desde la vista superior.

A partir de la vista auxiliar primaria es posible dibujar una ***vista auxiliar secundaria*** 2, después una ***vista auxiliar terciaria*** 3, y así sucesivamente. Es posible dibujar un número infinito de vistas auxiliares sucesivas de esta manera. Sin embargo, la vista auxiliar secundaria 2 no es la única que puede proyectarse desde la vista auxiliar primaria 1. Como lo muestran las flechas en torno a la vista 1, puede proyectarse un número infinito de vistas auxiliares secundarias, con diferentes líneas de visualización. Cualquier vista auxiliar proyectada desde una vista auxiliar primaria es una vista auxiliar secundaria. Además, cualquier ***vista auxiliar sucesiva*** puede usarse para proyectar una serie infinita de vistas a partir de ella.

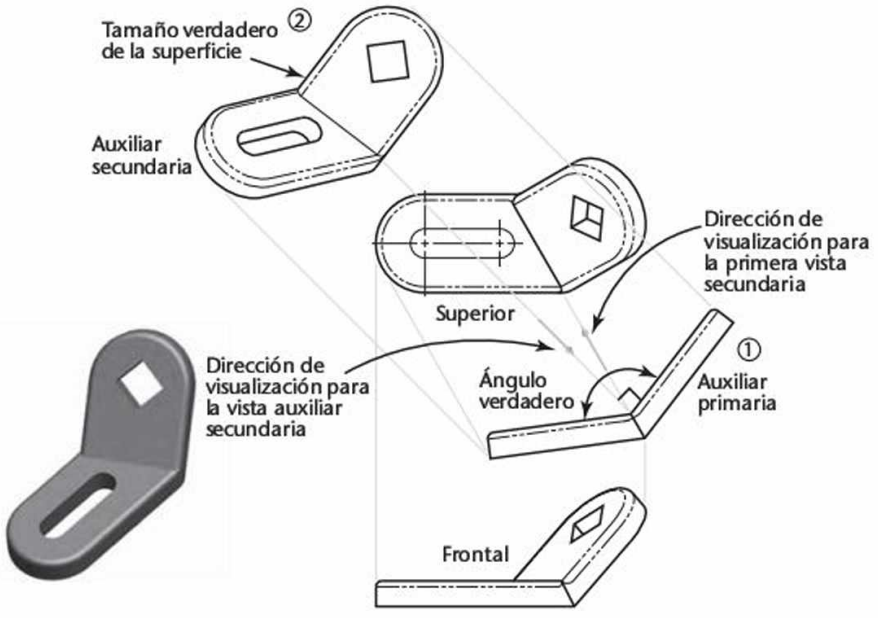
En este ejemplo, las líneas de plegado son más convenientes que las líneas del plano de referencia. En la vista auxiliar 1 todos los puntos numerados del objeto están a la misma distancia de la línea de plegado H/1 que de la vista frontal de la línea de plegado H/F. Estas distancias, como una distancia *a*, se transfieren de la vista frontal a la vista auxiliar.

Para dibujar la vista auxiliar secundaria 2 ignore la vista frontal y enfóquese en la secuencia de tres vistas: vista superior, vista 1 y vista 2. Trace líneas de proyección ligeras paralelas a la dirección de visualización deseada para la vista 2. Dibuje una línea de plegado 1/2 perpendicular a las líneas de proyección y a cualquier distancia conveniente de la vista 1. Transfiera las distancias medidas desde la línea de plegado H/1 para localizar todos los puntos en la vista 2. Por ejemplo, transfiera la distancia *b* para localizar los puntos 4 y 5 desde la línea de plegado 1/2. Conecte los puntos para dibujar el objeto y determine la visibilidad. La esquina más próxima (11) en la vista 2 será visible y la más lejana (1) se ocultará, tal como se muestra.

Para dibujar las vistas 3, 4, etc., utilice un proceso similar. Recuerde que debe utilizar la secuencia correcta de tres vistas.



8.8 Vistas auxiliares sucesivas.

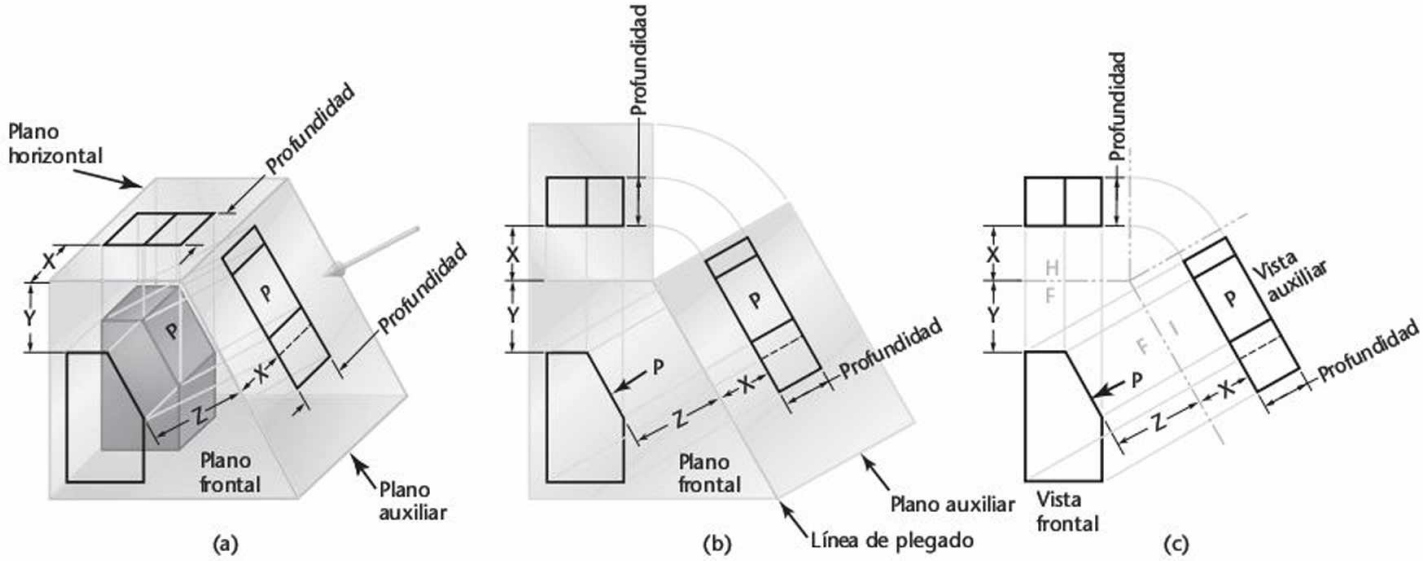


Vistas auxiliares secundarias

Una vista auxiliar secundaria se proyecta desde una vista auxiliar primaria sobre un plano que está inclinado respecto a los tres planos de proyección principales. Como se muestra en la figura 8.9, con frecuencia una pieza que tiene una superficie oblicua requiere una vista auxiliar secundaria para mostrar el tamaño y la forma verdaderos de esa superficie. En este caso, la vista auxiliar primaria muestra el plano inclinado sobre su borde.

8.9 Vista auxiliar secundaria que muestra el tamaño verdadero de la superficie oblicua superior.

www.FreeLibros.me



8.10 Una vista auxiliar.

Planos de referencia

En la vista auxiliar que se muestra en la figura 8.10c, la línea de plegado representa la vista de perfil del plano frontal de proyección. En este caso, el plano frontal se utiliza para transferir las distancias; es decir, las mediciones de profundidad, de la vista superior a la vista auxiliar.

En vez de usar uno de los planos de proyección, puede emplearse un ***plano de referencia*** paralelo al plano de proyección que toca o corta el objeto. Por ejemplo, en la figura 8.11a, un plano de referencia está alineado con la superficie frontal del objeto. Este plano aparece sobre su borde, como una línea, en las vistas superior y auxiliar. Las mediciones se realizan desde las líneas de referencia. Las dimensiones de profundidad en las vistas superior y auxiliar son iguales. La ventaja del método del plano de referencia es que requiere menos mediciones ya que algunos puntos del objeto se encuentran en dicho plano de referencia. Haga el plano de referencia usando líneas ligeras semejantes a las líneas de construcción.

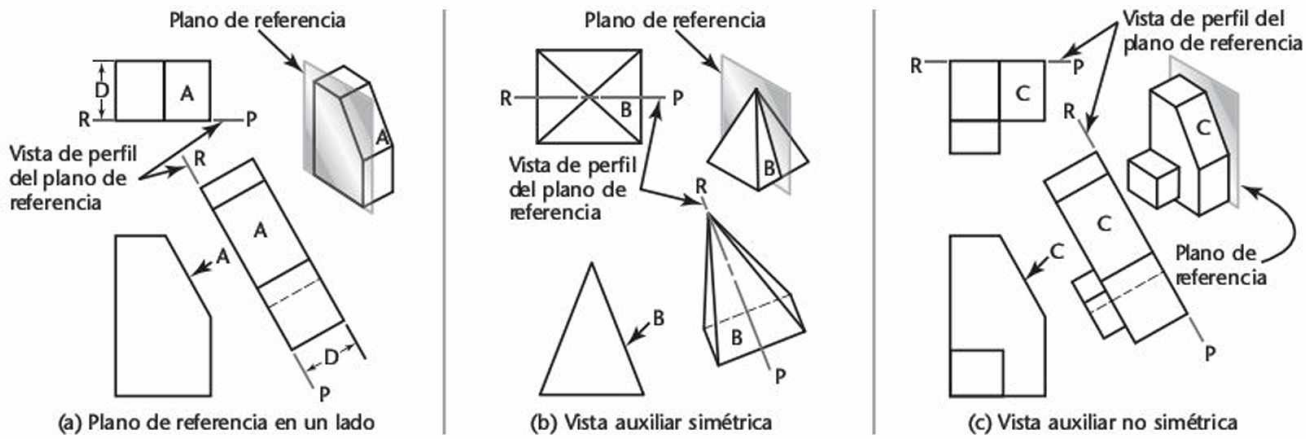
Es posible utilizar un plano de referencia que coincida con la superficie frontal del objeto, como se muestra en la figura 8.11a. Cuando un objeto es simétrico, resulta útil seleccionar el plano de referencia de modo que cruce a través del objeto, como se muestra en la figura 8.11b. De esta manera será necesario hacer sólo la mitad de las mediciones para transferir las dimensiones, puesto que son iguales a ambos lados del plano de referencia. También puede usarse la superficie posterior del objeto, como se muestra en la figura 8.11c, o cualquier punto intermedio que proporcione alguna ventaja.

SUGERENCIA

Si utiliza CAD en 2D, puede dibujar la mitad de la vista y después reflejar el objeto.

Coloque el plano de referencia de manera que resulte conveniente para la transferencia de distancias. Recuerde lo siguiente:

1. Las líneas de referencia, al igual que las líneas de plegado, siempre están en ángulo recto con las líneas de proyección entre las vistas.
2. Un plano de referencia aparece como una línea en dos ***vistas alternadas***, nunca en ***vistas adyacentes***.
3. Las mediciones siempre se realizan en ángulo recto con las líneas de referencia o paralelas a las líneas de proyección.
4. En la vista auxiliar todos los puntos están a las mismas distancias de la línea de referencia que los puntos correspondientes lo están de la línea de referencia en la vista alternada, o en la segunda vista previa.

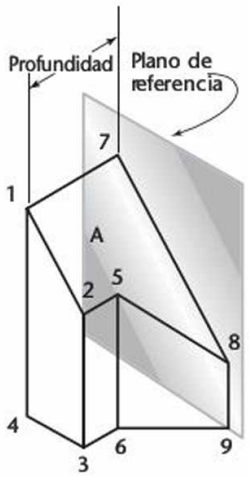


8.11 Posición del plano de referencia.

www.FreeLibros.me

PASO a PASO

PROYECCIÓN DE UNA VISTA AUXILIAR

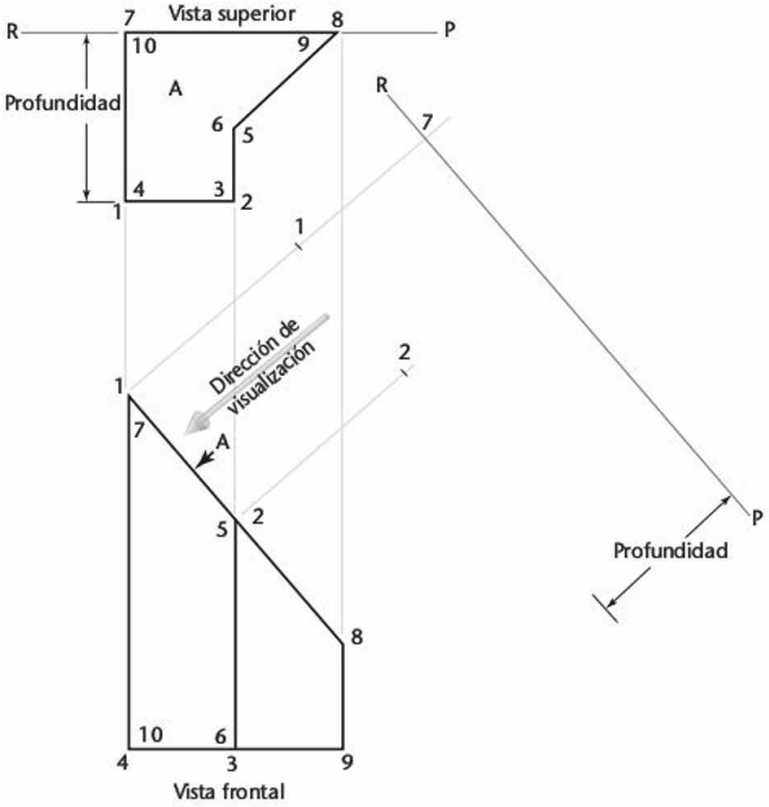


El objeto se numeró en la vista pictórica para ayudar al seguimiento de los vértices. Para crear la vista auxiliar:

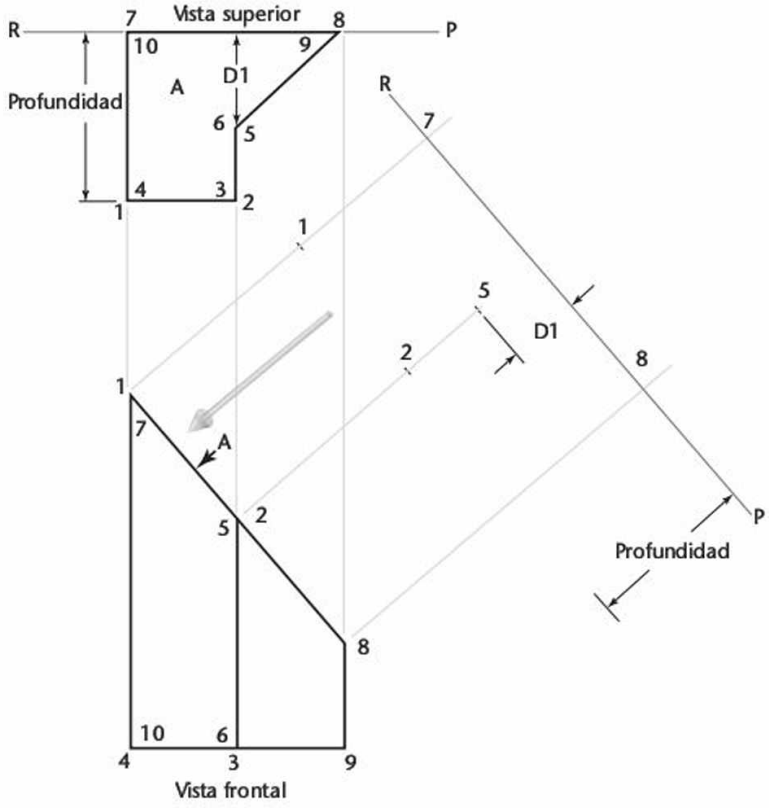
1 Dibuje dos vistas del objeto y determine la dirección de visualización necesaria para producir una vista que muestre el tamaño verdadero de la superficie A.

Enseguida, bosqueje líneas de proyección paralelas a la dirección de visualización.

Establezca un plano de referencia. En este caso la superficie posterior del objeto funcionará bien. Las líneas de referencia en las vistas superior y auxiliar son perpendiculares a las líneas de proyección. Éstas son las vistas de perfil del plano de referencia.



2 Dibuje la vista auxiliar de la superficie A. Tendrá su tamaño y forma verdaderos porque la dirección de visualización es perpendicular a la superficie. Transfiera las mediciones de profundidad de la vista superior a la vista auxiliar. Cada punto en la vista auxiliar estará en su línea de proyección extendida desde la vista frontal. El punto estará a la misma distancia de la línea de referencia en la vista superior que a la línea de referencia correspondiente en la vista auxiliar. Termine proyectando los puntos 5 y 8.



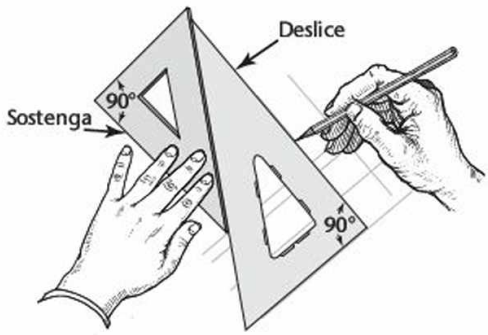
www.FreeLibros.me

8.1 CÓMO USAR LAS ESCUADRAS PARA BOSQUEJAR VISTAS AUXILIARES

Para dibujar con rapidez líneas paralelas y perpendiculares en bosquejos "precisos" se pueden utilizar dos escuadras.

- Coloque dos escuadras juntas de modo que las esquinas de 90° estén en la parte externa, como se muestra en la figura 8.12.
- Deslícelas sobre su dibujo hasta que el borde externo de una escuadra esté a lo largo de la línea respecto a la cual desea trazar una línea paralela.
- Sostenga esa escuadra y deslice la otra a lo largo de la primera.
- Trace las líneas paralelas a lo largo de un borde de la escuadra. Trace las líneas perpendiculares a lo largo del otro borde.

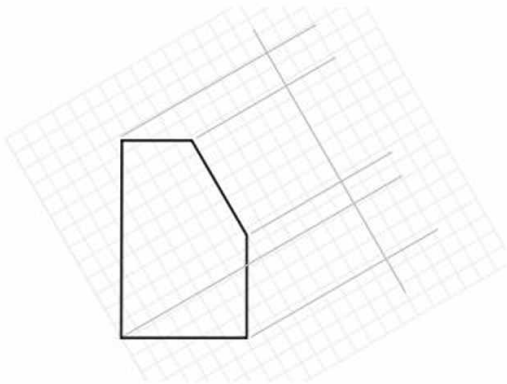
Esta técnica funciona bien como una adición al bosquejado a mano alzada cuando se desea mostrar una vista auxiliar.



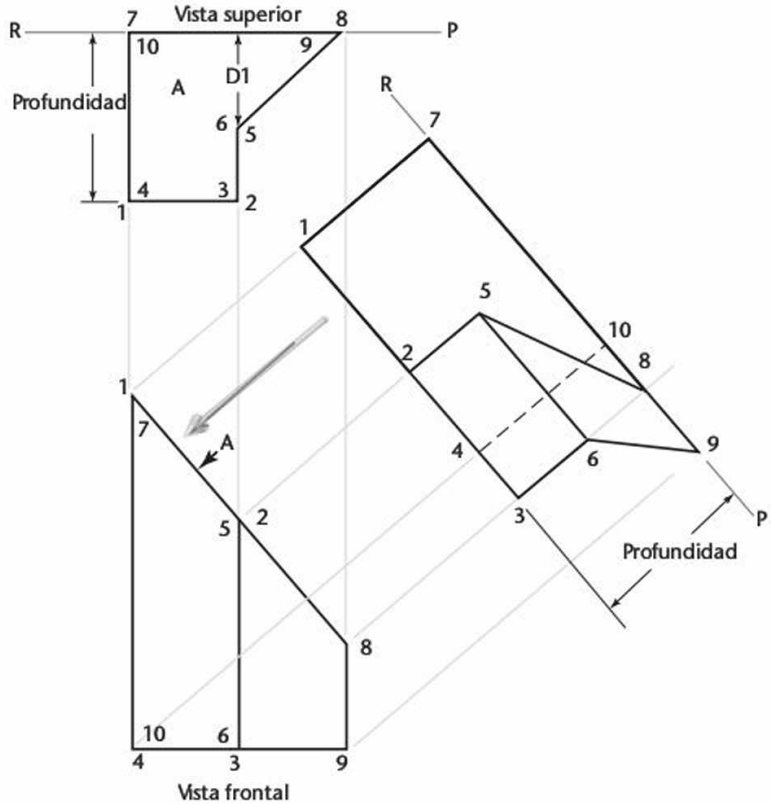
8.12 Modo de utilizar las escuadras para ayudar a bosquejar vistas auxiliares.

8.2 USO DEL PAPEL CUADRICULADO PARA BOSQUEJAR VISTAS AUXILIARES

Puede usar papel cuadriculado para ayudarse a bosquejar vistas auxiliares si orienta las líneas del papel cuadriculado por debajo de su hoja semitransparente o de otro tipo de papel para dibujo, de modo que la cuadrícula sea paralela al borde inclinado del dibujo, como se muestra en la figura 8.13. Use la cuadrícula para ayudarse a bosquejar las líneas paralelas y perpendiculares al borde en cuestión.



8.13 Bosquejado de vistas auxiliares usando papel cuadriculado.



PASO a PASO

3 Dibuje la superficie A a su tamaño verdadero en la vista auxiliar conectando los vértices en el mismo orden de conexión que se muestra en la vista superior (1-7-8-5-2-1).

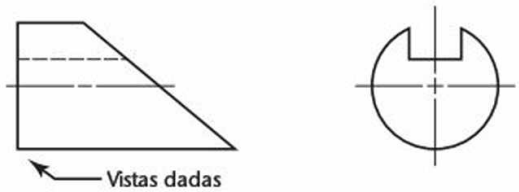
Complete la vista auxiliar agregando los otros bordes y superficies visibles del objeto. Cada punto numerado en la vista auxiliar se encuentra en su línea de proyección desde la vista frontal y está a la misma distancia de la línea de referencia como en la vista superior. Observe que dos superficies del objeto aparecen como líneas en la vista auxiliar.

www.FreeLibros.me

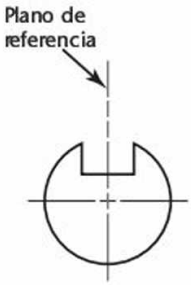
PASO a PASO

PRESENTACIÓN DE UNA SUPERFICIE ELÍPTICA INCLINADA A TAMAÑO VERDADERO

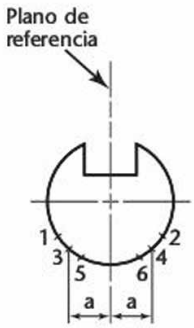
Dadas las vistas frontal y lateral mostradas, siga estos pasos para proyectar una vista auxiliar que muestre el tamaño verdadero de la superficie elíptica.



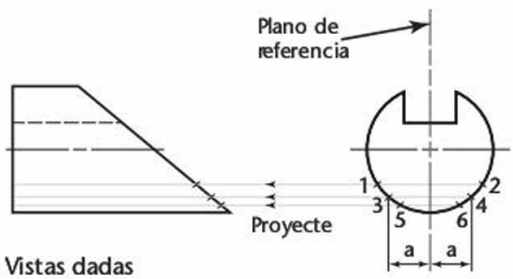
1 Debido a que éste es un objeto simétrico, use un plano de referencia a través del centro del objeto, como se muestra.



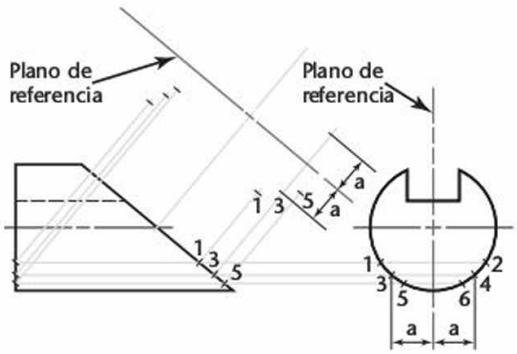
2 Seleccione varios puntos en el círculo en la vista lateral.



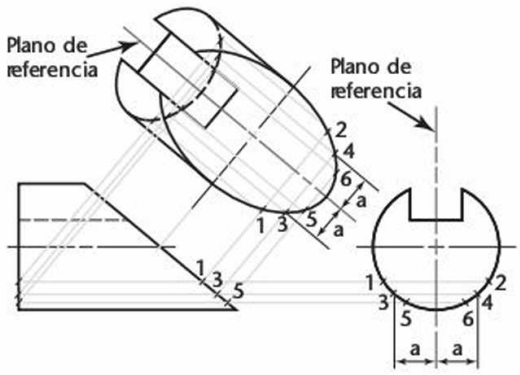
3 Ubique los mismos puntos sobre la superficie inclinada y la superficie en el extremo izquierdo.



4 Proyecte cada punto hacia la vista auxiliar a lo largo de su línea de proyección. En este caso la dirección de visualización es perpendicular a la vista de perfil de la superficie inclinada. Esto producirá una vista auxiliar que muestra la forma verdadera de esa superficie.



5 Transfiera las distancias de la vista lateral a la vista auxiliar. Como el objeto es simétrico, pueden localizarse dos puntos con cada medición, como se muestra en los puntos 1-2, 3-4 y 5-6. Proyecte el número suficiente de puntos para bosquejar las curvas con precisión.

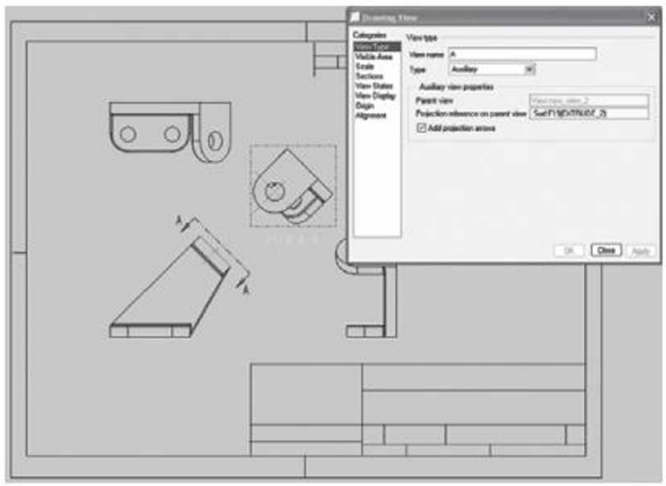


Debido a que los ejes mayor y menor se conocen, usted puede crear rápidamente elipses semejantes con CAD si ubica los ejes mayor y menor, o el centro y los ejes. Para bosquejar a mano quizá desee utilizar una plantilla de elipses.

www.FreeLibros.me

8.3 CÓMO USAR CAD PARA CREAR VISTAS AUXILIARES

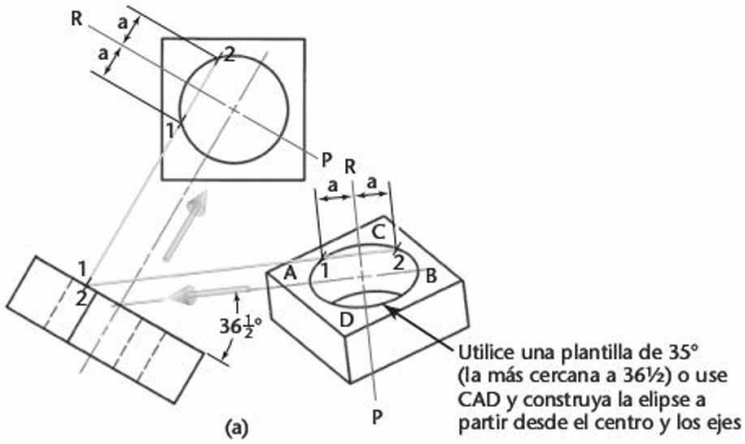
La mayoría de los sistemas de CAD le permiten girar la cuadrícula o crear un nuevo sistema de coordenadas (a menudo llamado *sistema coordenado del usuario*) de modo que se alinee con la superficie inclinada. Si está usando CAD en 3D, puede crear vistas auxiliares a tamaño real si visualiza el objeto de manera perpendicular a la superficie que desea mostrar a tamaño verdadero (vea la figura 8.14).

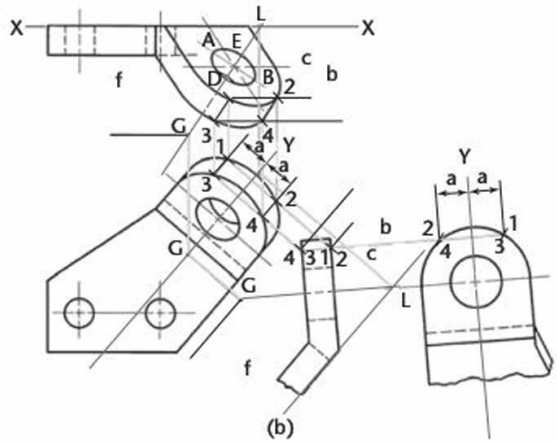


8.14 El software de CAD proporciona herramientas para la generación de vistas auxiliares. (Cortesía de SolidWorks Corporation).

8.4 CÍRCULOS Y ELIPSES EN VISTAS AUXILIARES

Las formas circulares aparecen elípticas cuando se observan en un ángulo distinto a 90° (recto sobre la forma circular). Esto es frecuente al construir vistas auxiliares (figura 8.15).





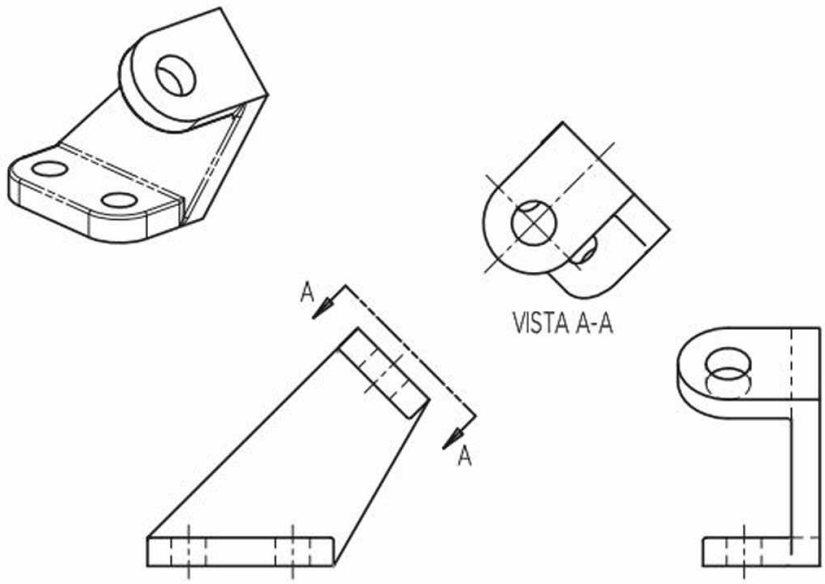
8.15 Círculos proyectados como elipses en vistas auxiliares.

8.5 LÍNEAS OCULTAS EN VISTAS AUXILIARES

Por lo general, las líneas ocultas deben omitirse en las vistas auxiliares, a menos que sean necesarias para comunicar con claridad la intención del dibujo. Observe el uso de líneas ocultas en la figura 8.16.

SUGERENCIA

Su profesor puede pedirle que presente todas las líneas ocultas con el fin de practicar la visualización, sobre todo si se muestra la vista auxiliar de todo el objeto. Después, cuando esté familiarizado con el dibujo de vistas auxiliares, omita las líneas ocultas si no añaden información necesaria al dibujo.



8.16 Omita las líneas ocultas de las vistas auxiliares siempre que sea posible.

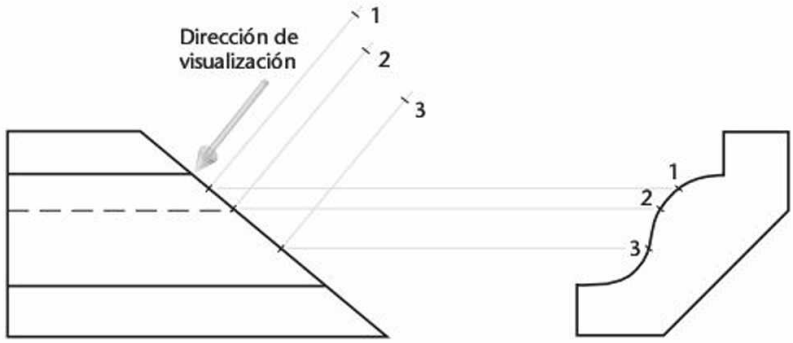
www.FreeLibros.me

PASO a PASO

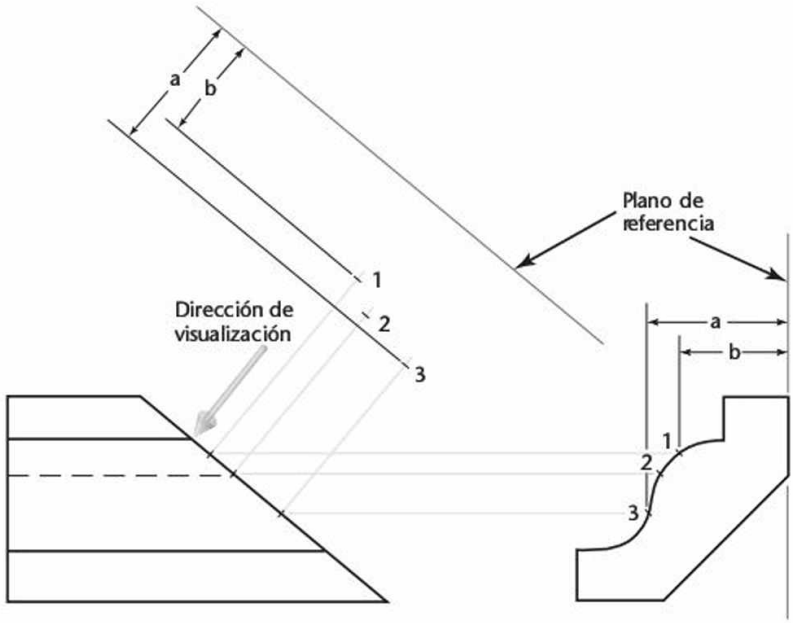
TRAZADO DE CURVAS EN UNA VISTA AUXILIAR

Aplique los siguientes pasos para crear una vista auxiliar que muestre el tamaño y la forma verdaderos del corte inclinado a través de una moldura. El método de graficar puntos es similar al que se explicó para la elipse.

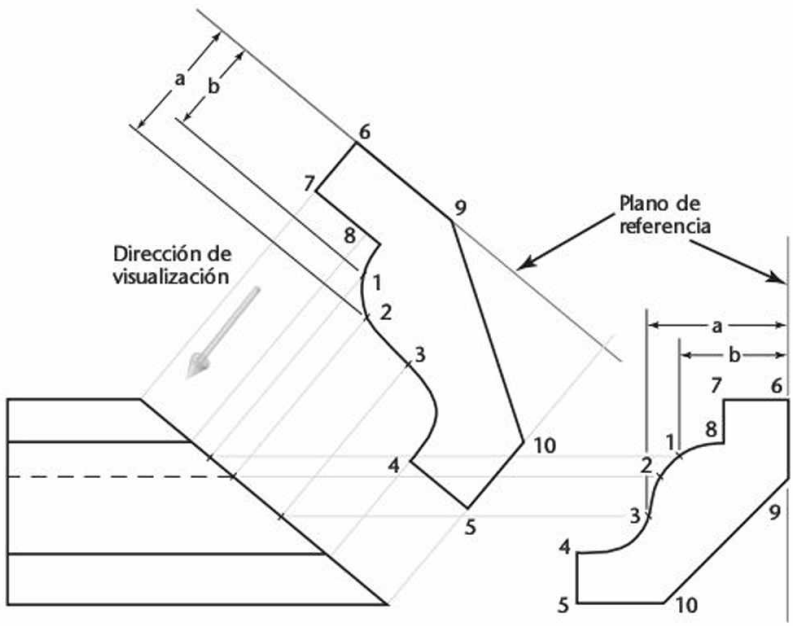
1 Identifique algunos puntos a lo largo de la curva que se muestra en la vista lateral. Localice los mismos puntos en la vista frontal. La forma curvada es la superficie inclinada.



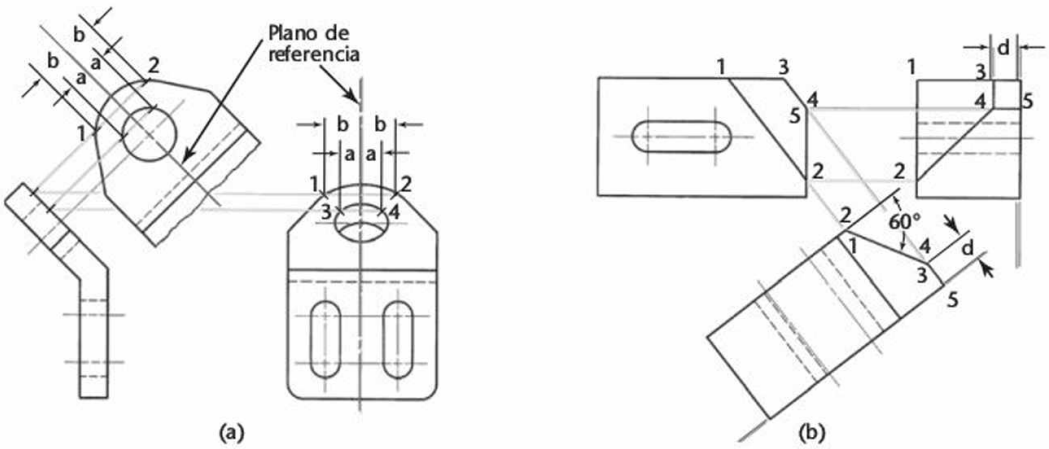
2 Ubique el plano de referencia y proyecte los puntos en la vista auxiliar.



3 Finalice la proyección de todos los puntos sobre la superficie inclinada y dibuje su forma verdadera en la vista auxiliar.



www.FreeLibros.me

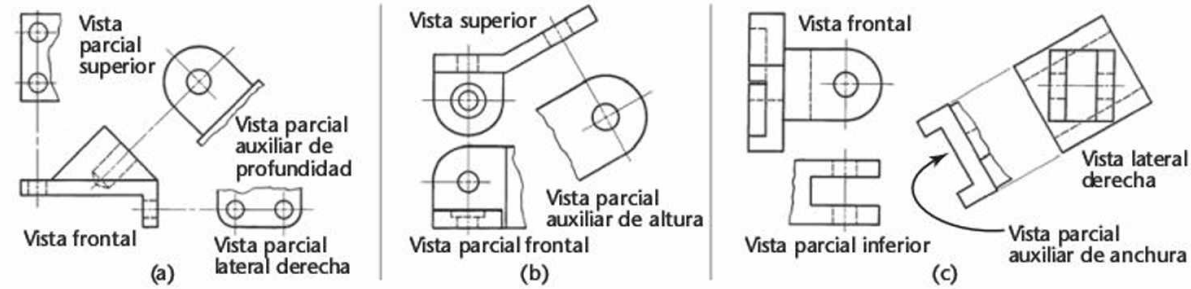


8.17 Construcción inversa.

8.6 CONSTRUCCIÓN INVERSA

Para completar las vistas regulares, a menudo es necesario construir primero una vista auxiliar donde las dimensiones críticas se muestren al tamaño verdadero. Por ejemplo, en la figura 8.17a, la parte superior de la vista lateral derecha no puede construirse hasta que se dibuje la vista auxiliar. Primero se establecen los puntos sobre las curvas y después se proyectan de nuevo hacia la vista frontal.

En la figura 8.17b se dan el ángulo de 60° y la ubicación de la línea 1-2 en la vista frontal. Para ubicar la línea 3-4 en la vista frontal y las líneas 2-4, 3-4 y 4-5 en la vista lateral, primero debe construir el ángulo de 60° en la vista auxiliar y proyectarlo de nuevo hacia las vistas frontal y lateral, tal como se muestra.



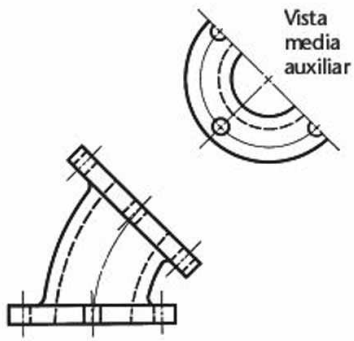
8.18 Vistas parciales.

8.7 VISTAS PARCIALES AUXILIARES

Cuando se usan vistas auxiliares, a menudo es posible prescindir de una o más vistas regulares, pero los dibujos auxiliares requieren mucho tiempo para su elaboración, e incluso pueden resultar confusos debido a la aglomeración de líneas.

Con frecuencia, las vistas parciales son suficientes y más fáciles de leer. En la figura 8.18 se muestran vistas parciales regulares y ***vistas parciales auxiliares***. Por lo general, para indicar el salto imaginario en las vistas se usa una línea de corte. No dibuje una línea de corte que coincida con una línea visible u oculta.

A fin de que las vistas parciales auxiliares (que casi siempre son pequeñas) no parezcan "perdidas" y ajenas a todas las vistas, conéctelas con las vistas a partir de las cuales se proyectaron, ya sea con una línea central o mediante una o dos líneas de proyección delgadas como se muestra en la figura 8.18.

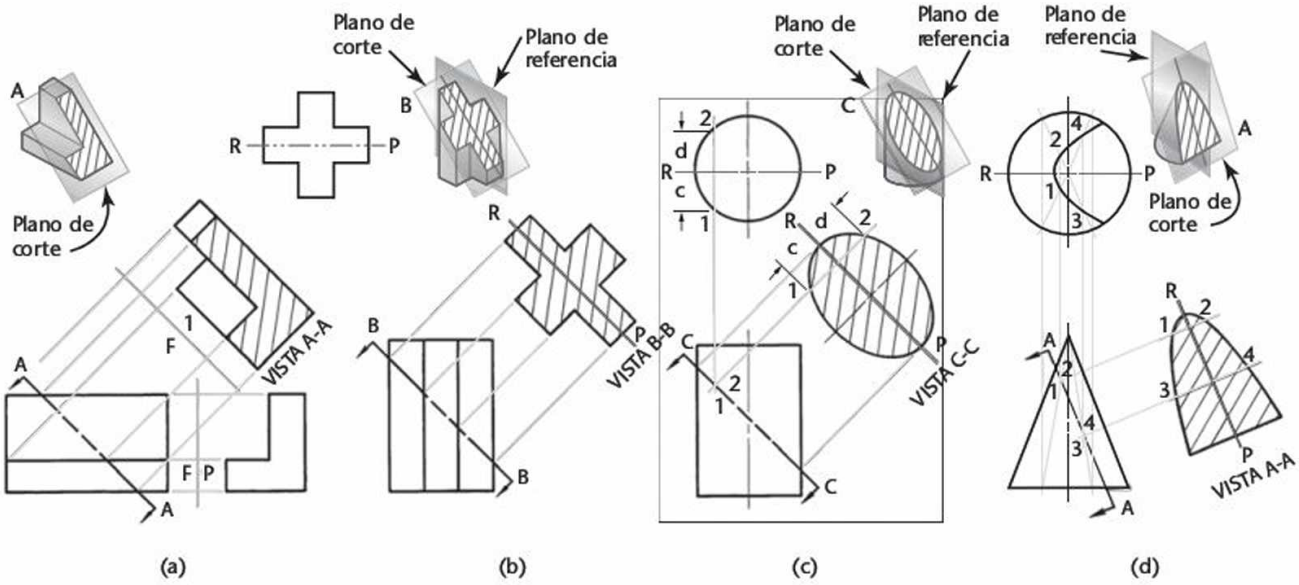


8.8 VISTAS MEDIAS AUXILIARES

Si una vista auxiliar es simétrica, y si es necesario ahorrar espacio en el dibujo o tiempo, una opción consiste en dibujar una ***vista auxiliar media***, como se muestra en la figura 8.19. En este caso también se muestra una vista media regular, puesto que la brida inferior es simétrica. Observe que en cada caso se muestra la mitad más cercana.

8.19 Vistas medias.

www.FreeLibros.me

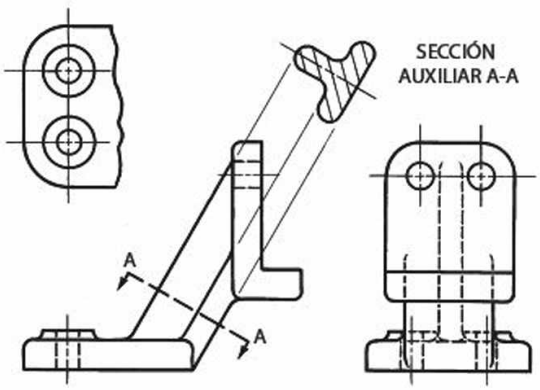


8.20 Secciones auxiliares.

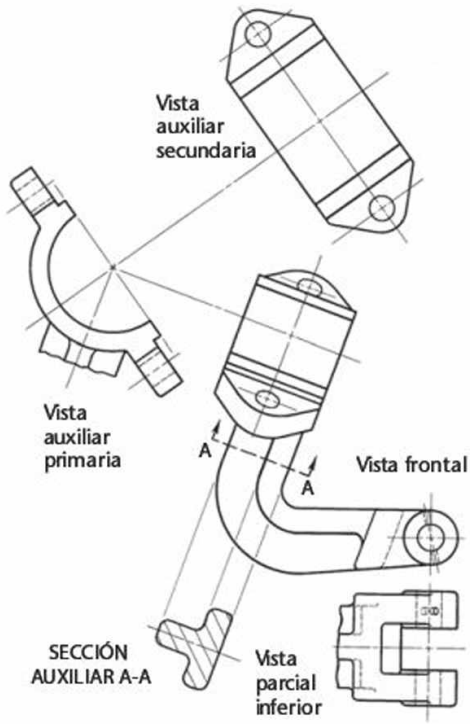
8.9 SECCIONES AUXILIARES

Una ***sección auxiliar*** es simplemente una vista auxiliar en sección. En la figura 8.20 se muestran ejemplos de secciones auxiliares. En la figura 8.21 se presenta una sección auxiliar típica. En este ejemplo no hay espacio suficiente para una sección girada, aunque podría haberse usado una sección desplazada en vez de una sección auxiliar. Observe la línea del plano de corte y las flechas de terminación que indican la dirección de visualización de la sección auxiliar. En un dibujo de sección auxiliar puede mostrarse toda la porción del objeto que está detrás del plano de corte, o bien puede presentarse sólo la superficie de corte.

La línea del plano de corte indica tanto la ubicación del plano de corte como la dirección de visualización para la sección auxiliar. En las figuras 8.21 y 8.22 se muestran ejemplos de esto. Note que la sección auxiliar se muestra en la alineación. Por lo común, para localizar las secciones auxiliares se extiende una línea central; o bien, para tal efecto se muestran algunas líneas de proyección en el dibujo.



8.21 Sección auxiliar.



8.22 Vista auxiliar secundaria; vistas parciales.

www.FreeLibros.me

8.10 LÍNEAS Y FLECHAS DEL PLANO DE VISUALIZACIÓN

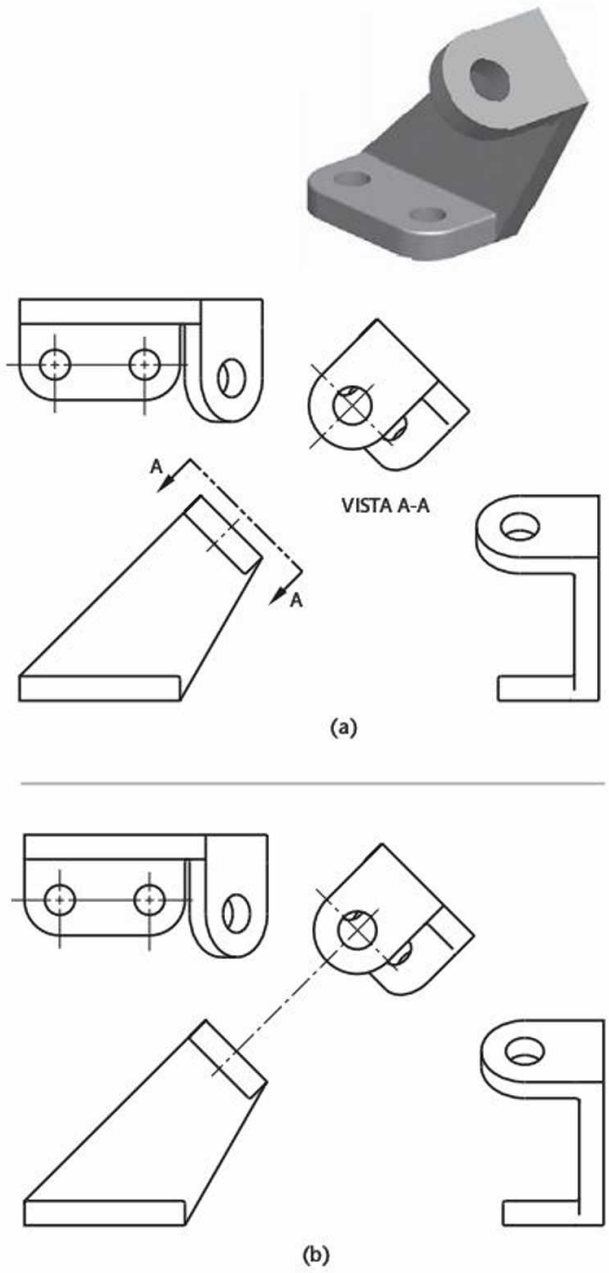
Cuando la hoja de dibujo está demasiado llena para mostrar la vista auxiliar en la dirección de proyección, puede usarse una ***línea del plano de visualización*** o una ***flecha en la dirección de visualización*** para indicar la dirección de la mirada para la vista auxiliar.

Un plano de visualización y una línea del plano de corte se ven esencialmente iguales. Las flechas en cada extremo de la línea apuntan en la dirección de la mirada para la vista desplazada. Los extremos de la línea se etiquetan usando las letras A, B, etc. La vista auxiliar, cuando se coloca en una ubicación desplazada, debe mostrarse con la misma orientación que tendría si estuviera alineada en la proyección. En la figura 8.23a se muestra una vista auxiliar desplazada y una línea del plano de visualización.

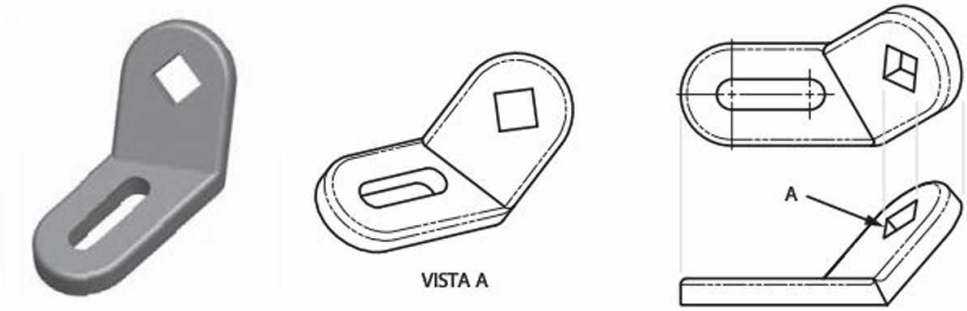
Una flecha de dirección de visualización para una vista auxiliar desplazada es esencialmente igual que para cualquier otra vista desplazada. Muestre una flecha que apunte en la dirección de la mirada para la vista auxiliar desplazada. Etiquete la vista desplazada y colóquela en la misma orientación que tendría al proyectarla o, si está girada, muestre una flecha de giro y especifique la magnitud de la rotación.

Una línea central puede extenderse desde un agujero u otro elemento simétrico para indicar la alineación de la vista auxiliar, como se muestra en la figura 8.23b.

Las flechas de dirección de visualización son especialmente útiles cuando se muestra una segunda vista auxiliar en un dibujo creado a partir de un modelo de CAD en 3D. A menudo la vista auxiliar primaria no es necesaria y puede omitirse si se muestra una flecha de dirección de visualización que indique la dirección de la mirada para la vista auxiliar secundaria. En la figura 8.24 se muestra un ejemplo del tipo de uso que se da a una flecha de dirección de visualización en un dibujo de CAD.

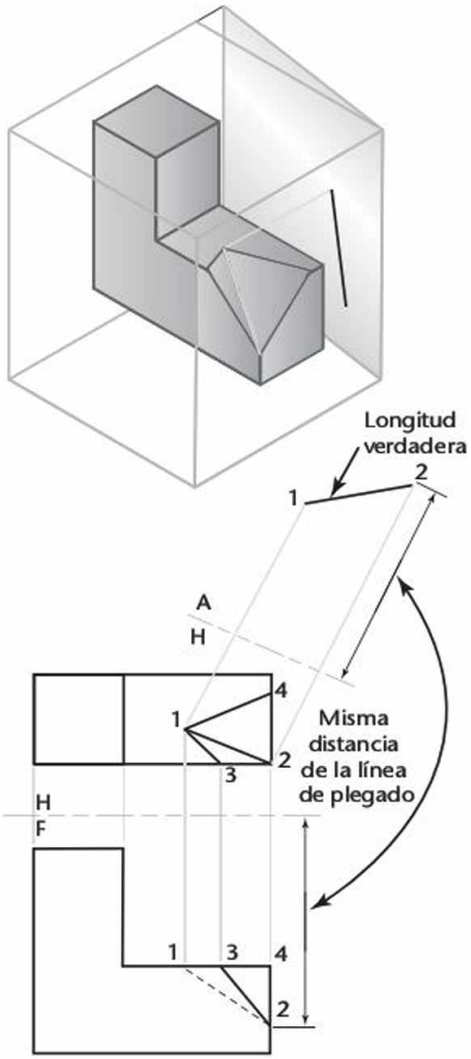


8.23 Uso de una línea del plano de visualización para mostrar la dirección de la mirada en una vista auxiliar. *De manera alternativa, puede extenderse una línea central para indicar la dirección de visualización.*



8.24 Flecha que muestra la dirección de visualización para la vista de una superficie oblicua.

www.FreeLibros.me



8.25 Longitud verdadera de una línea.

8.11 USOS DE LAS VISTAS AUXILIARES

Por lo general las vistas auxiliares se utilizan para mostrar la forma o el ángulo verdaderos de los elementos que aparecen distorsionados en las vistas regulares. Las vistas auxiliares se suelen emplear para producir vistas que muestren lo siguiente:

1. Longitud verdadera de una línea.
2. Vista puntual de una línea.
3. Vista del perfil de un plano.
4. Tamaño verdadero de un plano.

Usted puede usar la capacidad de generar vistas que muestren los elementos específicos enlistados para resolver una serie de problemas de ingeniería. El término ***geometría descriptiva*** designa el uso de dibujos precisos para resolver problemas de ingeniería. Es posible utilizar una base de datos con dibujos precisos en CAD para resolver muchos problemas de ingeniería cuando se comprenden las cuatro vistas básicas de la geometría descriptiva. Si se usa CAD en 3D, a menudo se pueden modelar objetos con precisión y consultar la base de datos en busca de longitudes y ángulos. Aún así, con frecuencia se requieren las técnicas descritas a continuación para producir vistas que le ayudarán a visualizar, crear o desplegar la geometría de dibujos en 3D.

8.12 LONGITUD VERDADERA DE UNA LÍNEA

Como se muestra en la figura 8.25, una línea mostrará su longitud verdadera en un plano de proyección que sea paralelo a dicha línea. En otras palabras, una línea mostrará su verdadera longitud en una vista auxiliar donde la dirección de visualización sea perpendicular a la línea. Para mostrar la longitud verdadera de una línea, haga la línea de plegado paralela a la línea de la cual desea mostrar su verdadera longitud en la vista auxiliar. Siempre que una línea sea paralela a la línea de plegado entre dos vistas, se mostrará su longitud verdadera en la vista adyacente.

SUGERENCIA

La pendiente de un cable de retención puede determinarse cuando se ve su longitud verdadera. Las vistas sesgadas no muestran el ángulo real.

Necesidad de mostrar la longitud verdadera de una línea en CAD

Ya sea que esté usando CAD en 2D o 3D, o bien trazando un bosquejo o dibujo a mano alzada, con frecuencia es necesario entender cómo crear una vista que muestre una cierta línea a su longitud verdadera. Por ejemplo, una línea debe aparecer con su longitud real si se desea determinar su pendiente.

Cuando se trabaja con un programa de CAD en 3D, por lo general resulta fácil indicar la longitud verdadera de una línea o un borde; pero saber cuál es la dimensión no es igual a poder mostrarla en un dibujo de modo que otros puedan interpretarla correctamente.

Para anotar la dimensión sobre el dibujo de una vista donde se muestra la línea en cuestión a longitud real, usted debe entender cómo crear una vista que sea paralela a la línea.

Si utiliza CAD en 2D, puede emplear los mismos métodos que se explican en este capítulo. Si utiliza CAD en 3D, lea acerca de cómo se muestra una línea a longitud real, lo que le ayudará a entender la forma en que se crea un plano paralelo a esa línea usando CAD en 3D.

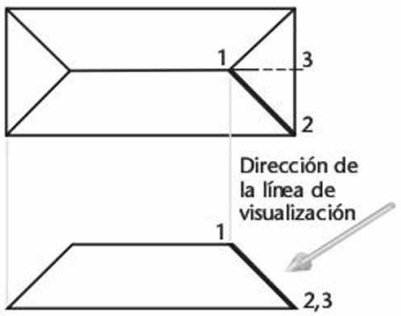
También es útil entender bien cuándo una línea está a longitud verdadera y cuándo se encuentra sesgada en una vista para desarrollar su capacidad de visualizar con precisión un objeto en 3D a partir de un dibujo en 2D.

www.FreeLibros.me

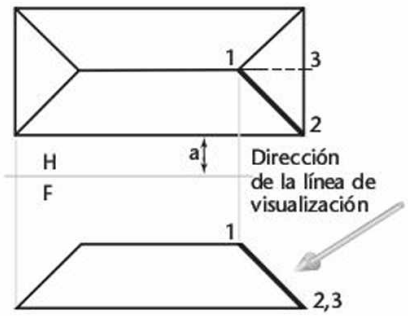
PRESENTACIÓN DE LA LONGITUD VERDADERA DE UNA LIMA TESA

Se muestran las vistas frontal y superior de la lima tesa (línea 1-2). Use una vista auxiliar para mostrar la longitud verdadera de la línea.

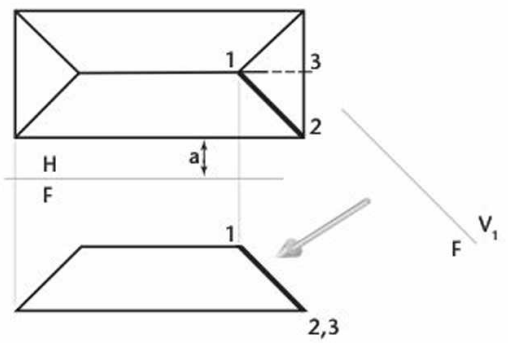
1 Seleccione la dirección de visualización perpendicular a la línea 1-2 (vista frontal).



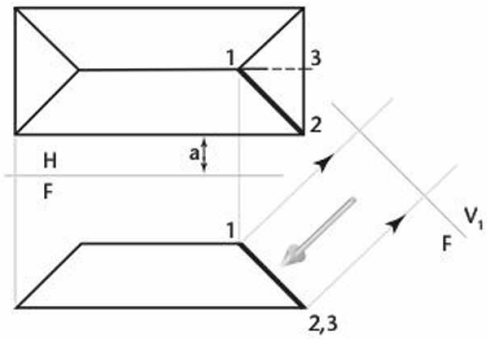
2 Trace la línea de plegado H/F entre las vistas superior y frontal, como se muestra.



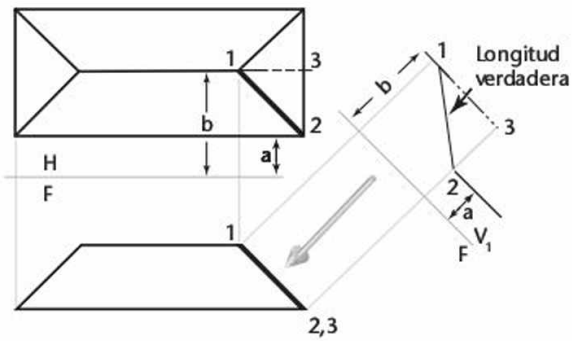
3 Trace la línea de plegado F/1 paralela a la línea 1-2 y a cualquier distancia conveniente de la línea 1-2 (vista frontal).



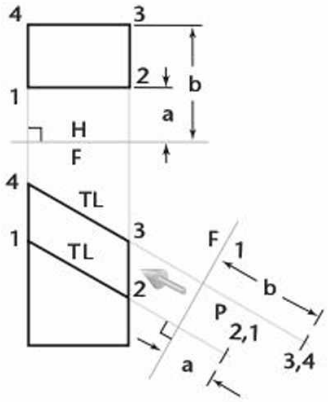
4 Trace líneas de proyección desde los puntos 1, 2 y 3 para comenzar a crear la vista auxiliar.



5 Transfiera los puntos 1 y 2 hacia la vista de auxiliar a la misma distancia de la línea de plegado que en la vista superior, y a lo largo de sus líneas de proyección respectivas. La lima tesa (línea 1-2) se muestra con su longitud verdadera en la vista auxiliar. Además, el triángulo 1-2-3 en la vista auxiliar muestra el tamaño y la forma verdaderos de esa parte del techo porque la dirección de visualización para la vista auxiliar es perpendicular al triángulo 1-2-3.



www.FreeLibros.me



8.26 Vista puntual de una línea.

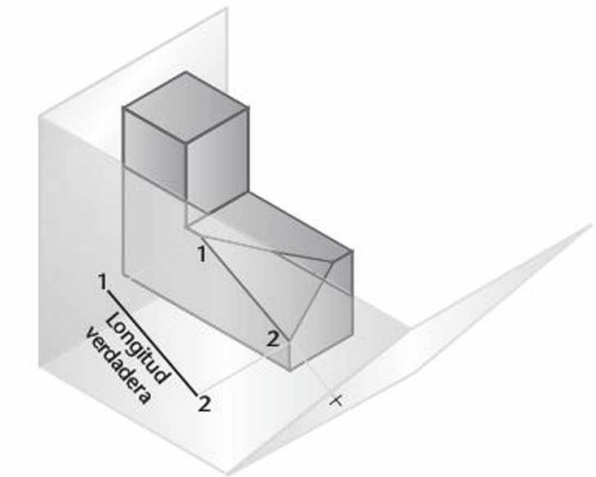
8.13 VISTA PUNTUAL DE UNA LÍNEA

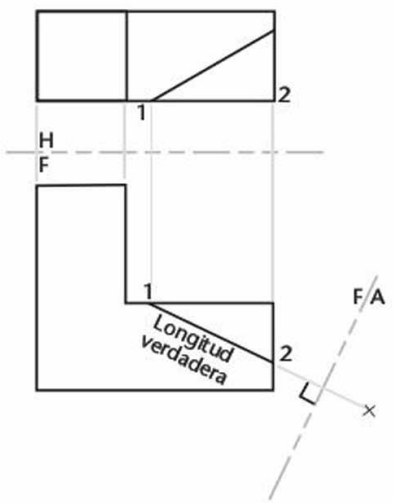
Como se muestra en la figura 8.26, la línea se presentará como una vista puntual siempre que se proyecte sobre un plano perpendicular a la línea. Para mostrar la vista puntual de una línea, elija la dirección de visualización paralela a la línea cuando está a su longitud verdadera.

Presentación de la vista puntual de una línea

Refiérase a la figura 8.27 para los pasos siguientes:

1. Elija la dirección de visualización que sea paralela a la línea 1-2.
2. Trace la línea de plegado H/F entre las vistas superior y frontal, como se muestra.
3. Trace una línea de plegado F/1 perpendicular a la línea 1-2, donde esté a su longitud verdadera, y a cualquier distancia conveniente de la línea 1-2 (vista frontal).
4. Trace líneas de proyección desde los puntos 1 y 2 para empezar a crear la vista auxiliar.
5. Transfiera los puntos 1 y 2 a la vista de auxiliar a la misma distancia de la línea de plegado que en la vista superior y a lo largo de sus líneas de proyección respectivas. Se alinearán exactamente entre sí para formar una vista puntual de la línea.



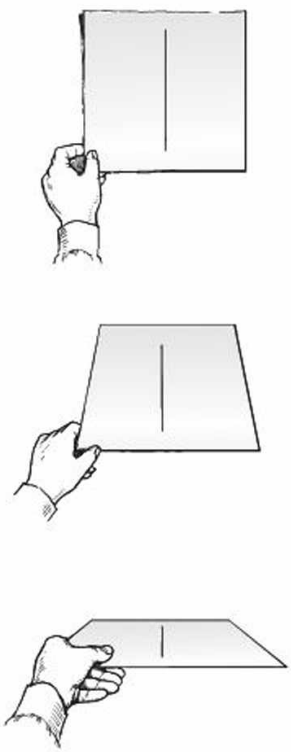


8.27 Vista puntual de una línea.

SUGERENCIA

Visualización de una línea como un punto

Trace una línea en un plano; por ejemplo, una recta en una hoja de papel. Después, incline el papel para ver la línea como un punto. Verá que cuando la línea aparece como un punto, el plano que la contiene se observa como una línea. (Debido a que su papel terminará viéndose sobre el borde, puede ser un poco difícil observar la línea cuando está orientada correctamente).



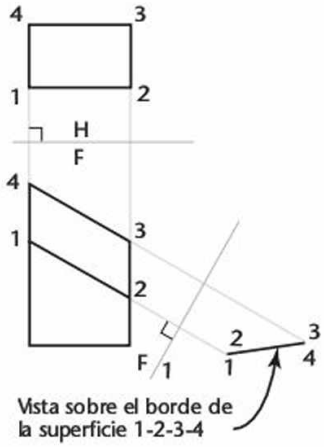
www.FreeLibros.me

8.14 VISTA SOBRE EL BORDE DE UN PLANO

Como se muestra en la figura 8.28, un plano se mostrará sobre su borde en un plano de proyección que muestre una vista puntual de cualquier línea que se encuentre completamente dentro del plano. Para obtener la vista puntual de una línea, la dirección de visualización debe ser paralela a la línea donde se observa la longitud verdadera. Para mostrar la vista de perfil de un plano, elija la dirección de visualización paralela a una línea de longitud verdadera que se encuentre en el plano.

La localización de la vista sobre el borde de un plano es una herramienta útil para los siguientes tipos de problemas:

- Encontrar la línea más corta entre un punto y un plano. La línea más corta será perpendicular desde el punto hasta el plano. Esto es más fácil de mostrar en una vista que muestra al plano sobre su borde.
- Hallar la pendiente de un plano. Cuando se trabaja en un programa de CAD en 3D es fácil crear una vista desde cualquier dirección. Comprender cómo elegir una dirección que produzca la vista más útil para sus propósitos, es más fácil aun cuando usted entiende estos principios básicos. Aunque puede utilizar las herramientas de búsqueda de CAD para determinar rápidamente el ángulo entre los planos, a menudo puede ser necesario documentar el ángulo de un plano en una vista que muestre dicho plano sobre su borde, o de perfil.

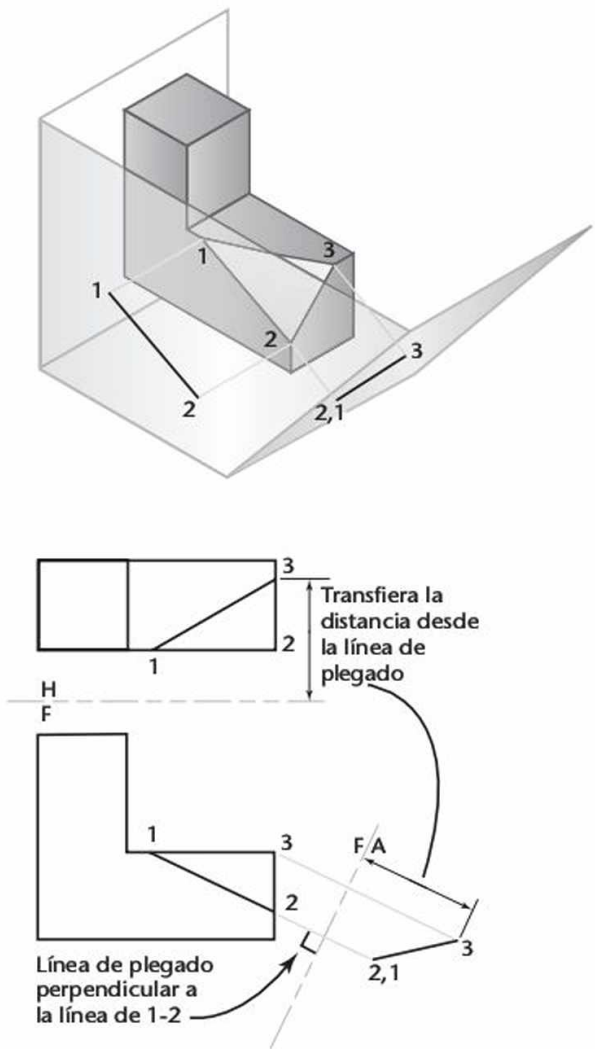


8.28 Vista sobre el borde de una superficie.

Presentación de la vista sobre el borde de un plano

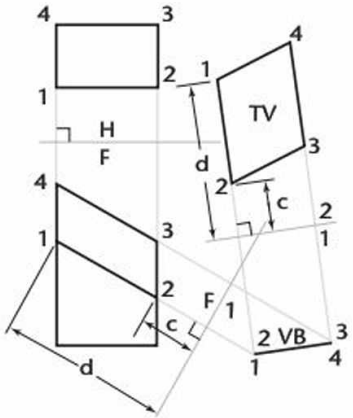
Refiérase a la figura 8.29 para los siguientes pasos:

1. Elija una dirección de visualización que sea paralela a la línea 1-2 en la vista frontal donde ya se mostró su longitud verdadera.
2. Trace la línea de plegado H/F entre las vistas superior y frontal, como se muestra.
3. Trace una línea de plegado F/1 perpendicular a la línea de longitud verdadera 1-2 y a cualquier distancia conveniente.
4. Dibuje líneas de proyección desde los puntos 1, 2, 3 y 4 para comenzar a crear la vista auxiliar.
5. Transfiera los puntos 1, 2, 3 y 4 a la vista de auxiliar a la misma distancia de la línea de plegado que en la vista superior y a lo largo de sus líneas de proyección respectivas. El plano 1-2-3-4 aparecerá sobre su borde en el dibujo terminado.



8.29 Vista sobre el borde de un plano.

www.FreeLibros.me



8.30 Tamaño verdadero de una superficie oblicua.

8.15 TAMAÑO VERDADERO DE UNA SUPERFICIE OBLICUA

Como se muestra en la figura 8.30, un plano se mostrará a tamaño verdadero cuando el plano de proyección sea paralelo a éste.

Para mostrar la vista a tamaño verdadero de un plano, elija la dirección de visualización perpendicular a la vista sobre el borde del plano.

La presentación a tamaño verdadero de una superficie se sigue del método descrito para mostrar superficies inclinadas a tamaño verdadero, donde la proyección de perfil ya está dada. Sin embargo, para mostrar una superficie oblicua a tamaño verdadero, es necesario primero presentar la superficie oblicua sobre su borde y después construir una vista auxiliar secundaria para mostrar su tamaño real.

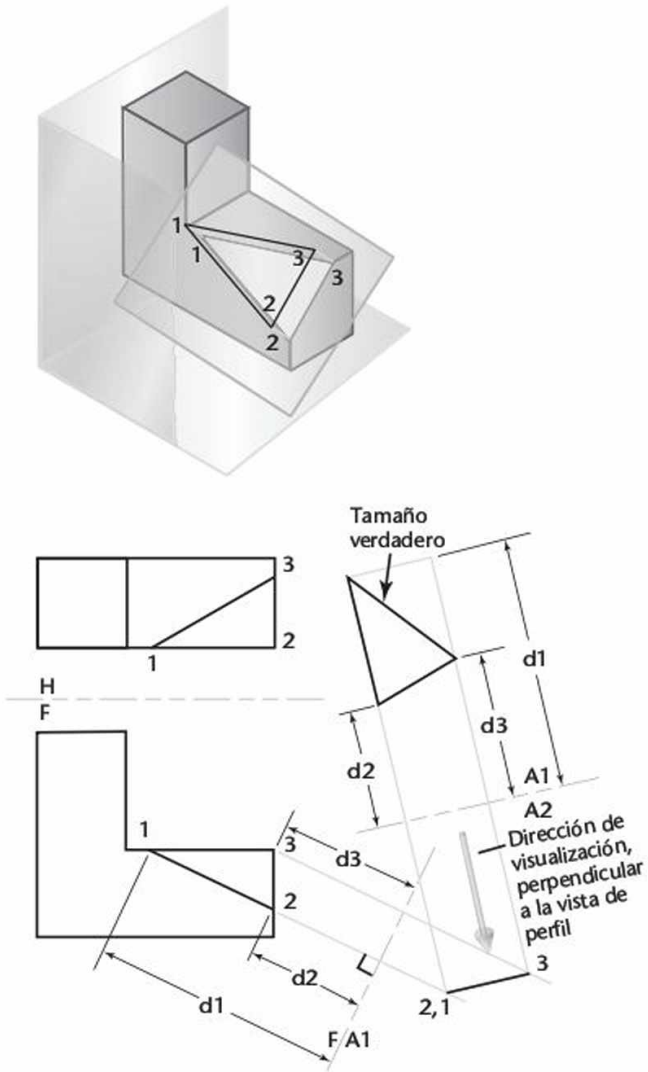
Presentación del tamaño y la forma verdaderos de una superficie oblicua

Para mostrar el tamaño y la forma verdaderos de una superficie oblicua, como la superficie 1-2-3-4 en la figura 8.31, cree una vista auxiliar secundaria. En este ejemplo se usan líneas de plegado, pero pueden lograrse los mismos resultados para todos los ejemplos anteriores empleando líneas de referencia.

1. Dibuje una vista auxiliar que muestre la superficie de 1-2-3-4 sobre su borde, como se explicó anteriormente.
2. Cree una vista auxiliar secundaria con la línea de visualización perpendicular a la vista sobre el borde del plano 1-2-3-4 en la vista auxiliar primaria. Proyecte líneas paralelas a la flecha. Dibuje una línea de plegado 1/2 perpendicular a estas líneas de proyección a una distancia conveniente de la vista auxiliar primaria.
3. Dibuje la vista auxiliar secundaria. Transfiera la distancia a cada punto desde la línea de plegado F/1 hacia la vista auxiliar secundaria, por ejemplo, las dimensiones *c* y *d*. El tamaño verdadero (TV) de la superficie 1-2-3-4 se muestra en la vista auxiliar secundaria, puesto que la dirección de visualización es perpendicular a dicha superficie.

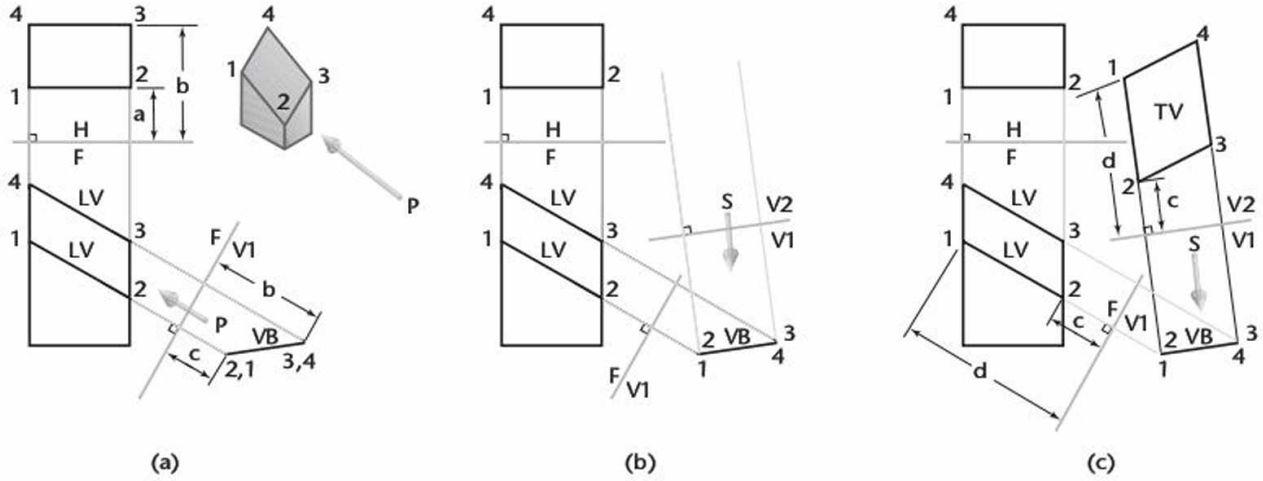
En la figura 8.32 se muestra un ejemplo de los pasos para encontrar el tamaño verdadero de una superficie oblicua. El primer paso, ilustrado en la figura 8.32a, muestra la superficie oblicua sobre su borde. En la figura 8.32b se establece la dirección de visualización perpendicular a la vista de perfil. La vista final con el tamaño verdadero de la superficie se proyecta en la figura 8.32c.

La figura 8.33 muestra un ejemplo parecido en el cual se usa el método del plano de referencia.

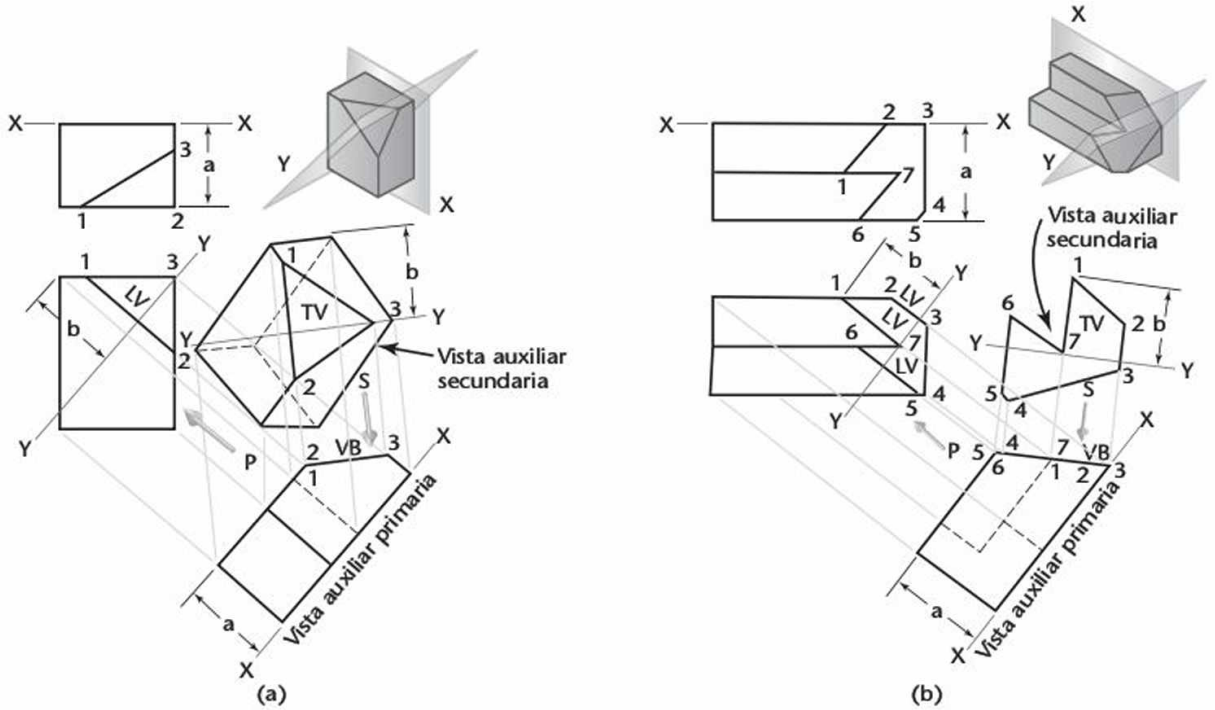


8.31 Vista a tamaño verdadero de una superficie oblicua.

www.FreeLibros.me

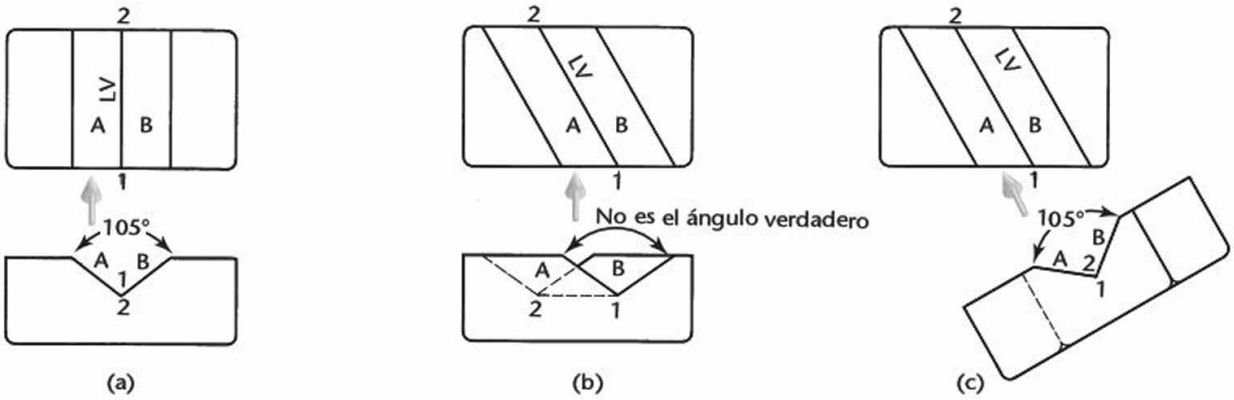


8.32 Tamaño verdadero de una superficie oblicua; método de la línea de plegado.

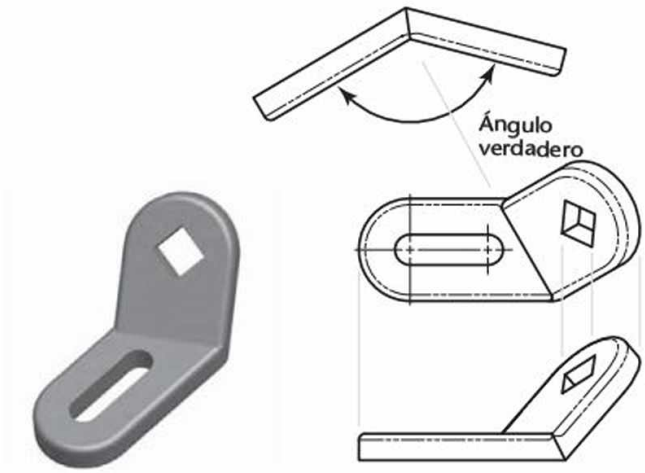


8.33 Tamaño verdadero de una superficie oblicua; método del plano de referencia.

www.FreeLibros.me



8.34 Ángulos diedros.



8.35 Uso de una vista auxiliar para mostrar el ángulo verdadero entre las superficies (ángulo diedro).

8.16 ÁNGULOS DIEDROS

El ángulo entre dos planos se llama ***ángulo diedro***. Con frecuencia, las vistas auxiliares deben dibujarse de modo que muestren los ángulos diedros a tamaño real, en particular para fines de dimensionamiento. En la figura 8.34a, se muestra un bloque con una ranura en V donde el ángulo diedro entre los planos inclinados *A* y *B* se presenta a tamaño verdadero en la vista frontal.

En la figura 8.34b, la ranura en V en el bloque está a un ángulo con la superficie frontal tal que no se muestra el ángulo diedro verdadero. Suponga que el ángulo real es igual al de la figura 8.34a. ¿El ángulo parece ser más grande o más pequeño que en la figura 8.34a? Para mostrar el ángulo diedro verdadero, la línea de intersección (en este caso 1-2) debe aparecer como un punto. Debido a que la línea de intersección para el ángulo diedro está en ambos planos, al mostrarla como un punto se produce una vista que muestra ambos planos sobre su borde. Esto le dará la vista a tamaño verdadero del ángulo diedro.

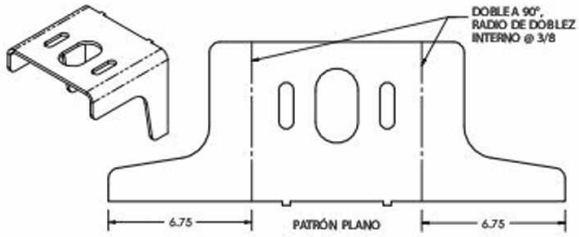
En la figura 8.34a, la línea 1-2 es la línea de intersección de los planos *A* y *B*. Ahora, la línea 1-2 se encuentra en ambos planos al mismo tiempo; por lo tanto, una vista puntual de esta línea mostrará los dos planos como líneas, y el ángulo entre ellos es el ángulo diedro entre los planos. Para obtener el ángulo verdadero entre dos planos, encuentre la vista puntual de la línea de intersección de los dos planos.

En la figura 8.34c, la dirección de visualización es paralela a la línea 1-2 de manera que ésta aparece como un punto, los planos *A* y *B* aparecen como líneas, y en la vista auxiliar se muestra el ángulo diedro verdadero. En la figura 8.35 se presenta un dibujo que usa una vista auxiliar para mostrar el ángulo verdadero entre las superficies.

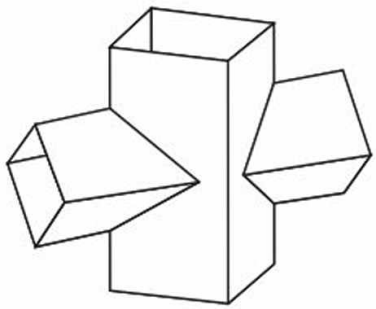
www.FreeLibros.me

COMPRENSIÓN DE LOS DESARROLLOS Y LAS INTERSECCIONES

Un ***desarrollo*** es una representación o patrón plano que cuando se dobla crea un objeto en 3D (figura 8.36). Una ***intersección*** es el resultado de dos objetos que se intersecan entre sí (figura 8.37). La construcción de hoja metálica es la aplicación más común para los desarrollos e intersecciones. Un desarrollo de superficies, como las que se encuentran en la fabricación de hojas metálicas, es un patrón plano que representa la superficie desplegada o desenrollada de la forma. El patrón plano resultante proporciona el tamaño real de cada área conectada de modo que la parte o estructura pueda fabricarse. Las vistas auxiliares se usan primordialmente en la creación de desarrollos. Existen muchos paquetes de software especializados para automatizar la creación de desarrollos e intersecciones. También puede aplicar lo que ha aprendido hasta ahora acerca de las vistas auxiliares para crear desarrollos e intersecciones utilizando el sistema de CAD.



8.36 Un patrón plano. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

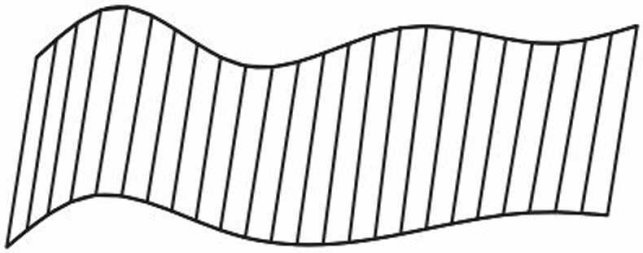


8.37 Prismas intersecantes.

Terminología de superficies

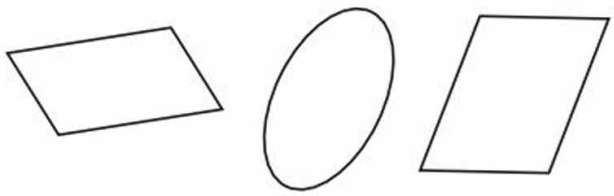
La siguiente terminología describe los objetos y conceptos que se utilizan en los desarrollos y las intersecciones:

Una ***superficie reglada*** es la que puede generarse mediante el barrido de una recta, llamada ***generatriz***, a lo largo de una trayectoria, que puede ser recta o curva (figura 8.38). Cualquier posición de la generatriz es un ***elemento*** de la superficie. Una superficie reglada puede ser un plano, una superficie de una sola curva o una superficie alabeada.



8.38 Superficie reglada.

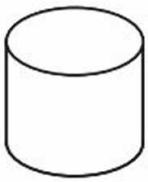
Un ***plano*** es una superficie reglada que se genera mediante una línea, un punto de la cual se mueve en línea recta mientras la generatriz permanece paralela a su posición original. Muchos sólidos geométricos están limitados por superficies planas (figura 8.39).



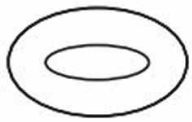
8.39 Superficies planas.

Una ***superficie de una sola curva*** es una superficie reglada desarrollable, es decir, puede desenvolverse para que coincida con un plano. Una o dos posiciones adyacentes de la generatriz se encuentran en el mismo plano. Ejemplos de ello son el cilindro (figura 8.40) y el cono.

Una ***superficie de doble curvatura*** se genera mediante una línea curva y no tiene elementos en línea recta (figura 8.41). Una superficie generada al girar una curva sobre una línea recta en el plano de la curva se llama ***superficie de doble curvatura de revolución***. Los ejemplos más comunes son la ***esfera***, el ***toro***, la ***elipsoide*** y el ***hiperboloide***.

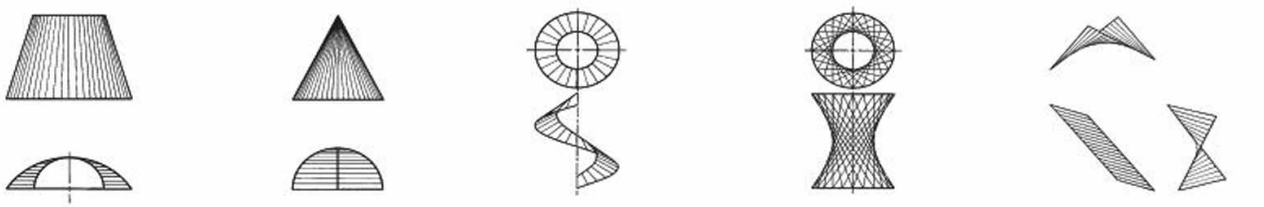


8.40 Superficie de una sola curva.



8.41 Superficie de doble curvatura.

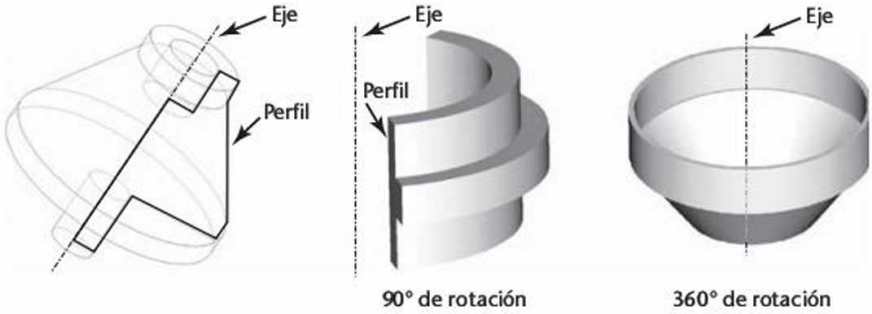
Una ***superficie alabeada*** es una superficie reglada que no es desarrollable. Algunos ejemplos se muestran en la figura 8.42. No hay dos posiciones adyacentes de la generatriz que se encuentran en un plano. Las superficies alabeadas no pueden desenvolverse o desplegarse para quedar planas. Muchas superficies exteriores en un avión o un automóvil son superficies alabeadas.



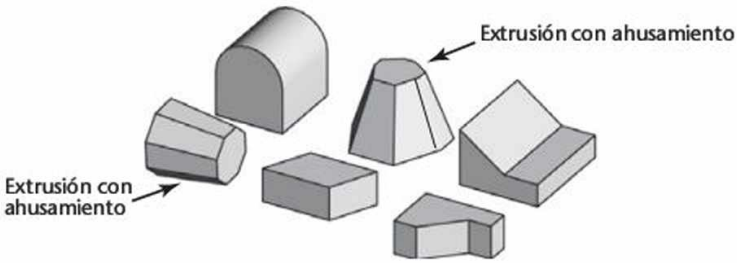
(a) Cilindroide (b) Conoide (c) Helicoide (d) Hiperboloide (e) Paraboloide hiperbólico

8.42 Superficies alabeadas.

www.FreeLibros.me



8.43 Sólidos formados por revolución.



8.44 Sólidos formados por extrusión.

Sólidos de revolución y extrusión

Un sólido generado al hacer girar una figura plana alrededor de un eje en el plano de la figura es un ***sólido de revolución*** (figura 8.43). Los sólidos de revolución que se crean a partir de figuras planas compuestas de líneas rectas pueden aplanarse para crear un patrón. Al hacer girar una figura curva se crea una superficie de doble curvatura, la cual puede tener un patrón aproximadamente plano.

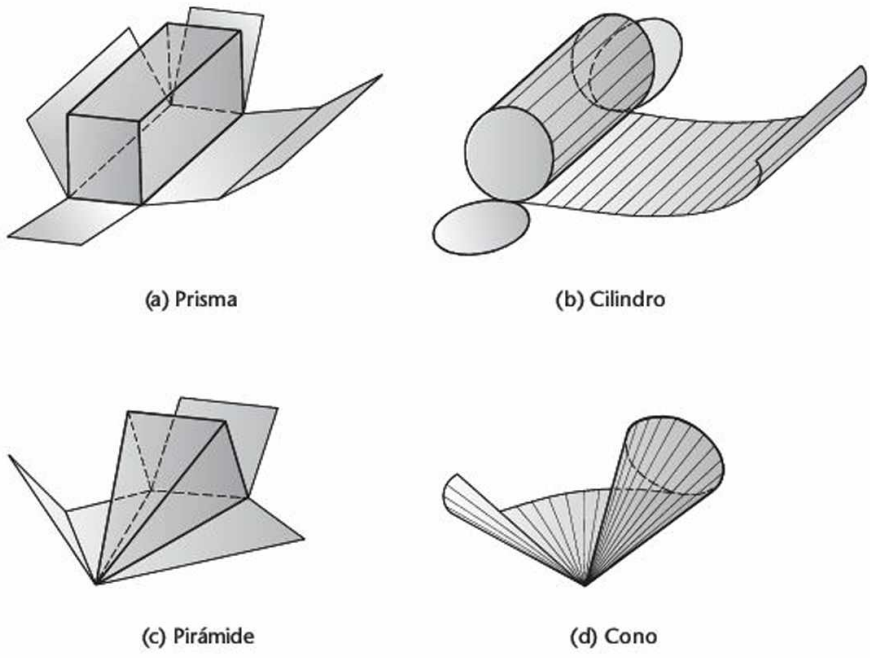
Un ***sólido de extrusión*** es aquel que se forma al "barrer" una forma a lo largo de una trayectoria lineal, como se muestra en la figura 8.44. Muchas plataformas de software de CAD también permiten especificar un ahusamiento para las superficies. A partir de los sólidos de extrusión es posible formar patrones planos.

Los sólidos limitados por superficies alabeadas no forman algún grupo que reciba un nombre. El ejemplo más común de estos sólidos es la rosca de un tornillo.

Superficies desarrollables

Una ***superficie desarrollable*** puede desplegarse o desenvolverse hasta volverse plana. Las superficies que se componen de superficies de una sola curva, planas o de combinaciones de éstas son desarrollables.

Las superficies alabeadas y de doble curvatura no son directamente desarrollables. Pueden desarrollarse al aproximar su forma utilizando superficies desarrollables. Si el material utilizado en la fabricación real es suficientemente flexible, las hojas planas pueden estirarse, prensarse, estamparse, hilarse o inclusive forzarlas a asumir la forma deseada. A menudo, las superficies no desarrollables se producen mediante una combinación de superficies desarrollables a las cuales se les da forma para producir la forma deseada. En la figura 8.45 se muestran algunos ejemplos de superficies desarrollables.



8.45 Desarrollo de superficies.

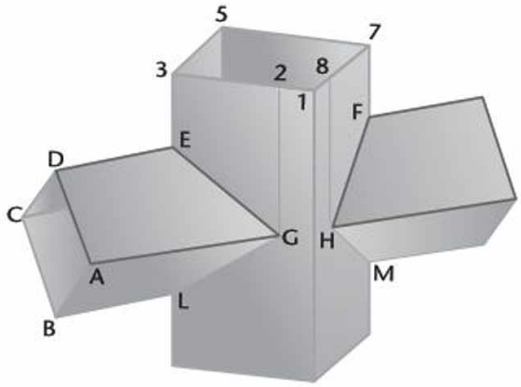
www.FreeLibros.me

Principios de las intersecciones

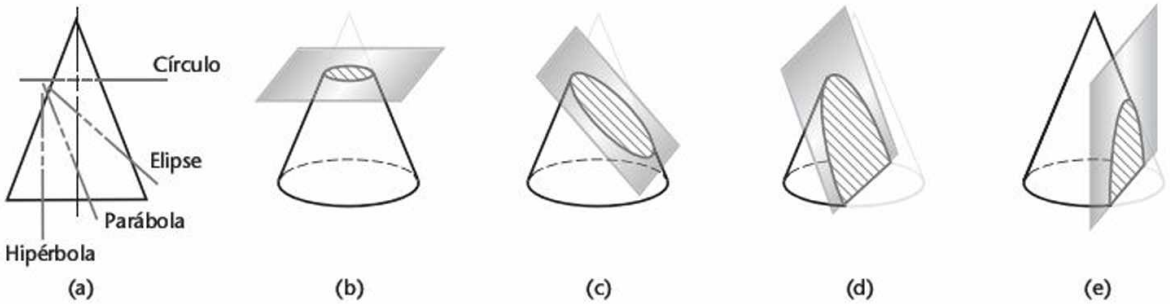
Los ejemplos típicos de la necesidad de dibujos precisos que muestren las intersecciones de planos y sólidos incluyen las aberturas en las superficies de los techos para conductos de humo y chimeneas; las aberturas en las superficies de las paredes de las tuberías, ductos, etc., y la construcción de estructuras de chapa metálica, como tanques y calderas. En estos casos, generalmente es necesario determinar el tamaño y la forma verdaderos de la intersección de un plano y uno de los sólidos geométricos más comunes. En la figura 8.46 se muestra un ejemplo en el que tendría que determinarse la intersección de un sólido y un plano para crear la abertura en la forma correcta sobre el prisma vertical, conducto principal, donde se une el prisma horizontal.

Para los sólidos limitados por superficies planas, es necesario encontrar solamente los puntos de intersección de los bordes del sólido con el plano y unir estos puntos, en orden consecutivo, con rectas.

Para los sólidos limitados por superficies curvas, se requiere hallar los puntos de intersección de varios elementos del sólido con el plano y trazar una curva suave a través de estos puntos. La intersección de un plano y un cono circular se llama ***sección cónica***. En la figura 8.47 se muestran algunas secciones cónicas comunes.



8.46 Prismas intersecantes.

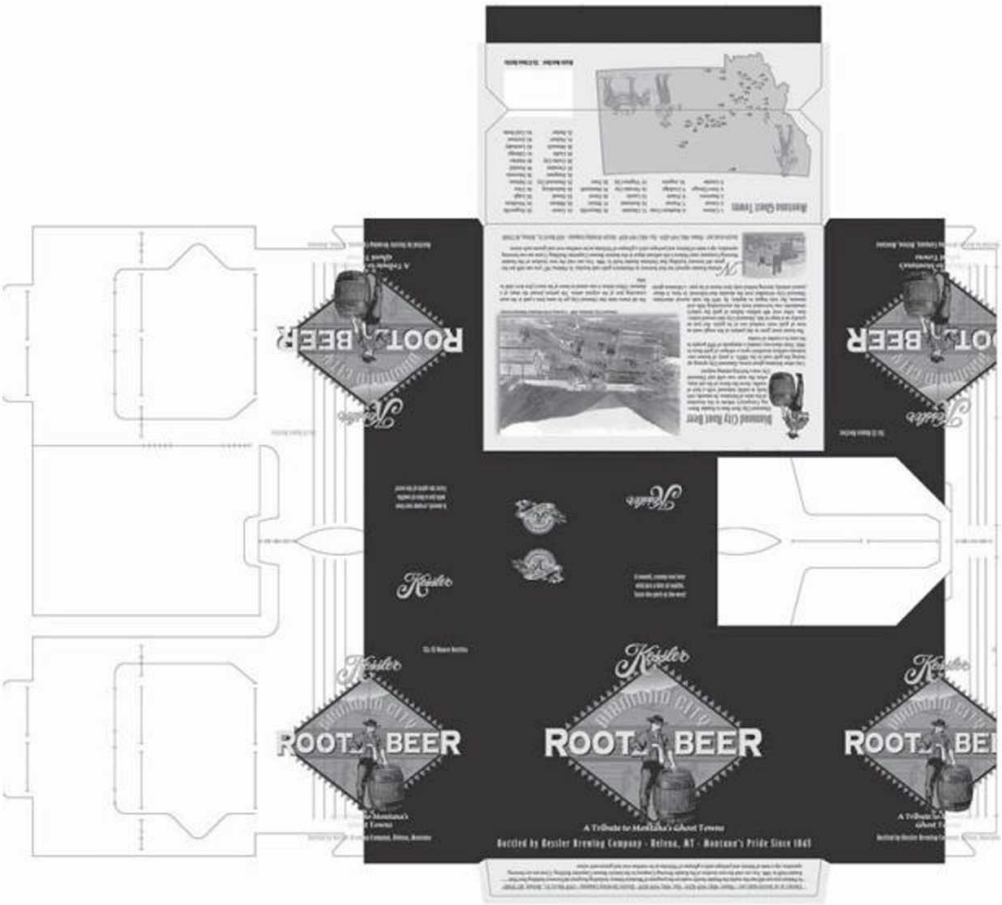


8.47 Secciones cónicas.

PIEZAS ESTÁNDAR DE DUCTOS

Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado suelen usar ductos para transferir aire a través del sistema. Las piezas estándar que se muestran son de acero galvanizado calibre 26 y pueden comprarse "prefabricadas". Cuando los conductos deben conectarse en ángulos extraños para que quepan en los espacios existentes se requieren desarrollos e intersecciones diseñados a la medida.

www.FreeLibros.me



8.48 Patrón plano para un empaque de cerveza de raíz. (Cortesía de Kessler Brewing Co.).

8.17 DESARROLLOS

El ***desarrollo de una superficie*** es la misma superficie trazada en un plano. Las aplicaciones prácticas de los desarrollos se producen en el trabajo con hoja metálica, corte de piedra, producción de patrones, empacado y diseño de empaques. Vea la figura 8.48.

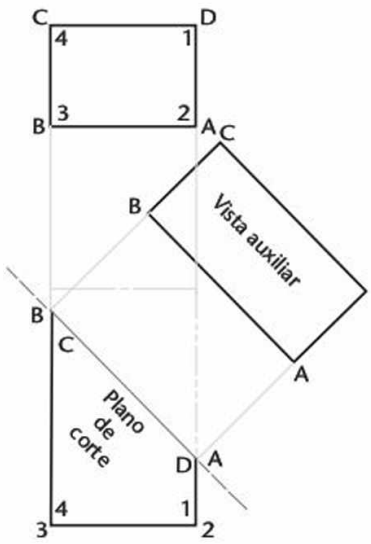
Pueden desarrollarse las superficies con una sola curva y las superficies de poliedros. Los desarrollos para las superficies alabeadas y las superficies con doble curvatura sólo pueden aproximarse.

En el diseño en hoja metálica debe proporcionarse material extra para los traslapes y costuras. Si el material es pesado, el espesor puede ser un factor y debe considerarse la acumulación de metal en las curvas. El tamaño del material también debe tenerse en cuenta y los diseños deben realizarse para economizar materiales y mano de obra. En la preparación de los desarrollos, lo mejor es poner la costura en el borde más corto y unir las bases en los bordes donde coinciden, lo que reducirá al mínimo el procesamiento, como la soldadura, el pegado y el remachado.

Es común dibujar distribuciones de desarrollos con las superficies interiores arriba. De esta manera, todas las líneas de doblado y otras marcas estarán relacionadas directamente con las mediciones en el interior, que son las dimensiones importantes en todos los ductos, tubos, tanques y recipientes. En esta posición también funcionan para su uso en la manufactura.

Localización de la intersección de un plano y un prisma, y desarrollo del prisma

Para crear patrones planos para hojas de metal, empaques y otros propósitos, primero debe determinarse el tamaño verdadero de la superficie. En la figura 8.49 se muestran el tamaño y la forma verdaderos de la intersección de un plano y un prisma en la vista auxiliar. La longitud de *AB* es igual a *AB* en la vista frontal, y el ancho de *AD* es el mismo que el de *AD* en la vista superior.



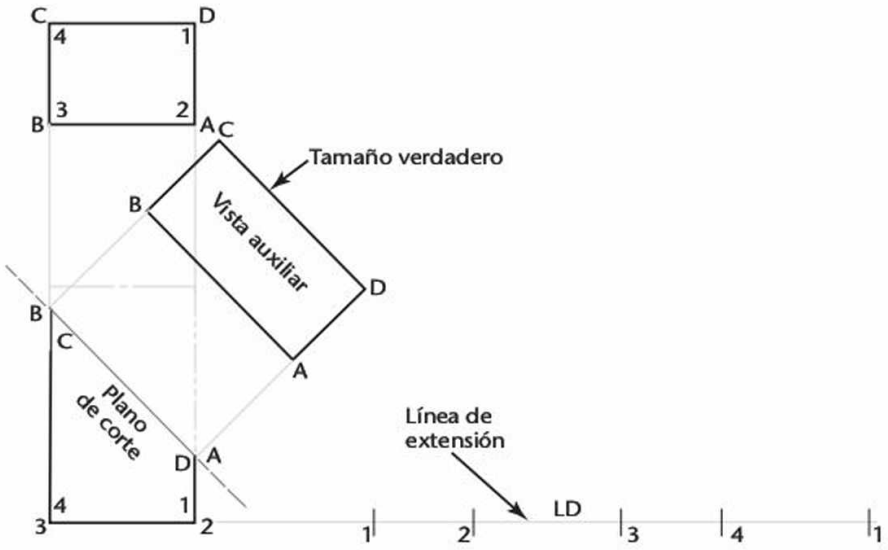
8.49 Vista auxiliar que muestra el tamaño y la forma verdaderos de la intersección de un plano y un prisma.

www.FreeLibros.me

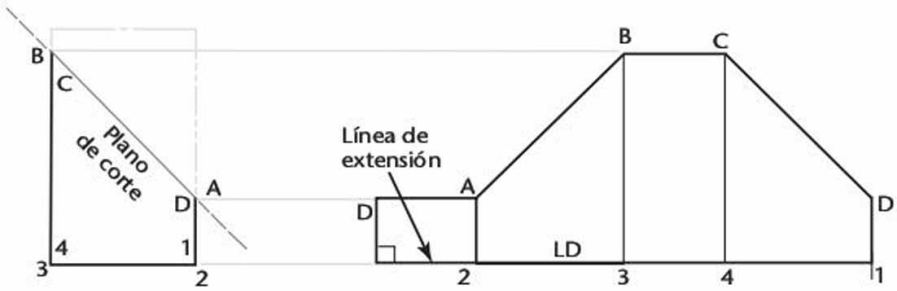
DESARROLLO DE UN PRISMA

A continuación se presentan los pasos para crear el desarrollo del prisma que se muestra en esta página.

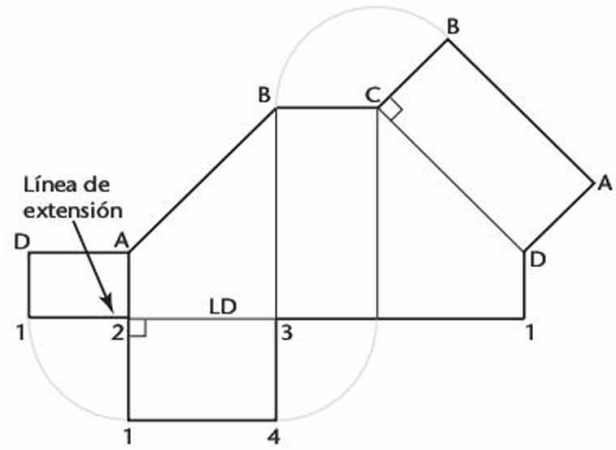
1 Trace la línea de extensión, la cual representa el eje sobre el que se desenvuelve o despliega la pieza. En la línea de extensión, transfiera los tamaños verdaderos de las caras 1-2 y 2-3, que se muestran con su longitud verdadera en la vista superior. Recuerde que una línea aparece con su longitud verdadera cuando la vista es perpendicular a la línea. En otras palabras, cuando una línea es paralela a la línea de plegado entre las vistas, la línea muestra su longitud verdadera en la vista adyacente.



2 Donde se unan dos superficies, dibuje perpendiculares a la línea de extensión y transfiera la altura verdadera de cada borde respectivo. En este caso, la vista frontal muestra las alturas verdaderas. Proyecte las alturas desde la vista frontal, como se muestra. Complete el desarrollo de estas superficies usando rectas que unan los puntos que ha trazado. Identifique otras superficies que estén conectadas a éstas y adjunte sus tamaños verdaderos al desarrollo de la base inferior y la base superior. Utilice una vista auxiliar para encontrar el tamaño verdadero de la superficie y después dibújela en su sitio.

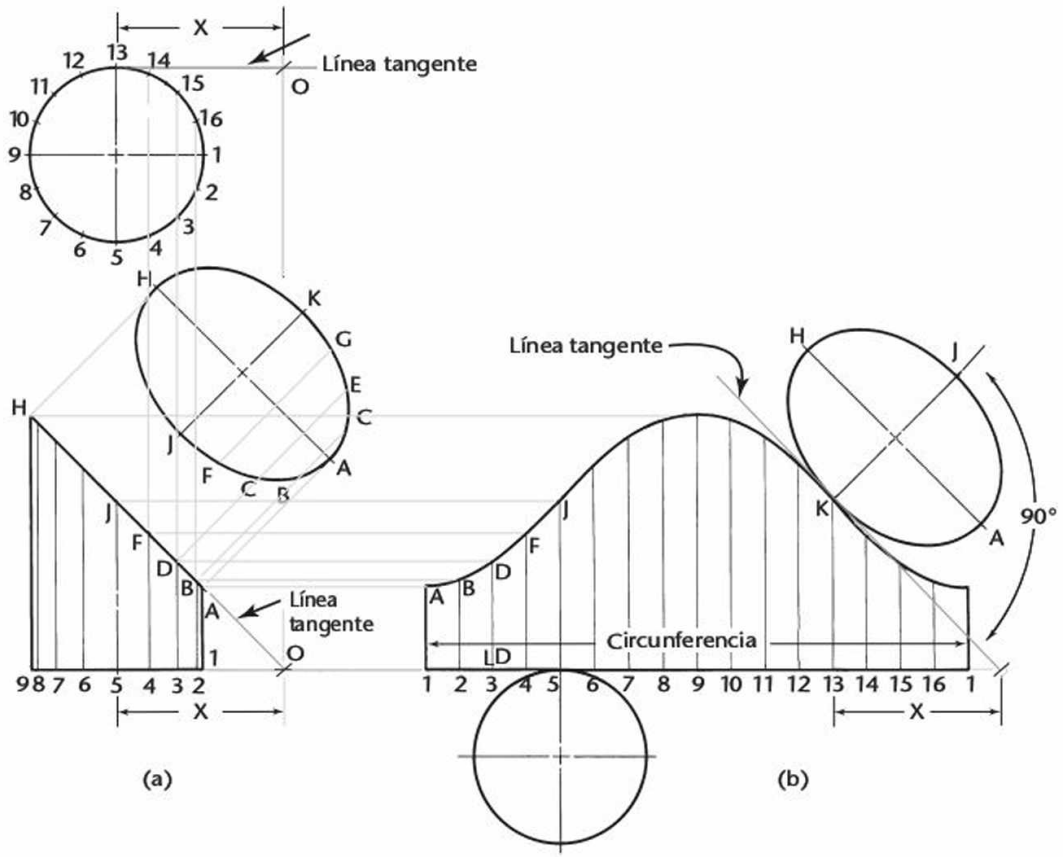


3 Cuando termine, habrá dibujado el desarrollo de todo el prisma, como se muestra en la figura. Si es necesario, agregue pestañas de manera que haya material para conectar las superficies cuando éstas se plieguen hacia arriba.



PASO a PASO

www.FreeLibros.me



8.50 Plano y cilindro.

Localización de la intersección de un plano y un cilindro, y desarrollo del cilindro

La intersección de un plano y un cilindro es una elipse cuyo tamaño verdadero se muestra en la vista auxiliar de la figura 8.50. Los pasos para el desarrollo de un cilindro son los siguientes:

- Dibuje los elementos del cilindro. Por lo general, lo mejor es dividir la base del cilindro que se muestra en la vista superior en partes iguales y después proyectarla en la vista frontal.
- En la vista auxiliar, los anchos *BC*, *DE*, etc., se transfieren desde la vista superior en 2-16 y 3-15, respectivamente, y la elipse se dibuja a través de estos puntos. El eje mayor *AH* muestra su longitud verdadera en la vista frontal, y el eje menor *JK* muestra su longitud verdadera en la vista superior. Usted puede utilizar esta información para dibujar con rapidez el objeto utilizando CAD.
- Trace la línea de desarrollo para el cilindro. Será igual a la circunferencia de la base, cuya longitud está determinada por la fórmula πd.
- Divida la línea de desarrollo en el mismo número de partes iguales que la circunferencia base y dibuje un elemento a través de cada división perpendicular a la línea.
- Transfiera la altura verdadera proyectándola desde la vista frontal, como se muestra en la figura 8.50b.
- Dibuje una curva suave a través de los puntos *A*, *B*, *D*, etcétera.
- Trace las líneas tangentes y una las bases como se muestra en la figura 8.50b.

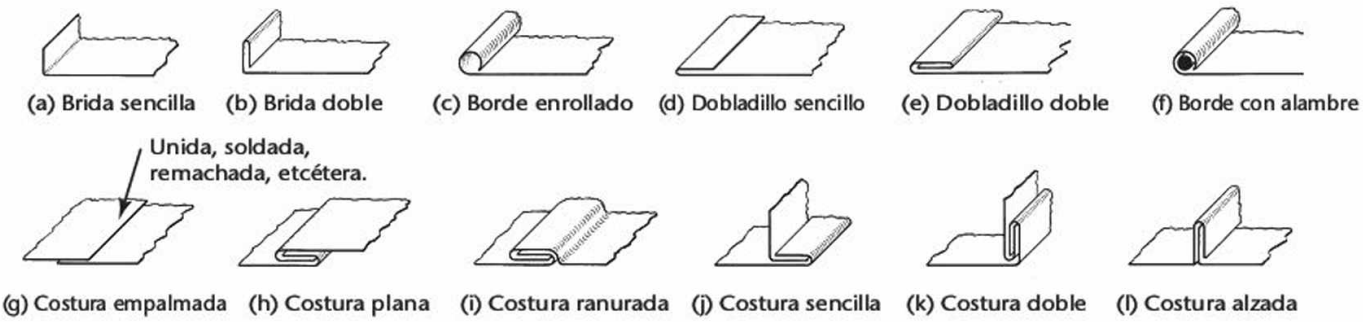
www.FreeLibros.me

8.18 DOBLADILLOS Y JUNTAS PARA HOJAS METÁLICAS Y OTROS MATERIALES

En la figura 8.51 se muestra una amplia variedad de dobladillos y uniones que se usan en la fabricación de piezas de hoja metálica y otros elementos. Los dobladillos se usan para eliminar el borde bruto, así como para endurecer el material. Las juntas y las costuras pueden hacerse al doblar, soldar, remachar o pegar hojas de metal, o al encolar o engrapar materiales de embalaje.

Al diseñar o desarrollar dobladillos y juntas es necesario agregar material extra. La cantidad que agregue dependerá del grosor del material y del equipo de producción. Una buena fuente de información al respecto la constituyen los fabricantes, que pueden ser de gran ayuda al identificar las especificaciones relacionadas con el proceso exacto que se utilizará en el diseño de una pieza.

Una buena manera de localizar a los fabricantes y los productos es visitar el sitio de Thomas Register: http://www.thomasregister.com/index.html



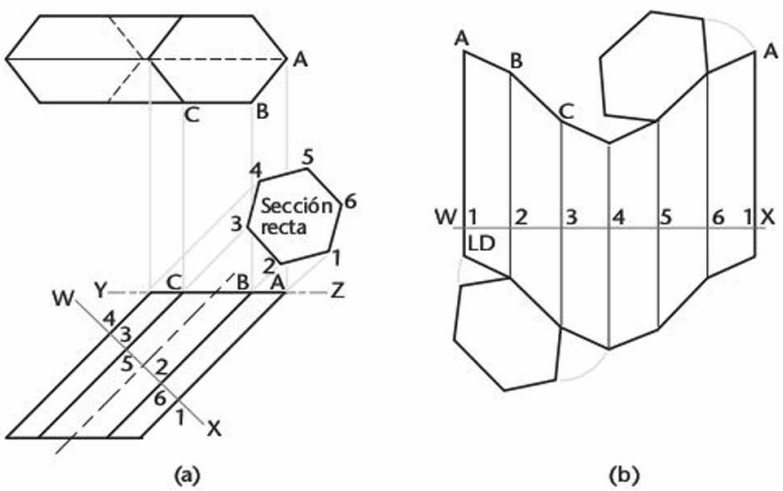
8.51 Dobladillos y costuras con hojas metálicas.

8.19 MÁS EJEMPLOS DE DESARROLLOS E INTERSECCIONES

Desarrollo de un plano y un prisma oblicuo

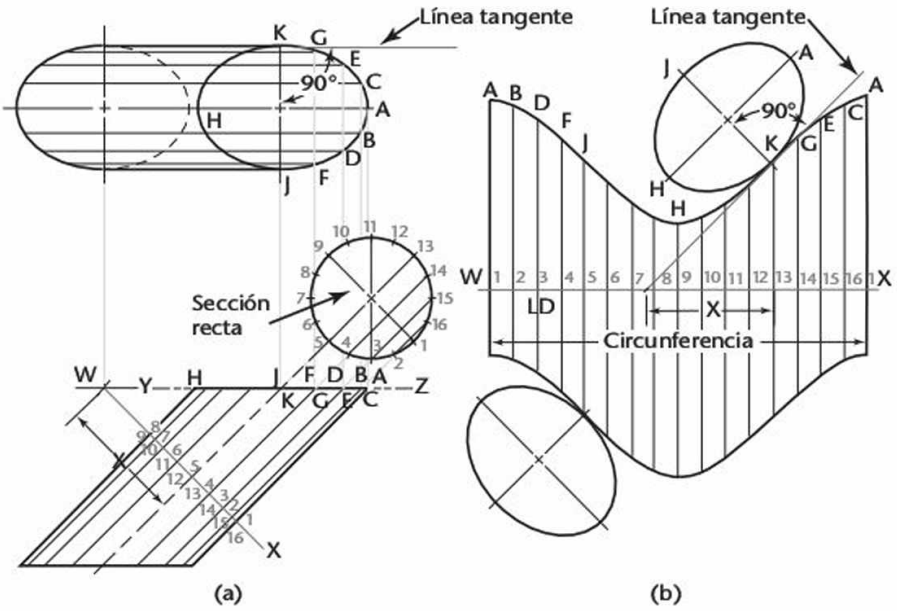
En la figura 8.52a se muestra la intersección de un plano y un prisma oblicuo. Donde el plano es normal al prisma formado por el plano *WX* (llamado sección recta) y aparece en forma de hexágono regular, como se muestra en la vista auxiliar denominada "sección recta". La sección oblicua cortada por el plano horizontal *YZ* se muestra a tamaño verdadero en la vista superior.

El desarrollo de este prisma oblicuo se muestra en la figura 8.52b. Use la sección recta para crear la línea de desarrollo *WX*. Sobre la línea de desarrollo, establezca las anchuras verdaderas de las caras 1-2, 2-3, etc., que se muestran a tamaño verdadero en la vista auxiliar. Trace líneas perpendiculares a través de cada división. Transfiera las alturas verdaderas de los bordes respectivos, las cuales se muestran a tamaño verdadero en la vista frontal. Una con rectas los puntos *A*, *B*, *C*, etc. Por último una las bases, las cuales se muestran a tamaño verdadero en la vista superior, a lo largo de un borde.

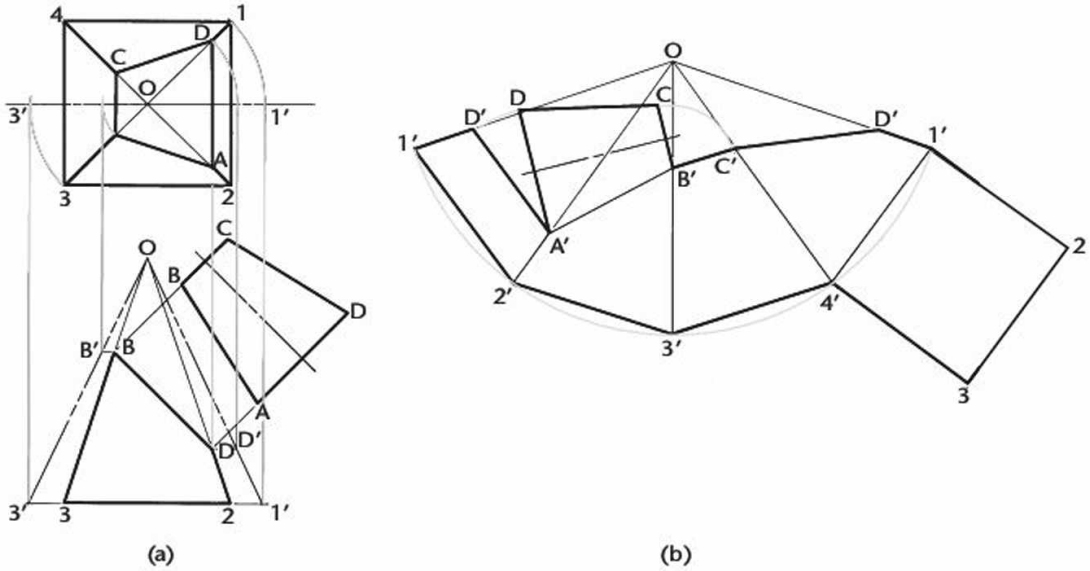


8.52 Plano y prisma oblicuo.

www.FreeLibros.me



8.53 Plano y cilindro circular oblicuo.



8.54 Plano y pirámide.

Desarrollo de un plano y un cilindro oblicuo

El desarrollo de la intersección de un plano y un cilindro oblicuo es semejante a la de un plano y un prisma oblicuo, como se muestra en la figura 8.53.

Desarrollo de un plano y una pirámide

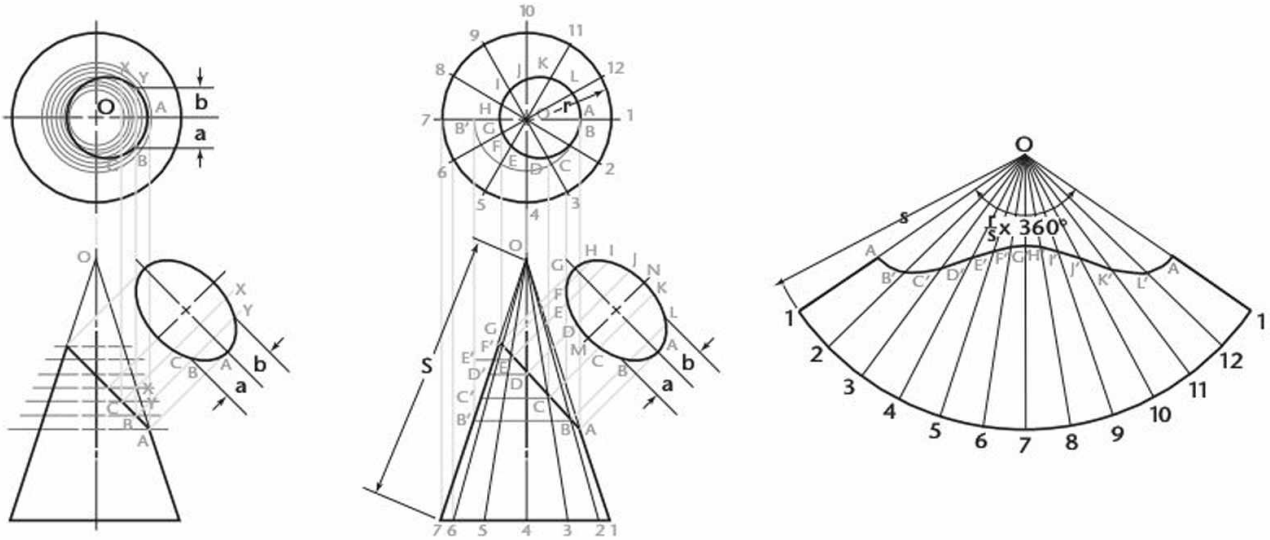
La intersección de un plano y una pirámide es un trapecio, como se muestra en la figura 8.54.

Desarrollo de un plano y un cono

La intersección de un plano y un cono es una elipse, como se muestra en la figura 8.55. Si una serie de planos de corte horizontales se pasan perpendiculares al eje, cada plano cortará un círculo del cono que se mostrará a tamaño y forma verdaderos en la vista superior. Los puntos en los cuales estos círculos intersecan al plano de corte original son puntos sobre la elipse. Dado que el plano de corte se muestra sobre su borde en la vista frontal (figura 8.54a), todos estos puntos de perforación pueden proyectarse desde allí hacia los demás, como se muestra en la figura 8.54b.

Para desarrollar la superficie lateral de un cono, piense en el cono como una pirámide que tiene un número infinito de lados. El desarrollo es parecido al de una pirámide.

www.FreeLibros.me

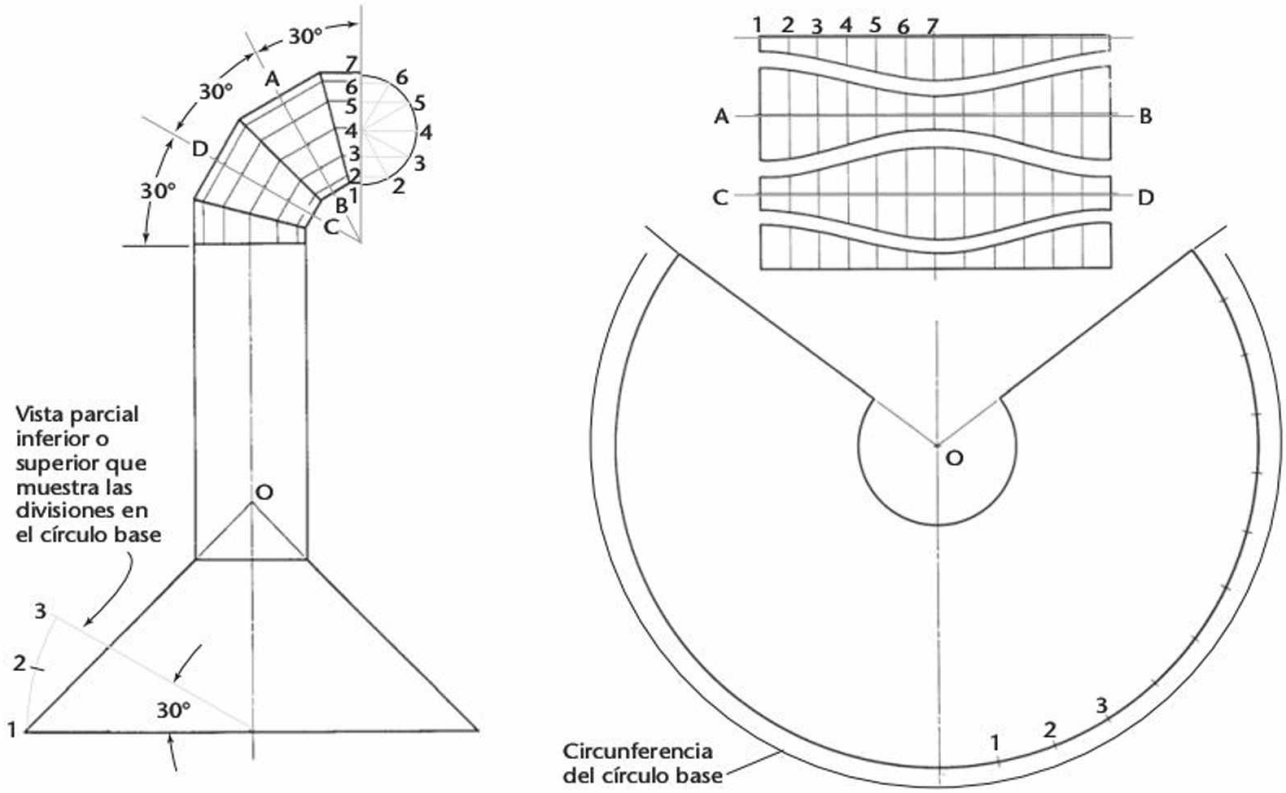


8.55 Plano y cono.

Desarrollo de una campana y un humero

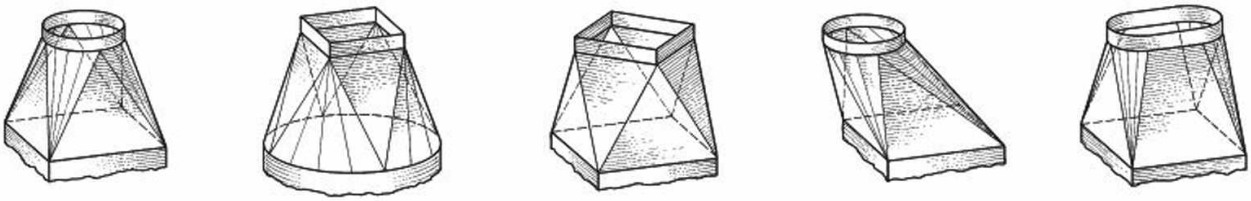
En la figura 8.56 se muestra el desarrollo de una campana y un humero. Como la campana es una superficie cónica, puede desarrollarse de la manera que se muestra en la figura 8.55. Las dos secciones finales del codo son superficies cilíndricas. Las dos secciones medias del codo son superficies cilíndricas, pero sus bases no son perpendiculares a los ejes, por lo que no se desarrollarán en rectas.

El desarrollo de estos elementos es semejante al de un cilindro oblicuo. Haga planos auxiliares *AB* y *DC* perpendiculares a los ejes, de modo que corten secciones rectas de los cilindros, las cuales se desarrollarán en las rectas *AB* y *CD* en los desarrollos. Al organizar los desarrollos como se muestra, el codo puede construirse a partir de una hoja rectangular de metal sin desperdiciar material. En la parte superior derecha de la figura 8.56 se muestran los patrones una vez separados después del corte.



8.56 Una campana y un humero.

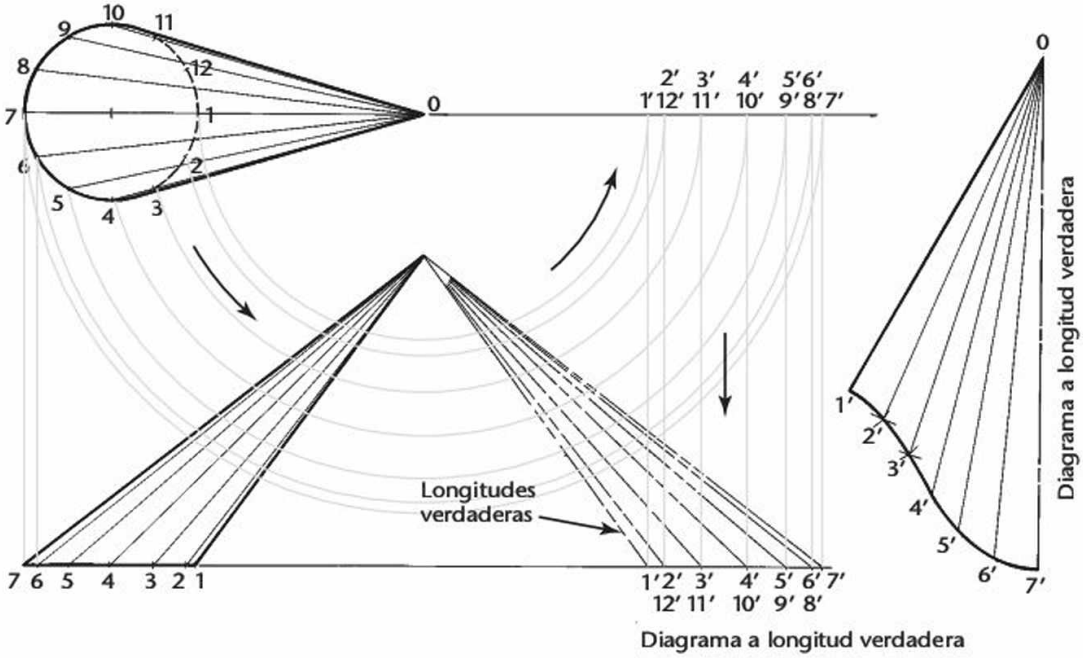
www.FreeLibros.me



8.57 Piezas de transición.

8.20 PIEZAS DE TRANSICIÓN

Una ***pieza de transición*** es aquella que conecta dos aberturas de diferente forma, diferente tamaño o en posición sesgada. En la mayoría de los casos las piezas de transición se componen de superficies planas y cónicas, como se muestra en la figura 8.57. En la siguiente sección usted aprenderá sobre el desarrollo de superficies cónicas por triangulación. Este método también puede utilizarse para desarrollar en forma aproximada ciertas superficies alabeadas. Las piezas de transición se utilizan ampliamente en aire acondicionado, calefacción, ventilación y otras construcciones similares.



8.58 Desarrollo de un cono oblicuo por triangulación.

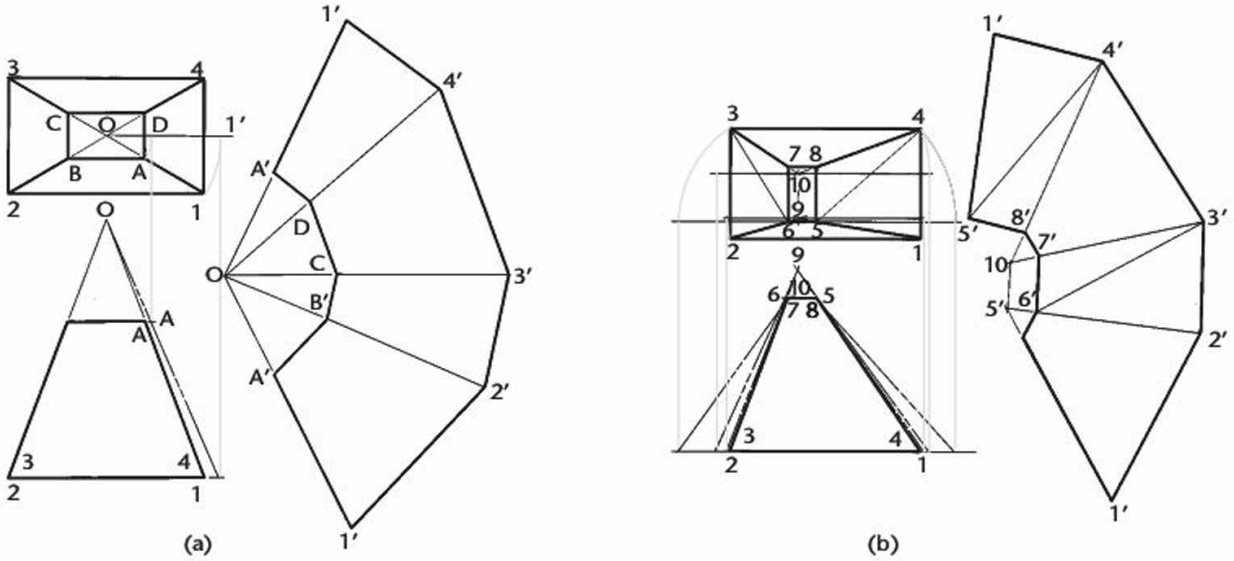
8.21 TRIANGULACIÓN

La ***triangulación*** es simplemente un método para dividir la superficie en una serie de triángulos y transferirlos al desarrollo. Para encontrar el desarrollo de un cono oblicuo por triangulación, divida la base del cono en la vista superior en cualquier número de partes iguales y dibuje un elemento en cada punto de división, como se muestra en la figura 8.58. Encuentre la longitud real de cada elemento. Si las divisiones de la base son comparativamente pequeñas, las longitudes de las cuerdas pueden usarse en el desarrollo para representar las longitudes de los arcos respectivos. Como el desarrollo es simétrico, es necesario diseñar sólo la mitad de éste, como se muestra en la parte derecha de la figura 8.58.

8.22 DESARROLLO DE UNA PIEZA DE TRANSICIÓN QUE CONECTA TUBOS RECTANGULARES EN EL MISMO EJE

La pieza de transición puede ser un tronco de pirámide que conecta tubos rectangulares en el mismo eje, como se muestra en la figura 8.59. Como una comprobación del desarrollo, las líneas paralelas sobre la superficie también deben ser paralelas sobre el desarrollo.

www.FreeLibros.me



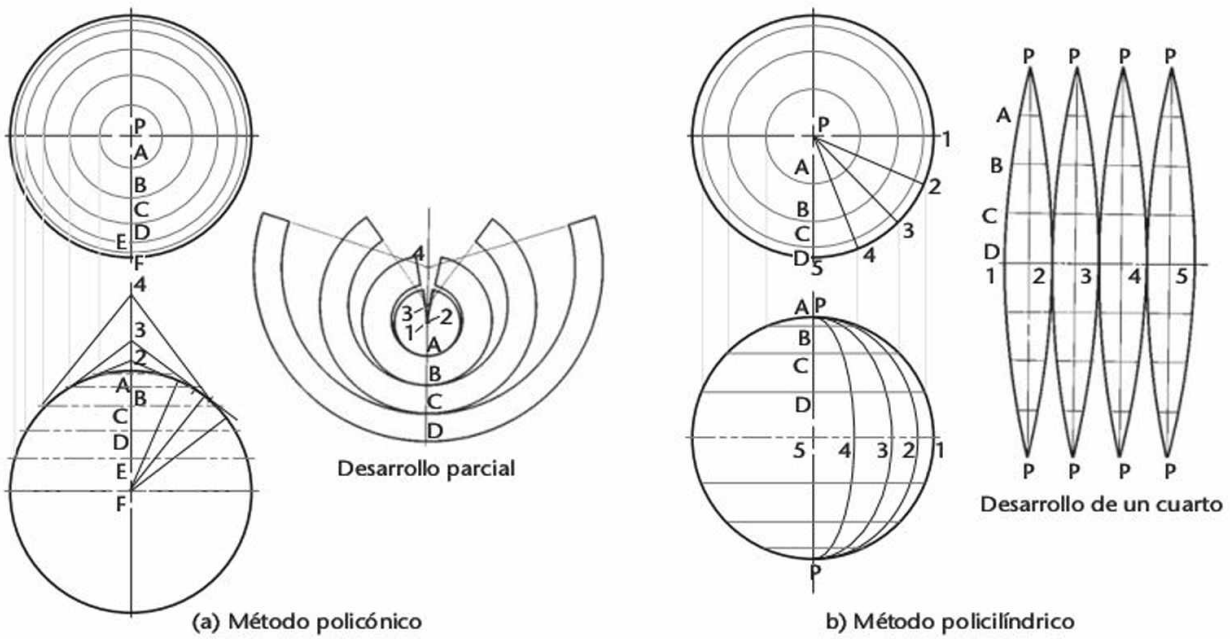
8.59 Desarrollo de una pieza de transición; tubos rectangulares que se conectan en el mismo eje.

8.23 DESARROLLO DE UN PLANO Y UNA ESFERA

La intersección de un plano y una esfera es un círculo. El diámetro del círculo depende de dónde se ubique el plano. Cualquier círculo cortado por un plano a través del centro de la esfera se llama ***gran círculo***. Si un plano pasa por el centro y es perpendicular al eje, al gran círculo resultante se le llama ***ecuador***. Si un plano contiene el eje, cortará un gran círculo denominado ***meridiano***.

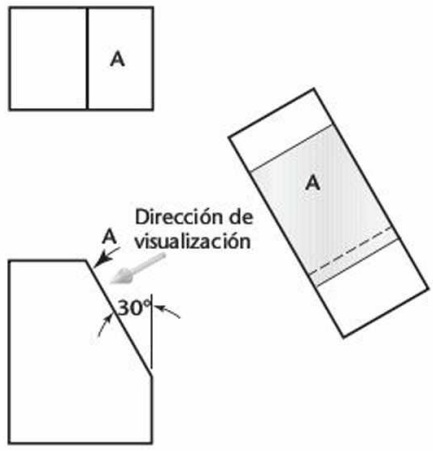
La superficie de una esfera tiene doble curvatura y no es desarrollable, pero puede desarrollarse aproximadamente al dividirla en una serie de zonas y sustituir una parte de un cono circular recto para cada zona. Si las superficies cónicas se inscriben dentro de la esfera, el desarrollo será más pequeño que la superficie esférica, pero si están circunscritas alrededor de la esfera, el desarrollo será mayor. Si las superficies cónicas están parcialmente dentro y fuera de la esfera, el desarrollo resultante se aproxima a la superficie esférica. Este método para desarrollar una superficie esférica, llamado ***método policónico***, se muestra en la figura 8.60a. Esta técnica se utiliza en los mapas del gobierno de Estados Unidos.

Otro método para hacer un desarrollo aproximado de la superficie con doble curvatura de una esfera consiste en dividir la superficie en partes iguales mediante planos meridianos y sustituir las superficies cilíndricas por las secciones esféricas. Las superficies cilíndricas pueden inscribirse dentro de la esfera, circunscribirse alrededor de ésta o bien encontrarse parcialmente dentro y fuera de ella. Este método, el ***policilíndrico*** (a veces conocido como el método *gore*) se muestra en la figura 8.60b.

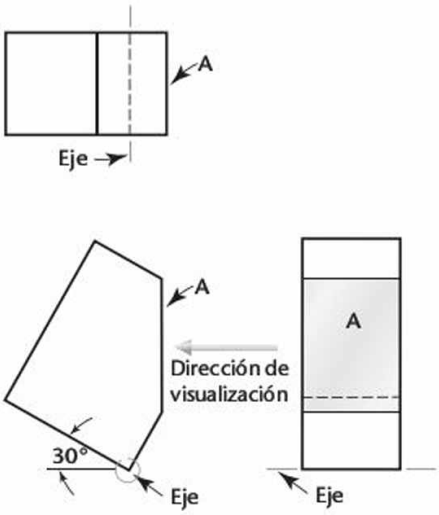


8.60 Desarrollo aproximado de una esfera.

www.FreeLibros.me



(a) Vista auxiliar



(b) Revolución

8.61 Comparación de vistas auxiliar y de revolución.

8.24 REVOLUCIÓN

La ***revolución***, como proyección de la vista auxiliar, es un método para determinar la longitud y el tamaño verdaderos de las líneas y planos oblicuos e inclinados. Para crear la vista auxiliar imagine que el objeto permanece estacionario y que se añade un nuevo plano de visualización, como se muestra mediante la flecha de la figura 8.61a. La superficie A se muestra con su tamaño y forma verdaderos en la vista auxiliar.

Se puede obtener la misma vista del objeto moviéndolo con respecto a los planos de visualización, como se muestra en la figura 8.61b. Aquí el objeto se hace girar hasta que la superficie A aparece a su tamaño y forma verdaderos en la vista lateral derecha. La revolución determina la longitud y el tamaño verdaderos sin crear otra vista. En vez de esto, la revolución posiciona un objeto en el espacio para crear vistas estándar que muestran el tamaño y la forma verdaderos de la superficie inclinada u oblicua.

8.25 EJE DE REVOLUCIÓN

Imagine que el eje de revolución es perpendicular al plano frontal de proyección en la figura 8.61b. El ***eje de revolución*** aparece como un punto en esta vista. Asimismo, el objeto gira pero su forma no cambia. En las vistas adyacentes en las cuales el eje de revolución (si estuviera dibujado) se mostraría como una línea a longitud verdadera, las dimensiones del objeto que son paralelas al eje de revolución no cambian. Las demás dimensiones pueden aparecer sesgadas.

Cómo se crea un dibujo de revolución

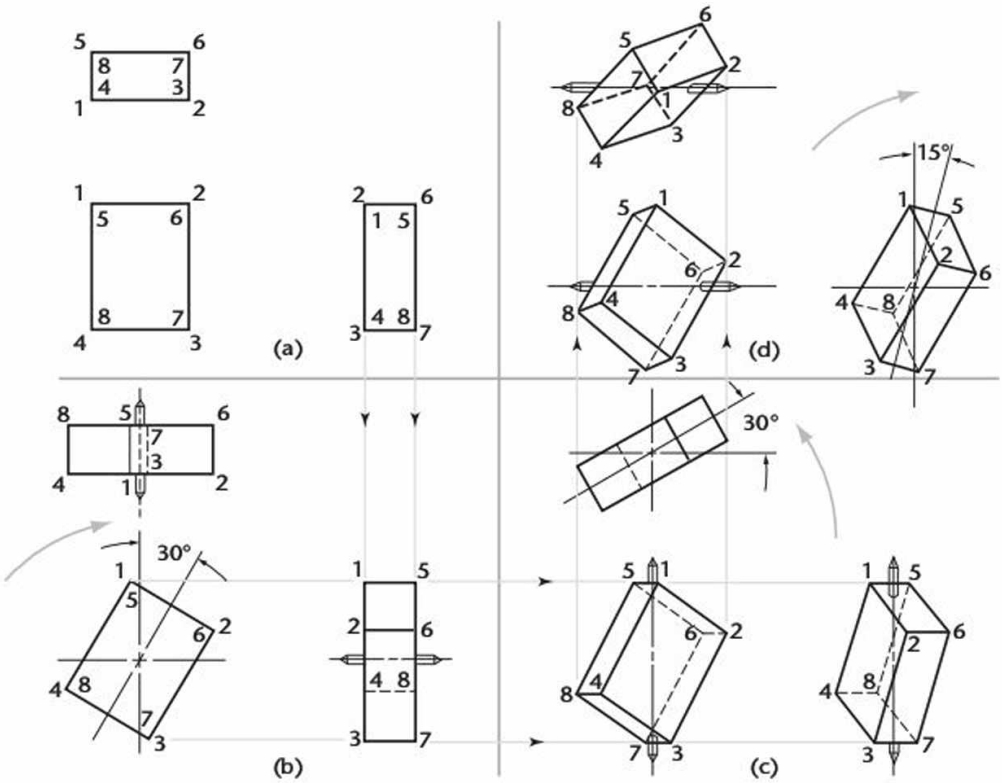
Para hacer un dibujo usando la revolución para mostrar el tamaño verdadero de una superficie, aplique el siguiente procedimiento:

1. Seleccione la vista con una superficie inclinada que muestre un borde, o cualquier otro elemento, que desee que gire para producir un elemento a tamaño real en la vista adyacente.
2. Seleccione cualquier punto en cualquier posición conveniente dentro o fuera de esa vista respecto a la cual dibujar la vista girada ya sea en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario. Ese punto es la vista final o vista extrema, del eje de revolución.
3. Dibuje esta primera vista en el plano de proyección. Ésta es la única vista que se mantiene sin cambios en cuanto a su tamaño y forma.
4. Proyecte las demás vistas a partir de ésta, usando técnicas estándar de proyección ortográfica.

8.26 REVOLUCIONES PRIMARIAS Y SUCESIVAS

El eje de revolución suele ser perpendicular a uno de los tres planos principales de proyección. Una ***revolución primaria*** es aquella en la cual se gira el objeto alrededor de un eje perpendicular a los planos de proyección horizontal, frontal o de perfil. Las ***revoluciones sucesivas*** son dibujos que utilizan múltiples revoluciones del mismo objeto para producir un dibujo final girado con el resultado deseado. En la figura 8.62 se muestra un ejemplo. Como se puede imaginar, con CAD esto se logra en un solo paso.

www.FreeLibros.me



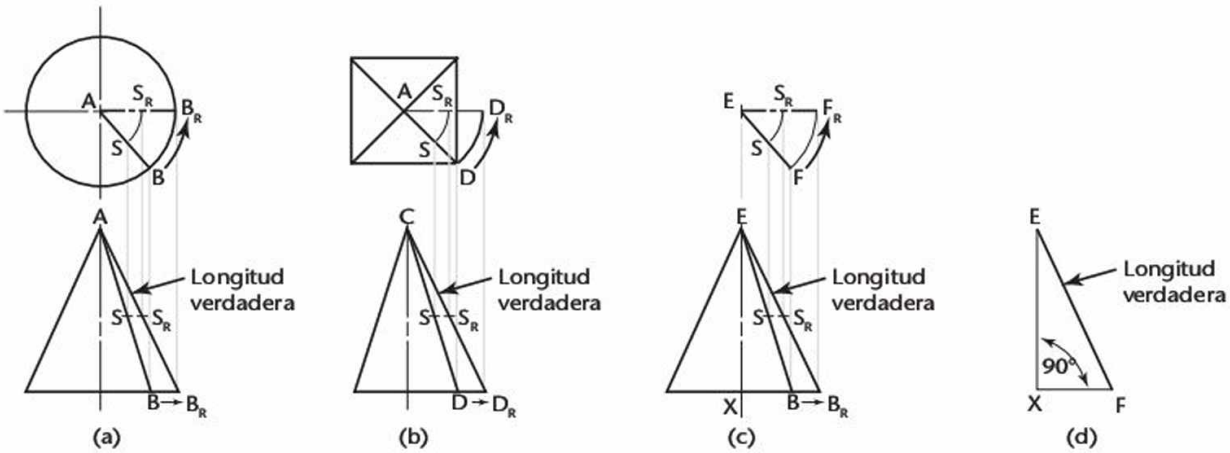
8.62 Revoluciones sucesivas de un prisma.

8.27 LONGITUD VERDADERA DE UNA LÍNEA: MÉTODO DE REVOLUCIÓN

Una línea (borde) aparece en su longitud verdadera cuando es paralela a uno de los planos de proyección. En la figura 8.63a, la línea *AB* (un elemento del cono) es oblicua a los planos de proyección. La línea *AB* aparece sesgada por lo que la longitud no es verdadera. Si *AB* se hace girar alrededor del eje del cono hasta que coincida con cualquiera de los elementos del contorno (por ejemplo, *ABR*), se mostrará con su longitud verdadera en la vista frontal, puesto que será paralela al plano frontal de proyección.

En la figura 8.63b, para mostrar el borde *CD* de la pirámide a longitud verdadera, se hace girar el borde alrededor del eje de la pirámide hasta que quede paralelo al plano frontal de proyección y, por lo tanto, muestre su longitud verdadera en la vista frontal. En la figura 8.63c, la línea *EF* se muestra a longitud verdadera en la vista frontal, puesto que se ha girado sobre un eje vertical hasta que queda paralela al plano frontal de proyección.

La longitud verdadera de una línea también puede encontrarse mediante la construcción de un triángulo rectángulo o un diagrama de longitudes verdaderas (figura 8.63d), cuya base es igual a la vista superior de la línea y cuya altura es la diferencia en la elevación de los extremos. La hipotenusa del triángulo es igual a la longitud verdadera de la línea.



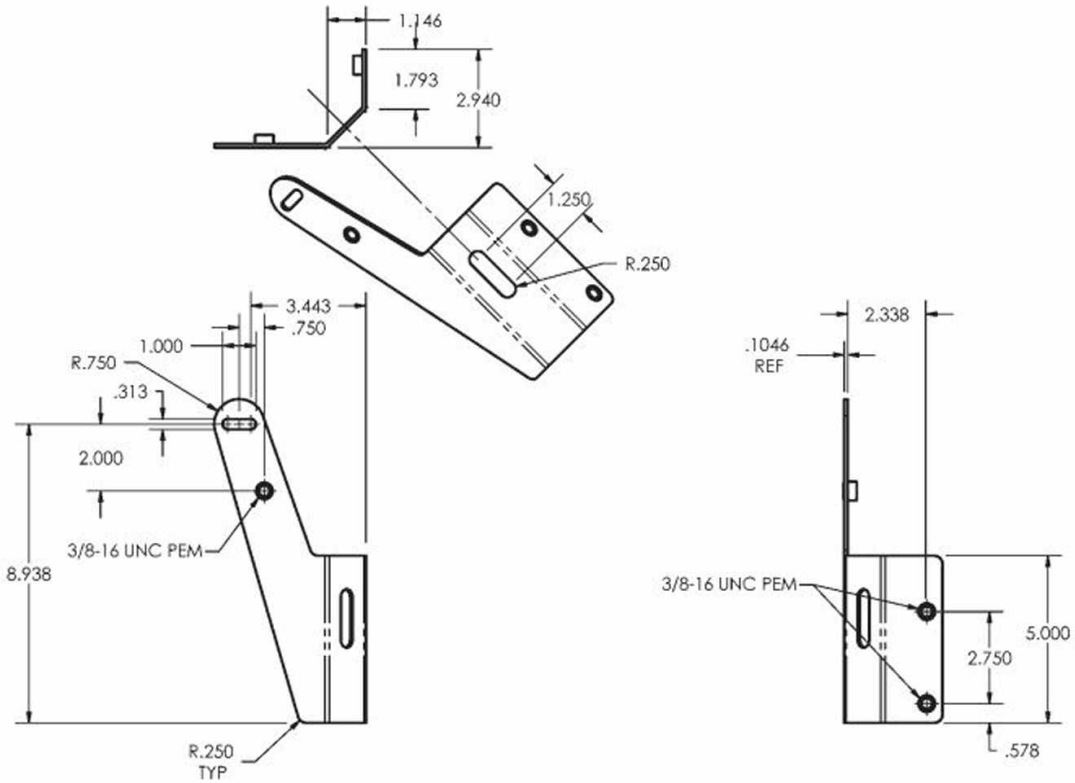
8.63 Longitud verdadera de una línea; método de la revolución.

www.FreeLibros.me

CREACIÓN DE VISTAS AUXILIARES USANDO CAD EN 3D

Para generar cualquier vista en uno o dos pasos puede usarse CAD en 3D, lo que elimina la necesidad de proyectar vistas auxiliares y girar vistas manualmente. Sin embargo, es muy importante tener una clara comprensión de cuál línea de visualización produce una vista a tamaño verdadero o una vista que muestre un ángulo diedro real. Al medir o dimensionar una vista de una pantalla de CAD, si la superficie o el ángulo no están a tamaño verdadero, la dimensión automática del sistema CAD puede ser la distancia aparente o la proyectada. Los ángulos diedros dimensionados de manera incorrecta pueden representar un error en los dibujos de CAD creados por usuarios inexpertos. Los dibujos deben mostrar ángulos a tamaño real donde se dimensionen, o anotarse claramente si éste no es el caso.

Es posible utilizar técnicas de modelado de sólidos para crear intersecciones precisas entre varios sólidos. Algunos programas de CAD tienen comandos para crear piezas de transición que mezclan sólidos de dos formas diferentes, por ejemplo, una operación de barrido/unión. No todo el software de CAD es capaz de producir desarrollos (patrones planos) de superficies. Algunas superficies, como las esferas o los toros, sólo pueden aproximarse mediante una forma aplanada.



Para la elaboración del dibujo de esta pieza de hoja metálica se usó una vista auxiliar, de modo que las dimensiones se muestren donde el elemento esté a tamaño verdadero. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

Vistas del modelo sólido a partir del cual se crearon los dibujos de detalle anteriores. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Ángulo diedro
Desarrollo
Desarrollo de una superficie
Ecuador
Eje de revolución
Elemento
Elipsoide
Esfera
Flecha de dirección de visualización
Generatriz
Geometría descriptiva
Gran círculo
Hiperboloide
Intersección
Línea del plano de visualización
Líneas de plegado
Meridiano
Pieza de transición
Plano
Plano auxiliar
Plano de referencia
Policilíndrico
Policónico
Revolución
Revolución primaria
Revoluciones sucesivas
Sección auxiliar
Sección cónica
Sólido de extrusión
Sólido de revolución
Superficie alabeada
Superficie de doble curvatura
Superficie de revolución de doble curvatura
Superficie de una sola curva
Superficie desarrollable
Superficie reglada
Tamaño verdadero
Toro
Triangulación
Vista adyacente
Vista alternada
Vista auxiliar
Vista auxiliar media
Vista auxiliar primaria
Vista auxiliar secundaria
Vista auxiliar sucesiva
Vista auxiliar terciaria
Vistas auxiliares de altura
Vistas auxiliares de anchura
Vistas auxiliares de profundidad
Vistas auxiliares parciales

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Una vista auxiliar puede usarse para crear una proyección que muestre la longitud verdadera de una línea o el tamaño verdadero de un plano.
- Una vista auxiliar puede producirse directamente usando CAD si el objeto original se dibujó como un modelo en 3D.
- Las líneas de plegado o líneas de referencia representan las vistas de perfil de los planos de proyección.
- Los puntos se proyectan entre vistas paralelas a la línea de visualización, y perpendiculares a las líneas de referencia o líneas de plegado.
- Un uso común de las vistas auxiliares es mostrar ángulos diedros a tamaño verdadero.
- Las curvas se proyectan hacia las vistas auxiliares si se grafican como puntos.
- Una vista auxiliar secundaria puede construirse a partir de una vista auxiliar (primaria) dibujada previamente.
- La técnica para crear el desarrollo de sólidos está determinada por la forma geométrica básica. Los prismas, las pirámides, los cilindros y los conos tienen sus propias técnicas de desarrollo.
- La intersección de dos sólidos se determina al graficar la intersección de cada superficie y transferir los puntos de intersección hacia cada desarrollo.
- Los conos y las pirámides usan el desarrollo radial. Los prismas y los cilindros emplean el desarrollo paralelo.
- Los sólidos truncados, los conos y las pirámides se crean al desarrollar todo el sólido para después graficar los puntos extremos truncados en cada elemento radial.
- Las piezas de transición se desarrollan mediante la creación de superficies triangulares que aproximan la transición de rectangular a circular. Cuanto menores sean las superficies triangulares, más preciso será el desarrollo.
- La revolución mueve un objeto en el espacio para revelar cuál sería normalmente una vista auxiliar del objeto en una vista primaria (superior, frontal, lateral derecha).
- El objetivo principal de la revolución es revelar la longitud verdadera de las líneas inclinadas y oblicuas, así como el tamaño verdadero de los planos en una vista primaria.

www.FreeLibros.me

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Qué se entiende por longitud verdadera? ¿Por tamaño verdadero?
2. ¿Por qué una línea a longitud verdadera siempre es paralela a una línea de referencia adyacente?
3. Si se dibuja una vista auxiliar a partir de la vista frontal, ¿qué otras vistas deberían mostrar las mismas dimensiones de profundidad?
4. Describa un método para transferir la profundidad entre vistas.
5. ¿Cuál es la diferencia entre una vista auxiliar completa y una vista auxiliar parcial?
6. ¿Cuántas vistas auxiliares se requieren para dibujar el tamaño verdadero de un plano inclinado? ¿De un plano oblicuo?
7. ¿Cuál es el ángulo entre la línea del plano de referencia (o línea de plegado) y las líneas de dirección de visualización?
8. ¿En qué se parece el desarrollo de una pirámide al desarrollo de un cono?
9. Al desarrollar un cono truncado o una pirámide, ¿por qué se desarrolla primero el sólido completo?
10. ¿Qué técnicas de geometría descriptiva se usan para determinar los puntos de intersección entre dos sólidos?
11. ¿Qué es una pieza de transición?
12. ¿Qué es una línea de extensión?
13. ¿Qué partes de un desarrollo están a tamaño y forma verdaderos?
14. ¿En qué tipo de construcciones se usan los desarrollos y las intersecciones?
15. ¿Cuál es el propósito de la revolución?
16. ¿Qué es el eje de revolución? ¿Qué determina el sitio donde se dibuja el eje?
17. ¿Qué son las revoluciones sucesivas?

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

Proyectos de vista auxiliar

Los proyectos en los ejercicios 8.2 a 8.43 pueden dibujarse con CAD o a mano alzada. Si no se asignan vistas auxiliares parciales, las vistas auxiliares deben ser vistas totales del objeto completo, incluyendo todas las líneas ocultas necesarias.

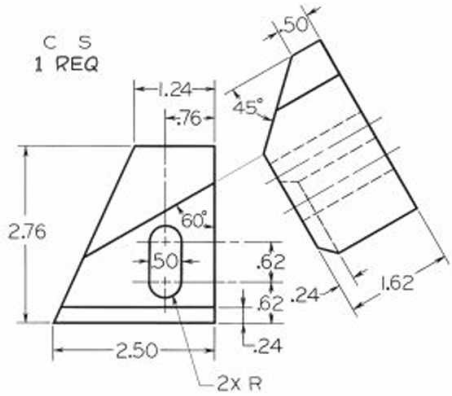
En ocasiones resulta difícil espaciar las vistas de un bosquejo de vista auxiliar. Asegúrese de dejar espacio suficiente para la vista auxiliar al esbozar ligeramente las dimensiones generales primero y luego las de la vista auxiliar. Agregue más detalles después de haber establecido el diseño básico del bosquejo. Si se van a incluir dimensiones métricas o decimales, consulte el capítulo 10 sobre dimensionamiento.

En las figuras 8.44 a 8.50 se presenta una amplia selección de proyectos de intersección y desarrollo. Estos proyectos están diseñados para ajustarse a un tamaño de hoja A, B o A3. Debido a que los desarrollos se usan para crear modelos, es necesario dibujarlos y dimensionarlos con precisión. También pueden elaborarse en la mayoría de los sistemas CAD, usando el modelado sólido o en 2D.

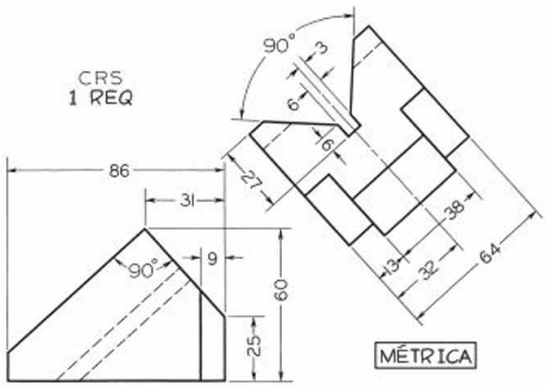
Proyecto de diseño

Ejercicio 8.1 Por tradición, los cereales para el desayuno se han vendido en una caja rectangular. El empaque también debe mantener el producto fresco, ser razonablemente duradero, atractivo en el estante y que permita verter el producto. Cree un empaque innovador para el cereal de desayuno que cumpla con estos requisitos. Haga que su diseño sea un candidato razonable para la producción en masa, que permita una disminución del precio al consumidor y que conserve las materias primas. Considere la posibilidad de hacer envases desechables, reutilizables o rellenables. Utilice las habilidades de comunicación gráfica que ha aprendido hasta ahora para representar su diseño con claridad.

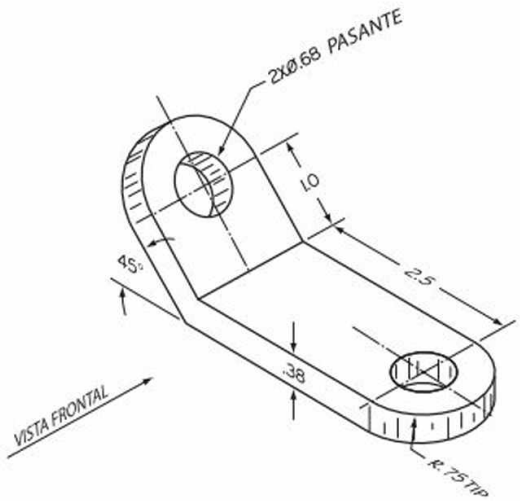
www.FreeLibros.me



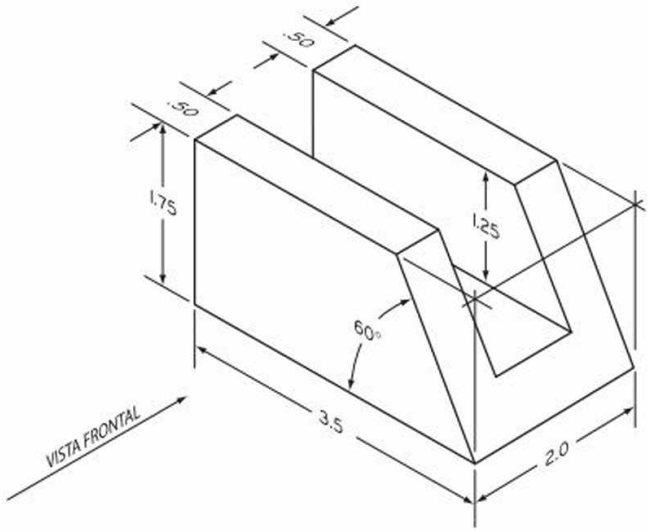
Ejercicio 8.2 Dedo D. Dadas: vistas frontal y auxiliar. Requeridas: vistas completas frontal, auxiliar y lateral izquierda.



Ejercicio 8.3 Bloque en V. Dadas: vistas frontal y auxiliar. Requeridas: vistas completas frontal, superior y auxiliar.

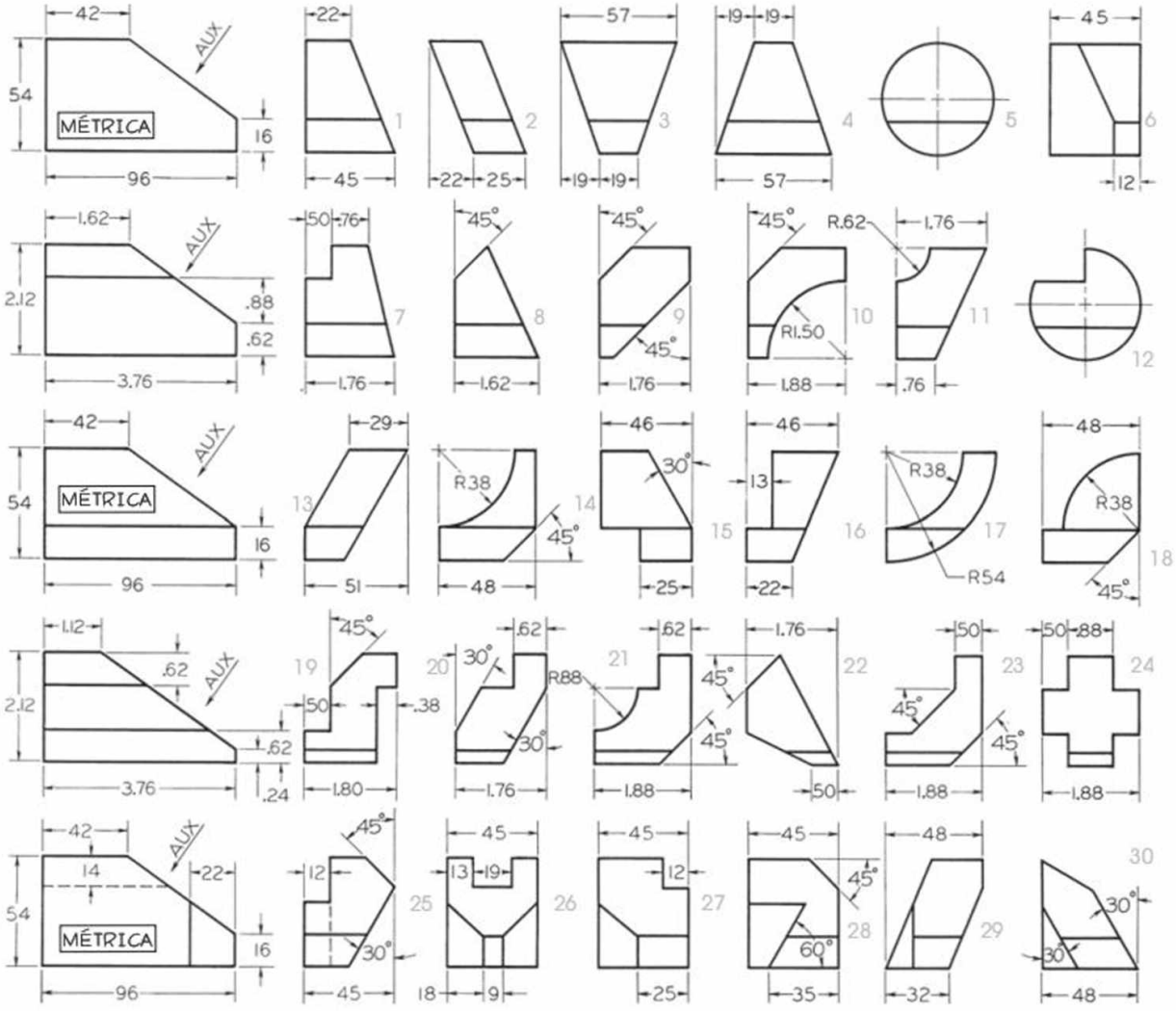


Ejercicio 8.4 Grapa.



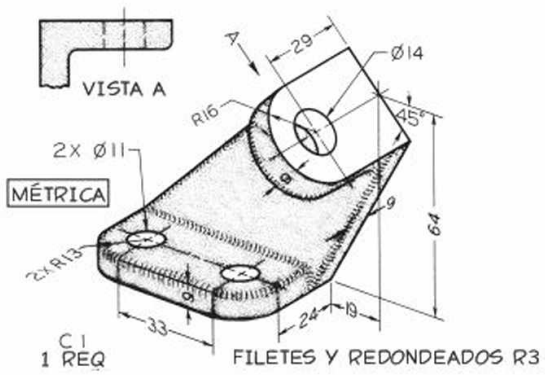
Ejercicio 8.5 Deslizador plástico.

www.FreeLibros.me

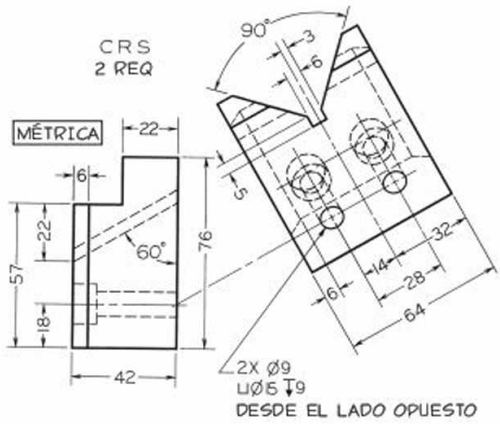


Ejercicio 8.6 Problemas de vista auxiliar. Bosqueje a mano alzada o con instrumentos el dibujo de los problemas que se le indiquen. Dibuje las vistas frontal y lateral derecha dadas, y agregue vistas auxiliares incompletas, incluyendo todas las líneas ocultas. Si así se le indica, diseñe su propia vista lateral derecha con base en la vista frontal dada; después, agregue la vista auxiliar completa.

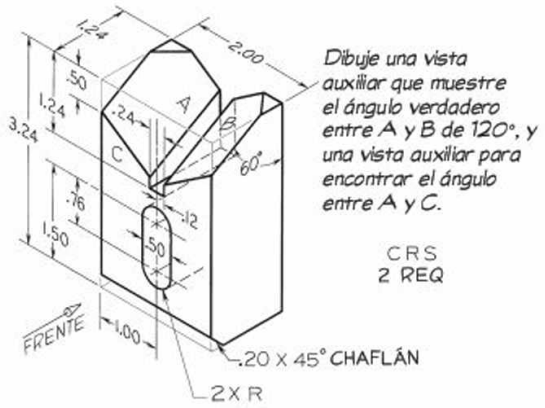
www.FreeLibros.me



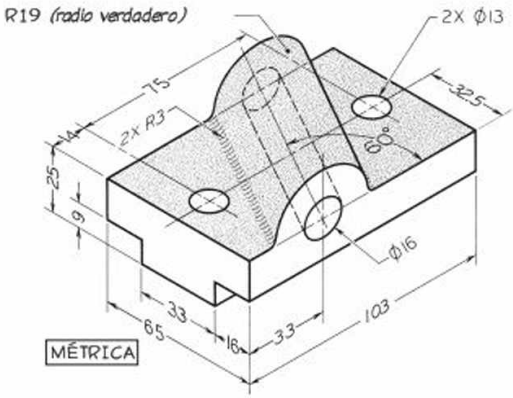
Ejercicio 8.7 Soporte de anclaje. Dibuje las vistas completas o parciales necesarias.*



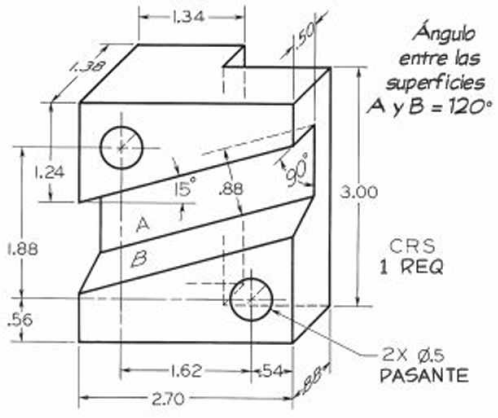
Ejercicio 8.10 Bloque guía. Dadas: vistas lateral derecha y auxiliar. Requeridas: lateral derecha, auxiliar, además de las vistas frontal y superior; todas completas.*



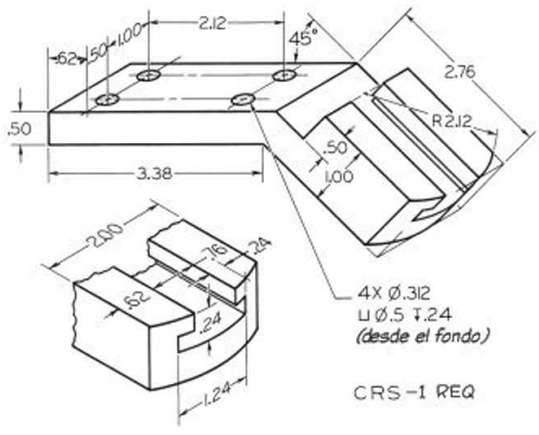
Ejercicio 8.8 Bloque de centrado. Dibuje las vistas completas superior y lateral derecha, además de las vistas auxiliares indicadas.*



Ejercicio 8.11 Cojinete angulado. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo la vista auxiliar completa.*



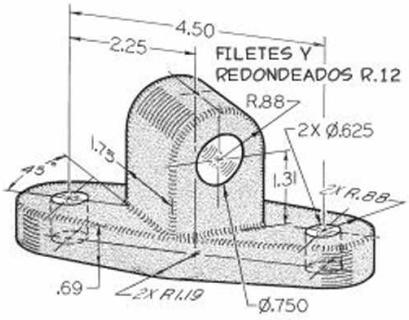
Ejercicio 8.9 Abrazadera deslizante. Dibuje las vistas completas necesarias.*



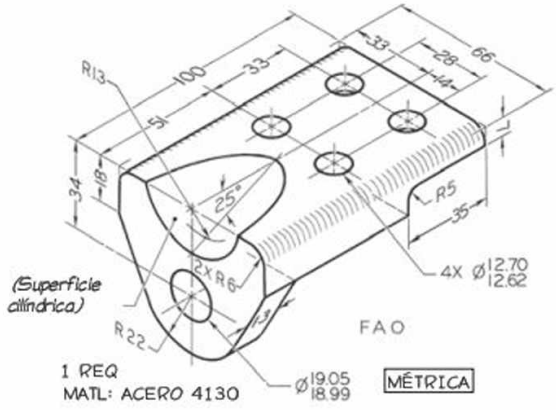
Ejercicio 8.12 Soporte de guía. Dibuje las vistas completas o parciales necesarias.*

* Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales si se le indica.

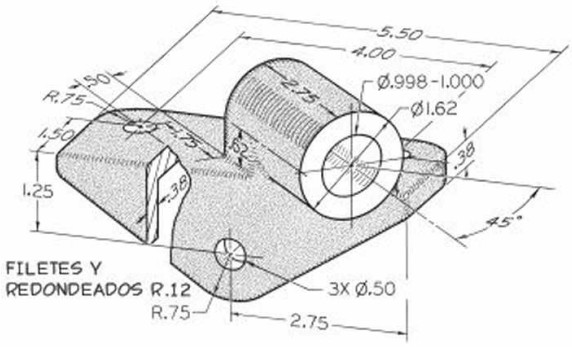
www.FreeLibros.me



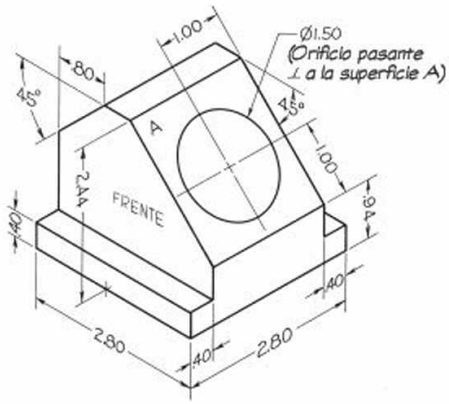
Ejercicio 8.13 Guía de varilla. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo la vista auxiliar completa que muestre la forma verdadera de la parte superior redondeada.*



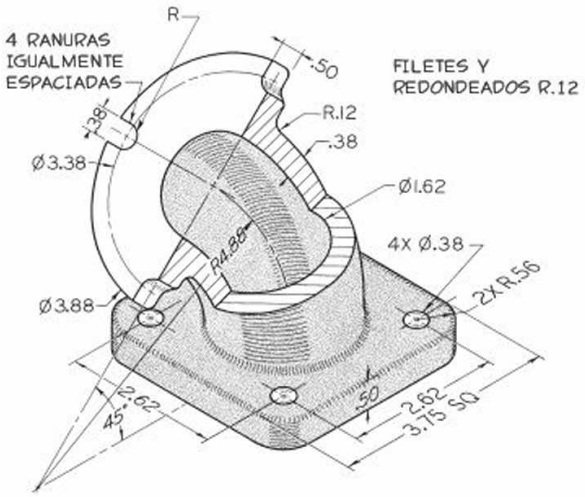
Ejercicio 8.16 Guía angulada. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo una vista auxiliar parcial de la cavidad cilíndrica.*



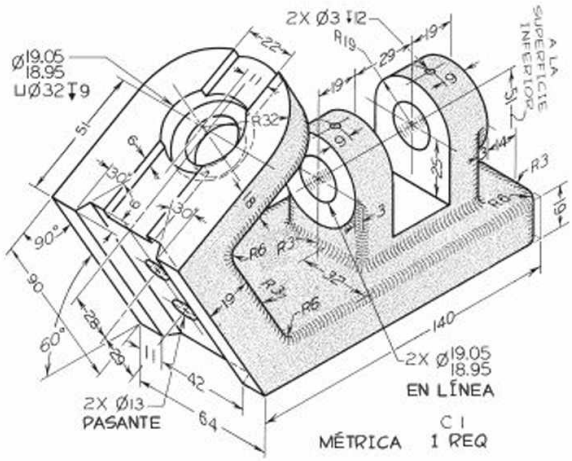
Ejercicio 8.14 Ancla de sujeción. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo la vista auxiliar parcial que muestre la forma verdadera de la parte cilíndrica (ajustar a hoja B-4 o A3-4).*



Ejercicio 8.17 Bloque de retención. Dibuje las vistas frontal y lateral derecha (separadas a 2.80") y la vista auxiliar completa de todo el objeto que muestre la forma verdadera de la superficie A y todas las líneas ocultas.*



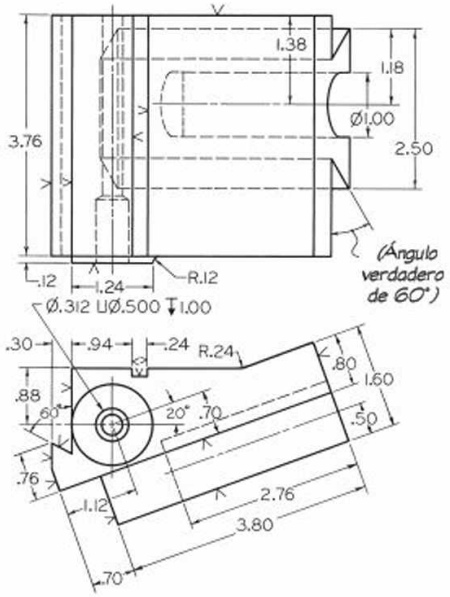
Ejercicio 8.15 Codo de 45°. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo una sección rota y dos vistas medias de las bridas.*



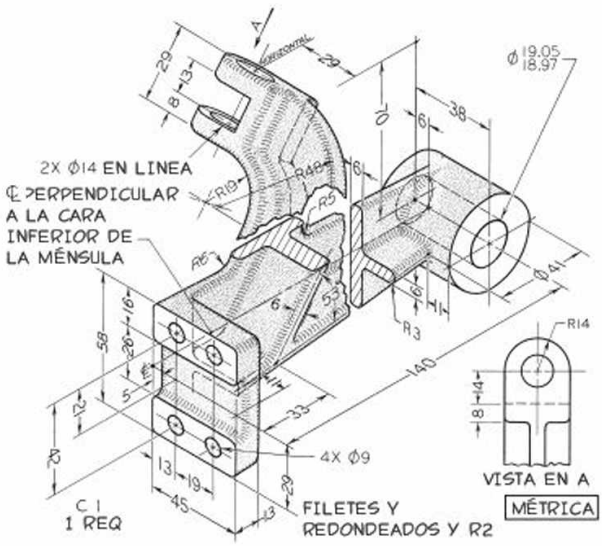
Ejercicio 8.18 Soporte de control. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo vistas auxiliares parciales y vistas regulares.*

* Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales si se le indica.

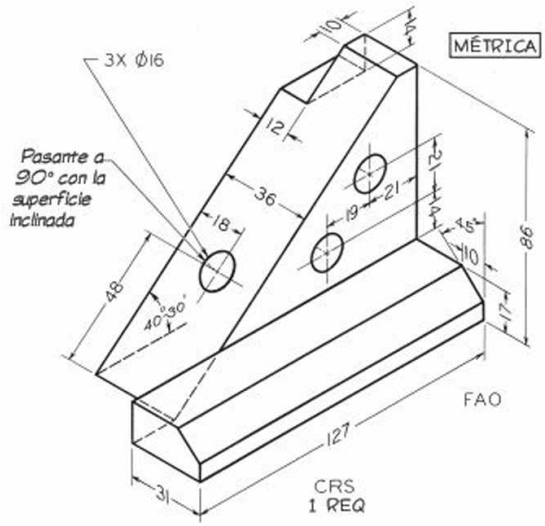
www.FreeLibros.me



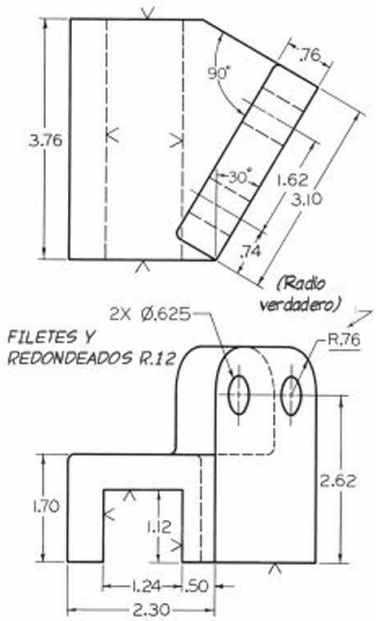
Ejercicio 8.19 Soporte de herramientas deslizante. Dibuje las vistas dadas y agregue una vista auxiliar completa que muestre la curvatura verdadera de la ranura que se encuentra en la parte inferior.*



Ejercicio 8.21 Cojinete guía. Dibuje las vistas completas y parciales necesarias, incluyendo dos vistas auxiliares parciales.*



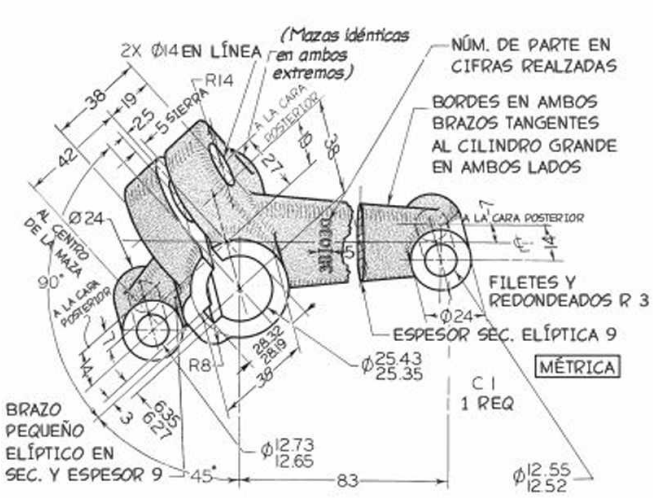
Ejercicio 8.20 Bloque ajustador. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo la vista auxiliar completa que muestre la forma verdadera de la superficie inclinada.*



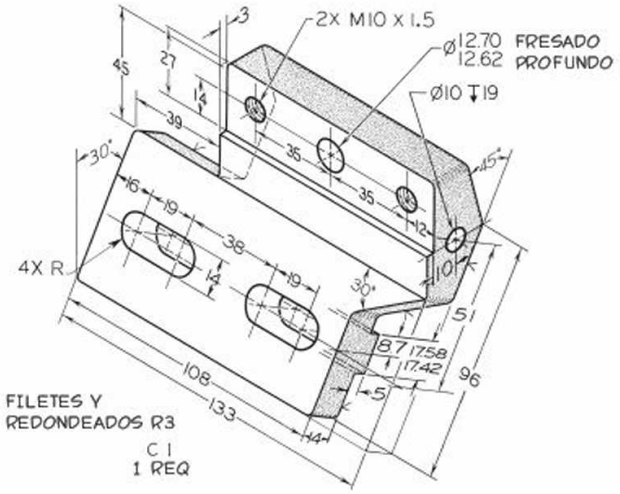
Ejercicio 8.22 Soporte para prensa de taladro. Dibuje las vistas dadas y añada las vistas auxiliares completas que muestren la forma verdadera de la cara inclinada.*

* Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales si se le indica.

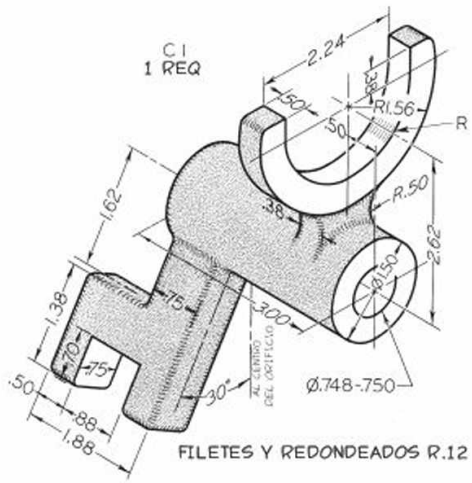
www.FreeLibros.me



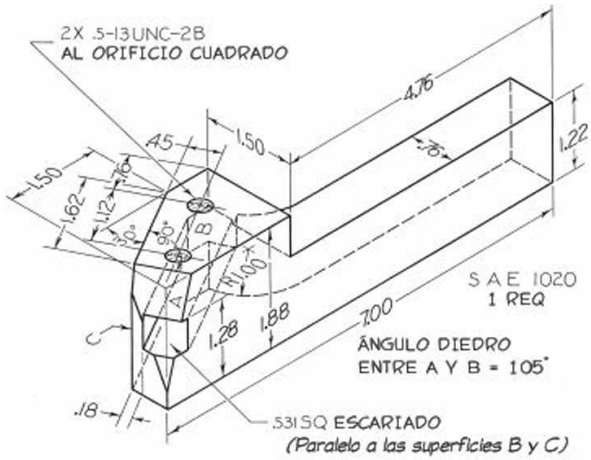
Ejercicio 8.23 Palanca de control del freno. Dibuje las vistas completas y parciales necesarias.*



Ejercicio 8.25 Soporte de leva. Dibuje las vistas completas o parciales necesarias.*



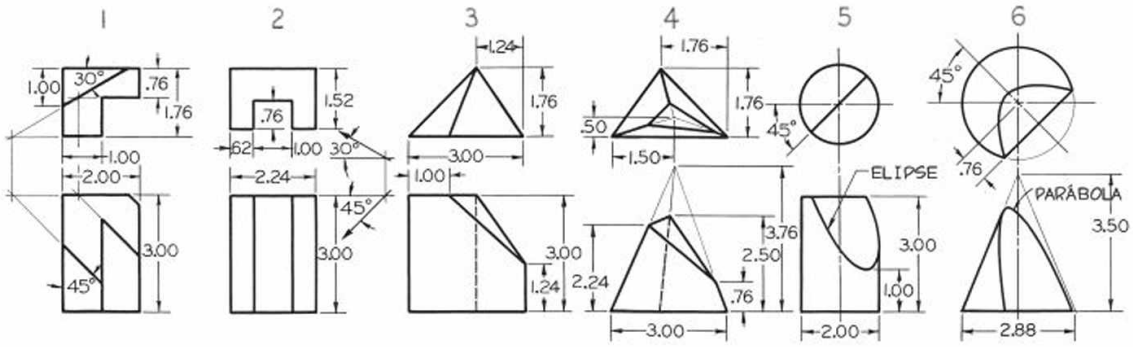
Ejercicio 8.24 Horquilla de cambios. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo la vista auxiliar parcial que muestre la forma verdadera del brazo inclinado.*



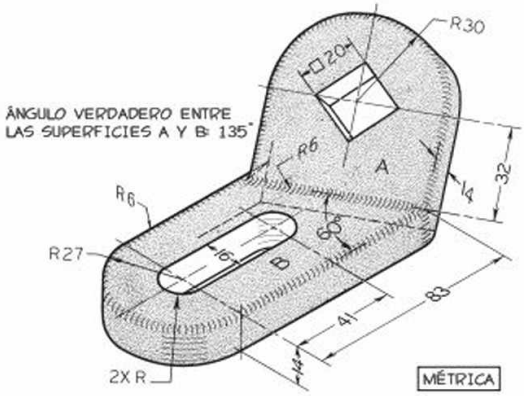
Ejercicio 8.26 Soporte de herramientas D. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo las vistas auxiliares parciales que muestren el ángulo de 105° y el tamaño verdadero del agujero cuadrado.*

*Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales si se le indica.

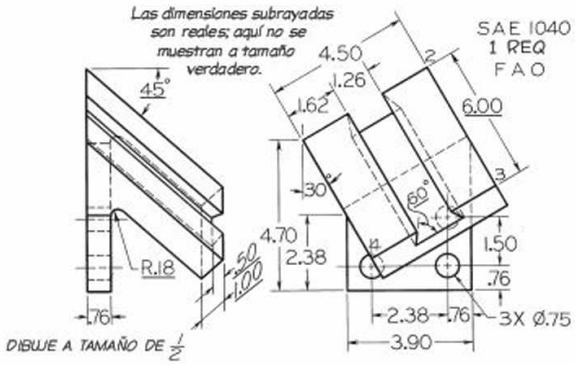
www.FreeLibros.me



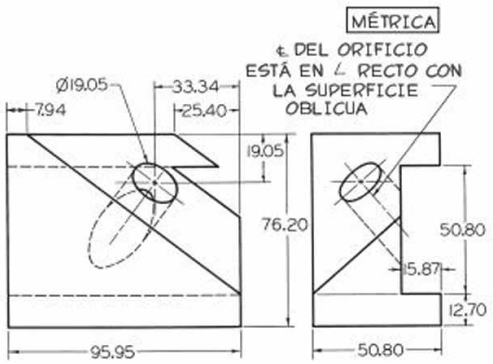
Ejercicio 8.27 Dibuje vistas auxiliares secundarias completas que muestren el tamaño real de las superficies inclinadas (excepto para el problema 2). En el problema 2 dibuje la vista auxiliar secundaria como se observa en la dirección de la flecha que se da en el problema.*



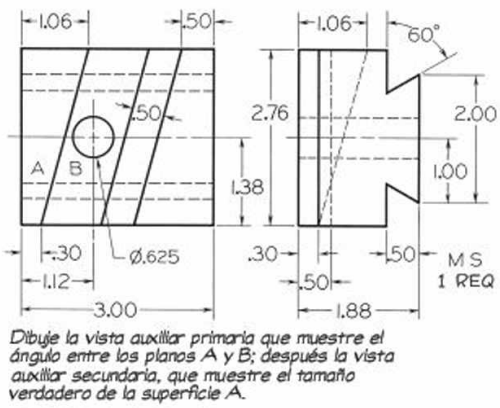
Ejercicio 8.28 Soporte de control. Dibuje las vistas necesarias, incluyendo vistas auxiliares primarias y secundarias para mostrar la forma verdadera de la superficie oblicua A.*



Ejercicio 8.30 Deslizador cola de pato. Dibuje las vistas completas dadas y vistas auxiliares, incluyendo una vista que muestre el tamaño verdadero de la superficie 1-2-3-4.*



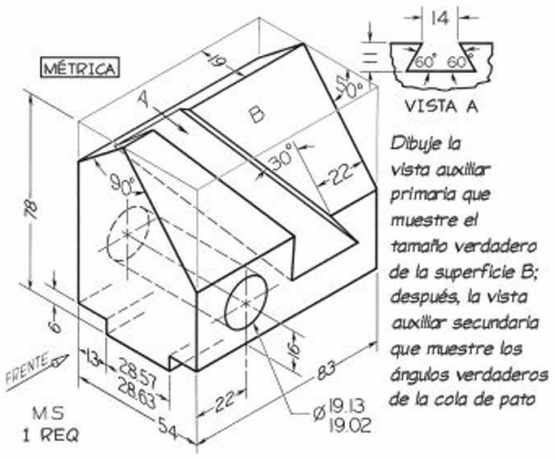
Ejercicio 8.29 Bloque de retención. Dibuje las vistas dadas y vistas auxiliares primarias y secundarias para mostrar la forma verdadera de la superficie oblicua.*



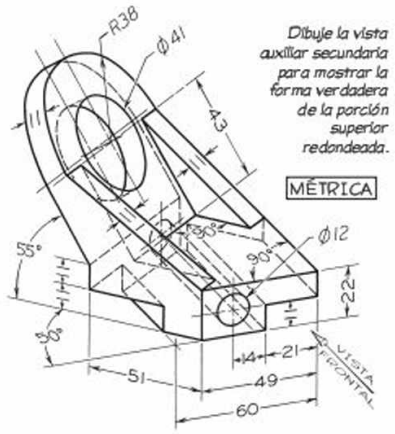
Ejercicio 8.31 Guía cola de pato. Dibuje las vistas dadas, además de las vistas auxiliares completas que se indican.*

* Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales si se le indica.

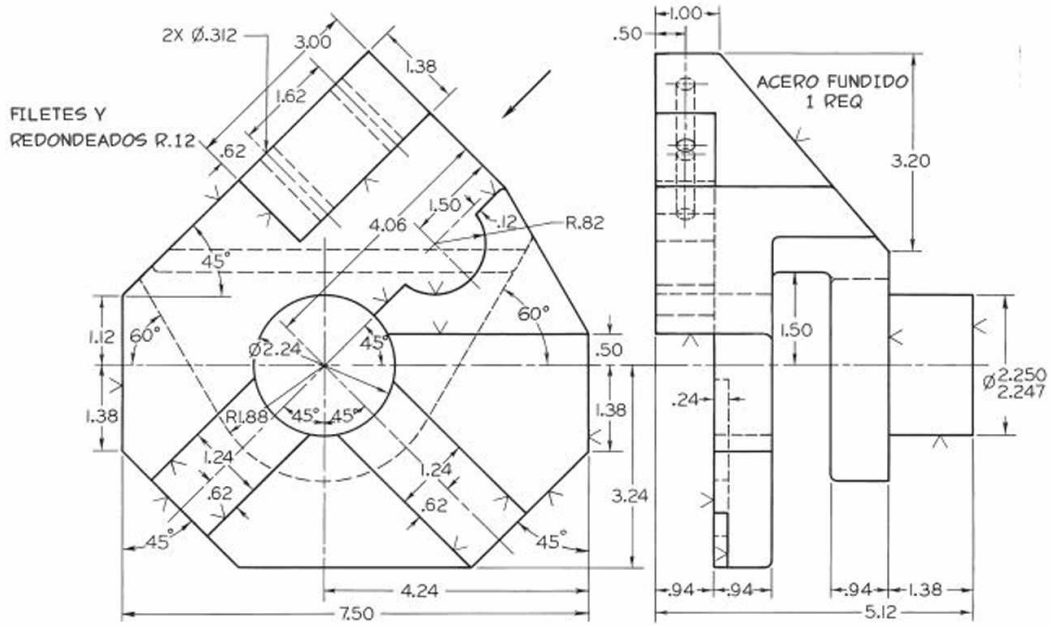
www.FreeLibros.me



Ejercicio 8.32 Tope ajustable. Dibuje las vistas frontal y auxiliar completas, además de la vista lateral derecha parcial. Muestre todas las líneas ocultas.*



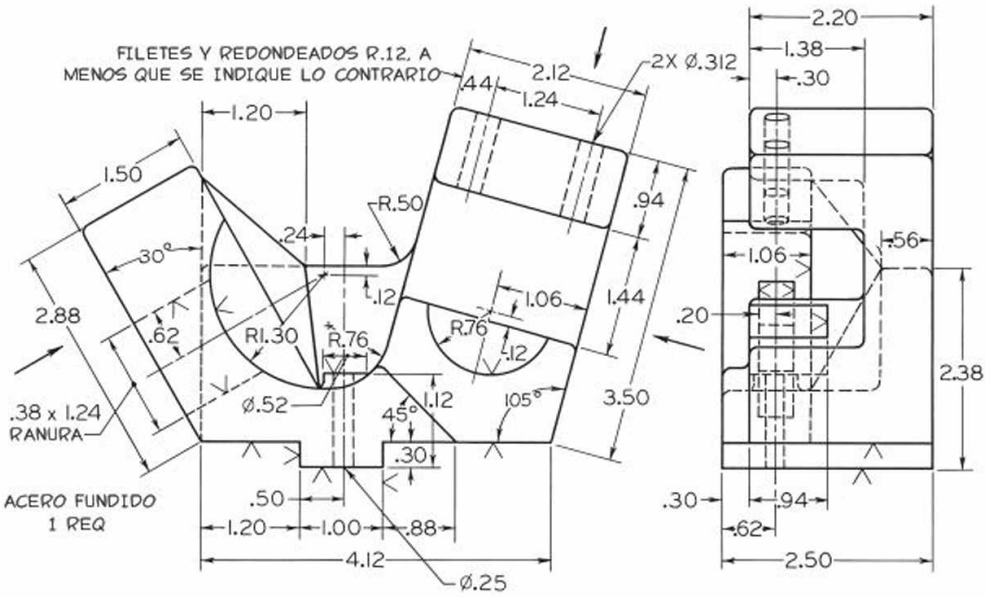
Ejercicio 8.33 Soporte para herramientas. Dibuje la vista frontal completa y las vistas auxiliares primarias y secundarias como se indican.*



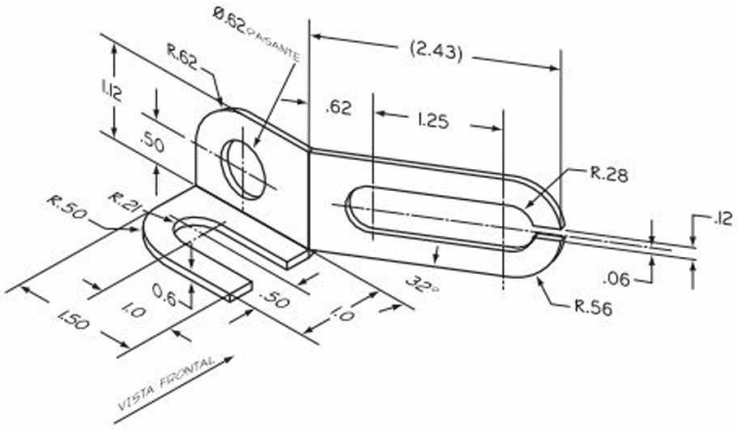
Ejercicio 8.34 Caja de soporte de herramientas para un torno de torreta. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: vistas frontal y lateral izquierda, así como la vista auxiliar completa indicada por la flecha.*

* Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales si se le indica.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 8.35 Herramienta de señalización para una máquina de tornillo automático. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: vistas frontal y tres vistas auxiliares parciales.*

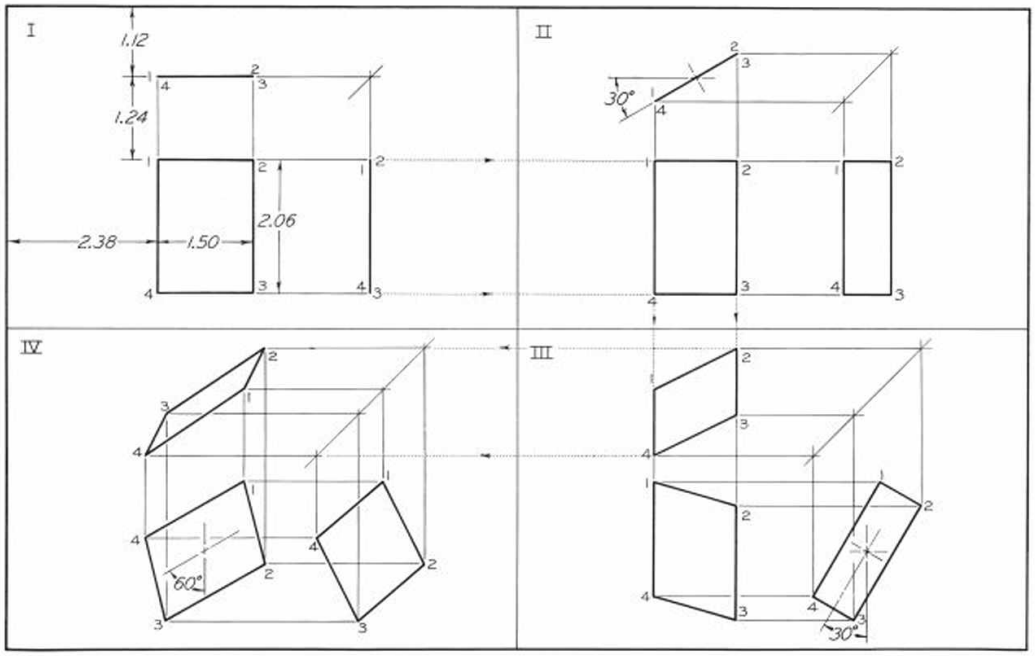


Ejercicio 8.36 Grapa de montaje. Dibuje todas las vistas requeridas. Incluya al menos una vista auxiliar.*

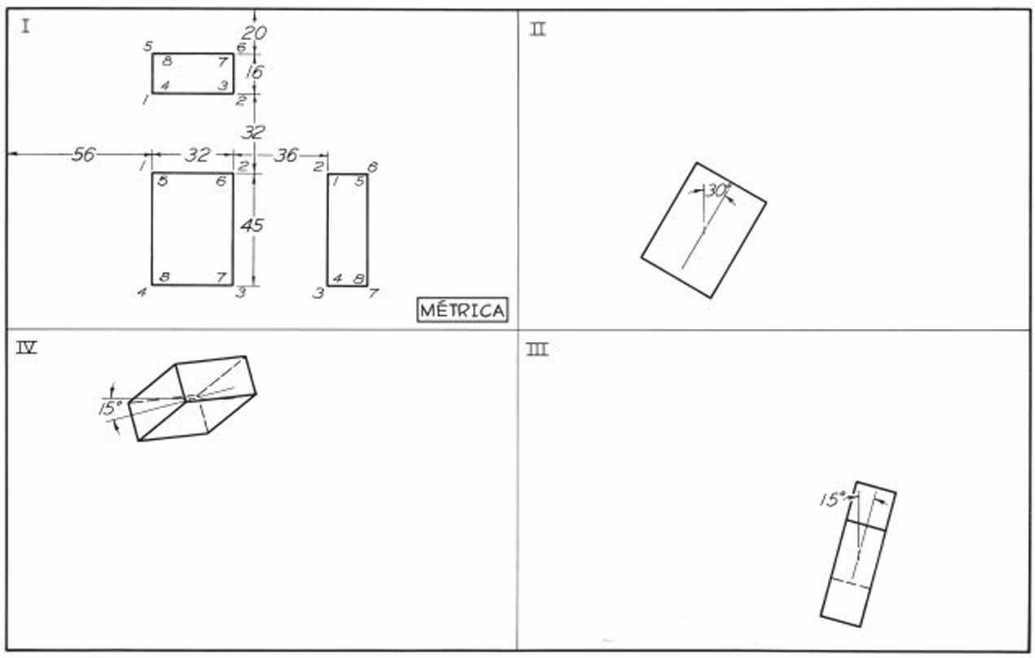
* Si se requieren dimensiones, consulte el capítulo 10. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales si se le indica.

www.FreeLibros.me

PROBLEMAS DE REVOLUCIÓN

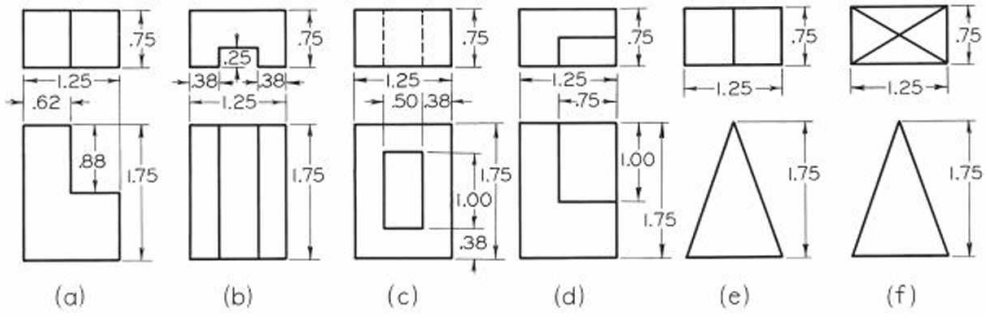


Ejercicio 8.37 Divida la zona de trabajo en cuatro partes iguales, como se muestra. Dibuje las vistas dadas del rectángulo y después la revolución primaria en el espacio II, seguida por revoluciones sucesivas en los espacios III y IV. Numere los puntos como se muestra. Omita las dimensiones. Use el formato 3 para el cuadro de títulos.

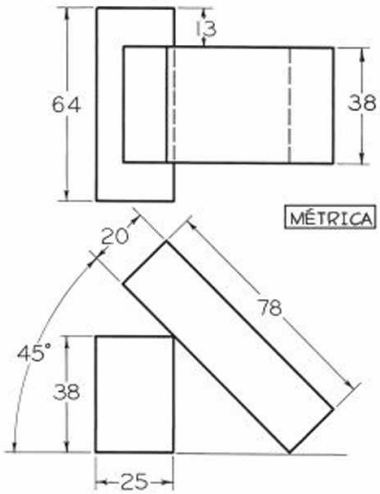


Ejercicio 8.38 Divida la zona de trabajo en cuatro partes iguales, como se muestra. Dibuje las vistas dadas del prisma como se muestran en el espacio 1; después dibuje tres vistas del prisma girado en cada espacio sucesivo, según se indica. Numere todas las esquinas. Omita las dimensiones. Use el formato 3 para el cuadro de títulos.

www.FreeLibros.me

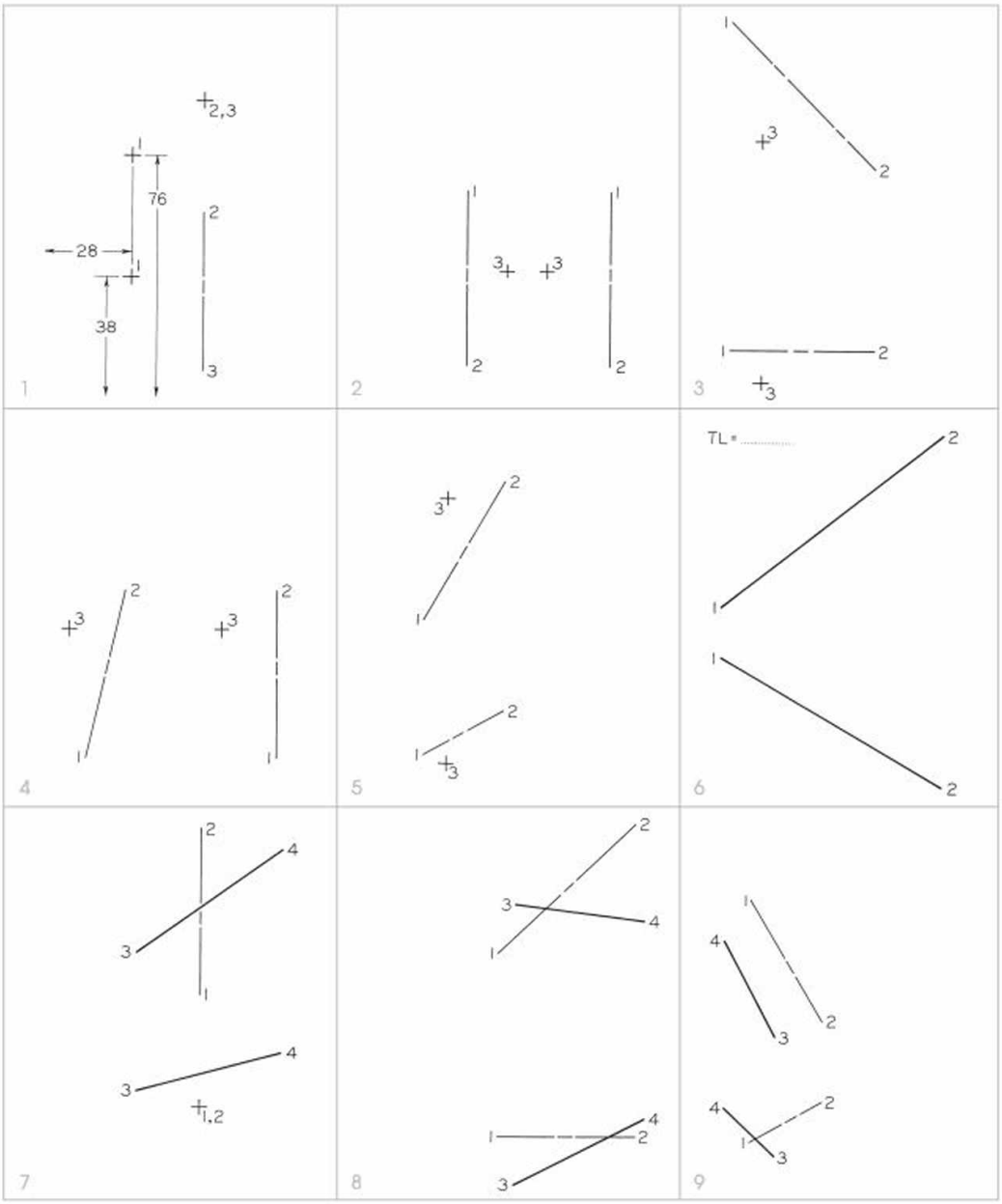


Ejercicio 8.39 Divida su hoja en cuatro partes iguales. En el espacio superior izquierdo trace el dibujo original. En la parte superior derecha dibuje una revolución sencilla, y en los dos espacios inferiores trace revoluciones sucesivas. Indicación alterna: divida en dos espacios de trabajo iguales. En el espacio izquierdo dibuje las vistas originales. En el espacio derecho dibuje una revolución sencilla.



Ejercicio 8.40 Dibuje tres vistas de los bloques, pero giradas a 30° en el sentido de las manecillas del reloj alrededor de un eje perpendicular al plano superior de proyección. No cambie las posiciones relativas de los bloques.

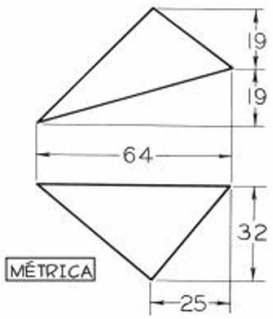
www.FreeLibros.me



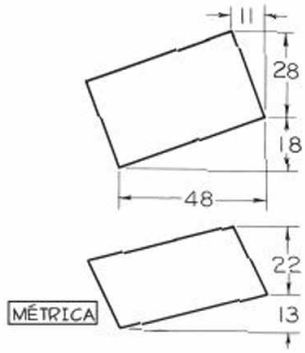
Ejercicio 8.41 Divida la zona de trabajo en cuatro áreas iguales para resolver cuatro problemas por hoja que le asignará el profesor. Los datos para el diseño de cada problema están dados mediante un sistema de coordenadas en dimensiones métricas. Por ejemplo, en el problema 1, el punto 1 se encuentra en las coordenadas de escala (28 mm, 38 mm, 76 mm). La primera coordenada ubica la vista frontal del punto desde el borde izquierdo del área del problema. La segunda ubica la vista frontal del punto desde el borde inferior del área del problema. La tercera ubica la vista superior del punto desde el borde inferior del área del problema, o bien ubica la vista lateral del punto desde el borde izquierdo del área del problema. Una inspección de la disposición del problema dado determinará qué aplicación utilizar.

1. Gire en el sentido de las manecillas del reloj el punto 1(28, 38, 76) a través de 210° alrededor del eje 2(51, 58, 94)-3(51, 8, 94).
2. Gire el punto 3(41, 38, 53) alrededor del eje 1(28, 64, 74)-2(28, 8, 74) hasta que el punto 3 esté a la distancia máxima detrás del eje.
3. Gire el punto 3(20, 8, 84) alrededor del eje 1(10, 18, 122)-2(56, 18, 76) a través de 210° y hasta la parte posterior de la línea 1-2.
4. Gire el punto 3(5, 53, 53) alrededor del eje 1(10, 13, 71)-2(23, 66, 71) hasta su posición extrema a la izquierda de la vista frontal.
5. Gire el punto 3(15, 8, 99) alrededor del eje 1(8, 10, 61)-2(33, 25, 104) a través de 180°.
6. Por revolución encuentre la longitud verdadera de la línea 1(8, 48, 64)-2(79, 8, 119). Escala: 1:100.
7. Gire la línea 3(30, 38, 81)-4(76, 51, 114) alrededor del eje 1(51, 33, 69)-2(51, 33, 122) hasta que la línea 3-4 se muestre a su longitud verdadera y debajo del eje 1-2.
8. Gire la línea 3(53, 8, 97)-4(94, 28, 91) alrededor del eje 1(48, 23, 81)-2(91, 23, 122) hasta que la línea 3-4 se muestre a su longitud verdadera y arriba del eje.
9. Gire la línea 3(28, 15, 99)-4 (13, 30, 84) alrededor del eje 1(20, 20, 97)-2(43, 33, 58) hasta que la línea 3-4 quede arriba del eje.

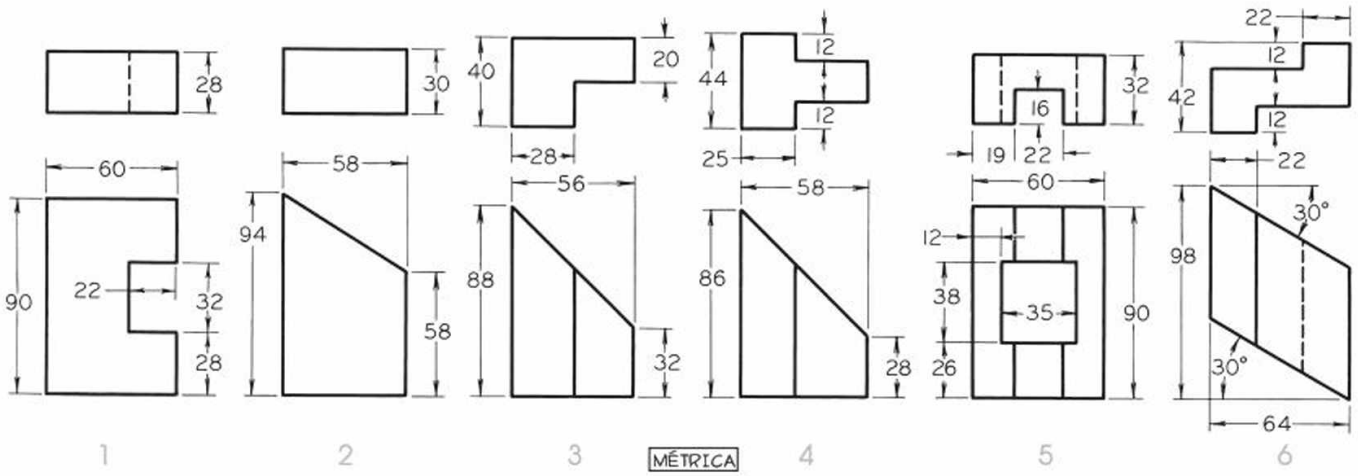
www.FreeLibros.me



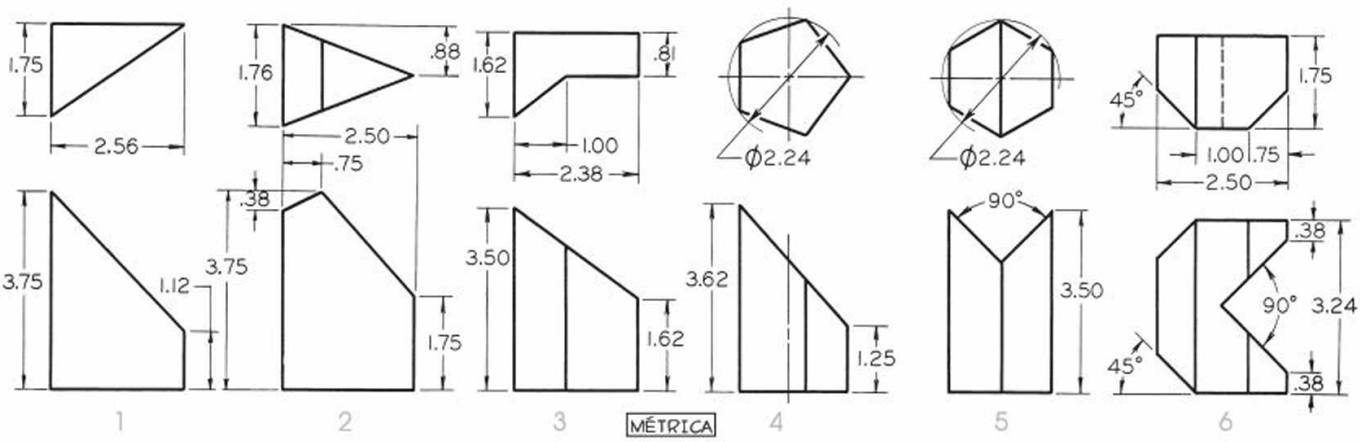
Ejercicio 8.42 Dibuje tres vistas de un prisma recto con 38 mm de altura, que tiene como base inferior el triángulo que se muestra en la figura.



Ejercicio 8.43 Dibuje tres vistas de una pirámide recta con 51 mm de altura, la cual tiene como base inferior el paralelogramo que se muestra en la figura.

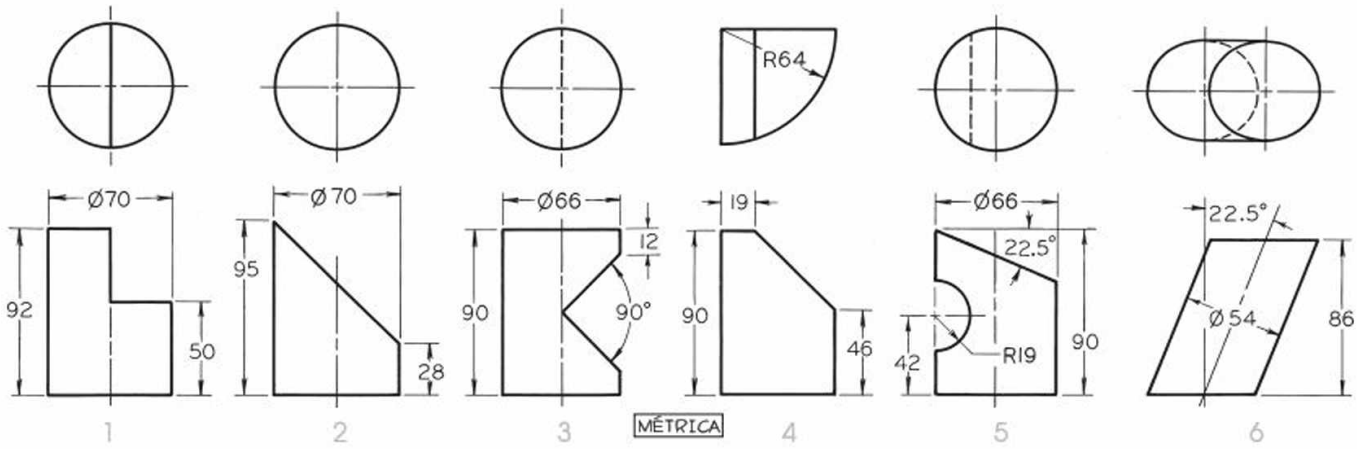


Ejercicio 8.44 Dibuje las vistas dadas y desarrolle la superficie lateral.

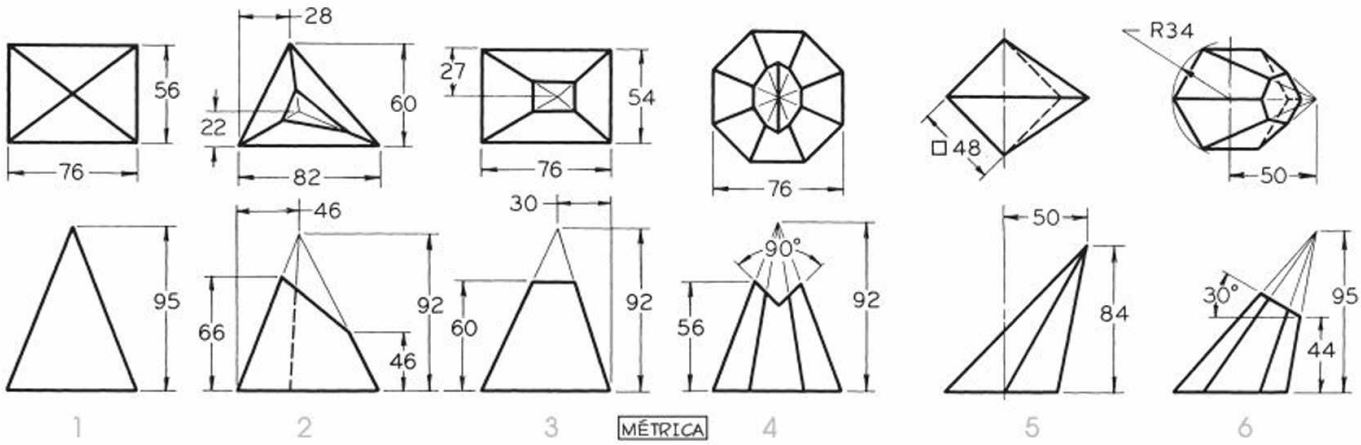


Ejercicio 8.45 Dibuje las vistas dadas y desarrolle la superficie lateral.

www.FreeLibros.me

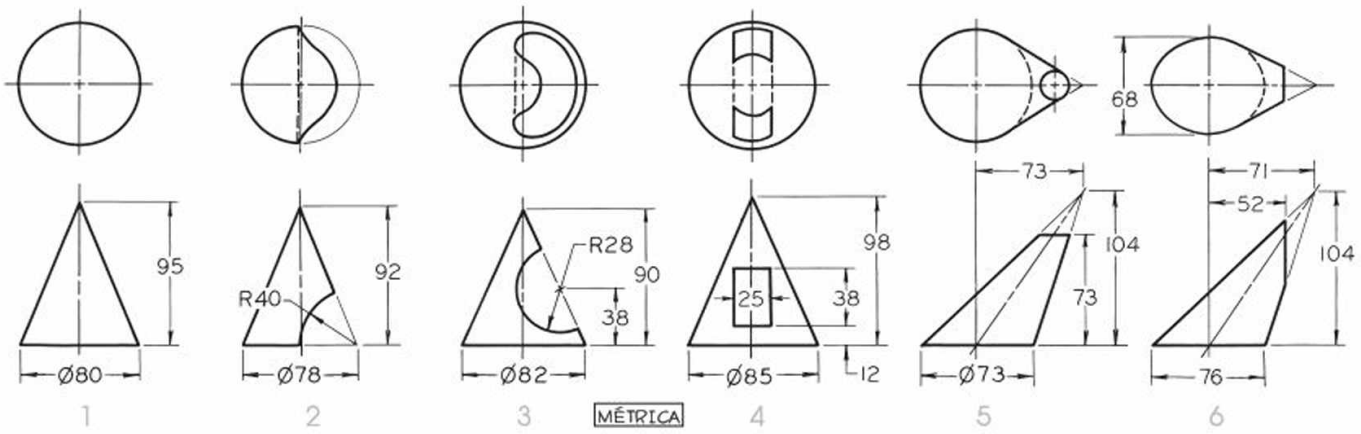


Ejercicio 8.46 **Dibuje las vistas dadas y desarrolle la superficie lateral.**

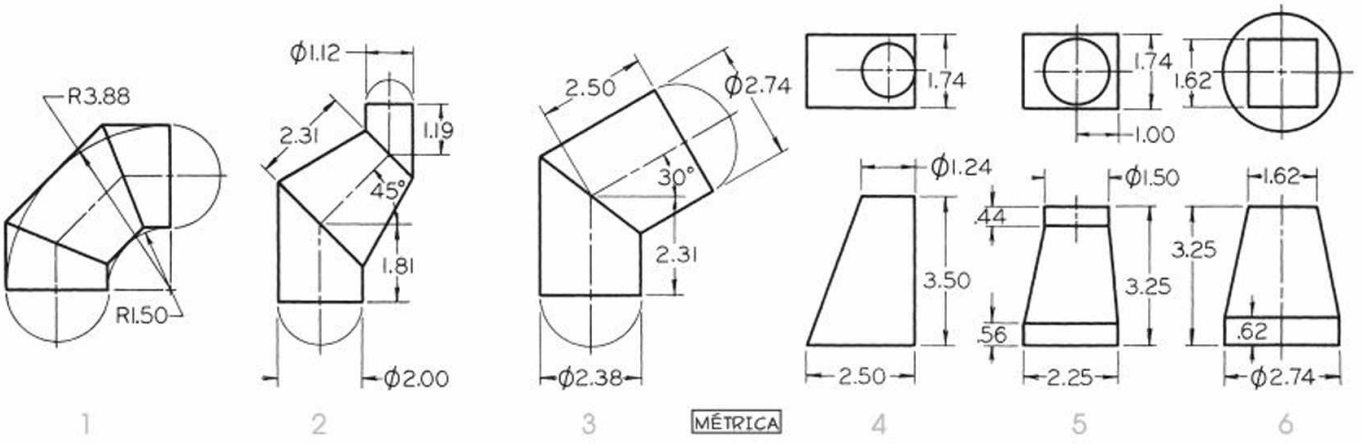


Ejercicio 8.47 **Dibuje las vistas dadas y desarrolle la superficie lateral. (Hoja A3-3 o B-3).**

www.FreeLibros.me

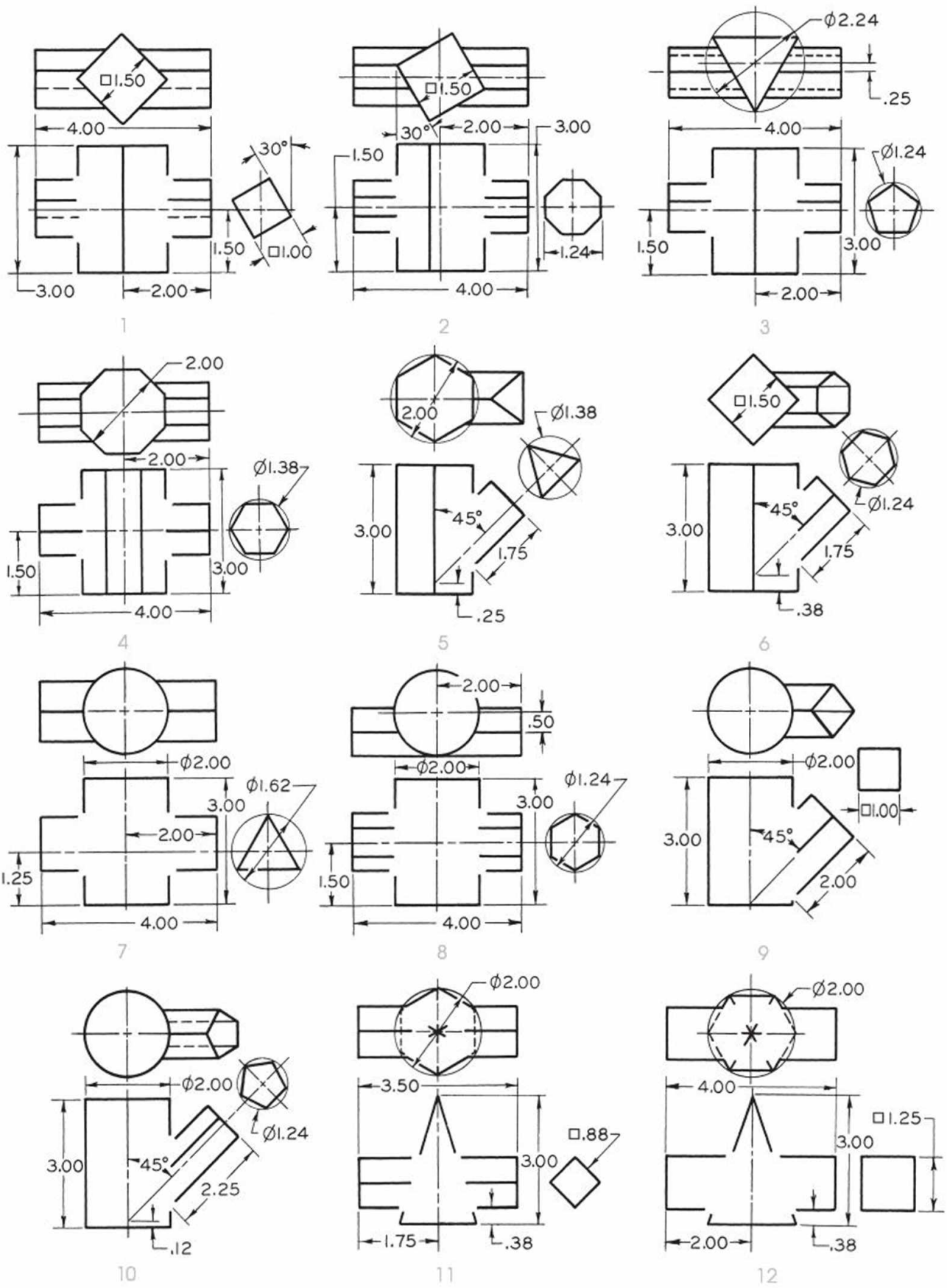


Ejercicio 8.48 **Dibuje las vistas dadas y desarrolle la superficie lateral. (Hoja A3-3 o B-3).**



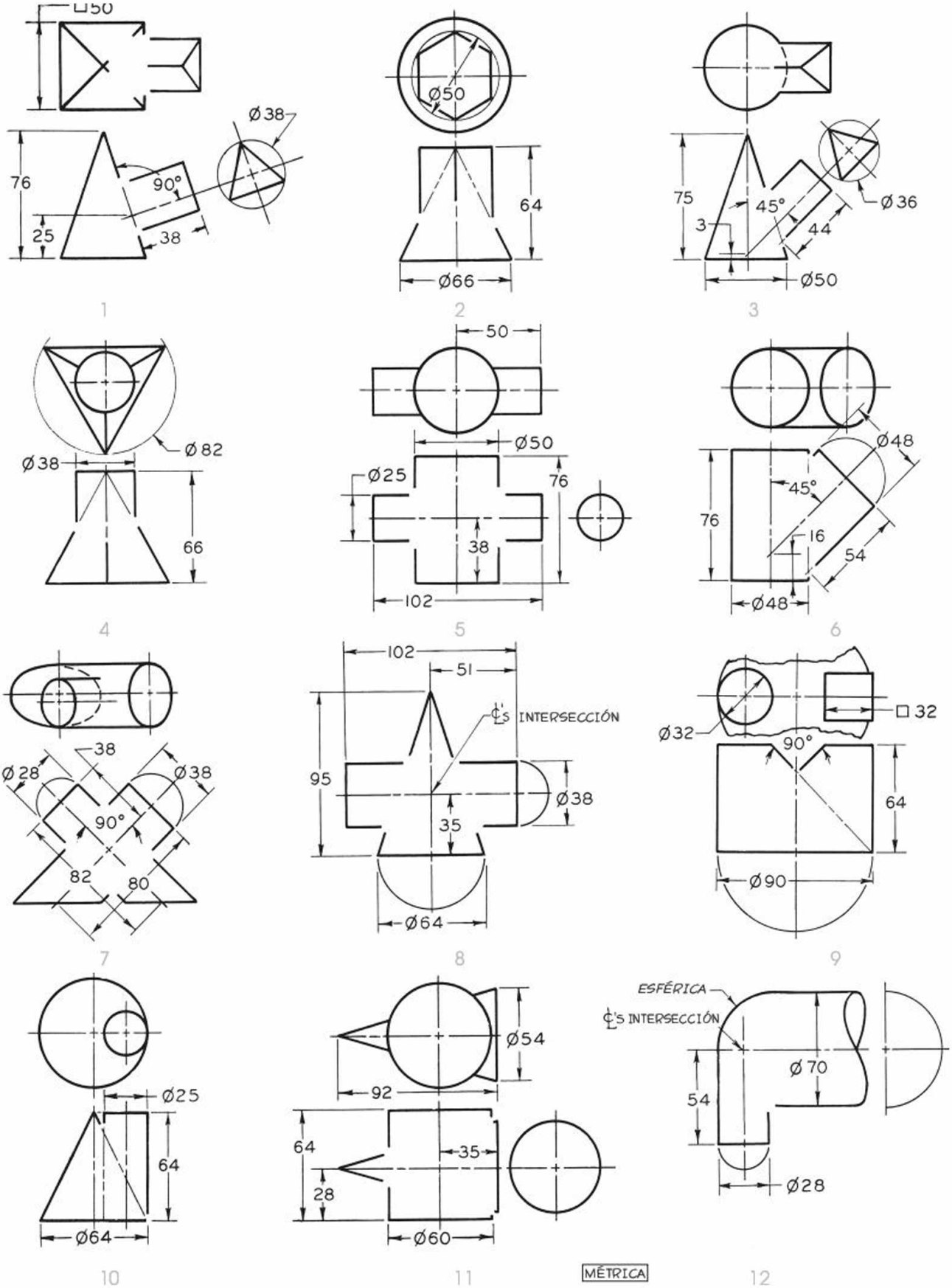
Ejercicio 8.49 **Dibuje las vistas dadas de las formas y desarrolle la superficie lateral. (Hoja A3-3 o B-3).**

www.FreeLibros.me



Ejercicio 8.50 **Dibuje las vistas dadas de las formas que se le indiquen y complete la intersección; luego desarrolle las superficies laterales.**

www.FreeLibros.me



Ejercicio 8.51 Dibuje las vistas dadas de las formas que se le indiquen y complete la intersección; luego desarrolle las superficies laterales.

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO NUEVE

PROCESOS DE MANUFACTURA

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo usted debe ser capaz de:

1. Describir el rol del diseño asistido por computadora en el desarrollo de un proyecto.
2. Definir el prototipado rápido y enunciar cuatro tecnologías de prototipado rápido.
3. Describir el rol del diseño en la manufactura, el ensamble, el desensamble y el servicio.
4. Definir el modelado para el ensamble.
5. Describir el rol de la selección del material y de las propiedades de los materiales.
6. Enumerar los procesos de manufactura más importantes.
7. Buscar la precisión y los acabados de superficies para los procesos de fabricación.
8. Describir el rol de los dispositivos de medición en la producción.
9. Enumerar los factores que determinan el costo de los productos manufacturados.
10. Definir la manufactura integrada por computadora.

www.FreeLibros.me

(Cortesía de Michael Newman PhotoEdit Inc.).

INTRODUCCIÓN

Observe los objetos que le rodean: su pluma, un reloj, la calculadora, el teléfono, una silla y la lámpara. Todos estos objetos se han transformado a partir de diversas materias primas, y ensamblado para formar los artículos que usted ve.

Algunos objetos, como ganchos de plástico, tenedores, clavos, tornillos y soportes de metal, están hechos de una sola pieza. Sin embargo, la mayoría de los objetos se ensamblan a partir de varias piezas hechas con diferentes materiales. Miles de productos ensamblados forman parte de la vida cotidiana, desde motores de aviones a propulsión (inventados en 1939) hasta bolígrafos (1938), tostadores de pan (1926), lavadoras (1910), refrigeradores (1931) y fotocopiadoras (1949).

La manufactura abarca el diseño de productos y la selección de materias primas, así como procesos mediante los cuales se fabrican los productos. Es una parte importante de la economía mundial, y constituye entre 20 y 30% del valor de los bienes y servicios producidos. El nivel de la manufactura está relacionado directamente con la salud económica de un país.

Las máquinas con que se fabrican otros productos son a su vez productos manufacturados. Ejemplos de ello son las grandes prensas para dar forma a las hojas de metal para carrocerías de automóvil, la maquinaria para hacer tornillos y tuercas, y las máquinas de coser para hacer ropa. El servicio y el mantenimiento de dicha maquinaria durante su vida útil es una actividad importante dentro de la manufactura.

Los dibujos de ingeniería, ya sean creados a mano o mediante CAD, son instrucciones detalladas para la manufactura de objetos. Los dibujos definen la forma, el tamaño, los materiales, el acabado y en ocasiones el proceso de fabricación requerido. En este capítulo se proporciona información sobre las condiciones y los procesos utilizados en la manufactura como una ayuda para cuando cree dibujos con documentación gráfica, la cual debe especificar los datos necesarios para fabricar una pieza.

www.FreeLibros.me

Transportador en un área industrial.

QUÉ ES LA MANUFACTURA

La palabra *manufactura* se deriva del latín *manu factum*, que significa "hecho a mano". En sentido moderno, la manufactura implica la hechura de productos a partir de materias primas mediante diversos procesos, maquinaria y operaciones, siguiendo un plan bien organizado para cada actividad requerida. Los términos *ingeniería de manufactura* o *ingeniería de producción* describen esta área de actividad industrial.

La manufactura tiene la importante función de agregar valor. Un artículo manufacturado se somete a una serie de procesos para convertir la materia prima en un producto útil, lo cual agrega valor o precio comercial del producto. Por ejemplo, como materia prima para la cerámica, la arcilla tiene un cierto valor. Cuando se utiliza para hacer una herramienta cortante de cerámica o un aislante eléctrico, se agrega valor a la arcilla. Del mismo modo, un gancho de alambre o un clavo tienen un valor mayor que el costo del trozo de alambre del cual están hechos.

La manufactura puede elaborar ***productos discretos*** (es decir, partes individuales) o ***productos continuos***. Los clavos, los engranes, los cojinetes de bola, las latas para bebidas y los bloques de motor son ejemplos de partes discretas, aunque se producen en masa a una tasa de producción muy alta. Las hojas de metal o plástico, las bobinas de alambre, los tubos, las mangueras y las tuberías son ejemplos de productos continuos, los cuales pueden cortarse en longitudes individuales para convertirse en partes discretas.

Por lo general, la manufactura es una actividad compleja que involucra una amplia variedad de recursos y actividades, como:

- Diseño de productos
- Compras
- Marketing
- Maquinaria y herramientas
- Fabricación
- Ventas
- Proceso de planeación
- Control de producción
- Envío
- Materiales
- Servicios de apoyo
- Servicio al cliente

Para que las actividades de manufactura respondan a las demandas y tendencias:

- Un producto debe cumplir con los requisitos de diseño, las especificaciones del producto y las normas.
- Un producto debe fabricarse por los métodos más económicos y respetuosos del medio ambiente.
- Debe incorporarse calidad al producto en cada etapa, desde el diseño hasta el ensamble, en vez de confiar en las pruebas de calidad después de que el producto esté hecho. Además, la calidad debe ser la adecuada para el uso del producto.

En un entorno altamente competitivo, los métodos de producción deben ser suficientemente flexibles para responder a las demandas cambiantes del mercado, los tipos de producto, las tasas de producción, las cantidades de producción y la entrega a tiempo al cliente.

Es necesario evaluar constantemente los nuevos desarrollos en materiales, métodos de producción e integración computacional de las actividades tecnológicas y de gestión en una organización de manufactura, con el fin de lograr una aplicación adecuada, oportuna y económica.

Las actividades manufactureras se ven como un gran sistema, con partes relacionadas entre sí. Estos sistemas pueden modelarse para estudiar el efecto de factores como los cambios en las demandas del mercado, el diseño de productos y los materiales. Existen diferentes factores y métodos de producción que afectan la calidad y el costo del producto.

Las organizaciones manufactureras luchan por mayores niveles de calidad y productividad (definida como el uso óptimo de todos los recursos: materiales, maquinaria, energía, capital, mano de obra y tecnología). La producción por empleado, por hora y en todas las fases, debe maximizarse. Un rechazo de piezas y desperdicio de material con base cero es también un aspecto integral de la productividad.

Los dibujos que usted debe realizar se ubican en el marco general de la consecución del producto. Los dibujos le dan vida a una idea y la convierten en un objeto valioso. Al momento de crear un dibujo deben considerarse todos los aspectos implicados en la manufactura de la pieza.

www.FreeLibros.me

Proceso de diseño e ingeniería concurrente

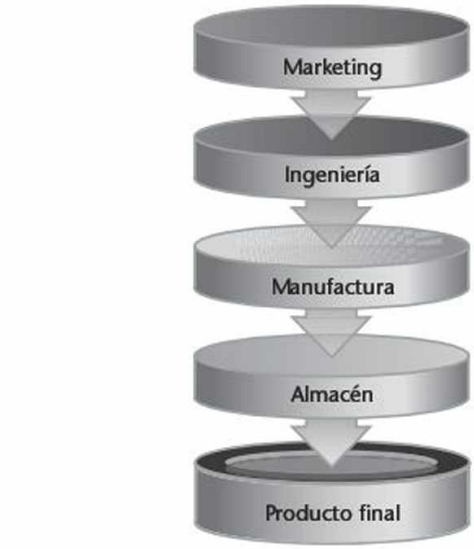
El proceso de diseño de un producto requiere comprender claramente las funciones y el desempeño que se esperan de ese producto. El artículo puede ser nuevo, o una versión actualizada de un producto existente. Todos hemos observado, por ejemplo, cómo han cambiado el diseño y el estilo de radios, tostadores, relojes, automóviles y lavadoras. El mercado de un producto y sus usos previstos deben estar claramente definidos, con la asistencia de los vendedores, analistas de mercado y otros integrantes de la organización. El diseño de productos es una actividad crítica. Se estima que entre 70 y 80% de los costos de desarrollo y manufactura de los productos se determina en las etapas iniciales de diseño.

Como se mencionó en el capítulo 1, tradicionalmente las actividades de diseño y manufactura se desarrollan en forma secuencial y no simultánea o concurrente (figura 9.1). Los diseñadores realizan un esfuerzo considerable y le dedican tiempo al análisis de los componentes y a la preparación de dibujos detallados de las piezas, los cuales se remiten a otros departamentos de la organización, como el de materiales donde, por ejemplo, se identifican las aleaciones y los proveedores particulares. Luego se envían las especificaciones a un departamento de producción donde los dibujos se revisan en detalle y se eligen los procesos para la producción eficiente. Si bien este método parece lógico y sencillo, en la práctica se ha encontrado que es extremadamente costoso.

En teoría, un producto puede fluir de un departamento a otro dentro de una organización y directamente hacia el mercado, pero en la práctica suele tropezarse con dificultades. Por ejemplo, un ingeniero de manufactura puede querer hacer más pequeña la brida de una pieza para mejorar su moldeabilidad, o quizá una aleación diferente, lo que exige repetir la etapa de análisis del diseño para garantizar que el producto seguirá funcionando de manera satisfactoria. Estas iteraciones, que se muestran en la figura 9.1a, son sin duda un desperdicio de recursos y, lo más importante, de tiempo.

Hay un gran deseo, originalmente impulsado por la industria electrónica de consumo, de llevar los productos al mercado lo más rápidamente posible. La razón es que los productos que se introducen primero obtienen una mayor participación del mercado y, por lo tanto, más beneficios; asimismo, tienen una vida más larga antes de la obsolescencia (lo que es una clara preocupación de la electrónica de consumo). Por estas razones, la ingeniería concurrente, también llamada ingeniería *simultánea*, se encuentra en un primer plano.

En la figura 9.1b se muestra el método más moderno para el desarrollo de un producto. Aunque hay un flujo general de productos desde el análisis de mercado hacia el diseño y hasta la fabricación, se reconocen las iteraciones que pueden producirse en el proceso. La principal diferencia de este método moderno es que todas las disciplinas están involucradas en las primeras etapas del diseño, de modo que las iteraciones ocurren naturalmente y dan por resultado una menor pérdida de esfuerzo y tiempo. Una clave para este método es la importancia que actualmente se le da a la comunicación entre y dentro de las disciplinas. Es decir, aunque debe existir una comunicación entre ingeniería, mercadotecnia y las funciones de servicio, también debe haber vías de interacción entre las subdisciplinas de ingeniería, por ejemplo, el diseño para la



(a) Proceso secuencial

(b) Proceso concurrente

9.1 Cuando varios usuarios comparten datos del diseño de un producto al mismo tiempo, es posible acortar su tiempo de realización y obtener un mejor producto.

www.FreeLibros.me

manufactura, diseño para el reciclaje y diseño para seguridad.

El proceso de diseño comienza con el desarrollo de un concepto de un producto original. Para que el producto tenga éxito en el mercado es muy conveniente, e incluso esencial, en esta etapa un método innovador para diseñar. Los métodos innovadores también pueden conducir a importantes ahorros en costos de material y producción. El ingeniero de diseño o el diseñador de productos deben estar bien informados acerca de las interrelaciones entre los materiales, el diseño y la manufactura, así como la economía global de la operación.

La ***ingeniería concurrente*** es un método sistemático que integra el diseño y la manufactura del producto para optimizar todos los elementos que intervienen en su ciclo de vida. Los objetivos básicos de la ingeniería concurrente son reducir al mínimo los cambios en el diseño y la ingeniería del producto, así como el tiempo y los costos que le toman al producto desde el concepto del diseño hasta la producción y la introducción al mercado.

La filosofía de la ***ingeniería del ciclo de vida*** requiere que en la etapa de diseño se considere toda la vida del producto (es decir diseño, producción, distribución, uso y la eliminación/reciclaje, al mismo tiempo). Así, un producto bien diseñado será funcional (etapa de diseño), bien fabricado (producción), empacado de manera para que llegue seguro al usuario final o cliente (distribución) y funcionará de manera eficaz en toda su vida prevista; asimismo, tendrá componentes que puedan reemplazarse con facilidad para su mantenimiento o reparación (uso) y podrá desensamblarse para que los componentes se puedan reciclar (eliminación). En la figura 9.2 se muestran varias carrocerías aplastadas para su reciclaje.

Aunque el concepto de ingeniería concurrente parece ser lógico y eficaz, su implementación puede tomar mucho tiempo y esfuerzo cuando los que lo utilizan no trabajan en equipo o no se dan cuenta de sus beneficios reales. Para que la ingeniería concurrente tenga éxito debe:

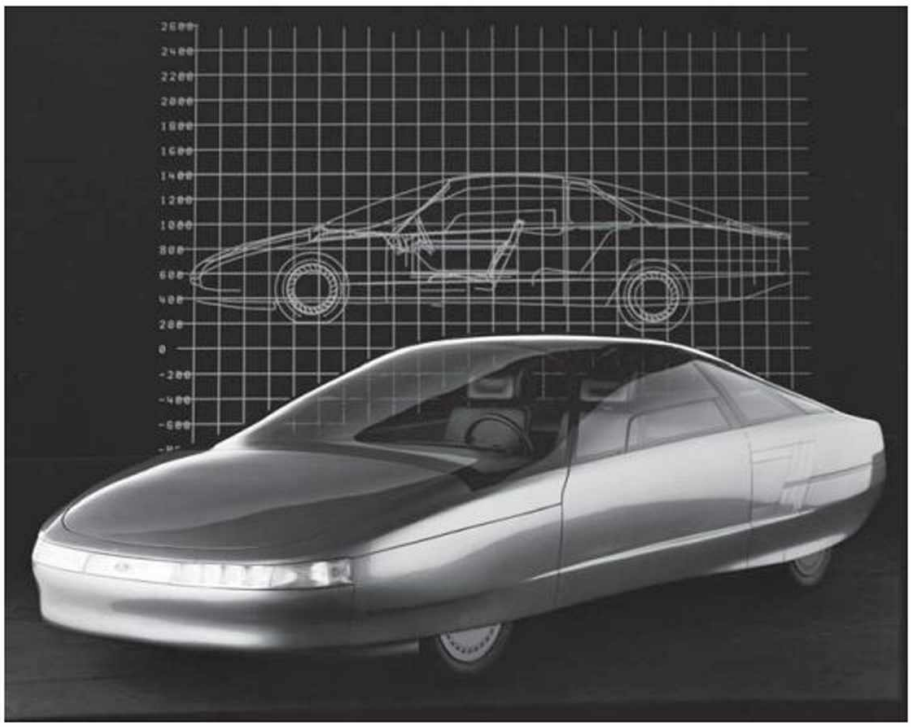
1. Contar con el apoyo de la alta dirección,
2. realizar un trabajo en equipo multifuncional e interactivo, incluyendo grupos de apoyo, y
3. utilizar las tecnologías disponibles.

9.2 Carrocerías aplastadas para su reciclaje. (Cortesía de Edward Cross/ Photolibrary.com).

Hay muchos ejemplos de los beneficios de la ingeniería concurrente. Una empresa automotriz, por ejemplo, redujo 30% los componentes de un motor y, en consecuencia, disminuyó su peso en 25% y redujo el tiempo de fabricación a la mitad. La ingeniería concurrente no sólo puede aplicarse en las grandes organizaciones, sino también en empresas más pequeñas. Lo anterior debe hacerse notar porque en Estados Unidos 98% de las empresas manufactureras tienen menos de 500 empleados.

Para las empresas grandes y las pequeñas, el diseño del producto casi siempre implica la preparación de modelos analíticos y físicos del producto como una ayuda para estudiar factores como fuerzas, esfuerzos, deformaciones y la forma óptima de la pieza. La necesidad de estos modelos depende de la complejidad del producto. En la actualidad, la construcción y el estudio de modelos de análisis son más sencillos gracias al uso del diseño asistido por computadora (CAD), la ingeniería asistida por computadora (CAE), y la manufactura asistida por computadora (CAM).

www.FreeLibros.me



9.3 CAD ayuda a visualizar diseños complejos. (© Ford Motor Company/Dorling Kindersley).

9.1 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

El ***diseño asistido por computadora*** (CAD) permite a los diseñadores concebir los objetos con mayor facilidad sin tener que hacer costosas ilustraciones, modelos o prototipos. En la actualidad, estos sistemas son capaces de analizar diseños de forma rápida y completa, desde un soporte sencillo hasta estructuras complejas, como el automóvil prototipo que se muestra en la figura 9.3. El avión bimotor de pasajeros Boeing 777 fue diseñado completamente por computadora (diseño sin papel). El avión se construyó directamente a partir de los modelos de CAD/CAM y no se construyeron prototipos o maquetas, a diferencia de todos los aviones anteriores. Muchas empresas utilizan un modelo de simulación en 3D como "prototipo virtual" para mejorar su diseño y eliminar las costosas maquetas físicas.

La ingeniería asistida por computadora permite modificaciones futuras

La ***ingeniería asistida por computadora*** (CAE) permite simular, analizar y probar de manera eficiente y con mayor rapidez que nunca, el desempeño de estructuras sometidas a cargas estáticas o fluctuantes, y a diversas temperaturas. La información desarrollada se puede almacenar, recuperar, visualizar, imprimir y transferir a cualquier parte de la organización. Los diseños pueden optimizarse y las modificaciones se pueden realizar en cualquier momento, de manera directa y sencilla.

La ingeniería asistida por computadora vincula todas las fases de la manufactura

La ***manufactura asistida por computadora*** (CAM) involucra todas las fases de la fabricación al utilizar y procesar una gran cantidad de información sobre materiales y procesos colectada y almacenada en la base de datos de la organización. En la actualidad, las computadoras ayudan a los ingenieros de manufactura y otros integrantes de la organización en tareas como la programación de máquinas de control numérico, la programación de robots para la manipulación de materiales y el ensamblaje, el diseño de herramientas, troqueles y accesorios, así como en el mantenimiento del control de calidad.

Con base en modelos de computadora, el diseñador del producto selecciona y especifica la forma final y las dimensiones del producto, su precisión dimensional y acabado superficial, así como los materiales a utilizar. La selección de materiales se suele hacer con la asesoría y colaboración de los ingenieros de materiales, a menos que el ingeniero de diseño también esté calificado en esta área. Una consideración importante en el diseño es cómo se ensamblará un componente en particular en el producto final. Para captar esta idea, levante la tapa del cofre de su automóvil y observe cómo se unen cientos de componentes en un espacio limitado.

www.FreeLibros.me

9.4 Chasis de fibra de vidrio para un automóvil Lotus al momento de ser sacado de su molde. (© Lotus Cars Ltd./ Dorling Kindersley).

9.5 Soldadura de bastidores de automóvil en una línea robótica de ensamble. (© Adam Lubroth/Stone/ Getty Images Inc.).

El rol de los prototipos y del prototipado rápido en el desarrollo del producto

El siguiente paso en el proceso de producción es el de hacer y probar un prototipo, es decir, un modelo en funcionamiento del producto. El prototipado rápido, que se basa en CAD/CAM y en diversas técnicas de manufactura, produce prototipos rápidamente en la forma de un modelo físico sólido de una pieza a un bajo costo. Por ejemplo, la creación de prototipos de componentes nuevos de un automóvil mediante los métodos tradicionales de formación, conformación, maquinado, etc., cuesta millones de dólares al año; inclusive, la producción de algunos componentes puede tardar un año. Vea la figura 9.4. El ***prototipado rápido*** (PR) puede abatir estos costos, así como los tiempos de desarrollo. Estas técnicas han tenido un gran avance y pueden usarse para la producción económica y a cantidades bajas de piezas reales.

Las pruebas a los prototipos deben diseñarse para simular con la mayor fidelidad posible las condiciones en que se va a usar el producto; es decir, las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad, los efectos de la vibración y el uso repetido, o el mal uso, del producto. En la actualidad, las técnicas de ingeniería asistida por computadora son capaces de realizar simulaciones en forma exhaustiva y rápida. Durante esta etapa quizá se requiera modificar el diseño original, los materiales seleccionados o los métodos de producción. Después de completar esta fase se seleccionan los planes adecuados para el proceso, los métodos de fabricación, los equipos y las herramientas, con la colaboración de los ingenieros de manufactura, los planeadores de procesos y otras personas involucradas en la producción. Vea la figura 9.5.

Un ***prototipo virtual*** puede servir para muchos de los propósitos de un modelo físico. Se puede utilizar un modelo sólido tridimensional para evaluar la apariencia, el atractivo para el cliente, el ajuste y la tolerancia de las piezas ensambladas, las propiedades de masa, la cinemática y otras características del diseño.

También puede usarse la misma información en la base de datos de CAD para dirigir procesos de creación rápida de prototipos que generen modelos físicos de relativo bajo costo. En la siguiente sección se explicará en qué consisten estos procesos y cómo funcionan.

www.FreeLibros.me

9.2 PROTOTIPADO RÁPIDO

Debido a que los volúmenes contenidos en un diseño se definen por completo en un sistema de modelado sólido de CAD, los modelos físicos pueden crearse mediante tecnologías no tradicionales que convierten los datos en una entidad física. Los sistemas de prototipado rápido permiten al ingeniero desarrollar un prototipo directamente a partir de un diseño de CAD en minutos u horas en vez de en días o semanas, como lo sería la creación de un prototipo de la pieza aplicando otra técnica.

¿Cuál es el beneficio que se obtiene para el proceso de diseño al tener una pieza real que las personas puedan sostener en sus manos? Como una herramienta de visualización y un medio para comprobar el ajuste con otras piezas, un modelo físico es una valiosa ayuda en la reducción del tiempo que le lleva a una compañía desarrollar una idea, a partir del boceto de un producto hasta que éste se encuentra disponible en el mercado. Aproximadamente 10% de todos los talleres de producción y diseño gastan un mínimo de 100 000 dólares al año en prototipos. La confianza en el diseño y la capacidad mejorada para comunicarse con el cliente acerca del diseño de una forma comprensible, es una ventaja importante del prototipado rápido. Los procesos rápidos para la creación de herramientas utilizan la misma información de CAD en 3D para generar moldes y otras herramientas que pueden reducir aún más el tiempo de comercialización.

El prototipado rápido es especialmente útil para hacer prototipos de partes moldeadas complejas. Los moldes para piezas de plástico muy sencillas pueden costar entre 20 000 y 50 000 dólares, por lo que son demasiado caras como para crearlos sólo para comprobar un aspecto del diseño. Si se usa el prototipado rápido, las piezas individuales pueden producirse en cuestión de horas y usarse para verificar el diseño. Además, las formas complejas pueden crearse tan fácilmente como las simples.

No obstante sus ventajas sobre los procesos tradicionales, el prototipado rápido no tiene la velocidad de un rayo; la creación de una pieza de 2" × 3" × 1" puede tardar horas. Sin embargo, esto no suele depender de la complejidad de la pieza, sino sólo del tamaño y la precisión incorporada en el archivo del prototipo. Las piezas que normalmente tendrían que moldearse o fundirse pueden crearse en la misma cantidad de tiempo que el necesario para crear un bloque rectangular de aproximadamente las mismas dimensiones. La complejidad de cada corte no tiene mucho efecto sobre el tiempo necesario para crear la pieza.

Traducción del modelo

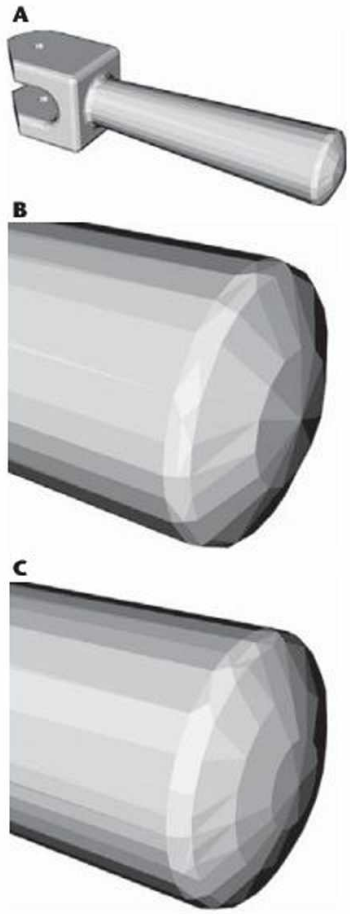
En la actualidad, los principales sistemas de prototipado rápido trabajan con base en un principio parecido: seccionan el modelo de CAD en capas finas, después crean el modelo capa por capa con un material que puede fusionarse con la siguiente capa hasta que se logra la pieza entera.

Para enviar un archivo de CAD a la mayoría de los sistemas de prototipado rápido, es necesario exportar un archivo en el formato STL. Este tipo de archivo, denominado estereolitografía, se desarrolló para exportar datos de CAD a un sistema primitivo de prototipado rápido. Desde entonces se ha convertido en el estándar *de facto* para la exportación de datos de CAD a los sistemas de PR.

Los archivos STL definen los límites del modelo CAD usando facetas triangulares. Este formato transforma cualquier modelo en una definición estandarizada, pero tiene el inconveniente de generar un archivo muy grande si se requiere una forma muy realista. Por lo general se tiene la opción de establecer el tamaño de las facetas al exportar su modelo. Si las facetas son pequeñas y el modelo complejo, el archivo STL resultante será muy grande. Por otro lado, si se usa un tamaño muy grande de facetas triangulares, el prototipo de la pieza tendrá facetas visibles en sus superficies curvas, como se muestra en la figura 9.6.

Una vez exportado el archivo de CAD, el software lee el archivo STL y genera rodajas finas a través del modelo, las cuales usará para crear las capas. La precisión de la superficie del modelo también está limitada por el material que se utilice en el proceso de prototipado rápido y por cuán pequeños pueda hacer las capas y los elementos.

El borde del prototipo de una pieza creado mediante el depósito de capas individuales de material en el plano horizontal y la colocación de la plataforma de manufactura en dirección vertical, para unir la siguiente capa en la parte superior de la primera, puede producir un borde dentado. El tamaño de los *dientes*, como se les llama a menudo, depende del grosor de la capa depositada. Este espesor está limitado por el tamaño de la partícula más pequeña que puede fusionarse. Los sistemas de prototipado rápido que tienen más de tres ejes de movimiento pueden reducir o eliminar el aspecto dentado al llenar de material las superficies anguladas del borde.



9.6 Superficie facetada en un modelo de CAD, el cual se exportó para el prototipado (Lockhart, D., Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a. ed., © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con permiso de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

www.FreeLibros.me

9.7 Sistema SLA de prototipado rápido. (Cortesía de 3D Systems Corporation).

9.3 TIPOS DE SISTEMAS DE PROTOTIPADO RÁPIDO

Los sistemas de prototipado rápido varían en los tipos de materiales usados, el tamaño del modelo que puede crearse y el tiempo necesario para generar una pieza. Si su empresa cuenta con un sistema de prototipado rápido, la elección del sistema puede ser discutible. Si no es así, usted debe considerar las preguntas de diseño que el prototipo debe responder a la hora de seleccionar un sistema apropiado. La precisión, el tamaño, la durabilidad y el tiempo necesario para crear un prototipo dependen del proceso y los materiales que se empleen.

Las principales categorías de los equipos para prototipado rápido son la estereolitografía, el sinterizado selectivo por láser, el modelado por deposición fundida y la impresión en 3D. La mayoría de los sistemas de prototipado rápido pueden crear piezas con tamaños de hasta 10 pulgadas cúbicas. La manufactura de objetos laminados y la fabricación de cortezas topográficas son dos métodos menos comunes que permiten la creación de prototipos para piezas de mayor tamaño.

Aparato de estereolitografía (SLA)

El ***SLA*** emplea resinas endurecidas con láser para formar el modelo. En la figura 9.7 se muestra un sistema de SLA perteneciente a 3D Systems Corporation. El software del sistema controla un rayo láser enfocado en un grupo de polímeros sensibles a la luz. El láser endurece cada capa con la forma de la sección transversal o corte de la pieza. A medida que las capas sucesivas se endurecen, se sumergen ligeramente en el depósito de resina, y la siguiente capa se endure sobre ellas. Los agujeros y oquedades en el modelo se forman mediante resina sin curar, la cual sale fácilmente de la pieza resultante. Los sistemas de SLA crean piezas duraderas que pueden pintarse y acabarse con un aspecto muy parecido al del producto terminado. El rango de precisión de las piezas del SLA puede ser de hasta ± 0.002 mm. Gracias a esta precisión los prototipos de piezas creadas con SLA pueden tener acabados superficiales relativamente lisos. El SLA también es la tecnología más establecida, puesto que fue el primer método que salió al mercado.

Curado de suelo sólido (SGC)

Los sistemas ***SGC*** son semejantes a los sistemas de SLA, excepto que usan luz ultravioleta para curar toda una sección transversal a la vez en la concavidad de polímero. Se crea un negativo de la forma de la sección transversal sobre una placa de vidrio usando un tonificador electrostático (parecido al proceso que se utiliza en una copiadora), después se utiliza para cubrir con luz ultravioleta la forma de la sección transversal. Estos sistemas ya no son comunes.

www.FreeLibros.me

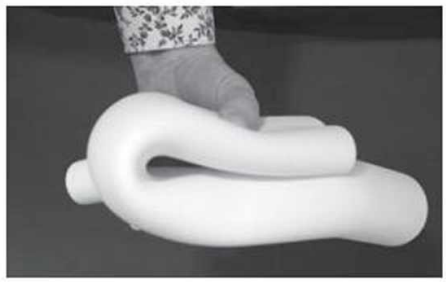
Sinterización selectiva por láser (SLS)

El tipo ***SLS*** usa un láser enfocado para fundir metal en polvo, plástico o cerámica. La capa fundida se cubre con polvo adicional y la siguiente capa se fusiona a ella. Para formar un agujero en el prototipo de una pieza, simplemente no se funde el material en polvo en esa área. El polvo no fusionado actúa como una base para la siguiente capa y cuando se completa la pieza simplemente se retiran las partes no fusionadas. Este proceso tiene la ventaja de que, en ocasiones, los modelos creados a partir de polvo metálico pueden refinarse mediante el maquinado. Las piezas también pueden ser bastante fuertes para usarse en ciertos tipos de ensambles como piezas únicas. En la figura 9.8 se muestra un sistema de prototipado rápido tipo SLS perteneciente a 3D Systems. Este sistema puede crear piezas con una precisión de ±50 mm. Pueden usarse otros materiales con el proceso de sinterización, como el nylon relleno de vidrio, para crear piezas con distintos grados de flexibilidad y durabilidad. La figura 9.9 ilustra un material elastómero con las características del hule que lo hace ideal para prototipos de juntas y equipos deportivos.

Modelado por deposición fundida (FDM)

Los sistemas ***FDM*** usan plástico fundido depositado en capas que corresponden con las secciones transversales de la pieza. Como el plástico fundido suave no puede depositarse en el aire, para hacer un agujero o una saliente se emplea un segundo tipo de plástico con el fin de crear una estructura de soporte. Dado que los dos plásticos son materiales diferentes que no se adhieren fácilmente entre sí, la estructura de soporte puede separarse de la parte real. En la figura 9.10 se muestra un sistema FDM de Stratasys Corporation y algunas de las piezas y estructuras de soporte que crea. Para hacer una pieza de aproximadamente 3" × 2" × 1" se requieren alrededor de 3 horas.

9.8 Sistema SLS de prototipado rápido. (Cortesía de 3D Systems Corporation).



9.9 Material elastómero usado para prototipos de juntas. (Cortesía de 3D Systems Corporation).

9.10 Sistema de modelado por deposición fundida. (Cortesía de Stratasys, Inc.).

www.FreeLibros.me

Manufactura de objetos laminados (LOM)

El sistema ***LOM*** produce piezas sólidas a partir de hojas de materiales como papel o vinilo. Los sistemas LOM pueden utilizarse para crear prototipos de piezas grandes. Al igual que con todos los procesos de prototipado rápido, el software primero genera secciones transversales a través del modelo. Sin embargo, en vez de fundir la capa, un láser controlado por computadora recorta la primera hoja de material. Después, un rodillo caliente pega la siguiente hoja a la capa anterior, y de esta hoja se corta la sección siguiente. El material que se eliminará posteriormente se corta en formas de cuadrícula para facilitar la remoción. El sistema Helisys LOM-2030H puede crear una pieza de hasta 32" de largo, 22" de ancho y 20" de alto (813 mm de largo, 559 mm de ancho y 508 mm de alto) y la pieza puede tener un peso máximo de hasta 450 libras (204 kg).

Fabricación de cortezas topográficas (TSF)

El sistema ***TSF*** usa capas de arena de sílice de alta calidad fusionada con cera para construir los depósitos que pueden usarse en el moldeado de prototipos rápidos para grandes piezas. La arena se deposita en capas y luego se fusiona con cera fundida que se rocía desde una boquilla de tres ejes controlada por computadora. Se deposita más arena y después se funde la siguiente capa. Las capas van desde 0.05" hasta 0.15" de espesor y se requieren unos 10 minutos para imprimir cada metro cuadrado del modelo. Una vez que se han depositado todos los cortes, la corteza de arena y cera se suaviza y se llena de yeso u otro material. La corteza se utiliza como un molde temporal para la creación de piezas de fibra de vidrio, resina epóxica, espuma, concreto u otros materiales. Este método es capaz de manejar formas muy grandes, de hasta 11' × 6' × 4'.

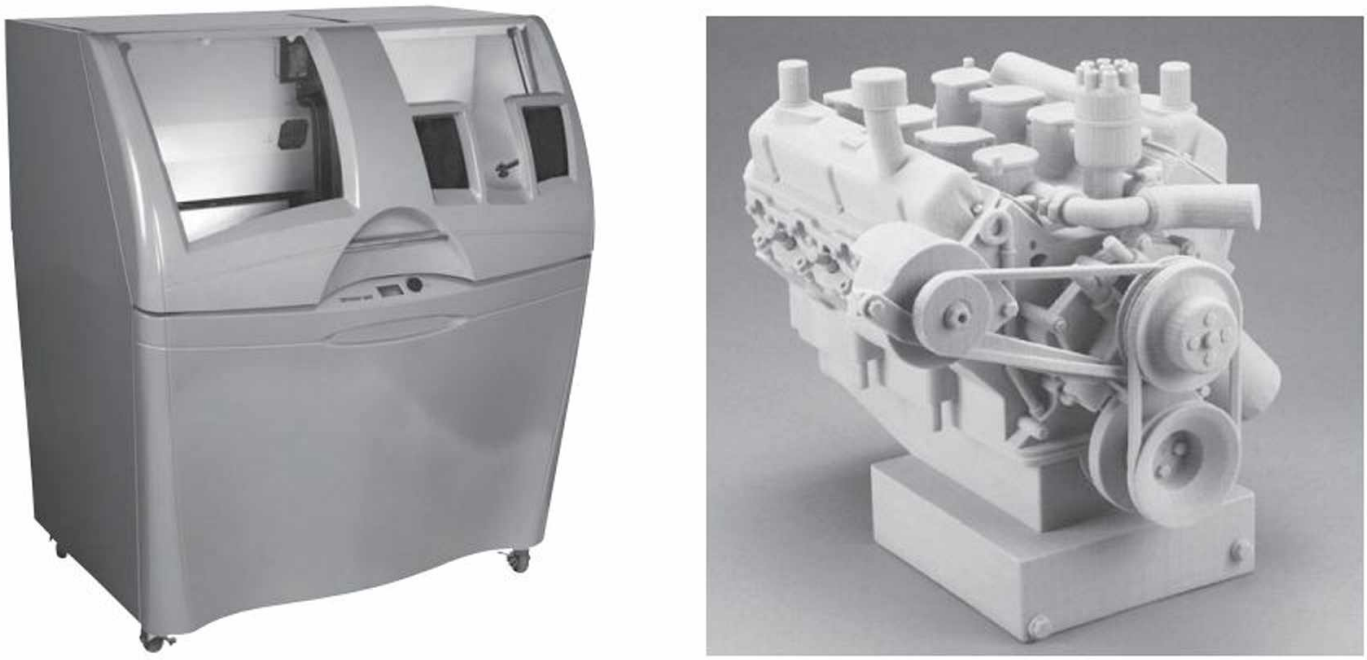
Impresión en 3D

La tecnología de ***impresión en 3D*** crea prototipos físicos tridimensionales al solidificar capas de polvo depositado con un aglutinante líquido. Estas máquinas de bajo costo se diseñaron para permitir el uso de los primeros prototipos y, a menudo, durante el ciclo de diseño. En Kodak, por ejemplo, una idea de producto propuesta debía analizarse en una reunión de las 10:30. A las 8:30 se pidió al equipo que presentara a la reunión un modelo de la idea. La impresora en 3D de Z Corporation, semejante a la que se muestra en la figura 9.12, fue capaz de construir a tiempo para la reunión un prototipo a partir de los archivos de CAD.

Los sistemas relativamente baratos de impresión en 3D pueden operarse con seguridad suficiente a un lado de la impresora o la copiadora de una oficina. Vea la figura 9.11. Otra de las ventajas de los sistemas de impresión en 3D es que los modelos pueden hacerse a todo color.

Creación rápida de herramientas

Los sistemas de prototipado rápido se desarrollaron para producir piezas sin tener que crear un molde o completar los pasos intermedios necesarios para la fabricación de una pieza. La ***creación rápida de herramientas*** es un proceso semejante, pero en este caso no se crea la pieza en sí, sino una herramienta (por lo general un molde de plástico o una parte de metal



9.11 Sistema de impresión en 3D y un modelo impreso en 3D. (Cortesía de Z Corporation).

www.FreeLibros.me

fundido) mediante un proceso de prototipado rápido. Los moldes para inyección de metal y los moldes para metal fundido suelen estar entre las piezas más caras y que requieren más tiempo para su diseño de proceso. Los procesos de creación rápida de herramientas pueden reducir la cantidad de tiempo involucrado en la producción de estos moldes. La herramienta resultante puede usarse para generar productos de prueba y para llevar productos al mercado lo antes posible.

La creación rápida de herramientas puede lograrse mediante varios métodos diferentes. Uno de ellos es el diseño directo del molde, en el que la propia herramienta se crea usando un proceso parecido a la sinterización con láser selectivo. Otro método emplea el prototipado rápido para producir una pieza maestra a partir de la cual se forma un molde de caucho de silicón. Luego ese molde se emplea para hacer las otras piezas. Un tercer método (un proceso más tradicional) utiliza una tecnología de maquinado controlada por computadora para crear la cavidad en un molde en blanco, para generar rápidamente el molde definitivo.

El proceso RapidTool de 3D Systems es un ejemplo de diseño directo del molde. El proceso tipo SLS de RapidTool usa granos de acero al carbono recubiertos con plástico térmico. Usando un archivo CAD como entrada, el proceso SLS derrite (o sinteriza) el polvo para establecer una forma de molde verde que consiste en partículas de metal unidas mediante áreas más pequeñas de polímero. Cuando el molde verde se calienta en un horno, el polímero plástico se quema, dejando sólo el molde de metal, como se muestra en la figura 9.12. El molde se maquina con una tolerancia de ± 0.005" para eliminar cualesquier defectos y puede perforarse, roscarse, soldarse y recubrirse como un molde convencional.

Se pueden utilizar diversos materiales en los núcleos y moldes para fundiciones de arena, los cuales pueden crearse directamente usando un sistema SLS, luego se curan (endurecen) en un horno convencional para fundición de arena. Otra aplicación se da en la fundición de inversión. En la fundición de inversión se usa una forma original llamada maestro para crear una abertura con la forma adecuada en un molde. El material del maestro suele ser cera para que se derrita en el molde al verter el metal fundido. Los maestros de la fundición de inversión pueden producirse usando procesos SLS.

Núcleos y cavidades

Las piezas moldeadas están formadas por cavidades y núcleos. La ***cavidad*** es la parte del molde que forma el contorno exterior del objeto. El uso coloquial del término "molde" generalmente se refiere a la cavidad. Los agujeros que se generan en las piezas moldeadas se forman mediante núcleos. Un ***núcleo*** es una forma sólida que se ajusta dentro del molde, la cual generará un agujero en el metal o plástico fundido cuando éste se enfríe. Los núcleos de las piezas de metal fundido suelen hacerse de arena compacta. Después de que el metal fundido se enfría, la pieza se golpea para aflojar entre sí las partículas de arena y así poder verterlas a través de un pequeño agujero. Esto es parecido a la forma en que se vierte la resina no endurecida o el metal en polvo sin condensar de los agujeros en el prototipado rápido.

Producción por fundición directa de una corteza (DSPC)

DSPC es un sistema registrado por Soligen Inc., que se utiliza en la creación directa de moldes para fundición de metales. Se basa en tecnologías de impresión en 3D desarrolladas en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Primero, la pieza diseñada en CAD 3D se usa para crear un modelo digital del molde en 3D, que incluye los núcleos sólidos para producir secciones huecas. Además, el archivo de CAD se emplea para modificar la forma de la cavidad al agregar filetes y eliminar elementos como pequeños agujeros que pueden maquinarse en la fundición final. Si es necesario, se definen varias cavidades para producir un molde que dé forma a varias piezas al mismo tiempo.

9.12 Creación rápida de herramientas. (Cortesía de Z Corporation).

Para producir el molde, el modelo del molde se corta en capas. Se deposita un polvo de material cerámico y se "imprime" aglutinante líquido sobre el polvo con la forma de la sección transversal del molde. El proceso se repite hasta imprimir todo el molde. Después se calienta el molde, lo que produce una cerámica rígida. El polvo que no está unido se elimina del molde para generar las cavidades. En este momento, el molde puede usarse para producir piezas de metal fundido.

Los moldes de caucho de silicón son otra forma de producir herramientas con rapidez. Este proceso utiliza el prototipo preciso de una pieza que luego se recubre con caucho de silicón para formar un molde, a partir del cual pueden moldearse más piezas. El MCP, Sistema de Fundición al Vacío, que utiliza este proceso, es capaz de producir piezas grandes de plástico con un peso de hasta 12 libras y una extensión de 2' × 3'.

El control numérico (CN) rápido, mediante el cual se maquinan insertos de molde a partir de un archivo de CAD en 3D, también promueve la creación rápida de herramientas. A pesar de que éste es en gran medida un proceso tradicional que crea la cavidad del molde mediante la eliminación de material, con frecuencia la combinación de una cavidad maquinada con CN y los espacios en blanco del molde estándar puede conducir a reducir el tiempo para la creación de herramientas en el caso de las piezas moldeadas por inyección. La metalización es otro método que puede emplearse en la producción rápida de herramientas para las partes menos complejas.

A pesar de la facilidad con que la creación rápida de herramientas y el prototipado rápido generan modelos físicos a partir de datos de CAD, una sólida comprensión de los métodos de fabricación tradicionales y actuales le permitirá producir piezas más rentables y producibles.

www.FreeLibros.me

(Cortesía de Greg Sailor/The New York Times/REDUX).

9.4 DISEÑO PARA MANUFACTURA, ENSAMBLE, DESENSAMBLE Y SERVICIO

El diseño y la manufactura son actividades interrelacionadas, no separadas. Cada pieza o componente de un producto debe diseñarse de manera que cumpla con los requisitos y especificaciones de diseño, y de modo que pueda fabricarse en forma económica y eficiente. Esto mejora la productividad y permite que el fabricante mantenga su competitividad.

Esta área se conoce como ***diseño para la manufactura*** (DPM). El DPM es un método completo para la producción de bienes y la integración del proceso de diseño con los materiales, los métodos de fabricación, la planificación de procesos, las pruebas de ensamble y la garantía de calidad. La aplicación efectiva del DPM requiere una comprensión fundamental de las características, las capacidades y limitaciones de los materiales, los procesos de fabricación, así como de las operaciones relacionadas, la maquinaria y el equipo. Esto incluye consideraciones como la variabilidad en el rendimiento de las máquinas, la precisión dimensional y acabado superficial de la pieza, el tiempo de procesamiento y el efecto del método de procesamiento en la calidad de la pieza.

Usted debe ser capaz de evaluar el impacto de las modificaciones de diseño en la selección del proceso de manufactura, ensamble, inspección, herramientas y troqueles, así como el costo del producto. El establecimiento de relaciones cuantitativas es esencial para optimizar el diseño, con el fin de facilitar la fabricación y el ensamble del producto a un costo mínimo (también llamado *producibilidad*). El diseño, la ingeniería, la manufactura y las técnicas de planificación del proceso asistidas por computadora, usando programas computacionales de gran alcance, permiten un análisis de este tipo. Los sistemas expertos ofrecen capacidades para acelerar el proceso iterativo tradicional de optimización del diseño.

Después de fabricar las piezas individuales, éstas deben ensamblarse en un producto. El ensamble es una importante fase de la operación global de manufactura y requiere considerar la facilidad, la velocidad y el costo de unir las piezas. Además, muchos productos deben diseñarse de modo que sea posible desensamblarlos, lo que permite desarmar los productos para darles mantenimiento y servicio o para reciclar sus componentes. Debido a que las operaciones de ensamble pueden contribuir significativamente al costo del producto, en la actualidad el diseño para el ensamble (DPE), así como el diseño para el desensamble, se reconocen como aspectos importantes de la manufactura. Por lo general, un producto que es fácil de ensamblar también es fácil de desensamblar. La tendencia más reciente incluye el diseño del servicio, asegurando que las piezas o subconjuntos de un producto tengan una accesibilidad y un servicio sencillos.

El DPE ha desarrollado metodologías y programas de computadora (CAD) para diseños conceptuales en 3D y modelos sólidos. De esta manera, los subensambles, los tiempos de montaje y los costos se minimizan mientras se mantiene la integridad y el rendimiento del producto; el sistema también mejora la facilidad de desensamble del producto. La tendencia actual es combinar el diseño para la manufactura y el diseño para el ensamble en un diseño más completo para la manufactura y el ensamble (DPME), que reconoce las interrelaciones inherentes entre el diseño y la fabricación.

Hay varios métodos de ensamble, como el uso de sujetadores o adhesivos, o bien la soldadura, el pegado y la soldadura fuerte; cada uno con características propias y diferentes operaciones requeridas. El uso de un perno y una tuerca, por ejemplo, requiere la preparación de los agujeros que deben coincidir en ubicación y tamaño. La generación del agujero necesita operaciones como la perforación o el punzonado, que tomarán más tiempo, requerirán operaciones separadas y producirán material de desecho. En contraste, los productos ensamblados con tornillos y tuercas pueden desmontarse y volverse a ensamblar con relativa facilidad.

Las piezas también pueden ensamblarse usando adhesivos. Este método, que se está utilizando ampliamente en la producción de aviones y automóviles, no requiere agujeros. Sin embargo, las superficies de ensamble deben coincidir correctamente y estar limpias, porque la fuerza de la unión se ve afectada por la presencia de contaminantes como suciedad, polvo, aceite y humedad. A diferencia de las piezas fijadas mecánicamente, los componentes unidos mediante adhesivos, así como las piezas soldadas, no suelen diseñarse para ser desensambladas y vueltas a ensamblar; por lo tanto, no son adecuados para los objetivos importantes de reciclaje de las piezas individuales del producto.

Las piezas pueden ensamblarse a mano o mediante equipos automáticos y robots. La elección depende de factores como la complejidad del producto, la cantidad de piezas a ensamblar, la protección necesaria para evitar daños o raspaduras de las superficies acabadas de las piezas, así como los costos relativos de la mano de obra y el maquinado necesarios para el ensamble automatizado.

www.FreeLibros.me

9.5 SELECCIÓN DEL MATERIAL

Actualmente hay una variedad cada vez mayor de materiales disponibles, cada uno con sus propias características, aplicaciones, ventajas y limitaciones. Los siguientes son los tipos generales de material que se utilizan en la manufactura, ya sea individualmente o en combinación.

- ***Metales ferrosos***: carbono, aleación, acero inoxidable y aceros para herramientas y troqueles.
- ***Metales no ferrosos***: aluminio, magnesio, cobre, níquel, titanio, superaleaciones, metales refractarios, berilio, circonio, aleaciones con bajo punto de fusión y metales preciosos.
- ***Plásticos***: termoplásticos, termoestables y elastómeros.
- ***Cerámicas***: cerámicas de vidrio, vidrios, grafito, diamante y materiales tipo diamante.
- ***Materiales compuestos***: plásticos reforzados, compuestos de matriz metálica y matriz cerámica. También se conocen como materiales de ingeniería.
- ***Nanomateriales***: aleaciones con memoria de forma, aleaciones amorfas, superconductores y otros materiales con propiedades únicas.

A medida que se desarrollan nuevos materiales aumenta la dificultad de seleccionar los más adecuados. Las estructuras aeroespaciales y otros productos como los artículos deportivos, han estado a la vanguardia en el uso de materiales nuevos. La tendencia ha sido utilizar más titanio y materiales compuestos para el fuselaje de aviones comerciales, con una disminución gradual en la utilización del aluminio y el acero. Las tendencias en el uso de materiales en todos los productos cambian constantemente, debido sobre todo a las necesidades económicas, así como a otras consideraciones.

Para probar los materiales se suelen usar formas estándar para que sea más sencillo comparar los resultados. (Cortesía de Clive Streeter © Dorling Kindersley).

9.6 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Al seleccionar los materiales para los productos, considere primero sus propiedades mecánicas: fuerza, resistencia, ductilidad, dureza, elasticidad, fatiga y fluencia. Las relaciones de fuerza a peso y de rigidez a peso del material también son importantes, especialmente para aplicaciones aeroespaciales y automovilísticas. Por ejemplo, el aluminio, el titanio y los plásticos reforzados tienen valores más altos en estas relaciones que los aceros y hierros fundidos. Por supuesto, las propiedades mecánicas especificadas para el producto y sus componentes dependerán de las condiciones en que se espera que el producto funcione. Luego considere las propiedades físicas de densidad, calor específico, expansión térmica y conductividad, punto de fusión, así como las propiedades eléctricas y magnéticas.

Las propiedades químicas también tienen un rol importante en ambientes hostiles y normales. La oxidación, la corrosión, las propiedades generales de degradación, la toxicidad y la inflamabilidad de los materiales se encuentran entre los factores importantes a considerar. Por ejemplo, en algunos desastres sucedidos en las aerolíneas comerciales han ocurrido muchas muertes causadas por los gases tóxicos generados por la combustión de materiales no metálicos en la cabina del avión.

Las propiedades de fabricación de los materiales determinan si éstos pueden fundirse, formarse, maquinarse, soldarse o tratarse térmicamente con relativa facilidad (tabla 9.1). Los métodos aplicados al procesamiento de materiales hasta lograr las formas deseadas pueden afectar negativamente las propiedades finales, la vida útil y el costo del producto.

Tabla 9.1 Características generales de fabricación para diferentes aleaciones.

Aleación	Fundibilidad	Soldabilidad	Maquinabilidad
Aluminio	Excelente	Aceptable	Buena/Excelente
Cobre	Aceptable/Buena	Aceptable	Aceptable/Buena
Hierro fundido gris	Excelente	Difícil	Buena
Hierro fundido blanco	Buena	Muy mala	Muy mala
Níquel	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Aceros	Aceptable	Excelente	Aceptable
Zinc	Excelente	Difícil	Excelente

www.FreeLibros.me

9.7 COSTO Y DISPONIBILIDAD DE MATERIALES

El costo y la disponibilidad de las materias primas, los materiales y los componentes manufacturados, son preocupaciones primordiales en la industria manufacturera. En el sentido competitivo, los aspectos económicos de la selección del material son tan importantes como las consideraciones tecnológicas de sus propiedades y características.

Si las materias primas o los componentes manufacturados o procesados no están disponibles en las formas, dimensiones y cantidades deseadas, se requerirán sustitutos y/o procesamientos adicionales, que pueden contribuir significativamente a los costos de producción. Por ejemplo, si una barra redonda de un determinado diámetro no está disponible en forma estándar, será necesario comprar una barra más grande para después reducir su diámetro mediante algún medio, como el maquinado, el estirado a través de un troquel o el esmerilado. Cuando sea posible, modifique el diseño del producto para tomar ventaja de las dimensiones estándar de las materias primas, evitando así costos adicionales de producción.

La confiabilidad del suministro, así como la demanda, afectan el costo de los materiales. La mayoría de los países importan numerosas materias primas que son esenciales para la producción. En Estados Unidos, por ejemplo, la mayoría de las materias primas como el caucho natural, los diamantes, el cobalto, el titanio, el cromo, el aluminio y el níquel se importan de otros países. Son evidentes las grandes implicaciones políticas de tal dependencia de otros países.

El procesamiento de materiales mediante diferentes métodos implica costos distintos. Algunos métodos requieren maquinaria cara; otros mucha mano de obra, y unos más necesitan emplear personal con habilidades especiales, una educación de alto nivel o una capacitación especializada.

9.8 APARIENCIA, VIDA DE SERVICIO Y RECICLAJE

La apariencia de los materiales después de haber sido manufacturados para formar parte de los productos influye en su atractivo para el consumidor. El color, la sensación al tacto y la textura de la superficie son características que todos consideramos al tomar una decisión sobre la compra de un producto.

Los fenómenos dependientes del tiempo y el servicio como el desgaste, la fatiga, la fluencia y la estabilidad dimensional, son importantes. Estos fenómenos pueden afectar significativamente el rendimiento de los productos y, si no se controlan, conducir a una falla total del producto. Del mismo modo, la compatibilidad de los materiales empleados en un producto es importante. La fricción, el desgaste y la corrosión pueden acortar la vida de los productos o provocar una falla prematura. Otro fenómeno que puede ocasionar una falla es la corrosión galvánica en las uniones de piezas hechas con metales diferentes.

El reciclaje o la eliminación apropiada de los materiales al final de su vida útil de servicio se han vuelto cada vez más importantes en una época en la que somos más conscientes de la preservación de los recursos y de la conservación de un ambiente limpio y saludable. Por ejemplo, muchos productos nuevos, como los materiales para terrazas, mesas de picnic e inclusive los paneles interiores estilizados, se hacen con PAD (polietileno de alta densidad) reciclado. El tratamiento y la disposición adecuada de los materiales y desechos tóxicos también son consideraciones importantes.

ELOGIO DE LA SUSTENTABILIDAD EN LOS NUEVOS PRODUCTOS MANUFACTURADOS

Piso RetroPlate. (Cortesía de RetroPlate System).

El pulido de concreto es una técnica relativamente nueva para volver atractivas y durables las losas de concreto nuevas y viejas, con un nuevo acabado de pisos y la reducción del uso de materiales.

En la década de 1990, RetroPlate (de Advanced Floor Products, Inc., ubicada en Provo, Utah) inició un proceso de lijado, pulido y endurecimiento químico del concreto, que ya se ha utilizado en más de 100 millones de pies cuadrados de piso. La superficie altamente durable es fácil de mantener y está libre de emisiones de COV, además de reducir los impactos de construcción y demolición; lo anterior de acuerdo con BuildingGreen, Inc., que destacó a RetroPlate en una lista de los 10 mejores Productos para la Construcción Verde.

La lista de 2006 incluye también a PaperStone™ (un material compuesto de fibra de celulosa y una resina fenólica no petrolífera derivada en parte de cáscaras de anacardo), así como a los productos de panel interior estilizado hechos de materiales reciclados por 3form, Inc. El producto de polietileno de alta densidad (PAD), 100% reciclado después de su consumo, de 3form, es un panel que se usa en canceles de baño, estaciones de trabajo interiores y acabados internos.

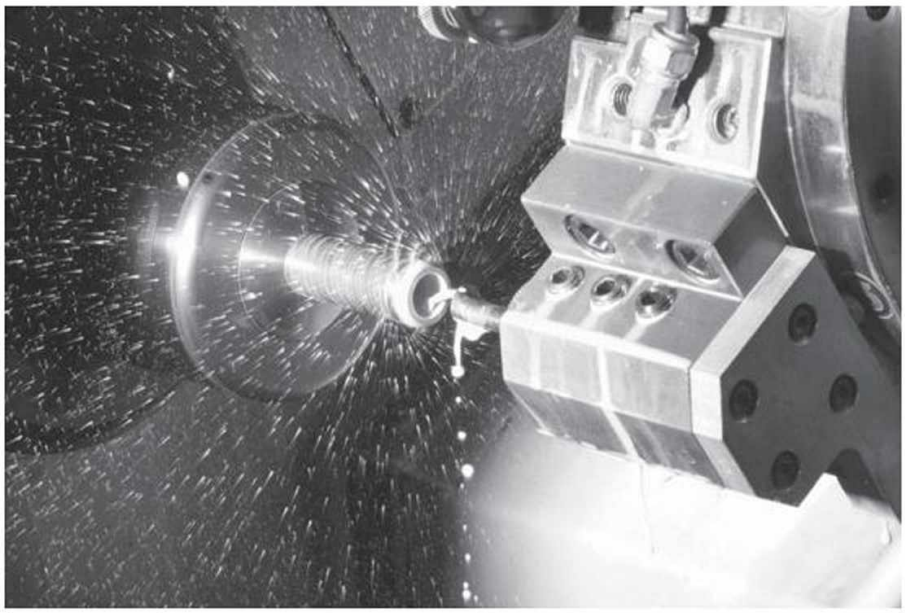
BuildingGreen Inc. publica el Environmental Building News™ y el directorio en línea GreenSpec®, que enuncia descripciones de producto para más de 2 100 artículos ambientalmente destacados, los cuales son seleccionados por los editores de BuildingGreen.

www.FreeLibros.me

9.9 PROCESOS DE MANUFACTURA

Antes de preparar un dibujo para la producción de una pieza, considere los procesos de manufactura que se van a usar. Éstos determinarán la representación de las características detalladas de la pieza, la elección de las dimensiones y la precisión del proceso de maquinado.

Para producir las piezas y formas se emplean muchos procesos. Por lo general, existe más de una forma para fabricar una pieza de un material dado. En la tabla 9.2 se enlistan los métodos comunes de producción para diversos elementos.



Este escariador industrial crea agujeros exactos. Para evitar el sobrecalentamiento se rocía refrigerante sobre la herramienta y la pieza. (Cortesía de Fertnig/ iStockphoto.com).

Tabla 9.2 Formas y algunos métodos comunes de producción.

Forma del elemento	Método de producción
Superficies planas	Laminado, cepillado, brochado, fresado, conformado, esmerilado
Piezas con cavidades	Fresado final, maquinado por descarga eléctrica, maquinado electroquímico, maquinado ultrasónico, fundición
Piezas con partes afiladas	Fundición en molde permanente, maquinado, pulido, fabricación, metalurgia de polvos
Formas huecas delgadas	Fundición en lodo, electroformado, fabricación
Formas tubulares	Extrusión, estirado, formación por laminado, girado, fundición centrífuga
Piezas tubulares	Formación en caucho, expansión con presión hidráulica, formación explosiva, girado
Curvatura en láminas delgadas	Formación por estirado, formación con martillado, fabricación, ensamble
Abertura en láminas delgadas	Punzonado, punzonado químico, punzonado fotoquímico
Secciones transversales	Trefilado, extrusión, rasurado, torneado, rectificado sin centro
Bordes cuadrados	Punzonado fino, maquinado, rasurado, cinta abrasiva
Orificios pequeños	Láser, maquinado por descarga eléctrica, maquinado electroquímico
Texturas de superficie	Moleteado, cepillado de alambre, pulido, cinta abrasiva, chorro de municiones, mordentado, deposición
Características detalladas de superficie	Acuñado, fundición de inversión, fundición en molde permanente, maquinado
Piezas roscadas	Roscado, laminado de roscas, esmerilado de roscas, seguimiento
Piezas muy grandes	Fundición, forjado, fabricación, ensamble
Piezas muy pequeñas	Fundición de inversión, maquinado, grabado, metalurgia de polvos, nanofabricación, micromaquinado

www.FreeLibros.me

(a) (b)

(a) Pieza fresada; (b) pieza torneada. (Cortesía de PENCOM).

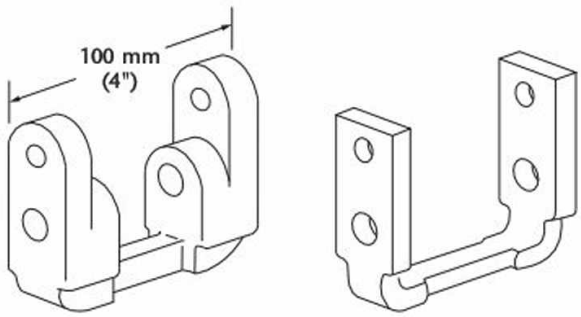
Métodos de procesamiento

Las categorías generales de los métodos de procesamiento para los materiales son:

- ***Fundición***: moldes desechables (moldeado en arena) y moldes permanentes.
- ***Conformación y formación***: laminado, forjado, extrusión, estirado, conformado de chapa, metalurgia de polvos y moldeado.
- ***Maquinado***: torneado, perforado, taladrado, fresado, cepillado, limado, brochado, rectificado, maquinado ultrasónico, maquinado químico, maquinado eléctrico, maquinado electroquímico, y maquinado con rayo de alta energía.
- ***Uniones***: soldadura, pegado, difusión, unión adhesiva y unión mecánica.
- ***Acabado***: rectificado, rodado, pulido, bruñido, desbarbado, tratamiento superficial, recubrimiento y plancheado.

La selección de un proceso de manufactura particular, o de una serie de procesos, no sólo depende de la forma en que se produce, sino también de muchos otros factores relacionados con las propiedades del material (tabla 9.1). Por ejemplo, los materiales frágiles y duros no pueden formarse con facilidad, pero pueden fundirse o maquinarse mediante varios métodos. Por lo general el proceso de manufactura altera las propiedades de los materiales. Los metales que se forman a temperatura ambiente, por ejemplo, se hacen más resistentes, más duros y menos dúctiles que antes de ser procesados.

En la figura 9.13 se muestran dos soportes de montaje hechos de acero, uno diseñado para su fundición, y otro para el estampado de láminas de metal. Observe que hay algunas diferencias en los diseños, aunque las partes son básicamente iguales. Cada uno de estos procesos de manufactura tiene sus propias ventajas y limitaciones, así como tasas de producción y costos de fabricación particulares.



(a) Fundición (b) Estampado

9.13 Dos soportes de montaje hechos de acero; (a) diseñado para fundición, y (b) diseñado para estampado.

Los ingenieros de manufactura se enfrentan constantemente al reto de encontrar nuevas soluciones a los problemas de manufactura y a la reducción de costos. Durante mucho tiempo se cortaron y fabricaron piezas de chapa con herramientas, punzonadores y troqueles tradicionales. A pesar de que aún tienen un amplio uso, algunas de estas operaciones están siendo reemplazadas por técnicas de corte con láser. A medida que avanza la tecnología computacional, la trayectoria del láser puede controlarse en forma automática para producir una amplia variedad de contornos con precisión, de manera repetida y en forma económica.

www.FreeLibros.me

9.10 ERRORES Y ACIERTOS DEL DISEÑO PRÁCTICO

Las figuras 9.14 y 9.15 muestran ejemplos en los que el conocimiento de los procesos de manufactura y sus limitaciones es esencial para un buen diseño.

Diseño de fundición

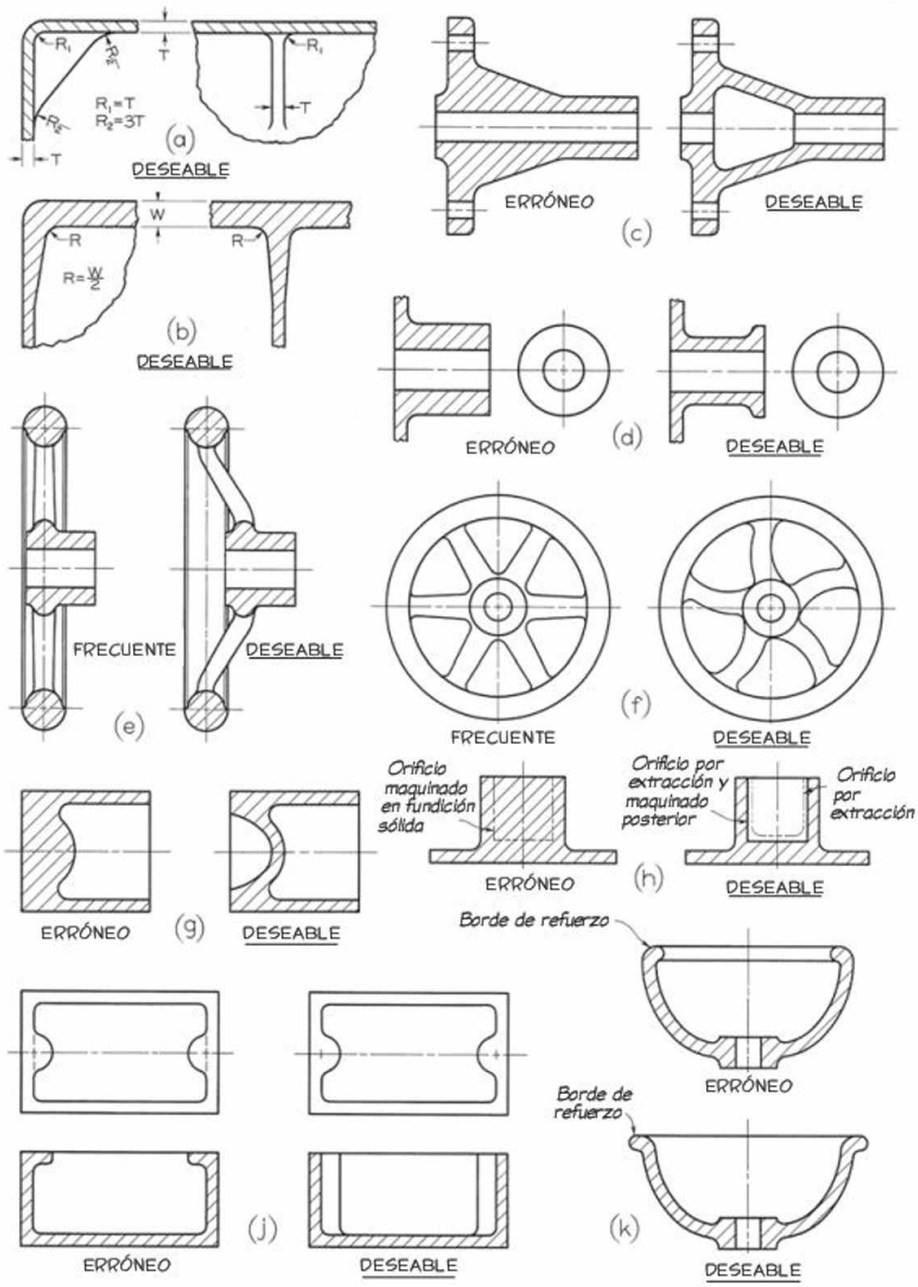
En la figura 9.14 se muestran dibujos de diseños para fundición que contienen los defectos de diseño más comunes, junto con algunas alternativas deseables.

Muchas de las dificultades en la producción de piezas de fundición resultan de los cambios bruscos en la sección o el grosor. En la figura 9.14a los espesores de la costilla son uniformes para que el metal fluya con facilidad a todas las partes. Una buena regla general a seguir es que los radios de filete sean iguales al grosor de la costilla. Siempre que sea necesario unir un elemento delgado a otro más grueso, el elemento delgado debe engrosarse a medida que se acerca a la intersección, como se muestra en la figura 9.14b.

En las figuras 9.14c, g y h se usa la extracción de núcleos para producir paredes con secciones más uniformes. En la figura 9.14d se evita un cambio brusco en las secciones al adelgazar las paredes dejando un collarín.

Las figuras 9.14e y f, muestran ejemplos en los que el diseño aceptable tiende a permitir que las piezas de fundición se enfríen sin introducir tensiones internas. El diseño menos deseable tiene una mayor posibilidad de romperse al enfriarse, puesto que no hay tolerancia en el diseño. Los rayos curveados son preferibles a los rectos, y un número impar de rayos es mejor que un número par, puesto que de esta forma se evitan los esfuerzos directos a lo largo de los rayos opuestos.

El diseño de una pieza puede causar problemas y gastos innecesarios para el taller de patrones y la fundidora, sin beneficio alguno para el diseño. Por ejemplo, en los diseños erróneos de las figuras 9.14j y k no se retirarían patrones de una sola pieza de la arena y se requerirían patrones de dos piezas. En los ejemplos deseables el diseño es correcto y útil, además de menos gravoso para el taller de patrones y la fundidora.



9.14 Errores y aciertos en el diseño de fundiciones.

www.FreeLibros.me

Consideraciones prácticas

En la figura 9.15 se muestran algunas consideraciones prácticas básicas para los diseños de manufactura con materiales diversos. En la figura 9.15a, se puede usar una pieza de hoja metálica más estrecha para ciertos diseños que pueden eslabonarse o sobreponerse. En este caso, como se muestra en la figura, los estampados pueden sobreponerse si la dimensión W se aumenta un poco para ahorrar material.

La dureza del acero tratado al calor depende del contenido de carbón. Para obtener la máxima dureza es necesario enfriar rápidamente (templar) el acero después de calentarlo, por lo que es importante que un diseño pueda enfriarse por inmersión de manera uniforme. En la figura 9.15b, la pieza sólida se endurecerá bien en el exterior pero permanecerá suave y relativamente débil en el interior. La pieza hueca en el ejemplo deseable puede enfriarse tanto en el exterior como en el interior. Por lo tanto, un eje hueco endurecido en realidad puede ser más fuerte que uno sólido.

En la figura 9.15c, una ranura redondeada (cuello) alrededor del eje en la proximidad del hombro elimina una dificultad práctica en el rectificado de precisión. Las esquinas agudas no sólo son más caras de esmerilar, sino que con frecuencia conducen a una rotura o falla.

En la figura 9.15d el diseño de la derecha elimina una costosa soldadura de refuerzo, la cual sería necesaria en el diseño de la izquierda. El ejemplo deseable tiene un metal virgen fuerte, con un radio generoso en el punto donde es probable que el esfuerzo sea más severo. Es posible que el diseño de la izquierda sea tan fuerte como el de la derecha, pero el primero requiere un mayor gasto, experiencia y equipo especial.

La perforación de una superficie inclinada resulta difícil, como se muestra en la parte izquierda de la figura 9.15e. La perforación es mucho más fácil si se proporciona una copa, como se muestra a la derecha.

El diseño de la parte izquierda de la figura 9.15f requiere el abocardado o escariado exacto de un agujero ciego hasta el fondo plano, lo cual es difícil y costoso. Es mejor perforar el agujero más profundo de lo especificado, como se muestra a la derecha, con lo que se dejará espacio para la entrada de la herramienta y el depósito de virutas.

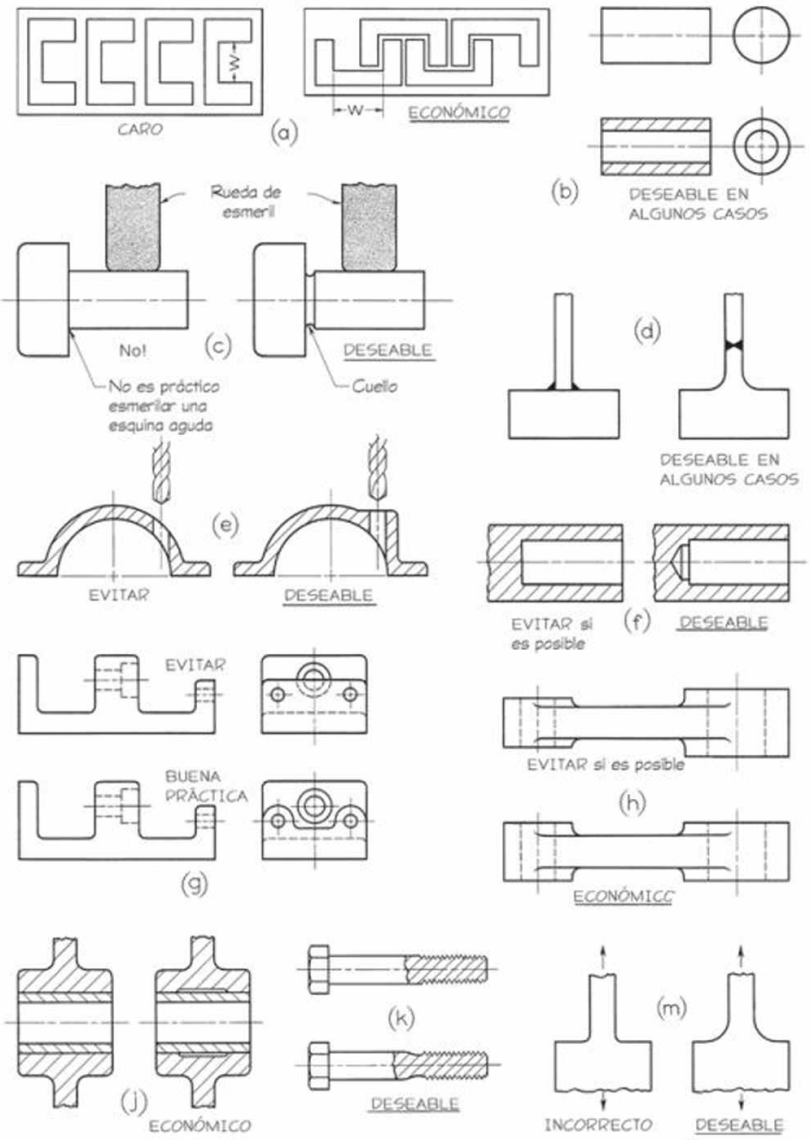
En el ejemplo superior de la figura 9.15g, no es posible usar el taladro y el avellanador para el agujero en el centro debido a la parte elevada en el extremo derecho. En el ejemplo deseable, el extremo se ha rediseñado para facilitar el acceso del taladro y el avellanador o abocardador.

En el diseño superior de la figura 9.15h, los extremos no tienen la misma altura, por lo que cada superficie plana debe maquinarse por separado. En el diseño inferior, los extremos tienen la misma altura, la superficie está en línea horizontal, y sólo se necesitan dos operaciones de maquinado. Siempre es bueno simplificar y limitar el maquinado tanto como sea posible.

El diseño de la izquierda en la figura 9.15j requiere que la caja se perfore a todo lo largo para que reciba un casquillo a presión. El tiempo de maquinado puede reducirse si la cavidad del núcleo se hace de la manera que se muestra, en el supuesto de que durante su uso se aplicarán cargas promedio.

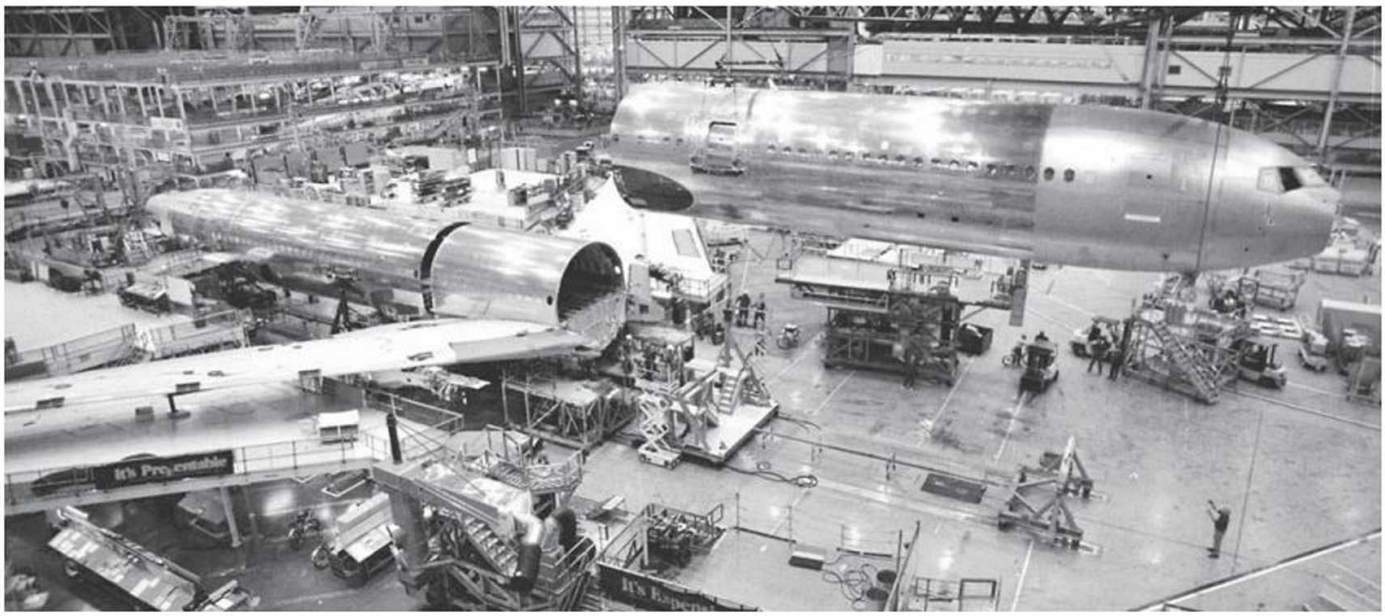
El perno inferior de la figura 9.15k está circundado por una ranura redondeada no más profunda que la raíz de la rosca. Esto hace que haya una transición suave desde el diámetro pequeño en la raíz de las roscas hasta el diámetro mayor del cuerpo del perno, lo que produce una menor concentración de esfuerzos y un perno más fuerte. Por lo general deben evitarse las esquinas angulosas internas, porque éstas son puntos donde se concentra el esfuerzo, y es posible que se den fallas.

En la figura 9.15m se está jalando una placa de acero de 0.25", como lo muestran las flechas. Al aumentar el radio de las esquinas interiores se aumenta la resistencia de la placa por la distribución de la carga en un área mayor.



9.15 Aciertos y errores del diseño práctico.

www.FreeLibros.me



9.16 Ensamble de un avión. (Cortesía AP Wide World Photos).

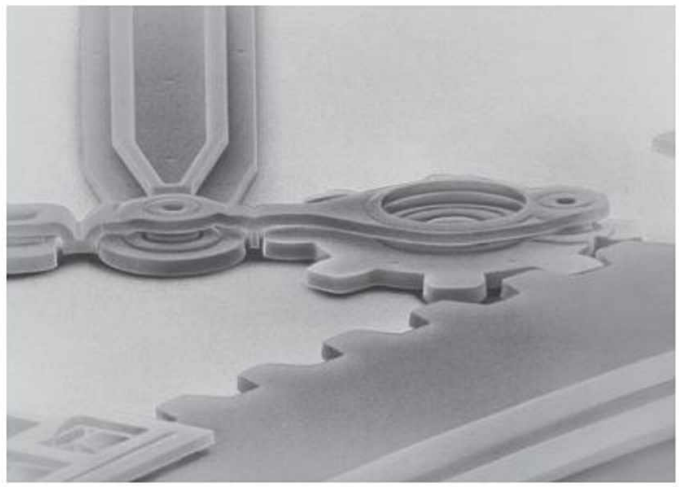
9.11 EXACTITUD DIMENSIONAL Y ACABADO SUPERFICIAL

El tamaño, el grosor y la complejidad de la forma de cada pieza tienen una influencia importante en el proceso de manufactura seleccionado para su producción. Por ejemplo, las piezas planas con secciones delgadas no pueden fundirse adecuadamente. Por otra parte, las piezas complejas no pueden formarse de manera fácil y económica, pero sí fundirse o fabricarse a partir de piezas individuales.

Las tolerancias y el acabado superficial que se obtienen con operaciones al calor no pueden ser tan buenos como los que resultan con el trabajo en frío (temperatura ambiente), puesto que durante el proceso a altas temperaturas se producen cambios dimensionales, deformaciones y oxidación de la superficie. Algunos procesos de fundición producen un mejor acabado superficial que otros, debido al acabado superficial y a los diferentes tipos de material que se usan en el molde.

El tamaño y la forma de los productos manufacturados son muy variables. Por ejemplo, el tren de aterrizaje principal de un avión bimotor Boeing 777 para 400 pasajeros tiene 4.3 m (14') de altura, con tres ejes y seis ruedas, y se hace mediante procesos de forjado y maquinado (figura 9.16). En el otro extremo está la generación de un orificio con 0.05 mm (0.002") de diámetro en la punta de una aguja con 0.35 mm (0.014") de diámetro, para la cual se sigue un proceso llamado mecanizado por descarga eléctrica. El orificio no tiene rebabas y se le ubica con una precisión de ± 0.003 mm (0.0001").

Otro ejemplo de fabricación a pequeña escala se da en la figura 9.17, que muestra los engranes microscópicos de 100 μm (0.004") de diámetro. Estos engranes tienen aplicaciones potenciales como la alimentación de energía de microrrobots para reparar células humanas, microbisturís en cirugía y obturadores de cámaras fotográficas muy precisas. Los engranes se crean mediante una galvanización especial de rayos X y una técnica de grabado en placas de metal recubiertas con una película de polímero. El engrane del centro es más pequeño que un cabello humano. Tales operaciones a pequeña escala se denominan ***nanotecnología*** y ***nanofabricación*** ("nano" significa una milmillonésima parte).



9.17 Micrografía electrónica de exploración a color del engrane impulsor (en color más claro) en un micromotor. *El engrane de color más claro en esta micrografía electrónica de exploración es más pequeño en diámetro que un cabello humano y 100 veces más delgado que una hoja de papel. Todo el dispositivo micromotor queda grabado en la superficie de una hoja de silicón, aplicando las mismas técnicas para fabricar chips de silicón.* (Cortesía de SNL/DOE\Photo Researchers, Inc.).

En la actualidad se están desarrollando técnicas de manufactura y maquinaria ultraprecisas, cuyo uso es cada vez más común. Por ejemplo, para maquinar superficies hasta un punto semejante a un espejo, la herramienta de corte es una punta de diamante muy fuerte y el equipo tiene una rigidez muy alta, además de que debe operarse en una habitación donde la temperatura se controle a 1°C. Se han implementado técnicas muy sofisticadas como la epitaxia de haz molecular y la microscopía de exploración con efecto de túnel para obtener precisiones del orden de la red atómica, ± 0.1 nm.

www.FreeLibros.me

9.18 Calibradores digitales. (Cortesía de L. S. Starrett Company).

9.12 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE USO EN LA MANUFACTURA

Aunque el operario utiliza diferentes dispositivos de medición de acuerdo con el tipo de dimensiones (fraccionales, decimales o métricas) que se muestren en el dibujo, para dimensionar correctamente, el diseñador de ingeniería debe tener un conocimiento práctico de las herramientas de medición comunes. El ***escalímetro para maquinistas***, o regla de acero, es una herramienta de medición de uso común en los talleres. La división más pequeña en una escala de esta regla es 1/64", la cual se utiliza para las dimensiones fraccionarias comunes. Además, muchas reglas para maquinistas tienen una escala decimal cuya división más pequeña es 0.010, que se usa cuando las dimensiones en el dibujo están dadas en sistema decimal. Para comprobar el tamaño nominal de un diámetro exterior, se usan los ***calibradores digitales*** o de pantalla, como el que se muestra en la figura 9.18. Una práctica común es verificar las medidas hasta 0.025 mm (0.0010") con estos instrumentos, y en ciertos casos también se utilizan para medir directamente hasta 0.0025 mm (0.00010"). Algunos dispositivos de medición digitales también incluyen impresoras/registradoras que proporcionan una copia impresa de las mediciones, e incluso una lista con la media estadística, los valores máximo y mínimo, y la desviación estándar.

La mayoría de los dispositivos de medición en la industria manufacturera se pueden ajustar de modo que puedan usarse para realizar una amplia gama de mediciones, pero algunos dispositivos de medición están diseñados para su uso en una dimensión particular únicamente. Éstos se denominan ***medidores fijos***. Un tipo común de medidor fijo se llama medidor "pasa/no pasa". En la figura 9.19 se muestra un ejemplo de un medidor cuyo extremo tiene el diámetro adecuado para que quepa en un agujero que tenga el tamaño correcto, pero en el otro extremo su tamaño es tal que no cabe en un agujero aun cuando éste tenga el tamaño correcto. El diseño de dispositivos y medidores es un área de especialidad importante en la manufactura.

9.19 Calibrador Pasa/no pasa. (Cortesía de Tom Jungst).

9.13 COSTOS OPERATIVOS Y DE MANUFACTURA

El diseño y el costo de las herramientas, el tiempo de preparación requerido para comenzar la producción y el efecto del material de la pieza sobre la herramienta y la vida del troquel, son consideraciones importantes. Dependiendo de su tamaño, forma y vida útil, el costo de las herramientas puede ser sustancial. Por ejemplo, un conjunto de troqueles de acero para el estampado de defensas de hoja metálica para automóviles puede costar alrededor de 2 millones de dólares.

Para las piezas hechas con materiales costosos, cuanto menor sea la tasa de desperdicio, más económico será el proceso de producción; por lo tanto, debe hacerse cualquier intento para llevar los residuos a un nivel de cero. Debido a que el maquinado genera virutas, éste puede llegar a ser más costoso que las operaciones de formación si todos los demás factores son iguales.

La disponibilidad de las máquinas y los equipos y la experiencia operativa dentro de la planta manufacturera también son factores importantes del costo. Hay piezas que quizá deban ser fabricadas por empresas ajenas. Los fabricantes de automóviles, por ejemplo, compran muchas piezas a proveedores externos, o los hacen otras empresas siguiendo las especificaciones del fabricante de automóviles.

La cantidad de piezas necesarias y la tasa de producción requerida (piezas por hora) son importantes para determinar los procesos que se utilizarán y la economía de la producción. Las latas de refresco o los transistores, por ejemplo, se consumen en cantidades y a tasas mucho más altas que los telescopios o las hélices de los barcos.

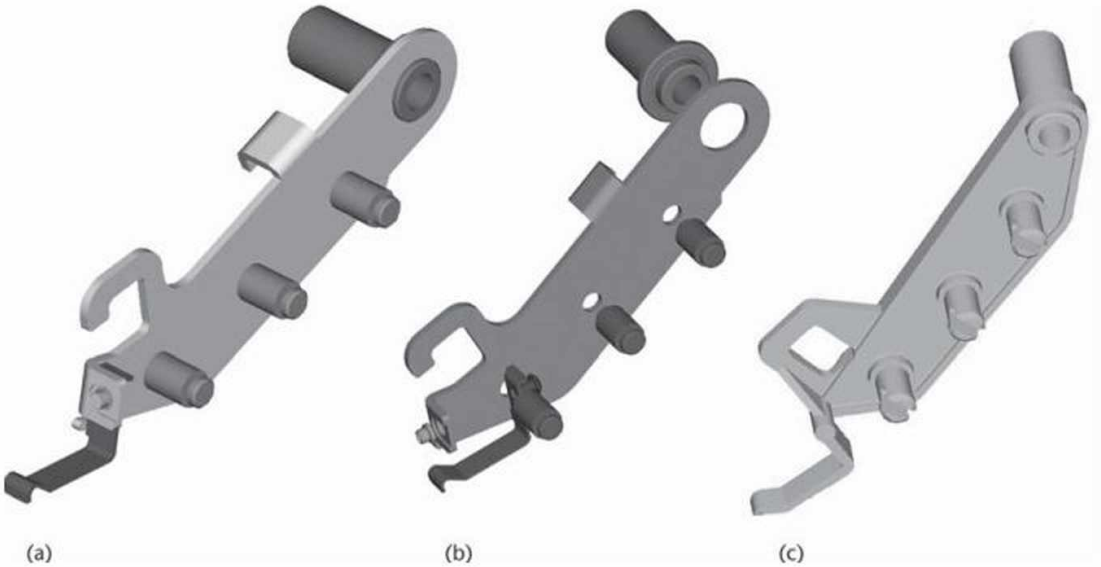
La operación de la maquinaria tiene importantes implicaciones ambientales y de seguridad. Dependiendo del tipo de operación, algunos procesos perjudican el medio ambiente, como el uso de lubricantes a base de aceites en el procesamiento de metales al calor. A menos que se controlen adecuadamente, estos procesos pueden causar polución del aire y del agua, así como contaminación acústica. El uso seguro de la maquinaria es otra consideración importante, dado que requiere tomar precauciones para eliminar los riesgos en el lugar de trabajo.

www.FreeLibros.me

9.14 CONSECUENCIAS DE LA SELECCIÓN DEL MATERIAL Y EL PROCESO

Hay muchos ejemplos en los que las fallas del producto pueden rastrearse hasta una mala selección de los materiales o de los procesos de fabricación, e inclusive en un mal control de las variables del proceso. Por lo general, se considera que un componente o un producto han fallado cuando:

- Deja de funcionar (eje, engrane, perno, cable o hélice de turbina, rotos).
- No funciona correctamente o no se desempeña dentro de los límites de la especificación requerida (cojinetes, engranes, herramientas y troqueles gastados).
- Se vuelve poco confiable o poco seguro para su uso posterior (cable deshilachado en un cabrestante, grieta en un eje, mala conexión en una tarjeta de circuitos impresos, o delaminación de un componente de plástico reforzado).



9.20 Manufactura de la forma neta. *La pieza original (a) muestra que requiere el ensamble de varias piezas; el nuevo diseño (b) muestra que esta pieza es más fácil de ensamblar; pero al cambiar el diseño a (c), una sola pieza de plástico, no se requiere ensamble.* (Cortesía de Tektronix).

9.15 MANUFACTURA DE LA FORMA NETA

Debido a que no todas las operaciones de manufactura producen piezas acabadas, pueden requerirse operaciones adicionales. Por ejemplo, una pieza forjada no tendrá las dimensiones o el acabado superficial deseados, por lo que se requerirán operaciones adicionales como el maquinado o el escariado. Del mismo modo, si es difícil, imposible o económicamente indeseable, producir una pieza con agujeros aplicando un solo proceso de manufactura, pueden requerirse procesos como la perforación. En otro ejemplo, los agujeros producidos por un proceso de manufactura particular pueden no tener la redondez, la precisión dimensional o el acabado superficial adecuados, lo que origina la necesidad de operaciones adicionales como el rectificado.

Las operaciones de acabado pueden contribuir significativamente a los costos de un producto. En consecuencia, hay una tendencia a la ***manufactura de la forma neta*** o cercana a la forma neta. En estos procesos de fabricación la pieza está hecha lo más cercana posible a las dimensiones finales, las tolerancias, los acabados superficiales y las especificaciones deseadas. Entre los ejemplos típicos de estos métodos están el forjado y la fundición de piezas cercanas a la forma neta, las piezas estampadas de chapa, los plásticos moldeados por inyección, y los componentes fabricados por técnicas de metalurgia de polvos. La figura 9.20 muestra: (a) un subensamble como se diseñó originalmente; (b) el rediseño para lograr facilidad de ensamble; y, finalmente, (c) el diseño para la manufactura de la forma neta como una sola pieza moldeada por inyección.

www.FreeLibros.me

9.16 MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA

Los principales objetivos de la automatización en las instalaciones de manufactura son la integración de diversas operaciones para mejorar la productividad, aumentar la calidad y la uniformidad del producto, minimizar los tiempos de ciclo y reducir los costos de mano de obra. Desde la década de 1940 la automatización se ha acelerado debido a los rápidos avances en los sistemas de control de la maquinaria y la tecnología computacional.

Pocos desarrollos en la historia de la manufactura han tenido un impacto más significativo que las computadoras. Las computadoras se utilizan ahora en una amplia gama de aplicaciones, como el control y la optimización de los procesos de fabricación, el manejo de materiales, el montaje, la inspección automatizada y las pruebas de productos, así como el control de inventarios y numerosas actividades de gestión. Comenzando con las gráficas por computadora y el diseño y la manufactura asistidos por computadora, el uso de esta tecnología se ha extendido hasta la manufactura integrada por computadora (CIM), la cual es particularmente efectiva debido a su capacidad para:

- responder a los cambios rápidos en la demanda del mercado y a la modificación de los productos;
- usar de mejor manera los materiales, la maquinaria y el personal, así como reducir los inventarios;
- controlar de un mejor modo la producción y la gestión de la operación total de manufactura; y
- generar productos de alta calidad a bajo costo.

Principales aplicaciones de las computadoras en la manufactura

El ***control numérico por computadora*** (CNC) es un método para controlar los movimientos de los componentes de una máquina mediante la introducción directa de instrucciones codificadas en forma de datos numéricos. El control numérico fue implementado por primera vez a principios de la década de 1950 y se considera un gran avance en la automatización de las máquinas.

El ***control adaptativo*** (CA) ajusta automáticamente los parámetros en un proceso de manufactura para optimizar la velocidad de producción y la calidad del producto, así como para minimizar el costo. Los parámetros como las fuerzas, las temperaturas, el acabado superficial y las dimensiones de la pieza se monitorean constantemente. Si se salen del rango aceptable, el sistema ajusta las variables del procesamiento hasta que los parámetros estén de nuevo dentro del rango aceptable.

Los ***robots industriales*** se introdujeron a principios de la década de 1960 y han ido reemplazando a los humanos en las operaciones de carácter repetitivo, aburrido, y peligroso, con lo que se reduce la posibilidad de error humano, disminuye la variabilidad en la calidad del producto y mejora la productividad. En la actualidad se están desarrollando robots con capacidades de percepción sensorial (robots inteligentes), los cuales realizan movimientos que simulan los de los humanos.

El ***manejo automatizado de materiales***, controlado por computadoras, ha permitido un manejo altamente eficiente de materiales y productos en diversas fases de ejecución (trabajo en proceso), desde el almacenamiento hasta el maquinado, de máquina a máquina, y en los puntos de inspección, inventario y envío.

Los sistemas de ***ensamble automatizado y robótico*** están sustituyendo el costoso ensamble realizado por operadores. Los productos se diseñan o rediseñan para que una máquina pueda ensamblarlos con mayor facilidad.

La ***planeación del proceso asistido por computadora*** (PPAC) es capaz de mejorar la productividad de una planta mediante la optimización de los planes de proceso, lo que reduce los costos de planificación y mejora la consistencia de la calidad y la confiabilidad del producto. Algunas funciones como la estimación de costos y las normas de trabajo (tiempo necesario para realizar una determinada operación) también pueden incorporarse en el sistema.

La ***tecnología de grupo*** (TG) agrupa y produce piezas al clasificarlas en familias, de acuerdo con sus similitudes en el diseño y en los procesos de fabricación. De esta manera pueden estandarizarse los diseños y los planes de proceso de las piezas, y las familias de piezas pueden producirse de manera eficiente y económica.

La producción ***justo a tiempo*** (JIT) procura entregar los suministros en el tiempo exacto para su uso, las partes se producen justo a tiempo para convertirse en subensambles y ensambles, y los productos se terminan oportunamente para su entrega al cliente. De esta manera, los costos de inventario se reducen, los defectos de las piezas se detectan de inmediato, la productividad aumenta y se pueden generar productos de alta calidad a bajo costo.

La ***manufactura celular*** implica estaciones de trabajo, las cuales son células de manufactura que por lo general incluyen un robot central y varias máquinas, cada una realizando una operación diferente sobre la pieza.

Los ***sistemas flexibles de manufactura*** (SFM) integran las células de manufactura en una unidad más grande, todo conectado con una computadora central. Los sistemas flexibles de producción tienen el mayor nivel de eficacia, sofisticación y productividad en la industria. Aunque son costosos, tienen la capacidad de producir piezas aleatoriamente y cambiar las secuencias de fabricación para diferentes piezas con suma rapidez; en consecuencia, pueden ajustarse a los cambios rápidos de la demanda del mercado para varios tipos de productos.

Los ***sistemas expertos*** son, básicamente, programas inteligentes de computadora. Dichos sistemas se están desarrollando rápidamente con la capacidad para realizar tareas y resolver problemas difíciles de la vida real como lo harían expertos humanos.

La ***inteligencia artificial*** (IA) implica el uso de máquinas y computadoras para reemplazar a la inteligencia humana. Los sistemas controlados por computadora están obteniendo la capacidad de aprender de la experiencia y tomar decisiones que optimicen las operaciones y minimicen los costos. Las redes neuronales artificiales, diseñadas para simular los procesos de pensamiento del cerebro humano, tienen la capacidad de modelar y simular instalaciones de producción, dar seguimiento y tener control de los procesos de manufactura, diagnosticar problemas en el rendimiento de la maquinaria, llevar a cabo la planificación financiera, y administrar la estrategia de manufactura de una compañía.

www.FreeLibros.me

9.17 MANUFACTURA COMPARTIDA

Aunque las grandes compañías pueden permitirse poner en práctica la tecnología actual y asumir riesgos, por lo general las empresas pequeñas tienen dificultades para hacerlo debido a las limitaciones de personal, recursos y capital. En años recientes se ha propuesto el concepto de ***manufactura compartida***, que consiste en una red regional o nacional de instalaciones de manufactura con equipos de última generación para la formación, desarrollo de prototipos y corridas de producción a pequeña escala para ayudar a las pequeñas compañías a desarrollar productos que compitan en el mercado global.

En vista de estos avances y su potencial, algunos expertos prevén una fábrica del futuro en la que la producción se lleve a cabo con poca o ninguna intervención humana directa. Aunque el debate sigue siendo controversial, se espera que el rol del hombre en este sistema se limite a la supervisión, mantenimiento y modernización de las máquinas, las computadoras y el software.

9.18 MÉTODOS DE MANUFACTURA Y EL DIBUJO

En el diseño de una pieza, considere qué materiales y procesos de manufactura se van a utilizar. Estos procesos determinarán la representación de las características detalladas de la parte, la elección de las dimensiones y la precisión del maquinado o el procesamiento. Los principales métodos para el conformado de metales son:

- ***Fundición***
- ***Maquinado*** de material estándar
- ***Soldadura***
- ***Formación*** a partir de material en láminas
- ***Forjado***

El conocimiento de estos procesos, junto con una profunda comprensión del uso previsto de la pieza, ayudará a determinar algunos procesos de manufactura básica.

En la fundición en arena todas las superficies fundidas conservan una textura áspera, con todas las esquinas redondeadas o fileteadas. Las esquinas agudas indican que al menos una de las superficies recibe acabado (es decir, trabajo de maquinado adicional, normalmente para producir una superficie plana), y las marcas del acabado se muestran en la vista de perfil de la superficie terminada. Las piezas de plástico son parecidas en muchos aspectos a las fundiciones porque tienen esquinas fileteadas o redondeadas para permitir la extracción de las piezas del molde.

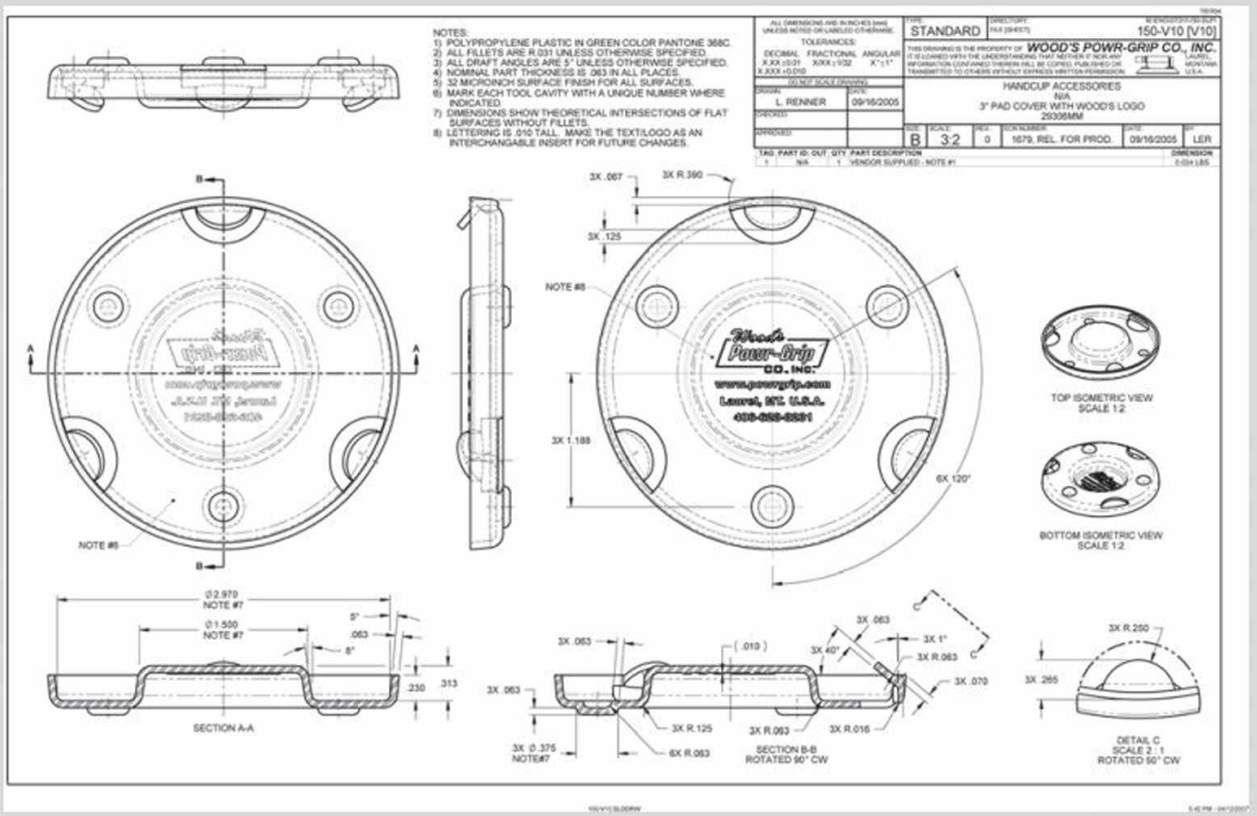
En los dibujos de las piezas maquinadas a partir de material estándar, la mayoría de las superficies se representan como maquinadas. En algunos casos, como en los ejes, la superficie existente en el material original suele ser bastante exacta aun sin un proceso de acabado. Por lo general, las esquinas son agudas, pero cuando es necesario se maquinan los filetes y redondeados. Por ejemplo, una esquina interior puede maquinarse con un radio para proporcionar mayor fuerza.

En los dibujos de soldadura se cortan varias piezas a la medida y se sueldan entre sí. Los símbolos de soldadura (que se presentan en el apéndice 31) indican las soldaduras necesarias. Por lo general no existen filetes y redondeados, excepto los generados durante el propio proceso de soldadura. Determinadas superficies pueden maquinarse después de aplicar la soldadura o, en algunos casos, antes de soldar. Tenga en cuenta que los sitios donde hay una unión de piezas individuales se representan mediante líneas.

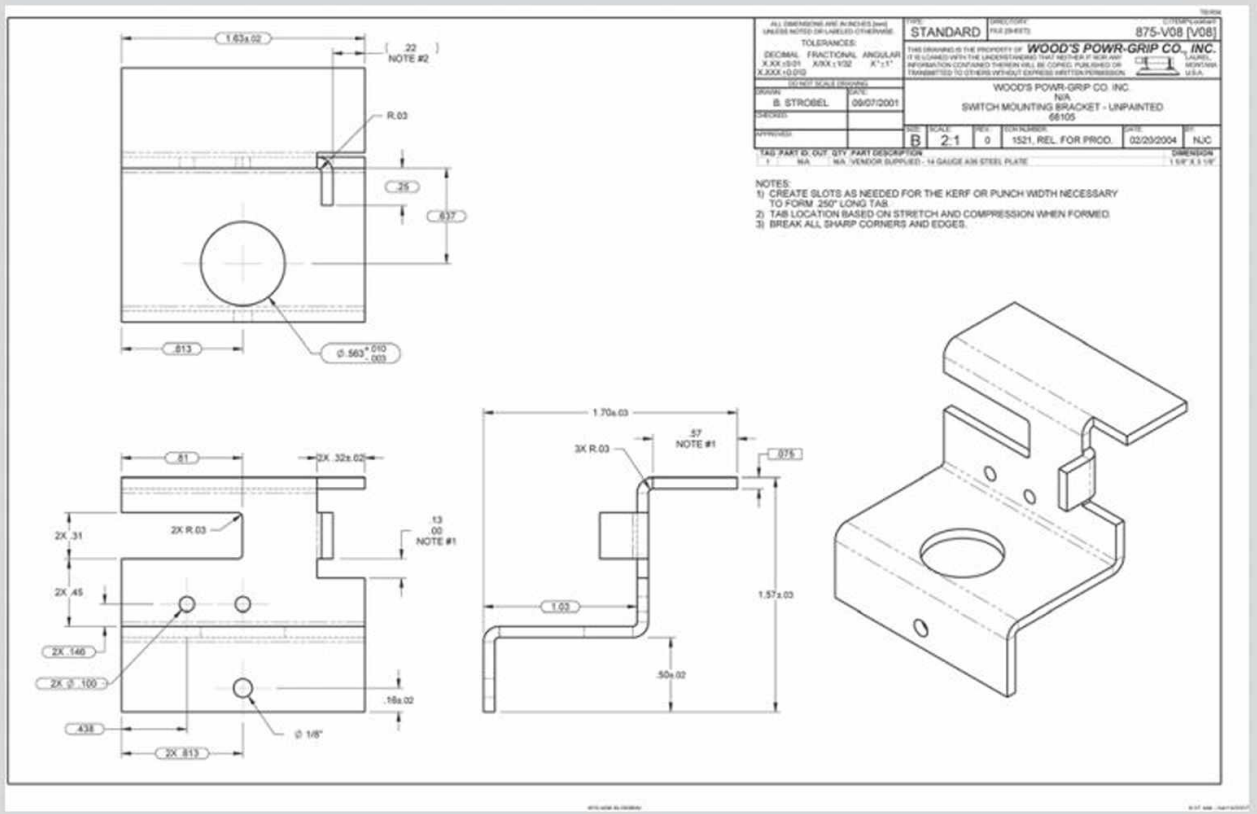
En los dibujos en hojas metálicas, el espesor del material es uniforme y por lo general se hace una nota con la especificación del material en vez de una dimensión en el dibujo. Los radios de los dobleces y relieves en las esquinas se especifican de acuerdo con la práctica estándar. Para las dimensiones puede usarse el sistema decimal o bien las pulgadas métricas. Al determinar un tamaño del claro plano es posible que se requieran tolerancias de material adicional para las juntas.

Para las piezas forjadas pueden hacerse dibujos separados para el fabricante de troqueles y para el maquinista. El dibujo de forjado sólo proporciona la información para producir la forja, y las dimensiones dadas son las requeridas por el fabricante de troqueles. Todas las esquinas son redondeadas o fileteadas y se muestran como tales en el dibujo. El proyecto se dibuja a escala y se suele especificar en grados en una nota. Un dibujo independiente para el maquinista muestra la ubicación y el tamaño de los agujeros perforados, y la información de los acabados superficiales.

www.FreeLibros.me

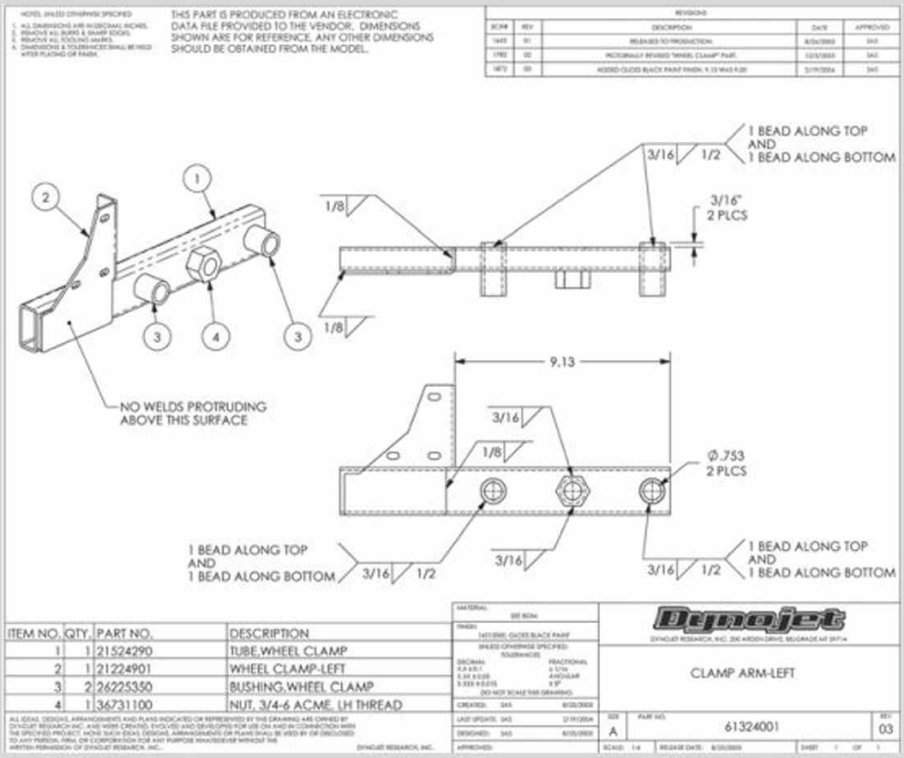


Dibujo de una pieza de plástico moldeado. (Cortesía de Wood's Power-Grip Co., Inc.).

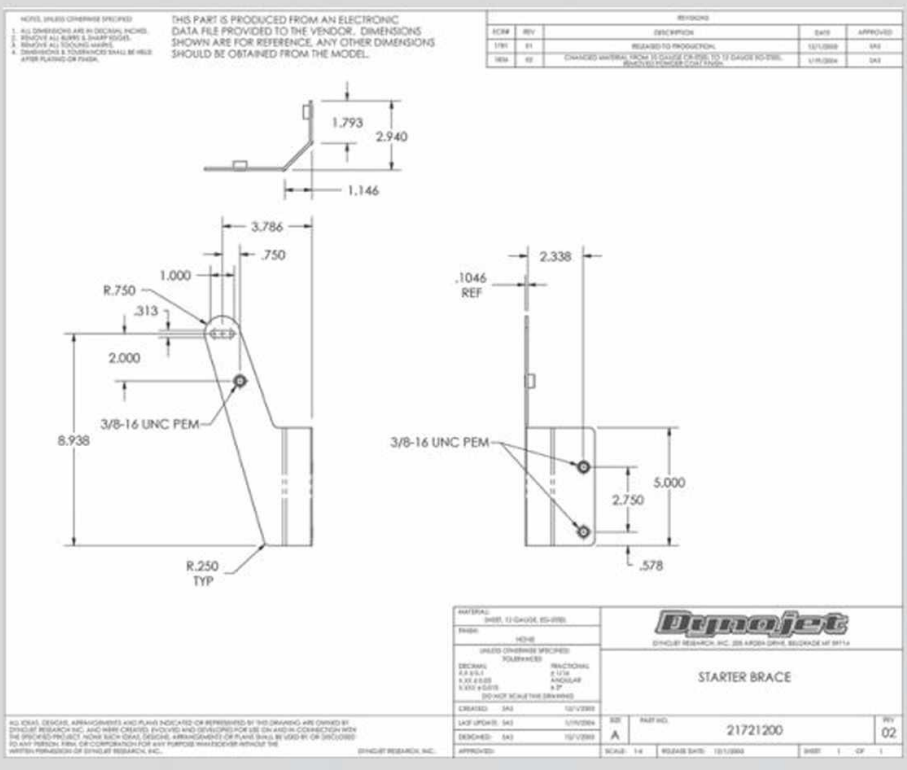


Dibujo de una pieza de hoja metálica. (Cortesía de Wood's Power-Grip Co., Inc.).

www.FreeLibros.me



Dibujo de un ensamble soldado. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).



Dibujo de una pieza de hoja metálica. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Acabado
Aparato de estereolitografía (AEL)
Calibradores digitales
Cavidad
Cerámica
Control adaptativo (CA)
Control numérico por computadora (CNC)
Creación rápida de herramientas
Curado de piso sólido (CPS)
Diseño asistido por computadora
Diseño para la manufactura (DPM)
Ensamble automatizado y robótico
Escalímetro para maquinistas
Extracción de núcleos
Forjado
Formación
Formación y conformado
Fundición
Grupo de tecnología (GT)
Impresión en 3D
Ingeniería asistida por computadora
Ingeniería concurrente
Ingeniería del ciclo de vida
Inteligencia artificial (IA)
Manejo automatizado de materiales
Manufactura asistida por computadora
Manufactura celular
Manufactura compartida
Manufactura de corteza topográfica (MCT)
Manufactura de la forma neta
Manufactura de objetos laminados (MOL)
Maquinado
Materiales compuestos
Medidores fijos
Metales ferrosos
Metales no ferrosos
Modelado por deposición fundida (MDF)
Nanofabricación
Nanomateriales
Nanotecnología
Planeación del proceso asistida por computadora (PPAC)
Plásticos
Producción justo a tiempo (JIT)
Producción por fundición directa de una corteza (PFDC)
Productos continuos
Productos discretos
Prototipado rápido
Prototipo virtual
Robots industriales
Sinterización selectiva por láser (SSL)
Sistemas expertos
Sistemas flexibles de manufactura (SFM)
Soldadura
Unión

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- La manufactura moderna implica el diseño de productos, la selección de materiales y la selección de procesos. El proceso de transformación de las materias primas en un producto terminado se llama proceso de manufactura.
- El proceso de diseño requiere una comprensión clara de las funciones y el desempeño esperado del producto.
- La ingeniería concurrente integra el proceso de diseño con la producción para optimizar el ciclo de vida del producto.
- El diseño, la ingeniería y la manufactura asistidos por computadora, se usan para construir y estudiar modelos (prototipos), lo que permite que el diseñador conceptualice objetos con mayor facilidad y de manera más rentable.
- La selección de los materiales adecuados es clave para el desarrollo de productos exitosos.
- Los métodos de procesamiento en la manufactura han cambiado dramáticamente durante las últimas décadas. Ahora es posible implementar procesos más eficientes en cuanto a los costos y el tiempo usando la manufactura integrada por computadora.

PREGUNTAS DE REPASO

1. Mencione las tres fases importantes del proceso de manufactura.
2. Defina *ingeniería concurrente* y explique cómo puede usarse para mejorar el proceso de diseño y manufactura.
3. Defina el *desarrollo de productos integrados* y explique sus beneficios.
4. Defina el *trabajo cooperativo asistido por computadora* y analice su relación con la ingeniería concurrente.
5. Defina *modelado para el ensamble* y mencione al menos dos beneficios para el fabricante moderno.
6. Explique los beneficios del prototipado rápido.
7. Mencione cuatro tipos de materiales empleados en la manufactura actual.
8. Mencione las cinco categorías generales del procesamiento para la manufactura.
9. Dé al menos dos ejemplos de nanotecnología.
10. Mencione cuatro tipos de dispositivos de medición.
11. Indique tres consecuencias de la selección inadecuada de materiales y procesos.
12. Mencione cuatro aplicaciones de la manufactura integrada por computadora.

www.FreeLibros.me

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO DIEZ

DIMENSIONAMIENTO

OBJETIVOS

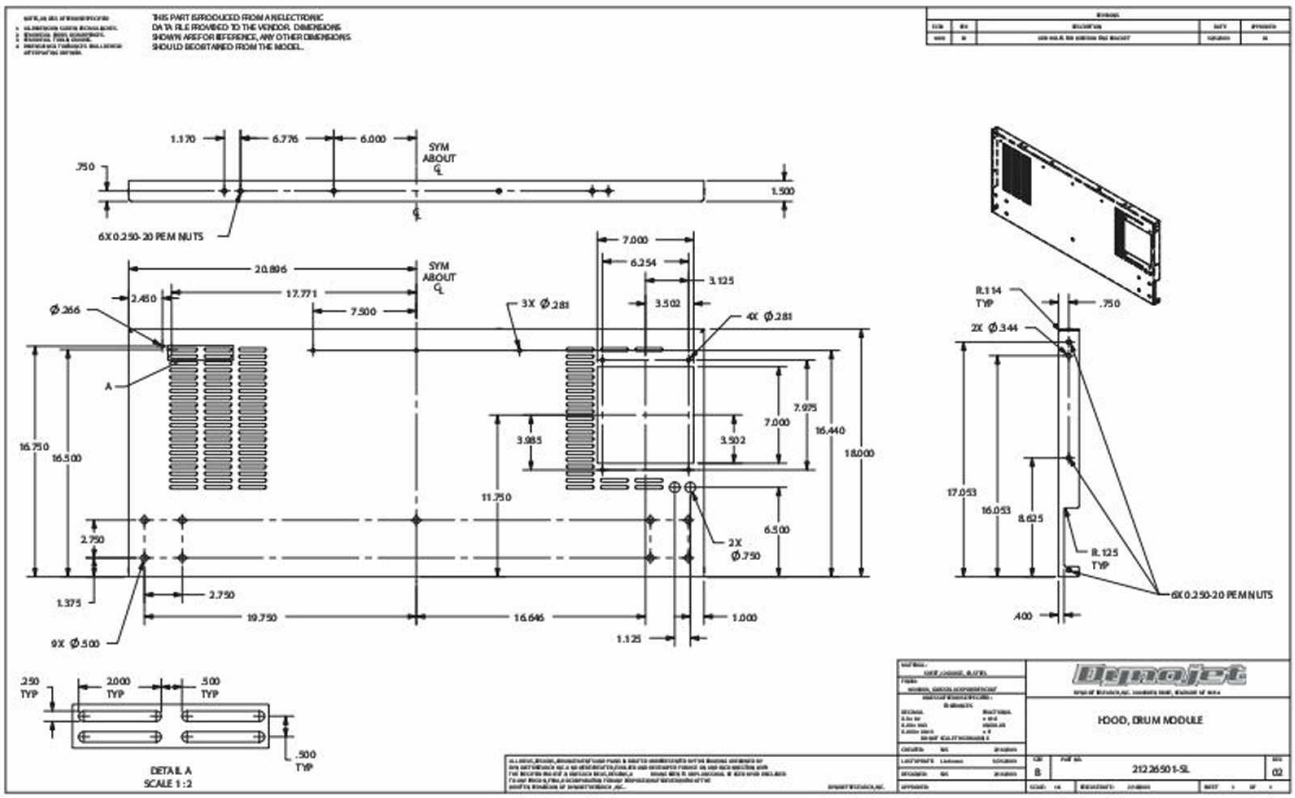
Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Usar las técnicas convencionales de dimensionamiento para describir con precisión el tamaño y la forma de un dibujo de ingeniería.
2. Crear y leer un dibujo en una escala específica.
3. Colocar correctamente las líneas de dimensión, las líneas de extensión, los ángulos y las notas.
4. Dimensionar círculos, arcos y superficies inclinadas.
5. Aplicar símbolos y notas sobre el acabado en un dibujo.
6. Dimensionar contornos.
7. Seguir procedimientos estándar para dimensionar prismas, cilindros, orificios y curvas.
8. Enunciar las prácticas para dimensionar un modelo sólido como documentación.
9. Identificar los lineamientos para los aciertos y errores en el dimensionamiento.

Consulte las siguientes normas:

- *ANSI/ASME Y14.5—2009 Dimensionamiento y tolerancia.*
- *ASME Y14.41—2003 Prácticas de los datos digitales para la definición del producto.*
- *ASME B4.2—1978 (R1999) Límites y ajustes métricos recomendados.*

www.FreeLibros.me



Dibujo dimensionado a partir de un modelo sólido. *Este dibujo dimensionado de la cubierta de un módulo hecho de hoja metálica fue creado a partir de un modelo en 3D utilizando SolidWorks.* (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

INTRODUCCIÓN

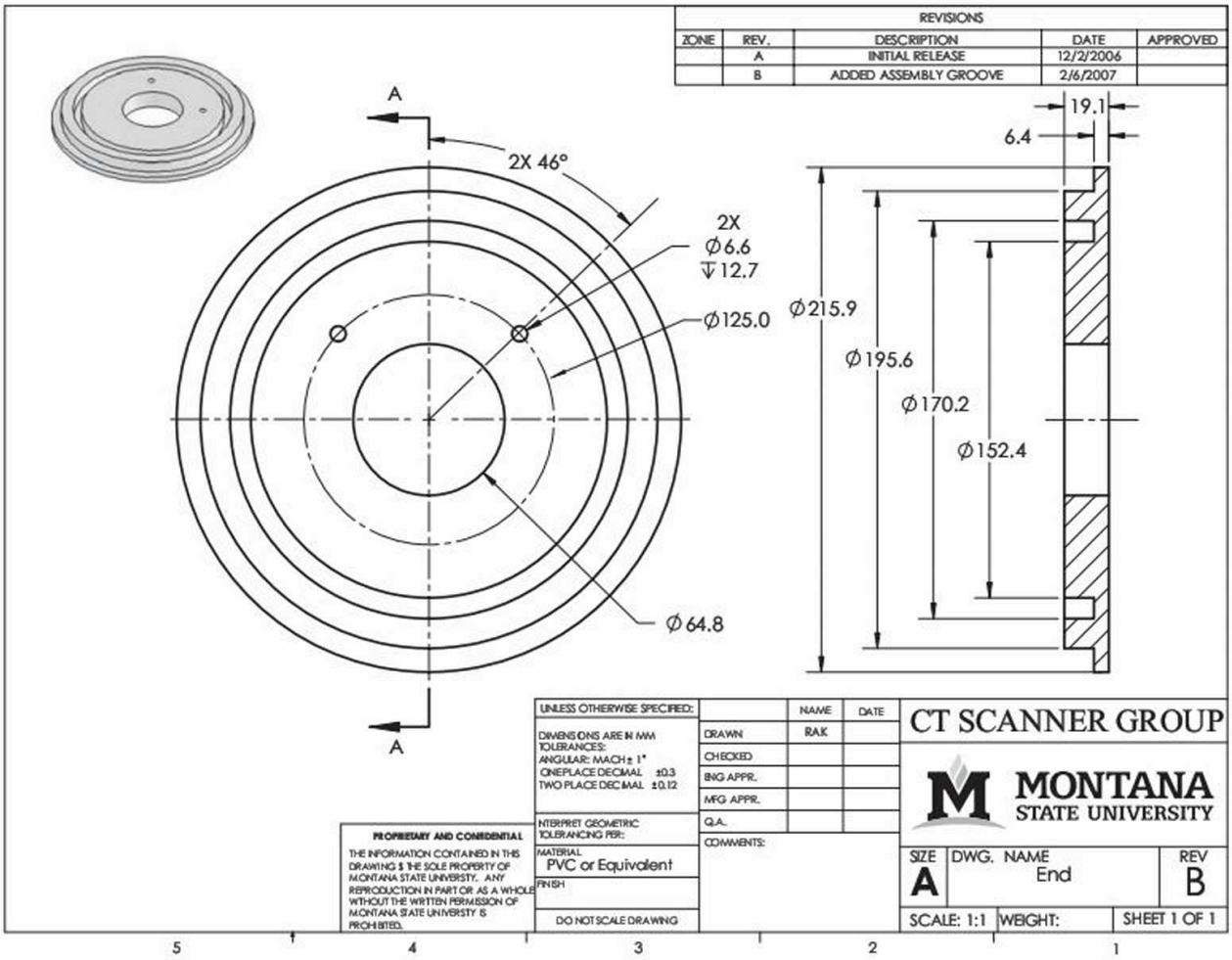
Al diseñar las características de un objeto es esencial que describa tanto sus formas, como sus tamaños y ubicaciones. Las dimensiones y las notas indican el tamaño, el acabado y otros requisitos para definir plenamente lo que usted quiere fabricar.

Las organizaciones de normalización prescriben cómo deben aparecer las dimensiones y las reglas generales para su selección y colocación en el dibujo, así como en los modelos digitales; pero se necesita habilidad y práctica para dimensionar los dibujos de modo que su interpretación sea clara e inequívoca.

Si va a crear dibujos en 2D o en 3D, los sistemas de CAD son excelentes para generar dimensiones que sigan las normas en cuanto a su apariencia. Sin embargo, el trabajo de seleccionar qué dimensión mostrar o dónde colocarla en un dibujo implica un nivel de inteligencia que no se contiene en la mayoría de los sistemas de CAD. Las decisiones importantes siguen dependiendo del usuario de CAD; en otras palabras, *de usted.*

El aprendizaje de buenas prácticas de dimensionamiento e indicación de tolerancias para definir la geometría de las piezas también puede ayudar a crear mejores modelos sólidos en 3D. Si usted comprende a profundidad cómo se definen el tamaño y la ubicación de las características del modelo, puede planear cómo mostrar esta información con toda claridad en el modelo.

www.FreeLibros.me



10.1 Dimensiones generadas automáticamente. *Las vistas y las dimensiones pueden generarse de manera automática a partir de un modelo sólido.* (Cortesía de Robert Kincaid).

QUÉ ES EL DIMENSIONAMIENTO

Hasta ahora usted ha estado aprendiendo a describir totalmente la forma de un objeto utilizando diferentes tipos de vistas en un dibujo. Al proporcionar las dimensiones usted describe los tamaños y la ubicación de las características del diseño.

La necesidad de que las piezas sean intercambiables es la base del moderno dimensionamiento de las partes. Los dibujos de los productos deben dimensionarse de manera que el personal de producción en todo el mundo pueda hacer que las piezas de un ensamble se ajusten correctamente al momento de unirlas o al usarlas para reemplazar otras piezas.

La creciente necesidad de manufactura de precisión y la capacidad de intercambio ha desplazado la responsabilidad de controlar el tamaño a los ingenieros de diseño o a los bocetistas de detalle. El operario debe interpretar correctamente las instrucciones dadas en los dibujos para producir una parte requerida o para construir un edificio o un sistema. Usted debe estar familiarizado con los materiales y los métodos de construcción, así como con los requisitos de producción para crear dibujos que definan exactamente lo que usted quiera que se fabrique.

Las prácticas de dimensionamiento en los planos arquitectónicos y estructurales son semejantes en muchos aspectos a las del dimensionamiento para piezas de manufactura, pero algunas prácticas difieren. La sección de portafolio que se presenta a lo largo de este libro muestra una serie de dibujos que usted puede usar para familiarizarse con las prácticas de otras disciplinas.

En la figura 10.1 se muestra un dibujo dimensionado en CAD que se creó a partir de un modelo sólido. Aunque CAD puede ser de gran ayuda para lograr una técnica de dimensionamiento adecuado, usted debe aportar la inteligencia necesaria para elegir el lugar y las dimensiones de modo que el dibujo exprese con claridad el diseño. Inclusive si usted va a presentar archivos de CAD en 3D como la definición del producto, deberá considerar la precisión con que deben concordar las piezas que recibirá y la definición del modelo. Una manera de hacerlo es la especificación directa de las tolerancias sobre el modelo. Acuda al Anexo 1 para aprender más acerca de las tolerancias.

www.FreeLibros.me

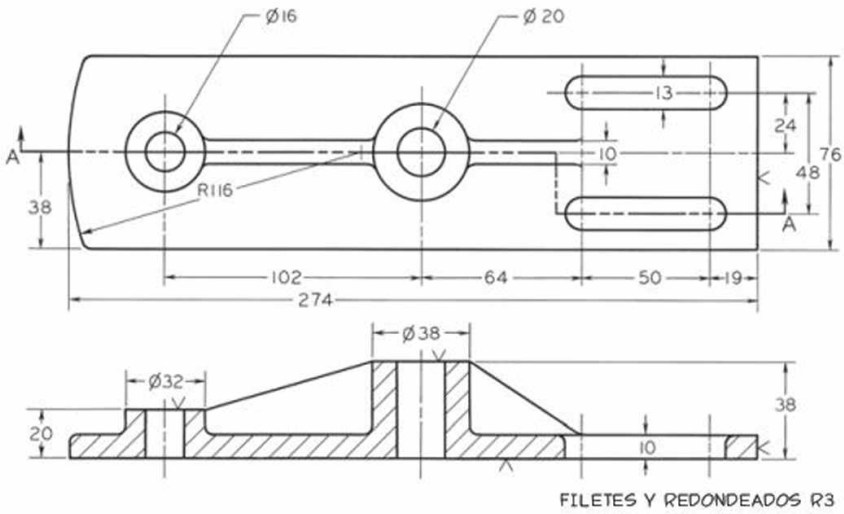
Tres aspectos del buen dimensionamiento

Las ***dimensiones*** se dan en forma de distancias, ángulos y notas, independientemente de las unidades de dimensionamiento que se usen. Tanto para CAD como para el dibujo a mano, la capacidad de crear buenos dibujos dimensionados requiere lo siguiente:

Técnica de dimensionamiento La norma para la apariencia de las líneas, el espaciamiento de las dimensiones, el tamaño de las puntas de flecha, etcétera, permite a otros leer el dibujo. En la figura 10.2 se muestra un dibujo dimensionado. Observe el fuerte contraste entre las líneas visibles del objeto y las líneas finas que se utilizan para las dimensiones. Las dimensiones se leen fácilmente porque siguen las normas para la técnica de dimensionamiento.

Colocación de dimensiones Utilice la colocación lógica de las dimensiones de acuerdo con las prácticas estándar de modo que sean legibles, fáciles de encontrar y de interpretar para el lector. Tenga en cuenta que cuando las dimensiones se sitúan entre dos vistas, es más fácil ver cómo la dimensión se refiere a una característica según se muestre en cada vista.

Elección de dimensiones Las dimensiones que usted muestra afectan la forma de fabricación de su diseño. Primero dimensione para el funcionamiento y después revise las dimensiones para ver si puede hacer mejoras con el fin de facilitar la fabricación sin perjudicar el resultado final. Los modelos de CAD en 3D pueden servir para presentar toda o parte de la definición digital de un producto, pero este método todavía requiere un profundo conocimiento de los tamaños y las relaciones entre las características de la pieza.



10.2 Dibujo dimensionado en milímetros.

Un dibujo liberado al área de producción debe mostrar el objeto en su estado completado y contener toda la información necesaria para especificar la pieza final. Al seleccionar cuáles dimensiones mostrar, proporcione las dimensiones funcionales que puedan ser interpretadas para fabricar la pieza tal y como desea que se construya. Tenga en cuenta:

- La pieza terminada.
- La función de la pieza en el conjunto total.
- Cómo inspeccionará la pieza final para determinar su aceptabilidad.
- Los procesos de producción.

Además, recuerde los siguientes puntos:

- Proporcione las dimensiones que sean necesarias y convenientes para la producción de la pieza.
- Dé las dimensiones suficientes para que no haya lugar a supuestos.
- Evite el dimensionamiento de puntos o superficies inaccesibles para el trabajador.
- No proporcione dimensiones innecesarias o duplicadas.

Tolerancia

Al medir una pieza terminada, ésta variará ligeramente de la dimensión exacta especificada. La ***tolerancia*** es la cantidad total que se le permite variar a esa característica de la pieza real en relación con lo especificado en el dibujo o con la dimensión del modelo. En el Anexo 1 usted puede aprender una serie de maneras de especificar las tolerancias.

Una buena comprensión de la tolerancia es importante para entender el dimensionamiento, en especial si tiene que elegir cuáles dimensiones deben mostrarse. Por ahora, tenga en cuenta que por lo general la tolerancia puede especificarse con una nota en el dibujo como

TODAS LAS TOLERANCIAS A ± 0.02 PULG, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRO VALOR

Otro método para especificar la tolerancia se presenta en el cuadro de títulos que se muestra en la figura 10.3.

DRAFT ALL SURFACES 2 DEGREES
UNLESS OTHERWISE NOTED.
VOLUME: 4.905 in3

MATERIAL: BLACK ABS, GE CYCOLAC VW55 OR EQUIV	Dynojet		
FINISH: LIGHT TEXTURE	DYNOJET RESEARCH, INC. 200 ARDEN DRIVE, BELGRADE MT 59714		
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: TOLERANCES DECIMAL X.X ± 0.1, X.XX ± 0.03, X.XXX ± 0.005 FRACTIONAL ± 1/16 ANGULAR ± 1° DO NOT SCALE THIS DRAWING	ECU TRAY - HARLEY SPORTSTER POWER COMMANDER		
CREATED: SL 11/27/2006			
LAST UPDATE:	SIZE	PART NO.	REV
DESIGNED: JE 11/20/2006	B	21100003	01
APPROVED: JE 12/13/2006	SCALE: 1:2.5	RELEASE DATE: 12/13/2006	SHEET 1 OF 1

10.3 Ejemplo de cuadro de títulos en el que se especifican tolerancias. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

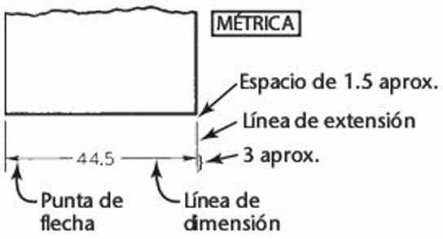
Descomposición geométrica

Las estructuras de ingeniería están compuestas en gran parte de formas geométricas simples como prismas, cilindros, pirámides, conos y esferas. Pueden ser formas externas (positivas) o internas (negativas). Por ejemplo, un eje de acero es un cilindro positivo, y un orificio redondo es un cilindro negativo.

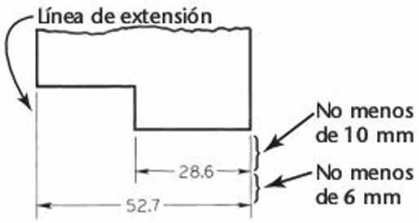
Estas formas resultan directamente de la necesidad de diseño, manteniendo las formas lo más simples posible, y de los requisitos de las operaciones fundamentales de manufactura. Las formas que tienen superficies planas se producen mediante cepillado, formado, fresado, etc.; las formas con superficies cilíndricas, cónicas o esféricas se producen mediante torneado, perforación, escariado, mandrilado, avellanado rotativo, etc. Una manera de considerar el dimensionamiento de las estructuras de ingeniería implica dos etapas básicas:

1. Indicar las dimensiones que muestran el tamaño de las formas geométricas simples, llamadas ***dimensiones de tamaño***.
2. Indicar las dimensiones que ubican estos elementos en relación con otras características, llamadas ***dimensiones de ubicación***. Tenga en cuenta que una dimensión de ubicación localiza un elemento geométrico en 3D y no sólo una superficie; de lo contrario, todas las dimensiones tendrían que clasificarse como dimensiones de ubicación.

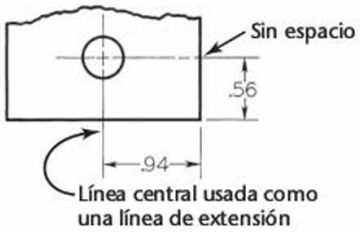
Este proceso de análisis geométrico ayuda a determinar las características del objeto y las relaciones de las características entre sí, pero no es suficiente con dimensionar la geometría. También debe considerarse la función de la pieza en el ensamble y los requisitos de manufactura. Este proceso es parecido al que se utiliza cuando se modelan diseños de CAD en 3D.



10.4 Línea de dimensión.



10.5 Líneas de extensión.



10.6 Líneas centrales.

10.1 LÍNEAS QUE SE UTILIZAN EN EL DIMENSIONAMIENTO

Una ***línea de dimensión*** es una línea negra, sólida y delgada que termina en una punta de flecha, la cual indica la dirección y el alcance de una dimensión (figura 10.4). En el dibujo de una máquina, por lo general la línea de dimensión se rompe cerca de su punto medio para colocar el valor de la dimensión en la línea. Para los dibujos estructurales y arquitectónicos, el valor de la dimensión se sitúa por encima de una línea de dimensión continua.

Como se muestra en la figura 10.5, la línea de dimensión más cercana al contorno del objeto debe tener una distancia de separación de al menos 10 mm (3/8"). Todas las demás líneas de dimensión paralelas deben tener al menos 6 mm (1/4") de separación, o más si hay espacio disponible. El espaciamiento de las líneas de dimensión debe ser uniforme en todo el dibujo.

Una ***línea de extensión*** es una línea negra, sólida y delgada que se extiende desde un punto en el dibujo hasta la dimensión a la que se refiere (figura 10.5). La línea de dimensión se une a la línea de extensión en ángulo recto, excepto en casos especiales. Debe dejarse un espacio de alrededor de 1.5 mm (1/ 16") entre la línea de extensión y el punto donde ésta se uniría con el contorno del objeto. La línea de extensión debe extenderse alrededor de 3 mm (1/8") más allá de la punta de flecha más externa.

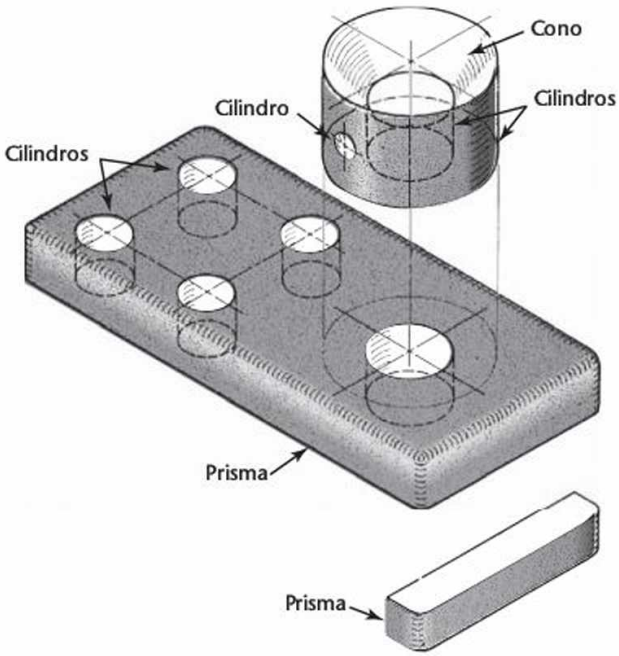
Una ***línea central*** es una línea delgada y oscura con guiones largos y cortos alternados. Se usan comúnmente como líneas de extensión para la ubicación de orificios y otras características simétricas (figura 10.6). Cuando se extienden para el dimensionamiento, las líneas centrales cruzan otras líneas del dibujo, sin espacios; además siempre terminan con un guión largo. Observe en las figuras 10.4 a 10.6 algunos ejemplos de las líneas que se utilizan en el dimensionamiento.

www.FreeLibros.me

PASO a PASO

DIMENSIONAMIENTO POR DESCOMPOSICIÓN GEOMÉTRICA

Para dimensionar el objeto que se muestra en este dibujo isométrico, utilice la descomposición geométrica de la siguiente manera:



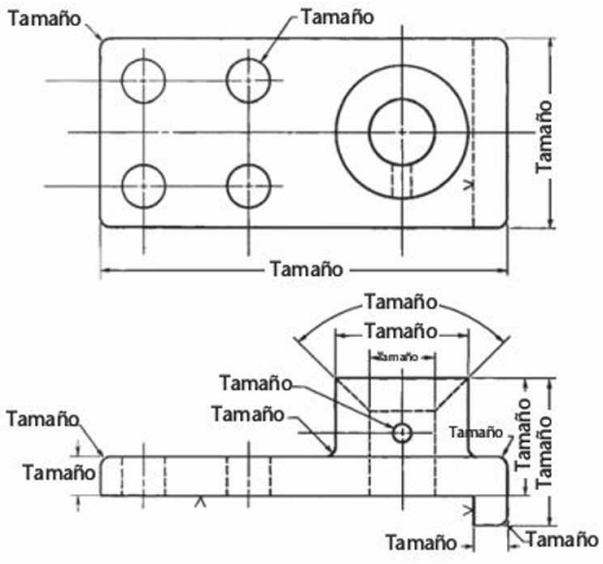
1 Considere las características geométricas de la pieza.

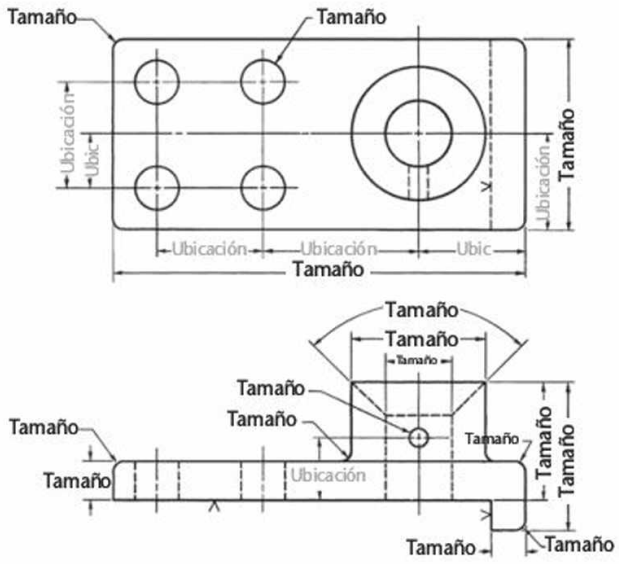
En este caso, los elementos que deben dimensionarse incluyen:

- dos prismas positivos;
- un cilindro positivo;
- un cono negativo, y
- seis cilindros negativos.

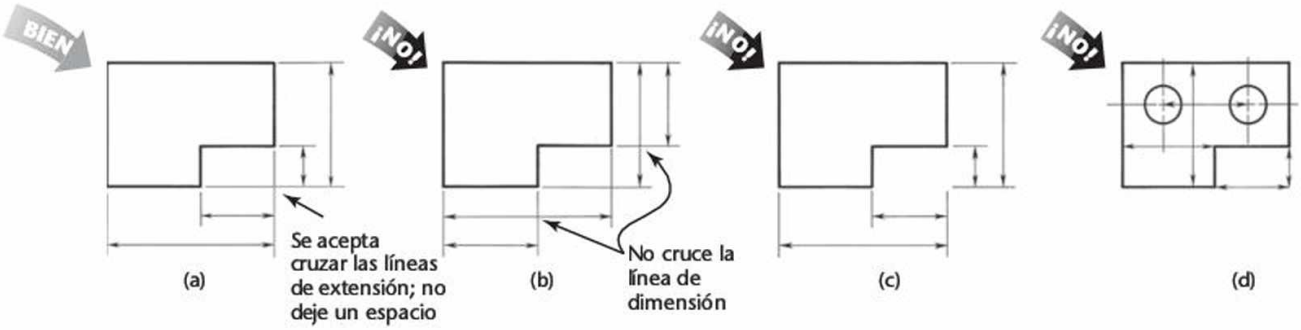
2 Especifique las dimensiones de tamaño para cada característica escribiendo los valores de dimensión como se indica en la siguiente figura. (En esta ilustración, la palabra "tamaño" indica valores de dimensión diferentes). Observe que los cuatro cilindros del mismo tamaño pueden especificarse mediante una dimensión.

3 Por último, ubique las características geométricas con respecto a las demás. (En la figura, los valores reales se sustituyen por las palabras "tamaño" y "ubicación"). Compruebe siempre que el objeto esté totalmente dimensionado.

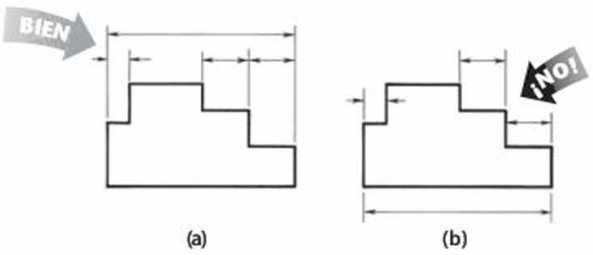




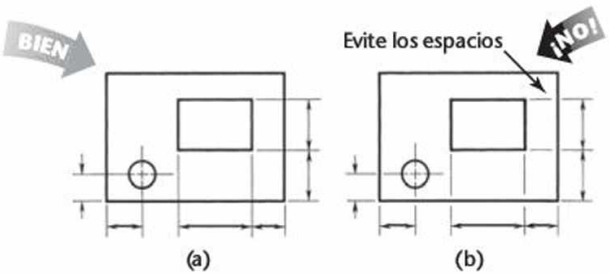
www.FreeLibros.me



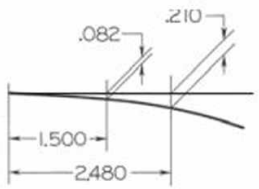
10.7 Líneas de dimensión y extensión.



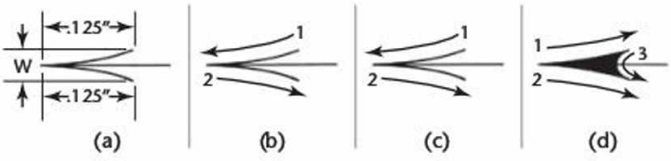
10.8 Dimensiones agrupadas.



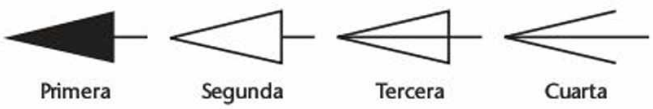
10.9 Líneas que se cruzan.



10.10 Extensión oblicua.



10.11 Puntas de flecha.



10.12 Orden de preferencia para los estilos de flecha en los dibujos mecánicos.

10.2 USO DE LAS LÍNEAS DE DIMENSIÓN Y EXTENSIÓN

Las líneas de dimensión y de extensión deben seguir los lineamientos que se muestran en la figura 10.7a. Las dimensiones más cortas son las más cercanas al contorno del objeto. Las líneas de dimensión no deben cruzar las líneas de extensión, como en la figura 10.7b, que es el resultado de colocar afuera las dimensiones más cortas. Tenga en cuenta que es perfectamente aceptable cruzar las líneas de extensión (figura 10.7a), pero no deben acortarse (figura 10.7c). Una línea de dimensión nunca debe coincidir con, o extenderse desde, alguna línea del dibujo (figura 10.7d). Evite cruzar las líneas de dimensión siempre que sea posible.

Hasta donde sea posible, las dimensiones deben alinearse y agruparse como en la figura 10.8a, y no como en la 10.8b.

En muchos casos, las líneas de extensión y las líneas centrales tienen que cruzar las líneas visibles del objeto (figura 10.9a). Cuando esto ocurre, no deben dejarse espacios en las líneas (figura 10.9b).

Por lo general, las líneas de dimensión se dibujan en ángulo recto con las líneas de extensión; sin embargo, puede hacerse una excepción en busca de claridad, como en la figura 10.10.

10.3 PUNTAS DE FLECHA

Las ***puntas de flecha*** que se muestran en la figura 10.11 indican el alcance de las dimensiones. Deben ser uniformes en tamaño y estilo en todo el dibujo, no varían según el tamaño del dibujo o la longitud de las dimensiones. Bosqueje a mano las puntas de flecha de modo que la longitud y el ancho tengan una proporción de 3:1. La longitud de la punta de flecha debe ser igual a la altura de los valores de las dimensiones (alrededor de 3 mm o 1/8" de largo). Para mejorar su apariencia, rellene la punta de flecha como en la figura 10.11d. En la figura 10.12 se muestran los estilos preferidos de puntas de flecha para dibujos mecánicos. La mayoría de los sistemas de CAD permiten seleccionar entre una variedad de estilos.

SUGERENCIA

Cuando esté dibujando a mano y utilizando el método para hacer puntas de flecha en el cual ambos trazos se dirigen hacia la punta, es más sencillo hacer los trazos hacia usted.

www.FreeLibros.me

10.4 REFERENCIAS

Una ***referencia*** es una línea fina y sólida que dirige la atención a una nota o dimensión y comienza con una punta de flecha o un punto.

Una referencia debe ser una recta trazada con un ángulo de inclinación grande, excepto para los hombros horizontales cortos (alrededor de 3-6 mm o 1/8-1/4") que se extienden desde el centro de la primera o última línea de letras en la nota. Una referencia hacia un círculo debe ser una línea radial, la cual es una línea que al extenderse pasaría por el centro del círculo. En las figuras de la 10.13a a la 10.13d se muestran ejemplos de líneas de referencia. En la sección 10.22 se dan ejemplos de líneas radiales.

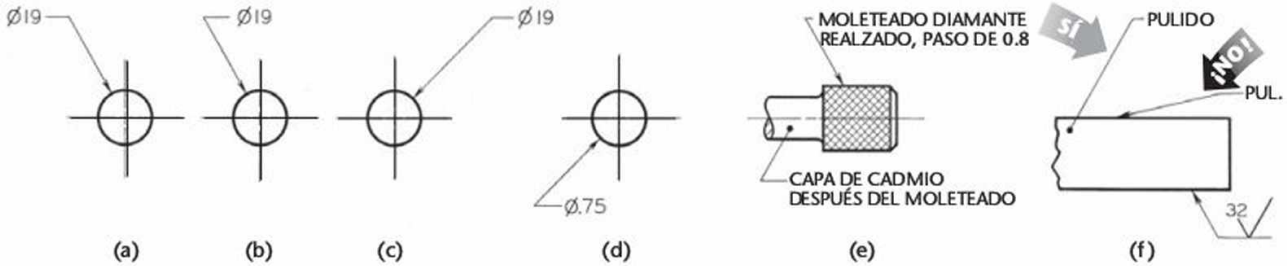
Utilice una punta de flecha para iniciar la referencia, cuando pueda apuntar hacia una determinada línea en el dibujo, como el borde de un orificio. Use un punto para iniciar la referencia cuando vaya a ubicar algo dentro del contorno del objeto, como una superficie completa (vea las figuras 10.13e y f).

Para lograr un mejor aspecto, haga referencias

- cercanas y paralelas entre sí
- que crucen el menor número posible de líneas

No haga referencias

- paralelas a las líneas cercanas del dibujo
- que pasen sobre una esquina de la vista
- que se crucen entre sí
- más largas de lo necesario
- horizontales o verticales



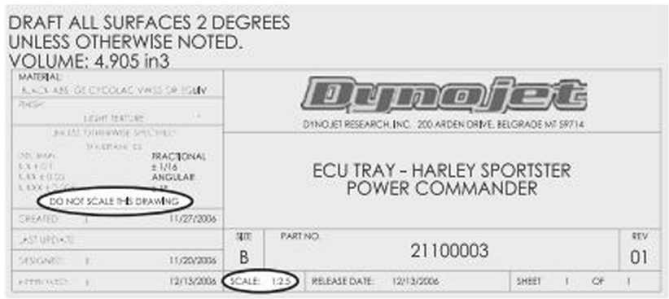
10.13 Referencias.

10.5 DIBUJO A ESCALA Y DIMENSIONADO

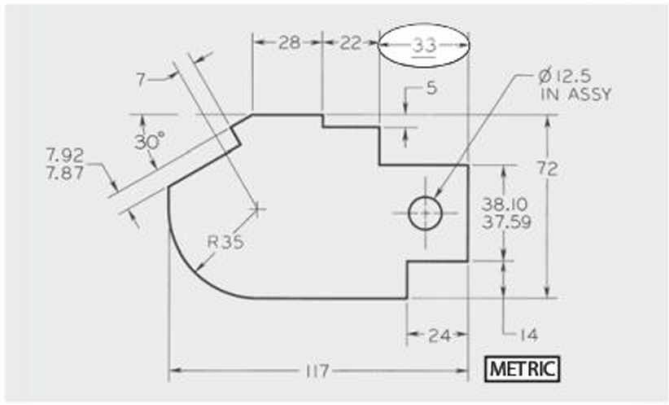
La escala del dibujo se indica en el cuadro de títulos, como se describe en el capítulo 2. El propósito de la escala es ayudarle a visualizar el objeto dando una idea aproximada de su tamaño, pero no el de comunicar dimensiones. Nunca escale medidas a partir de los dibujos para encontrar una dimensión desconocida. Muchos cuadros de títulos estándar incluyen una nota como NO ESCALE EL DIBUJO PARA OBTENER DIMENSIONES, como se muestra en la figura 10.14.

Trace una recta gruesa debajo de cualquier valor de dimensión particular que no esté a escala (figura 10.15). Antes de que CAD se usara ampliamente, existía la práctica común de que cualquier cambio realizado que no fuera suficientemente importante como para justificar la corrección de un dibujo, implicaba simplemente el cambio del valor de la dimensión. Si una dimensión no coincide con la apariencia en el dibujo, la pieza se hace según las dimensiones, no de acuerdo con cómo se dibujó. Si parece que hay un error, muchos fabricantes verifican para confirmar que el dibujo esté correcto; sin embargo, es responsabilidad del diseñador especificar exactamente lo que se desea construir. Si el dibujo total no se prepara a una escala estándar, escriba NINGUNO en el área destinada a la escala del cuadro de títulos. En dibujos antiguos puede verse la abreviatura SE, que significa "sin escala".

Al momento de crear un dibujo con CAD, asegúrese de definir las dimensiones de acuerdo con las normas adecuadas. Debido a que es fácil editar diseños en CAD, por lo general, debe fijar la geometría del dibujo al momento de hacer cambios y no sólo modificar los valores de dimensión. Si está utilizando un modelo digital como la única definición de la pieza, las dimensiones del modelo deben representarse con exactitud.



10.14 La escala del dibujo se anota en el cuadro de títulos. El dibujo no debe escalarse para obtener dimensiones. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).



10.15 Trace una línea gruesa debajo de cualquier valor de dimensión que no esté a escala.

www.FreeLibros.me

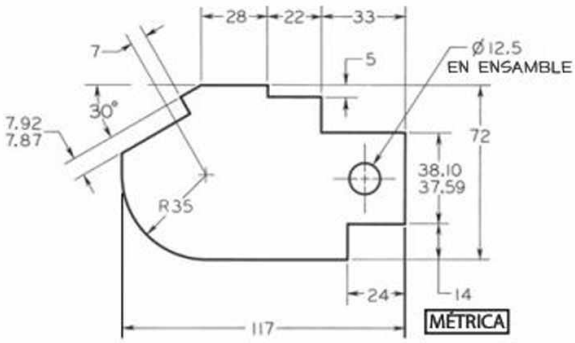
Conservación de dimensiones y letras legibles a escalas más pequeñas

Los tamaños para la altura de las letras, el espaciado entre las líneas de dimensión, etcétera, deben mostrarse a su tamaño en la hoja impresa; de lo contrario, las letras y el dimensionamento suelen resultar ilegibles. Si va a usar impresiones de trabajo con tamaños reducidos, aumente aproximadamente 50% los tamaños de las letras, las flechas de dimensión y otros elementos (dependiendo del tamaño de la reducción) para mantener la legibilidad en la impresión pequeña.

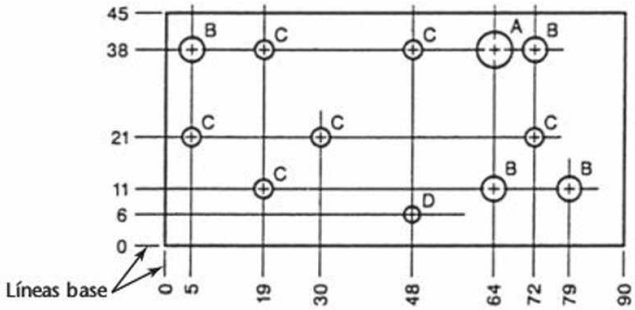
10.6 DIRECCIÓN DE LOS VALORES DE DIMENSION Y LAS NOTAS

Todos los valores de las dimensiones y las notas se escriben horizontalmente para ser leídos desde la parte inferior de la hoja, orientados desde el cuadro de títulos. En la figura 10.16 se muestra la dirección para la lectura de los valores de dimensión.

La excepción se da cuando se dimensiona desde una línea de base como en el dimensionamiento de coordenadas. En ese caso, los valores de dimensión pueden alinearse con las líneas de dimensión, para que puedan leerse desde la parte inferior o lateral derecha de la hoja como se muestra en la figura 10.17. En ambos sistemas, las notas generales sobre la hoja y las dimensiones y notas mostradas mediante referencias siempre están alineadas horizontalmente para leerse desde la parte inferior del dibujo.



10.16 Valores de dimensión unidireccionales.



10.17 El dimensionamiento de coordenadas rectangulares puede mostrar los valores leyendo desde la derecha. (Tomado de *ASME Y14.5M-1994 (R2004)*, con la autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

10.7 UNIDADES DE DIMENSIÓN

Los valores de las dimensiones se muestran usando el sistema métrico decimal o las pulgadas decimales. Los milímetros y las pulgadas decimales pueden sumarse, restarse, multiplicarse y dividirse fácilmente en comparación con las fracciones. Para conocer los equivalentes de las pulgadas y milímetros con las fracciones decimales más comunes vea el interior de la contraportada (última página) de este libro.

Para especificar las unidades de medición, use una nota en el cuadro de títulos indicando que TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS (o EN PULGADAS) A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA UNIDAD, como se muestra en la figura 10.14. En este caso no necesita agregar las unidades a los valores. Cuando se indican las dimensiones:

- Los milímetros se escriben con las letras minúsculas mm, colocadas a la derecha del número, como en 12.5 mm.
- Los metros se indican con la m minúscula, como en 50.6 m.
- Las pulgadas se indican con el símbolo " colocado ligeramente por encima y a la derecha del número.
- Los pies se indican con el símbolo ' en una ubicación similar. En tales expresiones omitir la marca de las pulgadas.

Una práctica común consiste en omitir de los dibujos las designaciones de milímetros y las marcas de pulgadas y anotar las unidades en el cuadro de títulos, excepto cuando haya posibilidad de algún malentendido.

En el trabajo arquitectónico y estructural se usan metros o pies y pulgadas y fracciones de pulgada, donde la precisión en milésimas de pulgada no es necesaria y se usa una cinta de acero o una escuadra para realizar las mediciones. Los productos básicos como la tubería y la madera se identifican por los tamaños nominales de la norma que son parecidos a las dimensiones reales.

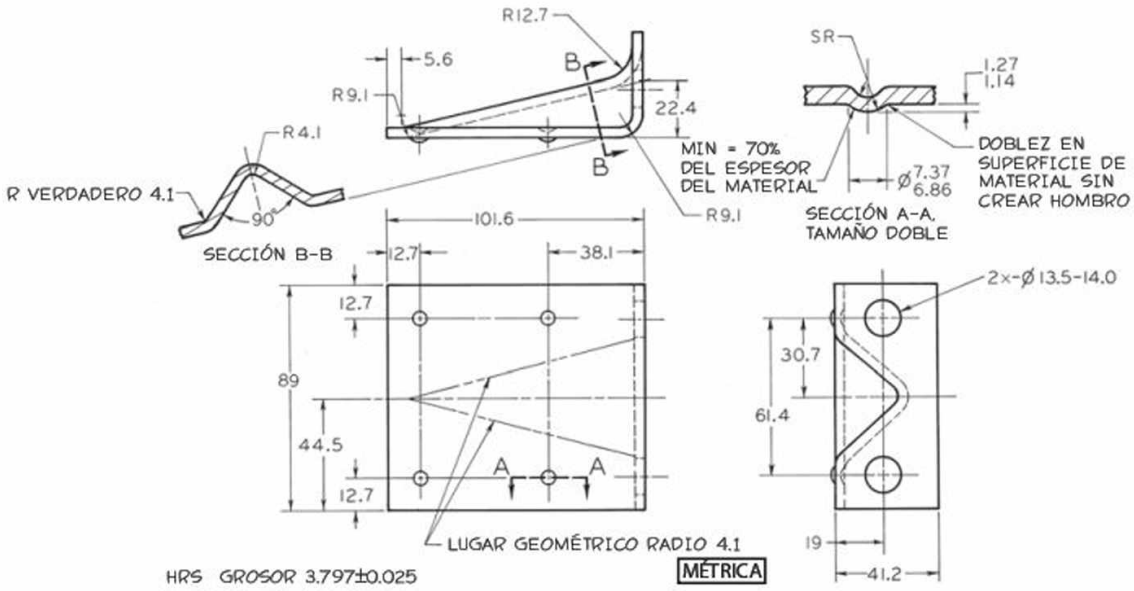
En algunas industrias todas las dimensiones (sin importar su tamaño) se dan en pulgadas; en otras, las dimensiones de hasta 72" inclusive se dan en pulgadas y las dimensiones superiores a 72" se dan en pies y pulgadas. En el diseño estructural y arquitectónico de Estados Unidos, todas las dimensiones 1' o más generalmente se expresan en pies y pulgadas.

10.8 VALORES EN MILÍMETROS

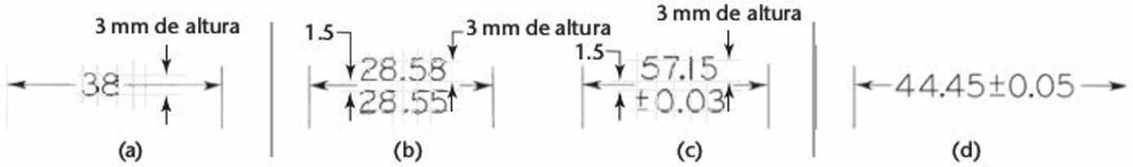
El milímetro es la unidad de medida que se usa en la mayoría de los dibujos de ingeniería. Cuando los límites de tolerancia lo permiten se usa una posición decimal en los milímetros; cuando se requieren mayores tolerancias se usan dos o más posiciones decimales. Un dibujo puede combinar dimensiones que se muestran con más o menos decimales en función de la tolerancia. Tenga en cuenta que 0.1 mm es aproximadamente igual a 0.004 pulg. Si está acostumbrado a trabajar con unidades inglesas (pulgadas) no proporcione una precisión poco realista al especificar valores en milímetros.

En la figura 10.18 se muestra el ejemplo de un dibujo dimensionado en milímetros. En la figura 10.19 se muestran las distintas formas en las que pueden mostrarse los valores en milímetros para el dimensionamiento.

www.FreeLibros.me



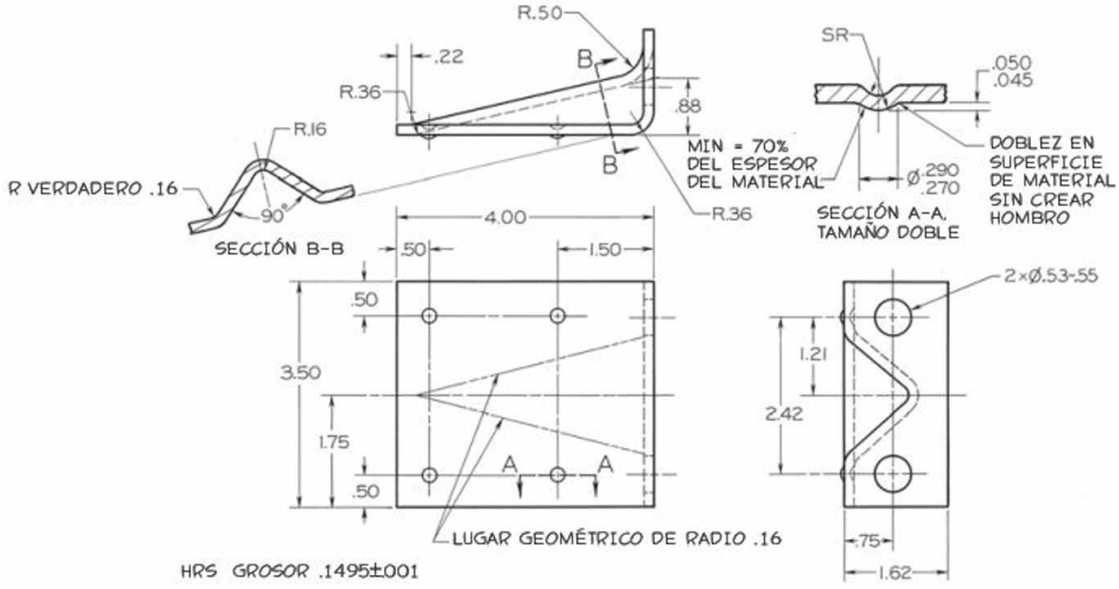
10.18 Dimensionamiento completo en milímetros.



10.19 Valores de dimensión en milímetros.

10.9 VALORES EN PULGADAS DECIMALES

Cuando los límites de tolerancia lo permiten, es común usar dos posiciones decimales para las medidas en pulgadas. También se usan tres o más cifras decimales para los límites de tolerancia en milésimas de pulgada. Cuando se emplean dos cifras decimales, la segunda posición debe ser de preferencia un dígito par (por ejemplo, 0.02, 0.04 o 0.06 en vez de 0.01, 0.03 o 0.05) para que cuando la dimensión se divida entre 2 (por ejemplo, al determinar el radio a partir de un diámetro), el resultado siga siendo un decimal de dos cifras. Sin embargo, los decimales impares de dos posiciones se usan cuando es necesario para fines de diseño, como en el dimensionamiento de puntos en una curva suave, o cuando la resistencia o el claro son un factor importante. En la figura 10.20 se muestra un ejemplo típico del uso completo del sistema decimal en pulgadas.



10.20 Dimensionamiento completo decimal.

www.FreeLibros.me

10.10 REGLAS PARA LOS VALORES DE DIMENSIÓN

Una buena letra hecha a mano es importante para indicar los valores de dimensión en los bosquejos. El taller produce de acuerdo con las instrucciones que aparecen en el dibujo, así que para ahorrar tiempo y evitar errores costosos, todos los caracteres deben ser perfectamente legibles.

Marque bien todos los puntos decimales, dejando un espacio amplio. Cuando la dimensión métrica es un número entero, no muestre un punto decimal ni un cero. Cuando la dimensión métrica sea inferior a 1 mm, un cero debe preceder al punto decimal.

Cuando se usan dimensiones en pulgadas decimales en los dibujos, no se agrega un cero antes del punto decimal de los valores menores a 1 pulgada. Por lo general, los valores se muestran hasta dos decimales, aun cuando representen un número entero (por ejemplo, use 2.00 en vez de 2). En las figuras 10.21a-e se muestran valores de dimensión decimales correctamente indicados.

10.21 Valores de dimensión en pulgadas decimales.

10.11 REGLAS PARA REDONDEAR VALORES DE DIMENSIÓN DECIMALES

En la manufactura resulta difícil mantener tolerancias menores a unas pocas milésimas de pulgada. Para proporcionar tolerancias razonables que puedan lograrse en la manufactura, en ocasiones es necesario redondear los valores de dimensión calculados en los dibujos. A diferencia de las normas de redondeo usadas para los valores estadísticos, se prefiere redondear los valores del dibujo a un número par.

Al redondear un valor decimal a una menor cantidad de cifras, independientemente de si la dimensión se expresa en pulgadas o en unidades métricas, siga las siguientes reglas:

- Si el número que sigue a la posición de redondeo es menor que 5, no haga ningún cambio.
- Si el número que sigue a la posición de redondeo es mayor que 5, redondee hacia arriba.
- Si el número que sigue a la posición de redondeo es un 5, redondee a un número par. (Para ello, tenga en cuenta si el número en la posición de redondeo es par o impar. Si el 5 sigue a un número impar en la posición de redondeo, redondee a un número par. Si el 5 sigue un número par en la posición de redondeo, no realice ningún cambio).

Ejemplos de valores decimales redondeados

- 3.4632 se convierte en 3.463 cuando se redondea a tres decimales. (No se necesita ningún cambio porque el 2 que sigue a la posición de redondeo es inferior a 5).
- 3.4637 se convierte en 3.464 cuando se redondea a tres decimales. (Se redondea hacia arriba porque el 7 después de la posición de redondeo es mayor que 5).
- 8.37652 se convierte en 8.376 cuando se redondea a tres decimales. (No se necesita ningún cambio porque el 6 en la posición de redondeo es par y el siguiente número a la posición de redondeo es un 5).
- 4.375 se convierte en 4.38 cuando se redondea a dos decimales. (Se redondea a un número par porque el 7 en la posición de redondeo es impar y el siguiente número a la posición de redondeo es un 5).

10.12 DIMENSIONAMIENTO DUAL

El ***dimensionamiento dual*** se utiliza para mostrar dimensiones métricas y en pulgadas decimales en el mismo dibujo. Enseguida se describen dos métodos de visualización para el dimensionamiento dual.

Método de la posición

En el ***método de la posición*** para el dimensionamiento dual, las dimensiones en milímetros se colocan por encima de la dimensión en pulgadas, y los dos se separan mediante una línea de dimensión, o agregando una línea adicional cuando se usa el sistema de dimensionamiento ***unidireccional***. Una disposición alternativa consiste en colocar la dimensión en milímetros a la izquierda de la dimensión en pulgadas, ambas separadas por una línea diagonal, o vírgula. Colocar la dimensión en pulgadas encima o a la izquierda de la de milímetros también se acepta.

Cada dibujo debe ilustrar la identificación de la dimensión como $\frac{\text{MILÍMETRO}}{\text{PULGADA}}$ o bien MILÍMETRO/PULGADA.

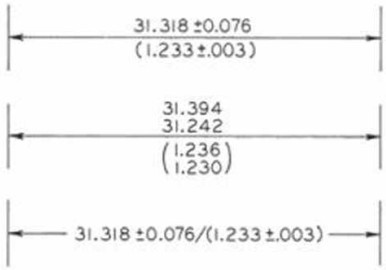
Método de los paréntesis

En el ***método de los paréntesis*** para el dimensionamiento dual, la dimensión en milímetros se encierra entre paréntesis. La ubicación de esta dimensión es opcional, pero debe ser uniforme en cualquier dibujo; es decir, encima, debajo, a la izquierda o a la derecha de la dimensión en pulgadas. Cada dibujo debe incluir una nota para identificar los valores de dimensión, como DIMENSIONES ENTRE () DADAS EN MILÍMETROS.

www.FreeLibros.me

10.13 COMBINACIÓN DE UNIDADES

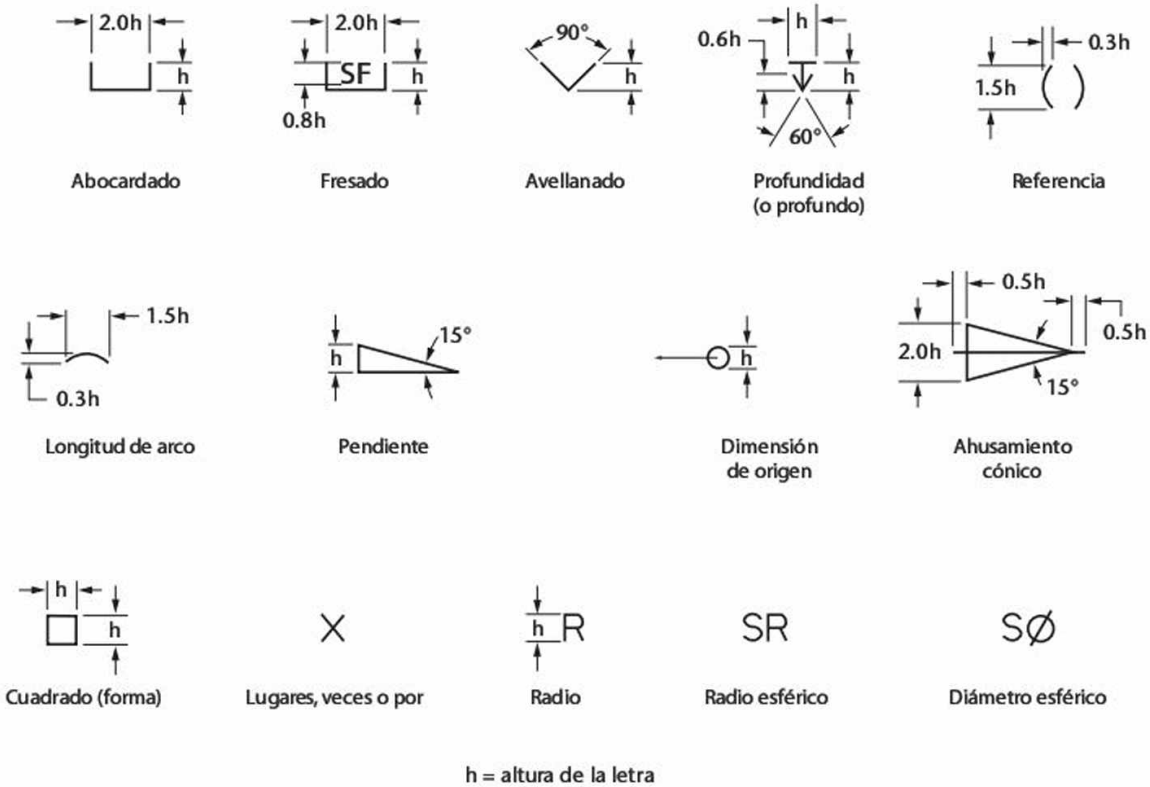
En ocasiones, cuando se usa más de un sistema de medición en el mismo dibujo, las unidades principales se indican mediante una nota dentro o cerca del bloque de títulos. Las unidades alternativas se indican con una abreviatura después del valor de la dimensión. Use mm después del valor de dimensión si éste se da en milímetros, o pulg si está en pulgadas, sólo cuando se combinen dos sistemas de medición en un dibujo. En Estados Unidos, para facilitar el cambio a las dimensiones métricas, algunos dibujos están dimensionados dualmente en milímetros y pulgadas decimales como se muestra en la figura 10.22. El segundo conjunto de unidades que figura entre paréntesis sirve sólo como referencia.



10.22 Dibujo con dimensionamiento dual en milímetros. En el dibujo *(los valores en pulgadas se dan sólo como referencia.)*

10.14 SÍMBOLOS DE DIMENSIÓN

En la figura 10.23 se muestra una gran variedad de símbolos para las dimensiones, los cuales se utilizan para sustituir los términos tradicionales o las abreviaturas. Los símbolos son recomendables porque (1) ocupan menos espacio en el dibujo, y (2) son reconocidos internacionalmente, por lo que no tienen problemas de traducción si la pieza se fabrica en un país donde se habla un idioma diferente. Si es necesario, pueden usarse los términos tradicionales y las abreviaturas que se encuentran en el apéndice.

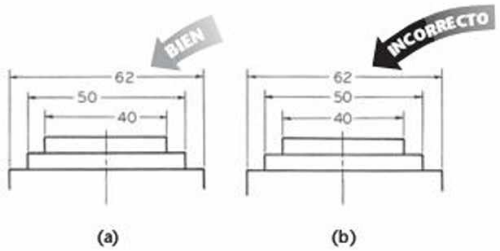


10.23 Forma y proporción de los símbolos de dimensionamiento. (Reimpreso de *ASME Y14.5M-1994 (R2004)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

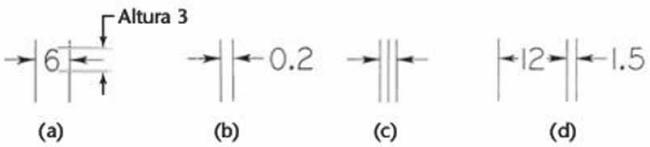
www.FreeLibros.me

10.15 COLOCACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DIMENSIONES LEGIBLES

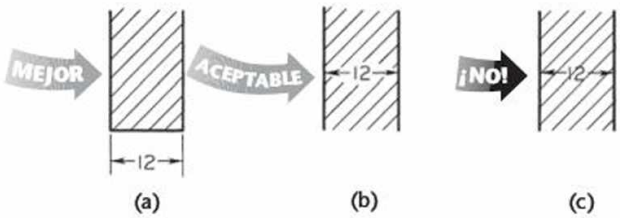
Las reglas para la colocación de las dimensiones le ayudan a dimensionar sus dibujos de modo que sean claros y legibles. También le ayudan a ubicar las dimensiones en los sitios estándar de modo que quien fabrique la pieza no tenga que buscar mucho en un dibujo complicado para encontrar una dimensión. No siempre pueden seguirse todas las reglas de colocación al pie de la letra, así que tenga en cuenta que el objetivo final es dimensionar el dibujo claramente para que las piezas se construyan de acuerdo con sus especificaciones.



10.24 Números escalonados, métricos.



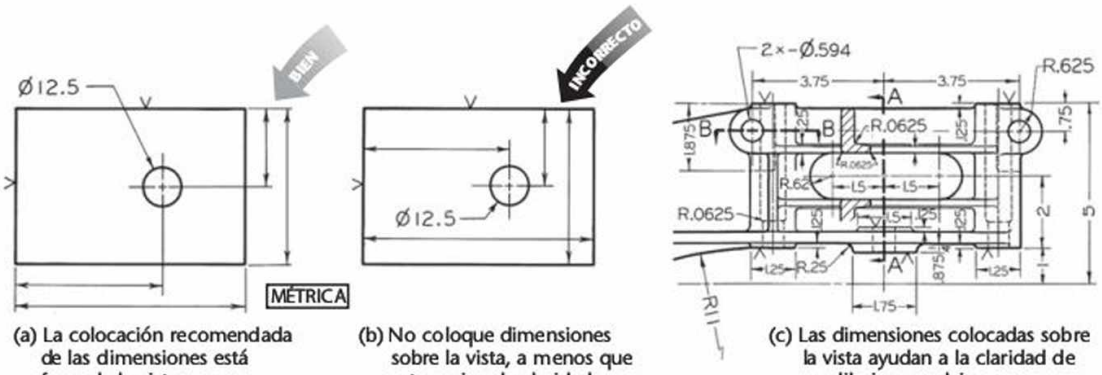
10.25 Valores de dimensión ajustados a espacios reducidos (dimensiones métricas).



10.26 Líneas de sección y dimensiones.

Reglas para colocar correctamente las dimensiones

- Nunca escriba el valor de una dimensión encima de alguna línea en el dibujo; si es necesario, rompa la línea.
- En un grupo de líneas de dimensión paralelas, los valores de las dimensiones deben escalonarse, como en la figura 10.24a y no apilarse uno encima del otro, como en la figura 10.24b.
- No amontone las cifras de dimensión en espacios limitados de modo que sean ilegibles. Hay técnicas para mostrar los valores de dimensión fuera de las líneas de extensión o en combinación con las líneas de referencia (figura 10.25). Si es necesario, agregue una vista desplazada parcial o de detalle con una escala ampliada con el fin de proporcionar el espacio necesario para un dimensionamiento claro.
- Siempre que sea posible, coloque las dimensiones entre las vistas, pero unidas sólo a una vista. De esta manera queda claro que la dimensión se refiere a una característica, la cual puede verse en más de una vista.
- Cuando una dimensión deba colocarse en un área achurada o sobre la vista, deje un claro en el achurado o rompa las líneas para colocar los valores de dimensión, como se muestra en la figura 10.26b.
- Las dimensiones no deben colocarse sobre una vista, a menos que ayude a la claridad del dibujo, como se muestra en la figura 10.27. En los dibujos complicados, como en la figura 10.27c, a menudo es necesario colocar las dimensiones sobre la vista.
- Evite el dimensionamiento de líneas ocultas (vea la figura 10.28).
- No una las dimensiones a líneas visibles donde el significado no esté claro, como la dimensión de 20 unidades en la vista superior de la figura 10.29b.
- Por lo general, las notas para los orificios se colocan donde pueda verse la forma circular del hueco, como en la figura 10.29a; pero el diámetro de una forma cilíndrica externa se da donde ésta aparezca como rectangular. De esta manera estará cerca de la dimensión para la longitud del cilindro.
- Dé dimensiones donde se muestren las formas (donde se definan los contornos de los objetos) como se muestra en la figura 10.29.
- Localice los orificios en la vista que muestre la forma del agujero con claridad.



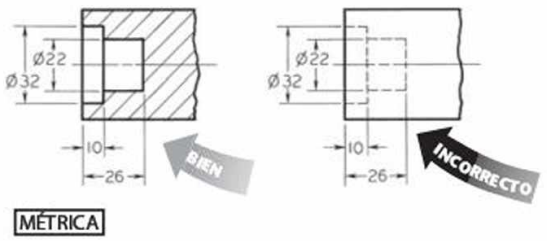
(a) La colocación recomendada de las dimensiones está fuera de la vista

(b) No coloque dimensiones sobre la vista, a menos que esto mejore la claridad

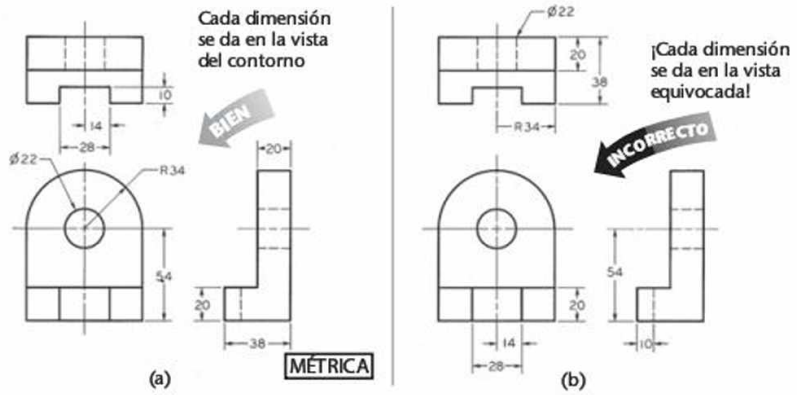
(c) Las dimensiones colocadas sobre la vista ayudan a la claridad de un dibujo complejo

10.27 Coloque dimensiones sobre la vista sólo cuando esto mejore la claridad.

www.FreeLibros.me



10.28 Colocación de las dimensiones.



10.29 Coloque las dimensiones donde se definan los contornos del objeto.

SUGERENCIA

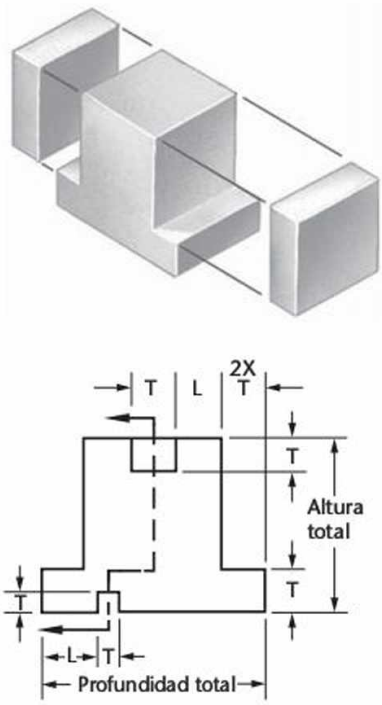
Cómo conceptuar el dimensionamiento en cuanto a eliminar material

Hay muchas maneras de dimensionar un dibujo. Si está teniendo problemas para empezar, puede ser útil considerar el bloque general de material y los elementos que deban excluirse del mismo, algo semejante a la visualización de un bosquejo. Esto es especialmente cierto cuando la pieza se fabricará siguiendo un proceso que elimina material, como el esmerilado.

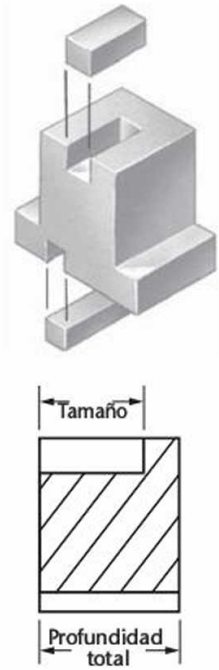
Busque las porciones más grandes que se eliminarán e indique primero las dimensiones de sus tamaños y ubicaciones. Después agregue las dimensiones para las características más pequeñas.

Debido a que las dimensiones globales serán las más grandes, se colocarán más lejos de la vista. Si está usando CAD, será fácil mover las dimensiones después, cuando se requiera más espacio. Al momento de bosquejar, trace la dimensión global de manera ligera y deje un espacio considerable entre ésta y la vista del dibujo para colocar las dimensiones más cortas.

Aplique las reglas que ha aprendido para colocar dimensiones sobre la vista que presente mejor la forma y cerca de donde se muestre la característica. Esto hace que el dibujo sea más fácil de leer.



T = Valor de la dimensión de tamaño



L = Valor de la dimensión de localización

www.FreeLibros.me

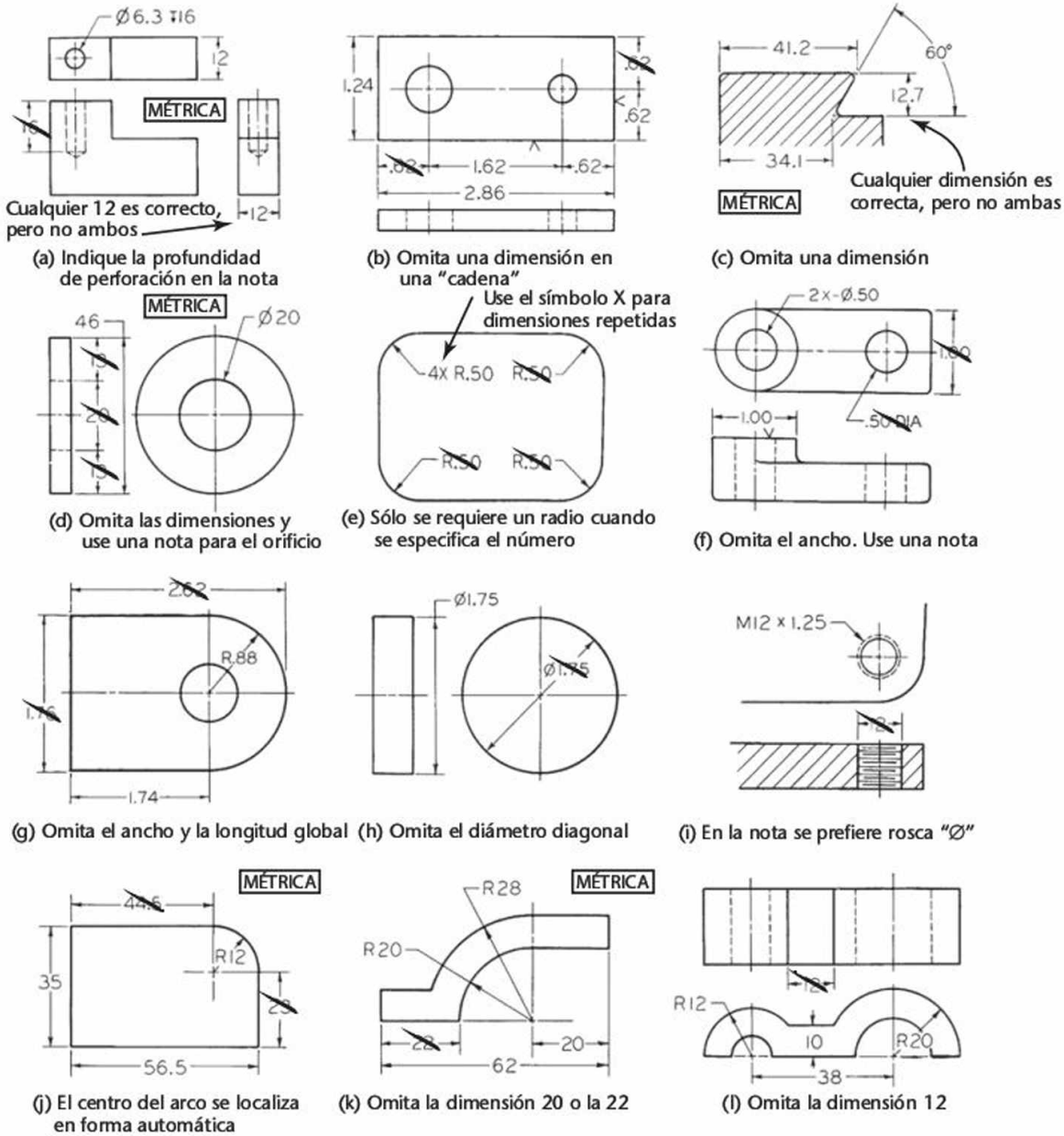
10.16 DIMENSIONES SUPERFLUAS

Todas las dimensiones necesarias deben mostrarse, pero no proporcione ***dimensiones superfluas*** o innecesarias. En la figura 10.30 se muestran ejemplos de cómo se omiten las dimensiones innecesarias. No repita dimensiones en la misma vista o en diferentes vistas, ni dé la misma información de dos maneras diferentes.

Como se muestra en la figura 10.29b, puede resultar imposible determinar cómo quiso aplicar el diseñador la tolerancia cuando se da una dimensión de dos maneras diferentes. En las dimensiones encadenadas debe dejarse fuera una de las dimensiones de la cadena si se da la dimensión global, por lo que el operario trabajará a partir de una sola superficie. Esto es particularmente importante donde una acumulación de tolerancias puede causar problemas por la forma en que se ajustan o funcionan las piezas.

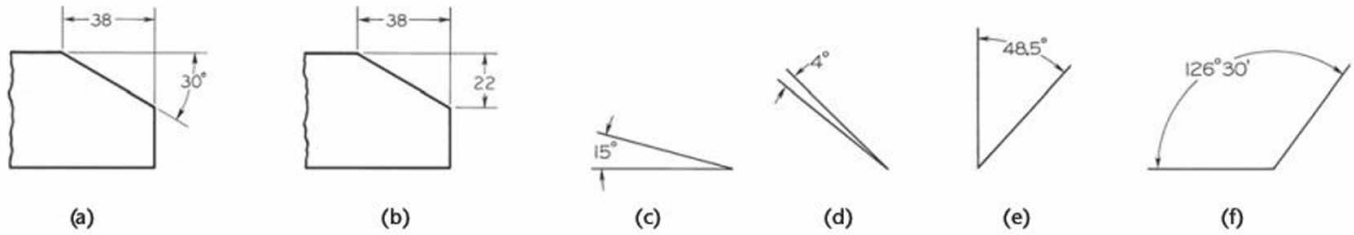
No omita dimensiones pensando que, por ejemplo, un agujero es simétrico y que se entenderá que está centrado. Observe en la figura 10.30b que debe darse una de las dos dimensiones de ubicación para el orificio en el lado derecho de la pieza, aunque esté centrado. Como creador del dibujo, usted debe especificar exactamente cómo se va a construir e inspeccionar la pieza.

Como se muestra en la figura 10.30e, cuando una dimensión se aplica claramente a varias características idénticas, o a un espesor uniforme, no es necesario repetirla pero debe indicarse el número de sitios. No es necesario repetir las dimensiones para los filetes y los redondeados, así como para otras características poco críticas, ni se requiere especificar el número de sitios.



10.30 Dimensiones superfluas.

www.FreeLibros.me

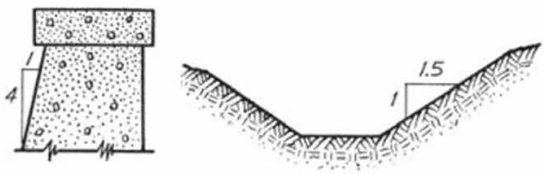


10.31 Dimensionamiento de ángulos.

10.17 DIMENSIONAMIENTO DE ÁNGULOS

Los ángulos se dimensionan especificando el ángulo en grados y una dimensión lineal, como se muestra en la figura 10.31a. También pueden darse dimensiones coordenadas por dos lados de un triángulo rectángulo, como se muestra en la figura 10.31b. El método de las coordenadas es mejor cuando se requiere un alto grado de precisión. Las variaciones en los grados del ángulo son difíciles de controlar porque la cantidad de variación aumenta con la distancia desde el vértice del ángulo. Los métodos para indicar ángulos se muestran en la figura 10.31. La tolerancia de los ángulos se muestra en el capítulo 11.

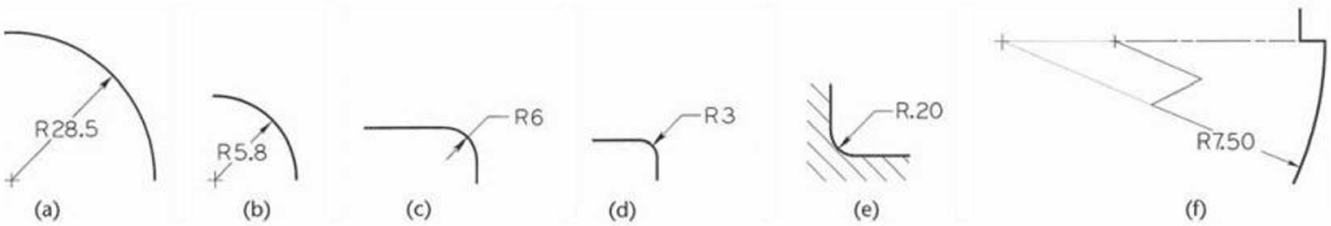
En los planos de ingeniería civil, la ***pendiente*** representa el ángulo con la horizontal, mientras que la ***inclinación*** es el ángulo referido a la vertical. Ambas se expresan haciendo un miembro de la razón igual a 1, como se muestra en la figura 10.32. El ***grado***, por ejemplo de una carretera, es similar a la pendiente, pero se expresa en el porcentaje de aumento por cada 100 metros de recorrido. Así, una elevación de 20' en un recorrido de 100' es un grado de 20%. En los planos estructurales las mediciones angulares se hacen dando la razón del recorrido sobre la elevación, donde el tamaño más grande es 12". Estos triángulos rectángulos se conocen como *biseles*.



10.32 Ángulos en proyectos de Ingeniería Civil.

10.18 DIMENSIONAMIENTO DE ARCOS

Un arco circular se dimensiona en la vista donde se ve su forma verdadera dando el valor de su radio precedido de la abreviatura R (figura 10.33). Los centros se marcan mediante pequeñas cruces para hacer más claro el dibujo, pero no para los radios pequeños o sin importancia o para los arcos sin dimensionar. Cuando no hay suficiente espacio, tanto el valor del radio como la punta de flecha se colocan en el interior del arco. Si no es así, la flecha se queda en el interior pero el valor se desplaza fuera, o bien la flecha y el valor se mueven hacia afuera. Cuando hay líneas de sección u otras líneas en el camino, puede usarse una línea de referencia y el valor, con la referencia colocada fuera del área seccionada o congestionada. Para un radio grande, cuando el centro esté fuera del espacio disponible, la línea de dimensión se dibuja hacia el centro real, aunque puede indicarse un centro falso y "cortar" la línea de dimensión hacia éste (figura 10.33f).



10.33 Dimensionamiento de arcos.

10.19 FILETES Y REDONDEADOS

Los filetes y redondeados individuales se dimensionan como otros arcos. Si sólo hay unos pocos y evidentemente del mismo tamaño, se recomienda proporcionar un radio típico. Sin embargo, los filetes y redondeados suelen ser muchos en cada dibujo y, por lo general, algunos son de tamaño estándar, como los métricos R3 y R6, o R.125 y R.250 si se usan dimensiones en pulgadas decimales. En este caso, dé una nota general en la parte inferior del dibujo, por ejemplo:

FILETES R6 y REDONDEADOS R3 A MENOS QUE SE INDIQUE OTRO RADIO

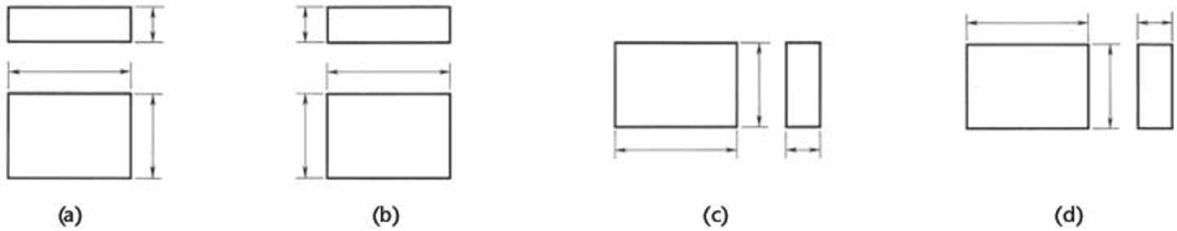
o bien

TODOS LOS RADIOS DE FUNDICIÓN R6 A MENOS QUE SE INDIQUE OTRO

o simplemente

TODOS LOS FILETES Y REDONDEADOS R6.

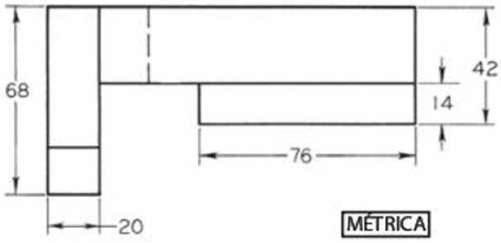
www.FreeLibros.me



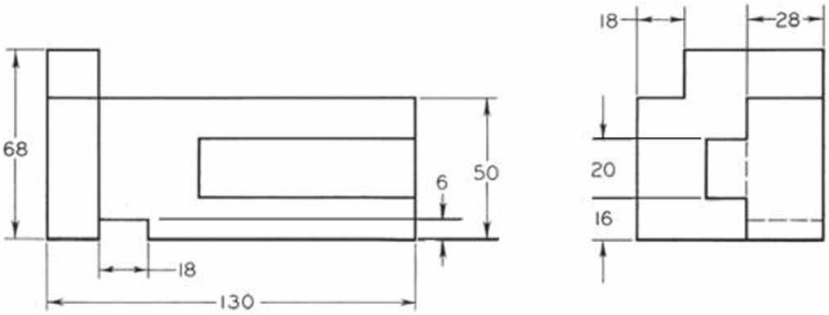
10.34 Dimensionamiento de prismas rectangulares.

10.20 DIMENSIONES DE TAMAÑO: PRISMAS

El prisma rectangular recto es probablemente la forma geométrica más común. Las vistas frontal y superior se dimensionan como se muestra en las figuras 10.34a y b. Por lo general la altura y la anchura se dan en la vista frontal, y la profundidad en la vista superior. Las dimensiones verticales pueden colocarse a la izquierda o a la derecha, por lo general alineadas. Coloque la dimensión horizontal entre las vistas como se muestra y no sobre la parte superior o debajo de la vista frontal. Las vistas frontal y lateral deben dimensionarse como en las figuras 10.34c y d. También puede observarse un ejemplo de las dimensiones de tamaño para un elemento de máquina, formado con prismas rectangulares, en la figura 10.35.



Bloques de corte para un dispositivo de fresado



10.35 Dimensionamiento de un elemento de máquina compuesto por formas prismáticas.

10.21 DIMENSIONES DE TAMAÑO: CILINDROS

El cilindro circular recto es la siguiente forma geométrica más común y por lo general se ve como un eje o un orificio. Los cilindros suelen dimensionarse dando el diámetro y la longitud del cilindro, donde aparece como un rectángulo. Si el cilindro se traza verticalmente, la longitud se da a la derecha o a la izquierda, como en las figuras 10.36a y b. Si el cilindro se dibuja en sentido horizontal, la longitud se da encima o debajo de la vista rectangular, como en las figuras 10.36c y d.

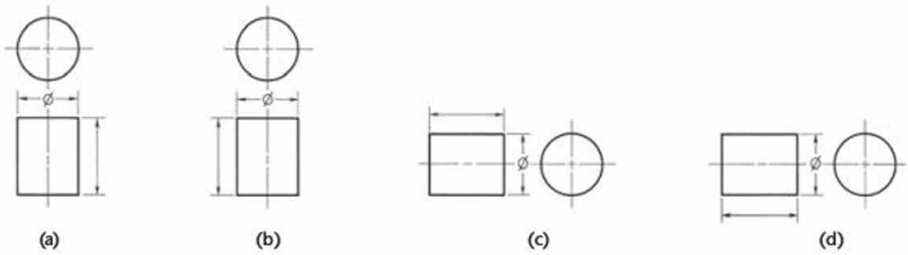
No utilice un diámetro diagonal dentro de la vista circular, excepto cuando esto mejore la claridad del dibujo. Usar varios diámetros diagonales sobre el mismo centro resulta muy confuso.

Nunca debe darse el radio de un cilindro, porque las herramientas de medición, como el calibrador micrómetro, están diseñadas para verificar diámetros. Por lo general, los orificios se dimensionan mediante notas que especifican el diámetro y la profundidad, como se muestra en la figura 10.37, con o sin operaciones de manufactura.

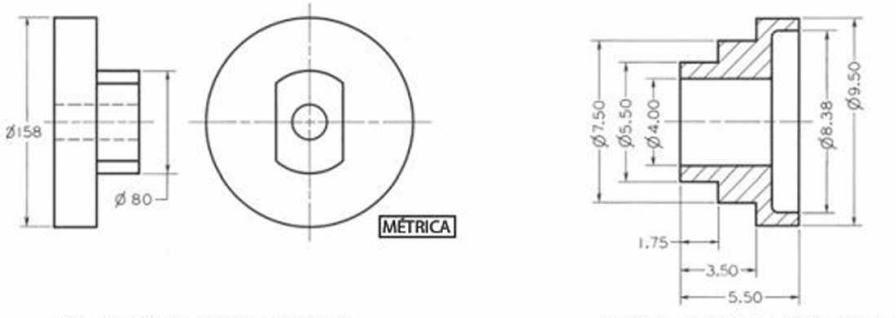
Anote el símbolo de diámetro Ø antes de todas las dimensiones de diámetro, como en la figura 10.38a (*ANSI/ASME Y14.5-2009*). En algunos casos se puede utilizar el símbolo Ø para eliminar la vista circular, como se muestra en la figura 10.38b. La abreviatura DIA después del valor numérico se usaba en los dibujos más antiguos dimensionados en pulgadas decimales.

Cuando no está claro que un agujero cruza toda la pieza, se agrega la nota PASANTE después del valor.

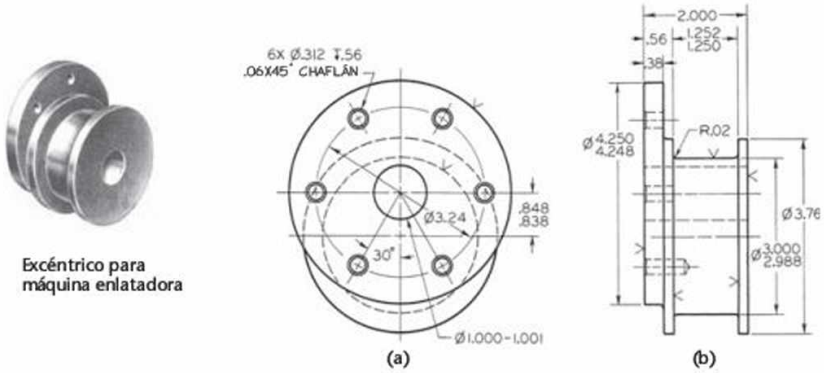
www.FreeLibros.me



10.36 Dimensionamiento de cilindros.



10.37 Uso de Ø en el dimensionamiento de cilindros.



10.38 Dimensionamiento de una pieza de máquina compuesta por formas cilíndricas.

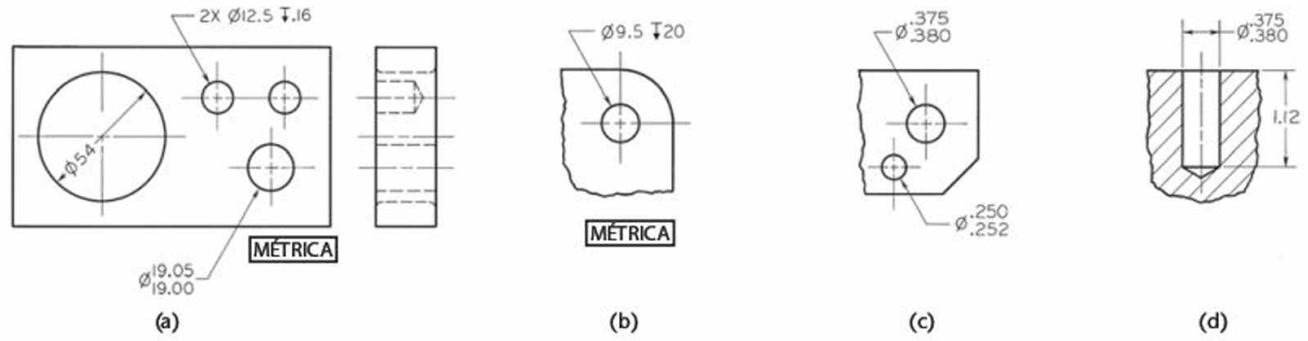
10.22 DIMENSIONES DE TAMAÑO PARA ORIFICIOS

En la figura 10.39 se muestran los símbolos estándar que se usan en el dimensionamiento de orificios. En la figura 10.40 se presentan líneas de referencia radiales. Los orificios abocardados, avellanados, fresados y roscados se suelen especificar mediante símbolos o abreviaturas estándar, como se muestra en la figura 10.41. El orden de los elementos en una nota corresponde a la secuencia de procedimientos en el taller para la producción del orificio. Siempre que sea posible, la línea de referencia de una nota debe apuntar a la vista circular del agujero.

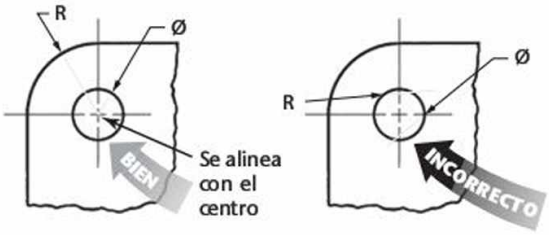
Cuando la vista circular del orificio tenga dos o más círculos concéntricos, como para el abocardado, avellanado, fresado o roscado, la flecha debe tocar el círculo exterior. Trace una ***línea de referencia radial***, es decir, de modo que si se extendiese pasaría a través del centro del círculo. En la figura 10.40 se muestran ejemplos correctos e incorrectos de las líneas de referencia.

Dos o más agujeros pueden dimensionarse con una sola nota y especificando el número de orificios, como se muestra en la parte superior de la figura 10.41. Se acepta ampliamente el uso de fracciones decimales tanto en los tamaños de taladro métricos como en pulgadas, como se muestra en la figura 10.41b. Para los taladros con tamaño en número o letra (los cuales se enuncian en el Apéndice 15), especifique el tamaño decimal o dé el número o la designación con letra seguida del tamaño decimal entre paréntesis, por ejemplo #28 (.1405) o "P" (.3230). Todos los taladros métricos están en tamaños decimales y no se designan mediante números o letras.

www.FreeLibros.me

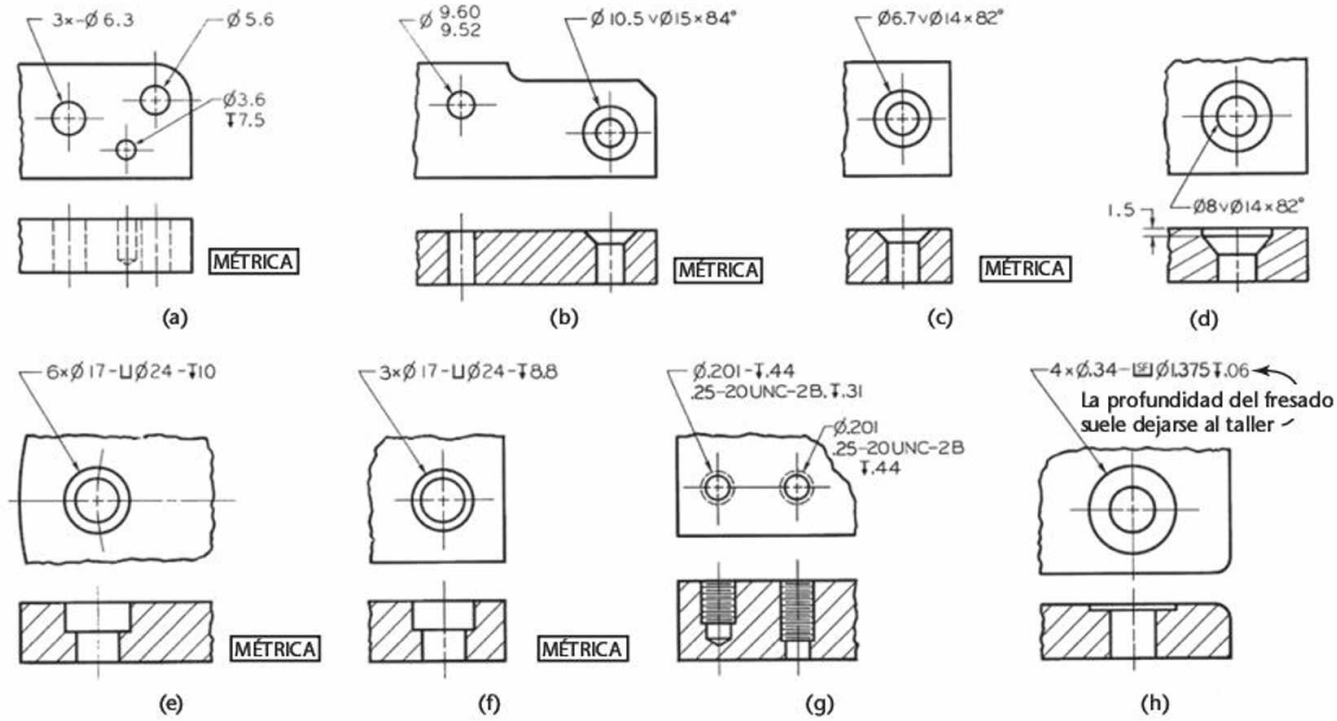


10.39 Dimensionamiento de orificios.



10.40 Ejemplos correctos e incorrectos de líneas de referencia radiales.

Especifique sólo las dimensiones de los orificios, sin una nota que indique si los agujeros se taladrarán, escariarán o perforarán; como se muestra en las figuras 10.4lc y d. El técnico o ingeniero de manufactura suele ser el más indicado para determinar el proceso más económico a usarse para lograr la tolerancia requerida.

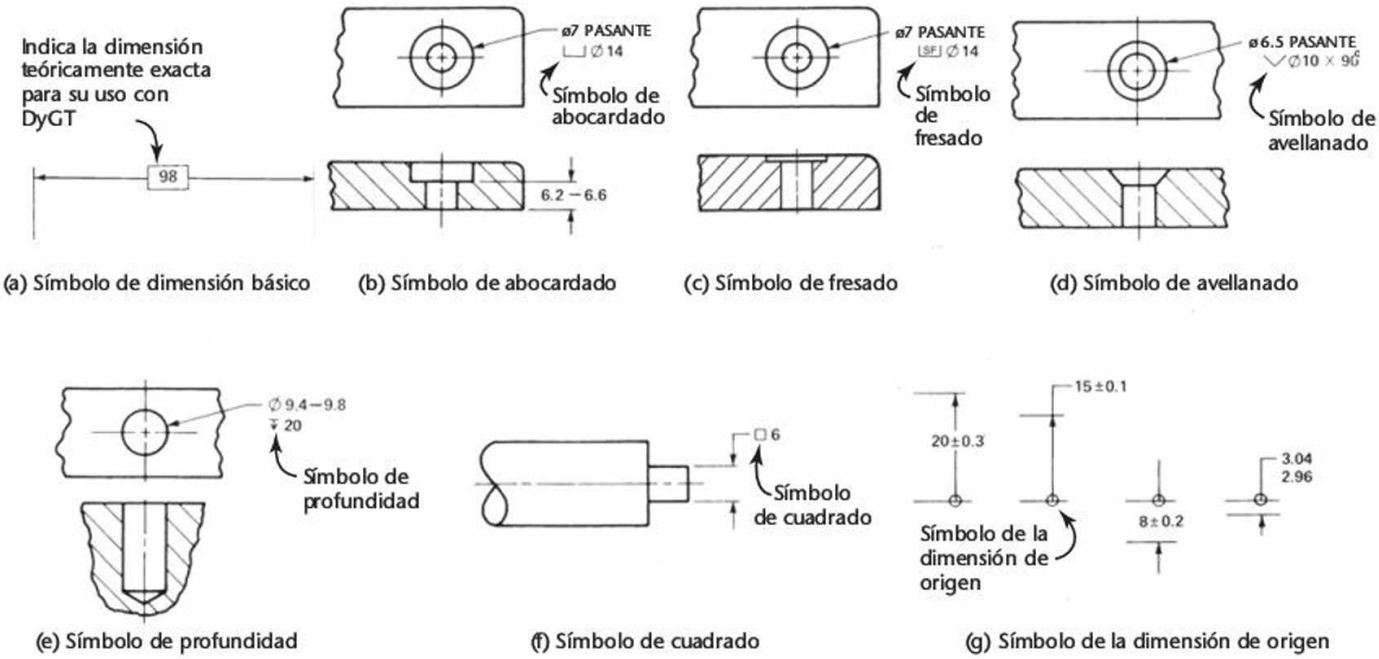


10.41 Símbolos estándar para el dimensionamiento de orificios.

10.23 APLICACIÓN DE SÍMBOLOS ESTÁNDAR DE DIMENSIONAMIENTO

Utilice símbolos estándar de dimensionamiento siempre que sea posible para ahorrar espacio dedicado a las dimensiones y comunicarse con claridad. (Consulte la figura 10.23 para obtener detalles sobre cómo se dibujan los símbolos). La mayoría del software de CAD contiene una paleta de símbolos estándar. En la figura 10.42 se muestra la aplicación de varios símbolos estándar. Observe que la figura 10.42a muestra el símbolo de *dimensión básico* utilizado en el dimensionamiento y las tolerancias geométricas (DyTG). En este caso, "básico" no significa "común". Para aprender más sobre el uso de este símbolo especial consulte el Anexo 1.

www.FreeLibros.me



(a) Símbolo de dimensión básico (b) Símbolo de abocardado (c) Símbolo de fresado (d) Símbolo de avellanado

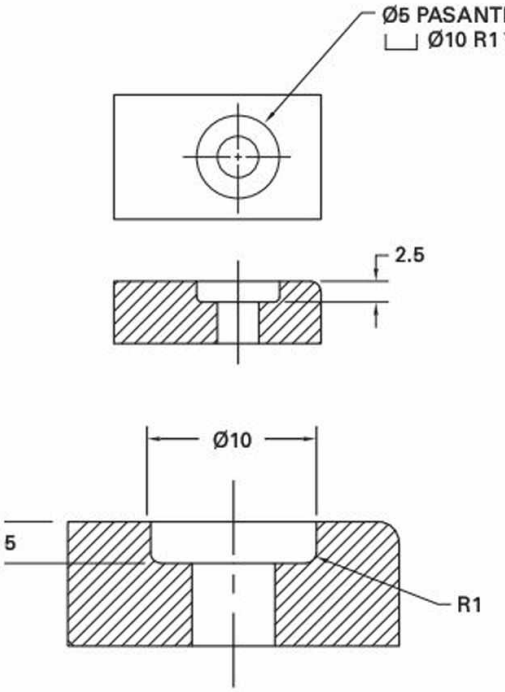
(e) Símbolo de profundidad (f) Símbolo de cuadrado (g) Símbolo de la dimensión de origen

10.42 Uso de los símbolos de dimensionamiento. (Tomado de *ASME Y14.5M-1994 (R2004)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

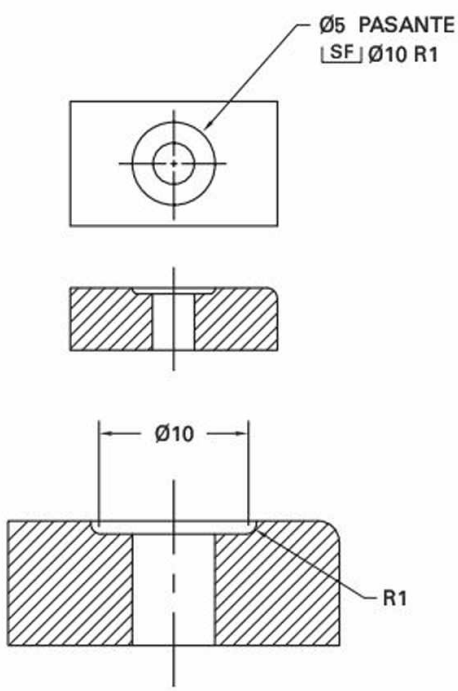
10.24 DIMENSIONAMIENTO DE ABOCARDADOS Y FRESADOS CON FILETES

En ocasiones es necesario especificar el radio de un filete para un agujero abocardado o fresado. En la figura 10.43 se muestra un ejemplo de un orificio abocardado con un radio de filete específico. Observe que el radio del filete es hacia el interior del diámetro del abocardado.

Cuando se especifica un radio de filete para una dimensión fresada, el radio del filete se agrega al exterior del diámetro de fresado, como se muestra en la figura 10.44.



10.43 Una nota que especifica el radio del filete de un abocardado define un radio en el interior del diámetro del abocardado.



10.44 Una nota especificando el radio del filete de un fresado define un radio agregado al exterior del diámetro de fresado.

www.FreeLibros.me

10.25 DIMENSIONAMIENTO DE PRISMAS TRIANGULARES, PIRÁMIDES Y CONOS

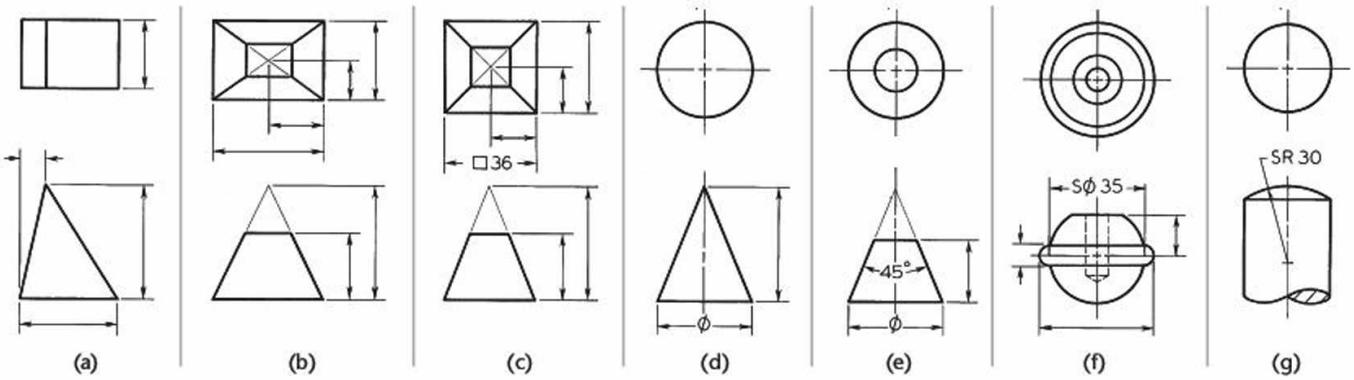
Para dimensionar un prisma triangular, indique la altura, la anchura y el desplazamiento del borde superior en la vista frontal, además de la profundidad en la vista superior, como se muestra en la figura 10.45a.

Para una pirámide rectangular, dé las alturas en la vista frontal y las dimensiones de la base y el centrado de los vértices en la vista superior, como en la figura 10.45b. Si la base es cuadrada, es necesario dar las dimensiones de un solo lado de la base, precedidas por el símbolo de cuadrado, como en la figura 10.45c (o en los dibujos más antiguos puede verse la etiqueta SQ).

Para los conos, proporcione la altura y el diámetro de la base en la vista triangular (figura 10.45d). Para un tronco de cono, dé el ángulo vertical y el diámetro de una de las bases (figura 10.45e). Otro método consiste en indicar la longitud y el diámetro de ambos extremos en la vista frontal. También puede darse el diámetro en un extremo y la cantidad de ahusamiento por pie en una nota.

En la figura 10.45f se muestra un dibujo con dos vistas de una perilla de plástico. En general, es esférica y se dimensiona dando su diámetro precedido por la abreviatura y el símbolo de diámetro esférico, SØ (en anotaciones más antiguas puede estar seguida por la abreviatura ESFER). El toro en forma de cordón alrededor de la perilla se dimensiona dando el espesor del anillo y el diámetro exterior.

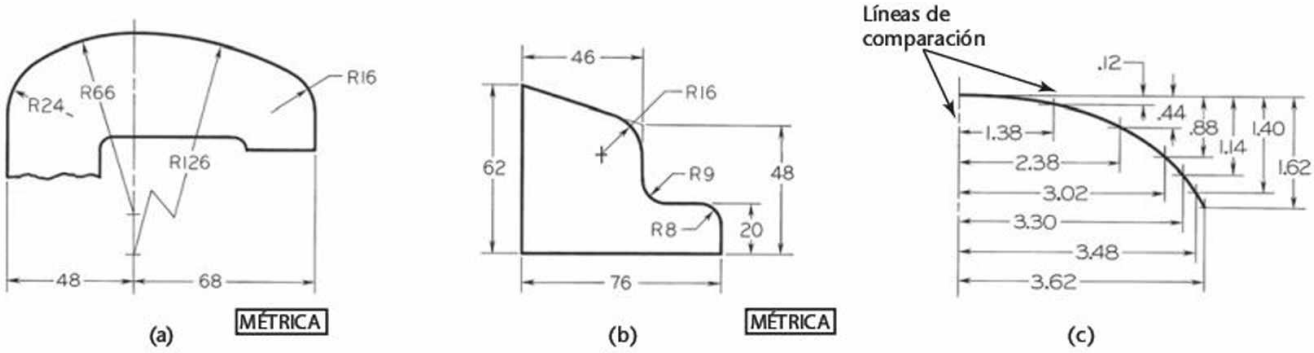
En la figura 10.45g se muestra un extremo esférico dimensionado mediante un radio precedido de la abreviatura SR. Las formas internas correspondientes a las formas externas de la figura 10.45 se podrían dimensionar de manera parecida.



10.45 Dimensionamiento de varias formas.

10.26 DIMENSIONAMIENTO DE CURVAS

Una forma de dimensionar las curvas es proporcionar un grupo de radios, como se muestra en la figura 10.46a. Tenga en cuenta que para el dimensionamiento del arco R126, cuyo centro es inaccesible, el centro puede moverse hacia adentro a lo largo de una línea central y hacerse un corte en la línea de cota. Otro método consiste en dimensionar el contorno envolvente de una forma curva de modo que los distintos radios puedan localizarse automáticamente a partir de "centros flotantes", como se muestra en la figura 10.46b. Tanto las curvas circulares como las no circulares pueden dimensionarse usando dimensiones coordenadas, o niveles de comparación, como en la figura 10.46c.

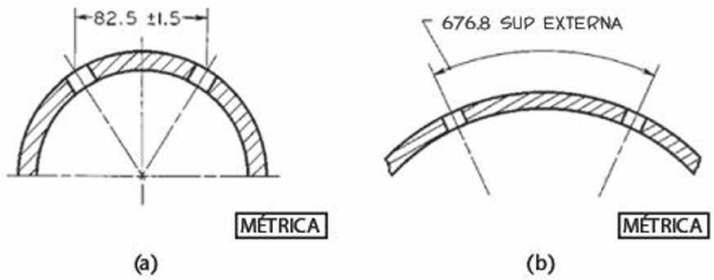


10.46 Dimensionamiento de curvas.

www.FreeLibros.me

10.27 DIMENSIONAMIENTO DE SUPERFICIES CURVAS

Cuando las mediciones angulares no son satisfactorias, usted puede dar unas ***dimensiones de cuerda***, como las que se muestran en la figura 10.47a, o dimensiones lineales sobre las superficies curvas, como en la figura 10.47b.



10.47 Dimensionamiento a lo largo de superficies curvas.

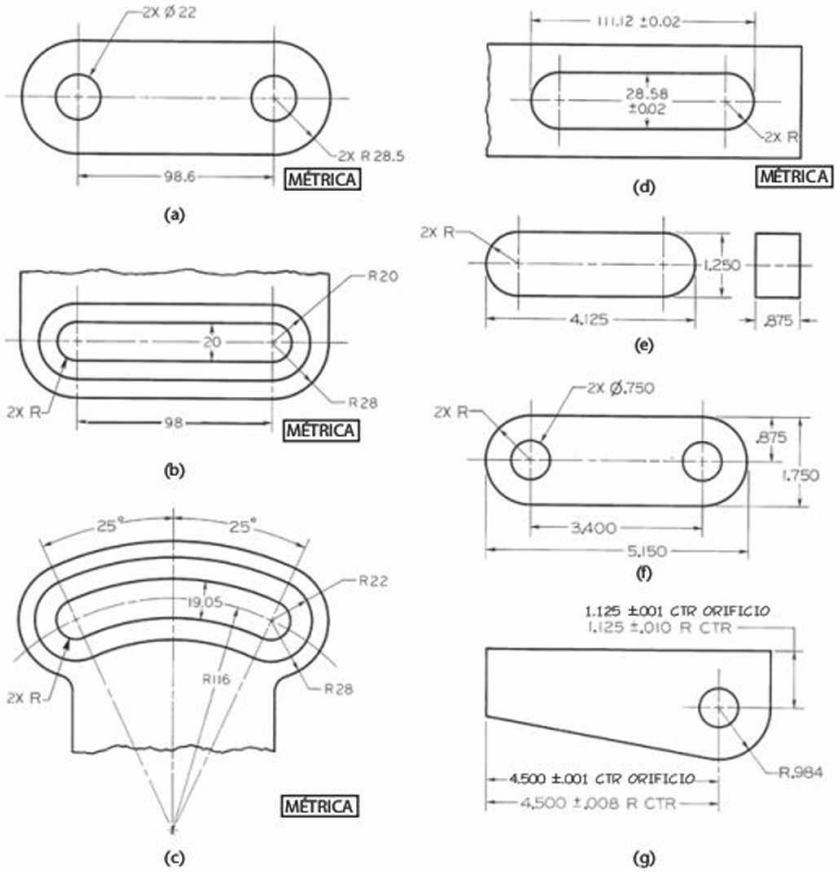
10.28 DIMENSIONAMIENTO DE FORMAS CON EXTREMOS REDONDEADOS

El método para dimensionar formas con extremos redondeados depende del grado de precisión requerido. Si no se necesita mucha exactitud, utilice métodos adecuados para la manufactura, como en las figuras 10.48a-c. Las figuras 10.48d-g muestran métodos que se usan cuando se requiere precisión.

El eslabón que debe fundirse (o cortarse a partir de una hoja metálica o placa) y que se muestra en la figura 10.48a, se dimensiona como si fuera a presentarse para su manufactura, dando la distancia de centro a centro y los radios de los extremos. Observe que sólo es necesaria una dimensión de radio y que el número de sitios se incluye junto con la dimensión de tamaño.

En la figura 10.47b, la plataforma sobre una fundición con una ranura fresada se dimensiona de centro a centro, para ayudar al fabricante de patrones y al maquinista en la ejecución del diseño. Esto también proporciona el recorrido total del cortador de la fresa. La dimensión de anchura indica el diámetro del cortador de la fresa, por lo que debe darse el diámetro de una ranura maquinada. Sin embargo, una ranura mediante extracción del núcleo se dimensiona mediante su radio, de conformidad con el procedimiento para la creación de patrones.

La plataforma semicircular de la figura 10.48c se presenta como la plataforma en la figura 10.48b, excepto que se usan dimensiones angulares. Si es necesario pueden emplearse tolerancias angulares.

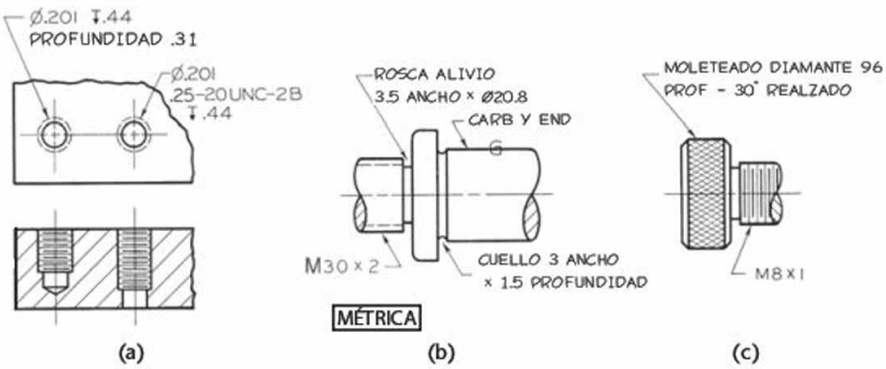


10.48 Dimensionamiento de formas con extremos redondeados. *Para mayor precisión, en las partes d-g se dan las longitudes globales de las formas con extremos redondeados y se indican los radios, pero sin valores específicos. La distancia de centro a centro puede requerirse para una localización exacta de algunos orificios. En la parte g la ubicación del agujero es más importante que la localización del radio, por lo que se ubican ambos.*

www.FreeLibros.me

10.29 DIMENSIONAMIENTO DE ROSCAS

Para especificar las dimensiones de las roscas se utilizan notas locales. En el caso de los agujeros roscados, si es posible, las notas se adjuntan a la vista circular de los orificios, como se muestra en la figura 10.49. Para las roscas externas, las notas suelen colocarse en la vista longitudinal donde las roscas se reconocen más fácilmente, como en las figuras 10.49b y c. Para ver una descripción detallada de las notas para rosca, consulte el capítulo 11.



10.49 Dimensionamiento de roscas.

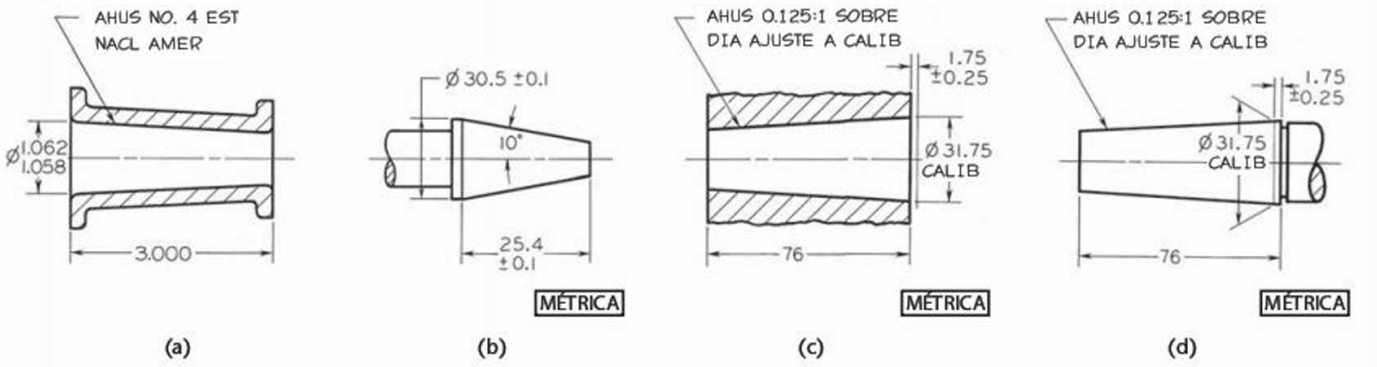
10.30 DIMENSIONES DE AHUSAMIENTOS

Un *ahusamiento* es una superficie cónica sobre un eje o en un orificio. El método usual para dimensionar un ahusamiento es dar la cantidad de ahusamiento en una nota, como AHUSAMIENTO 0.167 EN DIA (con frecuencia se agrega A CALIBRADOR), y luego se proporciona el diámetro en un extremo con la longitud, o se da el diámetro en ambos extremos y se omite la longitud. El ahusamiento sobre el diámetro significa la diferencia de diámetro por unidad de longitud.

Los ahusamientos de maquinado estándar se usan en los ejes, mangos de herramienta o pasadores, y se describen en "Ahusamientos maquinados" de la *ANSI/ASME B5.10-1994 (R2008)*. Estos ahusamientos estándar se dimensionan en un dibujo al dar el diámetro (por lo general en el extremo grande), la longitud y una nota, como AHUSAMIENTO NÚM. 4 ESTÁNDAR NACIONAL AMERICANO, como se muestra en la figura 10.50a.

Para requerimientos que no son muy críticos, un ahusamiento puede dimensionarse dando el diámetro en el extremo más grande, la longitud y el ángulo incluido, todo con las tolerancias adecuadas, como se muestra en la figura 10.50b. De manera alternativa, pueden darse los diámetros de los dos extremos, además de la longitud con las tolerancias necesarias.

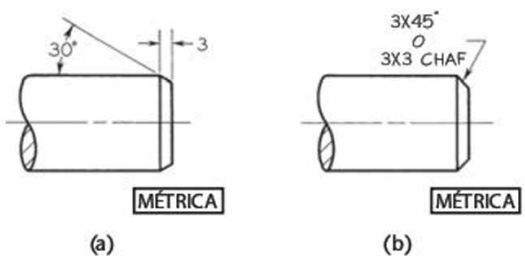
Para los ahusamientos con ajuste muy estricto se indica la cantidad de ahusamiento por unidad de diámetro como se muestra en las figuras 10.50c y d. Se selecciona una línea de calibrador y se localiza mediante una tolerancia comparativamente generosa, y las demás dimensiones se dan con las tolerancias apropiadas según sea necesario.



10.50 Dimensiones de ahusamientos.

10.31 DIMENSIONAMIENTO DE CHAFLANES

Un chaflán es un borde biselado o inclinado. Se dimensiona dando la longitud del desplazamiento y el ángulo, como en la figura 10.51a. Un chaflán a 45 también puede dimensionarse de manera semejante a la que se muestra en la figura 10.51a, pero por lo general se dimensiona con una nota, como en la figura 10.51b.

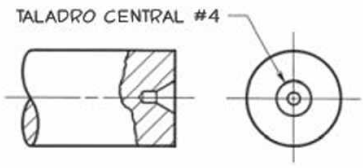


10.51 Dimensionamiento de chaflanes.

www.FreeLibros.me

10.32 CENTROS DE EJE

Los centros de eje se requieren en flechas, vástagos y demás piezas de forma cónica o cilíndrica que se usan en el torneado, el esmerilado y otras operaciones. Un centro de tales características puede dimensionarse como se muestra en la figura 10.52. Por lo general, los centros se producen combinando un taladro y un avellanador.

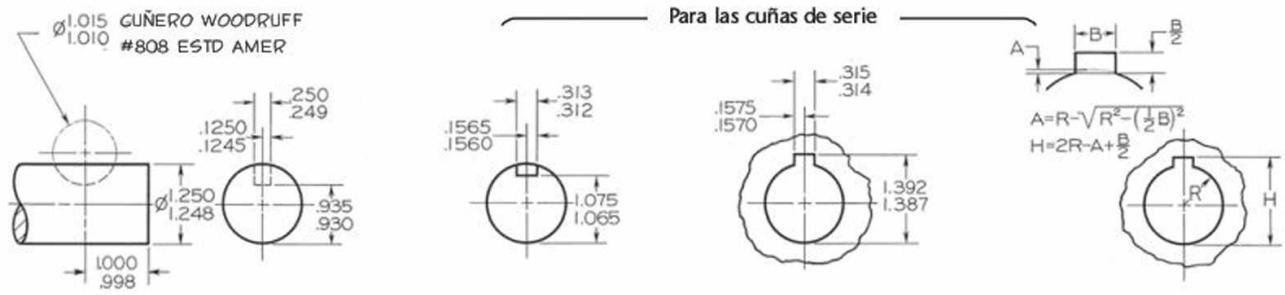


10.52 Centro del eje.

10.33 DIMENSIONAMIENTO DE CUÑEROS

Los métodos de dimensionamiento para los cuñeros con cuñas Woodruff y cuñas de serie se muestran en la figura 10.53. Observe, en ambos casos, el uso de una dimensión al centro del cuñero en el eje o cuello. El método preferido para dimensionar la profundidad de un cuñero es proporcionar la dimensión de la parte inferior del cuñero en el lado opuesto del eje u orificio, como se muestra. El método para calcular esa dimensión se muestra en la figura 10.53d. Los valores de A pueden encontrarse en los manuales para maquinistas.

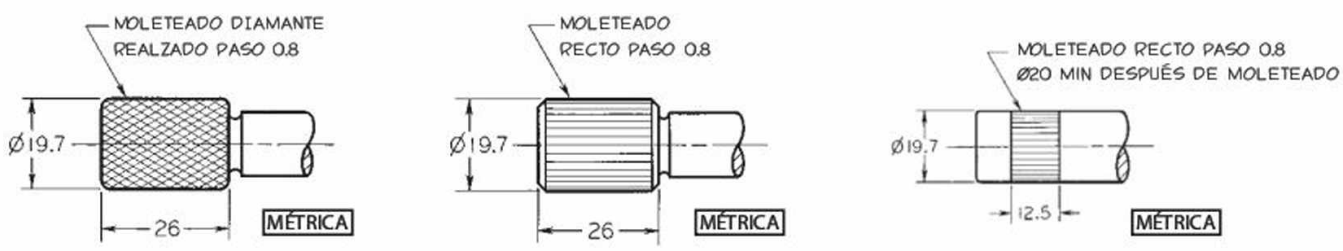
Para obtener información general acerca de las cuñas y los cuñeros vea el Apéndice 20.



10.53 Dimensionamiento de cuñeros.

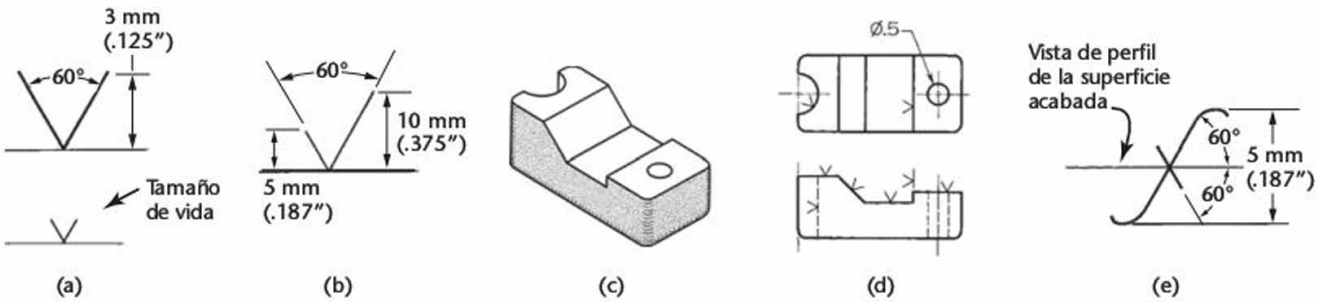
10.34 DIMENSIONAMIENTO DE MOLETEADOS

Un *moleteado* es una superficie rugosa que sirve para proporcionar un mejor agarre o para facilitar un ajuste a presión entre dos partes. Cuando el propósito es el agarre en una empuñadura, sólo es necesario indicar el paso del moleteado, su tipo y la longitud del área moleteada, como se muestra en las figuras 10.54a y b. Para dimensionar un moleteado que se usa en un ajuste a presión, debe darse el diámetro de tolerancia antes del moleteado, como se muestra en la figura 10.54c. También debe añadirse una nota que indique el paso del moleteado y su tipo, así como el diámetro mínimo después de moleteado [consulte *ANSI/ASME B94.6-1984 (R1995)*].



10.54 Dimensionamiento de moleteados.

www.FreeLibros.me



10.55 Marcas de acabado.

10.35 MARCAS DE ACABADO

Una ***marca de acabado*** se utiliza para indicar que una superficie de una fundición o forja en bruto se va a maquinar, o acabar. Para el fabricante de patrones o troqueles, una marca de acabado significa que debe asignarse metal extra a la pieza en bruto para el maquinado.

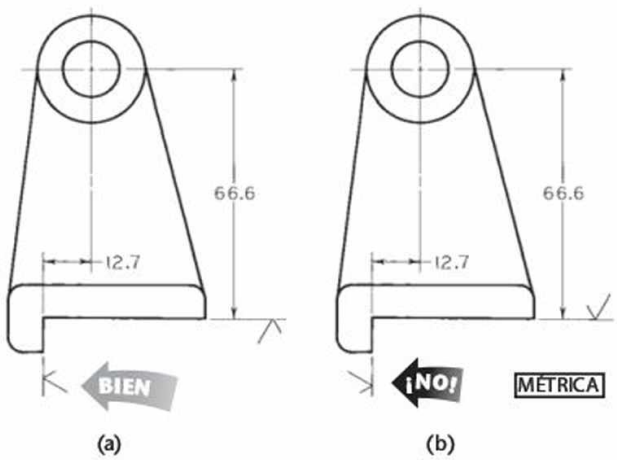
En los dibujos de piezas que deben maquinarse a partir de material laminado, las marcas de acabado suelen ser innecesarias, porque es obvio que las superficies están acabadas. Del mismo modo, no es necesario mostrar marcas de acabado cuando la dimensión implica una superficie acabada, como en Ø6.22-6.35 (métrica) o Ø2.45-2.50 (pulgadas decimales).

Como se muestra en la figura 10.55, se usan tres estilos de marcas de acabado, el símbolo general $\vee$, el nuevo símbolo básico $\sqrt{}$ y el símbolo antiguo $\not\sqrt{}$, para indicar una superficie lisa maquinada. El símbolo es como una V mayúscula, de aproximadamente 3 mm de altura, conforme a la altura de las letras de dimensionamiento. El símbolo extendido, preferido por ANSI, es como una mayúscula más grande y con la pata derecha extendida. La pata corta tiene una altura aproximada de 5 mm y la larga es de unos 10 mm. El símbolo básico puede modificarse para especificaciones más elaboradas de la textura de una superficie.

En la figura 10.55c se muestra una fundición simple con varias superficies acabadas. En la figura 10.55d, las dos vistas de la misma fundición muestran la forma de indicar las marcas de acabado en un dibujo. La marca de acabado sólo se muestra en la vista de perfil de una superficie acabada y se repite en cualquier otra vista en la que la superficie aparezca como una línea, incluso si ésta es una línea oculta.

Si una parte se va a acabar por completo, las marcas de acabado deben omitirse y agregar una nota general, como ACABADO COMPLETO o AC, en la parte inferior de la hoja. Los varios tipos de acabados se detallan en los manuales prácticos para los talleres de maquinado. Los siguientes términos se encuentran entre los que se usan con mayor frecuencia: acabado completo, acabado en bruto, limado, *sand blast* (pavonado), baño químico, raspado, recubierto, afinado, pulido, bruñido, pulimentado, desbarbado, fresado, avellanado, abocardado, extracción de núcleo, perforado, rimado, taladrado, punzonado, escariado y moleteado. Cuando sea necesario controlar la textura de las superficies acabadas más allá de un maquinado común, se utiliza el símbolo $\sqrt{}$ como base para los símbolos de calidad más elaborados de la superficie.

Las superficies acabadas pueden medirse con mayor precisión; por lo tanto, siempre que sea posible, proporcione dimensiones obtenidas a partir de dichas superficies, como en la figura 10.56.



10.56 Marcas correcta e incorrecta, que muestran las dimensiones de las superficies acabadas. *La punta del símbolo debe estar dirigida hacia el interior del cuerpo de metal como si fuera la punta de una herramienta de corte, no al revés, como se muestra en la parte b.*

10.36 RUGOSIDAD SUPERFICIAL

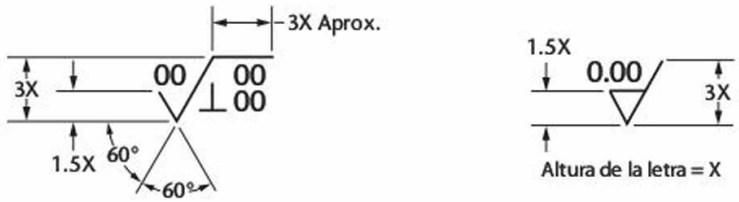
Las demandas de los automóviles, aviones y otras máquinas que deben soportar cargas pesadas y altas velocidades con la menor fricción y el menor desgaste posible ha aumentado la necesidad de un control preciso de la calidad de la superficie por parte del diseñador, sin importar el tamaño del elemento. Los símbolos comunes del acabado no son adecuados para especificar el acabado superficial de estas piezas.

El acabado superficial está íntimamente ligado con el funcionamiento de una superficie, y la especificación correcta del acabado de las superficies es tan necesaria como la de los cojinetes y los sellos. Las especificaciones de calidad de las superficies deben usarse sólo cuando sea necesario, puesto que el costo de producir una superficie acabada se incrementa a medida que la calidad requerida para la superficie sea mayor. En general, el acabado ideal de una superficie es el más rugoso que pueda funcionar satisfactoriamente.

El sistema de símbolos de la textura superficial recomendado por ANSI/ASME [*Y14.36M-1996 (R2008)*] para su uso en dibujos, sin importar el sistema de medición empleado, es hoy ampliamente aceptado por la industria estadounidense.

www.FreeLibros.me

	Símbolo	Símbolo
(a)		Símbolo básico de textura superficial. La superficie puede producirse por cualquier método, excepto cuando se especifica la barra o el círculo, (b) o (d).
(b)		Se requiere la remoción de material mediante el maquinado. La barra horizontal indica que se requiere la remoción de material por maquinado para reproducir la superficie y que es necesario proporcionar material para ese propósito.
(c)		Tolerancia de eliminación de material. El número indica la cantidad de material en milímetros (o pulgadas) que se debe eliminar. Pueden agregarse tolerancias al valor básico mostrado o indicarlas en una nota general.
(d)		Prohibición de eliminación de material. El círculo en la V indica que la superficie debe producirse mediante procesos como fundición, forjado, acabado en caliente, acabado en frío, fundición en troquel, metalurgia de polvos o moldeado por inyección, sin ninguna remoción posterior.
(e)		Símbolo de textura superficial. Se utiliza cuando las características de la superficie están especificadas por encima de la línea horizontal o hacia la derecha del símbolo. La superficie puede producirse mediante cualquier método, excepto cuando se especifica (b) o (d), la barra o el círculo.

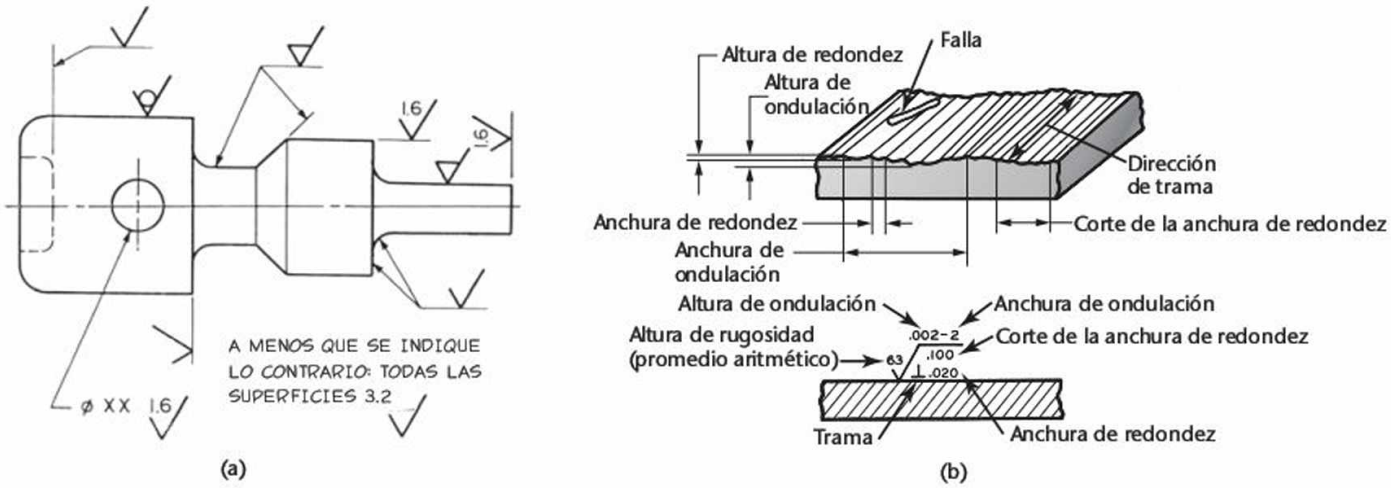


10.57 Símbolos de la textura superficial y su construcción. (Tomado de *ASME Y14.36M-1996 (R2002)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

Estos símbolos se utilizan para definir la textura, la rugosidad y la trama de la superficie. Vea en la figura 10.57 el significado y la manera de construir estos símbolos. El símbolo básico de textura superficial de la figura 10.57a indica una superficie acabada o maquinada por cualquier método, como lo hace el símbolo general ∨. Las modificaciones al símbolo básico de textura superficial que se muestran en las figuras 10.57b-d, definen las restricciones a la remoción de material en la superficie acabada. En los sitios donde se especifiquen valores para la textura superficial distintos a la rugosidad media, el símbolo debe dibujarse con una extensión horizontal, como se muestra en la figura 10.57e. Los detalles de la construcción de los símbolos se dan en la figura 10.57f.

Aplicaciones de los símbolos de rugosidad superficial

Las aplicaciones de los ***símbolos de textura superficial*** se dan en la figura 10.58a. Observe que los símbolos se leen desde la parte inferior y/o el lado derecho del dibujo, y que no se dibujan con ningún ángulo ni al revés. Las mediciones de rugosidad y ondulación se aplican en la dirección que da la lectura máxima, a menos que se especifique lo contrario; por lo general a través de la trama, como se muestra en la figura 10.58b.



10.58 Aplicación de los símbolos de textura superficial y características de la superficie. (Tomado de *ASME Y14.36M-1996 (R2002)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

www.FreeLibros.me

Tabla 10.1 Valores de serie recomendados para la rugosidad media.* (Tomado de *ASME Y14.36M-1996 (R2002)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

Micrómetros	Micropulgadas
0.012	0.5
0.025	1
0.050	2
0.075	3
0.10	4
0.125	5
0.15	6
0.20	8
0.25	10
0.32	13
0.40	16
0.50	20
0.63	25
0.80	32
1.00	40
1.25	50
1.60	63
2.0	80
2.5	100
3.2	125
4.0	180
5.0	200
6.3	250
8.0	320
10.0	400
12.5	500
15	600
20	800
25	1000

**Un micrómetro es igual a una milésima de milímetro.*

Valores recomendados de rugosidad y ondulación

Los valores recomendados para la altura de la rugosidad se dan en la tabla 10.1. Cuando es necesario indicar los valores de corte de la anchura de la rugosidad, se usan los valores estándar que se enuncian en la tabla 10.2. Si no se especifica un valor, se supone 0.80.

Cuando se requieren los valores máximos para la altura de ondulación, es recomendable emplear los valores que se dan en la tabla 10.3.

Tabla 10.2 Valores de longitud (corte) estándar para el muestreo de la rugosidad. (Tomado de *ASME Y14.36M-1996 (R2002)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

Milímetros (mm)	Pulgadas (")
0.08	.003
0.25	.010
0.80	.030
2.5	.1
8.0	.3
25.0	1.0
8.0	320
10.0	400
12.5	500
15	600
20	800
25	1000

Tabla 10.3 Valores de serie máximos recomendados para la altura de la ondulación. (Tomado de *ASME Y14.36M-1996 (R2002)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

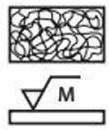
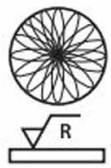
Milímetros (mm)	Pulgadas (")
0.0005	.00002
0.0008	.00003
0.0012	.00005
0.0020	.00008
0.0025	.0001
0.005	.0002
0.008	.0003
0.012	.0005
0.020	.0008

www.FreeLibros.me

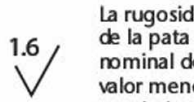
Símbolos de trama y de textura superficial

Cuando se necesita indicar la trama se agregan los símbolos de la figura 10.59 a los símbolos de textura superficial, como se muestra en los ejemplos dados. En la figura 10.60 se presentan y explican algunas aplicaciones de los valores de textura superficial a los símbolos.

En el Anexo 1 se incluye un rango típico de valores de rugosidad superficial que pueden obtenerse mediante diversos métodos de producción.

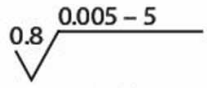
Símbolo	Designación	Ejemplo	Símbolo	Designación	Ejemplo
=	Trama paralela a la línea que representa la superficie sobre la cual se aplica el símbolo		X	Trama angular en ambas direcciones a la línea que representa la superficie sobre la cual se aplica el símbolo	
⊥	Trama perpendicular a la línea que representa la superficie sobre la cual se aplica el símbolo		M	Trama multidireccional	
C	Trama aproximadamente circular a la línea que representa la superficie sobre la cual se aplica el símbolo		R	Trama aproximadamente radial a la línea que representa la superficie sobre la cual se aplica el símbolo	

10.59 Símbolos de trama. (Tomado de *ASME Y14.36M-1996 (R2002)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos.



La rugosidad nominal media se coloca a la izquierda de la pata larga. La especificación de un solo valor nominal deberá indicar el valor máximo y cualquier valor menor será aceptable. Especifique en micrómetros (micropulgadas).

La especificación de los valores medios máximo y mínimo de la rugosidad indica el rango permisible de rugosidad. Especifique en micrómetros (micropulgadas).

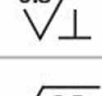


La altura nominal máxima de ondulación es el primer valor colocado sobre la extensión horizontal. Cualquier valor menor será aceptable. Especifique en milímetros (pulgadas).

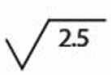
El espaciado nominal máximo de ondulación es el segundo valor colocado sobre la extensión horizontal y a la derecha de la altura nominal de ondulación. Cualquier valor menor será aceptable. Especifique en milímetros (pulgadas).

Se requiere remoción de material por maquinado para producir la superficie. La cantidad básica de material provista para su remoción se especifica a la izquierda de la pata corta del símbolo. Especifique en milímetros (pulgadas).

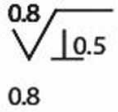
La remoción de material está prohibida.



La designación de la trama se indica mediante el símbolo de trama colocado a la derecha de la pata larga.



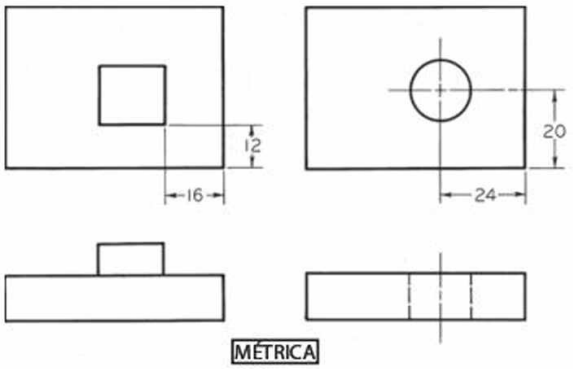
La longitud de muestreo o el corte nominal de la rugosidad se colocan debajo de la extensión horizontal. Cuando no se muestra ningún valor se asume 0.80 mm (0.030").



El espacio requerido máximo de rugosidad estará a la derecha del símbolo de trama. Cualquier valor menor será aceptable. Especifique en milímetros (pulgadas).

10.60 Aplicación de los valores de la textura superficial al símbolo. (Tomado de *ASME Y14.36M-1996 (R2002)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

www.FreeLibros.me



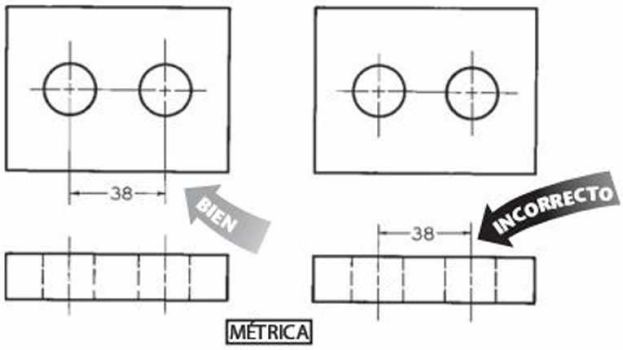
10.61 Dimensiones de ubicación.

10.37 DIMENSIONES DE UBICACIÓN

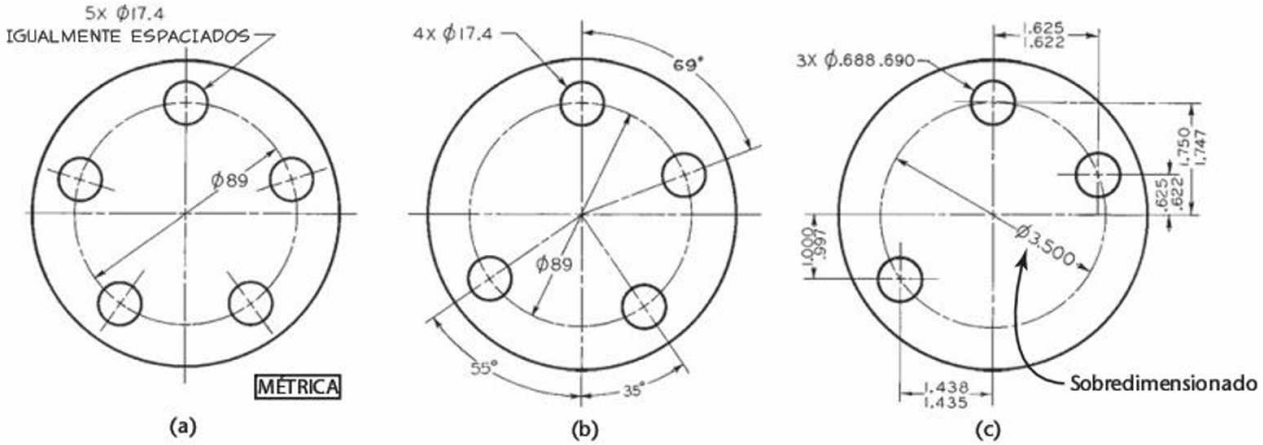
Después de especificar el tamaño de las figuras geométricas que componen la estructura, proporcione las ***dimensiones de ubicación*** para mostrar las posiciones relativas de estas formas geométricas. En la figura 10.61a se muestran las formas rectangulares ubicadas con base en sus caras. En la figura 10.61b, los orificios cilíndricos o cónicos, las copas y otras formas simétricas, se ubican por sus líneas centrales. Las dimensiones de ubicación para orificios se dan de preferencia donde aparezcan los agujeros circulares, como se muestra en las figuras 10.62 y 10.63.

En general, las dimensiones de ubicación deben establecerse a partir de una superficie acabada o de un centro o línea central importante. Inclusive, deben conducir a superficies acabadas siempre que sea posible, porque las fundiciones y los forjados brutos varían en tamaño, y las superficies inacabadas no pueden tomarse como referencia para hacer mediciones exactas. La dimensión de inicio, que se utiliza en la ubicación de la primera superficie maquinada en una pieza fundida o forjada bruta, debe conducir necesariamente a una superficie áspera o a un centro o línea central de la pieza en bruto.

Cuando varias superficies cilíndricas tienen la misma línea central (como en la figura 10.64b) no se requieren dimensiones de ubicación para mostrar que éstas son concéntricas; basta mostrar la línea central. Los orificios igualmente espaciados alrededor de un centro común pueden dimensionarse dando el diámetro del círculo de centros, o círculo de pernos. Utilice una nota como 3X para indicar las características o dimensiones repetitivas, donde X significa *por*, y el 3 indica la cantidad de características repetidas. Deje un espacio entre la letra X y la dimensión, como se muestra en la figura 10.63. Los orificios espaciados en forma desigual se localizan por medio del diámetro del círculo de pernos, más las medidas angulares con respecto a sólo una de las líneas centrales. En la figura 10.63 se muestran algunos ejemplos.



10.62 Ubicación de orificios.



10.63 Ubicación de orificios alrededor de un centro.

www.FreeLibros.me

Donde se requiera mayor precisión, deben darse ***dimensiones coordenadas***, como se muestra en la figura 10.63c. En este caso, el diámetro del círculo de pernos se encierra entre paréntesis para indicar que se va a utilizar sólo como una dimensión de referencia. Las dimensiones de referencia se dan sólo con propósitos informativos. No deben utilizarse para realizar mediciones, y no rigen las operaciones de manufactura. Representan dimensiones calculadas y a menudo son útiles para mostrar los tamaños de diseño previstos.

Cuando varios agujeros no precisos se encuentran en un arco común, se dimensionan dando el radio y las mediciones angulares desde una ***línea de base***, como se muestra en la figura 10.64a. En este caso, la línea de base es la línea central horizontal.

En la figura 10.64b, los tres agujeros están en una línea central común. Una dimensión ubica un pequeño agujero desde el centro; el otro proporciona las distancias entre los pequeños orificios. Observe que la dimensión en *X* se deja fuera. Este método se usa cuando la distancia entre los pequeños orificios es una consideración importante. Si la relación entre el agujero central y cada uno de los orificios pequeños es más importante, entonces incluya la distancia en *X* y haga de la dimensión global una dimensión de referencia.

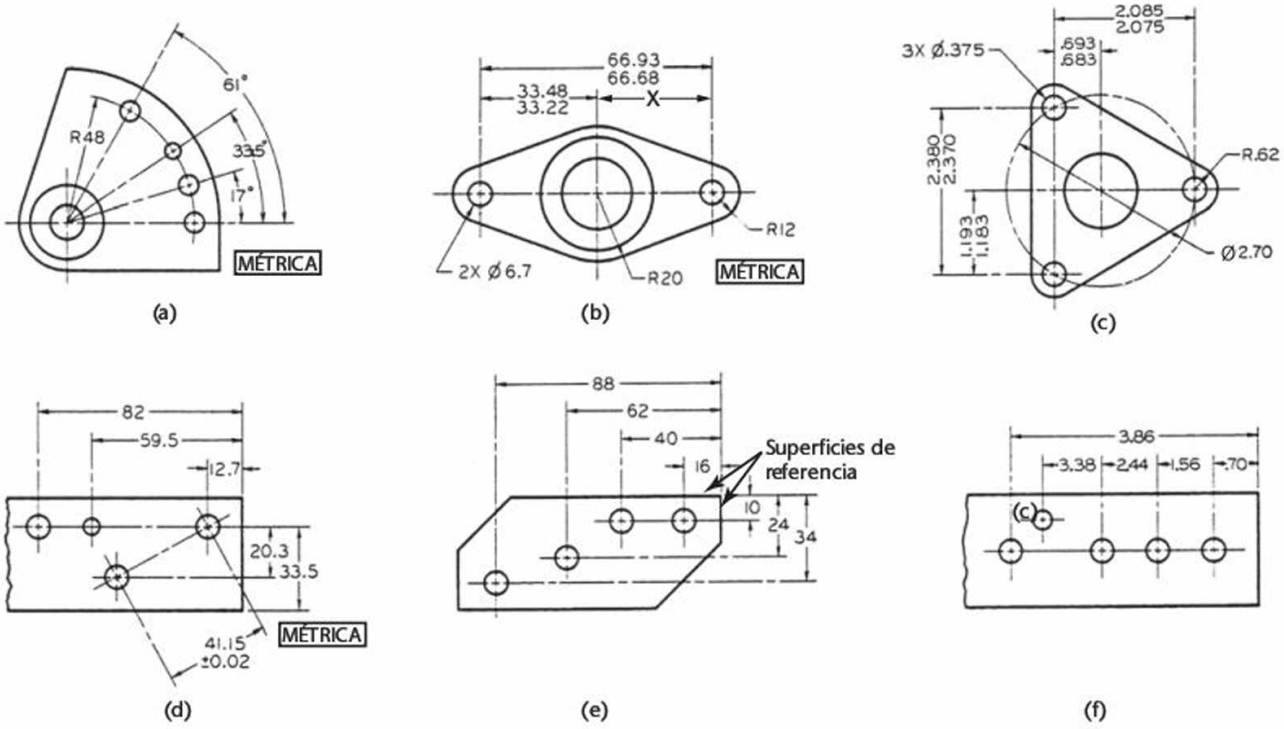
En la figura 10.64c se muestra otro ejemplo de dimensionamiento coordenado. Los tres pequeños agujeros están en un círculo de pernos cuyo diámetro se da para fines de referencia. Los agujeros pequeños se localizan desde el centro principal, en dos direcciones perpendiculares entre sí.

En la figura 10.64d se muestra otro ejemplo de ubicación de agujeros por medio de mediciones lineales. En este caso se realiza una medición a cierto ángulo hacia las dimensiones coordenadas, debido a la relación funcional directa de los dos orificios.

En la figura 10.64e, los orificios se ubican a partir de dos líneas de base o niveles de comparación. Cuando todos los agujeros se ubican desde un punto de referencia común, se controlan la secuencia de medición y las operaciones de maquinado, se evita la acumulación global de tolerancias, y se asegura el buen funcionamiento de la pieza acabada. Las superficies de referencia seleccionadas deben ser más precisas que cualquier medida hecha a partir de ellas; deben estar accesibles durante la manufactura, y dispuestas de modo que se faciliten el manejo y la fijación del diseño. Quizá se requiera especificar la precisión de las superficies de referencia en términos de rectitud, redondez, planitud, etcétera.

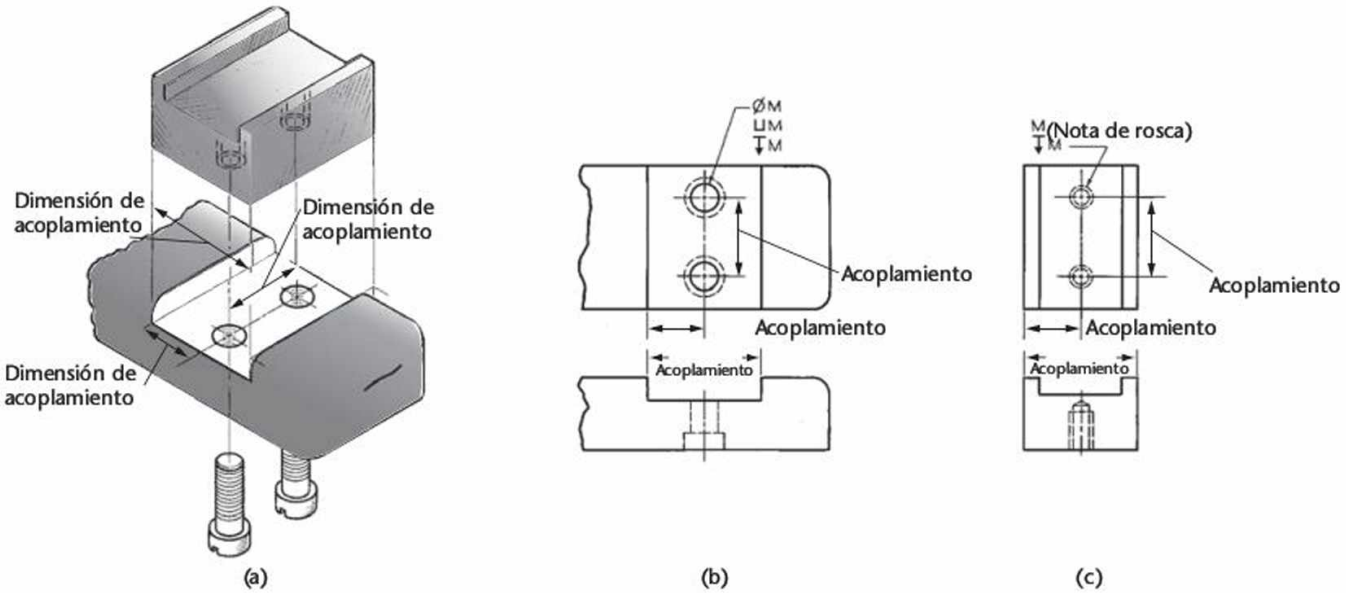
En la figura 10.64f se muestra un método para proporcionar, en una sola línea, todas las dimensiones a partir de una referencia común. Cada dimensión, excepto la primera, tiene una sola punta de flecha y su valor es acumulativo. La dimensión global es independiente.

Estos métodos para ubicar orificios son aplicables a pasadores u otros elementos simétricos.



10.64 Ubicación de orificios.

www.FreeLibros.me



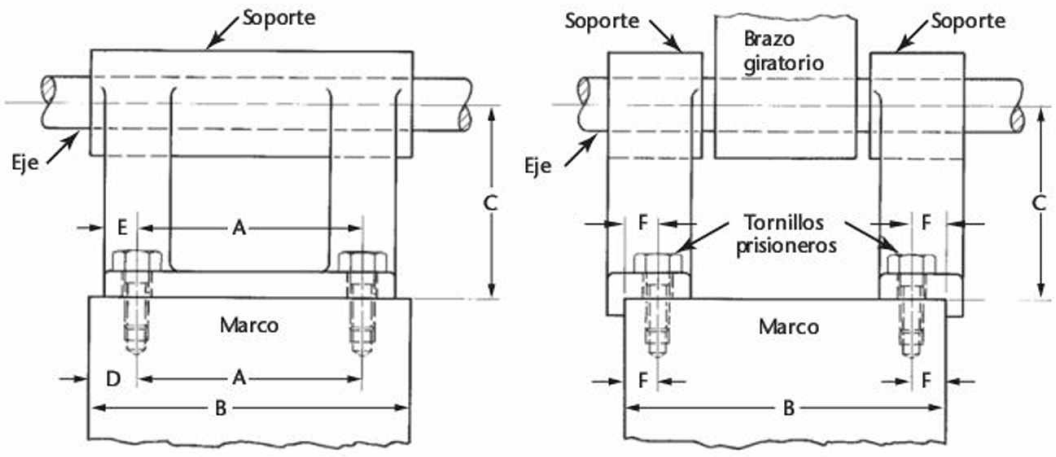
10.65 Dimensiones de acoplamiento.

10.38 DIMENSIONES DE ACOPLAMIENTO

Al dimensionar una sola pieza también debe tomarse en consideración su relación con las piezas a las que se acopla. Por ejemplo, en la figura 10.65a el bloque guía se ajusta en una ranura de la base. Las dimensiones comunes a ambas piezas son dimensiones de acoplamiento, tal como se indica.

Estas ***dimensiones de acoplamiento*** deben darse en los dibujos multivista en los sitios correspondientes, como se muestra en las figuras 10.65b y c. Las demás dimensiones no son de acoplamiento, puesto que no ejercen control sobre el ajuste correcto de dos piezas. Los valores reales de las dos dimensiones de acoplamiento correspondientes pueden no ser exactamente iguales. Por ejemplo, el ancho de la ranura en la figura 10.65b puede dimensionarse como 1/32" (0.8 mm) o bien varias milésimas de pulgada más grande que el ancho del bloque de la figura 10.65c, pero éstas son dimensiones de acoplamiento calculadas a partir de un solo ancho básico. Las dimensiones de acoplamiento deben especificarse en los sitios correspondientes de las dos piezas y se les deben asignar tolerancias para asegurar el correcto ajuste de las piezas.

En la figura 10.66a, la dimensión A es una dimensión de acoplamiento necesaria y debe estar presente en los dibujos del soporte y del marco. En la figura 10.66b, la cual muestra un nuevo diseño del soporte en dos piezas, la dimensión A no se utiliza en ninguna pieza porque no es necesario controlar de manera estricta la distancia entre los tornillos prisioneros. Pero las dimensiones F ahora son dimensiones de acoplamiento esenciales y deben aparecer en los dibujos de las dos piezas. Las dimensiones restantes E, D, B y C no se consideran dimensiones de acoplamiento, puesto que no afectan directamente el ajuste de las piezas.

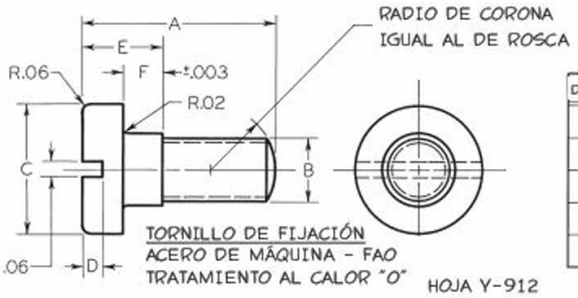


10.66 Ensamble de soporte.

www.FreeLibros.me

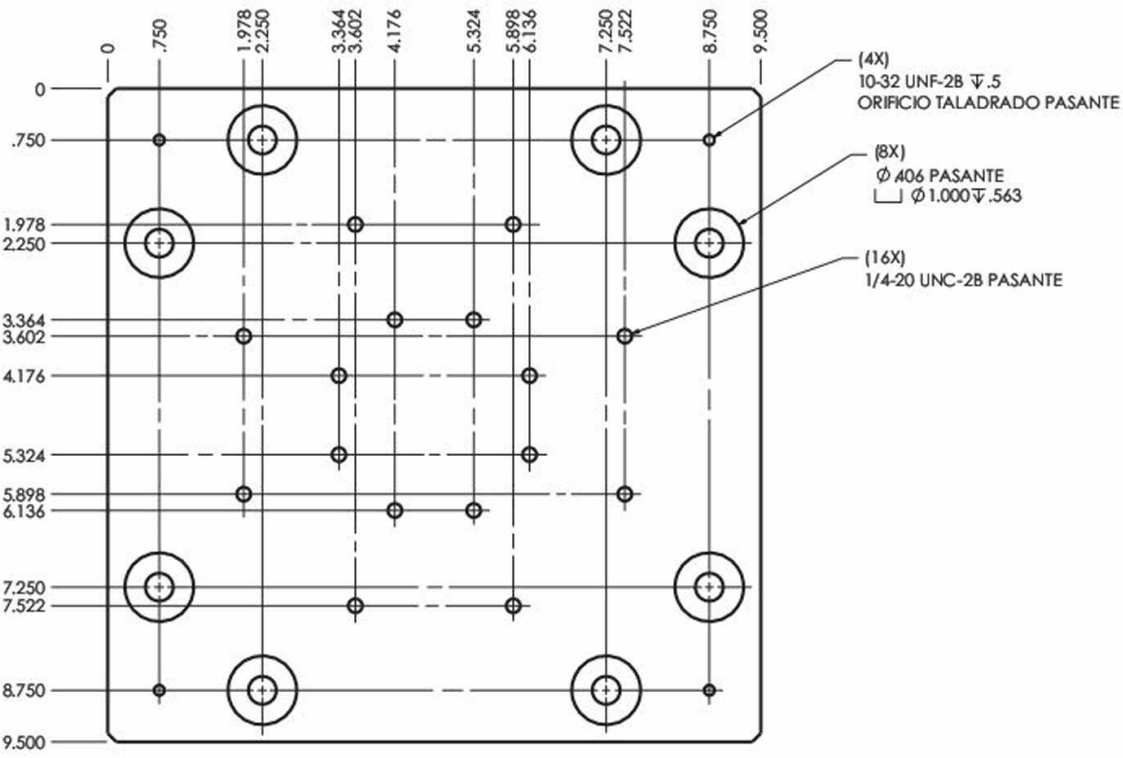
10.39 DIMENSIONES TABULARES

Una serie de objetos con características similares pero que varían en sus dimensiones pueden representarse mediante un dibujo, como se muestra en la figura 10.67. Las letras se sustituyen por cifras de dimensión en el dibujo y las dimensiones variables se dan en forma de tabla. Las dimensiones de muchas piezas estándar se proporcionan de esta manera en los catálogos y los manuales. Otra forma de dimensionar se muestra en la figura 10.68.



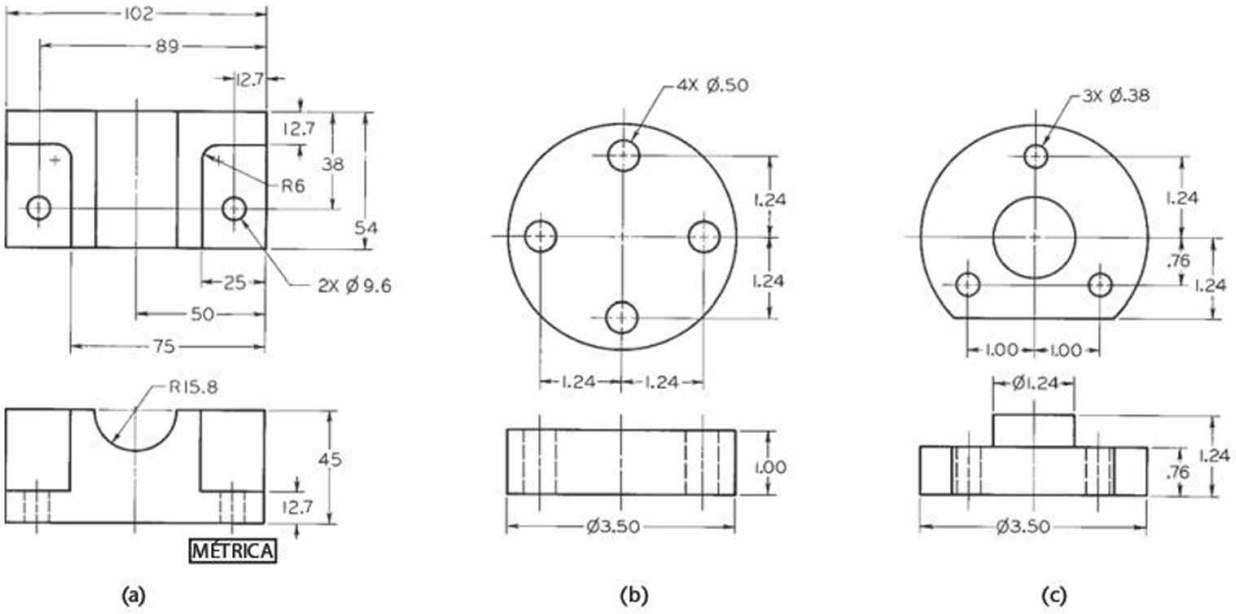
DETALLE	A	B	C	D	E	F	ROSCA UNC	MATERIAL	LBS
1	.62	.38	.62	.06	.25	.135	.312-18	Ø.75	.09
2	.88	.38	.62	.09	.38	.197	.312-18	Ø.75	.12
3	1.00	.44	.75	.12	.38	.197	.375-16	Ø.875	.19
4	1.25	.50	.88	.12	.50	.260	.437-14	Ø.1	.30
5	1.50	.56	1.00	.16	.62	.323	.5-13	Ø1.25	.46

10.67 Dimensionamiento tabular.



10.68 Dimensionamiento con coordenadas rectangulares sin líneas de dimensión.

www.FreeLibros.me



(a) (b) (c)

10.69 Dimensionamiento coordenado.

10.40 DIMENSIONAMIENTO COORDENADO

Por lo general, las prácticas básicas del dimensionamiento coordenado son compatibles con los requerimientos de datos de las máquinas automáticas de producción controladas por cinta o por computadora.

Sin embargo, en el diseño para producción automatizada, usted debe consultar los manuales de la máquina de fabricación antes de hacer los dibujos de producción. Lo que sigue son las directrices básicas para el dimensionamiento coordenado.

Usualmente, para el dimensionamiento coordenado se requiere un conjunto de tres niveles o planos de referencia perpendiculares entre sí. Estos planos pueden ser los obvios, como se muestra en la figura 10.69, o deben estar identificados claramente.

El diseñador selecciona como orígenes para las dimensiones aquellas superficies o características más importantes para el funcionamiento de la pieza. Se selecciona una cantidad suficiente de estas características para posicionar la pieza en relación con el conjunto de planos perpendiculares entre sí. Después se efectúan todas las dimensiones relacionadas a partir de estos planos. En la figura 10.70 se muestra el dimensionamiento con coordenadas rectangulares sin líneas de dimensión.

- Todas las dimensiones deben estar en decimales.
- Siempre que sea posible, los ángulos deben darse en grados y partes decimales de grados.
- Las herramientas como taladros, escariadores y machos deben dejarse a decisión del fabricante a menos que se requiera específicamente un proceso determinado.
- Todas las tolerancias deben determinarse a partir de los requisitos de diseño de la pieza, no por la capacidad de la máquina de manufactura.

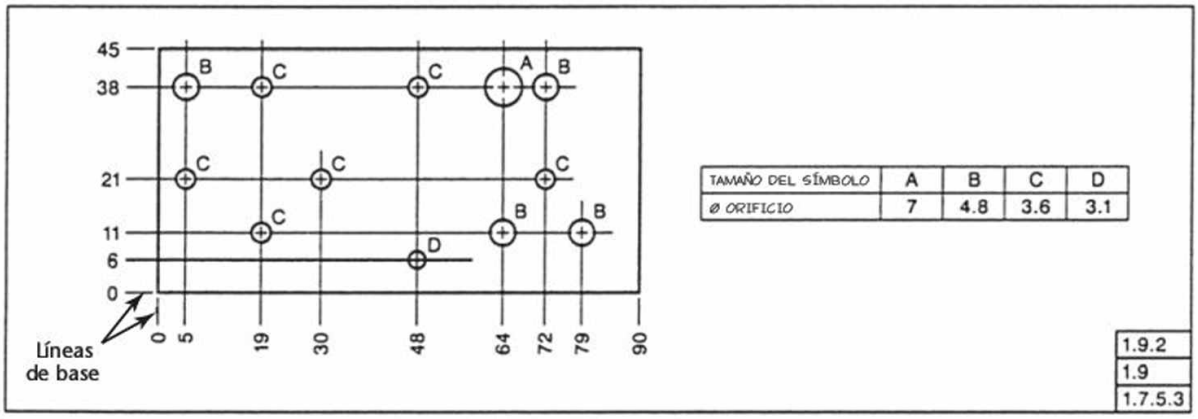
10.41 DIMENSIONES DE MÁQUINA, DISEÑO Y FORJA

Al fabricante de patrones le interesan las dimensiones requeridas para hacer el patrón y el maquinista se preocupa únicamente en las dimensiones necesarias para maquinar la pieza. Con frecuencia, una dimensión que es conveniente para el maquinista no lo es para el fabricante de patrones, o viceversa. Debido a que el fabricante de patrones utiliza el dibujo una sola vez, al tiempo que realiza el patrón, y a que el maquinista lo consulta de forma continua, las dimensiones deben darse principalmente según la conveniencia del maquinista.

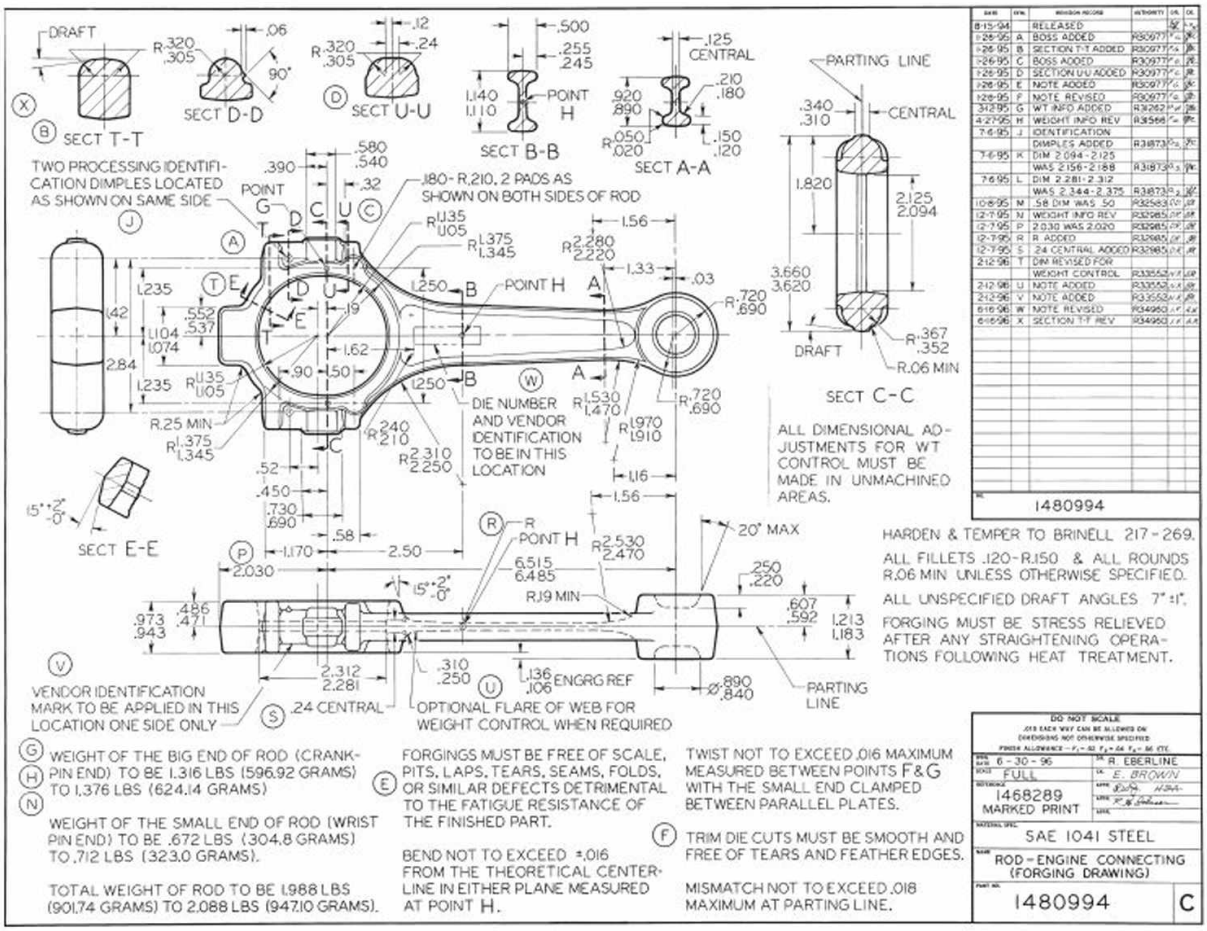
Si la pieza es grande y complicada, en ocasiones se hacen dos dibujos por separado; uno que muestra las dimensiones del patrón, y el otro las dimensiones de la máquina. Sin embargo, la práctica habitual es preparar un dibujo, tanto para el creador de patrones como para el maquinista.

Para las forjas, una práctica común es hacer dibujos de forja y maquinado por separado. En la figura 10.71 se muestra un dibujo de la forja de una biela, que presenta sólo las dimensiones necesarias para el taller de forjado. Un dibujo de maquinado para la misma pieza contendría sólo las dimensiones necesarias en el taller de maquinado.

www.FreeLibros.me



10.70 Con frecuencia se usa una tabla de orificios para dimensionar los patrones complejos de orificios. (Tomado de *ASME Y14.5M-1994 (R2004)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).



10.71 Dibujo de la forja de una biela. (General Motors LLC. Usado con autorización. GM Media Archives).

www.FreeLibros.me

10.42 DOBLECES EN HOJAS METÁLICAS

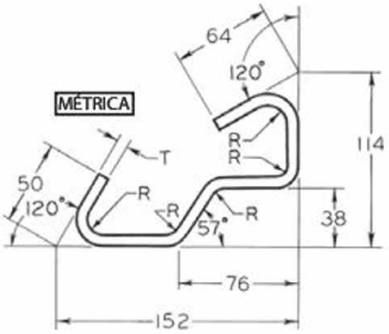
En el dimensionamiento de hojas metálicas, debe darse una tolerancia para los dobleces. La intersección de las superficies planas adyacentes a un doblez se llama la *línea de molde*, y esta línea, y no el centro del arco, se utiliza para determinar las dimensiones, como se muestra en la figura 10.72. El siguiente procedimiento para calcular los dobleces es el más común. Si las dos superficies planas internas de un ángulo se extienden, su línea de intersección se llama la *línea de molde interior* o LMI, como se muestra en las figuras 10.73a-c. Del mismo modo, si las dos superficies planas exteriores se extienden, se produce la *línea de molde exterior* o LME. La línea central del doblez (℄ D) se refiere principalmente a la máquina en la que se hace el doblez y se encuentra en el centro del radio de doblez.

La longitud, o *extensión*, del patrón es igual a la suma de las partes planas del ángulo, más la distancia alrededor del doblez medida a lo largo del eje neutro; dicha distancia se llama *tolerancia de doblez* o TD. Cuando el metal se dobla, se comprime en el interior y se extiende en el exterior. En cierta zona en el medio, el metal no se comprime ni se estira, y esto se llama el eje neutro, como se muestra en la figura 10.73d. Por lo general, se supone que el eje neutro está a un espesor de 0.44 desde la superficie interior del metal.

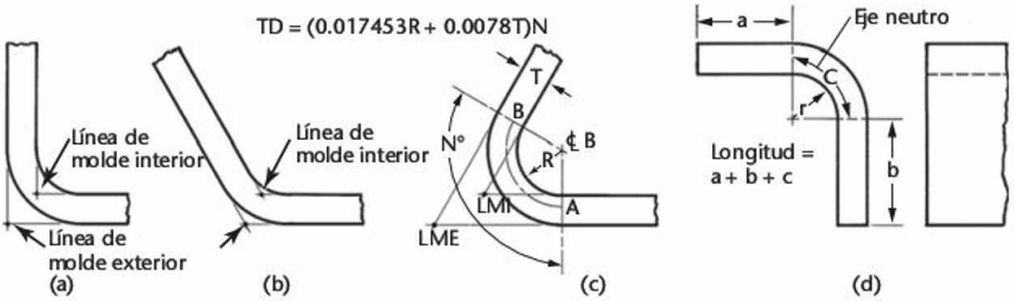
La longitud desarrollada del material, o la tolerancia de doblez, para doblar el metal se calcula a partir de la fórmula empírica

$$TD = (0.017453R + 0.0078T)N$$

donde R = radio de doblez, T = espesor del metal y N = número de grados del doblez, como en la figura 10.73c.



10.72 Dimensionamiento de un perfil.



10.73 Dobleces.

10.43 NOTAS

Por lo general es necesario complementar las dimensiones directas con notas. Éstas deben ser breves y escribirse con cuidado para permitir sólo una interpretación. Las notas siempre deben escribirse en forma horizontal en la hoja y disponerse de forma sistemática. No deben estar muy amontonadas y, si es posible, no deben colocarse entre las vistas. Las notas se clasifican como ***notas generales*** cuando se aplican a un dibujo completo y como ***notas locales***, cuando se aplican a elementos específicos.

Las notas generales deben escribirse en la esquina inferior derecha de la primera hoja de una serie de dibujos, arriba o a la izquierda del cuadro de títulos o en una posición central debajo de la vista a la que se aplican. Si las notas continúan en una segunda hoja, debe darse el número de esa hoja en una nota de la primera hoja de la serie de dibujos. Por ejemplo: LAS NOTAS CONTINÚAN EN LA PÁGINA 4.

Ejemplos

ACABADO COMPLETO (FAO)

ROMPA BORDES AFILADOS A R0.8

G33106 ALEACIÓN DE ACERO BRINELL 340-380

TODOS LOS ÁNGULOS DE 3° A MENOS QUE SE INDIQUE OTRO

LAS DIMENSIONES SE APLICAN DESPUÉS DEL RECUBRIMIENTO

www.FreeLibros.me

En los dibujos de máquinas la franja o el cuadro de títulos llevarán por lo general muchas notas, como las de materiales, tolerancias generales, tratamientos térmicos y patrones.

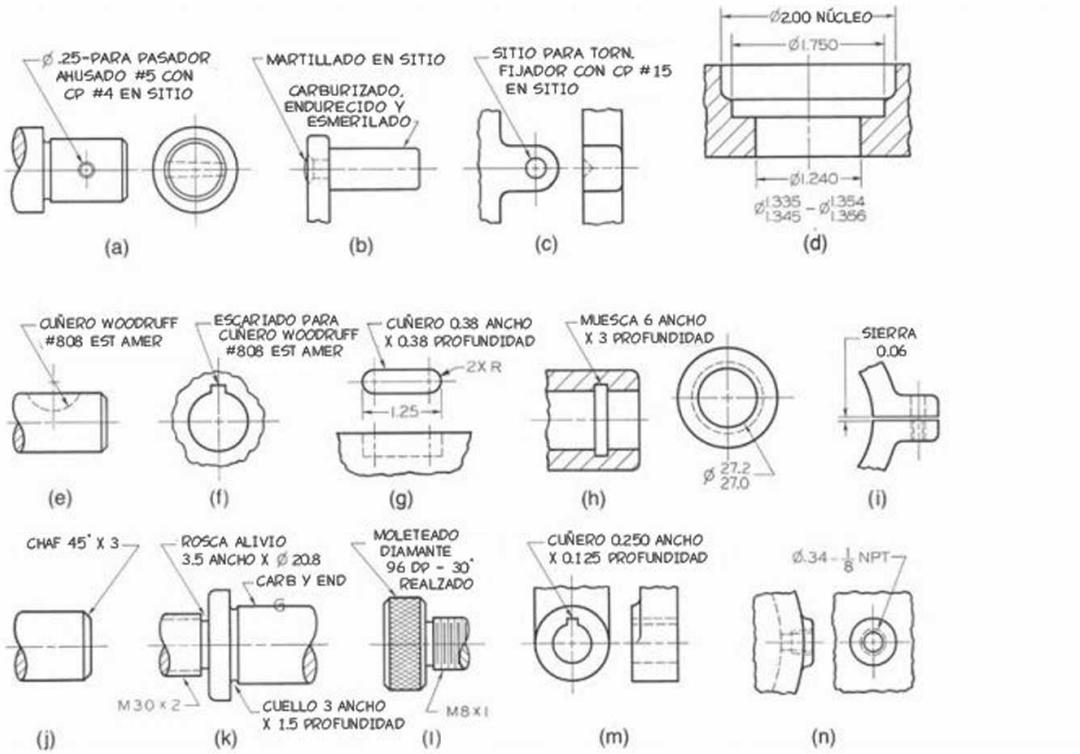
Las notas locales se aplican a operaciones específicas y sólo están conectadas mediante una línea de referencia para el momento en que tales operaciones se lleven a cabo, como se muestra en la figura 10.74. La referencia debe conectarse al frente de la primera palabra de una nota, o justo después de la última palabra, y no en cualquier lugar intermedio.

Utilice las abreviaturas comunes en las notas (como RCA, DIA, MÁX) sólo cuando no se pueden malinterpretar. Evite las abreviaturas menos comunes. "En caso de duda, escriba la palabra completa" es una regla general para evitar problemas con las notas mal entendidas.

Si hay algún símbolo disponible, es preferible a la abreviatura porque los símbolos son reconocidos internacionalmente y no dependen del idioma. Todas las abreviaturas deben cumplir con *ANSI Y14.38-2007*. Consulte las abreviaturas de ANSI en el Apéndice 2.

En general, las líneas de referencia y las notas no deben colocarse en el dibujo hasta que el dimensionamiento esté prácticamente terminado. Las notas y letras no deben tocar las líneas del dibujo ni el cuadro de títulos. Si las notas se escriben primero, pueden estorbar las dimensiones necesarias y tendrán que desplazarse.

Cuando se utilice el CAD para agregar texto en las notas del dibujo, tenga en cuenta la escala final a la que imprimirá el dibujo. Es posible que deba ampliar el texto para que sea legible al imprimirlo a una escala menor.



10.74 Notas locales.

10.44 NORMAS

Siempre que sea posible, las dimensiones deben darse utilizando materiales, herramientas, piezas y calibradores fácilmente disponibles. Las dimensiones de los elementos más comunes en las máquinas: pernos, tornillos, clavos, cuñas, vástagos, cables, tubos, hojas metálicas, cadenas, correas, cuerdas, pasadores y formas de metal laminado, se han estandarizado, y el dibujante debe obtener estos tamaños de los manuales de normas de la compañía, de los manuales publicados y de las normas ANSI, así como de los catálogos de los fabricantes. En el apéndice se presentan algunas tablas con los elementos más comunes.

Las piezas estándar no se delinean en los dibujos al detalle a menos que vayan a modificarse para su uso; se dibujan convencionalmente en los dibujos de ensamble y se mencionan en las listas de piezas. Con frecuencia se usan fracciones comunes para indicar el tamaño nominal de las piezas o herramientas estándar. Si se usa el sistema en pulgadas decimales, por lo común todos los tamaños se expresan en decimales, por ejemplo, TALADRO 0.250 en vez de TALADRO 1/4. Si se emplea el sistema de dimensionamiento métrico, entonces se indicará el taladro métrico aproximadamente del mismo tamaño (0.2480") como TALADRO 6.30.

www.FreeLibros.me

10.45 ERRORES Y ACIERTOS DEL DIMENSIONAMIENTO

La siguiente lista resume brevemente la mayoría de las situaciones en las que un diseñador principiante puede cometer un error durante el dimensionamiento. Los estudiantes deben confrontar su dibujo con esta lista antes de presentarlo a su profesor.

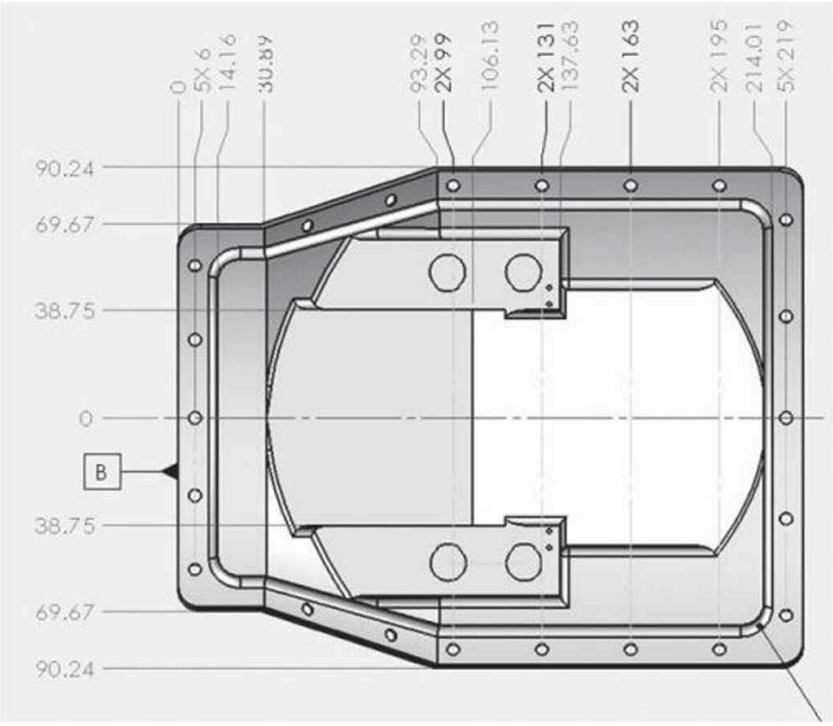
1. Cada dimensión debe darse con claridad para que pueda ser interpretada de una sola manera.
2. Las dimensiones no deben duplicarse, ni se debe dar la misma información de dos maneras diferentes, excepto para el dimensionamiento dual, y deben proporcionarse sólo las dimensiones necesarias para producir o inspeccionar la pieza.
3. Las dimensiones deben darse entre los puntos o las superficies que tengan una relación funcional entre sí o que controlen la ubicación de las piezas de acoplamiento.
4. Deben proporcionarse las dimensiones de las superficies acabadas o las líneas centrales más importantes, con preferencia sobre las superficies en bruto, siempre que sea posible.
5. Las dimensiones deben darse de modo que el maquinista no tenga que calcular, escalar o suponer ninguna dimensión.
6. Las dimensiones de cada característica deben adjuntarse a la vista que muestre mejor dicha característica.
7. Las dimensiones deben colocarse en las vistas donde las características dimensionadas se muestren con su forma verdadera.
8. Siempre que sea posible, debe evitarse el dimensionamiento de líneas ocultas.
9. Las dimensiones no deben colocarse sobre una vista a menos que se mejore la claridad y se eviten las líneas de extensión largas.
10. Las dimensiones aplicables a dos vistas deben colocarse entre las vistas, a menos que se mejore la claridad al colocar algunas de ellas fuera de la vista.
11. Las dimensiones más largas deben colocarse fuera de todas las medidas intermedias para que las líneas de dimensión no crucen las líneas de extensión.
12. En los dibujos de máquinas, todas las marcas de unidad deben omitirse, excepto cuando sean necesarias para obtener claridad, por ejemplo, VALVULA 1" o TALADRO 1 mm.
13. No espere que el personal de producción suponga que una característica está centrada (como un agujero en una placa), sino que debe proporcionar una dimensión de ubicación desde uno de los lados. Sin embargo, si un orificio debe centrarse en una fundición en bruto simétrica, marque la línea central y omita la dimensión de ubicación desde la línea central.
14. Una dimensión debe adjuntarse a una sola vista, no a las líneas de extensión que conectan dos vistas.
15. Las dimensiones de detalle deben alinearse a manera de cadena.
16. Debe evitarse una cadena completa de dimensiones de detalle, es mejor omitir una. En caso contrario agregue una referencia a la dimensión global encerrándola entre paréntesis.
17. Una línea de dimensión nunca debe trazarse a través de una cifra de dimensión. Una cifra nunca debe escribirse sobre ninguna línea del dibujo. La línea puede romperse si es necesario.
18. Las líneas de dimensión deben espaciarse de manera uniforme a través de todo el dibujo. Deben estar al menos a 10 mm (0.38") del contorno del objeto y a 6 mm (0.25") de separación entre sí.
19. Ninguna línea del dibujo debe usarse como línea de dimensión o coincidir con una línea de dimensión.
20. Una línea de dimensión nunca debe unirse en su extremo con el extremo de cualquier otra línea del dibujo.
21. Las líneas de dimensión no deben cruzarse, si es evitable.
22. Las líneas de dimensión y las líneas de extensión no deben cruzarse, si esto puede evitarse (las líneas de extensión pueden cruzarse entre sí).
23. Cuando las líneas de extensión crucen otras líneas de extensión o líneas visibles, no es necesario romper ninguna de las líneas.
24. Una línea central puede extenderse y utilizarse como una línea de extensión, en cuyo caso se sigue dibujado como una línea central.
25. Las líneas centrales no deben extenderse de vista a vista.
26. Las líneas de referencia para las notas deben ser rectas, no curvas, y apuntar al centro de las vistas circulares de los agujeros siempre que sea posible.
27. Las líneas de referencia deben tener una inclinación de 45 , 30 o 60 con la horizontal, aunque se aceptan con cualquier ángulo conveniente, excepto verticales u horizontales.
28. Las líneas de referencia deben extenderse desde el inicio o el final de una nota, con el "hombro" horizontal extendiéndose desde la altura media de las letras.
29. Las cifras de dimensión deben centrarse en forma aproximada entre las puntas de flecha, excepto en una pila de dimensiones, donde deben estar escalonadas.
30. Las cifras de dimensión deben tener una altura aproximada de 3 mm (0.13") para los números enteros y 6 mm (0.25") de altura para las fracciones.
31. Las cifras de dimensión nunca deben amontonarse o hacerse de modo que resulten difíciles de leer.
32. Las cifras de dimensión no deben escribirse sobre líneas o áreas seccionadas a menos que sea necesario; en cuyo caso, debe reservarse un espacio libre para los valores de la dimensión.
33. Por lo general, las cifras de dimensión para ángulos deben escribirse en sentido horizontal.
34. Las barras de fracción no deben estar inclinadas, excepto en áreas restringidas, como en tablas.
35. El numerador y el denominador de una fracción nunca deben tocar la barra de fracción.
36. Las notas siempre deben escribirse horizontalmente en la hoja.
37. Las notas deben ser breves y claras, y el texto debe tener una forma estándar.
38. Las marcas de acabado deben colocarse en las vistas de perfil de todas las superficies que recibirán tratamiento, incluyendo los bordes ocultos y las vistas de contorno y circulares de las superficies cilíndricas.
39. Las marcas de acabado deben omitirse en los orificios u otras características donde la operación de maquinado se especifique en una nota.
40. Las marcas de acabado deben omitirse en las piezas hechas de material laminado.

www.FreeLibros.me

41. Si una pieza debe acabarse por completo, deben omitirse todas las marcas de acabado y usar la nota general ACABADO COMPLETO o FAO.
42. Un cilindro se dimensiona al proporcionar tanto su diámetro como su longitud en la vista rectangular, excepto cuando las notas se usan para los agujeros. Un diámetro diagonal en la vista circular puede usarse siempre y cuando aumente la claridad.
43. Por lo general, los procesos de manufactura se determinan mediante las tolerancias especificadas, en vez de anotarlos específicamente en el dibujo. Cuando el proceso de manufactura debe anotarse por alguna razón (para dimensionar los orificios que deben perforarse, taladrarse y escariarse) use líneas de referencia que apunten de manera preferente hacia el centro de las vistas circulares de los orificios. Indique los procesos de fabricación en el orden en que se llevarán a cabo.
44. Los tamaños de perforación deben expresarse en decimales, dando el diámetro. Para los taladros designados por número o letra también debe darse el tamaño decimal.
45. En general, un círculo se dimensiona por su diámetro y un arco por su radio.
46. Deben evitarse los diámetros diagonales, a excepción de los agujeros muy grandes y los círculos de centro. También pueden usarse en los cilindros positivos para obtener mayor claridad.
47. Un valor de dimensión de diámetro siempre debe estar precedido por el símbolo Ø.
48. Una dimensión de radio siempre debe estar precedida por la letra R. La línea de dimensión radial debe tener una sola punta de flecha, y pasar a través de o apuntar hacia el centro del arco y tocarlo.
49. Los cilindros deben ubicarse por medio de sus líneas centrales.
50. Los cilindros deben ubicarse en las vistas circulares, si es posible.
51. Cuando la precisión sea importante, los cilindros deben localizarse mediante dimensiones coordenadas con preferencia sobre las cotas angulares.
52. Cuando haya varias características en bruto, no críticas, obviamente del mismo tamaño (filetes, redondeados, costillas, etcétera), es necesario dar sólo dimensiones típicas (abreviado TIP) o utilizar una nota.
53. Cuando una dimensión no esté a escala, debe subrayarse con una línea gruesa recta o marcarse como NO A ESCALA o NTS (del inglés Not To Scale).
54. Las dimensiones de acoplamiento deben darse de manera correspondiente en ambos dibujos de las piezas acoplables.
55. Las dimensiones de patrón deben darse con dos posiciones decimales o en números enteros comunes y fracciones con una precisión más cercana a 1/16".
56. En todas las dimensiones de maquinado deben usarse valores decimales.
57. Las tolerancias acumuladas deben evitarse cuando éstas afecten el ajuste de las piezas acoplables.

www.FreeLibros.me

LA BASE DE DATOS DE CAD COMO DOCUMENTACIÓN DE DISEÑO



El software Edrawing le permite ver dibujos en 3D y 2D. Muchas compañías transmiten y almacenan este tipo de dibujos como sus registros de diseño. (Cortesía de Zolo Technologies Inc.).

Una ventaja importante de producir una base de datos de CAD precisa es que el modelo puede usarse como base para la manufactura. Los paquetes CAD actuales ofrecen herramientas para incorporar tolerancias de fabricación y notas en la base de datos de CAD en 3D, con lo que se mejora su capacidad para documentar el diseño. Una buena comprensión del tipo de información disponible en su base de datos de CAD, junto con el conocimiento de cómo se muestran las dimensiones críticas y las tolerancias, son muy importantes para lograr el máximo beneficio del software de CAD en 3D.

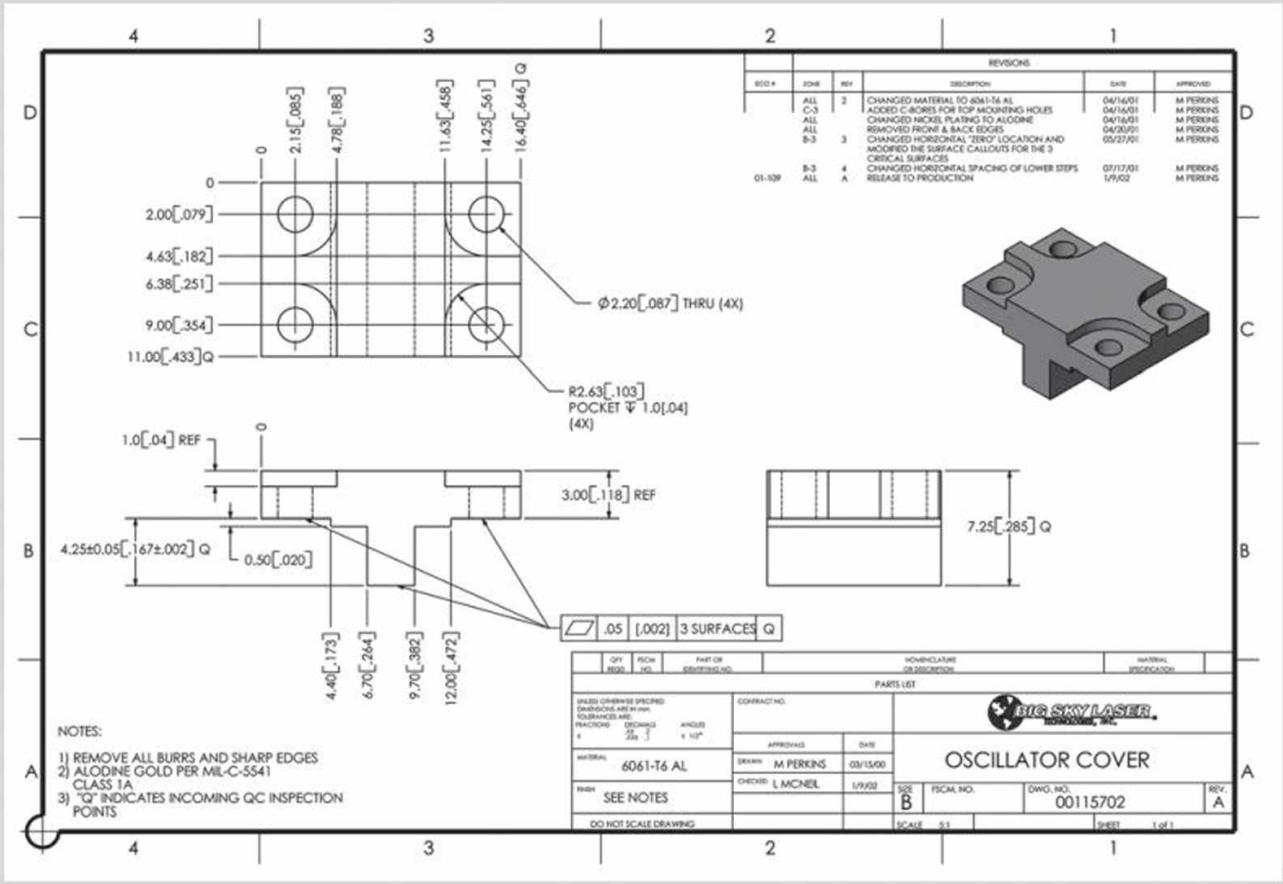
Para utilizar la base de datos CAD como documentación de diseño, las compañías deben considerar los requisitos legales para mantener un registro permanente de su diseño. En algunas industrias, debe mantenerse un registro permanente (o instantáneo) del diseño utilizado para la producción. Un registro cambiante en la computadora puede considerarse una práctica no aceptable legalmente, o puede aceptarse sólo si se cumple una norma de control de modelos/dibujos.

La norma *ASME Y14.41-2003 (R2008), Prácticas de los datos de la definición digital del producto*, describe el estándar para el uso de una definición digital del producto para documentar diseños. Algunas compañías utilizan el modelo 3D con anotaciones electrónicas almacenadas en un archivo o base de datos relacionada con la documentación final del producto. Otras producen dibujos originales en 2D del modelo en 3D para comunicar el diseño hacia el área de manufactura, y para proporcionar documentación del diseño para el proyecto. Para esas empresas el modelo en 3D puede almacenarse, pero el registro del diseño está en los dibujos en 2D completamente dimensionados.

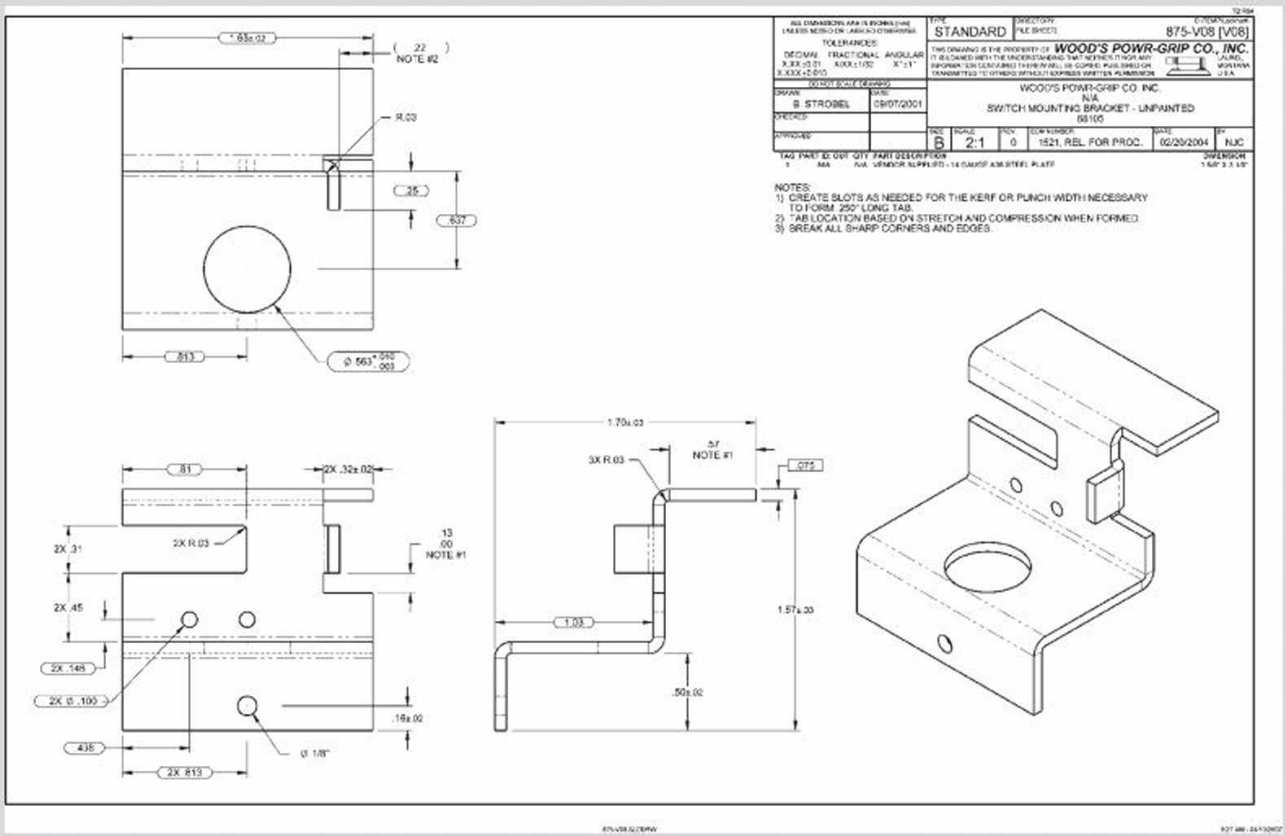
Otras compañías usan una combinación de archivos de computadora y dibujos en 2D para documentar el diseño. Los dibujos en 2D se utilizan para comunicar información acerca de las tolerancias críticas y otra información que no se puede ver fácilmente en el archivo en 3D. El archivo de CAD sirve como interfaz para los procesos de fabricación automatizados, pero el dibujo permite a la empresa llamar la atención a los elementos del diseño que son críticos para su funcionamiento. Como el fabricante puede no tener el mismo software que se utilizó para crear el modelo en CAD, la documentación debe usar un formato que pueda ser interpretado por el fabricante, el constructor de moldes u otros actores que vayan a crear o inspeccionar las piezas. Esto con frecuencia es una combinación de archivos electrónicos en 3D con formato común (como IGES) para el modelo, y dibujos de documentación de CAD en 2D (impresos o en formato de archivo común en 2D como DXF) que muestran las dimensiones críticas.

Ya sea que los dibujos en 2D se impriman en papel o se almacenen en forma electrónica, las vistas ortográficas mostradas correctamente proporcionan gran parte de la base para comunicar y documentar el diseño. Estas vistas de los dibujos también se usan para comunicar información de manuales del usuario, manuales de reparación, así como datos útiles para la manufactura y la inspección.

www.FreeLibros.me



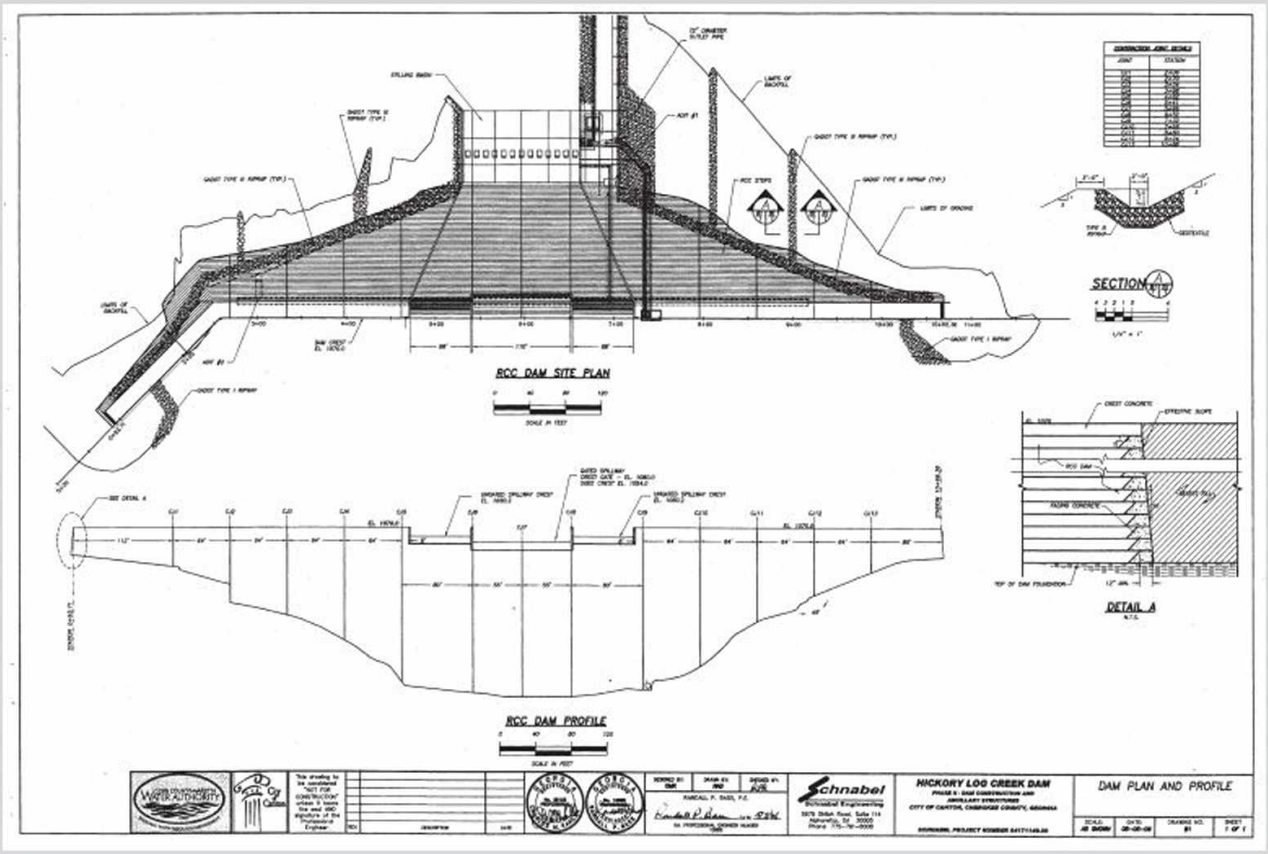
Este dibujo para una pieza pequeña muestra las dimensiones en milímetros, con los valores en pulgadas dados [entre corchetes] como referencia. (Cortesía de Laser Big Sky).



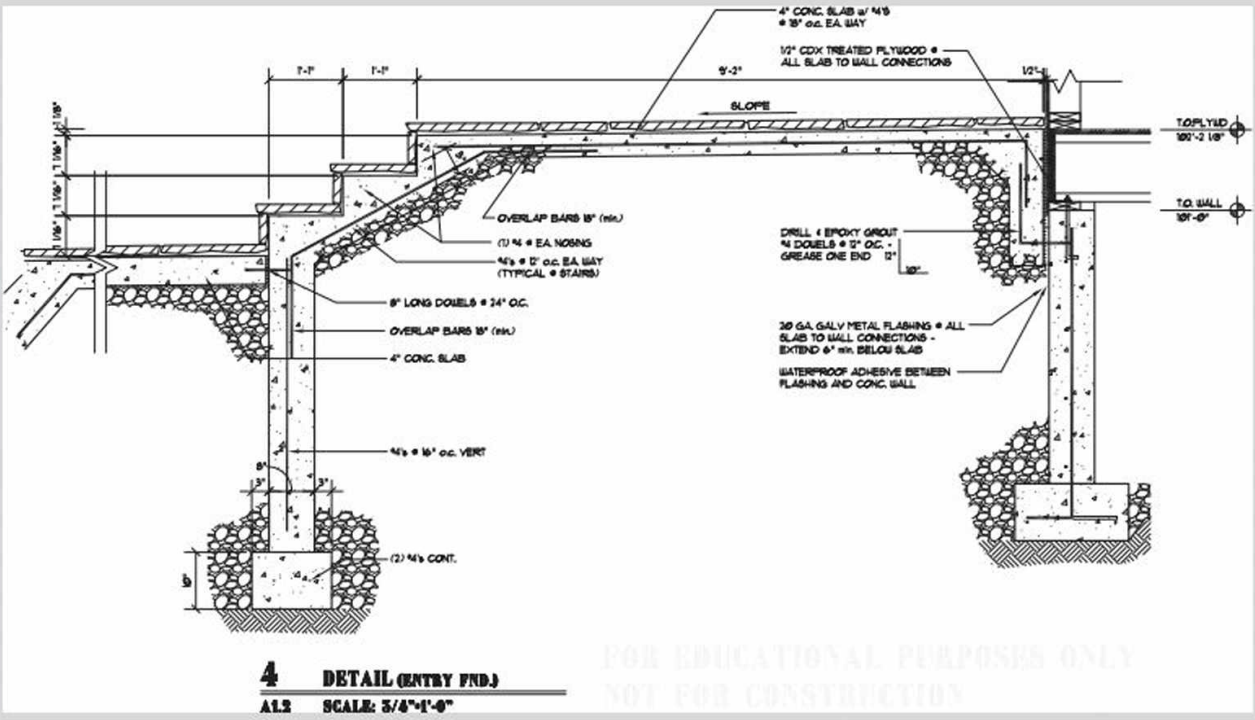
Dibujo dimensionado de una pieza de hoja metálica. (Cortesía de Wood's Power-Grip Co., Inc.).

www.FreeLibros.me

PORTAFOLIO



Plano de planta y perfil de una presa. (Cortesía de Schnabel Engineering).



Parte de un dibujo dimensionado que muestra detalles arquitectónicos. (Cortesía de Locati Architects).

FOR EDUCATIONAL PURPOSES ONLY
NOT FOR CONSTRUCTION

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Dimensionamiento dual
Dimensiones
Dimensiones coordenadas
Dimensiones de acoplamiento
Dimensiones de cuerda
Dimensiones de tamaño
Dimensiones de ubicación
Dimensiones superfluas
Grado
Inclinación
Línea central
Línea de base
Línea de dimensión
Línea de extensión
Línea de referencia radial
Líneas de referencia
Marcas de acabado
Método de la posición
Método de los paréntesis
Notas generales
Notas locales
Pendiente
Puntas de flecha
Símbolos de textura superficial
Tolerancia
Unidireccional

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Para aumentar la claridad de un dibujo, se le agregan dimensiones y notas que describan de manera precisa el tamaño, la ubicación y el proceso de manufactura.
- Los dibujos se escalan de modo que quepan en una hoja de papel. Los dibujos creados a mano se dibujan a escala. Los dibujos de CAD se elaboran a tamaño completo y se escalan al momento de imprimirlos.
- Las dimensiones y las notas se colocan en los dibujos de acuerdo con las normas establecidas.
- Las buenas prácticas de colocación son esenciales para que los dibujos sean fáciles de leer.
- Es importante aprender a dimensionar las formas básicas. Por lo general los dibujos complejos están formados con muchos elementos más simples.
- Los símbolos y las notas del acabado son parte de la descripción de cómo se fabricará la pieza. Deben mostrarse en el dibujo según se requiera.
- La base de datos de CAD puede servir como documentación de diseño, en cuyo caso los dibujos pueden no ser necesarios.
- Los aciertos y errores del dimensionamiento pueden proporcionar las directrices para las buenas prácticas al dimensionar pero, en general, deben mostrarse las dimensiones que sean necesarias para que la pieza se fabrique y funcione en el ensamble tal y como se pretende.
- Para las superficies que se han maquinado por algún proceso de manufactura, se usan técnicas especiales de dimensionamiento.

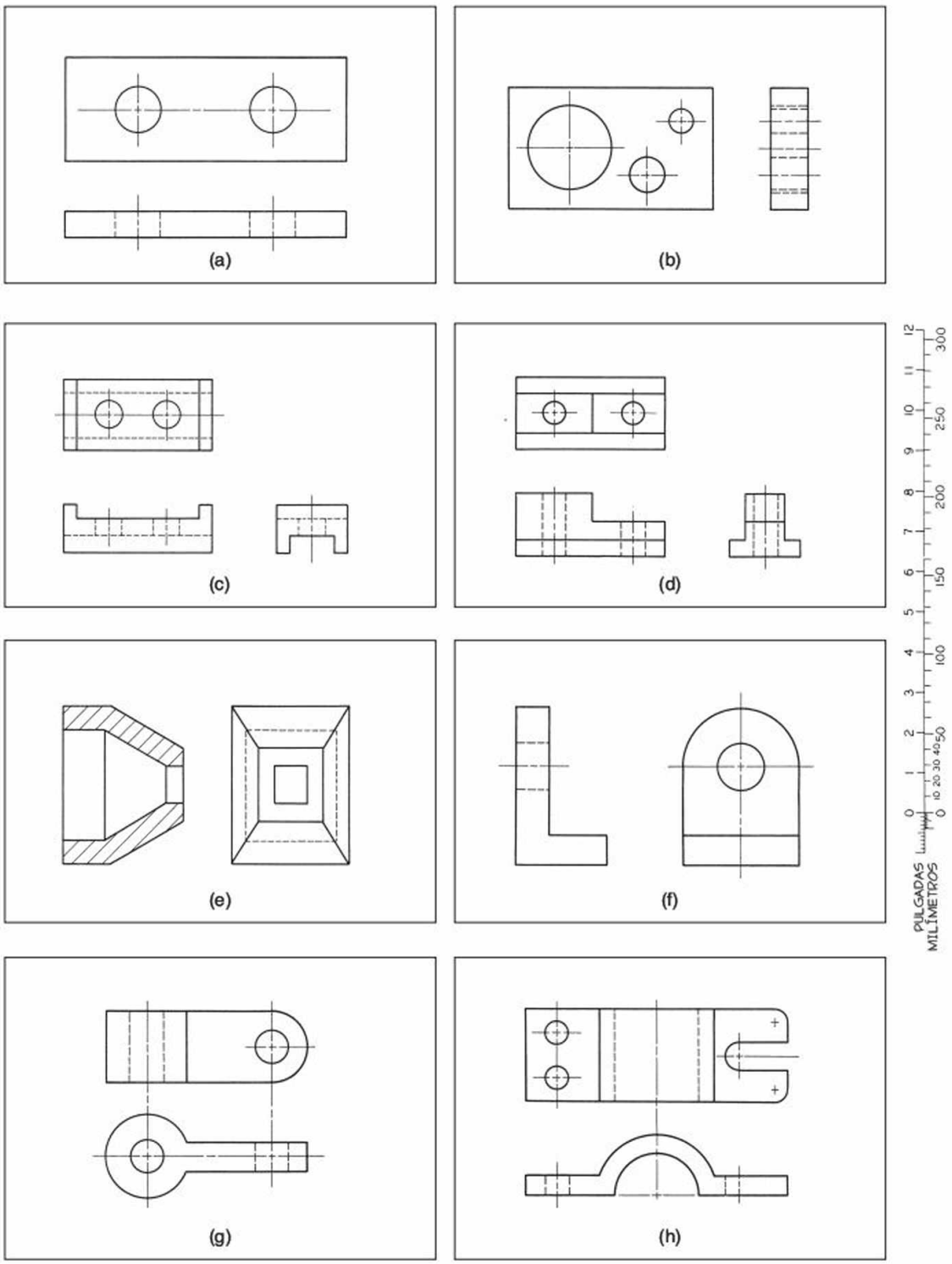
PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Cuáles son las diferentes unidades que se emplean para crear un dibujo usando una escala métrica? ¿Con el escalímetro para arquitectos?
2. Explique el concepto de dimensionamiento de contorno.
3. ¿A qué tipo de línea no la cruza ninguna otra línea cuando se dimensiona un objeto?
4. ¿Cómo se usa el análisis geométrico en el dimensionamiento?
5. ¿Cuál es la diferencia entre una dimensión de tamaño y una dimensión de ubicación?
6. ¿Qué sistema de dimensionamiento permite que las dimensiones se lean desde abajo y desde la derecha? ¿Cuándo puede una dimensión leerse desde la izquierda?
7. Dibuje un ejemplo del dimensionamiento de un ángulo.
8. ¿Cuándo se usan las marcas de acabado? Dibuje dos tipos de estas marcas.
9. ¿Cómo se dimensionan los cilindros positivos y negativos? Dibuje ejemplos.
10. ¿Cómo se dimensionan los orificios y los arcos? Dibuje ejemplos.
11. ¿Qué son las notas y qué líneas de referencia se utilizan para ellas?
12. ¿Cómo se diferencian una dimensión de abocardado que especifica un radio de filete y un radio de filete especificado como parte de una dimensión de fresado?
13. ¿Por qué es importante evitar las dimensiones superfluas?

EJERCICIOS DE DIMENSIONAMIENTO

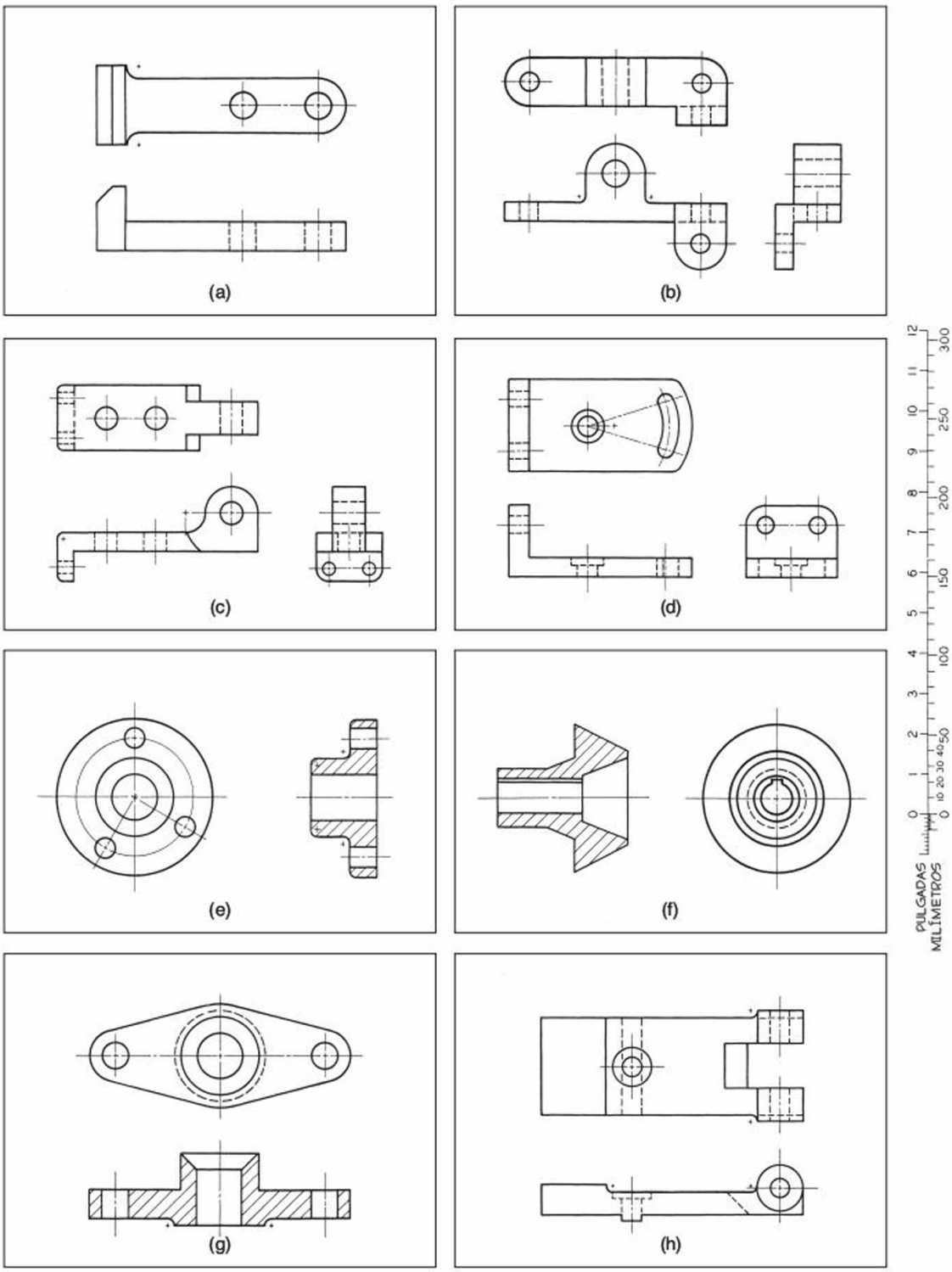
La mayor parte de su práctica en el dimensionamiento estará relacionada con los dibujos de trabajo asignados en otros capítulos. Sin embargo, aquí se proporcionan algunos problemas de dimensionamiento. Los siguientes problemas se han diseñado para hojas de tamaño 8.50" × 11" y se dibujarán y dimensionarán a una escala de tamaño completo. Pueden usarse hojas de tamaño 297 mm × 420 mm con los ajustes apropiados en el diseño de la franja de títulos.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 10.1 Para obtener los tamaños, use las vistas en esta página y transfiéralas a la escala que se observa a un lado a fin de obtener los valores. En cada caso, dimensione todo el dibujo a tamaño completo, en milímetros con un decimal o pulgadas con dos posiciones decimales, según se le indique. Consulte en el interior de la contraportada (última página de este libro) las equivalencias entre pulgadas decimales y milímetros.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 10.2 Para obtener los tamaños, use las vistas en esta página y transfiéralas a la escala que se observa a un lado para así obtener los valores. En cada caso, dimensione todo el dibujo a tamaño completo, en milímetros con un decimal o pulgadas con dos posiciones decimales, según se le indique. Consulte en el interior de la contraportada (última página de este libro) las equivalencias entre pulgadas decimales y milímetros.

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO ONCE

ROSCAS, SUJETADORES Y RESORTES

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Definir y dar nombre a las partes de una rosca.
2. Identificar las diferentes formas de la rosca de un tornillo.
3. Dibujar roscas detalladas, esquemáticas y simplificadas.
4. Definir las especificaciones comunes de una rosca.
5. Identificar los diferentes sujetadores y describir sus usos.
6. Dibujar varios tipos de cabezas de tornillo.
7. Dibujar resortes.

Consulte las siguientes normas:

- *ANSI/ASME B1.1*
- *ANSI/ASME B1.7M*
- *ANSI/ASME B1.13M*
- *ANSI/ASME B17.11*
- *ANSI/ASME Y14.6*
- *ANSI/ASME Y14.6aM*

www.FreeLibros.me

Sujetadores. (Cortesía de TwinNut Corp., Alemania).

INTRODUCCIÓN

Los sujetadores roscados son los principales dispositivos que se usan para el ensamble de componentes. Para acelerar el tiempo de producción y reducir los costos, cada año se crean muchos tipos nuevos de elementos de fijación. Los sujetadores existentes también se modifican para mejorar su inserción en la producción en masa. Muchas compañías ofrecen dibujos de CAD de sus elementos de fijación en la Red; cuando usted use sujetadores estándar en sus diseños, puede ahorrar tiempo al descargar estos dibujos o modelos.

Por lo general las roscas se dimensionan indicando en el dibujo una nota al respecto, lo cual permite combinar más información en un espacio compacto.

La información de este capítulo le dará la preparación que le permitirá especificar varios tipos de roscas y sujetadores, así como usar los métodos estándar de representación en sus dibujos.

www.FreeLibros.me

11.1 Sujetadores para acoplamiento. (Cortesía de Arthur S. Aubry/Stockbyte/Getty Images).

COMPRENSIÓN DE LAS ROSCAS Y LOS SUJETADORES

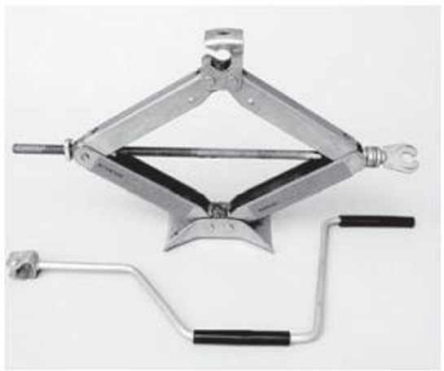
Las roscas de tornillo son vitales para la industria y están diseñadas para cientos de diferentes propósitos. Las tres aplicaciones básicas son:

1. Mantener las piezas unidas entre sí (figura 11.1).
2. Proporcionar ajuste entre las piezas (figura 11.2).
3. Transmitir potencia (figura 11.3).

El contorno de la rosca helicoidal (en espiral) se llama ***forma de rosca***. La forma de rosca métrica es la norma internacional, aunque la forma de rosca unificada es común en Estados Unidos. En algunas aplicaciones específicas se usan otras formas de rosca.

Los programas de dibujo de CAD se usan para representar automáticamente formas de rosca. La especificación de la rosca es una nota de referencia especial que define el tipo de rosca o sujetador; esta nota es una instrucción para el técnico del taller de modo que se cree el tipo correcto de rosca durante el proceso de manufactura.

11.2 Rosca para ajuste. (Cortesía de Dorling Kindersley).



11.3 Rosca para transmitir potencia. (Cortesía de Michael Newman/PhotoEdit Inc.).

ESTANDARIZACIÓN DE LAS ROSCAS DE TORNILLO

En una época no existía algo parecido a la estandarización. Las tuercas de un fabricante podían no ajustarse a los tornillos de otro. En 1841, Sir Joseph Whitworth comenzó una cruzada por una rosca estándar, y pronto la rosca Whitworth se aceptó en toda Inglaterra.

En 1864 Estados Unidos adoptó una rosca propuesta por William Sellers de Filadelfia, pero las tuercas Sellers no se ajustaban a un tornillo Whitworth, o viceversa. En 1935 ese país adoptó la rosca estándar americana, con los mismos 60° en forma de V que la rosca Sellers.

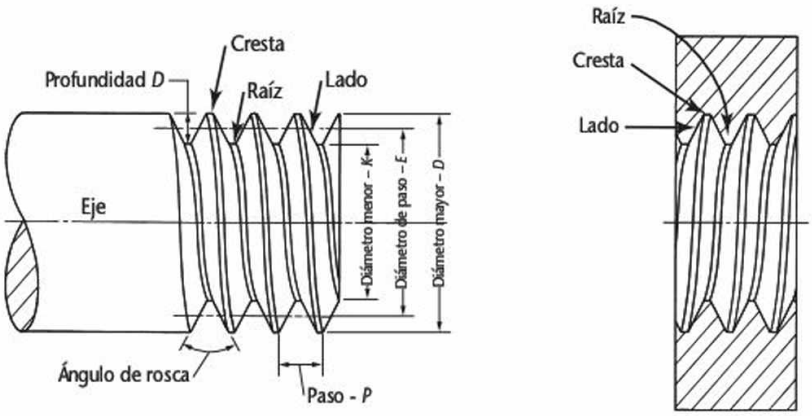
Aún así, no había un estándar entre países. En tiempos de paz era una molestia; durante la Primera Guerra Mundial fue un inconveniente grave, y en la Segunda Guerra Mundial el obstáculo era tan grande que los aliados decidieron hacer algo al respecto. Las negociaciones comenzaron entre los estadounidenses, británicos y canadienses, y en 1948 se llegó a un acuerdo sobre la unificación de las roscas de los tornillos estadounidenses y británicos. La nueva rosca se llamó rosca unificada, y representó una convención entre el estándar americano y los sistemas Whitworth, lo que permitió la facilidad de un intercambio total de roscas entre los tres países.

En 1946 se formó un comité denominado Organización Internacional para la Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) para establecer un sistema internacional único de roscas métricas. En consecuencia, gracias al esfuerzo conjunto del Instituto Industrial de Sujetadores (IFI), varios comités de la American National Standards Institute y los representantes de ISO, se logró preparar una norma de sujetadores métricos.

Sir Joseph Whitworth. (Cortesía del National Park Service).

** Para ver una lista de normas ANSI para roscas, sujetadores y resortes, consulte el Apéndice 1.*

www.FreeLibros.me



(a) Rosca externa (b) Rosca interna

11.4 Nomenclatura de las roscas de tornillo.

Términos de las roscas de tornillo

Las siguientes definiciones se aplican a las roscas de tornillo en general, y se muestran en la ilustración de la figura 11.4. Para obtener información adicional sobre los términos y definiciones específicas de las roscas unificada y métrica, consulte las normas correspondientes.

Rosca de tornillo Estribación de sección transversal uniforme con forma de hélice sobre la superficie externa o interna de un cilindro.

Rosca externa Rosca en el exterior de un miembro, como en un eje.

Rosca interna Rosca en el interior de un miembro, como en un agujero.

Diámetro mayor El diámetro más grande de una rosca de tornillo (para roscas internas y externas).

Diámetro menor El diámetro más pequeño de una rosca de tornillo (para roscas internas y externas).

Paso Distancia desde un punto en una rosca de tornillo hasta un punto correspondiente en la siguiente rosca medida en forma paralela al eje. En Estados Unidos, el paso es igual a 1 dividido entre el número de roscas por pulgada.

Diámetro de paso Diámetro de un cilindro imaginario que pasa por las roscas donde los anchos de éstas y los anchos de los espacios serían iguales.

Avance Distancia que una rosca de tornillo avanza de manera axial en una vuelta.

Ángulo de rosca Ángulo entre los lados de la rosca medido en un plano a través del eje del tornillo.

Cresta Superficie superior que une los dos lados de una rosca.

Raíz Superficie inferior que une a los lados de dos roscas adyacentes.

Lado Superficie de la rosca que conecta la cresta con la raíz.

Eje del tornillo Línea central longitudinal a través del tornillo.

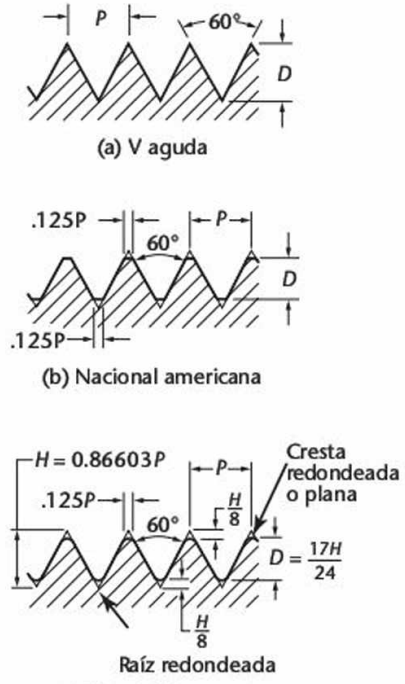
Profundidad de la rosca Distancia entre la cresta y la raíz de la rosca medida en forma perpendicular al eje.

Forma de la rosca Sección transversal de la rosca cortada por un plano que contiene al eje.

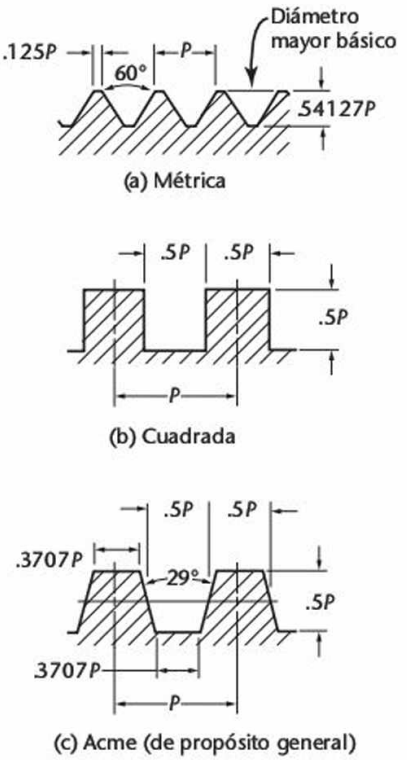
Serie de roscas Número estándar de roscas por pulgada para varios diámetros.

Vista cercana de una tuerca y un perno roscados. (Cortesía de Glenj/iStockphoto.com.).

www.FreeLibros.me



11.5 Formas de rosca de tornillo aguda, nacional americana y unificada.



11.6 Formas de rosca de tornillo métrica, cuadrada y Acme.

Formas de rosca de tornillo

La forma de la rosca es el contorno de la sección transversal de la rosca. Se usan diversas formas de rosca para diferentes propósitos. En las figuras 11.5-11.7 se muestran algunas de las formas de rosca más comunes.

Rosca en V aguda (60°), es útil para ciertos ajustes debido a la fricción aumentada que resulta de la cara completa de la rosca. También se utiliza en trabajos con tubería de latón (figura 11.5a).

Rosca nacional americana, con raíces y crestas aplanadas, es una rosca más fuerte. Esta forma sustituyó a la rosca en V aguda para los usos generales (figura 11.5b).

Rosca unificada, es la rosca estándar acordada por Estados Unidos, Canadá y Gran Bretaña en 1948. Remplazó a la forma nacional americana. La cresta de la rosca externa puede ser plana o redondeada, y la raíz es redondeada, de lo contrario la forma de la rosca sería esencialmente la misma que la nacional americana. Algunas roscas nacionales americanas antiguas todavía se incluyen en la nueva norma, que contiene 11 diferentes números de roscas por pulgada para los diferentes diámetros estándar, junto con determinadas combinaciones de diámetros y pasos especiales. En las 11 series se incluye la serie de rosca gruesa (UNC o NC), recomendada para uso general; la serie de rosca fina (UNF o NF), para uso general en ensambles de automóviles y aviones, y en aplicaciones donde se requiere una rosca más fina; la serie extra fina (UNF o NF), que es igual a la serie SAE extra fina, se usa sobre todo en aviones y equipos aeronáuticos y de manera general en roscas para paredes delgadas; y la serie 8, de 4, 6, 8, 12, 16, 20, 28 y 32 roscas con un paso constante. Las series 8UN u 8N, 12UN o 12N y 16UN o 16N se recomiendan para los usos correspondientes a las antiguas roscas americanas con pasos de 8, 12 y 16. Además, hay tres series especiales: UNS, NS, y UN, que involucran combinaciones únicas de diámetro, altura y longitud de acoplamiento (figura 11.5c).

Serie de roscas ultrafinas unificadas (UNEF), la cual tiene muchas roscas más por pulgada para un diámetro dado que cualquier otra serie nacional americana o unificada. La forma de la rosca es igual a la nacional americana. Estas pequeñas roscas se usan en el metal delgado, donde la longitud de la rosca de acoplamiento sea pequeña, en casos donde se requiere un ajuste compacto y donde la vibración es muy grande.

Rosca métrica es la rosca estándar acordada internacionalmente para las roscas de sujeción. La cresta y la raíz son planas, pero la rosca externa a menudo está redondeada si se forma mediante un proceso de laminación. La forma es similar a la rosca nacional americana y unificada, pero con menos profundidad de la rosca. La rosca métrica recomendada con fines comerciales se ajusta al perfil básico de la norma ISO para roscas métricas. Este diseño de perfil M es comparable con el perfil unificado en pulgadas, pero no son intercambiables. Para fines comerciales se recomiendan dos series de roscas métricas: gruesa (de propósito general) y fina, que es un número mucho menor de lo que se usaba anteriormente (figura 11.6a).

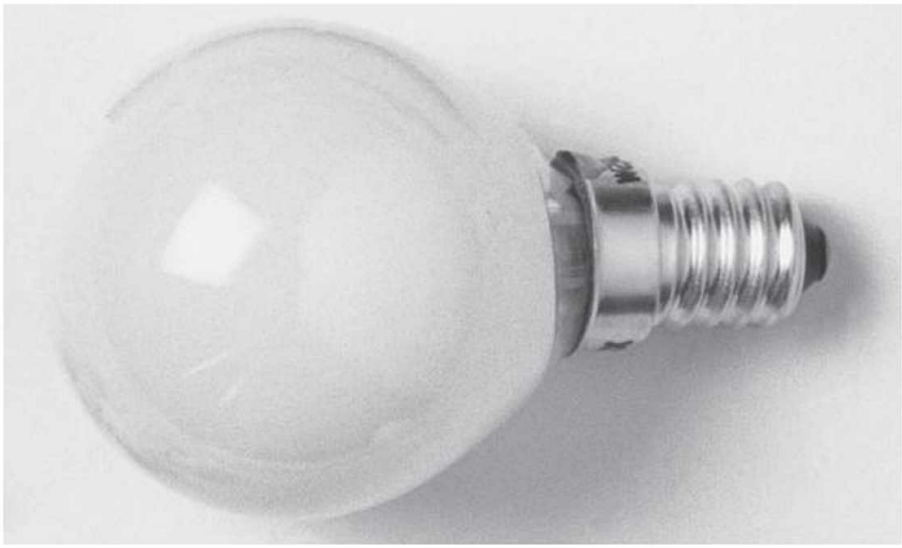
Rosca cuadrada, en teoría es la rosca ideal para transmitir potencia, ya que su cara está casi en ángulo recto con el eje, pero debido a la dificultad de cortarla con moldes y por otros inconvenientes inherentes (como el hecho de que las tuercas no se desensamblan con facilidad), la rosca cuadrada ha sido desplazada en gran medida por la rosca Acme. La rosca cuadrada no está estandarizada (figura 11.6b).

Rosca Acme es una modificación de la rosca cuadrada, a la cual ha reemplazado en gran medida. Es más fuerte que la rosca cuadrada, más fácil de cortar y tiene la ventaja de desensamblarse con facilidad de una tuerca partida, como en el tornillo de avance de un torno (figura 11.6c).

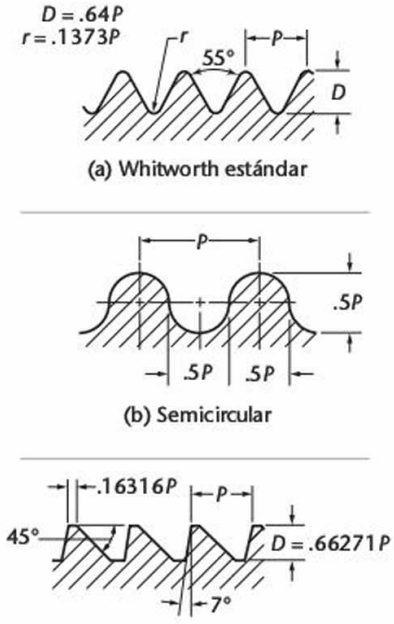
Rosca de tornillo sinfín estándar (no se muestra), es parecida a la rosca Acme pero más profunda. Se utiliza sobre ejes para transmitir potencia a las ruedas del tornillo sin fin.

Rosca Whitworth, fue el estándar británico y ha sido sustituida por la rosca unificada. Los usos de la rosca Whitworth corresponden a los de la rosca nacional americana (figura 11.7a).

www.FreeLibros.me



La rosca semicircular se usa en las bombillas eléctricas. (Stephen Oliver © Dorling Kindersley).

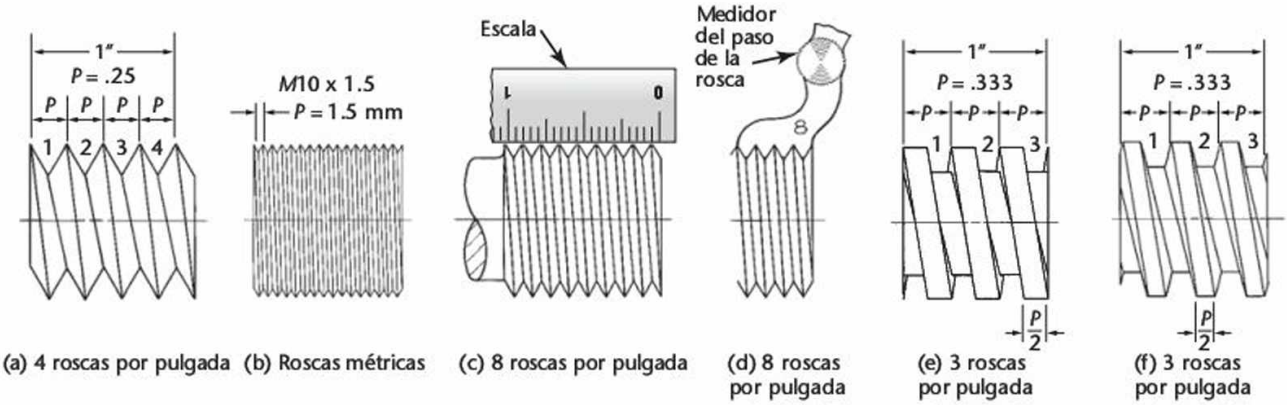


11.7 Formas de rosca de tornillo Whitworth estándar, semicircular y contrafuerte.

Rosca semicircular, por lo general se lamina a partir de hojas metálicas, aunque a veces se funde. En forma modificada la rosca semicircular se usa en bombillas eléctricas y enchufes, tapas de botellas, etcétera (figura 11.7b).

Rosca contrafuerte, está diseñada para transmitir potencia en una sola dirección. Por lo común se usa en armas largas, elevadores y otros mecanismos que tienen altos requerimientos de fuerza (figura 11.7c).

Las diferentes formas de rosca se definen en las distintas normas ASME que especifican los requisitos para el diseño y la selección de las roscas de tornillo. Por ejemplo, la antigua rosca de la serie N ha sido sustituida por la serie de UN.



(a) 4 roscas por pulgada (b) Roscas métricas (c) 8 roscas por pulgada (d) 8 roscas por pulgada (e) 3 roscas por pulgada (f) 3 roscas por pulgada

11.8 Paso.

Paso de la rosca

El paso de cualquier forma de rosca es la distancia paralela al eje entre los puntos correspondientes en las roscas adyacentes, como se muestra en la figura 11.8.

Para las roscas métricas, esta distancia se especifica en milímetros. El paso de una rosca métrica que se incluye junto con el diámetro mayor en la designación de la rosca determina el tamaño de la rosca; por ejemplo, como se muestra en la figura 11.8b.

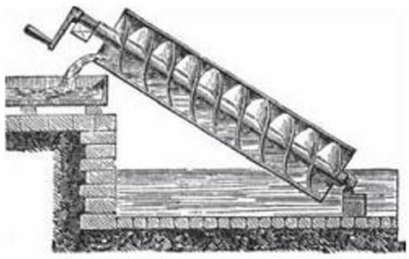
Para las roscas dimensionadas en pulgadas, el paso es igual a 1 dividido entre el número de roscas por pulgada. Consulte el apéndice 14 para ver las tablas de roscas que dan más información sobre el número estándar de roscas por pulgada para las diferentes series y diámetros de rosca. Por ejemplo, una rosca gruesa unificada de 1" de diámetro tiene ocho roscas por pulgada, y el paso P es igual a 1/8" (0.125").

Si una rosca tiene sólo cuatro roscas por pulgada, el paso y las roscas en sí son bastante grandes, como se muestra en la figura 11.8a. Si hay 16 roscas por pulgada, el paso es de sólo 1/16" (0.063") y las roscas son relativamente pequeñas, semejantes a las de la figura 11.8b.

El paso o el número de roscas por pulgada puede medirse con un regla o con un ***medidor del paso de la rosca*** (figura 11.8d).

www.FreeLibros.me

LAS ROSCAS EN LA HISTORIA



Tornillo de Arquímedes. (© 2007 Jupiterimages Corporation).

El concepto de la rosca de tornillo parece habérsele ocurrido primero a Arquímedes, el matemático del siglo III a.C. que escribió brevemente sobre las espirales y diseñó varios dispositivos simples aplicando el principio del tornillo. Desde el siglo I a.C., el tornillo era un elemento familiar, pero se cortaba de manera burda en madera o se elaboraba a mano a partir de un eje de metal. No se oyó mucho de la rosca del tornillo hasta el siglo XV.

Leonardo da Vinci comprendió el principio del tornillo y creó dibujos mostrando cómo cortar roscas de tornillo con una máquina. En el siglo XVI, los tornillos aparecieron en los relojes alemanes y se usaron para sujetar las armaduras. En 1669, el francés Besson inventó el torno de rosca cortante, pero este método de producción no se afianzó en un siglo y medio; la mayoría de las tuercas y tornillos se siguieron haciendo a mano. La fabricación de tornillos se inició en la Inglaterra del siglo XVIII, durante la Revolución Industrial.

Series de roscas

La *representación de roscas ASME/ANSI Y14.6* es un estándar para dibujar, especificar y dimensionar roscas en los dibujos.

La serie de la rosca es el detalle de la forma y el número de roscas por pulgada que componen los diferentes grupos de elementos de fijación. En la tabla 11.1 se muestran las series para las roscas UN.

En la antigua norma ANSI se usaban cinco series de roscas:

Rosca gruesa. De uso general utilizada para la fijación. Se designa NC (Gruesa Nacional).

Rosca fina. Con un mayor número de roscas por pulgada, se usa ampliamente en la construcción de automóviles y aviones. Se designa NF (Fina Nacional).

Rosca de paso 8. Todos los diámetros tienen 8 roscas por pulgada. Se usa en pernos para bridas sometidas a alta presión, en pernos de culata y en elementos de sujeción similares. Se designa 8N (forma nacional, ocho roscas por pulgada).

Rosca de paso 12. Todos los diámetros tienen 12 roscas por pulgada. Se usan en la construcción de calderas y en tuercas delgadas para los ejes y mangas que se emplean en la construcción de maquinaria. Se designa 12N (forma nacional, 12 roscas por pulgada).

Rosca de paso 16. Todos los diámetros tienen 16 roscas por pulgada. Se usa cuando es necesario tener una rosca fina, independientemente del diámetro, como en el ajuste de collarines y en las tuercas de retención para cojinetes. Se designa 16N (forma nacional, 16 roscas por pulgada).

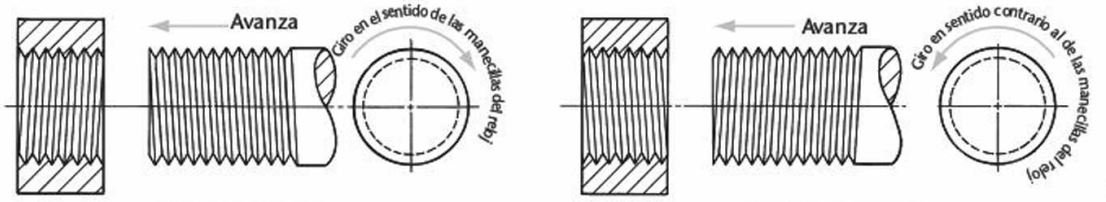
Tabla 11.1 Series de roscas UN.

Series de roscas básicas	De paso constante	Gruesas	Finas	Extra finas	De diámetro especial
UN	UN	UNC	UNF	UNEF	UNS
UNJ	UNJ	UNJC	UNJF	UNJEF	UNJS
N	N	NC	NF	NEF	NS
UNR	UNR	UNRC	UNRF	UNREF	UNRS

** Esta serie se sustituye por la serie UN.*

Roscas derecha e izquierda

Una rosca derecha es la que avanza en una tuerca cuando se gira en el sentido de las manecillas del reloj, y una rosca izquierda es la que avanza en una tuerca cuando se gira en sentido contrario al de las manecillas del reloj, como se muestra en la figura 11.9. Una rosca siempre se considera como derecha (D) a menos que se especifique lo contrario. Una rosca izquierda siempre se marca como I en un dibujo.

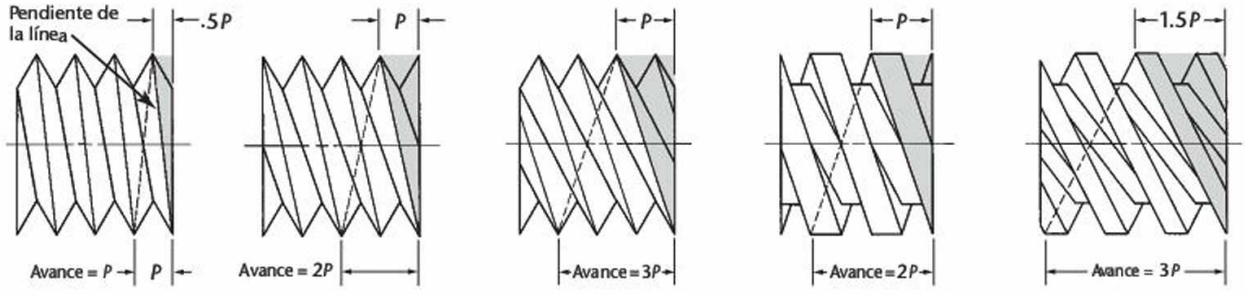


(a) Rosca derecha

b) Rosca izquierda

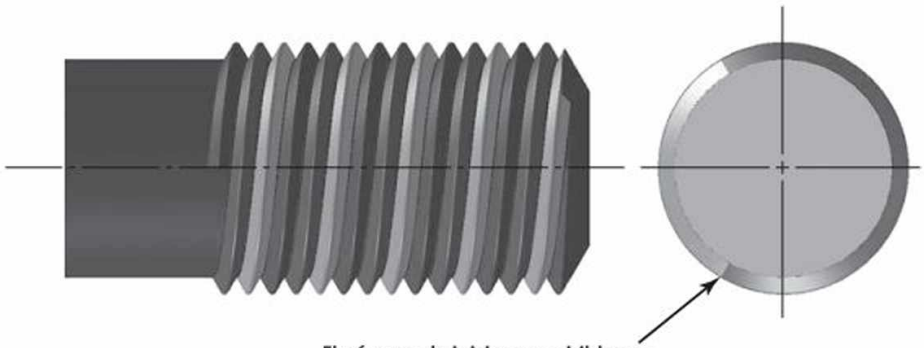
11.9 Roscas derecha e izquierda.

www.FreeLibros.me



(a) 1 inicio (b) 2 inicios (c) 3 inicios (d) 2 inicios (a) 3 inicios

11.10 Roscas múltiples.



El número de inicios son visibles en la vista del extremo del perno. Este modelo de un tornillo con triple rosca tiene tres inicios distintos.

11.11 Este modelo sombreado de un tornillo con triple rosca facilita la visualización de las tres distintas roscas. Cuando se observa la vista del extremo de un tornillo, puede contarse el número de inicios.

Roscas sencillas y múltiples

Una ***rosca sencilla***, como su nombre lo indica, se compone de una cresta, y por lo tanto el avance es igual al paso. Las roscas múltiples están compuestas de dos o más crestas que corren de lado a lado. Como se muestra en las figuras 11.10a-c, la pendiente es la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyo cateto corto es igual a $0.5P$ para las roscas sencillas, P para las roscas dobles, $1.5P$ para las roscas triples, y así sucesivamente. Esta relación se aplica a todas las formas de rosca. En las roscas dobles, el avance es el doble del paso; en las roscas triples, el avance es tres veces el paso; y así sucesivamente. En un dibujo de una rosca sencilla o triple, una raíz se opone a una cresta; en el caso de una rosca doble o cuádruple, la raíz se dibuja opuesta a otra raíz. Por lo tanto, en una vuelta, una rosca doble avanza el doble que una rosca sencilla, y una rosca triple avanza tres veces más lejos. En las figuras 11.10d y e se muestran, respectivamente, roscas D dobles y D triples del tipo Acme.

Las ***roscas múltiples*** se usan siempre que se desea un movimiento rápido, pero no una gran potencia, como en los bolígrafos, las tapas de pasta dental, los vástagos de válvulas, etc. Con frecuencia, las roscas en un vástago de válvula son múltiples para impartir una rápida acción en la apertura y cierre de la válvula. Las roscas múltiples en un eje pueden reconocerse y contarse con sólo observar la cantidad de inicios de rosca en el extremo del tornillo, como se muestra en la figura 11.11.

Ajustes de rosca nacional americana

Para el uso general, ANSI ha establecido tres clases de ajustes entre roscas de acoplamiento (como entre un tornillo y una tuerca).

Estos ajustes se producen por la aplicación de las tolerancias enunciadas en la norma y son los siguientes:

Ajuste clase 1. Recomendado sólo para el trabajo con roscas donde la separación entre las piezas de acoplamiento es esencial para un montaje rápido y donde el movimiento o juego no es objetable.

Ajuste clase 2. Representa una alta calidad en los productos comerciales roscados y se recomienda para la mayoría de los trabajos con roscas intercambiables.

Ajuste clase 3. Representa una calidad excepcional en los productos comerciales roscados y es recomendable sólo en casos donde se justifican los altos costos de las herramientas de precisión y del control continuo.

El estándar para la rosca unificada especifica tolerancias y admisibilidades que definen las distintas clases de ajuste (grado de holgura o estrechez) entre las roscas. En los símbolos para el ajuste, la letra A se refiere a las roscas externas y la B a las roscas internas. Hay tres clases de ajuste para las roscas externas (1A, 2A, 3A) y para las roscas internas (1B, 2B, 3B). Las clases 1A y 1B tienen tolerancias generosas, lo que facilita un montaje y desmontaje rápido. Las clases 2A y 2B se utilizan en la producción normal de tornillos, pernos y tuercas, así como en una variedad de aplicaciones generales. Las clases 3A y 3B son recomendables en aplicaciones que requieren ajustes estrechos y de alta precisión.

www.FreeLibros.me

Ajustes de las roscas métrica y unificada

Algunas aplicaciones especializadas de la rosca métrica se especifican mediante el grado y la posición de la tolerancia, así como por la clase y la longitud del acoplamiento. Hay dos clases generales de ajustes para la rosca métrica. La primera es para aplicaciones de propósito general y tiene una clase de tolerancia 6H para roscas internas y una clase de 6G para roscas externas. La segunda se emplea cuando es necesario un ajuste más estrecho y tiene una clase de tolerancia 6H para roscas internas y una clase 5g6g para roscas externas. Por lo general se asumen las clases de tolerancia 6H/6g para la rosca métrica, a menos que se designe otra clase, y se usan en aplicaciones similares a las clases de ajuste 2A/2B en pulgadas.

La designación de una tolerancia sencilla 6H se refiere tanto al grado de tolerancia como a la posición para el diámetro de paso y el diámetro menor de una rosca interna. La designación de una tolerancia sencilla 6g se refiere tanto al grado de tolerancia como a la posición para el diámetro del paso y el diámetro mayor de la rosca externa. La designación doble 5g6g indica grados de tolerancia diferentes para el diámetro del paso y el diámetro mayor de la rosca externa.

Tres métodos para dibujar roscas

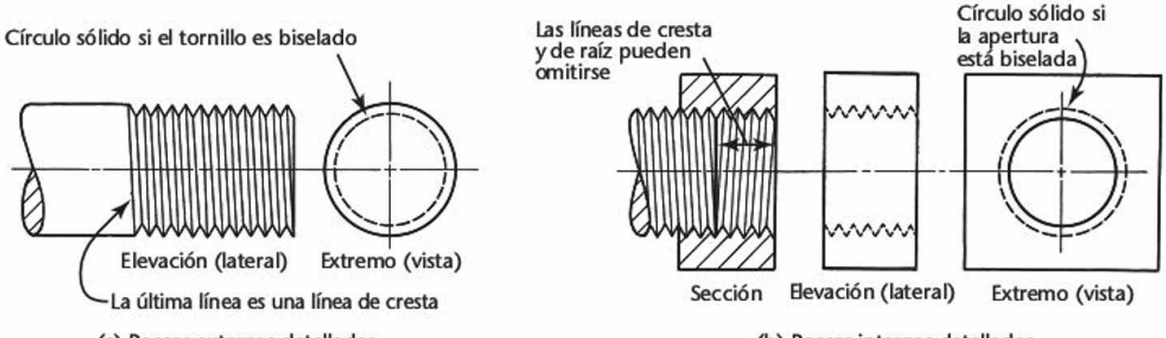
Hay tres métodos para representar roscas en los dibujos: esquemático, simplificado y detallado. Los símbolos de rosca esquemáticos, simplificados y detallados pueden combinarse en un solo dibujo.

Las representaciones esquemáticas y simplificadas más comunes se usan para mostrar las roscas. Los símbolos son los mismos para todas las formas como métricas, unificadas, cuadradas y Acme, pero la especificación de rosca identifica cuál es la que se va a emplear.

La representación detallada es una aproximación más cercana de la apariencia exacta de una rosca, donde se dibujan los perfiles verdaderos de la forma de la rosca, pero las curvas helicoidales se sustituyen por líneas rectas. La proyección verdadera de las curvas helicoidales de una rosca requiere mucho tiempo de dibujo, por lo que en la práctica se utiliza muy pocas veces.

No use la representación detallada a menos que el diámetro de la rosca en el dibujo sea mayor que 1" o 25 mm, y sólo para llamar la atención hacia la rosca cuando esto sea necesario. El dibujo de la representación esquemática es mucho más sencillo y sigue presentando el aspecto general de la rosca. En la figura 11.11 se muestra una representación detallada. Ya sea que las crestas o las raíces sean planas o redondeadas, se representan mediante líneas simples y no con líneas dobles. Las roscas nacional americana y unificada se dibujan de la misma manera. En la figura 11.13 se muestran los símbolos esquemáticos de la rosca, y en la figura 11.14 se presentan los símbolos simplificados.

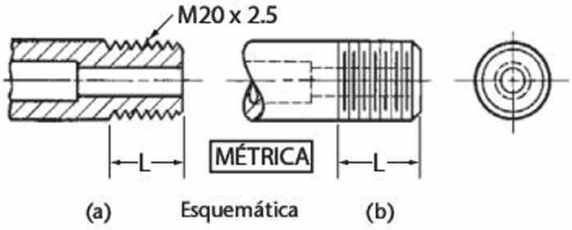
En la figura 11.15 se muestran las instrucciones detalladas para dibujar las roscas esquemáticas y simplificadas.



(a) Roscas externas detalladas

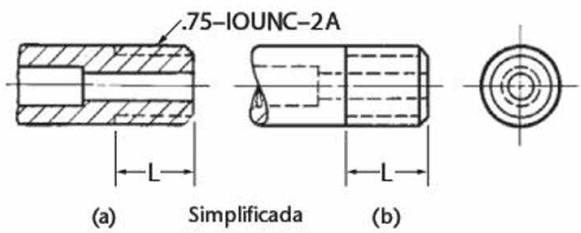
(b) Roscas internas detalladas

11.12 Roscas métrica, nacional americana y unificada detalladas.



(a) Esquemática (b)

11.13 Símbolos esquemáticos de rosca.

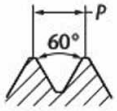


(a) Simplificada (b)

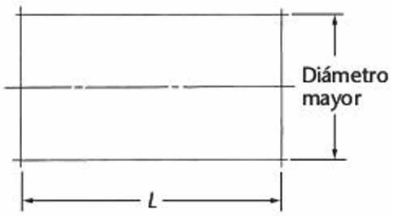
11.14 Símbolos simplificados de rosca.

www.FreeLibros.me

PRESENTACIÓN DETALLADA DE UNA ROSCA



1 Dibuje la línea central y establezca la longitud y el diámetro mayor, como se muestra en la figura.



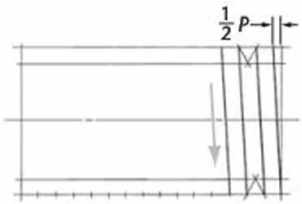
2 Busque el número de roscas por pulgada en la tabla de las roscas nacional americana y unificada. Este número depende del diámetro mayor de la rosca y de si ésta es interna o externa.

Encuentre el *P* (paso) dividiendo 1 entre el número de roscas por pulgada. El paso de la rosca métrica se da directamente en la designación de la rosca. Por ejemplo, la rosca tiene un paso de 2 mm.

Establezca la pendiente de la rosca asignando la pendiente de la línea como 0.5*P* para las roscas sencillas, *P* para las roscas dobles, 1.5*P* para las roscas triples y así sucesivamente. Para las roscas derechas externas, la pendiente se inclina hacia la izquierda; para las roscas izquierdas externas, se inclina hacia la derecha.

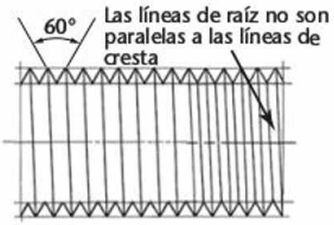
A simple vista, marque un espaciamiento uniforme del paso. Si está usando CAD, haga una sola rosca y disponga las líneas usando el paso como el espaciamiento.

P = Paso (vea las tablas)



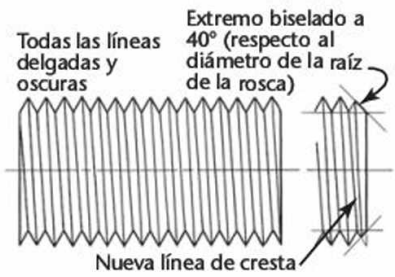
Rosca externa D sencilla

3 Desde las puntas del paso, haga líneas de cresta paralelas a la línea de pendiente. Éstas deben ser líneas oscuras y delgadas. Haga dos V para establecer la profundidad de la rosca y bosqueje líneas guía ligeras para la raíz de la rosca, como se muestra en la figura.



4 Termine la V final de 60°. Las V deben ser verticales; no deben inclinarse junto con la rosca.

Haga las líneas de raíz. Éstas no deben ser paralelas a las líneas de cresta, pero deben mostrarse paralelas entre sí.



5 Cuando el extremo está biselado (generalmente a 45° respecto al extremo del eje y en ocasiones a 30°), el bisel se extiende hasta la profundidad de la rosca. El bisel crea una nueva línea de cresta, que se dibuja entre las dos nuevas puntas de cresta. No es paralela a las otras líneas de cresta. Cuando haya terminado, todos las líneas de raíz y de cresta de la rosca deben presentarse delgadas, pero oscuras.

www.FreeLibros.me

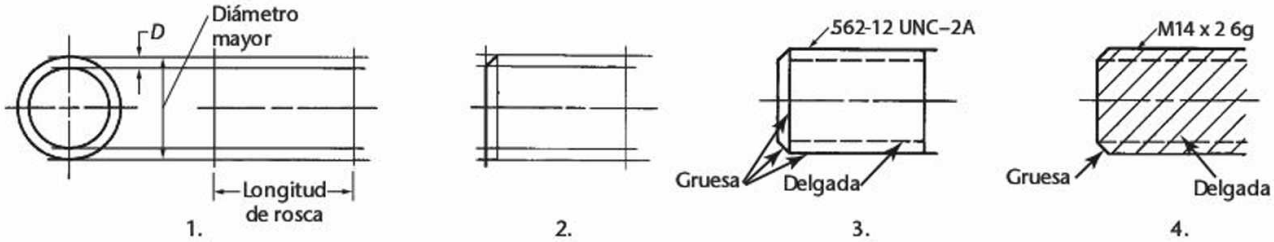
SUGERENCIA

La tabla de profundidades de rosca en la figura 11.15 proporciona la profundidad aproximada de la rosca para varios diámetros comunes. Las tablas de profundidad de rosca pueden usarse para calcular la profundidad y el espaciamiento exactos, pero la profundidad de rosca calculada suele ser demasiado pequeña para que se muestre claramente en el dibujo, por lo que casi siempre se dibuja más grande que su tamaño real con el fin de mejorar la claridad.

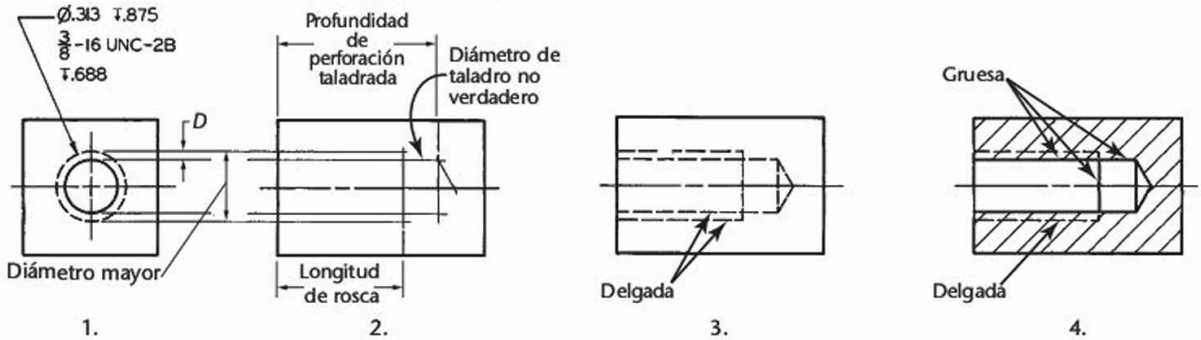
DIÁMETRO MAYOR	#5 (.125) #12 (.216)	.25	.3125	.375	.4375	.5	.5625	.625	.6875	.75	.8125	.875	.9375	1.
PROFUNDIDAD, D	.03125	.03125	.03125	.0468	.0468	.0625	.0625	.0625	.0625	.0781	.0937	.0937	.0937	.0937
PASO, P	.0468	.0625	.0625	.0625	.0625	.0937	.0937	.0937	.0937	.125	.125	.125	.125	.125

Tabla de profundidad aproximada de rosca *(Para valores métricos: 1" = 25.4 mm, o consulte el interior de la contraportada)*

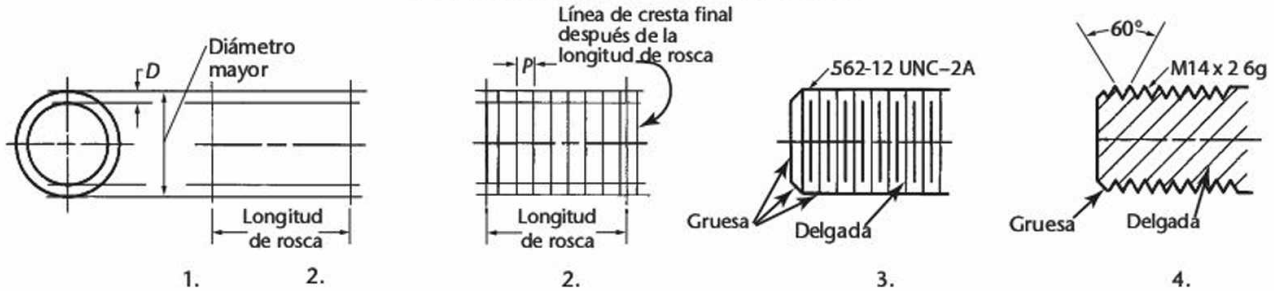
Pasos para dibujar roscas externas simplificadas



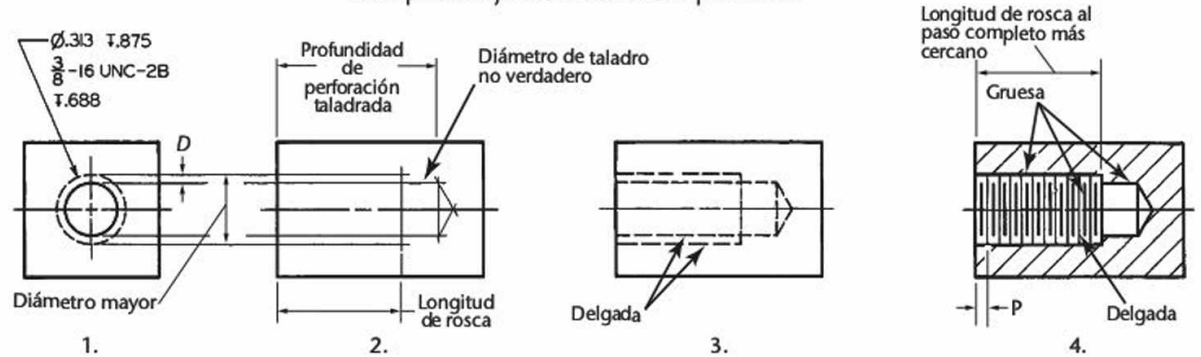
Pasos para dibujar roscas internas simplificadas



Pasos para dibujar roscas externas esquemáticas



Pasos para dibujar roscas internas esquemáticas



11.15 Pasos para dibujar símbolos de rosca; simplificados y esquemáticos.

www.FreeLibros.me

11.1 NOTAS DE ROSCA

La norma para la *representación de roscas de tornillo, ASME/ANSI Y14.6*, es un estándar para la representación, especificación y dimensionamiento de roscas en los dibujos. En las figuras 11.16 y 11.17 se muestran algunas notas para roscas métricas, unificadas y nacional americana. Estas mismas notas o símbolos se utilizan en correspondencia, en los registros de los talleres y almacenes, y en las especificaciones para piezas, dados, troqueles, herramientas y calibradores.

Las roscas de tornillo métricas se designan básicamente con la letra M como símbolo de la rosca métrica seguido de la forma de la rosca y el tamaño nominal (diámetro mayor básico) en milímetros; estos elementos se separan por el símbolo × y están seguidos por el paso, también en milímetros. Por ejemplo, la nota de rosca M10 × 1.5 básica es adecuada para propósitos más comerciales, como se muestra en la figura 11.16. Si es necesario, se agrega a la nota la clase de ajuste e I para designar una rosca izquierda. (La ausencia de I indica una rosca derecha).

Cuando hay necesidad, también se añade la longitud del acoplamiento de la rosca. La letra S indica corta, N normal y L significa larga. Por ejemplo, la única nota M10 × 1.5-6H/6g-N-I combina las especificaciones para el acoplamiento interno y externo de una rosca izquierda métrica con 10 mm de diámetro y un paso de 1.5 mm con tolerancias de propósito general y longitud de acoplamiento normal.

Para las roscas en pulgadas basadas en formas de 60°, la designación de la rosca debe incluir (en orden):

Diámetro nominal en pulgadas.
Número de roscas por pulgada.
Letra que indica la serie de rosca.
Número y letra de la clase de rosca.
Cualquier información clasificatoria necesaria, como la clase de ajuste o el sistema de medición de la rosca.

Por ejemplo:

0.750-16 UNF-2A(21)

Para las roscas con múltiples inicios, utilice este formato:
Diámetro nominal en pulgadas.
Paso en pulgadas seguido de la letra P.
Avance en pulgadas seguido por la letra L.
Número de inicios entre paréntesis.
Letra que simbolice la serie de la rosca.
Número y letra de la clase de rosca.
Cualquier información clasificatoria necesaria, como la clase de ajuste o el sistema de medición de la rosca.

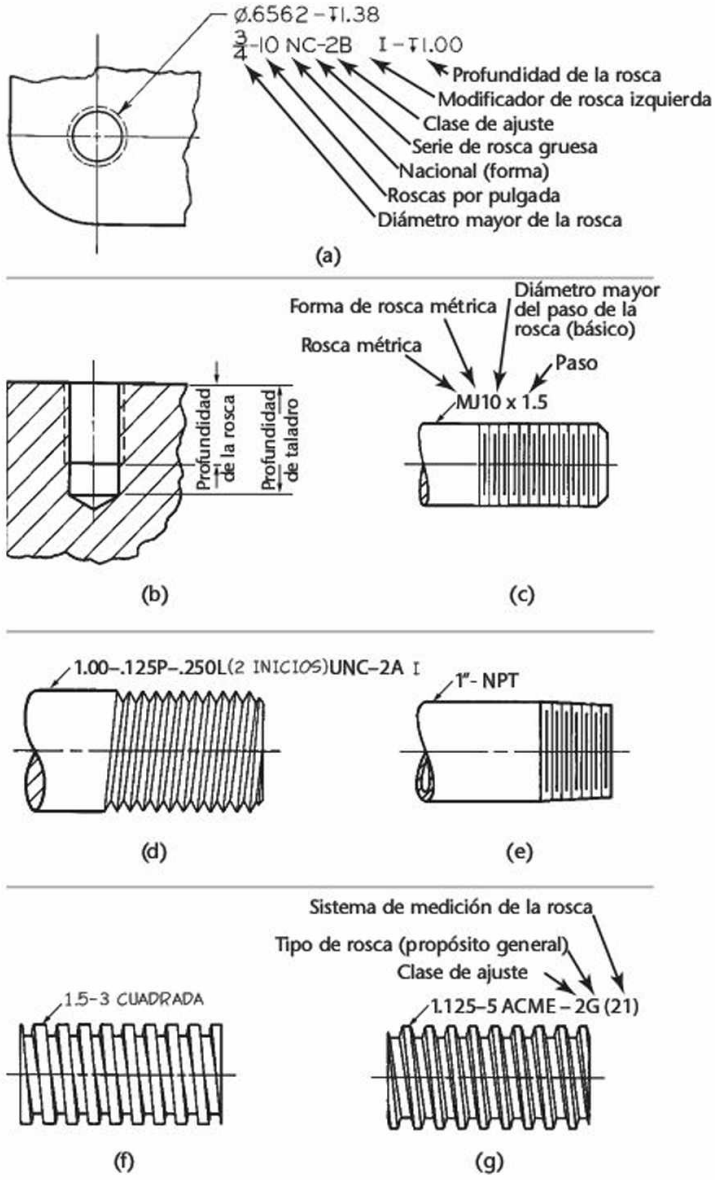
Por ejemplo:

.750-.0625P-.1875L (3INICIOS)UNF-2A(21)

De manera alternativa, el número de roscas por pulgada puede darse como es normal, seguido del avance en pulgadas y la letra L adelante. Por último, el número de inicios se indica entre paréntesis, como en

.750-16-.1875L (3INICIOS)UNF-2A(21).

En la figura 11.16b se muestra una nota de rosca para un agujero ciego perforado. Se dimensiona un taladro para formar el agujero, en el cual se dejará suficiente material para la rosca que se cortará con una tarraja formadora de roscas. En la práctica se omiten el tamaño y la profundidad de la perforación con taladro y se dejan al taller. En ocasiones es conveniente indicar



11.16 Notas de rosca.

un rango de tolerancia para el tamaño del agujero antes de roscar. Esto puede formularse de la siguiente manera:

Ø.656-658 ANTES DE ROSCA 0.75-20-NEF-2B

De preferencia, las notas de rosca para agujeros se adjuntan en las vistas circulares de los orificios. Las notas para las roscas externas se proporcionan de preferencia donde el eje roscado aparezca rectangular, como se muestra en las figuras 11.16c-g. Una muestra de una designación de rosca especial es 1.50-7N-I.

Notas de rosca Acme

Las roscas de tornillo Acme usan los dos siguientes tipos de ajuste:

G (de propósito general) Proporciona holgura en los diámetros mayor y menor de la rosca.
C (centralizados) Proporciona espacio para el contacto de los diámetros mayores.

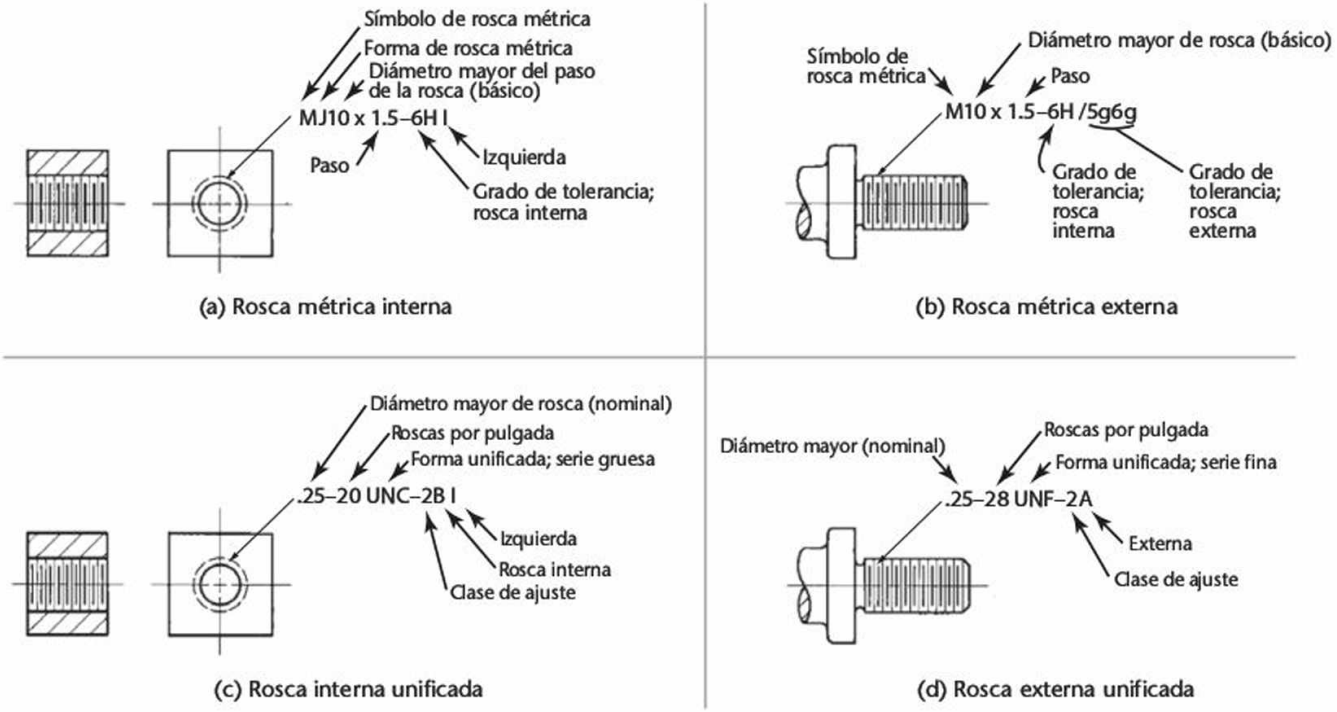
www.FreeLibros.me

Para muchas aplicaciones cualquier especificación es adecuada, pero se recomienda el ajuste centralizado cuando la carga es transversal al eje del tornillo, de modo que los diámetros mayores de las roscas actúan como cojinetes radiales. La designación G no debe confundirse con la G que se usa para los ajustes métricos. Dos notas típicas de rosca son:

1-4ACME-2G, o bien,
1-6ACME-4C.

En las figuras 11.16c y d se muestran notas para roscas unificadas. Las letras A y B designan externa o interna, respectivamente; después, el número designa la clase de ajuste. Si se omite la letra I, se entiende que la rosca es derecha. Algunas notas comunes de rosca son:

9/16-18UNF-2B,
1.75-16UN-2A,
.25-.050P-.015L (3 INICIOS) UNC-2A.



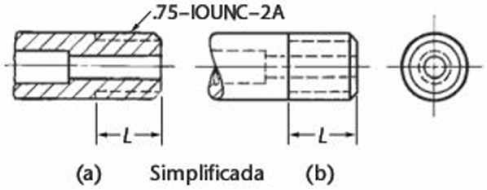
11.17 Notas de rosca.

11.2 SÍMBOLOS DE ROSCA EXTERNA

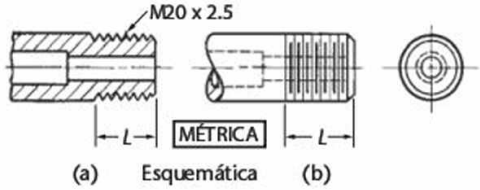
En las figuras 11.18a y b se muestran representaciones simplificadas de roscas externas. Las partes roscadas se indican mediante líneas ocultas paralelas al eje a la profundidad aproximada de la rosca, ya sea que el cilindro aparezca rectangular o circular. La profundidad mostrada no es siempre la profundidad de rosca real, sólo una representación de la misma. Use la tabla de la figura 11.15 para determinar el aspecto general de estas líneas.

Cuando la forma esquemática se muestra en sección, como en la figura 11.19a, muestre las V de la rosca para que ésta resulte obvia. No es necesario mostrar la V a escala o la pendiente verdadera de las líneas de cresta. Para dibujar las V use la profundidad de la rosca esquemática, como se muestra en la figura 11.16, y determine el paso dibujando las V a 60°.

Las roscas esquemáticas se indican alternando líneas largas y cortas, como se muestra en la figura 11.19b. Las líneas cortas que representan las raíces son más gruesas que las líneas largas de las crestas. En teoría, las líneas de cresta deben tener una separación acorde con el paso real, pero esto las amontonaría y su dibujo resultaría tedioso, con lo que se eliminaría el propósito de ahorrar tiempo al dibujarlas. Espacie las líneas de cresta cuidadosamente y a simple vista; después añada las líneas gruesas de raíz a medio camino entre las líneas de cresta. En general, las líneas separadas por una distancia menor a 1/16" son difíciles de distinguir. El espaciado debe ser proporcional para todos los diámetros. No es necesario utilizar estas medidas reales para bosquejar roscas esquemáticas; úselas sólo para tener una idea de qué tan separadas deben dibujarse las líneas.



11.18 Símbolos de rosca externa para roscas simplificadas.



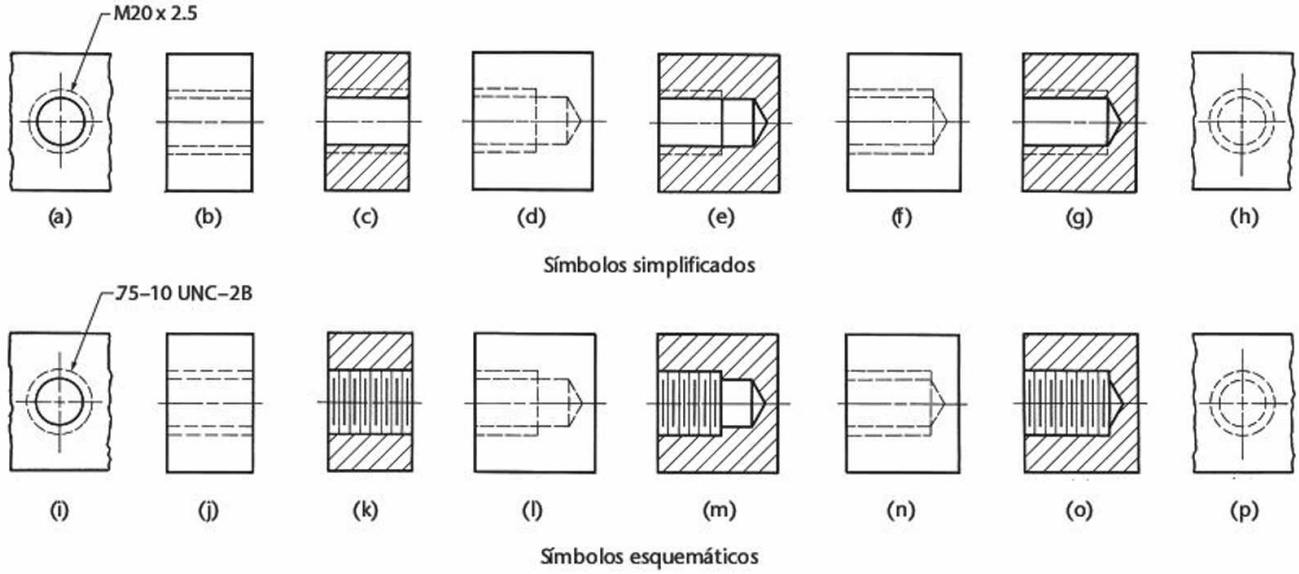
11.19 Símbolos de rosca externa para roscas esquemáticas.

www.FreeLibros.me

11.3 SÍMBOLOS DE ROSCA INTERNA

En la figura 11.20 se muestran los símbolos de rosca interna. Tenga en cuenta que las únicas diferencias entre los símbolos de rosca interna para las roscas esquemáticas y simplificadas se producen en las vistas de sección. La representación de la rosca esquemática en sección de las figuras 11.20k, m y n, es exactamente igual a la representación externa que se muestra en la figura 11.19b. Las roscas ocultas, por cualquier método, se representan mediante pares de líneas ocultas. Los guiones ocultos deben escalonarse como se muestra.

En el caso de los agujeros roscados ciegos, la profundidad de perforación normalmente se dibuja al menos con tres pasos esquemáticos más allá de la longitud de la rosca, como se muestra en las figuras 11.20d, e, l y m. Los símbolos de las figuras 11.20f y n representan el uso de una tarraja de fondo, cuando la longitud de la rosca es igual a la profundidad de la perforación. La longitud de la rosca que dibuje puede ser un poco más larga que la longitud de rosca real dada. Si la profundidad de perforación roscada se conoce o está dada, bosqueje el taladro hasta esa profundidad. Si la nota de rosca omite esta información, como suele hacerse en la práctica, bosqueje el agujero tres pasos esquemáticos más allá de la longitud de rosca. El diámetro del taladro roscado se representa en forma aproximada, no a tamaño verdadero.

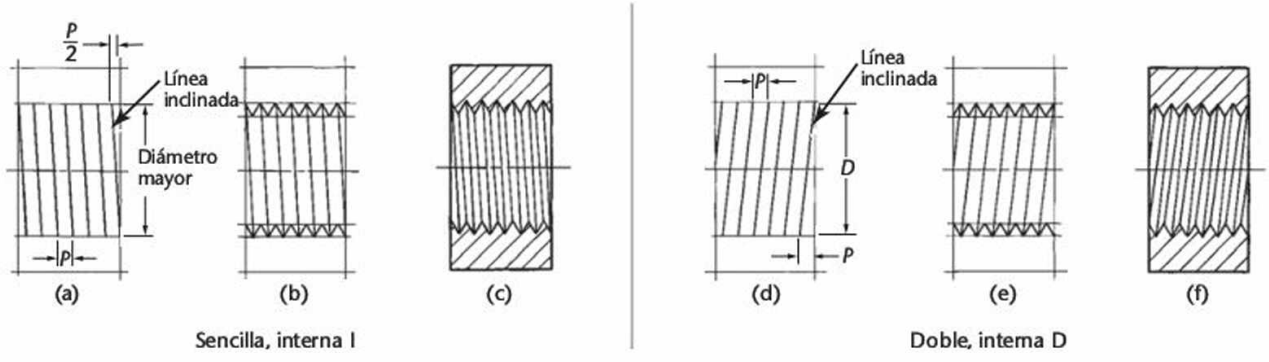


11.20 Símbolos de rosca interna.

11.4 REPRESENTACIÓN DETALLADA: ROSCAS MÉTRICAS, NACIONAL UNIFICADA Y AMERICANA

La representación detallada para las roscas métrica, nacional americana y unificada es la misma, puesto que las partes planas se descartan.

Las roscas internas detalladas en sección se dibujan como se muestra en la figura 11.21. Observe que para las roscas izquierdas las líneas se inclinan hacia la izquierda (figuras 11.21a-c), mientras que para las roscas derechas las líneas se inclinan a la derecha (figuras 11.21d a f).



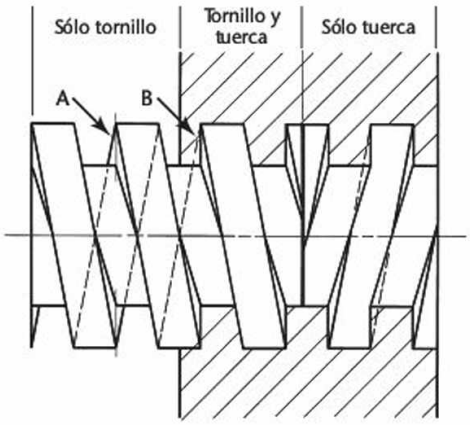
11.21 Representación detallada: interna, métrica, unificada y nacional americana.

www.FreeLibros.me

Rosca cuadrada externa detallada

La figura 11.22 es un dibujo de ensamble que muestra una rosca cuadrada externa parcialmente atornillada en una tuerca. Cuando una rosca externa y una interna se ensamblan, la rosca de la tuerca se sobrepone y cubre la mitad de la V, como se muestra en el punto B.

A veces en los ensambles las líneas de la raíz y de la cresta pueden omitirse de la parte del dibujo dedicada *solamente a la tuerca* para que sea más fácil identificar el tornillo insertado.



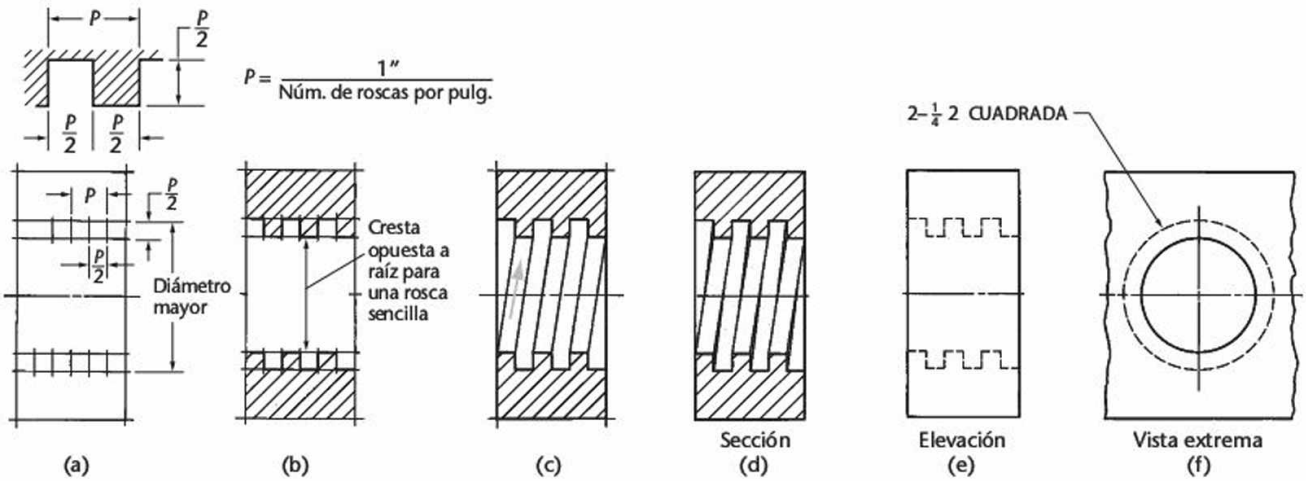
11.22 Roscas cuadradas en un ensamble.

Rosca cuadrada interna detallada

La construcción de la rosca interna es como se muestra en la figura 11.23. Observe que las líneas de rosca que representan la mitad posterior de las roscas internas (puesto que la rosca está en sección) se inclinan en la dirección opuesta a las de la parte frontal del tornillo.

En la figura 11.23 se muestran los pasos para dibujar una rosca interna cuadrada sencilla en sección. Observe en la figura 11.23b que la cresta se dibuja opuesta a una raíz. Este es el caso de las roscas sencillas y triples. En las roscas dobles o cuádruples, una cresta se muestra opuesta a otra cresta. Por lo tanto, la construcción de las figuras 11.23a y b es igual para cualquier múltiplo de rosca. Las diferencias aparecen en la figura 11.23c, donde se distinguen e indican las roscas y los espacios.

La misma rosca interna se muestra en la figura 11.23e desde una vista externa. Los perfiles de las roscas se dibujan en su posición normal, pero con líneas ocultas, y para simplificar se omiten las líneas inclinadas. En la figura 11.23f se muestra la vista extrema de la misma rosca interna. Observe que los círculos ocultos y sólidos se oponen a los de la vista extrema del eje.



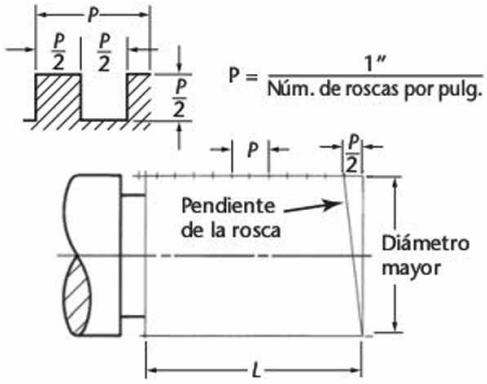
11.23 Representación detallada; roscas cuadradas internas.

www.FreeLibros.me

PASO a PASO

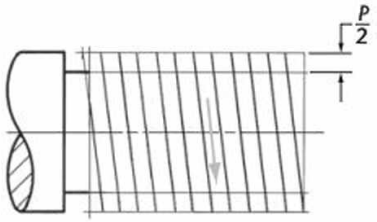
REPRESENTACIÓN DETALLADA DE ROSCAS CUADRADAS

La representación detallada de las roscas cuadradas externas se utiliza sólo cuando el diámetro mayor es de más de 1" o 25 mm, y es importante para mostrar el detalle de la rosca en el bosquejo o dibujo impreso final. Los pasos para crear una rosca cuadrada detallada son los siguientes.



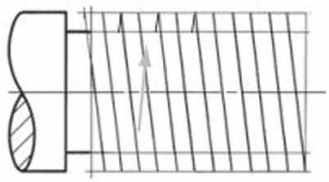
1 Haga una línea central y establezca la longitud y el diámetro mayor de la rosca. Para los dibujos en Estados Unidos, determine el paso (*P*) dividiendo 1 entre el número de roscas por pulgada. Para una rosca sencilla derecha, las líneas se inclinan hacia la izquierda, y la línea de pendiente se sesga como para cualquier rosca sencilla. En la línea superior use un espaciado igual a *P*/2, como se muestra en la figura.

2 Desde los puntos de la línea superior, trace líneas guía para la raíz de la rosca, haciendo la profundidad como se muestra.

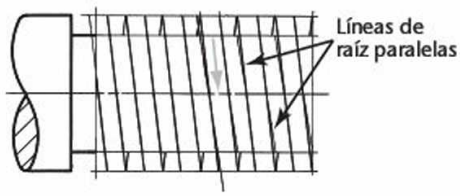


Rosca externa sencilla D

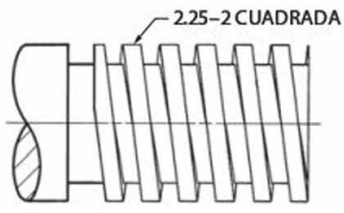
3 Haga los bordes posteriores de las roscas visibles y paralelos.



4 Haga las líneas de raíz visibles y paralelas.



5 Todas las líneas deben ser delgadas y oscuras.



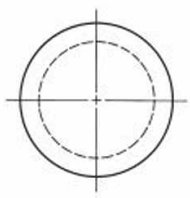
Todas las líneas delgadas y oscuras

SUGERENCIA

Vista extrema de un eje

A continuación se muestra la vista extrema del eje ilustrado en esta sección Paso a Paso. Observe que el círculo de la raíz está oculto. En un bosquejo, no se intenta mostrar la proyección verdadera de ningún diámetro diferente al mayor.

Si el extremo de un eje está biselado, se dibuja un círculo sólido en vez del círculo oculto.


Vista extrema

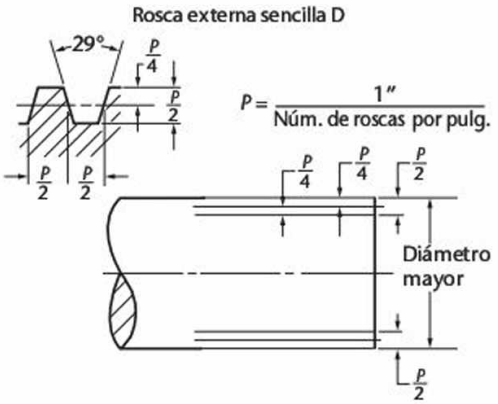
www.FreeLibros.me

PASO a PASO

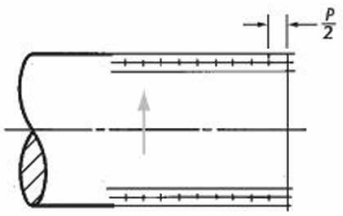
REPRESENTACIÓN DETALLADA DE ROSCAS ACME

La representación detallada de roscas Acme sólo se utiliza para llamar la atención cuando en un dibujo los detalles de la rosca son importantes y su diámetro mayor es más grande que 1" o 25 mm. Los pasos son los siguientes.

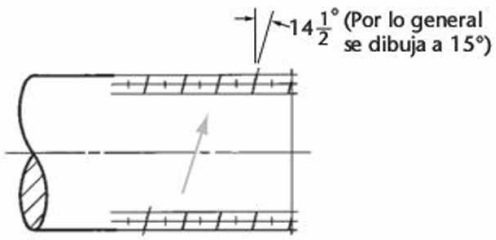
1 Haga una línea central y establezca la longitud y el diámetro mayor de la rosca, como se muestra. Para los dibujos con estándares estadounidenses determine el paso al dividir 1 entre el número de roscas por pulgada (vea el apéndice 21). Haga las líneas de construcción para el diámetro de la raíz, de modo que la profundidad de la rosca sea *P*/2. Haga líneas de construcción a medio camino entre la cresta y las líneas guía de la raíz.



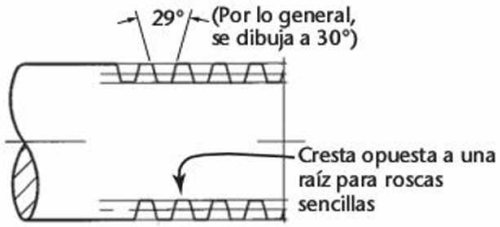
2 Marque los espacios en las líneas de construcción intermedia.



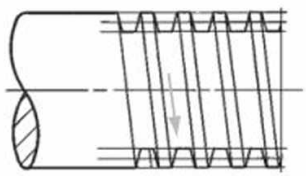
3 A través de puntos alternados, haga líneas de construcción para los lados de las roscas a 15° (en vez de 141/2°).



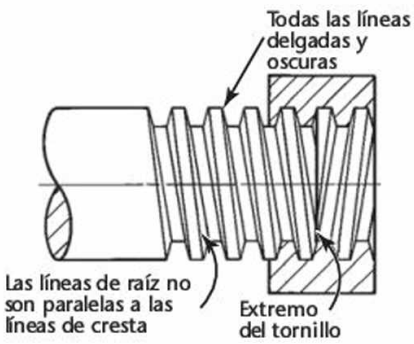
4 Haga líneas de construcción para los otros lados de las roscas, como se muestra en la figura. Para las roscas sencillas y triples, una cresta se encuentra opuesta a una raíz; para las roscas dobles y cuádruples, una cresta está frente a otra cresta. Termine las partes superior e inferior de las roscas.



5 Haga líneas de cresta paralelas.



6 Haga líneas de raíz paralelas, y termine los perfiles de la rosca. Todas las líneas deben ser delgadas y oscuras. Las roscas internas en la parte posterior de la tuerca y las roscas externas en la parte frontal del tornillo se inclinan en direcciones opuestas.



Las vistas extremas de los ejes y agujeros con rosca Acme se dibujan exactamente igual que los de rosca cuadrada.

www.FreeLibros.me

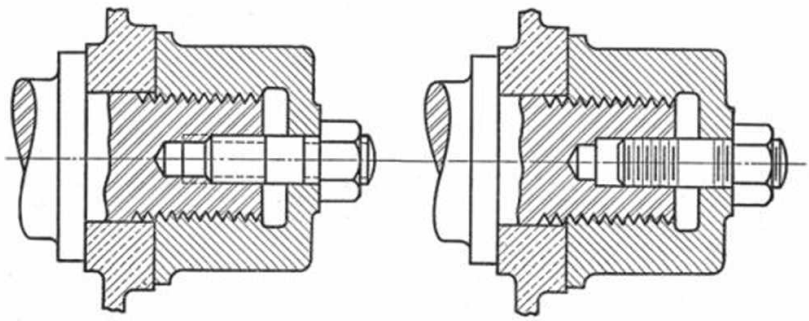
11.5 USO DE LÍNEAS FANTASMA

Use líneas fantasma para ahorrar tiempo al representar características idénticas, como se muestra en la figura 11.24. Los ejes roscados y los resortes pueden acortarse sin utilizar cortes convencionales, pero deben dimensionarse en forma correcta.

11.24 Uso de líneas fantasma.

11.6 ROSCAS EN UN ENSAMBLE

En la figura 11.25 se muestran roscas en un dibujo de ensamble. Por lo general no se seccionan un vástago, una tuerca o cualquier pieza sólida a menos que sea necesario para presentar algunas formas internas. Muestre estos elementos "en redondo", como se verían si estuvieran fijos en el agujero después de cortar el ensamble para formar la sección. Cuando las roscas externas e internas se seccionan en el ensamble, se requiere que las V muestren la conexión roscada.



(a) Simplificado (b) Esquemático

11.25 Roscas en un ensamble.

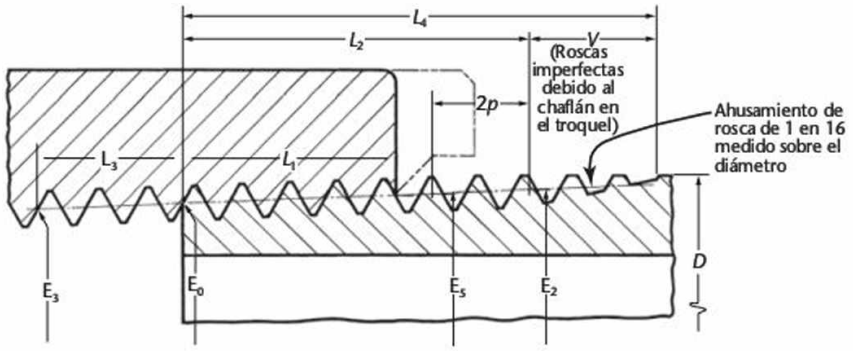
11.7 NORMA NACIONAL AMERICANA PARA ROSCAS DE TUBOS

Robert Briggs formuló la Norma Nacional Americana para roscas de tubo, conocida originalmente como la Norma de Briggs, en 1882. Se aprobaron dos tipos generales de rosca para tubos como Norma Nacional Americana: las roscas de tubo cónicas y las roscas de tubo rectas.

El perfil de la rosca de tubo cónica se ilustra en la figura 11.26. La forma ahusada de la rosca de tubo cónica estándar es de 1 en 16 o 75" por pie medida en el diámetro y a lo largo del eje. El ángulo entre los lados de la rosca es de 60°. La profundidad de la V aguda es $0.8660p$, y la profundidad básica máxima de la rosca es de $0.800p$, donde p = paso. Los diámetros de paso básicos, E_0 y E_1, y la longitud básica de la rosca cónica externa efectiva, L_2 se determinan mediante las fórmulas

$$E_0 = D - (.050D + 1.1)\frac{1}{n}$$
$$L_2 = E + .0625L$$
$$E_0 = (.80D + 6.8)\frac{1}{n}$$

donde D = diámetro exterior del tubo; E_0 = diámetro de paso de la rosca en el extremo del tubo; E_1 = diámetro de paso de la rosca en el extremo más grande de la rosca interna; L_1 = acoplamiento normal a mano, y n = número de roscas por pulgada.



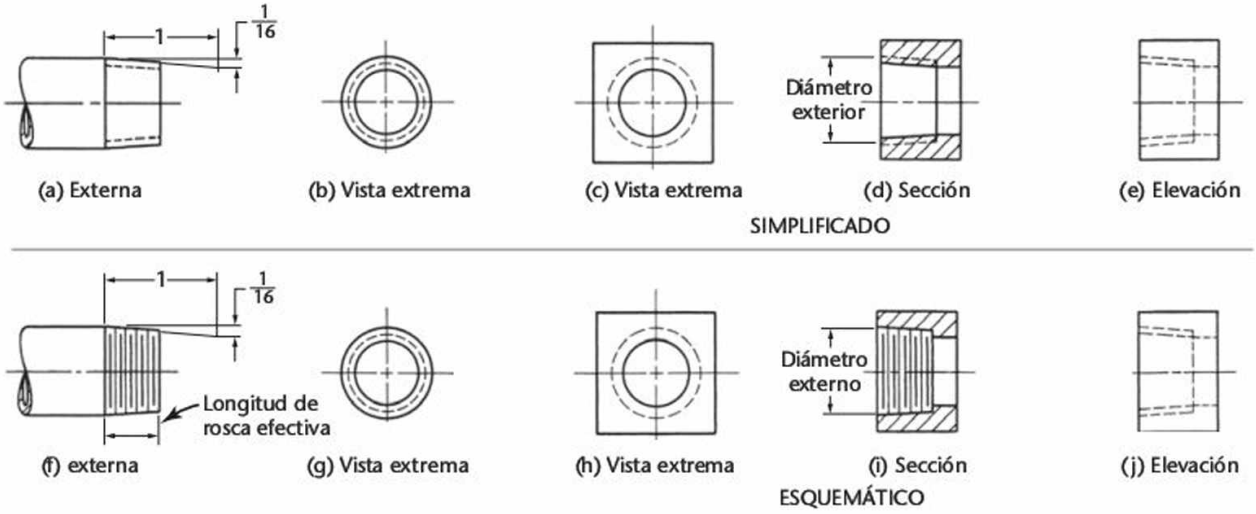
11.26 Rosca de tubo cónica de la Norma Nacional Americana. (Tomada de *ASME B1.20.1-1983 (R1992)*, con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Reservados todos los derechos).

ANSI también recomienda dos roscas de tubo cónicas modificadas para (1) juntas de sello hermético en ajustes a presión (ahusamiento de 0.880 por pie), y (2) juntas para el montaje de rieles. La primera se utiliza en juntas de metal con metal, eliminando la necesidad de un sellador, y se emplea en equipos de refrigeración de barcos, aviones, automóviles y artillería. La segunda se usa para proporcionar una unión roscada rígida mecánica como la requerida en las juntas para el montaje de rieles.

Aunque las roscas cónicas se recomiendan para uso general, hay ciertos tipos de juntas en las cuales son más útiles las roscas de tubo rectas. El número de roscas por pulgada, el ángulo y la profundidad de la rosca son los mismos que en la rosca de tubo cónica, pero las roscas se cortan paralelas al eje. Las roscas de tubo rectas se emplean en juntas ajustadas a presión para acoplamientos de tubería, líneas de combustible y petróleo, tapones de desagüe, uniones mecánicas de ajuste libre, uniones mecánicas de ajuste holgado en tuercas de fijación y juntas para el acoplamiento de mangueras.

Las roscas de tubo se representan mediante los métodos detallado o

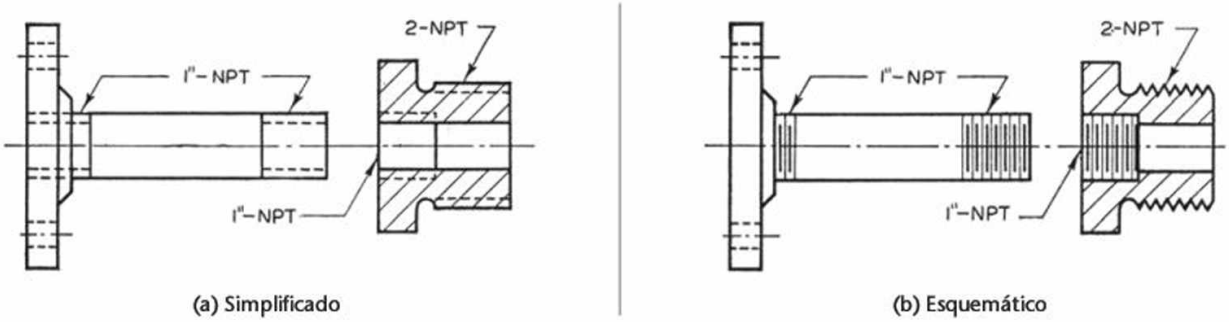
www.FreeLibros.me



11.27 Representación de las roscas de tubo convencionales.

simbólico de una manera parecida a la que se utiliza para representar las roscas unificadas o de la Norma Nacional Americana. Se recomienda la representación simbólica (esquemática o simplificada) para su uso general, independientemente del diámetro, como se muestra en la figura 11.27. El método detallado se recomienda sólo cuando las roscas son grandes y cuando desea mostrarse el perfil de la rosca; por ejemplo, en la vista en sección de un ensamble.

Como se muestra en la figura 11.27, no es necesario dibujar la forma cónica de las roscas a menos que haya alguna razón para enfatizarla, puesto que la nota indica si la rosca es recta o cónica. Si se desea mostrar la forma ahusada, ésta debe exagerarse, como lo muestra la figura 11.28, donde el ahusamiento se dibuja de 1/16" por 1" en el radio (o .0625" por 1" de diámetro) en vez de la forma cónica real de 1/16" sobre el diámetro. Las roscas de tubo cónicas de la Norma Nacional Americana se indican mediante una nota con el diámetro nominal seguido de las letras NPT (por *National Pipe Taper* o tubo ahusado nacional), como se muestra en la figura 11.28. Al especificar roscas de tubo rectas, se usan las letras NPS (por *National Pipe Straight* o tubo recta nacional). En la práctica, el tamaño de la broca de la tarraja no se incluye en la nota de rosca.

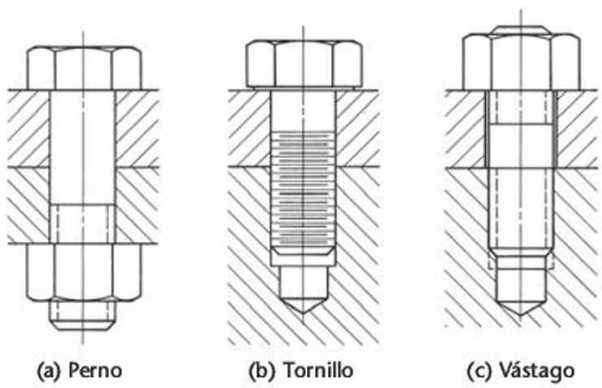


11.28 Representación convencional de las roscas de tubo cónicas de la Norma Nacional Americana.

11.8 PERNOS, VÁSTAGOS Y TORNILLOS

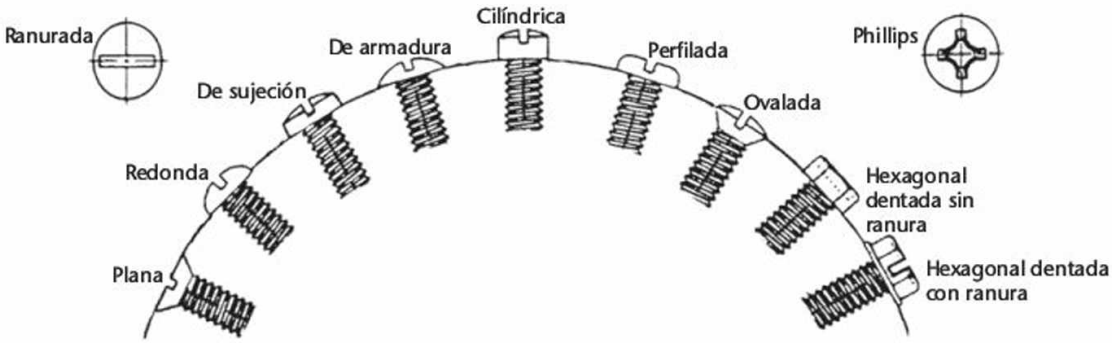
El término *perno* se usa generalmente para referirse a un "perno pasante" que tiene una cabeza en un extremo, pasa a través de ***orificios de paso*** en dos o más partes alineadas y se enrosca en el otro extremo para recibir una tuerca, apretarla y mantener unidas las piezas, como se muestra en la figura 11.29a. Un tornillo de cabeza hexagonal, como el que se muestra en la figura 11.29b, es similar a un perno, salvo que suele tener una mayor longitud de rosca. Se usa comúnmente cuando una de las partes que mantiene unidas pasa a actuar como una tuerca. Los tornillos se aprietan con una llave y si se desea fuerza en el ajuste no se atornillan en materiales delgados.

Un vástago, como el que se muestra en la figura 11.29c, es una varilla de acero roscada en uno o ambos extremos. Si tiene



11.29 Perno, tornillo y vástago.

www.FreeLibros.me



11.30 Tipos de cabeza de tornillo.

rosca en ambos extremos se atornilla en su sitio con una llave de tubo o mediante un conductor de vástagos. Si tiene rosca en un extremo, se ajusta en su sitio por la fuerza. Como regla general, un vástago se pasa a través de un agujero en uno de los elementos, se atornilla en otro miembro y se usa una tuerca en el extremo libre, como se muestra en la figura 11.29c.

Un tornillo de máquina es semejante a un tornillo de cabeza ranurada, pero por lo general es más pequeño. Puede usarse con o sin una tuerca. En la figura 11.30 se muestran los diferentes tipos de cabeza de tornillo.

Un tornillo de presión puede tener cabeza o no, se atornilla a través de un elemento y su punta especial se fuerza contra otro miembro para evitar el movimiento entre las dos piezas.

No seccione las tuercas, los tornillos y las piezas similares cuando las dibuje en el ensamble, puesto que no tienen detalles internos que se deban mostrar.

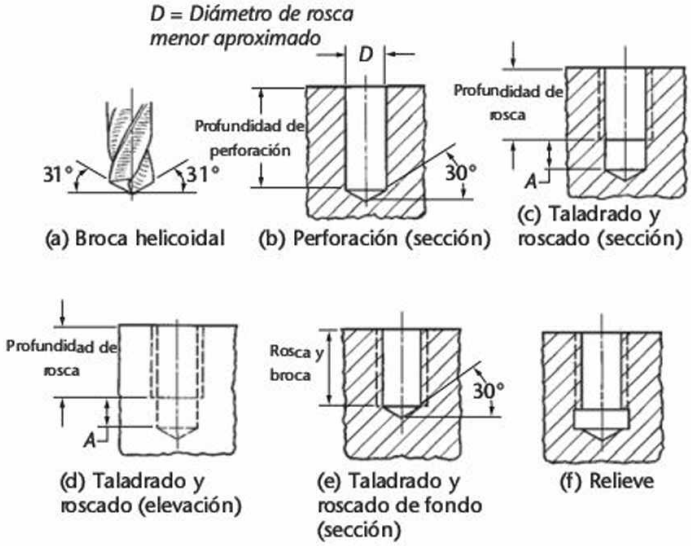
11.9 ORIFICIOS ROSCADOS

El fondo de un agujero perforado, formado por la punta de una broca helicoidal, es de forma cónica como se muestra en las figuras 11.31a y b. Cuando se usa un taladro normal para hacer un orificio que estará roscado, éste se conoce como *perforación roscada*. Al dibujar la punta de la broca, use un ángulo de 30° para aproximar la pendiente verdadera de la broca a 31°.

La longitud de rosca es el tamaño de las roscas completas o perfectas. La profundidad de la perforación roscada no incluye la punta del cono de la broca. En las figuras 11.31c y d, la profundidad de perforación se muestra más allá de las roscas (con etiqueta *A*) e incluye varias roscas imperfectas producidas por el extremo biselado de la tarraja. Esta distancia varía en función del tamaño de broca y de si se emplea una tarraja de inserción o una de fondo para terminar el orificio.

En la figura 11.31e se muestra un dibujo de un orificio roscado terminado con una tarraja de fondo. Los agujeros roscados hasta el fondo son difíciles de formar y deben evitarse siempre que sea posible. En cambio, use un relieve con diámetro ligeramente mayor que el diámetro mayor de la rosca, como se muestra en la figura 11.31f. Los tamaños de brocas de fondo para las roscas unificada, nacional americana y métrica se presentan en tablas. Los tamaños y las longitudes de las brocas pueden darse en la nota de rosca, pero por lo general se deja que el fabricante las determine. Debido a que la longitud de rosca perforada contiene sólo roscas completas, es necesario hacer esta longitud sólo uno o dos pasos más allá del final del tornillo de acoplamiento. En la representación simplificada o esquemática no muestre las roscas en el fondo de los agujeros roscados. De esta manera los extremos de los tornillos se muestran con toda claridad.

La longitud de rosca en un orificio roscado depende del diámetro mayor y del material que se está roscando. La longitud mínima de acoplamiento (X), cuando ambas partes son de acero, es igual al diámetro (*D*) de la rosca. En la tabla 11.2 se muestran distintas longitudes de acoplamiento para diferentes materiales.



11.31 Orificios taladrados y roscados.

Tabla 11.2 Longitudes de acoplamiento de rosca para diferentes materiales.

Material del tornillo	Material de las piezas	*Acoplamiento de rosca
Acero	Acero	*D*
Acero	Hierro fundido	11/2*D*
Acero	Aluminio	2*D*

**Los requisitos para el acoplamiento de rosca varían en función de los materiales específicos. Utilice estas reglas empíricas sólo como referencia.*

www.FreeLibros.me

SUGERENCIA

Evite la rotura de la tarraja: una de las causas principales de la rotura es la profundidad insuficiente de la perforación roscada. Cuando la profundidad es demasiado corta, la tarraja se fuerza contra un lecho de virutas en el fondo del agujero. No especifique un orificio ciego cuando pueda usar un agujero pasante con una longitud no mucho mayor. Si se requiere un agujero ciego, la profundidad de la perforación roscada debe ser generosa.

Orificios de paso: cuando un perno o un tornillo se insertan a través de un orificio de paso, el agujero perforado es a menudo 0.8 mm más grande que el tornillo cuando éste tiene un diámetro de 3/8" (10 mm), y 1.5 mm más grande para diámetros mayores. Cuando se requiere un trabajo más preciso, el orificio de paso puede ser sólo 1/64" (0.4 mm) más grande que el tornillo para diámetros de hasta 10 mm y 0.8 mm más grande para diámetros mayores.

En condiciones especiales pueden especificarse ajustes más estrictos. Los espacios de holgura a cada lado de un tornillo o perno no tienen que aparecer en un dibujo a menos que sea necesario para enseñar claramente que no hay rosca. Cuando es necesario mostrar que no hay acoplamiento de rosca, los espacios de holgura deben dibujarse aproximadamente con una anchura de 3/64" (1.2 mm).

11.10 PERNOS Y TUERCAS ESTÁNDAR

Los pernos y las tuercas hexagonales de la Norma Nacional Americana están hechos en tamaños métricos y en pulgadas. Los pernos y las tuercas cuadrados, que se muestran en la figura 11.32, se producen sólo con medidas en pulgadas. Los pernos, tornillos fiadores y tuercas métricos, también vienen en forma hexagonal. Las cabezas y tuercas cuadradas están biseladas a 30°; por su parte, las cabezas y tuercas hexagonales están biseladas a 15°-30°. Por simplificación, ambas se dibujan a 30°.

Tipos de pernos Los pernos se agrupan en ***tipos de pernos*** de acuerdo con su uso: pernos regulares de uso general y pernos pesados para usos más extremos o con facilidad de apriete. Los pernos cuadrados se hacen sólo en el tipo regular; los pernos, los tornillos y las tuercas hexagonales, así como las tuercas cuadradas, están disponibles tanto en el tipo regular como en el pesado.

Los pernos hexagonales métricos se agrupan según su uso: pernos y tuercas regulares y pesados para el servicio general, tuercas y pernos de alta resistencia para el empernado estructural.

Terminado Los pernos y las tuercas cuadradas, los pernos hexagonales y las tuercas hexagonales planas no se terminan. Los pernos y las tuercas sin terminar no se maquinan en ninguna de sus superficies, excepto en las roscas. Los tornillos fiadores hexagonales, los tornillos pesados hexagonales y todas las tuercas hexagonales, con excepción de las tuercas hexagonales planas, se terminan en cierto grado y tienen una "arandela" maquinada o bien formada en la superficie de apoyo. La arandela tiene un espesor de 1/64" (dibujado a 1/32", de modo que sea visible en el dibujo), y su diámetro es 1.5 veces el diámetro del cuerpo para la serie en pulgadas.

Para las tuercas, la superficie de apoyo también puede ser una superficie circular producida por biselado. Los tornillos y las tuercas hexagonales tienen tolerancias más estrechas y un aspecto más acabado, pero no están del todo maquinados. No hay ninguna diferencia en el dibujo para el grado de acabado en los tornillos y las tuercas terminados.

Proporciones Las proporciones métricas y en pulgadas se basan en el diámetro (D) del cuerpo del perno. Éstos se muestran en la figura 11.33.

Para los pernos y las tuercas regulares hexagonales y cuadrados, las proporciones son

$$W = 1\tfrac{1}{2}D \quad H = \tfrac{2}{3}D \quad T = \tfrac{7}{8}D$$

donde W = ancho entre caras planas, H = altura de la cabeza y T = altura de la tuerca.

Para los pernos y las tuercas hexagonales pesados y las tuercas cuadradas, las proporciones son

(Cortesía de Michael Goldman/Taxi/Getty Images).

$$W = 1\tfrac{1}{2}D + \tfrac{1}{8}\text{"} \ (\text{o} + 3 \text{ mm})$$
$$H = \tfrac{2}{3}D \quad T = D$$

La arandela siempre se incluye en la altura de la cabeza o la tuerca para los tornillos de cabeza y tuercas hexagonales terminadas.

Roscas Los pernos cuadrados y hexagonales, los tornillos de cabeza hexagonal y las tuercas terminadas en la serie en pulgadas suelen ser de clase 2 y pueden tener roscas gruesas, finas o de paso 8. Las tuercas sin terminar tienen roscas gruesas y son de Clase 2B. Para conocer las especificaciones de diámetro y paso para las roscas métricas, vea el Apéndice 17.

Longitudes de rosca Para los pernos o tornillos de hasta 6" (150 mm) de largo:

$$\text{Longitud de la rosca} = 2D + \tfrac{1}{4}\text{"} \ (\text{o} + 6 \text{ mm})$$

Para los pernos o tornillos de más de 6" de largo,

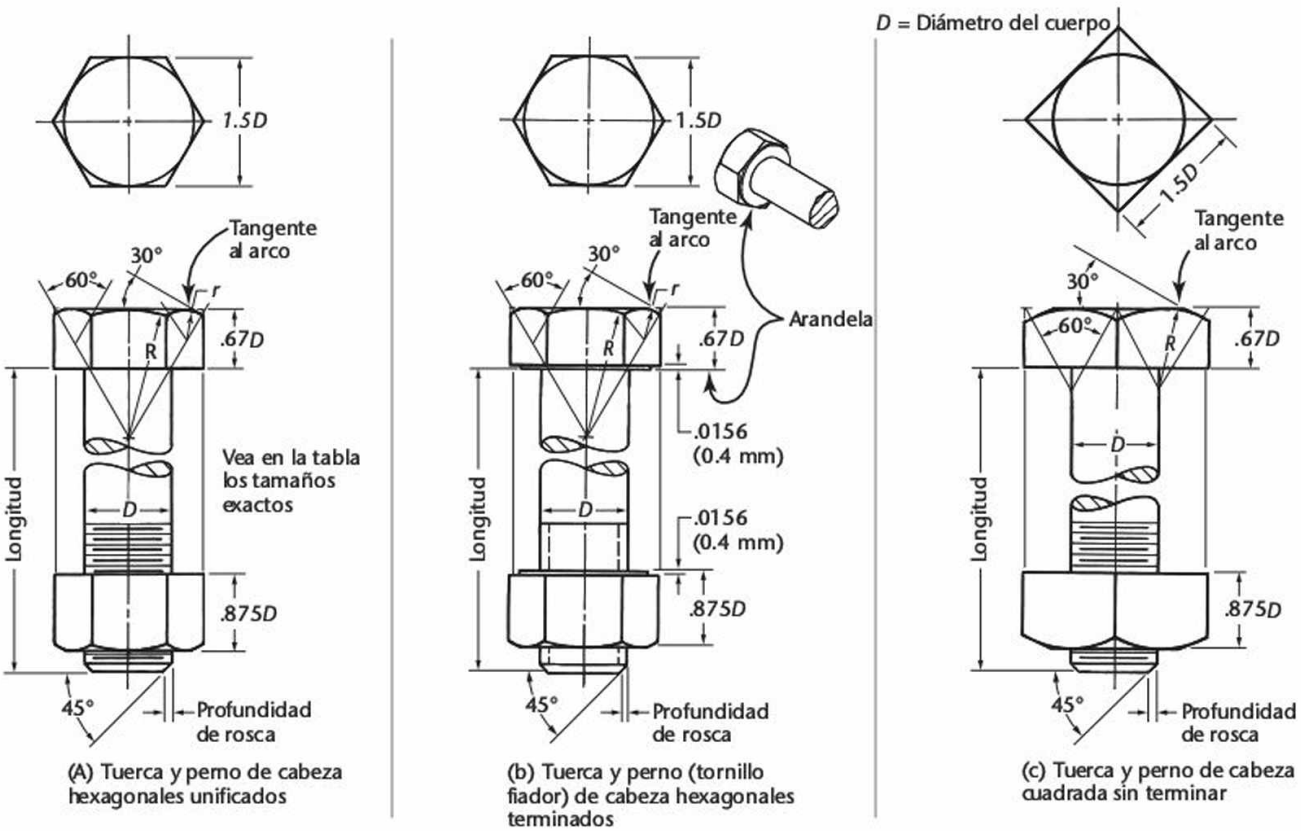
$$\text{Longitud de la rosca} = 2D + \tfrac{1}{2}\text{"} \ (\text{o} + 12 \text{ mm})$$

Los sujetadores que son demasiado cortos como para usar estas fórmulas se roscan lo más cerca posible de la cabeza. Para propósitos de dibujo, use aproximadamente tres pasos. El extremo roscado puede estar redondeado o biselado, pero por lo general se dibuja con un chaflán a 45° desde la profundidad de rosca, como se muestra en la figura 11.33.

Longitudes de perno No se han estandarizado debido a la infinita variedad que requiere la industria. Los pernos cortos suelen estar disponibles en incrementos de longitud estándar de 1/4" (6 mm) y los pernos de longitud en incrementos de 1/2" a 1" (12 a 25 mm). Para ver las dimensiones de los pernos y las tuercas estándar, consulte el Apéndice 17.

www.FreeLibros.me

11.32 Perno y tuerca estándar.



11.33 Proporciones de perno (regulares).

www.FreeLibros.me

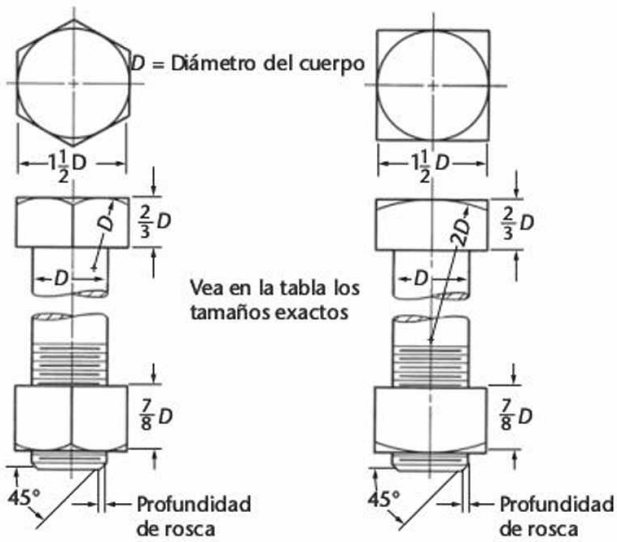
11.11 DIBUJO DE PERNOS ESTÁNDAR

Los dibujos de detalle muestran toda la información necesaria que define la forma, el tamaño, el material y el acabado de una pieza. Por lo general, los pernos y las tuercas estándar no requieren dibujos de detalle si no se van a alterar (por ejemplo, al tener que agregar una ranura en el extremo de un perno), puesto que suelen ser piezas de catálogo que pueden adquirirse fácilmente; sin embargo, a veces es necesario mostrarlas en los dibujos de ensamble, sobre los cuales aprenderá más en el capítulo 12.

Se dispone de plantillas que pueden ayudarle a agregar pernos rápidamente a los dibujos, o bien puede usar las dimensiones de las tablas cuando la precisión sea importante, por ejemplo al especificar holguras. En la mayoría de los casos basta con una representación rápida, donde las proporciones se basen en el diámetro del cuerpo. En la figura 11.33 se muestran tres pernos comunes que ilustran el uso de estas proporciones.

Muchos sistemas de CAD tienen registros de sujetadores que pueden utilizarse para agregar una amplia variedad de pernos y tuercas a sus dibujos. A menudo estos símbolos se basan en un diámetro de 1 unidad de forma que pueda calcularse rápidamente la escala a la que deben insertarse. Otros sistemas solicitan el diámetro y la longitud para crear un símbolo a su medida. Al representar tuercas y pernos en modelos en 3D casi nunca se representa la rosca porque añade complejidad y tamaño al dibujo, además de que son difíciles de modelar. Para especificar la rosca, es preferible hacer una anotación en el dibujo.

Por lo general, las cabezas de perno y las tuercas deben dibujarse "a través de las esquinas" en todas las vistas, independientemente de la proyección. Esta violación convencional de la proyección se usa para evitar la confusión de las tuercas y cabezas hexagonales con las cuadradas, así como para mostrar distancias verdaderas. Sólo cuando haya una razón especial, las cabezas de perno y las tuercas se dibujarán a través de los planos, como se muestra en la figura 11.34.



11.34 Pernos "a través de los planos".

11.12 ESPECIFICACIONES PARA PERNOS Y TUERCAS

Al especificar pernos en las listas de piezas, en la correspondencia o en cualquier otro sitio, debe cubrirse la siguiente información en este orden:

1. Tamaño nominal del cuerpo del perno.
2. Especificación de la rosca o nota de rosca.
3. Longitud del perno.
4. Acabado del perno.
5. Estilo de la cabeza.
6. Nombre.

Ejemplo (en pulgadas decimales y completo).

0.75-10 UNC-TORNILLO FIADOR HEXAGONAL

Ejemplo (en pulgadas decimales y abreviado).

TORN CABHEX

Ejemplo (métrico).

TORN CABHEX

Las tuercas pueden especificarse de la siguiente manera:
Ejemplo (completo).

5/8-11 UNC-2B TUERCA CUADRADA

Ejemplo (abreviado).

5/8 TUER CUAD

Ejemplo (métrico).

TUER HEX

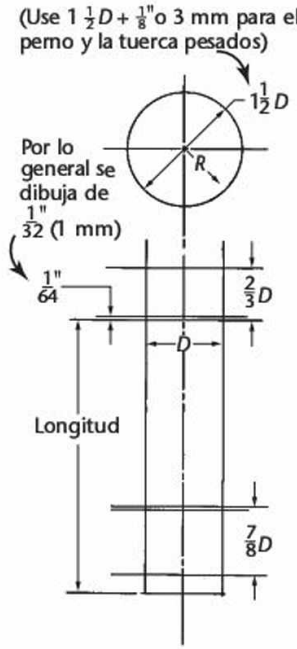
Los pernos o tuercas se suponen REGULARES o DE PROPÓSITO GENERAL, si no se especifica otra cosa. Al considerar la serie pesada debe aparecer la palabra PESADO como adjetivo del nombre del elemento de fijación. Del mismo modo, debe indicarse ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA para tales sujetadores métricos. Además, a menudo se incluye el número de la norma ISO particular en las especificaciones para sujetadores métricos; por ejemplo, TUERCA HEXAGONAL ISO. No es necesario mencionar el acabado si el sujetador o la tuerca tienen el nombre correcto.

www.FreeLibros.me

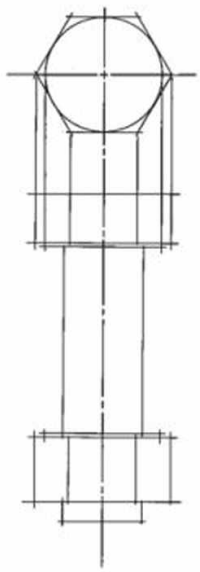
BOSQUEJADO DE PERNOS, TORNILLOS FIADORES Y TUERCAS HEXAGONALES

PASO a PASO

1 Determine el diámetro del perno, la longitud (desde la parte inferior de la superficie de apoyo hasta la punta); el estilo de la cabeza (cuadrada o hexagonal); el tipo (regular o pesado), y el acabado, antes de empezar a dibujar.



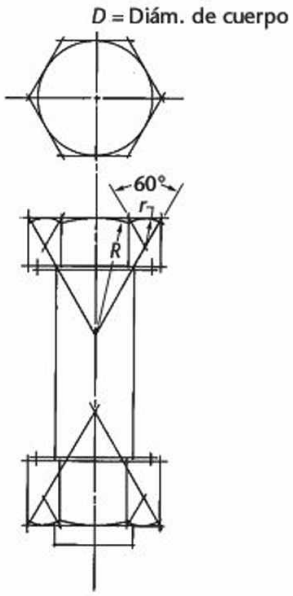
2 Bosqueje ligeramente la vista superior, como se muestra en la figura, donde *D* es el diámetro del perno. Proyecte las esquinas del hexágono o el cuadrado hacia la vista frontal. Bosqueje las alturas de la cabeza y la tuerca. Añada 1/64" (0.4 mm) por la arandela, si es necesario. Su diámetro es igual a la distancia entre planos de la cabeza del tornillo o la tuerca. Sólo los tornillos o las tuercas hexagonales métricos y terminados tienen una arandela. La arandela tiene un grosor de 1/64" de espesor, pero se muestra de aproximadamente 1/32" (1 mm) para mayor claridad. La altura de la cabeza o de la tuerca incluye la arandela.

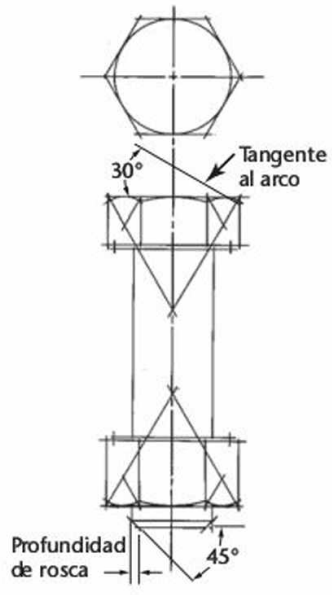


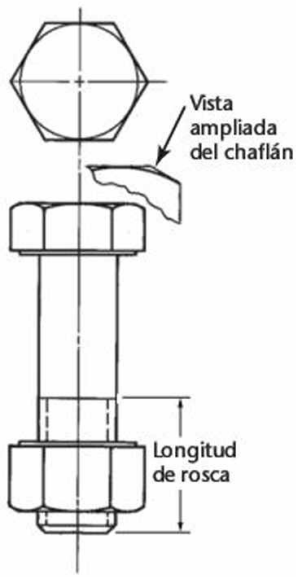
3 Represente las curvas producidas por el chaflán de las cabezas de los pernos y las tuercas como arcos circulares, aunque en realidad son hipérbolas. En los dibujos de pequeños pernos o tuercas con menos de 1/2" (12 mm) de diámetro, donde el chaflán es difícil de percibir, omita el chaflán en la vista rectangular.

4 Dibuje el chaflán en el extremo roscado del perno a 45° de la profundidad de rosca esquemática.

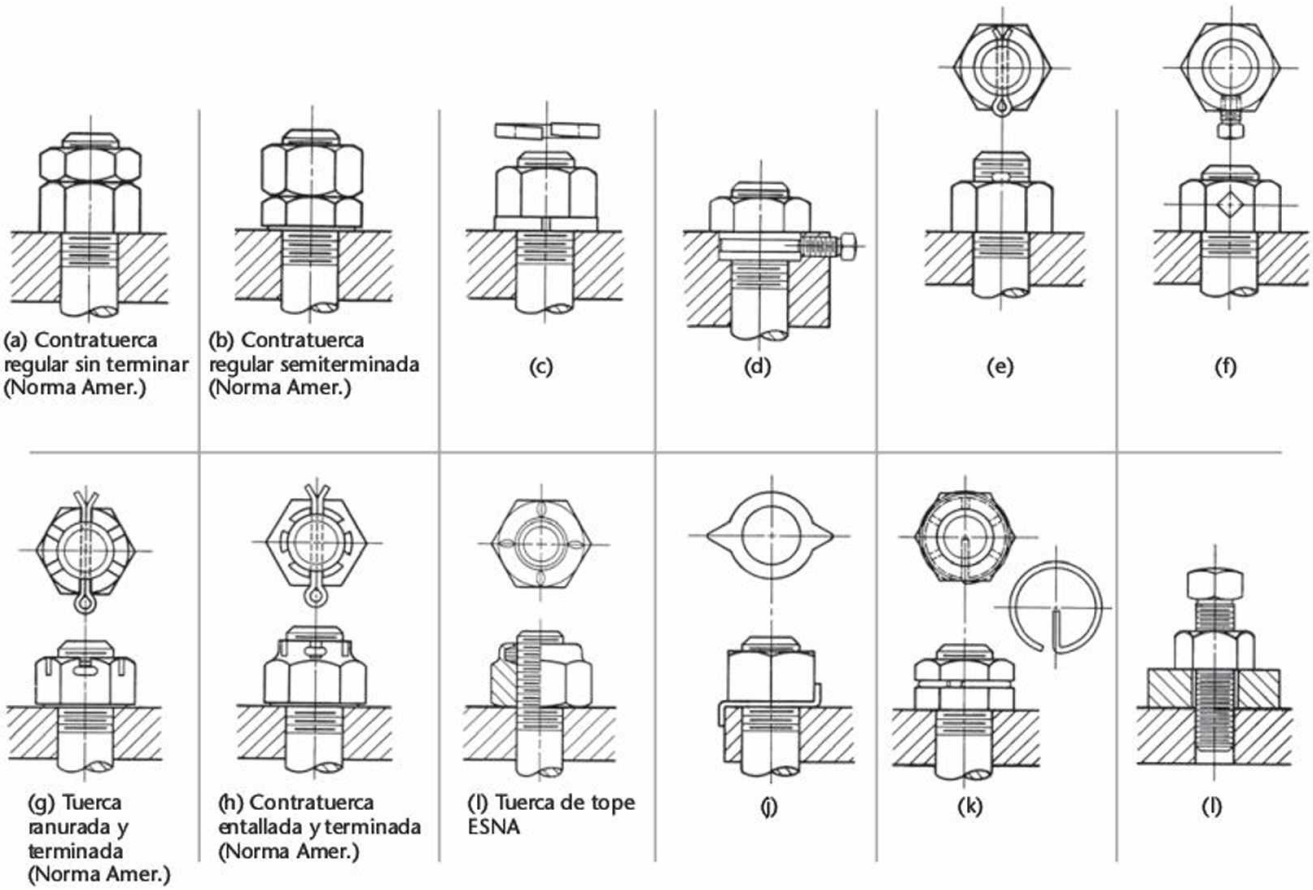
5 En los dibujos, muestre las roscas en forma simplificada o esquemática para diámetros de 1" (25 mm) o menores. La representación detallada se utiliza muy poco porque requiere mucho tiempo y con ella se obtienen dibujos muy saturados.







www.FreeLibros.me



11.35 Contratuercas y dispositivos de cierre.

11.13 CONTRATUERCAS Y DISPOSITIVOS DE CIERRE

Existen muchos tipos de tuercas y dispositivos especiales para impedir que las tuercas se desenrosquen, y algunas de las más comunes se muestran en la figura 11.35. Las contratuercas de la Norma Nacional Americana, como las que se muestran en las figuras 11.35a y 11.35b, son iguales a las tuercas regulares o planas hexagonales, excepto que son más delgadas. Se recomienda la aplicación que se muestra en la figura 11.35b, donde la tuerca más grande está en la parte superior y se aprieta con más fuerza. Tienen la misma distancia entre caras que las tuercas hexagonales correspondientes (1-1/2*D* o 1"). Su grosor es un poco mayor a 1/2*D*, pero se dibuja a 1/2*D* por sencillez. Están disponibles con o sin arandela en los tipos regular y pesado. Todas las caras superiores son planas y biseladas a 30°, y las formas terminadas tienen una arandela o una superficie de apoyo biselada.

La arandela de seguridad que se muestra en la figura 11.35c y la chaveta de la figura 11.35e, son muy comunes (vea los Apéndices 26 y 29). El tornillo de fijación (o prisionero) que se presenta en la figura 11.35, suele hacerse para presionarse contra un tapón de material más blando, como el latón, que a su vez se presiona contra las roscas sin deformarlas. Para trabajar con chavetas (vea el Apéndice 29), se recomienda usar una tuerca hexagonal con ranura (figura 11.35g), una tuerca hexagonal entallada (figura 11.35h), o bien una tuerca hexagonal gruesa con ranura o una tuerca hexagonal gruesa para uso pesado.

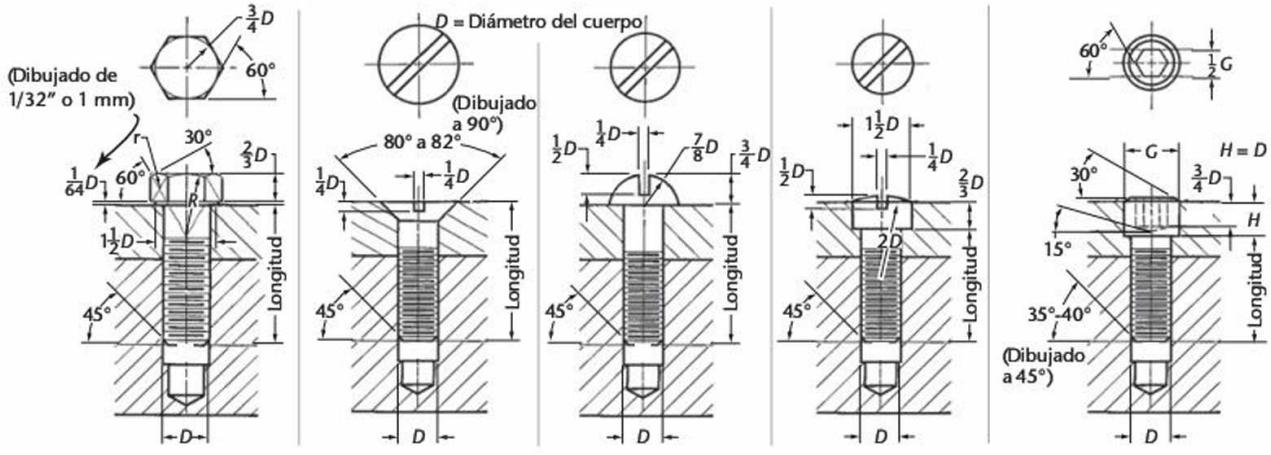
Existen tuercas y dispositivos de bloqueo métricos similares. Consulte los catálogos de sujetadores para ver mayores detalles.

11.14 TORNILLOS DE CABEZA ESTÁNDAR

En la figura 11.36 se muestran cinco tipos de tornillos de cabeza (o prisioneros) de la Norma Nacional Americana. Los primeros cuatro tienen cabeza estándar, mientras que los de cabeza cilíndrica, como el de la figura 11.36e, tienen varias formas de cabezas redondas y huecas. Los tornillos de cabeza normalmente se terminan y se usan en herramientas mecánicas y otras máquinas, cuando la precisión y la apariencia son importantes. Los rangos de tamaños y las dimensiones exactas se presentan en los Apéndices 17 y 18. Los tornillos de cabeza hexagonal y de cabeza cilíndrica también están disponibles en unidades métricas.

Por lo general, los tornillos de cabeza se insertan a través de un orificio de paso en uno de los elementos y se atornillan en el otro. El orificio de paso no tiene que mostrarse en el dibujo cuando la presencia de este agujero sin rosca es obvia.

www.FreeLibros.me



Tornillos de cabeza hexagonal Gruesa, fina, o de la serie de 8 roscas, 2A. Longitud de rosca = $2D + \frac{1}{4}$" hasta 6" de largo y $2D + \frac{1}{2}$" si tiene una longitud mayor a 6". Si los tornillos son demasiado cortos para aplicar la fórmula, las roscas se extienden hasta dentro $2\frac{1}{2}$ roscas de la cabeza para diámetros iguales o inferiores a 1". Las longitudes de los tornillos no están estandarizadas. Para ver las longitudes métricas sugeridas en tornillos de cabeza hexagonal, consulte el Apéndice 17.
Tornillos de cabeza ranurada Gruesa, fina, o de la serie de 8 roscas, 2A. Longitud de rosca = $2D + \frac{1}{4}$". Las longitudes de los tornillos no están estandarizadas. Cuando los tornillos son demasiado cortos para aplicar la fórmula, las roscas se extienden hasta dentro $2\frac{1}{2}$ roscas de la cabeza.
Tornillos de cabeza hueca hexagonal Rosca gruesa o fina, 3A. Longitud de rosca gruesa: $2D\,\frac{1}{2}$", donde este valor sea mayor a $\frac{1}{2}L$; de lo contrario, la longitud de rosca: $\frac{1}{2}L$. Longitud de rosca fina: $1\frac{1}{2}D + \frac{1}{2}$", donde este valor sea mayor a $\frac{3}{8}L$, de lo contrario la longitud de rosca: $\frac{3}{8}L$. Incrementos en la longitud del tornillo: $\frac{1}{8}$" para tornillos de $\frac{1}{4}$" a 1" de largo; $\frac{1}{4}$" para tornillos de 1" a 3" de largo, y $\frac{1}{2}$" para los tornillos de $3\frac{1}{2}$" a 6" de largo.

11.36 Tornillos de cabeza estándar. Vea los Apéndices 17 y 18.

Los tornillos de cabeza son inferiores a los vástagos cuando es necesaria una remoción frecuente. Se usan en máquinas que requieren algunos ajustes. Los tornillos ranurados o de cabeza hueca se utilizan para condiciones de amontonamiento.

Para dibujar los tornillos pueden usarse las dimensiones reales cuando se requiera el tamaño exacto. En la figura 11.36 se muestran las proporciones en términos del diámetro del cuerpo (D) que se usan con mayor frecuencia. Los tornillos de cabeza hexagonal se dibujan en forma parecida a los pernos de cabeza hexagonal. Las puntas están biseladas a 45° desde la profundidad de la rosca esquemática.

Observe que las ranuras para el desarmador se dibujan a 45° en las vistas circulares de las cabezas, sin tomar en cuenta la proyección verdadera; asimismo, las roscas en el fondo de los agujeros se omiten de modo que los extremos de los tornillos puedan verse con claridad. Una nota normal de un tornillo de cabeza es:
Ejemplo (completo):
0.375-16 UNC-2A × 2.5 TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL
Ejemplo (abreviado):
0.375 × 2.5 TORN CAB HEX
Ejemplo (métrico):
M20 × 2.5 × 80 TORN CAB HEX

11.15 TORNILLOS DE MÁQUINA ESTÁNDAR

Estos tornillos son semejantes a los fiadores pero suelen ser más pequeños (0.060" a 0.750" de diámetro) y las roscas suelen llegar hasta la cabeza. Hay ocho formas de cabeza aprobadas por ANSI, (vea el Apéndice 19). La cabeza hexagonal puede ser ranurada si se requiere. Todas las demás están disponibles en forma ranurada o ahuecada. Los tornillos de máquina estándar se fabrican con un acabado natural brillante, no se someten a tratamiento térmico y tienen extremos cortados en forma plana, no biselada. Vea el Apéndice 19 formas semejantes de tornillos métricos y sus especificaciones.

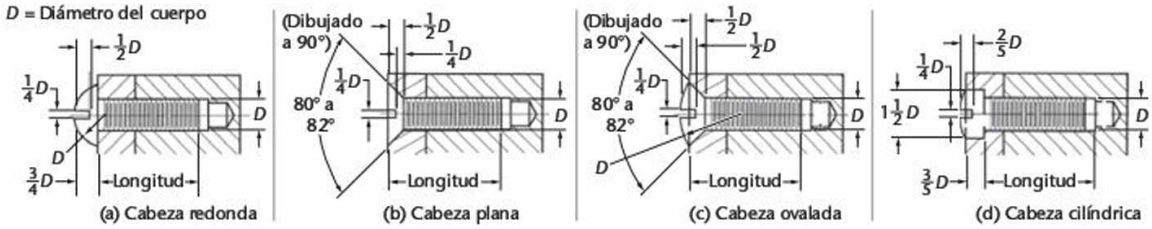
Los tornillos de máquina se usan para atornillar materiales delgados y los de menor tamaño están roscados hasta cerca de la cabeza. Se utilizan ampliamente en armas de fuego, plantillas, accesorios y dados. Las tuercas para tornillo de máquina se usan sobre todo con los tipos de cabeza redonda, achatada y plana y por lo común son hexagonales.

Las dimensiones exactas de los tornillos de máquina se dan en el Apéndice 19. Los cuatro tipos más comunes de tornillo de máquina se muestran en la figura 11.37.

Los orificios de paso y los abocardados deben ser ligeramente más grandes que los tornillos.

Las siguientes son notas típicas para los tornillos de máquina.
Ejemplo (completo).
NO. 10 (0.1900)-32NF-3 × $\frac{5}{8}$
TORNILLO DE MÁQUINA DE CABEZA CILÍNDRICA
Ejemplo (abreviado).
NO. 10 (0.1900) × $\frac{5}{8}$ TORNM CABCIL
Ejemplo (métrico).
M8 × 1.25 × 30 TORNILLO DE MÁQUINA DE CABEZA ACHATADA RANURADA

www.FreeLibros.me



11.37 Tornillos de máquina estándar [sus proporciones se basan en el diámetro]; vea el Apéndice 19.

11.16 TORNILLOS DE FIJACIÓN ESTÁNDAR

Los tornillos de fijación que se muestran en la figura 11.38, se utilizan para evitar el movimiento, generalmente rotatorio, entre dos partes, como el de la maza de una polea en un eje. Un tornillo de fijación se enrosca en una pieza de modo que su punta se apoye con firmeza contra otra pieza. Si la punta del tornillo de fijación está ahuecada, o si se fresa un plano en el eje, el tornillo tendrá mucha más firmeza. Por supuesto, los tornillos de fijación no son eficaces cuando la carga es pesada o cuando ésta se aplica repentinamente. Por lo general se fabrican de acero y se endurecen mediante el templado (figura 11.39).

11.38 Tornillos de fijación. (Cortesía de Penninsula Components Inc.).

Los tornillos de fijación sin cabeza han tenido un mayor uso debido a que la proyección de la cabeza de los tornillos con cabeza ha causado muchos accidentes industriales, lo que se ha traducido en una legislación que prohíbe su uso en muchos estados.

Hay disponibles tornillos de fijación hexagonales sin cabeza con toda la gama de puntas. Los diámetros nominales de este tipo de tornillos son de 1.6, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20 y 24 mm.

Los tornillos de fijación con cabeza cuadrada tienen roscas gruesas, finas o de 8 roscas y de clase 2A; pero por lo general se fabrican con roscas gruesas, porque el tornillo de cabeza cuadrada se utiliza en mayor medida en los grados de trabajo más rudos. Los tornillos ranurados sin cabeza y de cabeza hueca tienen roscas finas o gruesas y son de la clase 3A.

Los diámetros nominales de los tornillos de fijación van desde el número 0 hasta las 2". Las longitudes de este tipo de tornillo se han estandarizado en incrementos de 1/32" a 1" en función de la longitud total del tornillo de fijación.

Los incrementos de longitud de los tornillos de fijación van de 0.5 a 4 mm, una vez más en función de la longitud total del tornillo.

Los tornillos de fijación se indican de la siguiente manera:

Ejemplo (completo).

0.375 - 16UNC-2A × 0.75 TORNILLO DE FIJACIÓN DE CABEZA CUADRADA Y PUNTA PLANA

Ejemplo (abreviado).

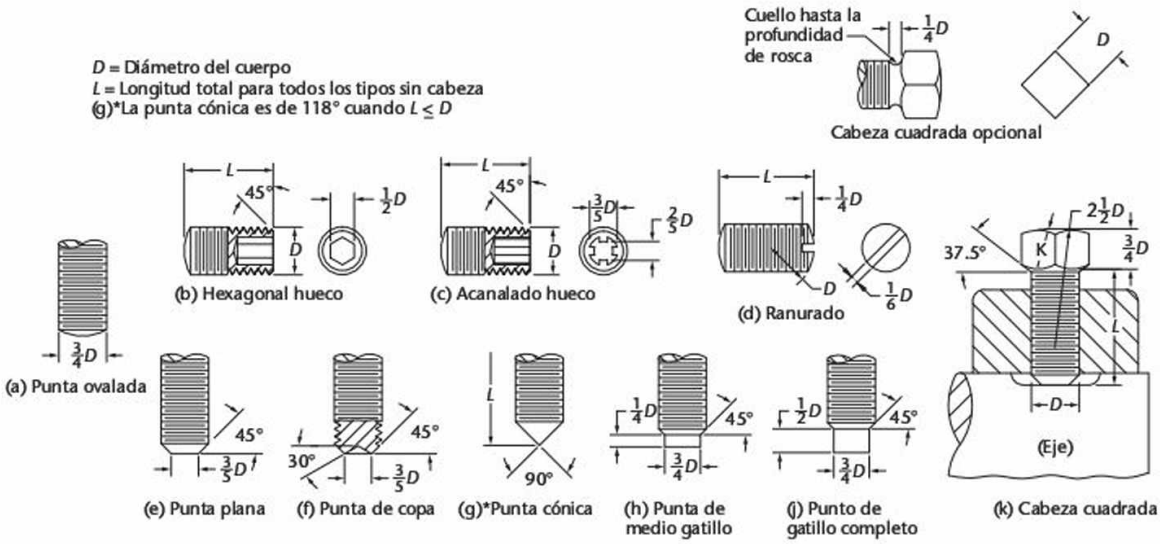
.375 × 1.25 TORNF PP CABCUAD

.4375 × 0.750 TORNF PT COP HUEHEX

$\frac{1}{4}$-20 UNC × 2A × $\frac{1}{2}$ TORNF PT CONO CAB RAN

Ejemplo (métrico).

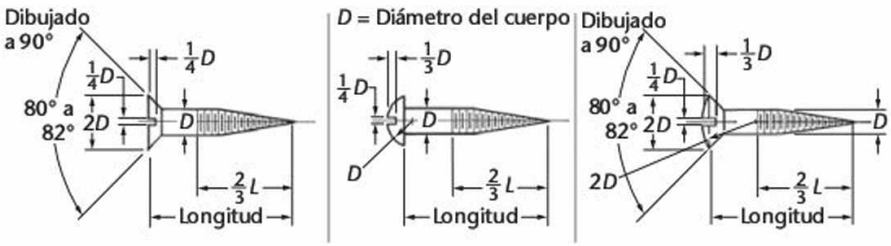
M10 × 1.5 12 TORNILLO DE FIJACIÓN CABEZA HUECA HEX



11.39 Proporciones de tornillos de fijación. (Cortesía de David M. Demchenkov).

www.FreeLibros.me

11.17 TORNILLOS PARA MADERA DE LA NORMA NACIONAL AMERICANA



11.40 Tornillos para madera de la Norma Nacional Americana.

(Cortesía de Michael Newman/ PhotoEdit Inc.).

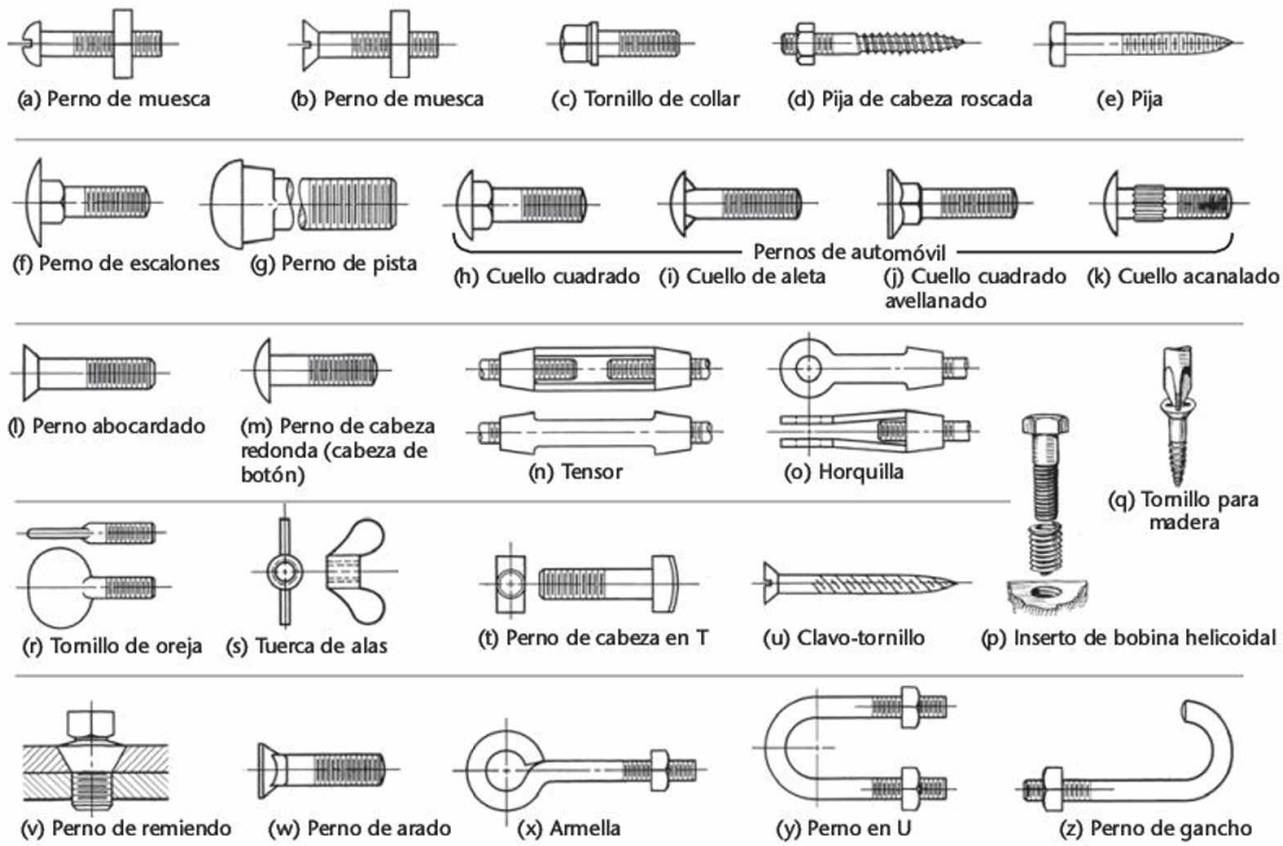
Hay un estándar de los tornillos para madera con tres tipos de cabeza: plana, redonda y ovalada. En la figura 11.40 se muestran las dimensiones aproximadas suficientes para propósitos de dibujo.

La cabeza ahuecada estilo Phillips también está disponible en varios tipos de elementos de fijación, así como en los tornillos para madera. ANSI ha estandarizado tres estilos de rebajos en cruz. Se usa un destornillador especial, como se muestra en la figura 11.41q, y esto se traduce en un montaje rápido sin dañar la cabeza.

11.18 SUJETADORES DIVERSOS

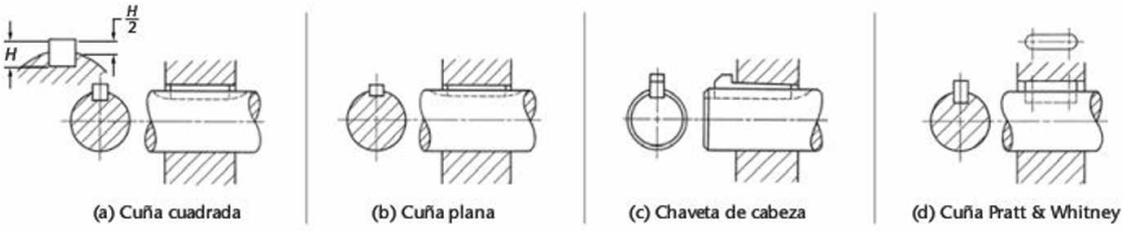
Se han ideado muchos otros tipos de sujetadores para usos especializados. Algunos de los tipos más comunes se muestran en la figura 11.41. Varios de estos sujetadores son pernos de cabeza redonda de la Norma Nacional Americana, entre ellos los pernos de automóviles, de cabeza de botón, de escalón y abocardados.

Los insertos roscados con bobina helicoidal, como se muestra en la figura 11.41p, tienen la forma de un resorte, excepto que la sección transversal del alambre se ajusta a las roscas sobre el tornillo y en el agujero. Estos insertos están hechos de bronce fosforoso o acero inoxidable, y proporcionan un recubrimiento duro y liso que protege las roscas conformadas en metales blandos y plásticos.



11.41 Pernos y tornillos diversos.

www.FreeLibros.me



11.42 Cuñas cuadradas y planas.

11.19 CUÑAS

Las cuñas se usan para evitar el movimiento entre ejes y ruedas, acoplamientos, bielas y piezas de máquina similares, unidas a ejes o apoyadas sobre éstos, como se muestra en la figura 11.42. Un cuñero es una ranura que está en el centro del eje o en una parte circundante del mismo.

Para funciones de trabajo pesado se usan cuñas rectangulares (planas o cuadradas), y en ocasiones se requieren dos cuñas rectangulares para una sola conexión. Para conexiones aun más fuertes, pueden emplearse tiras entrelazadas que se maquinan sobre el eje y en el agujero.

En la figura 11.42a se muestra una ***cuña cuadrada***.

En la figura 11.42b se muestra una ***cuña plana***. Las anchuras de las cuñas son aproximadamente de una cuarta parte del diámetro del eje. En cualquier caso, la mitad de la cuña se inserta en el eje. La profundidad de la ranura o el cuñero se mide en un lado (no en el centro) como se muestra en la figura 11.42a. La superficie superior de las cuñas cuadradas y planas puede ser cónica de 1/8" por pie, en cuyo caso se convierten en cuñas cuadradas o planas cónicas.

Una ***lengüeta*** es rectangular para evitar el movimiento rotatorio, pero permite un movimiento longitudinal relativo. Por lo general las lengüetas tienen una cabeza de chaveta, o se sujetan para que no puedan salirse de la ranura.

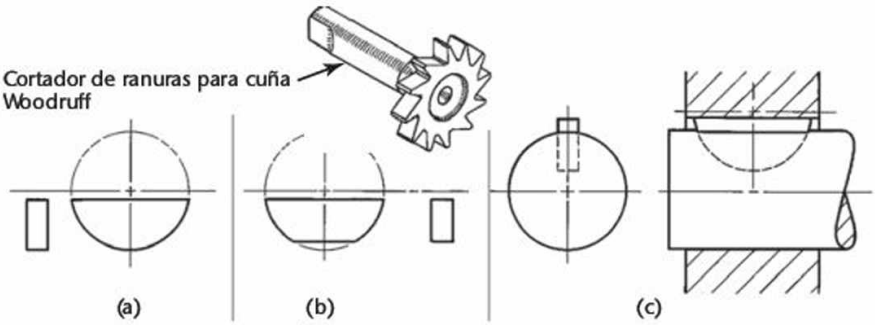
Chaveta de cabeza (figura 11.42c) es igual a una cuña cuadrada o plana cónica, sólo que una cabeza permite su remoción sencilla. Las cuñas cuadradas y planas están hechas de material acabado en frío y no se maquinan. Para ver las dimensiones, consulte el Apéndice 20.

En la figura 11.42d se muestra una ***cuña Pratt & Whitney*** (Cuña P&W). Es rectangular, con extremos semicilíndricos. Dos tercios de su altura se insertan en el cuñero del eje (vea el Apéndice 24).

Cuñas Woodruff son semicirculares, como se muestra en la figura 11.43. Esta cuña se ajusta a una ranura cortada de manera semicircular con un cortador Woodruff, y la parte superior de la cuña encaja en una ranura rectangular plana. Los tamaños de cuña para los distintos diámetros de eje no están estandarizados. En condiciones normales, seleccione una cuña cuyo diámetro sea aproximadamente igual al diámetro del eje. Para ver las dimensiones, consulte el Apéndice 23. También vea los catálogos de los fabricantes para obtener las especificaciones de las contrapartes métricas.

Algunas especificaciones típicas para cuñas son

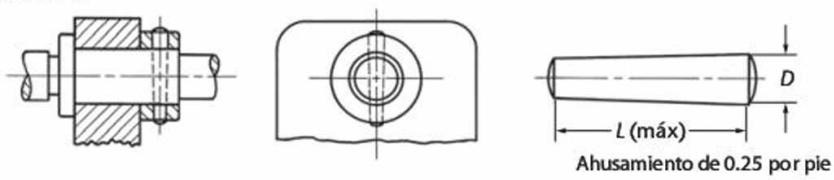
0.25 × 1.50 CUÑA CUAD
NO. 204 CUÑA WOODRUFF
1/4 × 1/6 × 1 - CUÑA PLANA
NO. 10 CUÑA P&W



11.43 Cortador de cuñas y ranuras para cuña Woodruff.

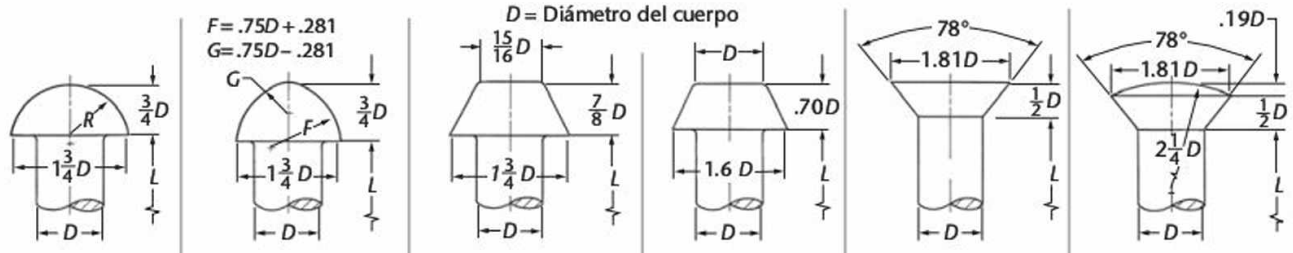
11.20 PASADORES DE MÁQUINA

Entre los pasadores de máquina están los pasadores cónicos, los pasadores rectos, las espigas, los pasadores de horquilla, y las clavijas. Para el trabajo ligero, los pasadores cónicos pueden usarse para fijar mazas o collares a ejes. En la figura 11.44 se muestra el uso de un pasador cónico; aquí se perfora un agujero a través del cuello y el eje se taladra y escaria al ensamblar las piezas. Para un servicio un poco más pesado, puede emplearse un pasador cónico paralelo al eje, o bien una cuña cuadrada (vea el Anexo 28).

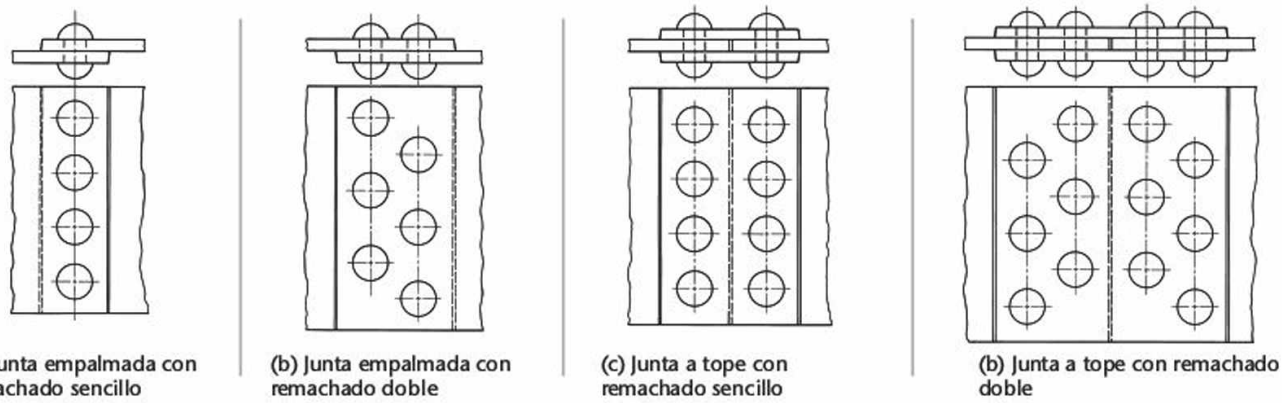


11.44 Pasador cónico.

www.FreeLibros.me



11.45 Remaches grandes estándar.



11.46 Juntas remachadas comunes.

Las espigas son de forma cilíndrica o cónica y por lo general se usan para mantener dos piezas en una posición fija o para conservar la alineación. Se utilizan normalmente cuando la alineación exacta es esencial. Casi siempre, las espigas se hacen de acero y se endurecen con un esmeril sin centro.

Los pasadores de horquilla se mantienen en su sitio mediante clavijas. Para ver las especificaciones de estas últimas, vea el Apéndice 29.

11.21 REMACHES

Los remaches se consideran sujetadores permanentes, a diferencia de los dispositivos de sujeción desmontables, como pernos y tornillos. En general, los remaches se usan para mantener juntas las láminas de metal o los laminados de acero y están hechos de hierro forjado, acero al carbón, cobre, y ocasionalmente de otros metales.

Para mantener juntas dos piezas de metal se perforan, taladran, punzonan o fresan agujeros, todos un poco más grandes en diámetro que el vástago del remache. Los diámetros de los remaches se hacen desde $d = 1.2\sqrt{t}$ hasta $d = 1.4\sqrt{t}$, donde d es el diámetro del remache y t es el espesor del metal. Los tamaños más grandes de diámetro se usan en juntas de acero con remachado sencillo, y los más pequeños pueden usarse en las juntas con remachado múltiple. En el trabajo estructural es común hacer el agujero 1.6 mm (1/16") más grande que el remache.

Cuando se inserta el remache al rojo vivo, una "barra de entibar" que tiene una depresión con la forma de la cabeza se presiona contra el remache. Para ensartar el remache y formar la cabeza en el extremo liso se utiliza una remachadora. Esto hace que el remache se ajuste y llene el agujero por completo.

Con frecuencia se usan remaches grandes o pernos hexagonales pesados para el trabajo estructural en puentes y edificios, así como en la construcción de barcos y calderas. En la figura 11.45 se muestran en sus proporciones exactas. Los remaches de cabeza de botón (figura 11.45a) y los remaches de cabeza avellanada (figura 11.45e) son los remaches más utilizados en el trabajo estructural. Los remaches con cabeza de botón y cabeza cónica se emplean comúnmente en la construcción de tanques y calderas.

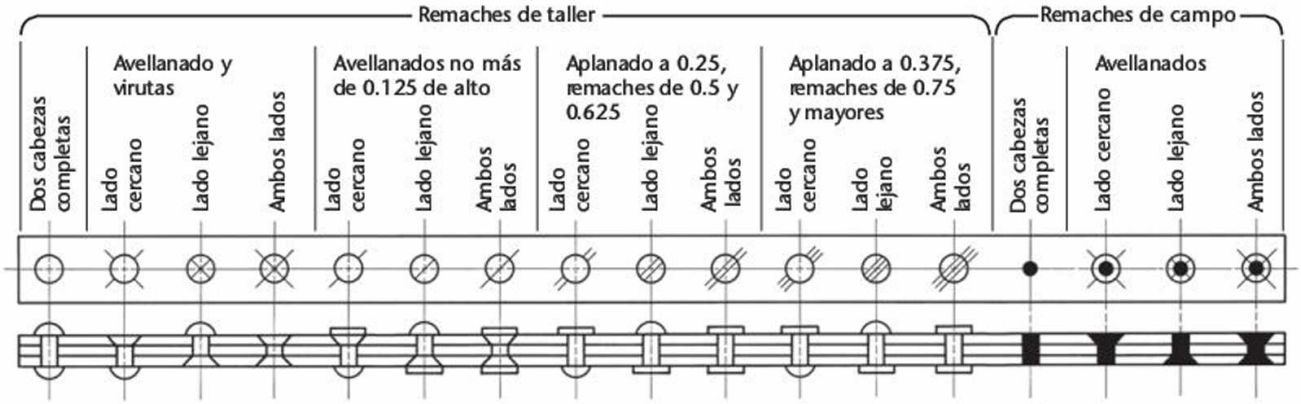
Juntas remachadas

En la figura 11.46 se muestran algunas uniones remachadas comunes. Observe que la vista rectangular de cada remache muestra su vástago con dos cabezas hechas con arcos circulares, y la vista circular de cada remache se representa sólo por el círculo exterior de la cabeza.

www.FreeLibros.me

Símbolos de los remaches

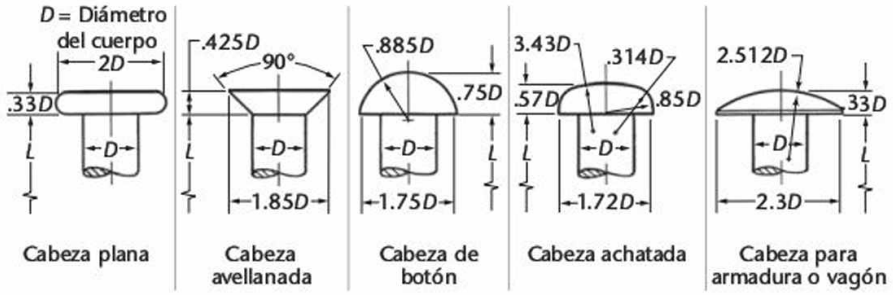
Debido a que muchas estructuras de ingeniería son demasiado grandes para construirse en un taller, se fabrican en unidades lo más grandes posible y luego se transportan al lugar deseado. Las armaduras son ejemplos comunes. Los remaches montados en el taller se llaman *remaches de taller*, y los insertados en la obra se denominan *remaches de campo*. Por otro lado, los pernos de acero pesado se utilizan habitualmente en el trabajo estructural. Para representar los remaches de campo se usan círculos negros sólidos, y para otras características se emplean otros símbolos estándar, como los que se muestran en la figura 11.47.



11.47 Símbolos convencionales de los remaches.

Remaches pequeños

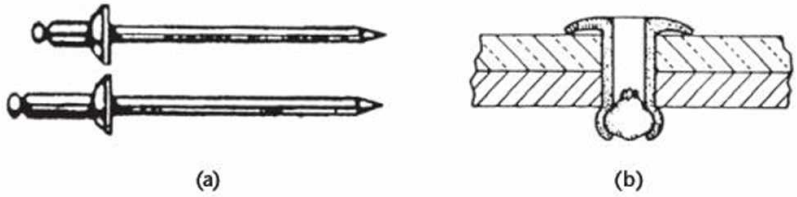
Los remaches pequeños se usan para el trabajo ligero. En la figura 11.48 se muestran remaches pequeños sólidos de la Norma Nacional Americana, con dimensiones que indican sus proporciones estándar, *ANSI/ASME B18.1.1*. En el mismo nivel se incluyen los remaches de hojalatería, de cobre y de correo. También hay disponibles remaches métricos. Las dimensiones de los remaches grandes pueden encontrarse en la norma *ANSI/ASME B18.1.2*. Consulte los catálogos de los fabricantes para obtener más detalles.



11.48 Proporciones de la Norma Nacional Americana para remaches pequeños y sólidos.

Remaches ciegos

Los remaches ciegos, comúnmente conocidos como *remaches de disparo* (figura 11.49), se usan para fijar dos láminas metálicas finas en un ensamble. Los remaches ciegos son huecos y se instalan con pistolas de remache manuales o de motor que oprimen un pasador central o mandril, tirando de la cabeza dentro del cuerpo y expandiendo el remache contra la chapa metálica. Están disponibles en aluminio, acero, acero inoxidable y plástico. Como con cualquier elemento de sujeción, es importante elegir un material adecuado para evitar la acción corrosiva entre metales diferentes.



11.49 Remaches ciegos (a) antes de la instalación, y (b) instalados.

www.FreeLibros.me

11.22 RESORTES

Un resorte es un dispositivo mecánico diseñado para almacenar energía cuando se deforma y devolver la cantidad equivalente de energía cuando se libera, *ANSI Y14.13M*. Por lo general, los resortes están hechos de acero para resorte, que puede ser alambre de piano, alambre duro estirado, o alambre templado al aceite. Otros materiales utilizados para resortes de compresión incluyen el acero inoxidable, el cobre-berilio y el bronce de fósforo. El plástico de uretano se utiliza en aplicaciones donde los resortes convencionales se verían afectados por la corrosión, las vibraciones, la acústica o las fuerzas magnéticas.

Los resortes se clasifican como *resortes helicoidales* (figura 11.50) o *resortes planos*.

Resortes. (Norton, Robert L, *Machine Design: An Integrated Approach*, 3a ed., © 2006. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

Resortes helicoidales

Por lo común los resortes helicoidales son cilíndricos, pero también pueden ser ahusados. Hay tres tipos de resortes helicoidales:

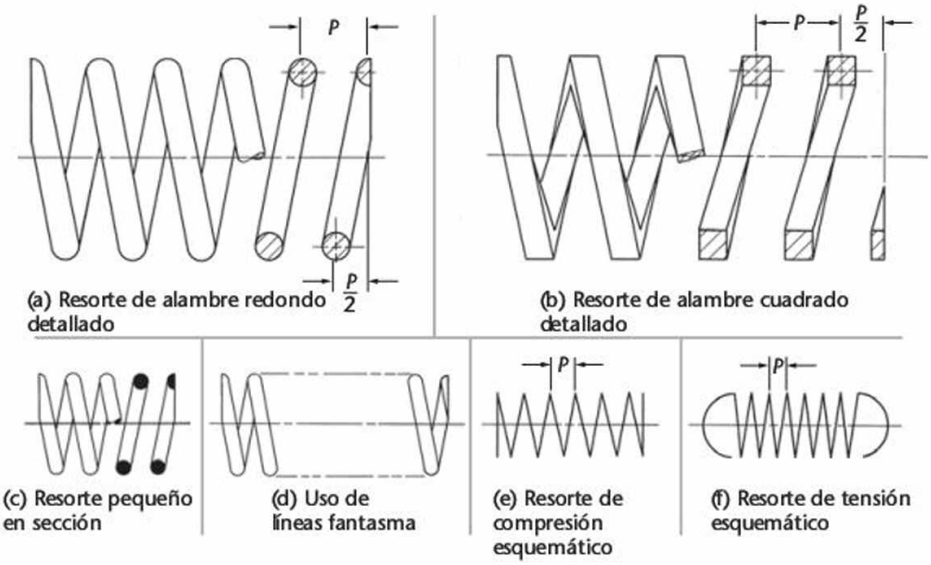
- Los ***resortes de compresión*** ofrecen resistencia a una fuerza de compresión.
- Los ***resortes de extensión*** ofrecen resistencia a una fuerza de jalón.
- Los ***resortes de torsión*** ofrecen resistencia a un par o a una fuerza de torsión.

En los dibujos de trabajo no se dibujan proyecciones verdaderas de los resortes helicoidales debido al trabajo que esto implica. Al igual que las roscas, se dibujan siguiendo los métodos detallado y esquemático, con líneas rectas que reemplazan las curvas helicoidales, como se muestra en la figura 11.50.

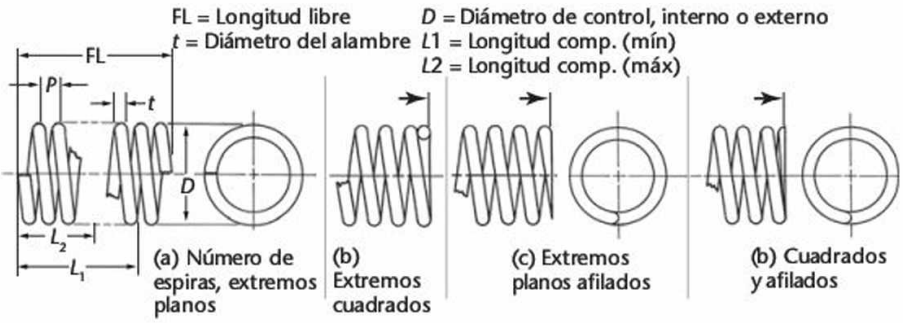
Un resorte de alambre cuadrado es semejante a la rosca cuadrada, pero sin el núcleo del eje, como en la figura 11.50b. Utilice achurado cruzado estándar si las áreas en la sección son grandes, como en las figuras 11.50a y b. Las zonas seccionadas pequeñas pueden hacerse en color negro sólido, como en la figura 11.50c.

En los casos donde no es necesaria una imagen completa del resorte, utilice líneas fantasma para ahorrar tiempo en el dibujo de las espiras, como en la figura 11.50d. Si el dibujo del resorte es demasiado pequeño para representarse mediante los contornos del alambre, use una representación esquemática como la que se muestra en las figuras 11.50e y f.

Los resortes de compresión tienen extremos planos, como en la figura 11.51a, o cuadrados (cerrados), como en la figura 11.51b. Los extremos pueden ser afilados, como se muestra en la figura 11.5lc, o bien pueden ser cuadrados y afilados, como en la figura 11.51d. Las dimensiones requeridas se indican en la figura. Cuando sea necesario especifique I o D para indicar si la dirección de la espira es hacia la derecha o hacia la izquierda.



11.50 Resortes helicoidales.



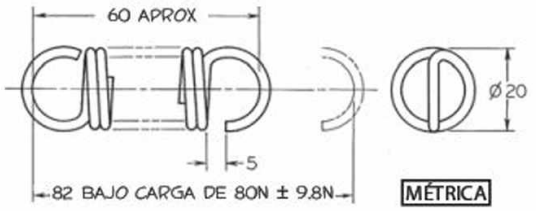
11.51 Resortes de compresión.

www.FreeLibros.me

Los resortes de extensión pueden tener muchos tipos de extremos, por lo que es necesario dibujar el resorte o al menos sus extremos y algunas espiras adyacentes, como se muestra en la figura 11.52.

En la figura 11.53 se muestra un dibujo normal de resortes de torsión, y en la figura 11.54 se presenta un dibujo común de un resorte plano. Otros tipos de resortes planos son los de potencia (o resortes de espira plana), los resortes Belleville (como las arandelas de resorte) y los de hoja (de uso común en los automóviles).

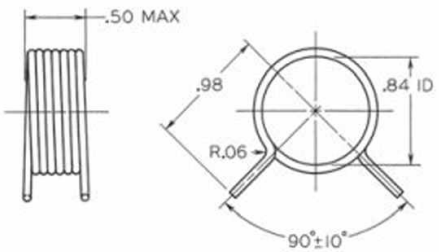
Muchas empresas utilizan una forma de especificación impresa para proporcionar la información necesaria del resorte, incluyendo datos como la carga a una longitud deformada específica, el índice de carga, el terminado y el tipo de servicio.



MATERIAL: ALAMBRE PARA ACERO DE RESORTE TEMPLADO EN ACEITE 2.00. 14.5 ESPIRAS DERECHAS. LAZO Y GANCHO MAQUINADO EN LÍNEA. EL RESORTE DEBE EXTENDERSE A 110 SIN DEFORMARSE

TERMINADO: JAPÓN NEGRO

11.52 Dibujo de un resorte de extensión.

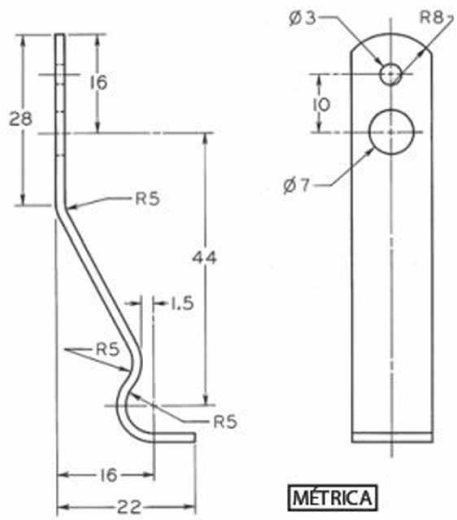


MATERIAL: ALAMBRE DE PIANO 0.059
6.75 ESPIRAS DERECHAS SIN TENSIÓN INICIAL

PAR: 2.50 LB PULGADAS A UNA DEFLEXIÓN DE 155°
EL RESORTE DEBE DESVIARSE 180° SIN DEFORMACIÓN PERMANENTE Y DEBE OPERAR LIBREMENTE SOBRE UN EJE DE 0.75 DE DIAMETRO

ACABADO: CUBIERTA DE ZINC O CADMIO

11.53 Dibujo de un resorte de torsión.



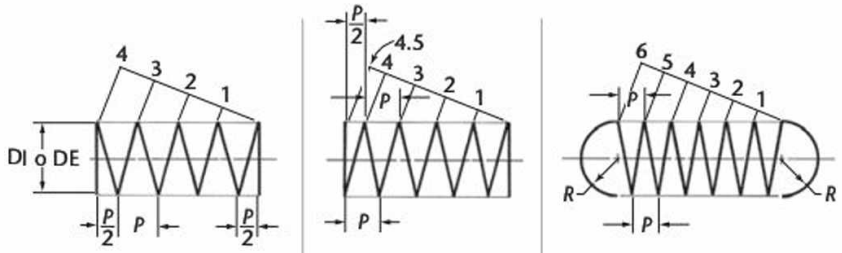
MATERIAL: ACERO PARA RESORTE 1.20 X 14.0
TRATAMIENTO TÉRMICO: ROCKWELL 44-48 C
TERMINADO: ÓXIDO NEGRO Y ACEITE

11.54 Dibujo de un resorte plano.

11.23 DIBUJO DE RESORTES HELICOIDALES

En la figura 11.55a se muestra la construcción de una vista esquemática en elevación de un resorte de compresión con seis espiras totales. Debido a que los extremos son cerrados, o cuadrados, dos de las seis espiras son "espiras muertas", con lo que sólo quedan cuatro pasos totales a lo largo de la parte superior del resorte.

Si hay seis espiras en total, como se muestra en la figura 11.55, los espaciados estarán en lados opuestos del resorte. La construcción de un resorte de extensión con seis espiras activas y extremos en lazo se muestra en la figura 11.55c.



(a) Resorte de compresión con 6 espiras en total

(b) Resorte de compresión con 6.5 espiras en total

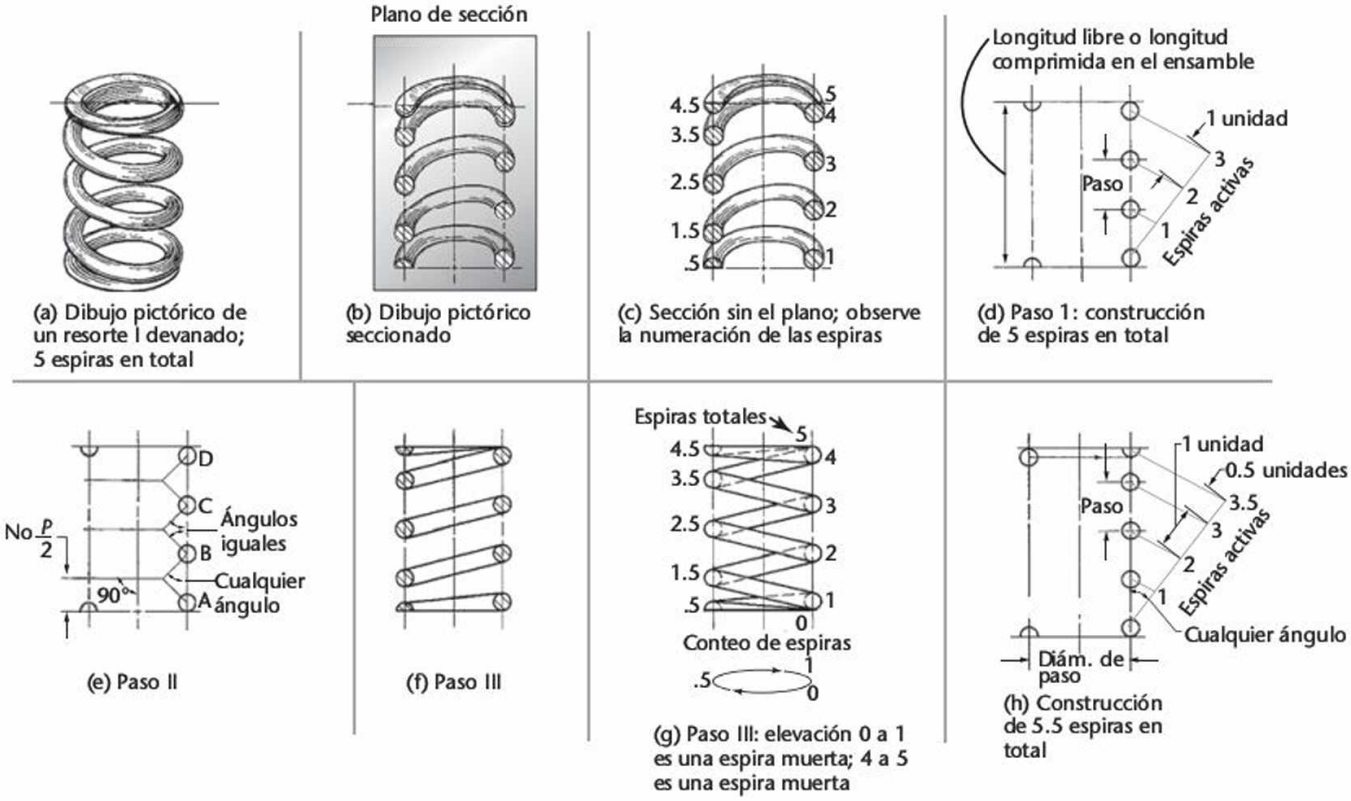
(c) Resorte de extensión con 6.5 espiras en total

11.55 Representación esquemática de resortes.

www.FreeLibros.me

En la figura 11.56 se muestran los pasos para dibujar una vista detallada en sección y elevación de un resorte de compresión. El resorte se muestra de manera pictórica en la figura 11.56a, y la figura 11.56b muestra el plano de corte a través de la línea central del resorte. En la figura 11.56c se presenta la sección sin el plano de corte. Los pasos para construir la vista en sección se muestran en las figuras 11.56d-f, y finalmente la figura 11.56g muestra la vista en elevación correspondiente.

Si se tiene un número fraccionario de espiras, como las espiras de 5.5 en la figura 11.56h, las medias rondas del alambre en sección se colocan sobre los lados opuestos del resorte.



11.56 Pasos para la representación detallada de un resorte.

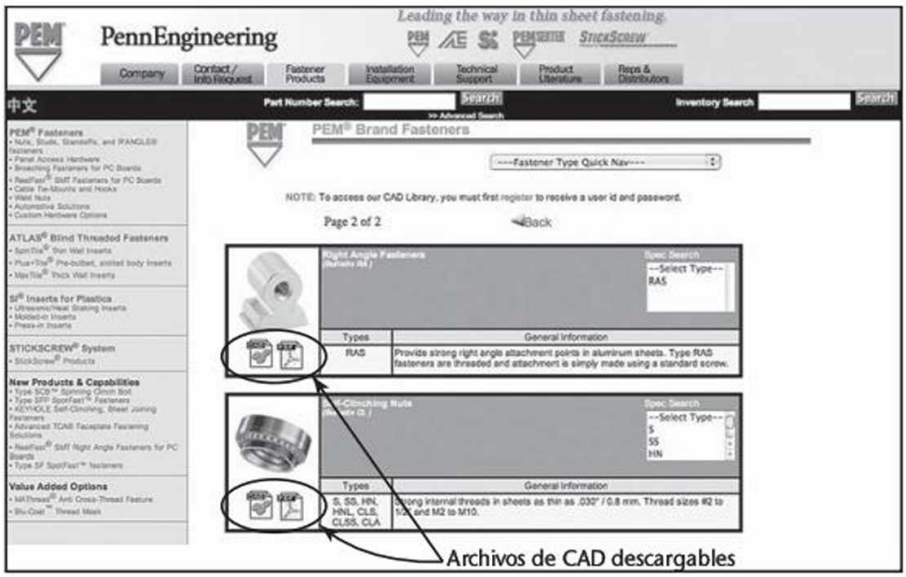
11.24 GRÁFICOS EN COMPUTADORA

En las bibliotecas de símbolos de CAD hay disponibles representaciones estándar de sujetadores roscados y resortes, tanto en forma detallada como esquemática. El uso de gráficos por computadora libera al dibujante de tener que dedicar tiempo a realizar a mano características repetitivas y además facilita la modificación de dibujos cuando se necesite.

En el modelado en 3D, las roscas no suelen representarse puesto que pueden ser difíciles de crear y su visualización y edición consume memoria de la computadora. En cambio, el diámetro nominal de un eje roscado o agujero suele crearse junto con la notación que hace referencia a la rosca. En ocasiones, la profundidad de rosca se muestra en el dibujo en 3D para llamar la atención sobre la rosca y así ayudar a la determinación de ajustes y tolerancias.

www.FreeLibros.me

CÓMO DESCARGAR SUJETADORES ESTÁNDAR

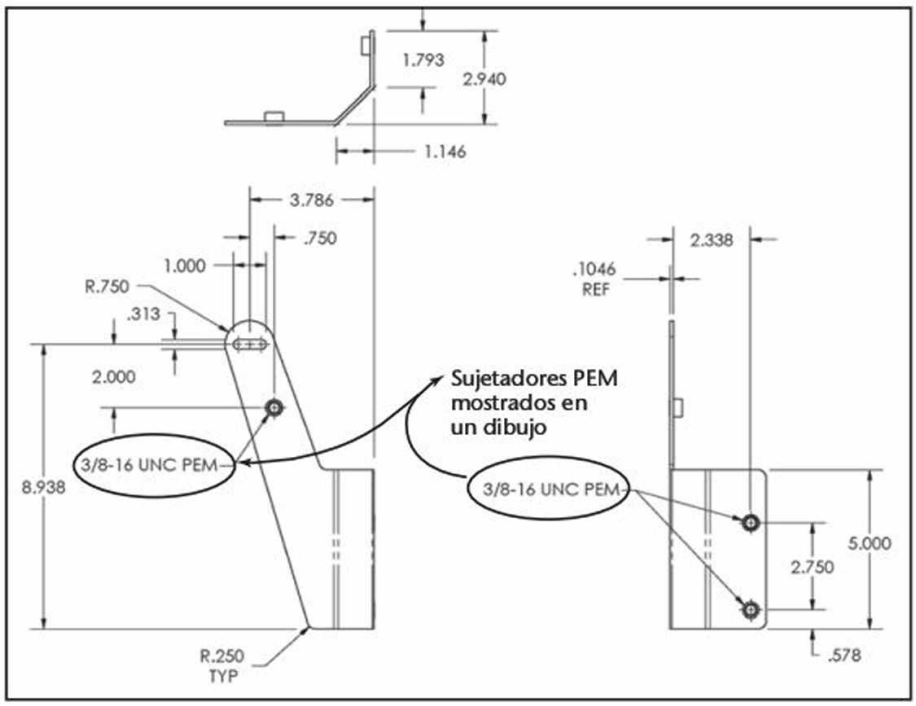


(a) Los elementos de fijación de la marca PEM disponibles en Penn Engineering, son un ejemplo de los muchos sujetadores de catálogo que se pueden descargar en formatos de archivo de CAD para facilitar su inserción en los dibujos. (Cortesía de PennEngineering).

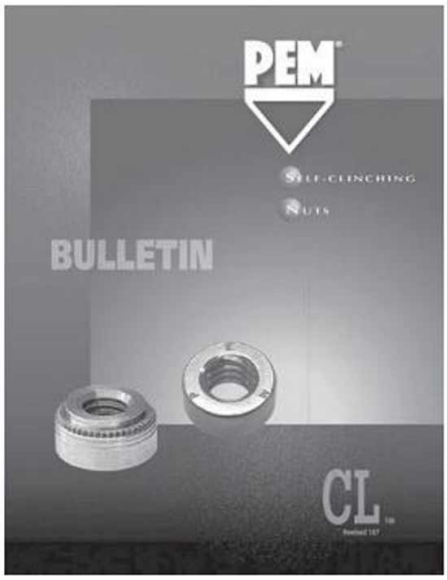
Hay muchos elementos de fijación en formatos estándar de CAD disponibles para su descarga desde sitios web, listos para ser utilizados en los dibujos y modelos de CAD. Un ejemplo de este tipo de sitio es http://www.pemnet.com/fastening_products, de la empresa de ingeniería Penn. Sus elementos de fijación de la marca PEM se usan para sujetar piezas de hoja metálica, como la que se muestra en la figura (b).

Para ahorrar tiempo de trabajo puede insertar en sus dibujos los archivos de CAD que descargue. El tipo de fijador predeterminado se especifica con una nota en el dibujo como se muestra en la figura (b).

En el sitio Pemnet también están disponibles las hojas de datos en formato PDF. En la figura (c) se muestra la portada de un folleto de 12 páginas en PDF que contiene los materiales, los tamaños de rosca, los datos de rendimiento y otros datos clave para tuercas unificadas y métricas de autosujeción que produce la empresa.

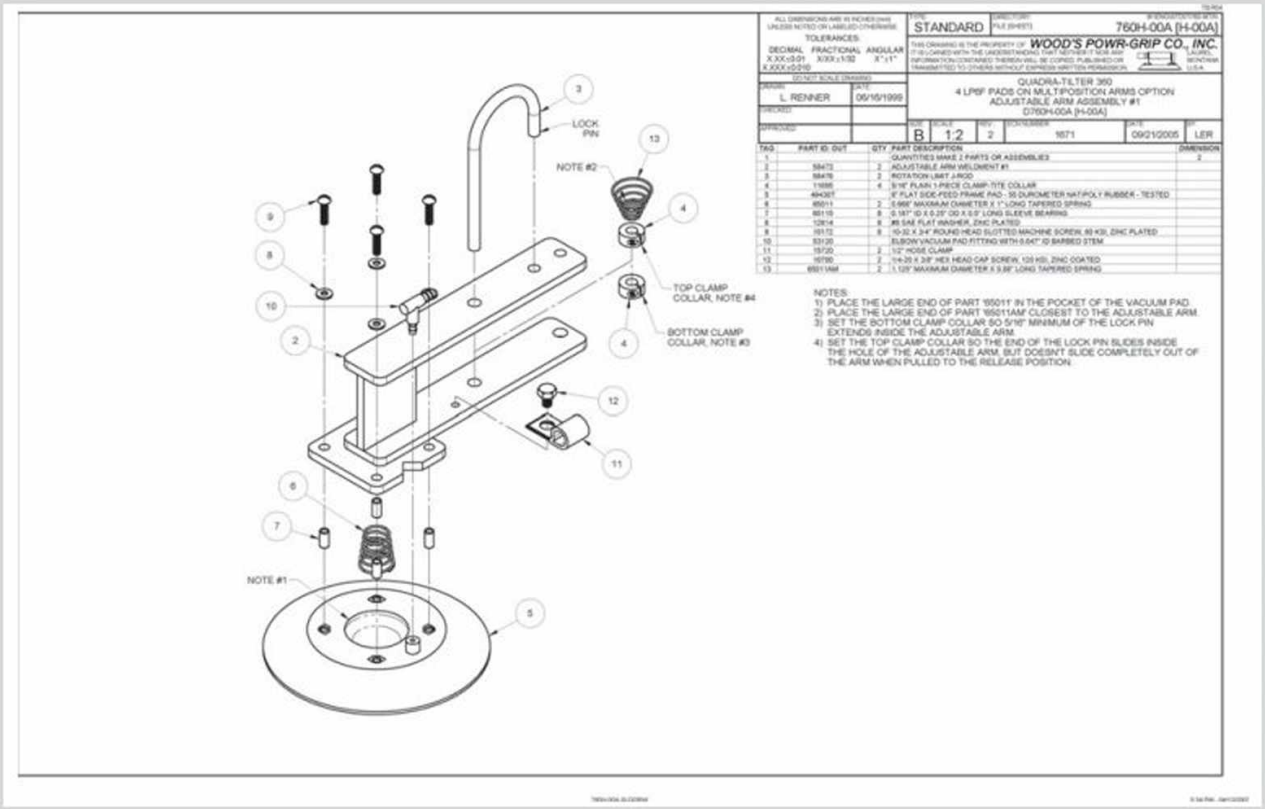


(b) Sujetadores PEM mostrados en un dibujo. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

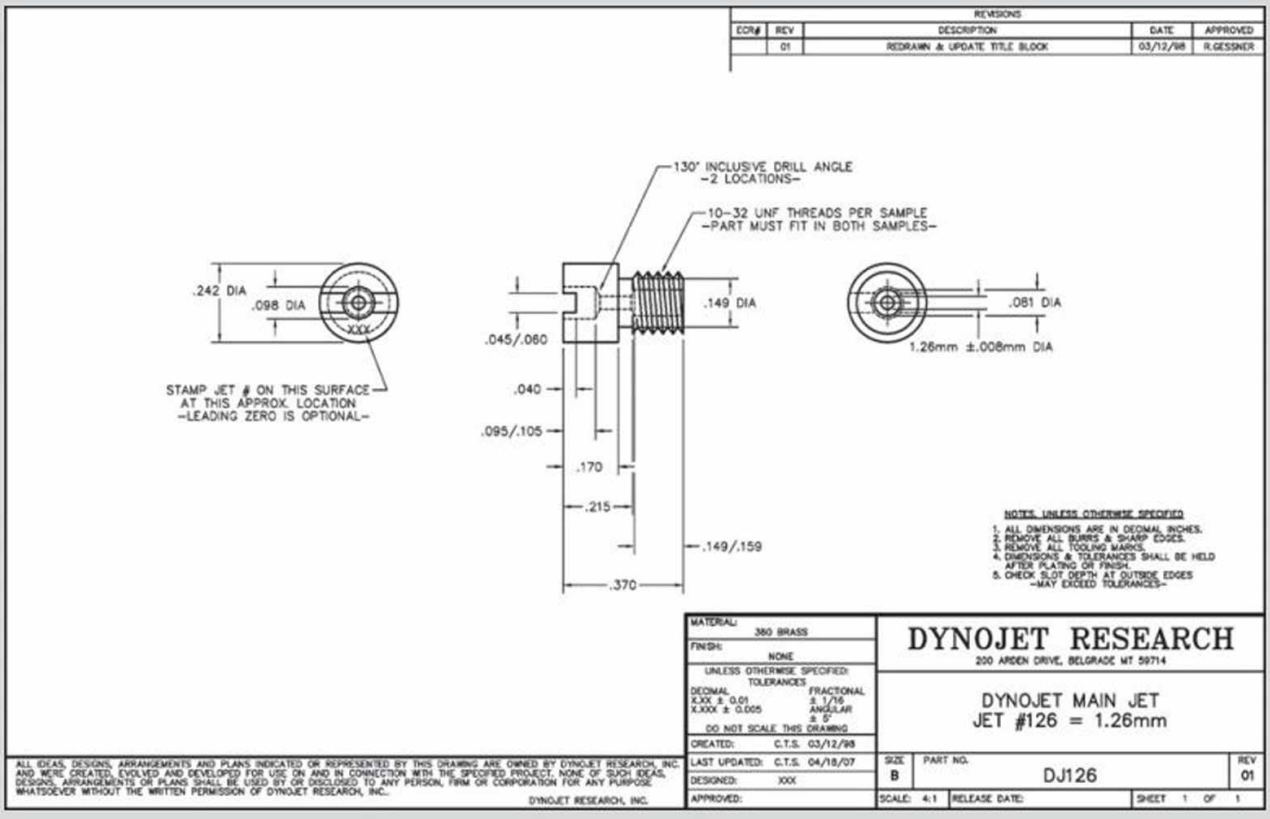


(c) En ocasiones las hojas de datos están disponibles en formato PDF, como en este ejemplo de PEM. (Cortesía de PennEngineering).

www.FreeLibros.me

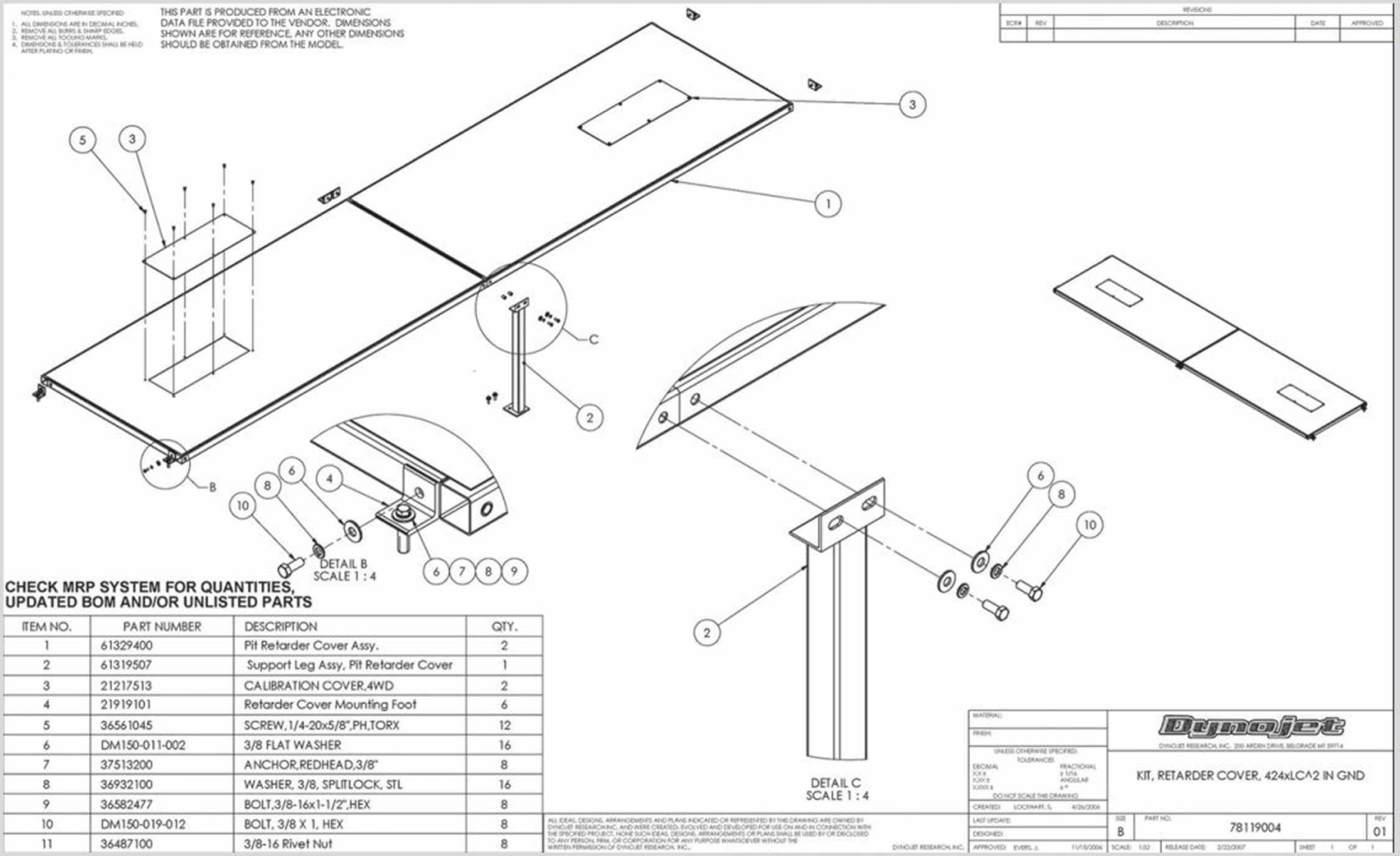


Dibujo de ensamble que muestra sujetadores y resortes. (Cortesía de Wood's Inc. Power-Grip Co. Inc.).



Dibujo de una pieza para un elemento roscado de propósito especial (escala 4:1). (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me



CHECK MRP SYSTEM FOR QUANTITIES, UPDATED BOM AND/OR UNLISTED PARTS

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	61329400	Pit Retarder Cover Assy.	2
2	61319507	Support Leg Assy, Pit Retarder Cover	1
3	21217513	CALIBRATION COVER,4WD	2
4	21919101	Retarder Cover Mounting Foot	6
5	36561045	SCREW,1/4-20x5/8",PH,TORX	12
6	DM150-011-002	3/8 FLAT WASHER	16
7	37513200	ANCHOR,REDHEAD,3/8"	8
8	36932100	WASHER, 3/8, SPLITLOCK, STL	16
9	36582477	BOLT,3/8-16x1-1/2",HEX	8
10	DM150-019-012	BOLT, 3/8 X 1, HEX	8
11	36487100	3/8-16 Rivet Nut	8

Los detalles ampliados muestran los elementos de fijación en este dibujo de ensamble. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Ángulo de rosca
Avance
Chaveta de cabeza
Cresta
Cuña cuadrada
Cuña plana
Cuña Pratt & Whitney
Cuñas Woodruff
Diámetro de paso
Diámetro mayor
Diámetro menor
Eje del tornillo
Forma de rosca
Lado
Lengüeta
Longitudes de perno
Longitudes de rosca
Medidor del paso de la rosca
Orificios de paso
Paso
Profundidad de rosca
Raíz
Resortes de compresión
Resortes de extensión
Resortes de torsión
Rosca Acme
Rosca contrafuerte
Rosca cuadrada
Rosca de tornillo
Rosca de tornillo sinfín estándar
Rosca en V aguda
Rosca externa
Rosca fina
Rosca gruesa
Rosca interna
Rosca métrica
Rosca Nacional Americana
Rosca semicircular
Rosca sencilla
Rosca unificada
Rosca Whitworth
Roscas múltiples
Serie de roscas
Serie de roscas ultra finas unificadas
Terminado
Tipos de pernos

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Hay muchos tipos de formas de rosca; sin embargo, las métricas y unificadas son las más comunes.
- El método para mostrar roscas en un dibujo se llama representación de rosca. Los tres tipos de representación de rosca son detallada, esquemática y simplificada.
- El diámetro mayor, el paso y la forma, son las partes más importantes de una especificación de rosca.
- Las especificaciones de rosca se dimensionan usando una línea de referencia, que por lo general apunta hacia la vista rectangular del eje roscado o hacia la vista circular de la rosca. La especificación de rosca le dice al técnico de manufactura el tipo de rosca que debe crearse.
- La tuerca y el perno siguen siendo el tipo más común de fijación. En la actualidad se están creando muchos nuevos tipos de ajustadores para agilizar el proceso de producción.
- Las cuñas y los pasadores son sujetadores especiales para fijar, por ejemplo, una polea a un eje.
- La cabeza del tornillo determina qué tipo de herramienta se necesitaría para instalar el sujetador.

PREGUNTAS DE REPASO

1. Dibuje una rosca de tornillo normal usando la representación detallada, y dé nombre a las partes de la rosca.
2. ¿Por qué se usan las líneas fantasma para representar la parte media de un resorte largo?
3. Dibuje varios tipos de cabezas de tornillo.
4. Mencione cinco tipos de tornillos.
5. ¿Por qué la representación simplificada de la rosca es el estilo de dibujo más utilizado?
6. Mencione cinco elementos de fijación que no tengan rosca.
7. Escriba una especificación de rosca métrica y una especificación de rosca unificada, y dé nombre a cada parte de la especificación.
8. ¿Qué tipo de forma de rosca se utiliza en una bombilla?
9. ¿Cómo se designan las roscas múltiples en una nota de rosca?
10. Use abreviaturas para dar la especificación de un tornillo de fijación ranurado, con punta plana y sin cabeza.

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

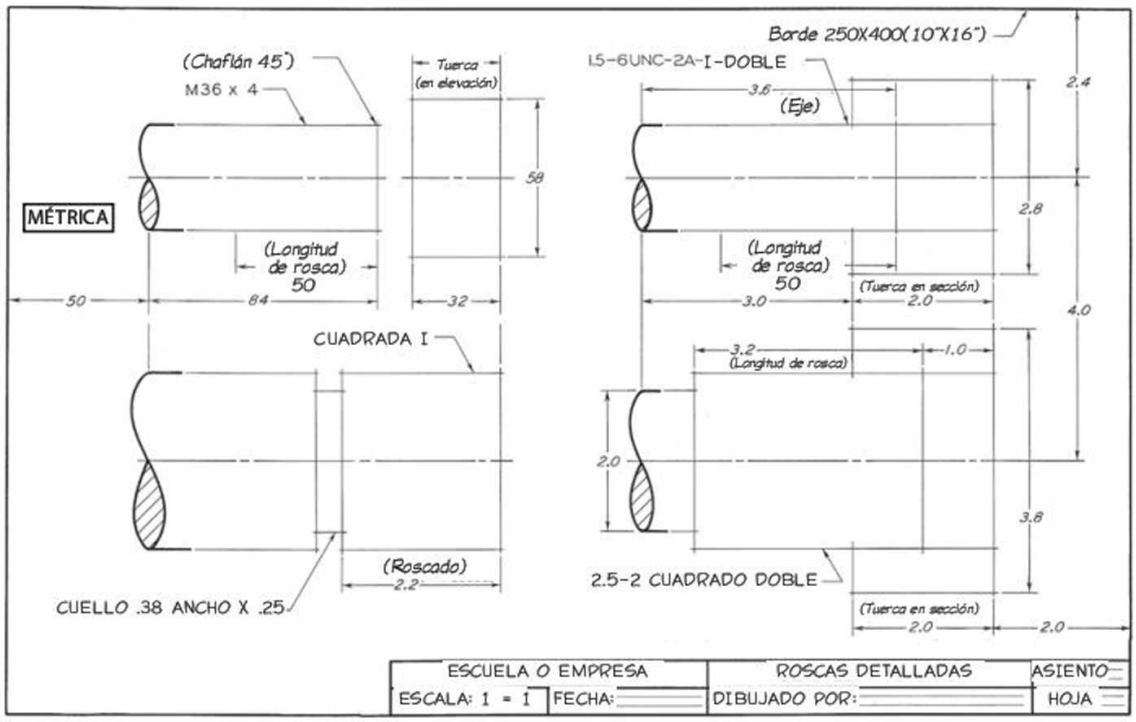
Proyectos de roscas y sujetadores

Use la información contenida en este capítulo y en los catálogos de varios fabricantes sobre los dibujos de trabajo al final del siguiente capítulo, donde se requieren muchos diferentes tipos de roscas y elementos de fijación. Aquí se incluyen varios proyectos (ejercicios 11.1 a 11.5).

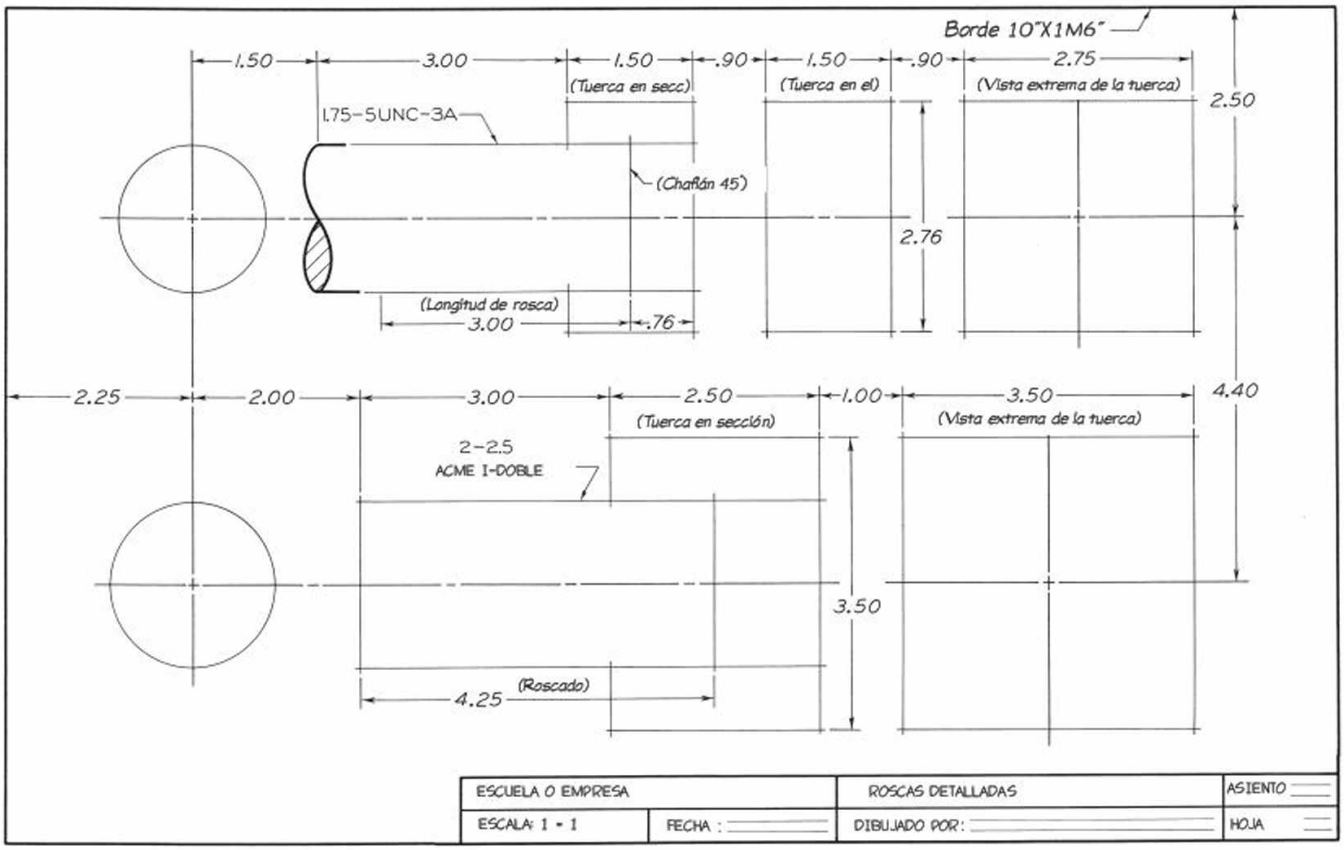
Proyecto de diseño

Diseñe un sistema que use roscas para transmitir potencia, el cual debe usarse para ayudar al traslado de una persona discapacitada desde una cama hasta una silla de ruedas. Utilice una representación esquemática o detallada para mostrar las roscas en los bosquejos de su diseño.

www.FreeLibros.me

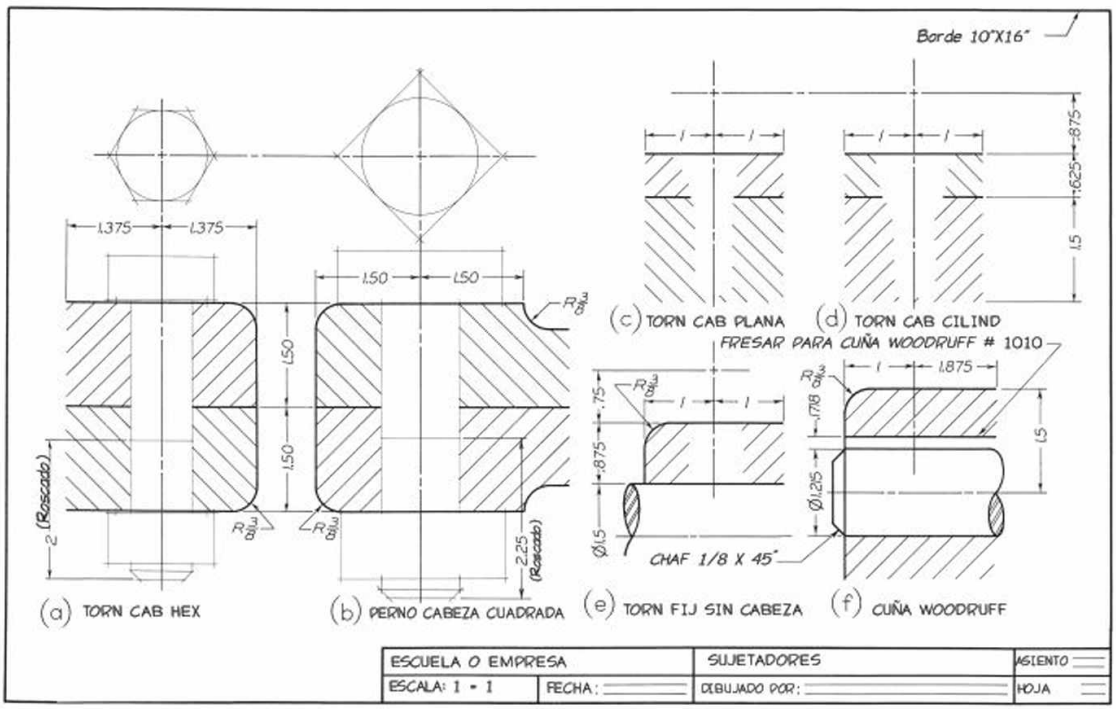


Ejercicio 11.1 Dibuje las roscas detalladas especificadas con el arreglo que se muestra. Omita todas las dimensiones y notas dadas en letras inclinadas. Escriba sólo las notas de rosca y la franja de títulos. (Algunas dimensiones se dan para ayudarle a ajustar la hoja.).

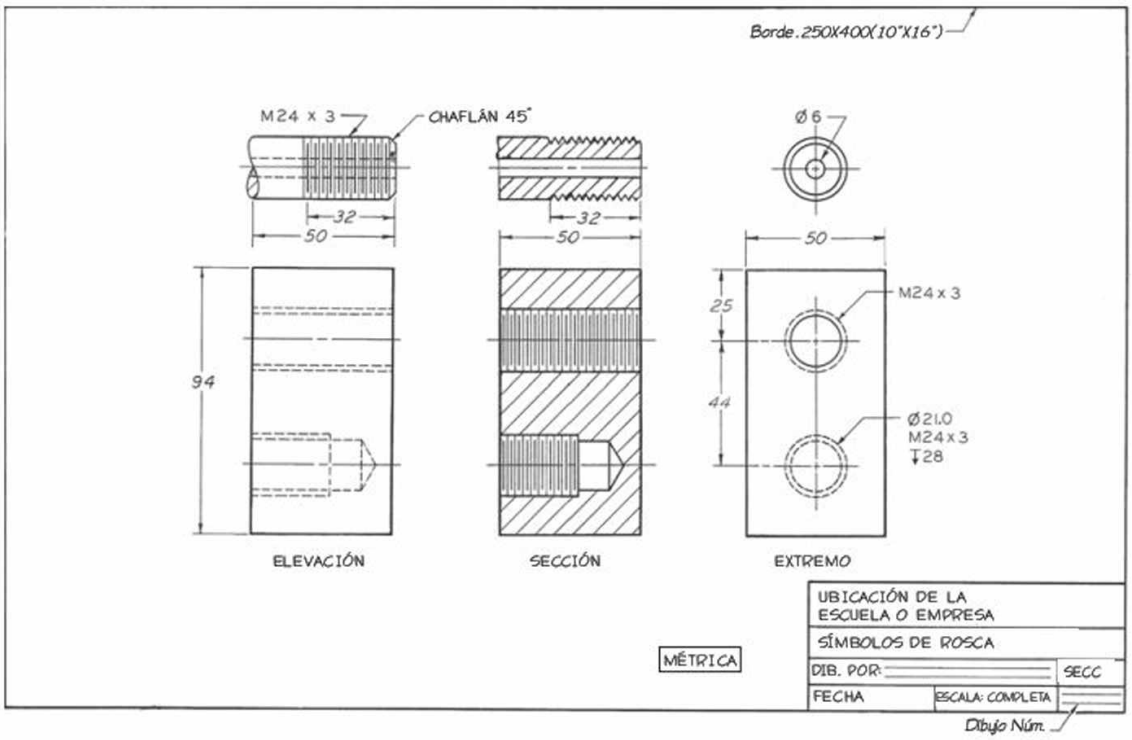


Ejercicio 11.2 Dibuje las notas detalladas que se especifican en letras inclinadas. Escriba sólo las notas de rosca y la franja de títulos. (Algunas dimensiones se dan para ayudarle a ajustar la hoja).

www.FreeLibros.me

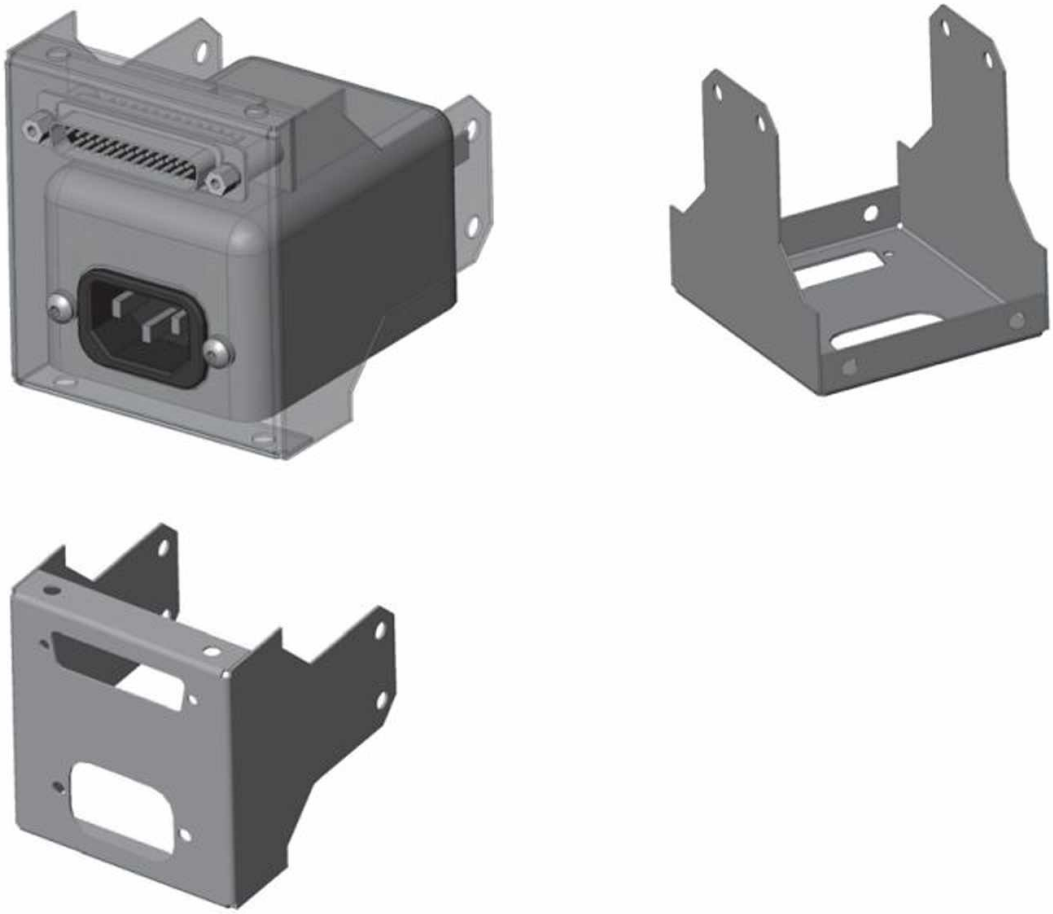


Ejercicio 11.3 Dibuje los sujetadores dispuestos con el arreglo que se muestra. En (a) dibuje un tornillo de cabeza hexagonal 7/8-9 UNC-2A × 4. En (b) dibuje un perno cab cuad 7 UNC-2A × 41/4. En (c) dibuje un tornillo de cabeza plana 3/8-16 UNC-2A × 11/2. En (d) dibuje un tornillo de cabeza cilíndrica 7/16-14 UNC-2A × 1. En (e) dibuje un tornillo de fijación ranurado sin cabeza 1/2 × 1. En (f) dibuje la vista frontal de una cuña Woodruff No. 1010. Dibuje símbolos de rosca simplificados o esquemáticos según se le indique. Escriba los títulos debajo de cada figura, tal como se muestra. (Algunas dimensiones se dan para ayudarle a ajustar la hoja).



Ejercicio 11.4 Dibuje los símbolos de rosca especificados, con el arreglo que se muestra. Dibuje símbolos esquemáticos o simplificados según le indique su profesor, utilizando hojas B-5 o A3-5. Omita todas las dimensiones y notas dadas en letras inclinadas. Escriba sólo las notas de taladro y rosca, los títulos de las vistas y la franja de títulos. (Algunas dimensiones se dan para ayudarle a ajustar la hoja).

www.FreeLibros.me



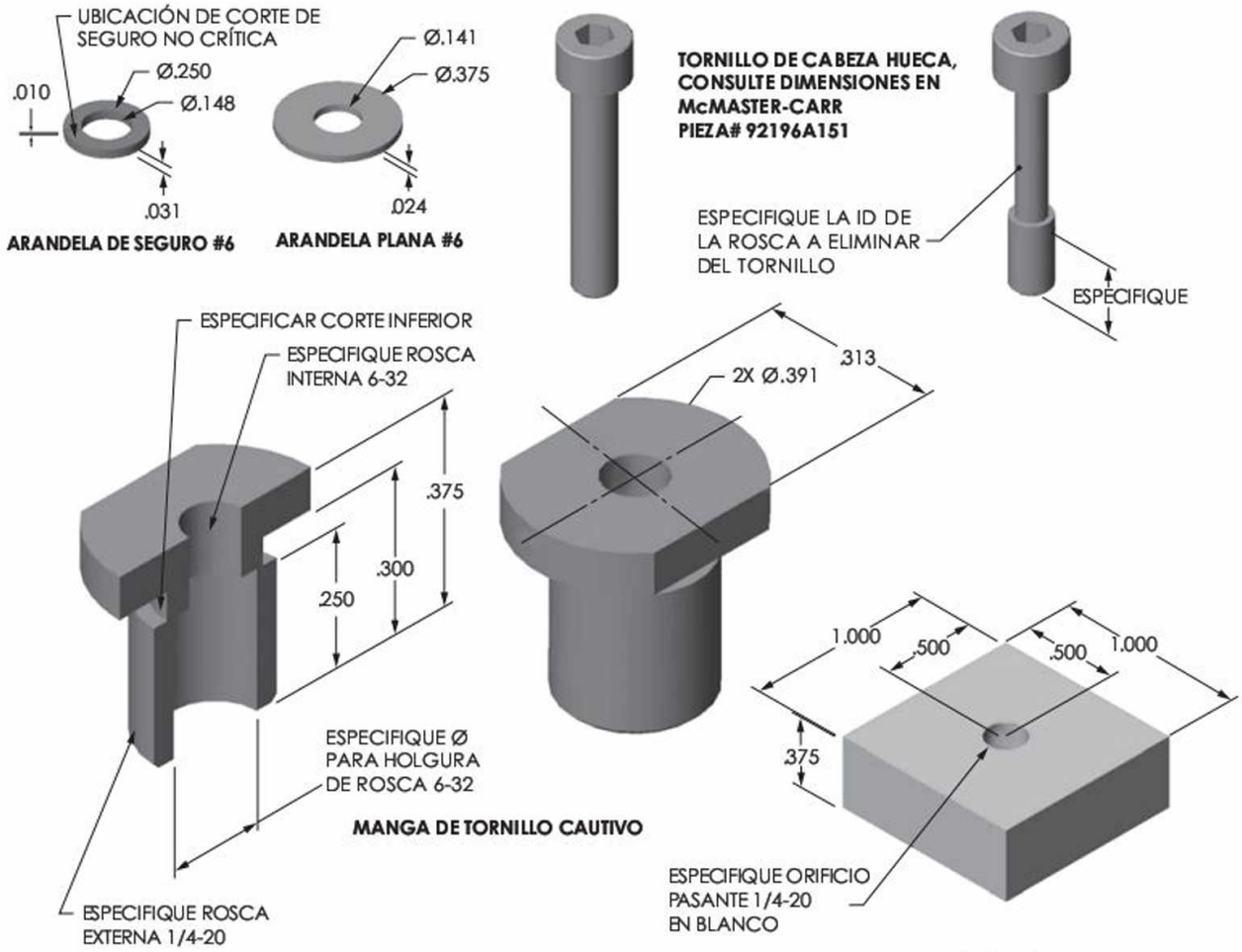
Ejercicio 11.5 Especifique sujetadores para fijar la hoja metálica y los componentes eléctricos estándar que se muestran. Investigue en la Web sobre conectores eléctricos y de potencia.

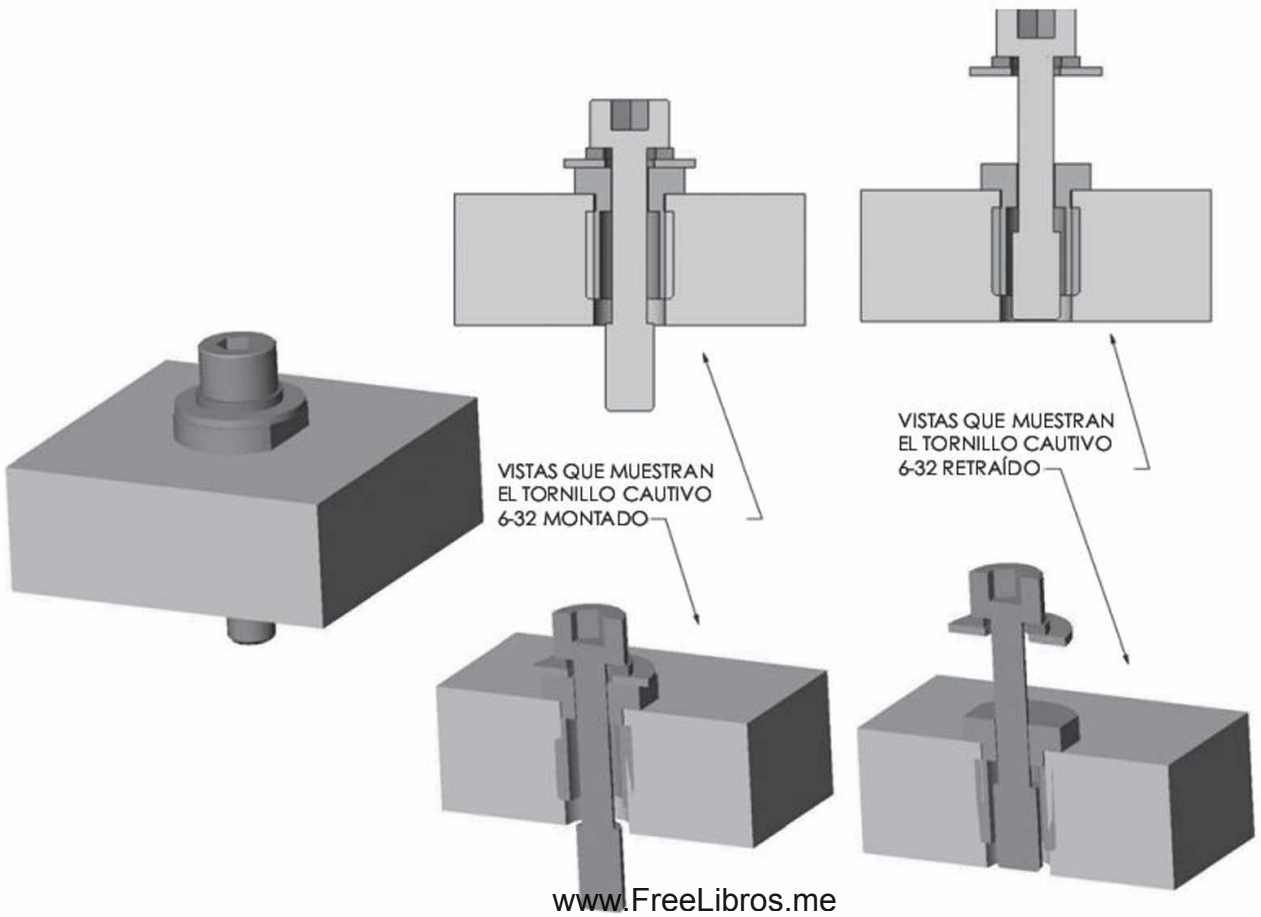
Ejercicio 11.6 Equipo cautivo.

Equipo cautivo es un término que se emplea para los sujetadores que, una vez instalados, no pueden quitarse fácilmente o por accidente. Esto se logra al eliminar una parte de la rosca en el eje del tornillo, para después roscar el equipo cautivo en una manga especial que, una vez instalada, evita que el equipo se salga. El equipo cautivo es útil en situaciones donde se requieren muchos sujetadores, por ejemplo, en las cubiertas de chapa metálica y los paneles de gran tamaño o cuando el sujetador debe enroscarse y desenrocarse en repetidas ocasiones.

Para este ejercicio, modifique un tornillo de cabeza hueca estándar 6-32 × .75" (o tornillo Allen SHCS) para que pueda instalarse en una manga que usted diseñará. Las dimensiones de las arandelas plana y de seguro se proporcionan en la página siguiente, y las dimensiones del tornillo que debe modificarse se proporcionan a partir de un archivo de CAD descargado desde el sitio web de McMaster-Carr. Proporcione las dimensiones para bajar la rosca en el SHCS 6-32 y las notas de referencia que faltan en la manga del tornillo cautivo. Asegúrese de que las dimensiones establecidas para la porción roscada del tornillo y la holgura para la manga del tornillo cautivo permitan que éste se inserte del todo y que pueda retirarse por completo del espacio roscado sin causar interferencias.

www.FreeLibros.me





www.FreeLibros.me

CAPÍTULO DOCE

DIBUJOS DE FUNCIONAMIENTO

OBJETIVOS

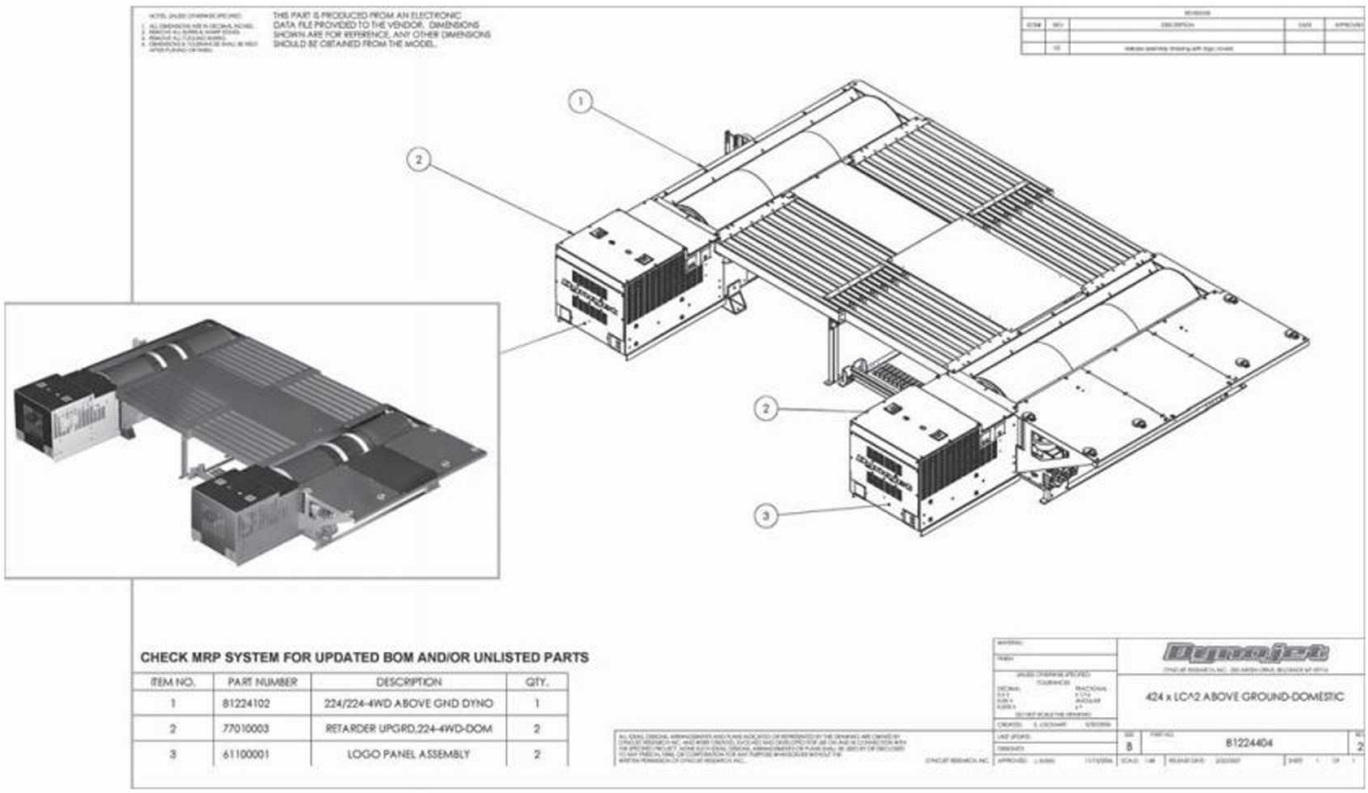
Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Definir los diseños arriba-abajo, abajo-arriba y medio-afuera.
2. Explicar los métodos para restringir los ensambles usando el modelado sólido y el paramétrico.
3. Identificar los elementos de un dibujo de detalle.
4. Mencionar las partes de un dibujo de ensamble.
5. Enunciar seis tipos de dibujos de ensamble.
6. Indicar el rol de la franja de registro y del bloque de títulos en el proceso de aprobación.
7. Describir el proceso de revisión de dibujos.
8. Describir los requisitos especiales de un dibujo de patente.

Consulte las siguientes normas:

- *ASME Y14.24-1999 Tipos y aplicaciones de dibujos de ingeniería.*
- *ASME-2008 Y14.34M Listas de asociados.*

www.FreeLibros.me



Dibujo de ensamble de nivel superior de un dinamómetro de cuatro ruedas (*el recuadro muestra el modelo en 3D*). (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

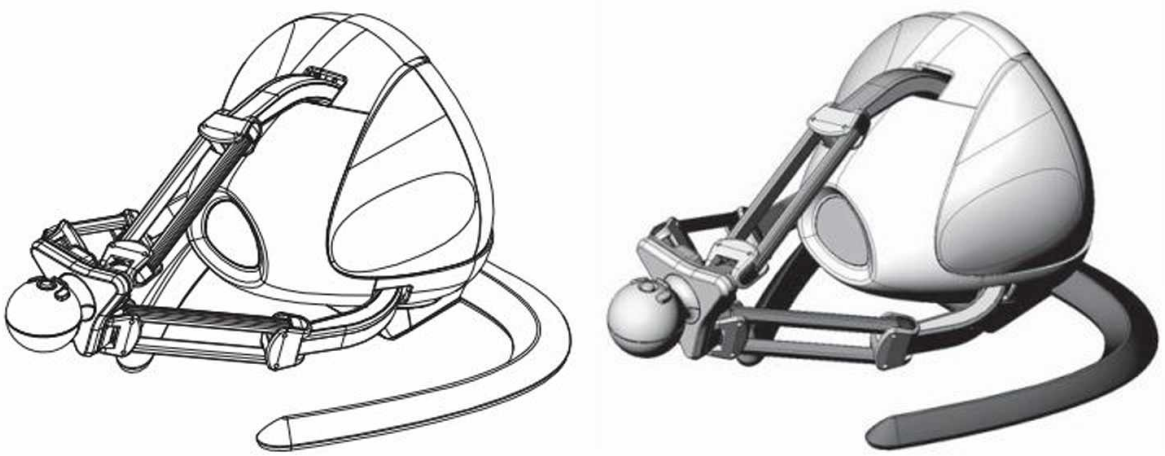
INTRODUCCIÓN

Los profesionales del diseño, como los ingenieros y arquitectos, son creadores o constructores que usan los gráficos como un medio para crear, registrar, analizar y comunicar sus conceptos o ideas de diseño de modo que puedan llevarse a cabo y convertirse en productos o estructuras reales. La capacidad de comunicarse verbal, simbólica y gráficamente es esencial si se desean construir los equipos necesarios para crear proyectos a gran escala.

Como aprendió en el capítulo 1, los diseños se realizan en cinco etapas. En cada fase del proceso se requieren diferentes tipos de dibujo. Al principio del proceso, los bosquejos de ideación comunican y refinan los conceptos para el proyecto. Después se crean dibujos de diseño detallado, dibujos de análisis y dibujos de las piezas con CAD en 2D o aplicando técnicas de modelado sólido. Los dibujos de ensamble creados con CAD en 3D o mediante métodos en 2D muestran cómo se ajustan las múltiples piezas entre sí. Dichos dibujos describen el resultado final; es decir, cómo funcionan las piezas individuales (antes de ajustarse).

La liberación y revisión de los dibujos es una parte importante del proceso de diseño. Las revisiones deben rastrearse, identificarse, etiquetarse y guardarse para futuras referencias. La comprensión y el uso de métodos eficaces para administrar documentos en papel y en medios electrónicos son cruciales para guardar información importante y evitar errores costosos e incluso peligrosos.

www.FreeLibros.me



12.1 Modelo de CAD de ensamble en 3D para un diseño de Lunar, el cual ha sido galardonado, y presenta un dispositivo táctil interactivo en 3D para una computadora personal doméstica. *El Falcon Novint permite a los usuarios sentir el peso, la forma, la textura, el tamaño y los efectos de la fuerza al interactuar de manera táctil con ciertos juegos para PC. Se ajusta a varios mangos de controlador, llamados efectores finales, que permiten a los usuarios vivir con mayor precisión la experiencia del juego con el que interactúan, como la sensación del golpe cuando se le pega a la pelota de golf en la pantalla, o la calibración del sesgo que sufren sus tablas de esquí de nieve mientras se desliza por las pistas. Para lanzar al mercado este dispositivo de nivel sofisticado que incorpora tecnología táctil en 3D, Lunar Design trabajó muy de cerca con Novint y el desarrollador comercial de tecnología táctil Force Dimension.* (Cortesía de Lunar).

Diseño arriba-abajo contra diseño abajo-arriba

Los métodos para llevar a cabo el proceso de diseño se describen a veces en términos de tres categorías generales: arriba-abajo, abajo-arriba, y medio-afuera.

Arriba-abajo se refiere a iniciar el proceso de diseño de un producto o sistema, considerando la función de todo el sistema, para después desglosar esos grupos en subconjuntos o componentes a partir de sus funciones principales. Por último, se define cada parte que debe fabricarse y ensamblarse para crear el diseño. Con frecuencia se usan dibujos de diseño para facilitar el diseño arriba-abajo pues muestran con precisión las relaciones entre los principales elementos funcionales y cómo pueden éstos ajustarse al equipo existente.

Abajo-arriba se refiere a un proceso de diseño que inicia al nivel de la pieza. Se dimensionan y diseñan los componentes individuales, y el ensamble final se basa en el diseño de las piezas. Este método es útil cuando los componentes son piezas estandarizadas.

Medio-afuera se refiere a una combinación de los métodos de diseño arriba-abajo y abajo-arriba, donde algunas partes están estandarizadas en tanto que otras se diseñan dentro del contexto de ajuste al diseño del ensamble.

Usted puede preparar en primer lugar los dibujos de detalle o bien los de ensamble, dependiendo de su proceso. Para ello utilice primero el modelado de sólidos y cree un diseño en 2D o 3D, y después desarrolle los modelos de las piezas individuales. O bien, puede crear primero modelos de las piezas y después ensamblarlas entre sí. Algunas empresas utilizan un proceso de documentación totalmente digital y otras crean dibujos de detalle y de conjunto en 2D que muestran cómo se ensamblan las piezas.

Restricciones de los modelos de ensamble en 3D

Para usar el software de ***modelado con base en restricciones*** se utilizan restricciones de ensamble para crear relaciones entre las partes modeladas. La primera pieza añadida al ensamble se convierte en la ***pieza padre***. Las otras piezas se acoplan a esta pieza padre para construir el ensamble. Las ***piezas de acoplamiento*** tienen características que deben encajar entre sí. Las restricciones de ensamblaje disponibles en el software de modelado en 3D le permiten alinear las piezas de acoplamiento. Por ejemplo, en el modelo de ensamble de CAD en 3D que se muestra en la figura 12.1, las piezas se alinean entre sí aplicando las restricciones de ensamble, igual a la que usará para montar el dispositivo real.

Si desea que dos agujeros se alineen, puede usar una restricción de ensamble para tal propósito. Si una pieza cambia,

www.FreeLibros.me

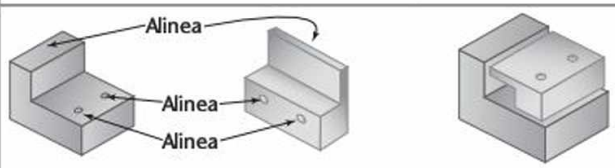
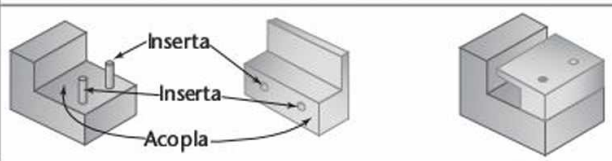
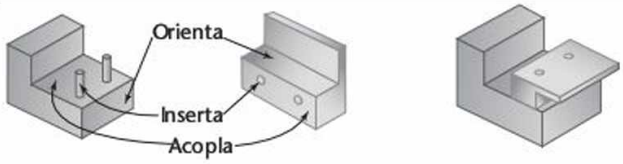
aún así se orientará en el ensamble para que los orificios se alineen. Cada paquete de software ofrece un conjunto similar de opciones de restricción, por lo que debe familiarizarse con todos los que están a su alcance. En la tabla 12.1 se enumeran algunas restricciones de ensamble comunes y sus definiciones. Las relaciones de ensamble pueden hacer que su modelo de montaje trabaje por usted. A medida que añada piezas, use restricciones para orientar la pieza nueva aplicando las relaciones que persisten en el ensamble.

Un ensamble subordinado, generalmente llamado ***subensamble***, es un grupo de componentes de una máquina más grande. A menudo, la descomposición de los productos en subensambles facilita la coordinación cuando hay diferentes diseñadores trabajando en diferentes partes del mismo dispositivo. Incluso si usted no está usando modelado en 3D, la estructuración de sus dibujos en subensambles proporciona beneficios como facilitar la reutilización de subensambles y el rastreo de piezas. El proceso de diseño arriba-abajo se centra en la definición de todos los requisitos de los subensambles y la manera en que éstos interactúan en el ensamble.

Usted puede crear un subensamble de una manera muy semejante a como crea un ensamble: haciendo un montaje de los componentes del subensamble, el cual puede agregarse al ensamble principal de la misma manera en que agrega una pieza.

La organización del modelo para que se monte de la manera en que estará sobre la línea de montaje, puede ser útil para visualizar las dificultades de montaje. Si es probable que un grupo de componentes se cambie o reemplace, la relación de todos los subensambles con un componente principal puede facilitar la sustitución de un diseño alternativo para ese grupo de piezas. La planeación previa es esencial para crear ensambles de manera eficiente y sacarles el máximo partido posible.

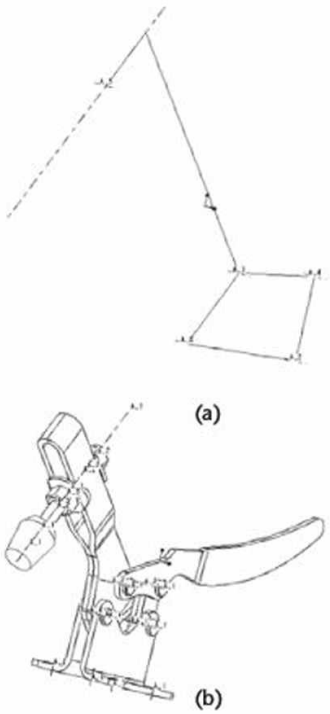
Tabla 12.1 Restricciones de ensamble para los modelos en 3D.

Nombre	Definición	Ilustración
Acoplar	Acopla dos superficies planas entre sí	
Acoplar con separación	Acopla dos superficies entre sí de modo que tengan una separación entre ellas	
Alinear	Alinea dos superficies, puntos de referencia, vértices o extremos de curva, para que sean coplanares; también alinea superficies giradas o ejes para que sean coaxiales	
Alinear con separación	Alinea dos superficies planas con una separación entre ellas	
Insertar	Inserta una superficie girada "macho" en una superficie girada "hembra", alineando los ejes	
Orientar	Orienta dos superficies planas para que sean paralelas y se encuentren en la misma dirección	
Sistema de coordenadas	Coloca un componente en un conjunto mediante la alineación de su sistema de coordenadas con el sistema de coordenadas del ensamble	

www.FreeLibros.me

Diseños de ensamble en 3D y esqueletos

Otro método para crear un ensamble usando software de CAD en 3D consiste en comenzar con el montaje de un marco en la forma de un ***diseño de ensamble*** o ***esqueleto*** que puede utilizarse para definir las ubicaciones de los componentes en el ensamble. Con este método las piezas se diseñan de modo que se enlazan con la estructura de un esqueleto en el ensamble. Un esqueleto es un dibujo en 3D que define las relaciones importantes en el ensamble usando líneas, arcos, curvas y puntos, como se muestra en la figura 12.2. Debido a que el marco para cada pieza se crea desde el principio, no todas las partes tienen que estar terminadas antes de poderlas ensamblar. Las piezas pueden montarse sobre el esqueleto, en cualquier etapa de término. Al permitir que el ensamble evolucione a medida que las piezas se diseñan y refinan, cada diseñador puede ver las partes que los demás están creando (o al menos las relaciones críticas entre las partes) con sólo observar el ensamble.



12.2 Esqueleto del modelo de una mordaza.

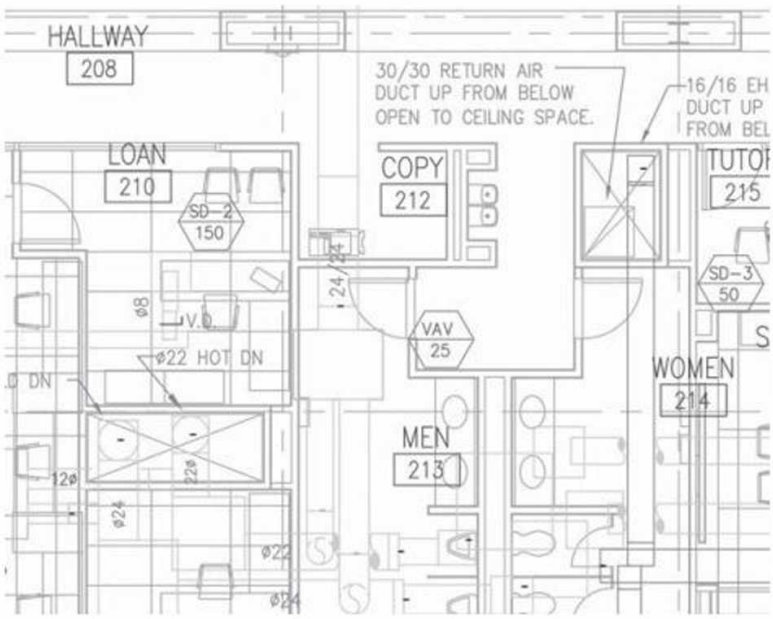
Dibujos de funcionamiento o dibujos de construcción

El término ***dibujos de funcionamiento*** describe un conjunto de ***dibujos de ensamble*** y de detalle. Un conjunto de planos civiles con los planos del sitio y la topografía, y los muchos detalles estructurales para la construcción de una presa o un puente, es un ejemplo de un juego de dibujos de funcionamiento.

Los planos arquitectónicos son otro tipo de dibujos de funcionamiento (o construcción), figura 12.3. Se entregan a los contratistas para mostrar cómo se construye el edificio concebido por el arquitecto. Los dibujos de funcionamiento para las máquinas incluyen los dibujos de ensamble que muestran cómo se ajustan las piezas y los dibujos de detalle que muestran cómo fabricar las piezas. Los dibujos de las soldaduras son un tipo de dibujo de ensamble que muestra las soldaduras que deben usarse para formar un conjunto a partir de piezas separadas de metal.

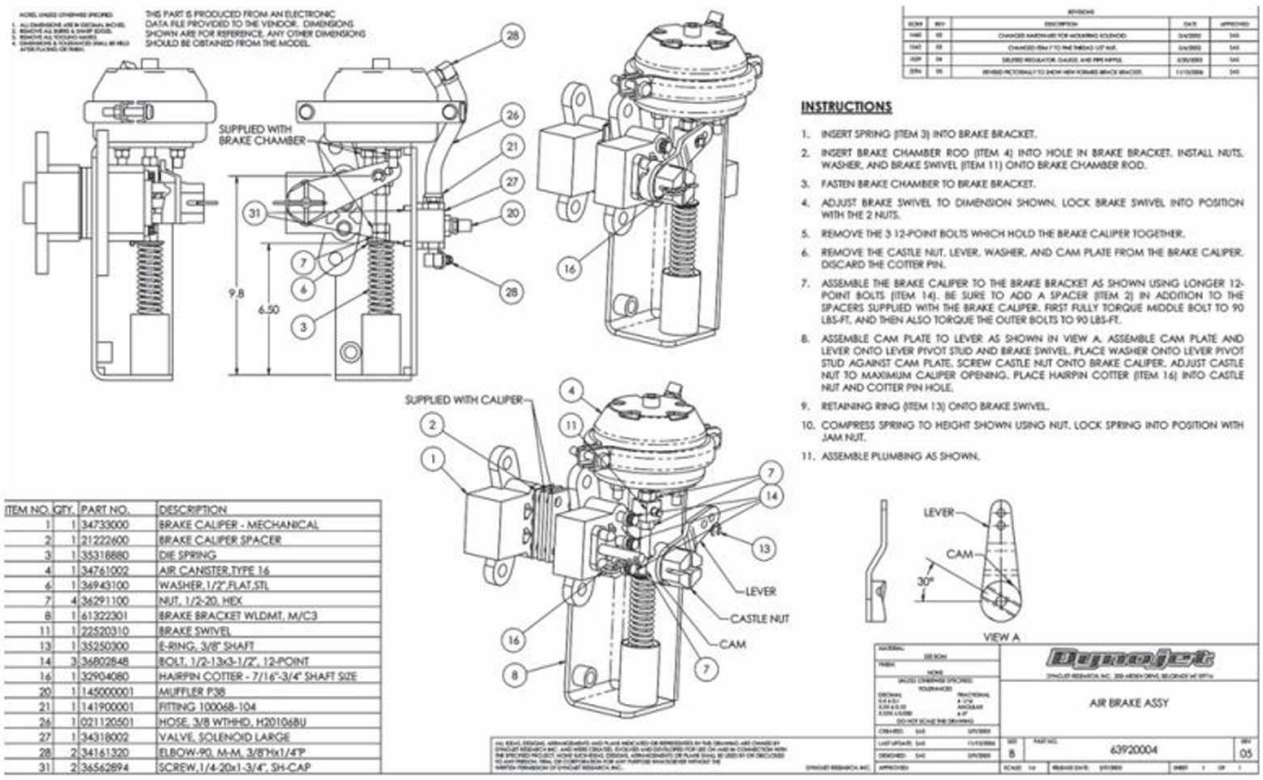
Los dibujos, los modelos y la documentación de soporte son las especificaciones para la fabricación del diseño. Se proporcionan a los contratistas para realizar el trabajo o para fabricar las piezas individuales, por lo que debe representar con precisión el diseño. El dibujo es un documento legal que describe el trabajo que va a realizarse o las partes que se van a producir.

Un proceso de verificación cuidadoso y una aprobación de dibujos y maquetas exhaustiva ayudan a prevenir errores. Tome la preparación o la aprobación de dibujos como una responsabilidad seria. Pasar por alto aquello que parece un detalle o algo insignificante, puede dar lugar a una gran cantidad de dinero perdido o, peor aún, provocar las lesiones o incluso la muerte de alguna persona.



12.3 Parte del sistema mecánico para un edificio. (Cortesía de Associated Construction Engineering, Inc.).

www.FreeLibros.me



ITEM NO.	QTY.	PART NO.	DESCRIPTION
1	1	34733000	BRAKE CALIPER - MECHANICAL
2	1	21222600	BRAKE CALIPER SPACER
3	1	35318880	DIE SPRING
4	1	34761002	AIR CANISTER,TYPE 16
6	1	36943100	WASHER,1/2",FLAT,STL
7	4	36291100	NUT, 1/2-20, HEX
8	1	61322301	BRAKE BRACKET WLDMT, M/C3
11	1	22520310	BRAKE SWIVEL
13	1	35250300	E-RING, 3/8" SHAFT
14	3	36902848	BOLT, 1/2-13x3-1/2", 12-POINT
16	1	32904080	HAIRPIN COTTER - 7/16"-3/4" SHAFT SIZE
20	1	145000001	MUFFLER P38
21	1	141900001	FITTING 10006B-104
26	1	021120501	HOSE, 3/8 WTHHD, H20106BU
27	1	34318002	VALVE, SOLENOID LARGE
28	2	34161320	ELBOW-90, M-M, 3/8"Hx1/4"P
31	2	36562894	SCREW,1/4-20x1-3/4", SH-CAP

12.4 Dibujo de Ensamble General para un freno de aire creado a partir de un modelo de CAD en 3D. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

Dibujos de ensamble

Un dibujo de ensamble muestra la máquina o estructura ensamblada, con detalle de todas las piezas en sus posiciones funcionales o como una ***vista de despiece*** donde las piezas pueden relacionarse con sus posiciones funcionales.

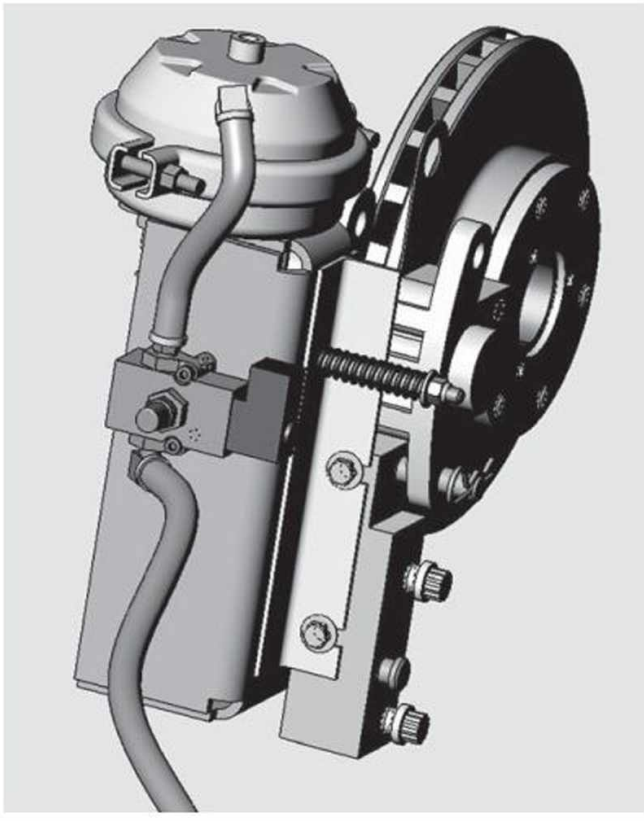
Hay diferentes tipos de dibujos de ensamble:

1. Ensambles o distribuciones de diseño.
2. Ensambles generales.
3. Ensambles de detalle.
4. Dibujos de funcionamiento del ensamble.
5. Esquema o instalación del ensamble.
6. Ensambles inseparables (como en las soldaduras y otros).

Los dibujos de ensamble suelen generarse a partir de modelos de CAD en 3D. Por ejemplo, el dibujo de ensamble del freno de aire en la figura 12.4 se generó a partir del modelo de CAD en 3D de los frenos de aire que se muestran en la vista sombreada de la figura 12.5.

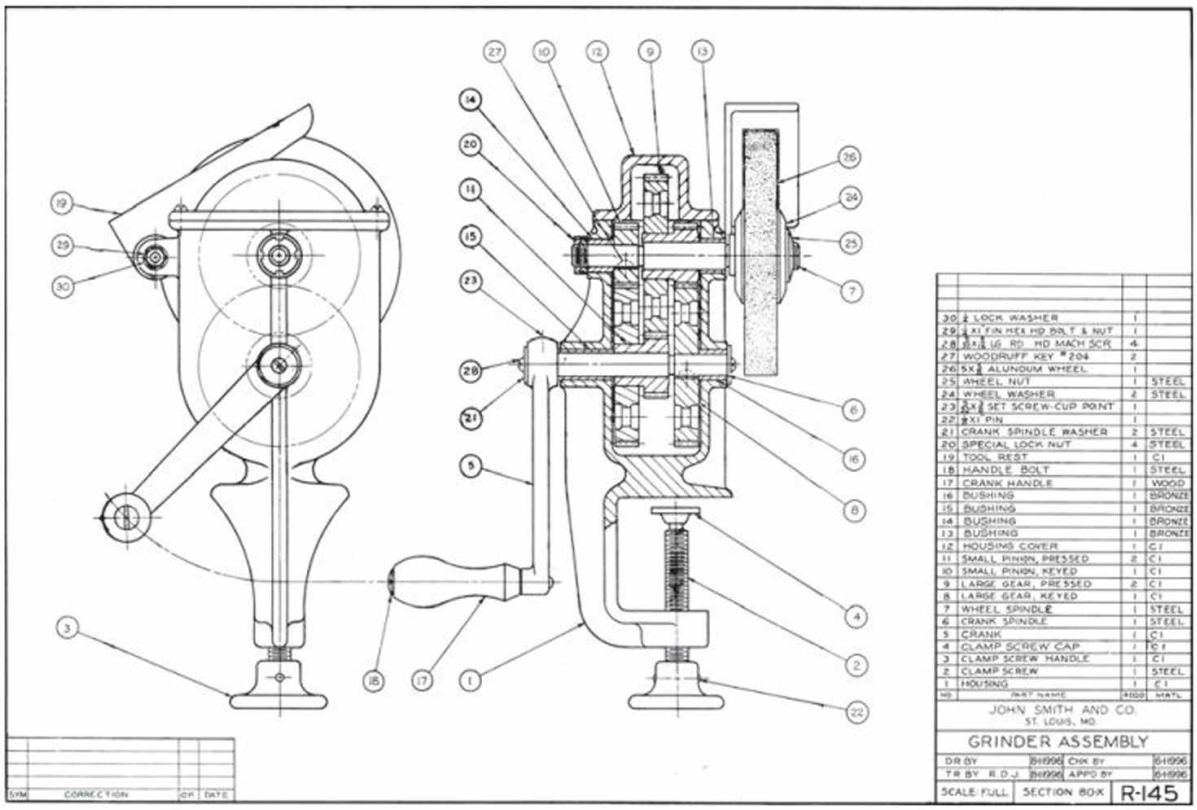
Vistas

Mantenga el objetivo en mente cuando seleccione las vistas de un dibujo de ensamble. Éste debe mostrar cómo encajan las piezas y sugerir cómo funciona toda la unidad. No es necesario un conjunto completo de vistas ortográficas; con frecuencia, una sola vista ortográfica mostrará toda la información necesaria para el ensamble de las piezas. El dibujo de ensamble no necesita mostrar cómo se hacen las piezas, sólo la forma de ponerlas juntas. El trabajador recibe las piezas de ensamble reales acabadas. La información de cada pieza individual se muestra en su dibujo de detalle.



12.5 Modelo de CAD en 3D para un freno de aire. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me



12.6 Dibujo de ensamble de un esmeril.

Líneas ocultas en los dibujos de ensamble

Por lo general no se requieren líneas ocultas en los dibujos de ensamble. Tenga en cuenta que este dibujo lo usa el trabajador que está uniendo las piezas entre sí, por lo que debe ser fácil de leer y mostrar las relaciones entre las piezas de manera clara. Las líneas ocultas pueden hacer que el dibujo sea difícil de leer, así que utilice vistas de sección o de despiece para mostrar las partes interiores en el dibujo de ensamble.

Dimensiones en los dibujos de ensamble

Los dibujos de ensamble no suelen dimensionarse, excepto para mostrar las posiciones relativas de un componente respecto al siguiente cuando esa distancia debe mantenerse al momento de ensamblar; por ejemplo, la altura máxima de un gato, o la apertura máxima entre las mandíbulas de un tornillo de banco. Cuando se requiera maquinado en la operación de ensamblado, las dimensiones y las notas necesarias pueden darse en el dibujo de ensamble.

Secciones de ensamble

Debido a que con frecuencia los ensambles tienen piezas que se ajustan o se superponen a otras, las secciones en 2D y 3D son vistas útiles. Por ejemplo, en la figura 12.6, trate de imaginar la vista lateral derecha dibujada en elevación con las piezas interiores representadas mediante líneas ocultas.

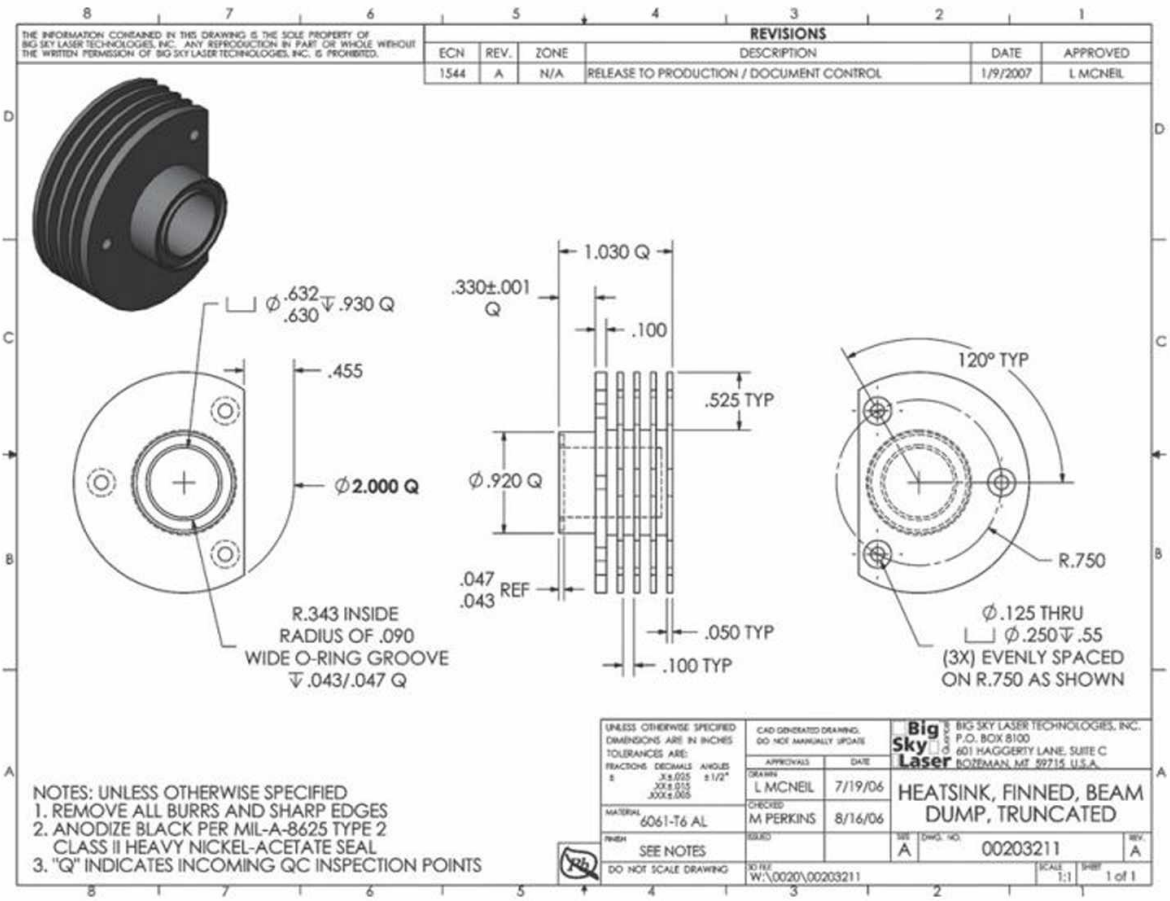
Cualquier tipo de sección puede utilizarse si fuera necesario. En la figura 12.6 se muestra una sección rota. Con frecuencia, también se usan las secciones medias y las desplazadas; por su parte, las secciones pictóricas son útiles ya que con ellas se crean dibujos de ensamble fáciles de leer.

Dibujos de detalle o dibujos de una parte de la pieza

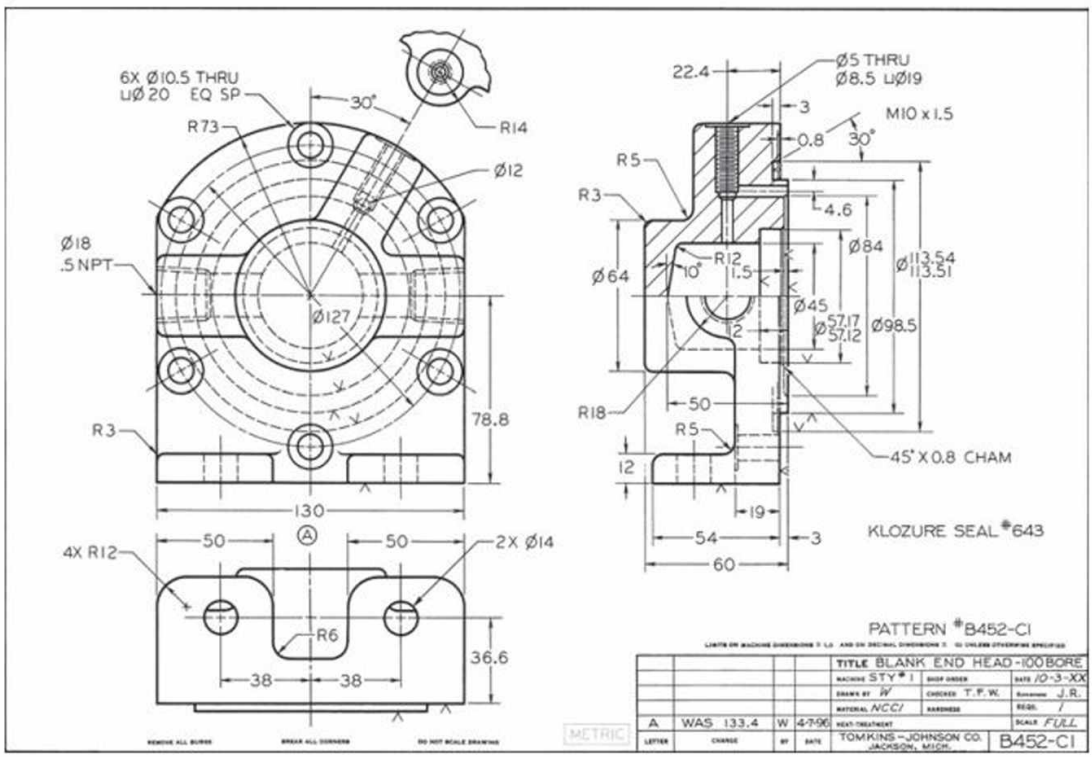
Los dibujos de las piezas individuales se llaman ***dibujos de parte de una pieza***, ***dibujos de las piezas***, o ***dibujos de detalle***. Los últimos contienen toda la información necesaria para fabricar una pieza específica que se debe crear para un producto o diseño. En las figuras 12.7 y 12.8 se muestran dibujos de detalle. La información proporcionada en estos dibujos incluye:

- Todas las vistas necesarias del dibujo o la información precisa del modelo en 3D requerida para definir completamente la forma.
- Las dimensiones que pueden especificarse en un dibujo o que pueden medirse con precisión en un modelo en 3D.
- Las tolerancias, ya sea especificadas en un dibujo o anotadas en un modelo en 3D, de modo que la aplicación de la tolerancia se entienda con claridad.
- El material de la pieza fabricada.
- Todas las notas generales o específicas, incluyendo el tratamiento térmico, la pintura, los revestimientos, la dureza, el número de modelo, el peso estimado y los acabados superficiales, como la rugosidad máxima de la superficie.
- Seguimiento de las aprobaciones, liberaciones o revisiones, ya sea como parte del cuadro de títulos y revisiones en un dibujo en 2D o como parte de un sistema de firmas digitales.

www.FreeLibros.me

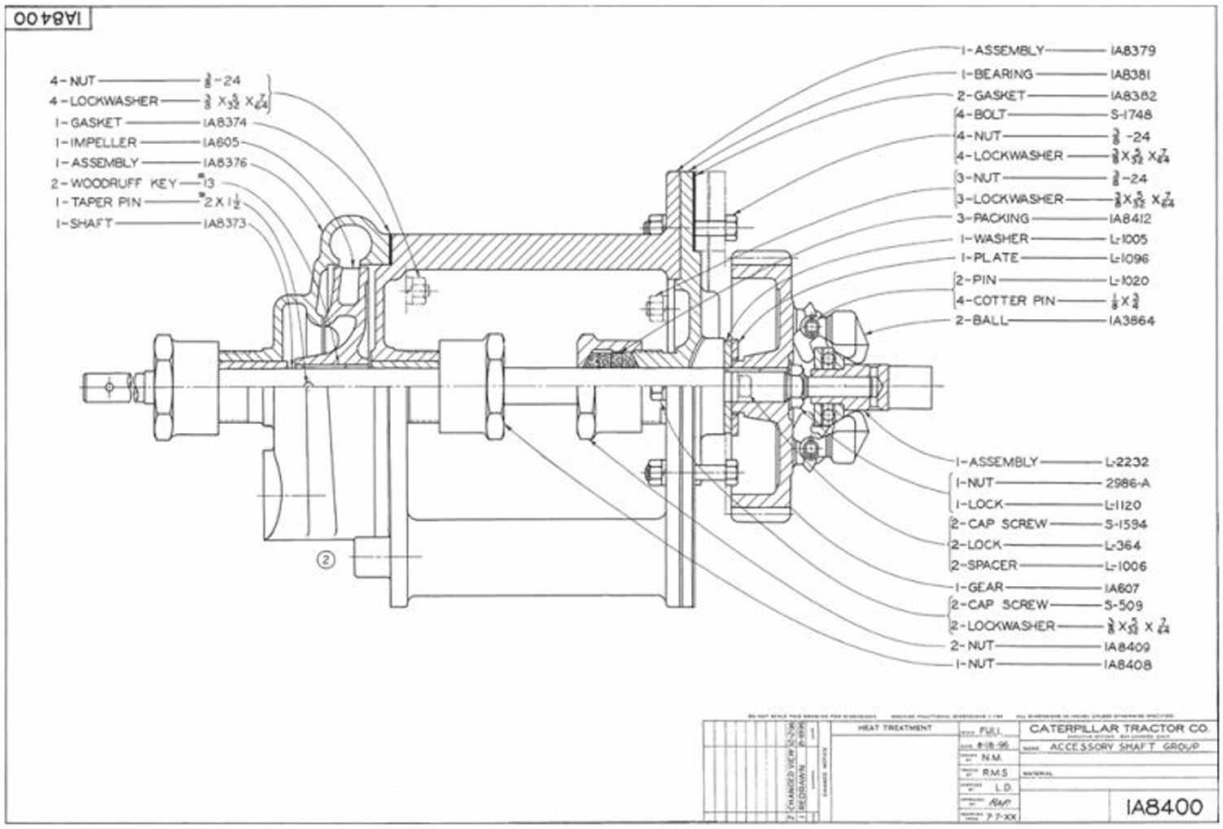


12.7 Dibujo de una pieza para un disipador de calor. (Cortesía de Big Sky Laser).



12.8 Dibujo de detalle.

www.FreeLibros.me



12.9 Subensamble del grupo de accesorios del eje.

12.1 SUBENSAMBLES

Un conjunto de dibujos de funcionamiento incluye los dibujos de detalle de las piezas individuales y el dibujo de ensamble que muestra la unidad montada. A menudo, un subensamble completo puede reutilizarse en un diseño diferente. Es más fácil volver a utilizar el grupo de piezas en un nuevo diseño, si se agrupan de forma lógica y están contenidas en dibujos por separado. Sus dibujos de ensamble de nivel superior parecerán más limpios si mantiene subconjuntos bien organizados, de forma que el subensamble completo pueda identificarse como un solo elemento en un dibujo de ensamble de nivel superior. Los elementos de fijación del subensamble, que lo adhieren a sus partes correspondientes en los siguientes dibujos de ensamble de nivel superior, suelen mostrarse o mencionarse en la lista de materiales (a veces denominada LDM) del nivel superior.

La estructuración de un producto en ensambles y subensambles requiere tomar una decisión razonada para facilitar la futura recuperación de los dibujos de piezas, ensambles y subensambles. Si su compañía utiliza un sistema de administración de datos del producto (SADP), la planificación resulta esencial para ver los resultados intermedios.

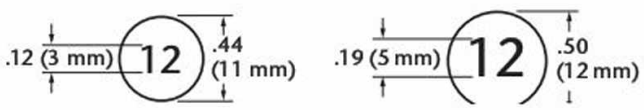
En la figura 12.9 se muestra un ejemplo de un subensamble, el cual se dibuja de la misma manera que un dibujo de ensamble, pero sólo incluye un subgrupo que se ensambla a otras partes.

12.2 IDENTIFICACIÓN

Para identificar las partes en el ensamble se usan números encerrados en círculos llamados ***globos numerados*** o ***etiquetas circulares*** (figura 12.10). Los círculos que contienen los números de las piezas se colocan junto a éstas, con las líneas de referencia terminadas en puntas de flecha que tocan las piezas como se muestra en la figura 12.11.

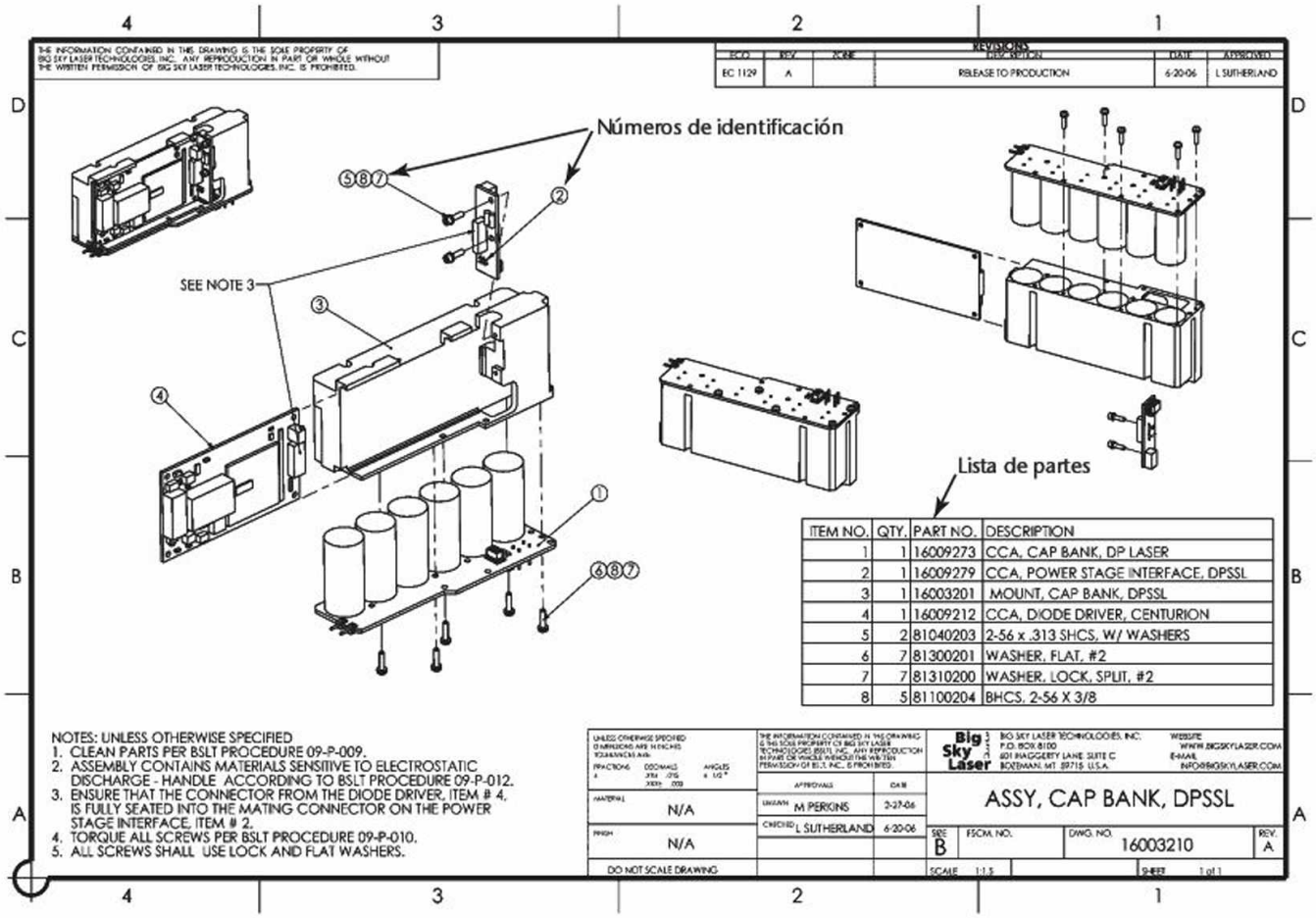
Coloque los círculos de manera ordenada en filas horizontales o verticales y no dispersas en la hoja. Dibuje las líneas de referencia formando un ángulo, no en forma horizontal o vertical. No deje que se crucen las líneas de referencia. Haga que las líneas de referencia adyacentes sean paralelas o casi paralelas. Si hay múltiples piezas pequeñas que puedan distinguirse fácilmente, una línea de referencia puede tener varios números circulados como se muestra en la figura 12.11. Coloque los círculos que contienen los números de cada pieza adyacentes a éstas, con las líneas de referencia terminadas en punta de flecha y tocando las piezas, como en la figura 12.11.

El número de artículo dentro de un círculo identifica cada pieza. Muestre la información de la pieza en la lista que generalmente se incluye en la hoja del dibujo, pero también puede ser un documento separado.



12.10 Números de identificación.

www.FreeLibros.me



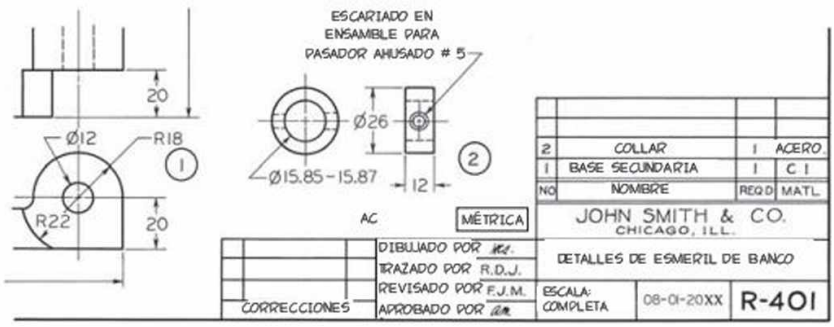
ITEM NO.	QTY.	PART NO.	DESCRIPTION
1	1	16009273	CCA, CAP BANK, DP LASER
2	1	16009279	CCA, POWER STAGE INTERFACE, DPSSL
3	1	16003201	MOUNT, CAP BANK, DPSSL
4	1	16009212	CCA, DIODE DRIVER, CENTURION
5	2	81040203	2-56 x .313 SHCS, W/ WASHERS
6	7	81300201	WASHER, FLAT, #2
7	7	81310200	WASHER, LOCK, SPLIT, #2
8	5	81100204	BHCS, 2-56 X 3/8

12.11 Identificación de los elementos de un dibujo de ensamble mediante una lista de piezas. (Cortesía de Big Sky Laser).

Otro método de identificación consiste en escribir los nombres de las piezas, los números requeridos y los números de pieza al final de las líneas de referencia, como se muestra en la figura 12.9. Por lo general sólo se proporcionan los números de las piezas junto a las líneas de referencia estándar.

Dibujos multidetalle

Cuando en una sola hoja se muestran múltiples dibujos de detalle, etiquete cada pieza con una identificación similar a la utilizada en cualquier dibujo de detalle. En la figura 12.12 se muestra una parte de un dibujo multidetalle.



12.12 Parte de un dibujo que muestra la identificación de los detalles mediante una lista de piezas.

www.FreeLibros.me

ELEMENTO NÚM.	CANT.	PIEZA NÚM.	DESCRIPCIÓN
1	1	16009273	CCA, BANCO CABEZA, DP LÁSER
2	1	16009279	CCA, INTERFAZ ETAPA FINAL, DPSSL
3	1	16003201	MONTAJE, BANCO CABEZA, DPSSL
4	1	16009212	CCA, CONDUCTOR MOSFET, CENTURIÓN
5	2	81040203	2-56 X 0.313 SHCS, C/ARANDELAS
6	7	81300201	ARANDELA, PLANA, #2
7	7	81310200	ARANDELA, CIERRE, PARTIDA, #2
8	5	81100204	BHCS, 2-56 X 3/8

12.13 Lista de piezas. (Cortesía de Big Sky Laser).

12.3 LISTAS DE PIEZAS

Una ***lista de piezas*** o ***lista de materiales*** enumera las piezas de una estructura que se muestran en un dibujo de ensamble (*ANSI Y14.34M*-2008). La franja de títulos por sí sola es suficiente en los dibujos de detalle de una sola parte, pero en los dibujos de ensamble o los dibujos de detalle de varias piezas se requiere una lista de piezas. Las partes pueden enumerarse de acuerdo con el orden general de su tamaño o importancia, o bien agruparse por tipos.

Las listas de piezas para los dibujos de maquinaria, figura 12.13, contienen:

- Número de identificación de la pieza (NIP).
- Descripción de cada pieza.
- La cantidad requerida en el ensamble.

Las siguientes abreviaturas pueden usarse para indicar las cantidades que no se conocen con exactitud: SR indica *Según se requiera*; EST seguido de un número muestra una *cantidad estimada*.

Las listas de piezas que contienen los datos de aplicación deben incluir información para el siguiente nivel de ensamble.

Con frecuencia también se proporciona otro tipo de información en la lista de piezas, como los materiales, el código CAGE, los números de modelo, el tamaño de las piezas de material y los pesos de éstas.

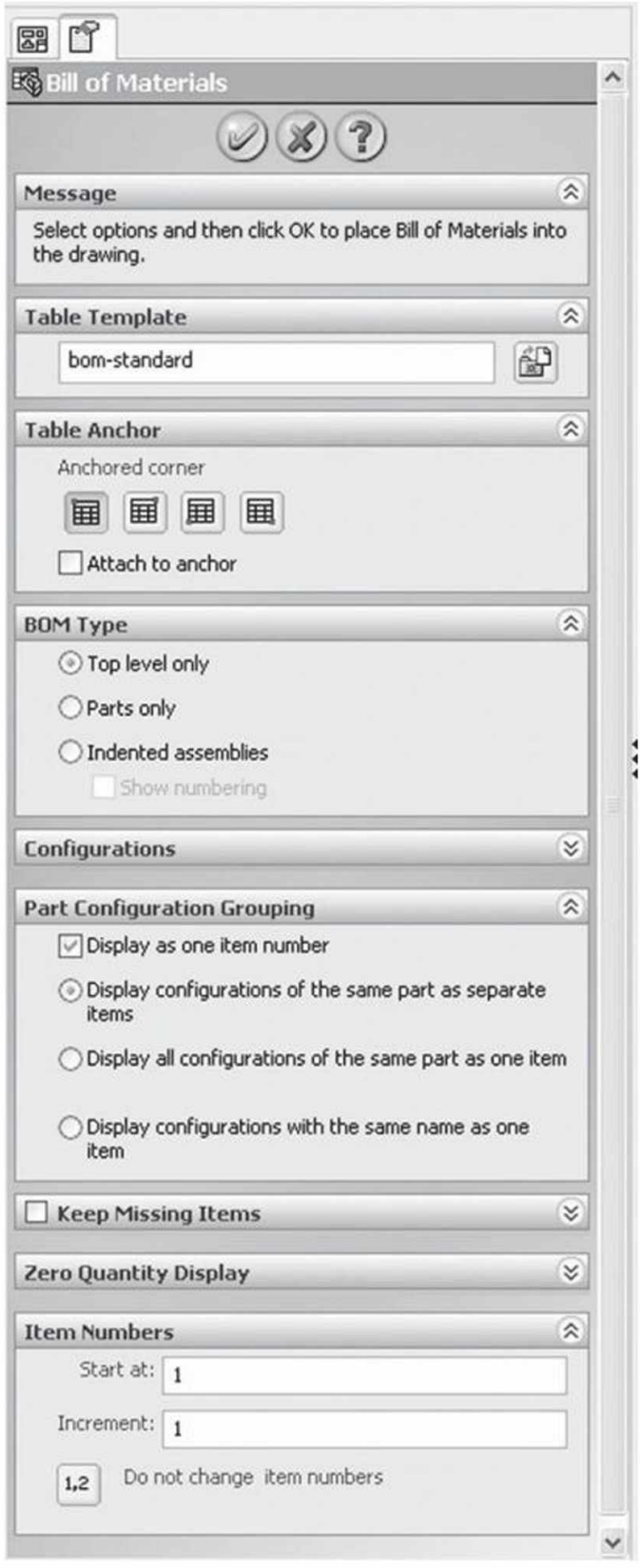
Generación automática de listas de materiales

A menudo, el software de CAD le permite generar la lista de piezas de forma automática o casi automáticamente. En la figura 12.14 se muestra un cuadro de diálogo que se usa para automatizar la generación de una lista de piezas.

Si usted creó un modelo de ensamble en 3D al insertar los modelos de CAD para las piezas, el software puede cuestionar el modelo de ensamble para las cantidades y los nombres de archivo que se agregaron, con el fin de generar la lista de piezas. Ésta es otra razón válida para emplear buenas prácticas de administración de archivos y nombrar las partes de forma lógica. La mayor parte del software le permite sobrescribir información, pero actualizar la información de esta manera hace más difícil actualizar automáticamente los archivos, con lo que se pierden algunas ventajas de utilizar CAD en 3D.

Ubicación de la lista de piezas

Si la lista de piezas se encuentra en la parte superior del cuadro o la franja de títulos, el orden de los elementos debe ser de abajo hacia arriba para que después puedan agregarse los elementos nuevos, si así se requiere. Si la lista de piezas se coloca en la esquina superior derecha, los elementos deben leerse hacia abajo.

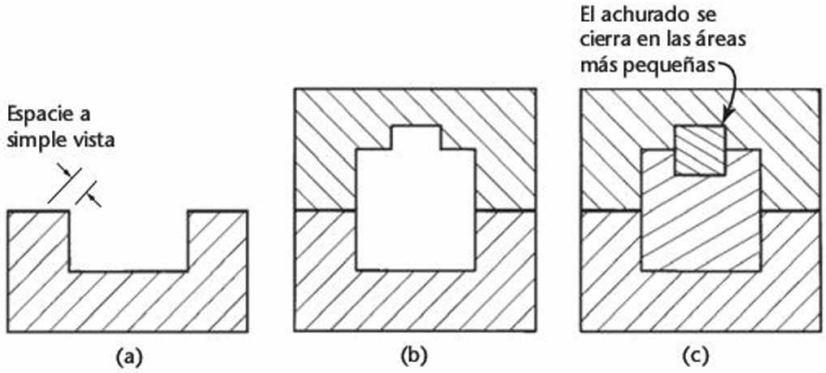


12.14 Cuadro de diálogo de Solidworks que muestra las opciones para insertar automáticamente una tabla con la lista de materiales. (Cortesía de SolidWorks Corporation).

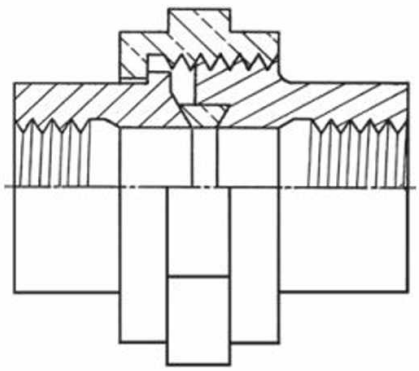
www.FreeLibros.me

Listado de piezas estándar

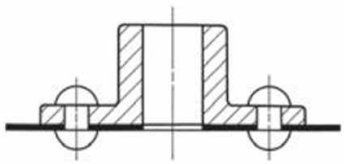
Las piezas estándar, ya sea compradas o producidas por la compañía, no se dibujan pero se incluyen en la lista de piezas. Los pernos, tornillos, cojinetes, pasadores, cuñas, etcétera, se identifican por el número de pieza asignado en el dibujo de ensamble y se especifican por medio de su nombre y su tamaño o número.



12.15 Líneas de sección en ensambles (tamaño completo).



12.16 Líneas de sección simbólicas.



12.17 Achurado sólido de piezas pequeñas.

12.4 SECCIONES DE ENSAMBLE

En las secciones de ensamble, no sólo es necesario mostrar las superficies de corte sino también distinguir entre las piezas adyacentes. Para ello, dibuje las líneas de sección en direcciones opuestas, como se muestra en la figura 12.15. El área más grande se secciona primero a 45° (figura 12.15a). El área grande (b) adyacente, se secciona a 45° en la dirección opuesta. Las demás áreas se seccionan luego con otros ángulos, por ejemplo a 30°, 60° o a otros ángulos, como se muestra en (c).

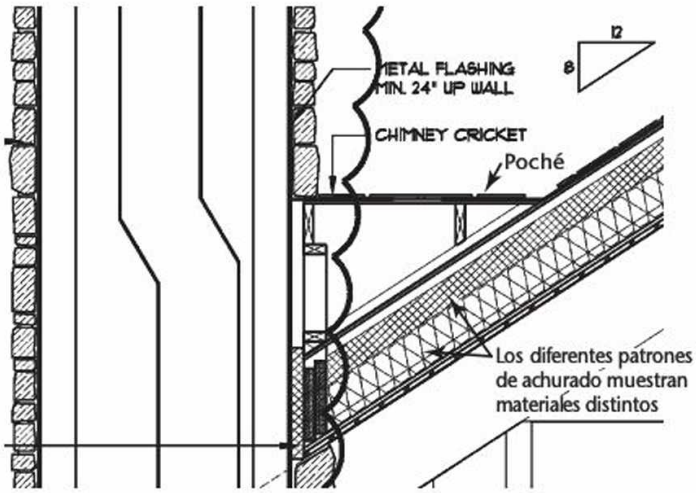
En áreas pequeñas, es necesario espaciar las líneas de sección de manera más cerrada. En las áreas más grandes espacie las líneas de sección con mayor amplitud o use líneas de sección de contorno.

Use líneas de sección de propósito general para los ensambles. También puede proporcionar una indicación general de los materiales utilizados, usando líneas de sección simbólicas, como se muestra en la figura 12.16. Consulte el capítulo 7 para revisar las prácticas usuales en los dibujos de sección.

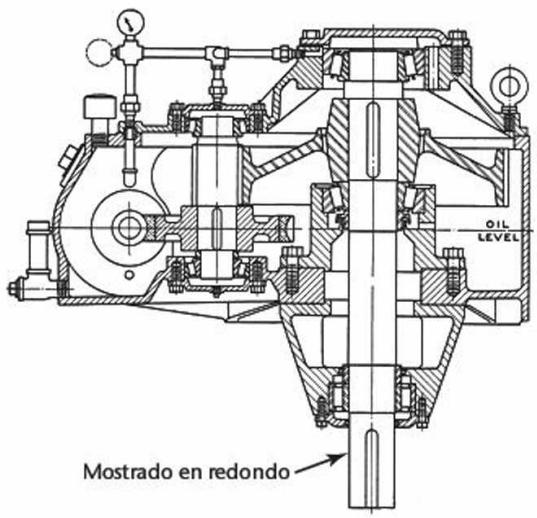
Al seccionar piezas relativamente delgadas en un ensamble, como juntas y piezas de chapa metálica, las líneas de sección no son eficientes y deben omitirse o mostrarse en negro sólido como en la figura 12.17.

En los dibujos arquitectónicos, el rellenado de áreas seccionadas de manera sólida se llama ***poché***, como se muestra en la figura 12.18. A menudo se usa para mostrar las paredes que se han cortado, como en los planos de plantas.

Con frecuencia, algunos objetos sólidos, o piezas que no presentan información requerida, resultan cortados por el plano de corte. Deje estas partes sin seccionar, o "en redondo". Lo anterior incluye pernos, tuercas, ejes, cuñas, tornillos, pasadores, cojinetes de bola o rodillos, dientes de engrane, rayos y las costillas, entre otros. Vea la figura 12.19.

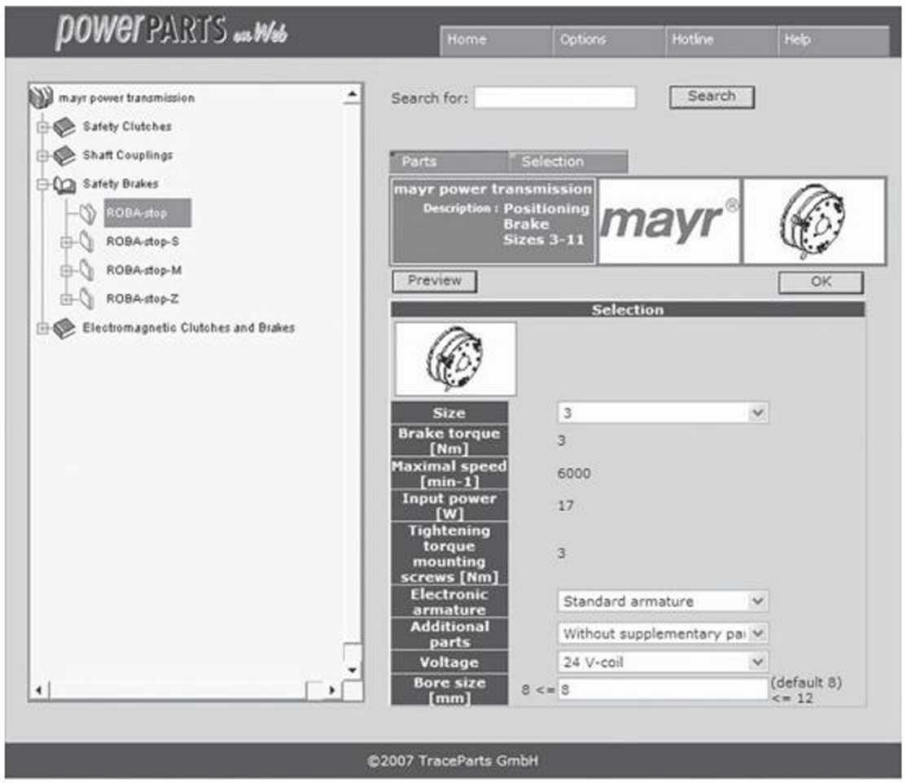


12.18 Use patrones de achurado para indicar el material y el poché en elementos pequeños. *Detalle de un dibujo.* (Cortesía de Locati Architects).

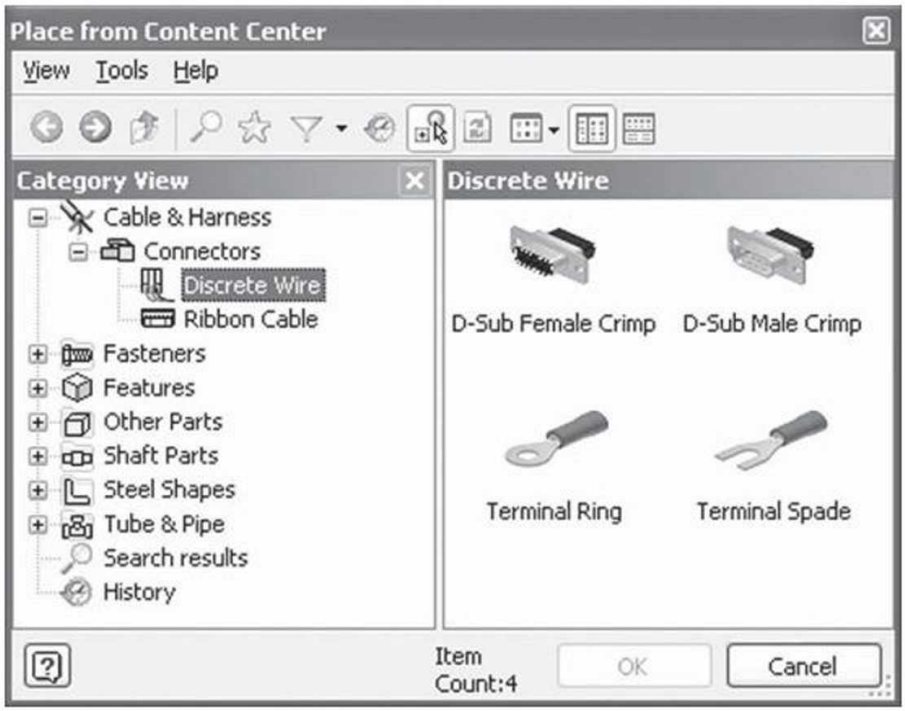


12.19 Sección de un ensamble.

www.FreeLibros.me



Usted puede ahorrar tiempo en la creación de ensambles al descargar dibujos de piezas existentes. Muchos proveedores tienen modelos descargables en sus sitios web.



Autodesk Inventor es un ejemplo de un paquete de software que cuenta con piezas prediseñadas, útiles para la creación de ensambles. (Pantallas de Autodesk reimpresas con autorización de Autodesk, Inc.).

12.5 DIBUJO DE ENSAMBLE EN FUNCIONAMIENTO

Un ***dibujo de ensamble en funcionamiento***, como el de la figura 12.20, es un dibujo combinado de detalle y de ensamble. Estos dibujos se suelen usar en vez de los dibujos de ensamble y de detalle por separado, cuando el ensamble es lo suficientemente simple para que todas las piezas se muestren claramente en el mismo dibujo. En algunos casos pueden dibujarse y dimensionarse con claridad todas las piezas, menos una o dos de ellas en el dibujo de ensamble, y entonces las piezas se detallan por separado en la misma hoja. Este tipo de arreglo es común en los dibujos de válvulas, subensambles de locomotoras, subensambles de aviones, y en los dibujos de plantillas y accesorios.

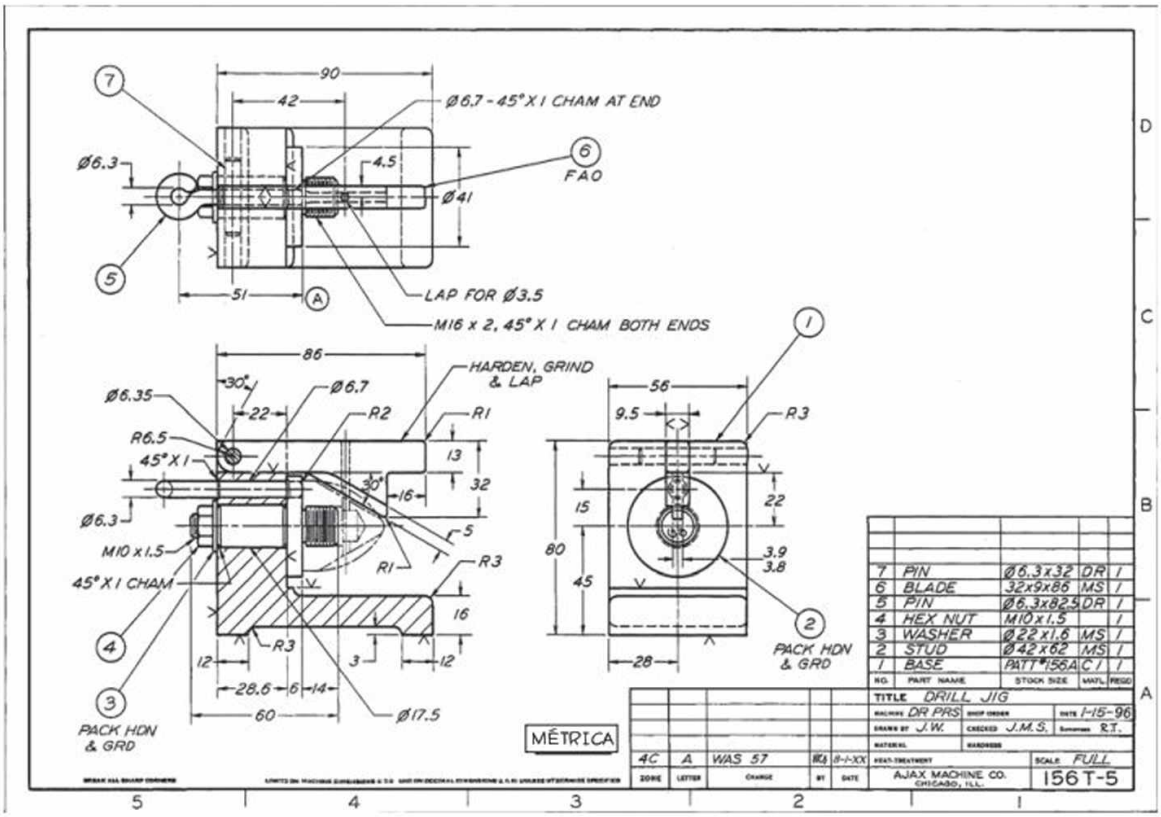
12.6 ENSAMBLES DE INSTALACIÓN

Un ensamble hecho específicamente para mostrar cómo instalar o erigir una máquina o estructura se denomina ***ensamble de instalación***. Este tipo de dibujo también suele llamarse *ensamble de contorno*, puesto que sólo muestra los contornos y las relaciones de las superficies externas. En la figura 12.21 se muestra un ensamble común de instalación. En el diseño de aviones, un dibujo de instalación (ensamble) proporciona la información completa para colocar los detalles o subensambles en sus posiciones finales en el avión.

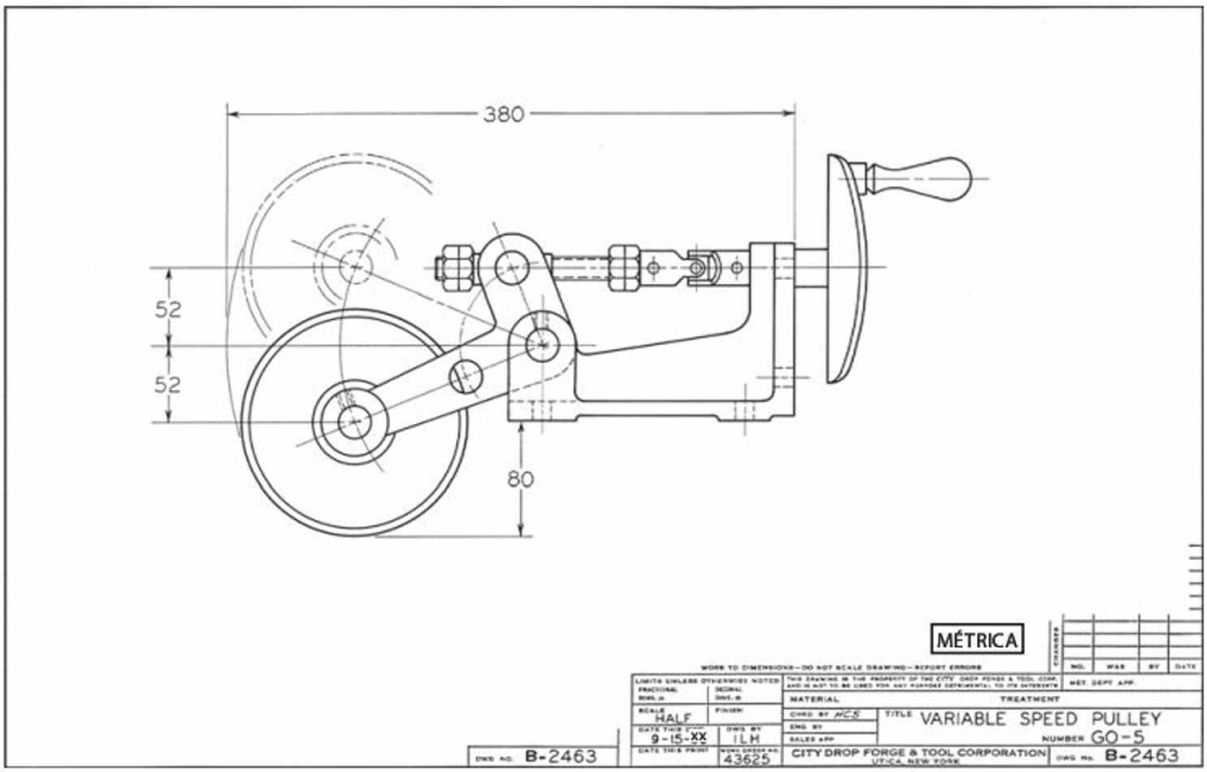
12.7 VERIFICACIÓN DE ENSAMBLES

Después de haber hecho todos los planos de detalle de una unidad, quizá sea necesario realizar una ***verificación del ensamble***, en especial si se hizo una serie de cambios en los detalles. El ensamble se muestra exactamente y a escala para verificar gráficamente la exactitud de los detalles y su relación en el ensamble. Después de comprobar que el ensamble cumple con su propósito, puede convertirse en un dibujo de ensamble general.

www.FreeLibros.me



12.20 Dibujo de ensamble en funcionamiento de un patrón de taladrado.



12.21 Ensamble de instalación.

www.FreeLibros.me

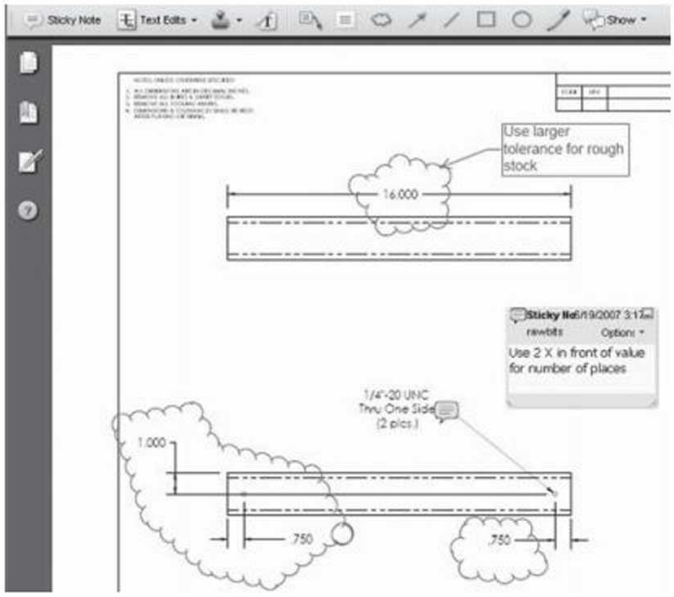
12.8 FORMATOS DE DIBUJO DE FUNCIONAMIENTO

Número de detalles por hoja

Hay dos métodos generales para agrupar las piezas detalladas en las hojas. Por lo general se prefiere mostrar una pieza detallada por hoja, porque de esta forma es más fácil reutilizar los dibujos posteriormente y dar seguimiento a los datos de revisión cuando la hoja no contiene otras piezas.

Para las máquinas pequeñas o las estructuras compuestas de pocas piezas, a veces se muestran todos los detalles en una hoja grande. Mostrar el ensamble y todos sus detalles en una hoja puede ser conveniente, pero por lo general esto resulta más difícil de revisar y mantener. Si es posible, debe usarse la misma escala para todos los detalles en una sola hoja; de lo contrario, indique claramente la escala para cada uno de los detalles.

La mayoría de las empresas muestra un detalle por hoja, por simple o pequeño que sea. En muchas piezas el tamaño de hoja básico de 8.5" × 11" o 210 mm × 297 funciona bien. Debido a que es fácil extraviar algún dibujo en hojas pequeñas cuando forman parte de una serie que está dibujada sobre todo en hojas grandes, algunas empresas optan por usar hojas de 11" × 17" (o el tamaño métrico equivalente) para los dibujos de todas las piezas.



12.22 Parte de un archivo PDF con marcas. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

Transmisión de dibujos digitales

Los formatos de archivo electrónico como el formato de documento portátil (PDF), desarrollado originalmente por Adobe Systems en 1993, permite al autor enviar un documento al que se le pueden hacer comentarios, pero sin que se pueda modificar el documento original.

Varios dispositivos de búsqueda le permiten buscar un texto incrustado en el archivo PDF. Esto significa que los PDF pueden proporcionar ventajas no sólo para el almacenamiento, sino para la recuperación posterior de información. Adobe Systems proporciona un documento útil (en formato PDF) sobre cómo usar el PDF como un estándar de almacenamiento; puede leerlo en http://www.adobe.com/products/acrobat/pdfs/pdfarchiving.pdf.

El uso de archivos electrónicos salva árboles, acelera la distribución y el almacenamiento de documentos, y permite que otras personas puedan revisar los documentos desde varias aplicaciones. En la figura 12.22 se muestra un dibujo almacenado en formato PDF con comentarios y marcas.

CONSERVACIÓN DE PAPEL

(© 2007 Jupiterimages Corporation).

De acuerdo con el Worldwatch Institute, 40% de los árboles que se talan en todo el mundo se utiliza para hacer papel. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) estima que el papel representa el 38% de los residuos sólidos municipales.

El Manual Estadístico de la UNESCO estima que la producción de papel en 1999 fue de 1510 hojas de papel por habitante del mundo. El problema es que aun con el almacenamiento digital de datos, el consumo de papel no ha hecho sino crecer desde entonces.

Algunos sitios web relacionados con la conservación del papel son:

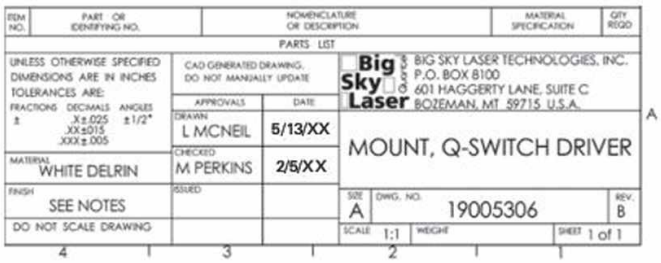
- http://www2.sims.berkeley.edu/research/projects/how-much-info-2003/print.html
- http://www.lesk.com/mlesk/ksg97/ksg.html

www.FreeLibros.me

12.23 Franja de títulos.

ITEM NO.	QTY.	PART NO.	DESCRIPTION
1	1	34733000	BRAKE CALIPER - MECHANICAL
2	1	21222600	BRAKE CALIPER SPACER
3	1	35318880	DIE SPRING
4	1	34761002	AIR CANISTER,TYPE 16
6	1	36943100	WASHER,1/2",FLAT,STL
7	4	36291100	NUT, 1/2-20, HEX
8	1	61322301	BRAKE BRACKET WLDMT, M/C3
11	1	22520310	BRAKE SWIVEL
13	1	35250300	E-RING, 3/8" SHAFT
14	3	36802848	BOLT, 1/2-13x3-1/2", 12-POINT
16	1	32904080	HAIRPIN COTTER - 7/16"-3/4" SHAFT SIZE
20	1	145000001	MUFFLER P38
21	1	141900001	FITTING 100068-104
26	1	021120501	HOSE, 3/8 WTHHD, H201068U
27	1	34318002	VALVE, SOLENOID LARGE
28	2	34161320	ELBOW-90, M-M, 3/8"Hx1/4"P
31	2	36562894	SCREW,1/4-20x1-3/4", SH-CAP

12.24 Cuadro de títulos con lista de piezas. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).



12.25 Cuadro de títulos. (Cortesía de Big Sky Laser, Inc.).

Franjas de títulos y registros

Los dibujos constituyen información primordial y valiosa acerca de los productos, por lo que son importantes los archivos cuidadosamente diseñados, bien conservados y sistemáticos.

La función de las franjas de títulos y registros es mostrar, de una manera organizada, toda la información necesaria que no se da directamente en el dibujo con sus dimensiones y notas. El tipo de título que se utiliza depende del sistema de archivo que se use, de los procesos de fabricación y de los requisitos del producto. Por lo general, el formato del título debe incluir lo siguiente:

1. Nombre del objeto que se presenta.
2. Nombre y dirección del fabricante.
3. Nombre y dirección de la compañía compradora, en su caso.
4. Firma de la persona que hizo el dibujo y la fecha de finalización.
5. Firma del verificador y la fecha de término.
6. Firma del dibujante en jefe, ingeniero en jefe u otro funcionario y la fecha de aprobación.
7. Escala del dibujo.
8. Número del dibujo.

Se puede incluir otra información, como material, cantidad, tratamiento térmico, acabado, dureza, número del modelo, peso estimado, los números del dibujo reemplazado y del reemplazante, el símbolo de la máquina, etc.; dependiendo de la organización de planta y de los aspectos únicos del producto. En las figuras 12.23, 12.24 y 12.25 se muestran algunos cuadros de título comunes.

Por lo común, el formato de títulos se coloca a lo largo de la parte inferior o en la esquina inferior derecha de la hoja, puesto que los dibujos se archivan comúnmente en cajones planos y horizontales y el título debe ser fácil de encontrar. Sin embargo, como se usan muchos sistemas de archivado, la ubicación del formato de títulos depende de la preferencia de cada organización. Muchas compañías adoptan sus propios formatos de títulos, en tanto que otras siguen las recomendaciones de ANSI.

Para escribir datos en un formato de títulos:

- Use un solo trazo vertical o letras mayúsculas góticas inclinadas.
- Escriba los artículos de acuerdo con su importancia relativa. Use letras gruesas, más grandes o más espaciadas (o una combinación de éstas) para indicar los elementos importantes.
- Dé mayor énfasis al número de plano, seguido por el nombre del objeto y el nombre de la compañía. (La fecha, la escala y los nombres del autor y el revisor son importantes, pero no necesitan ser prominentes).
- Consulte en el capítulo 2 la información detallada sobre los cuadros de títulos y la altura estándar de la letra.

www.FreeLibros.me

12.9 NUMERACIÓN DE DIBUJOS

Cada dibujo debe numerarse. Algunas empresas utilizan números de serie, como el 60412, o un número con una letra prefija o un sufijo para indicar el tamaño de la hoja, como A60412 o 60412-A. El tamaño de hoja A es un estándar de 8.5" × 11". En los diferentes sistemas de numeración, las diferentes partes del número de dibujo indican cosas distintas, como el número del modelo de máquina y la naturaleza o el uso que se dará a la pieza. En general, se recomienda usar un sistema de numeración simple y no cargar el número con indicaciones excesivas.

El número de dibujo debe escribirse con caracteres de 7 mm (0.2500") de alto en las esquinas inferior derecha y superior izquierda de la hoja.

Para beneficiarse de un sistema de CAD, usted debe ser capaz de almacenar y recuperar los dibujos de manera eficiente. El software de rastreo de dibujos permite a los usuarios buscar por número de parte o por elementos de texto con el fin de recuperar los archivos de dibujo y los modelos de CAD.

12.10 ZONIFICACIÓN

Con el fin de ayudar a las personas a ubicar un punto determinado en un dibujo complejo o de gran tamaño, se miden y marcan intervalos regulares a lo largo de los márgenes, de preferencia sólo en los márgenes derecho e inferior. Los intervalos en el margen horizontal se etiquetan de derecha a izquierda con números y los intervalos en el margen vertical se etiquetan de abajo hacia arriba con letras, en forma semejante a los mapas carreteros. Observe las letras y los números de zona alrededor del margen de la figura 12.26.

12.11 VERIFICACIÓN DE DIBUJOS

No se puede pasar por alto la importancia de la exactitud en los dibujos técnicos. En ocasiones, los errores causan un gasto tremendo e innecesario. La firma en el dibujo identifica quién es el responsable de su exactitud.

En las oficinas pequeñas la verificación la suele realizar el diseñador o alguno de los dibujantes. En las oficinas grandes algunos ingenieros experimentados pueden dedicar una parte importante de su tiempo a la verificación de dibujos.

Un dibujo lo verifica cuidadosamente y lo firma la persona que lo hizo. Después lo verifica el diseñador en jefe en cuanto a su funcionamiento, economía, viabilidad, ajuste, tolerancias, etc. Después, en caso de haber correcciones, éstas las hace el dibujante original.

El verificador final debe revisar sistemáticamente el dibujo en busca de errores. Debe estudiar el dibujo poniendo atención especial en:

1. La solidez del diseño, con referencia a funcionamiento, resistencia, materiales, economía, facilidad de fabricación, mantenimiento, facilidad de ensamble y reparación, lubricación, etcétera.
2. Elección de vistas, vistas parciales, vistas auxiliares, secciones, simbologías, etcétera.
3. Dimensiones, con especial referencia a la repetición, ambigüedad, legibilidad, omisiones, errores y marcas de acabado. Debe prestarse atención especial a las tolerancias.
4. Piezas estándar. En busca de economía, deben estandarizarse tantas partes como sea posible.
5. Notas, con especial referencia a la escritura clara y legible.
6. Holguras. Las partes móviles deben verificarse en todas sus posiciones posibles con el fin de garantizar su libertad de movimiento.
7. Información del formato de títulos.

12.12 REVISIONES DE LOS DIBUJOS

Los cambios en los dibujos pueden originarse en cambios en el diseño o en las herramientas, los deseos de los clientes o los errores en el diseño y en la producción. Un registro exacto de todos los cambios realizados a los dibujos finales permite su seguimiento a través de un cuadro de revisiones. Esto es importante para que las fuentes de todos los cambios se puedan entender, verificar y aprobar.

El registro de las revisiones debe mostrar por quién, cuándo y por qué se realizó cada cambio. Cuando se desea aprobar y mantener el seguimiento de los cambios a los dibujos, es necesario procesar una orden de cambio de ingeniería (OCI) o una solicitud de cambio de ingeniería (SCI) una vez que los dibujos han sido liberados a producción. Algunas empresas usan un registro en papel de los cambios, mientras que otras los administran digitalmente.

Todos los cambios o adiciones a un dibujo se rastrean mediante un ***número de revisión***. Puede añadirse un símbolo al dibujo que muestre el elemento afectado por la revisión.

No se recomienda eliminar información tachándola.

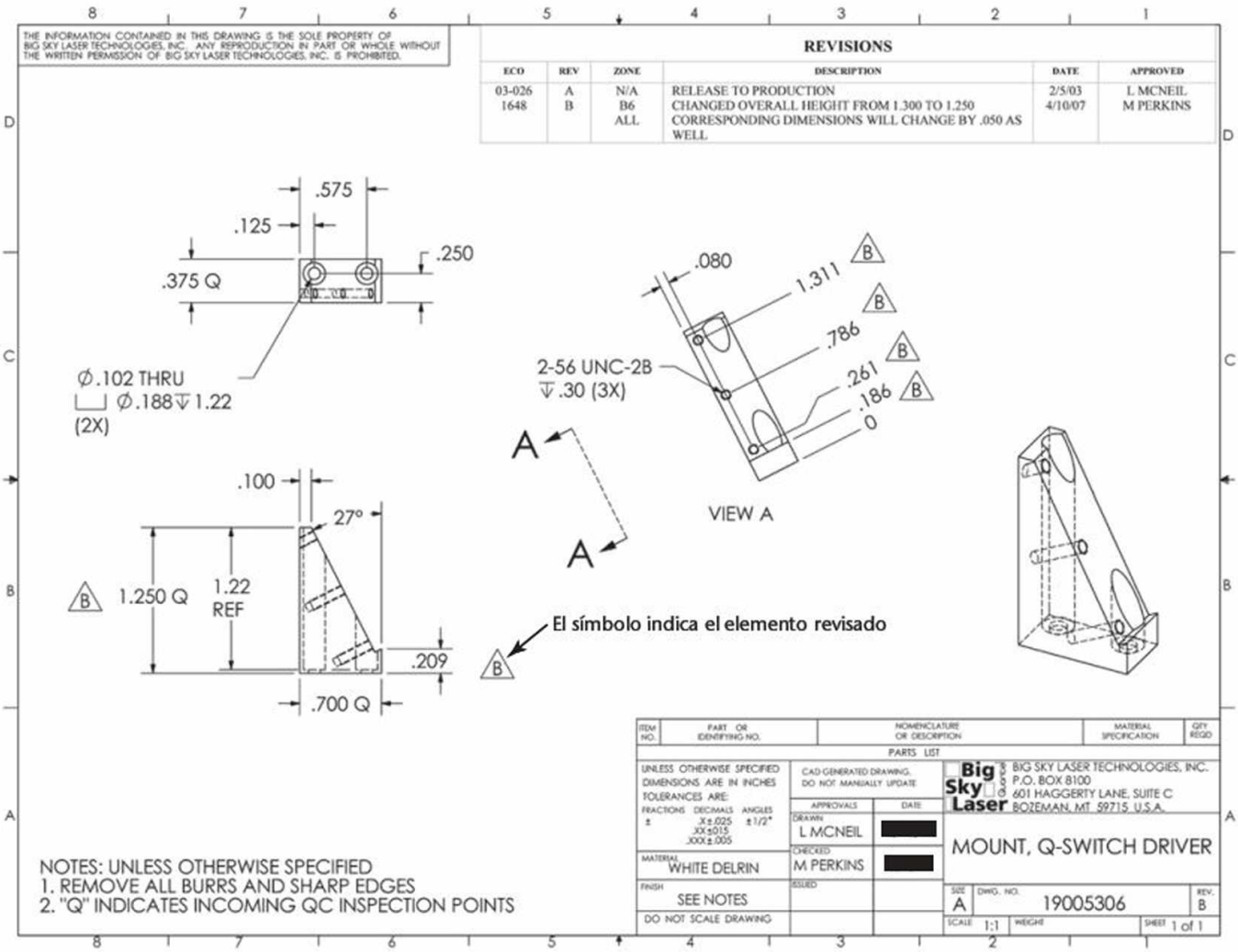
En casos raros donde una dimensión no se ve afectada sensiblemente por un cambio, puede subrayarse con una línea gruesa para indicar que no está a escala.

Es importante mantener copias o microfilms de cada elemento en el archivo para mostrar cómo se veía el dibujo antes de la revisión. Considere impresiones nuevas para reemplazar las viejas cada vez que se haga un cambio.

En los sistemas digitales es absolutamente necesario utilizar cuidadosos procedimientos de respaldo y, debido a los problemas relacionados con la pérdida de datos, aún no están aprobados en algunas industrias.

Si se requiere un cambio considerable en un dibujo, quizá sea necesario crear un nuevo dibujo y etiquetar el antiguo como OBSOLETO y almacenarlo en el archivo de dibujos "obsoletos". En el cuadro de títulos del dibujo antiguo introduzca las palabras "SUSTITUIDO POR" o "REEMPLAZADO POR" seguido del número del nuevo dibujo. En el dibujo nuevo, bajo el título de "REEMPLAZA A" o "SUSTITUYE A", introduzca el número del dibujo antiguo.

www.FreeLibros.me



12.26 Los símbolos que señalan el elemento en el cuadro de revisiones indican las características revisadas en un dibujo. (Cortesía de Big Sky Laser, Inc.).

Se usan varios métodos para hacer referencia a la zona de un dibujo donde se ha hecho un cambio, introduciendo dicha referencia en el cuadro de revisiones. El método más común consiste en colocar números o letras en un pequeño círculo o triángulo cerca de cada sitio donde se hicieron cambios y usar los mismos números o letras en el cuadro de revisiones, como se muestra en la figura 12.26. En los dibujos zonificados, el área de la corrección se muestra en el cuadro de revisiones. El cambio también debe describirse brevemente junto con la fecha y las iniciales de la persona que hizo el cambio.

12.13 SIMPLIFICACIÓN DE DIBUJOS

El tiempo de dibujo es una parte considerable del costo total de un producto. Tiene sentido reducir los costos al usar prácticas de trabajo que simplifiquen sus dibujos sin perder claridad. Por ejemplo, use vistas parciales, vistas medias, símbolos de rosca, símbolos de tubería, y dibuje una sola línea de resorte cuando esto proceda. Para mayor claridad, omita las líneas o letras de un dibujo que no las requiera. Además de ahorrar tiempo de producción, esto hace que los dibujos sean más fáciles de leer. Para simplificar sus dibujos:

1. Use descripciones escritas cuando sea práctico.
2. No muestre vistas innecesarias.
3. Use símbolos estándar como Ø y abreviaturas estándar (en su caso, consulte el apéndice 2).
4. Evite los detalles elaborados, pictóricos o repetitivos. Use líneas fantasma para evitar la repetición de elementos.
5. Enuncie en vez de dibujar las piezas estándar, como pernos, tuercas, cuñas y pasadores.
6. Omita las líneas ocultas innecesarias.
7. Use líneas de sección de contorno en las superficies grandes para ahorrar tiempo y mejorar la legibilidad.
8. Omita la duplicación innecesaria de notas y letreros.
9. Utilice la representación simbólica de tuberías y roscas.
10. Siempre que sea factible, use las bibliotecas de CAD y las piezas estándar para el diseño y los dibujos.

Algunas industrias han simplificado aún más sus prácticas de dibujo. Aprenda las prácticas adecuadas a la industria para la cual usted crea dibujos.

www.FreeLibros.me

12.14 DIBUJOS DE PATENTE

La solicitud de patente para una máquina o dispositivo debe incluir dibujos que ilustren y expliquen el invento. Todos los dibujos de patente deben ser mecánicamente correctos y constituir ejemplos completos de todas las características de la invención reclamada. Los estrictos requisitos de la Oficina de Patentes de Estados Unidos y algunos países facilitan el análisis de las solicitudes y la interpretación de las patentes concedidas. En la figura 12.27 se muestran algunos ejemplos de dibujos de patente.

Los dibujos para solicitar patentes son pictóricos y explicativos por naturaleza, entonces no deben ser tan detallados como los dibujos de funcionamiento para la producción. Se omiten las líneas centrales, líneas ocultas, notas de dimensión, etc., puesto que las dimensiones específicas, las tolerancias y las notas generalmente no se requieren para patentar el diseño o la innovación general.

Los dibujos deben contener tantas cifras como sean necesarias para mostrar con claridad la invención de forma. Los dibujos pueden producirse a mano o a partir de la misma base de datos de CAD que se usó para crear la documentación del diseño.

Aunque la mayoría de los dibujos de ingeniería se producen con vistas alineadas en una hoja, los dibujos de patente deben mostrar cada vista por separado como una figura en una hoja separada. Las figuras deben numerarse en forma consecutiva (por ejemplo, Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 3B, etc.). Las vistas, características y piezas se identifican con números que hacen referencia a las descripciones y explicaciones dadas en la sección de especificaciones de la solicitud de patente. El número de referencia para una pieza o función debe ser el mismo en cada diagrama.

Se recomienda usar dibujos isométricos o despieces en perspectiva con números de referencia que permitan identificar las piezas (es decir, dibujos de ensamble). Se emplean líneas centrales para ilustrar cómo se alinean las partes en el despiece. Aunque el dibujo debe mostrar todas las características que se enumeran en la solicitud de patente, si se usan piezas estandarizadas éstas pueden representarse simbólicamente y no tienen que dibujarse a detalle.

Las figuras pueden ser de planta, en elevación, en sección, pictóricas, y vistas detalladas de las partes o elementos, y pueden dibujarse a una escala ampliada si fuera necesario.

La Oficina de Patentes de Estados Unidos tiene normas básicas para los dibujos:

- Todas las hojas pertenecientes a una sola solicitud deben ser del mismo tamaño, y se aceptan dos tamaños de hoja:
  - Tamaño estadounidense: 8.5" × 11" (216 mm × 279 mm).
  - Tamaño internacional: 210 mm × 297 mm.
- Debe usarse una sola cara del papel.
- El papel debe orientarse verticalmente, de manera que el lado corto de la hoja esté en la parte superior (llamado estilo *portrait* en las opciones de impresión).
- No se permiten líneas de margen en las hojas.
- Deben mantenerse los márgenes mínimos siguientes.
  - Margen superior: 1" (25 mm).
  - Margen izquierdo: 1" (25 mm).
  - Margen derecho: 0.675" (15 mm).
  - Margen inferior: 0.375" (10 mm).
- Ninguna etiqueta o línea del dibujo puede extenderse mas allá del margen, excepto para la identificación específica requerida en la parte superior de cada hoja y dos puntos del objeto de análisis.
- Todos los dibujos deben presentarse en blanco y negro, sin partes del dibujo o fotos a color, excepto en casos muy limitados.
- Las líneas deben ser de color negro sólido y adecuado para su reproducción en un tamaño más pequeño.
- El sombreado (ya sea de trama cruzada o punteada) se usa siempre y cuando mejore la legibilidad. En casos raros, cuando es necesario mostrar una característica oculta detrás de una superficie, se utiliza una línea sólida más ligera.
- Los bosquejos son aceptables para el proceso de solicitud, pero deberán hacerse dibujos formales si se acepta la solicitud.

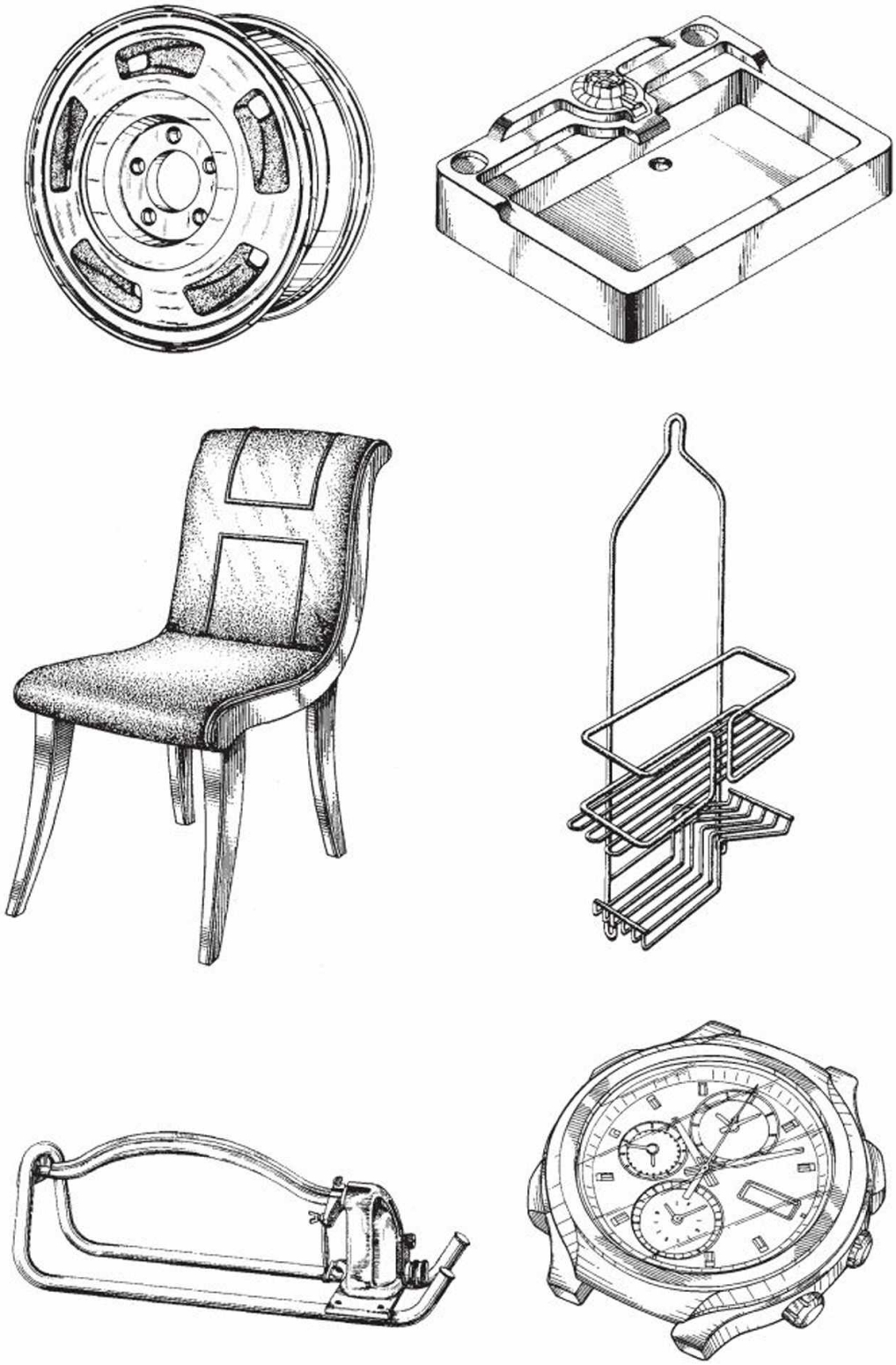
Se aceptan fotocopias, puesto que deben presentarse tres copias de cada dibujo. Los dibujos no se devolverán, por lo que *no* es una buena idea enviar un original con la solicitud de patente inicial.

Si bien lo anterior da una idea básica de las normas para los dibujos de patente, los estrictos requisitos de la Oficina de Patentes de Estados Unidos han sido cuidadosamente documentados en su página web. Cuando prepare los dibujos para una solicitud de patente, asegúrese de seguir exactamente sus requerimientos.

Para más información, visite el sitio Web de la Oficina de Marcas y Patentes de Estados Unidos en http://www.uspto.gov.

También puede consultar la *Guía para dibujantes de patentes*, la cual se puede obtener en la Superintendencia de Documentos Impresos del Gobierno de Estados Unidos, Washington, DC 20402.

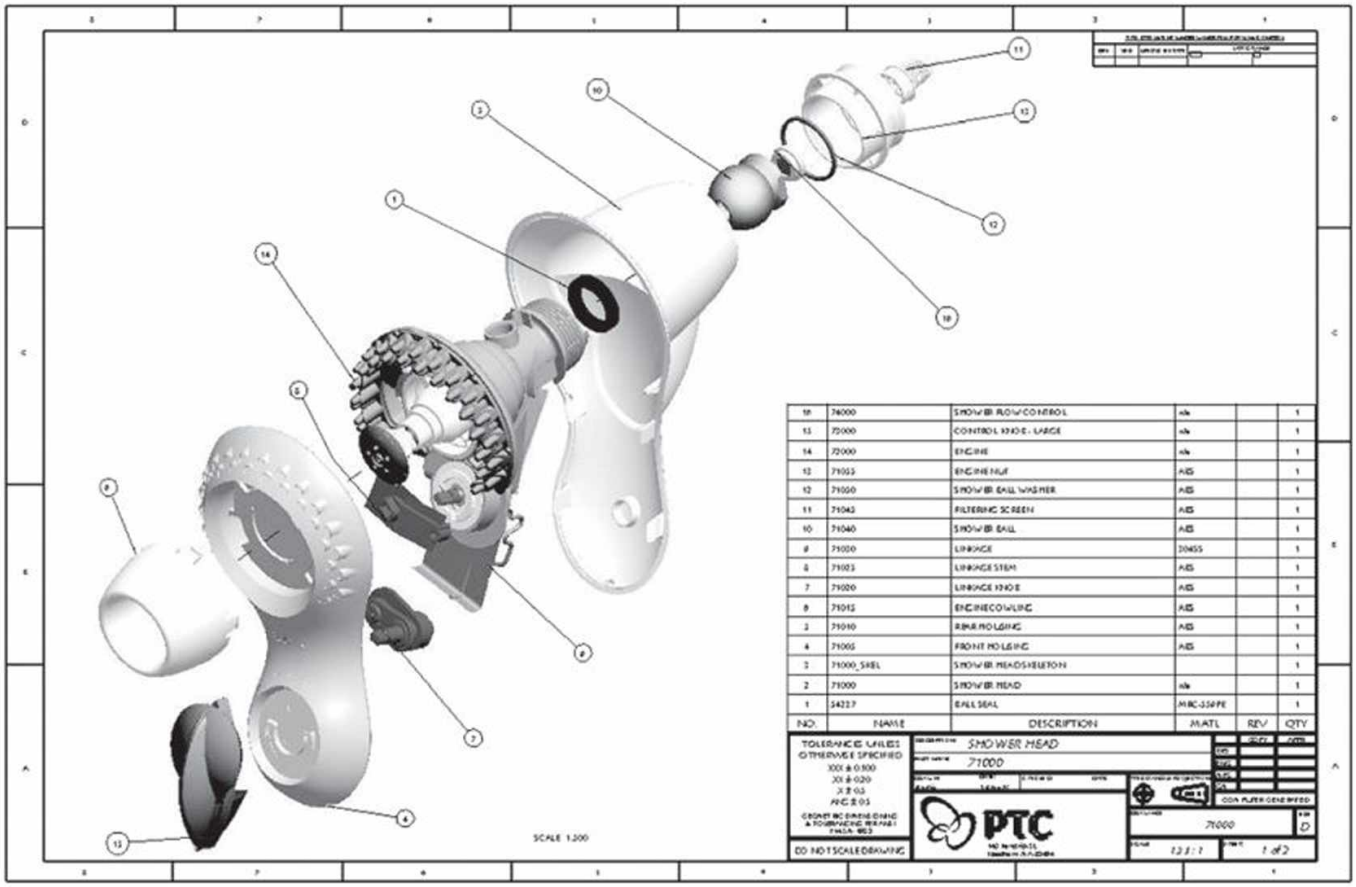
www.FreeLibros.me



12.27 Ejemplos de dibujos de patente; *para solicitar una patente cada dibujo debe presentarse en una hoja por separado, aunque aquí se muestran varios ejemplos.* (Cortesía de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos).

www.FreeLibros.me

DIBUJOS DE ENSAMBLE CON PRO ENGINEER WILDFIRE



Ejemplo de una vista sombreada con el despiece de un ensamble, hecha con Pro/ENGINEER Wildfire. (Cortesía de Parametric Technologies Corporation).

El logro de dibujos de ensamble con muy buena apariencia es sólo uno de los beneficios de usar CAD en 3D para realizar sus diseños. También puede verificar cómo se ajustan las piezas entre sí, realizar estudios de tolerancia e incluso ver cómo se comportarán los mecanismos que está diseñando. Además, puede analizar las propiedades de masa de su diseño, determinar el volumen y la superficie de formas complicadas y producir dibujos de documentación directamente a partir de los modelos de las piezas.

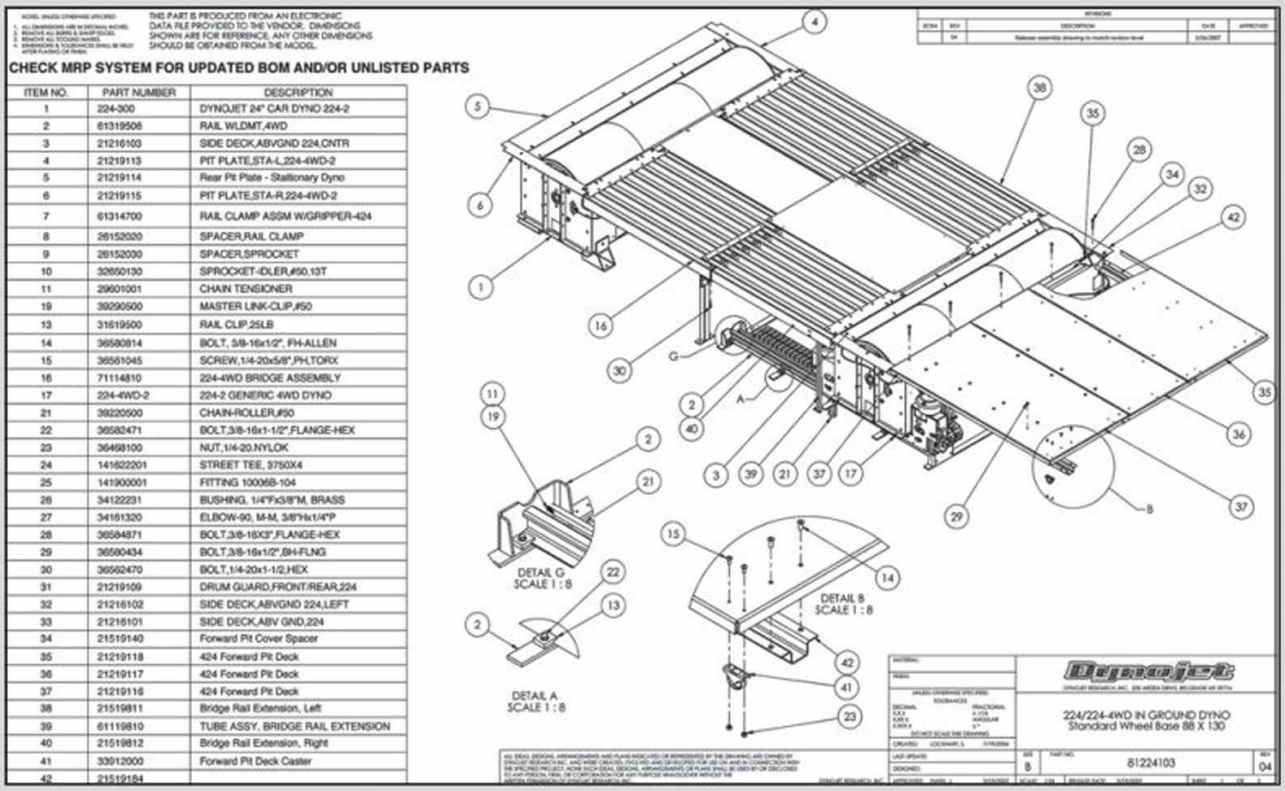
Cierto software, como Pro/ENGINEER Wildfire 3, le permite utilizar vistas sombreadas y a color de los modelos con el fin de crear dibujos del despiece de un ensamble, como se muestra en la figura anterior.

Cuando vaya a decidir si va a emplear un dibujo sombreado y a color o un dibujo con líneas en blanco y negro para crear un dibujo de ensamble, considere si el dibujo se reproducirá y cómo se hará esto. Las vistas sombreadas y a color facilitan la identificación y visualización de las piezas, pero requieren impresión y copiado a color para presentar su mejor aspecto en papel. Esto no implica ningún problema si va a distribuir archivos en forma electrónica.

Aunque los dibujos sombreados y a color se ven muy bien, hay ocasiones en las que se prefiere o se requiere hacer dibujos en blanco y negro. Por ejemplo, los dibujos de patente deben ser en blanco y negro, mostrar líneas visibles y no debe haber líneas ocultas. Los dibujos en blanco y negro también son útiles en los manuales de usuario, que pueden copiarse o imprimirse en blanco y negro.

Con el software de CAD en 3D, no es difícil cambiar entre vistas sombreadas a color, contornos y vistas que muestran líneas ocultas, con el fin de adaptarse a la necesidad especial que requiera el dibujo.

www.FreeLibros.me



THIS PART IS PRODUCED FROM AN ELECTRONIC DATA FILE PROVIDED TO THE VENDOR. DIMENSIONS SHOWN ARE FOR REFERENCE, ANY OTHER DIMENSIONS SHOULD BE OBTAINED FROM THE MODEL.

CHECK MRP SYSTEM FOR UPDATED BOM AND/OR UNLISTED PARTS

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	224-300	DYNOJET 24" CAR DYNO 224-2
2	61319506	RAIL W,DMT,4WD
3	21216103	SIDE DECK,ABVGND 224,CNTR
4	21219113	PIT PLATE,STA-L,224-4WD-2
5	21219114	Rear Pit Plate - Stationary Dyno
6	21219115	PIT PLATE,STA-R,224-4WD-2
7	61314700	RAIL CLAMP ASSM W/GRIPPER-424
8	26152020	SPACER,RAIL CLAMP
9	26152030	SPACER,SPROCKET
10	32650130	SPROCKET-IDLER,#50,13T
11	29601001	CHAIN TENSIONER
19	39290500	MASTER LINK-CLIP,#50
13	31619500	RAIL CLIP,25LB
14	36580814	BOLT, 3/8-16x1/2", FH-ALLEN
15	36561045	SCREW,1/4-20x5/8",PH,TORX
16	71114810	224-4WD BRIDGE ASSEMBLY
17	224-4WD-2	224-2 GENERIC 4WD DYNO
21	39220500	CHAIN-ROLLER,#50
22	36582471	BOLT,3/8-16x1-1/2",FLANGE-HEX
23	36468100	NUT,1/4-20,NYLOK
24	141622201	STREET TEE, 3750X4
25	141900001	FITTING 10006B-104
26	34122231	BUSHING, 1/4"Fx3/8"M, BRASS
27	34161320	ELBOW-90, M-M, 3/8"Hx1/4"P
28	36584871	BOLT,3/8-16X3",FLANGE-HEX
29	36580434	BOLT,3/8-16x1/2",BH-FLNG
30	36582470	BOLT,1/4-20x1-1/2,HEX
31	21219109	DRUM GUARD,FRONT/REAR,224
32	21216102	SIDE DECK,ABVGND 224,LEFT
33	21216101	SIDE DECK,ABV GND,224
34	21519140	Forward Pit Cover Spacer
35	21219118	424 Forward Pit Deck
36	21219117	424 Forward Pit Deck
37	21219116	424 Forward Pit Deck
38	21519811	Bridge Rail Extension, Left
39	61119810	TUBE ASSY, BRIDGE RAIL EXTENSION
40	21519812	Bridge Rail Extension, Right
41	33912000	Forward Pit Deck Caster
42	21519184	

DETAIL G SCALE 1 : 8

DETAIL B SCALE 1 : 8

DETAIL A SCALE 1 : 8

Dynojet

224/224-4WD IN GROUND DYNO
Standard Wheel Base 88 X 130

81224103

Dibujo de ensamble para el Pit Dyno impulsado sobre cuatro ruedas. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

PROJECT NAME:
GALLATIN RIVER RESIDENCE
BOZEMAN MONTANA

ABBREVIATIONS

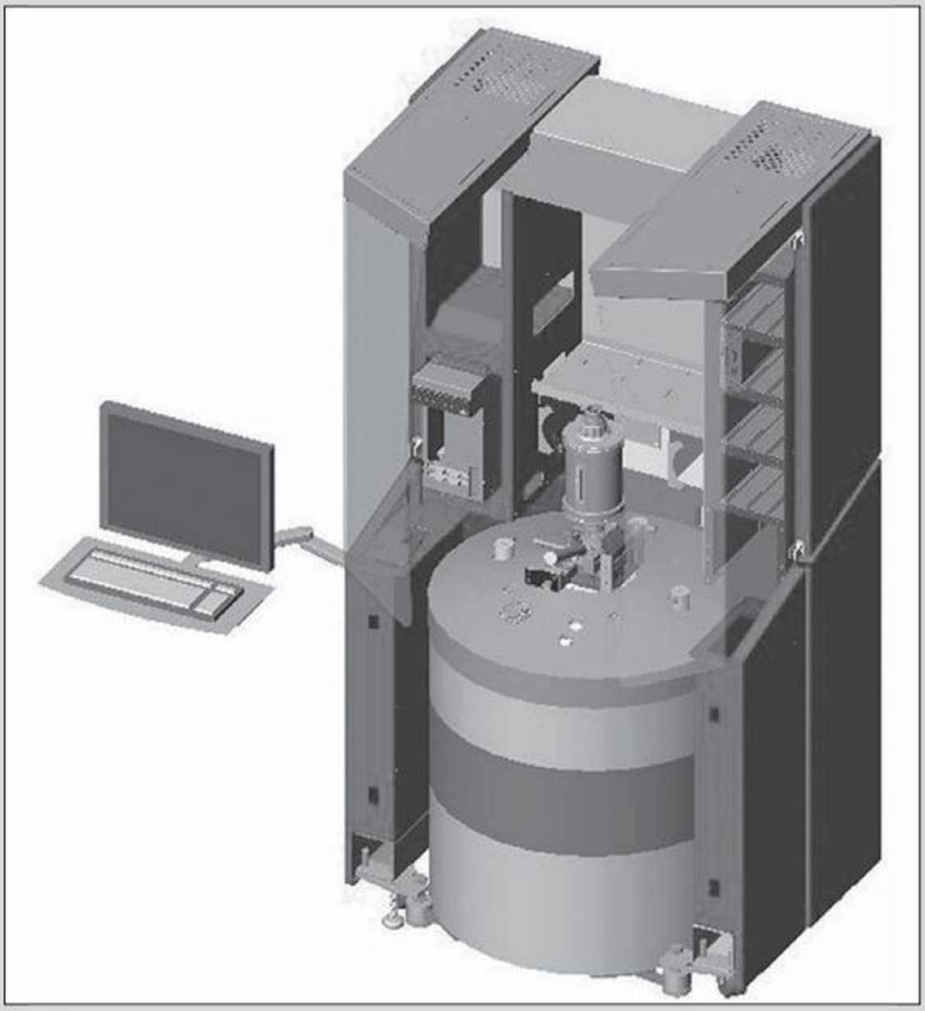
INDEX OF DRAWINGS

LOCATI

Esta portada para una serie de planos arquitectónicos enuncia los dibujos que componen la serie y las abreviaturas empleadas. (Cortesía de Locati Architects).

www.FreeLibros.me

PORTAFOLIO



Modelo CAD en 3D totalmente ensamblado, que muestra cómo se ajustan las piezas en el ensamble. (Cortesía de Quantum Design).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Abajo-arriba
Arriba-abajo
Dibujo del ensamble en funcionamiento
Dibujos de detalle
Dibujos de ensamble
Dibujos de funcionamiento
Dibujos de las piezas
Dibujos de parte de una pieza
Diseño de ensamble
Ensamble de instalación
Esqueleto
Etiquetas circulares
Globos numerados
Lista de materiales
Lista de piezas
Medio-afuera
Modelado con base en restricciones
Número de revisión
Pieza padre
Piezas de acoplamiento
Poché
Subensamble
Verificación de ensamble
Vista de despiece

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- El equipo de diseño lleva a cabo cinco etapas durante el proceso de diseño. Cada etapa ayuda al equipo a refinar el diseño hasta que éste cumpla con todos los requisitos del producto.
- Los dibujos finales creados durante el proceso de diseño incluyen los dibujos de ensamble, de funcionamiento, de diseño y de patente.
- Durante el proceso de diseño se presentan muchas revisiones a los dibujos. El dibujante debe mantener un seguimiento de cada versión y qué cambios se hicieron.
- Los modelos son una forma importante de probar cómo se ensamblan las piezas. Para probar su diseño los equipos usan tanto modelos a escala creados en un taller, como modelos generados por computadora y modelos de realidad virtual.
- Durante el proceso de diseño todos los elementos del equipo deben entender sus roles específicos y cómo se relacionan e interactúan con el resto del equipo. El trabajo en equipo es una parte esencial del proceso de diseño.

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Cuáles son los requisitos especiales de un dibujo de patente?
2. ¿Qué tipo de información se incluye en un dibujo de ensamble?
3. ¿En qué se diferencian un dibujo de detalle y un dibujo de ensamble?
4. ¿Por qué se numeran los dibujos? ¿Por qué esta numeración es tan importante?
5. Describa el proceso de revisión de un dibujo. ¿Por qué es tan importante mantener un seguimiento de las revisiones?
6. ¿Cómo se revisan los dibujos en papel almacenados? ¿Cómo se revisan los dibujos de CAD almacenados?
7. ¿Cuáles son las ventajas del modelado por computadora? ¿Cuáles sus desventajas?

www.FreeLibros.me

EJERCICIOS DE DISEÑO Y DE DIBUJOS DE FUNCIONAMIENTO

Ejercicios de diseño

Las siguientes sugerencias para la asignación de proyectos son de naturaleza general y muy amplia, y se espera que ayuden a generar muchas ideas para proyectos de diseño específicos. Una gran cantidad de trabajo de diseño se realiza para mejorar un producto o sistema empleando nuevos materiales, nuevas técnicas o nuevos sistemas o procedimientos. Además, para el diseño del producto en sí se requiere otra gran cantidad de trabajo de diseño para la elaboración, producción y manejo del producto. Se le recomienda analizar con su profesor cualquier idea que pueda tener para un proyecto.

Cada solución a un problema de diseño, ya sea preparado por un estudiante individual o formulado en grupo, debe tener la forma de un informe, que deberá escribirse a computadora o con letras manuales trazadas con mucho cuidado, encuadernado y pegado. Se sugiere que el informe contenga lo siguiente (o alguna variación de lo siguiente, según lo especifique su profesor).

1. Una hoja de título. El título del proyecto de diseño debe colocarse aproximadamente en el centro de la hoja y su nombre o los nombres de los integrantes del equipo en la esquina inferior derecha. El símbolo de LP debe estar seguido por el nombre del líder de proyecto.
2. Tabla de contenido con números de página.
3. Declaración del propósito del proyecto con los comentarios adecuados.
4. Bosquejos de diseño preliminares, con comentarios sobre las ventajas y desventajas de cada uno, lo que condujo a la selección final de la mejor solución. Todo el trabajo debe estar firmado y fechado.
5. Un dibujo (o dibujos si en el diseño participa más de una pieza) pictórico y otro de ensamble hechos con precisión, utilizando los métodos tradicionales de dibujo o de CAD según se le indique.
6. Dibujos de funcionamiento detallados, a mano alzada, mecánicos o producidos en CAD según se le indique. Se recomienda el tamaño de hoja de 8.5" × 11" para insertarla convenientemente en el informe. Los tamaños más grandes pueden anexarse al informe con el plegamiento adecuado.
7. En su caso, bibliografía o créditos de las fuentes importantes de información.

Ejercicio 12.1 Diseñe un equipamiento nuevo o mejorado para áreas de juego, recreativas o deportivas. Por ejemplo, un nuevo juguete para niños podría ser a la vez lúdico y educativo. Cree un dibujo de ensamble.

Ejercicio 12.2 Diseñe un equipamiento nuevo o mejorado en el área de la salud. Por ejemplo, las personas con discapacidad física necesitan equipos especiales.

Ejercicio 12.3 Diseñe un accesorio portavasos para ser instalado en automóviles. Debe servir para un rango de tamaños de taza de entre 8 y 64 onzas.

Ejercicio 12.4 Diseñe un soporte que sirva para sostener una guitarra acústica o eléctrica. Debe ser práctico, estable y adecuado para su uso en el escenario; inclusive, debe permitir que el músico cambie rápidamente de guitarra.

Ejercicio 12.5 Divida su grupo en equipos de diseño. Vea cuántas ideas diferentes puede generar cada equipo para un nuevo diseño de su salón de clases. El plazo es de 20 minutos.

Ejercicio 12.6 Diseñe un candado y una cadena de seguridad nuevos o mejorados para bicicleta. Si es posible, integre los dispositivos de cierre en el cuadro de la bicicleta. Cree un dibujo de ensamble que muestre las características de su diseño.

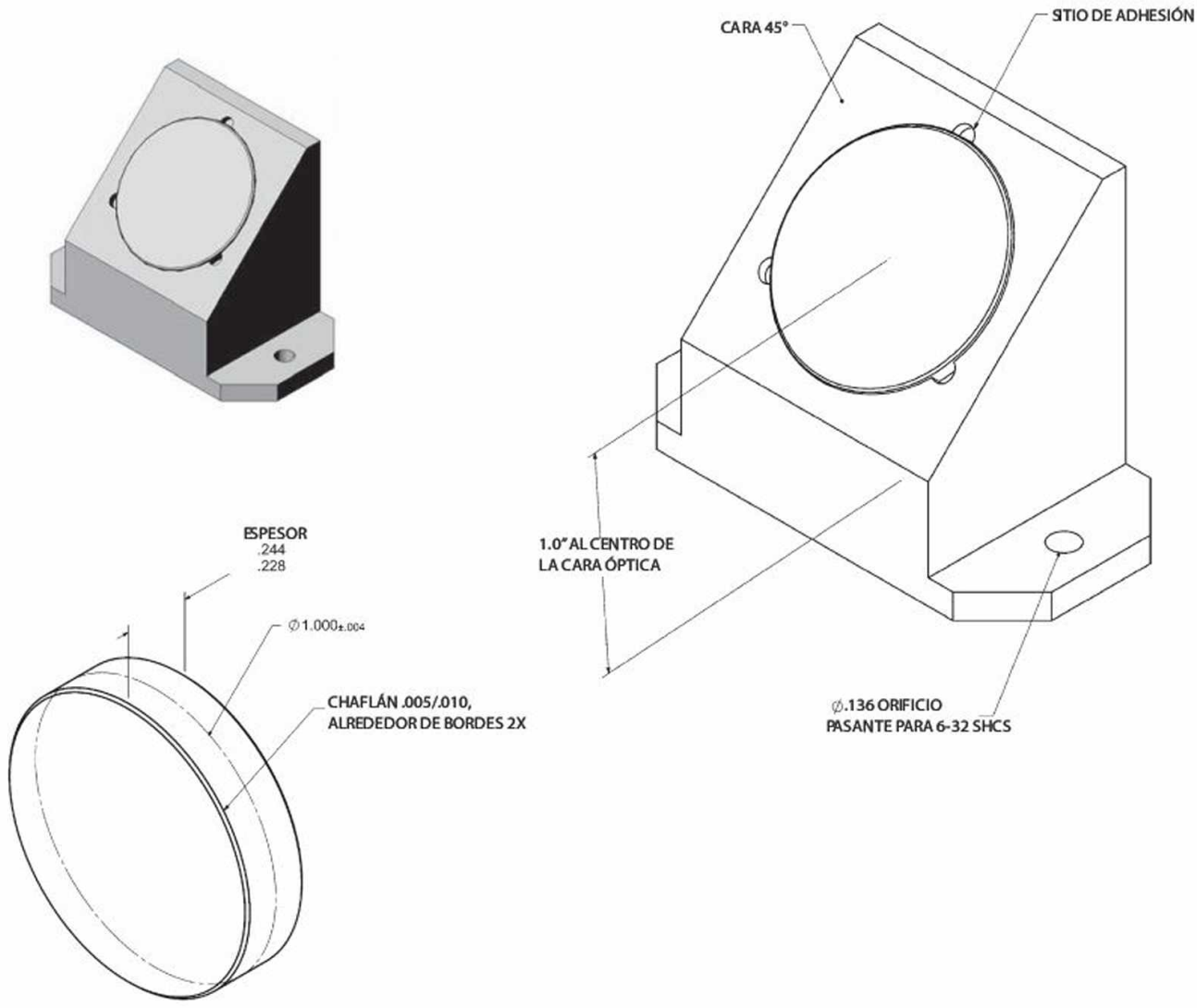
www.FreeLibros.me

Ejercicios de dibujos de funcionamiento

Los problemas de los ejercicios 12.7 a 12.62 se presentan para que practique cuando realice el tipo de dibujos de funcionamiento que comúnmente se usan en la industria. Muchos de los ejercicios, en especial los ensambles, le ofrecen la oportunidad de ejercer su capacidad de rediseñar o mejorar el diseño existente. Debido a las variaciones en los tamaños y en las escalas que puede usar, usted debe seleccionar los tamaños de hoja y las escalas cuando no se especifiquen, siempre y cuando tenga la aprobación de su profesor. Las distribuciones de hoja estándar se muestran en la portada interior de este libro (puede usar cualquiera de los cuadros de título que se muestran con modificaciones, si lo desea; o, incluso, puede diseñar su propio cuadro de títulos si se lo indica su profesor).

Los enunciados de cada problema son breves a propósito, y su profesor puede variar los requisitos. Utilice el recomendado sistema métrico, o el aceptable sistema decimal en pulgadas, según se le indique.

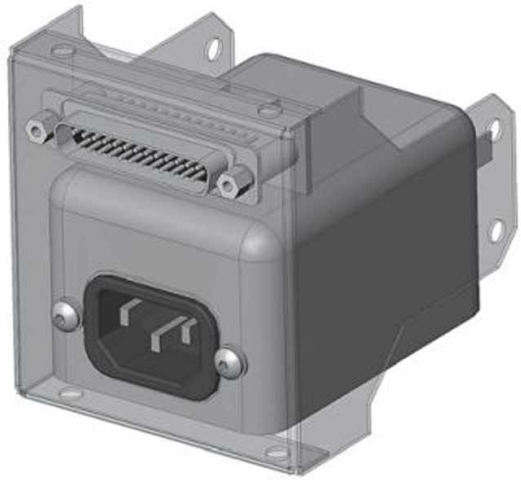
En los problemas que se presentan de manera gráfica, las marcas de dimensión y acabado le ofrecen la información necesaria para hacer el dibujo ortográfico o el modelo sólido. En la mayoría de los casos, las dimensiones dadas son las necesarias para hacer las piezas; pero debido a las limitaciones de los dibujos pictóricos, no en todos los casos deben mostrarse las dimensiones sobre el dibujo de funcionamiento. En los problemas pictóricos se muestran las superficies brutas y acabadas, pero por lo general se omiten las marcas de acabado. Usted debe agregar todas las marcas de acabado necesarias y colocar todas las dimensiones en los sitios preferidos de cada dibujo final.



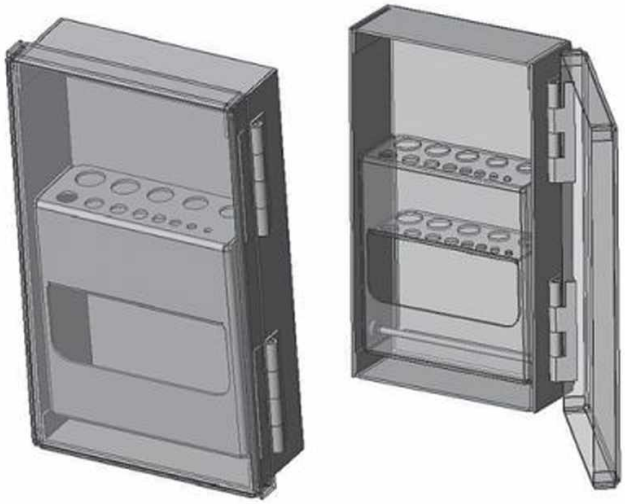
Ejercicio 12.7 Cree dibujos de las piezas y un ensamble del lente y la montura. Mantenga las distancias críticas y un ángulo preciso de 45° para el lente.

www.FreeLibros.me

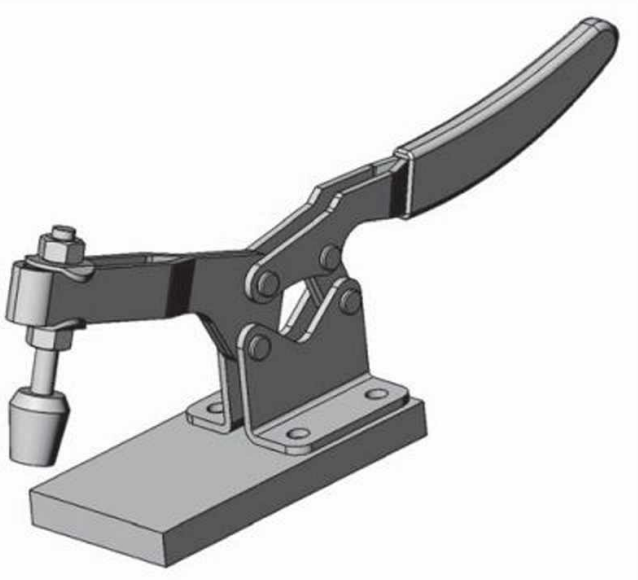
Ejercicio 12.8 Cree un dibujo del despiece del ensamble para el giroscopio. Cree dibujos de detalle para las piezas según se las asigne su profesor. Las piezas dimensionadas se muestran en la página siguiente.



Ejercicio 12.9 Diseñe la carcasa de hoja metálica para los conectores de potencia y D-sub que se muestran. Descargue modelos existentes de piezas estándar. Cree los patrones planos para la hoja metálica si se lo indica su profesor.



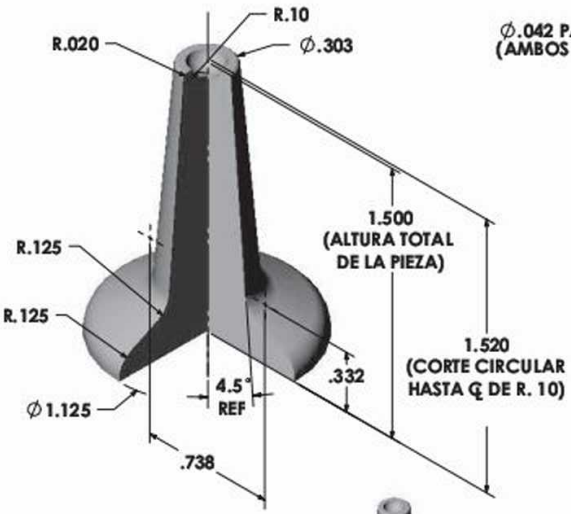
Ejercicio 12.10 Diseñe un marco perforado de hoja metálica para brocas. Cree dibujos detallados de las piezas y el ensamble. Desarrolle los patrones planos si se le indica. Use "relaciones" en su modelo de manera que pueda cambiar los tamaños de los agujeros y la altura, anchura y profundidad totales de la caja, y actualizar automáticamente su diseño para diferentes configuraciones.



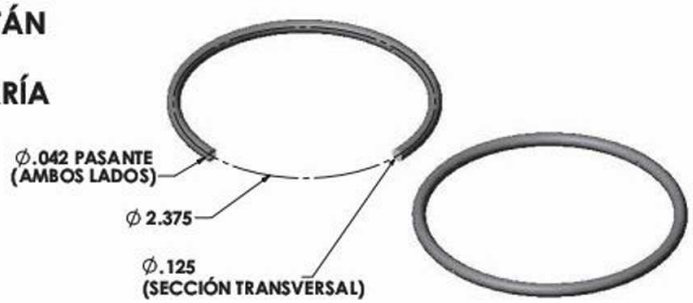
Ejercicio 12.11 Cree un dibujo del despiece del ensamble para la mordaza. Las piezas dimensionadas se muestran en las páginas 476-477.

www.FreeLibros.me

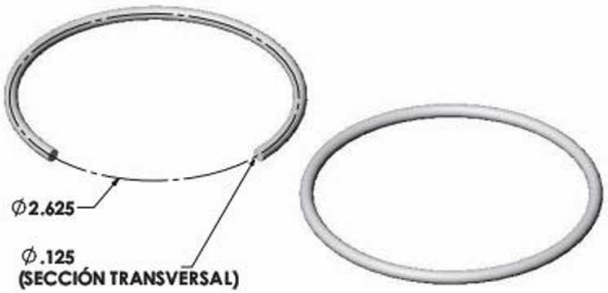
NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN PULGADAS
2. LA ESCALA DE LAS PIEZAS VARÍA



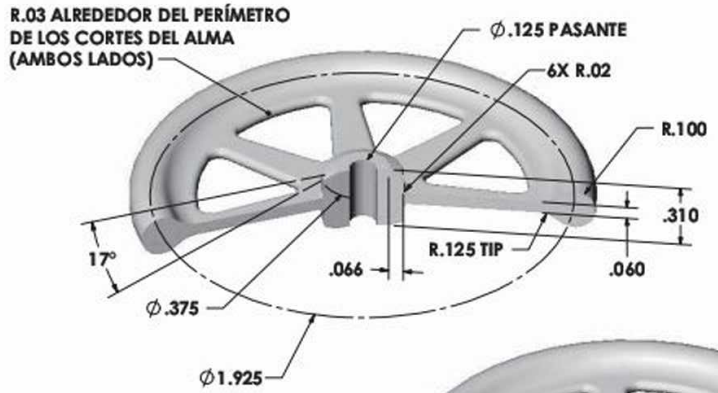
BASE

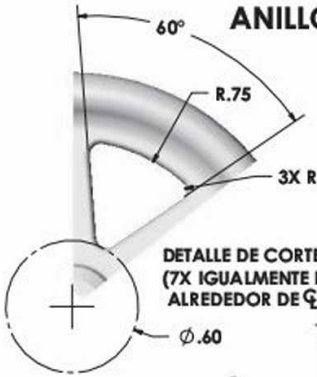


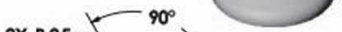
ANILLO INTERIOR

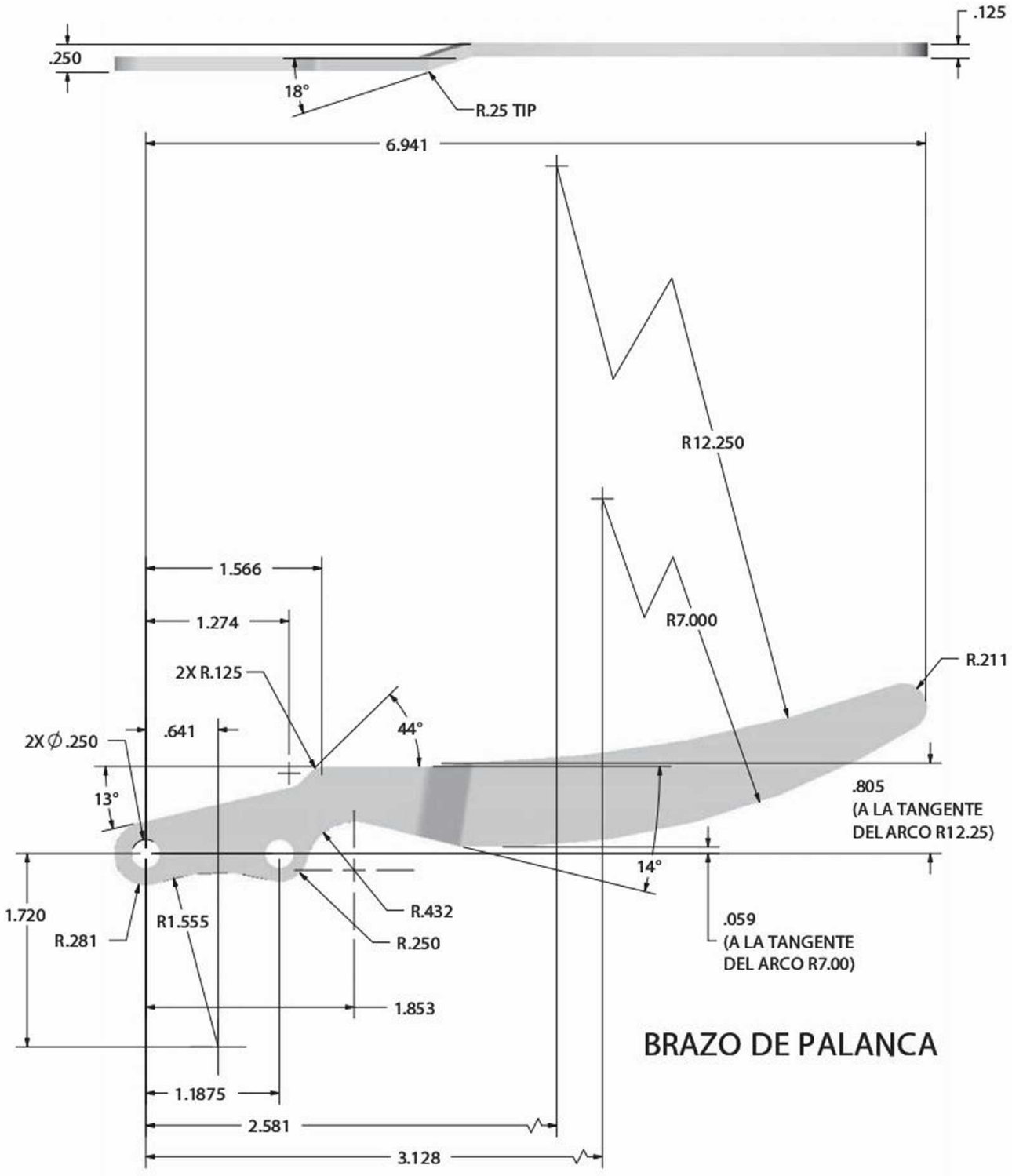


ANILLO EXTERIOR

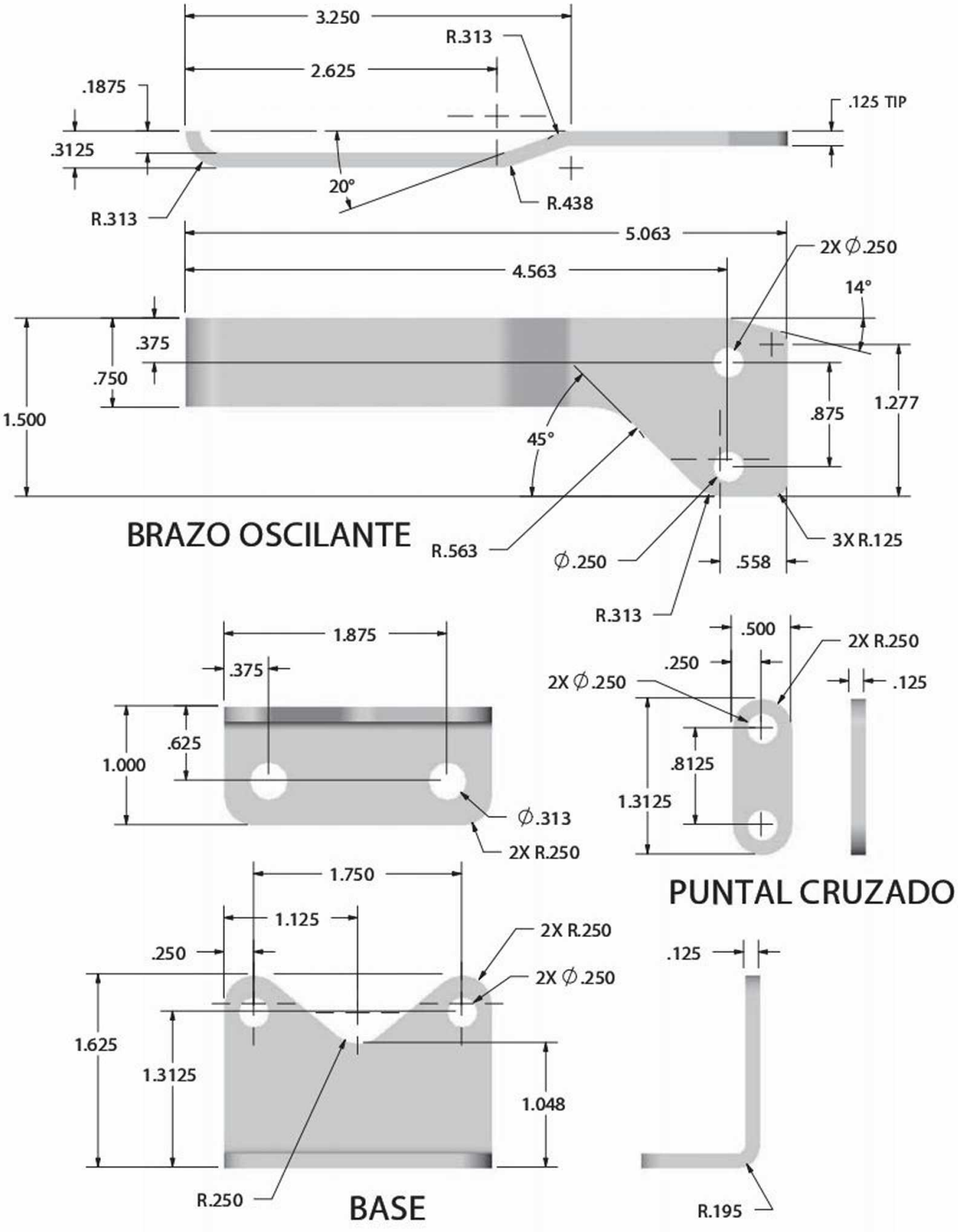




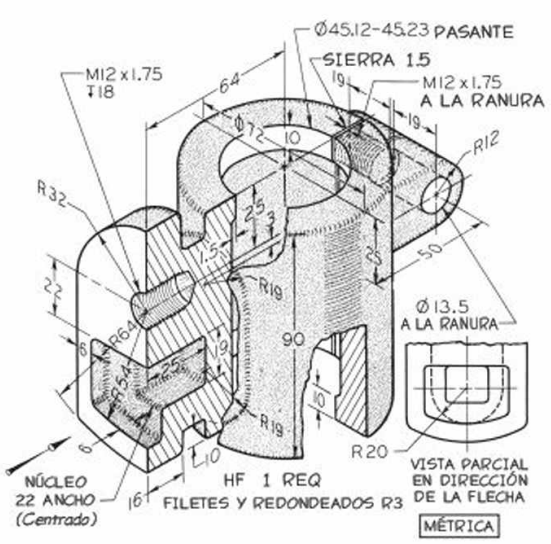




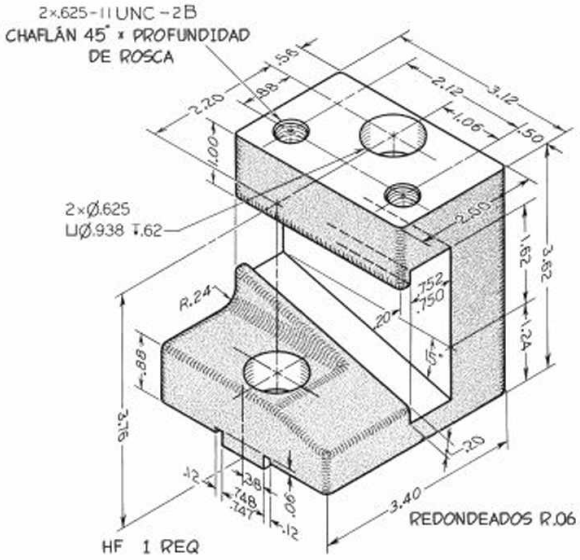
www.FreeLibros.me



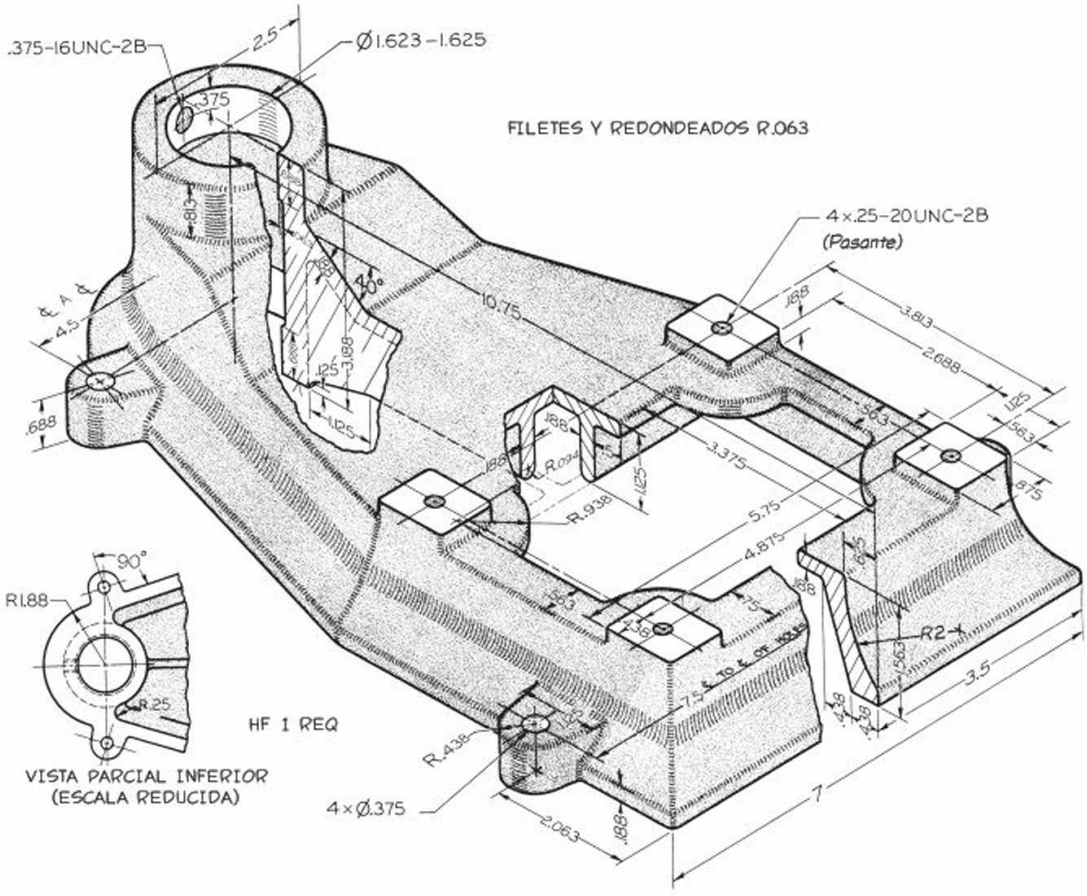
www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.12 Haga un dibujo de detalle para el soporte de mesa.

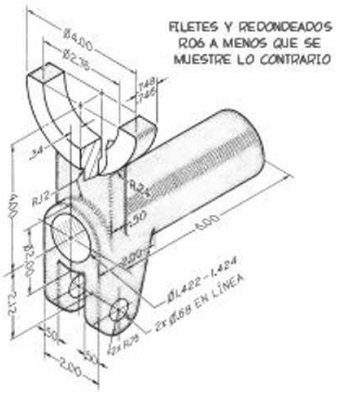


Ejercicio 12.13 Haga un dibujo de detalle para el poste de herramientas D. Si se le indica, convierta a dimensiones métricas.

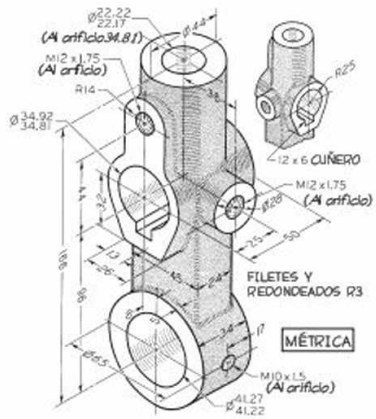


Ejercicio 12.14 Haga un dibujo detallado de la base de taladro. Use dimensiones unidireccionales métricas o en pulgadas decimales.

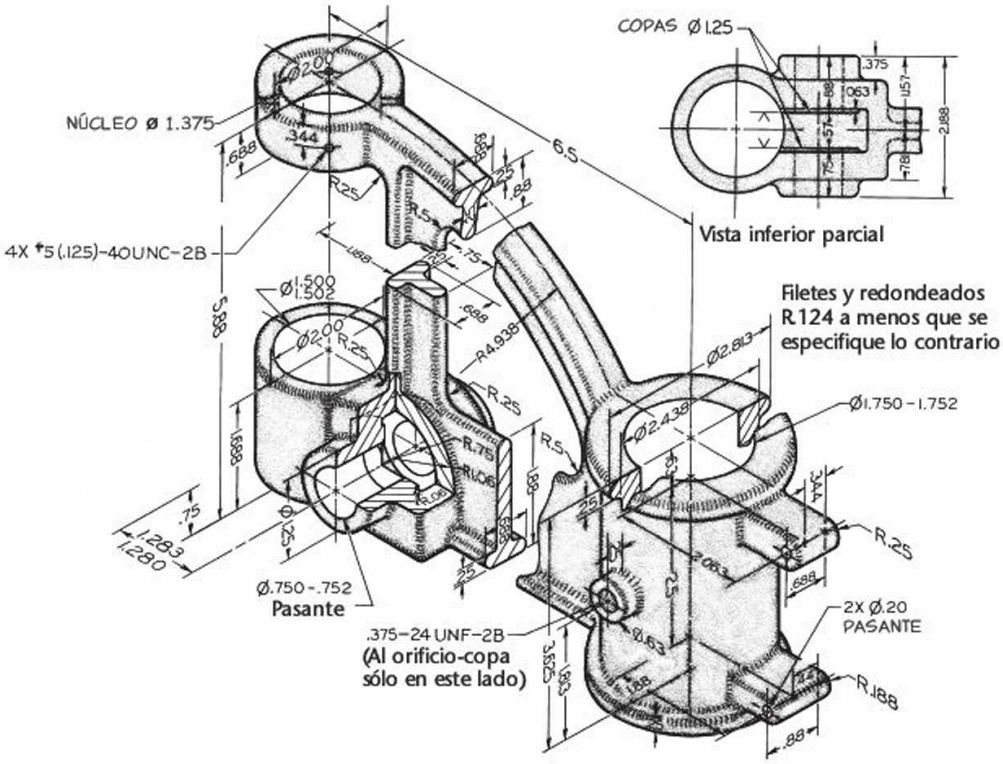
www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.15 Haga un dibujo de detalle para la horquilla de cambios. Si se le asigna, convierta las dimensiones al sistema métrico.

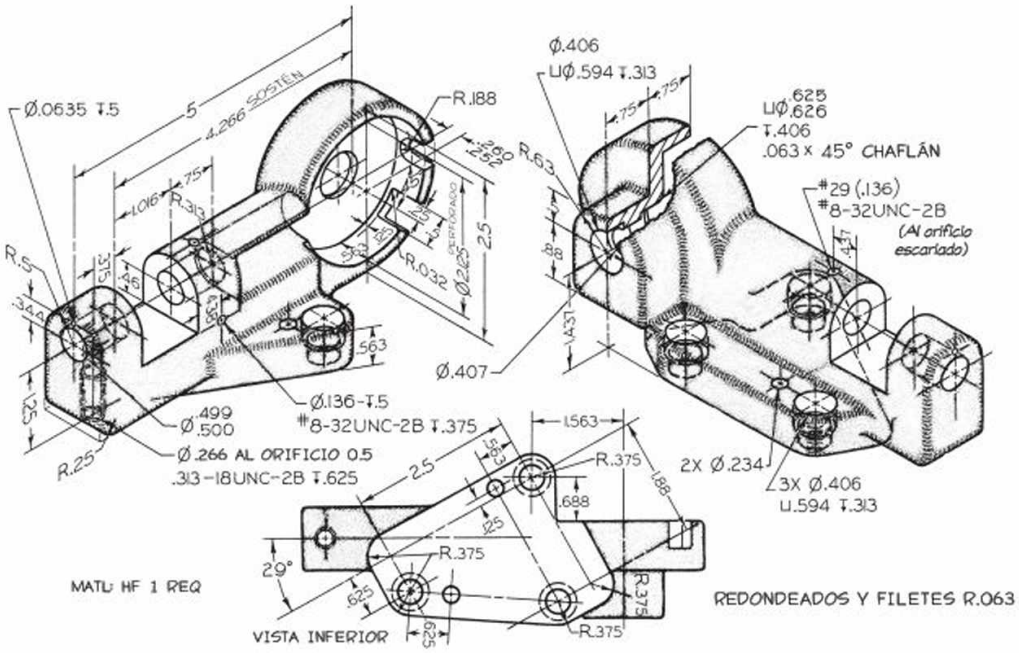


Ejercicio 12.16 Haga un dibujo de detalle para el brazo tensor.

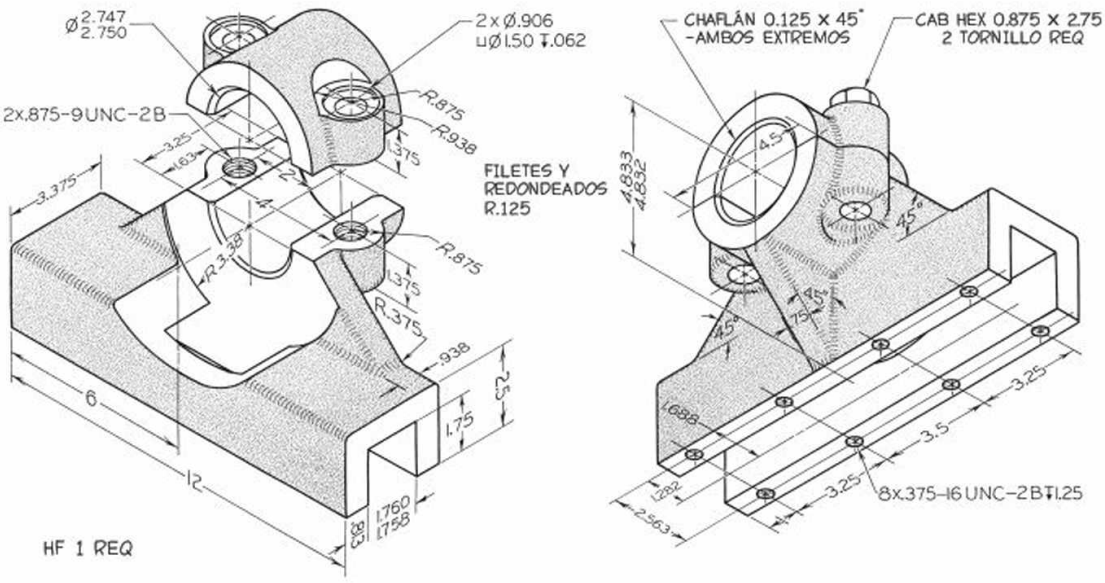


Ejercicio 12.17 Haga un dibujo de detalle para el soporte de taladro a presión. Si se le indica, convierta las dimensiones en pulgadas decimales o rediseñe la pieza con dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me

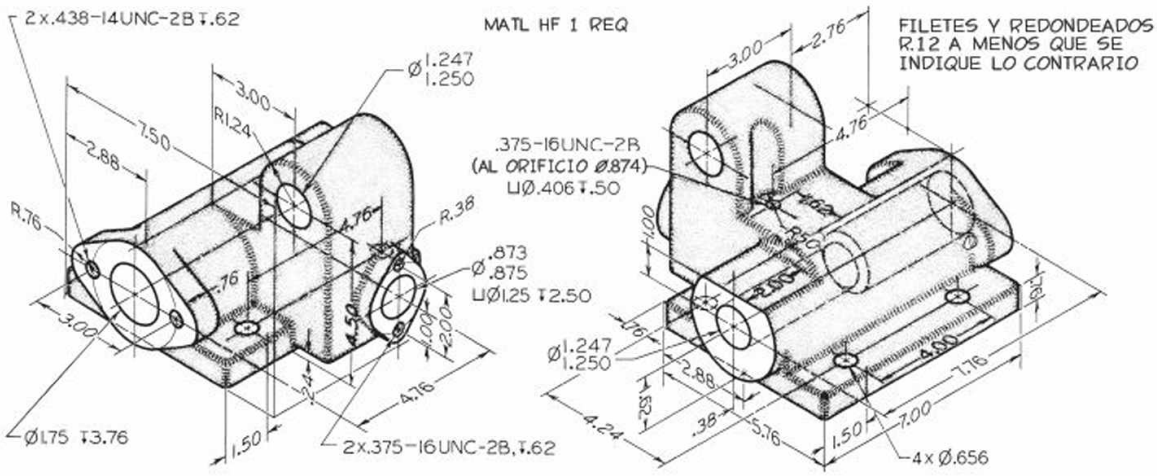


Ejercicio 12.18 Haga un dibujo de detalle para el soporte de carátula. Si se le indica, convierta las dimensiones a pulgadas decimales o rediseñe la pieza con dimensiones métricas.

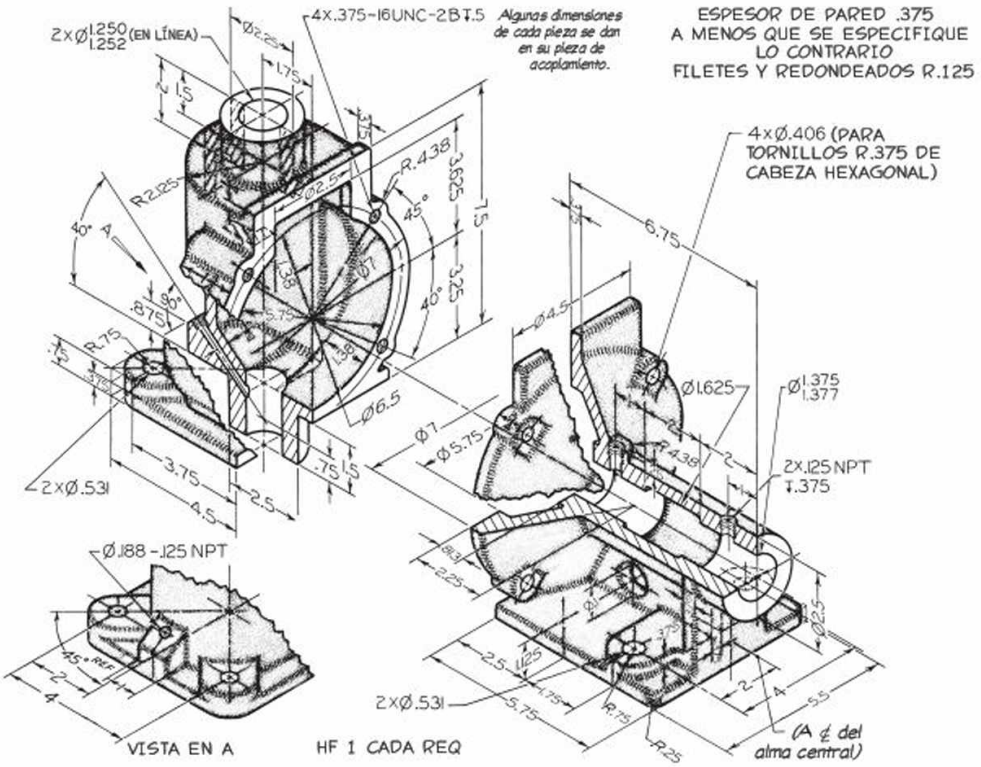


Ejercicio 12.19 Haga dibujos de detalle a tamaño medio para el gancho deslizante. Si se le indica, convierta las dimensiones a pulgadas decimales o rediseñe la pieza con dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me

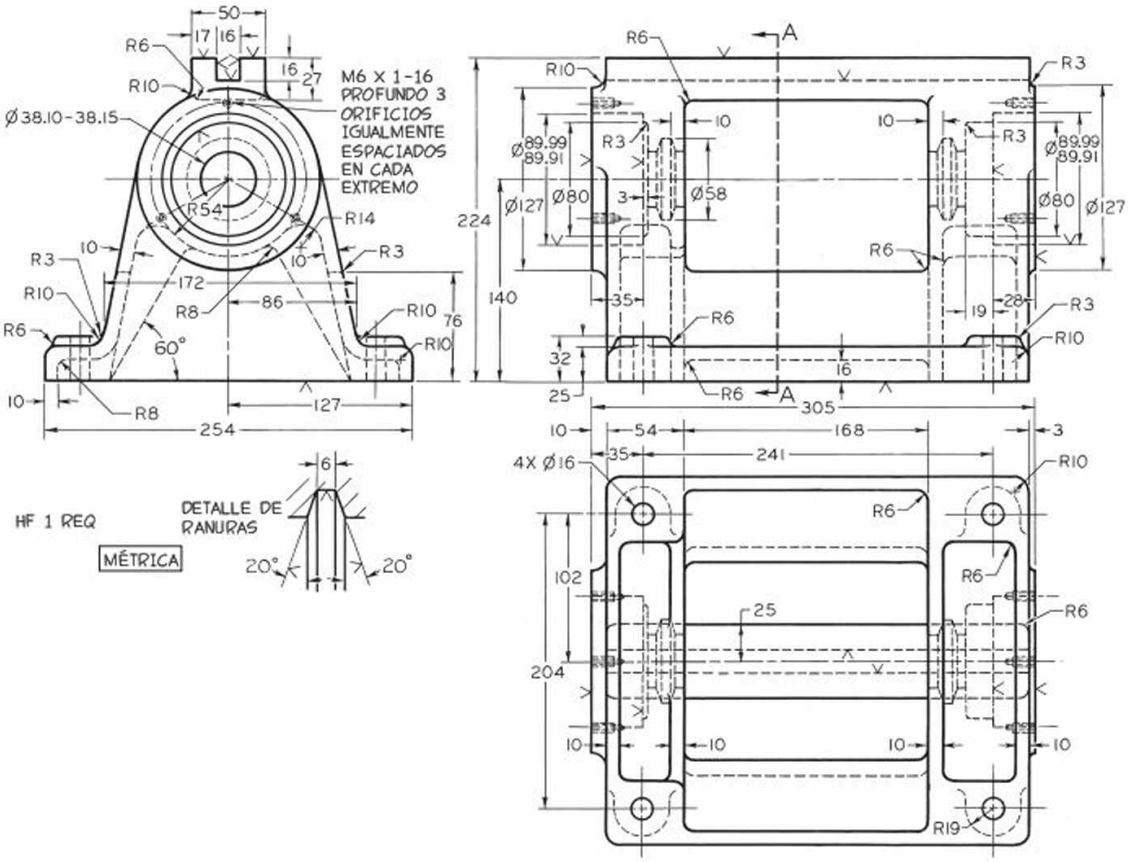


Ejercicio 12.20 Haga un dibujo de detalle a tamaño medio para el cuadro de detención automática. Si se le indica, rediseñe la pieza con dimensiones métricas.



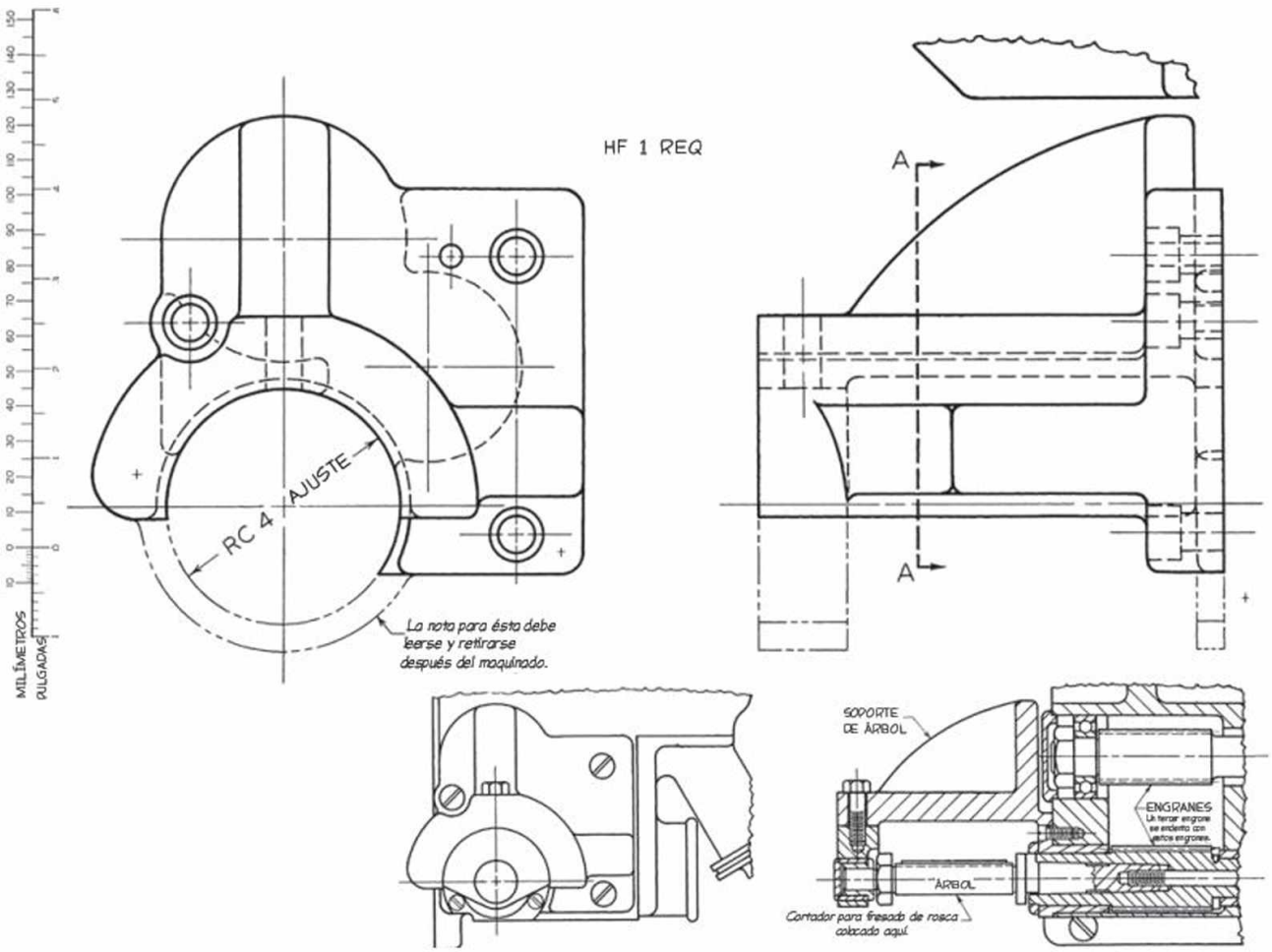
Ejercicio 12.21 Haga dibujos de detalle a tamaño medio para la cubierta del transportador. Si se le indica, convierta las dimensiones en pulgadas decimales o rediseñe las piezas con dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me

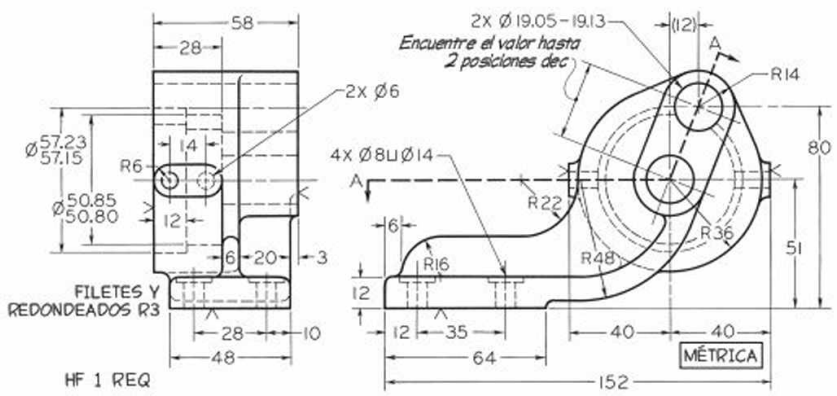


Ejercicio 12.22 Para la cubierta del vástago, dibuje lo que se solicita. Dadas: vistas frontal, lateral izquierda e inferior, y la sección parcial desplazada. Requeridas: vista frontal de la sección completa, vista superior y vista lateral derecha en la sección media sobre A-A. Dibuje a tamaño medio. Si se le indica, dimensione por completo.

www.FreeLibros.me

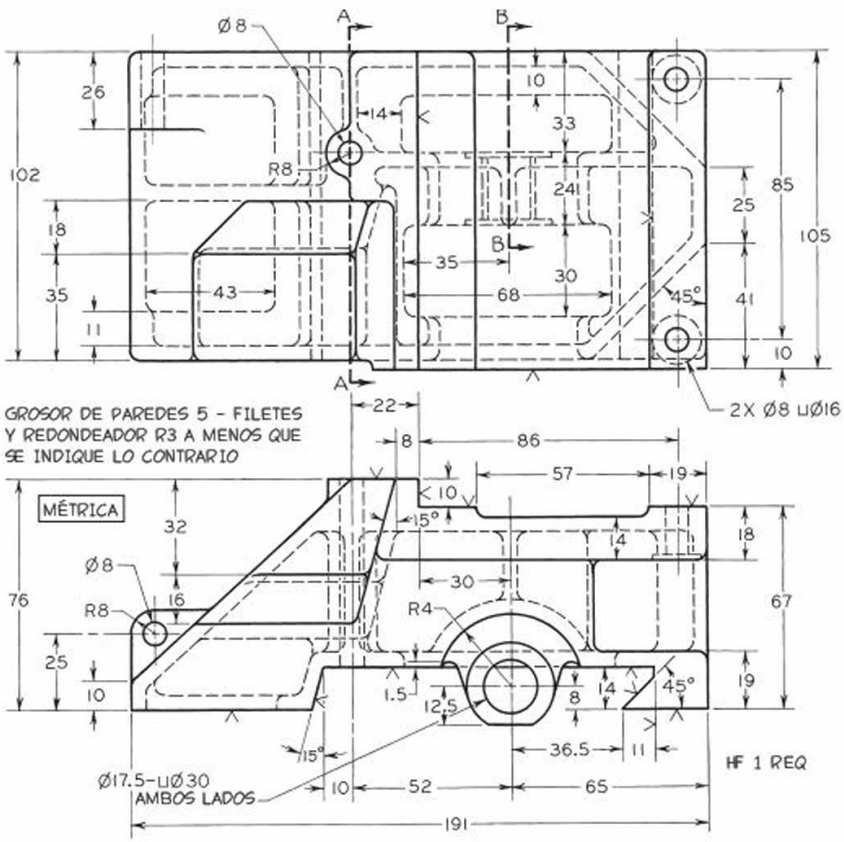


Ejercicio 12.23 Para el soporte de árbol, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: vistas frontal, lateral izquierda e inferior, y una sección A-A detallada. Use las tablas de la Norma Nacional Americana para los ajustes indicados, y si es necesario convierta a valores métricos (vea los anexos 4 a 13). Si se le indica, dimensione en el sistema métrico o en pulgadas decimales.



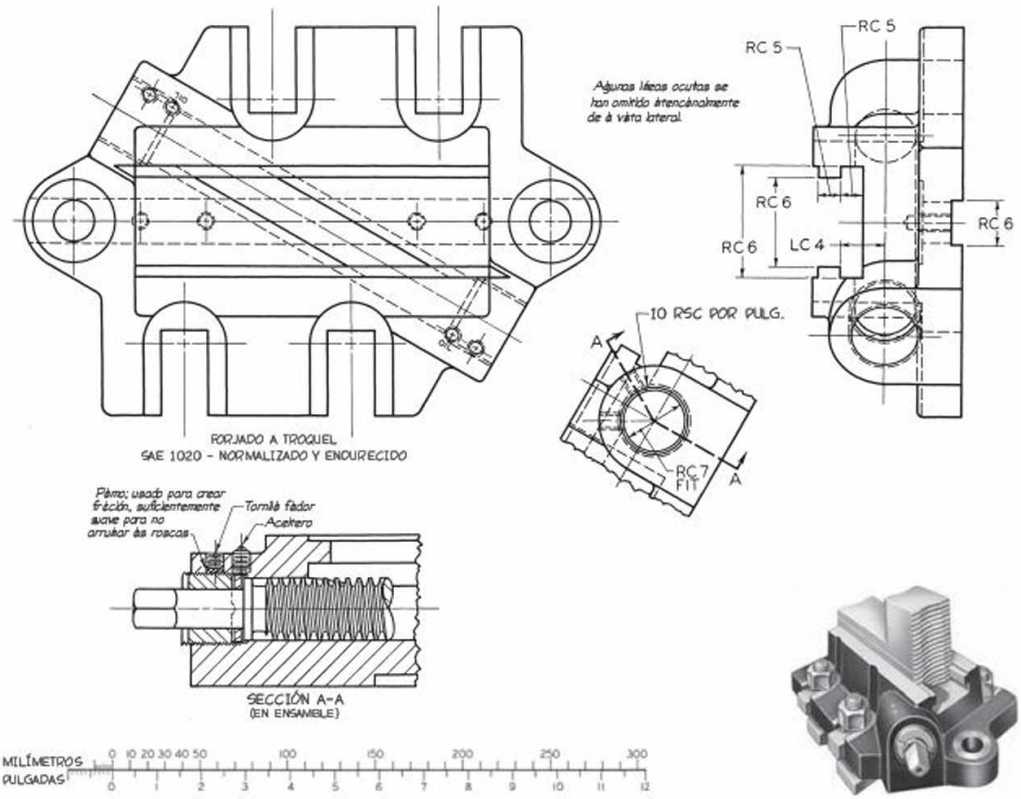
Ejercicio 12.24 Para el soporte de la bomba de una máquina fresadora de roscas, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requeridas: vista frontal y lateral derecha, así como la vista superior en la sección sobre A-A. Dibuje a tamaño completo. Si se le indica, dimensione por completo.

www.FreeLibros.me

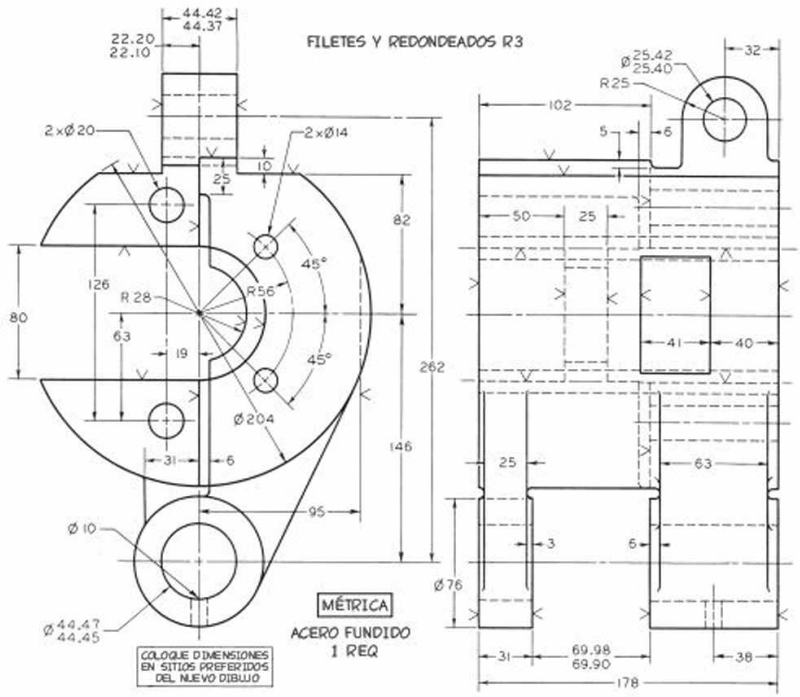


Ejercicio 12.25 Para la base de apoyo de una cepilladora, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y superior. Requeridas: vistas frontal y superior, vista lateral izquierda en la sección completa A-A y la sección desplazada B-B. Dibuje a tamaño completo. Si se le indica, dimensione por completo.

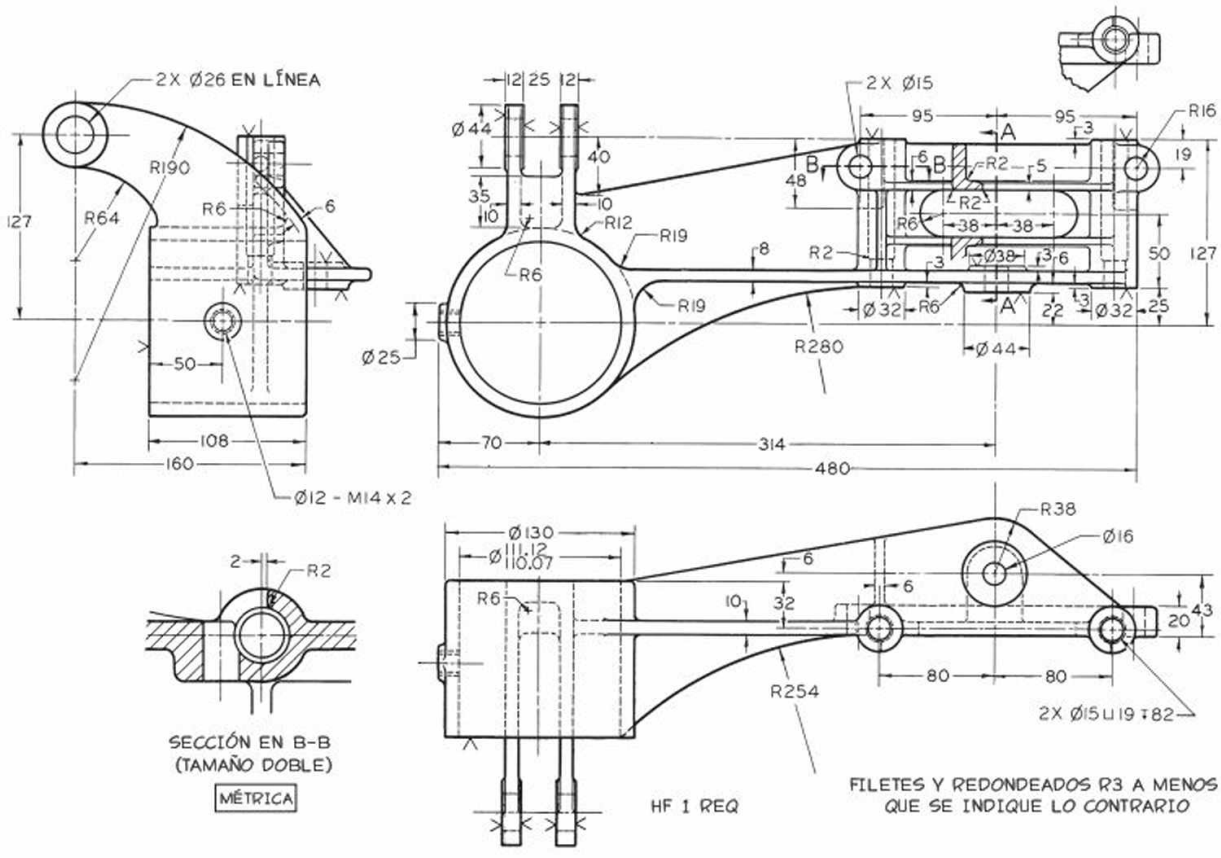
Ejercicio 12.26 Para la base de la quijada de una mordaza, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas superior y lateral derecha, así como vistas parciales auxiliares. Requeridas: vistas superior, lateral izquierda (a un lado de la superior) y frontal, así como las vistas parciales auxiliares dimensionadas, si así se le asigna. Use dimensiones métricas o pulgadas decimales. Utilice las tablas estándar de la Norma Nacional Americana para obtener los ajustes indicados, o convierta a valores métricos. Vea los apéndices 4 a 12.



www.FreeLibros.me

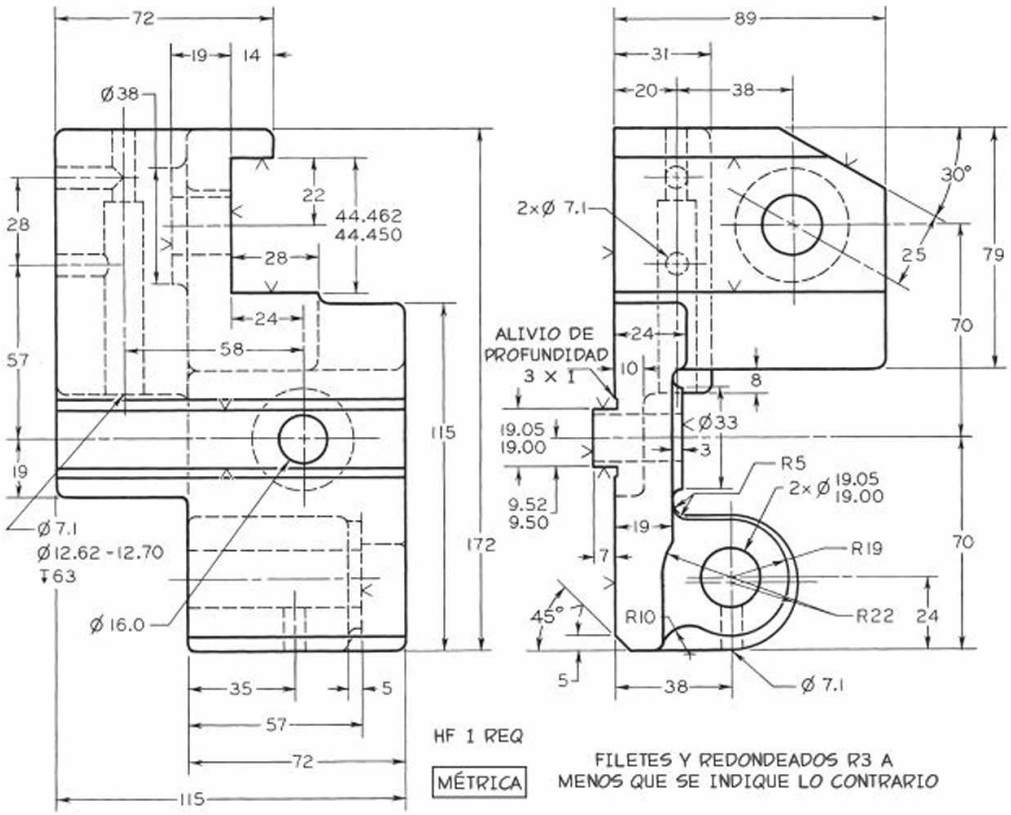


Ejercicio 12.27 Para la base de fijación de una prensa vertical de 60 toneladas, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: gire la vista frontal 90° en el sentido de las manecillas del reloj, después añada las vistas superior y lateral izquierda. Dibuje a mitad del tamaño verdadero. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones.

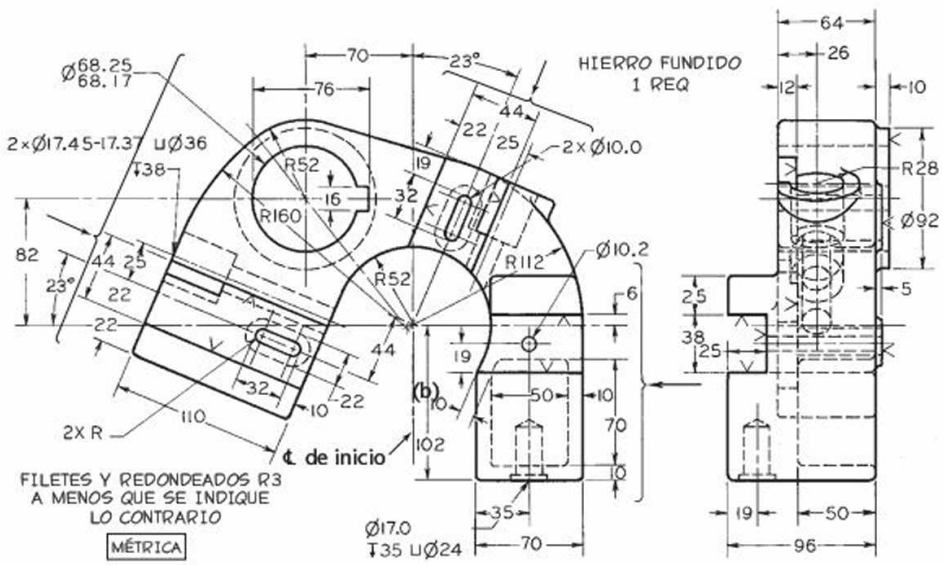


Ejercicio 12.28 Para el soporte, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal, lateral izquierda e inferior, así como la sección parcial desplazada. Requerido: haga el dibujo de detalle. Dibuje las vistas frontal, superior y lateral derecha, así como las secciones desplazadas A-A y B-B. Dibuje a tamaño medio. Trace la sección B-B a tamaño completo. Si se le indica, complete con dimensiones.

www.FreeLibros.me

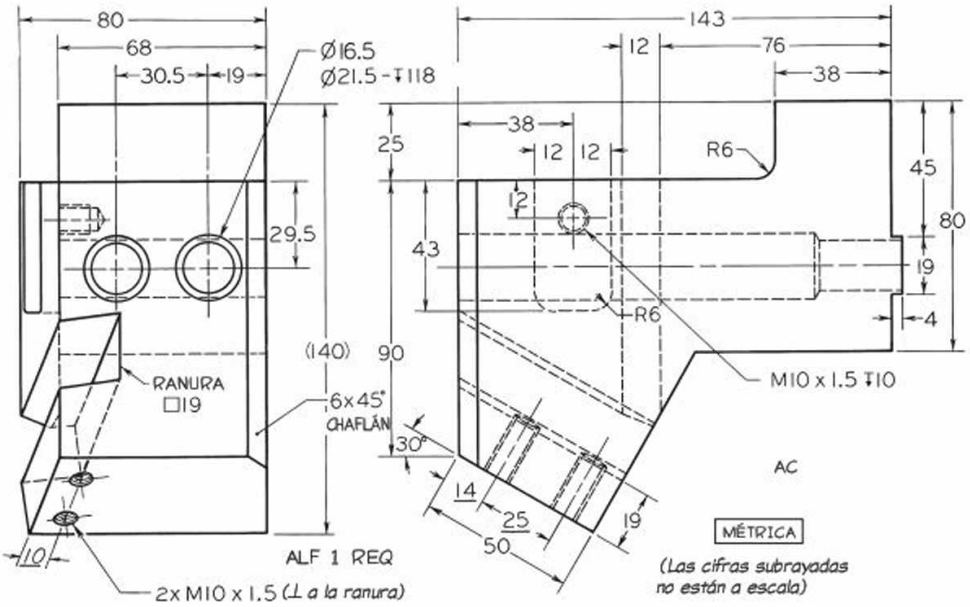


Ejercicio 12.29 Para el soporte de rodillos de una máquina automática de tornillos, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requerido: gire la vista frontal 90° en el sentido de las manecillas del reloj, después añada las vistas superior y lateral izquierda. Dibuje a tamaño medio. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones.

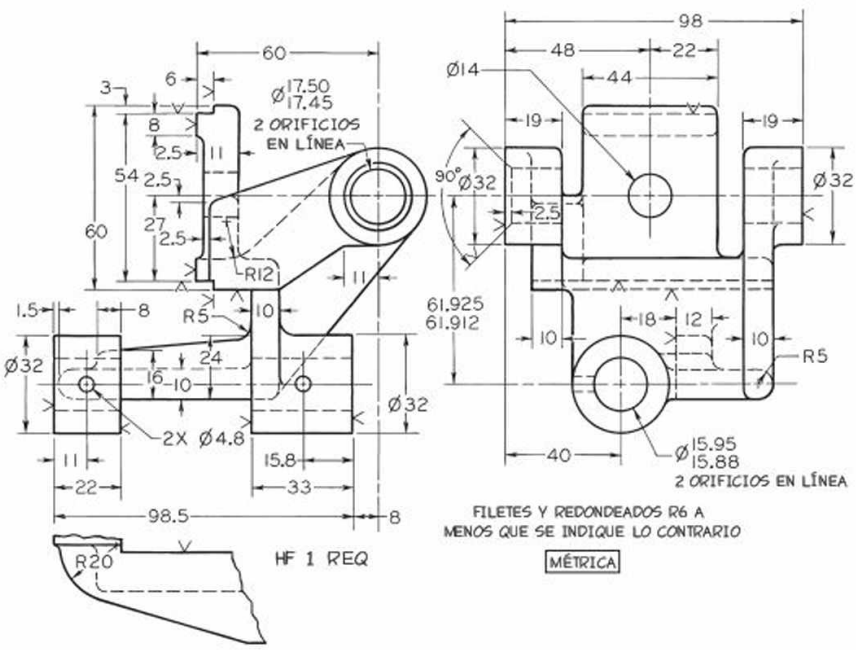


Ejercicio 12.30 Para el soporte guía de un formador de engranes, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: vista frontal, una vista parcial lateral derecha y dos vistas parciales auxiliares tomadas en el sentido de las flechas. Dibuje a tamaño medio. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones unidireccionales.

www.FreeLibros.me

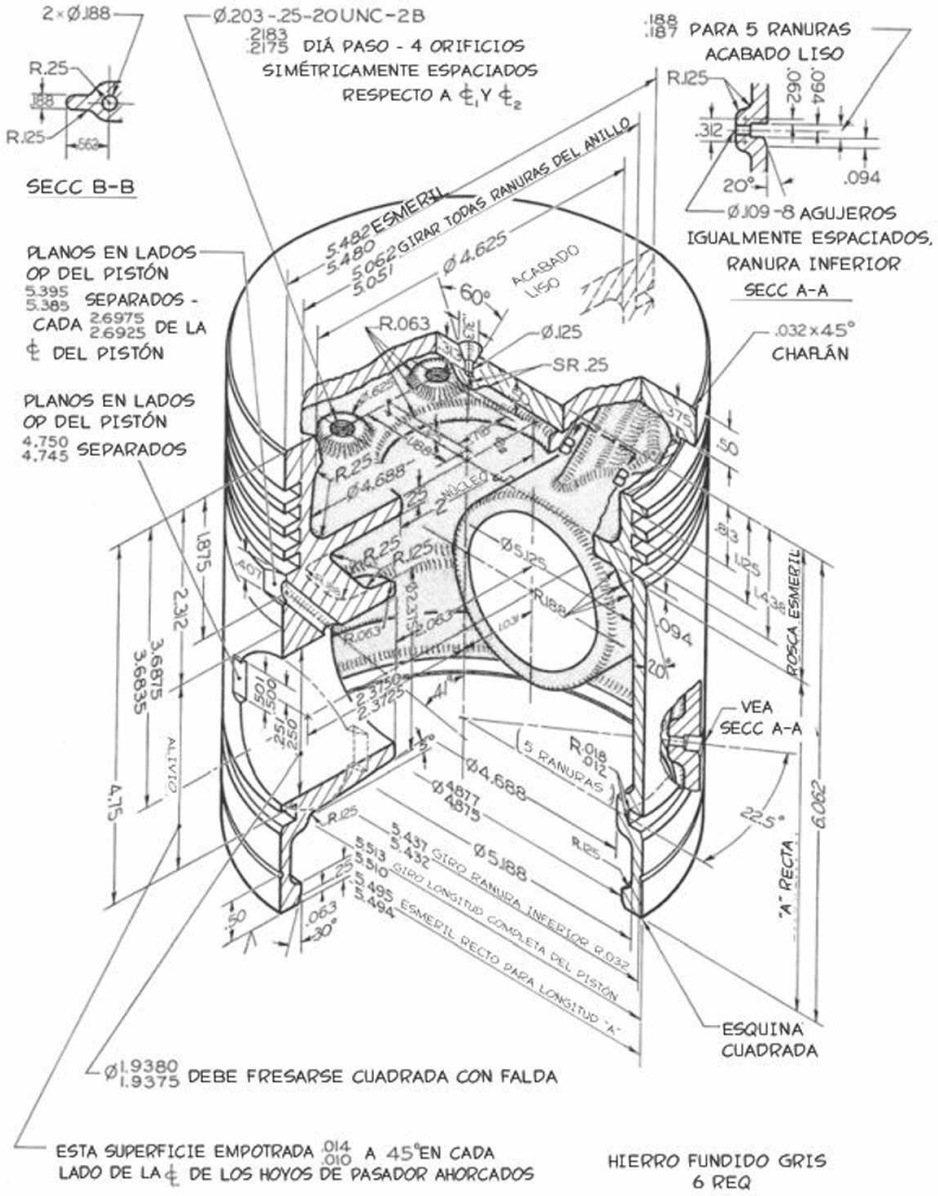


Ejercicio 12.31 Para el portaherramientas posterior, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y lateral izquierda. Requerido: tome la vista lateral izquierda como una nueva vista superior, añada las vistas frontal y lateral izquierda, aproximadamente a 215 mm de distancia, una vista auxiliar primaria, después una vista secundaria tomada de modo que muestre la vista extrema verdadera de la ranura de 19 mm. Complete todas las vistas, pero muestre sólo las líneas ocultas necesarias en las vistas auxiliares. Dibuje a tamaño completo. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones.



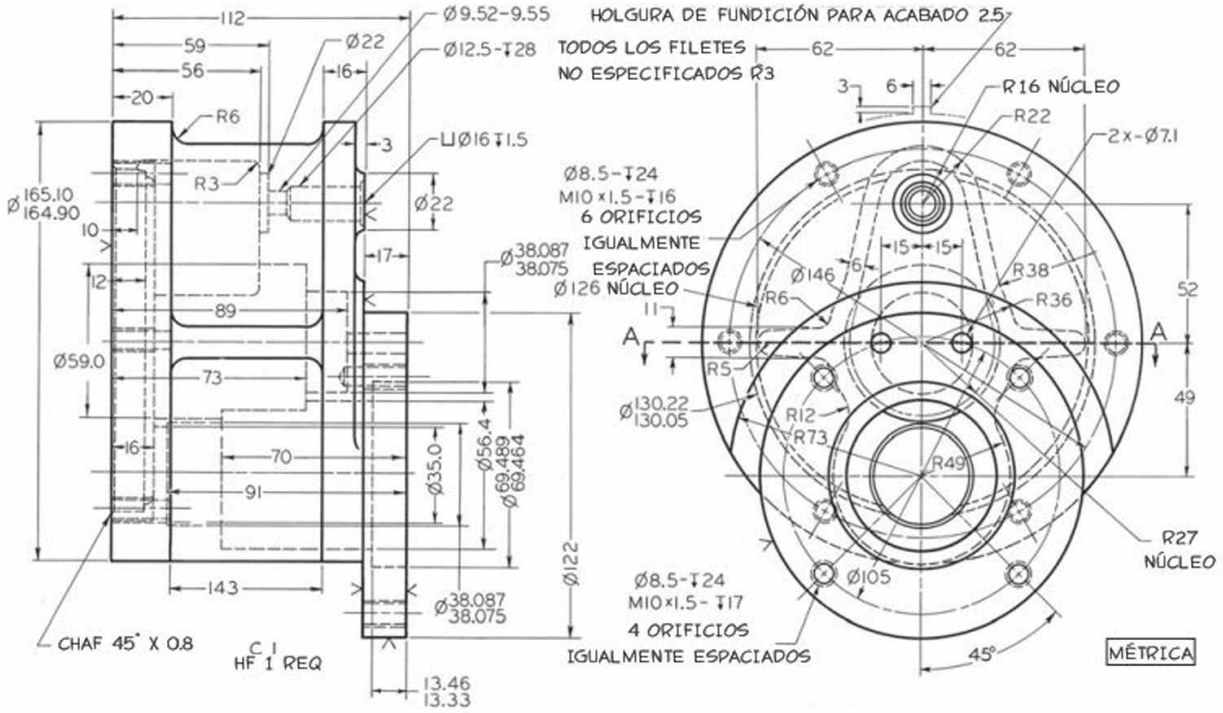
Ejercicio 12.32 Para el cojinete de un tornillo sinfín, dibuje lo siguiente. Dadas: vistas frontal y lateral derecha. Requeridas: vistas frontal, superior y lateral izquierda. Dibuje a tamaño completo. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones.

www.FreeLibros.me

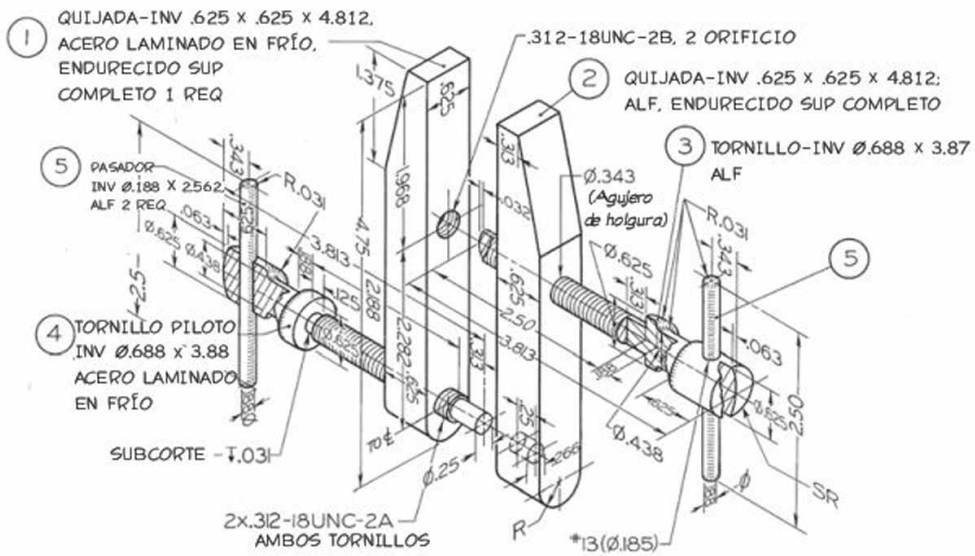


Ejercicio 12.33 Para el pistón de un tractor de oruga, haga lo siguiente. Realice el dibujo de detalle a tamaño completo. Si se le indica, use el sistema de pulgadas decimales unidireccionales, convierta todas las fracciones a dos posiciones decimales, o convierta todas las dimensiones al sistema métrico.

www.FreeLibros.me

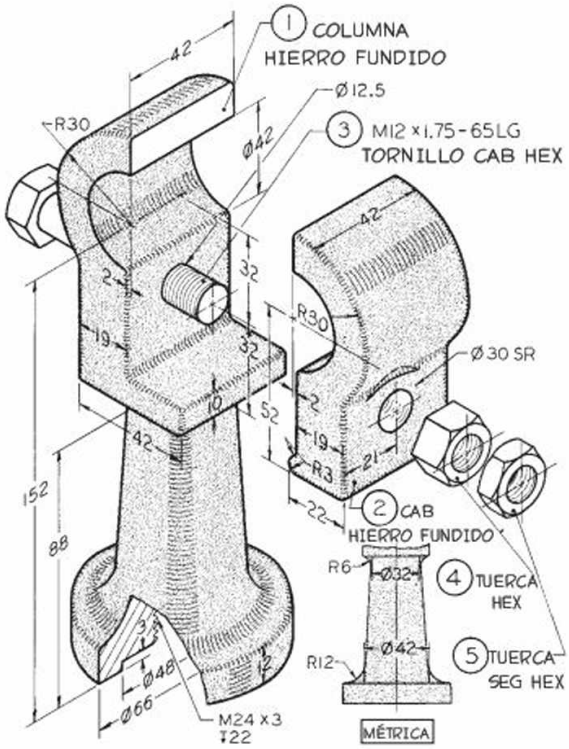


Ejercicio 12.34 Para la caja del generador, dibuje lo siguiente. Dadas: vista frontal y lateral izquierda. Requeridas: vista frontal, vista lateral derecha en sección completa, y vista superior en sección completa sobre A-A. Dibuje a tamaño completo. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones.

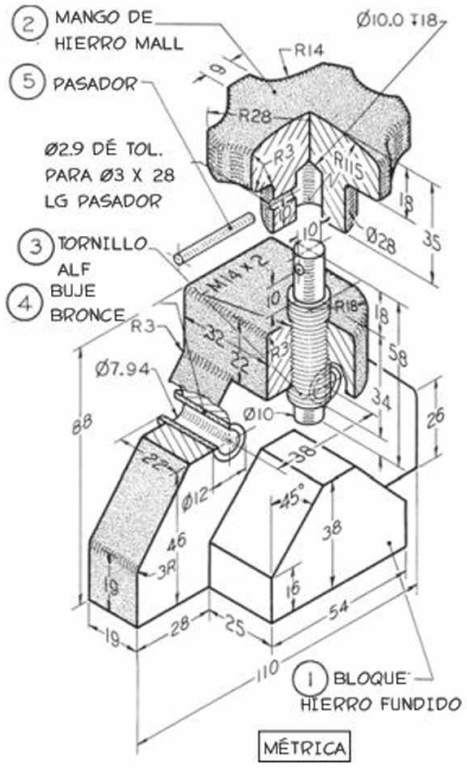


Ejercicio 12.35 Para la sujeción del maquinista, dibuje lo siguiente. Trace los detalles y el ensamble. Si se le indica, use dimensiones en pulgadas unidireccionales con dos decimales o rediseñe para dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me

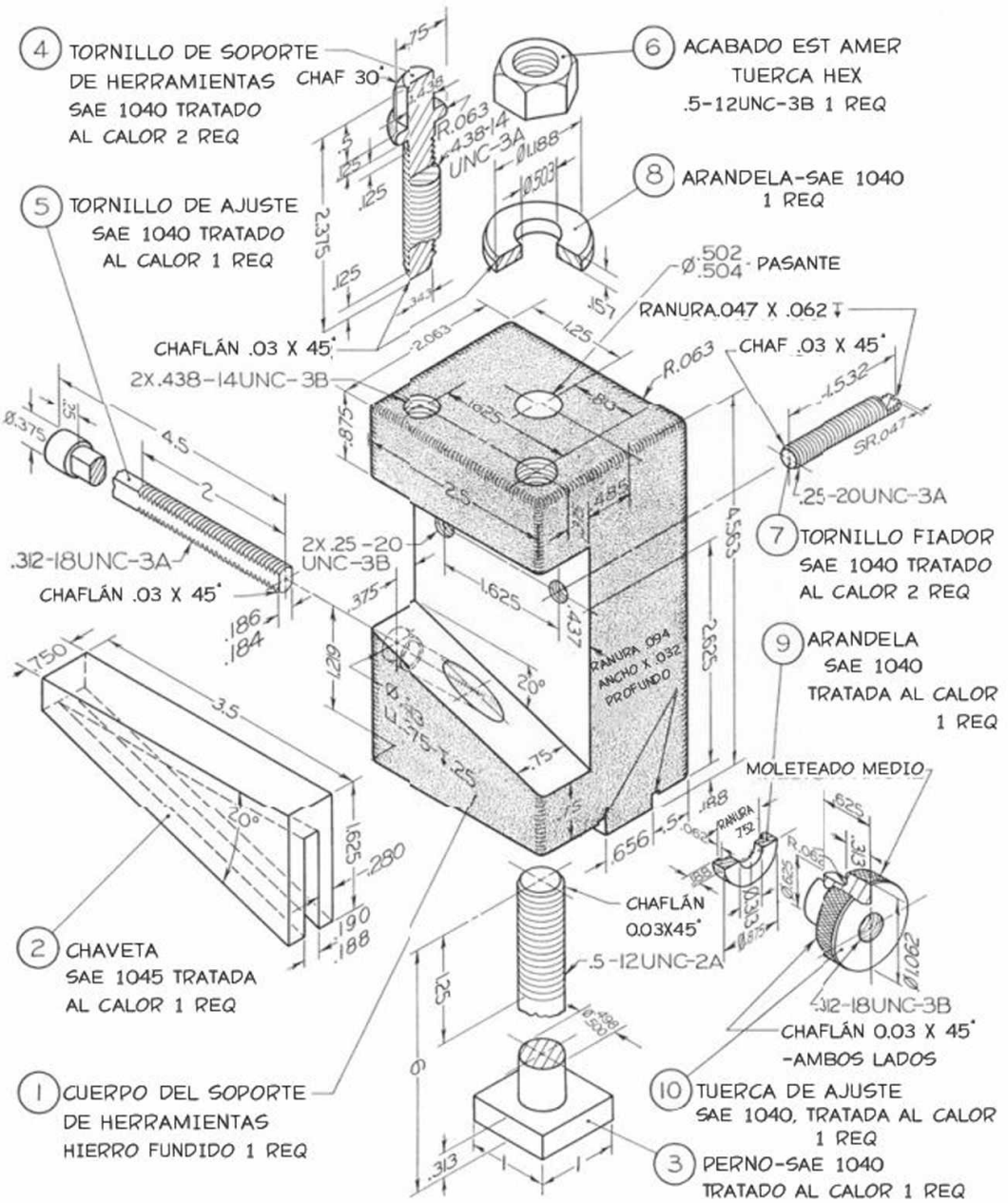


Ejercicio 12.36 Para la columna de un pasamanos, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones. (2) Dibuje el ensamble.



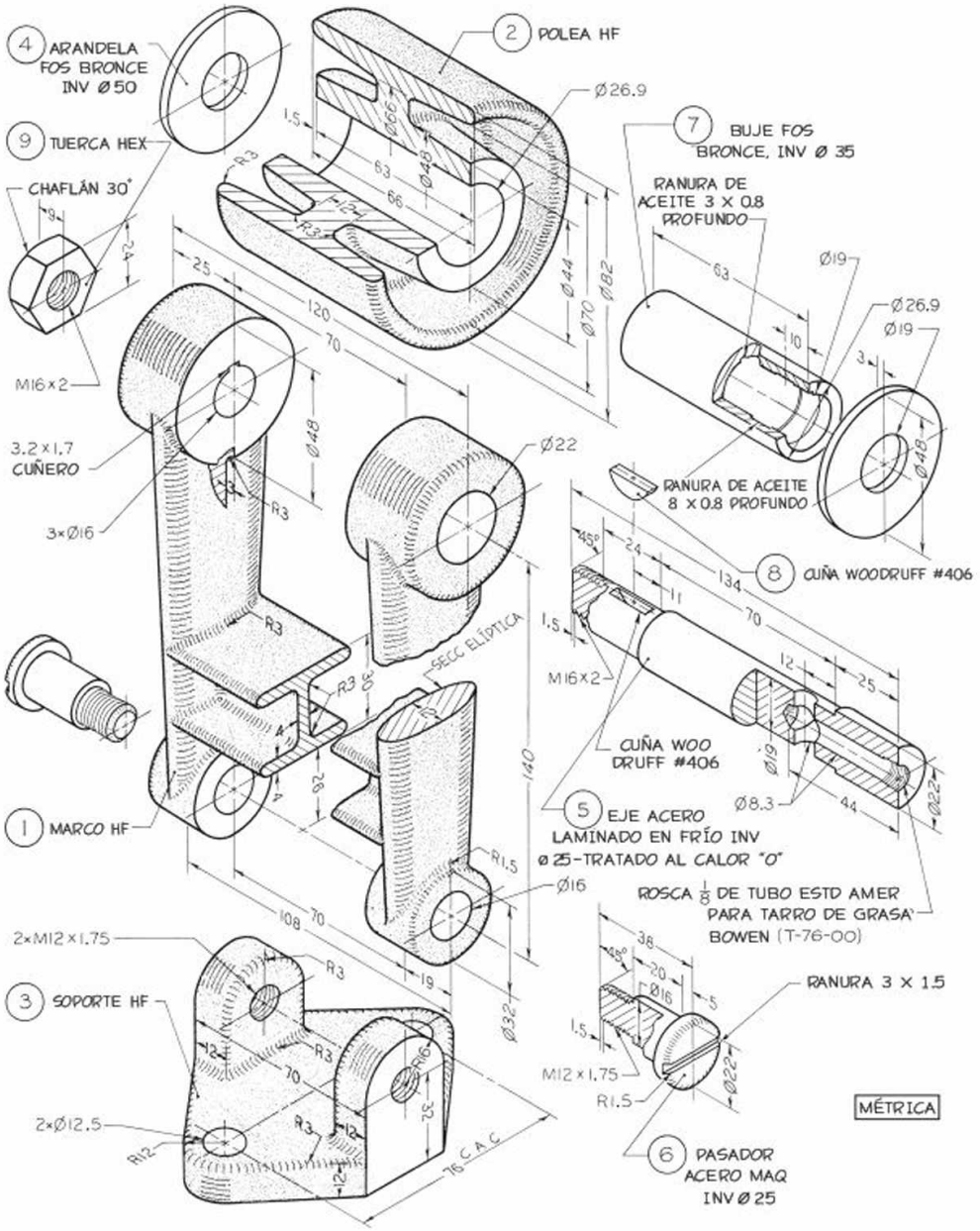
Ejercicio 12.37 Para la plantilla de perforación, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones. (2) Dibuje el ensamble.

www.FreeLibros.me



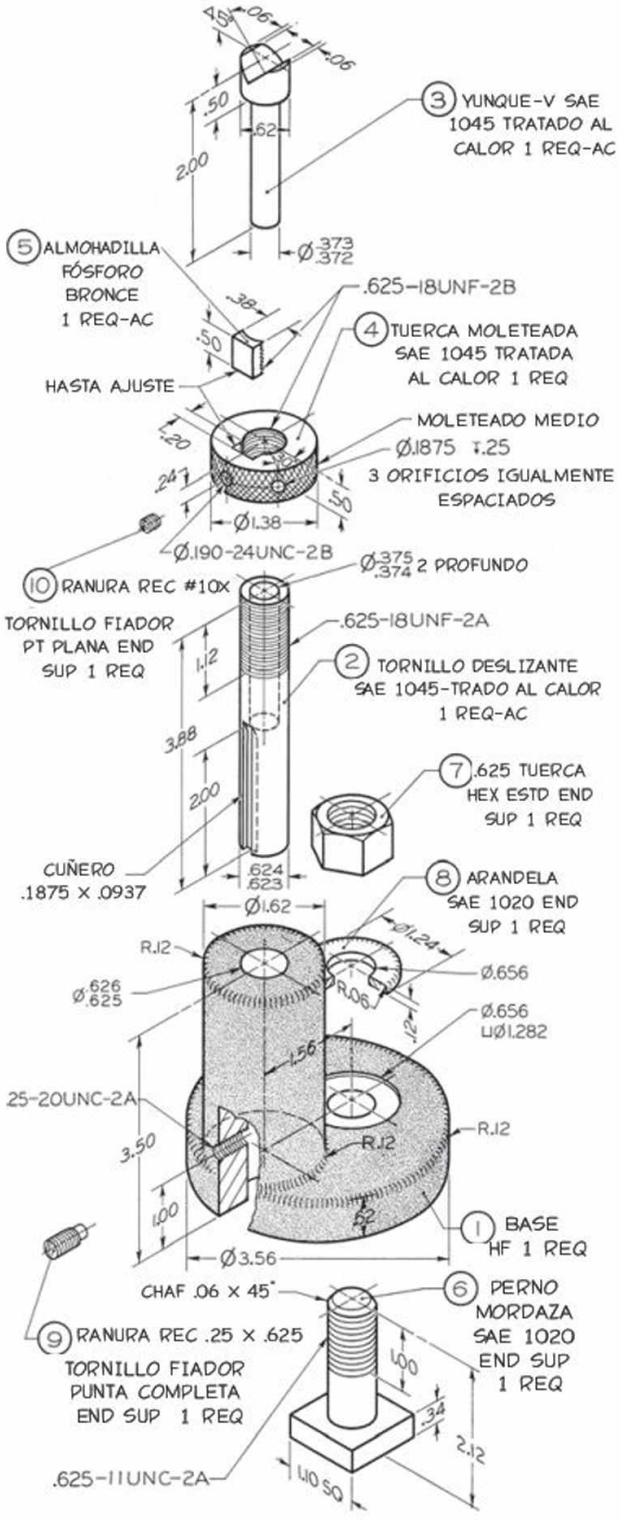
Ejercicio 12.38 Para el soporte de herramientas, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, use pulgadas unidireccionales con dos posiciones decimales para todas las dimensiones fraccionarias, o bien rediseñe para todas las dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me

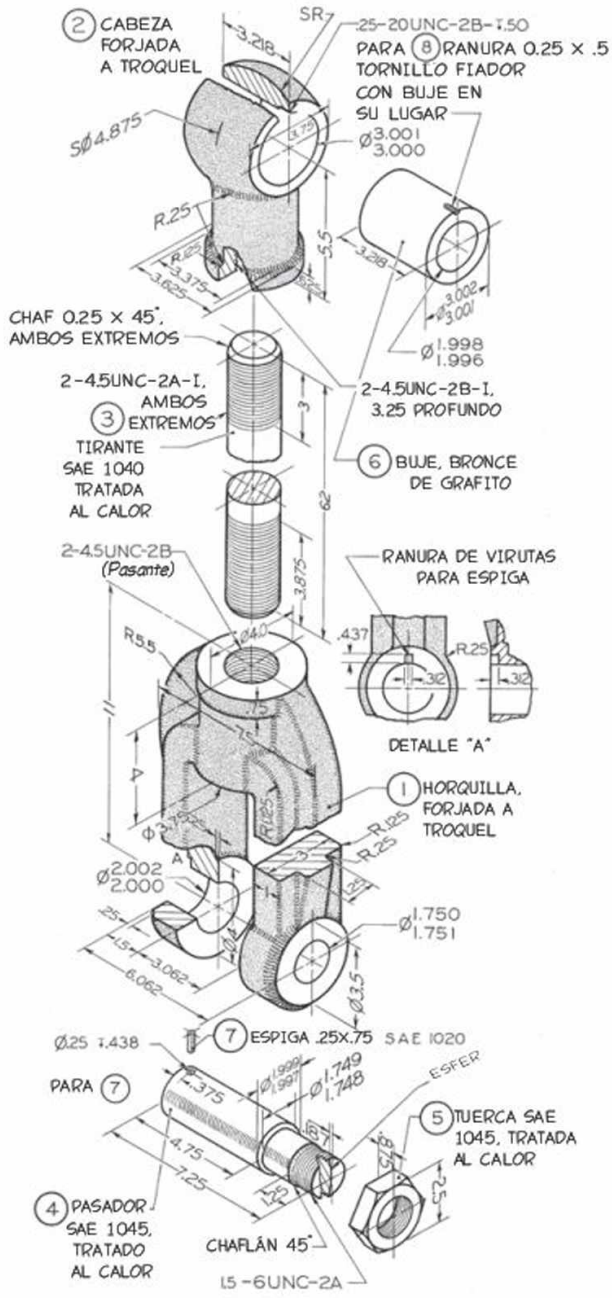


Ejercicio 12.39 Para el tensor de correa, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Se supone que las piezas se harán en cantidad, y deben dimensionarse para hacer posible su intercambiabilidad en los dibujos de detalle. Use las tablas de los apéndices 4 a 7 para los valores límite. Diseñe de la siguiente manera: (a) El buje se ajusta en la polea: ajuste de interferencia por ubicación. (b) El eje se ajusta en el buje: ajuste de corrimiento libre. (c) El eje se ajusta en el marco: ajuste deslizante. (d) El pasador se ajusta en el marco: ajuste de corrimiento libre. (e) La longitud de la maza de la polea más las arandelas se ajustan en el marco: holgura de 0.13 y tolerancias de 0.10. (f) Haga el buje 0.25 mm más corto que la maza de la polea. (g) El soporte se ajusta en el marco: igual que (e).

www.FreeLibros.me

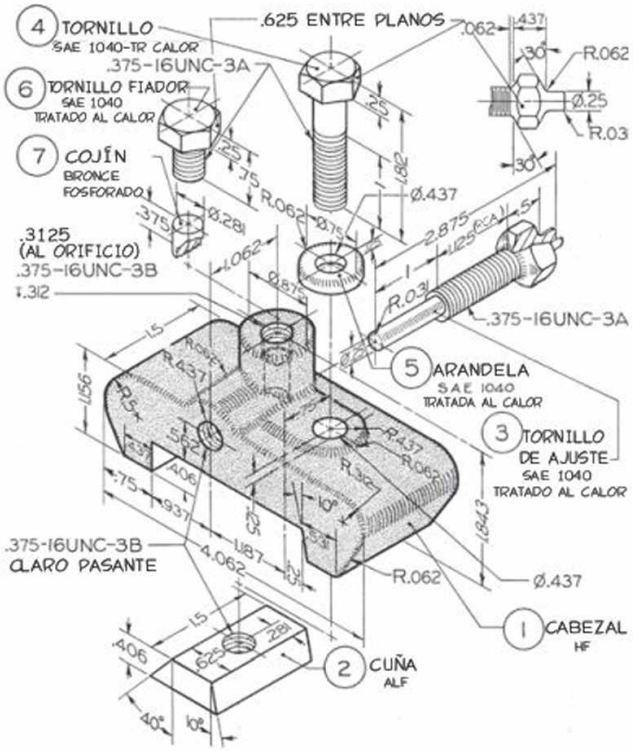


Ejercicio 12.40 Para el elevador de esmeril, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones al sistema métrico o a pulgadas decimales.

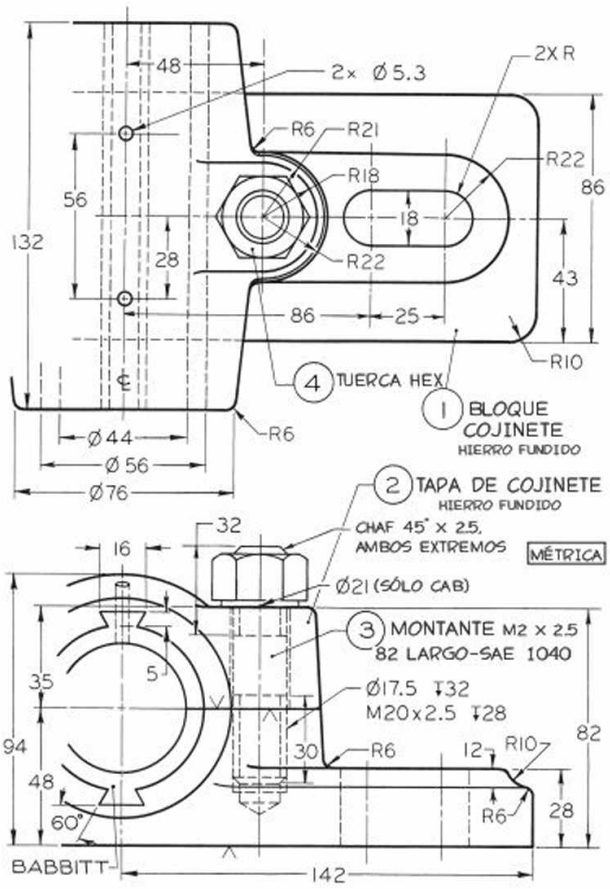


Ejercicio 12.41 Para la barra de conexión, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones al sistema métrico o a pulgadas decimales.

www.FreeLibros.me

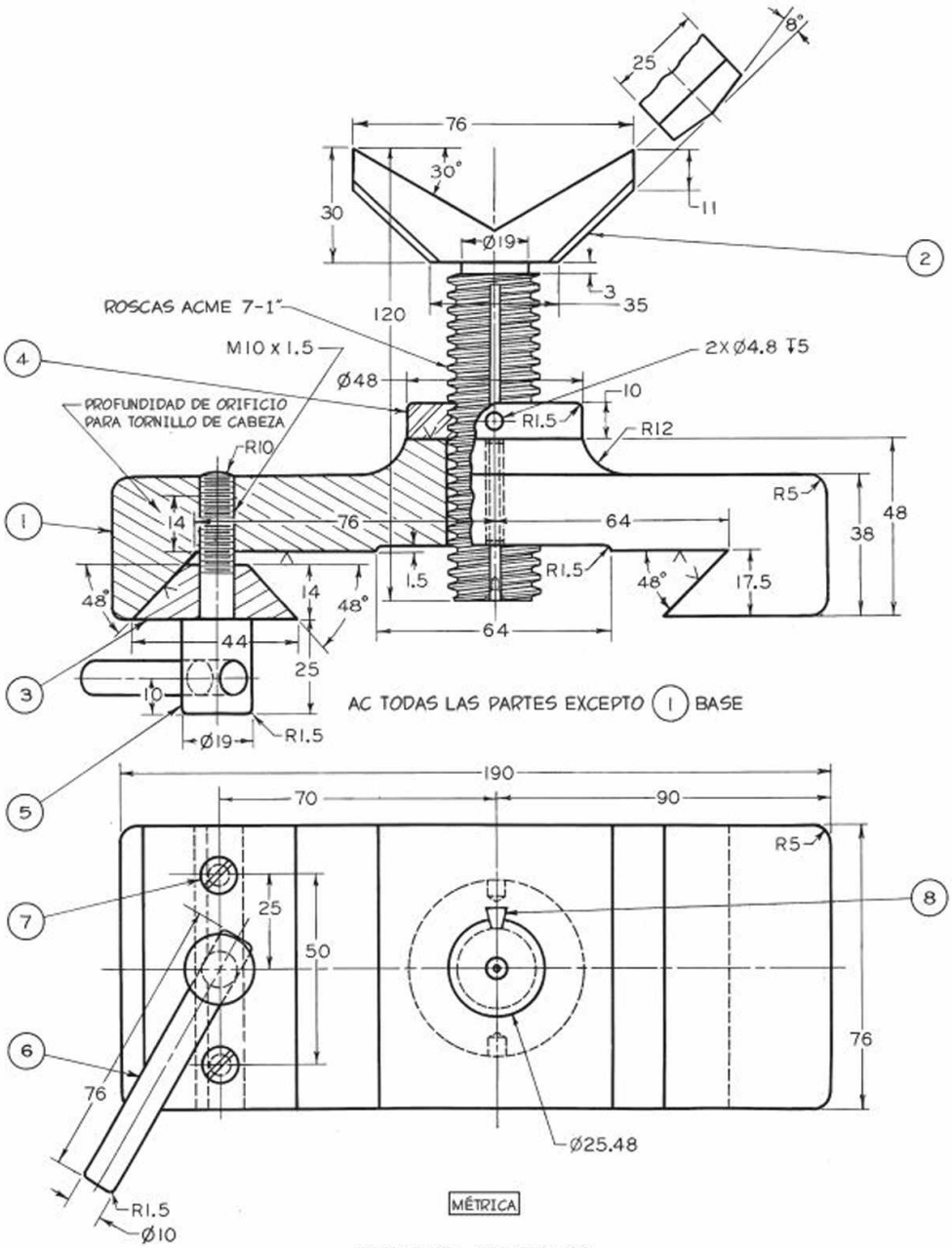


Ejercicio 12.42 Para el tope de abrazadera, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones al sistema de pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas.



Ejercicio 12.43 Para el bloque de cojinete, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones.

www.FreeLibros.me



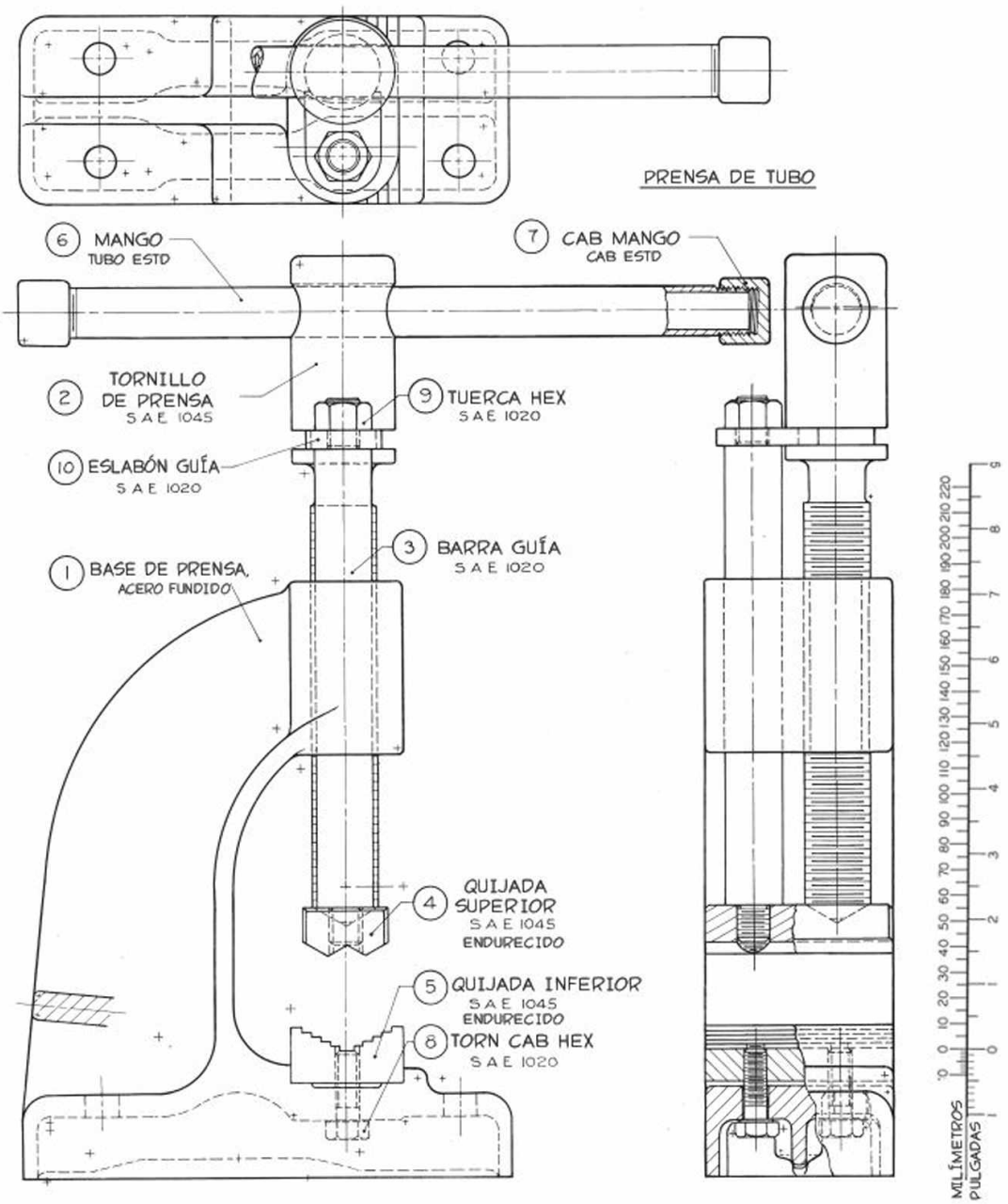
APOYO DE CENTRADO

LISTA DE PIEZAS

NO.	NOMBRE DE PIEZA	MATL	REQ	NO.	NOMBRE DE PIEZA	MATL	REQ
1	BASE	C I	1	5	TORNILLO DE MORDAZA	S A E 1020	1
2	APOYO	S A E 1020	1	6	MANGO DE MORDAZA	S A E 1020	1
3	MORDAZA	S A E 1020	1	7	M6 x 1 -25LG TORNILLO CAB CIL		2
4	TUERCA DE AJUSTE	S A E 1020	1	8	5.5 x 5.5 x 3.2-25LG CUÑA	S A E 1030	1

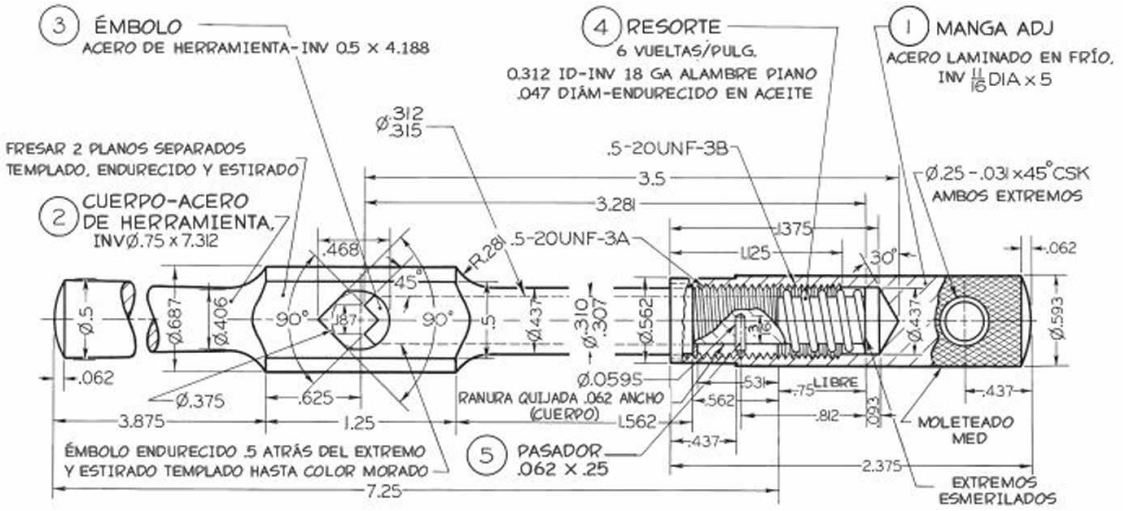
Ejercicio 12.44 Para el apoyo de centrado, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, complete el dibujo con dimensiones.

www.FreeLibros.me

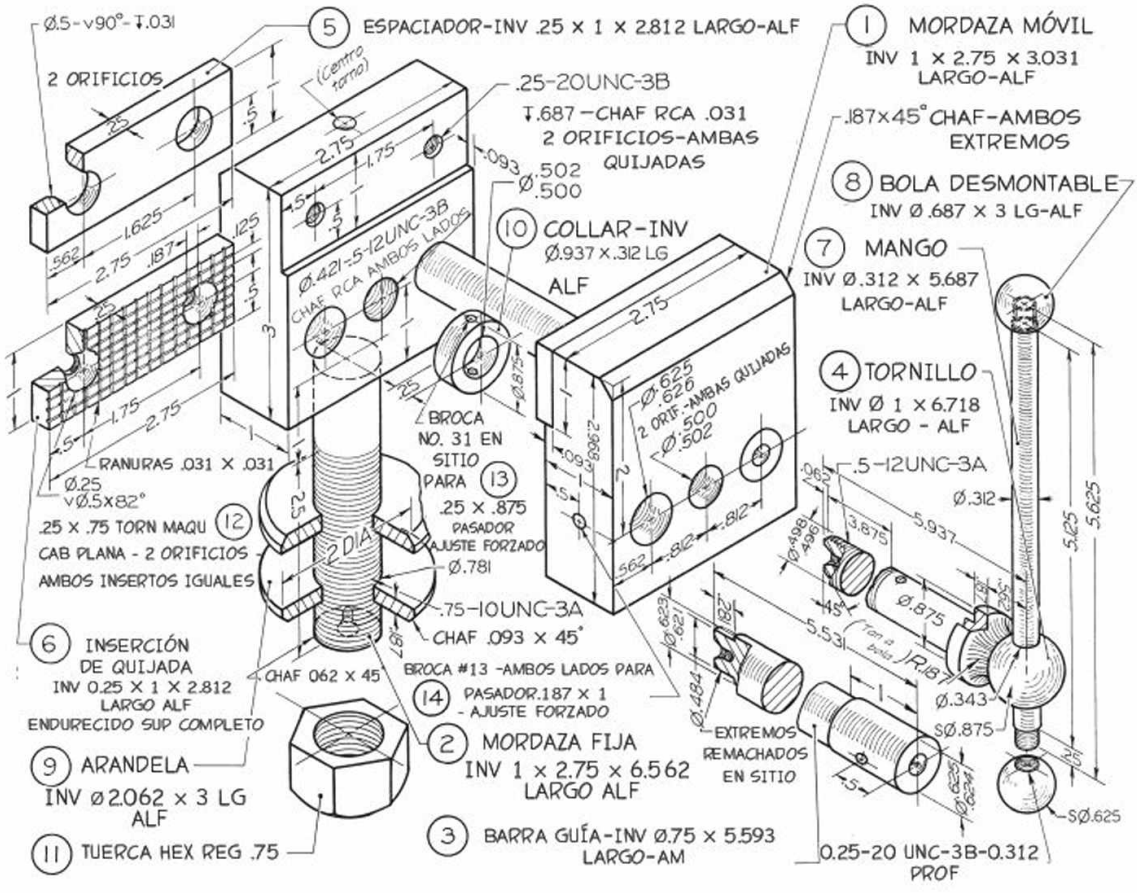


Ejercicio 12.45 Para la prensa de tubos, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Para obtener las dimensiones, tome distancias directamente de la figura con un compás; después coloque el compás sobre la escala impresa y lea las mediciones en milímetros o pulgadas decimales, según se le indique. Todas las roscas son métricas de propósito general (vea el apéndice 15) o roscas gruesas unificadas, con excepción de las roscas para tubo de la Norma Nacional Americana en los mangos y sus cabezales.

www.FreeLibros.me

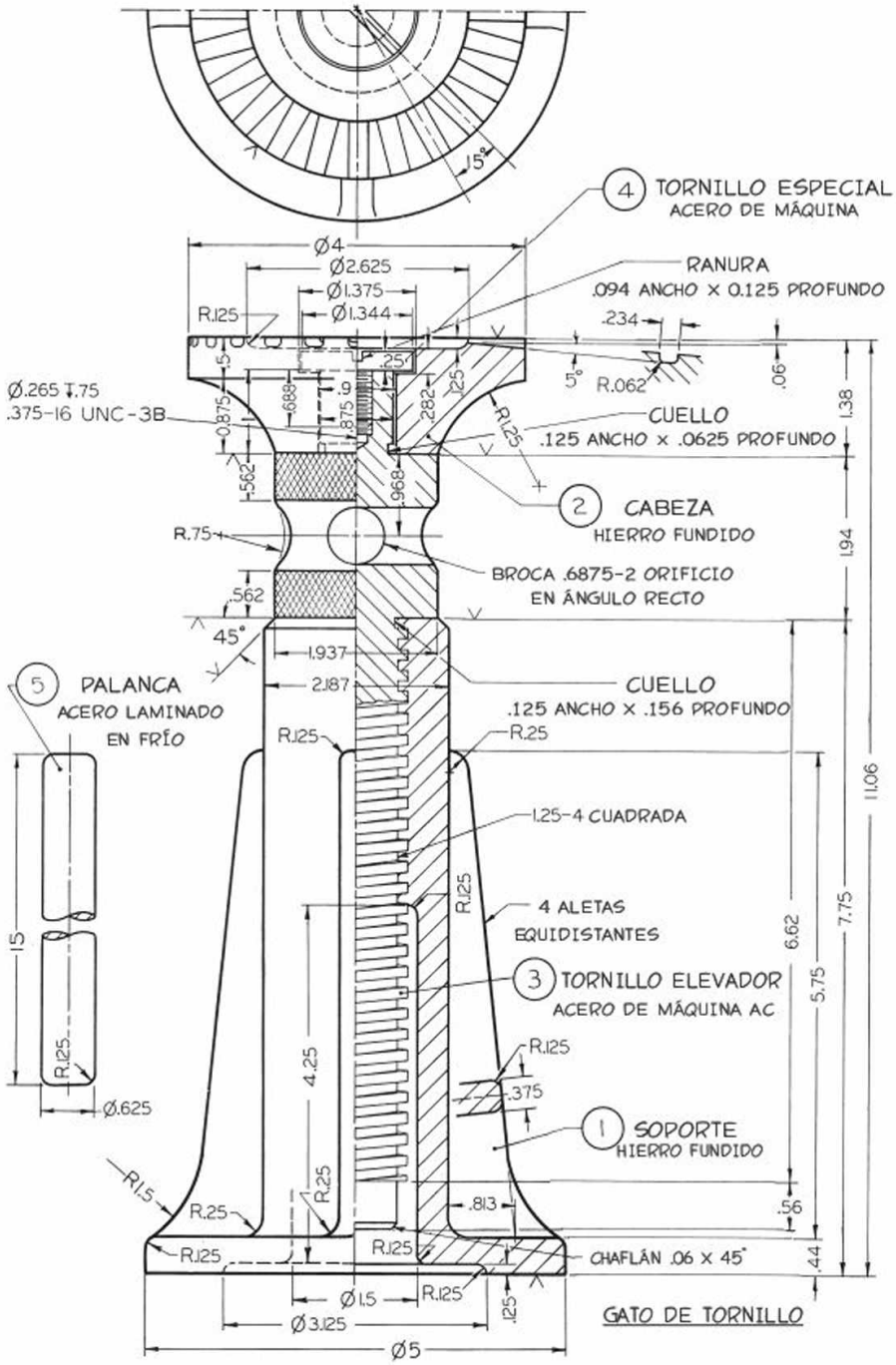


Ejercicio 12.46 Para la llave de grifo, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, use dos posiciones decimales unidireccionales para todas las dimensiones fraccionarias o rediseñe para dimensiones métricas.



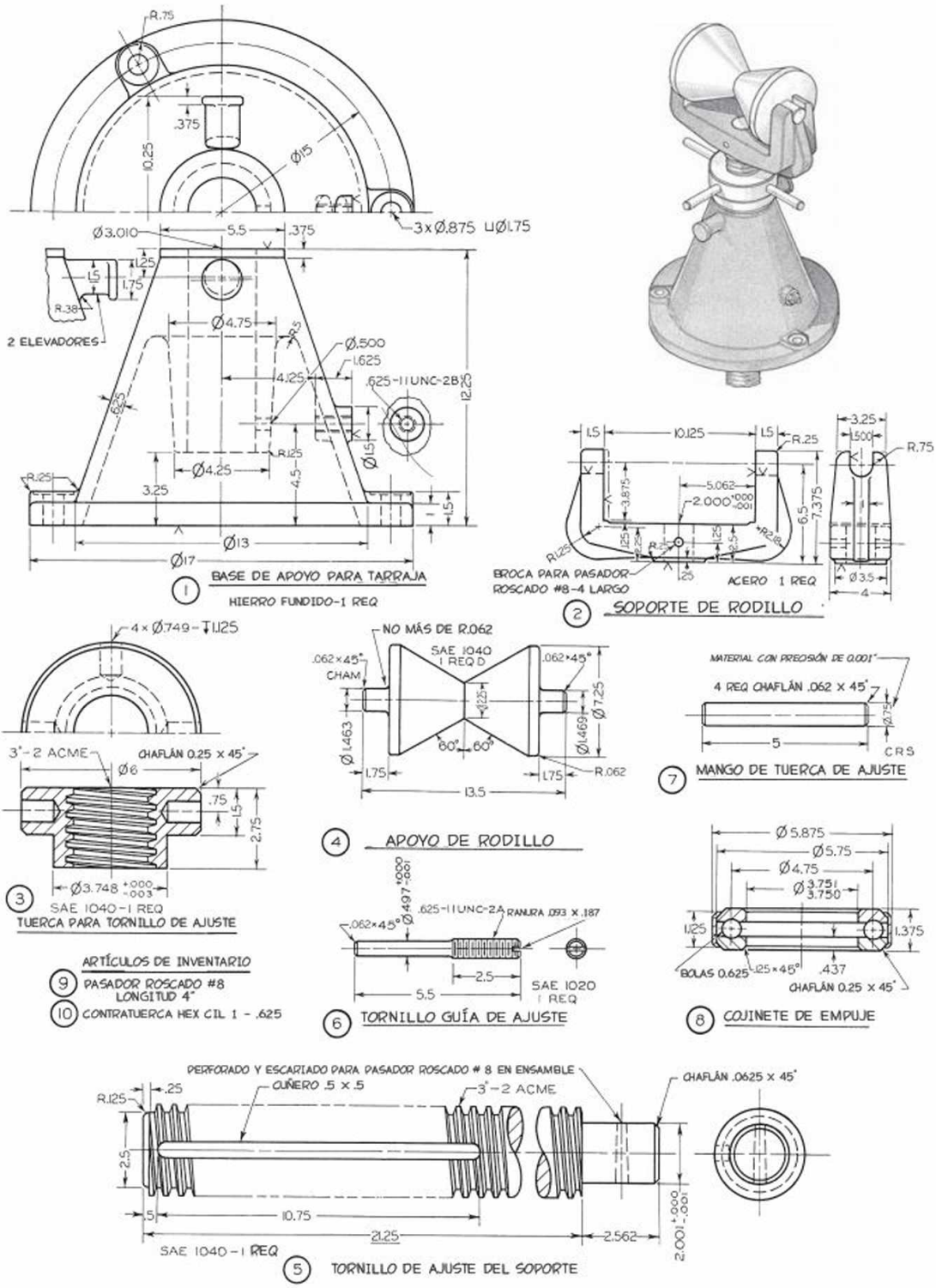
Ejercicio 12.47 Para la prensa de maquinista, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, use símbolos estándar y dos posiciones decimales unidireccionales para todas las dimensiones fraccionarias, o rediseñe para dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me



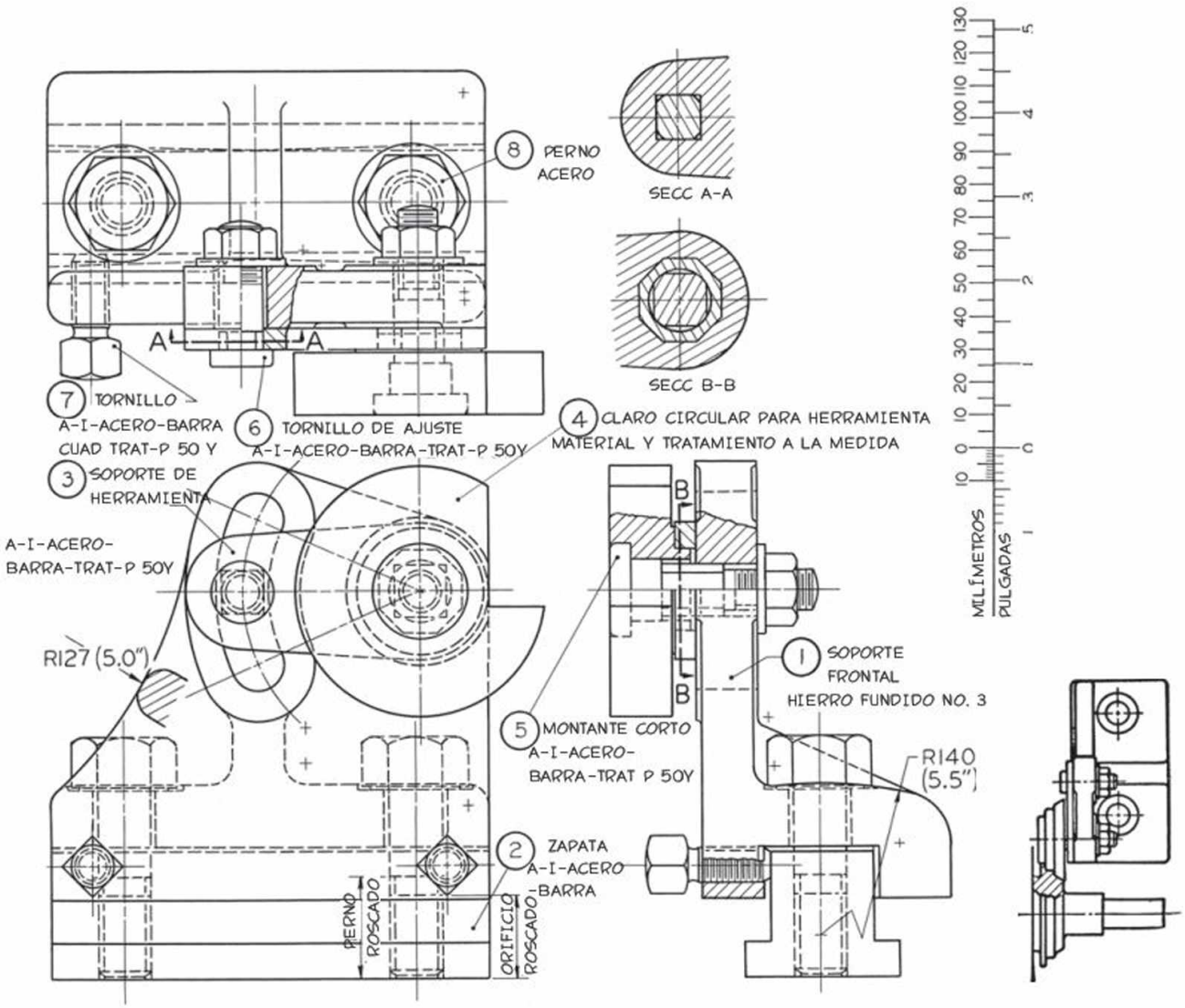
Ejercicio 12.48 Para el gato de tornillo, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones a pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me



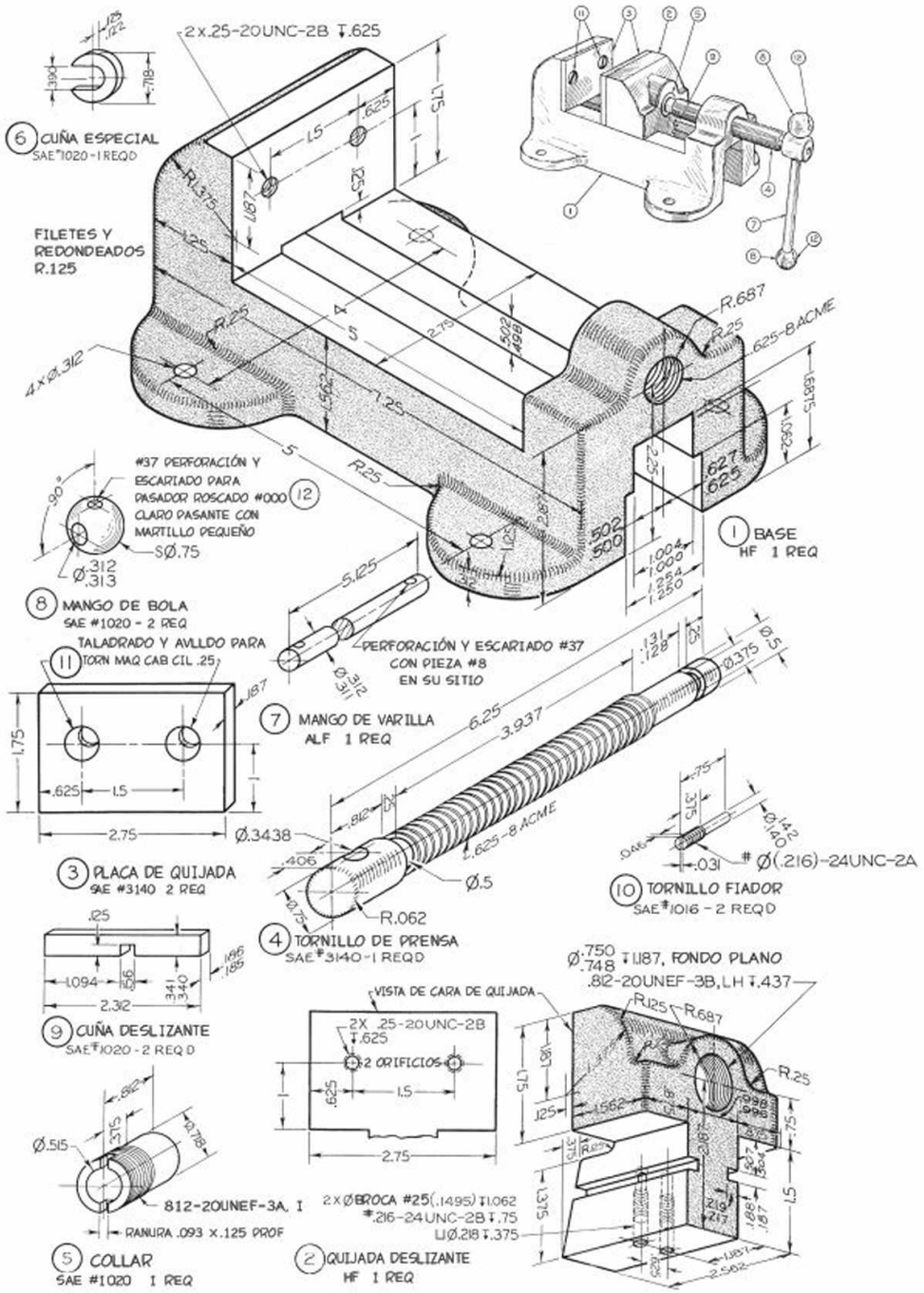
Ejercicio 12.49 Para el soporte de material de una máquina de corte en frío, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, use dimensiones decimales unidireccionales o rediseñe para dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me



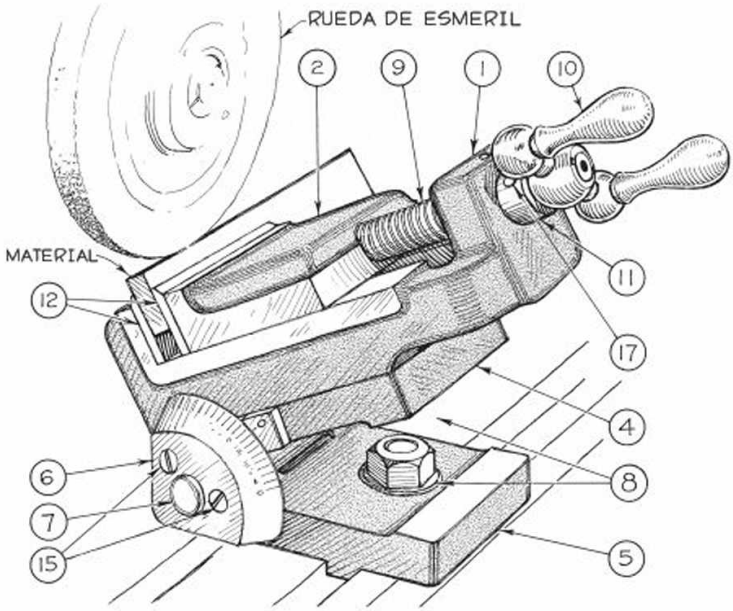
Ejercicio 12.50 Para el soporte de un cortador de formación circular frontal, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Para obtener las dimensiones, tome distancias directamente de la figura con un compás y colóquelo sobre la escala impresa. Utilice dimensiones métricas o en pulgadas decimales según se le indique.

www.FreeLibros.me



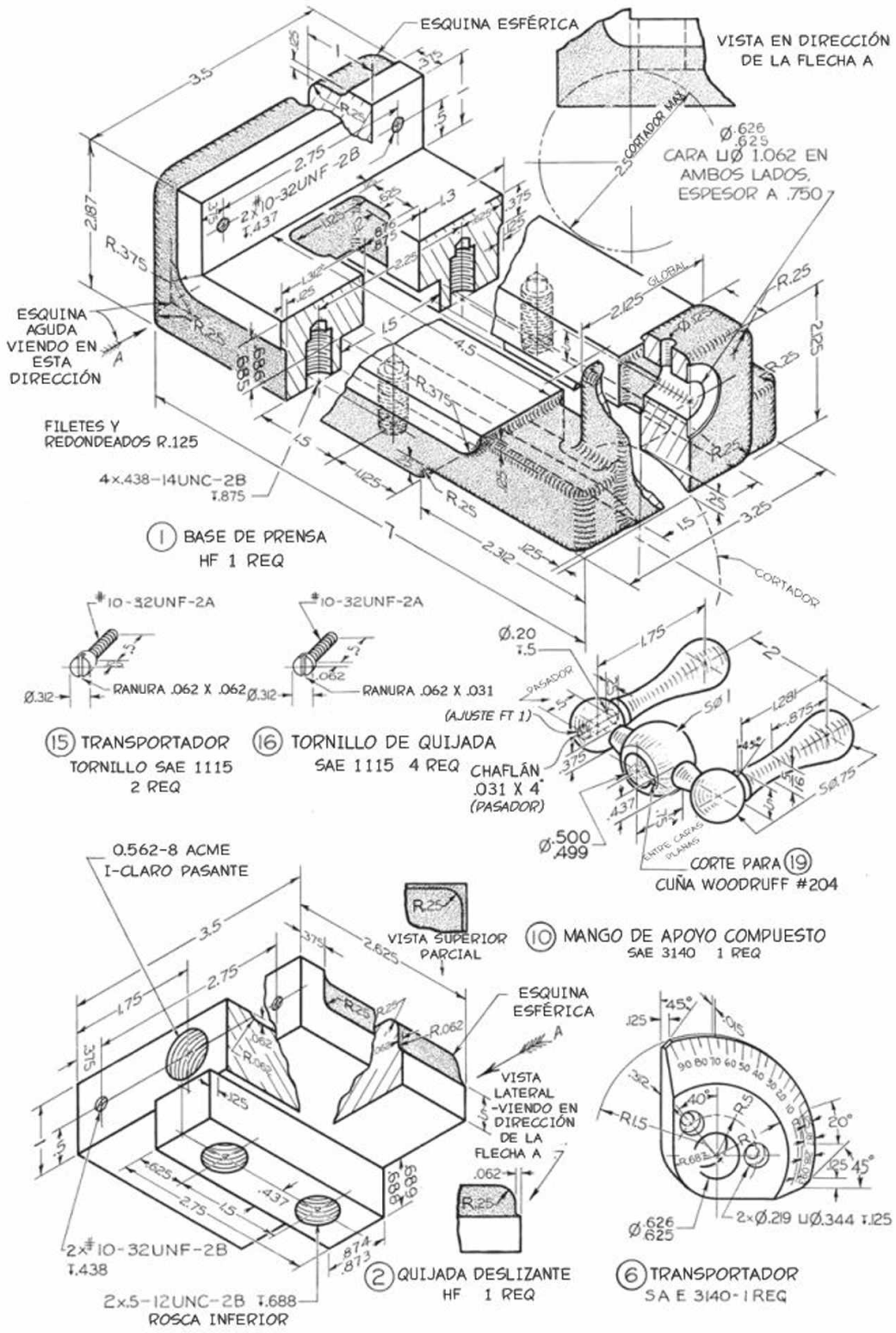
Ejercicio 12.51 Para la prensa de maquinado, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones al sistema de pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me



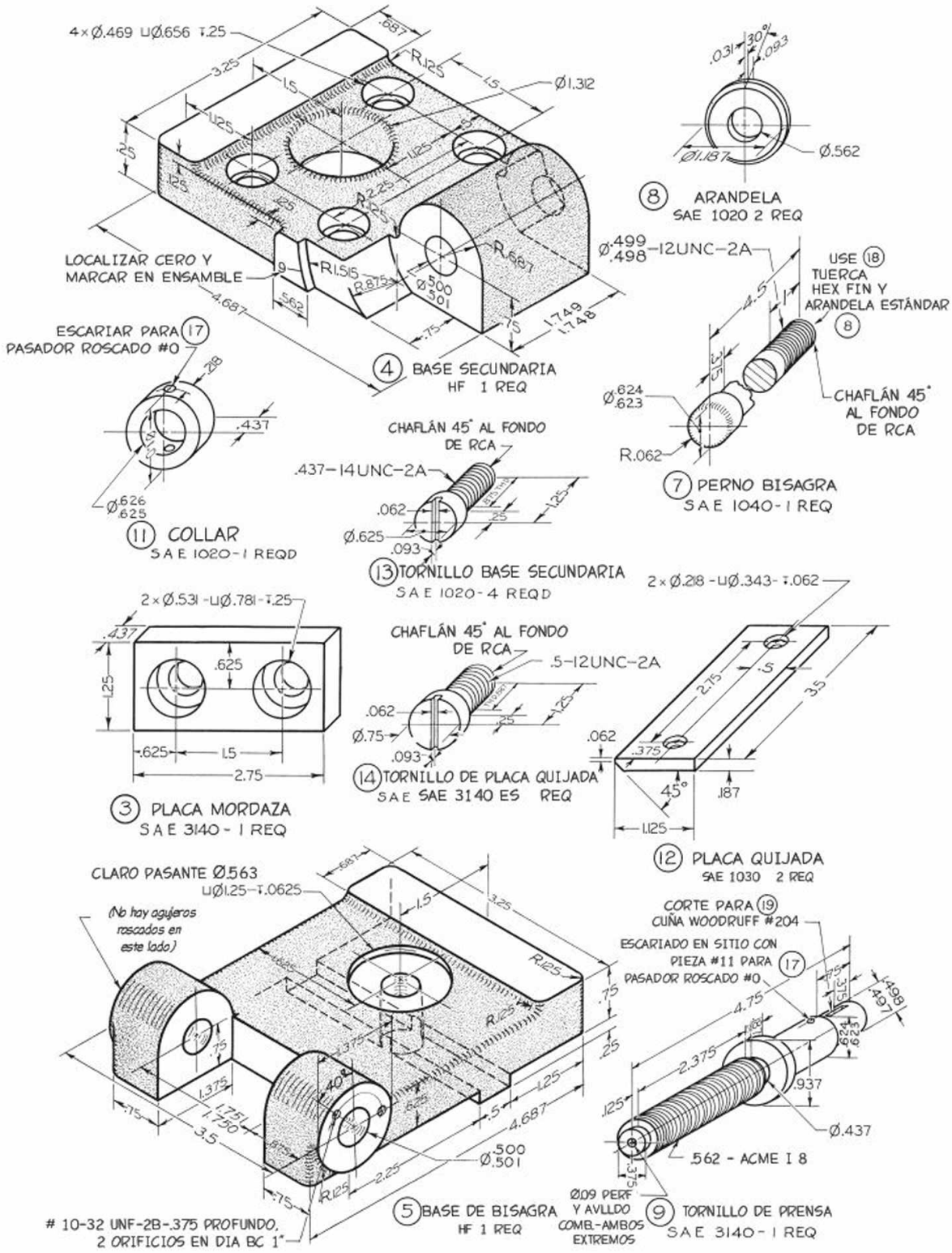
Ejercicio 12.52 ***Inciso (a)*** Para la prensa de esmeril, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones en pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas. Vea los incisos (b) y (c) en las páginas siguientes.

www.FreeLibros.me



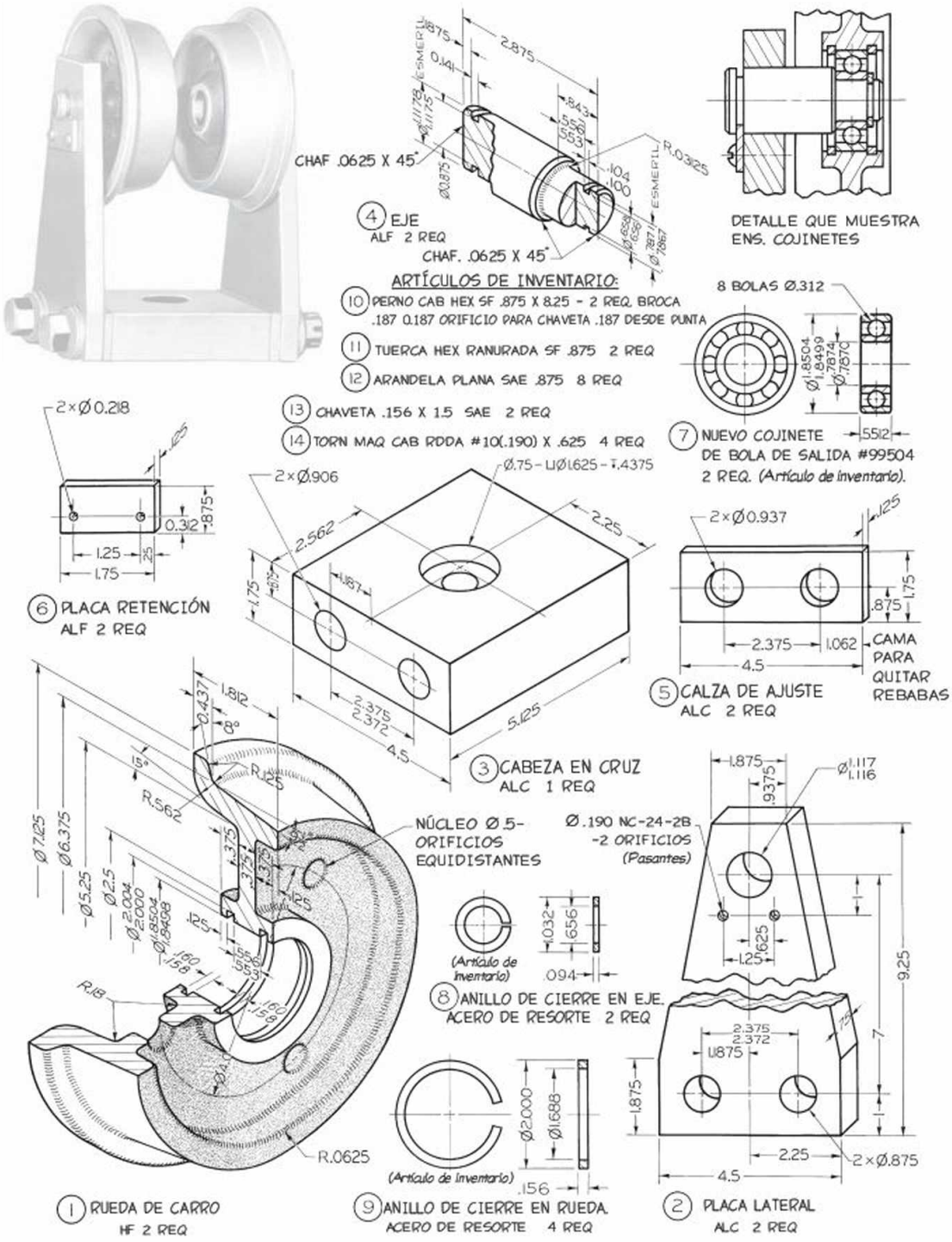
Ejercicio 12.52 ***Inciso (b)*** Para la prensa de esmeril, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.58.

www.FreeLibros.me



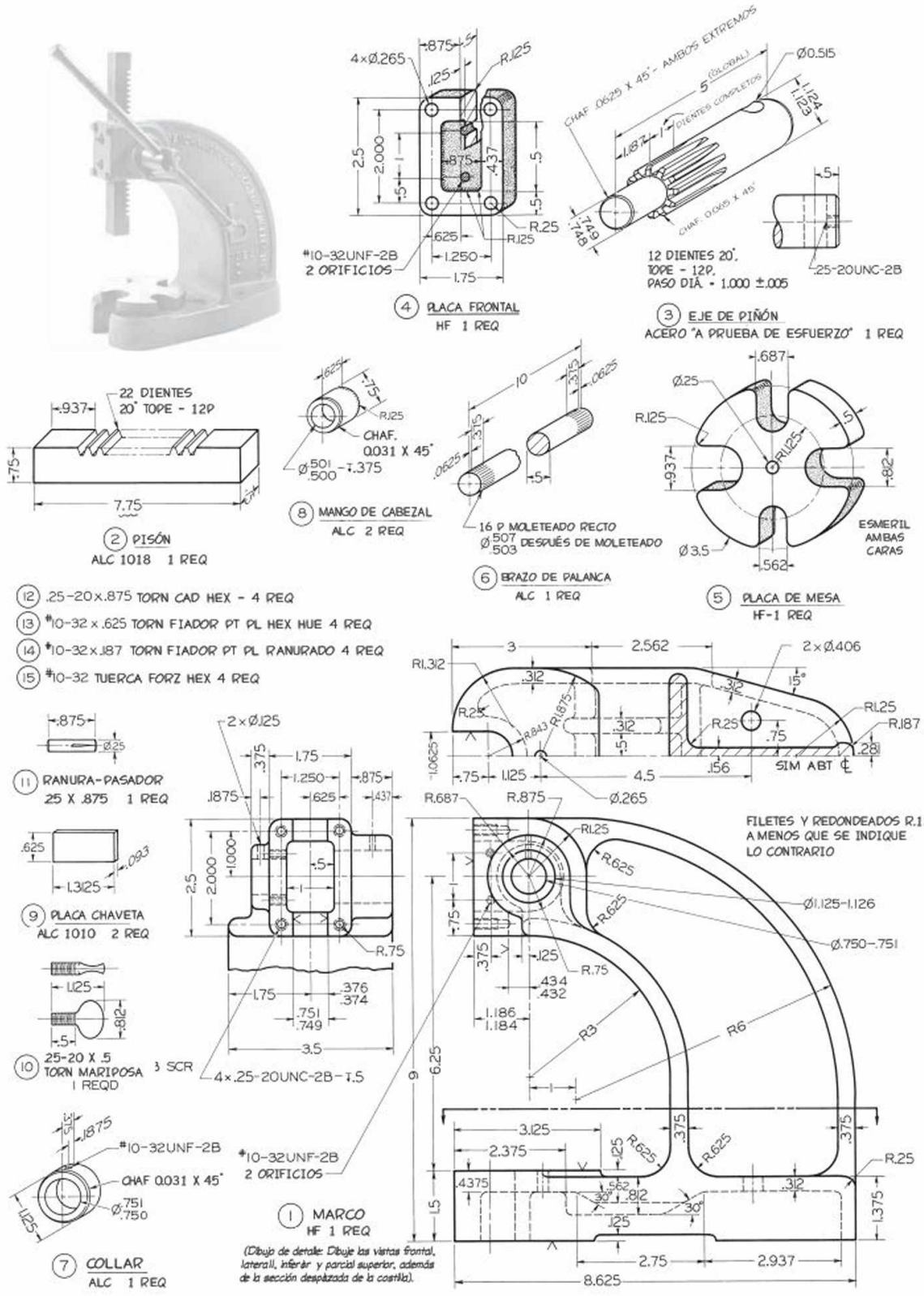
Ejercicio 12.52 ***Inciso (c)*** Para la prensa de esmeril, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.58.

www.FreeLibros.me



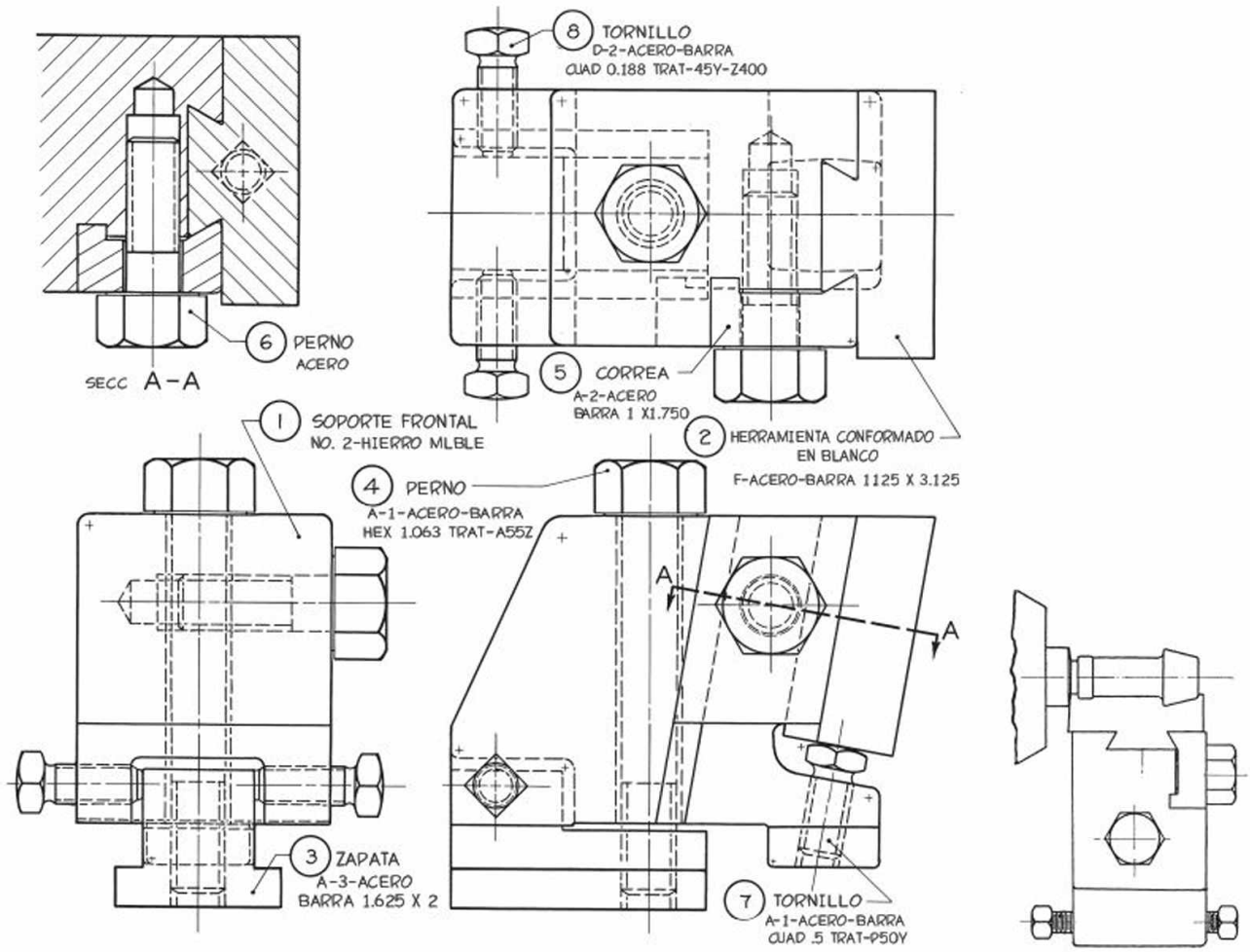
Ejercicio 12.53 Para el carro, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles, omitiendo las piezas 7-14. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones a pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me



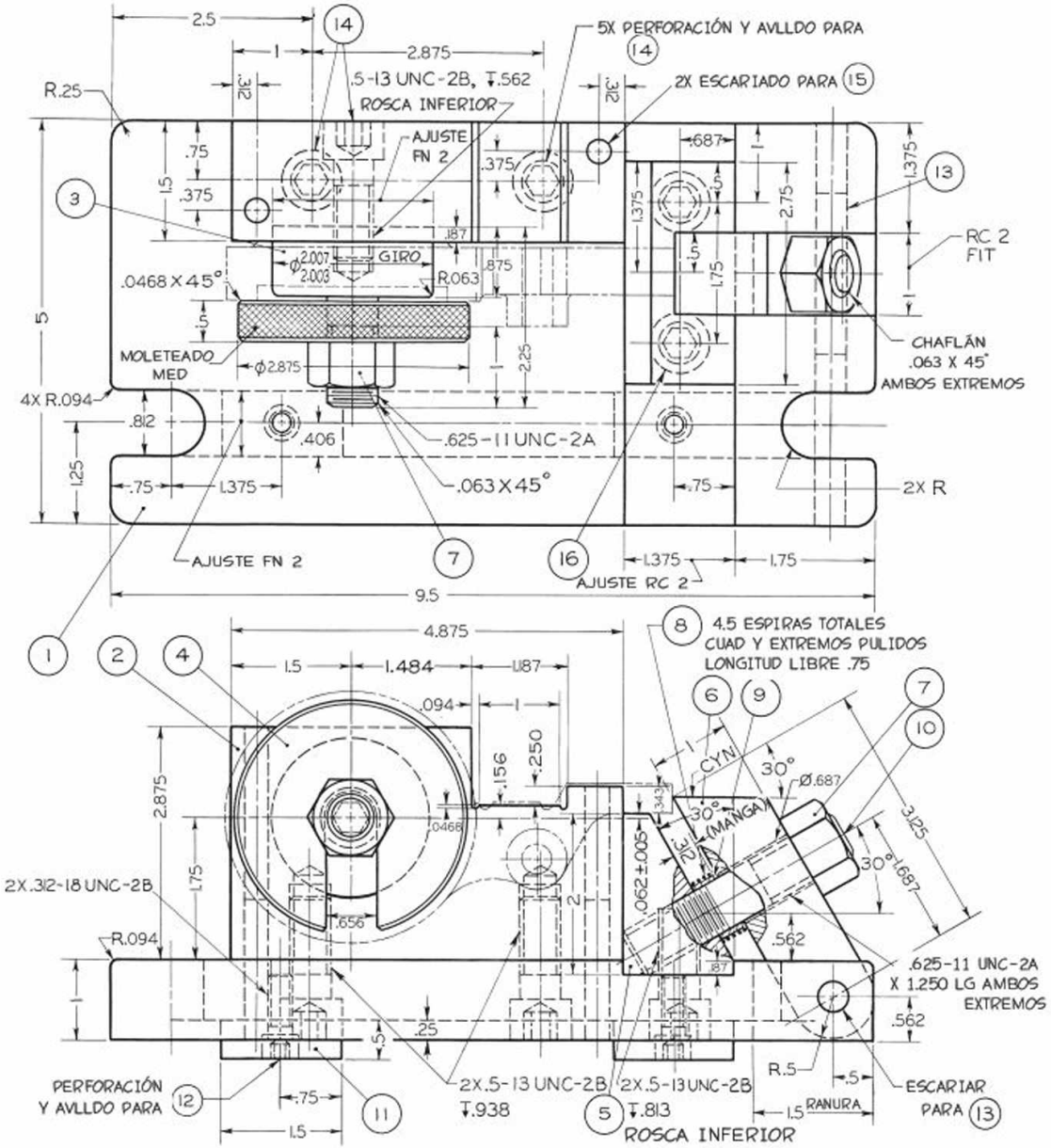
Ejercicio 12.54 Para la prensa de árbol, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones a pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.55 Para el soporte del cortador de formado, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles con dimensiones métricas o decimales. (2) Dibuje el ensamble. El diseño mostrado está a la mitad del tamaño verdadero. Para obtener las dimensiones, tome distancias directamente de la figura con un compás y multiplíquelas por dos. A la izquierda se muestra la vista superior del uso del soporte del cortador de formado en un torno.

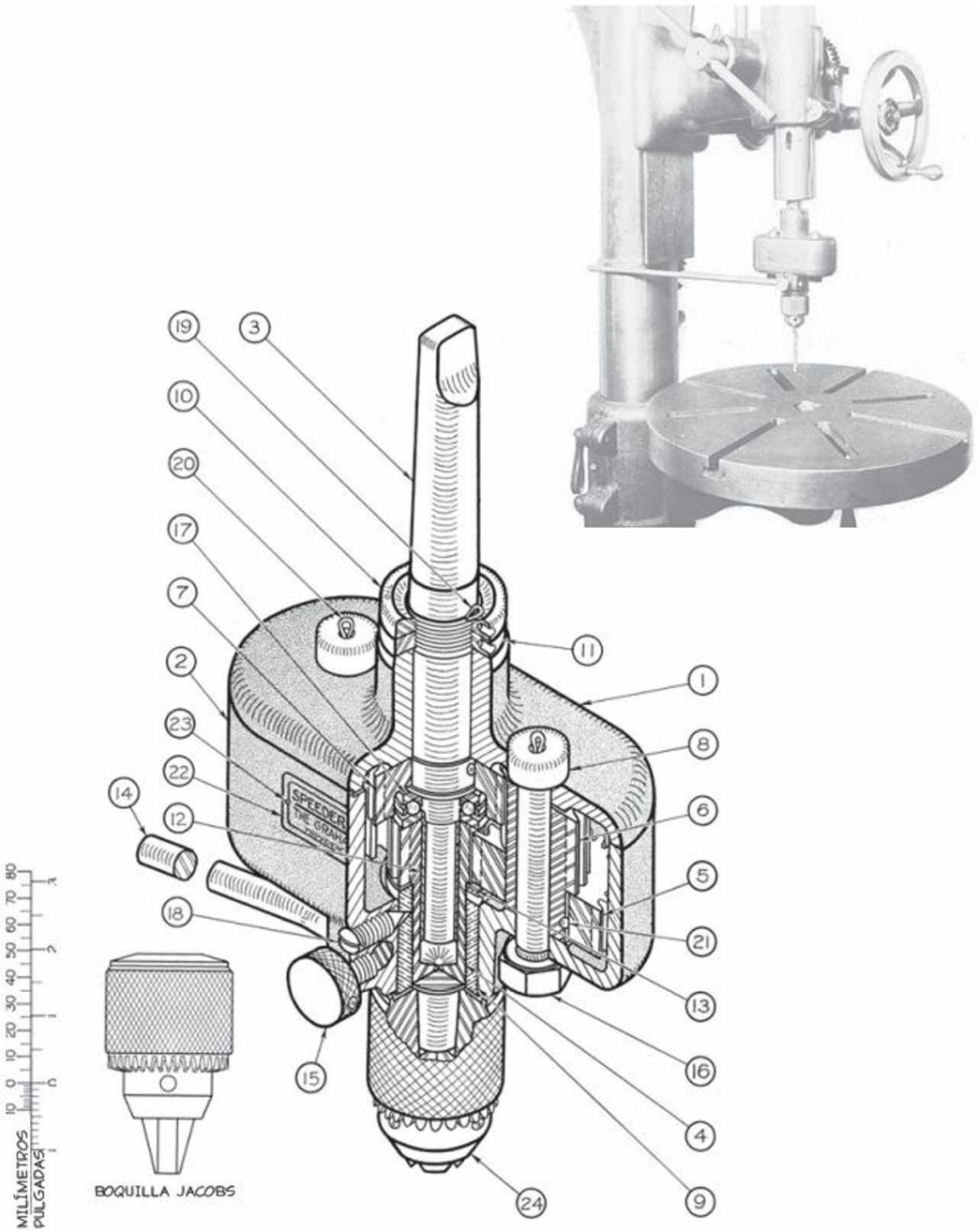
www.FreeLibros.me



ARTÍCULO	NOMBRE	CANT.	MATL	OBSERVACIONES	ARTÍCULO	NOMBRE	CANT.	MATL	OBSERVACIONES
1	PLACA BASE	1	ALF	1×5×9.5	9	MANGA	1	BRONCE	O D.718–I D.640
2	BLOQUE CALIBRADOR	1	ALF	1.5×2.875×4.875	10	ESPIGA	1	ALF	.625 DIA × 3
3	CLAVIJA LOCALIZACIÓN	1	ALF	2.005 DIA × 2.25	11	CUÑA	2	ALF	.5 × .812 × 1.5
4	ARANDELA C	1	ALF	2.875 DIA × .5	12	TORN CAB HUE	2	INV	.312 × .75
5	BLOQUE APOYO	1	ALF	1.375 × 2 × 2.75	13	PASADOR	1	DR	.375 × 2
6	MORDAZA	1	ALF	1×1×3.625	14	TORN CAB HUE	3	INV	.5 × 1.25
7	TUERCA HEX ESTD .625	2	INV		15	PASADOR CLAVIJA	2	INV	.312 DIA × 1.5
8	RESORTE	1	ALAMBRE PIANO	ALAMBRE .054 DE .875	16	TORN CAB HUE	2	INV	.5 X 1

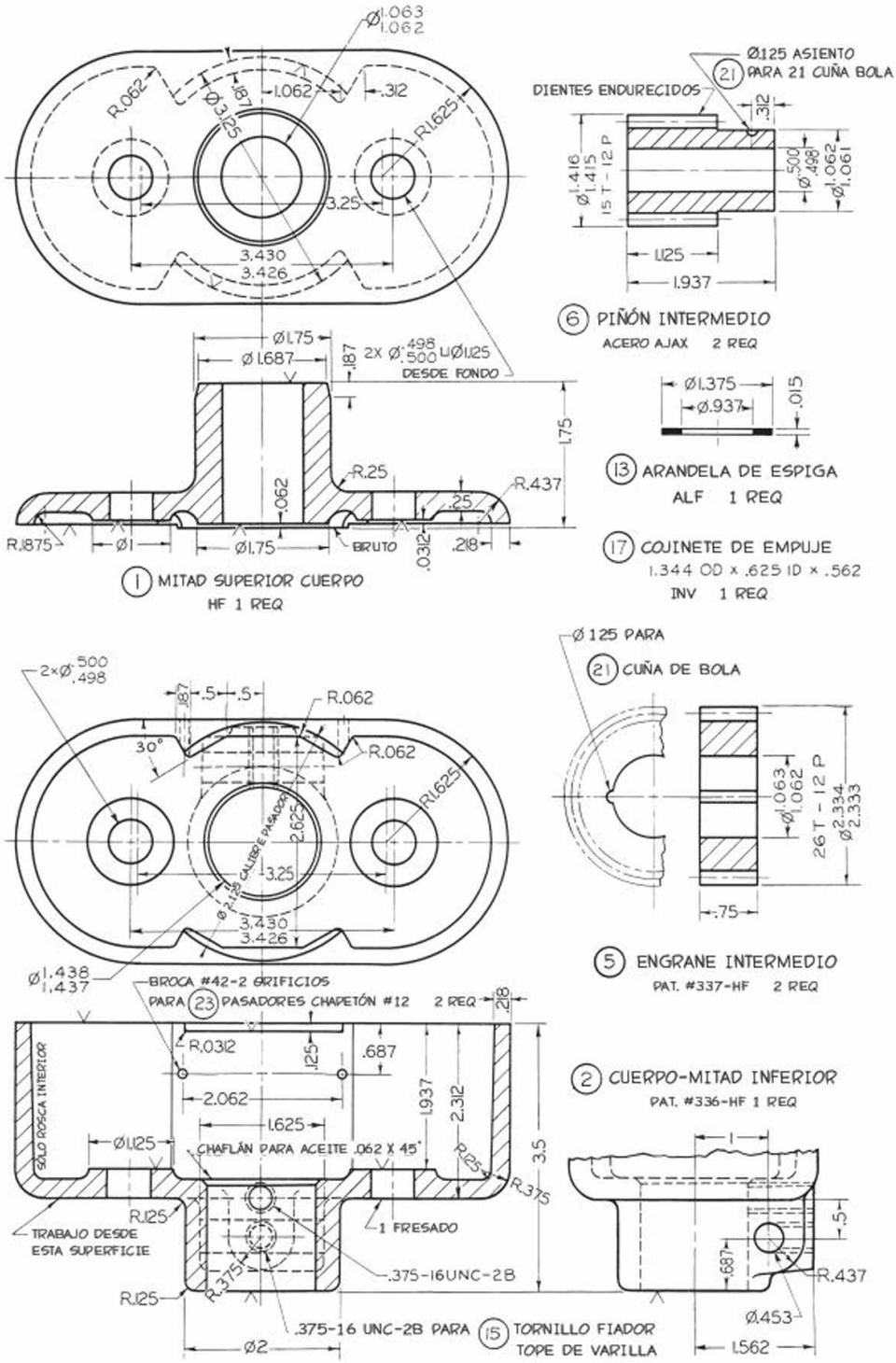
Ejercicio 12.56 Para el dispositivo de fresado de un brazo de embrague, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles con el sistema de pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas si así se le indica. (2) Dibuje el ensamble.

www.FreeLibros.me



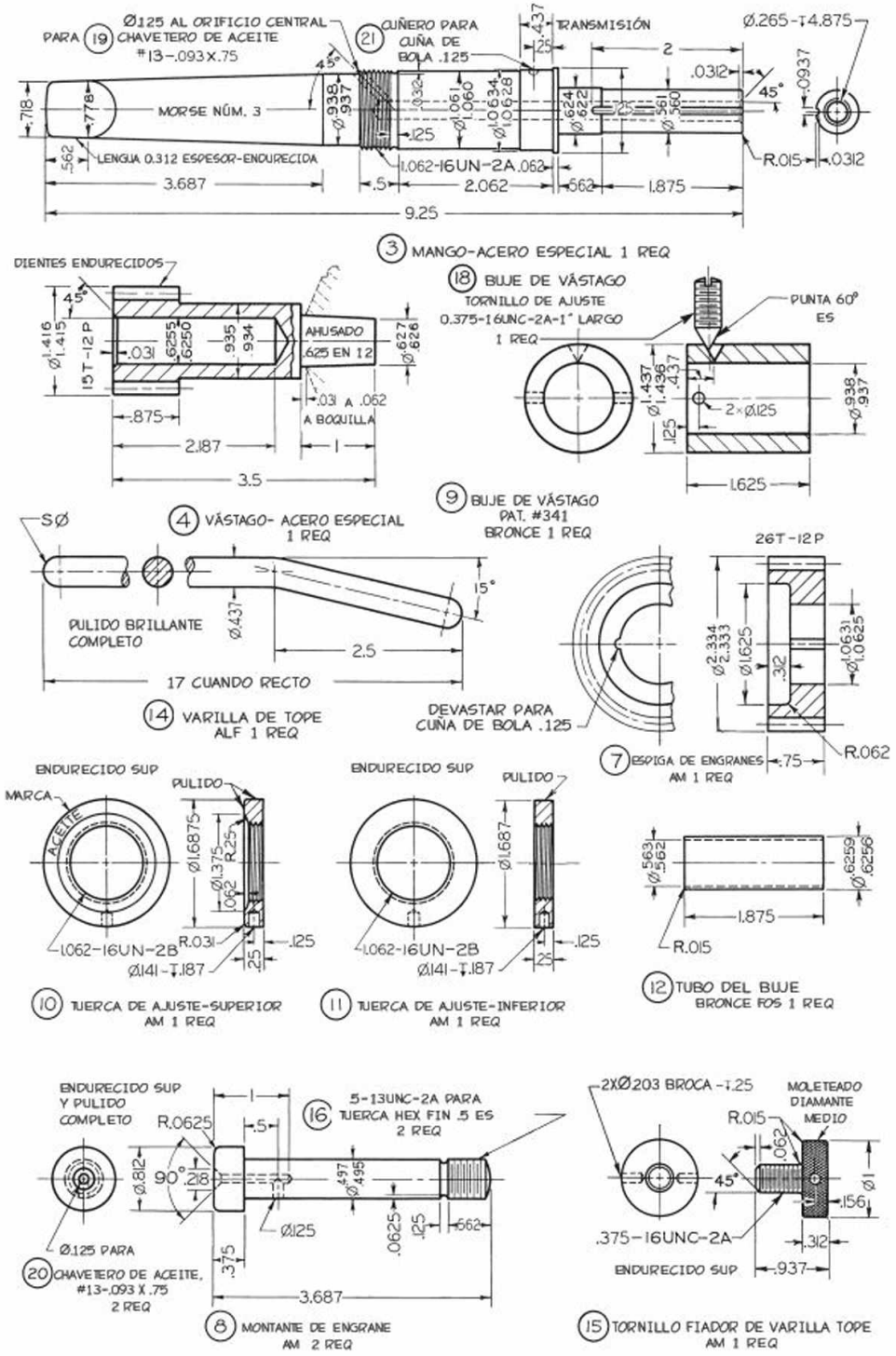
Ejercicio 12.57 ***Inciso (a)*** Para el acelerador de taladro, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. (2) Dibuje el ensamble. Si se le indica, convierta las dimensiones a pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas. Vea los incisos (b) y (c) en las páginas siguientes.

www.FreeLibros.me



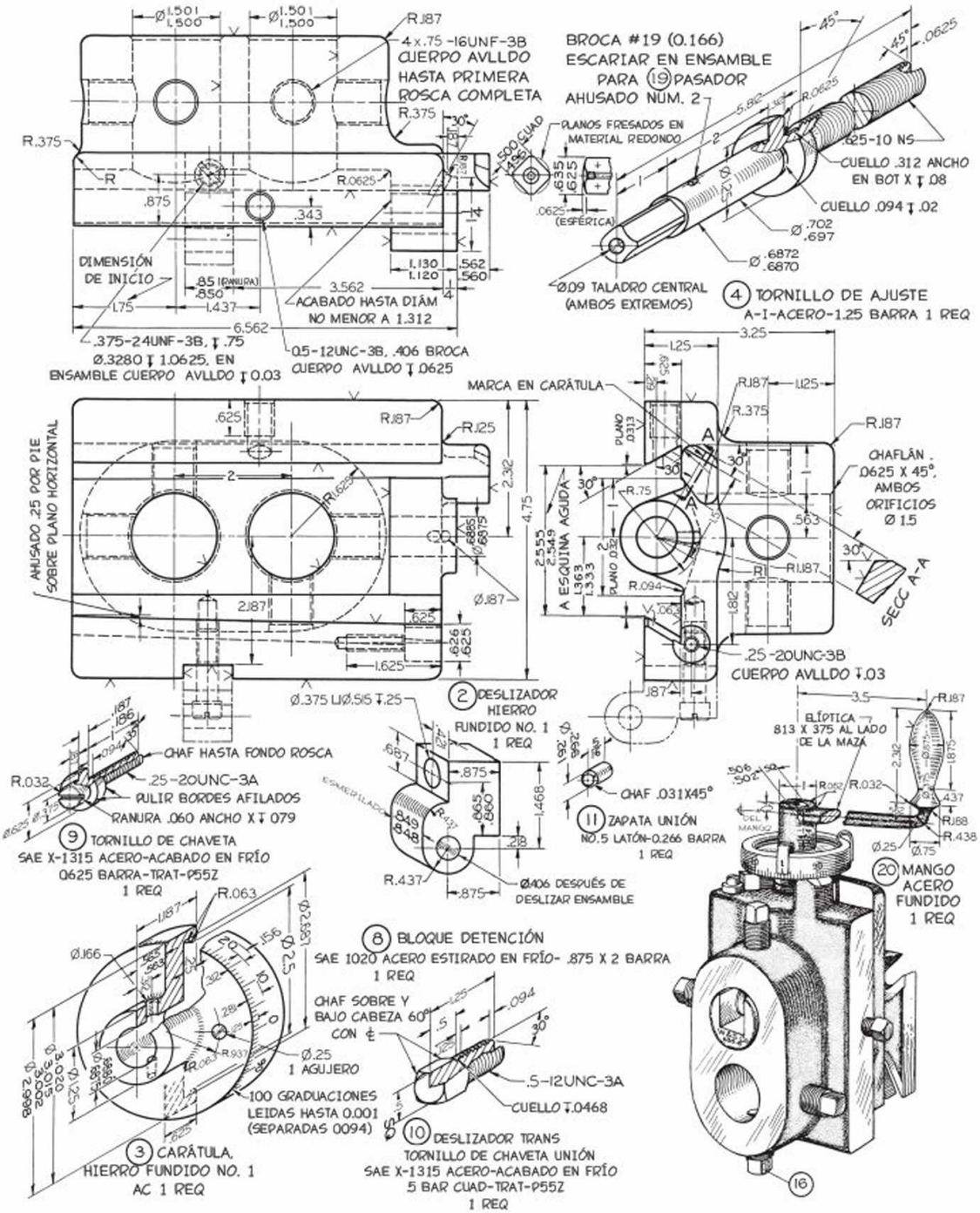
Ejercicio 12.57 ***Inciso (b)*** Para el acelerador de taladro, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.57.

www.FreeLibros.me



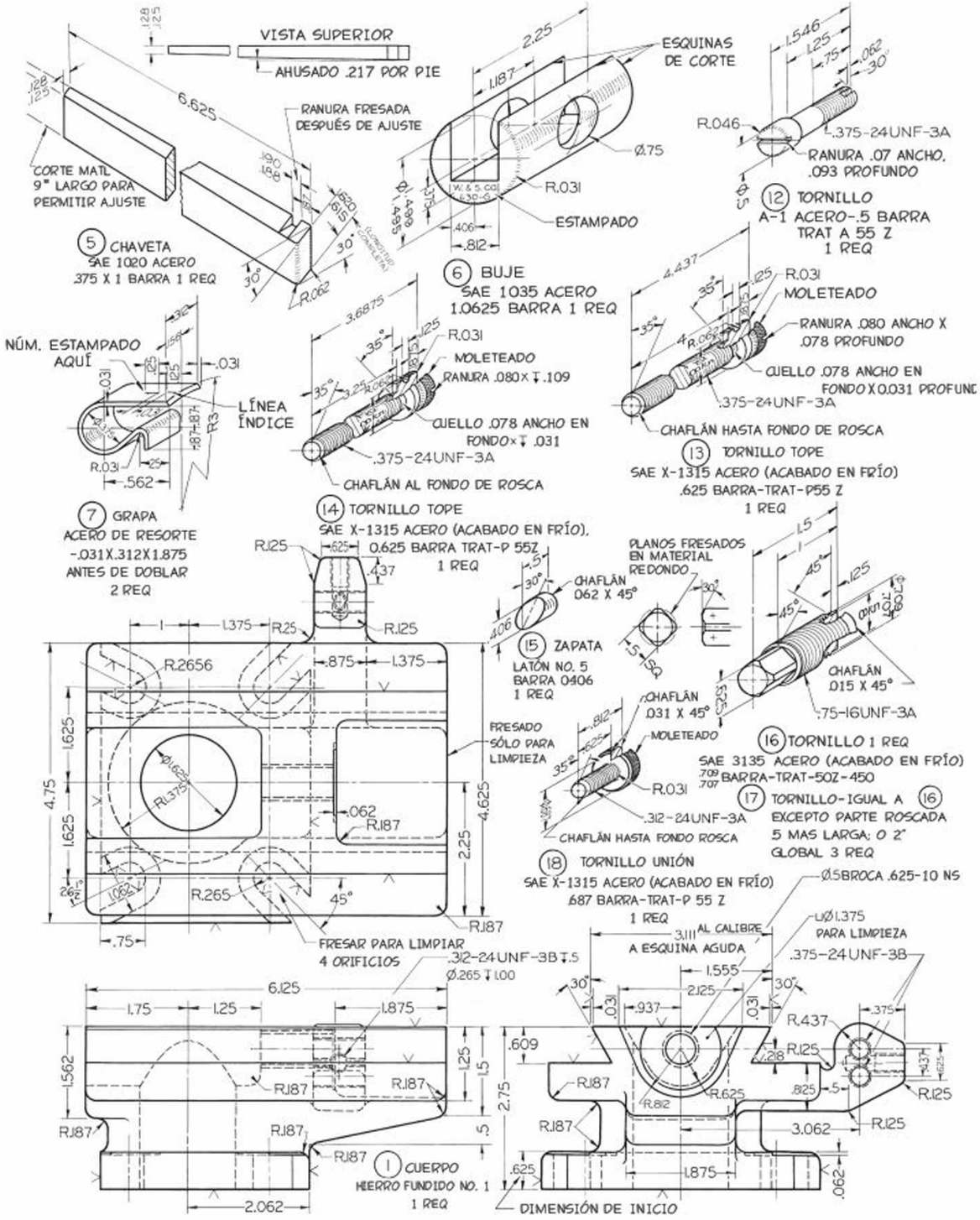
Ejercicio 12.57 ***Inciso (c)*** Para el acelerador de taladro, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.57.

www.FreeLibros.me



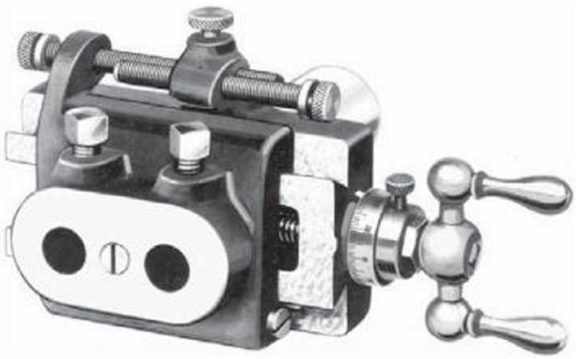
Ejercicio 12.58 ***Inciso (a)*** Para la herramienta deslizante vertical, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles. Si se le indica, convierta las dimensiones a pulgadas decimales o rediseñe para el sistema métrico. (2) Dibuje el ensamble. Tome la vista superior dada como vista frontal en el nuevo dibujo, y después agregue las vistas superior y derecha. Si se le indica, utilice dimensiones unidireccionales. Vea el inciso (b) en la página siguiente.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.58 ***Inciso (b)*** **Para la herramienta deslizante vertical, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.58.**

www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.59 *Inciso (a)* Para la herramienta deslizante, haga lo siguiente. Consulte los incisos (b), (c), (d) y (e) en las páginas siguientes y: (1) dibuje los detalles usando dimensiones en pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas, si así se le indica. (2) Haga un dibujo de ensamble de esta herramienta deslizante.

LISTA DE PIEZAS NÚM. DE HOJAS 2 HOJA NÚM. 1 MÁQUINA NÚM. M-219

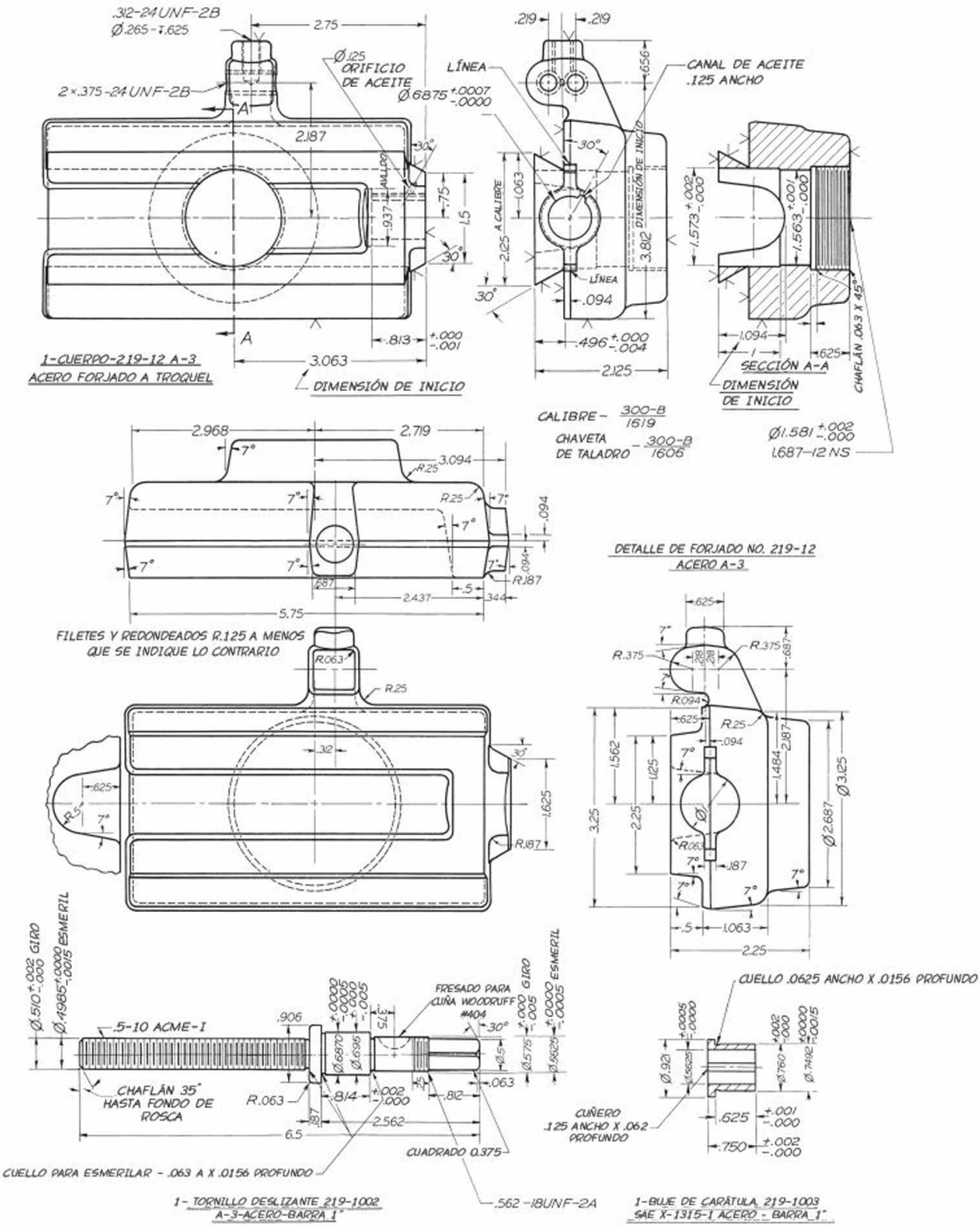
NOMBRE HERRAMIENTA DESLIZANTE 4 (ESPECIFICAR EL TAMAÑO DE MANGO REQ). NÚMERO DE LOTE

NÚM. DE PIEZAS

TOTAL DE MAQ	NÚM. PIEZ.	NOMBRE DE LA PIEZA	PIEZA NO.	ESCRIBA EN LA HOJA NÚM	REGISTRO NÚM.	MATERIAL	MOD MATL EN PZ	DIÁM.	CORTO	MUERCO	PIEZA CRUDA REQ	DIM. REQ ACABADO
	1	Cuerpo	219-12		D-17417	A-3-S D F						
	1	Carro	219-6		D-19255	A-3-S D F					219-12	
	1	Tuerca	219-9		E-19256	#10 BZ					219-6	
	1	Chaveta	219-1001		C-11129	S A E 1020					219-6	
	1	Tornillo deslizante	219-1002		C-11129	A-3-S					219-12	
	1	Buje de carátula	219-1003		C-11129	A-1-S					219-1002	
	1	Tuerca de carátula	219-1004		C-11129	A-1-S					219-1002	
	1	Mango	219-1011		E-18270	(Comprado a Cincinnatti Ball Crank Co.).					219-1002	
	1	Tornillo tope (corto)	219-1012		E-51950	A-1-S					219-6	
	1	Tornillo tope (largo)	219-1013		E-51951	A-1-S					219-6	
	1	Zapata de unión	219-1015		E-51952	Latón #5					219-6	
	1	Tornillo de mango	219-1016		E-62322	X-1315 C F					219-1011	
	1	Tornillo de unión	219-1017		E-63927	A-1-S					219-6	
	1	Carátula	219-1018		E-39461	A-1-S					219-1002	
	2	Tornillo de chaveta	219-1019		E-52777	A-1-S		$\frac{1}{4}$-20	1		219-6	
	1	Tornillo de unión	280-1010		E-24962	A-1-S					219-1018	
	2	Tornillos de mordaza de herramienta	683-F-1002		E-19110	D-2-S					219-6	
	1	Torn Cab Cil	1-A			A-1-S		$\frac{3}{8}$	1 $\frac{3}{8}$		219-6 219-9	
	1	Cuña	Woodruff Núm. 404								219-1002	

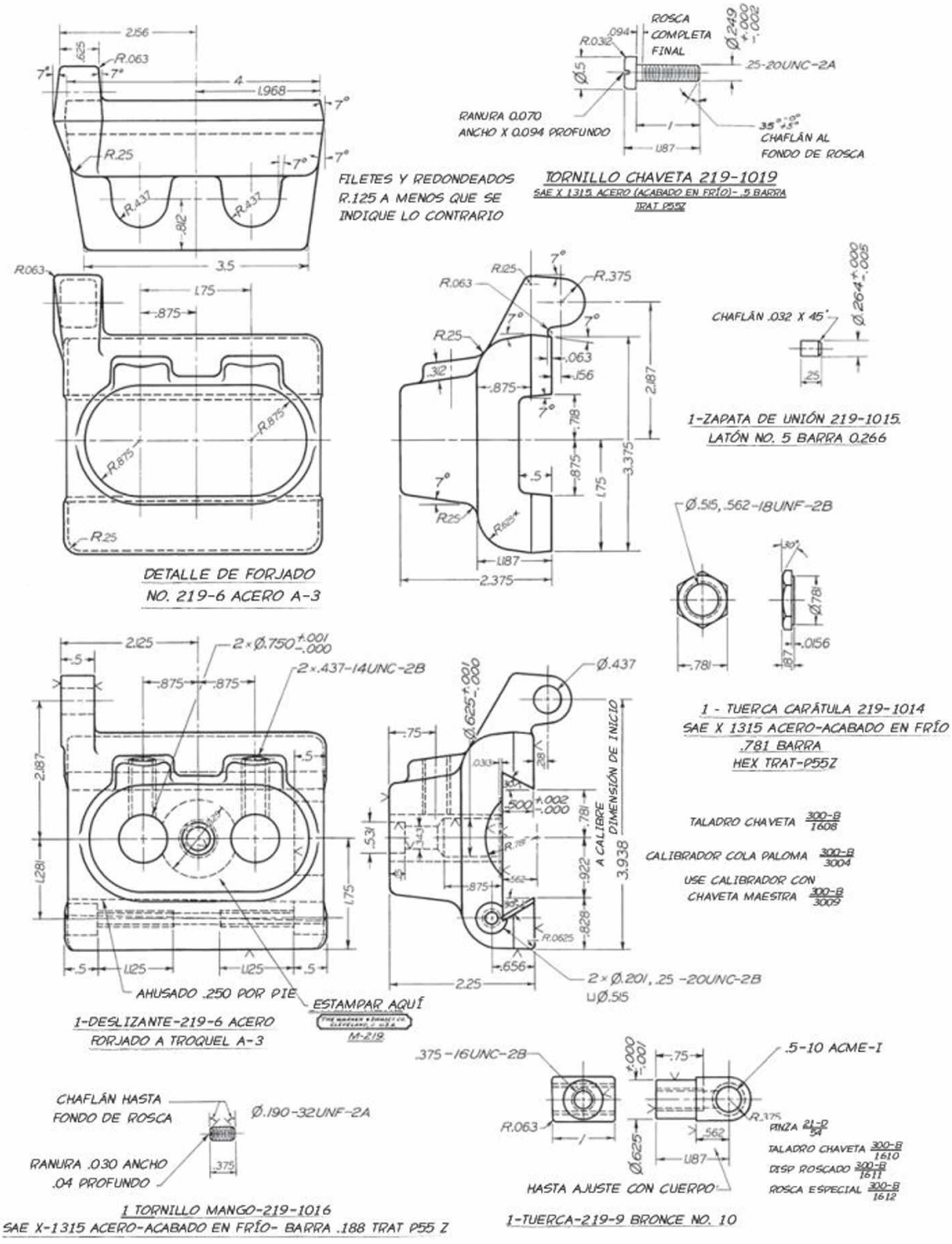
Ejercicio 12.59 *Inciso (b)* Lista de piezas de la herramienta deslizante.

www.FreeLibros.me



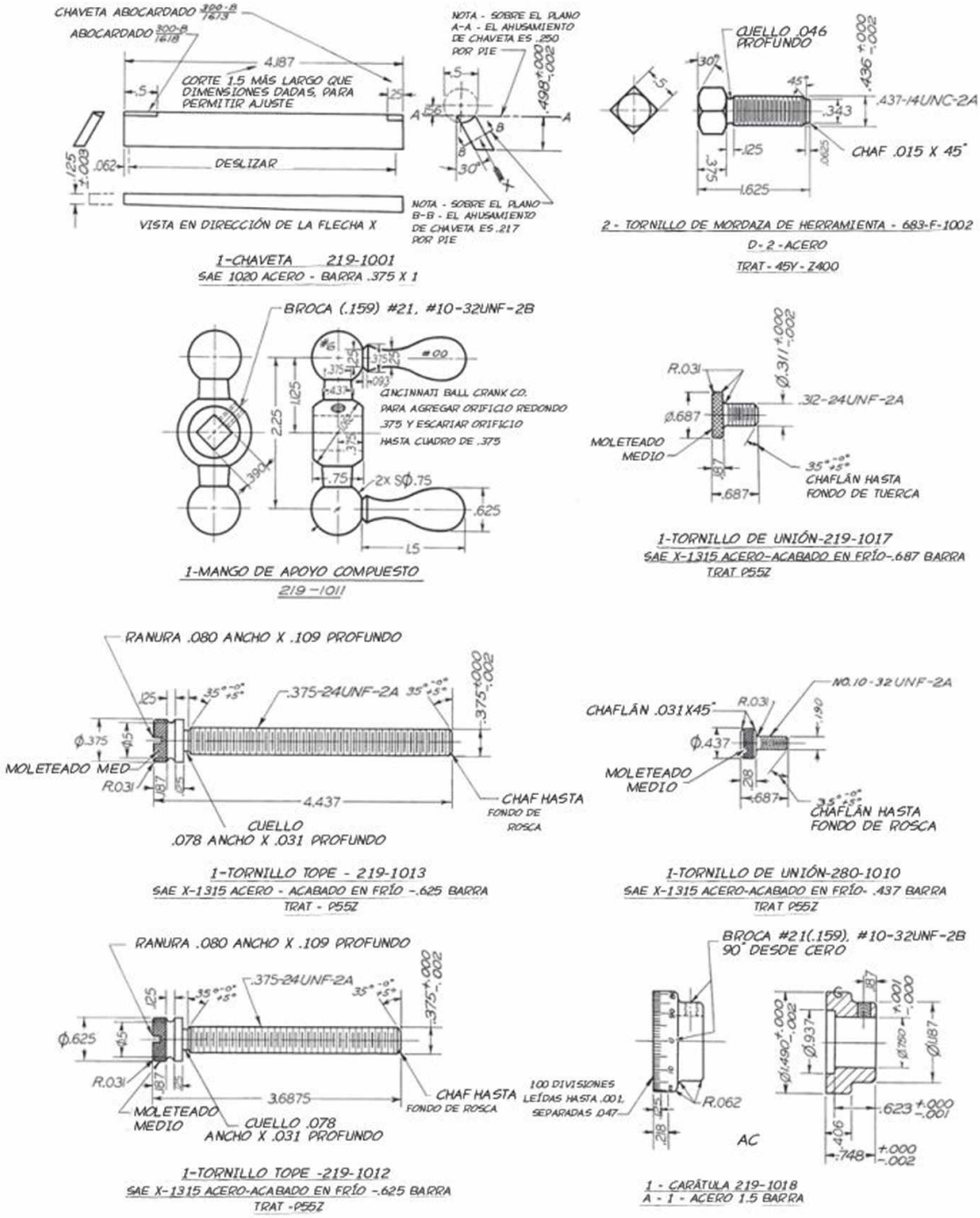
Ejercicio 12.59 ***Inciso (c)*** **Para la herramienta deslizante, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.59.**

www.FreeLibros.me



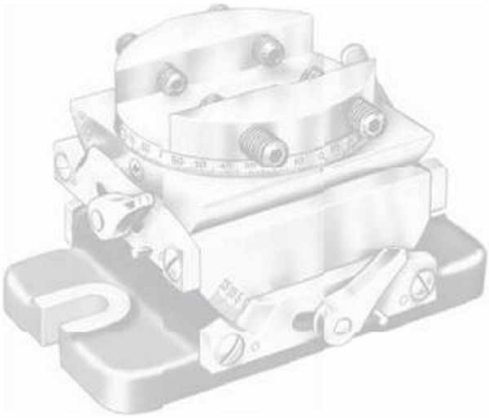
Ejercicio 12.59 ***Inciso (d)*** **Para la herramienta deslizante, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.59.**

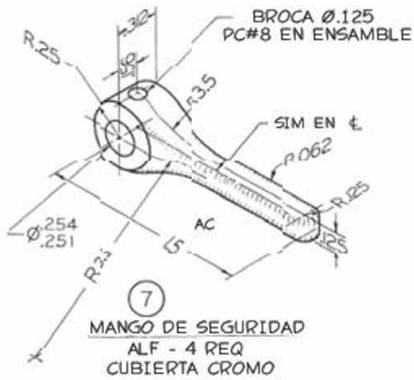
www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.59 ***Inciso (e)*** Para la herramienta deslizante, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.59.

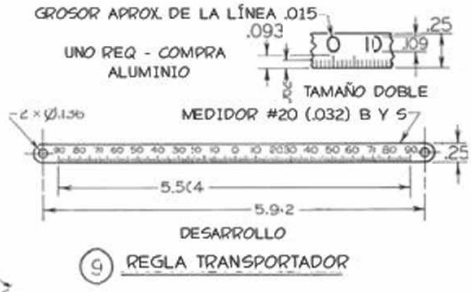
www.FreeLibros.me

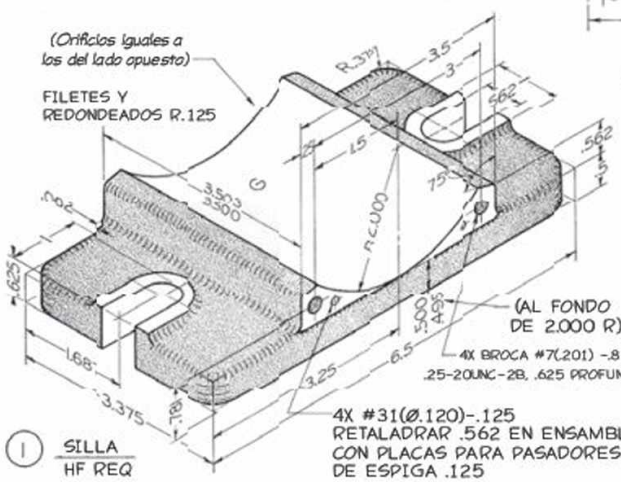


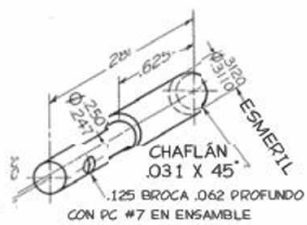


NÚM. REQ — PARTES ESTÁNDAR

4-.375-16UNC-2A X 1.5 TORN FIADOR PT COPA HUECA HEX
2-.375-16UNC-2A X .562 TORN FIADOR PT PLANA HUECA HEX
8-.25-20UNC-2A X .625 TORN CAB CIL
12-Ø.125X.75 VARILLA TALADRADA
2-#4(.112)-16UNC-2A X .562 TORN FIADOR PT PLANA HUECA HEX
4-Ø.125X.187 VARILLA PERFORADA

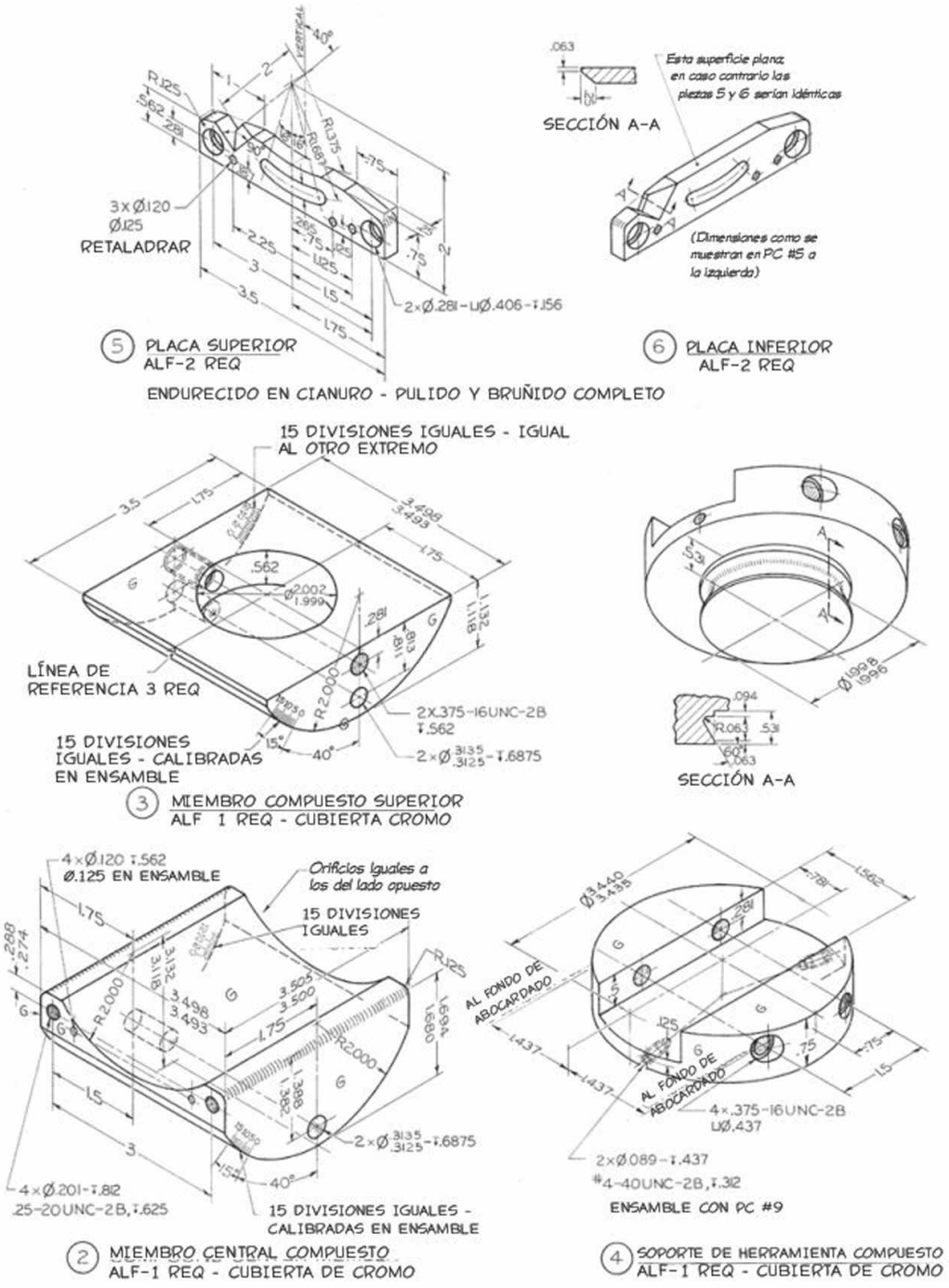






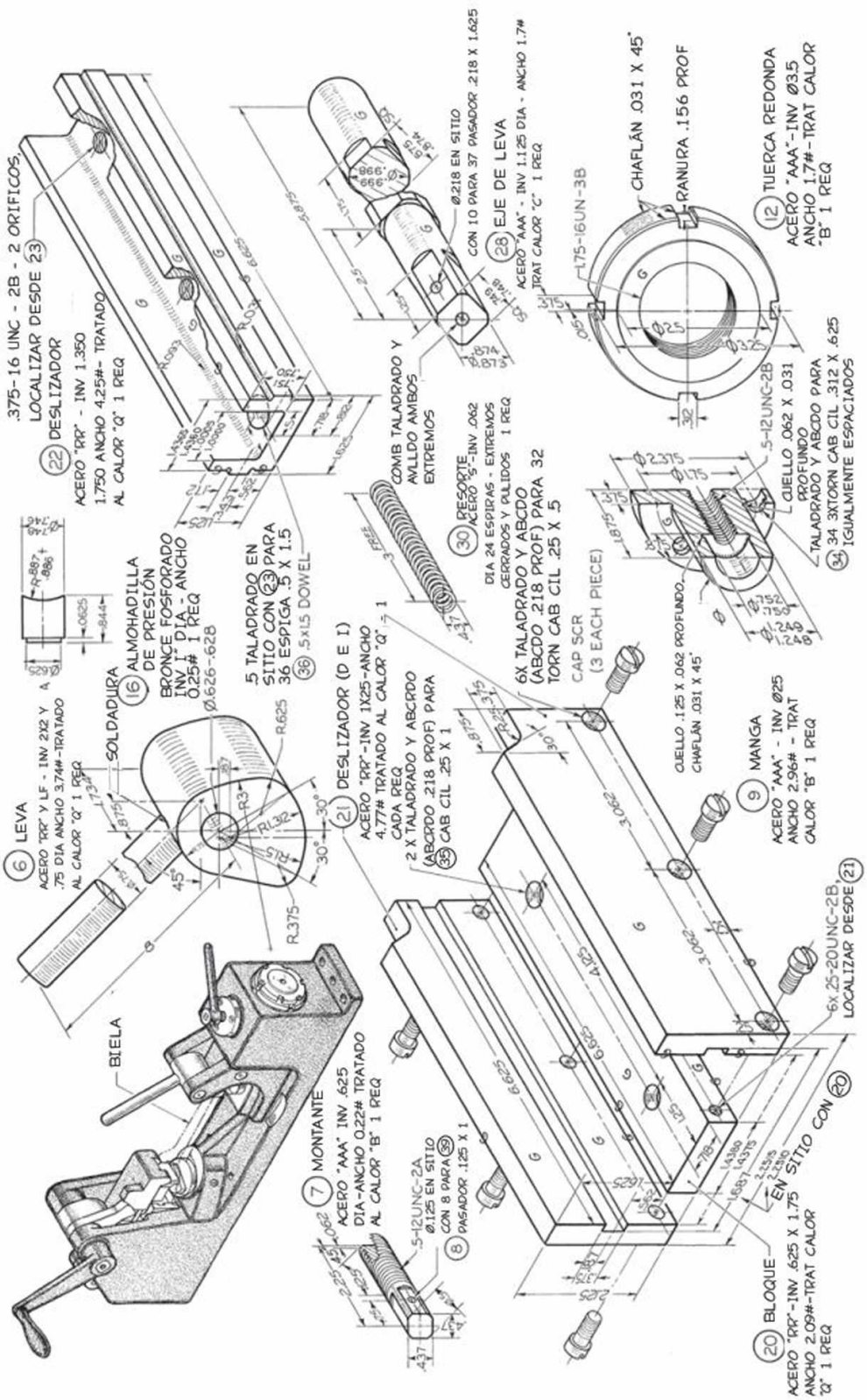
Ejercicio 12.60 ***Inciso (a)*** Para la prensa de herramientas con varios ángulos, haga lo siguiente. (1) Dibuje los detalles con dimensiones en pulgadas decimales o rediseñe para dimensiones métricas, si así se le indica. (2) Dibuje el ensamble. Vea el inciso (b) en la página siguiente.

www.FreeLibros.me



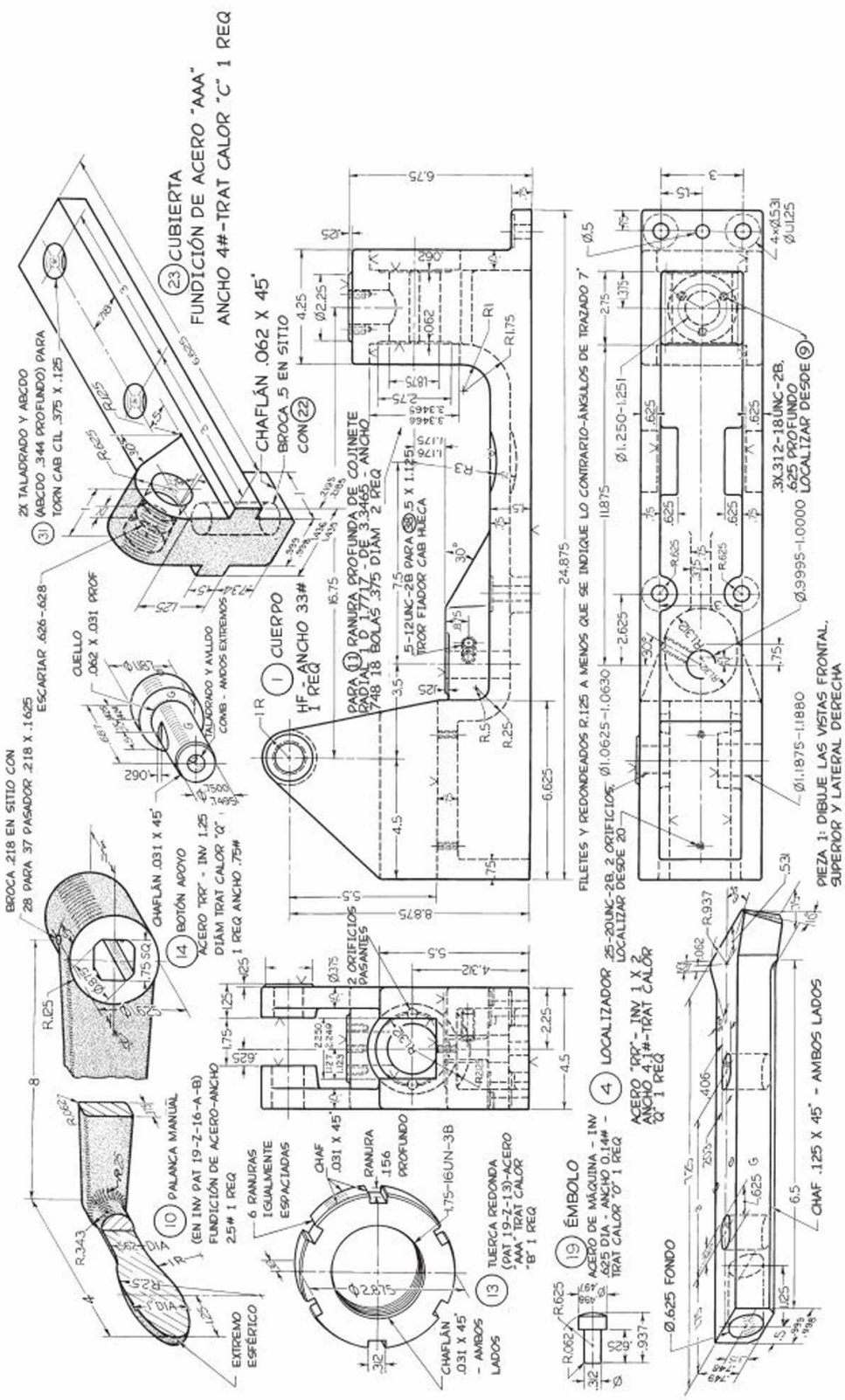
Ejercicio 12.60 ***Inciso (b)*** Para la prensa de herramientas con varios ángulos, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.60.

www.FreeLibros.me



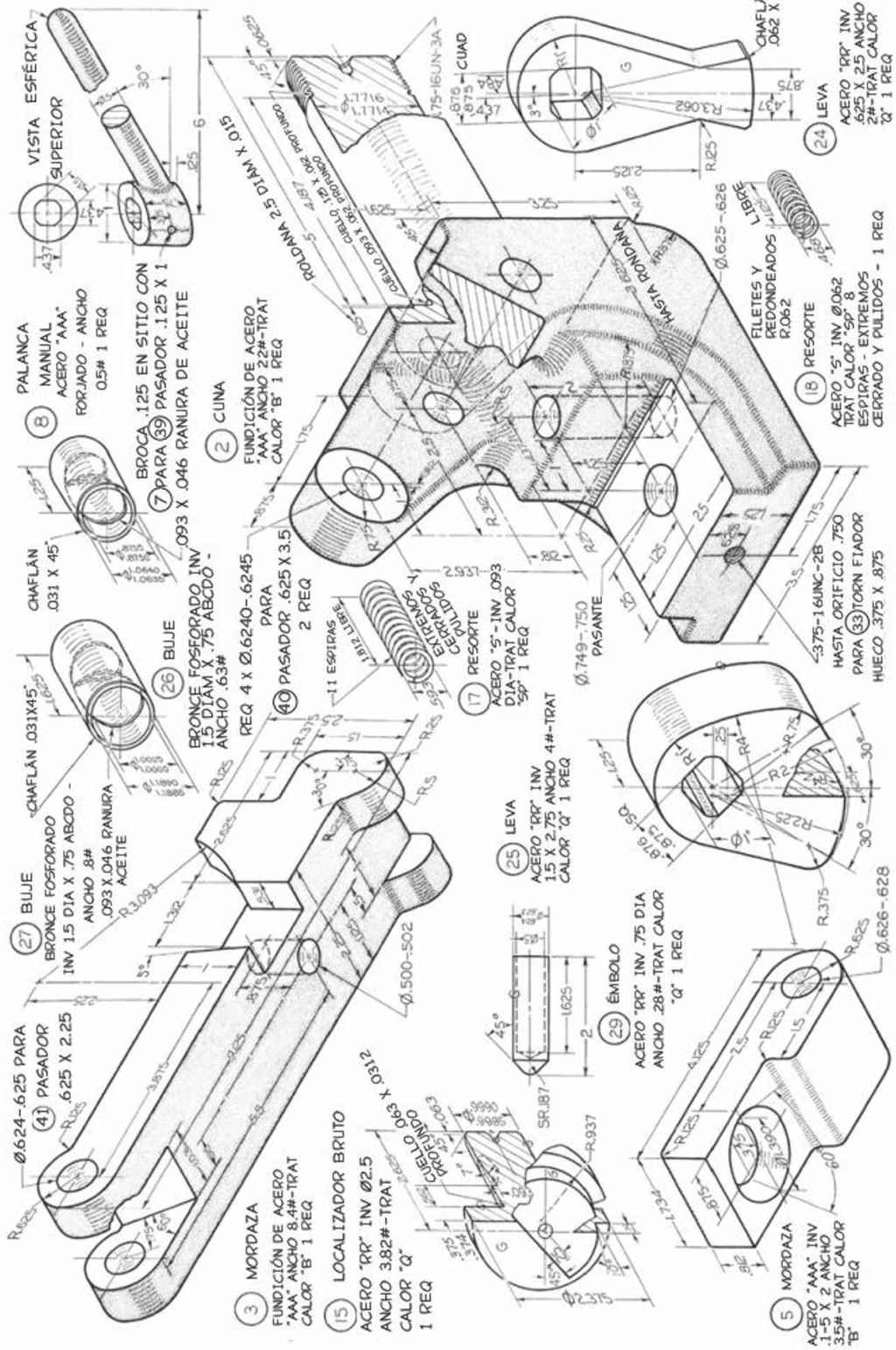
Ejercicio 12.61 Inciso (a) Para el dispositivo de centrado de una biela, haga lo siguiente. Consulte los incisos (b) y (c) en las páginas siguientes y: (1) dibuje los detalles con dimensiones en pulgadas decimales o rediseñe con dimensiones métricas, si así se le indica. (2) Dibuje el ensamble. Vea los incisos (b) y (c) en las páginas siguientes.

www.FreeLibros.me



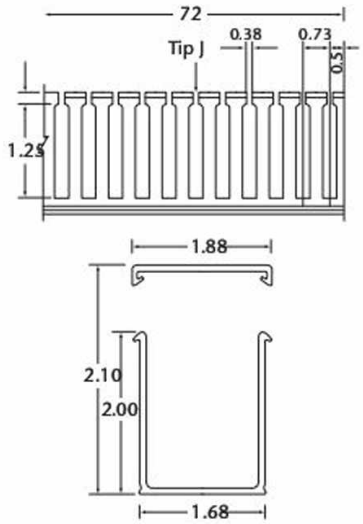
Ejercicio 12.61 ***Inciso (b)*** **Para el dispositivo de centrado de una biela, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.61.**

www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.61 ***Inciso (c)*** **Para el dispositivo de centrado de una biela, vea las instrucciones del inciso (a) del ejercicio 12.61.**

www.FreeLibros.me



Ejercicio 12.62 Para las vistas y lateral del conducto plástico de cableado con ranura abierta, dibuje lo siguiente. Trace de nuevo las vistas con dimensiones métricas, reduciendo tres veces su tamaño.

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO TRECE

ADMINISTRACIÓN DE DIBUJOS

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Comprender la importancia de la administración y el control de documentos.
2. Entender cómo se puede utilizar un archivo electrónico como dispositivo de comunicación o almacenamiento.
3. Comprender las diferencias entre un CD-ROM, un disco óptico y otras opciones de almacenamiento.
4. Describir los métodos de impresión y reproducción de dibujos técnicos.
5. Familiarizarse con Internet y la World Wide Web, así como entender cómo usarlas en el proceso de desarrollo de productos.

Consulte las siguientes normas:

- *ASME Y14.42—2002 Sistemas de aprobación digital.*
- *ASME Y14.100—2004 Prácticas de dibujo en ingeniería.*

www.FreeLibros.me

La unidad de disco duro con 400 gigabytes que se muestra a la derecha almacena más de 100 000 dibujos; unas 1 000 veces más que el archivo plano de la izquierda. (Cortesía de Western Digital). El archivo plano cuesta 10 veces más. (Cortesía de Mayline Group).

INTRODUCCIÓN

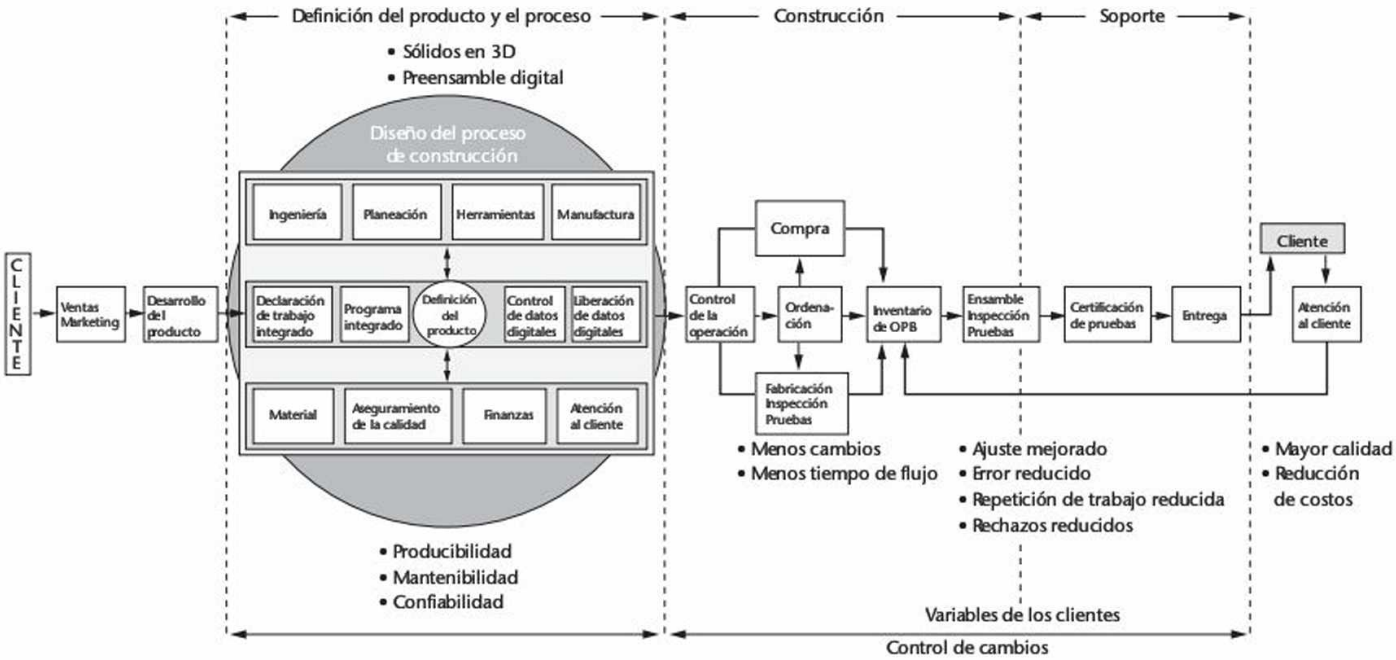
La creación de un dibujo es una parte del proceso para llevar el concepto de un producto o sistema a la realidad. La aprobación, administración, retención y almacenamiento del dibujo son otras partes muy importantes del proceso que no deben pasarse por alto. Una vez que se ha creado el dibujo, usted debe ser capaz de recuperarlo para usarlo con eficacia.

La administración de los dibujos y la demás documentación del diseño es una responsabilidad tanto legal como económica. Estos registros se constituyen como un contrato entre una compañía y los proveedores o contratistas que manufacturan las piezas o que construyen una estructura o un sistema.

Para que las empresas compitan en un mercado que avanza a ritmo acelerado, deben ser capaces de responder a los cambios e innovaciones que mejoren la eficiencia, a la vez que conservan los documentos de trabajo y los archivos de una manera segura, organizada y fácilmente accesible.

Un sistema bien organizado para almacenar y recuperar los esfuerzos de diseño anteriores puede ser importante para el éxito continuo de una empresa.

www.FreeLibros.me



13.1 Proceso de negocios preferido por Boeing, el cual ilustra el carácter simultáneo del diseño y la construcción del modelo en el corazón de su proceso de diseño. (Derechos reservados © Boeing).

ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO

El diseño de un producto, una estructura o un sistema, es un proceso de final abierto. Como aprendió en el capítulo 1, el punto de inicio es una declaración clara de las necesidades. El reconocimiento del punto final o su logro puede ser difícil si no se tiene un plan para el proceso de diseño. Los dos elementos críticos son el tiempo y los costos.

Para lanzar un producto al mercado en una fecha determinada, debe asignarse tiempo en la programación para todas las etapas del proceso de diseño, así como coordinar la fabricación o la construcción de los productos. Esto puede implicar la investigación de materiales y proveedores; la coordinación de los plazos de entrega para pedidos de materiales; asignación de tiempo a los proveedores para fabricar las piezas, incorporar cambios, ensamblar y comercializar el producto; elaboración de la documentación para el usuario, y una gran cantidad de detalles adicionales. En la figura 13.1 se muestra una representación gráfica del proceso de negocios preferido para Boeing Corporation. Observe todas las etapas antes de que el producto llegue al cliente. Si se desea que este proceso termine a tiempo, es necesaria una planificación cuidadosa.

Con frecuencia se usa una gráfica de la ***Técnica de Revisión y Evaluación del Programa*** (PERT, por sus siglas en inglés) o un diagrama de Gantt para dar seguimiento al tiempo y a la actividad del proyecto. Al trabajar hacia atrás a partir de la fecha de finalización y asignar tiempo a las actividades, puede desarrollar un plan para cumplir con los plazos críticos y predecir la influencia sobre una actividad importante cuando se requiera desplazar alguna fecha límite en otro punto del proceso.

El trabajo de diseño del producto ocurre cerca del inicio del proceso, pero involucra un gran porcentaje del costo total del producto. En la figura 13.2 se muestra una gráfica de tiempo comparada con el porcentaje comprometido en el presupuesto del proyecto. Observe que a pesar de que el diseño conceptual no es particularmente costoso, en especial cuando se compara con el uso de herramientas manuales para la manufactura, en este punto es donde se encuentra comprometida la mayor parte del costo del proyecto. La diferencia entre el éxito o el fracaso del producto puede estar determinada desde el inicio del proceso.

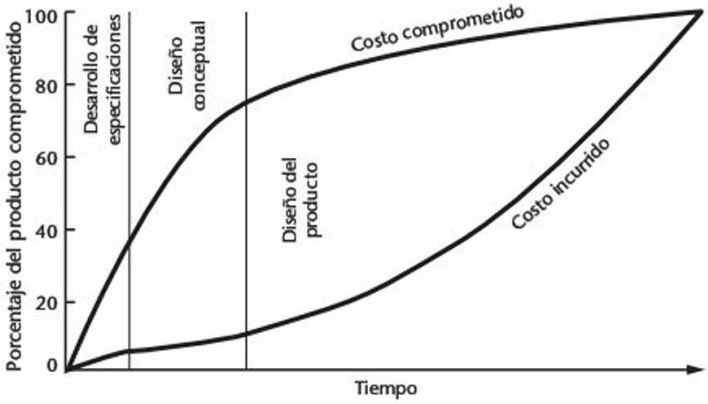
Las empresas usan puntos memorables y revisiones del diseño para ayudar a asegurar que el proceso de diseño alcance su objetivo de manera oportuna, y para minimizar el riesgo al pasar por cada uno de esos puntos durante el diseño. Entre los puntos memorables típicos se pueden incluir los siguientes:

Propuesta de producto La ***propuesta de producto*** suele ser impulsada por el departamento de ventas y marketing en respuesta a las necesidades del consumidor.

Propuesta de diseño La ***propuesta de diseño*** es un plan para satisfacer esa necesidad y, por lo general, para mostrar la rentabilidad de la compañía al hacerlo.

Plan de desarrollo El ***plan de desarrollo*** incluye a todos los grupos involucrados con el producto, como las

www.FreeLibros.me



13.2 Al comienzo del proceso de diseño se compromete un gran porcentaje del costo del ciclo de vida del producto. Al final del proceso, cuando en realidad se incurre en los costos, puede resultar imposible reducir los costos sin grandes cambios en el diseño. Para generar productos que sean viables en el mercado mundial, usted tendrá que considerar tantos diseños alternativos como sea posible al inicio del proceso de diseño. (Reproducido con autorización de The McGraw-Hill Companies, Inc., de *The Mechanical Design Process*, Segunda Edición, por David G. Ullman, 1997).

áreas de administración, marketing, ingeniería, manufactura, servicio y ventas.

Liberación de ingeniería La ***liberación de ingeniería*** implica que se han completado todas las revisiones para una liberación satisfactoria de todos los componentes, módulos y sistemas necesarios para el dispositivo o sistema, y que se han contestado todos los cuestionamientos hasta un punto que está listo para su lanzamiento. Esto normalmente incluye varias etapas de revisión del diseño tanto a nivel del producto como de las piezas. Después de que ocurre esta liberación inicial de ingeniería de los planos o la base de datos digital, se rastrean las revisiones y se marcan en los dibujos.

A menudo las empresas utilizan una letra para dar seguimiento a las revisiones de diseño antes de su liberación. Por ejemplo, en una fase inicial del prototipo, el dibujo puede marcarse como la revisión A. Después, al refinar el diseño, se puede indicar una revisión B. En la liberación inicial de ingeniería, los dibujos se actualizarán para mostrar la liberación 1 (algunas empresas utilizan el 0 como la versión inicial).

Liberación del producto La ***liberación del producto*** requiere que cada pieza en el diseño pueda producirse y funcione de modo que el producto esté listo para ser entregado al cliente.

Revisión del diseño

Los empleados a nivel de entrada pueden estar más involucrados en las revisiones de cada parte, para determinar si la pieza sobre la que están trabajando funciona correctamente dentro de todo el ensamble y si puede fabricarse en forma rentable. Quizá requiera proporcionar la documentación de las decisiones de diseño; por ejemplo, las selecciones de los sujetadores, las normas de la compañía, el análisis realizado, las tolerancias aceptadas, y demás información adicional.

www.FreeLibros.me

Los dibujos de documentación pueden constituirse como un contrato entre los fabricantes y los clientes, por lo que la administración de los dibujos impresos y electrónicos es una práctica de negocios clave en todas las industrias que involucran el dibujo técnico. (Cortesía de Getty Images, Stockbyte).

CÓMO ENTENDER LA ADMINISTRACIÓN DE DIBUJOS

A fin de controlar la forma en que se liberan los dibujos para su manufactura, las compañías y las industrias han desarrollado procedimientos para eliminar costosos malentendidos y errores. Por ejemplo, si los diseños requieren cambios, las órdenes de cambio realizadas por ingeniería documentan estos cambios para que sean parte del registro permanente del diseño.

Los organismos reguladores, las organizaciones de normalización y la jurisprudencia han contribuido a las reglas de retención y producción de documentos relativos al diseño en ingeniería. Toda persona que trabaje con dibujos técnicos debe estar familiarizada con los requisitos de retención de registros en su industria.

Sin duda, la administración de dibujos es importante, simplemente por razones de conveniencia y para que los diseñadores tengan la libertad de utilizar su energía creativa en fines más elevados que barajar de manera desorganizada una gran cantidad de documentos. Sin embargo, es aún más importante porque juega un papel clave al proporcionar la documentación legal y contribuir a la eficiencia general y a la rentabilidad de una empresa.

Conservación de los documentos

Los dibujos funcionan como una parte importante de un acuerdo entre un diseñador y un productor. Se puede pensar en los dibujos y modelos de CAD en 3D liberados como un contrato entre usted y la compañía que construirá la estructura o el sistema, o con el fabricante que producirá la pieza o dispositivo. Como tal, es crucial poder documentar lo que en realidad se proporciona con cada dibujo.

Las compañías pueden verse obligadas a producir ***documentación*** para diversos fines, como defenderse de demandas por responsabilidad en la seguridad de los productos o violación de patentes. En caso de alguna necesidad legal, usted debe producir la documentación tal como fue proporcionada usando un método admisible en un tribunal. Como los archivos almacenados electrónicamente pueden ser alterados, deben administrarse de manera adecuada para considerarse un método aceptable de documentación para los diseños de ingeniería.

Ya sea que estén en papel, en mylar o en formato electrónico, los dibujos son registros importantes de la compañía y deben recuperarse, reproducirse, revisarse y mantenerse con eficacia.

La mayoría de las peticiones legales requieren copias de todas las versiones del diseño y todas las copias almacenadas y utilizadas dentro de la empresa. Obtener estas copias puede resultar costoso y complicado si los dibujos no están organizados o si existen varias versiones en uso.

Normas legales para los dibujos

Las normas legales acerca de cuánto tiempo deben conservarse los dibujos de ingeniería varían en cada país y de una industria a otra. Por ejemplo, los dibujos de las plantas de energía nuclear pueden conservarse de manera permanente o durante cientos de años, pero los dibujos para un dispositivo médico sólo deben guardarse durante uno o dos años después de que el producto sea obsoleto (y ya no se fabrique o se venda). En la mayoría de los casos, las normas de los grupos industriales sopesan el riesgo de destruir un registro en el contexto de cada producto y de la seguridad pública, y hacen recomendaciones a sus integrantes.

Las normas de la ***Asociación Americana para la Administración de Registros*** (ARMA, por sus siglas en inglés) para la retención de documentación son otra fuente de información sobre la conservación de dibujos técnicos. Una compañía, o un consultor, debe comprender estas normas para determinar cuánto tiempo debe conservar los registros de sus dibujos técnicos. Incluso si la norma legal es menos estricta, un tribunal puede decidir que una compañía debe cumplir con la práctica común de la industria para evitar una declaración de negligencia.

Las industrias que están reguladas por la Administración de Alimentos y Medicamentos en Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) también deben estar pendientes de las directrices para conservar registros y firmas electrónicas, regulación que se puso en práctica a inicios de 1998. Las dependencias reguladoras como la FDA consideran los dibujos de ingeniería como "especificaciones" o "documentos" y han dejado en claro sus líneas de acción para mantener registros que incluyen formatos electrónicos, como los archivos gráficos. Las compañías que observan las pautas de la administración de registros deben ser conscientes de las regulaciones más actuales y de los esfuerzos de las normas industriales, y de los grupos reguladores por abarcar los medios electrónicos.

Mejora de la eficiencia

La administración eficaz de los documentos también es una clave para el uso eficaz de las herramientas de diseño asistido por computadora y de las prácticas de ingeniería concurrente.

El almacenamiento y la recuperación efectivos de la documentación del diseño

www.FreeLibros.me

de ingeniería pueden hacer la diferencia en la capacidad de una empresa para tener éxito en el mercado mundial actual. El uso efectivo de una base de datos de diseño en 3D puede proporcionar muchos beneficios adicionales a la reducción del tiempo de dibujo o al acortamiento del ciclo de desarrollo del producto.

Dominar el proceso que siguen los dibujos en papel para su aprobación, liberación y almacenamiento también puede ayudarle a entender las buenas prácticas de aprobación, liberación y almacenamiento de los datos electrónicos en CAD.

La ingeniería concurrente, un proceso que puede mejorar la eficiencia y la rentabilidad al aumentar la interacción entre los pasos del proceso de diseño, depende de la capacidad del equipo para trabajar juntos en tareas relacionadas entre sí, a menudo con el uso de una base de datos de diseño. El acceso a información actualizada y precisa es crucial para que el equipo tenga la capacidad de trabajar simultáneamente en diferentes aspectos de un mismo proyecto.

En los esfuerzos de equipo, las personas involucradas pueden usar una base de datos de diseño para simplificar el proceso de diseño y reunir al equipo. La información guardada en una base de datos de diseño en 3D puede emplearse para producir dibujos en papel o para enviar archivos de CN hacia el maquinado, el diseño de moldes u otros procesos de manufactura. También es una parte importante del registro del diseño de ingeniería.

Las nuevas herramientas de software y los procesos para administrar el flujo de información del diseño entre los miembros del equipo, están en continua mejora.

LA ADMINISTRACIÓN DE LOS DIBUJOS EN LA ÉTICA DE INGENIERÍA

El colapso de la pasarela del Hyatt Regency proporciona un vívido ejemplo de la importancia de la precisión y el detalle en el diseño de ingeniería y planos para el taller (en particular respecto a las revisiones), y las costosas consecuencias de los errores.

El 17 de julio de 1981, el Hotel Hyatt Regency en Kansas City, Missouri, llevó a cabo una fiesta de té danzante videograbada en su vestíbulo. Muchos asistentes estaban de pie y bailando sobre pasarelas suspendidas, con lo que las conexiones de las barras de soporte unidas al techo que sostenían las pasarelas del segundo y cuarto piso a través del vestíbulo fallaron, y las dos pasarelas se derrumbaron sobre el abarrotado atrio del primer piso. La pasarela del cuarto piso se derrumbó sobre la del segundo, en tanto que la pasarela del tercer piso, que no se encontraba en la misma línea vertical, se mantuvo intacta. El derrumbe dejó un saldo de 114 defunciones y más de 200 heridos graves. Del colapso resultaron millones de dólares en costos, y miles de vidas se vieron afectadas en forma negativa.

El hotel tenía aproximadamente un año de funcionar al momento del colapso de las pasarelas, y la subsecuente investigación del accidente reveló algunos hechos inquietantes.

Durante enero y febrero de 1979, el diseño de las conexiones de las barras de suspensión se cambió después de una serie de sucesos y disputadas comunicaciones entre el fabricante (Havens Steel Company) y el equipo de diseño de ingeniería (G.C.E. International, Inc., una firma de profesionales de la ingeniería). El fabricante cambió el diseño de una sola varilla a un sistema de dos varillas para simplificar la tarea de ensamble, duplicando así la carga sobre el conector, lo que finalmente dio como resultado el colapso de las pasarelas.

El fabricante, en un testimonio bajo juramento ante la audiencia administrativa judicial después del accidente, afirmó que su compañía (Havens) solicitó telefónicamente la aprobación para realizar el cambio a la empresa de ingeniería (G.C.E.), la cual negó haber recibido tal llamada de Havens.

El 14 de octubre de 1979 (más de un año antes de que se cayeran las pasarelas), y cuando el hotel aún estaba en construcción, más de 2700 metros cuadrados del techo del vestíbulo se derrumbaron debido a la falla de una de las conexiones del techo en el extremo norte del atrio.

En su testimonio, G.C.E. dijo que en tres ocasiones distintas solicitaron tener una representación en el sitio de ejecución del proyecto durante la fase de construcción; sin embargo, estas peticiones no fueron satisfechas por el propietario (Crown Center Redevelopment Corporation), debido a los costos adicionales de proporcionar una inspección en campo.

El fabricante de la pasarela colapsada declaró que su compañía había solicitado telefónicamente al equipo de diseño de ingeniería la aprobación del cambio, pero la empresa de ingeniería negó haber recibido tal llamada. (Cortesía de Texas A & M University).

Aún con su diseño original, las pasarelas apenas habrían sido capaces de contener la carga esperada y no hubieran cumplido con los requisitos del Código de Construcción de Kansas City.

En vista de las evidencias aportadas durante las audiencias, una gran cantidad de los profesionistas implicados perdieron sus licencias de ingeniería, varias empresas se fueron a la quiebra y en la corte se recibieron muchas demandas legales costosas. Este caso sirve como un excelente ejemplo de la importancia que tiene el cumplir con las responsabilidades profesionales, y de las consecuencias para los profesionistas que no lo hacen así.

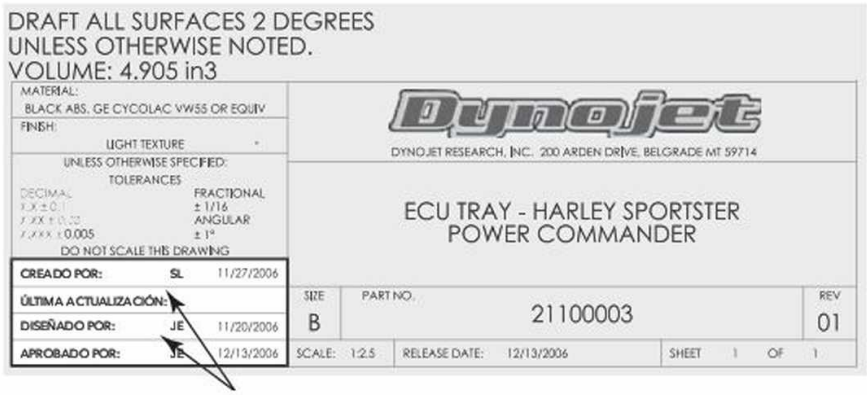
(Extraído de "Negligencia, riesgo y el debate profesional sobre la responsabilidad del diseño", la historia del colapso de las pasarelas del Hotel Hyatt Regency de Kansas City. Departamento de Filosofía y Departamento de Ingeniería Mecánica, Texas A & M University http://ethics.tamu.edu/ethicscasestudies.htm).

www.FreeLibros.me

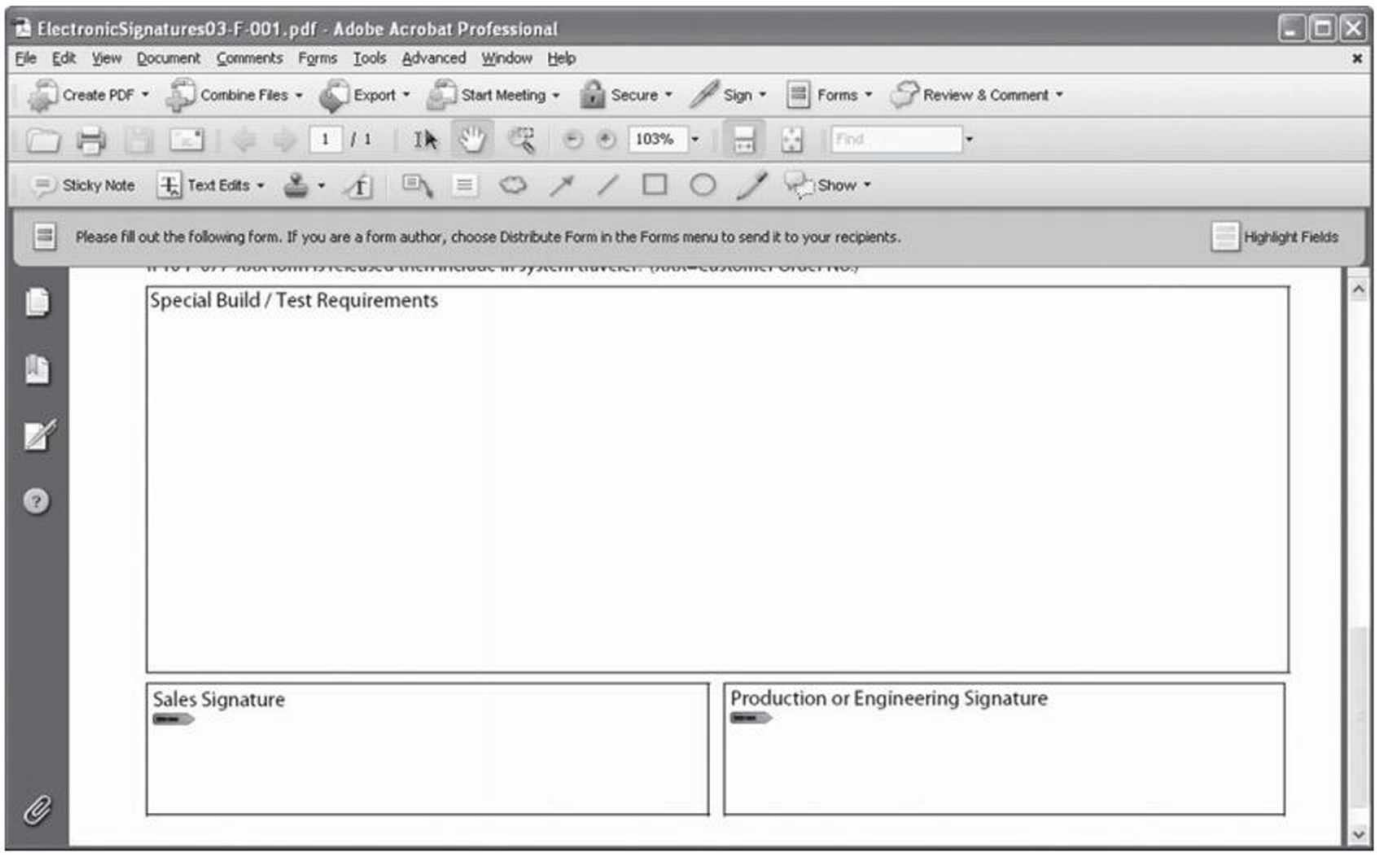
13.1 APROBACIÓN Y LIBERACIÓN DE DIBUJOS

Una vez que se determina que un dibujo está completo, el cuadro de títulos en el dibujo se usa para documentar el cambio de un dibujo de proyecto a un dibujo final. El creador del dibujo firma y fecha la casilla de "elaborado por"; quizás un supervisor firme y feche la casilla de "revisado por", y el ingeniero responsable aprueba el dibujo y lo libera al firmar y fechar la casilla de "aprobado por". Además, un ingeniero supervisor también podría firmar para aprobar el dibujo. En una serie de dibujos en papel, las firmas se hacen manualmente. Cuando los dibujos se aprueban de manera digital, el visto bueno se indica mediante un "símbolo de identificación personal", de acuerdo con la norma *ASME Y1.14.42-2002*. El ***indicador de aprobación*** puede ser algún símbolo, letras, números, o una firma digital, entre ello los códigos de barras; un ejemplo son las iniciales en el cuadro de títulos que se muestra en la figura 13.3.

Una vez aprobado, el dibujo o la serie de dibujos y el contrato se liberan al área de manufactura o al contratista para que se realice la producción. Se distribuyen copias de los dibujos aprobados a los diferentes departamentos dentro de la compañía según se requiera, y se almacena una serie de dibujos impresos y el contrato como un registro permanente. En la figura 13.4 se muestra un cuadro de títulos que se ha usado para reunir las firmas de aprobación de un dibujo en papel.



13.3 En este dibujo se utilizan firmas electrónicas. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

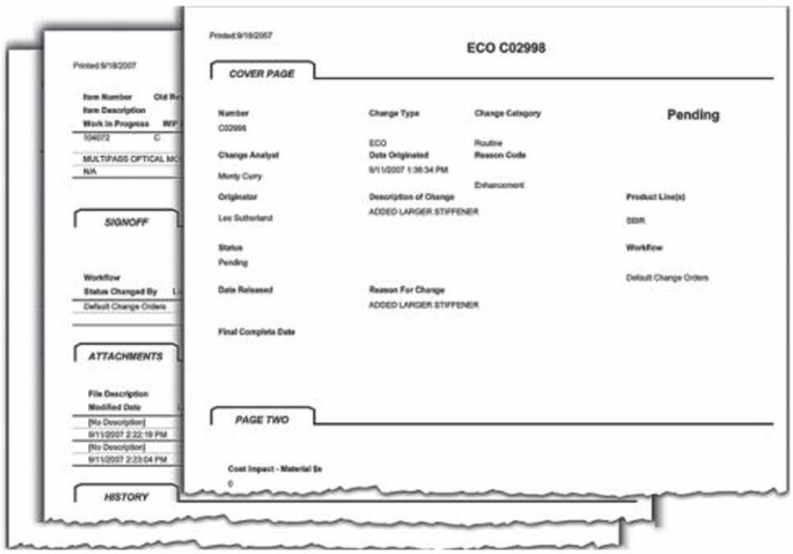


13.4 Para aprobar este formato de orden de ingeniería se emplean archivos de firma electrónica. (Cortesía de Big Sky Laser).

www.FreeLibros.me

13.2 ÓRDENES DE CAMBIO

En el imperfecto mundo real, los dibujos liberados a menudo requieren algún tipo de corrección durante el proceso de construcción o de manufactura del producto o sistema. Después de haber liberado un dibujo, puede usarse una ***orden de cambio de ingeniería*** (OCI), como la que se muestra en la figura 13.5, para documentar y aprobar los cambios al dibujo. La OCI, también llamada notificación de cambio de ingeniería (NCI) y, en ocasiones solicitud de cambio de ingeniería (SCI), detalla la naturaleza de los cambios en un documento independiente. Después de que se aprueba la OCI, el dibujo se modifica y la modificación se indica en el dibujo.



13.5 Orden de cambio de ingeniería. (Cortesía de Zolo Technologies).

13.3 CUADRO DE REVISIONES

Una vez revisados, los dibujos no se reemplazan con un nuevo dibujo, sino que al dibujo se le agrega un cuadro de revisión con fechas, como el que se muestra en la figura 13.6. El ***cuadro de revisiones*** describe cada cambio y puede indicar el número de la orden de cambio de ingeniería (que contiene más información sobre el cambio). De nuevo, el cuadro de revisiones requiere una aprobación. En el dibujo se añade un número pequeño (contenido en un triángulo o círculo) para señalar la modificación realizada. Algunas empresas también incluyen un número de revisión fácilmente visible cerca del número de dibujo en el bloque de títulos. Al anotar el número de dibujo se asegura que dos personas que analizan una impresión en dos ubicaciones distintas puedan verificar que ambas estén viendo la misma versión del dibujo.

Una vez que un dibujo está revisado y aprobado, se guarda una copia como registro permanente. Las empresas que usan dibujos impresos deben hacer circular nuevas impresiones a todos aquellos que hayan recibido la impresión anterior, para que puedan actualizar sus archivos. Algunas empresas requieren la recolección de las impresiones antiguas para eliminar la posibilidad de que algunos departamentos puedan seguir usándolas.

Una de las ventajas de una base de datos digital es que cuando el sistema está bien implementado y organizado adecuadamente, es mucho más fácil rastrear cuál es la versión actual. Por supuesto, un sistema digital mal implementado es tan propenso a la confusión como un sistema manual. En la figura 13.7 se muestra el software desarrollado en Dynojet Research Inc. para rastrear y aprobar las solicitudes de cambio de ingeniería.

REVISIONES				
SCI#	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	APROBÓ
1480	02	AUMENTAR EL ANCHO DE CUÑEROS PARA FACILITAR INSTALACIÓN DE CUÑAS	4/1/2003	SAS
	02	SE AGREGA GDT A CUÑA CENTRAL EN EL EJE		
1813	03	SE AGREGA TOLERANCIA HASTA Ø1.497	1/13/2004	SAS
3560	04	SE AGREGA TOLERANCIA DE CONCENTRICIDAD HASTA Ø1.497	2/1/2007	JE
	05	SE AGREGA REQUISITO DE TALADRADO CENTRAL EN UN EXTREMO DEL EJE	5/2/2007	SAS

13.6 Cuadro de revisiones. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

Waiting for action | My ECRs | Canceled | All | Search Results

Date	Status	ECR	Owner	Description of change	Last Comment
3/23/2007	Complete	5068	slindt	RELEASE TO PRODUCTION These were ...	
4/13/2007	Complete	5100	jrichard	RELEASE 21700004 - This is the 2" piece...	The install guide is being updated. The ECR for it will ...
4/16/2007	Complete	5109	jrichard	RELEASE LABOR PART # 19200070 AND ...	all 18 are powder coated
5/4/2007	Implemented	5211	slindt	RELEASE TO PRODUCTION	Thanks
5/7/2007	Complete	5199	rick	Add powder coating labor number 19200021...	OK. NEWER DRAWINGS ATTACHED NOW
5/8/2007	Implemented	5216	jmatter	Remove stock code 54210020, Fuse,1/4A,...	I've got some "1/2 Amp" stickers for LV Tech Support ...
5/11/2007	New	5238	slindt	RELEASE TO PRODUCTION Will post dat...	Data file is attached.
5/14/2007	New	5253	slindt	RELEASE TO PRODUCTION Will post dat...	A prototype can be built, and once that prototype is ap...

13.7 Software para el seguimiento de solicitudes de cambio de ingeniería. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

13.4 UN DIBUJO COMO UNA INSTANTÁNEA

Cada uno de los dibujos archivados y referenciados en el proceso que se acaba de describir sirvió para documentar un diseño en un determinado momento. Algunas empresas siguen imprimiendo y guardando una copia en papel del archivo de CAD como el registro permanente para proporcionar esta documentación. Si el archivo electrónico en CAD se actualiza y ya no coincide con el dibujo, la copia en papel sirve para preservar la información de diseño. En este tipo de sistema se aplican las mismas prácticas de aprobación y almacenamiento que se acaban de describir para los dibujos en papel generados a partir de la base de datos de CAD. Ésta es una práctica perfectamente aceptable si estos dibujos en papel pueden recuperarse después si se necesitaran.

Las prácticas de la actualidad permiten el mismo nivel de control de los archivos electrónicos que almacenan los datos de diseño. Los estándares de calidad en algunas industrias permiten que los documentos electrónicos sirvan como registro permanente, si se controlan de manera adecuada. El proceso de aprobación se aplica a dibujos en CAD que se "congelan" después de cada aprobación. En vez de guardar una copia en papel, la empresa almacena el archivo electrónico y dispone de procedimientos de copia de seguridad para garantizar la recuperación futura del archivo.

El procedimiento recién descrito cubre sólo una parte del proceso de diseño e información del producto que una compañía debe controlar. La comunicación, control y almacenamiento de los archivos electrónicos que se usan para documentar el diseño de ingeniería es importante para conseguir el máximo valor del esfuerzo de diseño de una compañía.

13.5 BUENAS PRÁCTICAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE DIBUJOS ELECTRÓNICOS

Las prácticas organizadas para el almacenamiento, aprobación, recuperación de nombres de archivos y el seguimiento del historial de las revisiones de los datos electrónicos en CAD, son aún más importantes que para los sistemas basados en papel. Los beneficios que motivan a las empresas a invertir en una base de datos de CAD en 3D son muchos; por ejemplo, una mejor comunicación entre las áreas funcionales, manufactura integrada por computadora, menor tiempo del ciclo de diseño, ahorro de costos, un mejor acceso a la información y mejora de las capacidades de visualización. Sin embargo, si los archivos de CAD y la documentación no están bien organizados, muchos de estos beneficios no se concretan. Es probable que usted vaya a trabajar en una compañía que ha desarrollado y articulado sus propios estándares para la administración de datos, y se esperará que se adhiera a estas normas. La compañía podrá incluso haber invertido en software para la gestión de datos. En cualquier caso, gran parte de la responsabilidad de la administración de los datos será suya. La comprensión de los problemas en la administración de archivos personales le facilitará diseñar su propio sistema si es necesario, y le ayudará a apreciar las ventajas y desventajas de los diferentes métodos.

13.6 ALMACENAMIENTO DE ARCHIVOS ELECTRÓNICOS

El advenimiento de las computadoras personales en el escritorio de cada diseñador contribuye a la dificultad de administrar los datos electrónicos. Cada diseñador puede organizar los archivos con que esté trabajando en forma diferente, o mantener múltiples copias de un archivo en directorios diferentes. Cuando otras personas tienen que ver o editar el archivo, puede ser difícil estar seguro de cuál es la versión actual. Sin un minucioso proceso de aprobación para la ***liberación de los dibujos***, el ingeniero puede descuidar el seguimiento y el almacenamiento del historial de revisiones. Aun cuando las revisiones anteriores del dibujo se almacenen electrónicamente, pueden ser inútiles si no se ajustan a los requisitos de una copia instantánea del diseño al momento de la liberación.

Muchas compañías presentan dificultades con sus datos de CAD porque empiezan con proyectos pequeños y no ponen en práctica un sistema organizado para la administración de los archivos. Cuando se dan cuenta que necesitan una mejor organización ya tienen miles de archivos mal organizados y muchos usuarios de CAD con malos hábitos de almacenamiento de archivos. Una parte muy importante de su trabajo será administrar los registros de cada diseño de producto que usted genere.

13.7 ESTRUCTURAS DE DIRECTORIOS ORGANIZADAS

Si usted usa una estructura de directorios organizada podrá recuperar sus archivos de CAD y otros datos de ingeniería almacenados electrónicamente. Piense en un directorio del disco como una especie de carpeta de archivos. Usted no pondría todos sus documentos sueltos en el archivero; del mismo modo, no debe esparcir todos sus archivos por el disco duro.

La mayoría de las personas crean una estructura de directorios de manera que tenga sentido para los tipos de proyectos que realizan. Una estructura de directorios basada en proyectos, como la que se muestra en la figura 13.8, le permite almacenar en un mismo directorio todos los archivos relacionados con un proyecto determinado.

Quizá desee tener dentro de cada proyecto subdirectorios para las diferentes partes o diferentes tipos de datos que estén relacionados con el proyecto. Una regla aceptable es pensar en situaciones en las que usted (u otras personas) desearía recuperar los datos. ¿Pensará en ello en términos del proyecto? (Recuerde que una clave para trabajar con un ensamble

www.FreeLibros.me

es la disponibilidad de los archivos de las piezas individuales asociados a éste). ¿O pensará en ello en términos de otra característica? Sus directorios de archivos de CAD pueden basarse en los proyectos, en tanto que otros archivos pueden organizarse de manera distinta. Si los directorios funcionan de la misma manera que usted trabaja, le será más fácil encontrar lo que necesite.

No es buena idea tener un solo directorio "de trabajo" donde almacene todos sus archivos, incluso si tiene la intención de moverlos posteriormente a otro directorio basado en proyectos. Es posible que esta tarea no se lleve a cabo, o que quizá no recuerde cuál es la versión actual del archivo. Tampoco es una buena práctica almacenar sus archivos de trabajo en el directorio que contiene la aplicación del software. (Al instalar una actualización del software, puede ocurrir que sobrescriba o elimine accidentalmente sus archivos de trabajo). Si desarrolla buenos hábitos que le ayuden a organizar sus archivos a medida que los crea, habrá menos confusiones y ahorrará tiempo más adelante.

Si está utilizando un sistema de computadoras en red, puede almacenar documentos de la empresa en un directorio de red al que otras personas de la compañía pueden tener acceso. Como los archivos de CAD requieren grandes cantidades de espacio de almacenamiento, usted necesita administrar el espacio en los discos duros y las unidades que tenga disponibles. Debe sopesar la opción de tener copias de todos los archivos en su sistema personal, contra la frecuencia con que usted necesita esos archivos, el tiempo que se consume en recuperar los archivos al momento de requerirlos, y la probabilidad de que la copia del archivo en su sistema siga siendo la actual la próxima vez que la necesite.

Si usted trabaja para una empresa que ha implementado un sistema para controlar sus datos electrónicos, es posible que se le pida mantener todos sus archivos de CAD en un espacio de trabajo asignado para usted en el servidor de red. Esto hace posible que la compañía tenga control (y con regularidad haga una copia de seguridad) de estos datos, y elimine la carga que implica hacerlo para cada empleado.

13.8 Una estructura de directorios organizada.

www.FreeLibros.me

13.8 CONVENCIONES PARA NOMBRAR ARCHIVOS

Los nombres asignados a sus archivos de CAD pueden ser aleatorios o semialeatorios, o bien el nombre puede proporcionar información parecida a la de un cuadro de títulos en clave. Cualquier método que use, es importante establecer un procedimiento y nombrar los archivos en forma sistemática. Si no existe una política en toda la compañía para nombrar los archivos, usted debe desarrollar un método para que sus archivos sean fáciles de encontrar.

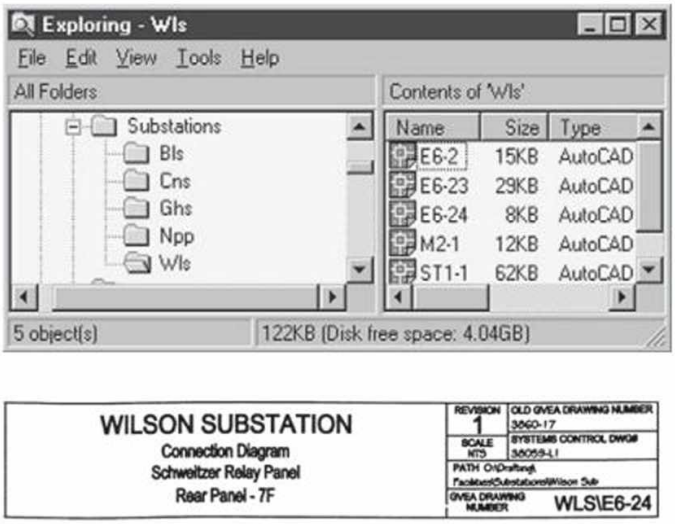
Para los nombres que usan un código, debe ser capaz de identificar la información clave, incluso sin necesidad de abrir el documento o estudiar el interior del modelo. Se pueden utilizar nombres con varias partes del archivo para indicar, por ejemplo, la pieza, el proyecto es parte de, quién lo creó, y un número de versión.

Si usa números en sus nombres de archivo y los asigna de una manera sistemática, los usuarios familiarizados con el sistema pueden buscar los tipos de documentos o archivos según su nombre. Por ejemplo, puede construir un sistema cuasi decimal de Dewey para los tipos de dibujos o documentos que su compañía produce generalmente, por lo que los números que empiezan con 100 son esquemas eléctricos, los 200 son de ensambles y así sucesivamente. La siguiente serie de números puede identificar además el tipo de archivo por otro conjunto de características, tales como números del grupo de proyecto. Un código alfanumérico sistemático puede funcionar de una manera similar. Cuando el nombre/número del dibujo no es igual que el nombre del archivo de CAD, éste puede ser confuso. Otra desventaja es que si tiene un gran número de dibujos, éstos pueden llegar a salirse de los valores que estableció en su código. Resulta difícil imaginar un código que se adapte a cada tipo de proyecto o pieza que vaya a ejecutarse.

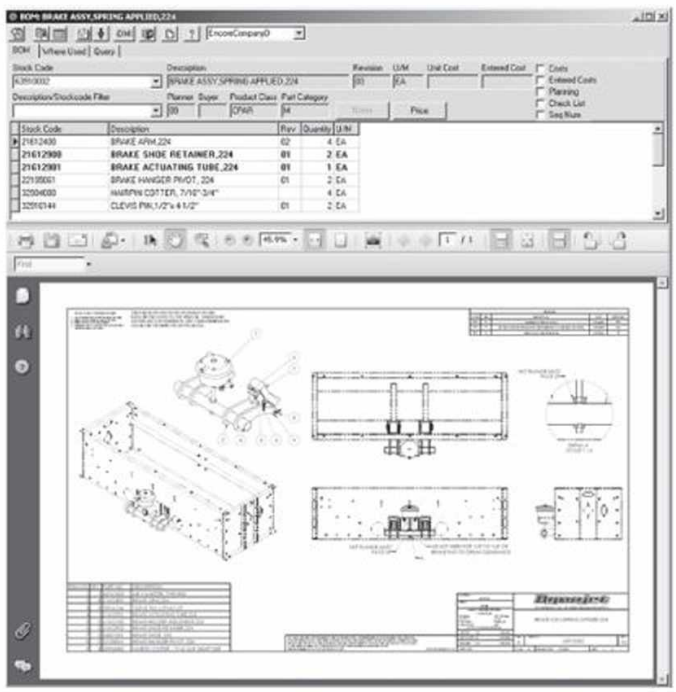
Cuando los nombres de los dibujos se asignan de manera aleatoria, una compañía puede mantener una base de datos organizada donde los usuarios pueden buscar y encontrar el nombre de un dibujo o archivo particular. A veces los nombres de dibujo se estandarizan sólo desde el momento en que una pieza se aprueba y se libera para formar parte de los archivos de la compañía. Si es así, el sistema numérico utilizado para el nombre del archivo CAD también puede usarse para el nombre del dibujo en papel. En la figura 13.9 se muestra un sistema de nombres que puede usarse para archivos de CAD. En la figura 13.10 se presenta el software para el rastreo de números de pieza y dibujo desarrollado en Dynojet Research Inc., el cual puede usarse de manera interna para dar seguimiento a dibujos y modelos de CAD.

El nombre del archivo puede complementarse con datos adicionales a lo largo del tiempo. Puede agregarse el número de revisión cuando los dibujos se aprueben. Una vez que una empresa tiene directrices para la retención de archivos en vigor, los nombres de archivo también pueden incorporar una etiqueta que indique cuándo es posible borrarlo del almacenamiento a largo plazo. Este tipo de etiqueta suele añadirlo el grupo que administra los archivos de la compañía, pero demuestra el rol del nombre del archivo en el encapsulado de la información y su ayuda a la gestión de archivos.

Cualquiera que sea el sistema que use una compañía será, definitivamente, mejor que dejar que cada empleado le ponga nombre a los dibujos como mejor le parezca.



13.9 Los archivos de CAD pueden usar partes del nombre del archivo para codificar información que le indique el contenido del dibujo. (a) La estructura de directorios se organiza en torno a los proyectos. Cada nombre de archivo incluye información que identifica al proyecto. (b) El cuadro de títulos del dibujo incluye el nombre del archivo de referencia. (Lockhart, Shawna D., Johnson, Cindy M., *Engineering Design Communication: Conveying Design Through Graphics*, 1a. ed., © 2000. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).



13.10 El software para el rastreo de números y dibujos de piezas permite al usuario buscar la descripción para encontrar un dibujo o modelo. (Cortesía de Dynojet Research, Inc.).

www.FreeLibros.me

13.9 ESTÁNDARES DE DIBUJO

Al igual que las normas para nombrar archivos, los ***estándares de dibujo*** pueden ayudarle a trabajar de forma más productiva y contribuir a la utilidad de los dibujos como registros de la empresa. Los dibujos de ingeniería son propiedad de la compañía, no del ingeniero en particular. Como tal, su utilidad no debe depender de la capacidad de un individuo para localizarlos o interpretarlos.

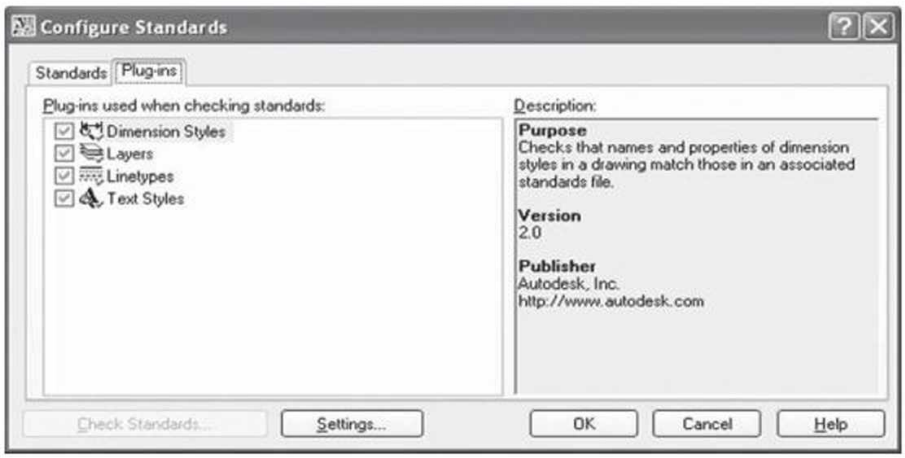
Los estándares de la compañía pueden ponerse en práctica para darle consistencia a la forma en que se construyen los dibujos. Por ejemplo, la estandarización de las capas en un plano pueden hacerlo más navegable. Las compañías de ingeniería arquitectónica usan capas para organizar una gran cantidad de sistemas, como la plomería y la electricidad, que son parte del diseño de un edificio. A cada uno de estos sistemas se le asignará un conjunto de capas y nombres de capa, de manera que cada dibujo puede manipularse de la misma manera. Las notas y el texto del dibujo suelen almacenarse en una capa que cubre todo el dibujo, de modo que esta información pueda activarse y desactivarse según sea necesario al trabajar con el modelo. Debido a que el software de CAD incorpora la información de las capas junto con cada pieza, la estandarización de los nombres de capa puede evitar una confusión innecesaria al combinar los archivos.

De suyo, el software de CAD permite al usuario seleccionar un estándar de CAD o revisar el dibujo para ver si coincide con un estándar de CAD. En la figura 13.11 se muestra el cuadro de diálogo de estándares CAD en el software AutoCAD.

Los colores utilizados para las capas y los distintos elementos del dibujo también pueden estandarizarse, como se muestra en la tabla 13.1. Por ejemplo, las líneas centrales pueden ser de color rojo. Este tipo de estandarización puede facilitar la impresión del dibujo si se usan los grosores de línea adecuados.

Existen muchos otros aspectos en la creación de un dibujo que pueden estandarizarse. Los bordes requeridos para cada uno de los diferentes tamaños de hoja, la información contenida en el cuadro de títulos (y la forma de mostrarla), las fuentes y los tamaños de letra que se utilizarán para los distintos elementos del dibujo, suelen establecerse en los estándares de dibujo de una compañía. Con frecuencia, el texto de ciertas notas (por ejemplo, algunos estándares de manufactura o avisos de control de seguridad) se estandarizan para que en todos los casos se dé información legalmente adecuada y coherente. Además, pueden obtenerse las bibliotecas de símbolos y piezas existentes como una ayuda para trabajar con más eficiencia y producir dibujos de ingeniería que puedan entenderse fácilmente y que otras personas puedan reutilizar.

Las directrices para los estándares de dibujo pueden codificarse y almacenarse con los archivos de dibujo como una ayuda a la navegación futura. En algunos casos, el grupo de proyecto le ayudará a asegurarse de que los dibujos cumplan con las normas de la compañía; en otros, es responsabilidad del diseñador revisar los estándares publicados por la compañía. Los estándares pueden ser reforzados por el grupo de gestión de registros encargado de archivar los documentos de diseño, que puede negarse a aceptar los dibujos que no estén preparados de acuerdo con los estándares. Aunque puede ser sencillo cambiar el nombre de un archivo después de su creación para que sea consistente con los estándares de la compañía, se recomienda buscar el cumplimiento de las normas desde el inicio al crear los nuevos dibujos sobre un archivo prototipo o pieza general que proporcione el marco común de la empresa.



13.11 Cuadro de diálogo para la **configuración de estándares** en AutoCAD. (Pantalla de Autodesk reproducida con autorización de Autodesk, Inc.).

Tabla 13.1 Capas básicas estándar.* (Cortesía de National Oliwell Varco, L.P.).

Tipo de línea	Número de punta	Grosor de la punta (AutoCAD)
Central	1	.003
Sección	2	.005
Dim, Formato	3	.005
Objeto	4	.009
Achurado	5	.003
Burbujas	6	.004
Material, símbolos, texto	7	.005
Fantasma	8	.003
Oculta	9	.003

**Nota: Las capas que se utilizan para ciertos elementos de dibujo se han estandarizado para toda la compañía. Cada elemento de la primera columna se coloca en una capa separada del dibujo. El tipo, el color y el grosor de línea para los distintos elementos se establecen a partir de las capas existentes en archivos prototipo sobre los cuales se inicia el trazado de todos los dibujos.*

www.FreeLibros.me

13.12 En ocasiones, los dibujos en papel o en mylar se almacenan en gabinetes colgantes. (Cortesía de Mayline Group).

13.10 ALMACENAMIENTO DE DIBUJOS EN PAPEL O EN MYLAR

Los dibujos en papel o en mylar pueden almacenarse horizontalmente en grandes cajones archiveros planos, o colgarse en gabinetes diseñados especialmente para tal propósito (figura 13.12). Los dibujos demasiado grandes suelen enrollarse y almacenarse en tubos que se guardan en estantes o gabinetes. Las impresiones también pueden plegarse y guardarse en archiveros de oficina estándar. Los procedimientos adecuados de control permitirán que el usuario del dibujo pueda encontrarlo en el archivero, devolverlo al lugar adecuado y saber dónde está el dibujo cuando no se encuentra en el archivero. Es necesario usar un cuidadoso proceso de control de las revisiones para garantizar que se utiliza la versión más reciente del dibujo y que las versiones antiguas se guardan para documentar adecuadamente el historial de diseño. Resulta más sencillo proporcionar rápidamente la información más actualizada y de una manera que pueda localizarse, por lo que en la mayoría de las situaciones se prefiere un formato digital que mantener los dibujos en papel.

13.11 REPRODUCCIÓN DE DIBUJOS

Después de completar los dibujos de una máquina o estructura, por lo general es necesario suministrar copias a muchas personas y empresas diferentes. Se recomienda utilizar métodos de reproducción exacta, rápida y económica para transmitir la información contenida en los dibujos al grupo de usuarios que la requiere, ya sea que se guarde una versión del archivo de dibujo en PDF en Internet o en una computadora, o bien que se imprima el dibujo y se distribuya. Incluso cuando un dibujo se imprime desde un sistema de CAD, a veces resulta más rápido usar un proceso de reproducción para distribuir el dibujo. Los planos pueden usarse en mylar o en papeles especiales que permitan hacer impresiones directamente del plano. Las máquinas copiadoras de gran formato también son otra opción común cuando se desea imprimir dibujos para su distribución. Las redes, los grupos de trabajo, Internet e Intranet, están permitiendo que muchos lugares de trabajo avancen hacia una oficina sin papel, donde los dibujos se distribuyen de manera electrónica. Sin embargo, cuando hay la necesidad de llevar los dibujos a campo, frecuentemente la impresión sigue siendo necesaria.

13.13 Impresora/copiadora Xerox para ingeniería, modelo 6024. (Cortesía de Xerox Corporation).

13.12 IMPRESIÓN Y COPIADO DE DIBUJOS DE INGENIERÍA

De los varios procesos que se usan para la reproducción, el copiado heliográfico es el método más antiguo empleado para hacer impresiones de dibujos a gran tamaño. Se trata esencialmente de un proceso fotográfico en el cual el dibujo original hace las veces de negativo. Este proceso ha sido sustituido en gran medida por otros procesos más convenientes y eficientes.

Impresoras para ingeniería

Las impresoras digitales de alta velocidad para ingeniería, como la que se muestra en la figura 13.13, son las que se utilizan más ampliamente en la ingeniería y la industria manu-

www.FreeLibros.me

facturera. Estas impresoras pueden producir un documento a partir de cualquier archivo CAD, en papel o una combinación de ambos. Estas impresoras también pueden generar productos multimedia y clasificarlos digitalmente para su producción automatizada.

Impresiones Diazo de tinta

Las impresiones Diazo de tinta pueden crearse sobre papel especial de impresión en negro, en tela, o bien producir una impresión en blanco y negro semejante a una copia heliográfica. Las impresiones Diazo de tinta se realizan sobre un revelador especial que las plasma en la cara recubierta del papel.

Proceso Diazo en seco

El proceso Diazo en seco es un método de reproducción por contacto, que depende de la transmisión de luz a través del original para producir una impresión positiva. Con este método pueden reproducirse líneas a lápiz o bolígrafo y escritos a máquina, o cualquier impreso o imagen sobre un material opaco. El método de reproducción Diazo de impresión en blanco consta de dos pasos: exposición y desarrollo en seco por medio de vapores de amoniaco.

Xerografía

Las impresiones Xerox son positivas con líneas en negro sobre fondo blanco (figura 13.14). Se usa una placa recubierta de selenio y cargada electrostáticamente. Mediante una cámara especial se proyecta el original sobre la placa; de esta manera, es posible hacer reproducciones reducidas o ampliadas. Un polvo plástico cargado negativamente se esparce a través de la placa y se adhiere a las zonas con la carga positiva de la imagen. El polvo se transfiere al papel por medio de una carga eléctrica positiva y se cuece en la superficie para producir la impresión final. Las impresiones a tamaño completo o las reducciones pueden hacerse de manera económica y rápida con la copiadora automatizada Xerox y otras máquinas copiadoras similares. La xerografía permite producir un gran volumen de impresiones a partir de dibujos o microfilms originales.

Tecnología de fax

Las máquinas de fax (a veces llamadas telecopiadoras o facsímil) pueden recibir o enviar documentos, por lo general a través de líneas telefónicas estándar en las oficinas o en campo. Una computadora puede enviar y recibir documentos directamente, por lo general como una imagen de tipo mapa de bits o rasterizada, evitando así la necesidad de hacer una copia en papel del dibujo. Hay muchas compañías que fabrican dispositivos todo-en-uno que incluyen copiadora, impresora y fax.

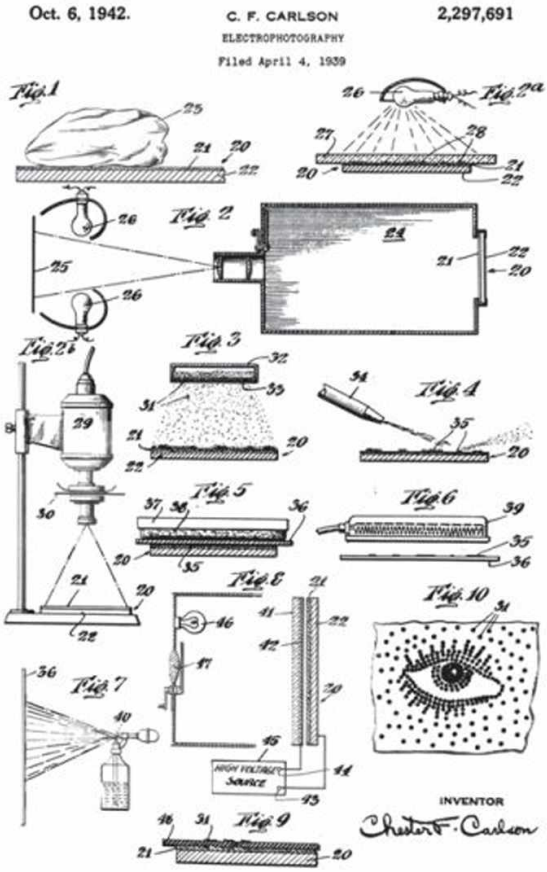
Procesamiento digital de imágenes

Las modernas técnicas digitales han hecho posible la producción directa de dibujos en una impresora láser a partir de una variedad de fuentes de entrada, incluyendo computadoras y equipos electrónicos de video.

Además de los dibujos realizados con la ayuda de un programa de CAD, los dibujos hechos a mano pueden almacenarse digitalmente utilizando el escaneado digital o la digitalización manual del dibujo.

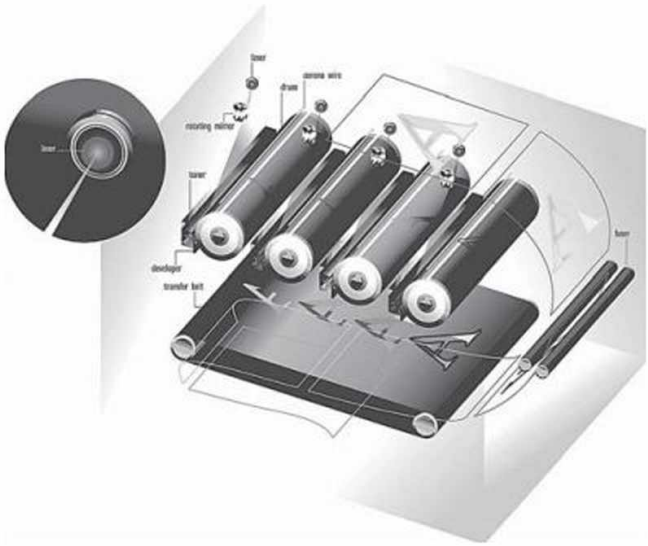
Impresión/copiado láser a color

Las copiadoras láser a color pueden reproducir dibujos en cuatro colores, con letras en negro (figura 13.15); además, existen algunas que tienen la opción incorporada de una unidad de procesamiento y un monitor de computadora, reproductor de video y proyector de películas para permitir la visualización y edición conveniente de los dibujos.

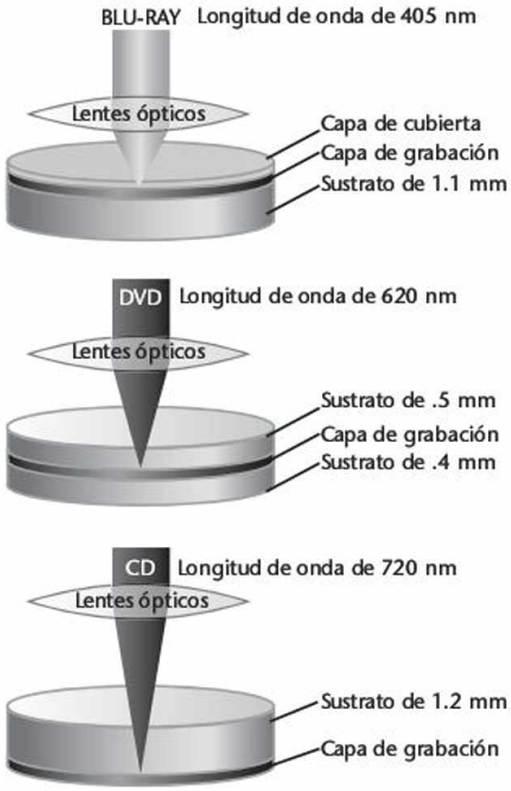


13.14 Dibujo de patente para el dispositivo de electrofotografía de Chester Carlson. (Cortesía de Xerox Corporation).

www.FreeLibros.me



13.15 La impresora láser de un solo paso utiliza cuatro diferentes tambores fotoconductores y cuatro rayos láser, uno para cada color: cian, magenta, amarillo y negro. Los cuatro colores en un cartucho de polvo plástico son atraídos por las cargas positivas que componen la imagen. (Cortesía de Xerox Corporation).



13.16 Sistema de disco Blu-Ray, comparado con los sistemas de DVD y CD ROM.

13.13 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DIGITAL

CD-ROM

Los sistemas de CD-ROM grabables permiten el almacenamiento de información digital, como dibujos de CAD, audio y video digital, datos, proyectos multimedia y otros registros almacenados digitalmente. Los dispositivos de CD-ROM que permiten una sola escritura y muchas lecturas (WORM) proporcionan una excelente capacidad para la documentación de CAD. Una vez que el CD se ha escrito no puede borrarse o sobrescribirse. La vida útil supuesta para el correcto almacenamiento y cuidado de estos medios es de por lo menos 100 años, por lo que se califica como un medio de almacenamiento permanente. Los CD son compactos y fáciles de almacenar, y las unidades CD-ROM son un equipo estándar en muchos sistemas de CAD. Otra ventaja de los sistemas CD-ROM es que son sistemas de almacenamiento de acceso aleatorio, por lo que un documento puede obtenerse directamente, a diferencia de los sistemas de cinta, la cual debe consultarse a partir de toda la cinta anterior. Hay sistemas que pueden recuperar información automáticamente a partir de una selección de varios CD, llamados sistemas Juke Box, los cuales permiten la recuperación rápida de documentos en una situación de almacenamiento en red.

Disco óptico

Los sistemas de almacenamiento en disco óptico utilizan medios magnéticos ópticos para almacenar hasta 4.6 GB (gigabytes) de datos en un solo disco removible. Son medios regrabables, lo que significa que no son adecuados para almacenar archivos de manera permanente. (Para más información sobre otras opciones de almacenamiento de datos, consulte el capítulo 2).

DVD

Los sistemas de grabación en DVD son parecidos a los sistemas de almacenamiento CD-ROM. Ambos usan un láser para "leer" protuberancias microscópicas creadas en forma de espiral en una capa de sustrato de policarbonato. Un DVD contiene más datos que un CD, ya que puede tener más de una espiral en capas separadas. Además, ambos lados del disco pueden almacenar datos, lo cual produce un rango de 4.8 a 15.9 GB de almacenamiento en un disco.

Blu-ray

Los discos Blu-ray (BD) tienen una capa de datos que está más cercana a la superficie y por lo tanto más cerca de la "lente" del láser. Se utiliza un láser azul-violeta para leer protuberancias que tienen una quinta parte del tamaño de las que se leen con el láser rojo que utilizan los sistemas de DVD. Lo anterior permite 50 GB de almacenamiento en un solo disco (figura 13.16).

Unidades de red

Un terabyte (TB) es igual a 1000 GB. Las unidades de red que tienen tiempos de búsqueda cortos y permiten que varios usuarios se conecten al mismo tiempo, representan un método eficaz para el almacenamiento de datos. Es importante tener procedimientos de respaldo adecuados para asegurar que si el disco duro falla no se pierdan los datos.

www.FreeLibros.me

13.14 SOFTWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN DE DOCUMENTOS

Existe un software especializado que ayuda a administrar el historial de la revisión de documentos, su aprobación, almacenamiento, asignación de nombres y otros puntos relacionados con la gestión de la documentación digital, como la que producen los sistemas de CAD. AutoManager TeamWork de Cyco Software es un programa para la administración de documentos dirigido a grupos de trabajo entre 5 y 15 personas. Windchill es una solución a gran escala PDM/PLM desarrollada por PTC Corporation y hay muchas otras en todos los rangos. Un sistema de administración de documentos eficaz requiere una planificación para asegurar el éxito. Un paquete de software por sí solo no proporciona beneficios inmediatos en la gestión de un gran número de archivos ni cumple los requisitos legales para el almacenamiento de documentos. Se requieren tiempo de preparación, la capacitación y el esfuerzo continuo para hacerlo efectivo. Si no está seguro de cuánto tiempo deben conservarse los distintos documentos, ARMA es una buena fuente para encontrar información.

13.15 ARCHIVOS ELECTRÓNICOS E INTERNET

La mayoría de las compañías de ingeniería utilizan algún tipo de programa de CAD, como AutoCAD, Pro/ENGINEER Wildfire, SolidEdge, Caria o SolidWorks, para producir la mayoría de sus dibujos, los cuales se crean y guardan luego como un archivo electrónico. A diferencia de los diagramas en papel, los archivos electrónicos pueden manipularse, revisarse y volver a guardarse en diversos dispositivos y sistemas de almacenamiento.

Los archivos electrónicos guardados se clasifican y descargan en un archivo electrónico. Al comprimir los archivos, éstos pueden controlarse y administrarse a través de una base de datos. Así, los archivos pueden mantenerse, recuperarse y revisarse siempre que sea necesario.

Una de las principales ventajas del uso de archivos electrónicos es que pueden compartirse fácilmente con los clientes, diseñadores, personal de manufactura, gestión de marketing, agentes de compras y proveedores por correo electrónico o a través de Internet. El correo electrónico se ha convertido en la herramienta electrónica más usada en el siglo XXI. Conecta al usuario con Internet y la World Wide Web. El correo electrónico puede enviarse a la vuelta de la esquina o a cualquier parte del mundo en cuestión de segundos, eliminando así la necesidad de hablar por teléfono, usar el correo tradicional, la mensajería, o hacer entregas durante la noche. Los correos electrónicos también proporcionan al usuario documentación por escrito de toda la correspondencia recibida, que puede leerse, guardarse o reenviarse a otros usuarios. Es posible adjuntar archivos electrónicos a los e-mails y enviárselos a numerosas personas a la vez con el fin de comunicarse y compartir archivos. Los archivos adjuntos al correo electrónico suelen estar limitados a un tamaño de archivo específico, con base en las restricciones del proveedor de Internet (IP).

Los sitios web ofrecen a los usuarios acceso instantáneo a una enorme cantidad de información disponible en la Red. Muchas compañías de ingeniería crean sus propios sitios web e incluyen en ellos archivos electrónicos e imágenes que pueden ser vistos por los clientes, colegas y proveedores. Por lo general, estos sitios están protegidos con contraseña (es decir, el usuario debe proporcionar un nombre de usuario y una contraseña antes de acceder al sitio).

Los diseños de producto pueden comunicarse, compartirse e interpretarse rápida y fácilmente a través de Internet. Esta tremenda herramienta de comunicación y revisión de los diseños ayuda a acortar el proceso de revisión de diseños y contribuye a eliminar barreras a la productividad como datos incompletos, máquinas de fax lentas y paquetes de entrega nocturna.

13.16 MICROFILMES, MICROFICHAS Y MICROFILMES POR COMPUTADORA

Aunque los archivos electrónicos han reemplazado el uso del microfilm y la microficha en su mayor parte, algunos de ellos todavía están en uso como herramientas de almacenamiento de datos.

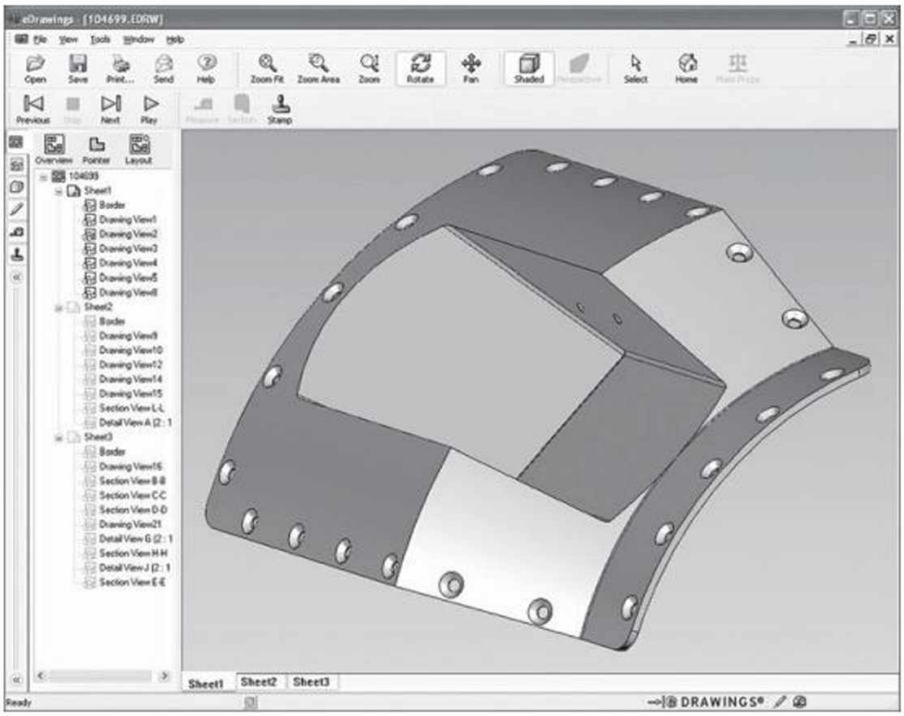
Un microfilm es una imagen fotográfica de la información, los registros o los dibujos que se almacenan en la película a una escala muy reducida.

Una microficha es una película de tipo tarjeta que contiene muchas filas de dibujos, imágenes o registros. Los tamaños de tarjeta que se usan para el almacenamiento son de 3" × 5", 4" × 6" y 5" × 8". Una microficha común de 4" × 6" contendrá el equivalente a 270 páginas de información. Cada tarjeta puede verse individualmente en un lector y, si así se desea, es posible hacer una copia a tamaño completo usando un lector-impresor.

El microfilm generado por computadora (COM) se refiere a un proceso utilizado para producir dibujos y registros en microfilm con la ayuda de una computadora. Una unidad COM producirá un microfilm con la información de la base de datos convertida en imagen sobre una pantalla de alta resolución que después se fotografiará. Las principales ventajas del COM son su capacidad de almacenamiento y su velocidad.

www.FreeLibros.me

COMUNICACIÓN ELECTRÓNICA DE SUS DIBUJOS



Este archivo en eDrawing de 212 KB puede enviarse fácilmente por correo electrónico a un proveedor, quien puede ver o incluso girar la pieza en 3D sin necesidad de un software adicional. (Cortesía de Zolo Technologies).

En la actualidad, cada vez más oficinas se están convirtiendo en sitios de trabajo completamente electrónicos. Esto significa que la comunicación con los compañeros de trabajo, clientes y proveedores se da a través del uso de computadoras y archivos electrónicos. Anteriormente los dibujos tenían que realizarse a mano, copiarse, enrollarse en tubos de envío, y después entregarse en mano o enviarse a los compañeros de trabajo, clientes o proveedores.

Las oficinas modernas ya no quieren lidiar con diagramas en papel, puesto que son voluminosos, costosos de transportar, se requiere tiempo para que lleguen a su destino y pueden dañarse con facilidad. El uso de datos electrónicos para comunicar diseños ahorra tiempo, dinero y espacio. La mayoría de los diseñadores y los clientes son usuarios de computadoras y prefieren mirar los diseños en pantalla que verlos en forma impresa. La mayoría de los usuarios de computadoras también quieren tener la posibilidad de ver los diseños como algo más que objetos estáticos.

No obstante, la comunicación en forma electrónica con múltiples usuarios también puede plantear problemas. La compatibilidad de los archivos, los requisitos de hardware y software y los distintos proveedores de Internet pueden causar problemas de comunicación.

SolidWorks ofrece eDrawings para responder a muchas de estas necesidades. Los eDrawings permiten al usuario compartir e interpretar los datos de productos diseñados en 2D y 3D. Con esta nueva tecnología el usuario puede crear documentos habilitados para ser revisados y enviarlos a un número ilimitado de destinatarios a través de un correo electrónico. Los destinatarios no necesitan comprar su propio eDrawing profesional. El usuario puede incrustar un visualizador de eDrawings en los archivos eDrawing, permitiendo a los beneficiarios la posibilidad de ver, marcar y medir los dibujos automáticamente. Los destinatarios pueden crear, editar y guardar comentarios subrayando datos en 2D o 3D, así como agregar comentarios escritos; medir la geometría de los archivos de piezas, ensambles y archivos de dibujos cuando las dimensiones se hayan omitido desde el dibujo; explotar los ensambles arrastrando y soltando los componentes del conjunto con el cursor, y mover un plano de corte transversal a través de una pieza o un ensamble para ver los detalles del diseño ocultos en la vista.

Los eDrawings también permiten su integración en SolidWorks y AutoCAD, lo que habilita al usuario para generar eDrawings en forma instantánea desde los programas de software SolidWorks o AutoCAD.

La entrega de información del diseño a los vendedores, proveedores, fabricantes y compañeros de trabajo, es una parte importante del desafío de la colaboración. Con frecuencia, los problemas de comunicación pueden retrasar un proyecto. Los eDrawings ofrecen una mejor comunicación, un menor tamaño de archivo y menos errores de interpretación al eliminar las barreras más comunes a la comunicación, ya que no exigen que todos los involucrados en el proceso de revisión compren herramientas de software adicionales. Los eDrawings hacen que el tamaño de los archivos sea lo más pequeño posible. La capacidad de rotar modelos en 3D en un eDrawing ayuda a la interpretación del dibujo, con lo que se reduce la probabilidad de errores costosos. Los eDrawings proporcionan un archivo en un formato que cualquier persona puede recibir y ver de inmediato. Esta nueva tecnología le da al usuario la capacidad necesaria para superar muchos de los obstáculos comunes para la comunicación eficaz en el diseño.

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Aprobación del dibujo
Asociación Americana para la Administración de Registros
Cuadro de revisiones
Documentación
Estándares de dibujo
Indicador de aprobación
Liberación de dibujos
Liberación de ingeniería
Liberación del producto
Orden de cambio de ingeniería
Plan de desarrollo
Propuesta de diseño
Propuesta de producto
Técnica de revisión y evaluación del programa (PERT)

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Los dibujos técnicos son detallados y, a menudo, su creación resulta muy costosa. Es importante entender cómo reproducirlos y administrarlos de forma segura.
- Los sistemas de administración antiguos implicaban archivar físicamente los dibujos. La mayoría de los nuevos sistemas consisten en archivar y distribuir los dibujos de manera electrónica.
- Los procesos de reproducción heliográfica, Diazo de tinta y Diazo en seco ya son antiguos pero todavía se utilizan en muchas empresas.
- En la actualidad, la xerografía, la tecnología de fax y el procesamiento de imágenes digitales son procesos de uso común que permiten una gran flexibilidad en el control de los dibujos.
- Los métodos del microfilm y la microficha almacenan información a una escala muy reducida y permiten almacenar un gran número de dibujos en un espacio pequeño.
- Las impresoras digitales se han convertido en los dispositivos de salida más usados en la industria de la ingeniería.
- Los archivos de CAD pueden usarse como herramientas de almacenamiento y comunicación.
- Una base de datos puede emplearse para mantener un registro electrónico de los archivos de CAD.
- Internet y la World Wide Web son herramientas que pueden ayudar a acelerar el proceso de desarrollo de productos.

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿En qué son diferentes los procesos Diazo en seco y Diazo de tinta?
2. ¿Cuáles son algunos de los beneficios y los peligros de emplear un sistema electrónico para transferir y archivar dibujos?
3. Explique cómo se usan los CD-ROM en el campo del dibujo técnico.
4. Explique cómo funciona el proceso de xerografía.
5. Describa la forma en que sus compañeros de clase archivan y administran sus dibujos.
6. ¿Cuáles son algunas ventajas de utilizar las impresoras digitales en comparación con el uso de otros dispositivos de salida?
7. ¿Cómo se pueden catalogar los archivos de CAD para su uso en el futuro?
8. Mencione por lo menos tres formas en que puede utilizar Internet para comunicarse con otras personas implicadas en el desarrollo de un producto o en un proceso de diseño.
9. ¿Qué es un sitio Web y cómo puede un ingeniero o un diseñador usar esta tecnología para obtener beneficios?

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO CATORCE

DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Identificar los símbolos de los componentes más comunes en un diagrama electrónico esquemático.
2. Dibujar un diagrama esquemático usando símbolos estandarizados.
3. Dibujar rutas de conexión y de cruce.
4. Identificar las líneas interrumpidas y las no interrumpidas.
5. Designar las terminales y los valores numéricos de los componentes.

Consulte las siguientes normas:

- *ANSI/IEEE 200-1975 (R1989)*
- *ASME/IEEE 91-1984/91A-1991 Símbolos gráficos para las funciones lógicas (incluye el suplemento IEEE Std. 91a-1991, e IEEE Std. 91-1984).*
- *ASME/IEEE 315A-1986 Símbolos gráficos para esquemas eléctricos y electrónicos.*
- *ASME 14.24-1999 Tipos y aplicaciones de dibujos de ingeniería.*

www.FreeLibros.me

Transmisor de teléfono móvil en lo alto de un edificio en Chicago, Illinois. (Cortesía de Roger Tully/Stone Allstock/Getty Images).

INTRODUCCIÓN

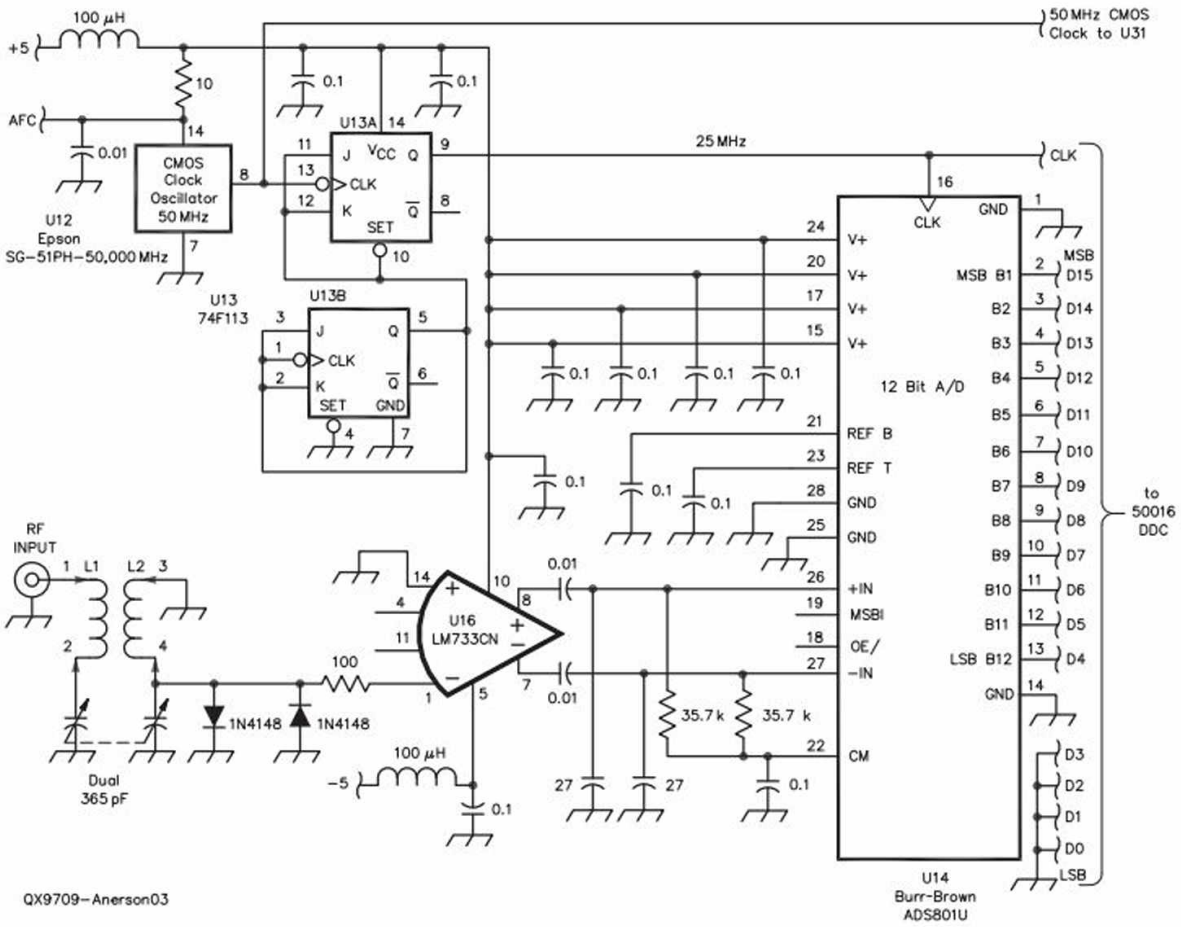
A medida que los diseños de todo tipo se integran con los controles por computadora, es cada vez más raro que un dispositivo sea puramente mecánico. Se requiere una amplia variedad de dibujos para la fabricación de maquinaria eléctrica, dispositivos interruptores, monturas para equipos electrónicos, gabinetes, cubiertas y otros elementos "mecánicos" asociados con los equipos eléctricos. Algunos de estos dibujos se basan en los principios enunciados en el capítulo 12, *Dibujos de funcionamiento*.

Aunque cada vez haya más circuitos contenidos dentro de los chips de circuitos integrados, muchos dispositivos siguen requiriendo conexiones punto-a-punto. Estas conexiones se representan en diagramas esquemáticos, diagramas de bloque y diagramas de cableado.

Cada uno de los componentes puede representarse mediante un símbolo gráfico único. Los componentes con terminales o valores numéricos están etiquetados. El software especializado para el diseño de circuitos permite a los usuarios crear dibujos que sirvan también para simular y analizar los circuitos electrónicos. Un ejemplo es el software tipo SPICE. SPICE es acrónimo de *Simulations Program with Integrated Circuit Emphasis* (Programa de Simulaciones con Énfasis en los Circuitos Integrados).

Muchos programas estándar de CAD incluyen bibliotecas de símbolos electrónicos que facilitan y aceleran la elaboración de diagramas esquemáticos. Para los dibujos en papel, existen plantillas de plástico que ayudan a reducir el tiempo de dibujo.

www.FreeLibros.me



14.1 Diagrama esquemático. (Cortesía de QEX, septiembre de 1997. Derechos reservados ARRL).

CÓMO ENTENDER LOS DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS

En la figura 14.1 se muestra un diagrama esquemático y en la figura 14.2 se presenta el diagrama de iluminación para un primer piso de un proyecto arquitectónico. Hay una amplia variedad de dibujos y diagramas eléctricos y electrónicos. Como en todos los tipos de comunicación de dibujos técnicos, es necesario que usted se familiarice con la práctica industrial especializada para los dibujos que deba preparar. Un diagrama de cableado para el plano de un segundo piso de una casa se ve muy diferente a un diagrama lógico. Este capítulo tiene la intención de presentarle los tipos de dibujos existentes y las prácticas, así como símbolos generales que se emplean en los diagramas electrónicos.

Símbolos estándar

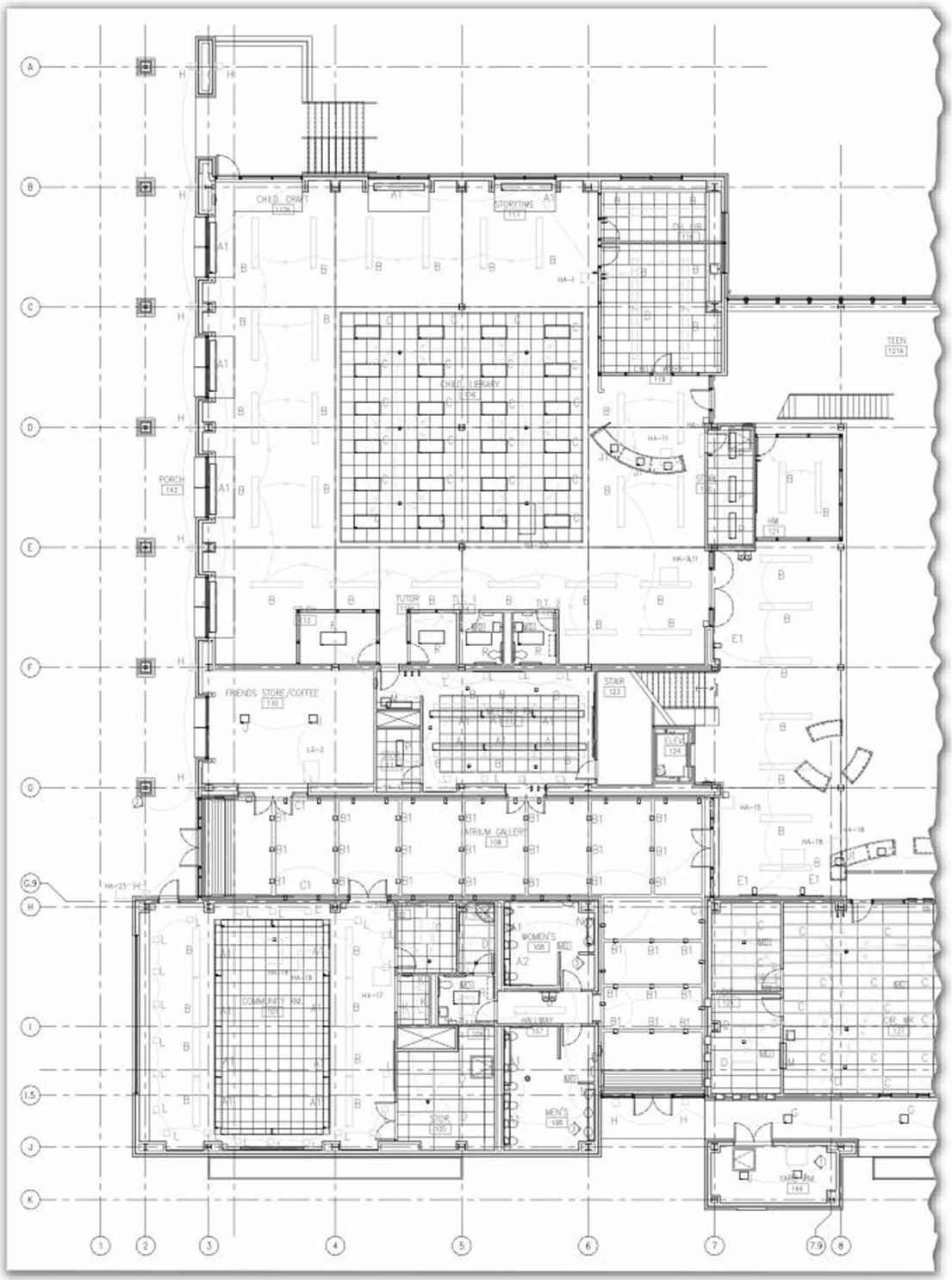
Los símbolos aprobados por el Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI, por sus siglas en inglés) están publicados en la norma *Graphic Symbols for Electrical and Electronic Diagrams*, *ANSI/IEEE 200-1975 (R1989)*. Además, las técnicas modernas de circuitos impresos, que se usan ampliamente en los equipos electrónicos, requieren diagramas o dibujos preparados de manera especial. Gran parte del material de este capítulo se extrae o se adapta a partir de la norma indicada.

Cada país puede tener ciertas normas que deben seguirse para cumplir con sus estándares. Por ejemplo, el gobierno de Estados Unidos ha desarrollado una serie de normas para que sean empleadas por los contratistas militares, por ejemplo los *códigos de identificación y aplicación de conexiones y cables conductores MIL-STD-681*. En otras aplicaciones, puede requerirse el cumplimiento de las normas elaboradas por Underwriters Laboratory (UL), especialmente cuando las consideraciones de seguridad pueden implicar un diseño especial de circuitos impresos o un espaciado particular de los componentes. Las normas se actualizan a medida que evolucionan, por lo que se recomienda investigar las normas aplicables actualmente para cada tipo de dibujo desarrollado.

Bibliotecas de símbolos en CAD

Usted puede crear o comprar bibliotecas de símbolos electrónicos estándar para usarlos en los diagramas electrónicos. Las bibliotecas de símbolos en CAD deben seguir las normas aprobadas de la misma forma que deben hacerlo los dibujos creados manualmente. Al crear dibujos en CAD que muestren símbolos electrónicos, tenga en cuenta el tamaño final del dibujo impreso. Asegúrese de que los símbolos que cree o agregue a los dibujos cumplan con las normas mínimas de tamaño establecidas en *ANSI 14.2M*.

www.FreeLibros.me



14.2 Parte de un diagrama unifilar que muestra el plano de iluminación para el primer piso de una biblioteca pública. (Cortesía de Associated Construction Engineering).

www.FreeLibros.me

Tipos de diagramas electrónicos

A continuación se presentan los tipos de diagramas definidos en la norma *ANSI Y14.24-1999* que se utilizan comúnmente en la industria electrónica.

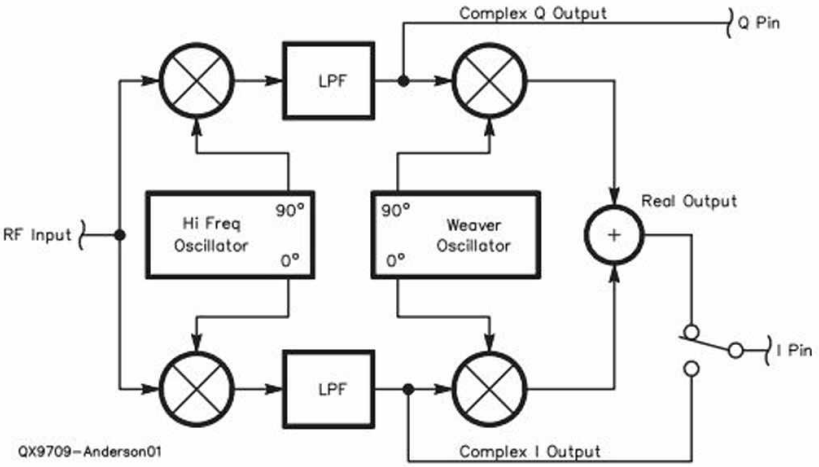
Diagrama funcional de bloques Un ***diagrama funcional de bloques*** muestra las funciones de los elementos principales en un circuito, ensamble o sistema, empleando una forma simplificada. Se usa para simplificar la representación de equipos complejos mediante el uso de bloques o rectángulos para representar las etapas, las unidades o los grupos de componentes en un sistema (figura 14.3).

Diagrama unifilar Un ***diagrama unifilar*** muestra la ruta de un circuito eléctrico y/o electrónico en un formato general usando líneas y símbolos sencillos (figura 14.4).

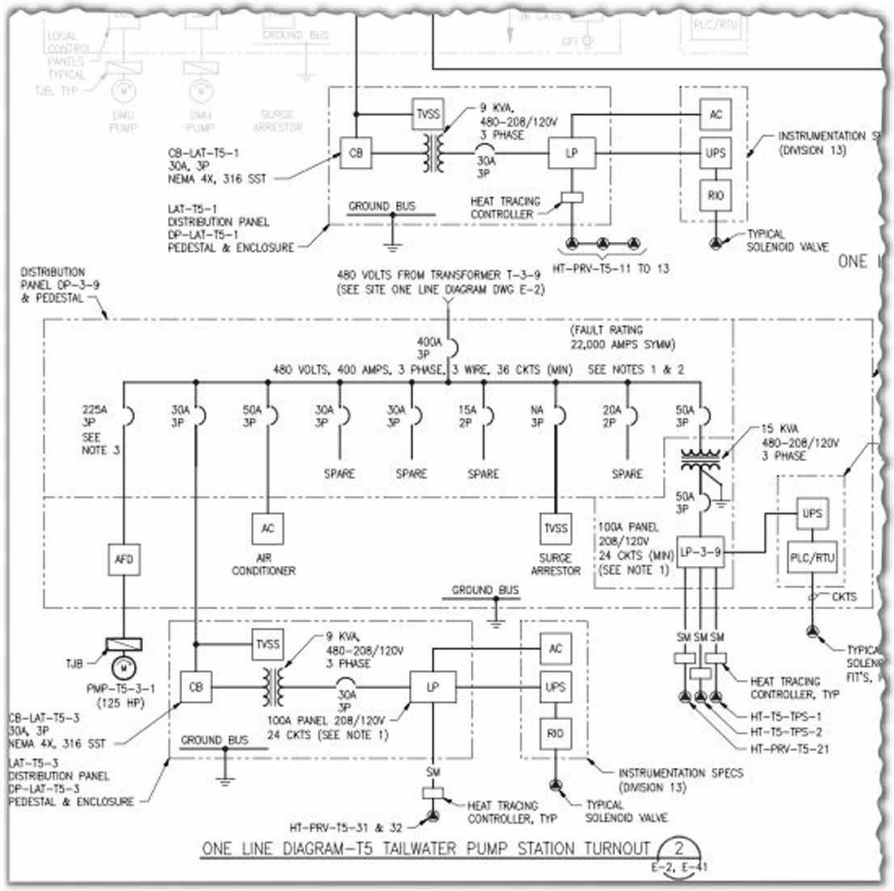
Diagrama esquemático o diagrama de circuitos Un ***diagrama esquemático*** o ***diagrama de circuitos*** muestra las conexiones eléctricas y las funciones de una disposición de circuitos específica. No representa la forma física, el tamaño o la disposición de los elementos. Este tipo de dibujo se usa para comunicar el diseño, la construcción y el mantenimiento de equipos electrónicos. Facilita el seguimiento del circuito con el fin de transmitir su función (figura 14.5).

Diagrama de conexión o de cableado Un ***diagrama de conexión*** o ***diagrama de cableado*** muestra las conexiones de una instalación o de los dispositivos o las partes que la componen. Puede cubrir las conexiones internas, externas o ambas; además, contiene el nivel de detalle para mostrar las conexiones involucradas. Usualmente, el diagrama de conexión muestra la disposición física general de los dispositivos o partes componentes. Este tipo de diagrama se utiliza para representar el cableado entre los dispositivos componentes en los equipos eléctricos o electrónicos (figura 14.6).

Diagrama de interconexión Un ***diagrama de interconexión*** muestra solamente las conexiones externas entre los ensambles o equipos unitarios. Las conexiones internas entre los ensambles o equipos unitarios suelen omitirse. Esta representación es similar al diagrama de conexión y ambos sirven para complementar los diagramas esquemáticos.

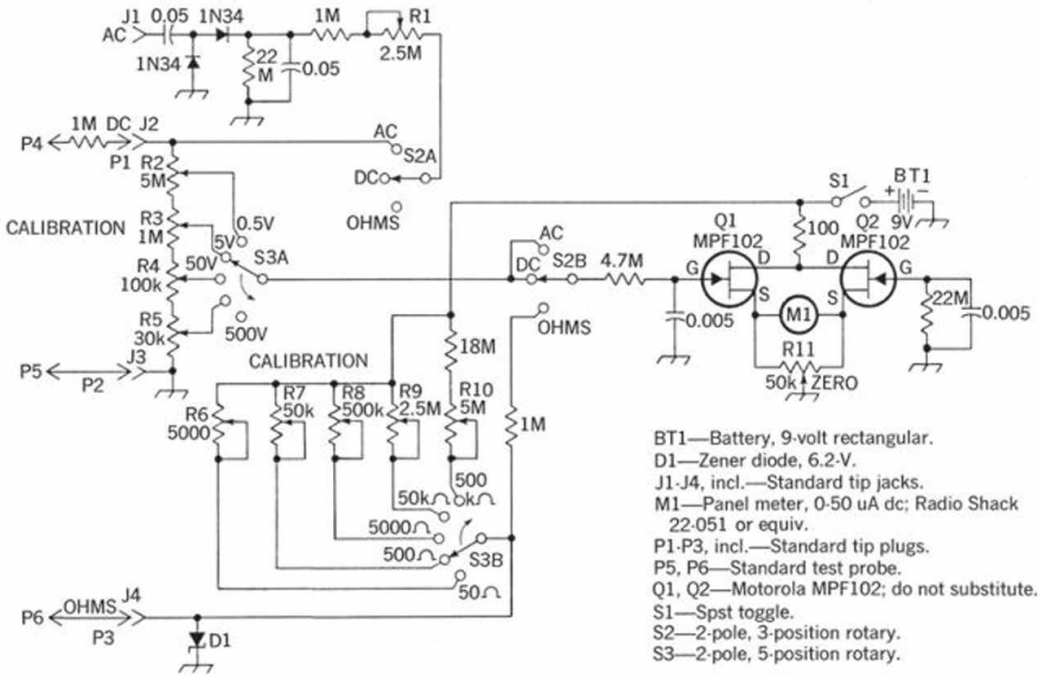


14.3 Diagrama funcional de bloques para un convertidor digital. (Cortesía de QEX, septiembre de 1997, derechos reservados ARRL).

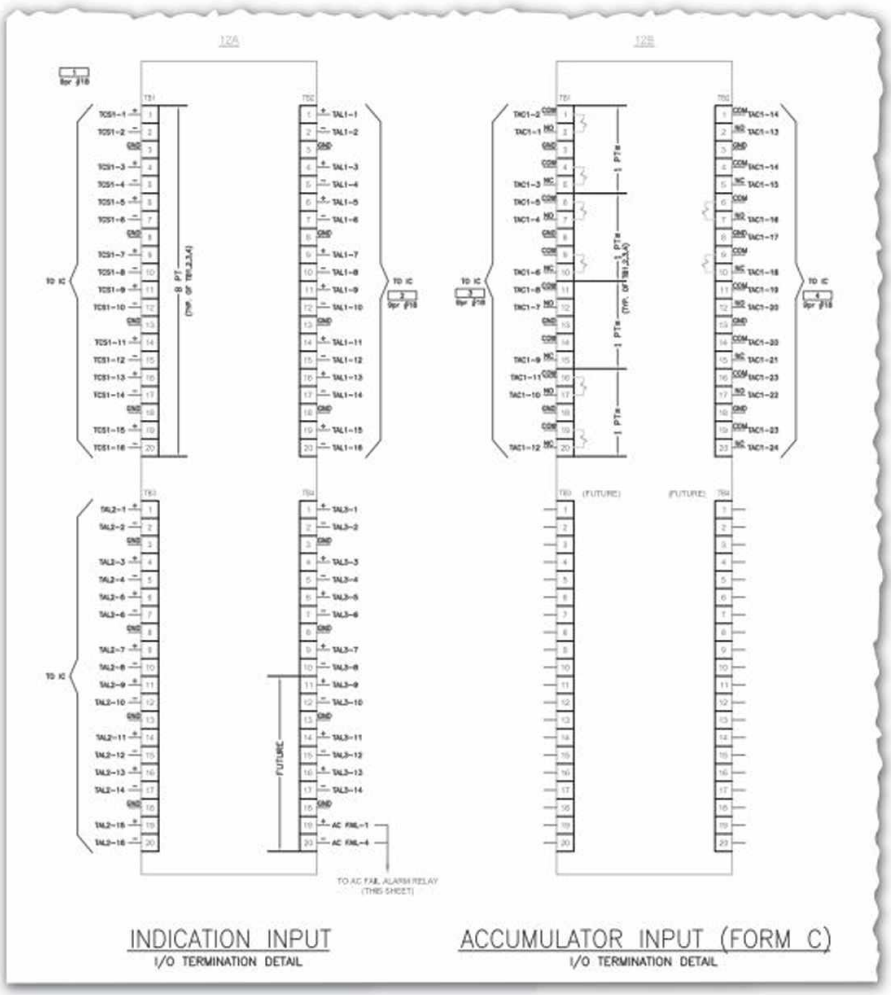


14.4 Diagrama unifilar. (Cortesía de CH2MHILL.)

www.FreeLibros.me



14.5 Diagrama esquemático de un FET (transistor de efecto de campo) VOM (volt-ohm-miliamperímetro). (Cortesía de la American Radio Relay League).



14.6 Parte de un diagrama de conexión. (Cortesía de Golden Valley Electric Association.)

www.FreeLibros.me

14.1 TAMAÑO, FORMATO Y TÍTULO DEL DIBUJO

El título de los tipos de dibujo debe incluir el texto estandarizado en la definición y una descripción de la aplicación, por ejemplo:

DIAGRAMA UNIFILAR-DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE RECEPTOR AM-FM-TRANSCEPTOR AMATEUR DE 250 WATTS

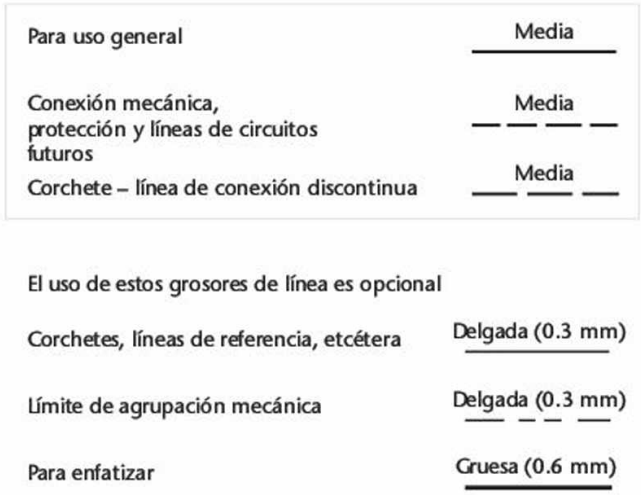
En los diagramas esquemáticos, a menudo resulta útil incluir alguna información básica sobre el cableado, por ejemplo los detalles de la conexión de los transformadores e interruptores. Para las formas combinadas de este tipo no altere el título, pero describa la función principal del diagrama.

14.2 CONVENCIONES DE LÍNEAS Y LETRAS

Al igual que para cualquier dibujo que deba reproducirse, seleccione los espesores de línea y los tamaños de letra de acuerdo con el monto de reducción o ampliación involucrado con el fin de que todas las partes del dibujo sean legibles.

ANSI recomienda una línea de grosor medio para su uso general en los diagramas eléctricos. Para los corchetes, las líneas de referencia, etc., puede usarse una línea delgada. Si se quieren enfatizar características especiales como las ***rutas de señal*** principales, puede usarse una línea más gruesa con el fin de proporcionar el contraste deseado. Para ver los grosores de línea y los tamaños de letra recomendados, consulte la norma *ANSI/ASME Y14.2M*.

En la figura 14.7 se muestran las convenciones de líneas para diagramas eléctricos. Las letras en los diagramas eléctricos deben cumplir las mismas normas que para otros dibujos. Consulte el capítulo 2 para revisar las prácticas en la elaboración de letreros. En la mayoría de los tamaños de hojas es común el uso de una altura de letra de 3 mm (0.125").



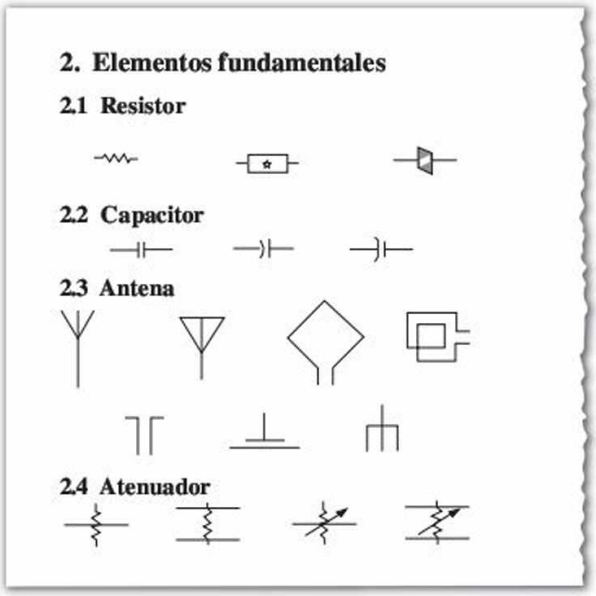
14.7 Convenciones de línea para los diagramas electrónicos.

14.3 SÍMBOLOS ESTÁNDAR PARA DIAGRAMAS ELECTRÓNICOS

Símbolos Los símbolos deben ajustarse a una norma nacional o internacional aprobada, como *ANSI/IEEE 315*, una parte de la cual se muestra en la figura 14.8. En las ocasiones poco comunes, cuando no haya un símbolo estándar disponible, puede crearse un símbolo especial (o aumentar un símbolo estándar), siempre que incluya una nota explicativa. En el apéndice 35 se proporcionan muchos símbolos esquemáticos comunes para los diagramas eléctricos y/o electrónicos.

Tamaño de los símbolos Los símbolos deben dibujarse con un tamaño aproximadamente 1.5 veces mayor al tamaño de los símbolos que se muestran en la norma *IEEE 315A*. Deben mantenerse las proporciones relativas de los símbolos y los tamaños relativos comparados entre sí. Si se va a imprimir el dibujo a una escala reducida, los símbolos deben agrandarse, de modo que al reducirse sigan siendo legibles por completo. Si se observan estas recomendaciones, las cubiertas circulares de los semiconductores serán desde unos 16 mm o 0.62", hasta 19 mm o 75" de diámetro, aun cuando la cubierta de los semiconductores podría omitirse si de esto no resultara alguna confusión.

Interruptores y relés Los interruptores y los relés deben mostrarse en la posición "normal", sin fuerza operativa o energía aplicada. Si se requiere alguna excepción, como en el caso de los interruptores que pueden operar en varias posiciones sin fuerza aplicada, describa las condiciones mediante una nota explicativa en el dibujo.



14.8 Parte de la norma que muestra algunos símbolos gráficos para los diagramas eléctricos y electrónicos. (Cortesía de la IEEE).

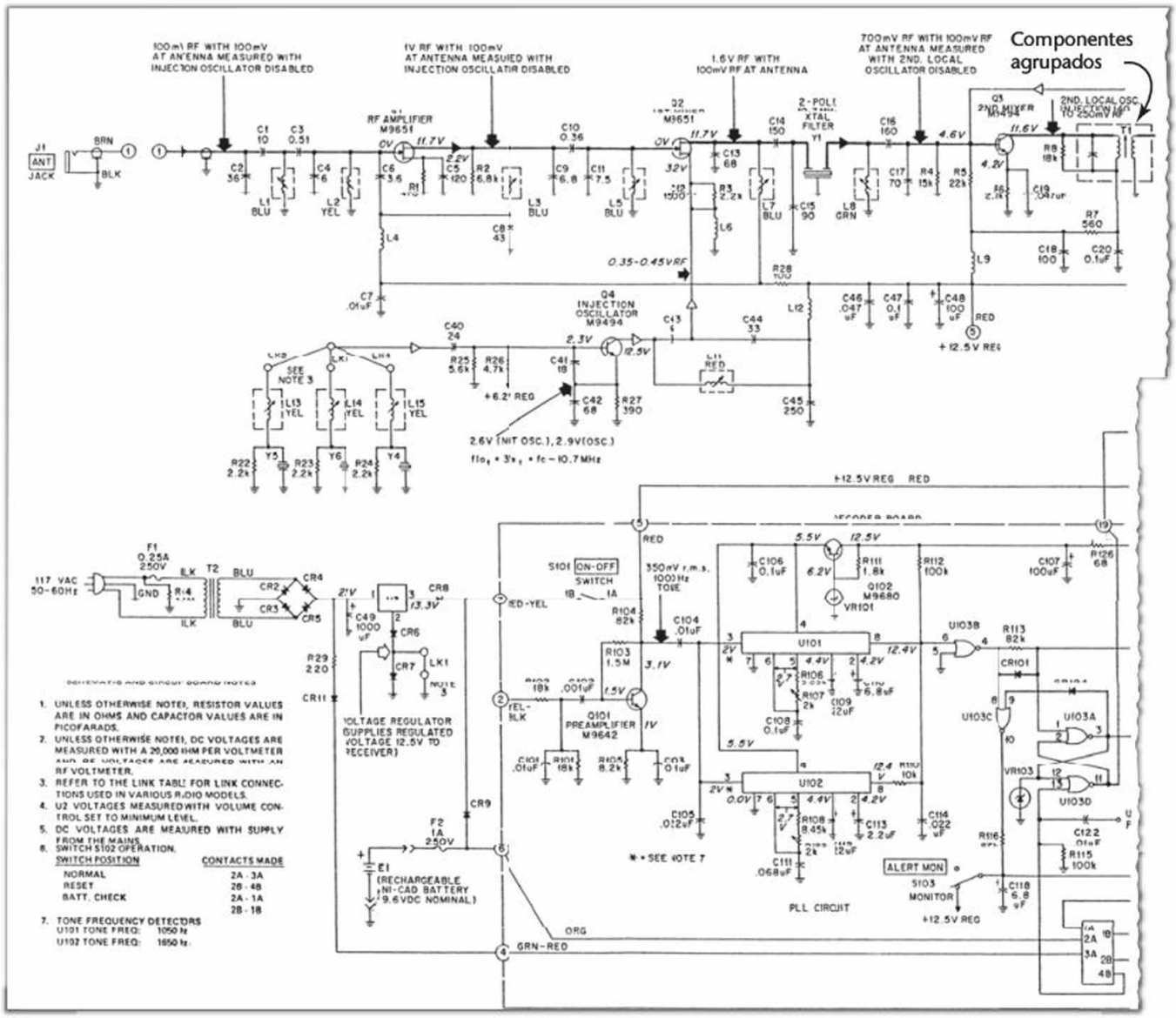
www.FreeLibros.me

14.4 ABREVIATURAS

Las abreviaturas en los diagramas eléctricos deben cumplir con la norma *ANSI/ ASME Y1.1.* (Vea el apéndice 2).

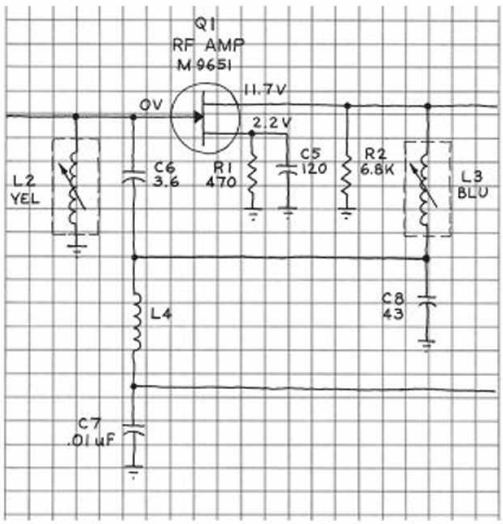
14.5 AGRUPACIÓN DE PIEZAS

Cuando las partes o los componentes se agrupan de manera natural, por ejemplo en subensambles obtenidos por separado o en componentes ensamblados como relés, transformadores de circuitos sintonizados, unidades selladas herméticamente, y tarjetas de circuitos impresos, indique el grupo usando una línea discontinua para encerrarlos en una "caja", como se ve en la figura 14.9. También es posible agrupar los componentes mostrando un espacio adicional en relación con los circuitos adyacentes.



14.9 Parte de un diagrama esquemático tipo mantenimiento de un monitor climático de radio FM. (Copyright Motorola, Inc. 1980. Todos los derechos reservados).

www.FreeLibros.me



14.10 Parte de un bosquejo preliminar a mano alzada de un diagrama esquemático.

14.11 Plantillas de símbolos electrónicos. (Cortesía de Chartpak, Inc.).

14.6 DISPOSICIÓN DE SÍMBOLOS ELÉCTRICOS/ELECTRÓNICOS

En la figura 14.10 se muestra un bosquejo a mano alzada de un diagrama esquemático. Cuando se bosquejan esquemas es muy útil emplear papel cuadriculado, puesto que es más fácil mantener los componentes alineados y hacer un esquema más ordenado. Si vuelve a dibujar el diagrama debe reorganizar los detalles con el fin de mejorar la versión final. Las plantillas, como las que se muestran en la figura 14.11, sirven para ahorrar tiempo en la elaboración de símbolos.

CAD le puede ayudar a producir dibujos esquemáticos complicados de manera eficiente. Como mínimo, el software de CAD le ofrece bibliotecas de símbolos estándar que le ayudan a colocar rápidamente los símbolos en un dibujo. En su lado más complejo, los paquetes de CAD pueden rastrear automáticamente las rutas y simular el funcionamiento de un circuito. En la figura 14.12 se muestra un ejemplo de cómo se arrastra y se suelta un símbolo de CAD contenido en la paleta. Por su parte, la figura 14.13 muestra el software para la simulación de circuitos.

Disposición de símbolos

Organice las distintas piezas y símbolos con el fin de equilibrar las áreas en blanco y las líneas. Proporcione suficiente espacio en blanco junto a los símbolos para permitir la inclusión de designaciones y notas de referencia. Si se dejan espacios excepcionalmente grandes se obtiene un efecto desbalanceado, pero esto puede ser necesario para poder complementar posteriormente el circuito. Por supuesto, al usar CAD resulta sencillo mover y estirar el dibujo existente para agregar un espacio.

Ruta de la señal

Organice los diagramas esquemáticos y unifilares de modo que siempre que sea posible, la señal o la ruta de transmisión desde la entrada hasta la salida vayan de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Los circuitos complementarios, como los de una fuente de energía o un circuito oscilador, por lo general se dibujan debajo del circuito principal.

Las ***etapas*** de un dispositivo electrónico son grupos de componentes o un semiconductor, que realizan en conjunto una función del dispositivo. Por ejemplo, el bosquejo de la figura 14.10 muestra la etapa del amplificador de RF (radio frecuencia) de un monitor climático de radio FM, cuyo esquema se presentó en la figura 14.9. Otras etapas que se pueden ver en la figura 14.9 son la primera y segunda del mezclador, asociadas a los transistores Q2 y Q3; la etapa de limitador y/o detector, que contiene un circuito integrado U1; por último, la etapa de salida de audio U2 y el altavoz. En la parte inferior izquierda se muestra la fuente de energía; ésta rectifica la corriente alterna mediante los ***diodos*** CR2-CR5 para producir voltaje de corriente directa, regulada a través de un circuito integrado U3; asimismo se puede observar una fuente de energía de respaldo consistente en una batería recargable, E1.

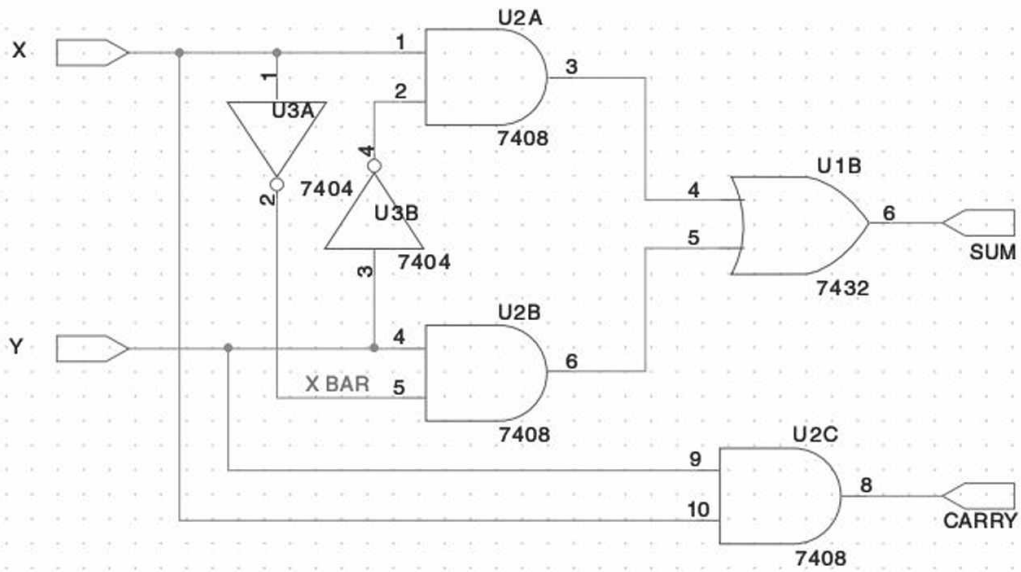
En la parte inferior del diagrama, también se muestran los circuitos contenidos en una tarjeta de ***circuitos impresos*** como decodificador de tonos independiente (dentro de las líneas discontinuas).

Con su experiencia en la elaboración de circuitos electrónicos, usted será capaz de visualizar con bastante precisión el espacio requerido por los circuitos involucrados en cada etapa. Por lo general, debe disponer los símbolos de los semiconductores en líneas horizontales y agrupar los circuitos asociados en un arreglo razonablemente simétrico entre ellos. De esta manera cada etapa se limitará a un área del dibujo.

Tenga en cuenta que la ruta de la señal desde la entrada hasta la salida, debe ir de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. En la figura 14.10, la entrada está en la parte superior izquierda y la salida en la parte inferior derecha. La ruta de la señal se designa claramente mediante una línea más gruesa de lo normal. Esto es típico en los diagramas esquemáticos tipo mantenimiento, que se elaboran para que puedan ser fácilmente leídos e interpretados por los técnicos de servicio. Las líneas más gruesas en el dibujo se usan para dar énfasis, pero no tienen ningún otro significado. Los circuitos complementarios (en este caso la fuente de energía) se ubican en la parte inferior del diagrama.

www.FreeLibros.me

14.12 El software AutoCAD proporciona una paleta de herramientas fácil de usar para insertar símbolos. (Pantallas de Autodesk reimpresas con la autorización de Autodesk, Inc.).



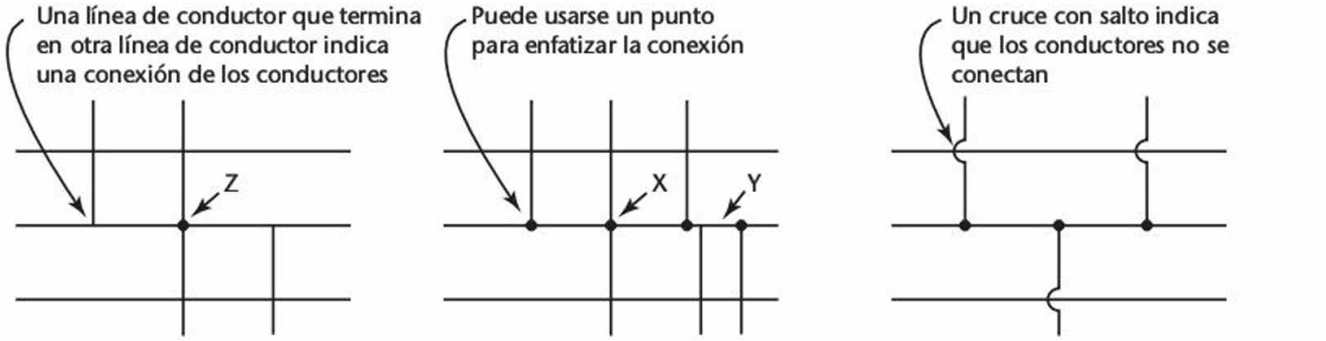
14.13 Diseño de un circuito sencillo creado en OrCAD. *Los circuitos creados en OrCAD permiten la simulación de sus funciones.* (Cortesía de Cadence Design Systems, Inc. OrCAD® es una marca registrada de Cadence Design Systems, Inc.).

www.FreeLibros.me

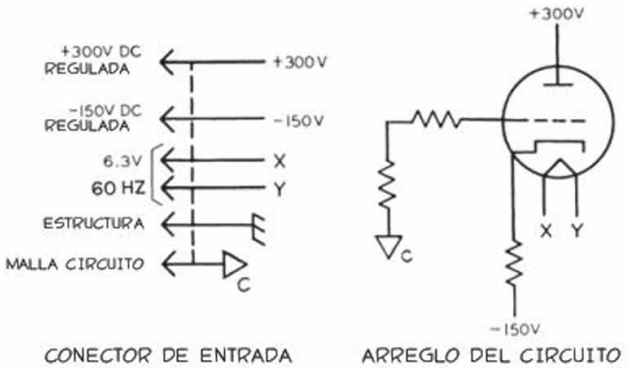
14.7 CONEXIONES Y CRUCES

Las líneas de conexión (para los conductores) suelen dibujarse en forma horizontal o vertical, minimizando los dobleces y los ***cruces***. Evite el uso de líneas de interconexión largas. Puede emplear rutas interrumpidas para evitar la necesidad de dibujar líneas de interconexión largas y confusas o en los casos donde un diagrama ocupe más de una hoja. Cuando sea necesario dibujar líneas de conexión paralelas muy cercanas entre sí, el espacio entre éstas no debe ser inferior a 0.06" *después de la reducción*. Agrupe las líneas paralelas con funciones similares dejando al menos un espacio doble entre los grupos para que el dibujo sea más fácil de interpretar.

En ocasiones es imposible evitar el trazo de una línea que representa un alambre conductor cruzando otro alambre conductor, donde estos alambres cruzados no se conectan entre sí. En tal caso es necesario describir con claridad que los conductores *no* forman una conexión. En la figura 14.14a se muestra la práctica recomendada, donde la terminación de una línea significa una conexión. Si hay más de tres líneas juntas, como en Z, se requiere el símbolo de punto. Usted puede evitar esto al escalonar las líneas de conexión. Los cruces con salto mostrados en la figura 14.14c ya no pertenecen al estándar, pero todavía se utilizan cuando hay alguna posibilidad de confusión.



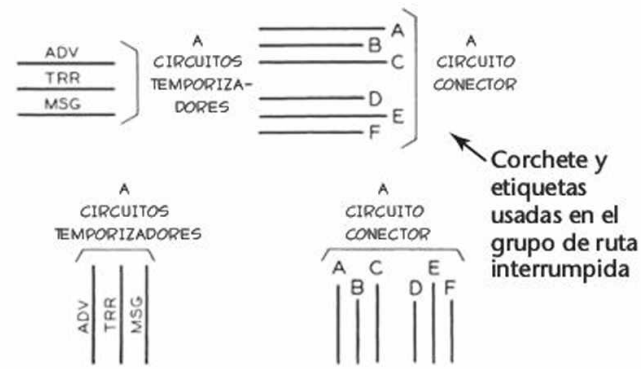
14.14 Cruces.



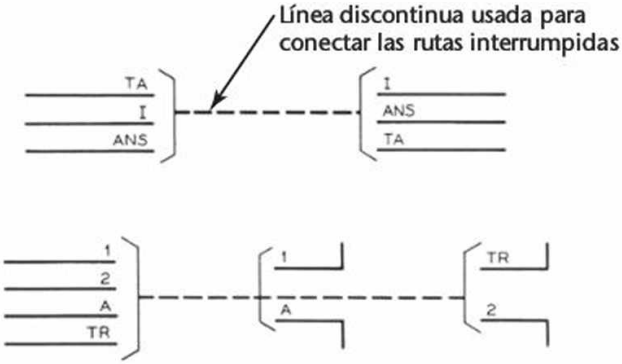
14.15 Identificación de líneas interrumpidas. (Cortesía de IEEE).

14.8 RUTAS INTERRUMPIDAS

Las ***rutas interrumpidas*** pueden usarse para una sola línea o para un grupo de líneas para simplificar un diagrama (figuras 14.15 y 14.16). Etiquételas cuidadosamente con letras, números, abreviaturas u otra identificación, para que sus destinos sean inconfundibles. Además de etiquetarse, las líneas agrupadas se encierran entre corchetes (figura 14.16). Cuando sea conveniente, las líneas interrumpidas agrupadas pueden conectarse mediante líneas discontinuas (figura 14.17).



14.16 Disposición típica de las identificaciones de línea y los destinos. (Cortesía de IEEE).



14.17 Líneas interrumpidas interconectadas mediante líneas discontinuas. (Cortesía de IEEE).

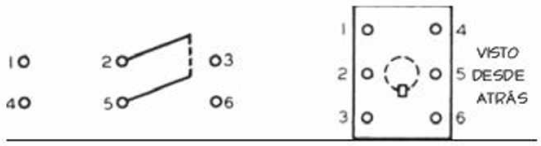
www.FreeLibros.me

14.9 TERMINALES

Los círculos de terminal no necesitan mostrarse a menos que se requieran para obtener claridad y mostrar la identificación.

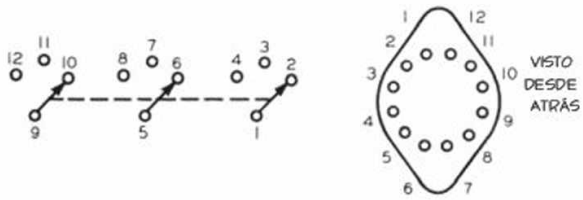
Cuando aparecen marcas físicas reales sobre o cerca de las ***terminales*** de un componente, éstas pueden mostrarse en el diagrama eléctrico. De lo contrario, asigne un número o una letra de referencia arbitraria a cada terminal y agregue un diagrama simple que asocie los números o letras con la disposición real de las terminales en el componente (figuras 14.18, 14.19 y 14.20b). La figura 14.20a es una explicación pictórica de la figura 14.20b.

La identificación de terminales para resistencias variables giratorias sigue prácticas semejantes, pero a veces también es conveniente indicar la dirección de la rotación, por lo general en el sentido de las manecillas de reloj o al contrario, según se vea desde el extremo de la perilla o el actuador del control. Cualquier otro arreglo debe explicarse mediante una nota o un diagrama. Las letras CW colocadas cerca de la terminal adyacente al contacto móvil identifican la posición extrema en el sentido de las manecillas del reloj de la terminal móvil (figura 14.21a). Cuando las terminales están numeradas, el 2 se le asigna al contacto móvil (figura 14.21b). A las posiciones adicionales fijas se le asignan números en secuencia, como se muestra en la figura 14.21c.



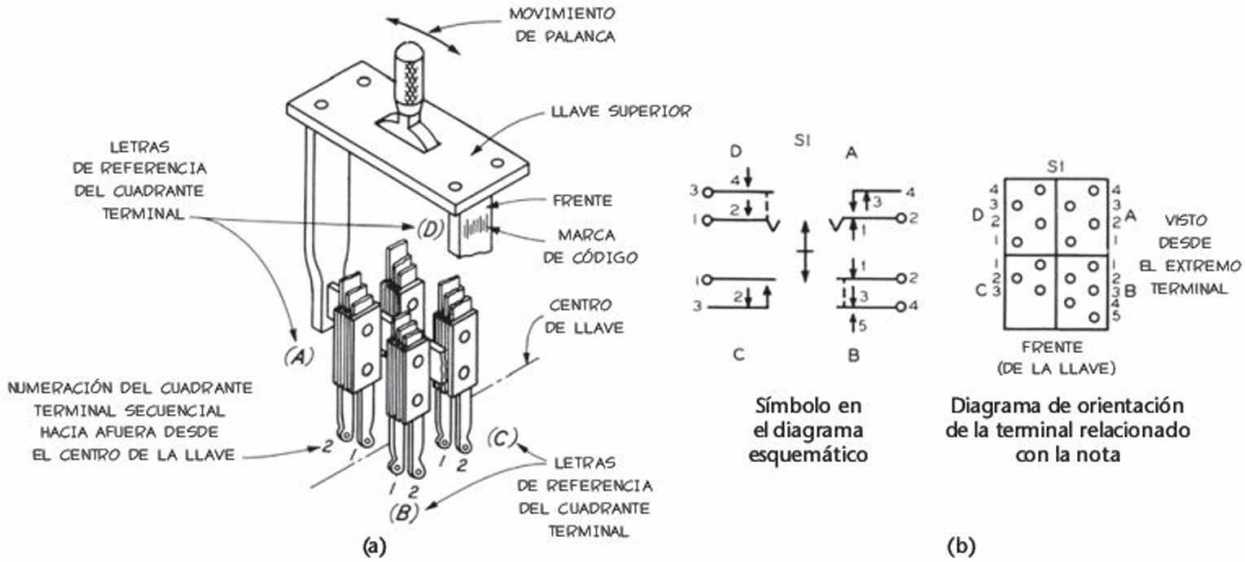
Símbolo en el diagrama esquemático — Diagrama de orientación de la terminal asociado con la nota

14.18 Identificación de terminal-Interruptor de volteo. (Cortesía de IEEE).



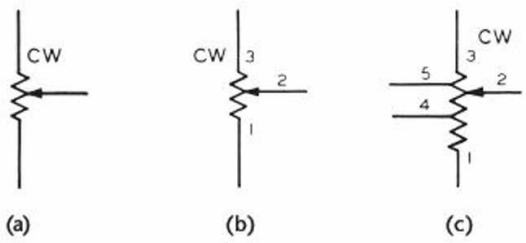
Símbolo en el diagrama esquemático — Diagrama de orientación de la terminal asociado con la nota

14.19 Identificación de terminal-Interruptor giratorio. (Cortesía de IEEE).



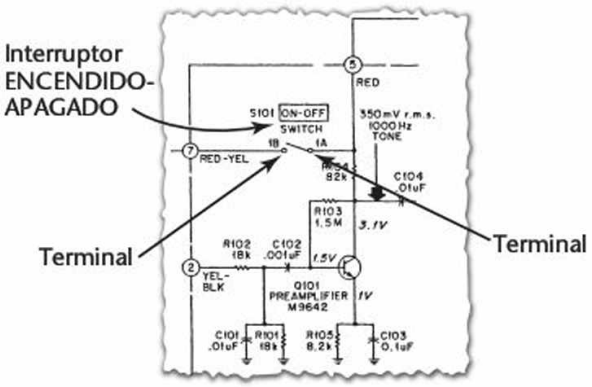
Símbolo en el diagrama esquemático — Diagrama de orientación de la terminal relacionado con la nota

14.20 Identificación de terminal-Palanca tipo llave. (Cortesía de IEEE).

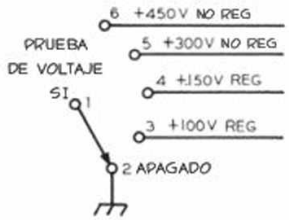


14.21 Identificación de terminal para una resistencia variable. (Cortesía de IEEE).

www.FreeLibros.me



14.22 Identificación de terminal e interruptor de encendido y apagado. (Cortesía de Motorola, Inc.).



(a) Funciones mostradas en el símbolo

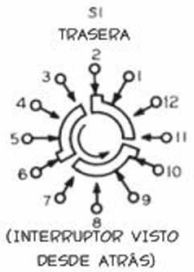
PRUEBA DE VOLTAJE SI	
FUNCIÓN	TERM
APAGADO	1-2
+100V REG	1-3
+150V REG	1-4
+300V NO REG	1-5
+450V NO REG	1-6

(b) Funciones mostradas en forma tabular

14.23 Relación posición-función para interruptores giratorios, métodos opcionales. (Cortesía de IEEE).

El interruptor S101 de la figura 14.22 ilustra el uso de símbolos terminales y su identificación. Como la posición del interruptor afecta la función, también debe aparecer en el diagrama esquemático. Dependiendo de la complejidad, la designación puede ir desde el simple encendido y apagado del interruptor S101 de la figura 14.22 hasta el etiquetado funcional de las terminales de la figura 14.23a, o la forma tabular que enumera las funciones como en la figura 14.23b.

Las formas tabulares utilizan guiones para indicar qué terminales están conectadas para cada posición. Por ejemplo, en la figura 14.24, la posición 2 conecta la terminal 1 a la terminal 3; la terminal 5 a la terminal 7, y la terminal 9 a la terminal 11.



(a) Símbolo en el diagrama esquemático

SI		
POS	FUNCIÓN	TERM.
1	APAGADO (MOSTRADO)	1-2,5-6,9-10
2	ESPERA	1-3,5-7,9-11
3	OPERAR	1-4,5-8,9-12

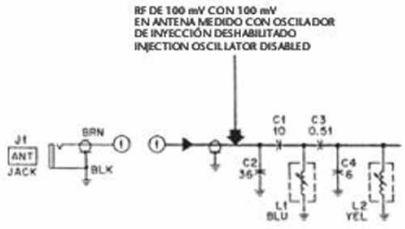
(b) Funciones mostradas en forma tabular

14.24 Relaciones de función-posición para interruptores giratorios empleando el método tabular. (Cortesía de IEEE).

14.10 CÓDIGOS DE COLOR

Las terminales o conexiones suelen identificarse mediante colores o símbolos, los cuales deben indicarse en el diagrama. En la figura 14.25 se muestra cómo designar los colores de las conexiones de alambre aislado cerca de cada terminal. Los colores se muestran en el dibujo usando los siguientes códigos:

Negro:	BLK
Azul:	BLU
Café:	BRN
Gris:	GRA
Verde:	GRN
Naranja:	ORN
Rojo:	RED
Violeta:	VIO
Blanco:	WHT
Amarillo:	YEL



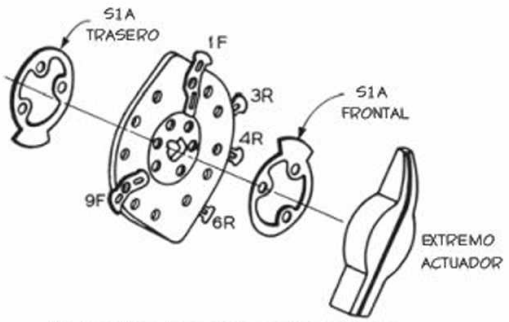
14.25 Códigos de color. (Cortesía de Motorola, Inc.).

www.FreeLibros.me

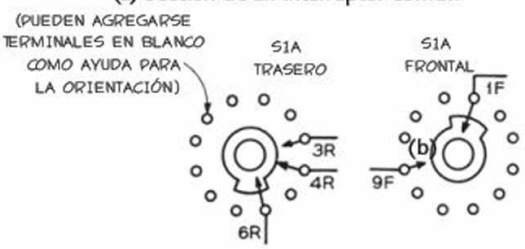
14.11 DIVISIÓN DE PIEZAS

Para mayor claridad, en un diagrama esquemático dibuje secciones separadas de las piezas que contienen muchos elementos. Indique las subdivisiones con letras sufijas. Para el interruptor giratorio de la figura 14.26, la primera parte S1A del interruptor S1 se identifica como S1A FRONTAL y S1A TRASERO, visto como de costumbre desde el extremo del actuador.

En la figura 14.27 se muestra un ejemplo del uso de sufijos. Aquí los dos cristales piezoeléctricos A y B están encerrados en una unidad, Y1. Luego se les referencia como Y1A y Y1B.



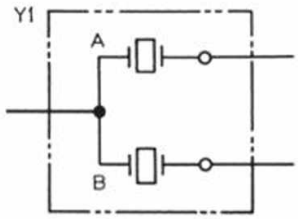
(a) Sección de un interruptor común



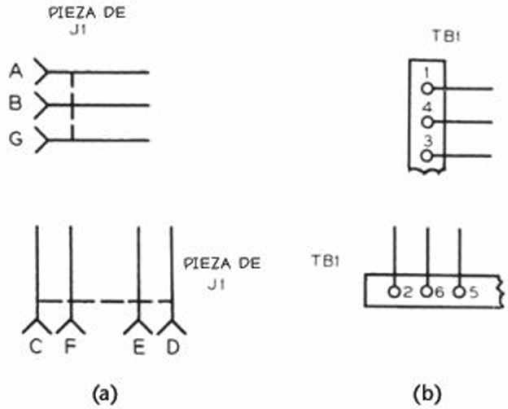
(b) Símbolo gráfico

14.26 Desarrollo de un símbolo gráfico; interruptor giratorio. (Cortesía de IEEE).

Otra forma de identificar las piezas de los componentes que están separados funcionalmente en el diagrama es mediante el prefijo PIEZA DE (figura 14.28a). Si la parte se indica como incompleta mediante una línea de corte, como en la figura 14.28b, las palabras PIEZA DE pueden omitirse.



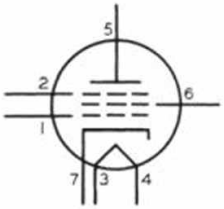
14.27 Identificación de piezas mediante letras sufijas. (Cortesía de IEEE).



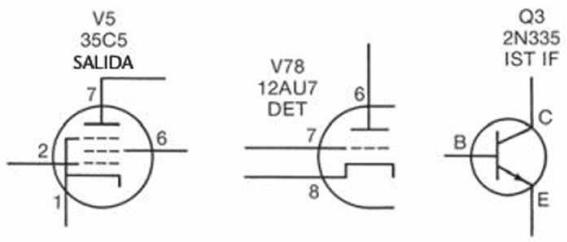
14.28 Identificación de piezas de los componentes. (Cortesía de IEEE).

14.12 IDENTIFICACIÓN DE PINES DE TUBOS DE ELECTRONES

Por lo general, los tubos de electrones no se usan en los diseños más nuevos, pero siguen siendo frecuentes en amplificadores de alta potencia. Usted puede ver sus símbolos en los esquemas de mantenimiento que se usan al solucionar problemas o modificar los equipos existentes. Los pines de los tubos de electrones se numeran en forma convencional en el sentido de las manecillas del reloj desde la llave básica del tubo o desde otro punto de referencia, donde el tubo se observa desde la parte inferior. En el método recomendado para identificar los pines en un diagrama, los números correspondientes se muestran justo afuera de la envoltura del tubo, junto a la línea de conexión (figuras 14.29 y 14.30).



14.29 Identificación de terminales para los pines de un tubo de electrones. (Cortesía de IEEE).



14.30 Designación de referencia, número de tipo y función de los tubos de electrones y semiconductores. (Cortesía de IEEE).

www.FreeLibros.me

14.13 DESIGNACIONES DE REFERENCIA

En los diagramas eléctricos es esencial identificar cada pieza reemplazable por separado mediante una combinación adecuada de letras y números. Las partes no reemplazables por separado casi siempre se identifican, como en los ejemplos anteriores. En electrónica y comunicaciones, la forma reconocida es la letra correspondiente seguida de un número (del mismo tamaño y en la misma línea), sin guión o espacio que los separe. Lo anterior está seguido por un sufijo requerido, de nuevo sin guión.

Los números asignados a cada categoría (resistencias, capacitancias, inductancias, etcétera) deben comenzar en la esquina superior izquierda del diagrama procediendo de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, y terminar en la esquina inferior derecha. Si en alguna revisión las piezas se eliminan, los componentes restantes no deben enumerarse de nuevo. Los números no usados deben enunciarse en la tabla (figura 14.31). Si el circuito contiene muchas piezas también puede resultar útil incluir, como se muestra, los números mayores usados en cada categoría.

Los ***semiconductores***, como los transistores y los circuitos integrados, se identifican mediante la designación de referencia y el número de tipo. Es útil incluir a veces la función debajo del número de tipo. Toda esta información debe colocarse cerca (preferiblemente encima) del símbolo.

DESIGNACIONES DE REFERENCIA MAYORES	
R65	C35
DESIGNACIONES DE REFERENCIA NO USADAS	
R7, R9 R60, R62	C11, C14 C19, C23

14.31 Denominaciones de referencias mayores y omitidas. (Cortesía de IEEE).

Multiplicador	Prefijo	Símbolo	
		Método 1	Método 2
10^{12}	tera	T	T
10^{9}	giga	G	G
10^{6} (1 000 000)	mega	M	M
10^{3} (1 000)	kilo	k	k
10^{-3} (.001)	mili	m	MILI
10^{-6} (.000001)	micro	μ	U
10^{-9}	nano	n	N
10^{-12}	pico	p	P
10^{-15}	femto	f	F
10^{-18}	atto	a	A

(a) Multiplicadores

Rango en ohms	Exprese como	Ejemplo
Menos de 1 000	ohms	.031 470
De 1 000 a 99 999	ohms o kiloohms	1800 15 853 10 k 22 K
De 100 000 a 999 999	kilohms o megaohms	380 k .38 M
De 1 000 000 o más	megaohms	3.3 M

(b) Resistencia

Rango en picofaradios	Exprese como	Ejemplo
Menos de 10 000	picofaradios	152.4 pF 4700 pF
10 000 o más	microfaradios	.015 μF 30 UF

(c) Capacitancia

14.32 Valores numéricos para los componentes.

14.14 VALORES NUMÉRICOS

Junto con las designaciones de referencia, es necesario mostrar los valores numéricos de la resistencia, capacitancia e inductancia, de preferencia en un formato que use la menor cantidad posible de cifras. Para ello, pueden combinarse los multiplicadores que se muestran en la figura 14.32a y los símbolos de las figuras 14.32b y 14.32c. Observe que en los números de cuatro dígitos no se usan comas; se recomienda escribir 4700 y no 4,700.

Inductancia

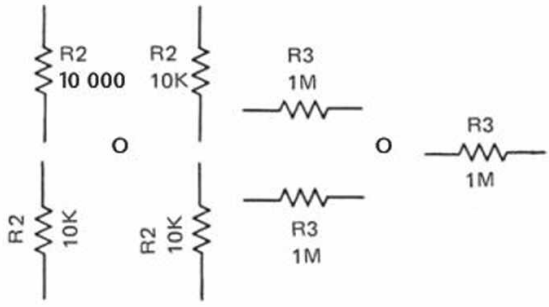
De acuerdo con la magnitud, la inductancia puede expresarse en henrios (H), milihenrios (mH o MILI H) o microhenrios (μH o UH). Si se sigue el principio de minimización del número de cifras, es preferible escribir 2μH que 0.002 mH, y 5 mH es mejor que .005H, o que 5000 UH.

Para evitar la repetición de las unidades de medición, utilice una nota como:

> A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO, LOS VALORES DE RESISTENCIA SE DAN EN OHMS Y LOS VALORES DE CAPACITANCIA EN MICROFARADIOS.

Colocación del valor de la pieza

Para mayor claridad, ubique los valores numéricos inmediatamente junto al símbolo. Las formas sugeridas se muestran en la figura 14.33.



14.33 Métodos para la designación de referencia y la colocación del valor de la pieza. (Cortesía de IEEE).

www.FreeLibros.me

14.15 IDENTIFICACIÓN FUNCIONAL Y OTRA INFORMACIÓN

A veces incluir piezas especiales para la identificación funcional de ciertas etapas contribuye a la legibilidad de un diagrama. En particular, cuando las designaciones funcionales (SINTONIZADOR, SALIDA, etc.) se deben mostrar sobre un panel o en la superficie del ***chasis***, también deben figurar en un sitio apropiado del esquema eléctrico.

Los puntos de prueba pueden identificarse mediante las palabras PUNTO DE PRUEBA en el dibujo. Si es necesario mostrar varios de ellos, puede usarse la forma abreviada PP1, PP2, o M1, M2, etc. (figura 14.9).

Si lo desea, otra información adicional que puede mostrarse en los diagramas esquemáticos es la siguiente:

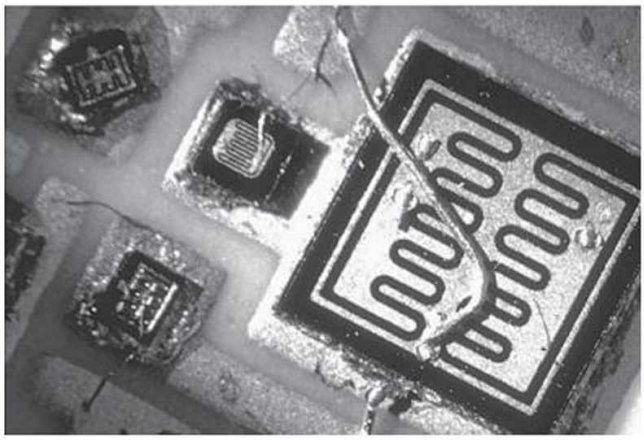
1. Resistencia DC de las bobinas y espitas del ***transformador.***
2. Valores críticos de entrada o valores de impedancia en la salida.
3. Formas de onda de voltaje o corriente en puntos seleccionados.
4. Requisitos de alambrado para puntos críticos de ***tierra***, emparejamiento de protección, etcétera.
5. Clasificaciones de potencia o voltaje para las piezas.
6. Indicación de los controles operacionales o funciones de los circuitos.

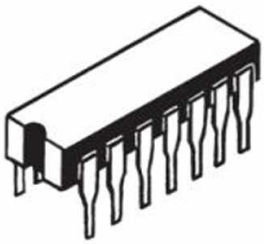
14.16 CIRCUITOS INTEGRADOS

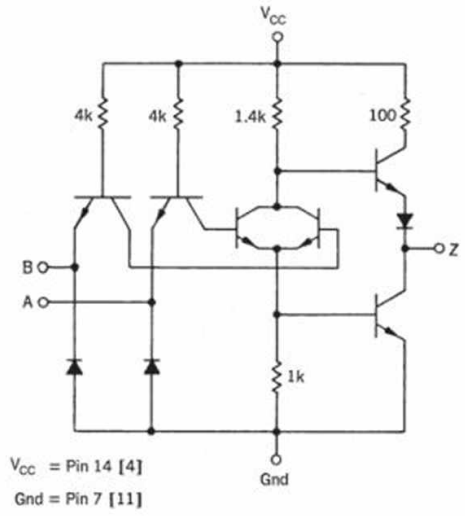
Un **circuito integrado** es una pastilla o un chip semiconductor que ha sido procesado para producir un reemplazo microminiatura para componentes separados como transistores, diodos, ***resistores***, capacitores y alambres de conexión.

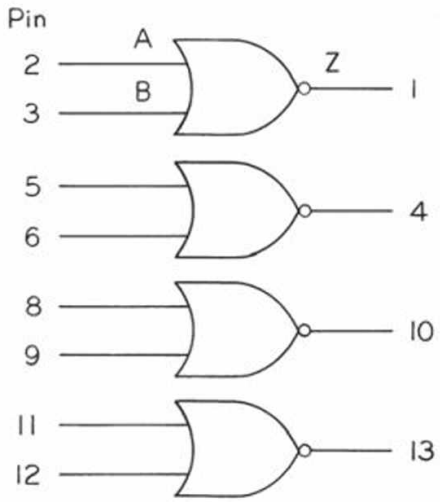
Los circuitos integrados se usan ampliamente en productos de consumo como calculadoras, computadoras personales, aparatos de radio y televisión, así como en las grandes computadoras, los microprocesadores y muchas otras aplicaciones industriales.

Un circuito integrado común, construido en un DIP (paquete dual en línea) con menos de una pulgada de largo (figura 14.34a), contiene circuitos que reemplazan a todos los componentes separados que se muestran en la figura 14.34b. Para simplificar la representación de los circuitos, utilice un símbolo esquemático como se muestra en la figura 14.34c.









(a) Representación pictórica del componente

(b) Representación esquemática (se muestra 1/4 del circuito)

(c) Representación simbólica

14.34 Representación de un circuito integrado del tipo paquete dual en línea. (Cortesía de Motorola, Inc.).

www.FreeLibros.me

14.17 CIRCUITOS IMPRESOS

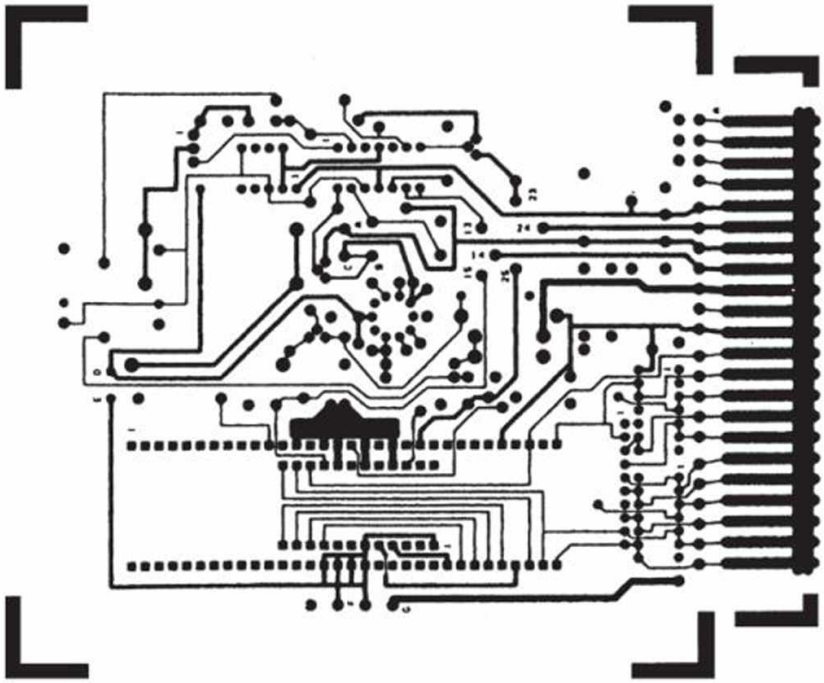
En busca de la miniaturización y la producción en masa, las tarjetas de ***circuitos impresos*** (CI) se usan ampliamente en la industria electrónica, en sustitución de los costosos y tediosos métodos de manufactura manual del cableado (vea la figura 14.35).

Se ha desarrollado una variedad de procedimientos para la fabricación de estas placas. Su nombre se deriva de un método antiguo de producción, el depósito (impresión) de un patrón de tinta conductora sobre una base de material aislante. El método que se usa con frecuencia en la actualidad consiste en grabar un patrón de cableado sobre un material fenólico cubierto de cobre, cristal de poliéster o cristal epóxico.

Las tarjetas de CI de una sola cara tienen un lado de componentes y un lado secundario. El lado de los componentes suele tener designaciones de las piezas serigrafiadas en la tarjeta; en el lado secundario, las terminales de los componentes se sueldan sobre la lámina de cobre.

Si no se está usando CAD, una vez que el diseñador electrónico ha decidido sobre la disposición física de los componentes que se montarán en la tarjeta de circuitos impresos, se hace un bosquejo a mano alzada del diseño.

Es importante mantener tolerancias estrictas en la producción de impresiones de CI, de modo que las terminales de los distintos componentes electrónicos se ajusten adecuadamente en los espacios previstos para ellas en la tarjeta final. Siempre que sea posible debe usarse el software de CAD para el diseño de circuitos, con el fin de obtener diseños óptimos para las tarjetas de circuitos impresos con el mínimo esfuerzo.



14.35 Patrón de circuitos impresos. (Lamit, G. Louis; Lloyd, J. Sandra, *Drafting for Electronics*, 3a. ed., ©1998. Impreso y reproducido electrónicamente con autorización de Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, Nueva Jersey).

www.FreeLibros.me

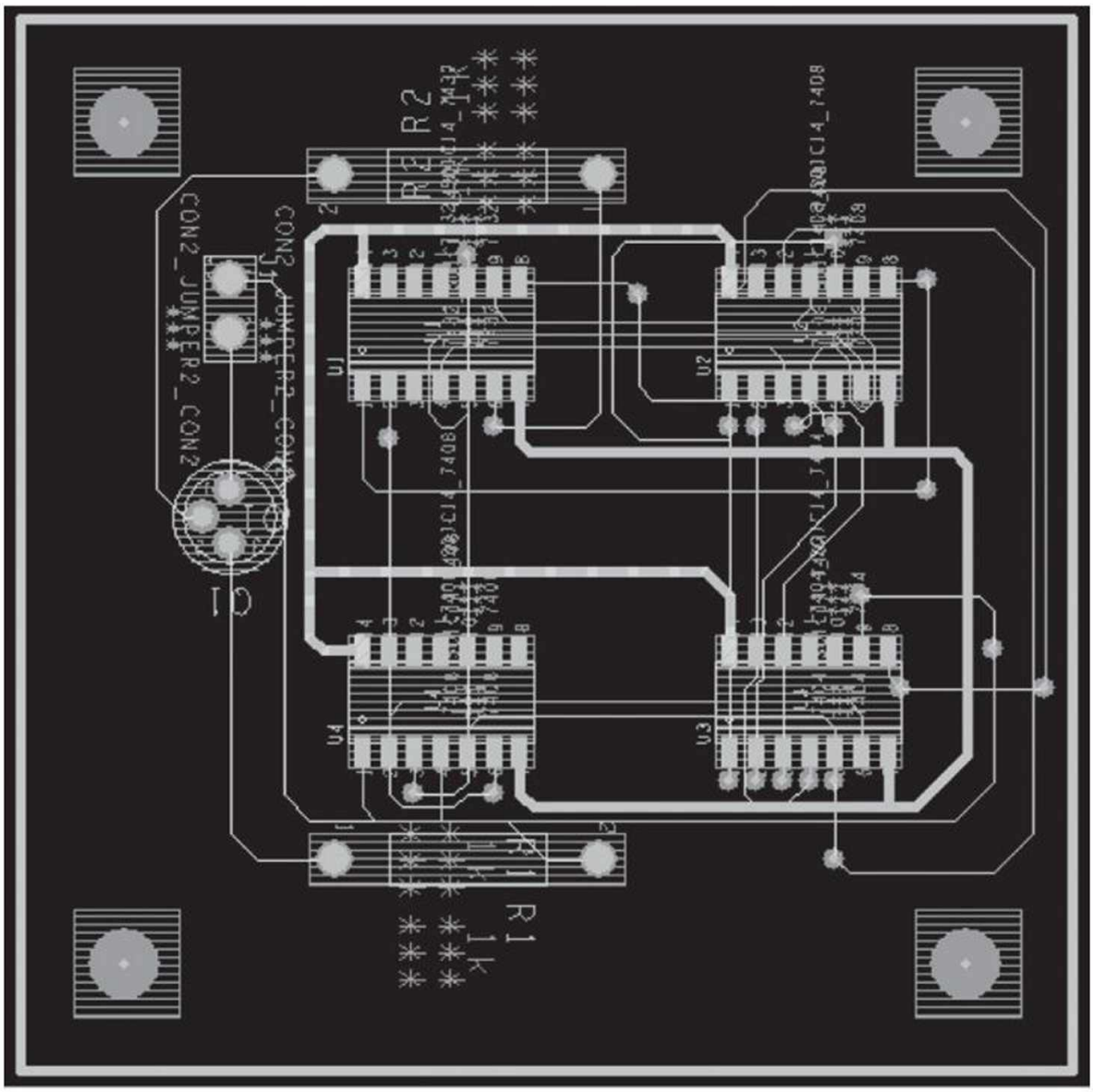
14.18 GRÁFICAS POR COMPUTADORA

CAD simplifica en gran medida el proceso de diseño de los circuitos impresos. Sofisticados programas le permiten reducir el tamaño físico de la tarjeta y minimizar la necesidad de saltos por el cruce de alambres.

Es común el uso de tarjetas de circuitos impresos con dos caras y muchos diseños compactos requieren tarjetas con varias capas, en las que las rutas conductoras se intercalan entre las capas de aislante. Estos diseños de tarjeta (figura 14.36) exigen el registro preciso del diseño para cada capa, con el fin de asegurar una alineación correcta de las funciones correspondientes, como los orificios que deben "recubrirse por completo" de lado a lado.

Un programa de CAD para el diseño de componentes le permite crear la mejor colocación posible de las piezas en un tiempo reducido. Cada vez es más frecuente el uso de componentes en microminiatura para el montaje superficial, los cuales tienen conexiones cortas soldadas en vez de alambres conductores y, por lo tanto, no requieren orificios de montaje. La pequeñez de estas piezas requiere un alto grado de exactitud en la disposición y el diseño de la tarjeta que los sistemas de CAD pueden proporcionar con facilidad.

Los sistemas de CAD son capaces de proporcionar material gráfico a tamaño completo o reducido, junto con otros datos necesarios para configurar un equipo automático de soldadura y perforación, los cuales se requieren para producir una tarjeta de circuitos impresos terminada.



14.36 El editor PCB del software OrCAD proporciona la autodetección de rutas para los componentes de la tarjeta. (Cortesía de Cadence Design Systems, Inc. OrCAD® es una marca registrada de Cadence Design Systems, Inc.).

www.FreeLibros.me

PORTAFOLIO

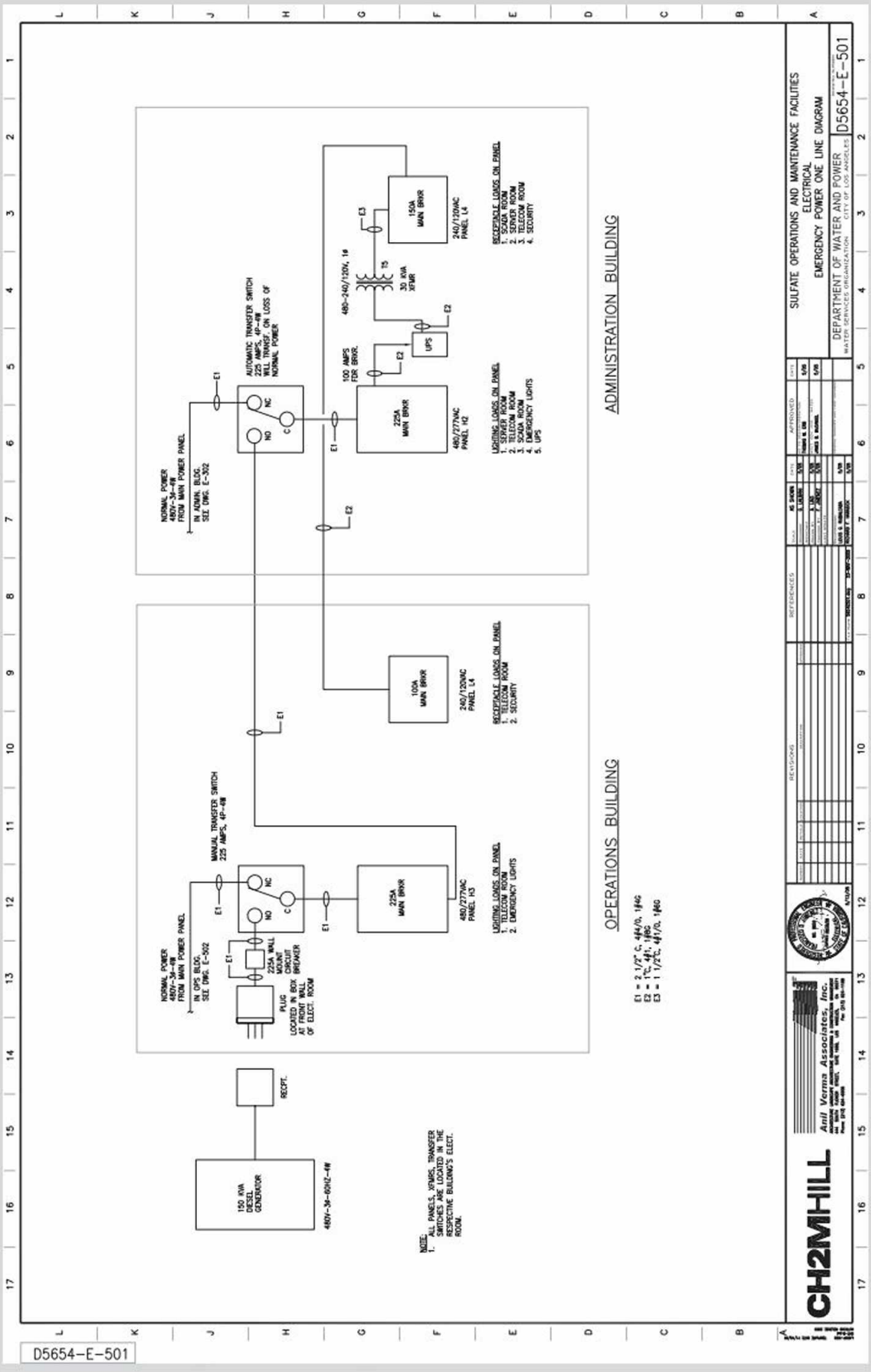


Diagrama de bloques. (Cortesía de CH2M Hill).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Chasis
Circuito integrado
Circuitos impresos
Cruce
Diagrama de conexión o de cableado
Diagrama de interconexión
Diagrama esquemático o diagrama de circuitos
Diagrama funcional de bloques
Diagrama unifilar
Diodos
Etapas
Interruptores y relés
Resistores
Ruta de la señal
Rutas interrumpidas
Semiconductores
Terminales
Tierra
Transformador

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Los diagramas esquemáticos muestran la ruta de la señal entre los componentes discretos.
- Los diagramas de cableado muestran las conexiones punto por punto.
- Los diagramas de bloque muestran representaciones simplificadas de los subsistemas. Cada subsistema se designa mediante una caja rectangular individual.
- Hay símbolos gráficos únicos que se asignan a cada uno de los componentes electrónicos. Los programas de CAD almacenan estos símbolos en una biblioteca. Los dibujos esquemáticos a lápiz pueden crearse usando plantillas de plástico como guía.
- Los programas computacionales gráficos pueden automatizar gran parte del trabajo de dibujo cuando se usa una computadora para generar el diseño de un circuito impreso.
- Enseguida de los componentes se colocan letras y números para indicar los puntos de conexión, las designaciones del pin terminal y los valores de referencia.

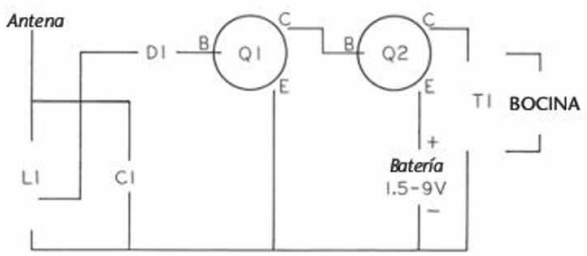
PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿En qué dirección fluye la ruta de la señal en un diagrama esquemático?
2. ¿Cuál es la diferencia entre un diagrama de bloques y un diagrama esquemático?
3. ¿Qué significa cada caja en un diagrama de bloques?
4. En un diagrama esquemático, ¿qué significa un punto grande sobre el cruce de dos líneas?
5. ¿Cómo se identifican los pines de la terminal de un componente en un diagrama esquemático?
6. Dibuje la representación de un alambre que se detiene y después continúa en un sitio diferente.
7. ¿Qué tipo de dibujo electrónico muestra piezas en tres dimensiones?
8. ¿Cuáles son los nombres de cada lado de una tarjeta de circuitos impresos? ¿Cuál de los lados contiene las conexiones soldadas?
9. Dibuje los símbolos esquemáticos para 10 componentes electrónicos.
10. ¿Cuál es el símbolo esquemático para la tierra del chasis?

www.FreeLibros.me

EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

Todos los problemas siguientes pueden resolverse con CAD o a mano alzada. Si se le indica bosquejar a mano alzada, puede usar papel cuadriculado de 8.5" × 11" con malla de .25". Consulte el apéndice 35 para ver los símbolos gráficos estándar.

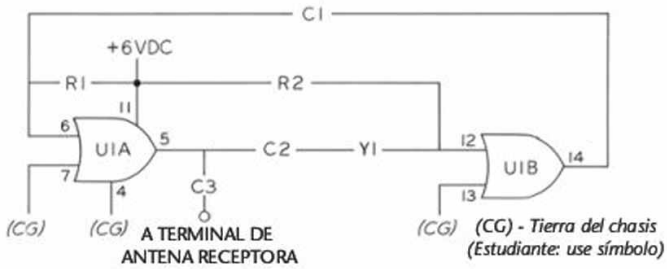


Ejercicio 14.1 El circuito que se muestra es adecuado para el salón de clases o para demostraciones de laboratorio. Después de que una estación de radio local se sintoniza con una batería estándar de 9 V colocada en su sitio, ésta se sustituye con otros dispositivos como celdas fotoeléctricas y baterías hechas en casa.

Haga un diagrama esquemático del circuito a mano alzada o con CAD, aproximadamente al doble del tamaño de la figura. Use símbolos estándar y presente los valores de los componentes y las denominaciones de referencia, siguiendo las prácticas recomendadas.

Lista de componentes

C1	Capacitor variable 10-365 PF
D1	Diodo de germanio
L1	Antena de bobina con toma central
T1	Transformador de salida: 2500 ohm primario, 3-4 ohm secundario
Q1	Transistor de RF tipo NPN (B = base, C = colector, E = emisor)
Q2	Transistor de audio tipo PNP



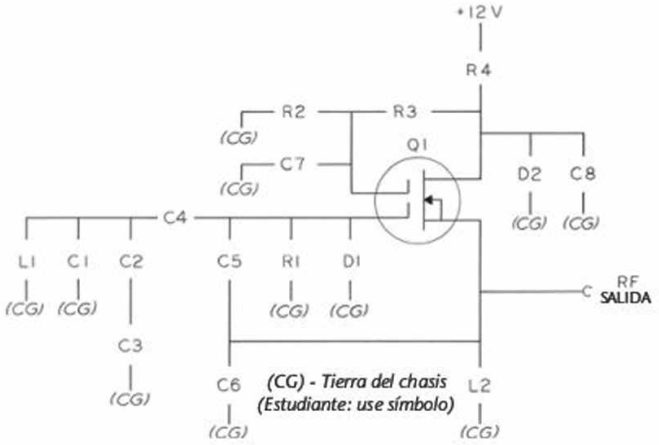
Ejercicio 14.2 La unidad que se muestra se usa para calibrar la carátula de sintonización de un receptor de comunicaciones en onda corta, proporcionando una señal de comprobación cada 100 kHz en todas las bandas de uso común.

Reproduzca el diagrama esquemático aproximadamente al doble de tamaño, a mano alzada o mediante CAD, según se le indique. Agregue símbolos estándar e incluya las designaciones de referencia, los valores de los componentes y otros datos, siguiendo las prácticas recomendadas.

Lista de componentes

Capacitores	
C1	1000 PF
C2	Divisor 7-45 PF
C3	10 PF
Cristal	
Y1	100 kHz
Resistores (ohms)	
R1	56K
R2	56K
Circuito integrado	
U1	HEP 570 (Cuad 2-puerta de entrada)

www.FreeLibros.me



Ejercicio 14.3 El circuito que se muestra es para un oscilador de frecuencia variable (VFO) que puede usarse con los transmisores que operan los radioaficionados en la banda de 80 m ("ham").

Haga un diagrama esquemático a mano alzada o con CAD, aproximadamente al doble del tamaño de la figura. Use símbolos estándar e incluya designaciones de referencia y los valores de los componentes siguiendo las prácticas recomendadas.

Lista de componentes

Capacitores

C1	Divisor 100 PF
C2	50 PF
C3	Variable 150 PF
C4	470 PF
C5, C6	1000 PF
C7, C8	1 UF

Resistores (ohms)

R1, R2, R3	22K
R4	270

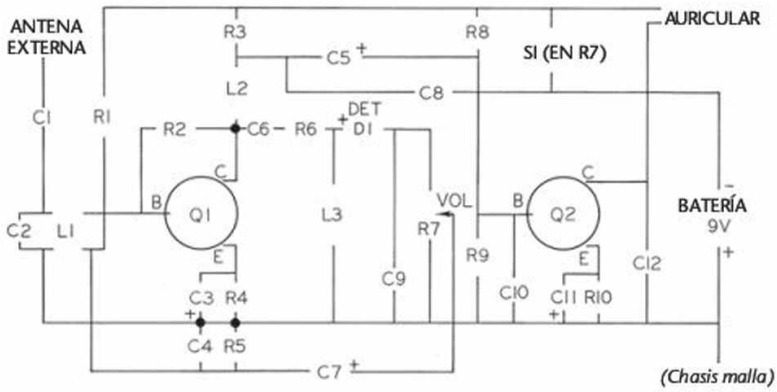
Bobinas

L1	Cerámica o núcleo de aire de 6 UH
L2	Choque RF de 1 MH

Semiconductores

D1	diodo de silicio 1N914
D2	6 V, Diodo Zener 1 W
Q1	Transistor MOSFET de doble compuerta 40673

www.FreeLibros.me



Ejercicio 14.4 Haga un diagrama esquemático del circuito, a mano alzada o usando CAD, aproximadamente al doble de tamaño. Use símbolos estándar y muestre designaciones de referencia y los valores de los componentes siguiendo las prácticas recomendadas.

Nota: Al reorganizar un poco algunas líneas de conexión, puede eliminar los tres símbolos de punto.

Lista de componentes

Capacitores		**Resistores (ohms)**	
C1	10 PF	R1	47K
C2	10–365 PF variable	R2	82K
		R3	2200
C3	90 UF	R4	1000
C4	.005 UF	R5	10K
C5	5 UF	R6	82
C6	.001 UF	R7	Variable 10K (potenciómetro)
C7	5 UF	R8	82K
C8	.01 UF	R9	5600
C9	.005 UF	R10	3900
C10	.005 UF		
C11	90 UF		
C12	.005 UF		

Bobinas

L1	Antena de lazo (mismo símbolo que el transformador de núcleo magnético)
L2	Núcleo magnético, 0.5 MILI H
L3	Núcleo magnético, 1.0 MILI H

Transistores

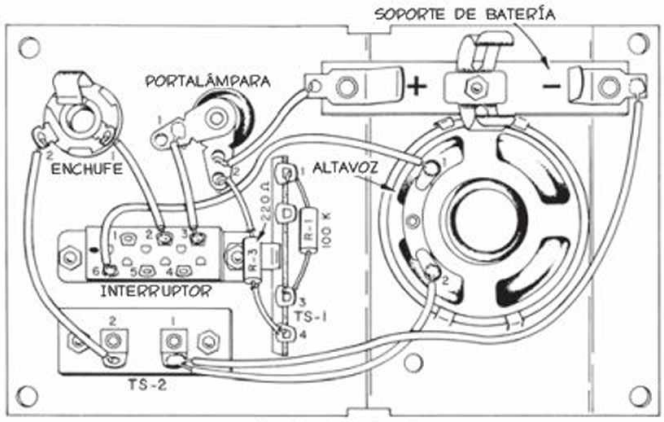
(E = emisor, B = base, C = colector)

Q1	Amplificador tipo PNP, RF-AF
Q2	Amplificador de audio tipo PNP

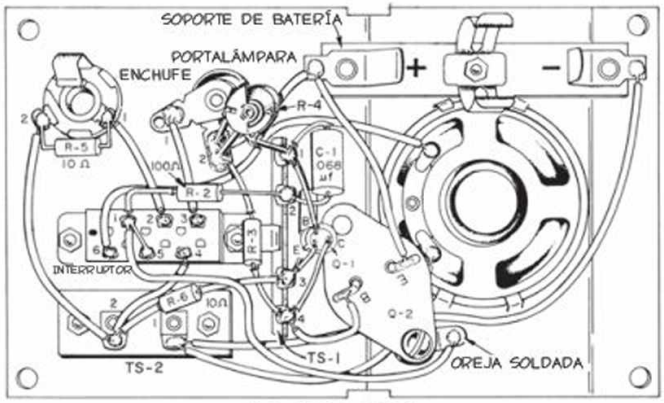
Misceláneos

S1	Interruptor encendido-apagado (montado en R7)
D1	Detector de diodo

www.FreeLibros.me



(a) PRIMER CABLEADO



(b) CABLEADO FINAL

Ejercicio 14.5 Las figuras a y b son diagramas pictóricos de cableado de un oscilador de transistores para la práctica de códigos. Por medio de esta unidad es posible practicar el Código Morse Internacional ya sea escuchando un tono audible a través de auriculares o un altavoz, o bien al observar una luz intermitente.

Estudie las ilustraciones y la lista de los componentes cuidadosamente, haciendo bosquejos de las conexiones. Después, haga un diagrama esquemático completo del circuito, siguiendo las prácticas recomendadas e incluyendo los valores de los componentes y las denominaciones de referencia.

Nota: Las tiras de las terminales TS-1 y TS-2, así como el soporte de la batería, cumplen una función mecánica y de comodidad en el cableado. No deben mostrarse en el diagrama esquemático.

Lista de componentes

Capacitores

C1	0.068 UF

Resistores (ohms)

R1	100K
R2	100
R3	220
R4	50K variable (potenciómetro)
R5	10
R6	10

Transistores

(E = emisor, B = base, C = colector)

Q1	Oscilador tipo NPN
Q2	Amplificador tipo PNP

Misceláneos

Batería	Tipo "C", 1.5 V
Soporte de la batería	
Enchufe	2 conductores (para auriculares)
Tecla	Tecla de telégrafo (no se muestra; va conectada entre las terminales 1 y 2 de TS-2)
Lámpara, 1.5 V	
Portalámpara	
Altavoz	
Interruptor	Interruptor deslizante de 3 posiciones

Conexiones

Posición uno (APAGADO-LUZ) - terminales 1-5, 3-4

Posición dos (ALTAVOZ) - terminales 1-6, 2-4

Posición tres (AURICULARES) - terminales 2-5

Tiras de terminal TS-1 y TS-2

www.FreeLibros.me

CAPÍTULO QUINCE

DIBUJOS DE TUBERÍAS

OBJETIVOS

Después de estudiar el material de este capítulo, usted debe ser capaz de:

1. Identificar los tubos de hierro fundido, de latón y cobre, así como las tuberías termoplásticas y los accesorios de tuberías.
2. Dibujar y etiquetar las juntas comunes de tubería con designaciones de la norma ANSI/ASME.
3. Hacer un dibujo pictórico o con múltiples vistas de una tubería, usando símbolos esquemáticos estándar.
4. Dibujar los símbolos esquemáticos para válvulas e identificar la dirección del flujo.

Consulte las siguientes normas:

- *ANSI Y32.2.3-1949 (R1999), Símbolos gráficos para tubos, accesorios de tubería y válvulas. Eliminada el 11 de febrero de 2003. Sólo como referencia histórica.*
- *AWWA C110/A21.10-03: Accesorios de hierro dúctil y hierro gris para agua.*
- *ISA-5.1-1984 (R1992) Símbolos de instrumentación e identificación.*

www.FreeLibros.me

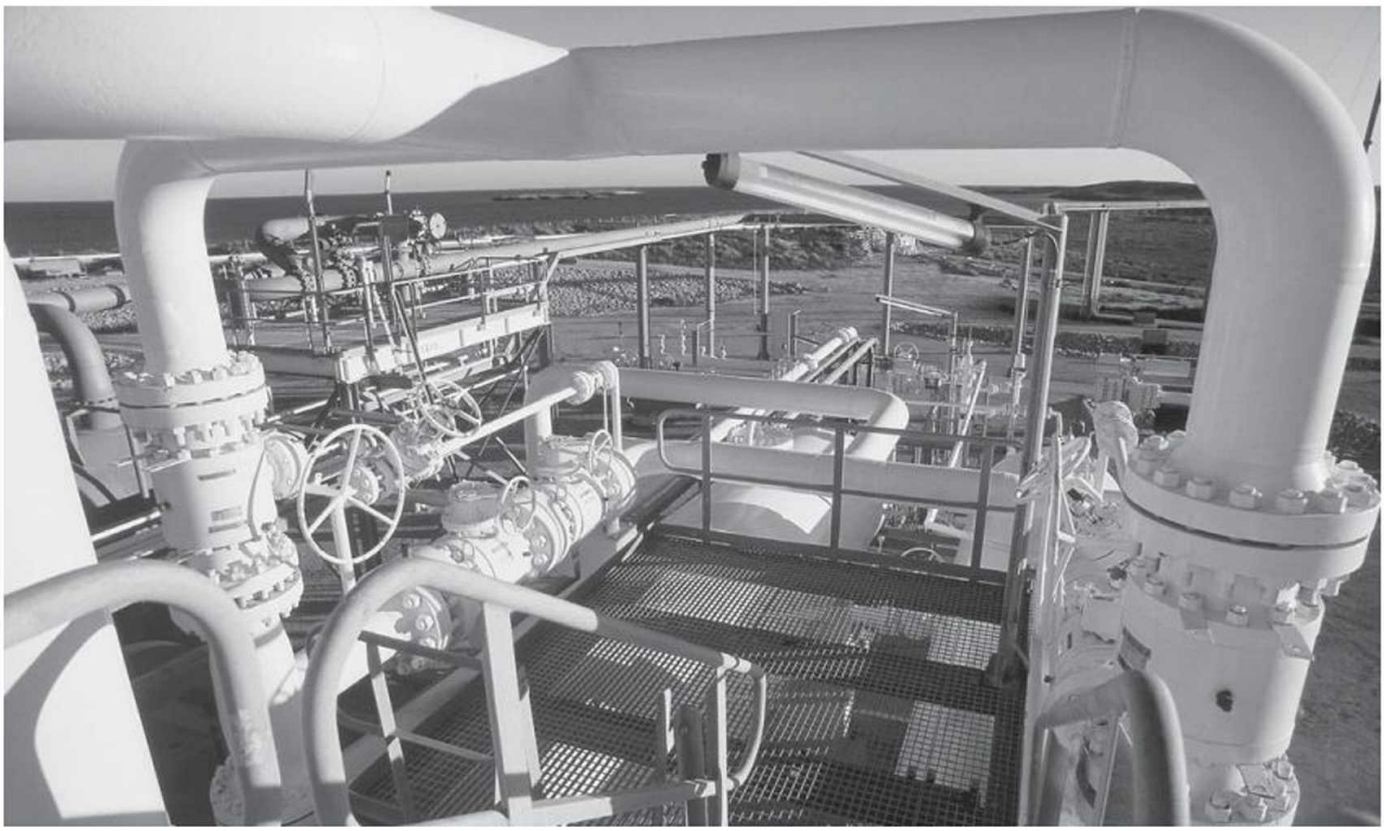
Complejo conjunto de tubos en una planta procesadora de gas. (Ron Sherman/Creative Eye/MIRA.com).

INTRODUCCIÓN

Las tuberías se hacen de aluminio, latón, arcilla, concreto (ambos con agregados comunes y en combinación con otros materiales), cobre, vidrio, hierro, plomo, plástico, goma, madera y otros más y demás combinaciones de materiales. Los tubos de hierro fundido, acero, hierro forjado, latón, cobre y plástico se usan con mayor frecuencia para transportar agua, vapor, aceite o gases. Los tubos también se usan en elementos estructurales como columnas y barandillas.

En los planos de construcción para plantas industriales, edificios comerciales y residencias se emplean diagramas de tuberías para describir la ruta de distribución de los gases y líquidos que estas construcciones requerirán. Hay símbolos esquemáticos especiales que simplifican la representación de cada tipo de conexión de tubería. Las bibliotecas de CAD proporcionan símbolos de tuberías para su rápida inserción en los dibujos. También se cuenta con plantillas de los símbolos de tuberías para simplificar el proceso de dibujo a mano.

www.FreeLibros.me



(Cortesía de GILLIANNE TEDDER/Photolibrary.com).

CÓMO ENTENDER LOS DIBUJOS DE TUBERÍAS

Símbolos estándar

Para producir dibujos de sistemas de tuberías en forma rápida y que éstos sean fáciles de leer, se ha desarrollado un conjunto de símbolos estándar que se presentan en el apéndice 33 para representar los diferentes tipos de accesorios de tuberías y válvulas. En la figura 15.1 se muestran algunos de los símbolos estándar. Los sistemas de CAD tienen símbolos estándar disponibles, y el uso de plantillas para dibujar símbolos de tuberías representa un ahorro de tiempo conveniente al momento de dibujar tuberías.

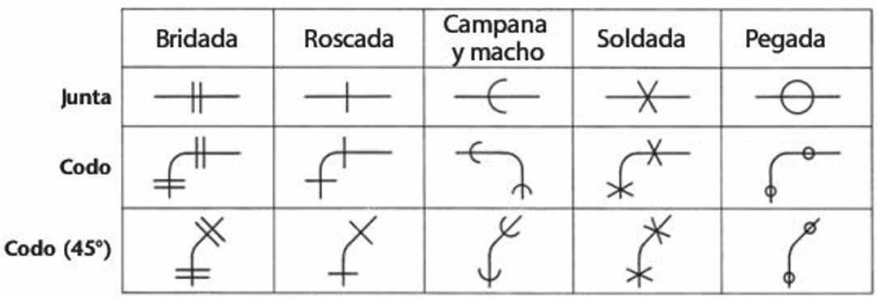
Tipos de dibujos

Hay dos tipos de dibujos comunes para los sistemas de tuberías: los de una sola línea y los de doble línea.

Los ***dibujos de una sola línea*** muestran la línea central del tubo como se ve en la figura 15.2b.

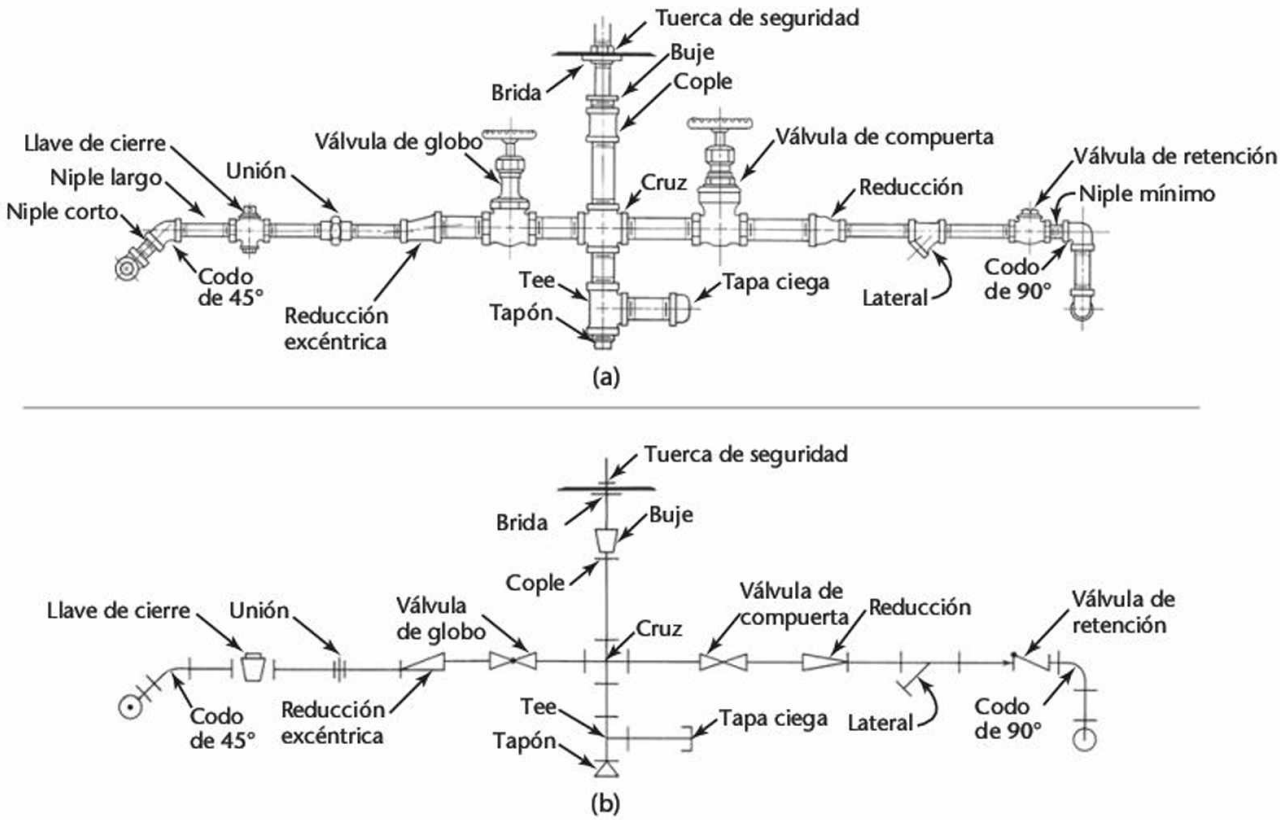
Los ***dibujos de doble línea*** muestran dos líneas que representan el diámetro de la tubería como se muestra en la figura 15.2a.

Cualquier tipo de dibujo puede crearse empleando dibujos ortográficos, vistas de secciones ortográficas, o dibujos pictóricos. En la figura 15.3 se muestra un ejemplo de un dibujo ortográfico de un sistema de tuberías. En sistemas complejos, donde se tiene una gran cantidad de tuberías de diferentes tamaños muy cercanas entre sí, y donde los espacios son importantes, se recomienda el uso de dibujos de doble línea con múltiples vistas y hechos a una escala precisa.

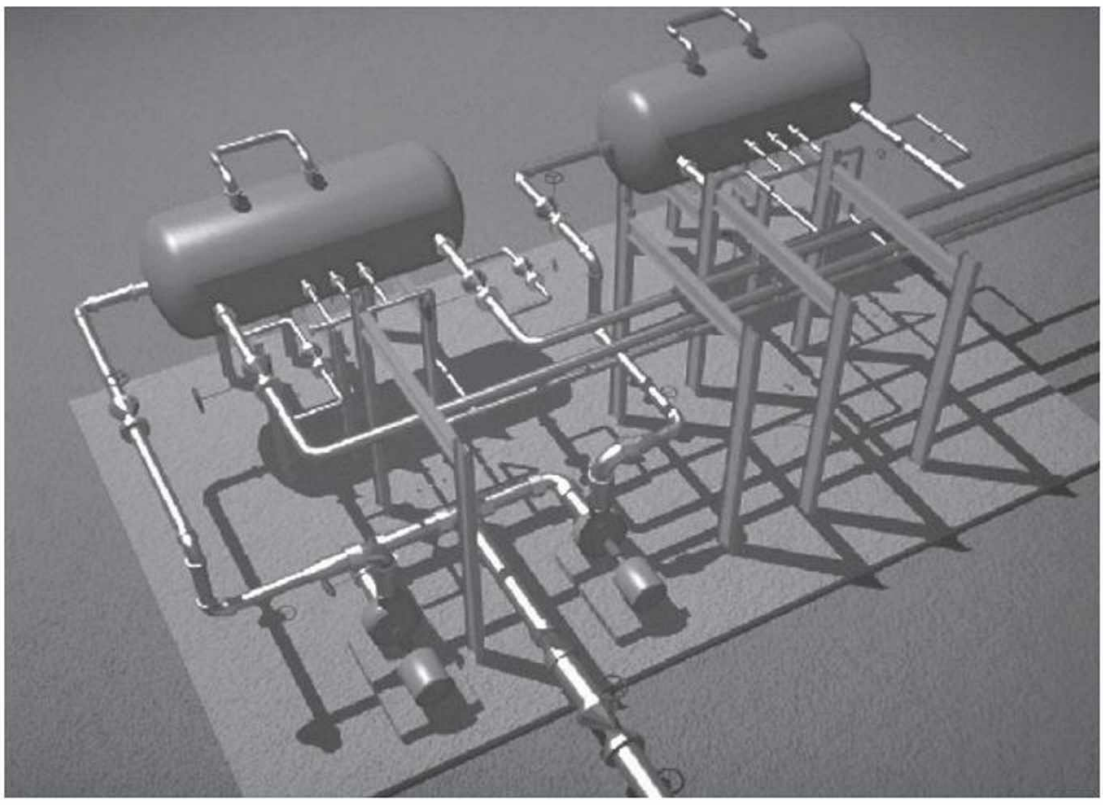


15.1 Símbolos estándar de tuberías (vea el apéndice 33).

www.FreeLibros.me

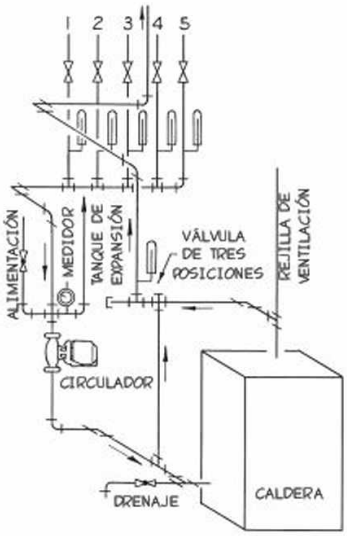


15.2 Símbolos de tubería usados (a) en un dibujo de doble línea, y (b) en un dibujo de una sola línea.

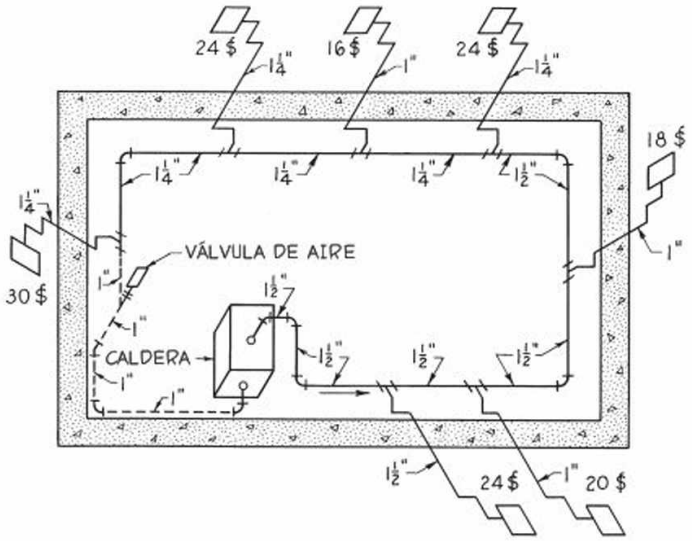


15.3 Dibujo de un sistema de tuberías creado con CAD. (Cortesía de Softdesk, Inc.).

www.FreeLibros.me



15.4 Dibujo esquemático de la tubería que conecta una caldera con las bobinas de calefacción.



15.5 Sistema de calefacción a vapor con un tubo.

En los dibujos de tubería también se usan proyecciones axonométricas. En la figura 15.4 se muestra una proyección oblicua que se usó para un diagrama de tubos. El dibujo que se muestra en la figura 15.5 es una forma modificada de la proyección oblicua que se emplea generalmente en la representación de arreglos de tuberías para sistemas de calefacción. En estos casos, la red de tuberías se muestra en un plano y las bandas en proyección oblicua desde varias direcciones para hacer la representación lo más clara posible.

En la mayoría de las instalaciones, algunos tubos son verticales y otros horizontales. Si los tubos verticales se giran hacia el plano horizontal, o si los tubos horizontales se giran hacia el plano vertical rotando algunos de los accesorios, toda la instalación puede mostrarse en un plano, como en la figura 15.6c. Esto se conoce como un ***dibujo desarrollado de tuberías***.

Al mostrar las posiciones relativas de las piezas componentes en todas las vistas se reduce la probabilidad de interferencia cuando la tubería se levante, y es casi una necesidad cuando los componentes de las tuberías se prefabrican en un taller y se envían al sitio de instalación con sus dimensiones finales. La prefabricación es común en los grandes sistemas y en las tuberías de gran tamaño. La mayoría de las tuberías de 2 1/2" o mayores se prefabrican en talleres.

CAD en 3D es muy útil para crear dibujos de tuberías. Con frecuencia, todo lo que se necesita es mostrar la línea central de la tubería junto con la válvula. Cuando se requiera más detalle, desarrolle el diámetro de la tubería a lo largo de la línea central para producir un dibujo que muestre todo el tubo. La verificación automática de interferencias, disponible en los sistemas de CAD en 3D, puede ayudar a eliminar los errores de diseño.

Dimensionamiento de dibujos de tuberías

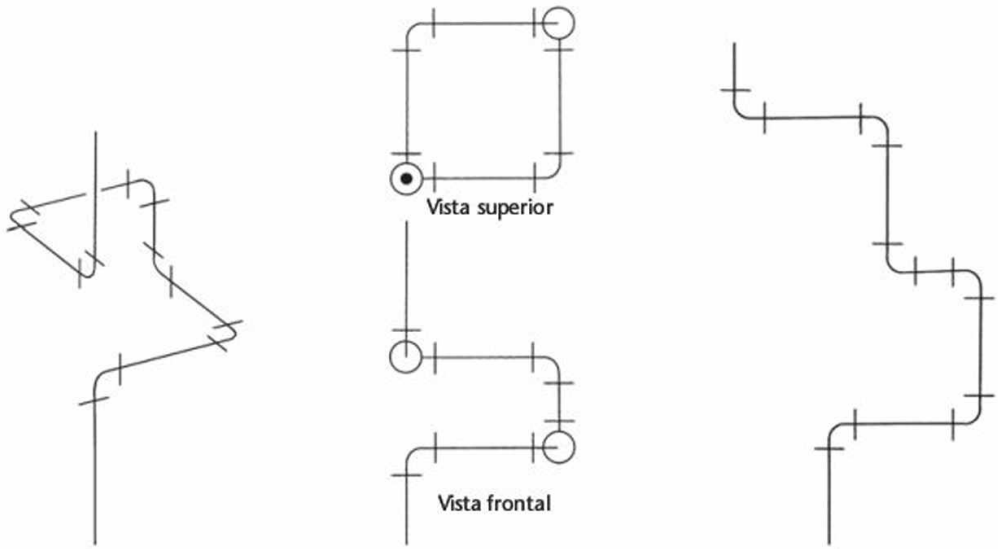
Al dimensionar un dibujo de tuberías, proporcione las distancias de centro a centro (c a c), del centro a un extremo (c a e), o de un extremo a otro (e a e) de los accesorios o válvulas, y las longitudes de todos los tramos rectos de tubería, como se muestra en la figura 15.7. Los dibujos de una sola línea completamente dimensionados no siempre se hacen a escala. Quizá le sea más útil emplear líneas de corte y omitir porciones de tubería recta.

Cuando se prepara una lista de materiales, deben considerarse tolerancias en las longitudes de tubería para realizar los ajustes de accesorios y válvulas.

Muestre las líneas centrales en los dibujos de doble línea si hay que dimensionarlos.

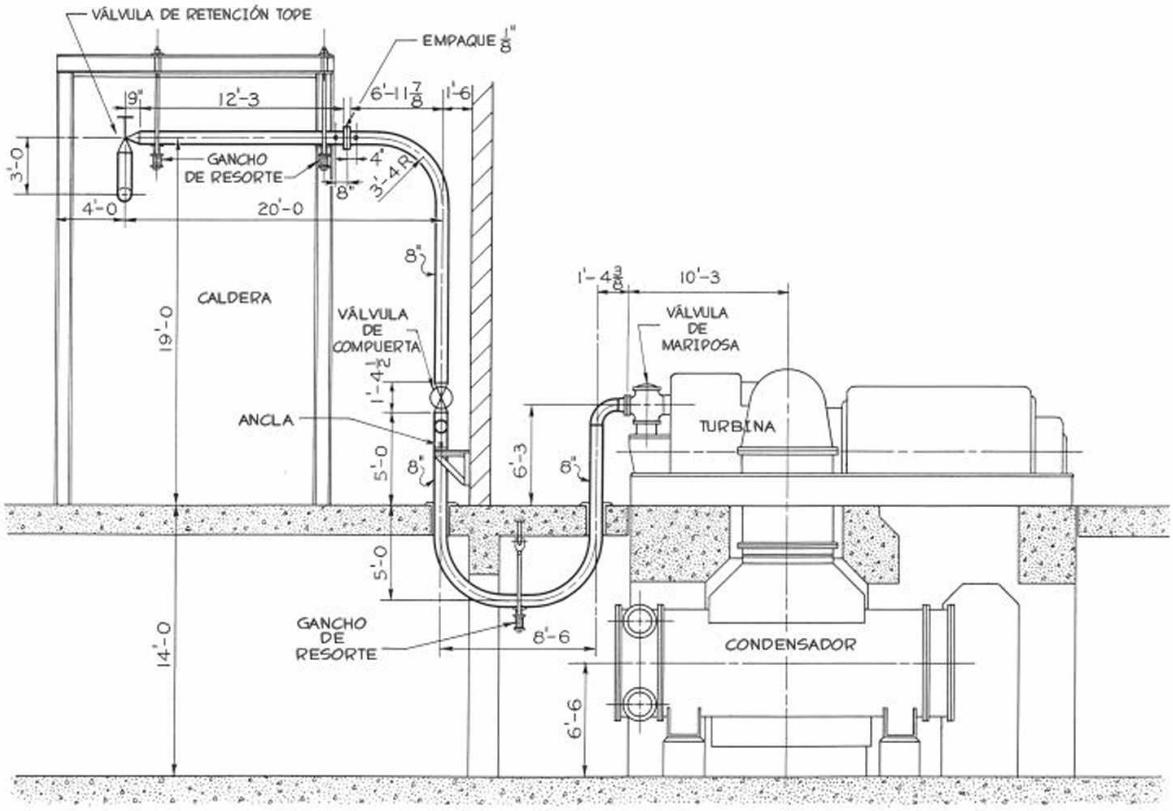
Muestre el tamaño del tubo para cada tramo mediante un número o una nota al lado de la tubería. Use una línea de referencia cuando sea necesario para obtener mayor claridad.

www.FreeLibros.me



(a) Dibujo dimétrico (b) Proyección ortográfica (c) Dibujo desarrollado

15.6 Representaciones de una junta de expansión de tubería.



15.7 Un dibujo de tubería dimensionado. Vista lateral de la tubería de vapor.

www.FreeLibros.me

15.1 TUBOS DE ACERO Y DE HIERRO FORJADO

Los tubos de acero o de hierro forjado se usan para conducir agua, vapor, petróleo y gas. Hasta la década de 1930 existían sólo tres pesos, conocidos como "estándar", "extra fuerte" y "doble extra fuerte". En ese tiempo, las presiones y temperaturas cada vez más grandes, en especial para los servicios con vapor, hicieron necesaria la disponibilidad de una mayor diversidad de espesores de pared.

El American National Standards Institute y la American Society of Mechanical Engineers (ANSI/ASME) han desarrollado dimensiones para 10 diferentes ***cédulas*** de tubería (vea el Apéndice 37). La tabla en el Apéndice 37 muestra las dimensiones de los diámetros nominales de 1/8" a 24". No existen dimensiones establecidas para todas las cédulas; en cada una de ellas se mantiene el diámetro exterior (D.E.) para cada tamaño nominal con el fin de facilitar el roscado y el uso uniforme de accesorios y válvulas.

Algunas de las dimensiones de cédula corresponden a las dimensiones de los tubos tipo "estándar" y "extra fuerte", las cuales se muestran en el apéndice con caracteres en negritas.

Las dimensiones para las cédulas 30 y 40 corresponden a tubería estándar, y las de la cédula 80 a tubería extra fuerte. No hay dimensiones de cédula que correspondan al tubo doble extra fuerte. Algunas de las dimensiones de cédula establecidas no se encuentran disponibles comercialmente en forma constante, por lo que se recomienda hacer una investigación antes de especificar tuberías en los dibujos. En general, las cédulas 40, 80 y 160 sí están disponibles.

Tenga en cuenta que el diámetro exterior de los tubos con diámetro nominal de 1/8" a 12" es inclusive más grande que el tamaño nominal, en tanto que el diámetro exterior de los tubos con diámetro nominal de 14" y mayores corresponde exactamente al tamaño nominal. La tubería con diámetros nominales de 14" y mayores se conoce comúnmente como tubería D.E.

Los tubos pueden ser lisos o soldados. Los tubos soldados están disponibles en las cédulas 40 y 80 para los tamaños más pequeños. La tubería con costura empalmada se hace en tamaños de hasta 2" inclusive. La tubería con costura a tope se encuentra disponible como material soldado en horno, para el cual una longitud formada se calienta en un horno y después de suelda, en tamaños de hasta 3" inclusive. La tubería con costura a tope también está disponible como tubo soldado continuo, en el cual la tubería terminada se calienta, forma y suelda de manera continua a partir de un rollo de acero, en tamaños de hasta 4" inclusive. Los tubos lisos se fabrican tanto en tamaños pequeños como grandes.

Muchas aplicaciones requieren el uso de aleaciones para soportar las condiciones de presión y temperatura sin tener que ser excesivamente gruesas. Se cuenta con bastantes aleaciones en materiales como ferríticos y austeníticos. Para conocer estas aleaciones y sus tolerancias dimensionales, consulte en su localidad las especificaciones correspondientes a las de la American Society for Testing Materials (ASTM).

Los tubos de acero están disponibles como ***tubo negro*** o ***tubo galvanizado***. El tubo galvanizado se utiliza para el suministro de agua, y el tubo negro para el gas natural.

La tubería de acero o de hierro forjado se vende en longitudes de hasta 40 pies en los tamaños pequeños; esta longitud disminuye al aumentar el tamaño y el grosor de pared.

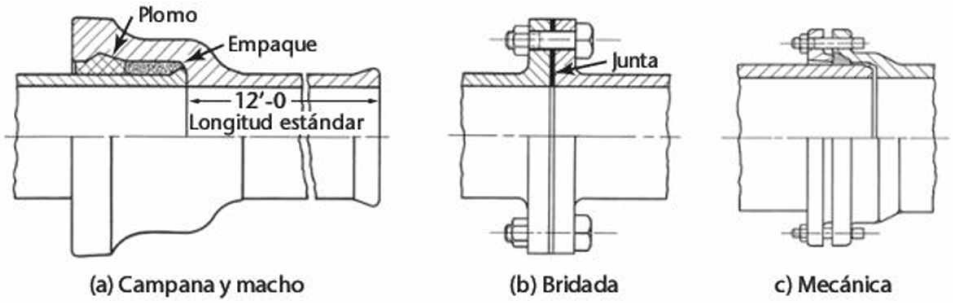
15.2 TUBERÍA DE HIERRO FUNDIDO

La tubería de hierro fundido (HF) se utiliza para el servicio de agua o gas y como tubería subterránea. En los tubos para agua y gas, por lo general está disponible en tamaños de 3" a 60" inclusive, y en longitudes estándar de 12 pies. Hay diversos espesores de pared que satisfacen las distintas necesidades de presión interna. Las dimensiones y los niveles de presión para los diferentes tipos de tubería se muestran en el apéndice 38.

En general, las tuberías de agua y gas se conectan mediante ***juntas de campana y macho*** (figura 15.8a) o ***juntas bridadas*** (figura 15.8b), aunque también se emplean otros tipos de uniones (figura 15.8c).

Como tubo subterráneo, la tubería de hierro fundido está disponible en tamaños de 2" a 15" inclusive, en longitudes estándar de 5 pies y en pesos de servicio y extra pesado. Por lo general, la tubería subterránea se conecta con juntas de campana y macho, aunque hay tubos con extremos roscados en tamaños de hasta 12".

Al usar tubería de hierro fundido, los diseñadores deben tener en cuenta las presiones por la carga interna y externa, debido a las cargas del relleno de la zanja y otras cargas como las de carreteras y caminos. La tubería de hierro fundido es frágil, y los dobleces pueden causar una fractura a menos que las articulaciones sean bastante flexibles. Ésta es una razón por la que en general no se usan juntas bridadas en las tuberías subterráneas, a menos que se apoyen adecuadamente.



15.8 Juntas para tubos de hierro fundido.

www.FreeLibros.me

15.9 Accesorios roscados.

15.3 TUBERÍA LISA DE LATÓN Y COBRE

La tubería de latón y cobre se encuentra disponible aproximadamente en las mismas dimensiones que los tubos de acero "estándar" y "extra fuerte". Se utiliza en tuberías de suministro, subterráneas, de alcantarillado y líneas de ventilación. También es particularmente adecuada para los procesos de trabajo donde la formación de escalas o la oxidación en la tubería de acero representan un problema. Las tuberías de latón y de cobre están disponibles en tramos rectos de hasta 12 pies.

La tubería de latón, conocida generalmente como ***tubo de latón rojo***, es una aleación con aproximadamente 85% de cobre y 15% de zinc. El tubo de cobre es de este material en un estado prácticamente puro, con menos de 0.1% de elementos de aleación.

Las tuberías de latón y de cobre deben unirse mediante accesorios de una aleación basada en cobre para evitar la corrosión galvánica resultante de la corrosión. Cuando se usan uniones roscadas, se dispone de accesorios semejantes a los que se presentan en la figura 15.9 para el caso del hierro fundido o maleable.

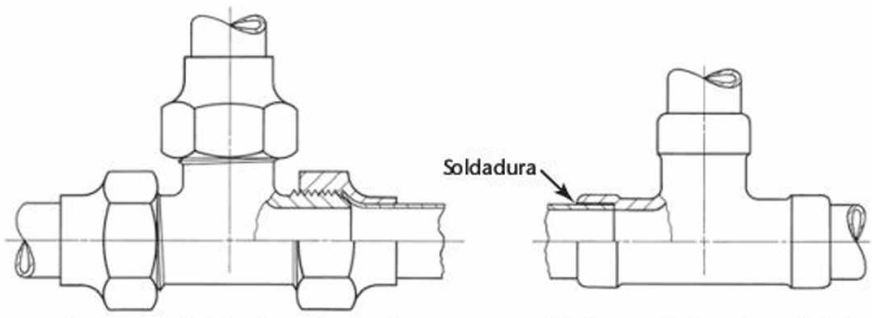
Los accesorios bridados de latón y cobre tienen diferentes dimensiones a las de los accesorios de materiales ferrosos. Para ver las dimensiones de los accesorios de latón y cobre consulte en su localidad los estándares dimensionales que correspondan a los publicados por el American National Standards Institute *(ANSI/ASME B16.24-1991 (R1998))*.

15.4 TUBERÍA DE COBRE

La tubería de cobre se usa con frecuencia en aplicaciones para la construcción no ferrosa en tamaños inferiores a 2". Es conveniente para el trabajo en proceso, la plomería y los sistemas de calentamiento (en particular el calentamiento radiante).

La tubería de cobre puede hacerse como ***templado duro*** y como ***tubo flexible***. El tubo templado duro es mucho más rígido que el tubo flexible y se utiliza cuando se desea rigidez. Los tubos flexibles son fáciles de doblar y se usan cuando se requiere flexión durante el montaje. Ni el tubo templado duro ni el flexible tienen la rigidez de la tubería de hierro o acero y deben apoyarse a intervalos frecuentes. En los casos donde se usan varias líneas de tubos paralelos a distancias de 20 pies o más, los tubos flexibles suelen colocarse en un canal para proporcionar apoyo continuo.

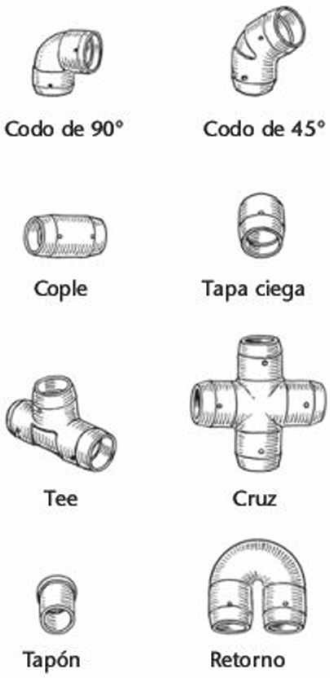
En general, las uniones de la tubería de cobre se hacen con ***juntas abocinadas*** (figura 15.10a), o ***juntas soldadas*** (figura 15.10b). Existen varios tipos de juntas abocinadas, pero el diseño básico para hacer una junta de metal con metal es común para todos. Para realizar las juntas abocinadas se cuenta con accesorios como tees, codos y coples.



(a) Accesorio de tubo abocinado (b) Accesorio de tubo soldado

15.10 Accesorios para tubería de cobre.

www.FreeLibros.me

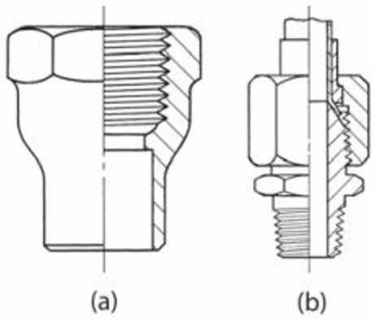


15.11 Accesorios soldados.

Las juntas soldadas también se conocen como ***juntas capilares*** debido a que el ***espacio anular*** entre el tubo y el accesorio es tan pequeño que la soldadura fundida se introduce en el espacio por acción capilar. La soldadura puede introducirse por un orificio en el accesorio (figura 15.11) o a través del extremo exterior del espacio anular. Los accesorios pueden comprarse con un anillo de soldadura ensamblado desde su fabricación. Las juntas soldadas pueden hacerse con soldadura blanda (generalmente 50/50 o 60/40 de estaño y plomo) o con soldadura de plata. La soldadura de plata tiene un punto de fusión más alto que la soldadura blanda, lo que genera una junta más fuerte y es adecuada para funcionar a temperaturas más altas.

La tubería de cobre tiene un límite de operación a una temperatura superior a 406° F. Si se usan accesorios soldados, el límite superior de temperatura depende del punto de reblandecimiento de la soldadura en lugar del límite de temperatura del material base.

La tubería de cobre puede conectarse a tubos o accesorios roscados usando ***adaptadores***. Los adaptadores están disponibles con roscas macho o hembra, y con conexiones abocinadas o soldadas para los tubos. En la figura 15.12 se muestran dos tipos de adaptadores.



15.12 Adaptadores de tubería de cobre a tubo roscado.

La tubería de cobre está disponible en tramos rectos de hasta 20 pies o en rollos de 60 pies para el material flexible. El material templado duro está disponible en longitudes rectas solamente, puesto que no puede enrollarse. Los costos de instalación para el material enrollado son más bajos, debido al menor número de juntas que se requiere. La tubería de cobre está disponible en D.E. y tamaños nominales.

15.5 TUBOS DE PLÁSTICO Y TUBOS DE ESPECIALIDAD

También hay disponibles tuberías de materiales distintos a los descritos, como aluminio y acero inoxidable. En la construcción se emplea una gran variedad de tubos de plástico, tanto rígidos como flexibles. El tubo de plástico es ligero, resistente a la corrosión, y a muchos productos químicos, además de contar con una superficie interior lisa que ofrece baja resistencia al flujo.

El tubo y los accesorios de ***PVC*** (cloruro de polivinilo) están disponibles en la cédula 40 y en la cédula 80 extra pesado. La cédula 80 se utiliza cuando se tienen presiones de trabajo más altas y los tubos pueden ser roscados. En la cédula 40 los tubos no deben ser roscados, y normalmente se unen mediante accesorios de deslizamiento y con solventes. La temperatura máxima para el PVC es de 140°F (110°C).

La tubería de ***CPVC*** (cloruro de polivinilo clorado) es parecida a la de PVC y tiene una temperatura nominal máxima de 180°F (132°C). Por lo general, el PVC y el CPVC están disponibles en tamaños que van desde 1/2" a 4" de diámetro interior (D.I.).

Los tubos flexibles de polietileno negro, aprobados por la Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos para su uso con agua potable, tienen una presión nominal de trabajo de 100 psi cuando no se exponen a la luz solar directa. Están disponibles en tamaños de 1/2" a 2" de D.I. Las tuberías de polietileno negro no deben usarse en líneas de agua caliente o exponerse a temperaturas superiores a 100°F (88°C). A menudo se utiliza para los sistemas subterráneos de riego de césped.

La tubería de ***HDPE*** (polietileno de alta densidad) está disponible en tamaños de 1/2" a 63" en diversos espesores y formas.

Las aplicaciones de estos materiales varían en función de sus propiedades físicas y las limitaciones de presión y temperatura. Independientemente del material que se utilice en un sistema de tuberías, el procedimiento para diseñar el sistema y para crear los dibujos requeridos sigue siendo básicamente el mismo.

www.FreeLibros.me

15.6 ACCESORIOS DE TUBERÍA

Los accesorios de tubería se usan para unir tramos de tubería, para dar cambios de dirección, proporcionar conexiones de ramales a diferentes ángulos o bien efectuar un cambio de tamaño. Están hechos de hierro fundido, hierro maleable, acero fundido o forjado, aleaciones no ferrosas y otros materiales para aplicaciones especiales. Los accesorios de tubería están disponibles en diferentes grosores y deben corresponder a la tubería que se esté usando. Los accesorios ferrosos están hechos para uniones roscadas, soldadas o bridadas. Los accesorios de metales no ferrosos se hacen para juntas roscadas, soldadas, abocinadas o bridadas. En la figura 15.9 se muestran los tipos comunes de accesorios para uniones roscadas. De la misma manera, en la figura 15.11 se presentan los accesorios comunes para las juntas soldadas, y en la figura 15.13 los accesorios para uniones pegadas. Por último, en la figura 15.14 se muestran los accesorios para juntas bridadas.

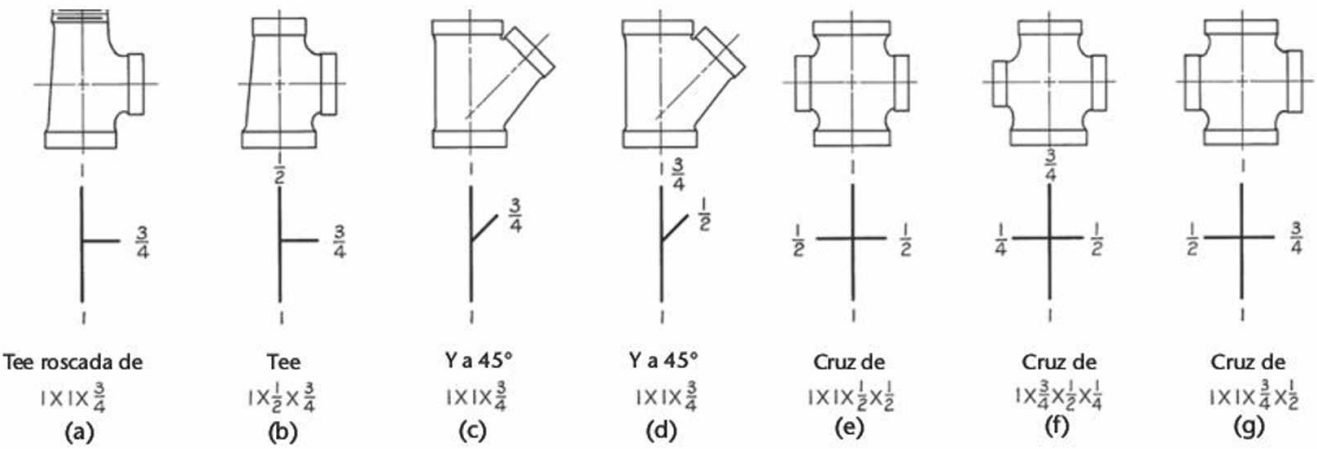
Cuando ambos o todos los extremos de una conexión son de tamaño nominal, el accesorio se designa mediante el tamaño nominal y la descripción, por ejemplo una ***tee roscada*** de 2". Cuando dos o más extremos de una conexión no son del tamaño nominal, el accesorio se designa como una ***junta reductora***, las dimensiones del tramo preceden a las de las ramas, y la dimensión de la abertura más grande precede a la de la abertura más pequeña; por ejemplo, una ***tee reductora roscada*** de 2" × 1−1/2" × 1". Vea las designaciones comunes en la figura 15.15.

Las roscas de los accesorios se ajustan a la rosca de la tubería con la que se van a emplear, ya sea macho o hembra.

Las dimensiones de los accesorios roscados y bridados de hierro fundido de 125 libras y 250 lb se muestran en los Apéndices 39 a 41, y 44.

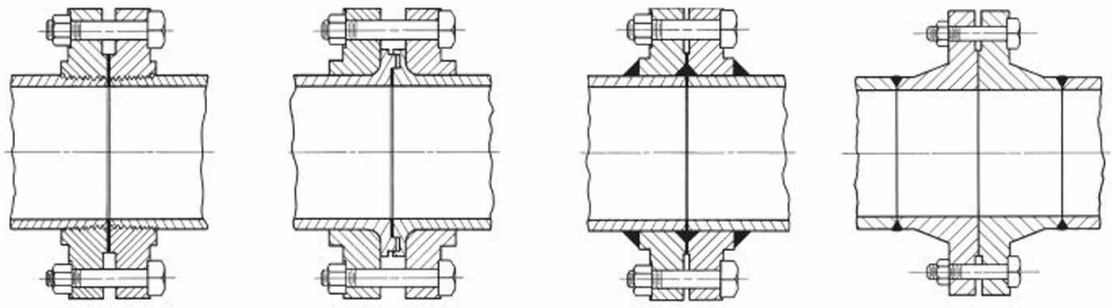
15.13 Accesorios para soldadura a tope.

15.14 Accesorios con bridas.



15.15 Designación de tamaños de los accesorios.

www.FreeLibros.me



(a) Brida roscada con cara en relieve (b) Bridas de lengua y ranura (c) Bridas soldadas deslizantes (d) Junta de cuello soldado

15.16 Tipos especiales de juntas bridadas.

15.7 JUNTAS DE TUBOS

Las uniones entre tubos, accesorios y válvulas pueden ser ***atornilladas***, ***bridadas***, ***soldadas*** o, para los materiales metálicos no ferrosos, ***pegadas***. Los tubos de plástico pueden atornillarse o fijarse mediante juntas deslizantes y solventes o con accesorios de compresión.

En las figuras A-1.25 a A-1.27 se ilustran las roscas de tubo de la norma nacional americana, y las dimensiones tabuladas se muestran en el Apéndice 37. Las roscas del Instituto Estadounidense del Petróleo (API, por sus siglas en inglés) difieren un poco de la norma nacional americana. Consulte en su localidad las normas correspondientes a la API para ver estas diferencias.

Las juntas roscadas pueden apretarse con sólo atornillar entre sí las roscas limpias. Sin embargo, es práctica común utilizar ***compuestos para tubería***, puesto que lubrican la rosca y permiten atornillarla con más fuerza. También sirven para sellar las irregularidades, proporcionando una unión más fuerte. Los compuestos para tubería se aplican sólo en la rosca macho de modo que no se introduzcan a la tubería y se evite alguna contaminación u obstrucción.

Juntas bridadas

Las uniones bridadas se hacen empernando dos bridas con una ***junta*** flexible entre las caras de las bridas. Éstas pueden conectarse mediante una unión atornillada o por soldadura, empalmando la tubería o fundiéndolas integralmente con la tubería, accesorio o aplicación.

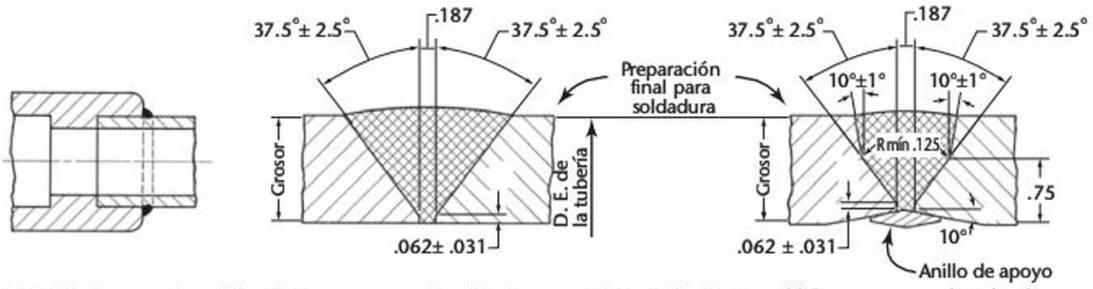
Las caras de las bridas entre las cuales se coloca la junta tienen diferentes características estándar, como una cara plana, una cara con relieve de 1/16", cara con relieve de 1/4", con lengua y ranura, machos y hembras y las juntas de anillo. La cara plana y la cara en relieve de 1/16" son el estándar para las bridas de hierro fundido, clase 125 y 250 lb, respectivamente. Los otros tipos de caras son el estándar para las bridas de acero.

La cantidad y el tamaño de los pernos de unión para estas bridas varían con el tamaño y la presión de trabajo de la junta. En los anexos 42 y 45 se muestran, respectivamente, los pernos de hierro fundido para bridas clase 125 y clase 250.

Para las dimensiones de las diferentes caras de brida y para los distintos tamaños de brida y pernos, así como para los diversos niveles de presión de las bridas de acero, consulte la *Norma Nacional Americana para las bridas de tubería de acero y conexiones bridadas (ANSI/ ASME B16.5-1988)*, o la que corresponda en su localidad, ya que es demasiado extensa para incluirse aquí. En la figura 15.16 se muestran algunos tipos especiales de juntas bridadas.

Juntas soldadas

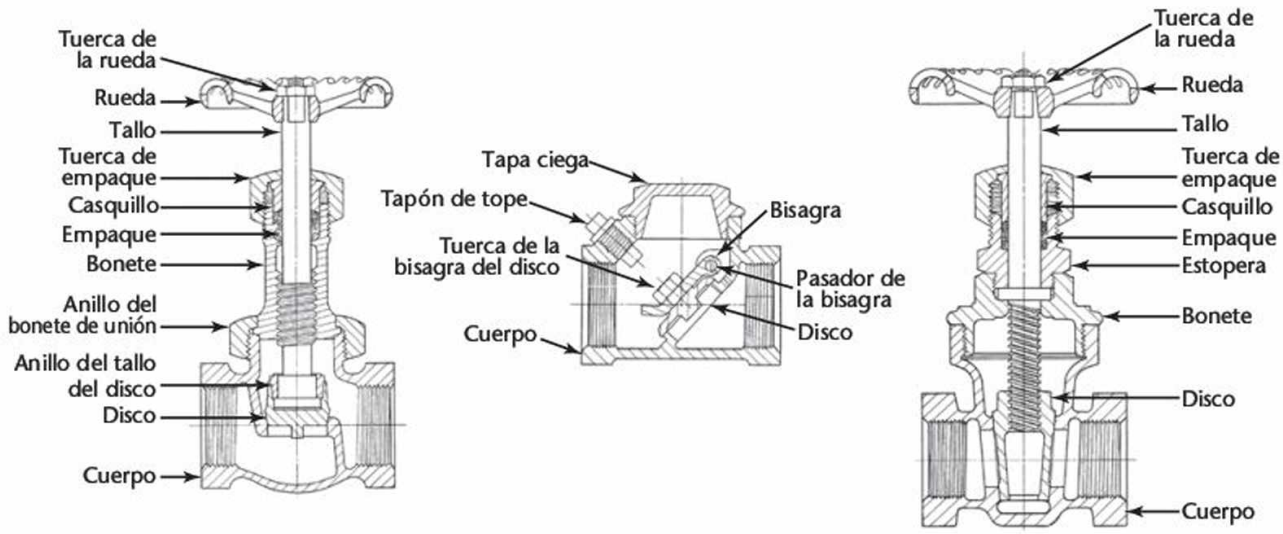
La construcción de tuberías usando juntas soldadas es actualmente de uso casi universal, en particular para presiones y temperaturas más altas. Estas juntas pueden soldarse con boquilla o a tope (figura 15.13). El uso de las juntas soldadas con boquilla se limita a los tamaños más pequeños. Los contornos de las juntas soldadas que se muestran en la figura 15.17a y c pueden consultarse en la norma *ANSI/ ASME B16.25-1992*.



(a) Soldadura con boquilla (b) Para grosores de tubería entre 3/16 y 3/4 inclusive (c) Para grosores de tubería mayores a 3/4

15.17 Juntas soldadas.

www.FreeLibros.me



(a) Válvula de globo (b) Válvula de retención a bisagra (c) Válvula de compuerta

15.18 Válvulas de globo, de retención y de compuerta.

15.8 VÁLVULAS

Las válvulas se utilizan para detener o regular la circulación de los fluidos en una tubería. Los tipos más comunes son las ***válvulas de compuerta***, las ***válvulas de globo*** y las ***válvulas de retención***. Otros tipos, como las ***válvulas reductoras de presión*** y las ***válvulas de seguridad***, se usan para mantener una menor presión en el lado aguas abajo de la válvula o para evitar sobrepresiones indeseables, respectivamente.

Válvulas de globo

Las ***válvulas de globo*** tienen cuerpos de forma casi esférica con la superficie de apoyo ya sea a un ángulo recto o agudo con respecto al eje de la tubería (figura 15.18a). En una válvula de globo, el fluido que circula hace giros bruscos en el cuerpo lo que resulta en pérdidas de presión superiores a las de una válvula de compuerta.

Las válvulas de globo se usan comúnmente para regular de manera estricta el flujo y están menos sujetas a la acción de corte al reducir el servicio que las válvulas de compuerta.

También se cuenta con el tipo de válvulas de rosca interna y rosca externa, y yugo (OS & Y). Las válvulas de ángulo y de aguja son diseños especiales pertenecientes a la clase general de las válvulas de globo (figura 15.18a).

Válvulas de retención

Las ***válvulas de retención*** también se usan para limitar la circulación de fluido en una sola dirección. Las ***válvulas de retención a bisagra*** usan un disco que puede articularse para oscilar parcialmente con la corriente (figura 15.18b). Las ***válvulas de retención horizontales*** usan un disco que, mediante una guía, se eleva verticalmente desde su asiento.

Válvulas de compuerta

Las ***válvulas de compuerta*** tienen aberturas rectas a tamaño completo que ofrecen una resistencia pequeña al flujo del líquido. La compuerta, o el disco, puede elevarse sobre el tallo (tipo tornillo interior) (figura 15.18c), o bien puede elevarse con el tallo, el cual a su vez se eleva fuera del cuerpo (tipos tallo ascendente y tornillo o yugo exterior). Las válvulas de tipo tornillo interior se usan en los tamaños más pequeños y con menor presión.

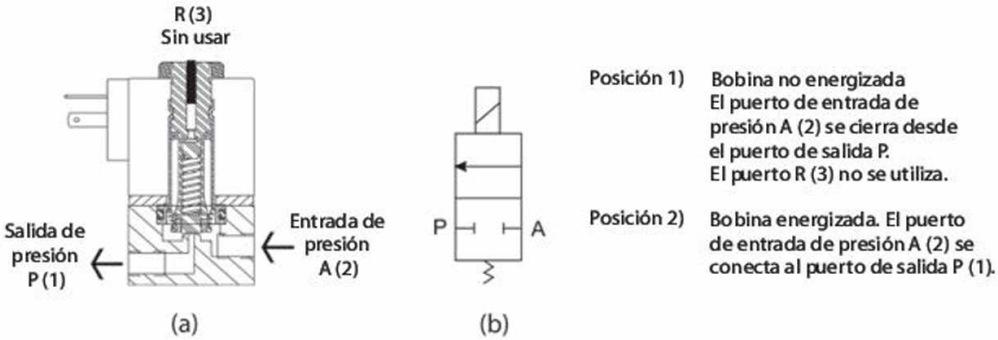
Los apoyos pueden estar sobre asientos no paralelos, en cuyo caso el disco es sólido y con forma de cuña. También existe un tipo de válvula de compuerta que emplea asientos paralelos. En este tipo, dos discos cuelgan holgadamente del tallo y están libres de los asientos hasta que una cuña de ajuste llega a una terminal en la posición cerrada de la válvula, cuando el siguiente movimiento del tallo hace que la cuña separe los discos y forme una junta apretada sobre los asientos paralelos. Estas válvulas se utilizan sólo para servicios con baja presión y a baja temperatura.

www.FreeLibros.me

Válvulas accionadas por solenoide

Un sistema de calefacción con termostato es un ejemplo del control de procesos. Al ajustar el termostato de su casa a un valor particular, el sistema de calefacción se controla mediante válvulas accionadas por solenoide para tratar de cumplir con el valor de temperatura. Las válvulas de solenoide son dispositivos electromecánicos que se usan a menudo para regular el flujo de líquido o gas.

Con frecuencia, los dibujos para el control de procesos combinan elementos electrónicos y de tuberías para mostrar cómo debe controlarse el proceso. En la figura 15.19a se muestra una vista en sección transversal de una válvula de solenoide normalmente cerrada, de dos vías, con dos posiciones. En la figura 15.19b se muestra un diagrama esquemático de una válvula solenoide normalmente cerrada para el control de flujo, de dos vías y con dos posiciones.



15.19 Válvula solenoide normalmente cerrada, de dos vías, con dos posiciones. (Cortesía de Spartan Scientific).

15.9 CÓDIGO PARA TUBERÍAS A PRESIÓN DE LA NORMA NACIONAL AMERICANA

El American National Standards Institute ha adoptado un *Código estándar nacional americano para las tuberías a presión (ANSI/ASME B31.1-1995)*. Esta recopilación de las prácticas recomendadas y las normas mínimas de seguridad abarca varios tipos de tuberías, como los tubos para instalaciones eléctricas, gas industrial y ductos de aire; tuberías para refinerías de petróleo, conducción de petróleo, refrigeración, procesos de la industria química, y los tubos para la transmisión y distribución de gas.

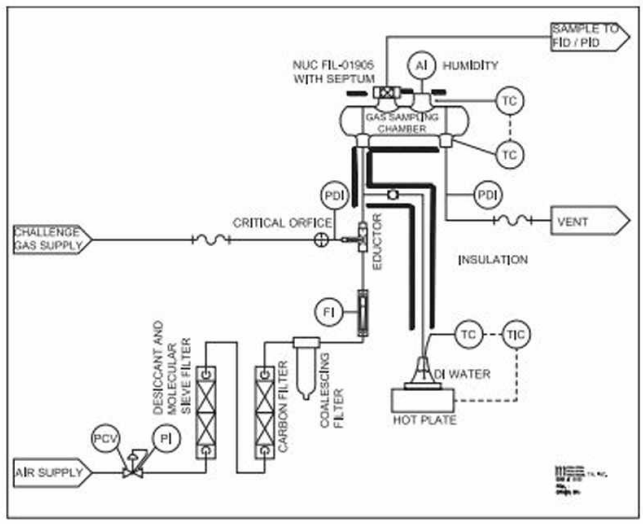
www.FreeLibros.me

DIBUJO DE TUBERÍA PARA UN INSTRUMENTO DE CAMPO

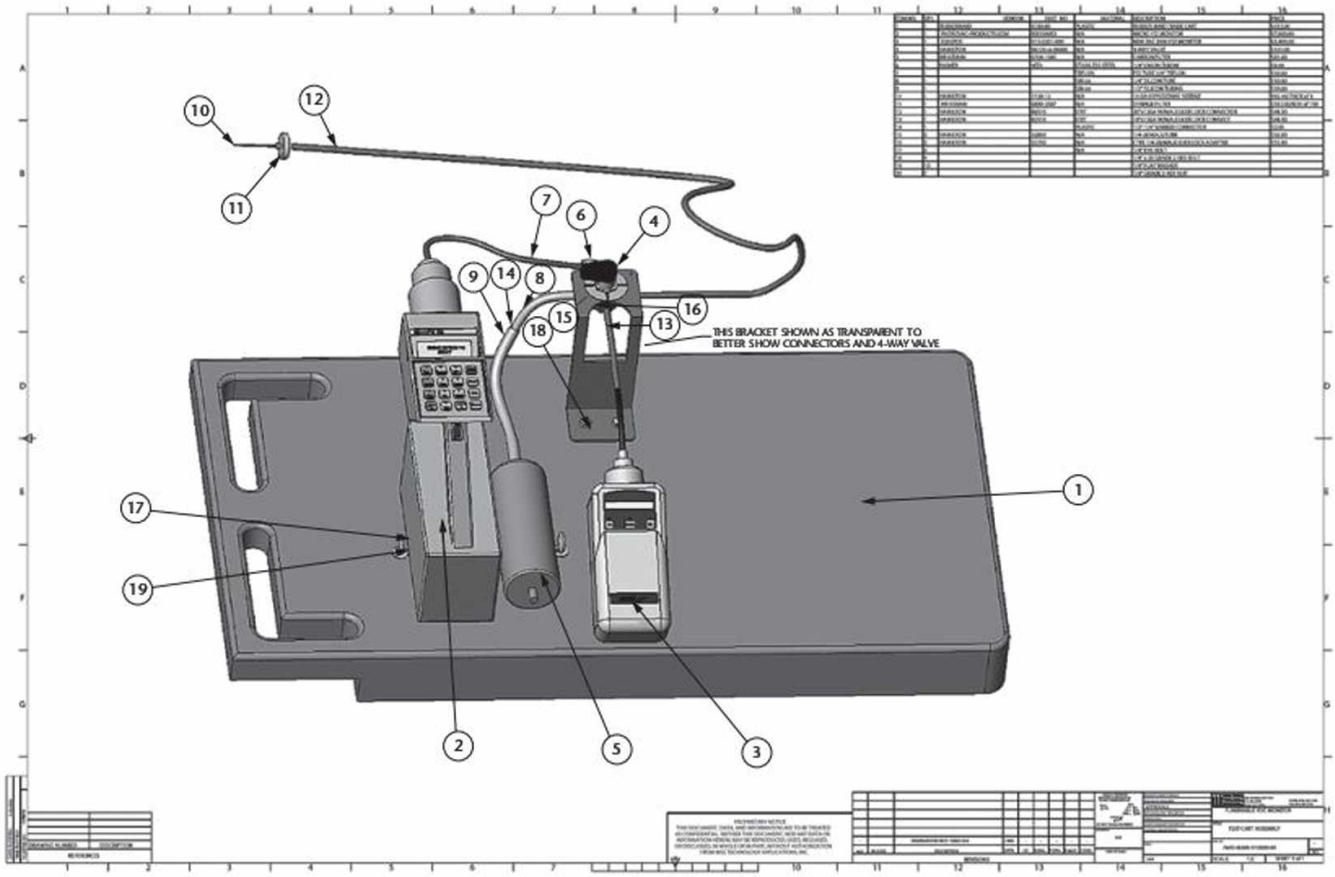
MSE Technology Applications, Inc. (MSE), diseñó un instrumento de campo para acelerar el proceso de clasificación de los tambores que contienen compuestos orgánicos volátiles (COV). El proceso de selección antiguo usaba un cromatógrafo de gases/espectrómetro de masas (CG/EM), el cual consumía mucho tiempo y era relativamente caro. Los tambores debían pasar por dos mediciones de campo independientes antes de que pudieran transportarse. La figura A es un diagrama esquemático que muestra las válvulas, los filtros, las tuberías y otros elementos necesarios para la instrumentación.

De cada tambor se selecciona y analiza una muestra de gas obtenida del espacio libre, primero mediante un medidor VOC detector de ionización de flama en campo (FID). Después, un segundo instrumento de campo, un medidor VOC detector de fotoionización (PID) equipado con una lámpara de 10.6 eV analiza el gas del espacio libre por segunda vez. Si la suma de las dos mediciones de COV es menor a 500 ppmv, los residuos se designan como menores a 500 ppmv VOC flamables y por lo tanto el envío se autoriza. Las pruebas del dispositivo mostraron que los instrumentos de campo portátiles ofrecen un método confiable para la toma de muestras y el análisis de los gases en el espacio libre del tambor, con lo que se ahorra tiempo y se evitan los costosos análisis CG/EM utilizados antiguamente.

Cuando el equipo actual se ensambla se ve muy semejante al modelo de CAD en 3D que se muestra en la figura B.

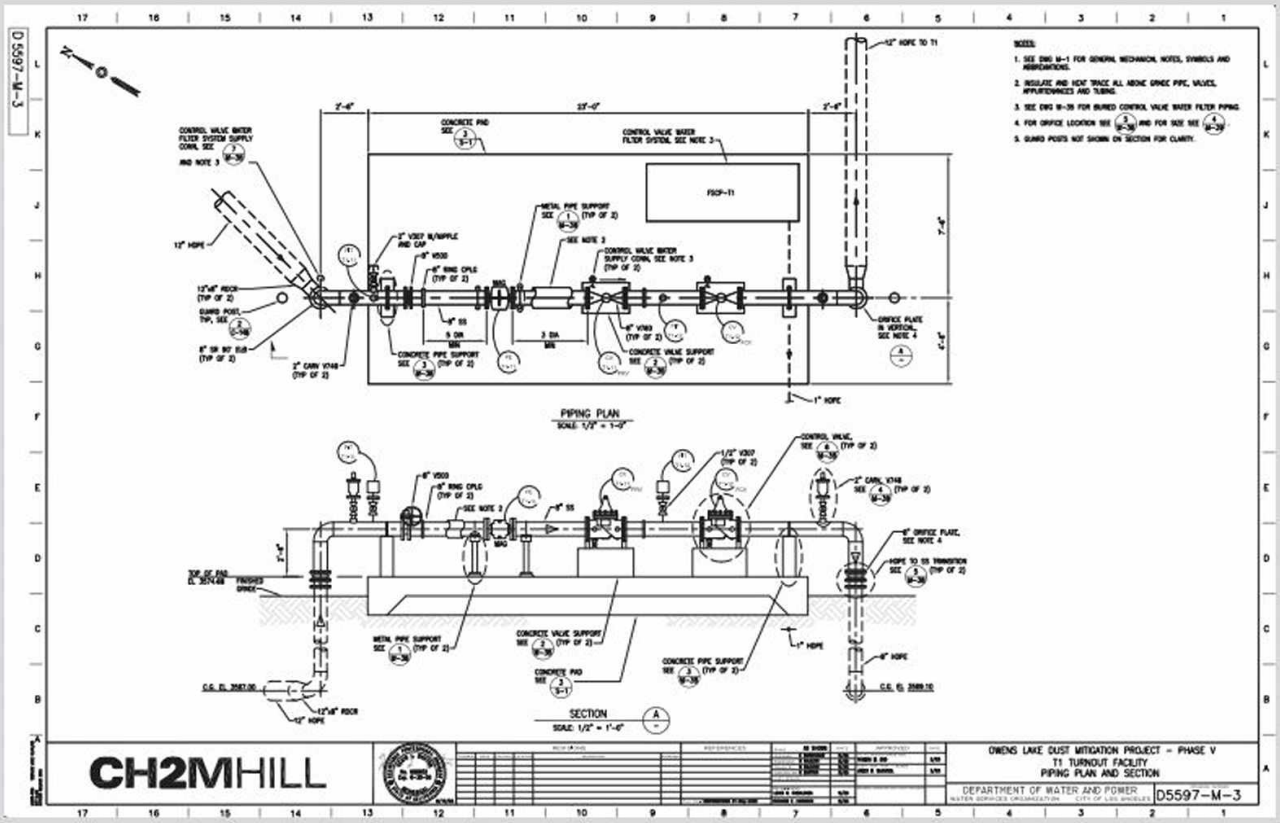


(A) Diagrama de simulación y configuración de tambores. (Cortesía de MSE Technology Applications, Inc.).

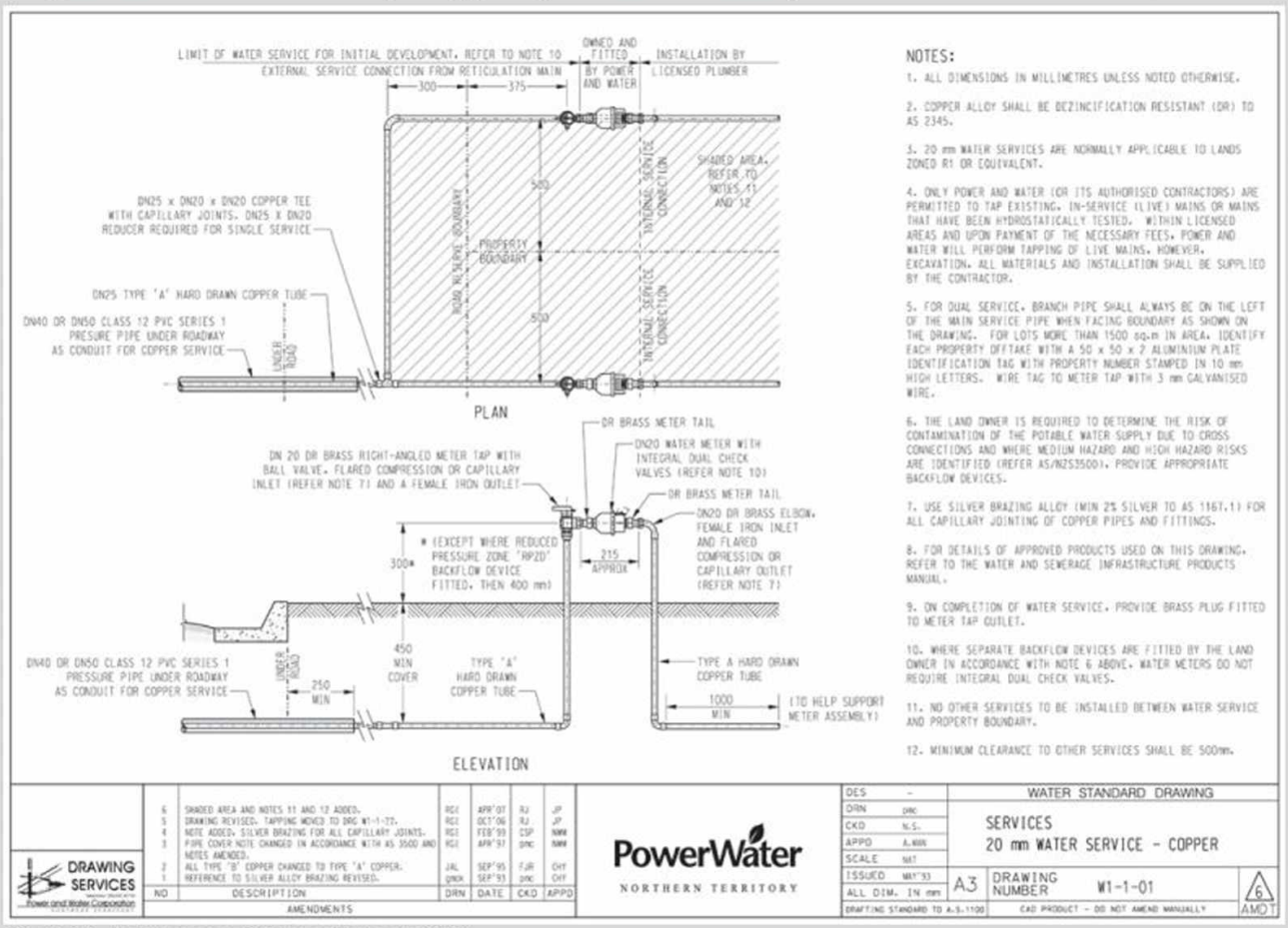


(B) Dibujo de ensamble y lista de piezas a partir del modelo CAD en 3D. (Cortesía de MSE Technology Applications, Inc.).

www.FreeLibros.me



Dibujos de tubería a doble línea en planta y perfil. (Cortesía de CH2M Hill).



(Cortesía de Power and Water Corporation).

www.FreeLibros.me

PALABRAS CLAVE

Adaptadores
Atornilladas
Bridadas
Cédulas
Compuestos para tubería
CPVC
Dibujo desarrollado de tuberías
Dibujos de doble línea
Dibujos de una sola línea
Espacio anular
HDPE
Junta
Junta reductora
Juntas abocinadas
Juntas bridadas
Juntas capilares
Juntas de campana y macho
Juntas pegadas
Pegadas
PVC
Soldadas
Tee reductora roscada
Tee roscada
Templado duro
Tubo de latón rojo
Tubo flexible
Tubo galvanizado
Tubo negro
Válvulas de compuerta
Válvulas de globo
Válvulas de retención
Válvulas de retención a bisagra
Válvulas de retención horizontales
Válvulas de seguridad
Válvulas reductoras de presión

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Los tubos de acero y de hierro forjado se usan comúnmente para agua, vapor, petróleo y gas. Los tubos de acero proporcionan la resistencia necesaria para las altas presiones que suelen asociarse con estas sustancias.
- El hierro fundido se usa principalmente para agua, gas y sustancias residuales. Es durable para cualquiera de estos usos excepto a presiones altas. La tubería de hierro fundido suele utilizarse en las conexiones roscadas.
- La tubería de cobre se emplea normalmente para agua y aire comprimido. La tubería de cobre puede conectarse por juntas soldadas o por medio de accesorios a compresión.
- Las tuberías y accesorios de plástico son ligeros, resistentes a la corrosión y tienen una superficie interior lisa. Con frecuencia se usan como sustitutos de la tubería metálica.
- Por lo común, los dibujos de una sola línea y los símbolos simplificados se emplean para representar tubos y accesorios en un dibujo de tubería. Los dibujos de tubería no se suelen dibujar a escala.
- Las válvulas controlan el flujo de material a través de una tubería.
- Una biblioteca computacional de símbolos de tubería puede acelerar la creación y la modificación de dibujos en CAD.

PREGUNTAS DE REPASO

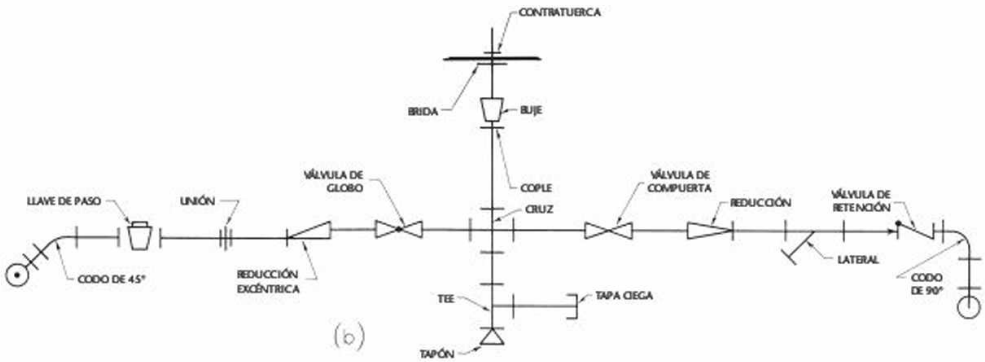
1. ¿Qué material de tubería debe usarse para las presiones más altas?
2. ¿Qué tipo de accesorios se usan comúnmente con la tubería de hierro fundido? ¿Con la tubería de cobre?
3. ¿Qué accesorio uniría dos tubos a 90° o 45°?
4. ¿Qué accesorio uniría dos tubos a 180°?
5. ¿Qué accesorio uniría cuatro tubos en una junta?
6. ¿Qué accesorio conectaría dos tubos de diámetro distinto?
7. ¿Cuál es el propósito de una válvula?
8. ¿Cómo se indica la dirección del flujo en un dibujo de tubería?
9. ¿Por qué es importante una biblioteca de símbolos de tubería cuando se dibuja en CAD?
10. Dibuje y etiquete cinco símbolos de tubería de una sola línea.

www.FreeLibros.me

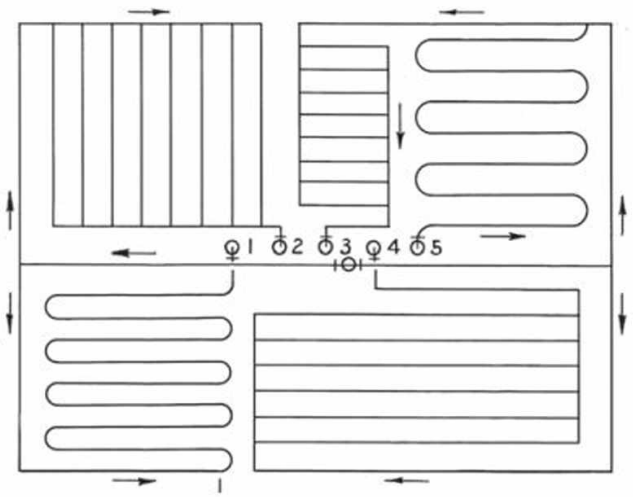
EJERCICIOS DEL CAPÍTULO

Problemas con dibujos de tubería

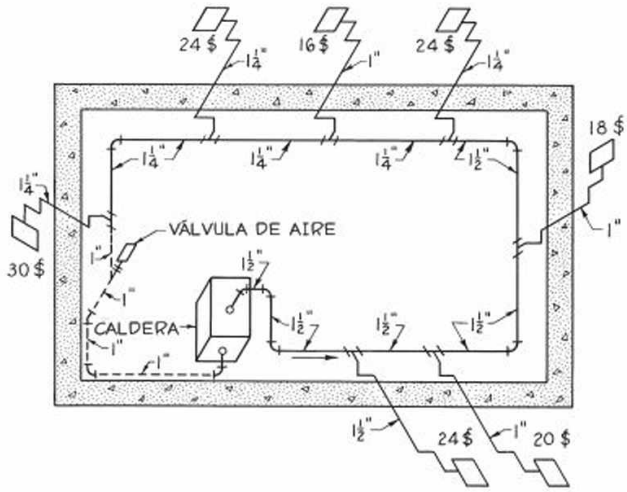
Ejercicio 15.1 Haga un dibujo de doble línea, semejante al de la figura 15.12a, que muestre las conexiones siguientes: una unión, una Y a 45°, una reducción excéntrica, una válvula de globo, una tee, una llave de paso y un codo de 45°. Utilice tubo de acero forjado de 1/2" y 1" y accesorios roscados de hierro fundido de 125 libras.



Ejercicio 15.2 Haga un dibujo de una sola línea, semejante al de la figura anterior, que muestre los accesorios siguientes: un codo de 45°, una unión, una Y de 45°, una reducción excéntrica, una tee, una reducción, una válvula de compuerta, un tapón, una tapa ciega y una cruz.

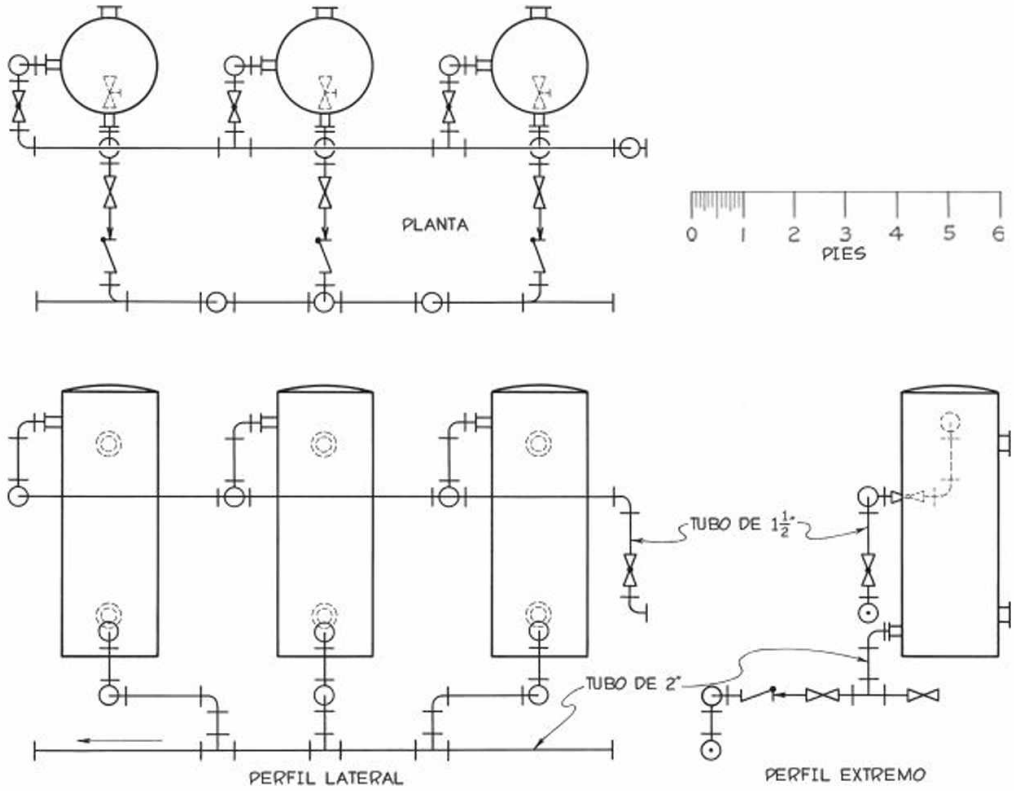


Ejercicio 15.3 Haga el dibujo de una sola línea del sistema de serpentines y rejillas que se muestra. Dibuje los codos y tees que deben usarse para conectar las tuberías en ángulo recto, y para ello emplee sus respectivos símbolos estándar. No considere el uso de soldadura para hacer las juntas.

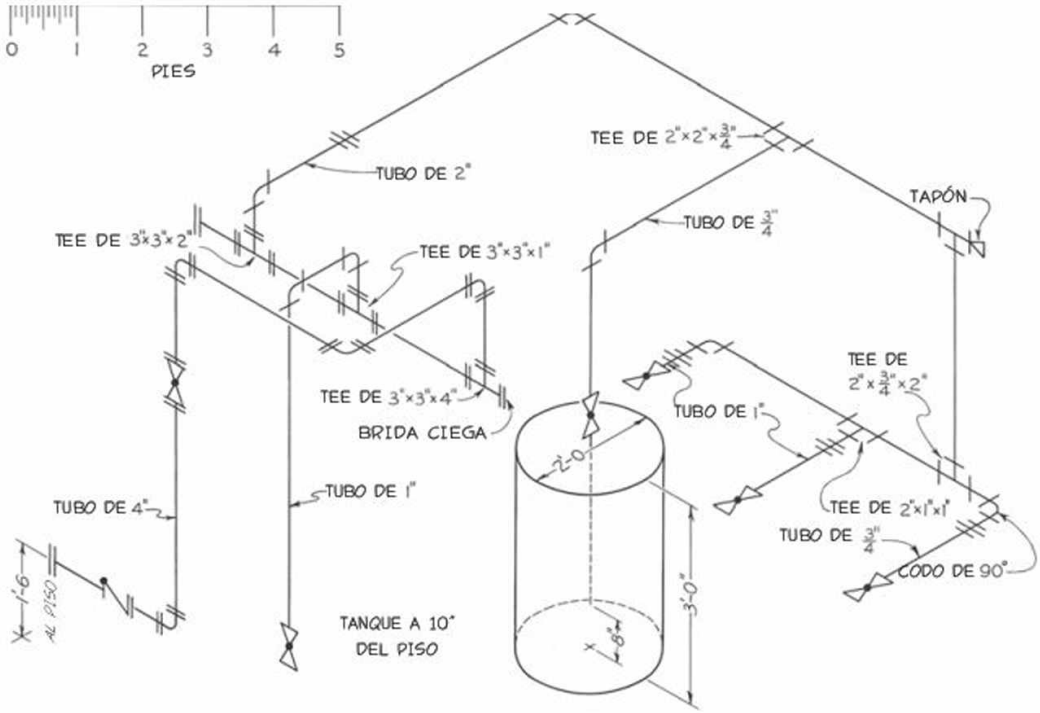


Ejercicio 15.4 Haga una proyección oblicua, semejante a la de la figura 15.5, del sistema de calentamiento de vapor con un solo tubo que se muestra. Represente las tuberías con líneas sencillas, los accesorios por medio de sus símbolos estándar y la caldera y los radiadores como paralelepípedos.

www.FreeLibros.me



Ejercicio 15.5 Haga un dibujo isométrico de una sola línea de la disposición de tuberías que se muestra. Utilice una escala de 3/4" = 1'−0. (Haga un dibujo semejante al de la distribución isométrica que se muestra en el ejercicio 15.6).



Ejercicio 15.6 Haga un dibujo multivista de una sola línea de la disposición de tuberías que se muestra. Utilice una escala de 1" = 1'−0. (Este dibujo debe ser semejante al de la distribución de tuberías del ejercicio 15.5).

www.FreeLibros.me

Ejercicio 15.17 Haga un dibujo multivista de doble línea de la disposición de tuberías que se muestra en el ejercicio 15.5, con la escala de su elección. (Este dibujo debe ser semejante al dibujo de tubería de doble línea que se muestra en la figura 15.3a).

Ejercicio 15.18 Haga un dibujo multivista de doble línea de la disposición de tuberías que se muestra en el ejercicio 15.6, con la escala de su elección. Utilice tubos de acero forjado cédula 80 pasantes, con accesorios de hierro fundido clase 250 con bridas en los tubos mayores a 2" y accesorios roscados de hierro fundido clase 250 cuando la tubería sea de 2" o menor. (Este dibujo debe ser semejante al dibujo de tubería de doble línea que se muestra en la figura 15.3a).

www.FreeLibros.me

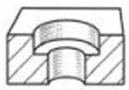
GLOSARIO

"El inicio de la sabiduría es llamar a las cosas por su nombre".

—Proverbio chino

s *significa sustantivo*; v *significa verbo*.

abocardar (v) Ampliar un extremo de un agujero cilíndrico con un *abocardador*.



(AC) (v) Instrucción en un dibujo para emplear el acabado superficial deseado en todas las superficies.

acerar (v) Endurecer la superficie externa de una fundición por enfriamiento rápido, como en un molde metálico.

acero fundido (s) Igual al hierro fundido, excepto que en el horno se agregan excedencias de acero a la fundición.

acero laminado en frío (ALF) (s) Acero a corazón abierto o Bessemer, que contiene entre 0.12% y 0.20% de carbón, y que se lamina mientras está frío para producir un material liso y bastante preciso.

acme (s) Forma de rosca de tornillo.

acuñar (v) Formar una pieza en una operación de estampado.

afinar (v) Producir un acabado muy preciso por el contacto deslizante con una *pulimentadora*, o un pedazo de madera, cuero o metal blando impregnados con polvo abrasivo.

ahusado (s) Forma cónica de las piezas de un patrón que permite retirar fácilmente la arena o, en una forja, la extracción del patrón de los troqueles.

ajuste (s) Grado de estrechez u holgura entre dos piezas de acoplamiento; existen *ajustes holgados*, *ajustes perfectos* y *ajustes estrechos*.

aleación (s) Dos o más metales en combinación, por lo general un metal fino con un metal más básico.

aleta (s) Extrusión delgada de metal en la intersección de troqueles o moldes de arena.

alisar (v) Terminar una superficie en ángulo recto, o casi recto, con respecto a la línea central de rotación de un torno.

alivio (s) Desplazamiento de las superficies para proporcionar espacio para el maquinado.

allanar (v) Obtener una superficie aplanada en la chapa metálica golpeándola con un martillo de superficie lisa.

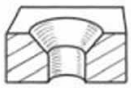
alma (n) Pieza plana y delgada que une a otras piezas más grandes. También se conoce como *costilla*.

almohadilla (s) Proyección pequeña, por lo general para proporcionar una superficie de apoyo en torno a uno o más orificios.

aluminio (s) Metal ligero, pero relativamente fuerte; a menudo se alea con cobre para aumentar su dureza y resistencia.

AM (s) Acero de máquina, a veces llamado acero dulce, con un pequeño porcentaje de carbón; no puede endurecerse.

avellanar (v) Ampliar un extremo de un agujero en forma cónica, por lo general con un *avellanador*.



babbitt (s) Aleación blanda para cojinetes, en su mayor parte estaño con pequeñas cantidades de cobre y antimonio.

bañar con químicos (v) Utilizar ácido sulfúrico diluido para limpiar piezas forjadas o fundidas.

bisel (s) Borde inclinado que no forma un ángulo recto con la superficie de unión.

boca (s) Abertura en un molde de arena al final del *conducto* a través de la cual pasa el metal fundido y entra en la cavidad o molde.

brida (n) Borde relativamente delgado alrededor de una pieza.

Brinell (s) Método para probar la dureza del metal.

broca helicoidal (n) Broca que se usa en un taladro.

www.FreeLibros.me

bronce (s) Aleación de ocho o nueve partes de cobre por una de estaño.

bruñir (v) Acabar o pulir por presión contra un rodillo suave o herramienta deslizante.

buje (s) Revestimiento o manga reemplazable para un cojinete.

cabeza (s) Distancia radial desde el círculo de paso hasta la parte superior de los dientes de un engrane.

caja de moldeo (s) Caja hecha de dos o más partes para contener la arena durante el moldeado.

calibrador (s) Instrumento (de varios tipos) para medir diámetros.

calza (s) Pieza delgada de metal u otro material que se utiliza como separador para ajustar dos piezas.

canal (s) Ranura, cuñero, que por lo general forma parte de una serie de cortes en torno a un eje o un agujero.

AGUJERO ACANALADO

carburizar (v) Calentar un acero al bajo carbón aproximadamente a 2000 F en contacto con un material que agrega carbón a la superficie del acero, y enfriar lentamente en preparación para el tratamiento térmico.

cementar (v) Endurecer la superficie externa de un acero carburizado, calentándolo primero y enfriándolo después por inmersión.

cepillar (v) Retirar material con un *cepillo*.

chaflán (s) Superficie estrecha inclinada a lo largo de la intersección entre dos superficies.

CHAFLÁN

chaveta (s) Pasador plano que se usa como elemento de fijación, por lo común para evitar que una tuerca se desenrosque.

chavetero (s) Ranura en la maza o en la parte que rodea a un eje, que sirve para recibir una cuña.

CHAVETERO

cherardizar (v) Galvanizar una pieza con una capa de zinc mediante su calentamiento en un tambor con polvo de zinc, a una temperatura entre 575 y 850 F.

cianurar (v) Endurecer una superficie de acero por calentamiento en contacto con una sal de cianuro, seguido de un enfriamiento por inmersión.

cincelar (v) Cortar metal con un cincel.

círculo de paso (s) Círculo imaginario correspondiente a la circunferencia del engrane de fricción a partir del cual se deriva el engrane recto.

círculo de pernos (s) Línea central circular en un dibujo, que contiene los centros de los agujeros con respecto a un centro común.

cizallar (v) Cortar el metal por medio de dos cuchillas en contacto deslizante.

cojinete (s) Elemento de soporte para un eje en rotación.

collarín (s) Brida redonda o anillo montado sobre un eje para evitar el deslizamiento.

COLLARÍN

conducto (s) Agujero en la arena que lleva a la *boca* que a su vez lleva al molde, a través del cual entra el metal.

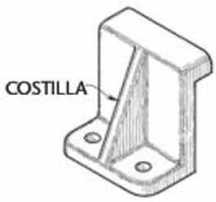
cónica (s) Forma ahusada dada a un eje o un agujero. También se refiere a la pendiente de una superficie plana.

copa (s) Proyección cilíndrica en un elemento fundido o forjado.

COPA

corona (s) Contorno saliente, como en la superficie de una polea.

costilla (s) Elemento relativamente plano y delgado que actúa como soporte o apoyo.



cremallera (s) Barra plana con dientes de engrane en línea recta que pueden acoplarse con los dientes de un engrane.

cuña (s) Pequeña pieza de metal parcialmente hundida tanto en el eje como en la maza para evitar que giren.

cuñero (s) Ranura o hendidura en un eje para recibir una cuña.

CUÑERO

desarrollo (s) Dibujo de la superficie de un objeto desdoblado o desplegado sobre un plano.

empaque (s) Pieza fina de caucho, metal o algún otro material, colocado entre dos superficies para crear una junta apretada.

encastillar (v) Dar forma de castillo; por ejemplo, un eje o una tuerca encastillados.

endurecer (v) Calentar el acero por encima de una temperatura crítica y después enfriar por inmersión en agua o en aceite.

endurecer por agente sólido (v) *Carburizar* y después *cementar*.

endurecer superficialmente (v) Igual que *cementar*, salvo que se realiza a una profundidad menor; por lo general, sólo para dar apariencia.

enfriar por inmersión (v) Sumergir un trozo de metal caliente en agua o aceite para endurecerlo.

www.FreeLibros.me

escariador cónico (s) Escariador ahusado para producir orificios cónicos precisos, como el que requiere un pasador cónico.

escariar (v) Aumentar ligeramente el tamaño de un agujero terminado para darle una mayor precisión, mediante un *escariador*.

escleroscopio (n) Instrumento para medir la dureza de los metales.

esmerilar (v) Quitar metal por medio de una rueda abrasiva, que suele estar hecha de carburo de silicio. Se emplea principalmente cuando se requiere precisión.

espiga (s) Pasador cilíndrico que se usa comúnmente para evitar el deslizamiento entre dos superficies planas en contacto.

ESPIGA

estampado a presión (s) Proceso de cortar o formar una pieza de hoja metálica con un troquel.

estampar (v) Martillar el metal para darle forma mientras se encuentra sobre un *recalcador*, o troquel, que se ajusta a un agujero en el *bloque de la calca* o a un yunque.

estañar (v) Unir con soldadura, por lo general compuesta de plomo y estaño.

estaño (s) Metal de color plateado que se emplea en aleaciones y para recubrir otros metales en forma de placa delgada.

estirar (v) Extender o, de otra manera, deformar el metal. También se entiende como templar el acero.

estría (s) Ranura, como en las brocas, fresas y tarrajas.

fijación (s) Dispositivo especial para sujetar la pieza de trabajo en una máquina herramienta, pero no para guiar la herramienta de corte. Compárela con *plantilla*.

filete (s) Intersección interior redondeada entre dos superficies.

filetear (v) Cortar roscas con una herramienta de corte externo.

forjar (v) Forzar el metal mientras está caliente para que tome una forma deseada ya sea martillándolo o prensándolo.

forjar a martinete (v) Formar una pieza en caliente entre troqueles en un martinete o a gran presión.

formar (v) Remover metal de una pieza con un *formador*.

fresar (v) Retirar material por medio de un cortador giratorio en una máquina fresadora.

fundición (s) Objeto metálico que se produce al verter metal fundido en un molde.

fundición a presión (s) Proceso de forzar el metal fundido a presión en troqueles o moldes metálicos, lo que produce una fundición muy precisa y lisa.

fundición maleable (n) Fundición que se ha hecho menos frágil y más resistente por recocido.

galvanizar (v) Cubrir una superficie con una capa fina de aleación fundida, compuesta principalmente de zinc, para evitar la oxidación. Compare con *sherardizar*.

girar (v) Crear una pieza rotatoria de hoja metálica con la forma deseada al presionarla con una herramienta lisa contra una forma en rotación.

graduar (v) Establecer divisiones exactas en una escala o carátula.

hierro forjado (n) Hierro con bajo contenido de carbón, útil por su resistencia, ductilidad y maleabilidad.

hierro fundido (s) Hierro derretido y vertido en moldes.

holgura (s) Distancia mínima entre partes unidas.

horadar (v) Ampliar un agujero con una mandriladora.

intercambiable (adj.) Se refiere a una pieza hecha hasta ciertas dimensiones de límite, de modo que se ajuste a cualquier pieza de acoplamiento fabricada de manera semejante.

labrar (v) Producir una depresión redonda o superficie de apoyo alrededor de un agujero, por lo general con una *fresadora*. La depresión puede estar sobre una copa o hundida en la superficie.

LABRAR

latón (s) Aleación de cobre y zinc.

lengüeta (s) Proyección irregular de metal, pero no redondeada como en el caso de una *copa*, por lo general con un agujero para recibir un perno o un tornillo.

leva (s) Miembro giratorio para cambiar de un movimiento circular a un movimiento de vaivén.

limar (v) Terminar o alisar con una lima.

limpiar con chorro de arena (v) Soplar arena a alta velocidad usando aire comprimido contra las fundiciones o forjas para limpiarlas.

mandril (s) Herramienta larga de corte con una serie de dientes que aumentan gradualmente de tamaño y que se fuerza a través de un agujero o sobre una superficie para producir una forma deseada.

martillar (v) Golpear con un martillo de bola para dar forma.

molde (s) Masa de arena u otro material que forma la cavidad en la cual se vierte el metal fundido.

moletear (v) Imprimir un patrón denticulado en una superficie torneada mediante una herramienta especial para generar un mejor agarre.

mordaza (s) Mecanismo para sostener una herramienta giratoria o pieza de trabajo.

muesca (s) Corte empotrado o un corte con los lados inclinados hacia el interior.

MUESCA

muñón (s) Porción de un eje giratorio apoyada por un cojinete.

normalizar (v) Calentar el acero por encima de su temperatura crítica y después enfriarlo al aire.

pasador cónico (s) Pequeño perno ahusado que se emplea como sujeción, por lo general para evitar que un collarín o una maza roten sobre un eje.

PASADOR CÓNICO

paso diametral (s) Número de dientes de un engrane por cada pulgada del diámetro del paso.

patrón (s) Modelo, generalmente de madera, que se usa para dar forma al molde para una fundición. En el trabajo con hoja metálica, a un patrón se le denomina *desarrollo*.

perfilar (v) Labrar cualquier contorno deseado utilizando un cortador giratorio pequeño, por lo general con una plantilla maestra como guía.

perforar (v) Cortar un orificio cilíndrico con un taladro. Un *orificio ciego* no atraviesa toda la pieza.

piñón (s) El menor de dos engranes acoplados.

www.FreeLibros.me

plantilla (s) Dispositivo para guiar una herramienta de corte sobre una pieza. Por lo general, sostiene la pieza de trabajo en su posición. Compare con *fijación*.

plantilla o templete (s) Guía o patrón que se usa para marcar la pieza de trabajo, guiar la herramienta de corte, o verificar el producto terminado.

pluma (cuña) (s) Cuña plana, que en parte está hundida en un eje y en parte en una maza, permitiendo que la maza se deslice a lo largo del eje.

pulimentar (v) Acabar o pulir sobre una rueda pulidora hecha de tela, con productos abrasivos.

pulir (v) Producir una superficie muy acabada o alisada por fricción, usando un abrasivo muy fino.

pulir a tambor (v) Limpiar las piezas fundidas o forjadas en bruto dentro de un tambor giratorio lleno de residuos metálicos.

punzonar (v) Hacer una abertura con la forma deseada usando una herramienta rígida con la misma forma, presionando la herramienta a través de la pieza de trabajo.

raíz (n) Distancia desde el círculo de paso hasta la parte inferior del espacio de los dientes.

raspar (v) Quitar metal frotando con una espátula manual, por lo general para ajustarse a un cojinete.

rebaba (s) Borde irregular en el metal que resulta de una perforación o un corte.

rebajar (v) Cortar un surco llamado *cuello* en torno a una pieza cilíndrica.

CUELLO

reborde (s) Igual que *aleta*.

recalcar (v) Formar una cabeza o extremo ampliado en una barra o varilla aplicando presión o martilleo entre troqueles.

recocer (v) Calentar y enfriar gradualmente, para reducir la fragilidad y aumentar la ductilidad.

recubrir (v) Revestir por métodos electroquímicos una pieza de metal con otro metal, como cromo o níquel.

redondeado (n) Intersección exterior redonda de dos superficies.

remachar (v) Conectar con remaches o apretar en el extremo de un pasador mediante el martillado.

roscar (v) Cortar roscas internas relativamente pequeñas con una tarraja.

SAE Sociedad (estadounidense) de ingenieros automotrices.

soldar (v) Unir piezas de metal mediante procesos de soldadura a presión o fusión.

soldar con arco (v) Soldar mediante un arco eléctrico. La pieza de trabajo suele ser la terminal positiva.

soldar en fuerte (v) Unir mediante una soldadura fuerte de latón o zinc.

tajo (s) Ranura o corte hecho con una sierra.

TAJO

taladro (n) Máquina para perforar y realizar otras operaciones de formación de orificios.

taladro central (s) Taladro especial para producir agujeros de apoyo en los extremos de una pieza que se montará entre centros. También se le llama *taladro y avellanador combinados*.

TALADRO Y AVELLANADOR COMBINADOS

templar (v) Recalentar el acero endurecido para llevarlo a un grado deseado de dureza.

tolerancia (s) Cantidad total de la variación permitida en la dimensión límite de una pieza.

tornear (v) Producir en un torno una superficie cilíndrica paralela a la línea central.

tornillo allen (s) Tornillo fiador o prisionero especial con un hueco hexagonal en la cabeza.

torno (s) Máquina que se utiliza para dar forma al metal u otros materiales girándolos contra una herramienta.

tratamiento térmico (v) Cambiar las propiedades de los metales por calentamiento y luego enfriamiento.

trepanar (v) Cortar una ranura circular sobre la superficie plana en el extremo de un orificio.

trinquete (s) Pequeña abrazadera auxiliar para evitar que la pieza de trabajo gire con respecto a la placa frontal de un torno.

troquel (s) (1) Pieza de metal endurecido con la forma apropiada para cortar o crear un contorno deseado en una hoja de metal al presionarlo contra un molde coincidente. (2) También se utiliza para cortar pequeñas roscas macho. En cierto sentido, un troquel es lo contrario a una tarraja.

Woodruff (cuña) (n) Cuña plana semicircular.

CUÑAS WOODRUFF

zunchar (v) Mantener sujetos dos metales usando soldadura entre las piezas y aplicando calor y presión.

www.FreeLibros.me

APÉNDICES

CONTENIDO

1 Lista de organizaciones de normalización A-2
2 Abreviaturas para su uso en dibujos y textos, según la American National Standard A-4
3 Fórmulas útiles para entidades geométricas A-32
4 Ajustes de rieles y deslizantes; American National Standard A-38
5 Ajustes con ubicación de espacio; American National Standard A-40
6 Ajustes con ubicación de transición; American National Standard A-42
7 Ajustes con ubicación de interferencia; American National Standard A-43
8 Ajustes de fuerza y contracción; American National Standard A-44
9 Grados de tolerancia internacionales. A-46
10 Ajustes con espacio preferidos para orificios métricos; American National Standard A-47
11 Ajustes de transición e interferencia preferidos para orificios métricos; American National Standard A-49
12 Ajustes con espacio preferidos para ejes métricos; American National Standard A-51
13 Ajustes de transición e interferencia preferidos para ejes métricos; American National Standard A-53
14 Roscas de tornillos, nacional americana, unificada y métrica A-55
15 Tamaños de brocas de taladro; American National Standard and Metric A-58
16 Roscas Acme, de propósito general A-59
17 Pernos, tuercas y tornillos de cabeza, cuadrados y hexagonales; American National Standard and Metric A-60
18 Tornillos prisioneros, de cabeza ranurada y hueca; American National Standard and Metric A-63
19 Tornillos de máquina; American National Standard and Metric A-65
20 Cuñas, cuadradas, planas, cónicas y chavetas A-67
21 Roscas de tornillo, cuadradas y Acme A-67
22 Cuñas Woodruff; American National Standard A-68
23 Tamaños de cuña Woodruff para diferentes diámetros de eje A-68
24 Cuñas de extremo redondo Pratt y Whitney A-69
25 Arandelas planas; American National Standard A-70
26 Arandelas de seguridad; American National Standard A-71
27 Normas para calibradores de alambre A-72
28 Pasadores cónicos; American National Standard A-73
29 Clavijas; American National Standard A-74
30 Equivalencias métricas A-75
31 Símbolos y procesos para soldadura; American Welding Society Standard A-76
32 Símbolos topográficos A-79
33 Símbolos de tubería; American National Standard A-80
34 Símbolos de calefacción, ventilación y ductos; American National Standard A-81
35 Símbolos gráficos para diagramas electrónicos; American National Standard A-82
36 Forma y proporción de símbolos de referencia A-83
37 Forma y proporción de símbolos geométricos característicos A-83
38 Forma y proporción de símbolos geométricos de dimensionamiento A-84
39 Forma y proporción de símbolos de modificación A-84
40 Forma y proporción de símbolos de dimensionamiento y leyendas A-85
41 Comparación de símbolos A-86
42 Tubos de acero forjado y roscas cónicas de tubería; American National Standard A-87
43 Espesores y pesos de tubería de hierro fundido; American National Standard A-88
44 Accesorios roscados para tubería de hierro fundido, 125 lb; American National Standard A-89
45 Accesorios roscados para tubería de hierro fundido, 250 lb; American National Standard A-90
46 Bridas y accesorios para tubería de hierro fundido, 125 lb; American National Standard A-91
47 Bridas, perforaciones para pernos y sus longitudes en tubería de hierro fundido, 125 lb; American National Standard A-92
48 Tamaños de ejes centrales A-92
49 Bridas y accesorios para tubería de hierro fundido, 250 lb; American National Standard A-93
50 Bridas, perforaciones para pernos y sus longitudes para tubería de hierro fundido, 250 lb; American National Standard A-94

www.FreeLibros.me

1 LISTA DE ORGANIZACIONES DE NORMALIZACIÓN

American National Standards Institute, 11 West 42nd St., Nueva York, NY, 10036. Para una lista completa de las normas, consulte el catálogo ANSI de normas nacionales estadounidenses en: http://webstore.ansi.org

Las normas de los siguientes desarrolladores se encuentran disponibles en: http://webstore.ansi.org/sdo.aspx

AAMI	Association for the Advancement of Medical Instrumentation, Asociación para el avance de la instrumentación médica
ABYC	American Boat & Yacht Council, Consejo estadounidense de barcos y yates
ABMA	American Bearing Manufacturers Association, Asociación estadounidense de fabricantes de cojinetes
BTSA	Brazilian Technical Standards Association, Asociación brasileña de normas técnicas
ACC	American Chemistry Council, Consejo Estadounidense de Química
ACHC	Accreditation Commission for Health Care, Comisión de Acreditación para el Cuidado de la Salud
ADA	American Dental Association, Asociación Dental Estadounidense
AGA	American Gas Association, Asociación estadounidense del gas
AGMA	American Gear Manufacturers Association, Asociación Estadounidense de Fabricantes de Engranes
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics, Instituto Estadounidense de Aeronáutica y Astronáutica
AIAG	Automotive Industry Action Group, Grupo de Acción de la Industria Automotriz
AIHA	American Industrial Hygiene Association, Instituto Estadounidense de Higiene Industrial
AIIM	Association for Information and Image Management, Asociación para la Administración de la Información y la Imagen
AHAM	Association for Home Appliance Manufacturers, Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos
AMT	The Association for Manufacturing Technology, Asociación para la Tecnología de Manufactura
APTA	American Public Transportation Association, Asociación Estadounidense del Transporte Público
ARI	Air-Conditioning and Refrigeration Institute, Instituto del Aire Acondicionado y la Refrigeración
AIMP	Association for Information Management Professionals, Asociación de Profesionales para la Administración de la Información
APSP	Association of Pool and Spa Professionals, Asociación de Profesionales en Piscinas y Spas
ASA	Acoustical Society of America, Sociedad acústica de Estados Unidos
ASABE	American Society of Agricultural and Biological Engineers, Sociedad Estadounidense de Ingenieros Agrícolas y Biológicos
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, Inc.
ASME	American Society of Mechanical Engineers, Sociedad Estadounidense de Ingenieros mecánicos
ASQ	American Society of Quality, Sociedad Estadounidense de la Calidad
ASSE	The American Society of Safety Engineers, Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Seguridad
ASTM	ASTM Internacional (American Society of Trade Marks)
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions, Alianza para Soluciones en la Industria de las Telecomunicaciones
AWS	American Welding Society, Sociedad Estadounidense de la Soldadura
BHMA	Builders Hardware Manufacturers Association, Asociación de Fabricantes y Constructores de Hardware
CAM-I	Consortium for Advanced Manufacturing-International, Consorcio Internacional para la Manufactura Avanzada
CIRA	Center for International Regulatory Assistance, Centro para la Asistencia Regulatoria Internacional
CGA	Compressed Gas Association, Inc., Asociación del Gas Comprimido, Inc.
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute, Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio
CSA	Canadian Standards Association, Asociación Canadiense de Normalización
DIN	Deutsches Institut für Normung, Asociación Alemana de Normalización
DMIA	Document Management Industries Association, Asociación de Industrias para la Administración de Documentos
DOD	U.S. Department of Defense, Departamento de la Defensa de los Estados Unidos
ESTA	Entertainment Services and Technology Association, Asociación de Servicios y Tecnología para el Entretenimiento
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, Instituto Europeo de Normas en Telecomunicaciones
GISC	Glazing Industry Secretariat Commitee, Comité Secretarial de la Industria de los Cristales
GEITA	Government Electronics & Information Technology Association, Asociación Gubernamental de Tecnología Electrónica y de Información
GTEEMC	Georgia Tech Energy and Environmental Management Center, Centro para la gestión de la energía y el Medio Ambiente del Georgia Tech
HL7	Health Level Seven, Nivel de Salubridad Siete

www.FreeLibros.me

IAPMO	International Association of Plumbing and Mechanical Officials, Asociación Internacional de Técnicos en Plomería y Mecánica
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America, Sociedad Norteamericana de Ingeniería en Iluminación
IIIA	International Imaging Industry Association, Asociación Internacional de la Industria de las Imágenes
ICBO	International Conference of Building Officials, Conferencia Internacional de Técnicos en Construcción
ICC	International Code Council, Consejo Internacional de Códigos
IEC	International Electrotechnical Commission, Comisión Electrotécnica Internacional
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IESO	Indoor Environmental Standards Organization, Organización de Normas Ambientales en Interiores
IFI	Industrial Fasteners Institute, Instituto Industrial de Sujetadores
IICRC	Institute of Inspection, Cleaning and Restoration Certification, Instituto de Certificación en Inspección, Limpieza y Restauración
INCITS	International Committee for Information Technology Standards, Comité Internacional de Normas para Tecnología de la Información
ACEI	Association Connecting Electronics Industries, Asociación de Industrias de Conexiones Electrónicas
ISA	Instrument Society of America, Sociedad Estadounidense de Instrumentos
ISO	International Organization of Standardization, Organización Internacional de Normalización
JIS	Japanese Industrial Standards, Normas Industriales Japonesas
LIA	Laser Institute of America, Instituto Estadounidense del Láser
MeB	Metric eBooks, Libros Electrónicos Métricos
MSS	Manufacturers Standardization Society of the Value & Fittings Industry, Inc., Sociedad de Fabricantes para la Normalización de la Industria de Valores y Accesorios, Inc.
IMTS	Institute for Market Transformation to Sustainability, Instituto para la Transformación del Mercado hacia la Sostenibilidad
NACE	National Association of Corrosion Engineers, Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión
NAESB	North American Energy Standards Board, Consejo Norteamericano de Normalización en Energía
NADCA	North American Die Casting Association, Asociación Norteamericana de Fundición a Troquel
NASPO	North American Security Products Organization, Organización Norteamericana de Productos para la Seguridad
NECA	National Electrical Contractors Association, Asociación Estadounidense de Contratistas Eléctricos
INETA	InterNational Electrical Testing Association, Asociación Internacional de Pruebas Eléctricas
NFPA	National Fire Protection Association, Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
NFPA	National Fluid Power Association, Asociación Nacional de Fluidos de Potencia
NISO	National Information Standards Organization, Organización Estadounidense para la Normalización de la Información
NPES	National Printing Equipment and Supply Association, Inc., Asociación Estadounidense de Equipos y Accesorios de Impresión Inc.
NPPC	National Pork Producers Council, Consejo Estadounidense de Productores de Cerdos
NSF	NSF Internacional
OEOSC	Optics and Electro-Optics Standards Council, Consejo de Normas en Óptica y Electro-Óptica
OLA	Optical Laboratories Association, Asociación de Laboratorios de Óptica
OPEI	Outdoor Power Equipment Indstitute, Instituto de Equipos de Potencia en Exteriores
PCC	ANSI Partially Controlled Collections, Colecciones parcialmente controladas por ANSI
QUEST	Quest Forum: Quality Excellence for Suppliers of Telecommunications, Foro Quest: Excelencia en Calidad para Proveedores de Telecomunicaciones
SAI	Standards Australia, Normas de Australia
SCTE	Society of Cable Telecommunications Engineers, Sociedad de Ingenieros en Telecomunicaciones por Cable
SEMI	Semiconductor Equipment and Materials International, Internacional de Equipos y Materiales Semiconductores
SES	Standards Engineering Society, Sociedad de Ingeniería de Normas
SIA	Scaffold Industry Association, Asociación de la Industria de Andamios
SIA	Security Industry Association, Asociación de la Industria de la Seguridad
SIS	Swedish Standards Institute, Instituto de Normas Sueco
SPC	Standards Press of China, Publicaciones de Normas de China
TAPPI	Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Asociación Técnica de la Industria de la Pulpa y el Papel
TCA	Tile Council of North America, Consejo Norteamericano del Mosaico
WMMA	Wood Machinery Manufacturers Association, Asociación de Fabricantes de Maquinaria para Madera
WPC	Washington Publishing Company, Compañía Editorial de Washington
X9	X9, Inc.

www.FreeLibros.me

2 ABREVIATURAS PARA SU USO EN DIBUJOS Y TEXTOS, SEGÚN LA AMERICAN NATIONAL STANDARD

(Seleccionado de ANSI/ASME Y14.38-2007)

A	
a la francesa	FRFY
a menos que se especifique lo contrario	UOS
a plena carga	FLLD
a prueba	PRF
a prueba de aceite	OT
a prueba de agua	WTRPRF
a prueba de balas	BPRF
a prueba de flama	FLMPRF
a prueba de fuego	FPRF
a prueba de gas	GPF
a prueba de vapor	VAPPRF
a saber	VIZ
a través	ACR
abajo	DN
abertura	OPNG
abertura bruta	RO
abertura de acceso	AO
abierto cerrado abierto	OCO
abierto y bloqueado	LKDO
abrasivo	ABRSV
abreviatura	ABBR
abril	APR
absoluto	ABS
absorbedor de choques	SHABS
absorbente	ADSORB
absorción	ABSORB
acabado	FNSH
acabado completo	FAO
acabado con lima	FF
acabado de dos lados	F2S
acabado de pizarra negro mate	DBFS
acabado de un lado	FIS
acampanado hembra	FFL
acampanado	BLNG FLRD
acampanar	FLRG
acanalado	RIB
acceso	ACS
accesorio	ACCESS FXTR
accesorio para inspección de verificación	ICF
accesorios de barandilla con roscas de tubería recta	NPTR
acción inversa	RACT
accionamiento de varilla	RDDR
aceite diesel	DO
aceite lubricante	LUBO
acelerador	ACLTR THROT
acelerar	ACCEL
acelerómetro	ACCLRM
aceptor	ACPTR
acera metálica	METC
acero	STL
acero al alto carbono	HCS
acero al alto carbono, tratado térmicamente	HCSHT
acero carburado	CS
acero chapado en cadmio	SCDP
acero con tratamiento especial	STS
acero de alta velocidad	HSS
acero de baja aleación	LS
acero de máquina	MST
acero de silicomanganeso	SMS
acero estructural duro al carbón	SCSH
acero estructural medio al carbón	SCSM
acero estructural suave al carbón	SCSS
acero forjado	FST
acero galvanizado	GALVS
acero inoxidable	SST
acero laminado en caliente	HRS
acero níquel	NS
acero no maquinado	FMS
acetato	ACTT
acetileno	ACET
achurado	H
ácido cianhídrico	HCN
ácido nítrico de fumante rojo	RFNA
acimut (o azimut)	AZ
acolchonado	CSHG
acopado	EMB
acoplamiento	DCKG
acrílico	ACRYL
actitud	ATTD
actividad de apoyo en ingeniería	ESA
actuador	ACTR
actuante	ACTG
actuar	ACTE
acumulado	ACCUM
acumulador	ACC
acuoso	AQ
acústico	ACST
adaptador	ADPTR
adelgazante	TNR
adhesivo	ADH
adicional	ADDL
aditivo	ADDT
adjuntar	ATCH
administrar	ADMIN
adquisición	PRCMT
advertencia	WRN
adyacente	ADJ
aerodinámico	AERODYN
aeronáutico	AERO
aeropuerto	APRT
afilador	SHRP
agilizar	EXPED
agitado	FLRY
aglutinante	BDR
agosto	AUG
agregado	AGGR
agua	WTR
agua caliente, circulante	HWC
agua de alimentación de reserva	RFW
agua destilada	DW
agua fría	CW
agua potable	POTW
aguas pluviales	STW
aguas residuales	SEW
agudo	TRB
aguja	NDL
ahuyentador	RPLR

www.FreeLibros.me

aire acondicionado	AIRCOND
aislamiento	ISLN
aislamiento de campana simple en ranura única	SGSP
aislamiento de caucho	RINSUL
aislamiento reflectivo	RI
aislar	INSUL ISOL
ajustado	FTD
ajustado a cero	ZA
ajuste	FTG
ajuste a presión	PRFT
ajuste de empuje	DF
ajuste de tubo acampanado	FTF
alambre de acero galvanizado	GSWR
alambre de piano	MUW
alambre enrollado	WW
alambre para vidrio corrugado	CWG
alargado	ELNG
alargamiento	LNG
alarma	ALM
alcalinidad	ALKY
alcalino	ALK
alcance	SCP
alcantarilla	MH
alclad	ALCD
alcohol	ALC
aldaba	LCH
aleación chapada para protección de acero	ASPP
aleación de níquel y cobre	NCA
aleación	ALY
aleatorio	RNDM
alerón	AIL
alerta temprana de microondas	MEW
aleta	FLPR
aleta guía de salida	EGV
alfabético	ALPHA
alimentación de agua a la caldera	BFW
alimentación de agua	FDW
alimentación de complemento	MUFD
alimentador	FDR
alimentador único	SFDR
alimentar de combustible	FLNG
alineación	ALIGN
aliviar	RLV
alivio	RLF
almacenamiento	STOR
alojamiento	HLDR
alojar	HLDG
alrededor de	ABT
alta fidelidad	HFI
alta frecuencia	HF
alta frecuencia más baja utilizable	LUHF
alta humedad	HIHUM
alta intensidad	HINT
alta resistencia a la tensión	HTS
alta temperatura	HTM
alta tensión	HTNSL
alta tensión eléctrica	HT
alteración	ALTRN
alterado	ALTRD
alternador	ALTNTR
alternar	ALT TGL
alternativo	ALTN ALTNV
altímetro	ALTM
alto potencial	HIPOT
alto voltaje	HV
altura	HGT
altura de cara realzada	RFH
altura libre	FRHGT
altura por anchura por longitud	HXWXL
altura sólida	SOLHGT
aluminio	AL
amalgama	AMLG
amarillo	Y
amarre	MRG
ambiental	AMB
amoniaco	AMNA
amortiguación	DPG DPG
amortiguador	DMPR SNBR
amperímetro	AMM
amperímetro con registro	RAMM
amperio	AMP
amperios de carga completa	FLA
amperios del factor de servicio	SFA
amperios hora metro	AHM
amperios hora	AMPHR
amplificador	AMPL
amplificación de luz (por) emisión estimulada (de) radiación	LASER
amplificador de distribución	DAMP
amplificador de ganancia variable	VGA
amplificador de interfaz metálica	MIA
amplificador de potencia	PA
amplificador de potencia del oscilador maestro	MOPA
amplificador de potencia intermedia	IPA
amplificador de salida constante	COA
amplificador de salida de matriz	MOA
amplificador de sentido	SA
amplificador de video	VIDAMP
amplificador logarítmico	LOAMP
amplificador magnético	MAGAMP
amplificador paramétrico	PARAMP
amplitud modulada	AM
amplitud	AMPTD
análisis	ANAL
analizar	ANALY
analógico	ANLG
analógico a digital	AD
ancho de banda	BW
ancho de cara	FW
ancho entre planos	WAF
ancho	WD
anclaje metálico	MA
anclaje	ANC
anecoica (a prueba de ecos)	ANCH
angular	ANLR
ángulo básico de hélice	BHA
ángulo de avance	LA
ángulo de hélice	HLXA
ángulo de presión axial	APA
ángulo de presión normal	NPA
ángulo de tope de válvula	ASV
ángulo externo de hélice	OHA
ángulo recto	RTANG
anhidro	ANHYD
anillo contador	RCNTR
anillo de contacto eléctrico	ELCTRG
anillo del aceite	OR
anodizado	ANDZ
ánodo	A

www.FreeLibros.me

anotación	QUOT
antena	ANT
antes	BFR
antiguo	FRMR
antilogaritmo	ANTILOG
anunciador	ANN
anuncio	ANCG
anverso	OBV
año	YR
año fiscal	FY
apagar	SHTDN
aparadura	GARBD
aparato	APPAR
aparente	APRNT
aparición	APP
apartamento	APT
apéndice	APPX
apertura con retardo de tiempo	TDO
apertura de tiempo	TO
apertura	APERT
apilar	PLG
aplanado	FLN
	PLNG
aplicación	APPL
aplicado	APLD
aplique	APLQ
apretón de manos	HDSHK
apriete	TTNG
aprobación	APPVL
aprobado	APVD
aprobar	APPV
aproximado	APPROX
arado de acero de alto grado	HGPS
arado de acero mejorado	IMPPS
arandela	WSHR
arandela de seguridad	LKWASH
arandela plana	PW
araña	SPDR
arbitrario	ARB
archivo	ARCH
arcocosecante	ARCCSE
arcocoseno	ARCCOS
arcocotangente	ARCCOT
arcosecante	ARCSEC
arcoseno	ARCSEN
arcotangente	ARCTAN
área de operación segura	SOAR
aritmética	ARITH
arma	WPN
arma pesada	HMG
armadura	ARM
armamento	ARMT
armario	WRB
armónico	HMNC
arnés	HARN
arpillera	BRLP
arquear	ARNG
arrancador	START
arrancador de aire	ASTRG
arranque (relevador)	KO
arranque de potencia	PTO
arranque	BTST
arrastre	TRG
arreglo lógico programable	PLA
arsina	ARS
articulado abierto	OJ
articulado	ARTCLD
artículo	ART
artificial	ARTF
artillería	ARTY
asbesto cubierto de metal	ACM
asbestos	ASB
asbestos de ébano	EBASB
aseguramiento de la calidad	QA
aseguramiento de la dureza	HA
asegurar	SECRG
aserrar	SERR
asfalto A	ASPH
asidero	HH
asiento de válvula	VST
asignación	ALLOC
	ASGMT
asignar	ASGN
asimétrico	ASYM
asincrónica	NONSYN
asíntota	ASYMP
asistencia	ASSTN
asistente	ASST
asociación	ASSN
asociado	ASSOC
aspecto	ISS
aspiración	SUCT
aspirador	ASPRTR
atacar	ATCK
atado	STRP
atado con alambre	WBD
atasco	JAMG
atención	ATTN
atenuación	ATTEN
aterrizaje	LDG
atirantado	XBRA
atirantador	STIF
atomización	ATMG
atornillar	SCRDN
atravesar	TRAV
audible	AUD
auditor	AUDTR
aumento	AGMT
	INCR
auriculares	HDST
autobloqueo	SLFLKG
autocontenido	SCNTN
autodestrucción	SD
autolimpieza	SLFCLN
automatización	AUTOMN
automotriz	AUTOM
automóvil	AUTO
autopropulsada	SELFPROP
autorizar	AUTH
autorroscantes	SLFTPG
autosellante	SLFSE
autotransformador fijo	FATR
autovía	RLCR
auxiliar	AUX
avance	ADV
avellanado	CSK
avenida	AVE
aviación	AVN
avión	ACFT
aviso	ADVSY
aviso de cambio de ingeniería	ECN
aviso de cambio en el dibujo	DCN
aviso de liberación de ingeniería	ERN
aviso de revisión	NOR
avoirdupois	AVDP

www.FreeLibros.me

ayuda	HLP
azul	BLU
B	
babbitt	BAB
baja corriente	LSTM
baja frecuencia	LF
baja temperatura	LTEMPT
baja tensión	LV
baja velocidad	LSP
baja velocidad	SLSP
bajante de aguas negras	SSK
bajo calor	UHT
bajo el agua	UWTR
bajo nivel	LL
bajo par de torsión	LTQ
bajo refrigerante	LCOLNT
bajo tierra	UGND
balancín	RKR
banco	BNCH
banco restante	LBK
banda ancha	BRDG
banda de golpe	GP
banda de transmisión motriz	MBD
banda estrecha	NB
banda lateral inferior	LSB
banda lateral sencilla compatible	CSSB
banda lateral única	SSB
banda lateral unificada	USB
banda lateral vestigial	VSB
banda motriz en V	MVB
baño de aceite	OI
barandilla	GDR
barandilla	RLG
barniz	VARN
barra de junta	JTB
barra de tenaza	GR
barra de tracción	DBP
barra plana	FB
barrenadora de madera	WDBOR
barrera resistente al agua	BWP
basamento	BSMT
base de mármol	MRB
base de mosaico cerámico	CTB
base de mosaico completamente enlozado	GWTB
base de mosaico de asfalto	ATB
base de mosaico de cantera	QTB
base granolítica	GRB
base metálica	METB
básico	BSC
bastidor de la manguera para incendios	FHR
basura	GBG
basura entra basura sale	GIGO
batería	BTRY
batería de torpedos	TBATT
batería submarina	UB
batista amarilla barnizada	YVC
bebida	BVGE
Béssemer	BESS
biblioteca	LBRY
bidireccional	BIDIR
bifurcado	FKD
bimetálico	BMTLC
binario	BIN
binocular	BNCLR
biología	BIO
biológico	BIOL
biposte	BPT
bisel	BEV
bit de paridad	PBIT
bit más significativo	MSB
bits por pulgada	BPI
bits por segundo	BPS
bituminosa	BITUM
blanco	WHT
bloque bañado en concreto	CSB
bloque contra fuego	FBCK
bloque de cristal	GLB
bloque de la almohadilla	PLBLK
bloque de relevador	RB
bloque terminal	TBLK
bloqueado	LKD
bloqueador	LKR
bloqueo de carátula	DLOCK
bloqueo	LKG LKUP
bobina	BOB
bobina de equilibrio	BALCL
bobina de impedancia	IMPR
bobina de repetición	RPTC
bobina de retraso	RTDC
bobina de voz	VC
bobinadora	WNDR
boca	MZL
boca acampanada	BLMTH
bodega	WHSE
boleta	TKT
boletín	BULL
boletín de servicio	SB
boletín técnico	TB
bomba de aceite	OP
bomba de aceite combustible	FOP
bomba de aceite lubricante	LOP
bomba de agua	WP
bomba de alimentación de agua	FWP
bomba de circulación de agua	CWP
bomba de inyección de combustible	FIP
bomba de salmuera caliente	HBPUMP
bomba de transferencia de combustible	FTP
bonete de unión	UNB
bonete	BNT
boquilla	NOZ
boquilla de grasa	GNOZ
boquilla del aceite	ONOZ
boquilla para soldar	SWLDG
bordo libre	FREEBD
borrado	BLKG ERS
borrar	DELE
bosquejo	SK
bote de rescate	RSQB
botella	BTL
botón	BTN
botón de atracción	PLB
botón de presión	PB
brasero	BRAZ
brazo oscilante	RKRA
brida	FLG
brida estándar marina	NFL
brillante	BRT
brillantez	BRIL
bronce de cañón	GMET
bronce de estatua	STBRZ

www.FreeLibros.me

bronce fosforado	PHBRZ
bronce naval	NAVBRZ
bronce Tobin	TOBBRZ
brújula de inducción	ICMPS
bruñir	BNSH
bruto	RGH
bucarán	BUCK
buceador	DVR
búfer comparador	CB
búfer de entrada y salida	IOB
buje	BSHG
bulevard	PKWY
bulldozer	BDZR
burlete	WS
búsqueda de dirección de muy alta frecuencia	VHFDF
búsqueda en tabla	TLU
butano	BUTN
bypass	BYP
C	
caballaje de fuerza	PWRH
caballos de fuerza	HP
caballos de fuerza continental	CONTHP
caballos de fuerza hora	HPHR
cabecera	HDR
cabecera de aire	AHDR
cabeza avellanada	CSKH
cabeza cilíndrica plana	FFILH
cabeza cilíndrica ranurada	FILH
cabeza de armadura	TRH
cabeza de biela	HC
cabeza de botón	BTNHD
cabeza de brasero	BRAZH
cabeza de cruz	CRSHD
cabeza de retorno	RHD
cabeza de unión	BDGH
cabeza elíptica	ELPH
cabeza hueca	SCH
cabeza hexagonal	HEXHD
cabeza hueca estriada	FLUSOCH
cabeza hueca hexagonal	HEXSOCH
cabeza ovalada	OVH
cabeza Phillips	PHH
cabeza plana	FLH PNH
cabeza redonda	RDH
cabina telefónica	TELB
cable	CBL
cable conductor único	SCC
cable de acero para arado	PSR
cable de bloqueo	LKWR
cableado	WRG
cabrestante	WN
cada forma	EW
cada uno	EA
cadena	STRD
café	BRN
caída de tensión	VD
caja	HSG
caja de cambios	GRBX
caja de engranes	GRC
caja de fusibles	FUBX
caja de madera	WBX
caja de uniones	JB
caja de válvulas	VB
cajón	DWR
caldera	BLR
calefacción	HTG
calentado	HTD
calentador	HTR
calentador de agua caliente	HWH
calentador de unidad	UH
calibración	CAL
calibre	GA
calibre de alambre	WG
calibre de alambre Birmingham	BWG
calibre de alambre de la Norma Británica	SWG
calibre de alambre estadounidense	AWG
calibre de alambre nacional	NWG
Calibre de Alambre Roebling	RWG
calibre de broca	TDG
calibre de cable de piano	MWG
calibre de Estados Unidos	USG
calibre estrecho	NG
calibre múltiple	MG
Calibre Washburn y Moen	WMGA
calidad	QUAL
cambiar	SHF
cambiar de marcha	SWGR
cambiar de pie	SWS
cambiar en el diseño	CID
cambio de ingeniería en campo	EFC
camilla	LIT
camión	TRK
camisa de agua	WJ
campana de alarma contra incendios	FABL
campo	FLD
campo del generador	GFLD
campo residual	RESFLD
campo traviesa	XCY
canaleta	GUT
canasta	BSKT
candelero	STAN
cantera	QRY
cantidad	AMT QTY
canto	RDG EDGW
cañahuate	LGNMVTE
caoba	MAH
capa	LYR
capa final	TOPG
capacidad de recuperación	RECY
capacidad máxima	MAXCAP
capacidad transmisora	XMTL
capacitancia	CAP
capacitancia de inductancia	LC
capacitancia y resistencia acopladas	RCCPLD
capacitancia y resistencia	RC
capacitancia, resistencia e inductancia	RLC
capacitor de voltaje variable	VVC
capacitor foulard	PAD
capaz	CPBL
cara exterior	OF
cara única	SIF
carátula indicadora	DLINDG
carcasa	CSG SHL
cardán	GMBL
carga dinámica total	TDH
carga total	TLLD

www.FreeLibros.me

cargo normal	NLCHG
carrera	STRK
carretera	HWY
carro	TRLY
cárter del aceite	OPN
cartón prensado	PBD
cartón prensado duro sin tratamiento	UHPFB
cartucho	CRTG
casa	HSE
casillero de instrumentos de limpieza	MOPR
casquillo	BU
catálogo ilustrado de piezas	IPC
categoría	CAT
cátodo	K
caucho	RBR
cavidad	PKT
caza	HNTG
celda fotoeléctrica	PEC
Celsius	C
cemento de yeso keene	KCB
cemento de yeso para techo keene	KCPC
centelleador	SCINT
central de potencia	PSWDB
centrífuga vertical	VCE
centro de carga vital	VLC
centro de envío	SHCR
centro de flotación vertical	VCB
centro de gravedad horizontal	HCG
centro de gravedad vertical	VCG
centro de montaje	MTGC
cepillado (madera)	DRS
cepillar (madera)	DRSG
cepillo (madera)	DRSR
cepillo de contacto eléctrico	ELCTCBR
cepo	STRBK
cerrado y bloqueado	LKDC
cerradura de cuña	KL
cerrajero	LSMITH
chapa aplomada	TRPL
chapa de cromo	CRPL
chapado	PLTG
chaqueta	JKT
chaqueta contra agua	JW
chavetero	KWY
choque	IGMT
chorro de arena	SDBL
cianuro	CYN
ciclo	CY
ciclo de trabajo	DTYCY
ciencia	SCI
cierrapuertas	DCL
cierre automático	AUTORECL
cierre automático	SELFCL
cierre con retardo de tiempo	TDC
cigüeñal	CSHAFT
cilindro	CYL
cilindro interno	INTCYL
cilindro único	SCYL
cimiento	FDN
cinescopio	KINE
cinta	RBN
circuito impreso	PC
circuito microfuncional	MFC
cisterna	TKR
claraboya	SLT
clima	WEA
cloruro de polivinilo	PVC
cobre estirado en frío	CDC
codificación en secuencia	SECO
codificador	ENCDR
codificar	ENCD
código de colores	CC
Código de elevador estándar estadounidense	ASEC
código de entidad comercial y de gobierno	CAGE
código de producto universal	UPC
Código de Seguridad Eléctrico Nacional	NESC
Código de suministros federales para fabricantes	FSCM
Código Eléctrico Nacional	NEC
Código estándar estadounidense para intercambio de información	ASCII
codo	ELB
coeficiente de temperatura cero	ZTC
coeficiente de temperatura negativa	NTC
cohete	RKT
cojinete	BRG
cojinete antifricción	AFB
cola de milano	DVTL
cola de rata	RTTL
colector	MANF
coleta	PGT
colgar	HNG
colocador	SETR
combinación	COMB
combustible líquido	LIQFL
comerciable	MERCH
comisión	COMSN
compilador	COMP
complementario flip-flop	FFC
complemento	MKUP
composición de plomo	TSL
composición	TYPSTG
comprar	PURCH
compresión helicoidal	HLCPS
compresor	COMPR
compuerta	G
compuerta de desvío	GTO
compuerta digital de bloqueo Y O	DBAO
compuesto orgánico volátil	VOC
compuesto para junta	JC
común	FAM
comunicación y datos	C&D
con explosión	WBL
con pestaña	FLKD
con tiras	STPD
concentración de iones de hidrógeno	pH
concéntrico	CONC
concesión	CON
concreto aislante ligero	LWIC
concreto ligero	LWC
concurrente	CNCR
condición	COND
condición material máxima	MMC
condición mínima del material	LMC
conductor aislado de polietileno	PIC
conductor de aluminio reforzado con acero	ACRS

www.FreeLibros.me

conductor de impulso	IC
conductor único	IC
conectado directo del motor	MDC
conector de manguera	HCONN
conexión	CONN
conexión cruzada	XCONN
conexión frontal	FC
conexión transversal	XCO
conferencia	CONF
confiabilidad	RELBL
configuración en equilibrio	BALS
congelador	FRZR
congelador de agua	WCHR
cónico	CONL
conjunto de instrucciones de punto flotante	FIS
conmutación	SWOV
conmutación electrónica	ES
conmutador límite	LIMSW
cono	TPR
cono corto	STPR
cono largo	LTPR
consecutivo	CONSEC
conservante	PSVTV
consola	CSL
constante	STDY
constante de tiempo rápida	FTC
consumible	EXPEN
contacto	CONT
contacto de férula	FERCON
contacto eléctrico	ELCTC
contacto para sincronización de leva	CTC
contactos del circuito de control de tipo abierto	OTCCC
contador de voltamperios	VARM
contador gráfico de voltamperios	GRVA
conteo	TLY
continua	CONTD
contra	VS
contratista general	GENCONT
contratuerca	LKNT
control automático de volumen	AVC
control de calidad	QC
control de ciclo (relevador)	LPC
control de ganancia automático instantáneo	IAGC
control de ganancia de la transmisión	TGC
control de ganancia de tiempo	GTC
control de ganancia manual	MGC
control de ganancia por reverberación	RCG
control de indicadores de temperatura	TIC
control de memoria exclusiva para lectura	CROM
control de relación de carga	LRC
control de varilla	RCONT
control de volumen automático instantáneo	IAVC
control de volumen manual	MVC
control electrónico	ELECTC
control manual	HNDCONT
controlador de cambio de fase	PSHD
controlador lógico programable	PLC
convección	CONVN
convector	CONVR
convergencia	CONVG
convertidor de analógico a digital	ADC
convertidor de digital a analógico	DAC
convertidor de velocidad	SPCONV
convertidor térmico	THC
coples de tubería con rosca recta	NPSC
corazón abierto	OH
cordón	LNYD
corona	ADD
corregir	PRFRD
corriente alterna	AC
corriente ascendente	UPDFT
corriente de alta frecuencia	HFCUR
corriente descendente	DNDFT
corriente directa	DC
corriente inversa	REVCUR
corriente sobrepuesta	SUPCUR
corrosión	CRSN
corrosivo	CRSV
cortar	SHRNG
corte de madera	WCTG
corte de rosca	TC
corte rápido	QB
cortocircuito	SHORT
corto periodo de tiempo constante	SHTC
cosecante	CSC
cremallera	GRK
criogénico	CRYOG
criptografía	CRYPTO
cristal	GL XTAL
cristalino	CRYST
cromo duro	HDCR
cromo vanadio	CRVAN
cronómetro	CRNMTR
cruce	CRSVR
crucero	CRUIS
cruceta	XARM
cruzamiento	XING
cuadrángulo	QUAD
cuadrante	QDRNT
cuadratura	QDRTR
cuádruple	QUADR
cuantitativo	QUANT
cuarto	QTF
cuarto contra fuego	FRM
cuarto de almacén	STRM
cuarto de fase	QTRPH
cuarto de intervalo	QT
cuarto de manejo	HR
cuarto duro	QTH
cuarto redondeado	QTRRD
cuarzo	QTZ
cuaternaria	QUAT
cubierta	SHRD
cubierta de aleta	SHRDF
cubierta de hardware	HDWC
cubierta inferior	LDK
cuello liso	SMNK
cuello roscado	THDNK
cuenta	ACCT
cuerda aerodinámica media	MAC
cuero	LTHR
cuerpo en el chasis	BOC
cuna	CRDL
cuñero	KST
cuproníquel	NICOP
curva	CRV

www.FreeLibros.me

D

dado de borrado	BLKGD
de afuera hacia afuera	OO
de centro a centro	C a C
de conformidad con	IAW
de cuatro alambres	4W
de cuatro conductores	4/C
de cuatro dimensiones	4D
de cuatro etapas	4STG
de cuatro polos	4P
de cuatro vías	4WAY
de esquina redonda	BN
de extremo a extremo	EE
de gran tamaño	OVS
de lujo	DLX
de posición verdadera	OTP
de tensión	TNSL
de una etapa	OSTG
de una vía	OW
debajo	BLW
	UND
debilitamiento de campo	FWK
decibel	DB
decimal	DEC
decisión	DECN
decodificador	DCDR
decodificar	DCD
dedal	TMB
dedo	FGR
defectuoso	DEF
deflector, desviador	BAF
delimitación	DEL
demodulador	DEMOD
demodulador modulador	MODEM
demoledor	WRK
demolición	DML
denotar (indicar)	DEN
densidad	DENS
dental	DNTL
departamento	DEPT
depósito instalado	DEPINST
depósito	DEP
	RSVR
depresión	DEPR
derivado	DERIV
desaceleración	DCLR
desacelerador de campo	FDE
desactivar	DSBL
desaireación	DEARTG
desarmador	SCDR
desarrollar	DVL
desarrollo	DEV
desbloquear	UNLKG
desbordamiento	OVFL
descarga de bomba	PDISCH
descarga de campo	FDI
descarga electrostática resistiva	ESOS
descarga electrostática sensible	ESDS
descarga electrostática	ESD
descargar	UNL
descompresión	DECOMPN
desconchamiento	POP
desconexión rápida	QDISC
descongelación	DRF
desconocida	UNK
descontaminación	DECONTN
descontinuar	DSCONT
describir	DESCR
descripción	DESCP
desde abajo	FRBEL
desecante	DSCC
desechar	JTSN
desembrague	DCLU
desembrague	THWT
desempeño	PRFM
desenganche	DSENGA
desglose ilustrado de piezas	IPB
deshidratador	DYHR
designación de referencia	REFDES
designación	DES
desinflar	DFL
deslizamiento	SL
desmagnetización	DEGUSG
desmagnetizar	DMGZ
desnaturalizado	DNTRD
desplazamiento	OFS
desplazamiento de fase	PSH
desplazamiento positivo	PDISPL
desplegar	DSPL
después	AFT
destilado	DISTLT
destilar	DSTL
destino	DESTN
destrenzado	UNTW
destructor	DESTR
desventaja	HDCP
desviación	DEVN
desviador	DIV
desviar	DEFL
desvío	SDG
desvío estabilizado	STSH
detalle	DET
detección y alcance de radio	RADAR
detector de voltaje	VDET
detención	DWEL
determinación	DETN
devanado	WND
devanar	SPG
diamante	DMD
diámetro básico	BDIA
diámetro de cara realzada	RFD
diámetro de paso	PD
diámetro del círculo de pernos	DBC
diámetro exterior de tubo	ODT
diámetro exterior	OD
diámetro promedio	AVGDIA
dibujado	DWN
dibujo	DWG
dibujo de control de fuente	SOCD
dibujo de control de interfaz	ICD
dibujo de control del artículo del proveedor	VICD
dibujo de líneas	LD
dibujo militar estándar	SMD
dientes	T
dientes de sierra	ST
diesel	DSL
dietanolamina	DEA
diferencia de potencial de contacto	CPD
diferencial de temperatura	TD
digital a analógico	DA
dígito binario	BIT
dinámico	DYN
dinamómetro eléctrico	EDYNMT
dinamómetro	DYNMT

www.FreeLibros.me

dinamotor	DYNM
dintel	LNTL
diodo de túnel	TNLDIO
diodo emisor de luz	LED
dirección	ADRS
dirección del viento	WDIR
dirección errónea	WRDIR
directamente	DRCTY
directo del motor	MD
disco compacto	CD
disco de sistema operativo	DOS
disco duro	HD
discriminador	DSCRM
diseño asistido por computadora	CAD
diseño	DSGN LYT
disipador de calor	HTSK
disminución	DECRT
disminuir	DECR
disolvente	SLVT
disparado	TRP
disparador	TRIG
disparo rápido	QF
dispensador	DISP
dispensar	DSPNSG
disperso	SCTD
dispersor	BRSTR
disponer	ARR
disponibilidad	AVLBL
disponible	AVAIL
disposición	DISPN
dispositivo	DVC
dispositivo de apertura rápida	QOD
dispositivo de distribución	SGB
dispositivo de protección	PROTDEV
dispositivo de protección terminal	TPD
dispositivo de subtensión	UVD
dispositivo encerrado	LID
dispositivo potencial de aislamiento	BPD
distancia	DIST
distancia corta entre ejes	SWB
distancia entre ejes	WB
distancia entre ejes extra larga	XLWB
distancia focal efectiva	EFFL
distancia larga entre ejes	LWB
distinguir	DISTING
distorsión de intermodulación	IMD
distorsión	DISTN
distribuidor	DISTR DLR
disyuntor de aceite	OCB
disyuntor de potencia del circuito	PCB
división binaria	BDV
doblado	BT
doblar	BNG
doblar hacia abajo	BDN
doblar hacia arriba	BUP
doble	DBL
doble acción	DBLACT
doble banda lateral	DSB TWSB
doble banda lateral sencilla	DSSB
doble cara	DBLF
doble extra fuerte	XXSTR
doble extremo	DE
doble lado	DS
doble pared de fibra	DWLFBD
doble pared	DBLW
doble polo doble tiro	DPDT
doble polo frontal conectado	DPFC
doble polo posterior conectado	DPBC
doble polo tiro sencillo	DPST
doble tiro	DT
docena	DOZ
documento	DOC
doméstico	DOM
dos conductores	2C
dos dígitos	2DIG
dos etapas	2STG
dos fases	2PH
dos hilos	2W
dos vías	2WAY
draga	DRGR
drenaje al subsuelo	SSD
ducha e inodoro (WC)	SHT
ducto	PPLN
dúplex	DX
duplicador	DBLR
duplicar	DUP
dureza	HDNS
dureza Brinell	BH
dureza de la pirámide de diamante	DPH
dureza Rockwell	HR
dureza Vickers	VH

E

ebullición	BOG
economizar	ECON
edificio	BLDG
educación	EDUC
efectivo	EFF
eje	SFT
eje de engrane	GRSHFT
eje de tornillo sinfín	WMSFT
ejecutar	EXEC
ejercicio	EXER
elástico	ELAS
eléctrico	ELEC
electrocardiograma	ECG
electrodo	ELCTD
electrohidráulico	ELHYD
electrolito	ELCTLT
electromagnético	EM
electromecánico	ELMCH
electrón	ELCTRN
electroneumático	ELPNEU
electrónica	ELEX
electrónicos biológicos	BIONICS
Electronik	ELEK
elemento	ELEM
elemento crítico de dureza	HCI
elemento de entrada y salida	IOE
elevación	EL
elevar	ELEV
eliminación de banda	BDELIM
eliminar	ELIM RMV
elíptico	ELP
embobinado	WDG
émbolo	PLGR
embudo	FUNL
emisión	EMSN
emisión de radiación	RE
emisión estimulada de amplificación cuántica	QUASER
emisor lógico acoplado	ECL

www.FreeLibros.me

emisor	E EMTR SDR
empaque en laberinto	LBYRPK
emparejado	MTCHD
emparejar cuatro lados	S4S
emparejar dos lados	S2S
emparejar un lado y un borde	S1SE
emparejar un lado	S1S
empate de sincronización	SYNTI
empenaje	EMP
empernado en la base	BOBS
empleado	EMPL
empujador	TPT
empuje	THR
emulador	EMU
emulsión	EMUL
en el centro	OC
en fecha posterior	ALD
en reposo	QUIES
en su mayor parte	MSLY
encabezado	HDG
encamisado	SKD
encapsulado	ENCAP
encastillado	CSTL
encendedor	IGNTR
encendido	IGN
encerrar	ENCL
enchufe contra fuego	FPL
enchufe de lámpara	GLPG
encima de línea de base	ABL
encima de	ABV
enclavamiento	INTLK
endurecido y esmerilado	HG
endurecido	HDN
energía cinética	KE
enero	JAN
enfoque	APRCH
enfrentamiento	STDF
enfriado por aceite	OCLD
enfriado por agua	WCLD
enfriador de aceite	OCLR
enfriador de agua eléctrico	EWC
enfriador integrado	INCLR
enganche	SNH
engarzado	CRP
engranaje	GRG
engrane de tornillo sinfín	WMGR
engrane del eje	SHFGR
engrane giratorio	TRNGR
engrane interruptor de metal inoxidable	MCSWGR
enlace de prueba	TLK
enlozar	GLZ
enmangado	SLVG
enmascaramiento	MASK
ennegrecer	BLKNG
ennegrecido	BLKN
ennunciado	STMT
enrosque	TPG
ensamblador	J
ensamblaje	ASM WA
ensamblar	ASSY
ensamble	ASSEM
ensamble de circuitos impresos	PWA
ensamble final	FA
ensamble inmediato superior	NHA
entrada	INCM INP
entrada de toma	SLK
entrada y salida	IO
entre	BETW
entre caras	ACRFLT
entre embarcaciones	INTSHP
entre etapas	INTSTG
entrega	DLVY
entrenador	TRNR
entrepiso	MEZZ
entubado	TBG
enviar	SHPNG SNDG
envío	SHPT
envolvente	INVLT
equilibrio	BAL
equipaje	BAG
equipo central de procesamiento	CPE
equipo de piezas de mantenimiento	MPK
equipo de prueba	TSTEQ
equipo de soporte de archivos	FSE
equipo de terminación de cable	CTE
equipo para medición de distancias	DME
erector	ERCR
erigir	ERCG
es decir	IE
escala	SC
escala completa	FSC
escala de blancos	WHS
escalera vertical	VL
escalera	LAD STWY
escanear	SCNG
escapar	ESC
escape	EXH
escape de aire	AE
escariador	RMR
escariar	BRCH
escleroscopio	SCLER
escudo	SHLD
escurridor	WRGR
eslabonamiento	LKGE
esmalte	ENAM
esmerilar	GRD
espaciador	SPCR
especial	SPCL
especialmente	ESP
especificación	SPEC
especificación de diseño	DSPEC
especificación de prueba	TSPEC
especificación de prueba de material	MTS
especificación eléctrica	ESPEC
espejo	MIR
espera	STBY
esperar	WTG
espesante	THKNR
espesor de borde	ET
espiga	DWL
espina de pescado	HGBN
esquemático	SCHEM
esquinero	GUS
estabilización	STBLN
estabilizar	STAB
estable	STB
establecer	SET

www.FreeLibros.me

estación de trabajo	MNFRM
estación	STA
estacionamiento	PRKG
estado de acabado con aceite negro	BOFS
estadounidense	AMER
estampado profundo	DD
estampar	STP
estanco	WEAT
estándar	STD
estándar estadounidense	USAS
estañado	TND
estañar	SLDR
estator	STTR
estatorreactor	RMJ
estatus	STAT
estelita	STLT
estereofónico	STEREO
esterilizador	STER
estiba	STWG
estimar	EST
estimular	STML
estratégico	STRAT
estratósfera	STRATO
estrecho	NAR
estriado	FLTD
estribo	STIR
estribor	STBD
estroboscopio	STBSCP
estructura	STRUCT
estructura hiperfina	HFS
estructural	STRL
etcétera	ETC
etiqueta	LBL
evacuar	EVAC
evaluación	EVLTN
evaluación del desempeño y revisión técnica	PERT
evaluación no destructiva	NDE
evaluar	EVAL
evaporar	EVAP
examen	EXAM
excavar	EXC
excéntrico	ECC
excesivo	EXCSV
exceso de velocidad	OVSP
excitador	EXCTR
exclusivo	EXCL
existente	EXST
expandir	EXP
explicación	EXPL
explosión	EXPLN
explosivo	XPL
explotación	EXPLTN
explotar	EXPLD
exponente	EXPNT
exposición máxima admisible	MPE
exposición	EXPSR
expulsión de aire	ASHOF
extensión del eje	SFTEXT
extensión helicoidal	HLEXT
extensión	EXT
extensor	EXTND
extintor de fuego	FEXT
extra	EX
extra fino	EF
extra fuerte	XSTR
extra pesado	XHVY
extracción	EXTG
extraíble	REM
extremo	EXTM
extremo abierto	OE
extremo de inglete	ME
extremo de piñón	PE
extremo frontal	FRTN
extremo frontal interior	IFE
extremo más externo	OBE
extremo posterior interior	IBE
extremo único	SE
extruir	EXTR
eyección	EJN
eyector	EJCTR

F

fábrica	FCTY
fabricante de equipo original	OEM
fabricar	FAB
facsímil	FAX
factible	FSBL
factor	FAC
factor de potencia	PF
Fahrenheit	F
falla	FLR
fallo	FLT
fallo de prueba de aislamiento	FIT
fantasma	PHM
farmacia	PHAR
fase	PH
fase de bloqueo automático	APL
fase de control automático	APC
febrero	FEB
fecha estimada de finalización	ECD
fechado	DTD
Federal	FED
fenoico	PHEN
ferrocarril	RR
fibra de madera dura tratada a presión	THPFB
fibra sólida	SFB
fibroso	FBRS
ficticio	DUM
figura	FIG
fijo	FXD
filete	FIL
filo de navaja	KNED
filtro	FL
	FLTR
filtro de aceite	OFL
filtro de aire	AIRCLNR
filtro de banda de corte	BFCO
filtro de banda de detención	BSFL
filtro de banda demodulador	DBF
filtro de paso alto	HPFL
filtro ideal pasa bajos	ILPFL
filtro pasa bajas	LPFL
físico	PHYS
fisiológico	PHYSIOL
fisión	FSSN
flama apretada	FLMTT
flama	FLM
flete	FRT
flexible	FLEX
flotación	FLOT
flotando	HVRNG
flotante	BYNT
flotante	FLTG

www.FreeLibros.me

flujo axial	AXFL
flujo de fluido	FDFL
flujo de mezcla	MXFL
fluorescente	FLUOR
focal	FOC
fondo interior	IB
fonógrafo	PHONO
fontanería	PLMB
forjado	FGD WRT
forjar	FORG
formación	FORM
formar	SHP
fórmula de conversión	FORTRAN
fortalecedor	BOLS
fosforescente	PHOS
fotocopia	PHOC
fotodiodo	PDIO
fotoeléctrico	PELEC
fotografía	PHOTO
fotómetro	ROTOMT
fototransistor	PXSTR
fraccional	FRAC
fragmento	FRAG
frecuencia	FREQ
frecuencia de audio	AF
frecuencia de radio sintonizada	TRF
frecuencia de radio	RF
frecuencia de trabajo óptima	OWF
frecuencia de video	VIDF
frecuencia extremadamente baja	ELF
frecuencia más baja utilizable	LUF
frecuencia media-alta	MHF
frecuencia muy alta	VHF
frecuencia ultra alta	UHF
frecuencia ultrasónica	UF
frecuencia variable	VF
frenado dinámico de campo	FDB
freno	BK
frente a	FCG
frente al tablero	FOB
fresado	SF
fresado de lado contrario	SFO
fricción	FRICT
fuelle	BLWS
fuente	SCE
fuente de alimentación	PWRSPLY
fuente de corriente	IGEN
fuente de lavado	WF
fuente de sodas	SDFTN
fuerte	STRG
fuerza de campo, aumento	FFI
fuerza de campo, disminución	FFD
fuerza electromotriz	EMF
fuerza magnetomotriz	MMF
fuga	LOFF
función	FCTN
fundamental	FUND
fundición	CSTG FDRY
fuselaje	AFR FUSLG
fusible	FZ
fusión por inducción al vacío refusión por arco al vacío	VIMVAR
futuro	FUT

G

gabinete de la manguera para incendios	FHC
galería	GALL GALY
galón	GAL
galones por minuto	GPM
galones por segundo	GPS
galvanizado caliente	HGALV
galvanizar	GALV
galvanómetro	GALVNM
galvano-recocido	GALVND
ganancia de sintonía controlada	TCG
gancho	HGR
garaje	GAR
garantía	WARR
garantizar	GUAR
garganta	THRT
gas inerte	INRTG
gas, no persistente	GNP
gasolina	GAS
gastos	OVHD
gato de tornillo	JKSCR
generación	GEN
generador de mensaje	MSGG
generador de ruido	NGEN
generador de vapor	STGEN
general	GENL
geológico	GEOL
geomagnetismo	GEOMAG
geometría	GMTRY
gerente	MGR
gestión	MGT
gestionar	MNG
gimnasio	GYM
giradiscos	TRNTBL
giratorio	SWVL
girocompás	GCMPS
giroscopio	GYRO
glicerina	GLYCN
global	OA
glosario	GLOSS
gobernador	GOV
gobernar	GOVG
gobierno	GOVT
Góndola	NAC
grabado en duro	HDDRN
gradiente	GRAD
grado	DEG
gráfico	GRPH
grafito	GPH
granallado	SHBL
grande	LGE
granito	GRAN
granulado	GNLTD
grasa	GRS
grava	GVL
grava sobre superficie de techo	GSBR
gravedad específica	SPGR
grifo de tubo	PT
gris	GRA GY
grosor	THKNS
grúa fija	DRK
grueso	CRS THK
Grupo del alambre de acero estadounidense	ASWG
gualdera a prueba de agua	WPS
guía	GDE

www.FreeLibros.me

H

hacia adelante	FWD
hacia adentro	INWD
hacia arriba	UPWD
hacia el interior	INBD
hardware	HDW
hasta el fondo	BOTMG
hasta enfriamiento	UC
helicoidal	HLCL
helicóptero	HLCPTR
helipotenciómetro	HPOT
hembra	FEM
hermético	AT GT WTRTT
herramienta de acero azul	BTS
hertz	Hz
heterodino	HET
hexagonal	HEX
híbrido	HYB
hidrante para incendios	FHR
hidratado	HYDTD
hidráulico	HYDR
hidroeléctrico	HYDRELC
hidrófobo	HYPH
hidrómetro	HYDM
hidrostático	HYDRST
hierro forjado	WI
hierro fundido de alta tensión	HTCI
hierro galvanizado	GALVI
hierro gris	GI
hierro maleable	MI
hierro negro	BI
hilo	TRD
hipérbola	HYPERB
hipotenusa	HYP
hogar	HSHLD
hoja	SH
hoja de cuchillo	KNBL
hoja de datos de prácticas de seguridad	SPDS
hojas	LVS
holgura	ALLOW
hombro	SHLDR
hondero	SLGR
honorario	HON
hora estándar local	LST
hora local aparente	LAPT
hora local sideral	LSDT
horizontal	HORIZ
horizonte	HRZN
hospital	HOSP
hueco hexagonal	HEXSOC
hueco	HOL
humedad	MSTRE
húmedo	HMD
hurgar	SCAV

I

identificación del número de pieza	PIN
identificación	IDENT
ilimitado	UNLIM
iluminación	LTG
iluminar	ILLUM
ilustrar	ILLUS
imagen	PIX
imaginario	IMAG
imitación	IMIT
impacto	IMP
impedancia	IMPD
imperfecto	IMPF
imperial	IMPRL
impermeabilización	WPG
implementar	IMPL
imponer	IMPS
impregnar	IMPRG
impresión	IMPRSN PLOT PTOUT
impresión a doble cara	DPLXR
impresión diazo	DPR
impresora	PTR
imprimación	PRM
imprimador	PRMR
imprimir	PRNTG
impulso	IMPLS
impulso derecho	RHDR
impulso horizontal	HZMP
impulso vertical	VIMP
impulsor de motor	ED
impulsor	DRVR IMPLR
incandescente	INCAND
incendiario	INCND
incineración	BRNG
incinerador	INCIN
inclinado	INCLN
inclinando	TLG
incluido	BLTIN
incluir	INCL
incoherente	INCOH
incombustible	NCOMBLE
incompleta	INCOMP
incorporado	INC
incorrecta	INCOR
incrustación	HKP
incubadora	INCBR
indefinido	UNDEF
independiente	INDEP
independientemente del tamaño del elemento	RFS
indeterminado	INDET UNDETM
indexar	INDT
indicador	LDR
indicador de comando periférico	PCI
indicador de exploración del sector	SSI
indicador de movimiento completo	FIM
indicador de posición de impacto	CPI
indicador izquierda-derecha	LRI
indicar	IND
índice	IDX
índice de viscosidad	VI
indirectamente	IDRTY
individual	DTCH
individualmente	INDV
inductancia y resistencia	RL
inductancia	L
inductor	IDCTR
inductosyn	ISYN
industrial	INDL
inercial	INRTL
inerte	INRT
inferior	BOT LWR
infinito	INF
inflable	IFL

www.FreeLibros.me

inflamable	FLMB
información	INFO
informe técnico	TR
ingeniería de valor	VE
inglete	MIT
inhibir	INHB
inicial	INIT
inicio	STG
inicio automático	AUTOSTRT
inicio y detención	STSP
inmediato	IMMED
inmersión	IMRS
inodoro	WC
inoperante	INOP
inorgánico	INORG
inoxidable	STNLS
inscripción	INSC
insecticida	ICTDC
insensibilizado	USTZD
inseparable	INSEP
insertado	HLDN
insertar	INSR
insignia	ISGN
insoluble	INSOL
insonorizado	SNDPRF
inspección de cumplimiento de la calidad	QCI
inspección de partículas magnéticas	MPI
inspección no destructiva	NDI
inspeccionar	INSP
instalación	FACIL
instalador	INSTLR
instalar	INSTL
instruir	INSTR
instrumentación	INSTM
insuficiente	INSUF
integración a gran escala	VLSI
integración de video	VINT
integración	INTEG
integral	INT
inteligencia	INTEL
intensidad	INTEN
intercambiable	INTCHG
intercambiador	INTCHGR
intercambio de calor	HE
intercambio decimal en código binario expandido	EBCDIC
intercambio	EXCH
intercepción	INTCP
intercomunicación	ICM INTERCOM
interconexión	INTCON
interfaz	INTFC
interferencia	INFRN INTRF
interferencia de frecuencia de radio	RFI
interferencia de televisión	TVI
interior del metal	IM
interior	INR INTR
intermedio	INTMD
intermitente	INTMT
interno	INS INTL
interpolación	INTRPL
interpolo	INTPO
interpretar	INTPR
interrogar	INTRG
interrumpir	INTRPT
interruptor auxiliar	ASW
interruptor auxiliar normalmente abierto	ASO
interruptor auxiliar normalmente cerrado	ASC
interruptor de aceite	OS
interruptor de aire	ABSW
interruptor de campo	FSW
interruptor de celda final	ECSW
interruptor de chorro de aire	ABCB
interruptor de circuito de aire	ACB
interruptor de circuito motriz	MCSW
interruptor de control de potencia	CSW
interruptor de cuatro polos	4PSW
interruptor de cuernos apagaarcos	HGSW
interruptor de doble polo doble tiro	DPDTSW
interruptor de doble polo tiro sencillo	DPSTSW
interruptor de doble polo	DPSW
interruptor de doble tiro y cuatro polos	4PDTSW
interruptor de falla a tierra	GFI
interruptor de flujo	FLSW
interruptor de luz	LTSW
interruptor de polo único y doble tiro	SPDTSW
interruptor de potencial	PSW
interruptor de puerta	DSW
interruptor de sincronización	SSW
interruptor de temperatura	TSW
interruptor de tres polos y doble tiro	3PDTSW
interruptor de un tiro y cuatro polos	4PSTSW
interruptor del botón de atracción	PBSW
interruptor principal	MSW
interruptor semiconductor bilateral	SBS
interruptor semiconductor controlado	SCS
interruptor semiconductor unilateral	SUS
interruptor	BRKR SW
intersecar	INTSCT
intervalo	INTVL
intervalómetro	INTVLM
intrincado	INTRC
introducción	INTRO
inundación	FLDNG
invariante	INVAR
inventario	INVN STK
inverso	INVS RVS
inversor	INV
invertir	INVT
investigación y desarrollo	R&D
investigación	INQ
inyectar	INJ
ionosfera	IONO
irregular	IRREG
isósceles	ISOS
izquierda	LH

www.FreeLibros.me

J

julio	JUL
junio	JUN
junior	JR
junta	GSKT JT
junta de expansión	EXPJT
junta de expansión deslizante	SEJ
junta de expansión longitudinal	LEJ
junta de expansión premoldeada	PEJ
junta de expansión transversal	TEJ
junta de mastique	MJ
junta deslizante	SJ
junta plana debilitada	WPJ
juntas apretadas	NPTF

K

Kalamein	KAL
kilovatio hora metro	KWHM
kilovoltio amperio hora	KVAH
kilovoltio amperio hora metro	KVAHM
kilovoltio amperio metro	KVAM
Koroseal	KRAL

L

laberinto	LBYR
laboratorio	LAB
lacada	JAP
lado abierto	OPSD
lado caliente	HSD
lado contrario avellanado	CSKO
lado derecho	RHS
lado izquierdo	LHS LS
lado largo	LSD
lado lejano	FS
lagarto	LIZ
lámina metálica	METF
laminado en caliente decapado y aceitado	HRPO
laminado	RLD
laminar	LAM
lámpara indicadora amarilla	YIL
lámpara indicadora blanca	WIL
lámpara indicadora roja	RIL
lámpara indicadora verde	GIL
lámpara proyectante	FLDT
lanzadera	LPR
lanzador	LCHR
lanzador	THWR
lanzar	LANH
lapeado	LPG
lápiz	PCL
laqueador	LAQ
larguero	LONGN
larguero	STGR
lastre	BLST
lata motriz	MOCAN
lateral	LATL
lateral derecho	RS
latitud	LAT
latón	BRS
latón forjado	WBRS
latón sin cortes	FCB
lavandería	LAU
lavar	WSHG
lavatorio	LAV
lector	RDR
lectura	RDOUT
lectura del indicador de combustible	FIR
lectura destructiva	DRO
lectura no destructiva	NDRO
lectura total del indicador	TIR
lectura y escritura	RW
leer	RDNG
lengua	TNG
lenguaje de alto nivel	HLL
letra	LTR
levantado	RSD
levantar	LFT
liberación sin voltaje	NVR
liberado	UNCLP
libra	LB
libra fuerza pie	LBFT
libra fuerza por pie cuadrado	PSF
libra fuerza por pulgada cuadrada	PSI
libra fuerza pulgadas	LBIN
libra por caballo de fuerza	PHP
libra por pie cúbico	PCF
licencia	LIC
licor	LQR
limitado	LTD
limitador	LMTR
limitar	LMTG
límite	BDY LIM
límite de control superior	UCL
límite de tiempo inverso	ITL
límite de viaje	TRVLMT
limpiador de aceite	OCLNR
limpio hipergólico	HGC
línea central	CL
línea central horizontal	HCL
línea central vertical	VCL
linea conductora equilibrada	BLD
línea de flotación de carga	LWL
línea de flujo	STRLN
línea de frecuencia recta	SLF
línea de impulso	TL
línea de molde	ML
línea de molde exterior	OML
línea de molde interna	IML
línea de presión de fluido	FDPL
línea de referencia horizontal	HRL
línea de referencia	REFL
línea de referencia vertical	VRL
línea de vista	LOS
línea principal	HLNG
lineal	LIN
lingote	IGT
linóleo	LINOL
linterna	LTRN
líquido	LIQ
líquido en vidrio	LQGLS
lista calificada de productos	QPL
Lista de identificación del catálogo de suministros federales	FSCIL
lista de piezas de mantenimiento	MPL
lista de piezas indexada	IPL
listo	RDY
listones de madera	WFS
litografía	LITHO
llenado	FILL
llevar	CRYG
local	LCL
localizador de omnirrango de muy alta frecuencia	VORLOC

www.FreeLibros.me

localizador	LOC
localizar	LCT
loco	IDL
locomotora	LOCO
lodos	SLG
logaritmo natural	LN
logaritmo	LOG
lógica de bajo nivel	LLL
lógica de diodo de túnel	TDL
lógica de transistor capacitor resistor	RCTL
lógica de transistor resistor	RTL
lógica de umbral variable	VTL
lógica electrónica transferida	TEDL
lógica magnética de transistores pnpn	PTML
lógica transistor transistor	TTL
lógico	LGC
lograr objetivo	SUC
longitud	LG LONG
longitud de cable (real)	LOL
longitud de curva	LCRV
longitud de onda	WL
longitud de onda en línea recta	SLWL
longitud desarrollada	DEVLG
longitud entre perpendiculares	LBP
longitud focal equivalente	EQFL
longitud total	LOA
losa	FLGSTN
lubricante	LUBT
lubricar	LUB
luces de neón indicadoras	NEIL
lugares	PL
lúmenes por vatio	LPW
luminoso	LUM
luz	LT
luz amarilla	YLT
luz azul indicadora	BIL
luz del piloto	PLTLT
luz despertadora	WKLT
luz giratoria	TRNLT
luz indicadora naranja	OIL
luz indicadora púrpura	PIL
luz lateral	SILT
luz lateral de puerto	PSLT

M

macho	JNL
macho abocinado	MFLRD
macho corto	1/2DP
macho izquierdo	LM
macho largo	FDP
macho y hembra	MF
madera dura	HDWD
madera	TMBR
magnético	MAG
magneto	MGN
magnetohidrodinámica	MHD
magnetómetro	MGTMTR
magnetrón	MAGN
magnetrón de voltaje ajustable	VTN
magnificar	MGF
magnitud	MAGTD
mal funcionamiento	MALF
malacate	HST
maleable	MAL
malla	LTC
malla metálica y de yeso	MLP
mallado	MSHG
mampara	BHD
mampostería	MSNRY
mandril	MDRL
manejar	HDL
manejo	HDLG
manga de tubo	PSL
manga	SLV
manguera para incendios	FH
maniobrar	MANUV
manipulación	RGNG
manipulador transmisor operado por voz	VOX
manivela de campana	BELCRK
manta	BLKT
mantenimiento	KPG MAINT
mantenimiento y reparación	MR
manual	HDBK MNL
manual de campo	FM
manufactura asistida por computadora	CAM
manufactura	MFR
manufacturado	MFD
manufacturar	MFG
manuscrito	MS
máquina	MACH
máquina de trazado	DFMACH
maquinado por descarga eléctrica	EDM
maquinaria	MCHRY
maquinista	MCHST
marca de pieza	PCMK
marca de referencia	BM
marcado	MKD
marcador	MKR TRCR
marcas	MKGS
marco	FRWK
margen	MARG
marginal	FRNG
marginal (relevador)	MGL
mariposa	BTFL
martillo	HMR
marzo	MAR
más bajo	LWST
más grueso	THKR
más ligero que el aire	LTA
más o menos	PORM
mastique	MSTC
matemático	MATH
materia prima	RM
material	MATL
material semiconductor de orificio tipo p	P
material semiconductor del tipo electrón	N
material semiconductor intrínseco tipo *i*	I
matriz	MAT
máximo	MAX
máximo común divisor	GCD
mecánica diesel	DM
mecánico	MECH
mecanizar	MECZ
media aritmética	AA
mediana	MDN
medición de tiempo	TMG
médico	MED

www.FreeLibros.me

medida	MEAS
medidor	MTR
medidor de factor reactivo	RFM
medidor de kilovoltios y amperios con registro	RKVAM
medidor de la demanda con registro	RDM
medidor de la demanda de vatios	WDM
medidor de la demanda de vatios-hora	WHDM
medidor de presión	PG
medidor de temperatura	TM
medidor de tiempo	TIM
medidor de vatios-hora con dispositivo de contacto	WHC
medidor de vatios-hora	WHM
medidor de voltímetro amperímetro de reacción	RVA
medidor gráfico de kilovoltios amperios	GVA
medidor oscilador estabilizado	STAMO
medio	MDM
medio duro	1/2H
medio redondo	1/2RD
medio seno	HAV
megabyte	MEG
mejora	IMPROV
melamina	MEL
membrana	MEMB
memorándum	MEMO
memoria	MEM
memoria central del controlador del transistor	TDCM
memoria de acceso aleatorio	RAM
memoria de acceso directo	DMA
mensaje	MSG
mensajero	MESS
mercancía	MDSE
mercurio	MRCL
meridiano	MER
mes	MO
metal	MET
metal antifricción	AFM
metal no corrosivo	NCM
metal prensado	PRSDMET
metal recubierto de plomo	LCM
metálico	MTLC
metalizar	MTLZ
meteorológico	METRL
método	MTHD
metralla	SHRAP
metro	M
metro kilogramo segundo	MKS
mezcla	MXT
mezcla gaseosa	GM
mezclado	BLN
mezclar	MXG
microamperímetro	MCAM
microcomputadora	MCMPTR
microcorriente	MCKT
microelectrónica	MELEC
microelemento	MELEM
micrómetro	MIC
microminiatura	MMIN
microprocesador	MIPRCS
microscopio	MICR
microscopio electrónico de escaneo (barrido)	SEM
miembro	MBR
miliamperímetro	MAM
miliamperímetro de voltios y ohmios	VOM
militar	MIL
milla náutica	NMI
millas por galón	MPG
millas por hora	MPH
mineral	MNRL
miniatura	MDGT MINTR
mínimo	MIN
misceláneo	MISC
misil	MSL
mismo tamaño	SS
mitad extrema	EHF
mitad, en medio	MDL
modelo a escala	SCMOD
modelo	MOD
modificación	AMEND
modulación	TUN
modificación de orden de trabajo	MWO
modulación de amplitud del pulso	PAM
modulación de ancho del pulso	PWM
modulación de banda lateral vestigial	VSM
modulación de código del pulso	PCM
modulación de contador de pulsos	PCTM
modulación de duración del pulso	PDM
modulación de frecuencia del pulso	PFM
modulación de intervalo del pulso	PIM
modulación de posición del pulso	PPM
modulación de tiempo del pulso	PTM
modulador magnético	MAGMOD
mojón	LDMK
molde metálico	METM
moldeado	MLD
moldeo	MLDG
moldura de esquina metálica	MCB
molécula	MOL
molinete	WNDLS
momentáneo	MOM
monitor	MON
monofónico	MONO
monografía	MONOG
montado	MTC
montaje	MTG
montaje empotrado	FLMT
montaje metálico	MMT
Montana	MT
mordaza de bisagra	HJ
mosaico de arcilla para construcción de cara lisa	SFSCT
mosaico de cerámica sin esmaltar	UCMT
mosaicos de arcilla estructural	SCT
mostrado	SHN
motocicleta	MC
motor	MOT
motor a gasolina	GENG
motor de cohete a combustible líquido	LRE
motor de combustión interna	ICE
motor diesel	DENG
motor impulsado por electricidad	EMD
motor primo	PMVR
motorizado	MTZ
mover	MVG
móvil	MBL

www.FreeLibros.me

móviles	MVBL
movimiento	MTN MVT
muescas	NCH
muestreo	SMPLG
multilitio	MULTH
multímetro	MULTR
multiplanar	MLTPL
múltiple	MULT
multiplex	MUX
multiplex de tiempo del pulso	PTMUX
multiplicador	STU
municiones	MUN
muñón	TRUN
muselina sin blanquear	UMUS
muy baja altitud	VLA
muy baja frecuencia	VLF
N	
nacional	NATL
naranja	O ORN
nariz plana	FN
natural	NAT
náutico	NAUT
naval	NAV
navegación y alcance de sonido	SONAR
nebuloso	FGY
negativo	NEG
negativo intrínseco negativo en positivo	NPIN
negativo positivo positivo negativo	NPNP
negocio	BUS
negro	BLK
negro de humo	LMPBLK
neopreno	NPRN
neumático	PNEU
neutro sólido	SN
neutro	NEUT
neutrón	NTN
niple	NIP
níquel	NKL
nitrato de amonio	AMNIT
nitruro de acero	NITSTL
nivel	LVL
nivel de aceite	OLVL
no a escala	NTS
no acoplado	NCPLD
no aplica	DNA
no aplicable	NA
no apretado	NT
no derivada del petróleo	NPET
no eléctrica	NELEC
no en contacto	NIC
no estándar	NONSTD
no flamable	NFLMB
no fusionado	NFSD
no higroscópico	NH
no incluida	NENCL
no lineal	NLNR
no metálico	NM
no oscilatorio	NOSC
no reversible	NRVSBL
no suprimido	UNSUPPR
no usar	DNU
nombre comercial	TRN
nomenclatura	NOMEN
nominación	RTG
nominal	NOM
Norma Británica	BSI
Norma de diseño de calibre estadounidense	AGDS
norma electrónica	ESTD
Norma Internacional de Cobre Recocido	IACS
Norma Internacional de Roscas (métricas)	IST
Norma Internacional de Tuberías	IPS
norma militar	MIL-STD
normal	NORM
normalización	STDZN
normalmente abierto	NO
Normas del Código Eléctrico Nacional	NECS
Normas Primarias de la Marina	NPS
Normas Secundarias de la Marina	NSS
nota general	GN
nota técnica	TN
noviembre	NOV
nuclear	NUC
núcleo del reactor	RCO
numeral	NUM
Número de archivo federal	FSN
número de código del calibre	GCN
número de control de fuente	SOCN
número de dureza Brinell	BHN
número de inventario nacional	NSN
número de inventario	SNO
número de pieza	PN
número de serie	SERNO
nylon	NYL
O	
objetivo	OBJV
objeto	OBJ
oblicua	OBL
observación	OBSV
obsoleto	OBS
obstrucción	OBSTN
obturador de aire	AIRSHTR
obús	HOW
octaédrico	OCTAHDR
octubre	OCT
ocular	EYPC
ocupado	OCC
odómetro	ODOM
oficial	OFCL OFCR
oficina	OFC
oficinas principales	HQ
óhmetro	OHM
ojal	EYLT GROM
ojo levadizo	LE
onda continua interrumpida	ICW
onda extraordinaria	XWAVE
ondulación	WKPU
onza	OZ
onza-pulgada	OZIN
opaco	OPA
opaco interno	IF
opcional	OPTL
operación rápida (relevador)	FO
operada por gas	GOPR
operado manualmente	MNLOPR
operar	OPR
operativo	OPNL
óptima	OPT
opuesto	OPP

www.FreeLibros.me

órbita lunar de reunión	LOR
orden	ORD
orden de ángulo	ANLOR
orden de cambio manual	MCO
orden de inventario	SO
orden de trabajo	JO
orden de trabajo de ingeniería	EWO
orden de trabajo de modificación del servicio en campo	FSMWO
Organización Internacional de Normalización	ISO
organización	ORG
orientación inercial	IG
orientación	GDNC ORIENT
orificio	ORF
origen	ORIG
oro	GLD
oscilador	OSC
oscilador controlado por voltaje	VCO
oscilador de alta frecuencia	HFO
oscilador de baja frecuencia	LFO
oscilador de bloqueo	BO
oscilador de bloqueo de golpe único	SSBO
oscilador de cristal	XTLO
oscilador de electrón acoplado	ECO
oscilador de frecuencia variable	VFO
oscilador local estabilizado	STALO
oscilador local	LO
oscilante	OSCG
oscilograma	OSCGRM
osciloscopio de rayos catódicos	CRO
osciloscopio	SCOPE
oscuro	OB
otro actividad de diseño	ODA
óxido	OXD
óxido de silicio grueso metálico	MTOS
óxido metálico semiconductor	MOS
oxígeno	OXY
oxígeno gaseoso	GOX
oxígeno líquido	LOX
P	
pala de aire	AS
palanca	LVR
palanquilla de acero	BLSTL
paleta axial	VNXL
paleta	PLL
palpador	FELR
panal	HNYCMB
panel	PNL
panel de acceso	AP
panel de distribución	DPNL
panel de madera	WDP
panel de yeso enlozado	GLWB
panel de yeso	GWB
paneles de yeso	WLB
panorámico	PAN
pantalla a prueba de luz	LPS
papel	PPR
paquete	BDL PKG
paquete de piezas	PRTKT
par de torsión	TRQ
par trenzado	TWPR
parábola	PRB
parabólico	PRBLC
paraboloide	PRBD
parabrisas	WSHLD
paracaídas	PRCHT
paralaje	PRX
paralelo	PRL
parámetro	PRMTR
pararrayos	ARSR
parcial	PART
parcialmente	PTLY
pared de mosaicos enlozada	GWT
pared de placa metálica	MTWF
pared de yeso enlucido	GPW
paréntesis	PAREN
parquerizado	PARK
párrafo	PARA
parrilla metálica	METG
parte	PTY
parte de	PO
parte superior del marco	TFR
partición	PTN
partición metálica	METP
pasa bajas	LP
pasador de articulación	WSTPN
pasajero	PASS
pasamanos	HNDRL
pasante	THRU
pasivado	PSV
pasivo	PSIV
paso axial	AXP
paso básico	BP
paso circular normal	NCP
paso diametral normal	NDP
patente	PAT
patio	YD
patrón	PATT
pedestal	PED
pegar	BDG PST
película delgada	TF
película gruesa	THKF
peligro	DTRS
peligroso	HAZ
peltre	PWTR
pendiente	PEND SLP
pendiente de patente	PATPEND
pendiente de planeo visual	VGS
pendiente de planeo	GLS
pendular	PNDLR
penetrar	PEN
pentágono	PNTGN
pentodo	PENT
pequeño	SM
percusión	PERC
perfilado	FAIR
perforación	PRC
perforadora	KP
perforar	DR PERF
pergamino	PCHT
periférico	PRPHL
periódico	PERD
periscopio	PERIS
permanente	PERM
permeabilidad	PERMB
permitir	ENBL
perno de anclaje	AB
perno de pánico	PANB
perno superior e inferior	TBB
perpendicular	PERP

www.FreeLibros.me

persona	PER
personal	PERS
perspectiva	PERSP
pesado	HVY
peso	WT
peso atómico	ATWT
peso bruto	GRWT
peso bruto del vehículo	GVW
peso de unidad	UWT
peso molecular	MOLWT
peso mosca	FLYWT
peso neto	NTWT
peso nominal bruto combinado	GCWR
petróleo	PETRO
piedra	STN
pie-libra fuerza	FTLB
pies cúbicos por minuto	CFM
pies cúbicos por segundo	CFS
pies por minuto	FPM
pies por segundo	FPS
pieza roscada	THDPC
pigmento	PGMT
pilar de bisagra	HPLR
pilar de bloqueo	LPLR
piloto	PLT
pino amarillo de hoja larga	LLYP
pino amarillo hoja corta	SLYP
pintado	PTD
pintar	PNT
pinza	PTL
pinzas	PLR
pionero	PION
pipeta	PPE
pirómetro	PYROM
pirotecnia	PYRO
piso de bloques de madera	WBF
piso de mosaicos de caucho	RTF
piso de planchas de asfalto	ASPHPF
piso granolítico acabado	GFF
piso monolítico con acabado rectificado	HFMF
pista	RWY
pistola	PSTL
pistón	PSTN
pitar	WSTL
pivote	PVT
pizarra de esmalte negro	BES
pizarra negra natural	NBS
placa	BD
	PLQ
placa de nombre	NPL
placa de presión-atracción	PPP
placa de tuerca	NTPL
placa de vidrio	PLGL
placa frontal	FP
placa metálica para puerta	KPL
placa tipo	TYPL
plancha de aluminio perforada	PSP
plancha	PLK
planeador	GLI
planeta	PLNT
planetario	PLNTY
plano	PLN
	PLNR
plantilla	TEMPL
plantilla de corte exterior	OTT
plantilla de corte interna	ITT
plantilla de perforación	DJ
plantilla de recorte plana	FTT
plantilla para inspección de verificación	ICT
plástico	PLSTC
plata	SIL
plata alemana	GSIL
plata níquel	NISIL
plataforma	PLATF
plataforma de gran altura	HAP
plateado	PLD
plaza	BTH
plegar	FLDG
polaridad	PLRT
polea	PUL
	SHV
poliéster	POLYEST
poliestireno	PS
polietileno	POLTHN
polipasto	TKL
politetrafluoretileno	PTFE
polo único doble tiro	SPDT
polo único	SP
polvo	PDR
	PWD
pontón	PON
por ciento	PCT
por ejemplo	EG
porcelana	PORC
porro	POR
portalámparas	LPHLDR
portátil	PORT
posición	POSN
posición verdadera	TP
posición vertical	URT
posicionador	PSNR
positivo	POS
positivo negativo intrínseco positivo	PNIP
positivo negativo positivo negativo	PNPN
potencia	PWR
potencial	POT
potenciómetro de regreso	FPOT
pozo de caída	DMH
práctica	PRAC
preacodado	PRBNT
preamplificador	PREAMP
precalentado	PHT
precalentador	PHR
precarga	PRCH
precaución	CAUT
precedencia	PREC
precipitación	PRCPTN
	PRECP
precipitado	PPT
precisión	PRCN
preenfoque	PRFCS
prefabricado	PREFAB
preferencia	PREF
preferido	PFD
preformado	PREFMD
prefundido	PRCST
pregunta	QUEST
preinsertado	PINSTD
preliminar	PRELIM
premium	PREM
premoldeado	PRMLD
prensa	PRS
prensador	PRSR
preparación	PREP

www.FreeLibros.me

prescripción	PRESCR
presente	PRES
preservación	PSVTN
presión	PRESS
presión de la caldera	BOPRESS
presión de trabajo	WPR
presión de trabajo a vapor	STWP
presión de trabajo del vapor	WSP
presión de trabajo segura	SWP
presión del aceite	OPRS
presión efectiva media	MEP
presión máxima de trabajo	MWP
presión media	MP
presionado	PRSD
presurizar	PRSRZ
prevención contra óxido	RPVNTV
prevenir	PVNT
previo	PREV
primario	PRI
primera fase	1 STG
primera reducción	1 RED
primeras entradas primeras salidas	FIFO
primo	PRM
principal	MAJ
prisma	PSM
probabilidad	PROB
probador	TSTR
procedimiento	PROC
procesamiento de película	FLMPRS
procesamiento	PRCSG
proceso	PRCS
proceso crítico de dureza	HCP
proceso de templado	TMPRG
producción	PROD
profundidad	D DP
programa	PRGM SCHED
Programa Gubernamental de Intercambio de Datos de la Industria	GIDEP
programación	PRGMG
progreso	PROG
prohibido	BRRD
promedio	AVG
propano	PRPN
propelente	PRPLT
propelente sólido con doble base	DBSP
propelente sólido de base única	SBSP
proporción	PROPN
proporcionar	FURN
proposición	PRPSL
propuesta de cambio de ingeniería	ECP
propuesto	PRPSD
propulsión	PRPLN
propulsión a chorro	JP
propulsión mecánica	PDVN
propulsor	PROP
protección	PROT
protección contra el calor	HTSHLD
protección contra la baja tensión	LVP
proteger	PTCT
prótesis	PRSTC
prototipo	PROTO
provisión	PROV
proximidad	PROX
proyección	PJCTN
proyectil	PJCTL
proyecto	PROJ
proyector	PJTR
prueba de alto potencial	HIPOTT
prueba experimental	X
prueba y descubrimiento	TSPOP
pruebas no destructivas	NDT
pruebas	TSTG
publicación	PUBN
pueblo	VIL
puente	BRDG
puerta cubierta de metal	MCD
puerta de doble acción	DAD
puerta de metal laminado	MRD
puerta de pantalla	SCD
puerta giratoria	SWGD
puerta Kalamein	KALD
puerta levadiza	LUD
puerta metálica	METD
puerta tipo persiana	LVD
puerta y marco Kalamein	KDF
puertas bipartidas	BIPD
pulgada	IN
pulgada-libra	INLB
pulido	BFG
pulir	POL
pulsación de multifrecuencia	MFP
pulsación	PLSN
pulsador	PLSR
pulso	PLS
pulso clave	KPLS
pulsos por minuto	PPMIN
pulverizador	PULV
punta ovalada	OVP
punto	STC
punto alto	HPT
punto de apoyo	FUL
punto de corazón teórico	TPF
punto de cruz	XPT
punto de curva compuesta	PCC
punto de fluencia	YP
punto de intersección	PI
punto de mira	XHAIR
punto fijo	FXP
puntos por pulgada	DPI
punzón	PCH
punzonado	PCHG
purga	PRG BLDR
purgar	PRNG
purificación	PRFCN
purificador	PUR
Q	
quemador	BNR
queroseno	KRSN
quijada de rompimiento	BJ
quijada frontal	FUJ
quíntuple	QUIN
quirúrgico	SURG
R	
radar de adquisición del perímetro	PACR
radar de alta velocidad	HSR
radiación	RADN
radiactivo	RAACT
radiador	RDTR
radial	RDL
radio	RAD

www.FreeLibros.me

radio de doblez	BR
radio del borde principal	LER
radio inercial	RIN
radio interno	IR
radio omnidireccional de muy alta frecuencia	VOR
radio teletipo	RTT
radio vertical	VTR
radiogoniométricos	RDF
radiotelefonía	RTEL
radiotelegrafía	RTLG
raíz	DED
raíz cuadrada media	RMS
rallador	GRTR
rama caliente	HLG
rama central privada automática	PABX
rango	RNG
rango muy grande	VLR
ranura de aislamiento única	SG
ranura	GRV
ranurado	GRVG GRVD SLTD
ranuradora	GRVR
ranuras de anclaje metálico	MAS
rasante	SFLS
rascador	SRPR
rayón	RYN
reacción	RCTN
reacción del impulso horizontal	HIR
reacción horizontal	HZRN
reacondicionamiento	RCNDT
reactivar	REACTVT
reactivo	REAC
reactor con núcleo de hierro	ICR
real	ACTL
rebaba de soldadura	FLW
rebabbit	RBBT
rebaje	RAB
rebanar	SLC
rebobinado	RWND
reborde	JOG
recalentador	RHR
recargador	RECHRG
recepción	RCPTN
receptáculo	RCPT
receptáculo de pared	WR
receptor de par diferencial	TDR
receptor	RCVR
receso	REC
rechazar	REL
recibe	RCV
recibido	RCVD
recibir	RCVG
recierre	RECL
recinto	INCLS
recipiente a presión	PV
recipiente	CSTR
reciprocidad	RECIP
recircular	RECIRC
reclinado	RCLD
recocido	ANL
recoger	PU
recomendar	RECM
recompresión	RCMPRS
recondensar	RECOND
reconocimiento	RECOG RECON
reconocimiento óptico de caracteres	OCR
recordar	RCL
recortador	TRMR
recortar después del formado	TAF
recreación	RCN
rectángulo	RECT
rectificador controlado	CR
rectificador controlado con semiconductor activado por luz	LASCR
recto	STR
recubierto	CTD
recubrir	CTG
recuperación	RCLMG RCVY
recuperar	RTRV
recurrente	RCUR
red	NTWK
red de área local	LAN
rediseñar	REDSG
redondeado	RND
reducción	RDCN
reducción de área	RA
reducir	RDC
reductor y multiplicador	SDNSU
reductor	DMR RDCR STPDN
reemplazar	OVRD REPL
reenfrentar	RECR
reentrada	REY
referencia	DAT REF
refinado	RFND
reflejado	REFLD
reflejo	RFLX
reformar	OVHL
reforzar	REINF
refractario	RFRC
refrigerado por aire	ACLD
refrigerador de agua	WCR
refrigerante	RFGT
refrigerar	REFR
refuerzo Reid para presión del vapor	RVP
refuerzo	BSTR
regenerar	REGEN
registrar	RGTR
registrar e informar	RAR
registro	RCD
registro auxiliar	AUXR
registro de cambios de control	CSR
registro de dirección de almacenamiento	SAR
registro de entrada y salida	IOR
registro de programa	PRGMRGTR
reglas de vuelo visual	VFR
regreso a cero automático	AZS
regulador	RGLTR
regulador de alto voltaje	HVR
regulador de frecuencia de radio	RFC
regulador de inductancia	INDREG
regulador de voltaje	VR
regular	RGLR RGLT
reinicio manual	HNDRST
rejilla	GRTG
rejilla a prueba de luz	LPL

www.FreeLibros.me

rejilla reticulada	RG
rejilla sintonizada de placa sintonizada	TPTG
relación	RLTN
relación de aire y combustible	FARATIO
relación de anchura media	MWR
relación de desplazamiento de carga	LSR
relación de longitud a diámetro	LGC
relación de señal a ruido	SNR
relación de tensión de onda estacionaria	VSWR
relacionar	RLT
relajación	RLXN
relevador	RLY
relevador de inducción de carga	LIRLY
relevador de sobrecarga	ORLY
relevador de sobrefrecuencia	OFR
relevador de subfrecuencia	UFR
relevador de tiempo inverso	ITR
relevador de voltaje	VRLY
relevador instantáneo	INSTRLY
relevador no reactivo	NR
relevador operado con corredor	COR
relevador totalizador	TOR
relleno	STFG
reloj de frecuencia variable	VFREQCLK
remache	RVT
remanso de válvula	BWV
remoto	RMT
renovable	RNWBL
reóstato	RHEO
reóstato de ajuste del voltaje	VADJR
reóstato de equilibrio	BALRHEO
reparar	RPR
repetición	RPTN
repetidor	RPTR
repetir	RPT
reponer	RPLNG
reporte	RPRT
reposición	RPNSM
reproducir	REPRO
reproductor	RPDR
reproductor y grabador de sonido	SRR
república	REPB
repulsión	RPLSN
requerido	REQD
requerimiento de equipo del plan general	GPER
requisición	REQN
requisito	REQT
rescatar	RSQ
rescindir	RESC
reservar	RSV
residuo	RESID
residuos radiactivos líquidos	RALW
resilente	RESIL
resistencia	R
resistencia a la fluencia	YS
resistencia al calor	HTRES
resistencia de capacitancia de inductancia	LCR
resistencia de regreso	FBR
resistencia eléctrica	ER
resistencia en serie equivalente	ESR
resistente a la corrosión	RSTPF
resistente a la flama	FLMRES
resistente a la intemperie	WTHPRF
resistente al fuego	FRES
resistor	RES
resistor de carga (relevador)	LR
resistor limitador de carga	LLRES
resistor variable	VARISTOR
resolución	RESOLN
resonante	RESN
respectivamente	RESP
respectivo	RSPV
respirador	RSPTR
responder	RSPD
respuesta	ANS RSPS
restablecer acelerador	TRST
restaurador	RESTR
restaurar	RST
restringir	RSTR
resumen	SMY
retardar	RTD
retención	DTT
retenedor	RTNR
retener	RET
retensión	RETNN
retícula	RTCL
retornar	RTN
retorno a cero	RZ
retractar	RETR
retrasar	DLY
retroactivo	RETRO
retroalimentación	FDBK
retroceso	RCLS
retrógrado	RETROG
reubicado	RELOC
reversible	RVSBL
revestimiento	LAG
revestimiento de madera biselado	BWS
revestimiento de madera	DWS
revestir	SHTHG
revisión	REV
revoluciones por minuto	RPM
revoluciones por segundo	RPS
revolver	RVLV
riel de tubo	PR
rígido	RGD
rodillera	KB
rodillo	RLR
rodio	RHOD
rómbico	RHOMB
romper	BRK
romper	BRKG
rosca	THD
rosca antideslizante	NST
rosca de manguera	HSTH
rosca de tornillo de inserción	INST
rosca de tubería nacional	NP
rosca de tubería para tuerca	NPSL
rosca de tubo cónico nacional	NPT
rosca de tubo macho	MPT
rosca en ambos extremos	TBE
rosca en un extremo	TOE
rosca especial unificada	UNS
rosca especial Whitworth truncada	TWS
rosca extra fina nacional	NEF
rosca extra fina unificada	UNEF
rosca fina nacional	NF

www.FreeLibros.me

rosca fina unificada	UNF
rosca fina Whitworth truncada	TWF
rosca gruesa nacional	NC
rosca gruesa unificada	UNC
rosca gruesa Whitworth truncada	TWC
rosca hembra	FTHRD
rosca hembra de tubería	FPT
rosca interna de tubería	IPT
rosca macho	MTHRD
rosca nacional cónica de tubería aeronáutica	ANPT
rosca para salida de gas nacional	NGO
rosca para unión apretada a presión	NPSF
rotador	ROTR
rotar	ROT
rotatorio	RTRY
rotor	RTR
rotor bloqueado	LKROT
rueda	WHL
rueda continua	TRKWHL
rueda de agua	WWHL
rueda de tornillo sinfín	WMWHL
rumbo	HOM
ruta	RTE
rutina	ROUT
S	
salida	OUT
salida de baja potencia	LPO
salinidad	SAL
salvamento	SALV
salvavidas	LSVG
sanitario	SAN
saponificar	SAPON
satélite	SATL
satélite de comunicaciones	COMSAT
saturar	SAT
secado	DYG
secado en horno	KD
secado químico	DCHEM
secante hiperbólico	SECH
sección	SECT
sección transversal	XSECT
seccionador de navaja	KNSW
sector	SCTR
secuencia	SEQ
secuencia incompleta (relevador)	IS
sedán	SED
segmento	SEG
seguimiento	FLWP TRKG
seguir	FOL
según se requiera	AR
segundo	SEC
segundo Saybolt Furol	SSF
segundo Saybolt Universal	SSU
seguridad	SAF SCTY
seleccionar	SEL
selector de bus	BSLR
sellado	SLD
sello contra intemperie	WSL
sello de junta para ajuste de tubo acampanado	FTFGS
sello del aceite	OSL
selsyn	SELS
semana	WK
semiconductor	SEMICOND
semicontrafuego	SFPRF
semifijo	SFXD
semiforo	SMPHR
semirremolque	STLR
seno	SIN
seno hiperbólico	SINH
seno versado	VERS
sensibilizado	SNTZD
sensibilizar	SNTZG
sensible	SENS
sensor	SNSR
sentido	SEN
señal	SIG
señal discernible mínima	MDS
señal única	SSIG
señalización	SNLG
separar	SEP
serie	SER
serie de instrucciones estándar	SIS
serie de modo tipo	TMS
servicio	SVCE
servicio de alimentos	FDSVC
servicio intermitente	IDTY
servidor	SVR
servir	SERG
servomecanismo	SERVO
servomotor	SVTR
sextante	SXTN
séxtuple	SXT
siempre cerrado	EVRLK
silenciador	MUF
silenciar	SILG
silla	SDL
símbolo	SYM
simétrico	SYMM
similar	SIM
simposio	SYMP
simulador de tabulador	TABSYM
sin	WO
sin blanquear	UBL
sin cabeza	HDLS
sin carga	NLD
sin costura	SMLS
sin dibujo	ND
sin explosión	WOBO
sin lengua	TGLS
sin marca	UNMKD
sin montar	UNMTD
sin plomo	NL
sin rebaba	FLHLS
sin regulación	UNRGLTD
sin sexo (conector)	SXL
sin soldadura	WLDS
sin terminar	UNFIN
sin tratamiento	UTRTD
sincronizar	SYNC
síncrono	SYN
sinterizar	SNTR
sintético	SYNTH
sistema de alimentación ininterrumpida	UPS
sistema de conmutación electrónica	ESS
sistema de control de incendios	FCS
sistema de control remoto	RCS
sistema indicador de revoluciones	RIS
Sistema Internacional de Unidades	SI

www.FreeLibros.me

Sistema Refrigerante Primario	PCS
sistema	SYS
Sitio de Mantenimiento Operativo del Desempeño	POMSEE
situación	SIT
sobrecarga	OVLD
sobrecarga instantánea	IOL
sobrecarga manual	MANOVLD
sobrecarga normal	NOL
sobrecarrera	OVTR
sobrepotencia	OVPWR
sobresaliente	OVHG
sobretensión	OVV
software	SFW
soldado	WLD
soldador	WLDR
soldadura a gas	GASW
soldadura a tope	BTWLD
soldadura atómica de hidrógeno	ATW
soldadura de arco	ARCW
soldadura de plata	SILS
soldadura de unión de plata	SBU
soldadura en fuerte	BRZ
soldar en fuerte	BRZG
soleado	SNY
solenoide	SOL
solicitar	REQ
solicitud de cambio de ingeniería	ECR
solicitud de cambio manual	MCR
solicitud de cotización	RPQ
soluble	SLBL
solución	SETLG SOLN
solución de tabla	TABSOL
solucionador	RSLVR
sondeo	SURV
sonido	SND
sonido de película	FLMSD
soplador	BLO
soplador de entrada	FNI
soplador de salida	FNO
soplete	BLWT
soporte	BRKT
soporte de fusibles	FUHLR
soporte de pivote	SWGBKT
soporte lógico	FMW
sostenimiento	STNG
subcalibre	SUBCAL
subcarga	UNDVD
subconjunto de actualización de carga	LUS
subcorriente	UNDC
subensamble	SUBASSY
subestación	SUBSTA
subestructura	SUBSTR
subfrecuencia	UNDF
submarino	SUB
subminiatura	SUBMIN
subsecuente	SUBQ
subtensión	UNDV
sudor	SWT
suelo de mármol	MRF
suficiente	SUF
sufijo	SUFF
sujetador	FSTNR
sujeto	SUBJ
suma de raíces cuadradas	RSS
sumatoria	SUM
sumergible	SBM
sumergido	SUBMG
suministro de energía de emergencia	EMPS
supercalentador	SUPHTR
supercarga	SPCHG
superestructura	SUPERSTR
superficie	SURF
superficie maquinada	MASU
superheterodino	SUPERHET
superintendente	SUPT
superior	UPR
superior e inferior	UL
supersensible	SUPSENS
supervisar	SUPV
supervisor	FMAN
supervivencia	SRVL
suplemento	SUPPL
supresión	SUPPR
suspender	SUSP
suspensión de resorte de voluta vertical	VVSS
suspensión de resorte en voluta horizontal	HVSS
sustituir	SUBST
sustituir	SUPSD
sustrato	SBSTR

T

tabla con revestimiento de yeso	GSB
tabla de calibres	GABD
tabla de madera	LBR
tablas de equipos	TE
tablero de fibra	FBRBD
tablero de fibra, corrugado	FBDC
tablero de fibra, doble pared	FDWL
tablero de fibra, sólido	FBDS
tablero de interruptores	SWBD
tablero de pie	FBM
tablero único	SSBD
tablón de aluminio perforado	PAP
tabular	TAB
tacómetro	TACH
tacómetro con registro	RTM
tacómetro voltímetro	TVM
táctico	TAC
taller	WKS
tamaño inferior	US
tan pronto como sea posible	ASAP
tándem	TDM
tangente	TAM
tangente hiperbólica	TANH
tanque de almacenamiento de agua potable	FWDCT
tanque de combustible	FTK
tanque ligero	LTTK
tanque sumidero	SMTK
tapón amplificador	BA
tapón de tubo	PPG
tapón del aceite	OPLG
tarjeta de circuitos impresos	PWB
tarjeta hija	DTRBD
tarjeta madre	MTHBD
tasa de falla	FR
tasa de flujo	FLRT
techado	RFG
techo acústico rociado suspendido	SSAC

www.FreeLibros.me

techo con rocío acústico	SAC
techo de construcción con superficie lisa	SSBR
techo de metal	METR
techo de servicio	SRVCLG
techo de superficie mineral	MSR
techo de tablillas de madera	WSR
techo de teja	TSR
techo de teja acústica suspendido	SATC
techo de tejas asfálticas	ASPHRS
techo de tejas de barril	BTR
techo de yeso acústico suspendido	SAPC
techo de yeso enlucido	GPC
techo de yeso suspendido	SPC
teclado	KYBD
técnico	TECH
teja de pizarra para techo	SSR
teja de techo acústico	ATC
telecomunicaciones	TELECOM
teléfono	TEL
telemetría	TLMY
telémetro	TLM
telescopio	TLSCP
televisión	TV
televisión por cable	CATV
temperatura	TEMP
temperatura de gases de escape	EGT
temperatura y presión normales	NTP
templado	TMPD
templar	TEM
temporizado	TMD
temporizador	TMR
tensión	TNSN
tentativo	TNTV
teórico	THEOR
terciario	TER
térmico	THRM
terminal	TERM
terminal de representación de video	VDT
termistor	THMS
termoide	TH
termómetro	THERM
termostático	THRMSTC
termostato	THERMO
teróhmetro	TOHM
tetracloruro	TET
tetrafluoretileno	TETFLEYNE
tetranitrato de pentaeritrito	PETN
textil	TXTL
tiempo de vuelo	TMFL
tiempo desde arreglo	TSO
tiempo desde nuevo	TSN
tiempo eléctrico, superinstantáneo	ETSQ
Tiempo medio de Greenwich	GMT
tiempo medio entre fallas	MTBF
tiempo medio hasta la falla	MTTF
tiempo medio hasta la primera falla	MTTFF
tiempo medio hasta la reparación	MTTR
tiempo real	RT
tiempo total	TT
tiempo universal coordinado	UTC
tierra	GND
tierra de filamento	FG
timbre	BUZ
timón	RUD TLR
tinta de hidro-forma	HFD
típico	TYP
tipo de descarga	FLTP
tira divisora de latón	BDS
tira metálica	METS
tiristor	THYR
tiro forzado	FD
tobogán	TOB
toldo	AWN
tolerancia de posición verdadera	TPTOL
tolerancia	TOL
tolva	HPR
toma	INTK
toma central de filamento	FCT
toma central	CT
toma de entrada	INL
toma estriada	FLUSOC
tono y alarma	TNALM
tope de bola	BSP
tope de puerta	DST
torio de magnesio	MAGTHOR
tornillo	SCR
tornillo de ajuste	SSCR
tornillo de fijación	LKSCR
tornillo de máquina	MSCR
tornillo tangente sinfín	ETS
tornillo y yugo exterior	OSY
torniquete	TRNBKL
torpedo	TORP
torquímetro	TORM
torre	TWR
torreta	TUR
torsión	TRSN
torsional	TORNL
tostar	RSTG
total	TOT
totalizar	TOTLZ
trabajo plano	FLWK
trabazón	WBG
traductor de entrada	INXLTR
traductor	XLTR
tráfico	TRFC
trailer	TRLR
tramado	DTER
tramo extremo	ESTN
transceptor	XCVR
transcribe	TRSCB
transcribir	TRSBG
transcriptor	TRSBR
transductor de entrada y salida en tiempo real	RIOT
transductor de modo	MXDCR
transductor	XDCR
transferencia	XFR
transferencia de control del voltaje	VCT
transformada discreta de Fourier	DFT
transformador	XFMR
transformador automático	AXFMR
transformador de corriente constante	CCT
transformador de interfaz	INTPHTR
transformador de voltaje variable	VARITRAN
transformador doble de corriente secundaria	DSCT

www.FreeLibros.me

transición	TRNSN
transistor bajo prueba	TUT
transistor de aleación de silicio de precisión	SPAT
transistor de efecto de campo con puerta aislada	IGFET
transistor de efecto de campo	FET
transistor de efecto en campo de óxido metálico semiconductor	MOSFET
transistor de efecto en el campo de unión	JFET
transistor de óxido metálico semiconductor	MOST
transistor de película delgada	TFT
transistor de salida	OUTXLTR
transistor difuso unilateral de silicio	SUDT
transistor lógico de diodo	DTL
transistor lógico resistor de diodo	DRTL
transistor monounión programable	PUJT
transistor monounión	UJT
transistor negativo positivo negativo	NPN
transistor pasivo epitaxial plano	PEP
transistor positivo negativo positivo	PNP
transistorizado	TSTRZ
transmisión	XMSN
transmisión de doble velocidad	DSD
transmisión diesel de banda	DBD
transmisión directa	DDR
transmisor	XMTR
transmisor de control	CX
transmisor de demanda térmica	TDX
transmisor de telemetría	TMX
transmisor indicador	INDTR
transmitido	XMTD
transmitir	XMT
transparente	TRANS
transponer	TRNPS
transportación	TRANSP
transportador	PROTR SHTL
transposición	TPSN
transversal	TRANSV
trapezoide	TRAP
tratado	TRTD
tratamiento	TRTMT
tratamiento térmico completo	FHT
tratamiento térmico	HTTR
travesaño	XBAR
travesaño tándem	XBT
trayectoria	TRAJ
trazado	DFTG
tren	RY
trenza	BRD
trenzado	TW
trepidación	FLUT
tres conductores	3C
tres hilos	3W
tres polos y doble tiro	3PDT
tres polos y un solo tiro	3PST
tres polos	3P
tres vías	3WAY
triángulo	TRNGL
tributario	TRIB
trifásico	3PH
trinitrotolueno	TNT
trinquete	RCHT
triodo	TRI
triple	TPL
triple pared	TPLW
triple tiro	3T
triples	TRX
triturador	SHRDR
troposfera	TROPO
tubería	PP
tubería de concreto no reforzado	NRCP
tubería de hierro	IP
tubería metálica eléctrica	EMT
tubo de alcantarilla de concreto reforzado	RCCP
tubo de concreto reforzado	RCP
tubo de descarga eléctrica	EDT
tubo de ondas viajeras	TWT
tubo de rayos catódicos	CRT
tubo de vacío	VT
tubo de ventilación	VP
tubos de acero sin costura	SSTU
túnel	TNL
tungsteno	TUNG
turbina	TURB
turbina de agua	WTURB
turbina de gas	GTRB

U

últimas entradas primeras salidas	LIFO
último	ULT
ultravioleta	UV
umbral de descarga del metal	FMT
umbral de descarga	FT
umbral de mármol	MRT
un cuarto de fase	1/4PH
un cuarto duro	1/4H
un cuarto redondeado	1/4RD
único	NSLF SGL
unidad aritmética	ARITHU
unidad astronómica	AU
unidad auxiliar de alimentación	APU
unidad bajo prueba	UUT
unidad básica estructural enlozada	GSUB
unidad central de procesamiento	CPU
unidad de conmutación de circuitos	CSU
unidad de control de cámara	CCU
unidad de control de potencia	PCU
unidad de la fuente de alimentación	PSU
unidad de medición inercial	IMU
unidad de procesamiento	PROCU
unidad de registro	RD
unidad de reproducción	RU
unidad de taller reemplazable	SRU
unidad de transmisión	DRU
unidad de velocidad constante	CDS
unidad de ventana	WU
unidad de volumen	VU
unidad frontal enlozada	GFU
unidad frontal estructural enlozada	GSFU
unidad izquierda	LHDR
unidad lógica aritmética	ALU
unidad lógica	LU
unidad múltiple	MU
unidad pirógena	PYGN
unidad térmica británica	BTU
unidades estructurales enlozadas	GSU

www.FreeLibros.me

unidades térmicas	THM
unido	BND
unificado	UN
uniforme	UNIF
unión	JCT BNDG
unión de crecimiento	GJ
universal	UNIV
usado con	UW
usado en	UO
usar cuando sea requerido	UAR
utensilio	UTN
utilidad	UTIL

V

vacío	VAC
vagón	WAG
valor	VAL
válvula	V
válvula de alivio	RV
válvula de cierre	SOV
válvula de compuerta	GTV
válvula de descarga	FV
válvula de globo	GLV
válvula de parada automática y retención	AUTOSCV
válvula de poste indicador	PIV
válvula de retención automática	AUTOCV
válvula de retención de alarma	ACV
válvula de seguridad	SV
válvula de solenoide	SOLV
válvula de tope de globo	GSV
válvula de tubería seca	DPV
válvula operada electrónicamente	ELV
vapor	STMG
vapor a alta presión	HPS
vaporizar	VPR
varactor	VRCTR
var-horímetro	VARHM
variable	VAR
variable de punto flotante	VFLPT
variación media	MV
variado	ASRT
variante	VRYG
varias velocidades	MLTSP
varilla de atracción	PLRD
varilla de nivel	DPSK
varilla de presión	PRD
varilla del aceite	ODPSK
varistor	VRIS
vástago	SHK
vástago cónico	TS
vástago de válvula	VSTM
vatímetro	WM
vatio-hora	WH
vegetal	VEG
vehículo	VEH
vehículo deslizante	SCTR
vehículo todo terreno	ATV
velocidad	VEL
velocidad ajustable	ADJSP
velocidad inicial	IV
velocidad verdadera	TAS
velocidad y posición Doppler	DOVAP
velocímetro	SPDOM
ventana	WDO
ventana arquitectónica proyectada	APW
ventana con base de acero	SBW
ventana de madera abatible	WCW
ventana de madera tipo toldo	WATW
ventana metálica abatible	MCW
ventana metálica tipo toldo	MATW
ventila a prueba de luz	LPTR
ventilación de escape	EXHV
ventilar	VENT
verbatim	VERB
verde	GRN
verificación	VERIF
verificación de unidad	UK
verificar	VRFY
vernier	VERN
versátil	VERST
vertical	VERT
vértice	VTX
vestíbulo	FOY VEST
viajar	TRVLG
viaje derivado	SHTR
viajero	TRVLR
viajes redondos por hora	RTPH
vibrar	VIB
video	VID
vidrio armado	WGL
vidrio esmerilado	GGL
viga clistron sencilla	SBK
viga preformada	PFB
violeta	VIO
viscosímetro	VISMR
visible	VSBL
vista posterior	BV
visual	VIS
vítreo	VIT
volante manual	HNDWL
volante	FLYWHL
voltaje de trabajo	WV
voltaje equilibrado	BALV
voltaje inverso pico	PRV
voltaje máximo de trabajo	MWV
voltámetro	VAM
voltamperímetro con registro	RVARM
volteado	TRND
voltear	TURN
volteo	DMPG
voltímetro	VM
voltímetro de tubo de vacío	VTVM
voltímetro diferencial de termopar	DTVM
voltímetro digital	DVM
voltímetro electrónico	EVN
voltímetro reactivo	RVM
voltios por mil	VMIL
voltóhmetro electrónico	EVOM
volumen	VOL
volumétrico	VLMTRC
voluta	VLT
voz	VO
vulcanizar	VULC

W

wafer	WFR
Walseal	WLSL
West	W
Woodruff	WDF

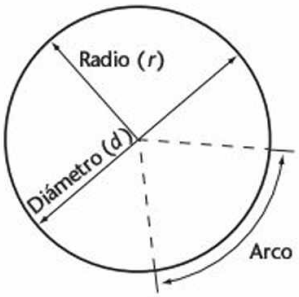
Y

yeso	GYP PLAS

www.FreeLibros.me

3 FÓRMULAS ÚTILES PARA ENTIDADES GEOMÉTRICAS

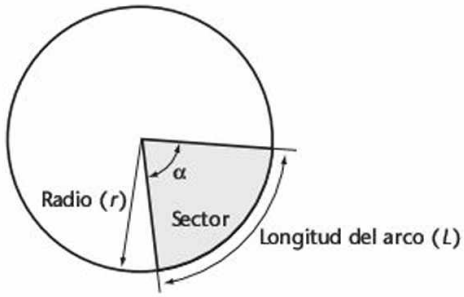
Fórmulas para círculos



Círculo*

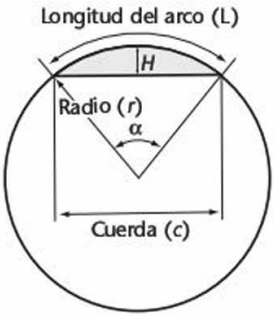
Área	$A = \ r^2$
	$A = 3.141r^2$
	$A = 0.7854d^2$
Radio	$r = d/2$
Diámetro	$d = 2r$
Circunferencia	$C = 2\ r$
	$C = \ d$
	$C = 3.141d$

*Nota: 22/7 y 3.141 son dos distintas aproximaciones a .



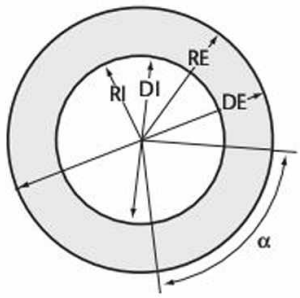
Sector de un círculo

Área	$A = \dfrac{3.141r^2\alpha}{360}$
Arco (longitud)	$L = \dfrac{2\ r}{360}\ \alpha$
	$L = 0.01745r\alpha$
Ángulo	$\alpha = \dfrac{L}{0.01745r}$
Radio	$r = \dfrac{L}{0.01745\alpha}$



Segmento de un círculo

Área	$A = \dfrac{1}{2}(r\ \ L\ \ c(r\ \ h))$
Arco (longitud)	$L = 0.01745r\alpha$
Ángulo	$\alpha = \dfrac{57.296L}{r}$
Altura	$H = r\ \ \dfrac{1}{2}\sqrt{4r^2\ \ c^2}$
Cuerda	$c = 2r\,\text{sen}\,\alpha$



Anillo circular

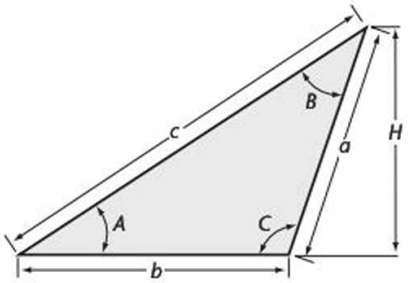
Área del anillo	$A = 0.7854\ (DE^2 - DI^2)$
Área de un sector del anillo	$a = 0.00873\ \alpha(RE^2 - RI^2)$
	$a = 0.00218\ \alpha(DE^2 - DI^2)$

DE = diámetro exterior
DI = diámetro interior
α = ángulo del sector del anillo
RE = radio exterior
RI = radio interior

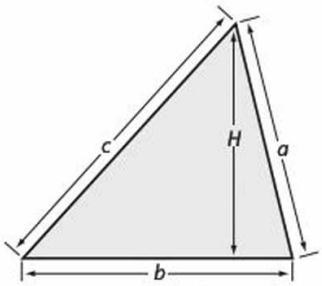
www.FreeLibros.me

Fórmulas para triángulos

Cualquier triángulo



Triángulo de ángulo obtuso



Triángulo de ángulo agudo

Área $A = 1/2bH = \frac{Hb}{2}$

$A = \sqrt{S(S\ \ a)(S\ \ b)(S\ \ c)}$

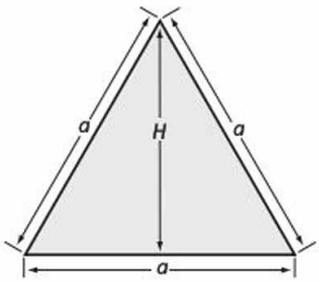
$S = 1/2\ (a + b + c)$

Perímetro $P = a + b + c$

Altura $H = \frac{2}{b}\sqrt{S(S\ \ a)(S\ \ b)(S\ \ c)}$

Sumatoria de ángulos, $180° = A + B + C$

Triángulo equilátero



Área $A = a^2\frac{\sqrt{3}}{4}$ $0.433a^2$

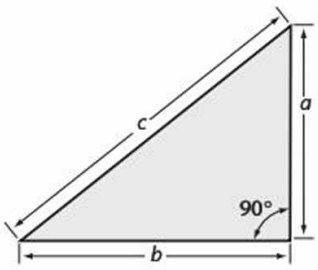
$A = 0.577H^2$

$A = \frac{a^2}{2}$ o $\frac{aH}{2}$

Perímetro $P = 3a$

Altura $H = \frac{a}{2}\sqrt{3}$ $0.866a$

Triángulo rectángulo



Área $A = \frac{ba}{2}$

Perímetro $P = a + b + c$

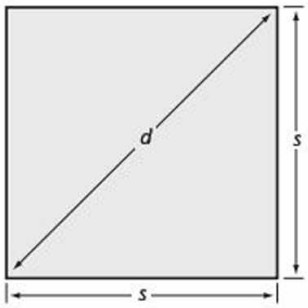
Altura $a = \sqrt{c^2\ \ b^2}$

Base $b = \sqrt{c^2\ \ a^2}$

Hipotenusa $c = \sqrt{a^2\ \ b^2}$

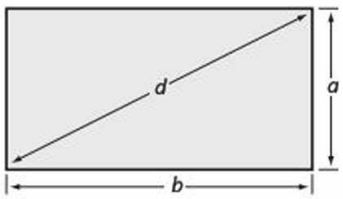
www.FreeLibros.me

Fórmulas para polígonos de cuatro lados



Cuadrado

Área $A = s^2$
$A = 0.5d^2$
Lado $s = 0.707d$
Diagonal $d = 1.414s$
Perímetro $P = 4s$



Rectángulo

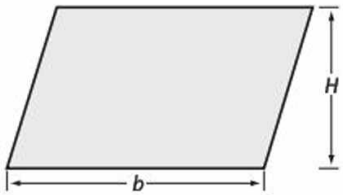
Área $A = ab$

Lado a $a = \sqrt{d^2 \quad b^2}$

Lado b $b = \sqrt{d^2 \quad a^2}$

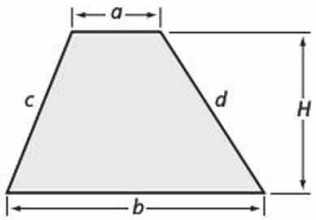
Diagonal $d = \sqrt{a^2 \quad b^2}$

Perímetro $P = 2\,(a + b)$



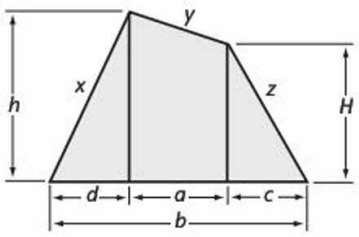
Paralelogramo

Área $A = Hb$
Altura $H = A/b$
Base $b = A/H$



Trapezoide

Área $A = 1/2\,(a + b) \bullet H$
Perímetro $P = a + b + c + d$



Trapecio

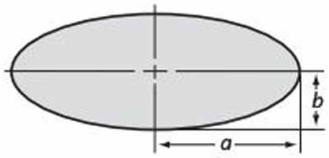
Área $A = \dfrac{a(H + h) + cH + dh}{2}$

Área Otro método consiste en dividir el área en dos triángulos, hallar el área de cada uno y sumar las áreas obtenidas.

Perímetro $P = b + x + y + z$

www.FreeLibros.me

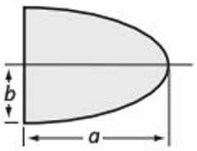
Fórmulas para elipses y parábolas



Elipse

Área $A = ab$
$A = 3.142ab$

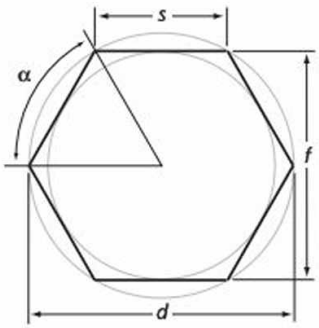
Perímetro $P = 6.283 \dfrac{\sqrt{a^2 \quad b^2}}{2}$



Parábola

Área $A = 2/3\ ab$

Fórmulas para polígonos regulares



Con varios lados

Área $A = n \dfrac{s \quad \frac{1}{2}f}{2}$

n = *cantidad de lados*

Lado $s = 2\sqrt{\frac{1}{2}d^2 \quad \frac{1}{2}f^2}$

Caras f = distancia entre caras, diámetro del círculo inscrito
Diagonal d = diámetro del círculo circunscrito
Perímetro P = suma de los lados
Ángulo $\alpha = 360/n$

Hexágono

Área	$A = 0.866f^2$
	$A = 0.650d^2$
	$A = 2.598s^2$
Lado	$s = 0.577f$
	$s = 0.5d$
Caras	$f = 1.732s$
	$f = 0.866d$
Diagonal	$d = 2s$
	$d = 1.155f$
Perímetro	$P = 6s$
Ángulo	$\alpha = 60$

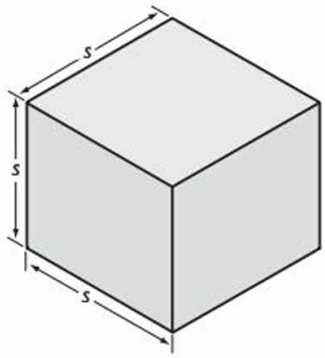
Octágono

Área	$A = 0.828f^2$
	$A = 0.707d^2$
	$A = 4.828s^2$
Lado	$s = 0.414f$
	$s = 0.383d$
Caras	$f = 2.414s$
	$f = 0.924d$
Diagonal	$d = 2.613s$
	$d = 1.083f$
Perímetro	$P = 8s$
Ángulo	$\alpha = 45$

www.FreeLibros.me

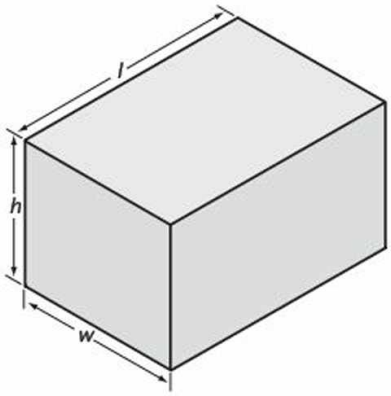
Fórmulas para formas en 3D

Cubo



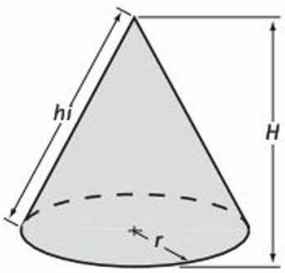
Volumen	$V = s^3$
Área superficial	$AS = 6s^2$
Lado	$s = \sqrt[3]{V}$

Prisma rectangular



Volumen	$V = lwh$
Área superficial	$AS = 2(lw + lh + wh)$
Longitud	$l = V/hw$
Ancho	$w = V/lh$
Altura	$h = V/lw$

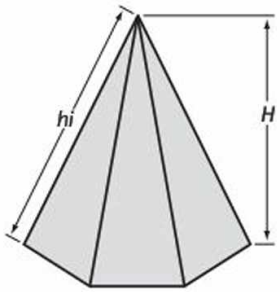
Cono (circular recto)



Volumen	$V = 1/3\ hi$*
	A = área de la base
	$V = 1/3\pi r^2 H$
	r = radio de la base
Altura inclinada	$hi = \sqrt{r^2 + H^2}$
Área superficial	AS = (1/2 perímetro de la base • hi) + πr^2
	$AS = \pi r(hi) + \pi r^2$
Área superficial lateral	$ASL = \pi r(hi)$

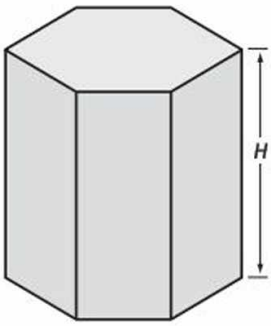
*Nota: Verdadero para cualquier cono o pirámide

Pirámide



Volumen	$V = 1/3\ AH$
	A = área de la base
Superficie del área	AS = (1/2 perímetro de la base • hi) + A
Altura inclinada	$hi = \sqrt{r^2 + h^2}$
	r = radio del círculo circunscrito alrededor de la base

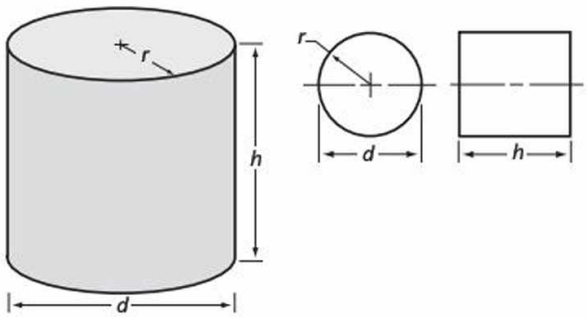
www.FreeLibros.me



Prisma

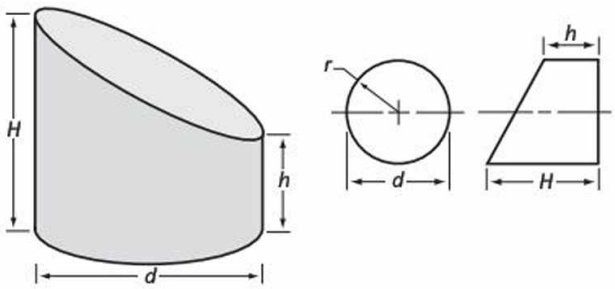
Volumen $V = AH^*$
A = área de la base
(vea el polígono de varios lados)
Área superficial AS = (área de cada panel) + $2A$

*Nota: Verdadero para cualquier prisma o cilindro con bases paralelas



Cilindro (circular recto)

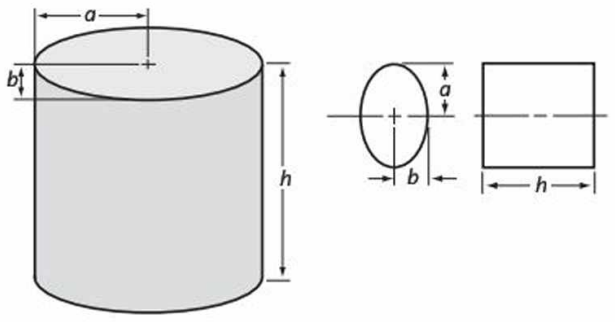
Volumen $V = Ah$
$V = \pi r^2 h$
$V = 0.7854 d^2 h$
Área superficial $AS = \pi dh + 2\pi r^2$
$AS = 2\pi rh + 2\pi r^2$
$AS = 6.283rh + 6.283r^2$
Área superficial lateral $ASL = 2\pi rh$



Tronco de un cilindro

Volumen $V = \pi r^2 \dfrac{H + h}{2}$

$V = 1.5708 r^2 (H + h)$
$V = 0.3927 d^2 (H + h)$
Área superficial lateral $ASL = \pi r(H + h)$
$ASL = 1.5708 d(H + h)$



Cilindro elíptico

Volumen $V = \pi abh$

Área superficial lateral $ASL = \pi h\sqrt{a^2 + b^2}$

www.FreeLibros.me

4 Ajustes de rieles y deslizantes;[a] American National Standard

RC 1 Los *ajustes deslizantes apretados* están destinados a la ubicación exacta de piezas que deben ensamblarse sin que haya un juego perceptible.

RC 2 Los *ajustes deslizantes* están destinados para ubicaciones exactas, pero con un mayor espacio libre que la clase RC 1. Las piezas sometidas a este ajuste se mueven y giran con facilidad, pero no se pretende que corran libremente, y en los tamaños más grandes pueden dimensionarse considerando pequeños cambios en la temperatura.

RC 3 Los *ajustes de rotación precisos* son parecidos a los ajustes más apretados de los cuales puede esperarse que corran libremente y están destinados para trabajos de precisión a baja velocidad y presiones de apoyo ligeras, pero no son adecuados donde es probable encontrar diferencias apreciables de temperatura.

RC 4 Los *ajustes apretados de rotación* están destinados principalmente para ajustes giratorios en maquinaria exacta con velocidades y presiones moderadas sobre la superficie de apoyo, en los que se desea una ubicación exacta y un juego mínimo.

Sistema básico de orificios. **Los límites se dan en milésimas de pulgada**. Los límites para el orificio y el eje se aplican algebraicamente al tamaño básico para obtener los límites de tamaño de las piezas. Los datos en **negritas** se dan de conformidad con las convenciones ABC. Los símbolos H5, g5, etc., son designaciones de orificios y ejes usadas en el Sistema ABC.

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase RC 1			Clase RC 2			Clase RC 3			Clase RC 4		
	Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H5	Eje g4		Orificio H6	Eje g5		Orificio H7	Eje f6		Orificio H8	Eje f7
0–0.12	0.1 0.45	+0.2 −0	−0.1 −0.25	0.1 0.55	+0.25 −0	−0.1 −0.3	0.3 0.95	+0.4 −0	−0.3 −0.55	0.3 1.3	+0.6 −0	−0.3 −0.7
0.12–0.24	0.15 0.5	+0.2 −0	−0.15 −0.3	0.15 0.65	+0.3 −0	−0.15 −0.35	0.4 1.12	+0.5 −0	−0.4 −0.7	0.4 1.6	+0.7 −0	−0.4 −0.9
0.24–0.40	0.2 0.6	+0.25 −0	−0.2 −0.35	0.2 0.85	+0.4 −0	−0.2 −0.45	0.5 1.5	+0.6 −0	−0.5 −0.9	0.5 2.0	+0.9 −0	−0.5 −1.1
0.40–0.71	0.25 0.75	+0.3 −0	−0.25 −0.45	0.25 0.95	+0.4 −0	−0.25 −0.55	0.6 1.7	+0.7 −0	−0.6 −1.0	0.6 2.3	+1.0 −0	−0.6 −1.3
0.71–1.19	0.3 0.95	+0.4 −0	−0.3 −0.55	0.3 1.2	+0.5 −0	−0.3 −0.7	0.8 2.1	+0.8 −0	−0.8 −1.3	0.8 2.8	+1.2 −0	−0.8 −1.6
1.19–1.97	0.4 1.1	+0.4 −0	−0.4 −0.7	0.4 1.4	+0.6 −0	−0.4 −0.8	1.0 2.6	+1.0 −0	−1.0 −1.6	1.0 3.6	+1.6 −0	−1.0 −2.0
1.97–3.15	0.4 1.2	+0.5 −0	−0.4 −0.7	0.4 1.6	+0.7 −0	−0.4 −0.9	1.2 3.1	+1.2 −0	−1.2 −1.9	1.2 4.2	+1.8 −0	−1.2 −2.4
3.15–4.73	0.5 1.5	+0.6 −0	−0.5 −0.9	0.5 2.0	+0.9 −0	−0.5 −1.1	1.4 3.7	+1.4 −0	−1.4 −2.3	1.4 5.0	+2.2 −0	−1.4 −2.8
4.73–7.09	0.6 1.8	+0.7 −0	−0.6 −1.1	0.6 2.3	+1.0 −0	−0.6 −1.3	1.6 4.2	+1.6 −0	−1.6 −2.6	1.6 5.7	+2.5 −0	−1.6 −3.2
7.09–9.85	0.6 2.0	+0.8 −0	−0.6 −1.2	0.6 2.6	+1.2 −0	−0.6 −1.4	2.0 5.0	+1.8 −0	−2.0 −3.2	2.0 6.6	+2.8 −0	−2.0 −3.8
9.85–12.41	0.8 2.3	+0.9 −0	−0.8 −1.4	0.8 2.9	+1.2 −0	−0.8 −1.7	2.5 5.7	+2.0 −0	−2.5 −3.7	2.5 7.5	+3.0 −0	−2.5 −4.5
12.41–15.75	1.0 2.7	+1.0 −0	−1.0 −1.7	1.0 3.4	+1.4 −0	−1.0 −2.0	3.0 6.6	+2.2 −0	−3.0 −4.4	3.0 8.7	+3.5 −0	−3.0 −5.2

[a] Tomado de ANSI B4.1-1967 (R1994). Para diámetros mayores, vea la norma.

www.FreeLibros.me

4 Ajustes de rieles y deslizantes;[a] American National Standard (Continuación)

RC 5, RC 6: Los *ajustes de rotación medios* están destinados a velocidades de funcionamiento mayores, a presiones de apoyo más fuertes, o a ambas.

RC 7: Los *ajustes de rotación libres* están destinados a ser utilizados cuando la precisión no es esencial, cuando es probable encontrar grandes variaciones de temperatura, o cuando se presentan ambas condiciones.

RC 8, RC 9: Los *ajustes de rotación holgados* están destinados para su uso siempre que se requieran tolerancias comerciales, junto con una holgura, en el elemento externo.

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase RC 5			Clase RC 6			Clase RC 7			Clase RC 8			Clase RC 9		
	Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H8	Eje e7		Orificio H9	Eje e8		Orificio H9	Eje d8		Orificio H10	Eje c9		Orificio H11	Eje
0–0.12	**0.6**	**+0.6**	**−0.6**	**0.6**	**+1.0**	**−0.6**	**1.0**	**+1.0**	**−1.0**	**2.5**	**+1.6**	**−2.5**	4.0	**+2.5**	−4.0
	1.6	**−0**	**−1.0**	**2.2**	**−0**	**−1.2**	**2.6**	**−0**	**−1.6**	**5.1**	**−0**	**−3.5**	8.1	**−0**	−5.6
0.12–0.24	**0.8**	**+0.7**	**−0.8**	**0.8**	**+1.2**	**−0.8**	**1.2**	**+1.2**	**−1.2**	**2.8**	**+1.8**	**−2.8**	4.5	**+3.0**	−4.5
	2.0	**−0**	**−1.3**	**2.7**	**−0**	**−1.5**	**3.1**	**−0**	**−1.9**	**5.8**	**−0**	**−4.0**	9.0	**−0**	−6.0
0.24–0.40	**1.0**	**+0.9**	**−1.0**	**1.0**	**+1.4**	**−1.0**	**1.6**	**+1.4**	**−1.6**	**3.0**	**+2.2**	**−3.0**	5.0	**+3.5**	−5.0
	2.5	**−0**	**−1.6**	**3.3**	**−0**	**−1.9**	**3.9**	**−0**	**−2.5**	**6.6**	**−0**	**−4.4**	10.7	**−0**	−7.2
0.40–0.71	**1.2**	**+1.0**	**−1.2**	**1.2**	**+1.6**	**−1.2**	**2.0**	**+1.6**	**−2.0**	**3.5**	**+2.8**	**−3.5**	6.0	**+4.0**	−6.0
	2.9	**−0**	**−1.9**	**3.8**	**−0**	**−2.2**	**4.6**	**−0**	**−3.0**	**7.9**	**−0**	**−5.1**	12.8	**−0**	−8.8
0.71–1.19	**1.6**	**+1.2**	**−1.6**	**1.6**	**+2.0**	**−1.6**	**2.5**	**+2.0**	**−2.5**	**4.5**	**+3.5**	**−4.5**	7.0	**+5.0**	−7.0
	3.6	**−0**	**−2.4**	**4.8**	**−0**	**−2.8**	**5.7**	**−0**	**−3.7**	**10.0**	**−0**	**−6.5**	15.5	**−0**	−10.5
1.19–1.97	**2.0**	**+1.6**	**−2.0**	**2.0**	**+2.5**	**−2.0**	**3.0**	**+2.5**	**−3.0**	**5.0**	**+4.0**	**−5.0**	8.0	**+6.0**	−8.0
	4.6	**−0**	**−3.0**	**6.1**	**−0**	**−3.6**	**7.1**	**−0**	**−4.6**	**11.5**	**−0**	**−7.5**	18.0	**−0**	−12.0
1.97–3.15	**2.5**	**+1.8**	**−2.5**	**2.5**	**+3.0**	**−2.5**	**4.0**	**+3.0**	**−4.0**	**6.0**	**+4.5**	**−6.0**	9.0	**+7.0**	−9.0
	5.5	**−0**	**−3.7**	**7.3**	**−0**	**−4.3**	**8.8**	**−0**	**−5.8**	**13.5**	**−0**	**−9.0**	20.5	**−0**	−13.5
3.15–4.73	**3.0**	**+2.2**	**−3.0**	**3.0**	**+3.5**	**−3.0**	**5.0**	**+3.5**	**−5.0**	**7.0**	**+5.0**	**−7.0**	10.0	**+9.0**	−10.0
	6.6	**−0**	**−4.4**	**8.7**	**−0**	**−5.2**	**10.7**	**−0**	**−7.2**	**15.5**	**−0**	**−10.5**	24.0	**−0**	−15.0
4.73–7.09	**3.5**	**+2.5**	**−3.5**	**3.5**	**+4.0**	**−3.5**	**6.0**	**+4.0**	**−6.0**	**8.0**	**+6.0**	**−8.0**	12.0	**+10.0**	−12.0
	7.6	**−0**	**−5.1**	**10.0**	**−0**	**−6.0**	**12.5**	**−0**	**−8.5**	**18.0**	**−0**	**−12.0**	28.0	**−0**	−18.0
7.09–9.85	**4.0**	**+2.8**	**−4.0**	**4.0**	**+4.5**	**−4.0**	**7.0**	**+4.5**	**−7.0**	**10.0**	**+7.0**	**−10.0**	15.0	**+12.0**	−15.0
	8.6	**−0**	**−5.8**	**11.3**	**−0**	**−6.8**	**14.3**	**−0**	**−9.8**	**21.5**	**−0**	**−14.5**	34.0	**−0**	−22.0
9.85–12.41	5.0	**+3.0**	−5.0	5.0	**+5.0**	−5.0	8.0	**+5.0**	**−8.0**	**12.0**	**+8.0**	**−12.0**	18.0	**+12.0**	−18.0
	10.0	**−0**	−7.0	13.0	**−0**	−8.0	16.0	**−0**	−11.0	**25.0**	**−0**	**−17.0**	38.0	**−0**	−26.0
12.41–15.75	6.0	**+3.5**	−6.0	6.0	**+6.0**	−6.0	10.0	**+6.0**	−10.0	**14.0**	**+9.0**	**−14.0**	22.0	**+14.0**	−22.0
	11.7	**−0**	−8.2	15.5	**−0**	−9.5	19.5	**−0**	13.5	**29.0**	**−0**	**−20.0**	45.0	**−0**	−31.0

[a] Tomado de ANSI B4.1-1967 (R1994). Para diámetros mayores, vea la norma.

www.FreeLibros.me

5 Ajustes con ubicación de espacio;[a] American National Standard

LC Los *ajustes de localización con espacio* están destinados a piezas normalmente estáticas pero que pueden ensamblarse o desensamblarse libremente. Se incluyen desde los ajustes sin holgura para piezas que requieren una localización precisa, a través de piezas con ajuste de espacio medio, como los grifos, hasta los ajustes de sujetador holgados, donde la libertad de ensamble es de suma importancia.

Sistema básico de orificios. **Los límites se dan en milésimas de pulgada**. Los límites para el orificio y el eje se aplican algebraicamente al tamaño básico para obtener los límites de tamaño de las piezas. Los datos en **negritas** se dan de conformidad con las convenciones ABC. Los símbolos H6, H5, etc., son designaciones de orificios y ejes de uso en el Sistema ABC.

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase LC 1			Clase LC 2			Clase LC 3			Clase LC 4			Clase LC 5		
	Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H6	Eje h5		Orificio H7	Eje h6		Orificio H8	Eje h7		Orificio H10	Eje h9		Orificio H7	Eje g6
0–0.12	**0** **0.45**	**+0.25** **−0**	**+0** **−0.2**	**0** **0.65**	**+0.4** **−0**	**+0** **−0.25**	**0** **1**	**+0.6** **−0**	**+0** **−0.4**	**0** **2.6**	**+1.6** **−0**	**+0** **−1.0**	**0.1** **0.75**	**+0.4** **−0**	**−0.1** **−0.35**
0.12–0.24	**0** **0.5**	**+0.3** **−0**	**+0** **−0.2**	**0** **0.8**	**+0.5** **−0**	**+0** **−0.3**	**0** **1.2**	**+0.7** **−0**	**+0** **−0.5**	**0** **3.0**	**+1.8** **−0**	**+0** **−1.2**	**0.15** **0.95**	**+0.5** **−0**	**−0.15** **−0.45**
0.24–0.40	**0** **0.65**	**+0.4** **−0**	**+0** **−0.25**	**0** **1.0**	**+0.6** **−0**	**+0** **−0.4**	**0** **1.5**	**+0.9** **−0**	**+0** **−0.6**	**0** **3.6**	**+2.2** **−0**	**+0** **−1.4**	**0.2** **1.2**	**+0.6** **−0**	**−0.2** **−0.6**
0.40–0.71	**0** **0.7**	**+0.4** **−0**	**+0** **−0.3**	**0** **1.1**	**+0.7** **−0**	**+0** **−0.4**	**0** **1.7**	**+1.0** **−0**	**+0** **−0.7**	**0** **4.4**	**+2.8** **−0**	**+0** **−1.6**	**0.25** **1.35**	**+0.7** **−0**	**−0.25** **−0.65**
0.71–1.19	**0** **0.9**	**+0.5** **−0**	**+0** **−0.4**	**0** **1.3**	**+0.8** **−0**	**+0** **−0.5**	**0** **2**	**+1.2** **−0**	**+0** **−0.8**	**0** **5.5**	**+3.5** **−0**	**+0** **−2.0**	**0.3** **1.6**	**+0.8** **−0**	**−0.3** **−0.8**
1.19–1.97	**0** **1.0**	**+0.6** **−0**	**+0** **−0.4**	**0** **1.6**	**+1.0** **−0**	**+0** **−0.6**	**0** **2.6**	**+1.6** **−0**	**+0** **−1**	**0** **6.5**	**+4.0** **−0**	**+0** **−2.5**	**0.4** **2.0**	**+1.0** **−0**	**−0.4** **−1.0**
1.97–3.15	**0** **1.2**	**+0.7** **−0**	**+0** **−0.5**	**0** **1.9**	**+1.2** **−0**	**+0** **−0.7**	**0** **3**	**+1.8** **−0**	**+0** **−1.2**	**0** **7.5**	**+4.5** **−0**	**+0** **−3**	**0.4** **2.3**	**+1.2** **−0**	**−0.4** **−1.1**
3.15–4.73	**0** **1.5**	**+0.9** **−0**	**+0** **−0.6**	**0** **2.3**	**+1.4** **−0**	**+0** **−0.9**	**0** **3.6**	**+2.2** **−0**	**+0** **−1.4**	**0** **8.5**	**+5.0** **−0**	**+0** **−3.5**	**0.5** **2.8**	**+1.4** **−0**	**−0.5** **−1.4**
4.73–7.09	**0** **1.7**	**+1.0** **−0**	**+0** **−0.7**	**0** **2.6**	**+1.6** **−0**	**+0** **−1.0**	**0** **4.1**	**+2.5** **−0**	**+0** **−1.6**	**0** **10**	**+6.0** **−0**	**+0** **−4**	**0.6** **3.2**	**+1.6** **−0**	**−0.6** **−1.6**
7.09–9.85	**0** **2.0**	**+1.2** **−0**	**+0** **−0.8**	**0** **3.0**	**+1.8** **−0**	**+0** **−1.2**	**0** **4.6**	**+2.8** **−0**	**+0** **−1.8**	**0** **11.5**	**+7.0** **−0**	**+0** **−4.5**	**0.6** **3.6**	**+1.8** **−0**	**−0.6** **−1.8**
9.85–12.41	**0** **2.1**	**+1.2** **−0**	**+0** **−0.9**	**0** **3.2**	**+2.0** **−0**	**+0** **−1.2**	**0** **5**	**+3.0** **−0**	**+0** **−2.0**	**0** **13.0**	**+8.0** **−0**	**+0** **−5**	**0.7** **3.9**	**+2.0** **−0**	**−0.7** **−1.9**
12.41–15.75	**0** **2.4**	**+1.4** **−0**	**+0** **−1.0**	**0** **3.6**	**+2.2** **−0**	**+0** **−1.4**	**0** **5.7**	**+3.5** **−0**	**+0** **−2.2**	**0** **15.0**	**+9.0** **−0**	**+0** **−6**	**0.7** **4.3**	**+2.2** **−0**	**−0.7** **−2.1**

[a] Tomado de ANSI B4.1-1967 (R1994). Para diámetros mayores, vea la norma.

www.FreeLibros.me

5 Ajustes con ubicación de espacio;[a] American National Standard (Continuación)

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase LC 6			Clase LC 7			Clase LC 8			Clase LC 9			Clase LC 10			Clase LC 11		
	Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar		Límites de espacio	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H9	Eje f8		Orificio H10	Eje e9		Orificio H10	Eje d9		Orificio H11	Eje c10		Orificio H12	Eje		Orificio H13	Eje
0–0.12	0.3 1.9	+1.0 −0	−0.3 −0.9	0.6 3.2	+1.6 −0	−0.6 −1.6	1.0 3.6	+1.6 −0	−1.0 −2.0	2.5 6.6	+2.5 −0	−2.5 −4.1	4 12	+4 −0	−4 −8	5 17	+6 −0	−5 −11
0.12–0.24	0.4 2.3	+1.2 −0	−0.4 −1.1	0.8 3.8	+1.8 −0	−0.8 −2.0	1.2 4.2	+1.8 −0	−1.2 −2.4	2.8 7.6	+3.0 −0	−2.8 −4.6	4.5 14.5	+5 −0	−4.5 −9.5	6 20	+7 −0	−6 −13
0.24–0.40	0.5 2.8	+1.4 −0	−0.5 −1.4	1.0 4.6	+2.2 −0	−1.0 −2.4	1.6 5.2	+2.2 −0	−1.6 −3.0	3.0 8.7	+3.5 −0	−3.0 −5.2	5 17	+6 −0	−5 −11	7 25	+9 −0	−7 −16
0.40–0.71	0.6 3.2	+1.6 −0	−0.6 −1.6	1.2 5.6	+2.8 −0	−1.2 −2.8	2.0 6.4	+2.8 −0	−2.0 −3.6	3.5 10.3	+4.0 −0	−3.5 −6.3	6 20	+7 −0	−6 −13	8 28	+10 −0	−8 −18
0.71–1.19	0.8 4.0	+2.0 −0	−0.8 −2.0	1.6 7.1	+3.5 −0	−1.6 −3.6	2.5 8.0	+3.5 −0	−2.5 −4.5	4.5 13.0	+5.0 −0	−4.5 −8.0	7 23	+8 −0	−7 −15	10 34	+12 −0	−10 −22
1.19–1.97	1.0 5.1	+2.5 −0	−1.0 −2.6	2.0 8.5	+4.0 −0	−2.0 −4.5	3.0 9.5	+4.0 −0	−3.0 −5.5	5 15	+6 −0	−5 −9	8 28	+10 −0	−8 −18	12 44	+16 −0	−12 −28
1.97–3.15	1.2 6.0	+3.0 −0	−1.2 −3.0	2.5 10.0	+4.5 −0	−2.5 −5.5	4.0 11.5	+4.5 −0	−4.0 −7.0	6 17.5	+7 −0	−6 −10.5	10 34	+12 −0	−10 −22	14 50	+18 −0	−14 −32
3.15–4.73	1.4 7.1	+3.5 −0	−1.4 −3.6	3.0 11.5	+5.0 −0	−3.0 −6.5	5.0 13.5	+5.0 −0	−5.0 −8.5	7 21	+9 −0	−7 −12	11 39	+14 −0	−11 −25	16 60	+22 −0	−16 −38
4.73–7.09	1.6 8.1	+4.0 −0	−1.6 −4.1	3.5 13.5	+6.0 −0	−3.5 −7.5	6.0 16.0	+6 −0	−6 −10	8 24	+10 −0	−8 −14	12 44	+16 −0	−12 −28	18 68	+25 −0	−18 −43
7.09–9.85	2.0 9.3	+4.5 −0	−2.0 −4.8	4.0 15.5	+7.0 −0	−4.0 −8.5	7.0 18.5	+7 −0	−7 −11.5	10 29	+12 −0	−10 −17	16 52	+18 −0	−16 −34	22 78	+28 −0	−22 −50
9.85–12.41	2.2 10.2	+5.0 −0	−2.2 −5.2	4.5 17.5	+8.0 −0	−4.5 −9.5	7.0 20.0	+8 −0	−7 −12	12 32	+12 −0	−12 −20	20 60	+20 −0	−20 −40	28 88	+30 −0	−28 −58
12.41–15.75	2.5 12.0	+6.0 −0	−2.5 −6.0	5.0 20.0	+9.0 −0	−5 −11	8.0 23.0	+9 −0	−8 −14	14 37	+14 −0	−14 −23	22 66	+22 −0	−22 −44	30 100	+35 −0	−30 −65

[a] Tomado de ANSI B4.1-1967 (R1994). Para diámetros mayores, vea la norma.

www.FreeLibros.me

6 Ajustes con ubicación de transición;[a] American National Standard

LT Los *ajustes de transición* representan un punto medio entre los ajustes con espacio y de interferencia; se aplican cuando la precisión de la ubicación es importante, pero se admite un pequeño espacio libre o una pequeña interferencia.

Sistema básico de orificios. **Los límites se dan en milésimas de pulgada**. Los límites para el orificio y el eje se aplican algebraicamente al tamaño básico para obtener los límites de tamaño de las piezas. Los datos en **negritas** se dan de conformidad con las convenciones ABC. "Ajuste" representa la interferencia máxima (menos los valores) y el espacio máximo (más los valores). Los símbolos H7, js6, etc., son designaciones de orificios y ejes de uso en el Sistema ABC.

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase LT 1			Clase LT 2			Clase LT 3			Clase LT 4			Clase LT 5			Clase LT 6		
	Ajuste	Límites estándar		Ajuste	Límites estándar		Ajuste	Límites estándar		Ajuste	Límites estándar		Ajuste	Límites estándar		Ajuste	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H7	Eje js6		Orificio H8	Eje js7		Orificio H7	Eje k6		Orificio H8	Eje k7		Orificio H7	Eje n6		Orificio H7	Eje n7
0–0.12	**−0.10** **+0.50**	**+0.4** **−0**	**+0.10** **−0.10**	**−0.2** **+0.8**	**+0.6** **−0**	**+0.2** **−0.2**							**−0.5** **+0.15**	**+0.4** **−0**	**+0.5** **+0.25**	**−0.65** **+0.15**	**+0.4** **−0**	**+0.65** **+0.25**
0.12–0.24	**−0.15** **+0.65**	**+0.5** **−0**	**+0.15** **−0.15**	**−0.25** **+0.95**	**+0.7** **−0**	**+0.25** **−0.25**							**−0.6** **+0.2**	**+0.5** **−0**	**+0.6** **+0.3**	**−0.8** **+0.2**	**+0.5** **−0**	**+0.8** **+0.3**
0.24–0.40	**−0.2** **+0.8**	**+0.6** **−0**	**+0.2** **−0.2**	**−0.3** **+1.2**	**+0.9** **−0**	**+0.3** **−0.3**	**−0.5** **+0.5**	**+0.6** **−0**	**+0.5** **+0.1**	**−0.7** **+0.8**	**+0.9** **−0**	**+0.7** **+0.1**	**−0.8** **+0.2**	**+0.6** **−0**	**+0.8** **+0.4**	**−1.0** **+0.2**	**+0.6** **−0**	**+1.0** **+0.4**
0.40–0.71	**−0.2** **+0.9**	**+0.7** **−0**	**+0.2** **−0.2**	**−0.35** **+1.35**	**+1.0** **−0**	**+0.35** **−0.35**	**−0.5** **+0.6**	**+0.7** **−0**	**+0.5** **+0.1**	**−0.8** **+0.9**	**+1.0** **−0**	**+0.8** **+0.1**	**−0.9** **+0.2**	**+0.7** **−0**	**+0.9** **+0.5**	**−1.2** **+0.2**	**+0.7** **−0**	**+1.2** **+0.5**
0.71–1.19	**−0.25** **+1.05**	**+0.8** **−0**	**+0.25** **−0.25**	**−0.4** **+1.6**	**+1.2** **−0**	**+0.4** **−0.4**	**−0.6** **+0.7**	**+0.8** **−0**	**+0.6** **+0.1**	**−0.9** **+1.1**	**+1.2** **−0**	**+0.9** **+0.1**	**−1.1** **+0.2**	**+0.8** **−0**	**+1.1** **+0.6**	**−1.4** **+0.2**	**+0.8** **−0**	**+1.4** **+0.6**
1.19–1.97	**−0.3** **+1.3**	**+1.0** **−0**	**+0.3** **−0.3**	**−0.5** **+2.1**	**+1.6** **−0**	**+0.5** **−0.5**	**−0.7** **+0.9**	**+1.0** **−0**	**+0.7** **+0.1**	**−1.1** **+1.5**	**+1.6** **−0**	**+1.1** **+0.1**	**−1.3** **+0.3**	**+1.0** **−0**	**+1.3** **+0.7**	**−1.7** **+0.3**	**+1.0** **−0**	**+1.7** **+0.7**
1.97–3.15	**−0.3** **+1.5**	**+1.2** **−0**	**+0.3** **−0.3**	**−0.6** **+2.4**	**+1.8** **−0**	**+0.6** **−0.6**	**−0.8** **+1.1**	**+1.2** **−0**	**+0.8** **+0.1**	**−1.3** **+1.7**	**+1.8** **−0**	**+1.3** **+0.1**	**−1.5** **+0.4**	**+1.2** **−0**	**+1.5** **+0.8**	**−2.0** **+0.4**	**+1.2** **−0**	**+2.0** **+0.8**
3.15–4.73	**−0.4** **+1.8**	**+1.4** **−0**	**+0.4** **−0.4**	**−0.7** **+2.9**	**+2.2** **−0**	**+0.7** **−0.7**	**−1.0** **+1.3**	**+1.4** **−0**	**+1.0** **+0.1**	**−1.5** **+2.1**	**+2.2** **−0**	**+1.5** **+0.1**	**−1.9** **+0.4**	**+1.4** **−0**	**+1.9** **+1.0**	**−2.4** **+0.4**	**+1.4** **−0**	**+2.4** **+1.0**
4.73–7.09	**−0.5** **+2.1**	**+1.6** **−0**	**+0.5** **−0.5**	**−0.8** **+3.3**	**+2.5** **−0**	**+0.8** **−0.8**	**−1.1** **+1.5**	**+1.6** **−0**	**+1.1** **+0.1**	**−1.7** **+2.4**	**+2.5** **−0**	**+1.7** **+0.1**	**−2.2** **+0.4**	**+1.6** **−0**	**+2.2** **+1.2**	**−2.8** **+0.4**	**+1.6** **−0**	**+2.8** **+1.2**
7.09–9.85	**−0.6** **+2.4**	**+1.8** **−0**	**+0.6** **−0.6**	**−0.9** **+3.7**	**+2.8** **−0**	**+0.9** **−0.9**	**−1.4** **+1.6**	**+1.8** **−0**	**+1.4** **+0.2**	**−2.0** **+2.6**	**+2.8** **−0**	**+2.0** **+0.2**	**−2.6** **+0.4**	**+1.8** **−0**	**+2.6** **+1.4**	**−3.2** **+0.4**	**+1.8** **−0**	**+3.2** **+1.4**
9.85–12.41	**−0.6** **+2.6**	**+2.0** **−0**	**+0.6** **−0.6**	**−1.0** **+4.0**	**+3.0** **−0**	**+1.0** **−1.0**	**−1.4** **+1.8**	**+2.0** **−0**	**+1.4** **+0.2**	**−2.2** **+2.8**	**+3.0** **−0**	**+2.2** **+0.2**	**−2.6** **+0.6**	**+2.0** **−0**	**+2.6** **+1.4**	**−3.4** **+0.6**	**+2.0** **−0**	**+3.4** **+1.4**
12.41–15.75	**−0.7** **+2.9**	**+2.2** **−0**	**+0.7** **−0.7**	**−1.0** **+4.5**	**+3.5** **−0**	**+1.0** **−1.0**	**−1.6** **+2.0**	**+2.2** **−0**	**+1.6** **+0.2**	**−2.4** **+3.3**	**+3.5** **−0**	**+2.4** **+0.2**	**−3.0** **+0.6**	**+2.2** **−0**	**+3.0** **+1.6**	**−3.8** **+0.6**	**+2.2** **−0**	**+3.8** **+1.6**

[a] Tomado de ANSI B4.1-1967 (R1994). Para diámetros mayores, vea la norma.

www.FreeLibros.me

7 Ajustes con ubicación de interferencia;[a] American National Standard

LN Los *ajustes con ubicación de interferencia* se usan cuando la precisión de la ubicación es de suma importancia y en piezas que requieren rigidez y alineación sin ningún requisito especial para la presión en el diámetro interior. Estos ajustes no están destinados a las piezas que se diseñan para transmitir cargas de fricción de una pieza a otra en virtud de lo apretado del ajuste, puesto que estas condiciones están cubiertas por los ajustes de fuerza.

Sistema básico de orificios. **Los límites se dan en milésimas de pulgada.** Los límites para el orificio y el eje se aplican algebraicamente al tamaño básico para obtener los límites de tamaño de las piezas. Los datos en **negritas** se dan de conformidad con las convenciones ABC. Los símbolos H7, p6, etc., son designaciones de orificios y ejes de uso en el Sistema ABC.

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase LN 1			Clase LN 2			Clase LN 3		
	Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H6	Eje n5		Orificio H7	Eje p6		Orificio H7	Eje r6
0–0.12	**0** **0.45**	**+0.25** **−0**	**+0.45** **+0.25**	**0** **0.65**	**+0.4** **−0**	**+0.65** **+0.4**	**0.1** **0.75**	**+0.4** **−0**	**+0.75** **+0.5**
0.12–0.24	**0** **0.5**	**+0.3** **−0**	**+0.5** **+0.3**	**0** **0.8**	**+0.5** **−0**	**+0.8** **+0.5**	**0.1** **0.9**	**+0.5** **−0**	**+0.9** **+0.6**
0.24–0.40	**0** **0.65**	**+0.4** **−0**	**+0.65** **+0.4**	**0** **1.0**	**+0.6** **−0**	**+1.0** **+0.6**	**0.2** **1.2**	**+0.6** **−0**	**+1.2** **+0.8**
0.40–0.71	**0** **0.8**	**+0.4** **−0**	**+0.8** **+0.4**	**0** **1.1**	**+0.7** **−0**	**+1.1** **+0.7**	**0.3** **1.4**	**+0.7** **−0**	**+1.4** **+1.0**
0.71–1.19	**0** **1.0**	**+0.5** **−0**	**+1.0** **+0.5**	**0** **1.3**	**+0.8** **−0**	**+1.3** **+0.8**	**0.4** **1.7**	**+0.8** **−0**	**+1.7** **+1.2**
1.19–1.97	**0** **1.1**	**+0.6** **−0**	**+1.1** **+0.6**	**0** **1.6**	**+1.0** **−0**	**+1.6** **+1.0**	**0.4** **2.0**	**+1.0** **−0**	**+2.0** **+1.4**
1.97–3.15	**0.1** **1.3**	**+0.7** **−0**	**+1.3** **+0.7**	**0.2** **2.1**	**+1.2** **−0**	**+2.1** **+1.4**	**0.4** **2.3**	**+1.2** **−0**	**+2.3** **+1.6**
3.15–4.73	**0.1** **1.6**	**+0.9** **−0**	**+1.6** **+1.0**	**0.2** **2.5**	**+1.4** **−0**	**+2.5** **+1.6**	**0.6** **2.9**	**+1.4** **−0**	**+2.9** **+2.0**
4.73–7.09	**0.2** **1.9**	**+1.0** **−0**	**+1.9** **+1.2**	**0.2** **2.8**	**+1.6** **−0**	**+2.8** **+1.8**	**0.9** **3.5**	**+1.6** **−0**	**+3.5** **+2.5**
7.09–9.85	**0.2** **2.2**	**+1.2** **−0**	**+2.2** **+1.4**	**0.2** **3.2**	**+1.8** **−0**	**+3.2** **+2.0**	**1.2** **4.2**	**+1.8** **−0**	**+4.2** **+3.0**
9.85–12.41	**0.2** **2.3**	**+1.2** **−0**	**+2.3** **+1.4**	**0.2** **3.4**	**+2.0** **−0**	**+3.4** **+2.2**	**1.5** **4.7**	**+2.0** **−0**	**+4.7** **+3.5**

[a] Tomado de ANSI B4.1-1967 (R1994). Para diámetros mayores, vea la norma.

www.FreeLibros.me

8 Ajustes de fuerza y contracción;[a] American National Standard

FN 1 Los *ajustes de impulso ligero* son aquellos que requieren presiones ligeras de ensamble y producen ensamblajes más o menos permanentes. Son adecuados para ajustes de secciones delgadas o largas, o en miembros externos de hierro fundido.

FN 2 Los *ajustes de impulso medio* son adecuados para piezas de acero común, o para ajustes de contracción en secciones ligeras. Son los ajustes más apretados que pueden utilizarse con miembros externos de hierro fundido de alto grado.

FN 3 Los *ajustes de impulso pesado* son adecuados para las piezas de acero más pesadas o para ajustes de contracción en secciones medias.

FN 4, FN 5 Los *ajustes de fuerza* son adecuados para las piezas que pueden estar sometidas a una alta presión, o para ajustes de contracción donde las grandes fuerzas de presión requeridas resultan poco prácticas.

Sistema básico de orificios. **Los límites se dan en milésimas de pulgada**. Los límites para el orificio y el eje se aplican algebraicamente al tamaño básico para obtener los límites de tamaño de las piezas. Los datos en **negritas** se dan de conformidad con las convenciones ABC. Los símbolos H7, s6, etc., son designaciones de orificios y ejes de uso en el Sistema ABC.

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase FN 1			Clase FN 2			Clase FN 3			Clase FN 4			Clase FN 5		
	Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H6	Eje		Orificio H7	Eje s6		Orificio H7	Eje t6		Orificio H7	Eje u6		Orificio H8	Eje x7
0-0.12	0.05 0.5	**+0.25** **−0**	+ +	**0.2** **0.85**	**+0.4** **−0**	**+0.85** **+0.6**				**0.3** **0.95**	**+0.4** **−0**	**+0.95** **+0.7**	**0.3** **1.3**	**+0.6** **−0**	**+1.3** **+0.9**
0-0.12-0.24	0.1 0.6	**+0.3** **−0**	+ +	**0.2** **1.0**	**+0.5** **−0**	**+1.0** **+0.7**				**0.4** **1.2**	**+0.5** **−0**	**+1.2** **+0.9**	**0.5** **1.7**	**+0.7** **−0**	**+1.7** **+1.2**
0.24-0.40	0.1 0.75	**+0.4** **−0**	+ +	**0.4** **1.4**	**+0.6** **−0**	**+1.4** **+1.0**				**0.6** **1.6**	**+0.6** **−0**	**+1.6** **+1.2**	**0.5** **2.0**	**+0.9** **−0**	**+2.0** **+1.4**
0.40-0.56	0.1 0.8	**+0.4** **−0**	+ +	**0.5** **1.6**	**+0.7** **−0**	**+1.6** **+1.2**				**0.7** **1.8**	**+0.7** **−0**	**+1.8** **+1.4**	**0.6** **2.3**	**+1.0** **−0**	**+2.3** **+1.6**
0.56-0.71	0.2 0.9	**+0.4** **−0**	+ +	**0.5** **1.6**	**+0.7** **−0**	**+1.6** **+1.2**				**0.7** **1.8**	**+0.7** **−0**	**+1.8** **+1.4**	**0.8** **2.5**	**+1.0** **−0**	**+2.5** **+1.8**
0.71-0.95	0.2 1.1	**+0.5** **−0**	+ +	**0.6** **1.9**	**+0.8** **−0**	**+1.9** **+1.4**				**0.8** **2.1**	**+0.8** **−0**	**+2.1** **+1.6**	**1.0** **3.0**	**+1.2** **−0**	**+3.0** **+2.2**
0.95-1.19	0.3 1.2	**+0.5** **−0**	+ +	**0.6** **1.9**	**+0.8** **−0**	**+1.9** **+1.4**	**0.8** **2.1**	**+0.8** **−0**	**+2.1** **+1.6**	**1.0** **2.3**	**+0.8** **−0**	**+2.3** **+1.8**	**1.3** **3.3**	**+1.2** **−0**	**+3.3** **+2.5**
1.19-1.58	0.3 1.3	**+0.6** **−0**	+ +	**0.8** **2.4**	**+1.0** **−0**	**+2.4** **+1.8**	**1.0** **2.6**	**+1.0** **−0**	**+2.6** **+2.0**	**1.5** **3.1**	**+1.0** **−0**	**+3.1** **+2.5**	**1.4** **4.0**	**+1.6** **−0**	**+4.0** **+3.0**

[a] ANSI B4.1-1967 (R1994).

www.FreeLibros.me

8 Ajustes de fuerza y contracción;[a] American National Standard (Continuación)

Rango de tamaño nominal, pulgadas	Clase FN 1			Clase FN 2			Clase FN 3			Clase FN 4			Clase FN 5		
	Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar		Límites de interferencia	Límites estándar	
Desde-Hasta		Orificio H6	Eje		Orificio H7	Eje s6		Orificio H7	Eje t6		Orificio H7	Eje u6		Orificio H8	Eje x7
1.58–1.97	0.4 1.4	+0.6 −0	+1.4 −1.0	0.8 2.4	+1.0 −0	+2.4 +1.8	1.2 2.8	+1.0 −0	+2.8 +2.2	1.8 3.4	+1.0 −0	+3.4 +2.8	2.4 5.0	+1.6 −0	+5.0 +4.0
1.97–2.56	0.6 1.8	+0.7 −0	+1.8 +1.3	0.8 2.7	+1.2 −0	+2.7 +2.0	1.3 3.2	+1.2 −0	+3.2 +2.5	2.3 4.2	+1.2 −0	+4.2 +3.5	3.2 6.2	+1.8 −0	+6.2 +5.0
2.56–3.15	0.7 1.9	+0.7 −0	+1.9 +1.4	1.0 2.9	+1.2 −0	+2.9 +2.2	1.8 3.7	+1.2 −0	+3.7 +3.0	2.8 4.7	+1.2 −0	+4.7 +4.0	4.2 7.2	+1.8 −0	+7.2 +6.0
3.15–3.94	0.9 24	+0.9 −0	+2.4 +1.8	1.4 3.7	+1.4 −0	+3.7 +2.8	2.1 4.4	+1.4 −0	+4.4 +3.5	3.6 5.9	+1.4 −0	+5.9 +5.0	4.8 8.4	+2.2 −0	+8.4 +7.0
3.94–4.73	1.1 2.6	+0.9 −0	+2.6 +2.0	1.6 3.9	+1.4 −0	+3.9 +3.0	2.6 4.9	+1.4 −0	+4.9 +4.0	4.6 6.9	+1.4 −0	+6.9 +6.0	5.8 9.4	+2.2 −0	+9.4 +8.0
4.73–5.52	1.2 2.9	+1.0 −0	+2.9 +2.2	1.9 4.5	+1.6 −0	+4.5 +3.5	3.4 6.0	+1.6 −0	+6.0 +5.0	5.4 8.0	+1.6 −0	+8.0 +7.0	7.5 11.6	+2.5 −0	+11.6 +10.0
5.52–6.30	1.5 3.2	+1.0 −0	+3.2 +2.5	2.4 5.0	+1.6 −0	+5.0 +4.0	3.4 6.0	+1.6 −0	+6.0 +5.0	5.4 8.0	+1.6 −0	+8.0 +7.0	9.5 13.6	+2.5 −0	+13.6 +12.0
6.30–7.09	1.8 3.5	+1.0 −0	+3.5 +2.8	2.9 5.5	+1.6 −0	+5.5 +4.5	4.4 7.0	+1.6 −0	+7.0 +6.0	6.4 9.0	+1.6 −0	+9.0 +8.0	9.5 13.6	+2.5 −0	+13.6 +12.0
7.09–7.88	1.8 3.8	+1.2 −0	+3.8 +3.0	3.2 6.2	+1.8 −0	+6.2 +5.0	5.2 8.2	+1.8 −0	+8.2 +7.0	7.2 10.2	+1.8 −0	+10.2 +9.0	11.2 15.8	+2.8 −0	+15.8 +14.0
7.88–8.86	2.3 4.3	+1.2 −0	+4.3 +3.5	3.2 6.2	+1.8 −0	+6.2 +5.0	5.2 8.2	+1.8 −0	+8.2 +7.0	8.2 11.2	+1.8 −0	+11.2 +10.0	13.2 17.8	+2.8 −0	+17.8 +16.0
8.86–9.85	2.3 4.3	+1.2 −0	+4.3 +3.5	4.2 7.2	+1.8 −0	+7.2 +6.0	6.2 9.2	+1.8 −0	+9.2 +8.0	10.2 13.2	+1.8 −0	+13.2 +12.0	13.2 17.8	+2.8 −0	+17.8 +16.0
9.85–11.03	2.8 4.9	+1.2 −0	+4.9 +4.0	4.0 7.2	+2.0 −0	+7.2 +6.0	7.0 10.2	+2.0 −0	+10.2 +9.0	10.0 13.2	+2.0 −0	+13.2 +12.0	15.0 20.0	+3.0 −0	+20.0 +18.0
11.03–12.41	2.8 4.9	+1.2 −0	+4.9 +4.0	5.0 8.2	+2.0 −0	+8.2 +7.0	7.0 10.2	+2.0 −0	+10.2 +9.0	12.0 15.2	+2.0 −0	+15.2 +14.0	17.0 22.0	+3.0 −0	+22.0 +20.0
12.41–13.98	3.1 5.5	+1.4 −0	+5.5 +4.5	5.8 9.4	+2.2 −0	+9.4 +8.0	7.8 11.4	+2.2 −0	+11.4 +10.0	13.8 17.4	+2.2 −0	+17.4 +16.0	18.5 24.2	+3.5 +0	+24.2 +22.0

[a] Tomado de ANSI B4.1-1967 (R1994). Para diámetros mayores, vea la norma.

www.FreeLibros.me

9 Grados de tolerancia internacionales[a]

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaños básicos		Grados de tolerancia[b]																	
Desde	Hasta inclusive	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
0	3	0.0003	0.0005	0.0008	0.0012	0.002	0.003	0.004	0.006	0.010	0.014	0.025	0.040	0.060	0.100	0.140	0.250	0.400	0.600
3	6	0.0004	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.005	0.008	0.012	0.018	0.030	0.048	0.075	0.120	0.180	0.300	0.480	0.750
6	10	0.0004	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.006	0.009	0.015	0.022	0.036	0.058	0.090	0.150	0.220	0.360	0.580	0.900
10	18	0.0005	0.0008	0.0012	0.002	0.003	0.005	0.008	0.011	0.018	0.027	0.043	0.070	0.110	0.180	0.270	0.430	0.700	1.100
18	30	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.006	0.009	0.013	0.021	0.033	0.052	0.084	0.130	0.210	0.330	0.520	0.840	1.300
30	50	0.0006	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.007	0.011	0.016	0.025	0.039	0.062	0.100	0.160	0.250	0.390	0.620	1.000	1.600
50	80	0.0008	0.0012	0.002	0.003	0.005	0.008	0.013	0.019	0.030	0.046	0.074	0.120	0.190	0.300	0.460	0.740	1.200	1.900
80	120	0.001	0.0015	0.0025	0.004	0.006	0.010	0.015	0.022	0.035	0.054	0.087	0.140	0.220	0.350	0.540	0.870	1.400	2.200
120	180	0.0012	0.002	0.0035	0.005	0.008	0.012	0.018	0.025	0.040	0.063	0.100	0.160	0.250	0.400	0.630	1.000	1.600	2.500
180	250	0.002	0.003	0.0045	0.007	0.010	0.014	0.020	0.029	0.046	0.072	0.115	0.185	0.290	0.460	0.720	1.150	1.850	2.900
250	315	0.0025	0.004	0.006	0.008	0.012	0.016	0.023	0.032	0.052	0.081	0.130	0.210	0.320	0.520	0.810	1.300	2.100	3.200
315	400	0.003	0.005	0.007	0.009	0.013	0.018	0.025	0.036	0.057	0.089	0.140	0.230	0.360	0.570	0.890	1.400	2.300	3.600
400	500	0.004	0.006	0.008	0.010	0.015	0.020	0.027	0.040	0.063	0.097	0.155	0.250	0.400	0.630	0.970	1.550	2.500	4.000
500	630	0.0045	0.006	0.009	0.011	0.016	0.022	0.030	0.044	0.070	0.110	0.175	0.280	0.440	0.700	1.100	1.750	2.800	4.400
630	800	0.005	0.007	0.010	0.013	0.018	0.025	0.035	0.050	0.080	0.125	0.200	0.320	0.500	0.800	1.250	2.000	3.200	5.000
800	1000	0.0055	0.008	0.011	0.015	0.021	0.029	0.040	0.056	0.090	0.140	0.230	0.360	0.560	0.900	1.400	2.300	3.600	5.600
1000	1250	0.0065	0.009	0.013	0.018	0.024	0.034	0.046	0.066	0.105	0.165	0.260	0.420	0.660	1.050	1.650	2.600	4.200	6.600
1250	1600	0.008	0.011	0.015	0.021	0.029	0.040	0.054	0.078	0.125	0.195	0.310	0.500	0.780	1.250	1.950	3.100	5.000	7.800
1600	2000	0.009	0.013	0.018	0.025	0.035	0.048	0.065	0.092	0.150	0.230	0.370	0.600	0.920	1.500	2.300	3.700	6.000	9.200
2000	2500	0.011	0.015	0.022	0.030	0.041	0.057	0.077	0.110	0.175	0.280	0.440	0.700	1.100	1.750	2.800	4.400	7.000	11.000
2500	3150	0.013	0.018	0.026	0.036	0.050	0.069	0.093	0.135	0.210	0.330	0.540	0.860	1.350	2.100	3.300	5.400	8.600	13.500

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

[b] Los valores IT para grados de tolerancia mayores a IT16 pueden calcularse mediante las fórmulas: IT17 = IT × 10, IT18 = IT13 × 10, etcétera.

www.FreeLibros.me

10 Ajustes con espacio preferidos para orificios métricos;[a] American National Standard

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Corrido holgado			Corrido libre			Corrido apretado			Deslizante			Espacio de localización		
		Orificio H11	Eje c11	Ajuste	Orificio H9	Eje d9	Ajuste	Orificio H8	Eje f7	Ajuste	Orificio H7	Eje g6	Ajuste	Orificio H7	Eje h6	Ajuste
1	Máx	1.060	0.940	0.180	1.025	0.980	0.070	1.014	0.994	0.030	1.010	0.998	0.018	1.010	1.000	0.016
	Mín	1.060	0.880	0.060	1.000	0.955	0.020	1.000	0.984	0.006	1.000	0.992	0.002	1.000	0.994	0.000
1.2	Máx	1.260	1.140	0.180	1.225	1.180	0.070	1.214	1.194	0.030	1.210	1.198	0.018	1.210	1.200	0.016
	Mín	1.200	1.080	0.060	1.200	1.155	0.020	1.200	1.184	0.036	1.200	1.192	0.002	1.200	1.194	0.000
1.6	Máx	1.660	1.540	0.180	1.625	1.580	0.070	1.614	1.594	0.030	1.610	1.598	0.018	1.610	1.600	0.016
	Mín	1.600	1.480	0.060	1.600	1.555	0.020	1.600	1.584	0.006	1.600	1.592	0.002	1.600	1.594	0.000
2	Máx	2.060	1.940	0.180	2.025	1.980	0.070	2.014	1.994	0.030	2.010	1.998	0.018	2.010	2.000	0.016
	Mín	2.000	1.880	0.060	2.000	1.955	0.020	2.000	1.984	0.006	2.000	1.992	0.002	2.000	1.994	0.000
2.5	Máx	2.560	2.440	0.180	2.525	2.480	0.070	2.514	2.494	0.030	2.510	2.498	0.018	2.510	2.500	0.016
	Mín	2.500	2.380	0.060	2.500	2.455	0.020	2.500	2.484	0.006	2.500	2.492	0.002	2.500	2.494	0.000
3	Máx	3.060	2.940	0.180	3.025	2.980	0.070	3.014	2.994	0.030	3.010	2.998	0.018	3.010	3.000	0.016
	Mín	3.000	2.880	0.060	3.000	2.955	0.020	3.000	2.984	0.006	3.000	2.992	0.002	3.000	2.994	0.000
4	Máx	4.075	3.930	0.220	4.030	3.970	0.090	4.018	3.990	0.040	4.012	3.996	0.024	4.012	4.000	0.020
	Mín	4.000	3.855	0.070	4.000	3.940	0.030	4.000	3.978	0.010	4.000	3.988	0.004	4.000	3.992	0.000
5	Máx	5.075	4.930	0.220	5.030	4.970	0.090	5.018	4.990	0.040	5.012	4.996	0.024	5.012	5.000	0.020
	Mín	5.000	4.855	0.070	5.000	4.940	0.030	5.000	4.978	0.010	5.000	4.988	0.004	5.000	4.992	0.000
6	Máx	6.075	5.930	0.220	6.030	5.970	0.090	6.018	5.990	0.040	6.012	5.996	0.024	6.012	6.000	0.020
	Mín	6.000	5.855	0.070	6.000	5.940	0.030	6.000	5.978	0.010	6.000	5.988	0.004	6.000	5.992	0.000
8	Máx	8.090	7.920	0.260	8.036	7.960	0.112	8.022	7.987	0.050	8.015	7.995	0.029	8.015	8.000	0.024
	Mín	8.000	7.830	0.080	8.000	7.924	0.040	8.000	7.972	0.013	8.000	7.986	0.005	8.000	7.991	0.000
10	Máx	10.090	9.920	0.260	10.036	9.960	0.112	10.022	9.987	0.050	10.015	9.995	0.029	10.015	10.000	0.024
	Mín	10.000	9.830	0.080	10.000	9.924	0.040	10.000	9.972	0.013	10.000	9.986	0.005	10.000	9.991	0.000
12	Máx	12.110	11.905	0.315	12.043	11.950	0.136	12.027	11.984	0.061	12.018	11.994	0.035	12.018	12.000	0.029
	Mín	12.000	11.795	0.095	12.000	11.907	0.050	12.000	11.966	0.016	12.000	11.983	0.006	12.000	11.989	0.000
16	Máx	16.110	15.905	0.315	16.043	15.950	0.136	16.027	15.984	0.061	16.018	15.994	0.035	16.018	16.000	0.029
	Mín	16.000	15.795	0.095	16.000	15.907	0.050	16.000	15.966	0.016	16.000	15.983	0.006	16.000	15.989	0.000
20	Máx	20.130	19.890	0.370	20.052	19.935	0.169	20.033	19.980	0.074	20.021	19.993	0.041	20.021	20.000	0.034
	Mín	20.000	19.760	0.110	20.000	19.883	0.065	20.000	19.959	0.020	20.000	19.980	0.007	20.000	19.987	0.000
25	Máx	25.130	24.890	0.370	25.052	24.935	0.169	25.033	24.980	0.074	25.021	24.993	0.041	25.021	25.000	0.034
	Mín	25.000	24.760	0.110	25.000	24.883	0.065	25.000	24.959	0.020	25.000	24.980	0.007	25.000	24.987	0.000
30	Máx	30.130	29.890	0.370	30.052	29.935	0.169	30.033	29.980	0.074	30.021	29.993	0.041	30.021	30.000	0.034
	Mín	30.000	29.760	0.110	30.000	29.883	0.065	30.000	29.959	0.020	30.000	29.980	0.007	30.000	29.987	0.000

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

10 Ajustes con espacio preferidos para orificios métricos;[a] American National Standard (Continuación)

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Corrido holgado			Corrido libre			Corrido apretado			Deslizante			Espacio de localización		
		Orificio H11	Eje c11	Ajuste	Orificio H9	Eje d9	Ajuste	Orificio H8	Eje f7	Ajuste	Orificio H7	Eje g6	Ajuste	Orificio H7	Eje h6	Ajuste
40	Máx	40.160	39.880	0.440	40.062	39.920	0.204	40.039	39.975	0.089	40.025	39.991	0.050	40.025	40.000	0.041
	Mín	40.000	39.720	0.120	40.000	39.858	0.080	40.000	39.950	0.025	40.000	39.975	0.009	40.000	39.984	0.000
50	Máx	50.160	49.870	0.450	50.062	49.920	0.204	50.039	49.975	0.089	50.025	49.991	0.050	50.025	50.000	0.041
	Mín	50.000	49.710	0.130	50.000	49.858	0.080	50.000	49.950	0.025	50.000	49.975	0.009	50.000	49.984	0.000
60	Máx	60.190	59.860	0.520	60.074	59.900	0.248	60.046	59.970	0.106	60.030	59.990	0.059	60.030	60.000	0.049
	Mín	60.000	59.670	0.140	60.000	59.826	0.100	60.000	59.940	0.030	60.000	59.971	0.010	60.000	59.981	0.000
80	Máx	80.190	79.950	0.530	80.074	79.900	0.248	80.046	79.970	0.106	80.030	79.990	0.059	80.030	80.000	0.049
	Mín	80.000	79.660	0.150	80.000	79.826	0.100	80.000	79.940	0.030	80.000	79.971	0.010	80.000	79.981	0.000
100	Máx	100.220	99.830	0.610	100.087	99.880	0.294	100.054	99.964	0.125	100.035	99.988	0.069	100.035	100.000	0.057
	Mín	100.000	99.610	0.170	100.000	99.793	0.120	100.000	99.929	0.036	100.000	99.966	0.012	100.000	99.978	0.000
120	Máx	120.220	119.820	0.620	120.087	119.880	0.294	120.054	119.964	0.125	120.035	119.988	0.069	120.035	120.000	0.057
	Mín	120.000	119.600	0.180	120.000	119.793	0.120	120.000	119.929	0.036	120.000	119.966	0.012	120.000	119.978	0.000
160	Máx	160.250	159.790	0.710	160.100	159.855	0.345	160.063	159.957	0.146	160.000	159.986	0.079	160.040	160.000	0.065
	Mín	160.000	159.540	0.210	160.000	159.755	0.145	160.000	159.917	0.043	160.000	159.961	0.014	160.000	159.975	0.000
200	Máx	200.290	199.760	0.820	200.115	199.830	0.400	200.072	199.950	0.168	200.046	199.985	0.090	200.046	200.000	0.075
	Mín	200.000	199.470	0.240	200.000	199.715	0.170	200.000	199.904	0.050	200.000	199.956	0.015	200.000	199.971	0.000
250	Máx	250.290	249.720	0.860	250.115	249.830	0.400	250.072	249.950	0.168	250.046	249.985	0.090	250.046	250.000	0.075
	Mín	250.000	249.430	0.280	250.000	249.715	0.170	250.000	249.904	0.050	250.000	249.956	0.015	250.000	249.971	0.000
300	Máx	300.320	299.670	0.970	300.130	299.810	0.450	300.081	299.944	0.189	300.052	299.983	0.101	300.052	300.000	0.084
	Mín	300.000	299.350	0.330	300.000	299.680	0.190	300.000	299.892	0.056	300.000	299.951	0.017	300.000	299.968	0.000
400	Máx	400.360	399.600	1.120	400.140	399.790	0.490	400.089	399.938	0.208	400.057	399.982	0.111	400.057	400.000	0.093
	Mín	400.000	399.240	0.400	400.000	399.650	0.210	400.000	399.881	0.062	400.000	399.946	0.018	400.000	399.964	0.000
500	Máx	500.400	499.520	1.280	500.155	499.770	0.540	500.097	499.932	0.228	500.063	499.980	0.123	500.063	500.000	0.103
	Mín	500.000	499.120	0.480	500.000	499.615	0.230	500.000	499.869	0.068	500.000	499.940	0.020	500.000	499.960	0.000

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

11 Ajustes de transición e interferencia preferidos para orificios métricos;[a] American National Standard

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Transición de localización			Transición de localización			Interferencia de localización			Impulso medio			Fuerza		
		Orificio H7	Eje k6	Ajuste	Orificio H7	Eje n6	Ajuste	Orificio H7	Eje p6	Ajuste	Orificio H7	Eje a6	Ajuste	Orificio H7	Eje u6	Ajuste
1	Máx	1.010	1.006	0.010	1.010	1.010	0.006	1.010	1.012	0.004	1.010	1.020	−0.004	1.010	1.024	−0.008
	Mín	1.000	1.000	−0.006	1.000	1.004	−0.010	1.000	1.006	−0.012	1.000	1.014	−0.020	1.000	1.018	−0.024
1.2	Máx	1.210	1.206	0.010	1.210	1.210	0.006	1.210	1.212	0.004	1.210	1.220	−0.004	1.210	1.224	−0.008
	Mín	1.200	1.200	−0.006	1.200	1.204	−0.010	1.200	1.206	−0.012	1.200	1.214	−0.020	1.200	1.218	−0.024
1.6	Máx	1.610	1.606	0.010	1.610	1.610	0.006	1.610	1.612	0.004	1.610	1.620	−0.004	1.610	1.624	−0.008
	Mín	1.600	1.600	−0.006	1.600	1.604	−0.010	1.600	1.606	−0.012	1.600	1.614	−0.020	1.600	1.618	−0.024
2	Máx	2.010	2.006	0.010	2.010	2.010	0.006	2.010	2.012	0.004	2.010	2.020	−0.004	2.010	2.024	−0.008
	Mín	2.000	2.000	−0.006	2.000	2.004	−0.010	2.000	2.006	−0.012	2.000	2.014	−0.020	2.000	2.018	−0.024
2.5	Máx	2.510	2.506	0.010	2.510	2.510	0.006	2.510	2.512	0.004	2.510	2.520	−0.004	2.510	2.524	−0.008
	Mín	2.500	2.500	−0.006	2.500	2.504	−0.010	2.500	2.506	−0.012	2.500	2.514	−0.020	2.500	2.518	−0.024
3	Máx	3.010	3.006	0.010	3.010	3.010	0.006	3.010	3.012	0.004	3.010	3.020	−0.004	3.010	3.024	−0.008
	Mín	3.000	3.000	−0.006	3.000	3.004	−0.010	3.000	3.006	−0.012	3.000	3.014	−0.020	3.000	3.018	−0.024
4	Máx	4.012	4.009	0.011	4.012	4.016	0.004	4.012	4.020	0.000	4.012	4.027	−0.007	4.012	4.031	−0.011
	Mín	4.000	4.001	−0.009	4.000	4.008	−0.016	4.000	4.012	−0.020	4.000	4.019	−0.027	4.000	4.023	−0.031
5	Máx	5.012	5.009	0.011	5.012	5.016	0.004	5.012	5.020	0.000	5.012	5.027	−0.007	5.012	5.031	−0.011
	Mín	5.000	5.001	−0.009	5.000	5.008	−0.016	5.000	5.012	−0.020	5.000	5.019	−0.027	5.000	5.023	−0.031
6	Máx	6.012	6.009	0.011	6.012	6.016	0.004	6.012	6.020	0.000	6.012	6.027	−0.007	6.012	6.031	−0.011
	Mín	6.000	6.001	−0.009	6.000	6.008	−0.016	6.000	6.012	−0.020	6.000	6.019	−0.027	6.000	6.023	−0.031
8	Máx	8.015	8.010	0.014	8.015	8.019	0.005	8.015	8.024	0.000	8.015	8.032	−0.008	8.015	8.037	−0.013
	Mín	8.000	8.001	−0.010	8.000	8.010	−0.019	8.000	8.015	−0.024	8.000	8.023	−0.032	8.000	8.028	−0.037
10	Máx	10.015	10.010	0.014	10.015	10.019	0.005	10.015	10.024	0.000	10.015	10.032	−0.008	10.015	10.037	−0.013
	Mín	10.000	10.001	−0.010	10.000	10.010	−0.019	10.000	10.015	−0.024	10.000	10.023	−0.032	10.000	10.028	−0.037
12	Máx	12.018	12.012	0.017	12.018	12.023	0.006	12.018	12.029	0.000	12.018	12.039	−0.010	12.018	12.044	−0.015
	Mín	12.000	12.001	−0.012	12.000	12.012	−0.023	12.000	12.018	−0.029	12.000	12.028	−0.039	12.000	12.033	−0.044
16	Máx	16.018	16.012	0.017	16.018	16.023	0.006	16.018	16.029	0.000	16.018	16.039	−0.010	16.018	16.044	−0.015
	Mín	16.000	16.001	−0.012	16.000	16.012	−0.023	16.000	16.018	−0.029	16.000	16.028	−0.039	16.000	16.033	−0.044
20	Máx	20.081	20.015	0.019	20.021	20.028	0.006	20.021	20.035	−0.001	20.021	20.048	−0.014	20.021	20.054	−0.020
	Mín	20.000	20.002	−0.015	20.000	20.015	−0.028	20.000	20.022	−0.035	20.000	20.035	−0.048	20.000	20.041	−0.054
25	Máx	25.021	25.015	0.019	25.021	25.028	0.006	25.021	25.035	−0.001	25.021	25.048	−0.014	25.021	25.061	−0.027
	Mín	25.000	25.002	−0.015	25.000	25.015	−0.028	25.000	25.022	−0.035	25.000	25.035	−0.048	25.000	25.048	−0.061
30	Máx	30.021	30.015	0.019	30.021	30.028	0.006	30.021	30.035	−0.001	30.021	30.048	−0.014	30.021	30.061	−0.027
	Mín	30.000	30.002	−0.015	30.000	30.015	−0.028	30.000	30.022	−0.035	30.000	30.035	−0.048	30.000	30.048	−0.061

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

11 Ajustes de transición e interferencia preferidos para orificios métricos;[a] American National Standard (Continuación)

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Transición de localización			Transición de localización			Interferencia de localización			Impulso medio			Fuerza		
		Orificio H7	Eje k6	Ajuste	Orificio H7	Eje n6	Ajuste	Orificio H7	Eje p6	Ajuste	Orificio H7	Eje s6	Ajuste	Orificio H7	Eje u6	Ajuste
40	Máx	40.025	40.018	0.023	40.025	40.033	0.08	40.025	40.042	−0.001	40.025	40.059	−0.018	40.025	40.076	−0.035
	Mín	40.000	40.002	−0.018	40.000	40.017	−0.033	40.000	40.026	−0.042	40.000	40.043	−0.059	40.000	40.060	−0.076
50	Máx	50.025	50.018	0.023	50.025	50.033	0.008	50.025	50.042	−0.001	50.025	50.059	−0.018	50.025	50.086	−0.045
	Mín	50.000	50.002	−0.018	50.000	50.017	−0.033	50.000	50.026	−0.042	50.000	50.043	−0.059	50.000	50.070	−0.086
60	Máx	60.030	60.021	0.028	60.030	60.039	0.010	60.030	60.051	−0.002	60.030	60.072	−0.023	60.030	60.106	−0.057
	Mín	60.000	60.002	−0.021	60.000	60.020	−0.039	60.000	60.032	−0.051	60.000	60.053	−0.072	60.000	60.087	−0.106
80	Máx	80.030	80.021	0.028	80.030	80.039	0.010	80.030	80.051	−0.002	80.030	80.078	−0.029	80.030	80.121	−0.072
	Mín	80.000	80.002	−0.021	80.000	80.020	−0.039	80.000	80.032	−0.051	80.000	80.059	−0.078	80.000	80.102	−0.121
100	Máx	100.035	100.025	0.032	100.035	100.045	0.012	100.035	100.059	−0.002	100.035	100.093	−0.036	100.035	100.146	−0.089
	Mín	100.000	100.003	−0.025	100.000	100.023	−0.045	100.000	100.037	−0.059	100.000	100.071	−0.093	100.000	100.124	−0.146
120	Máx	120.035	120.025	0.032	120.035	120.045	0.012	120.035	120.059	−0.002	120.035	120.101	−0.044	120.035	120.166	−0.109
	Mín	120.000	120.003	−0.025	120.000	120.023	−0.045	120.000	120.037	−0.059	120.000	120.079	−0.101	120.000	120.144	−0.166
160	Máx	160.040	160.028	0.037	160.040	160.052	0.013	160.040	160.068	−0.003	160.040	160.125	−0.060	160.040	160.215	−0.150
	Mín	160.000	160.003	−0.028	160.000	160.027	−0.052	160.000	160.043	−0.068	160.000	160.100	−0.125	160.000	160.190	−0.215
200	Máx	200.046	200.033	0.042	200.046	200.060	0.015	200.046	200.079	−0.004	200.046	200.151	−0.076	200.046	200.265	−0.190
	Mín	200.000	200.004	−0.033	200.000	200.031	−0.060	200.000	200.050	−0.079	200.000	200.122	−0.151	200.000	200.236	−0.265
250	Máx	250.046	250.033	0.042	250.046	250.060	0.015	250.046	250.079	−0.004	250.046	250.169	−0.094	250.046	250.313	−0.238
	Mín	250.000	250.004	−0.033	250.000	250.031	−0.060	250.000	250.050	−0.079	250.000	250.140	−0.169	250.000	250.284	−0.313
300	Máx	300.052	300.036	0.048	300.052	300.066	0.018	300.052	300.088	−0.004	300.052	300.202	−0.118	300.052	300.382	−0.298
	Mín	300.000	300.004	−0.036	300.000	300.034	−0.066	300.000	300.056	−0.088	300.000	300.170	−0.202	300.000	300.350	−0.382
400	Máx	400.057	400.040	0.053	400.057	400.073	0.020	400.057	400.098	−0.005	400.057	400.244	−0.151	400.057	400.471	−0.378
	Mín	400.000	400.004	−0.040	400.000	400.037	−0.073	400.000	400.062	−0.098	400.000	400.208	−0.244	400.000	400.435	−0.471
500	Máx	500.063	500.045	0.058	500.063	500.080	0.023	500.063	500.108	−0.005	500.063	500.292	−0.189	500.063	500.580	−0.477
	Mín	500.000	500.005	−0.045	500.000	500.040	−0.080	500.000	500.068	−0.108	500.000	500.252	−0.292	500.000	500.540	−0.580

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

12 Ajustes con espacio preferidos para ejes métricos;[a] American National Standard

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Corrido holgado			Corrido libre			Corrido apretado			Deslizante			Espacio de localización		
		Orificio C11	Eje h11	Ajuste	Orificio D9	Eje h9	Ajuste	Orificio R8	Eje h7	Ajuste	Orificio G7	Eje h6	Ajuste	Orificio H7	Eje h6	Ajuste
1	Máx	1.120	1.000	0.180	1.045	1.000	0.070	1.020	1.000	0.030	1.012	1.000	0.018	1.010	1.000	0.016
	Mín	1.060	0.940	0.060	1.020	0.975	0.020	1.006	0.990	0.006	1.002	0.994	0.002	1.000	0.994	0.000
1.2	Máx	1.320	1.200	0.180	1.245	1.200	0.070	1.220	1.200	0.030	1.212	1.200	0.018	1.210	1.200	0.016
	Mín	1.260	0.140	0.060	1.220	0.175	0.020	1.206	1.190	0.006	1.202	1.194	0.002	1.200	1.194	0.000
1.6	Máx	1.720	1.600	0.180	1.645	1.600	0.070	1.620	1.600	0.030	1.612	1.600	0.018	1.610	1.600	0.016
	Mín	1.660	0.540	0.060	1.620	0.575	0.020	1.606	1.590	0.006	1.602	1.594	0.002	1.600	1.594	0.000
2	Máx	2.120	2.000	0.180	2.045	2.000	0.070	2.020	2.000	0.030	2.012	2.000	0.018	2.010	2.000	0.016
	Mín	2.060	1.940	0.060	2.020	1.975	0.020	2.006	1.990	0.006	2.002	1.994	0.002	2.000	1.994	0.000
2.5	Máx	2.620	2.500	0.180	2.545	2.500	0.070	2.520	2.500	0.030	2.512	2.500	0.018	2.510	2.500	0.016
	Mín	2.560	2.440	0.060	2.520	2.475	0.020	2.506	2.490	0.006	2.502	2.494	0.002	2.500	2.494	0.000
3	Máx	3.120	3.000	0.180	3.045	3.000	0.070	3.020	3.000	0.030	3.012	3.000	0.018	3.010	3.000	0.016
	Mín	3.060	2.940	0.060	3.020	2.975	0.020	3.006	2.990	0.006	3.002	2.994	0.002	3.000	2.994	0.000
4	Máx	4.145	4.000	0.220	4.060	4.000	0.090	4.028	4.000	0.040	4.016	4.000	0.024	4.012	4.000	0.020
	Mín	4.070	3.925	0.070	4.030	3.970	0.030	4.010	3.988	0.010	4.004	3.992	0.004	4.000	3.992	0.000
5	Máx	5.145	5.000	0.220	5.060	5.000	0.090	5.028	5.000	0.040	5.016	5.000	0.024	5.012	5.000	0.020
	Mín	5.070	4.925	0.070	5.030	4.970	0.030	5.010	4.988	0.010	5.004	4.992	0.004	5.000	4.992	0.000
6	Máx	6.145	6.000	0.220	6.060	6.000	0.090	6.028	6.000	0.040	6.016	6.000	0.024	6.012	6.000	0.020
	Mín	6.070	5.925	0.070	6.030	5.970	0.030	6.010	5.988	0.010	6.004	5.992	0.004	6.000	5.992	0.000
8	Máx	8.170	8.000	0.260	8.076	8.000	0.112	8.035	8.000	0.050	8.020	8.000	0.029	8.015	8.000	0.024
	Mín	8.080	7.910	0.080	8.040	7.964	0.040	8.013	7.985	0.013	8.005	7.991	0.005	8.000	7.991	0.000
10	Máx	10.170	10.000	0.260	10.076	10.000	0.112	10.035	10.000	0.050	10.020	10.000	0.029	10.015	10.000	0.024
	Mín	10.080	9.910	0.080	10.040	9.964	0.040	10.013	9.985	0.013	10.005	9.991	0.005	10.000	9.991	0.000
12	Máx	12.205	12.000	0.315	12.093	12.000	0.136	12.043	12.000	0.061	12.024	12.000	0.035	12.018	12.000	0.029
	Mín	12.095	11.890	0.095	12.050	11.957	0.050	12.016	11.982	0.016	12.006	11.989	0.006	12.000	11.989	0.000
16	Máx	16.205	16.000	0.315	16.093	16.000	0.136	16.043	16.000	0.061	16.024	16.000	0.035	16.018	16.000	0.029
	Mín	16.095	15.890	0.095	16.050	15.957	0.050	16.016	15.982	0.016	16.006	15.989	0.006	16.000	15.989	0.000
20	Máx	20.240	20.000	0.370	20.117	20.000	0.169	20.053	20.000	0.074	20.028	20.000	0.041	20.021	20.000	0.034
	Mín	20.110	19.870	0.110	20.065	19.948	0.065	20.020	19.979	0.020	20.007	19.987	0.007	20.000	19.987	0.000
25	Máx	25.240	25.000	0.370	25.117	25.000	0.169	25.053	25.000	0.074	25.028	25.000	0.041	25.021	25.000	0.034
	Mín	25.110	24.870	0.110	25.065	24.948	0.065	25.020	24.979	0.020	25.007	24.987	0.007	25.000	24.987	0.000
30	Máx	30.240	30.000	0.370	30.117	30.000	0.169	30.053	30.000	0.074	30.028	30.000	0.041	30.021	30.000	0.034
	Mín	30.110	29.870	0.110	30.065	29.948	0.065	30.020	29.979	0.020	30.007	29.987	0.007	30.000	29.987	0.000

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

12 Ajustes con espacio preferidos para ejes métricos;[a] American National Standard (Continuación)

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Corrido holgado			Corrido libre			Corrido apretado			Deslizante			Espacio de ubicación		
		Orificio C11	Eje h11	Ajuste	Orificio D9	Eje h9	Ajuste	Orificio F8	Eje h7	Ajuste	Orificio G7	Eje h6	Ajuste	Orificio H7	Eje h6	Ajuste
40	Máx	40.280	40.000	0.440	40.142	40.000	0.204	40.064	40.000	0.089	40.034	40.000	0.050	40.025	40.000	0.041
	Mín	40.120	39.840	0.120	40.080	39.938	0.080	40.025	39.975	0.025	40.009	39.984	0.009	40.000	39.984	0.000
50	Máx	50.290	50.000	0.450	50.142	50.000	0.204	50.064	50.000	0.089	50.034	50.000	0.050	50.025	50.000	0.041
	Mín	50.130	49.840	0.130	50.080	49.938	0.080	50.025	49.975	0.025	50.009	49.984	0.009	50.000	49.984	0.000
60	Máx	60.330	60.000	0.520	60.174	60.000	0.248	60.076	60.000	0.106	60.040	60.000	0.059	60.030	60.000	0.049
	Mín	60.140	59.810	0.140	60.100	59.926	0.100	60.030	59.970	0.030	60.010	59.981	0.010	60.000	59.981	0.000
80	Máx	80.340	80.000	0.530	80.174	80.000	0.248	80.076	80.000	0.106	80.040	80.000	0.059	80.030	80.000	0.049
	Mín	80.150	79.810	0.150	80.100	79.926	0.100	80.030	79.970	0.030	80.010	79.981	0.010	80.000	79.981	0.000
100	Máx	100.390	100.000	0.610	100.207	100.000	0.294	100.090	100.000	0.125	100.047	100.000	0.069	100.035	100.000	0.057
	Mín	100.170	99.780	0.170	100.120	99.913	0.120	100.036	99.965	0.036	100.012	99.978	0.012	100.000	99.978	0.000
120	Máx	120.400	120.000	0.620	120.207	120.000	0.294	120.090	120.000	0.125	120.047	120.000	0.069	120.035	120.000	0.057
	Mín	120.180	119.780	0.180	120.120	119.913	0.120	120.036	119.965	0.036	120.012	119.978	0.012	120.000	119.978	0.000
160	Máx	160.460	160.000	0.710	160.245	160.000	0.345	160.106	160.000	0.146	160.054	160.000	0.079	160.040	160.000	0.065
	Mín	160.210	159.750	0.210	160.145	159.900	0.145	160.043	159.960	0.043	160.014	159.975	0.014	160.000	159.975	0.000
200	Máx	200.530	200.000	0.820	200.285	200.000	0.400	200.122	200.000	0.168	200.061	200.000	0.090	200.046	200.000	0.075
	Mín	200.240	199.710	0.240	200.170	199.885	0.170	200.050	199.954	0.050	200.015	199.971	0.015	200.000	199.971	0.000
250	Máx	250.570	250.000	0.860	250.285	250.000	0.400	250.122	250.000	0.168	250.061	250.000	0.090	250.046	250.000	0.075
	Mín	250.280	249.710	0.280	250.170	249.885	0.170	250.050	249.954	0.050	250.015	249.971	0.015	250.000	249.971	0.000
300	Máx	300.650	300.000	0.970	300.320	300.000	0.450	300.137	300.000	0.189	300.069	300.000	0.101	300.052	300.000	0.084
	Mín	300.330	299.680	0.330	300.190	299.870	0.190	300.056	299.948	0.056	300.017	299.968	0.017	300.000	299.968	0.000
400	Máx	400.760	400.000	1.120	400.350	400.000	0.490	400.151	400.000	0.208	400.075	400.000	0.111	400.057	400.000	0.093
	Mín	400.400	399.640	0.400	400.210	399.860	0.210	400.062	399.943	0.062	400.018	399.964	0.018	400.000	399.964	0.000
500	Máx	500.880	500.000	1.280	500.385	500.000	0.540	500.165	500.000	0.228	500.083	500.000	0.123	500.063	500.000	0.103
	Mín	500.480	499.600	0.480	500.230	499.845	0.230	500.068	499.937	0.068	500.020	499.960	5.020	500.000	499.960	0.000

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Transición de ubicación			Transición de ubicación			Interferencia de ubicación			Impulso medio			Fuerza		
		Orificio K7	Eje h6	Ajuste	Orificio N7	Eje h6	Ajuste	Orificio P7	Eje h6	Ajuste	Orificio S7	Eje h6	Ajuste	Orificio U7	Eje h6	Ajuste
1	Máx	1.000	1.000	0.006	0.996	1.000	0.002	0.994	1.000	0.000	0.986	1.000	−0.008	0.982	1.000	−0.012
	Mín	0.990	0.994	−0.010	0.986	0.994	−0.014	0.984	0.994	−0.016	0.976	0.994	−0.024	0.972	0.994	−0.028
1.2	Máx	1.200	1.200	0.006	1.196	1.200	0.002	1.194	1.200	0.000	1.186	1.200	−0.008	1.182	1.200	−0.012
	Mín	1.190	1.194	−0.010	1.186	1.194	−0.014	1.184	1.194	−0.016	1.176	1.194	−0.024	1.172	1.194	−0.028
1.6	Máx	1.600	1.600	0.006	1.596	1.600	0.002	1.594	1.600	0.000	1.586	1.600	−0.008	1.582	1.600	−0.012
	Mín	1.590	1.594	−0.010	1.586	1.594	−0.014	1.584	1.594	−0.016	1.576	1.594	−0.024	1.572	1.594	−0.028
2	Máx	2.000	2.000	0.006	1.996	2.000	0.002	1.994	2.000	0.000	1.986	2.000	−0.008	1.982	2.000	−0.012
	Mín	1.990	1.994	−0.010	1.986	1.994	−0.014	1.984	1.994	−0.016	1.976	1.994	−0.024	1.972	1.994	−0.028
2.5	Máx	2.500	2.500	0.006	2.496	2.500	0.002	2.494	2.500	0.000	2.486	2.500	−0.008	2.482	2.500	−0.012
	Mín	2.490	2.494	−0.010	2.486	2.494	−0.014	2.484	2.494	−0.016	2.476	2.494	−0.024	2.472	2.494	−0.028
3	Máx	3.000	3.000	0.006	2.996	3.000	0.002	2.994	3.000	0.000	2.986	3.000	−0.008	2.982	3.000	−0.012
	Mín	2.990	2.994	−0.010	2.986	2.994	−0.014	2.984	2.994	−0.016	2.976	2.994	−0.024	2.972	2.994	−0.028
4	Máx	4.003	4.000	0.011	3.996	4.000	0.004	3.992	4.000	0.000	3.985	4.000	−0.007	3.981	4.000	−0.011
	Mín	3.991	3.992	−0.009	3.984	3.992	−0.016	3.980	3.992	−0.020	3.973	3.992	−0.027	3.969	3.992	−0.031
5	Máx	5.003	5.000	0.011	4.996	5.000	0.004	4.992	5.000	0.000	4.985	5.000	−0.007	4.981	5.000	−0.011
	Mín	4.991	4.992	−0.009	4.984	4.992	−0.016	4.980	4.992	−0.020	4.973	4.992	−0.027	4.969	4.992	−0.031
6	Máx	6.003	6.000	0.011	5.996	6.000	0.004	5.992	6.000	0.000	5.985	6.000	−0.007	5.981	6.000	−0.011
	Mín	5.991	5.992	−0.009	5.984	5.992	−0.016	5.980	5.992	−0.020	5.973	5.992	−0.027	5.969	5.992	−0.031
8	Máx	8.005	8.000	0.014	7.996	8.000	0.005	7.991	8.000	0.000	7.983	8.000	−0.008	7.978	8.000	−0.013
	Mín	7.990	7.991	−0.010	7.981	7.991	−0.019	7.976	7.991	−0.024	7.968	7.991	−0.032	7.963	7.991	−0.037
10	Máx	10.005	10.000	0.014	9.996	10.000	0.005	9.991	10.000	0.000	9.983	10.000	−0.008	9.978	10.000	−0.013
	Mín	9.990	9.991	−0.010	9.981	9.991	−0.019	9.976	9.991	−0.024	9.968	9.991	−0.032	9.963	9.991	−0.037
12	Máx	12.006	12.000	0.017	11.995	12.000	0.006	11.989	12.000	0.000	11.979	12.000	−0.010	11.974	12.000	−0.015
	Mín	11.988	11.989	−0.012	11.977	11.989	−0.023	11.971	11.989	−0.029	11.961	11.989	−0.039	11.956	11.989	−0.044
16	Máx	16.006	16.000	0.017	15.995	16.000	0.006	15.989	16.000	0.000	15.979	16.000	−0.010	15.974	16.000	−0.015
	Mín	15.988	15.989	−0.012	15.977	15.989	−0.023	15.971	15.989	−0.029	15.961	15.989	−0.039	15.956	15.989	−0.044
20	Máx	20.006	20.000	0.019	19.993	20.000	0.006	19.986	20.000	−0.001	19.973	20.000	−0.014	19.967	20.000	−0.020
	Mín	19.985	19.987	−0.015	19.972	19.987	−0.028	19.965	19.987	−0.035	19.952	19.987	−0.048	19.946	19.987	−0.054
25	Máx	25.006	25.000	0.019	24.993	25.000	0.006	24.986	25.000	−0.001	24.973	25.000	−0.014	24.960	25.000	−0.027
	Mín	24.985	24.987	−0.015	24.972	24.987	−0.028	24.965	24.987	−0.035	24.952	24.987	−0.048	24.939	24.987	−0.061
30	Máx	30.006	30.000	0.019	29.993	30.000	0.006	29.986	30.000	−0.001	29.973	30.000	−0.014	29.960	30.000	−0.027
	Mín	29.985	29.987	−0.015	29.972	29.987	−0.028	29.965	29.987	−0.035	29.952	29.987	−0.048	29.939	29.987	−0.061

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

13 Ajustes de transición e interferencia preferidos para ejes métricos;[a] American National Standard (Continuación)

Las dimensiones se dan en milímetros

Tamaño básico		Transición de localización			Transición de localización			Interferencia de localización			Impulso medio			Fuerza		
		Orificio K7	Eje h6	Ajuste	Orificio N7	Eje h6	Ajuste	Orificio P7	Eje h6	Ajuste	Orificio S7	Eje h6	Ajuste	Orificio U7	Eje h6	Ajuste
40	Máx	40.007	40.000	0.023	39.992	40.000	0.008	39.983	40.000	−0.001	39.966	40.000	−0.018	39.949	40.000	−0.035
	Mín	39.982	39.984	−0.018	39.967	39.984	−0.033	39.958	39.984	−0.042	39.941	39.984	−0.059	39.924	39.984	−0.076
50	Máx	50.007	50.000	0.023	49.992	50.000	0.008	49.983	50.000	−0.001	49.966	50.000	−0.018	49.939	50.000	−0.045
	Mín	49.982	49.984	−0.018	49.967	49.984	−0.033	49.958	49.984	−0.042	49.941	49.984	−0.059	49.914	49.984	−0.086
60	Máx	60.009	60.000	0.028	59.991	60.000	0.010	59.979	60.000	−0.002	59.958	60.000	−0.023	59.924	60.000	−0.057
	Mín	59.979	59.981	−0.021	59.961	59.981	−0.039	59.949	59.981	−0.051	59.928	59.981	−0.072	59.894	59.981	−0.106
80	Máx	80.009	80.000	0.028	79.991	80.000	0.010	79.979	80.000	−0.002	79.952	80.000	−0.029	79.909	80.000	−0.072
	Mín	79.979	79.981	−0.021	79.961	79.981	−0.039	79.949	79.981	−0.051	79.922	79.981	−0.078	79.879	79.981	−0.121
100	Máx	100.010	100.000	0.032	99.990	100.000	0.012	99.976	100.000	−0.002	99.942	100.000	−0.036	99.889	100.000	−0.089
	Mín	99.975	99.978	−0.025	99.955	99.978	−0.045	99.941	99.978	−0.059	99.907	99.978	−0.093	99.854	99.978	−0.146
120	Máx	120.010	120.000	0.032	119.990	120.000	0.012	119.976	120.000	−0.002	119.934	120.000	−0.044	119.869	120.000	−0.109
	Mín	119.975	119.978	−0.025	119.955	199.978	−0.045	119.941	119.978	−0.059	119.899	119.978	−0.101	119.834	119.978	−0.166
160	Máx	160.012	160.000	0.037	159.988	160.000	0.013	159.972	160.000	−0.003	159.915	160.000	−0.060	159.825	160.000	−0.150
	Mín	159.972	159.975	−0.028	159.948	159.975	−0.052	159.932	159.975	−0.068	159.875	159.975	−0.125	159.785	159.975	−0.215
200	Máx	200.013	200.000	0.042	199.986	200.000	0.015	199.967	200.000	−0.004	199.895	200.000	−0.076	199.781	200.000	−0.190
	Mín	199.967	199.971	−0.033	199.940	199.971	−0.060	199.921	199.971	−0.079	199.849	199.971	−0.151	199.735	199.971	−0.265
250	Máx	250.013	250.000	0.042	249.986	250.000	0.015	249.967	250.000	−0.004	249.877	250.000	−0.094	249.733	250.000	−0.238
	Mín	249.967	249.971	−0.033	249.940	249.971	−0.060	249.921	249.971	−0.079	249.831	249.971	−0.169	249.687	249.971	−0.313
300	Máx	300.016	300.000	0.048	299.986	300.000	0.018	299.964	300.000	−0.004	299.850	300.000	−0.118	299.670	300.000	−0.298
	Mín	299.964	299.968	−0.036	299.934	299.968	−0.066	299.912	299.968	−0.088	299.798	299.968	−0.202	299.618	299.968	−0.382
400	Máx	400.017	400.000	0.053	399.984	400.000	0.020	399.959	400.000	−0.005	399.813	400.000	−0.151	399.586	400.000	−0.378
	Mín	399.960	399.964	−0.040	399.927	399.964	−0.073	399.902	399.964	−0.098	399.756	399.964	−0.244	399.529	399.964	−0.471
500	Máx	500.018	500.000	0.058	499.983	500.000	0.023	499.955	500.000	−0.005	499.771	500.000	−0.189	499.483	500.000	−0.477
	Mín	499.955	499.960	−0.045	499.920	499.960	−0.080	499.892	499.960	−0.108	499.708	499.960	−0.292	499.420	499.960	−0.580

[a] Tomado de ANSI B4.2-1978 (R1994).

www.FreeLibros.me

14 Roscas de tornillos, nacional americana, unificada y métrica

Roscas de tornillo unificada y nacional americana del American National Standard.[a]

Diámetro nominal	Gruesa[b] NC UNC		Fina[b] NF UNF		Extrafina[c] NEF UNEF		Diámetro nominal	Gruesa[b] NC UNC		Fina[b] NF UNF		Extrafina[c] NEF UNEF	
	Roscas por pulg.	Broca de taladro[d]	Roscas por pulg.	Broca de taladro[d]	Roscas por pulg.	Broca de taladro[d]		Roscas por pulg.	Broca de taladro[d]	Roscas por pulg.	Broca de taladro[d]	Roscas por pulg.	Broca de taladro[d]
0 (.060)			80	3/64			1	8	7/8	12	59/64	20	61/64
1 (.073)	64	No. 53	72	No. 53	...	...	1 1/16	...	...	...	...	18	1
2 (.086)	56	No. 50	64	No. 50	...	...	1 1/8	7	63/64	12	1 3/64	18	1 5/64
3 (.099)	48	No. 47	56	No. 45	...	...	1 3/16	...	...	...	...	18	1 9/64
4 (.112)	40	No. 43	48	No. 42	...	...	1 1/4	7	1 7/64	12	1 11/64	18	1 3/16
5 (.125)	40	No. 38	44	No. 37	...	...	1 5/16	...	...	...	...	18	1 17/64
6 (.138)	32	No. 36	40	No. 33	...	...	1 3/8	6	1 7/32	12	1 19/64	18	1 5/16
8 (.164)	32	No. 29	36	No. 29	...	...	1 7/16	...	...	...	...	18	1 3/8
10 (.190)	24	No. 25	32	No. 21	...	...	1 1/2	6	1 11/32	12	1 27/64	18	1 7/16
12 (.216)	24	No. 16	28	No. 14	32	No. 13	1 9/16	...	...	...	...	18	1 1/2
1/4	20	No. 7	28	No. 3	32	7/32	1 5/8	...	...	...	...	18	1 9/16
5/16	18	F	24	I	32	9/32	1 11/16	...	...	...	...	18	1 5/8
3/8	16	5/16	24	Q	32	11/32	1 3/4	5	1 9/16	...	...	...	...
7/16	14	U	20	25/64	28	13/32	2	4 1/2	1 25/32	...	...	...	...
1/2	13	27/64	20	29/64	28	15/32	2 1/4	4 1/2	2 1/32	...	...	...	...
9/16	12	31/64	18	33/64	24	33/64	2 1/2	4	2 1/4	...	...	...	...
5/8	11	17/32	18	37/64	24	37/64	2 3/4	4	2 1/2	...	...	...	...
11/16	...	...	...	...	24	41/64	3	4	2 3/4	...	...	...	...
3/4	10	21/32	16	11/16	20	45/64	3 1/4	4	...	...	...	...	...
13/16	...	...	...	...	20	49/64	3 1/2	4	...	...	...	...	...
7/8	9	49/64	14	13/16	20	53/64	3 3/4	4	...	...	...	...	...
15/16	...	...	...	...	20	57/64	4	4	...	...	...	...	...

[a] ANSI/ASME B1.1-1989. Para ver las series de rosca con paso 8, 12 y 16, consulte la página siguiente.
[b] Clases 1A, 2A, 3A, 1B, 2B, 3B, 2 y 3.
[c] Clases 2A, 2B, 2 y 3.
[d] Para aproximadamente 75% de la profundidad total de la rosca. Si desea consultar los tamaños decimales de broca designados mediante números y letras, vea el apéndice 18.

www.FreeLibros.me

14 Roscas de tornillos, nacional americana, unificada y métrica (Continuación)

Roscas de tornillo unificada y nacional americana del American National Standard.[a] (Continuación)

Diámetro nominal	Paso 8[b] Series 8N y 8UN		Paso 12[b] Series 12N y 12UN		Paso 16[b] Series 16N y 16UN		Diámetro nominal	Paso 8[b] Series 8N y 8UN		Paso 12[b] Series 12N y 12UN		Paso 16[c] Series 16N y 16UN	
	Roscas por pulg.	Broca de taladro[c]	Roscas por pulg.	Broca de taladro[c]	Roscas por pulg.	Broca de taladro[c]		Roscas por pulg.	Broca de taladro[c]	Roscas por pulg.	Broca de taladro[c]	Roscas por pulg.[d]	Broca de taladro[c]
1/2	...	...	12	27/64	...	...	2 1/16	...	...	...	...	**16**	2
9/16	...	...	12[e]	31/64	...	...	2 1/8	...	...	12	2 3/64	16	2 1/16
5/8	...	...	12	35/64	...	...	2 3/16	...	...	...	...	**16**	2 1/8
11/16	...	...	12	39/64	...	...	2 1/4	8	2 1/8	12	2 17/64	16	2 3/16
3/4	...	...	12	43/64	16[e]	11/16	2 5/16	...	...	...	...	**16**	2 1/4
13/16	...	...	12	47/64	16	3/4	2 3/8	...	...	12	2 19/64	16	2 5/16
7/8	...	...	12	51/64	16	13/16	2 7/16	...	...	...	...	**16**	2 3/8
5/16	...	...	12	55/64	16	7/8	2 1/2	8	2 3/8	12	2 27/64	16	2 7/16
1	8[e]	7/8	12	59/64	16	15/16	2 5/8	...	...	12	2 35/64	16	2 9/16
1 1/16	...	...	12	63/64	16	1	2 3/4	8	2 5/8	12	2 43/64	16	2 11/16
1 1/8	8	1	12[e]	1 3/64	16	1 1/16	2 7/8	...	...	12	...	16	...
1 3/16	...	...	12	1 7/64	16	1 1/8	3	8	2 7/8	12	...	16	...
1 1/4	8	1 1/8	12	1 11/64	16	1 3/16	3 1/8	...	...	12	...	16	...
1 5/16	...	...	12	1 15/64	16	1/4	3 1/4	8	...	12	...	16	...
1 3/8	8	1 1/4	12[e]	1 19/64	16	1 5/16	3 3/8	...	...	12	...	16	...
1 7/16	...	...	12	1 23/64	16	1 3/8	3 1/2	8	...	12	...	16	...
1 1/2	8	1 3/8	12[e]	1 27/64	16	1 7/16	3 5/8	...	...	12	...	16	...
1 9/16	...	...	...	...	16	1 1/2	3 3/4	8	...	12	...	16	...
1 5/8	8	1 1/2	12	1 35/64	16	1 9/16	3 7/8	...	...	12	...	16	...
1 11/16	...	...	...	...	16	1 5/8	4	8	...	12	...	16	...
1 3/4	8	1 5/8	12	1 43/64	16[e]	1 11/16	4 1/4	8	...	12	...	16	...
1 13/16	...	...	...	...	16	1 3/4	4 1/2	8	...	12	...	16	...
1 7/8	8	1 3/4	12	1 51/64	16	1 13/16	4 3/4	8	...	12	...	16	...
1 15/16	...	...	...	...	16	1 7/8	5	8	...	12	...	16	...
2	8	1 7/8	12	1 59/64	16[e]	1 15/16	5 1/4	8	...	12	...	16	...

[a] ANSI/ASME B1.1-1989.
[b] Clases 2A, 3A, 2B, 3B, 2 y 3.
[c] Para aproximadamente 75% de la profundidad de la rosca.
[d] Los caracteres en negritas indican roscas nacionales americanas solamente.
[e] Éste es un tamaño estándar de las roscas unificada o nacional americana de las series gruesa, fina o extrafina. Consulte la página anterior.

www.FreeLibros.me

14 Roscas de tornillos, nacional americana, unificada y métrica (Continuación)

Roscas de tornillo métricas.[a]

Los tamaños recomendados de las roscas comerciales y de los sujetadores se muestran con caracteres en **negritas**.

Gruesa (de propósito general)		Fina	
Tamaño nominal y paso de rosca	**Broca de taladro, diámetro en mm**	**Tamaño nominal y paso de rosca**	**Broca de taladro, diámetro en mm**
M1.6 × 0.35	1.25	—	—
M1.8 × 0.35	1.45	—	—
M2 × 0.4	1.6	—	—
M2.2 × 0.45	1.75	—	—
M2.5 × 0.45	2.05	—	—
M3 × 0.5	2.5	—	—
M3.5 × 0.6	2.9	—	—
M4 × 0.7	3.3	—	—
M4.5 × 0.75	3.75	—	—
M5 × 0.8	4.2	—	—
M6 × 1	5.0	—	—
M7 × 1	6.0	—	—
M8 × 1.25	8	**M8 × 1**	7.0
M9 × 1.25	7.75	—	—
M10 × 1.5	8.5	**M10 × 1.25**	8.75
M11 × 1.5	9.50	—	—
M12 × 1.75	10.30	**M12 × 1.25**	10.5
M14 × 2	12.00	**M14 × 1.5**	12.5
M16 × 2	14.00	**M16 × 1.5**	14.5
M18 × 2.5	15.50	**M18 × 1.5**	16.5
M20 × 2.5	17.5	**M20 × 1.5**	18.5
M22 × 25[b]	19.5	**M22 × 1.5**	20.5
M24 × 3	21.0	**M24 × 2**	22.0
M27 × 3[b]	24.0	**M27 × 2**	25.0
M30 × 3.5	26.5	**M30 × 2**	28.0
M33 × 3.5	29.5	**M30 × 2**	31.0
M36 × 4	32.0	**M36 × 2**	33.0
M39 × 4	35.0	M39 × 2	36.0
M42 × 4.5	37.5	**M42 × 2**	39.0
M45 × 4.5	40.5	M45 × 1.5	42.0
M48 × 5	43.0	**M48 × 2**	45.0
M52 × 5	47.0	M52 × 2	49.0
M56 × 5.5	50.5	**M56 × 2**	52.0
M60 × 5.5	54.5	M60 × 1.5	56.0
M64 × 6	58.0	**M64 × 2**	60.0
M68 × 6	62.0	M68 × 2	64.0
M72 × 6	66.0	**M72 × 2**	68.0
M80 × 6	74.0	**M80 × 2**	76.0
M90 × 6	84.0	**M90 × 2**	86.0
M100 × 6	94.0	**M100 × 2**	96.0

[a] ANSI/ASME B1.13M-1995.
[b] Sólo para sujetadores de acero de alta resistencia estructural.

www.FreeLibros.me

15 Tamaños de brocas de taladro; American National Standard and Metric

Tamaños de broca del American National Standard.[a] Todas las dimensiones se dan en pulgadas. Las brocas designadas en fracciones comunes están disponibles en diámetros de $\frac{1}{64}''$ a $1\frac{3}{4}''$ en incrementos de $\frac{1}{64}''$, de $1\frac{3}{4}''$ a $2\frac{1}{4}''$ en incrementos de $\frac{1}{32}''$, de $2\frac{1}{4}''$ a $3''$ en incrementos de $\frac{1}{16}''$ y de $3''$ wa $3\frac{1}{2}''$ en incrementos de $\frac{1}{8}''$. Las brocas de más de $3\frac{1}{2}''$ se utilizan con muy poca frecuencia y se consideran brocas de taladro especiales.

Tamaño	Diámetro de broca	Tamaño	Diámetro de broca	Tamaño	Diámetro de broca	Tamaño	Diámetro de broca	Tamaño	Diámetro de broca	Tamaño	Diámetro de broca
1	.2280	17	.1730	33	.1130	49	.0730	65	.0350	81	.0130
2	.2210	18	.1695	34	.1110	50	.0700	66	.0330	82	.0125
3	.2130	19	.1660	35	.1100	51	.0670	67	.0320	83	.0120
4	.2090	20	.1610	36	.1065	52	.0635	68	.0310	84	.0115
5	.2055	21	.1590	37	.1040	53	.0595	69	.0292	85	.0110
6	.2040	22	.1570	38	.1015	54	.0550	70	.0280	86	.0105
7	.2010	23	.1540	39	.0995	55	.0520	71	.0260	87	.0100
8	.1990	24	.1520	40	.0980	56	.0465	72	.0250	88	.0095
9	.1960	25	.1495	41	.0960	57	.0430	73	.0240	89	.0091
10	.1935	26	.1470	42	.0935	58	.0420	74	.0225	90	.0087
11	.1910	27	.1440	43	.0890	59	.0410	75	.0210	91	.0083
12	.1890	28	.1405	44	.0860	60	.0400	76	.0200	92	.0079
13	.1850	29	.1360	45	.0820	61	.0390	77	.0180	93	.0075
14	.1820	30	.1285	46	.0810	62	.0380	78	.0160	94	.0071
15	.1800	31	.1200	47	.0785	63	.0370	79	.0145	95	.0067
16	.1770	32	.1160	48	.0760	64	.0360	80	.0135	96	.0063
										97	.0059

Tamaño de la letra									
A	.234	G	.261	L	.290	Q	.332	V	.377
B	.238	H	.266	M	.295	R	.339	W	.386
C	.242	I	.272	N	.302	S	.348	X	.397
D	.246	J	.277	O	.316	T	.358	Y	.404
E	.250	K	.281	P	.323	U	.368	Z	.413
F	.257								

[a] ANSI/ASME B94.11M-1993.

www.FreeLibros.me

15 Tamaños de brocas de taladro; American National Standard and Metric (Continuación)

Tamaños de brocas métricas. Las equivalencias en pulgadas decimales son sólo para referencia.

Diámetro de broca		Diámetro de broca		Diámetro de broca		Diámetro de broca		Diámetro de broca		Diámetro de broca	
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
0.40	.0157	1.95	.0768	4.70	.1850	8.00	.3150	13.20	.5197	25.50	1.0039
0.42	.0165	2.00	.0787	4.80	.1890	8.10	.3189	13.50	.5315	26.00	1.0236
0.45	.0177	2.05	.0807	4.90	.1929	8.20	.3228	13.80	.5433	26.50	1.0433
0.48	.0189	2.10	.0827	5.00	.1969	8.30	.3268	14.00	.5512	27.00	1.0630
0.50	.0197	2.15	.0846	5.10	.2008	8.40	.3307	14.25	.5610	27.50	1.0827
0.55	.0217	2.20	.0866	5.20	.2047	8.50	.3346	14.50	.5709	28.00	1.1024
0.60	.0236	2.25	.0886	5.30	.2087	8.60	.3386	14.75	.5807	28.50	1.1220
0.65	.0256	2.30	.0906	5.40	.2126	8.70	.3425	15.00	.5906	29.00	1.1417
0.70	.0276	2.35	.0925	5.50	.2165	8.80	.3465	15.25	.6004	29.50	1.1614
0.75	.0295	2.40	.0945	5.60	.2205	8.90	.3504	15.50	.6102	30.00	1.1811
0.80	.0315	2.45	.0965	5.70	.2244	9.00	.3543	15.75	.6201	30.50	1.2008
0.85	.0335	2.50	.0984	5.80	.2283	9.10	.3583	16.00	.6299	31.00	1.2205
0.90	.0354	2.60	.1024	5.90	.2323	9.20	.3622	16.25	.6398	31.50	1.2402
0.95	.0374	2.70	.1063	6.00	.2362	9.30	.3661	16.50	.6496	32.00	1.2598
1.00	.0394	2.80	.1102	6.10	.2402	9.40	.3701	16.75	.6594	32.50	1.2795
1.05	.0413	2.90	.1142	6.20	.2441	9.50	.3740	17.00	.6693	33.00	1.2992
1.10	.0433	3.00	.1181	6.30	.2480	9.60	.3780	17.25	.6791	33.50	1.3189
1.15	.0453	3.10	.1220	6.40	.2520	9.70	.3819	17.50	.6890	34.00	1.3386
1.20	.0472	3.20	.1260	6.50	.2559	9.80	.3858	18.00	.7087	34.50	1.3583
1.25	.0492	3.30	.1299	6.60	.2598	9.90	.3898	18.50	.7283	35.00	1.3780
1.30	.0512	3.40	.1339	6.70	.2638	10.00	.3937	19.00	.7480	35.50	1.3976
1.35	.0531	3.50	.1378	6.80	.2677	10.20	.4016	19.50	.7677	36.00	1.4173
1.40	.0551	3.60	.1417	6.90	.2717	10.50	.4134	20.00	.7874	36.50	1.4370
1.45	.0571	3.70	.1457	7.00	.2756	10.80	.4252	20.50	.8071	37.00	1.4567
1.50	.0591	3.80	.1496	7.10	.2795	11.00	.4331	21.00	.8268	37.50	1.4764
1.55	.0610	3.90	.1535	7.20	.2835	11.20	.4409	21.50	.8465	38.00	1.4961
1.60	.0630	4.00	.1575	7.30	.2874	11.50	.4528	22.00	.8661	40.00	1.5748
1.65	.0650	4.10	.1614	7.40	.2913	11.80	.4646	22.50	.8858	42.00	1.6535
1.70	.0669	4.20	.1654	7.50	.2953	12.00	.4724	23.00	.9055	44.00	1.7323
1.75	.0689	4.30	.1693	7.60	.2992	12.20	.4803	23.50	.9252	46.00	1.8110
1.80	.0709	4.40	.1732	7.70	.3031	12.50	.4921	24.00	.9449	48.00	1.8898
1.85	.0728	4.50	.1772	7.80	.3071	12.50	.5039	24.50	.9646	50.00	1.9685
1.90	.0748	4.60	.1811	7.90	.3110	13.00	.5118	25.00	.9843		

16 Roscas acme, de propósito general[a]

Tamaño	Roscas por pulgada	Tamaño	Roscas por pulgada	Tamaño	Roscas por pulgada	Tamaño	Roscas por pulgada
$\frac{1}{4}$	16	$\frac{3}{4}$	6	$1\frac{1}{2}$	4	3	2
$\frac{5}{16}$	14	$\frac{7}{8}$	6	$1\frac{3}{4}$	4	$3\frac{1}{2}$	2
$\frac{3}{8}$	12	1	5	2	4	4	2
$\frac{7}{16}$	12	$1\frac{1}{8}$	5	$2\frac{1}{4}$	3	$4\frac{1}{2}$	2
$\frac{1}{2}$	10	$1\frac{1}{4}$	5	$2\frac{1}{2}$	3	5	2
$\frac{5}{8}$	8	$1\frac{3}{8}$	4	$2\frac{3}{4}$	3	...	...

[a] ANSI/ASME B1.5-1988 (R1994).

www.FreeLibros.me

17 Pernos, tuercas y tornillos de cabeza, cuadrados y hexagonales; American National Standard and Metric

Pernos[a] y tuercas[b] cuadrados y hexagonales y tornillos de cabeza hexagonal[c] del American National Standard. Los caracteres en **negritas** indican características del producto unificadas dimensionalmente con las normas británica y canadiense. Todas las dimensiones se dan en pulgadas.

Tamaño nominal *D*. Diámetro del cuerpo del perno	Pernos regulares					Pernos pesados		
	Ancho entre caras *W*		Altura *H*			Ancho entre caras *W*	Altura *H*	
	Cuad.	Hex.	Cuad. (sin terminar)	Hex. (sin terminar)	Torn. de cabeza hex.[c] (terminado)		Hex. (sin terminar)	Torn. hex. (terminado)
1/4 0.2500	3/8	7/16	11/64	11/64	5/32	...	...	...
5/16 0.3125	1/2	1/2	13/64	7/32	13/64	...	...	...
3/8 0.3750	9/16	9/16	1/4	1/4	15/64	...	...	...
7/16 0.4375	5/8	5/8	19/64	19/64	9/32	...	...	...
1/2 0.5000	3/4	3/4	21/64	11/32	5/16	7/8	11/32	5/16
9/16 0.5625	...	13/16	...	...	23/64	...	...	...
5/8 0.6250	15/16	15/16	27/64	27/64	25/64	**1 1/16**	27/64	25/64
3/4 0.7500	**1 1/8**	**1 1/8**	1/2	1/2	15/32	**1 1/4**	1/2	15/32
7/8 0.8750	**1 5/16**	**1 5/16**	19/32	37/64	35/64	**1 7/16**	37/64	35/64
1 1.000	**1 1/2**	**1 1/2**	21/32	43/64	39/64	**1 5/8**	43/64	39/64
1 1/8 1.1250	**1 11/16**	**1 11/16**	3/4	3/4	11/16	**1 13/16**	3/4	11/16
1 1/4 1.2500	**1 7/8**	**1 7/8**	27/32	27/32	25/32	**2**	27/32	25/32
1 3/8 1.3750	**2 1/16**	**2 1/16**	29/32	29/32	27/32	**2 3/16**	29/32	27/32
1 1/2 1.5000	**2 1/4**	**2 1/4**	**1**	**1**	15/16	**2 3/8**	1	15/16
1 3/4 1.7500	...	**2 5/8**	...	**1 5/32**	**1 3/32**	**2 3/4**	1 5/32	1 3/32
2 2.0000	...	**3**	...	**1 11/32**	**1 7/32**	**3 1/8**	1 11/32	1 7/32
2 1/4 2.2500	...	3 3/8	...	1 1/2	1 3/8	3 1/2	1 1/2	1 3/8
2 1/2 2.5000	...	3 3/4	...	1 21/32	1 17/32	3 7/8	1 21/32	1 17/32
2 3/4 2.7500	...	4 1/8	...	1 13/16	1 11/16	4 1/4	1 13/16	1 11/16
3 3.0000	...	4 1/2	...	2	1 7/8	4 5/8	2	1 7/8
3 1/4 3.2500	...	4 7/8	...	2 3/16	...	...	...	...
3 1/2 3.5000	...	5 1/4	...	2 5/16	...	...	...	...
3 3/4 3.7500	...	5 5/8	...	2 1/2	...	...	...	...
4 4.0000	...	6	...	2 11/16	...	...	...	...

[a] ANSI B18.2.1-1981 (R1992).
[b] ANSI/ASME B18.2.2-1987 (R1993).
[c] Los tornillos de cabeza hexagonal y las tuercas hexagonales terminados se combinan como un solo producto.

www.FreeLibros.me

17 Pernos, tuercas y tornillos de cabeza, cuadrados y hexagonales; American National Standard and Metric (Continuación)

Pernos y tuercas cuadrados y hexagonales y tornillos de cabeza hexagonal del American National Standard (Continuación). Para ver las tuercas de presión, tuercas ranuradas, tuercas gruesas, tuercas gruesas ranuradas y tuercas almenadas consulte la norma ANSI B18.2.2.

Tamaño nominal *D* del diámetro del cuerpo del perno	Pernos regulares					Tuercas pesadas			
	Ancho entre caras *W*		Espesor *T*			Ancho entre caras *W*	Espesor *T*		
	Cuad.	Hex.	Cuad. (sin terminar)	Hex. plana (sin terminar)	hex. (terminado)		Cuad. (sin terminar)	Hex. plana (sin terminar)	Hex. (terminado)
$\frac{1}{4}$ **0.2500**	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{15}{64}$	$\frac{15}{64}$
$\frac{5}{16}$ **0.3125**	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{17}{64}$	$\frac{17}{64}$	$\frac{17}{64}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{19}{64}$	$\frac{19}{64}$
$\frac{3}{8}$ **0.3750**	$\frac{5}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{64}$		$\frac{21}{64}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{23}{64}$	$\frac{23}{64}$
$\frac{7}{16}$ **0.4375**	$\frac{3}{4}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{27}{64}$	$\frac{27}{64}$
$\frac{1}{2}$ **0.5000**	$\frac{13}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$[a]	$\frac{1}{2}$	$\frac{31}{64}$	$\frac{31}{64}$
$\frac{9}{16}$ **0.5625**	...	$\frac{7}{8}$	...	$\frac{31}{64}$	$\frac{31}{64}$	$\frac{15}{16}$	...	$\frac{35}{64}$	$\frac{35}{64}$
$\frac{5}{8}$ **0.6250**	**1**	$\frac{15}{16}$	$\frac{35}{64}$	$\frac{35}{64}$	$\frac{35}{64}$	$1\frac{1}{16}$[a]	$\frac{5}{8}$	$\frac{39}{64}$	$\frac{39}{64}$
$\frac{3}{4}$ **0.7500**	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{41}{64}$	$\frac{41}{64}$	$1\frac{1}{4}$[a]	$\frac{3}{4}$	$\frac{47}{64}$	$\frac{47}{64}$
$\frac{7}{8}$ **0.8750**	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{49}{64}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{16}$[a]	$\frac{7}{8}$	$\frac{55}{64}$	$\frac{55}{64}$
1 1.0000	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{55}{64}$	$\frac{55}{64}$	$1\frac{5}{8}$[a]	**1**	$\frac{63}{64}$	$\frac{63}{64}$
$1\frac{1}{8}$ **1.1250**	$1\frac{11}{16}$	$1\frac{11}{16}$	**1**	**1**	$\frac{31}{32}$	$1\frac{13}{16}$[a]	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{7}{64}$
$1\frac{1}{4}$ **1.2500**	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{3}{32}$	$1\frac{3}{32}$	$1\frac{1}{16}$	**2**[a]	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{7}{32}$
$1\frac{3}{8}$ **1.3750**	$2\frac{1}{16}$	$2\frac{1}{16}$	$1\frac{13}{64}$	$1\frac{13}{64}$	$1\frac{11}{64}$	$2\frac{3}{16}$[a]	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{11}{32}$
$1\frac{1}{2}$ **1.5000**	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{9}{32}$	$2\frac{3}{8}$[a]	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{15}{32}$
$1\frac{5}{8}$ 1.6250	...	...	...	...	...	$2\frac{9}{16}$	...	...	$1\frac{19}{32}$
$1\frac{3}{4}$ **1.7500**	...	...	...	...	...	$2\frac{3}{4}$	...	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{23}{32}$
$1\frac{7}{8}$ 1.8750	...	...	...	...	...	$2\frac{15}{16}$	...	...	$1\frac{27}{32}$
2 2.0000	...	...	...	...	...	$3\frac{1}{8}$	...	**2**	$1\frac{31}{32}$
$2\frac{1}{4}$ 2.2500	...	...	...	...	...	$3\frac{1}{2}$	...	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{13}{64}$
$2\frac{1}{2}$ 2.5000	...	...	...	...	...	$3\frac{7}{8}$	...	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{29}{64}$
$2\frac{3}{4}$ 2.7500	...	...	...	...	...	$4\frac{1}{4}$	...	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{45}{64}$
3 3.0000	...	...	...	...	...	$4\frac{5}{8}$	...	3	$2\frac{61}{64}$
$3\frac{1}{4}$ 3.2500	...	...	...	...	...	5	...	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{16}$
$3\frac{1}{2}$ 3.5000	...	...	...	...	...	$5\frac{3}{8}$	...	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{7}{16}$
$3\frac{3}{4}$ 3.7500	...	...	...	...	...	$5\frac{3}{4}$	...	$3\frac{3}{4}$	$3\frac{11}{16}$
4 4.0000	...	...	...	...	...	$6\frac{1}{8}$	...	4	$3\frac{15}{16}$

[a] Características del producto no unificadas para tuerca cuadrada pesada.

www.FreeLibros.me

17 Pernos, tuercas y tornillos de cabeza, cuadrados y hexagonales; American National Standard and Metric (Continuación)

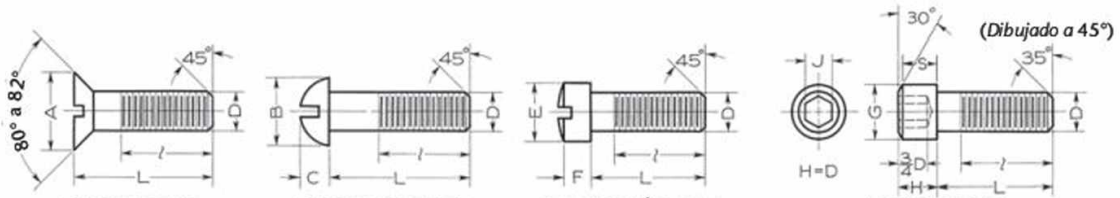
Pernos hexagonales, tornillos de cabeza hexagonal, pernos estructurales hexagonales y tuercas hexagonales métricas.

Tamaño nominal *D*, mm	Ancho entre caras *W* (máx.)		Espesor *T* (máx)			
Diámetro del cuerpo y paso de la rosca	Pernos[a], tornillos prisioneros[b] y tuercas[c]	Pernos[a] y tuercas[c] hex pesado y hex estructural	Pernos (sin terminar)	Tornillo prisionero (terminado)	Tuerca (terminada o sin terminar)	
					Estilo 1	Estilo 2
M5 × 0.8	8.0		3.88	3.65	4.7	5.1
M6 × 1	10.0		4.38	4.47	5.2	5.7
M8 × 1.25	13.0		5.68	5.50	6.8	7.5
M10 × 1.5	16.0		6.85	6.63	8.4	9.3
M12 × 1.75	18.0	21.0	7.95	7.76	10.8	12.0
M14 × 2	21.0	24.0	9.25	9.09	12.8	14.1
M16 × 2	24.0	27.0	10.75	10.32	14.8	16.4
M20 × 2.5	30.0	34.0	13.40	12.88	18.0	20.3
M24 × 3	36.0	41.0	15.90	15.44	21.5	23.9
M30 × 3.5	46.0	50.0	19.75	19.48	25.6	28.6
M36 × 4	55.0	60.0	23.55	23.38	31.0	34.7
M42 × 4.5	65.0		27.05	26.97	...	...
M48 × 5	75.0		31.07	31.07	...	...
M56 × 5.5	85.0		36.20	36.20	...	...
M64 × 6	95.0		41.32	41.32	...	...
M72 × 6	105.0		46.45	46.45	...	...
M80 × 6	115.0		51.58	51.58	...	...
M90 × 6	130.0		57.74	57.74	...	...
M100 × 6	145.0		63.90	63.90	...	...
Pernos hexagonales estructurales de alta resistencia[a] (terminados) y tuercas hexagonales[c]						
M16 × 2	27.0	...	10.75	...	...	17.1
M20 × 2.5	34.0	...	13.40	...	...	20.7
M22 × 2.5	36.0	...	14.9	...	...	23.6
M24 × 3	41.0	...	15.9	...	...	24.2
M27 × 3	46.0	...	17.9	...	...	27.6
M30 × 3.5	50.0	...	19.75	...	...	31.7
M36 × 4	60.0	...	23.55	...	...	36.6

[a] ANSI/ASME B18.2.3.5M-1979 (R 1995), B18.2.3.6M-1979 (R1995), B18.2.3.7M-1979 (R1995).
[b] ANSI/ASME B18.2.3.1M-1979 (R 1995).
[c] ANSI/ASME B18.2.4.1M-1979 (R1995), B18.2.4.2M-1979 (R 1995).

www.FreeLibros.me

18 Tornillos prisioneros, de cabeza ranurada[a] y hueca;[b] American National Standard and Metric

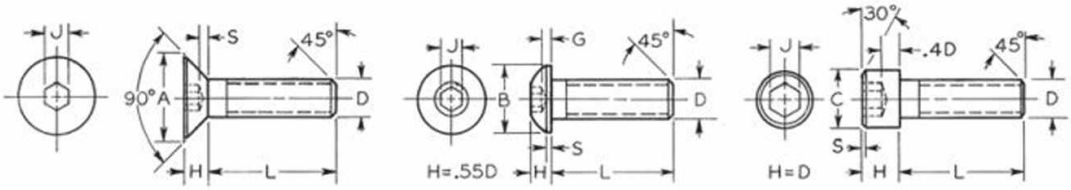


CABEZA PLANA CABEZA REDONDA CABEZA CILÍNDRICA CABEZA HUECA

Tamaño nominal D	Cabeza plana[a]	Cabeza redonda[a]		Cabeza cilíndrica[a]		Cabeza hueca[b]		
	A	B	C	E	F	G	J	S
0 (.060)	...	...	...	...	...	.096	.05	.054
1 (.073)	...	...	...	...	...	.118	1/16	.066
2 (.086)	...	...	...	...	...	.140	5/64	.077
3 (.099)	...	...	...	...	...	.161	5/64	.089
4 (.112)	...	...	...	...	...	.183	3/32	.101
5 (.125)	...	...	...	...	...	.205	3/32	.112
6 (.138)	...	...	...	...	...	.226	7/64	.124
8 (.164)	...	...	...	...	...	.270	9/64	.148
10 (.190)	...	...	...	...	...	.312	5/32	.171
1/4	.500	.437	.191	.375	.172	.375	3/16	.225
5/16	.625	.562	.245	.437	.203	.469	1/4	.281
3/8	.750	.675	.273	.562	.250	.562	5/16	.337
7/16	.812	.750	.328	.625	.297	.656	3/8	.394
1/2	.875	.812	.354	.750	.328	.750	3/8	.450
9/16	1.000	.937	.409	.812	.375	...	...	...
5/8	1.125	1.000	.437	.875	.422	.938	1/2	.562
3/4	1.375	1.250	.546	1.000	.500	1.125	5/8	.675
7/8	1.625	...	...	1.125	.594	1.312	3/4	.787
1	1.875	...	...	1.312	.656	1.500	3/4	.900
1 1/8	2.062	...	...	...	...	1.688	7/8	1.012
1 1/4	2.312	...	...	...	...	1.875	7/8	1.125
1 3/8	2.562	...	...	...	...	2.062	1	1.237
1 1/2	2.812	...	...	...	...	2.250	1	1.350

www.FreeLibros.me

18 Tornillos prisioneros, de cabeza ranurada[a] y hueca;[b] American National Standard and Metric (Continuación)



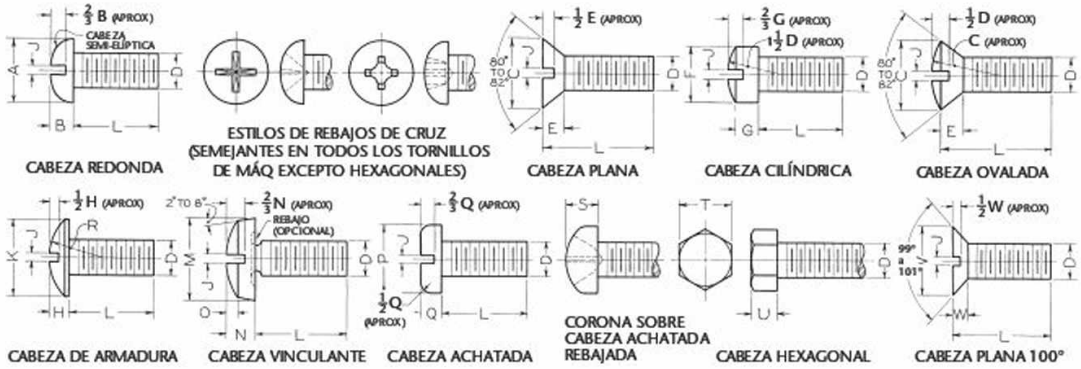
Tornillos de cabeza hueca métricos

Tamaño nominal D	Cabeza avellanada[a]			Cabeza de botón[a]			Cabeza hueca[b]		Tamaño de cabeza hexagonal hueca
	A (máx)	H	S	B	S	G	C	S	J
M1.6 × 0.35	...	...	...	...	...	...	3.0	0.16	1.5
M2 × 0.4	...	...	...	...	...	...	3.8	0.2	1.5
M2.5 × 0.45	...	...	...	...	...	...	4.5	0.25	2.0
M3 × 0.5	6.72	1.86	0.25	5.70	0.38	0.2	5.5	0.3	2.5
M4 × 0.7	8.96	2.48	0.45	7.6	0.38	0.3	7.0	0.4	3.0
M5 × 0.8	11.2	3.1	0.66	9.5	0.5	0.38	8.5	0.5	4.0
M6 × 1	13.44	3.72	0.7	10.5	0.8	0.74	10.0	0.6	5.0
M8 × 1.25	17.92	4.96	1.16	14.0	0.8	1.05	13.0	0.8	6.0
M10 × 1.5	22.4	6.2	1.62	17.5	0.8	1.45	16.0	1.0	8.0
M12 × 1.75	26.88	7.44	1.8	21.0	0.8	1.63	18.0	1.2	10.0
M14 × 2	30.24	8.12	2.0	...	...	...	21.0	1.4	12.0
M16 × 2	33.6	8.8	2.2	28.0	1.5	2.25	24.0	1.6	14.0
M20 × 2.5	19.67	10.16	2.2	...	...	...	30.0	2.0	17.0
M24 × 3	...	...	...	...	...	...	36.0	2.4	19.0
M30 × 3.5	...	...	...	...	...	...	45.0	3.0	22.0
M36 × 4	...	...	...	...	...	...	54.0	3.6	27.0
M42 × 4.5	...	...	...	...	...	...	63.0	4.2	32.0
M48 × 5	...	...	...	...	...	...	72.0	4.8	36.0

[a] ANSI/ASME B18.3.4M-1986 (R1993).
[b] ANSI/ASME B18.3.1M-1986 (R1993).

www.FreeLibros.me

19 Tornillos de máquina; American National Standard and Metric



Tornillos de máquina del American National Standard.

Longitud de rosca: en tornillos de 2" de largo y más cortos, las roscas se extienden hasta dos roscas de la cabeza o más cerca si resulta práctico; los tornillos más largos tienen una longitud mínima de rosca de 1 ¾".

Puntas: por lo general, los tornillos de máquina se hacen con extremos cortados en forma plana y sin bisel.

Roscas: ya sea la serie rosca gruesa o rosca fina, ajuste clase 2.

Cabezas rebajadas: existen dos estilos de rebajos de cruz en todos los tornillos, excepto para los de cabeza hexagonal.

Tamaño nominal	Diámetro máx. *D*	Cabeza redonda		Cabezas plana y ovalada		Cabeza cilíndrica		Cabeza de armadura			Ancho de ranura
		A	*B*	*C*	*E*	*F*	*G*	*K*	*H*	*R*	*J*
0	0.060	0.113	0.053	0.119	0.035	0.096	0.045	0.131	0.037	0.087	0.023
1	0.073	0.138	0.061	0.146	0.043	0.118	0.053	0.164	0.045	0.107	0.026
2	0.086	0.162	0.069	0.172	0.051	0.140	0.062	0.194	0.053	0.129	0.031
3	0.099	0.187	0.078	0.199	0.059	0.161	0.070	0.226	0.061	0.151	0.035
4	0.112	0.211	0.086	0.225	0.067	0.183	0.079	0.257	0.069	0.169	0.039
5	0.125	0.236	0.095	0.252	0.075	0.205	0.088	0.289	0.078	0.191	0.043
6	0.138	0.260	0.103	0.279	0.083	0.226	0.096	0.321	0.086	0.211	0.048
8	0.164	0.309	0.120	0.332	0.100	0.270	0.113	0.384	0.102	0.254	0.054
10	0.190	0.359	0.137	0.385	0.116	0.313	0.130	0.448	0.118	0.283	0.060
12	0.216	0.408	0.153	0.438	0.132	0.357	0.148	0.511	0.134	0.336	0.067
1/4	0.250	0.472	0.175	0.507	0.153	0.414	0.170	0.573	0.150	0.375	0.075
5/16	0.3125	0.590	0.216	0.635	0.191	0.518	0.211	0.698	0.183	0.457	0.084
3/8	0.375	0.708	0.256	0.762	0.230	0.622	0.253	0.823	0.215	0.538	0.094
7/16	0.4375	0.750	0.328	0.812	0.223	0.625	0.265	0.948	0.248	0.619	0.094
1/2	0.500	0.813	0.355	0.875	0.223	0.750	0.297	1.073	0.280	0.701	0.106
9/16	0.5625	0.938	0.410	1.000	0.260	0.812	0.336	1.198	0.312	0.783	0.118
5/8	0.625	1.000	0.438	1.125	0.298	0.875	0.375	1.323	0.345	0.863	0.133
3/4	0.750	1.250	0.547	1.375	0.372	1.000	0.441	1.573	0.410	1.024	0.149

Tamaño nominal	Diámetro máx. *D*	Cabeza vinculante			Cabeza achatada			Cabeza hexagonal		Cabeza plana 100°		Ancho de ranura
		M	*N*	*O*	*P*	*Q*	*S*	*T*	*U*	*V*	*W*	*J*
2	0.086	0.181	0.050	0.018	0.167	0.053	0.062	0.125	0.050	...	...	0.031
3	0.099	0.208	0.059	0.022	0.193	0.060	0.071	0.187	0.055	...	...	0.035
4	0.112	0.235	0.068	0.025	0.219	0.068	0.080	0.187	0.060	0.225	0.049	0.039
5	0.125	0.263	0.078	0.029	0.245	0.075	0.089	0.187	0.070	...	...	0.043
6	0.138	0.290	0.087	0.032	0.270	0.082	0.097	0.250	0.080	0.279	0.060	0.048
8	0.164	0.344	0.105	0.039	0.322	0.096	0.115	0.250	0.110	0.332	0.072	0.054
10	0.190	0.399	0.123	0.045	0.373	0.110	0.133	0.312	0.120	0.385	0.083	0.060
12	0.216	0.454	0.141	0.052	0.425	0.125	0.151	0.312	0.155	...	...	0.067
1/4	0.250	0.513	0.165	0.061	0.492	0.144	0.175	0.375	0.190	0.507	0.110	0.075
5/16	0.3125	0.641	0.209	0.077	0.615	0.178	0.218	0.500	0.230	0.635	0.138	0.084
3/8	0.375	0.769	0.253	0.094	0.740	0.212	0.261	0.562	0.295	0.762	0.165	0.094
7/16	.4375	...	...	...	.865	.247	.305	...	...	...	...	.094
1/2	.500	...	...	...	.987	.281	.348	...	...	...	...	.106
9/16	.5625	...	...	...	1.041	.315	.391	...	...	...	...	.118
5/8	.625	...	...	...	1.172	.350	.434	...	...	...	...	.133
3/4	.750	...	...	...	1.435	.419	.521	...	...	...	...	.149

www.FreeLibros.me

19 Tornillos de máquina; American National Standard and Metric (Continuación)

Tornillos de máquina métricos.[a]

Longitud de la rosca: en tornillos de 36 mm de largo o más cortos, las roscas se extienden hasta a una rosca de la cabeza; en tornillos más largos la rosca se extiende a dos roscas de la cabeza.
Puntas: por lo general los tornillos de máquina se hacen con los extremos cortados y sin bisel.
Roscas: se proporciona la rosca serie gruesa (de propósito general).
Cabezas rebajadas: existen dos estilos de rebajos en forma de cruz para todos los tornillos, excepto para los de cabeza hexagonal.

Tamaño nominal y paso de rosca	Diámetro máx. *D* mm	Cabeza plana y ovalada		Cabeza achatada			Cabeza hexagonal		Ancho de ranura
		C	*E*	*P*	*Q*	*S*	*T*	*U*	*J*
M2 × M	2.0	3.5	1.2	4.0	1.3	1.6	3.2	1.6	0.7
M2.5 × 0.45	2.5	4.4	1.5	5.0	1.5	2.1	4.0	2.1	0.8
M3 × 0.5	3.0	5.2	1.7	5.6	1.8	2.4	5.0	2.3	1.0
M3.5 × 0.6	3.5	6.9	2.3	7.0	2.1	2.6	5.5	2.6	1.2
M4 × 0.7	4.0	8.0	2.7	8.0	2.4	3.1	7.0	3.0	1.5
M5 × 0.8	5.0	8.9	2.7	9.5	3.0	3.7	8.0	3.8	1.5
M6 × 1	6.0	10.9	3.3	12.0	3.6	4.6	10.0	4.7	1.9
M8 × 1.25	8.0	15.14	4.6	16.0	4.8	6.0	13.0	6.0	2.3
M10 × 1.5	10.0	17.8	5.0	20.0	6.0	7.5	15.0	7.5	2.8
M12 × 1.75	12.0	...	...	...	...	...	18.0	9.0	...

Tamaño nominal	Longitudes de tornillos de máquina métricos; L[b]																					
	2.5	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
M2 × 0.4	PH	A	A	A	A	A	A	A	A	A												
M2.5 × 0.45		PH	A	A	A	A	A	A	A	A	A											
M3 × 0.5			PH	A	A	A	A	A	A	A	A	A										
M3.5 × 0.6				PH	A	A	A	A	A	A	A	A	A									
M4 × 0.7				PH	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A								
M5 × 0.8					PH	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A						
M6 × 1						A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A				
M8 × 1.25							A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
M10 × 1.5								A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
M12 × 1.75									A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

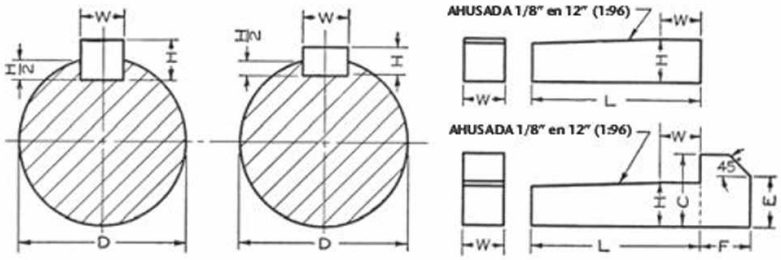
Longitud de rosca mínima; 28 mm

Longitud de rosca mínima; 38 mm

[a] Norma de sujetadores métricos. IFI-513 (1982).
[b] PH = longitudes recomendadas sólo para tornillos métricos de cabeza hexagonal y achatada. A = longitudes recomendadas para todos los estilos de cabeza en tornillos métricos.

www.FreeLibros.me

20 Cuñas; cuadradas, planas, cónicas[a] y chavetas



Diámetros de los ejes	Cuña cuadrada estándar	Cuña plana estándar	Chaveta ahusada estándar					
			Cuadrada			Plana		
			Altura	Longitud	Altura de biselado	Altura	Longitud	Altura de biselado
D	*W = H*	*W × H*	*C*	*F*	*E*	*C*	*F*	*E*
$\frac{1}{2}$ a $\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8} \times \frac{3}{32}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{5}{8}$ a $\frac{7}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16} \times \frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{32}$
$\frac{15}{16}$ a $1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4} \times \frac{3}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{11}{32}$	$\frac{11}{32}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
$1\frac{5}{16}$ a $1\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16} \times \frac{1}{4}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{7}{16}$ a $1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8} \times \frac{1}{4}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$
$1\frac{13}{16}$ a $2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$
$2\frac{5}{16}$ a $2\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8} \times \frac{7}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{2}$
$2\frac{7}{8}$ a $3\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$
$3\frac{3}{8}$ a $3\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8} \times \frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	1	1	$1\frac{1}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$
$3\frac{7}{8}$ a $4\frac{1}{2}$	1	$1 \times \frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{16}$	$1\frac{3}{16}$	$1\frac{1}{4}$	1	$\frac{13}{16}$
$4\frac{3}{4}$ a $5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4} \times \frac{7}{8}$	2	$1\frac{7}{16}$	$1\frac{7}{16}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1
$5\frac{3}{4}$ a 6	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2} \times 1$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	1

[a] Las cuñas cuadradas ahusadas y planas tienen las mismas dimensiones que las cuñas paralelas planas estándar, con la adición del ahusado en la parte superior. Las cuñas planas y de cabeza cuadrada ahusada tienen las mismas dimensiones que las cuñas cónicas planas, con la adición de la cabeza de chaveta. *Longitudes de las cuñas estándar para las cuñas planas cónicas y chavetas ahusadas:* la longitud estándar mínima es igual a 4W, y la máxima es igual a 16W. Los incrementos de longitud son iguales a 2W.

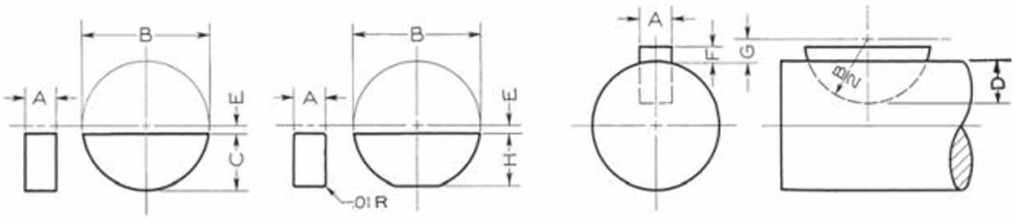
21 Roscas de tornillo,[a] cuadradas y Acme

Tamaño	Roscas por pulgada	Tamaño	Roscas por pulgada	Tamaño	Roscas por pulgada	Tamaño	Roscas por pulgada
$\frac{3}{8}$	12	$\frac{7}{8}$	5	2	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{3}$
$\frac{7}{16}$	10	1	5	$2\frac{1}{4}$	2	$3\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{3}$
$\frac{1}{2}$	10	$1\frac{1}{8}$	4	$2\frac{1}{2}$	2	4	$1\frac{1}{3}$
$\frac{9}{16}$	8	$1\frac{1}{4}$	4	$2\frac{3}{4}$	2	$4\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{3}$
$\frac{5}{8}$	8	$1\frac{1}{2}$	3	3	$1\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	1
$\frac{3}{4}$	6	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	más de $4\frac{1}{2}$	1

[a] Para ver las roscas Acme de uso general consulte el apéndice 16.

www.FreeLibros.me

22 Cuñas Woodruff; American National Standard



Núm. cuña[b]	Tamaños nominales				Tamaños máximos			Núm. cuña[b]	Tamaños nominales				Tamaños máximos		
	A × *B*	*E*	*F*	*G*	*H*	*D*	*C*		*A* × *B*	*E*	*F*	*G*	*H*	*D*	*C*
204	$\frac{1}{16} \times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{5}{64}$	.194	.1718	.203	808	$\frac{1}{4} \times 1$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	.428	.3130	.438
304	$\frac{3}{32} \times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{3}{32}$	.194	.1561	.203	809	$\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{13}{64}$	.475	.3590	.484
305	$\frac{3}{32} \times \frac{5}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{7}{64}$	.240	.2031	.250	810	$\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{13}{64}$	.537	.4220	.547
404	$\frac{1}{8} \times \frac{1}{2}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{7}{64}$	.194	.1405	.203	811	$\frac{7}{4} \times 1\frac{3}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{32}$	.584	.4690	.594
405	$\frac{1}{8} \times \frac{5}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	.240	.1875	.250	812	$\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{15}{64}$	.631	.5160	.641
406	$\frac{1}{8} \times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	.303	.2505	.313	1008	$\frac{5}{16} \times 1$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{7}{32}$	.428	.2818	.438
505	$\frac{5}{32} \times \frac{5}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{9}{64}$	.240	.1719	.250	1009	$\frac{5}{16} \times 1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{15}{64}$	.475	.3278	.484
506	$\frac{5}{32} \times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{9}{64}$	.303	.2349	.313	1010	$\frac{5}{16} \times 1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{15}{64}$	.537	.3908	.547
507	$\frac{5}{32} \times \frac{7}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{9}{64}$	.365	.2969	.375	1011	$\frac{5}{16} \times 1\frac{3}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{8}{32}$	.584	.4378	.594
606	$\frac{3}{16} \times \frac{3}{4}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	.303	.2193	.313	1012	$\frac{5}{16} \times 1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{17}{64}$	.631	.4848	.641
607	$\frac{3}{16} \times \frac{7}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	.365	.2813	.375	1210	$\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{17}{64}$	.537	.3595	.547
608	$\frac{3}{16} \times 1$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$	.428	.3443	.438	1211	$\frac{3}{8} \times 1\frac{3}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	.584	.4065	.594
609	$\frac{3}{16} \times 1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{11}{64}$	.475	.3903	.484	1212	$\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{2}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{19}{64}$	.631	.4535	.641
807	$\frac{1}{4} \times \frac{7}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	.365	.2500	.375	...	.....	...	...	...	...	...	...

[a] ANSI B17.2-1967 (R 1990).
[b] Los números de cuña indican las dimensiones nominales de la cuña. Los dos últimos dígitos indican el diámetro nominal B en octavos de pulgada y los dígitos que se encuentran antes de los dos últimos dan el ancho nominal A en 30 segundos de una pulgada.

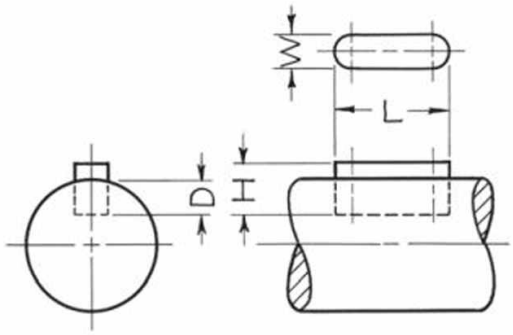
23 Tamaños de cuña Woodruff para diferentes diámetros de eje[a]

Diámetro del eje	$\frac{5}{16}$ a $\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$ a $\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$ a $\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$ a $\frac{15}{16}$	1 a $1\frac{3}{16}$	$1\frac{1}{4}$ a $1\frac{7}{16}$	$1\frac{1}{2}$ a $1\frac{3}{4}$	$1\frac{13}{16}$ a $2\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{16}$ a $2\frac{1}{2}$
Números de cuña	204	304 305	404 405 406	505 506 507	606 607 608 609	807 808 809	810 811 812	1011 1012	1211 1212

[a] Tamaños sugeridos; no son estándar.

www.FreeLibros.me

24 Cuñas de extremo redondo Pratt y Whitney



CUÑAS HECHAS CON EXTREMOS REDONDOS Y CUÑEROS CORTADOS CON FRESADORA RANURADORA

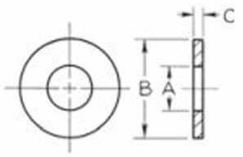
La longitud máxima de la ranura es de 4" + W. Observe que, en todos los casos, dos tercios de la cuña se hunden en el eje.

Núm. cuña	L^a	W o D	H	Núm. cuña	L^a	W o D	H
1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	22	$1\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
2	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{9}{64}$	23	$1\frac{1}{38}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$
3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	F	$1\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$
4	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{9}{64}$	24	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
5	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	25	$1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$
6	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{15}{64}$	G	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$
7	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	51	$1\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
8	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{15}{64}$	52	$1\frac{3}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$
9	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	53	$1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$
10	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{15}{64}$	26	2	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$
11	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	27	2	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
12	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{21}{64}$	28	2	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$
A	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	29	2	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$
13	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	54	$2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
14	1	$\frac{7}{32}$	$\frac{21}{64}$	55	$2\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$
15	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	56	$2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$
B	1	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$	57	$2\frac{1}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{21}{32}$
16	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	58	$2\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$
17	$1\frac{1}{8}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{21}{64}$	59	$2\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$
18	$1\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	60	$2\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{21}{32}$
C	$1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$	61	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
19	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	30	3	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$
20	$1\frac{1}{4}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{21}{64}$	31	3	$\frac{7}{16}$	$\frac{21}{32}$
21	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	32	3	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
D	$1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{15}{32}$	33	3	$\frac{9}{16}$	$\frac{27}{32}$
E	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	34	3	$\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$

[a] La longitud L puede variar de lo presentado en la tabla, pero al menos es igual a $2W$.

www.FreeLibros.me

25 Arandelas planas;[a] American National Standard



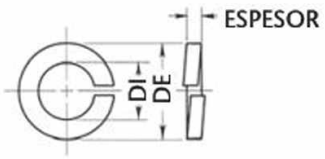
Para ver listas de piezas, etcétera, dé el diámetro interior, el diámetro exterior y el espesor; por ejemplo, la arandela plana tipo A de 0.344 × 0.688 × 0.065. Tamaños recomendados para arandelas planas del tipo A.[b]

Tamaño nominal de arandela[c]			Diámetro interior	Diámetro exterior	Espesor nominal
			A	*B*	*C*
...	...		0.078	0.188	0.020
...	...		0.094	0.250	0.020
...	...		0.125	0.312	0.032
Núm. 6	0.138		0.156	0.375	0.049
Núm. 8	0.164		0.188	0.438	0.049
Núm. 10	0.190		0.219	0.500	0.049
3/16	0.188		0.250	0.562	0.049
Núm. 12	0.216		0.250	0.562	0.065
1/4	0.250	N	0.281	0.625	0.065
1/4	0.250	W	0.312	0.734	0.065
5/16	0.312	N	0.344	0.688	0.065
5/16	0.312	W	0.375	0.875	0.083
3/8	0.375	N	0.406	0.812	0.065
3/8	0.375	W	0.438	1.000	0.083
7/16	0.438	N	0.469	0.922	0.065
7/16	0.438	W	0.500	1.250	0.083
1/2	0.500	N	0.531	1.062	0.095
1/2	0.500	W	0.562	1.375	0.109
9/16	0.562	N	0.594	1.156	0.095
9/16	0.562	W	0.625	1.469	0.109
5/8	0.625	N	0.656	1.312	0.095
5/8	0.625	W	0.688	1.750	0.134
3/4	0.750	N	0.812	1.469	0.134
3/4	0.750	W	0.812	2.000	0.148
7/8	0.875	N	0.938	1.750	0.134
7/8	0.875	W	0.938	2.250	0.165
1	1.000	N	1.062	2.000	0.134
1	1.000	W	1.062	2.500	0.165
1 1/8	1.125	N	1.250	2.250	0.134
1 1/8	1.125	W	1.250	2.750	0.165
1 1/4	1.250	N	1.375	2.500	0.165
1 1/4	1.250	W	1.375	3.000	0.165
1 3/8	1.375	N	1.500	2.750	0.165
1 3/8	1.375	W	1.500	3.250	0.180
1 1/2	1.500	N	1.625	3.000	0.165
1 1/2	1.500	W	1.625	3.500	0.180
1 5/8	1.625		1.750	3.750	0.180
1 3/4	1.750		1.875	4.000	0.180
1 7/8	1.875		2.000	4.250	0.180
2	2.000		2.125	4.500	0.180
2 1/4	2.250		2.375	4.750	0.220
2 1/2	2.500		2.625	5.000	0.238
2 3/4	2.750		2.875	5.250	0.259
3	3.000		3.125	5.500	0.284

[a] Tomado de ANSI B18.22.1-1965 (R1981). Para obtener una lista completa, consulte la norma.
[b] Los tamaños recomendados son en su mayoría de las series anteriormente designadas como "plana estándar" y "SAE". Cuando los tamaños comunes existen en las dos series, el tamaño de SAE se designa como "N" (narrow o estrecho) y la plana estándar como "W" (wide o ancho).
[c] Los tamaños nominales de arandela están diseñados para usarse con tamaños nominales de perno o tornillo que sean comparables.

www.FreeLibros.me

26 Arandelas de seguridad;[a] American National Standard



Para ver listas de piezas, etcétera, dé el tamaño nominal y la serie; por ejemplo, arandela de seguridad regular $\frac{1}{4}$ (serie recomendada).

Tamaño nominal de arandela[b]		Diámetro interior, mín.	Regular		Rendimiento extra		Collar alto	
			Diámetro exterior, máx.	Espesor, mín.	Diámetro exterior, máx.	Espesor, mín.	Diámetro exterior, máx.	Espesor, mín.
Núm. 2	0.086	0.088	0.172	0.020	0.208	0.027	...	...
Núm. 3	0.099	0.101	0.195	0.025	0.239	0.034	...	...
Núm. 4	0.112	0.115	0.209	0.025	0.253	0.034	0.173	0.022
Núm. 5	0.125	0.128	0.236	0.031	0.300	0.045	0.202	0.030
Núm. 6	0.138	0.141	0.250	0.031	0.314	0.045	0.216	0.030
Núm. 8	0.164	0.168	0.293	0.040	0.375	0.057	0.267	0.047
Núm. 10	0.190	0.194	0.334	0.047	0.434	0.068	0.294	0.047
Núm. 12	0.216	0.221	0.377	0.056	0.497	0.080	...	...
$\frac{1}{4}$	0.250	0.255	0.489	0.062	0.535	0.084	0.365	0.078
$\frac{5}{16}$	0.312	0.318	0.586	0.078	0.622	0.108	0.460	0.093
$\frac{3}{8}$	0.375	0.382	0.683	0.094	0.741	0.123	0.553	0.125
$\frac{7}{16}$	0.438	0.446	0.779	0.109	0.839	0.143	0.647	0.140
$\frac{1}{2}$	0.500	0.509	0.873	0.125	0.939	0.162	0.737	0.172
$\frac{9}{16}$	0.562	0.572	0.971	0.141	1.041	0.182	...	...
$\frac{5}{8}$	0.625	0.636	1.079	0.156	1.157	0.202	0.923	0.203
$\frac{11}{16}$	0.688	0.700	1.176	0.172	1.258	0.221	...	...
$\frac{3}{4}$	0.750	0.763	1.271	0.188	1.361	0.241	1.111	0.218
$\frac{13}{16}$	0.812	0.826	1.367	0.203	1.463	0.261	...	...
$\frac{7}{8}$	0.875	0.890	1.464	0.219	1.576	0.285	1.296	0.234
$\frac{15}{16}$	0.938	0.954	1.560	0.234	1.688	0.308	...	...
1	1.000	1.017	1.661	0.250	1.799	0.330	1.483	0.250
$1\frac{1}{16}$	1.062	1.080	1.756	0.266	1.910	0.352	...	...
$1\frac{1}{8}$	1.125	1.144	1.853	0.281	2.019	0.375	1.669	0.313
$1\frac{3}{16}$	1.188	1.208	1.950	0.297	2.124	0.396	...	...
$1\frac{1}{4}$	1.250	1.271	2.045	0.312	2.231	0.417	1.799	0.313
$1\frac{5}{16}$	1.312	1.334	2.141	0.328	2.335	0.438	...	...
$1\frac{3}{8}$	1.375	1.398	2.239	0.344	2.439	0.458	2.041	0.375
$1\frac{7}{16}$	1.438	1.462	2.334	0.359	2.540	0.478	...	...
$1\frac{1}{2}$	1.500	1.525	2.430	0.375	2.638	0.496	2.170	0.375

[a] Tomado de la norma ANSI/ASME B18.21-1994. Para ver una lista completa, consulte la norma.
[b] Los tamaños nominales de arandela están diseñados para usarse con tamaños nominales de perno o tornillo que sean comparables.

www.FreeLibros.me

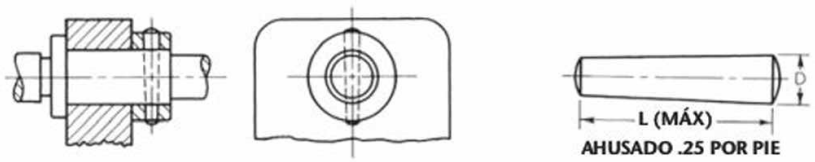
27 Normas para calibradores de alambre[a]

Las dimensiones de los tamaños se dan en decimales de pulgada.[b]

Núm. de alambre	Americano o Brown y Sharpe para metales no ferrosos	Alambre de hierro Birmingham o de Stubs	Alambre de acero estándar americano de la S & W Co. (Washburn & Moen).	Alambre de piano americano de la S & W Co.	Alambre imperial	Alambre de acero de Stubs[c]	Calibre de hoja[b] de los fabricantes de acero	Núm. de alambre
7–0's	.651354	...	.4900	...	.500	...	...	7–0's
6–0's	.580049	...	.4615	.004	.464	...	...	6–0's
5–0's	.516549	.500	.4305	.005	.432	...	...	5–0's
4–0's	.460	.454	.3938	.006	.400	...	...	4–0's
000	.40964	.425	.3625	.007	.372	...	...	000
00	.3648	.380	.3310	.008	.348	...	...	00
0	.32486	.340	.3065	.009	.324	...	...	0
1	.2893	.300	.2830	.010	.300	.227	...	1
2	.25763	.284	.2625	.011	.276	.219	...	2
3	.22942	.259	.2437	.012	.252	.212	.2391	3
4	.20431	.238	.2253	.013	.232	.207	.2242	4
6	.16202	.203	.1920	.016	.192	.201	.1943	6
7	.14428	.180	.1770	.018	.176	.199	.1793	7
8	.12849	.165	.1620	.020	.160	.197	.1644	8
9	.11443	.148	.1483	.022	.144	.194	.1495	9
10	.10189	.134	.1350	.024	.128	.191	.1345	10
11	.090742	.120	.1205	.026	.116	.188	.1196	11
12	.080808	.109	.1055	.029	.104	.185	.1046	12
13	.071961	.095	.0915	.031	.092	.182	.0897	13
14	.064084	.083	.0800	.033	.080	.180	.0747	14
15	.057068	.072	.0720	.035	.072	.178	.0763	15
16	.05082	.065	.0625	.037	.064	.175	.0598	16
17	.045257	.058	.0540	.039	.056	.172	.0538	17
18	.040303	.049	.0475	.041	.048	.168	.0478	18
19	.03589	.042	.0410	.043	.040	.164	.0418	19
20	.031961	.035	.0348	.045	.036	.161	.0359	20
21	.028462	.032	.0317	.047	.032	.157	.0329	21
22	.025347	.028	.0286	.049	.028	.155	.0299	22
23	.022571	.025	.0258	.051	.024	.153	.0269	23
24	.0201	.022	.0230	.055	.022	.151	.0239	24
25	.0179	.020	.0204	.059	.020	.148	.0209	25
26	.01594	.018	.0181	.063	.018	.146	.0179	26
27	.014195	.016	.0173	.067	.0164	.143	.0164	27
28	.012641	.014	.0162	.071	.0149	.139	.0149	28
29	.011257	.013	.0150	.075	.0136	.134	.0135	29
30	.010025	.012	.0140	.080	.0124	.127	.0120	30
31	.008928	.010	.0132	.085	.0116	.120	.0105	31
32	.00795	.009	.0128	.090	.0108	.115	.0097	32
33	.00708	.008	.0118	.095	.0100	.112	.0090	33
34	.006304	.007	.0104	...	.0092	.110	.0082	34
35	.005614	.005	.0095	...	.0084	.108	.0075	35
36	.005	.004	.0090	...	.0076	.106	.0067	36
37	.004453	...	.0085	...	.0068	.103	.0064	37
38	.003965	...	.0080	...	.0060	.101	.0060	38
39	.003531	...	.0075	...	.0052	.099	...	39
40	.003144	...	.0070	...	.0048	.097	...	40

[a] Cortesía de Brown & Sharpe Mfg. Co.
[b] Ahora lo utilizan los fabricantes de acero en vez de la antigua norma de calibres americanos.
[c] Debe tenerse en cuenta la diferencia entre el calibre de alambre de hierro y el calibre de alambre de acero de Stubs; el primero se conoce comúnmente como el alambre inglés estándar, o calibre Birmingham, que designa los tamaños del alambre blando de Stubs; y el segundo se utiliza en la medición de acero estirado en alambrón o en la fabricación de varillas de taladro de Stubs.

www.FreeLibros.me



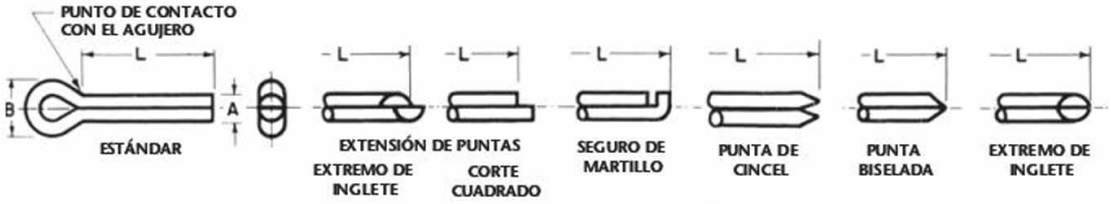
Para encontrar el diámetro pequeño de pasador, multiplique la longitud por .02083 y reste el resultado del diámetro mayor. Todas las dimensiones se dan en pulgadas. Existen escariadores estándar disponibles para los pasadores que se encuentran por encima de la línea gruesa.

Número	7/0	6/0	5/0	4/0	3/0	2/0	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Tamaño (extremo largo)	.0625	.0780	.0940	.1090	.1250	.1410	.1560	.1720	.1930	.2190	.2500	.2890	.3410	.4090	.4920
Diámetro del eje (aprox.)[b]		7/32	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	13/16	7/8	1	1 1/4	1 1/2
Tamaño de broca (antes de escariado)[b]	.0312	.0312	.0625	.0625	.0781	.0938	.0938	.1094	.1250	.1250	.1562	.1562	.2188	.2344	.3125
Longitud L															
.250	×	×	×	×	×										
.375	×	×	×	×	×										
.500	×	×	×	×	×	×	×								
.625	×	×	×	×	×	×	×								
.750	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×				
.875	×	×	...	...	×	×	×	×	×	×	×				
1.000	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
1.250	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.500	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.750	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2.000	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2.250	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2.500	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2.750	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3.000	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3.250	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×
3.500	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×
3.750	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×
4.000	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×	×	×
4.250	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×
4.500	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	×	×	×	×

[a] ANSI/ASME B18.8.2-1994. Para ver los números 9 y 10, consulte la norma. Los pasadores núm. 11 (tamaño 0.8600), 12 (tamaño 1.032), 13 (tamaño 1.241) y 14 (tamaño de 1.523) son de tamaños especiales; por lo tanto, sus longitudes también lo son.
[b] Tamaños sugeridos; no pertenecen al American National Standard.

www.FreeLibros.me

29 Clavijas;[a] American National Standard



TIPOS DE PUNTA RECOMENDADOS

Todas las dimensiones se dan en pulgadas.

Tamaño nominal o diámetro del pasador		Diámetro *A*		Diámetro exterior del ojo *B* mín.	Longitud extendida de las puntas, mín.	Tamaños de orificio recomendados
		Máx.	Mín.			
$\frac{1}{32}$	.031	.032	.028	.06	.01	.047
$\frac{3}{64}$	.047	.048	.044	.09	.02	.062
$\frac{1}{16}$	.062	.060	.056	.12	.03	.078
$\frac{5}{64}$	.078	.076	.072	.16	.04	.094
$\frac{3}{32}$	.094	.090	.086	.19	.04	.109
$\frac{7}{64}$	.109	.104	.100	.22	.05	.125
$\frac{1}{8}$	.125	.120	.116	.25	.06	.141
$\frac{9}{64}$	.141	.134	.130	.28	.06	.156
$\frac{5}{32}$	.156	.150	.146	.31	.07	.172
$\frac{3}{16}$	.188	.176	.172	.38	.09	.203
$\frac{7}{32}$	.219	.207	.202	.44	.10	.234
$\frac{1}{4}$	.250	.225	.220	.50	.11	.266
$\frac{5}{16}$	.312	.280	.275	.62	.14	.312
$\frac{3}{8}$	.375	.335	.329	.75	.16	.375
$\frac{7}{16}$	.438	.406	.400	.88	.20	.438
$\frac{1}{2}$	.500	.473	.467	1.00	.23	.500
$\frac{5}{8}$	.625	.598	.590	1.25	.30	.625
$\frac{3}{4}$	.750	.723	.715	1.50	.36	.750

[a] ANSI/ASME B18.8.1-1994.

www.FreeLibros.me

30 Equivalentes métricos

Sistema inglés al sistema métrico	Sistema métrico al sistema inglés
Longitud	
1 pulgada = 2.540 centímetros 1 pie = .305 metros 1 yarda = 0.914 metros 1 milla = 1.609 kilómetros	1 milímetro = .039 pulgadas 1 centímetro = .394 pulgadas 1 metro = 3.281 pies o 1.094 yardas 1 kilómetro = 0.621 millas
Área	
1 pulgada^2 = 6.451 centímetros^2 1 pie^2 = .093 metros^2 1 yarda^2 = .836 metros^2 1 acre^2 = 4,046.873 metros^2	1 milímetro^2 = .00155 pulgadas^2 1 centímetro^2 = .155 pulgadas^2 1 metro^2 = 10.764 pies^2 o 1.196 yardas^2 1 kilómetro^2 = .386 millas^2 o 247.04 acres^2
Volumen	
1 pulgada^3 = 16.387 centímetros^3 1 pie^3 = .028 metros^3 1 yarda^3 = .764 metros^3 1 cuarta = .946 litros 1 galón = .003785 metros^3	1 centímetro^3 = .061 pulgadas^3 1 metro^3 = 35.314 pies^3 o 1.308 yardas^3 1 litro = .2642 galones 1 litro = 1.057 cuartas 1 metro^3 = 264.02 galones
Peso	
1 onza = 28.349 gramos 1 libra = .454 kilogramos 1 tonelada = .907 toneladas métricas	1 gramo = .035 onzas 1 kilogramo = 2.205 libras 1 tonelada métrica = 1.102 toneladas
Velocidad	
1 pie/segundo = .305 metros/segundo 1 milla/hora = .447 metros/segundo	1 metro/segundo = 3.281 pies/segundo 1 kilómetro/hora = .621 millas/segundo
Aceleración	
1 pulgada/segundo^2 = .0254 metros/segundo^2 1 pie/segundo^2 = .305 metro/segundo^2	1 metro/segundo^2 = 3.278 pies/segundo^2
Fuerza	
N (Newton) = unidad básica de fuerza, kg-m/s^2. Una masa de un kilogramo (1 kg) ejerce una fuerza gravitatoria de 9.8 N (teóricamente 9.80665 N) al nivel medio del mar.	

www.FreeLibros.me

31 Símbolos y procesos para soldadura; American Welding Society Standard[a]

Símbolos básicos de soldadura y el significado de su ubicación

Significado de ubicación	Filete	Tapón o muesca	Punto o proyección	Montante	Costura	Apoyo o respaldo	Superficie	Borde de brida
Lado de la flecha								
Otro lado				No usado			No usado	
Ambos lados		No usado	No usado	No usado	No usado	No usado	No usado	
Sin significado en el lado de la flecha o el otro lado	No usado	No usado		No usado		No usado	No usado	No usado

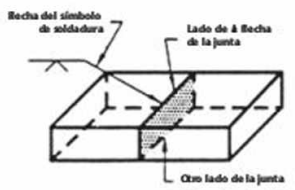
Significado de ubicación	Ranura							Rebajo para junta soldada en fuerte
	CUADRADA	V	Bisel	U	J	Abocinada-V	Abocinada-Bisel	
Lado de la flecha								
Otro lado								
Ambos lados								
Sin significado en el lado de la flecha o del otro lado		No usado	No usado	No usado	No usado	No usado	No usado	No usado

Símbolos complementarios

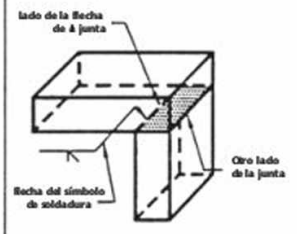
Soldadura en redondo	Soldadura de campo	Rendija pasante	Inserción consumible	Espaciador de apoyo	Contorno: Parejo	Contorno: Convexo	Contorno: Cóncavo

Juntas básicas
identificación del lado de la flecha y del otro lado de la junta

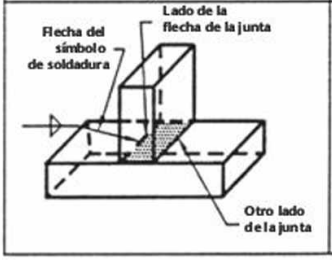
Junta de tope



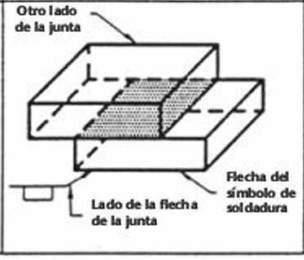
Junta en esquina



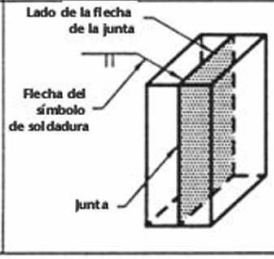
Junta en T



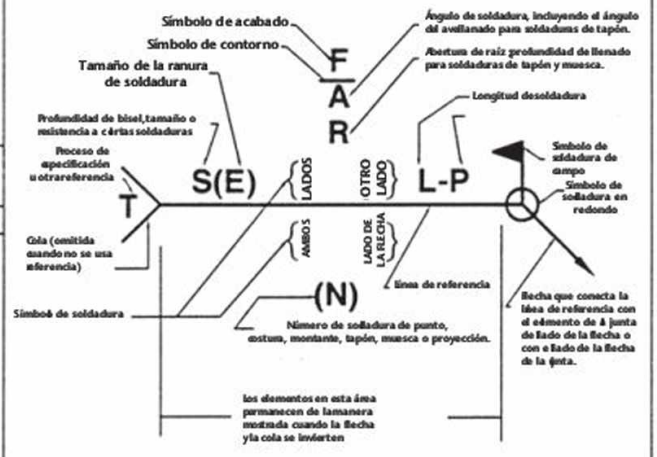
Junta empalmada



Junta de canto



Ubicación de elementos de un símbolo de soldadura



Abreviaturas de proceso

Donde las abreviaturas de proceso deben incluirse en la cola del símbolo de soldadura, se hace referencia a la tabla 1: Designaciones de soldadura y procesos afines mediante letras, de ANSI/AWS A2 4-92

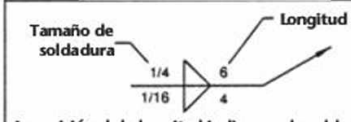
American Welding Society
550 N.W. Lejeune Rd., P.O. Box 351040
Miami, Florida 33135

www.FreeLibros.me

31 Símbolos y procesos para soldadura; American Welding Society Standard[a] (Continuación)

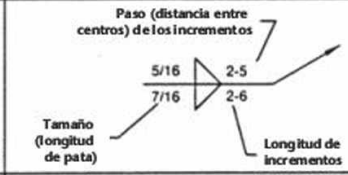
Símbolos de soldadura típicos

Símbolo de soldadura de doble filete

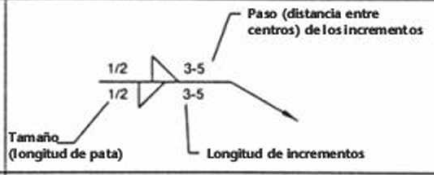


La omisión de la longitud indica que la soldadura se extiende entre los cambios bruscos de dirección o según esté dimensionado

Símbolo de soldadura de filete con cadena intermitente



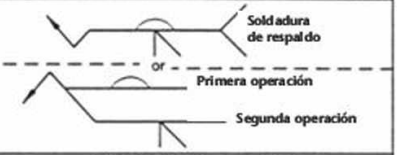
Símbolo de soldadura de filete intermitente escalonada



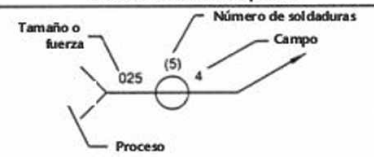
Símbolo de soldadura de tapón

Símbolo de soldadura de apoyo

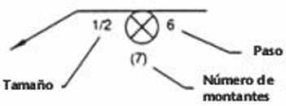
Símbolo de soldadura de respaldo



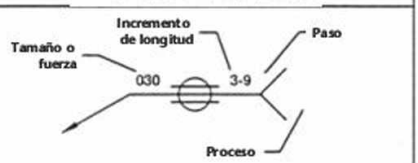
Símbolo de soldadura de puntos



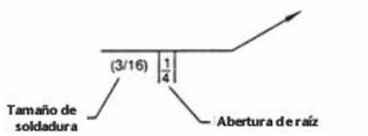
Símbolo de soldadura de montante



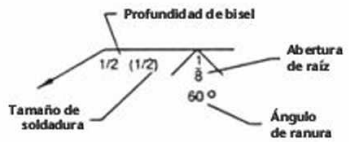
Símbolo de soldadura de costura



Símbolo de soldadura de ranura cuadrada

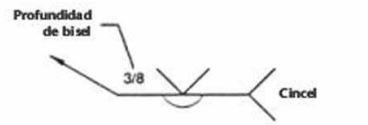


Símbolo de soldadura de ranura simple en V



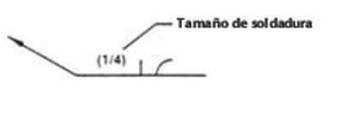
Símbolo de soldadura con ranura de doble bisel

Símbolo con cincel



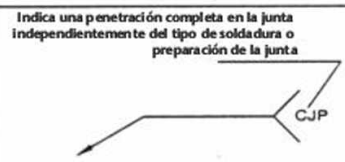
Símbolo de soldadura con ranura acampanada en V

Símbolo de soldadura con ranura acampanada y bisel

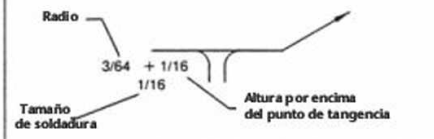


Varias líneas de referencia

Penetración completa

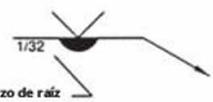


Símbolo de soldadura en el borde de la brida



Símbolo de soldadura con arco o presión

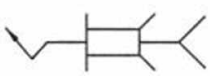
Símbolo de fundición pasante



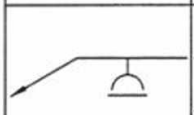
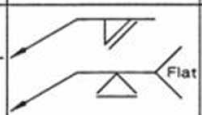
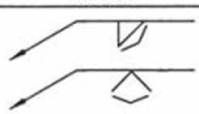
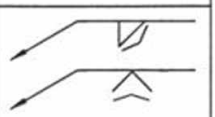
Junta con respaldo

Junta con espaciador

Con símbolo de soldadura de ranura modificado



Símbolo de contorno

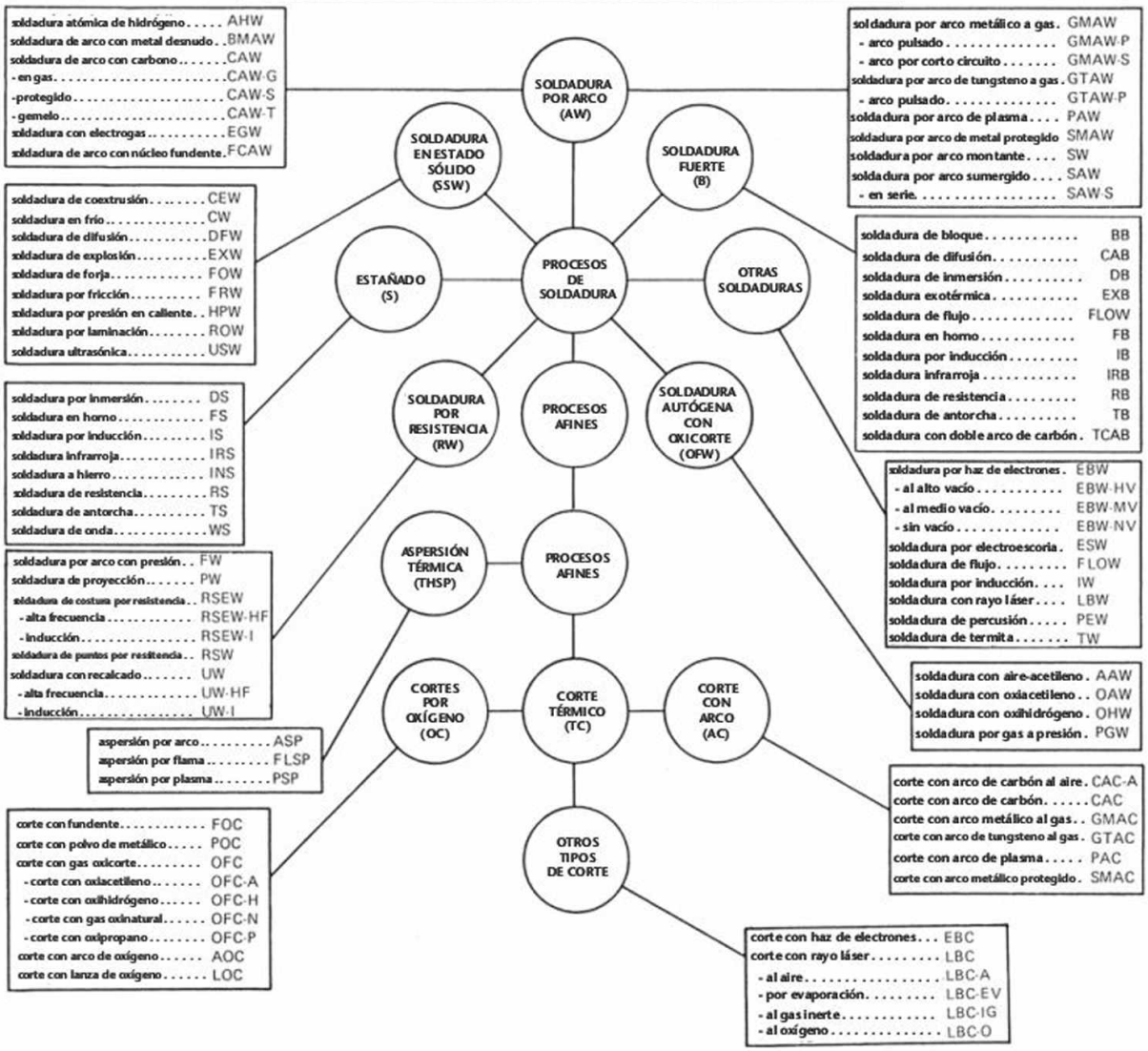
Parejo	Plano	Convexo	Cóncavo
			

[a] ANSI/AWS A2.4-2007

www.FreeLibros.me

31 Símbolos y procesos para soldadura; American Welding Society Standard[a] (Continuación)

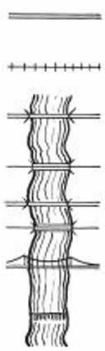
GRÁFICO MAESTRO DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA Y AFINES



[a] ANSI/ANS A3.0-94

www.FreeLibros.me

32 Símbolos topográficos

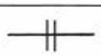
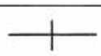
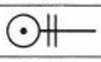
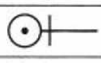
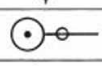
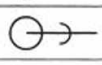
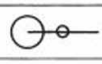
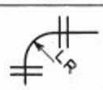
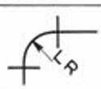
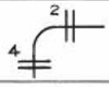
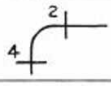
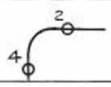
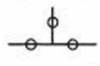
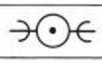
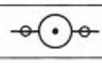


Carretera
Vía de ferrocarril
Puente carretero
Puente ferroviario
Puente levadizo
Puente colgante
Presa
Línea de telégrafo o teléfono
Línea de transmisión eléctrica
Edificios en general
Capital
Asentamiento del condado (Ciudad importante)
Otras ciudades
Cerca de alambre de púas
Cerca de alambre liso
Cerca de setos
Pozos de petróleo o gas
Molino de viento
Tanques
Canal o zanja
Canal de esclusas
Canal de esclusas (PUNTO AGUAS ARRIBA)
Acueducto o tubería de agua

Línea divisoria internacional o estatal
Línea divisoria de condado
Línea divisoria municipal o distrital
Línea divisoria de ciudad o pueblo
Estación de triangulación
Marca y elevación de referencia
Estación en cualquier ubicación (CON NOTA EXPLICATIVA)
Corrientes en general
Lago o estanque
Cascadas y rápidos
Curvas de nivel
Líneas normales
Arena y dunas
Pantano
Bosque de cualquier tipo
Huerto
Pastizales en general
Campos cultivados
Campo comercial o municipal
Campo de aterrizaje de aviones marcado o de emergencia
Mástil de amarre
Luces de advertencia aérea (LAS FLECHAS INDICAN EL CURSO DE LAS LUCES)
Luces de advertencia aérea auxiliares, intermitentes

www.FreeLibros.me

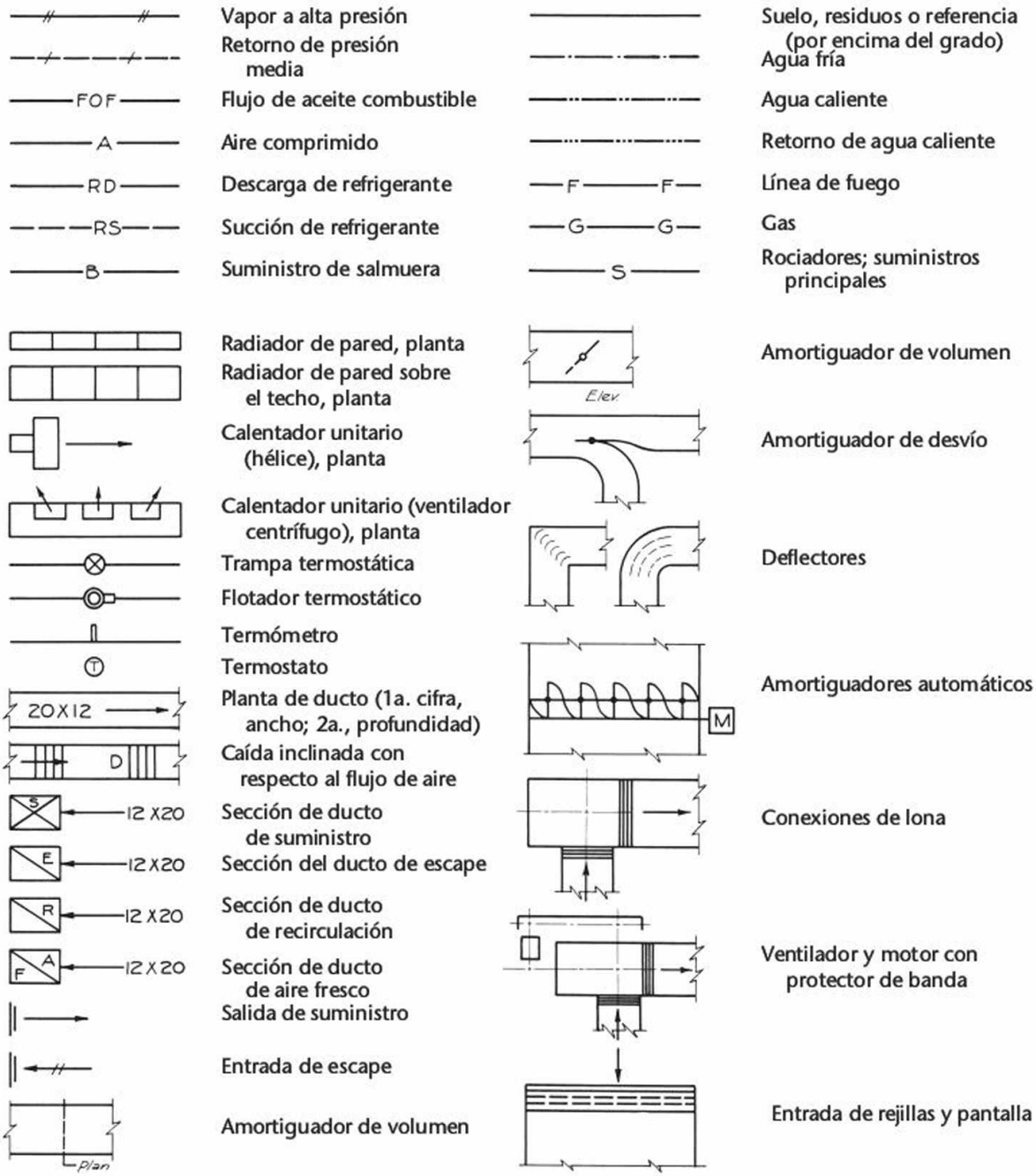
33 Símbolos de tubería, según la American National Standard

	BRIDADO	ATORNILLADO	CAMPANA Y ESPIGA	SOLDADO	ESTAÑADO
1. Junta					
2. Codo; 90°					
3. Codo; 45°					
4. Codo; volteado hacia arriba					
5. Codo; volteado hacia abajo					
6. Codo; radio grande					
7. Codo de reducción					
8. Tee					
9. Tee; salida hacia arriba					
10. Tee; salida hacia abajo					
11. Tee de salida lateral; salida hacia arriba					
12. Cruz					
13. Reducción; concéntrica					
14. Reducción; excéntrica					
15. Lateral					
16. Válvula de compuerta; Elev.					
17. Válvula de globo; Elev.					
18. Válvula de retención					
19. Llave de paso					
20. Válvula de seguridad					
21. Junta de expansión					
22. Unión					
23. Manga					
24. Buje					

[a] ANSI/ANME Y32.23-1949 (R1994)

www.FreeLibros.me

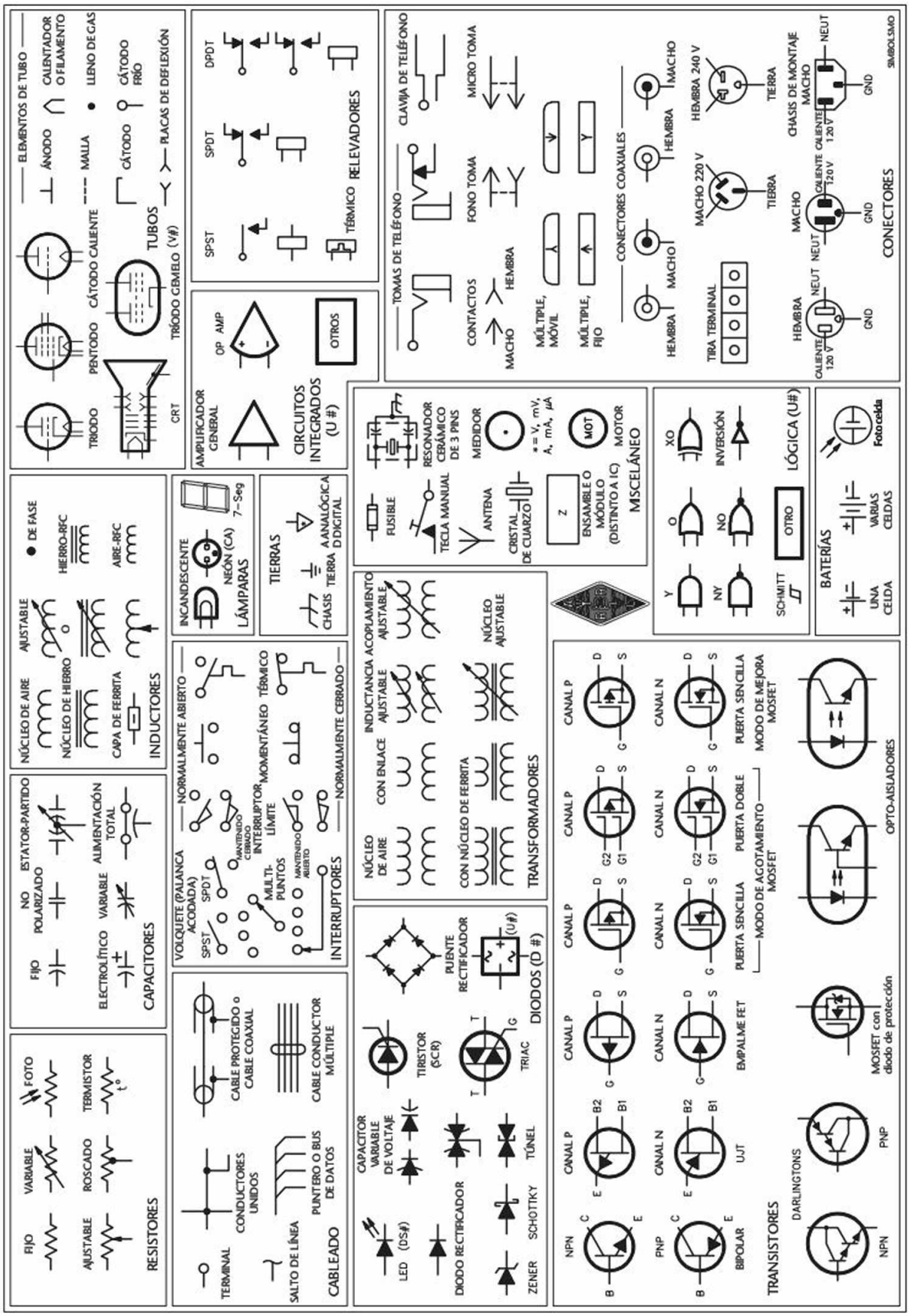
34 Símbolos de calefacción, ventilación y ductos;[a] American National Standard



[a] ANSI/ASME 1/32.23-1949 (R1994) Y ANSI Y32.2.4-1949 (R1993).

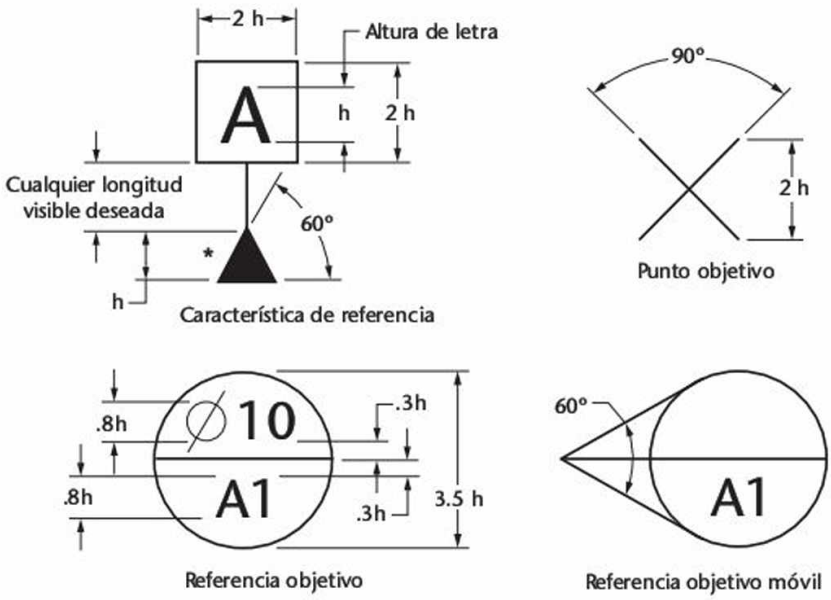
www.FreeLibros.me

35 Símbolos gráficos para diagramas electrónicos; American National Standard



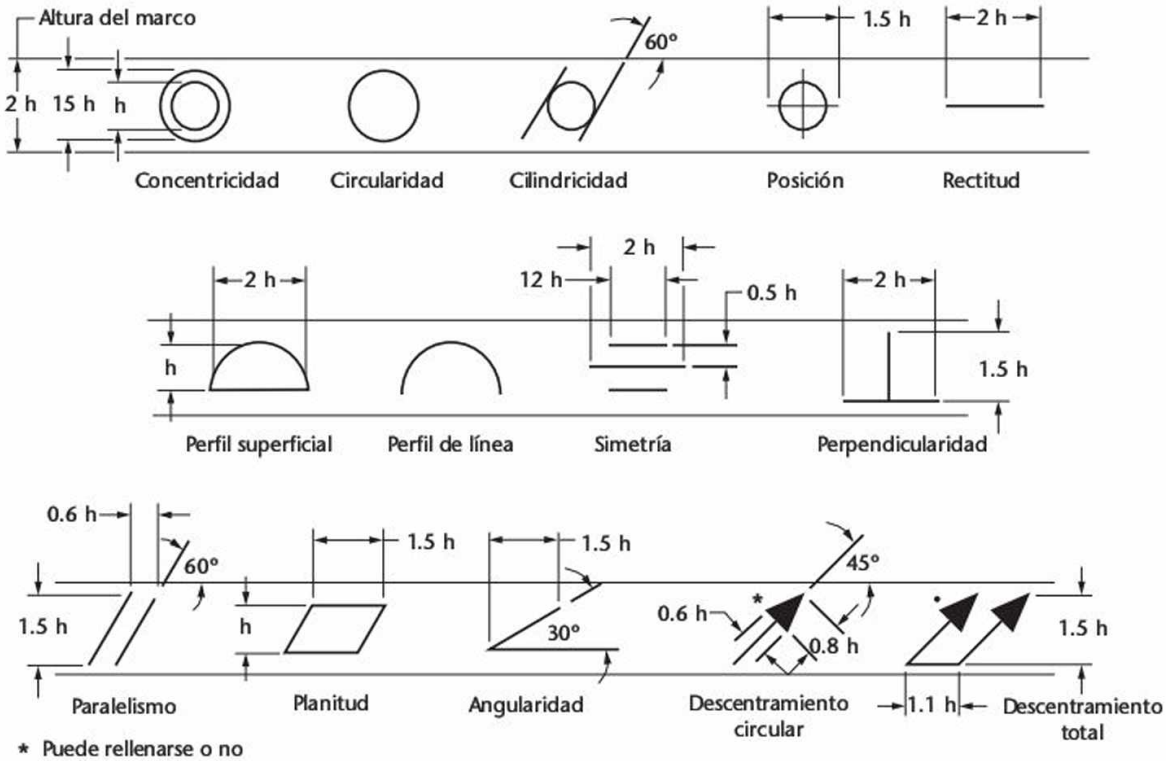
www.FreeLibros.me

36 Forma y proporción de símbolos de referencia[a]



* Puede rellenarse o no

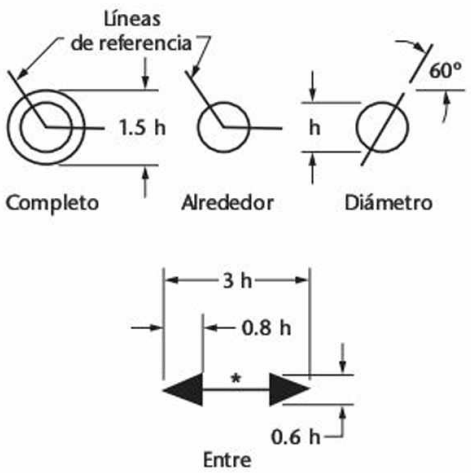
37 Forma y proporción de símbolos geométricos característicos[a]



* Puede rellenarse o no

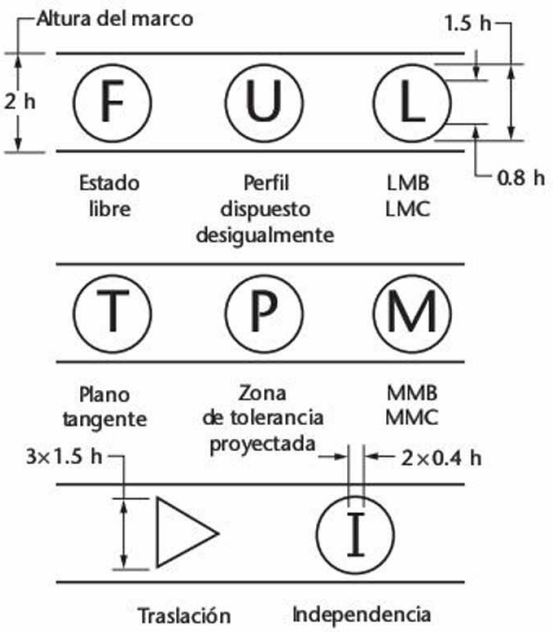
www.FreeLibros.me

38 Forma y proporción de símbolos geométricos de dimensionamiento[a]



* Puede rellenarse o no

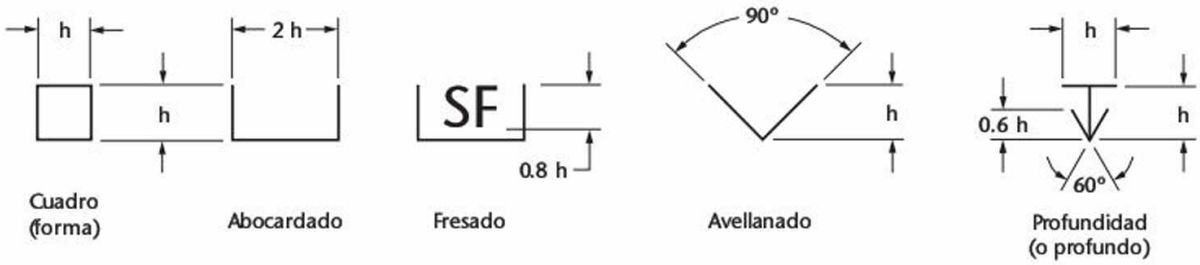
39 Forma y proporción de símbolos de modificación[a]



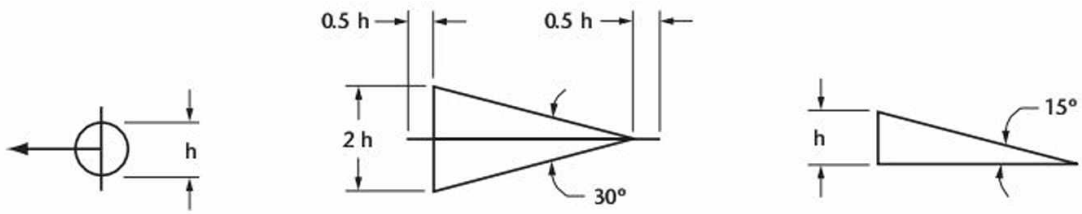
[a] ASME Y14.5M-2009

www.FreeLibros.me

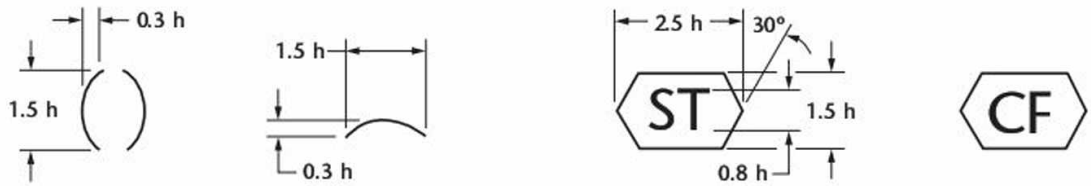
40 Forma y proporción de símbolos de dimensionamiento y leyendas[a]



Cuadro (forma) | Abocardado | Fresado | Avellanado | Profundidad (o profundo)



Origen de dimensión | Ahusado cónico | Pendiente



Referencia | Longitud de arco | Tolerancia estadística | Función continua

Radio | Radio esférico | Diámetro esférico | Radio controlado | Sitios o por

[a] ASME Y 14.5-2009

www.FreeLibros.me

41 Comparación de símbolos[a]

SÍMBOLO PARA:	ASME Y14.5	ISO
RECTITUD	—	—
PLANITUD	▱	▱
CIRCULARIDAD	○	○
CILINDRICIDAD	//	//
PERFIL DE UNA LÍNEA	⌒	⌒
PERFIL DE UNA SUPERFICIE	⌓	⌓
ALREDEDOR	⌾	⌾
COMPLETO	⌾	⌾ (propuesto)
ANGULARIDAD	∠	∠
PERPENDICULARIDAD	⊥	⊥
PARALELISMO	//	//
POSICIÓN	⌖	⌖
CONCENTRICIDAD (Concentricidad y coaxialidad en la norma ISO)	◎	◎
SIMETRÍA	⌯	⌯
DESCENTRAMIENTO CIRCULAR	*↗	*↗
DESCENTRAMIENTO TOTAL	*⌰	*⌰
EN CONDICIÓN DE MATERIAL MÁXIMO	Ⓜ	Ⓜ
EN EL LÍMITE DE MATERIAL MÁXIMO	Ⓜ	NINGUNO
EN CONDICIÓN DE MATERIAL MÍNIMO	Ⓛ	Ⓛ
EN EL LÍMITE DE MATERIAL MÍNIMO	Ⓛ	NINGUNO
ZONA DE TOLERANCIA PROYECTADA	Ⓟ	Ⓟ
PLANO TANGENTE	Ⓣ	NINGUNO
ESTADO LIBRE	Ⓕ	Ⓕ
PERFIL DISPUESTO DESIGUALMENTE	Ⓤ	UZ (propuesto)
TRASLACIÓN	▷	NINGUNO
DIÁMETRO	∅	∅
DIMENSIÓN BÁSICA (Teóricamente exacto, dimensión en ISO)	50	50
REFERENCIA (Auxiliar en ISO)	(50)	(50)
CARACTERÍSTICA DE REFERENCIA	*A	*A o *A
	* Puede rellenarse o no	

[a] ASME Y 145-2009

www.FreeLibros.me

42 Tubos de acero forjado[a] y roscas cónicas de tubería; American National Standard

Todas las dimensiones se dan en pulgadas, excepto las de las dos últimas columnas.

Tamaño nominal del tubo	D Diámetro exterior del tubo	Roscas por pulgada	L_1 enroscado normal a mano entre roscas internas y externas	L_2 Longitud de rosca efectiva	Espesor de pared nominal										Longitud de tubo, pies, por pie cuadrado de superficie externa[e]	Longitud de tubo de peso estándar, pies, contiene de 1 pie cu.[e]
					Céd. 10	Céd. 20[c]	Céd. 30[c]	Céd. 40[c]	Céd. 60[d]	Céd. 80[d]	Céd. 100	Céd. 120	Céd. 140	Céd. 160		
$\frac{1}{8}$	.405	27	.1615	.2639	...	...	...	**.068**	...	**.095**	...	...	...	...	9.431	2,533.8
$\frac{1}{4}$	.540	18	.2278	.4018	...	...	...	**.088**	...	**.119**	...	...	...	...	7.073	1,383.8
$\frac{3}{8}$	.675	18	.240	.4078	...	...	...	**.091**	...	**.126**	...	...	...	...	5.658	754.36
$\frac{1}{2}$	.840	14	.320	.5337	...	...	...	**.109**	...	**.147**	...	...	...	.188	4.547	473.91
$\frac{3}{4}$	1.050	14	.339	.5457	...	...	...	**.113**	...	**.154**	...	...	...	.219	3.637	270.03
1	1.315	11.5	.400	.6828	...	...	...	**.133**	...	**.179**	...	...	...	.250	2.904	166.62
$1\frac{1}{4}$	1.660	11.5	.420	.7068	...	...	...	**.140**	...	**.191**	...	...	...	.250	2.301	96.275
$1\frac{1}{2}$	1.900	11.5	.420	.7235	...	...	...	**.145**	...	**.200**	...	...	...	.281	2.010	70.733
2	2.375	11.5	.436	.7565	...	...	...	**.154**	...	**.218**	...	...	...	.344	1.608	42.913
$2\frac{1}{2}$	2.875	8	.682	1.1375	...	...	...	**.203**	...	**.276**	...	...	...	.375	1.328	30.077
3	3.500	8	.766	1.2000	...	...	...	**.216**	...	**.300**	...	...	...	.438	1.091	19.479
$3\frac{1}{2}$	4.000	8	.821	1.2500	...	...	...	**.226**	...	**.318**	...	...	...	...	.954	14.565
4	4.500	8	.844	1.3000	...	...	...	**.237**	...	**.337**	...	.438	...	.531	.848	11.312
5	5.563	8	.937	1.4063	...	...	...	**.258**	...	**.375**	...	.500	...	.625	.686	7.199
6	6.625	8	.958	1.5125	...	...	...	**.280**	...	**.432**	...	.562	...	.719	.576	4.984
8	8.625	8	1.063	1.7125	...	.250	.277	**.322**	.406	.500	.594	.719	.812	.906	.443	2.878
10	10.750	8	1.210	1.9250	...	.250	.307	**.365**	**.500**	.594	.719	.844	1.000	1.125	.355	1.826
12	12.750	8	1.360	2.1250	...	.250	.330	.406	**.562**	.688	.844	1.000	1.125	1.312	.299	1.273
14 DE	14.000	8	1.562	2.2500	.250	.312	**.375**	.438	.594	.750	.938	1.094	1.250	1.406	.273	1.065
16 DE	16.000	8	1.812	2.4500	.250	.312	**.375**	**.500**	.656	.844	1.031	1.219	1.438	1.594	.239	.815
18 DE	18.000	8	2.000	2.6500	.250	.312	.438	.562	.750	.938	1.156	1.375	1.562	1.781	.212	.644
20 DE	20.000	8	2.125	2.8500	.250	**.375**	.500	.594	.812	1.031	1.281	1.500	1.750	1.969	.191	.518
24 DE	24.000	8	2.375	3.2500	.250	**.375**	.562	.688	.969	1.219	1.531	1.812	2.062	2.344	.159	.358

[a] ANSI/ASME B36.10M-1995.
[b] ANSI/ASME B1.2 0, 1-1983 (R1992).
[c] Las cifras en negritas corresponden al tubo "estándar".
[d] Las cifras en negritas corresponden al tubo "extra fuerte".
[e] Valores calculados para la tubería Cédula 40.

www.FreeLibros.me

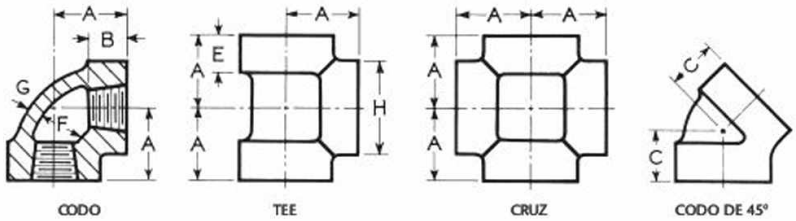
43 Espesores y pesos de tubería de hierro fundido; American National Standard

Tamaño, pulgadas	Espesor, pulgadas	Diámetro exterior, pulgadas	Longitud instalada 16 pies: Prom. por pie[a] (Con base en el peso (lb))	Longitud instalada 16 pies: Por longitud (Con base en el peso (lb))
Clase 50: Presión de 50 psi; carga de 115 pies				
3	.32	3.96	12.4	195
4	.35	4.80	16.5	265
6	.38	6.90	25.9	415
8	.41	9.05	37.0	590
10	.44	11.10	49.1	785
12	.48	13.20	63.7	1,020
14	.48	15.30	74.6	1,195
16	.54	17.40	95.2	1,525
18	.54	19.50	107.6	1,720
20	.57	21.60	125.9	2,015
24	.63	25.80	166.0	2,655
30	.79	32.00	257.6	4,120
36	.87	38.30	340.9	5,455
42	.97	44.50	442.0	7,070
48	1.06	50.80	551.6	8,825
Clase 100: Presión de 100 psi; carga de 231 pies				
3	.32	3.96	12.4	195
4	.35	4.80	16.5	265
6	.38	6.90	25.9	415
8	.41	9.05	37.0	590
10	.44	11.10	49.1	785
12	.48	13.20	63.7	1,020
14	.51	15.30	78.8	1,260
16	.54	17.40	95.2	1,525
18	.58	19.50	114.8	1,835
20	.62	21.60	135.9	2,175
24	.68	25.80	178.1	2,850
30	.79	32.00	257.6	4,120
36	.87	38.30	340.9	5,455
42	.97	44.50	442.0	7,070
48	1.06	50.80	551.6	8,825
Clase 150: Presión de 150 psi; carga de 346 pies				
3	.32	3.96	12.4	195
4	.35	4.80	16.5	265
6	.38	6.90	25.9	415
8	.41	9.05	37.0	590
10	.44	11.10	49.1	785
12	.48	13.20	63.7	1,020
14	.51	15.30	78.8	1,260
16	.54	17.40	95.2	1,525
18	.58	19.50	114.8	1,835
20	.62	21.60	135.9	2,175
24	.73	25.80	190.1	3,040
30	.85	32.00	275.4	4,405
36	.94	38.30	365.9	5,855
42	1.05	44.50	475.3	7,605
48	1.14	50.80	589.6	9,435
Clase 200: Presión de 200 psi; carga de 462 pies				
3	.32	3.96	12.4	195
4	.35	4.80	16.5	265
6	.38	6.90	25.9	415
8	.41	9.05	37.0	590
10	.44	11.10	49.1	785
12	.48	13.20	63.7	1,020
14	.55	15.30	84.4	1,350
16	.58	17.40	101.6	1,625
18	.63	19.50	123.7	1,980
20	.67	21.60	145.9	2,335
24	.79	25.80	205.6	3,290
30	.92	32.00	297.8	4,765
36	1.02	38.30	397.1	6,355
42	1.13	44.50	512.3	8,195
48	1.23	50.80	637.2	10,195
Clase 250: Presión de 250 psi; carga de 577 pies				
3	.32	3.96	12.4	195
4	.35	4.80	16.5	265
6	.38	6.90	25.9	415
8	.41	9.05	37.0	590
10	.44	11.10	49.1	785
12	.52	13.20	68.5	1,095
14	.59	15.30	90.6	1,450
16	.63	17.40	110.4	1,765
18	.68	19.50	133.4	2,135
20	.72	21.60	156.7	2,505
24	.79	25.80	205.6	3,290
30	.99	32.00	318.4	5,095
36	1.10	38.30	425.5	6,810
42	1.22	44.50	549.5	8,790
48	1.33	50.80	684.5	10,950
Clase 300: Presión de 300 psi; carga de 693 pies				
3	.32	3.96	12.4	195
4	.35	4.80	16.5	265
6	.38	6.90	25.9	415
8	.41	9.05	37.0	590
10	.48	11.10	53.1	850
12	.52	13.20	68.5	1,095
14	.59	15.30	90.6	1,450
16	.68	17.40	118.2	1,890
18	.73	19.50	142.3	2,275
20	.78	21.60	168.5	2,695
24	.85	25.80	219.8	3,515
Clase 350: Presión de 350 psi; carga de 808 pies				
3	.32	3.96	12.4	195
4	.35	4.80	16.5	265
6	.38	6.90	25.9	415
8	.41	9.05	37.0	590
10	.52	11.10	57.4	920
12	.56	13.20	73.8	1,180
14	.64	15.30	97.5	1,605
16	.68	17.40	118.2	1,945
18	.79	19.50	152.9	2,520
20	.84	21.60	180.2	2,970
24	.92	25.80	236.3	3,895

[a] El peso promedio por pie se basa en el peso de la tubería calculado antes del redondeo.

www.FreeLibros.me

44 Accesorios roscados para tubería de hierro fundido;[a] 125 lb; American National Standard



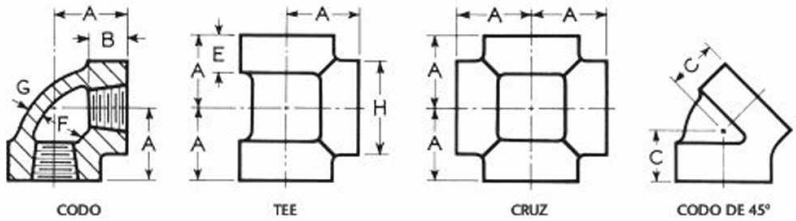
Dimensiones de codos de 90° y 45°, tees y cruces (tamaños rectos). **Todas las dimensiones se dan en pulgadas**. Los accesorios con roscas derechas e izquierdas tendrán cuatro o más costillas o la letra "L" marcada en la banda del extremo con rosca izquierda.

Tamaño nominal de tubo	Del centro al extremo, codos, tees y cruces *A*	Del centro al extremo, codos de 45° *C*	Longitud de rosca, mín. *B*	Ancho de Banda, mín. *E*	Diámetro interior del accesorio *F*		Espesor de metal *G*	Diámetro de la banda, mín. *H*
					Máx.	Mín.		
$\frac{1}{4}$	.81	.73	.32	.38	.58	.54	.11	.93
$\frac{3}{8}$	.95	.80	.36	.44	.72	.67	.12	1.12
$\frac{1}{2}$	1.12	.88	.43	.50	.90	.84	.13	1.34
$\frac{3}{4}$	1.31	.98	.50	.56	1.11	1.05	.15	1.63
1	1.50	1.12	.58	.62	1.38	1.31	.17	1.95
$1\frac{1}{4}$	1.75	1.29	.67	.69	1.73	1.66	.18	2.39
$1\frac{1}{2}$	1.94	1.43	.70	.75	1.97	1.90	.20	2.68
2	2.25	1.68	.75	.84	2.44	2.37	.22	3.28
$2\frac{1}{2}$	2.70	1.95	.92	.94	2.97	2.87	.24	3.86
3	3.08	2.17	.98	1.00	3.60	3.50	.26	4.62
$3\frac{1}{2}$	3.42	2.39	1.03	1.06	4.10	4.00	.28	5.20
4	3.79	2.61	1.08	1.12	4.60	4.50	.31	5.79
5	4.50	3.05	1.18	1.18	5.66	5.56	.38	7.05
6	5.13	3.46	1.28	1.28	6.72	6.62	.43	8.28
8	6.56	4.28	1.47	1.47	8.72	8.62	.55	10.63
10	8.08[b]	5.16	1.68	1.68	10.85	10.75	.69	13.12
12	9.50[b]	5.97	1.88	1.88	12.85	12.75	.80	15.47

[a] Tomado de la norma ANSI/ASME B16.4-1992.
[b] Aplicable sólo a codos y tees.

www.FreeLibros.me

45 Accesorios roscados para tubería de hierro fundido,[a] 250 lb; American National Standard



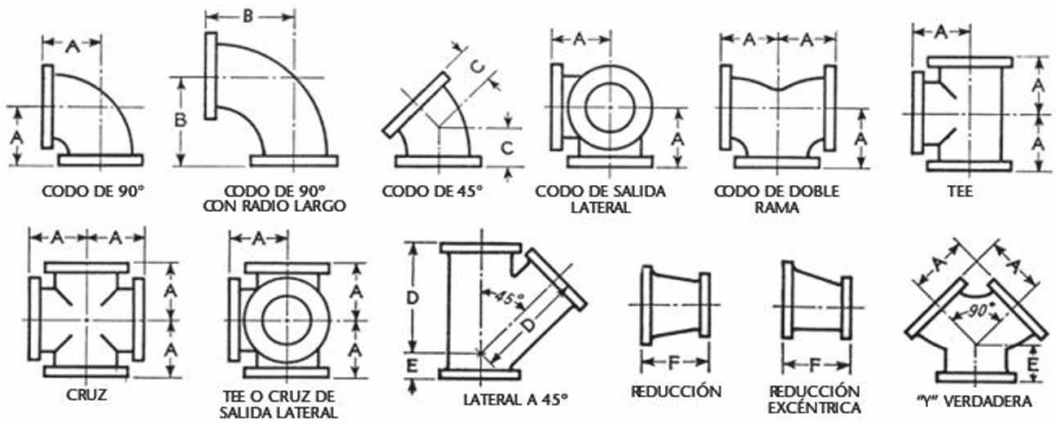
Dimensiones de codos de 90° y 45°, tees y cruces (tamaños rectos). **Todas las dimensiones se dan en pulgadas**. La norma de 250 lb para accesorios roscados cubre únicamente los tamaños rectos de los codos de 90° y 45°, las tees y las cruces.

Tamaño nominal de tubo	Del centro al extremo, codos, tees y cruces *A*	Del centro al extremo, codos de 45° *C*	Longitud de rosca, mín. *B*	Ancho de banda, mín. *E*	Diámetro interior del accesorio *F*		Espesor de metal *G*	Diámetro de la banda, mín. *H*
					Máx.	Mín.		
$\frac{1}{4}$	.94	.81	.43	.49	.58	.54	.18	1.17
$\frac{3}{8}$	1.06	.88	.47	.55	.72	.67	.18	1.36
$\frac{1}{2}$	1.25	1.00	.57	.60	.90	.84	.20	1.59
$\frac{3}{4}$	1.44	1.13	.64	.68	1.11	1.05	.23	1.88
1	1.63	1.31	.75	.76	1.38	1.31	.28	2.24
$1\frac{1}{4}$	1.94	1.50	.84	.88	1.73	1.66	.33	2.73
$1\frac{1}{2}$	2.13	1.69	.87	.97	1.97	1.90	.35	3.07
2	2.50	2.00	1.00	1.12	2.44	2.37	.39	3.74
$2\frac{1}{2}$	2.94	2.25	1.17	1.30	2.97	2.87	.43	4.60
3	3.38	2.50	1.23	1.40	3.60	3.50	.48	5.36
$3\frac{1}{2}$	3.75	2.63	1.28	1.49	4.10	4.00	.52	5.98
4	4.13	2.81	1.33	1.57	4.60	4.50	.56	6.61
5	4.88	3.19	1.43	1.74	5.66	5.56	.66	7.92
6	5.63	3.50	1.53	1.91	6.72	6.62	.74	9.24
8	7.00	4.31	1.72	2.24	8.72	8.62	.90	11.73
10	8.63	5.19	1.93	2.58	10.85	10.75	1.08	14.37
12	10.00	6.00	2.13	2.91	12.85	12.75	1.24	16.84

[a] Tomado de la norma ANSI/ASME B16.4-1992.

www.FreeLibros.me

46 Bridas y accesorios para tubería de hierro fundido,[a] 125 lb; American National Standard



Dimensiones de codos, codos de doble rama, tees, cruces, laterales, tees verdaderas (tamaños rectos) y reductores. **Todas las dimensiones se dan en pulgadas**.

Tamaño nominal de tubo	Diámetro interior de los accesorios	De centro a cara para codo de 90°, tee, cruz, "Y" verdadera y codo de doble rama *A*	De centro a cara para codo de 90° con radio largo *B*	De centro a cara para codo de 45° *C*	De centro a cara para lateral *D*	De centro corto a cara para "Y" verdadera y lateral *E*	De cara a cara para reductor *F*	Diámetro de brida	Espesor de brida, mín.	Espesor de pared
1	1.00	3.50	5.00	1.75	5.75	1.75	...	4.25	.4	31
$1\frac{1}{4}$	1.25	3.75	5.50	2.00	6.25	1.75	...	4.62	.50	31
$1\frac{1}{2}$	1.50	4.00	6.00	2.25	7.00	2.00	...	5.00	.56	31
2	2.00	4.50	6.50	2.50	8.00	2.50	5.0	6.00	.62	31
$2\frac{1}{2}$	2.50	5.00	7.00	3.00	9.50	2.50	5.5	7.00	.69	31
3	3.00	5.50	7.75	3.00	10.00	3.00	6.0	7.50	.75	38
$3\frac{1}{2}$	3.50	6.00	8.50	3.50	11.50	3.00	6.5	8.50	.81	44
4	4.00	6.50	9.00	4.00	12.00	3.00	7.0	9.00	.94	50
5	5.00	7.50	10.25	4.50	13.50	3.50	8.0	10.00	.94	50
6	6.00	8.00	11.50	5.00	14.50	3.50	9.0	11.00	1.00	.56
8	8.00	9.00	14.00	5.50	17.50	4.50	11.0	13.50	1.12	.62
10	10.00	11.00	16.50	6.50	20.50	5.00	12.0	16.00	1.19	.75
12	12.00	12.00	19.00	7.50	24.50	5.50	14.0	19.00	1.25	.81
14 DE	14.00	14.00	21.50	7.50	27.00	6.00	16.0	21.00	1.38	.88
16 DE	16.00	15.00	24.00	8.00	30.00	6.50	18.0	23.50	1.44	1.00
18 DE	18.00	16.50	26.50	8.50	32.00	7.00	19.0	25.00	1.56	1.06
20 DE	20.00	18.00	29.00	9.50	35.00	8.00	20.0	27.50	1.69	1.12
24 DE	24.00	22.00	34.00	11.00	40.50	9.00	24.0	32.00	1.88	1.25
30 DE	30.00	25.00	41.50	15.00	49.00	10.00	30.0	38.75	2.12	1.44
36 DE	36.00	28.00	49.00	18.00	...	...	36.0	46.00	2.38	1.62
42 DE	42.00	31.00	56.50	21.00	...	...	42.0	53.00	2.62	1.81
48 DE	48.00	34.00	64.00	24.00	...	...	48.0	59.50	2.75	2.00

[a] ANSI/ASME B16.1-1989.

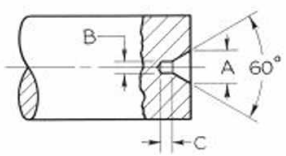
www.FreeLibros.me

47 Bridas, perforaciones para pernos y longitudes para tubos de hierro fundido,[a] 125 lb; American National Standard

Tamaño nominal de tubería	Diámetro de brida	Espesor de brida, mín.	Diámetro del círculo de pernos	Número de pernos	Diámetro de pernos	Diámetro de orificios para perno	Longitud de pernos
1	4.25	.44	3.12	4	.50	.62	1.75
$1\frac{1}{4}$	4.62	.50	3.50	4	.50	.62	2.00
$1\frac{1}{2}$	5.00	.56	3.88	4	.50	.62	2.00
2	6.00	.62	4.75	4	.62	.75	2.25
$2\frac{1}{2}$	7.00	.69	5.50	4	.62	.75	2.50
3	7.50	.75	6.00	4	.62	.75	2.50
$3\frac{1}{2}$	8.50	.81	7.00	8	.62	.75	2.75
4	9.00	.94	7.50	8	.62	.75	3.00
5	10.00	.94	8.50	8	.75	.88	3.00
6	11.00	1.00	9.50	8	.75	.88	3.25
8	13.50	1.12	11.75	8	.75	.88	3.50
10	16.00	1.19	14.25	12	.88	1.00	3.75
12	19.00	1.25	17.00	12	.88	1.00	3.75
14 DE	21.00	1.38	18.75	12	1.00	1.12	4.25
16 DE	23.50	1.44	21.25	16	1.00	1.12	4.50
18 DE	25.00	1.56	22.75	16	1.12	1.25	4.75
20 DE	27.50	1.69	25.00	20	1.12	1.25	5.00
24 DE	32.00	1.88	29.50	20	1.25	1.38	5.50
30 DE	38.75	2.12	36.00	28	1.25	1.38	6.25
36 DE	46.00	2.38	42.75	32	1.50	1.62	7.00
42 DE	53.00	2.62	49.50	36	1.50	1.62	7.50
48 DE	59.50	2.75	56.00	44	1.50	1.62	7.75

[a] ANSI B16.1-1989.

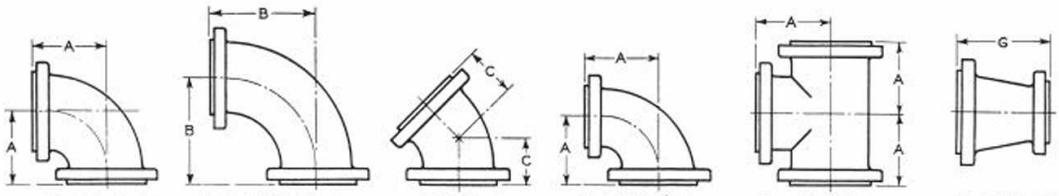
48 Tamaños de ejes centrales



Diámetro del eje *D*	*A*	*B*	*C*	Diámetro del eje *D*	*A*	*B*	*C*
$\frac{3}{16}$ a $\frac{7}{32}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{8}$ a $1\frac{15}{32}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$
$\frac{1}{4}$ a $\frac{11}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{2}$ a $1\frac{31}{32}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{5}{32}$
$\frac{3}{8}$ a $\frac{17}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	2 a $2\frac{31}{32}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{9}{16}$ a $\frac{25}{32}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{3}{32}$	3 a $3\frac{31}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{32}$
$\frac{13}{16}$ a $1\frac{3}{32}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	4 y más	$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{32}$

www.FreeLibros.me

49 Bridas y accesorios para tubería de hierro fundido,[a] 250 lb; American National Standard



Dimensiones de codos, tees y reductores. **Todas las dimensiones se dan en pulgadas.**

Tamaño nominal de tubo	Diámetro interior de accesorio, mín.	Espesor de pared del cuerpo	Diámetro de brida	Espesor de brida, mín.	Diámetro de cara realzada	De centro a cara para codo y tee A	De centro a cara para codo de radio largo B	De centro a cara para codo de 45° C	De cara a cara para reductor G
1	1.00	.44	4.88	.69	2.69	4.00	5.00	2.00	...
$1\frac{1}{4}$	1.25	.44	5.25	.75	3.06	4.25	5.50	2.50	...
$1\frac{1}{2}$	1.50	.44	6.12	.81	3.56	4.50	6.00	2.75	...
2	2.00	.44	6.50	.88	4.19	5.00	6.50	3.00	5.00
$2\frac{1}{2}$	2.50	.50	7.50	1.00	4.94	5.50	7.00	3.50	5.50
3	3.00	.56	8.25	1.12	5.69	6.00	7.75	3.50	6.00
$3\frac{1}{2}$	3.50	.56	9.00	1.19	6.31	6.50	8.50	4.00	6.50
4	4.00	.62	10.00	1.25	6.94	7.00	9.00	4.50	7.00
5	5.00	.69	11.00	1.38	8.31	8.00	10.25	5.00	8.00
6	6.00	.75	12.50	1.44	9.69	8.50	11.50	5.50	9.00
8	8.00	.81	15.00	1.62	11.94	10.00	14.00	6.00	11.00
10	10.00	.94	17.50	1.88	14.06	11.50	16.50	7.00	12.00
12	12.00	1.00	20.50	2.00	16.44	13.00	19.00	8.00	14.00
14 DE	13.25	1.12	23.00	2.12	18.94	15.00	21.50	8.50	16.00
16 DE	15.25	1.25	25.50	2.25	21.06	16.50	24.00	9.50	18.00
18 DE	17.00	1.38	28.00	2.38	23.31	18.00	26.50	10.00	19.00
20 DE	19.00	1.50	30.50	2.50	25.56	19.50	29.00	10.50	20.00
24 DE	23.00	1.62	36.00	2.75	30.31	22.50	34.00	12.00	24.00
30 DE	29.00	2.00	43.00	3.00	37.19	27.50	41.50	15.00	30.00

[a] ANSI B16.1-1989.

www.FreeLibros.me

50 Bridas, perforaciones para pernos y sus longitudes para tubería de hierro fundido,[a] 250 lb; American National Standard

Tamaño nominal de tubería	Diámetro de brida	Espesor de brida, mín.	Diámetro de cara realzada	Diámetro del círculo de pernos	Diámetro de orificios para pernos	Número de pernos	Tamaño de pernos	Longitud de pernos	Longitud de vástago del perno con dos tuercas
1	4.88	.69	2.69	3.50	.75	4	.62	2.50	. . .
$1\frac{1}{4}$	5.25	.75	3.06	3.88	.75	4	.62	2.50	. . .
$1\frac{1}{2}$	6.12	.81	3.56	4.50	.88	4	.75	2.75	. . .
2	6.50	.88	4.19	5.00	.75	8	.62	2.75	. . .
$2\frac{1}{2}$	7.50	1.00	4.94	5.88	.88	8	.75	3.25	. . .
3	8.25	1.12	6.69	6.62	.88	8	.75	3.50	. . .
$3\frac{1}{2}$	9.00	1.19	6.31	7.25	.88	8	.75	3.50	. . .
4	10.00	1.25	6.94	7.88	.88	8	.75	3.75	. . .
5	11.00	1.38	8.31	9.25	.88	8	.75	4.00	. . .
6	12.50	1.44	9.69	10.62	.88	12	.75	4.00	. . .
8	15.00	1.62	11.94	13.00	1.00	12	.88	4.50	. . .
10	17.50	1.88	14.06	15.25	1.12	16	1.00	5.25	. . .
12	20.50	2.00	16.44	17.75	1.25	16	1.12	5.50	. . .
14 DE	23.00	2.12	18.94	20.25	1.25	20	1.12	6.00	. . .
16 DE	25.50	2.25	21.06	22.50	1.38	20	1.25	6.25	. . .
18 DE	28.00	2.38	23.31	24.75	1.38	24	1.25	6.50	. . .
20 DE	30.50	2.50	25.56	27.00	1.38	24	1.25	6.75	. . .
24 DE	36.00	2.75	30.31	32.00	1.62	24	1.50	7.50	9.50
30 DE	43.00	3.00	37.19	39.25	2.00	28	1.75	8.50	10.50

[a] ANSI B16.1-1989.

www.FreeLibros.me

ÍNDICE

A

Abecedario de líneas, 28-29
Abreviaturas
  en diagramas electrónicos, 549
  lista de, A-4 a A-31
Acabado para pernos y tuercas, 426
Accesorios
  bridados para tubería, 575
  de tubería, 575,
  de tubería, ferrosos, 757
  de tubería no ferrosos, 575
  hidráulicos, 272
  para tubería de cobre, 574
  para tubos de hierro fundido, A-89 a A-94
  reductores, 575
  roscados, A-89 a A-90
Aceleración, conversiones métricas para, A-75
Acero
  roscas de tubos de, A-87
  tratado térmicamente, 352
  tuberías de, 572
Achurado
  líneas, 66
  secciones de ensamble, 459
  vistas en sección, 251-253
Adaptadores para tubería de cobre, 574
Administración de dibujos, 524-525
  almacenamiento de dibujos en papel y Mylar, 536
  almacenamiento electrónico de archivos, 532, 539
  almacenamiento electrónico de dibujos, 532
  almacenamiento en Internet, 539
  aprobaciones y liberaciones, 530
  convenciones para nombrar archivos, 534
  cuadros de revisión, 531
  documentación, 574
  eficiencia, 528-529
  estructuras de directorios, 532-533
  ética en ingeniería, 529
  impresión y copiado de dibujos, 536-538
  Introducción, 525
  normas, 535
  órdenes de cambio, 531
  proceso de diseño, 526-527
  reproducción de dibujos, 536
  resumen, 541
  sistemas de almacenamiento digital, 538
  software de administración de documentos, 539
Agrupación de partes en diagramas electrónicos, 549
Ahusamientos, dimensionamiento de, 384
Ajustes
  clase 1, 413
  clase 2, 413
  clase 3, 413
  con espacio preferidos para ejes métricos, A-51 a A-52
  con espacio preferidos para orificios métricos, A-47 a A-48
  con ubicación de espacio, A-40 a A-41
  con ubicación de interferencia, A-43
  de contracción, A-44 a A-45
  de interferencia preferidos para ejes métricos, A-53 a A-54
  de rosca, 413-414
  de rotación y deslizantes, A-38 a A-39
  de transición e interferencia preferidos para orificios métricos, A-49 a A-50
  de ubicación de transición, A-42
  de fuerza, A-44 a A-45
  de fuerza y contracción, A-44 a A-45
  de impulso ligero, A-44
  de impulso medio, A-44
  de impulso pesado, A-44
  de rotación cerrada, A-38
  de rotación de precisión, A-38
  de rotación holgados, A-39
  de rotación, A-38 a A-39
  de rotación media, A-39
  deslizantes, A-38 a A-39
  deslizantes cerrados, A-38
Ajustes de interferencia
  ANSI, A-49 a A-50, A-53 a A-54
  de ubicación, A-43
Ajustes de localización
  de interferencia, A-43
  de transición, A-42
Ajustes de transición
  con ubicación de, A-42
  preferidos para ejes, A-53 a A-54
  preferidos para orificios, A-49 a A-50
Ajustes preferidos
  ajustes con espacio preferidos para ejes métricos, A-51 a A-52
  ajustes con espacio preferidos para orificios métricos, A-47 a A-48
  ajustes de transición e interferencia preferidos para orificios métricos, A-49 a A-50
  ajustes de transición e interferencia preferidos para ejes métricos, de A-53 a A-54
Alineación
  con separación, 451
  de vistas, 217
Almacenamiento de dibujos, 536
  archivos electrónicos, 532
  dibujos electrónicos, 532
  Internet, 539
  microfilm, microficha y microfilm con salida a computadora, 539
  sistemas digitales, 538
Alturas
  de fuentes, 38
  dimensiones, 165
American National Standard Code for Pressure Piping, 578

www.FreeLibros.me

American National Standard for pipe threads, 576
American National Standard for Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings, 576
American National Standards Institute (ANSI), 16
abreviaturas, A-4 a A-31
accesorios atornillados para tubería de hierro fundido, A-89 a A-90
accesorios bridados, 573
ajustes con espacio preferidos para orificios métricos, A-47 a A-48, A-51 a A-52
ajustes con ubicación de espacio, A-40 a A-41
ajustes con ubicación de interferencia, A-43
ajustes con ubicación de transición, A-42
ajustes de fuerza y contracción, A-44 a A-45
ajustes de rieles y deslizantes, A-38 a A-39
ajustes de transición e interferencia preferidos para ejes métricos, A53 a A-54
ajustes de transición e interferencia preferidos para orificios métricos, A-49 a A-50
arandelas, A-70 a A-71
bridas y accesorios para tuberías de hierro fundido, A-91 a A-94
cabezas ranuradas y huecas, 432, A-63 a A-64
chavetas, A-74
cuñas Woodruff, A-68
dimensiones, 397
espesores y pesos de tubería de hierro fundido, A-88
formatos de título, 463
hojas, 47
pasadores cónicos, A-73
pernos, 426-428, A-60 a A-62
remaches, 436
resortes, 437
roscas de tornillo, 412-413, 417, A-55 a A-57
roscas de tubo, 423-424
símbolos, 544
símbolos de calefacción, ventilación y ductos, A-81
símbolos de diagramas electrónicos, A-82
símbolos de textura, 386
símbolos de tubería, A-80
tamaños de broca helicoidal, A-58 a A-59
tornillos de cabeza, 430-431, A-60 a A-62
tornillos de máquina, A-65 a A-66
tornillos para madera, 433
tubos de acero forjado y roscas de tubo cónicas, A-87
tuercas, 426-427, A-60 a A-62
vistas, 165
American National Standards Institute/ American Society of Mechanical Engineers (ANSI/ASME), 572
American Petroleum Institute (*API*), 576
American Records Management Association (ARMA), 528
American Society for Engineering Education (ASEE), 16
American Society for Testing Materials (ASTM), 572
American Society of Mechanical Engineers (ASME), 16
American Welding Society, A-76 a A-78
Ancho en dimensiones, 165
Ángulos, 68
agudos, 68
bisectriz, 130
complementarios, 68
de 30°, estimación de, 89
de talud, 377
diédrico, 300-303
dimensiones, 377
isométrico, 88-89
obtusos, 68
rectos, 68
suplementarios, 68
trazado, 132
proyecciones oblicuas, 103
proyecciones ortográficas, 180
líneas de fuga, 98
roscas de tornillo, 409
transferencia, 130
Anillos, circulares, A-32
ANSI. *Vea American National Standards Institute*
Aparato de estereolitografía (*SLA*), 342
Arandelas
ANSI, A-70 a A-71
de seguridad, 430, A-71
Arandelas planas, A-70
Archivos, convenciones de nombres, 534
Archivos electrónicos, 532
almacenamiento, 532
e Internet, 539
formatos, 462
Arcos circulares
bisectores, 125
bosquejo de, 74-75
bosquejos oblicuos, 101
dimensiones, 373, 377
en dibujos isométricos, 95
longitudes de compensación a lo largo de, 141
rectificación, 141
revisión, 125
tangentes a otros arcos, 139-140, 142
tangentes a líneas, 137-139
tangentes para, 74
Arquímedes
concepto de rosca de tornillo, 412
espiral de, 150
AutoCAD
anotaciones de escala, 52
elipses, 92
espacio en el modelo y en el papel, 46
integración con SolidWorks, 540
pentágonos, 133-134
perspectiva, 111
precisión geométrica, 127
símbolos de diagramas electrónicos, 681
uso de isométricos, 97
Avión de pasajeros Boeing 777
ensamble, 353
diseño, 339
Ayudas visuales para figuras irregulares, 76

B

Bases de datos
digitales, 9
prismas, 63
Bibliotecas, de símbolos, 544
Bidireccional de dos posiciones, válvula solenoide normalmente cerrada, 578
Biela de centrado, 520-522
Bisección
de ángulos, 130
de líneas y arcos circulares, 125
Bloque
de centrado, 319
de cierre, 273
en V, 317
Bloques CAGE, 49

www.FreeLibros.me

Bordes,
convencionales, 213
generales, 48
inclinados, 179
normales, 179
oblicuos, 179
proyecciones ortográficas, 177, 179
sólidos, 66
tangentes, 210
trazado, 71
vistas en sección, 249
Borradores, 44
Bosquejado técnico, 60
a partir de objetos, 96
ángulos, 88-89, 103
arcos, 74-75, 95
CAD, 97, 108, 110-111
cilindros, 94
círculos, 73, 107
construcción de esqueleto, 102
curvas, 90, 107
dibujos de una sola vista, 77
dibujos pictóricos, 78
ejercicios, 114-120
ejes, 83
elementos isométricos, 83-97
elipses, 74-75, 91-94, 101
en campo, 112
escalas, 83-84
esferas, 95
figuras planas, 76
general, 61
líneas de fuga, 99
líneas divisorias, 72
líneas no isométricas, 83, 86
líneas ocultas y líneas centrales, 88
líneas rectas, 71
mediciones de compensación, 86-87, 91
modelado paramétrico, 110
objetos irregulares, 76, 88
objetos sólidos, 62-63
oblicuo, 87, 98, 100-103
perspectivas, 104-107
posición, 101
proporciones, 75
proyecciones axonométricas, 78-82
proyecciones isométricas, 83
roscas de tornillo, 94
sombreado, 107
superficies inclinadas, 87
técnicas, 64-69
técnicas de línea, 70
trazado, 76
trazado sobre un dibujo, 109
Bosquejo
de colocación de alambre, 61
de línea faltante, 195
Bosquejos
burdos, 110
multivista, 194
Bosquejos oblicuos, 98
ángulos, 103
contra perspectiva, 104
construcción de caja, 100
construcción de esqueleto, 102
longitud de líneas de fuga, 99
pictóricos, 78
posición, 101
Bridas
de lengüeta y ranura, 576
descripción, 204
para tuberías de hierro fundido, A-91 a A-94
soldadas deslizantes, 576
Briggs, Robert, 423
Brocas helicoidales, 425, A-58 a A-59
Brújula, a mano alzada, 73

C

Cabezas
cilíndricas, 431-432
de tornillo, 432, A-63 a A-64
de tornillo, ovales, 432
rebajadas estilo Phillips, 433
redondas, 431-432
CAD. *Vea* Diseño asistido por computadora (CAD)
Calibrador
digital, 354
ejercicio, 120
Calibradores digitales, 354
Calibres Pasa/No pasa, 354
Calidad, diseño, 9
Canaleta de cableado, 523
Cantidades estimadas en listas de piezas, 458
Capas
básicas, 535
colores para, 535
Características comunes
dibujos en 2D, 204
proyecciones, 164
vistas ortográficas, 222
Caras
bridas, 576
objetos, 62
Carlson, Chester, 537
Cavidades, herramientas rápidas, 345
Cédulas de tubería, 572
Centro de círculos, 136
Centros de eje
dimensionamiento, 385
tamaños, A-92
Cerámica, 347
Chaflanes
descripción, 204
dimensionamiento, 384
Chaveta de cabeza
descripción, 434
norma, A-66
Chavetas, 430, A-74
Chimeneas, 309
Cicloides, 151
Cilindros, 63, 302
circulares rectos, A-37
desarrollos, 306-308
dimensiones, 378-379
fórmulas, A-37
integrados, 557
intersecciones, 209, 306
isométricos, 94
oblicuos, desarrollo, 307-308
proyecciones isométricas, 94, 101
proyecciones oblicuas, 101
rebanados, 207
y elipses, 208
Círculos, 303
bosquejado, 73
características, 125
centro, 136
dibujo, 135
dibujos en perspectiva, 107
evolventes, 151
fórmulas, A-32
grandes, 311
oblicuos, 101, 144
tangentes con, 136-137
vistas auxiliares, 289
Circunferencia de círculos, 125
Clasificación de vistas auxiliares, 282-283
Codificación de identificación y aplicación del enganche de cables conductores, 544
Código de color
capas, 535
diagramas electrónicos, 554
Codos
ejercicio, 320
símbolos de tuberías, 568
Cojinete
angulado, 319
del eje auxiliar, 272
descentrado, 235

www.FreeLibros.me

Cojinetes
bloque de apoyo, 494
de giro de aguilón, 240
de soporte, 231, 233, 239
de soporte de nudo, 239
descentrados, 235
especiales, 269
huecos, 231
tornillo sinfín, 487
Colapso de pasarelas, 529
Colocación
de dimensiones, 365, 374-375
de valor de la parte en diagramas electrónicos, 556
de vistas en sección, 247-248
Comando de elipse, 97
Compatibilidad de archivos, 540
Comprensión de dibujos técnicos, 4-5
bases de datos digitales, 9
CAD y desarrollo de productos, 8-9
calidad, 9
ingeniería concurrente, 8
proceso de diseño, 6-7
Compuestos para tubería, 576
Conectores
D-sub, 474
eléctricos, 474
Conexiones
en diagramas electrónicos, 552
rectangulares de tubería, 310-311
Conos
circulares rectos, A-36
desarrollos, 302, 308
descripción, 63
dimensiones, 382
fórmulas, A-36
Consideraciones de tiempo en el proceso de diseño, 526
Construcción
de esqueleto en dibujos oblicuos, 102
inversa, 291
Construcción de caja
dibujos isométricos, 84-85
dibujos oblicuos, 100
Construcciones geométricas, 122-123
ángulos de transferencia, 130
arcos tangentes a arcos, 142
bisección de ángulos, 130
bisección de líneas y arcos circulares, 125
cicloides, 151
círculos, 135-37
compensación de longitud a lo largo de arcos, 141
cuadrados, 133
curvas conopiales, 140
diseño de ángulo, 132
ejercicios, 155-160
elipses, 141, 143-147
epicicloides e hipocicloides, 152
espiral de Arquímedes, 150
evolventes, 151
hélices, 150
hexágonos, 134-135
hipérbolas, 148-149
Introducción, 123-124
líneas paralelas, 130-131
líneas perpendiculares, 131
octágonos, 135
parábolas, 147-148
pentágonos, 133-34
repaso de geometría, 124-125
secciones cónicas, 141
tangentes con arcos, 137-140
tangentes con curvas, 141
triángulos, 132
triángulos equiláteros, 133
Contornos
de cilindros, 206
dibujo de, 64
dibujos oblicuos, 101
vistas en sección, 249
Contratuercas, 430
Control
adaptativo (AC), 356
numérico por computadora (CNC), 356
Convenciones de nomenclatura para archivos, 534
Conversiones métricas de área, A-75
Convertidor a la baja, digital, 546
Copiado de dibujos, 536-537
Correo electrónico, 539
Cortadores de cuña y ranura, 434
Corte geométrico para dimensionamiento, 366-367
Cortes
convencional, 216
de secciones giradas, 255
de vistas en sección, 262
en S, 262
Cortes convencionales
propósito, 216
secciones giradas, 255
vistas en sección, 262
Costillas en secciones, 259-260
Costos
consideraciones, 11
del ciclo de vida, 527
materiales, 348
operativos, 354
proceso de diseño, 526-527
procesos de manufactura, 354
Costos de manufactura
manufactura de forma neta, 355
procesos de manufactura, 354
Creación rápida de herramientas, 345
Cremallera deslizante, 480
Cresta de la rosca de tornillo, 409
Cruces en los diagramas electrónicos, 552
Cuadernos, 47
de dibujo, 47
Cuadrados
dibujo de, 133
evolventes, 151
fórmulas, A-34
símbolos de dimensionamiento, 373, 381
Cuadrantes, rectificación, 141
Cuadrículas y papel cuadriculado
ampliación de formas, 76
vistas auxiliares, 287
Cuadriláteros, 124
Cuadro de diálogo de configuración del trazado, 97
Cuadros
de aprobación, 49
de revisión, 49, 53, 531
Cuadros de títulos, 530
componentes, 49
definición, 28
ejercicio de diseño, 53
especificación de escala en, 31
especificación de tolerancia en, 365
Cubiertas, 309
Cuerdas, establecimiento de ángulo, 132
Cuerpos reguladores, 528
Cuñas
cónicas planas, A-66
cuadradas, 434, A-66
de seguridad, 200
norma, A-66
planas, 434, A-66
Pratt & Whitney, 434, A-69
resumen, 434
Woodruff, 434, A-68
Cuñeros
descripción, 204
dimensionamiento, 385
Curvas
conopiales, 140
dibujos en perspectiva, 107
dimensionamiento, 382
irregulares, 147

www.FreeLibros.me

isométricas, 90
parabólicas, 148
tangentes con, 141
vistas auxiliares, 290

D

Da Vinci, Leonardo, 16-17, 412
Dedos de la mano derecha, 317
Definición del producto, 18
Definiciones paramétricas, 153
Dentro de la línea del molde (*IML*), 396
Desarrollos, 301-302
campana y húmero, 309
plano y cilindro, 306
plano y cilindro circular oblicuo, 308
plano y cilindro oblicuo, 307
plano y esfera, 311
plano y pirámide, 308
plano y prisma, 304-305
plano y prisma oblicuo, 307
plano y un cono, 308
Descarga de sujetadores estándar, 440
Descentrados, 212
Descomposición funcional, 16
Designación de referencia y número de tipo de semiconductores, 556
Designaciones de referencia en diagramas electrónicos, 556
Desplazamiento de la alineación con separación, 451
Detalles
ampliados, 216
de diseño, 50
de resortes, 439
de roscas, 414-415 y 419-422
por hoja, 462
vistas en sección, 264-265
DFSS (Diseño para Seis Sigma), 9
Diagramas
de bloques funcionales, 546
de cableado, 546
de circuito, 546
de conexión, 546-547
de interconexión, 546
de una sola línea, 546
Diagramas electrónicos, 542
abreviaturas, 549
agrupación de partes, 549
circuitos integrados, 557
código de colores, 554
conexiones y cruces, 552
convenciones de líneas y letras, 548
designaciones de referencia, 556
división de partes, 555
ejercicios, 562-563
gráficos por computadora, 559
identificación de pin de tubo de electrones, 555
identificación funcional, 557
Introducción, 543
portafolio, 560
rutas interrumpidas, 552
símbolos, 544-545, 548, 550-551, A-82
tamaño de dibujo, formato, y título, 548
tarjetas de circuitos impresos, 558
terminales, 553-554
tipos, 546-547
valores numéricos, 556
Diagramas esquemáticos, 544
FET VOM, 547
títulos en, 546
Diámetro
mayor para roscas de tornillo, 409
menor para roscas de tornillos, 409
Diámetros
conjugados, 144
conjugados, elipses con, 144
de remaches, 435
de roscas de tornillo, 409
esféricos, 373
Dibujo
de elevación, 580
de líneas, 28
Dibujos
artísticos, 6
con varios detalles, 457
de construcción, 452
de dos vistas, 214
de piezas, 454-455
de plantas de energía nuclear, 528
de producción, 14-15
de tubería de doble línea, 568-569, 580
de tubería de una sola línea, 568-570
de tubería desarrollados, 570-571
de una vista, 77, 170, 214
de verificación, 464
eléctricos, 218-219
electrónicos, 540
métricos de un quinto del tamaño, 34
Mylar, 536
pictóricos isométricos, 78
por bloques, 530
Dibujos arquitectónicos
dimensionados, 370, 402
escalas, 31, 52
líneas de plano cortante, 250
planos de planta, 189
pochés, 459
programas, 54
secciones eliminadas, 257
vistas eliminadas, 218, 224
Dibujos de detalle, 14
múltiple, 457
partes, 454-455
subensambles, 456
Dibujos de ensamble, 4, 14-15
cuadros de revisión y títulos, 53
dibujos de trabajo, 452-454
disposición de diseño, 12
isométricos, 108
pernos, 428
Pro/ENGINEER Wildfire, 468
roscas en, 423
Dibujos de funcionamiento, 14-15
de ensambles, 460-461
de subensambles, 456
dibujos de patentes, 465-466
ejercicios, 472-473
formatos de, 462-463
Introducción, 449-455
listas de piezas en, 458
número de dibujo, 464
números de identificación, 456-457
portafolio, 468-469
revisiones, 464-465
secciones, 459
simplificación de, 465
verificación de, 464
zonificación de, 464
Dibujos de patente
de línea, 70
dimensiones, 394-395
ideas de, 17
Dibujos de tres vistas
diseño, 176
vistas necesarias, 169, 214-215
Dibujos de tubería, 566
accesorios, 575
American National Standard Code for Pressure Piping, 578
de plástico y tubos especiales, 574
dimensionamiento, 570-571
ejercicios, 582-584
Introducción, 567
juntas, 576
para instrumentos de campo, 579
portafolio, 580
símbolos, 568, A-80
tipos, 568-570
tubería de cobre, 573-574
tubería de hierro fundido, 572
tubos de hierro forjado y acero, 572
tubos de latón y cobre sin costura, 573
válvulas, 577-578

www.FreeLibros.me

Dibujos en perspectiva,
bosquejos, 104-105
CAD, 108, 111
curvas y círculos, 107
de dos puntos, 107
dibujos pictóricos, 78
proyecciones en, 26, 79-80
sombreado, 107
Dibujos isométricos, 84
a partir de objetos, 96
ángulos, 88-89
arcos, 95
AutoCAD, 97
construcción de, 84-85
curvas, 90
ejes, 83
elipses, 91
escalas, 83-84
líneas, 83
objetos irregulares, 88
orientación de elipses en, 92
plantillas, 94
roscas de tornillo, 94
superficies inclinadas, 87
Dibujos pictóricos
bosquejos, 78
CAD, 108
tipos, 79
Dimensionamiento, 362
a partir de un modelo sólido, 363
acoplamiento, 392
colocación y presentación, 374-375
coordinado, 391, 393-394
de abocardados y fresados, 381
de ahusamientos, 384
de ángulos, 377
de arcos, 373, 377
de centros de eje, 385
de chaflanes, 384
de cilindros, 378-379
de coordenadas, 391, 393-394
de cuñeros, 385
de curvas, 382
de dobleces de hoja metálica, 396
de filetes y redondeados, 377
de forma y proporción, A-85
de formas con extremos redondeados, 383
de la rugosidad de superficie, 386-389
de líneas, 366, 368
de líneas de base, 391
de maquinados, patrones y forjados, 394-395
de moleteados, 385
de orificios, 379-380
de perfil, 396
de prismas, 378, 382
de prismas triangulares, pirámides y conos, 382
de roscas, 384
de superficies curvas, 383
de tolerancia, 365
de tuberías, 570-571
dirección, 370
directrices, 365, 372
distribución geométrica, 366-367
dual, 30-31, 372-373
ejercicios, 403-405
en CAD, 400
en planos de ensamble, 454
escala de dibujo, 369
estimación, 75
generado automáticamente, 364
Introducción, 363-364
líneas de referencia, 369
lista de verificación, 398-399
marcas de acabados, 386
normas, 397
portafolio, 401-402
precisión del, 353
principal, 165
puntas de flecha para, 368
redondeo, 372
símbolos, 373, 380-381
superfluo, 376
tabular, 393
ubicación, 390-91
unidades, 370-373
vistas en sección, 251
y eliminación de material, 375
y notas, 396-397
Dimensiones
con letras a mano alzada, 372
cordales, 383
de forjado, 394-395
de referencia, 373
generadas automáticamente, 364
principales, 165
superfluas, 376
Dimensiones de profundidad, 165
símbolos, 373, 381
transferencia, 168-169
Dimensiones de tamaño, 366-367
cilindros, 378-379
orificios, 379-380
prismas, 378
Diodos en diagramas electrónicos, 550
Dirección
de dimensionamiento, 370
de las líneas de sección, 251
del plano de corte, 250
de visualización, 293
Directorio GreenSpec, 348
Directrices para registros y firmas electrónicas, 528
Discos Blu-ray (BD), 538
Diseño
de arriba a abajo, 450
del ciclo de vida, 8
estético, 6-7
funcional, 6
medio fuera, 450
para el ensamble (DFA), 346
para la manufactura (DFM), 346
para la manufactura y el montaje (DFMA), 346
para Seis Sigma (DFSS), 9
Diseño asistido por computadora (CAD), 8-9
anotaciones de escala, 52
bibliotecas de símbolos, 544
desarrollo de productos, 339
diagramas electrónicos, 550-551, 559
dibujos de tuberías, 569
dibujos pictóricos, 108
dimensiones, 400
elipses, 92
espacio en el modelo y en papel, 46
letreros, 45
líneas de sección, 253
longitud verdadera de líneas, 294
nombres de archivo, 534
normas de dibujo, 535
perspectiva, 108, 111
prototipado rápido, 341
sistemas de coordenadas, 289
sujetadores, 439-440
uso de bosquejos isométricos, 97
vistas auxiliares, 289, 314
vistas en sección, 263
Diseños
de ensamble, 452
de planeación, 50-51
Disipadores de calor, 455
Disponibilidad de materiales, 348
Dispositivos CD-ROM de una sola escritura y muchas lecturas (WORM), 538
Distribuciones
abecedario de líneas, 28-29
CAD, 46
definición, 50
dibujos métricos de tres vistas, 176

www.FreeLibros.me

ejercicios, 56-58
elementos estándar, 48-49
escalas. *Vea* Escalas
Introducción, 25
líneas a mano alzada, 30
medios, 47
objetivos, 24-25
planeación, 50-51
portafolio, 53-54
proyecciones, 26-28
sistemas de medición, 30-31
División de partes en diagramas electrónicos, 555
Dobladillos en hojas de metal, 307
Dodecaedros, 62
Dureza de acero tratado al calor, 352
Dview (visión dinámica), 111

E

Ecuadores, 311
Eficiencia, 574-75
Eje
de revolución, 312
del tornillo, 409
neutro para dobleces, 396
Ejercicio de espacio de trabajo, 157
Ejes
ajustes con espacio preferidos para ejes, A-51 a A-52
ajustes de transición e interferencia preferidos para ejes, A-53 a A-54
elipses, 74, 144
esferas, 63
isométricos, 83-84
Elemento
de aleta, 204
de buje, 204, 276
de copa, 204
de cuello, 204
Elementos
cilindros, 63
estándar, 48-49
superficies, 301
Elevaciones, en vistas, 165
Elipses, 143-144, 303
aproximadas, 146
bosquejado, 74-75
circulares concéntricas, 143-144
construcción, 141, 143
de cuatro centros, 92-93
dibujos oblicuos, 101
ejes, 74, 144
en diámetros conjugados, 144
focos, 143
fórmulas, A-35
isométricas, 91-94
ortográficas de cuatro centros, 93
paralelogramo, 144
plantillas, 145-146
tangentes a, 145
trazado a mano, 207
vistas auxiliares, 289
y cilindros, 208
Elipsoides, 63, 301
Empaques para juntas bridadas, 576
Engrane impulsor, 353
Engranes helicoidales, 487
Ensamble soldado, 359
Ensambles
de esqueleto, 452
de verificación, 460
Epicicloides, 152
Escala de anotación, 52
Escalas, 32
a tamaño completo, 33
anotaciones, 52
de cadena, 35
de dibujo, 31, 369
de mapas, 31
de tamaño medio, 33, 35
definición, 28
dimensionamiento, 369
en los cuadros de títulos, 49
en los dibujos, 31
en pulgadas decimales, 35
escalímetro con decimales de pulgada, 35
escalímetro de los arquitectos, 36-37
escalímetro de los ingenieros, 35
escalímetro de los ingenieros mecánicos, 35
escalímetros métricos, 33-34
especificación en los dibujos, 31
isométricas, 83-84
Escalímetro
de los arquitectos, 36-37
de los ingenieros, 35
de los ingenieros mecánicos, 35
de los maquinistas, 354
Esferas, 301
desarrollo, 311
descripción, 63
dibujo isométrico de, 95
Espaciado
achurado, 251-253
entre vistas, 168
letras y palabras, 42
líneas paralelas, 72
Espaciadores, 192
Espacio
anular en tubería de cobre, 574
de fricción, 158
del modelo, 46
del papel, 46
negativo, 64-65
Espacios
ajustes con, A-40 a A-41
en orificios, 426
Espesores para tubería de hierro fundido, A-88
Espigas, 424-425
Espiral, 123-124
de Arquímedes, 150
Esquema de ensamble, 460
Esquinas, 177
Establecimiento de longitudes a lo largo de arcos, 141
Estampado de hoja metálica, 350
Estereolitografía, aparato de, 342
Estructuras de directorio, 532-533
Estructuras de directorio organizadas, 532-533
Etapa de análisis, 7
de documentación, 7
de generación de conceptos, 10
de identificación del cliente y el problema, 10
de identificación del problema, 7, 10
de implementación, 7
de refinamiento, 7
de soluciones consensuadas, 11-12
Etapas de diseño de ingeniería
dibujos de producción, 14-15
etapa de identificación del problema, 10
generación del concepto, 10
modelos y prototipos, 12-14
soluciones consensuadas, 11-12
Etapas de los diagramas electrónicos, 550
Ética de ingeniería, 529
Etiquetado de planos de corte, 248
Etiquetas circulares, 456
Evolventes, dibujo, 151
Extensión de patrones, 396

F

Fabricación de objetos laminados (LOM), 344
Fabricación topográfica de caparazón (TSF), 344
Fase de ideación, 7, 10
FET (transistor de efecto de campo) VOM, 547

www.FreeLibros.me

Figuras planas, bosquejo, 76
Filetes
  descripción, 204
  dibujos en 2D, 211-212
  dimensiones, 377
Firmas electrónicas, 530
Flechas
  dirección de visualización, 293
  rotación, 256
Focos de elipses, 143
Forma de roscas, 408-411
Formas
  ampliadas, 76
  cilíndricas, 206-208
  cilíndricas, visualización de, 206
  de centros de eje, A-92
  de extremo redondeado, 383
  en 3D, fórmulas para, A-36 a A-37
  esenciales de objetos, 64
  producción, 349
  símbolos, A-83 a A-85
  superficiales, 181
  superficies oblicuas, 298-299
  y objetos complejos, bosquejo de, 64-65
Formato de documento portátil (PDF), 462
Formatos
  diagramas electrónicos, 548
  dibujo de funcionamiento, 462-463
Fórmulas
  círculos, A-32
  de cilindros elípticos, A-37
  de polígonos con varios lados, A-35
  del cubo, A-36
  elipses y parábolas, A-35
  formas en 3D, A-36 a A-37
  polígonos de cuatro lados, A-34
  polígonos regulares, A-35
  triángulos, A-33
Fracciones, letras de, 41
Franjas
  de registro, 463
  de título, 463
Fresado
  descripción, 204
  dimensionamiento, 373, 381
  vista ortográfica, 221
Fuente
  gótica, 38
  itálica, 38, 40-41
Fuentes, 38, 40-41
  romanas, 38
  Sans serif, 38
Fuentes Serif, 38
Fuerza, conversiones métricas, A-75
Fundación Nacional de Sanidad, 574
Fundibilidad de aleaciones, 347
Fundición, 345, 350-351

G
Gantt, diagramas de, 526
Generación automática de lista de materiales, 458
Generatrices para superficies, 301
Geometría descriptiva, 294
Glosario, G-1 a G-4
Grado en el dimensionamiento de ángulos, 377
Grados de tolerancia, A-46
Gráficas (PERT); técnica de revisión y evaluación del programa 526
Grandes círculos, 311
Grúas eléctricas, 240
Grupo de accesorios del eje, 456
Grupos de diseño, ideas de los, 17
Guía
  angulada, 320
  de marco, 229

H
Hardware cautivo, 446-447
HDPE (Tubo de polietileno de alta densidad), 574
Hélices derechas, 150
Hélices, dibujo de, 150
Hélices izquierdas, 150
Herramienta QFD (Despliegue de la función de calidad), 9
Hexaedros, 62
Hexágonos
  dibujo de, 134-135
  fórmulas, A-35
Hipérbolas, 148-49, 303
  equiláteras, 148-149
Hiperboloides, 301
Hipocicloides, 152
Hoja metálica
  armadura, 474
  dimensiones, 401
  dobladillos y juntas, 307
  dobleces, 396
  perforación de casco, 474
  piezas, 358-359
  soportes, 193
Hojas
  diseños, 51
  recubiertas, 47
  tamaños, 47
Holgura de doblez, 396
Howard, Ayanna, 13

I
Icosaedros, 62
Identificación
  de cuña terminal tipo de palanca, 553
  de interruptor de encendido y apagado, 554
  de pin de tubo, 555
  de pin de tubo de electrones, 555
  de pin en tubos de electrones, 555
  de terminal de resistencias variables, 553
  de terminal del interruptor de volquete, 553
  funcional en diagramas electrónicos, 557
Implicaciones
  ambientales, 354
  de seguridad en la manufactura, 354
Impresión
  de dibujos, 536-538
  y copiado láser, 537-539
  y copiado láser en color, 537-539
Impresiones Diazo húmedas, 537
Impresoras de ingeniería, 536
Indicadores de aprobación, 530
Ingeniería
  asistida por computadora (CAE), 9, 339
  concurrente, 8, 337-38, 529
  de rosca helicoidal, 433
  del ciclo de vida, 338
  inversa, 16
  simultánea, 337-338
Instalación de ensambles, 460-461
Instrumento de campo, dibujos de tuberías para, 579
Inteligencia artificial (AI), 356
Intercambiabilidad de piezas, dimensionamiento para, 364
Internet y los archivos electrónicos, 539
Interruptores
  diagramas electrónicos, 548
  división de partes, 555
  identificación de terminal, 553-554
Interruptores giratorios,
  división de partes, 555
  identificación de terminal, 553-554
Intersecciones, 301
  cilindros, 306
  dibujos en 2D, 205, 208-209
  en secciones, 262
  planas y prismas, 304

www.FreeLibros.me

principios, 303
proyección axonométrica, 596-598
Inversión de fundición, 345
Iteraciones en la manufactura, 337

J

Juntas
abocinadas, 573
capilares, 574
de campana y espiga, 572
de expansión de tuberías, 571
de hoja metálica, 307
de tubería, 571, 576
de tubería roscadas, 576
de tubería soldadas, 576
de tubos de cobre, 573
de tubos de hierro fundido, 572
mecánicas, 572
remachadas, 435
roscadas de tubos, 576
símbolos de tubería, 568
soldadas, 576
Juntas bridadas
tubos de hierro fundido, 572
tubos de latón y cobre, 573
resumen, 576
Justo a Tiempo (JIT), 356

L

Lados de roscas de tornillo, 409
Lanzamientos de productos, 527
Lápices
de dibujo, 43-44
letras con, 43-44
sombreado de tonos, 107
Lectura de dibujos, 182
Legibilidad
dimensiones, 370, 372, 374
bosquejos, 68
Lengüetas, 434
Letras
de prefijo para piezas en diagramas electrónicos, 555
desde la izquierda, 43
minúsculas, 38, 40
minúsculas inclinadas, 40
sufijas para partes de diagramas electrónicos, 555
y números inclinados, 40-41
y números verticales, 38-39
Letras y letreros, 38
a mano alzada, 41
CAD, 45
de título, 43
definición, 28
diagramas electrónicos, 548
dimensiones, 370, 372
ejercicios, 57-58
espaciamiento, 42
fracciones, 41
inclinadas, 40-41
lápices, 44
líneas guía, 41
minúsculas, 38
normas, 38
plantillas, 45
tamaños de letra, 48
verticales, 38-39
Leva Ginebra, 159
Levas, ejercicio, 119, 159, 227
Liberaciones de ingeniería, 527
Limpieza en los bosquejos, 68
Línea de molde exterior (*Outside mold line, OML*), 396
Líneas, 66-67
a mano alzada, 30
bisectriz, 125
de bisagra, 167
de construcción, 30, 64
de extensión para dimensionamiento, 366, 368
de fuga, 98-99
de horizonte para bosquejos en perspectiva, 107
de inglete, 186
de mirada, 26
de molde, 396
de perspectiva, 81, 99, 591
de plano de corte, 70, 244-245, 250
de sección, 244
delgadas, 28
diagramas electrónicos, 548
dimensionamiento de, 366, 368
divisorias, 71
evolventes, 151
gruesas, 28
guía horizontales, 41
guía para creación de letreros, 41
horizontales, 67, regla T para, 126
inclinadas, dibujo de, 128-129
interpretación de, 180
largas a mano alzada, 71
longitud verdadera, 294, 313
no isométricas, 83, 86
ocultas. *Vea* Líneas ocultas
paralelas, 130-131
perpendiculares, 67, 131
plano de visualización, 293
plegable, 167-168
precedencia, 174, 248
rectas, 71
reglas, 249
reglas T para, 126
técnicas de bosquejado, 70
triángulos para, 128
verticales, regla T para, 127
visibles en secciones completas, 247
vistas de punto, 296
Líneas centrales, 174, 176
de círculos, 73
de dibujos oblicuos, 102
de dimensionamiento, 366
de elipses con cuatro centros, 93
de referencia radiales, 379
de secciones eliminadas, 257
dibujo de, 88
Líneas de plano de corte, 70
descripción, 244-245
vistas en sección, 250
Líneas de plegado
proyecciones ortográficas, 167-168
tamaño de superficie oblicua, 299
vistas auxiliares, 280
Líneas de referencia
dimensionamiento, 369
radiales, 379
Líneas fantasma
bordes tangentes, 210
roscas, 423
Líneas no isométricas
descripción, 83
dibujo de, 86
elipses en dibujos isométricos, 91
Líneas ocultas, 173
dibujo, 88
dibujos de ensamble, 454
líneas guía, 174-175
vistas auxiliares, 289
vistas en sección, 249
Líneas paralelas, 67
dibujo de, 130-131
espaciamiento, 72
perspectivas, 104
Líneas y flechas del plano de visualización, 70, 293
Listado de piezas estándar, 458
Listas de materiales (BOM), propósito, 458
Listas de piezas, 458
Llave de torsión, 497
Localización (ubicación), dimensiones, 366, 390-391
Longitud
compensación a lo largo de arcos, 141
de limas tesa, 295
de líneas, 294, 313
de líneas de fuga, 99

www.FreeLibros.me

de pernos, 426
de rosca, 425-426
equivalentes métricos, A-75
verdadera de lima tesa, 295
verdadera de talud, 295
Longitud real
lima tesa, 295
líneas, 294, 313

M

Manejo automático de materiales, 356
Manufactura
asistida por computadora (CAM), 9, 339
celular, 356
compartida, 357
de forma neta, 355
integrada por computadora (CIM), 356
Mapas de referencia, 64
Máquina de ensanchado, 240
Maquinabilidad de aleaciones, 347
Maquinado
categorías, 350
con control numérico (NC), 345
dimensiones, 394-395
Máquinas de medición de coordenadas (CMM), 16
Marcas de acabado, 386
Márgenes, 48
Material elastomérico, 343
Materiales
compuestos, 347
costo y disponibilidad, 348
dimensiones de acoplamiento, 392
elastoméricos, 343
listas de materiales, 458
manejo automatizado, 356
proceso de manufactura, 355
propiedades, 347
tipos, 347
y dimensiones, 375
Materias primas, 348
Mediciones
a partir de superficies de referencia, 168-169
de compensación, 86-87
dispositivos en procesos de manufactura, 354
Mediciones de desplazamiento, 86-87
elipse isométrica por, 91
figuras irregulares, 76
Medidores
de paso de rosca, 411
fijos, 354
Medios para dibujo y bosquejado, 47
Meridianos, 311
Metales, 347
ferrosos, 347
no ferrosos, 347
Método
de la elipse de ocho puntos, 91
de la elipse encerrado en un rectángulo, 93
de la esfera Gore, 311
de la línea aleatoria para elipses, 91
de los cuadros del agrandamiento de formas, 76
de los diámetros para cuadrados, 133
de posición para el dimensionamiento dual, 372
de procesamiento para formado, 350
del círculo encerrado en un cuadrado, 73
del círculo inscrito para cuadrados, 133
del círculo oblicuo para elipses, 144
del papel para hacer círculos, 73
del seno para el establecimiento de ángulos, 132
geométrico del pentágono, 133
policilíndrico, 311
policónico, 311
tabular para la identificación de terminales de interruptor, 554
Método de trama
arcos, 74
Método del rectángulo
elipses, 74
polígonos, 76
Metros, 30, 547
Microfichas, 539
Microfilmes, 539
Micrografía electrónica de barrido a color, 353
Milímetros
descripción, 30
dimensiones, 370-371
Minutos en los ángulos, 68
Modelado
basado en características, 13
basado en restricciones, 13
paramétrico, 13, 110
Modelado de sólidos
a partir del dimensionamiento, 363
superficies tangentes, 210
Modelos, 12-14
paramétricos, 13, 110
proyecciones ortográficas, 183
Modelos en 3D
diseños de, 452
dispositivo táctil interactivo en 3D, 450
impresión de, 344
restrictivos, 450-451
vistas auxiliares en, 289, 314
vistas ortográficas en, 185, 187
y proyecciones axonométricas, 82
Modelos inteligentes, 13
Modificación de símbolos, A-84
Moldes de goma de silicio, 345
Moleteados
cojinetes de soporte, 239
descripción, 204
dimensionamiento, 385
Montaje de interruptor, 279
Motor, 276
Multiplicadores de valores numéricos, 556
Mundo natural, ideas del, 16

N

Nanofabricación, 353
Nanomateriales, 347
Nanotecnología, 353
Nombres
de archivo con varias partes, 534
en cuadros de títulos, 49
Norma Briggs para roscas de tubería, 423
Norma MIL-STD-681, 544
Normas, 16
ANSI. *Vea American National Standards Institute (ANSI)*
de calibre de cable, A-72
de calibres de alambre, 72
de cuñas, A-66 a A-68
de dibujo, 535
de letras, 38
de roscas de tornillo, 408, A-66
de tornillos fiadores, 431
de tornillos para metal, 431
de trazado, 16
de tuercas, 426-427
dimensionamiento, 397
International Standard Organization (ISO), 16
jurídicas, 528
legales, 528
organizaciones, A-2 a A-3
roscas de tornillo, 408
símbolos de diagramas electrónicos, 544-545, 548
símbolos de tubería, 568

www.FreeLibros.me

Normas ANSI de tubería de hierro fundido
accesorios roscados, A-89 a A-90
bridas y accesorios, A-91 a A-94
espesores y pesos, A-88
Notas
de dimensionamiento, 396-97
de rosca, 417-418, 444
dirección, 370
generales, 396-397
locales, 397
Noticias de construcción ambiental, 348
Notificaciones de cambios de ingeniería (ECNs), 531
Núcleos, 345
Números
de hoja y cuadros de revisión en cuadros de títulos, 49
de identificación, 456-457
de revisión, 464
en globo, 456
en las convenciones de nombres, 534
en los dibujos, 49, 464
inclinados, 40-41, 464
verticales, 38-39
tipo para tubos electrónicos y semiconductores, 556

O

Objetos
irregulares, 76, 88
sólidos, 62-63
Objetos irregulares
en dibujos isométricos, 88
trazado de, 76
Octaedros, 62
Octágonos
dibujo de, 135
fórmulas, A-35
OrCAD
diagramas electrónicos, 559
símbolos de diagramas electrónicos, 681
Órdenes de cambio, 531
de cambio de ingeniería (ECOs), 9, 464, 531
Orientación
elipses en dibujos isométricos, 92-94
hojas estándar, 47
horizontal, 47
vistas frontales, 170
Orificios
dimensiones, 379-380
espacio preferido para ejes métricos, A-51 a A-52
espacio preferido para orificios métricos, A 47-A-48
espacios en, 426
perforados en vistas ortográficas, 221
roscados, 425-426
transición e interferencia preferidas para ejes métricos, A-53 a A-54
transición e interferencia preferidas para orificios métricos, A-49 a A-50
vistas ortográficas, 221
Orificios abocardados
cilindros, 206
descripción, 204
dimensionamiento, 381
símbolos de dimensionamiento, 373
vistas ortográficas, 221
Orificios avellanados
descripción, 204
símbolos de dimensionamiento, 373, 381
vistas ortográficas, 221
Orificios escariados
cilindros, 206
vistas ortográficas, 221

P

Palabras, espaciado de, 42
Palanca, 237
de control del freno, 322
Papel
almacenamiento de, 536
conservación de, 462
dibujos y bosquejos en, 47
para fronteras de trazado, 71
Paquetes duales en línea (DIP), 557
Parábolas, 303
dibujo de, 147-148
fórmulas, A-35
Paralelogramos
elipses, 144
fórmulas, A-34
repaso, 124
Paralelos, bordes, 179
Pares anidados, 42
Partes
de ducto, 303
iguales, líneas que dividen en, 72
proporcionales, líneas divisorias en, 71-72
Pasadores
chavetas, 430, A-74
cónicos, 434, A-73
de espiga, 434
de horquilla, 434
de máquina, 434
Paso de rosca, 409, 411, 415
Pasos *DMAIC* (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), 9
Patrones
planos, 301, 304
preparación, 465-466
Película de poliéster, 47
Pendiente
dimensionamiento de ángulos, 377
símbolos de dimensionamiento, 373
Pentágonos, 133-134
regulares, 133-134
Perforación de superficies inclinadas, 352
Pernos, 424-425
bosquejado de, 429
cuadrados, A-60 a A-62
especificaciones de, 428
misceláneos, 433
normas de, 426-428, A-60 a A-62
tipos, 426
Pernos hexagonales
ANSI, A-60 a A-62
bosquejo de, 429
Perspectiva
angular, 105
paralela, 105
Perspectivas
de dos puntos, 105-106
de tres puntos, 106
de un punto, 105
Pesos
equivalentes métricos, A-75
grosor de línea, 70
grosor en cuadros de títulos, 49
tubería de hierro fundido, A-88
Pieza moldeada por inyección de plástico, 265
Piezas
conexiones de tubería rectangular, 310-311
correspondientes, 450
de transición
derechas, 219
fresadas, 350
individuales, secciones de, 244
izquierdas, 219
madre, 450
requeridas, 458
vistas auxiliares, 310
Piezas moldeadas
de plástico, 358
para el prototipado rápido, 341, 345
Pinturas, 6

www.FreeLibros.me

Pirámides, 63, 302
desarrollos, 308
dimensiones, 382
ejercicio de vistas auxiliares, 329
fórmulas, A-36
oblicuas, 63
rectangulares, 382
rectas, 63, 329
triangulares y conos, 382
Pisos, ejercicio, 189
Placas
de cierre, 160
de corte, 159
Planos
auxiliares, 280
cilindros, 306
de corte. *Vea* Planos de corte
de desarrollo, 526-527
de imagen, 104
de perfil, 166
desarrollos, 307-308, 311
frontales, 166
horizontales, 166
intersecciones, 304
isométricos, 83
proyección, 26, 166
referencia, 285, 299
superficies, 301
vistas de borde, 297
Planos de corte
elección de, 246
etiquetado, 248
secciones giradas, 255
secciones medias, 253
Planos de referencia
tamaño de la superficie oblicua, 299
vistas auxiliares, 285
Planta de procesamiento de gas, 567
Plantillas
de elipses, 145-146
de letras, 45
de perforación, 461, 490
de pernos, 428
de símbolos electrónicos, 550
para dibujos isométricos, 94
Plásticos, 347
Plumas mecánicas, 44
Pochés, 459
Poliedros regulares, 62
Polígonos
de cuatro lados, A-34
definición, 62
fórmulas, A-34 a A-35
método del rectángulo, 76
método del triángulo, 76
repaso, 125
Polígonos regulares
fórmulas, A-35
repaso, 125
Portafolios, 18-19
Posición
bosquejos oblicuos, 101
ejes isométricos, 84
objetos isométricos, 96
Prácticas de los datos de definición del producto digital, 400
Precedencia de las líneas, 174, 248
Precisión
elipses de, 93
en dibujos técnicos, 464
en dimensiones, 353
importancia de, 68
Prensa para tubos, 496
Presas, planta y perfil de, 402
Presentación
de dimensiones, 374-375
de documentación, 528, 574
Prismas
desarrollos, 302, 304-305, 307
descripción, 63
dimensiones, 378, 382
ejercicio de vistas auxiliares, 329
fórmulas, A-36 a A-37
intersecciones, 303-304
oblicuos, 307
rectos, 63, 329
regulares, 378
triangulares, 63, 382
truncados, 63
Prismas rectangulares
dimensiones, 378
fórmulas, A-36
Problemas de vista faltante
ejercicio de dibujo en 2D, 226
proyecciones ortográficas, 197-199
Procesamiento de imágenes digitales, 537
Proceso
de acabado, 350
de copiado heliográfico, 536
de formado, 350
de negocios preferido, 526
de planeación asistido por computadora (CAPP), 356
Diazo seco, 537
RapidTool, 345
Seis Sigma, 9
Proceso de diseño
administración de dibujos, 526-527
dibujos técnicos, 6-7
ejercicios, 21-22
Introducción, 335-338
modelado paramétrico, 110
Procesos
de manufactura. *Vea* Procesos de manufactura
de soldadura, A-76 a A-78
Procesos a mano alzada
bosquejado, 69, 318
elipses, 74
letras, 41
líneas, 30
seccionamiento, 267-268
Procesos de manufactura, 334
aparatos de medición, 354
apariencia, vida útil y reciclaje, 348
CAD, 339
compartidos, 357
consideraciones prácticas, 352
costos operativos y de manufactura, 354
DFM, DFA y DFMA, 346
dibujos, 357
fundición, 351
Introducción, 335-336
manufactura integrada por computadora, 356
materiales, 347-348
métodos, 349-350
portafolio, 358-359
precisión dimensional y acabado superficial, 353
proceso de diseño e ingeniería concurrente, 337-338
prototipado rápido, 340-345
selección del material y el proceso, 355
Productos
continuos, 336
discretos, 336
manufacturados, ideas de, 16
Profundidad
de rosca, 409, 416
de vistas auxiliares, 281-283
Propiedades
de aleación, 347
químicas de los materiales, 347
Proporciones
calculadas, líneas divisorias en, 72
bosquejado técnico, 75
pernos, 426-427
símbolos, A-83 a A-85
Propuestas
de diseño, 526
de productos, 526

www.FreeLibros.me

Prototipado rápido, 14
resumen, 360
roles, 340
tipos, 342-345
Prototipos, 12-14
Prototipos virtuales, 340
Introducción, 335
roles, 340
tipos, 342-345
Proyecciones, 26-28
axonométricas. *Vea* Proyecciones axonométricas
Cavalier, descripción, 99-100
de gabinete, 99-100
de primer ángulo, 170-173
de tercer ángulo, 170-173
isométricas, 78, 81-83
multivista, 26, 79-80, 164
oblicuas, 26, 79-80
ortográficas. *Vea* Proyecciones ortográficas
paralelas, 26
símbolos, 171-173
trimétricas, 78, 81-82
verdaderas, 220
vistas auxiliares, 286-287
Proyecciones axonométricas, 26, 78
dibujos de tuberías, 570
métodos de proyección, 79
tipos, 80-81
y modelos en 3D, 82
Proyecciones dimétricas, 78, 81-82
elaboración, 593
descripción, 591-592
tuberías con juntas de expansión, 571
Proyecciones ortográficas, 26, 79, 162
ángulos, 180
bordes, 177, 179
definición, 166
diseño, 176
ejercicios, 191-200
elementos comunes, 222
formas superficiales, 181
Introducción, 163-174
junta de expansión de tuberías, 571
lectura de dibujos, 182
líneas centrales, 174, 176
líneas de inglete, 186
líneas ocultas, 174
modelos, 183
orificios, 221
planos de planta, 189
precedencia de líneas, 174
superficies, 177-178
terceras vistas, 183-185
vistas en 3D, 187
visualización, 177
visualización en 3D, 185
Proyectores, 26-27
oblicuos, 99
Puntas
blandas, 44
de flecha, 368
de lápiz, 44
medias, 44
Punteado, 66
Puntos
descripción, 66-67
de estación, 26
de fuga, definición, 104
de perforación, 26
de vista, 66
decimales para las dimensiones, 372
medios, localización de, 71
proyecciones ortográficas, 180R

R

Radio
de arcos, 74
esferas isométricas, 95
símbolos de dimensionamiento, 373
Raíz
en roscas de tornillos, 409
en secciones, 261
visuales, 26
Rechazo de piezas con base cero, 336
Reciclaje, 348
Rectángulos, fórmulas, A-34
Redondeo de dimensiones, 372
Redondos
descripción, 204
dibujos en 2D, 211-212
dimensiones, 377
Referencia, forma y proporción de símbolos de, A-83
Referencias a objetos en AutoCAD, 127
Reglas T
escuadras, 133
líneas bisectrices con, 125
líneas perpendiculares, 131
trabajo con, 126-127
Relevadores en diagramas electrónicos, 548
Remaches
avellanados, 435
ciegos, 436
de cabeza redonda, 435
grandes, 435
pequeños, 436
resumen, 443
Renglones, espaciamiento entre, 42
Representación de dibujos en 2D, 202
alineación de vistas, 217
bordes convencionales, 213
convenciones de revolución, 220-222
descentrados, 212
ejercicios, 226-241
filetes y redondeados, 211-212
formas cilíndricas, 206-208
intersecciones y tangencias, 208-210
Introducción, 203
piezas derecha e izquierda, 219
prácticas, 204-205
vistas desplazadas, 218-219
vistas necesarias, 214-215
vistas parciales, 215-217
Representaciones convencionales en 2D, dibujos, 205
Reproducción de dibujos, 536
Resistencia, valores numéricos para, 556
Resistencias, identificación de terminales para, 553
Resortes, 437-438
Belleville, 438
de compresión, 437
de extensión, 437-438
de hojas, 438
de torsión, 437-438
helicoidales, 437-439
planos, 437-438
portafolio, 442
Restricción
de coincidencia, 451
de compensación de coincidencia, 451
de inserción, 451
de orientación, 451
del sistema coordenado, 451
Restricciones
de modelos de ensamble en 3D, 450-451
del modelado paramétrico, 110
dimensionales, 153
geométricas, 142, 153
tipos de, 153
Revisado por bloques, 530
Revisiones, 464-465, 536
de diseño, 527
Revolución
dibujos en 2D, 220-222
eje de, 312
ejercicios, 326-333
longitud verdadera de la línea, 313
primaria y sucesivas, 312-313
puntos de vista auxiliares, 282, 312

www.FreeLibros.me

Revoluciones
primarias, 312-313
sucesivas, 312-313
Robots, 356
industriales, 356
Rosca
nacional estadounidense, 410, 413-414, 419
unificada de la serie extra fina (UNEF), 410
Roscas, 408-409, 426
Acme. *Vea* Roscas Acme
ajustes, 413-414
ANSI, A-55 a A-57
aplicaciones, 408
cónicas de tubería, 423-424, A-87
cuadradas, 410, 420-421, A-66
de paso 8, 412
de paso 12, 412
de paso 16, 412
de tornillo del Instituto de Sujetadores Industriales (IFI), 408
de tornillo universales, 408
de tubería, 423-424, A-87
de tubo de acero forjado, A-87
de tubos de acero forjado y tubos cónicos, A-87
derechas e izquierdas, 412
detalles, 414-415, 419-422
dibujos de ensamble, 423
dimensiones, 384
ejercicios, 443-447
en dibujos isométricos, 94
exactas en V, 410
finas, 412
formas, 408-411
gruesas, 412
historia, 412
Introducción, 407
izquierdas, 412
líneas fantasma, 423
longitud, 425-426
métodos de dibujo, 414, 416
múltiples, 413
múltiples y sencillas, 413
normas, 408, A-66
notas, 417-418, 444
ocultas, 419
paso, 409, 411, 415
portafolio, 442
reforzadas, 411
semicirculares, 411
sencillas, 413
serie de, 412
símbolos, 414, 416, 418-419
tablas de profundidad, 416
términos, 409
Whitworth, 410-411
Roscas Acme
características, 410, A-59
detalles, 422
normas, A-66
notas, 417-418
Roscas esquemáticas
dibujos de ensamble, 423
símbolos, 414, 416
Roscas externas
ANSI, 413
definidas, 409
detalles, 420
dimensiones, 384
formas, 410
notas, 417
símbolos, 418
Roscas internas
ANSI, 413
definición, 409
detalles, 420
notas, 417
símbolos, 419
Roscas métricas
ajustes, 414
ANSI, A-55 a A-57
descripción, 410
detallada, 414, 419
notas, 417
Roscas simplificadas
dibujos de ensamble, 423
símbolos, 414, 416
Roscas unificadas
ajustes, 414
ANSI, A-55 a A-57
descripción, 410
detalles, 414, 419
Rotura, tarraja, 426
Rugosidad, de superficie, 386-389
Rutas
de señal en diagramas electrónicos, 548, 550
interrumpidas en diagramas electrónicos, 552

S

Salida de microfilm en computadora (COM), 539
Secciones
alineadas, 259-261
de ensamble, 262, 454, 459
de revolución, 255
desplazadas, 256-58, 265
medias, 253
parciales, 257, 261
rotas, 254
viales, 264
Secciones completas
características, 244
vistas, 245
visualización, 246-247
Secciones cónicas, 141, 303
elipses, 141, 143-147
hipérbolas, 148-149
parábolas, 147-148
Sectores de círculos, A-32
Segundos en los ángulos, 68
Sellers, William, 408
Serie de rosca de tornillo, 409
Serrucho, 341
Símbolo
de dimensionamiento básico, 380
de origen de dimensión, 373, 381
de roscado cónico, 373
Símbolos
calefacción, ventilación y ductos, A-81
comparaciones, A-86
de colocación, 389
de ductos, A-81
diagramas electrónicos, 544-545, 548, 550-551, A-82
dimensiones, 373, 380-381, 427
enladrillado, 389
forma y proporción, A-83 a A-85
geométricos característicos, A-83
gráficos para diagramas electrónicos, A-82
gráficos para diagramas eléctricos y electrónicos, 544
identificación personal, 530
líneas de sección, 252
proyección, 171-173
remaches, 436
roscas, 414, 416, 418-419
soldadura, A-76 a A-78
textura superficial, 387, 389
topográficos, A-79
tuberías, 568, A-80
Símbolos de dimensionamiento
de diámetro esférico, 373
de radio esférico, 373
geométrico, A-84
Simplificación de dibujos, 465
Sistema
de coordenadas del usuario, 289
de dimensionamiento unidireccional, 372
de fundición al vacío MCP, 345

www.FreeLibros.me

Helisys LOM-2030H, 344
internacional de unidades, 30
Sistema métrico y normas, 30
ajustes con espacio preferidos para ejes, A-51 a A-52
ajustes con espacio preferidos para orificios, A-47 a A-48
ajustes de transición e interferencia preferidos para ejes, A-53 a A-54
ajustes de transición e interferencia preferidos para orificios, A-49 a A-50
conversiones, A-75
dibujos de tres vistas, 176
dimensiones, 370-371
escalas, 33-34
pernos, tuercas y tornillos, A-60 y A-62
roscas. *Vea* Roscas métricas
tamaños de brocas helicoidales, A-58 a A-59
Sistema preferido para el orificio
ajustes con ubicación de espacio, A-40
ajustes de ubicación de interferencia, A-43
ajustes de rieles y deslizantes, A-38
Sistemas
automatizados y robóticos de ensamblaje, 356
de administración de datos del producto (PDM), 9
de administración de datos empresariales (EDM), 9
de almacenamiento digital, 538
de almacenamiento en CD-ROM, 538
de almacenamiento en disco óptico, 538
de almacenamiento en DVD, 538
de coordenadas, 289
de dimensionamiento dual, 30-31, 372-373
de Juke box, 538
de medición, 28, 30-31
de modelado por deposición fundida (FDM), 343
de sinterización selectiva por láser (SLS), 343
directos de producción de carcasas fundidas (DSPC), 345
expertos, 346, 356
flexibles de manufactura (FMS), 356
Society of Automotive Engineers (SAE), 16
Software
AutoManager TeamWork, 539
para la administración de documentos, 539
Software SolidWorks
integración a AutoCAD, 540
listas de materiales, 458
Soldabilidad de aleaciones, 347
Soldadura
de plata, 574
proceso de, A-76 a A-78
símbolos, A-76 a A-78
Soldaduras
accesorios, 575
de boquilla, 576
de unión
reforzadas, 352
tubos de hierro, 572
Solicitudes de cambio de ingeniería (ECRs), 464, 531
Solid Ground Curing (SGC), 342
Sólidos
bordes, 66
de revolución, 302
extruidos, 302
girados y extruidos, 302
objetos, 62-63
Sombreado
de marcador, 66
dibujos pictóricos, 107
Introducción, 61
Soporte
de columna, 269
derecho, 322
Soportes
de alimentación de potencia, 241
dimensionamiento dual, 372
dimensiones, 392
ejercicios de dibujo en 2D, 229, 231-236
ejercicios de dibujos de funcionamiento, 478-479, 483, 485-486, 499
ejercicios de vistas auxiliares, 319-323
ejercicios de vistas en sección, 273
hoja metálica, 193
montaje, 350
Sostenibilidad, 348
Subensambles, 451, 456
Sujetadores
aplicaciones, 408
CAD, 439-440
descarga, 440
ejercicios, 443-447
Introducción, 407
misceláneos, 433
PEM, 440
pernos. *Vea* Pernos
portafolio, 441-442
remaches, 435-436
resortes, 437-439, 442
roscas. *Vea* Roscas
tornillos. *Vea* Tornillos
tuercas de seguridad y dispositivos de cierre, 430
Superficies, 62, 178
cilíndricas, 386
cilíndricas para líneas centrales, 174
con forma similar, 181
con una sola curvatura, 62, 301
curveadas, 62, 301-302
de doble curvatura, 62, 301
de referencia, medición de, 168-169
desarrollables, 302
desarrollos de, 302, 304-306
dibujos isométricos de, 87
formas de, 181
frontales para dibujos oblicuos, 98
inclinadas, 87
laterales, 329-333
planas, 62, 177
proyecciones ortográficas de, 177
regladas, 301
rugosidad de, 386-389
secciones completas de, 246
tamaño verdadero de, 288, 298-299
terminadas, 353
terminología para, 301
Superficies inclinadas, 352
descripción, 178
dibujos isométricos, 87
Superficies normales
descripción, 178
dibujo, 85
Superficies oblicuas, 178
isométricas, 87
tamaño verdadero, 298-99

T

Tablas de orificios, 395
Tamaño
a escala. *Vea* Escalas
de accesorios de tubería, 575
de broca, 425, A-58 a A-59
de diagramas electrónicos, 548
de hojas, 47
de letras, 48
de símbolos en diagramas electrónicos, 548
de superficies elípticas, 288
de superficies oblicuas, 298-299

www.FreeLibros.me

Tamaño de dibujo
cuadros de títulos, 49
diagramas electrónicos, 548
Tamaño verdadero
superficies elípticas, inclinadas, 288
superficies oblicuas, 298-299
Tamaños de broca, 425, A-58 a A-59
Tambor de simulación y diagrama de instalación, 579
Tangentes
a elipses, 145
arcos a arcos, 142
con arcos, 74, 137-140
con círculos, 136-137
con curvas, 141
con intersecciones, 205, 208-210
establecimiento de ángulos, 132
Tarjetas de circuitos impresos (PC), 558
Teclas de extremo redondo, A-69
Técnicas de creatividad, 16-17
Tecnología de Grupo (GT), 356
Tees
reductoras, 575
roscadas, 575
Telecopiadoras, 537
Terceras vistas
auxiliar, 284
bosquejos, 196
proyecciones ortográficas, 183-185
Terminales
duras, 44
en diagramas electrónicos, 553-554
Tetraedros, 62
Títulos
del dibujo, 49
diagramas electrónicos, 548
letreros, 43
Tornillo de gato, 498
Tornillos, 424-425
bosquejo de, 429
cabezas de, 432, A-63 a A-64
de ajuste sin cabeza, 432
de cabeza hexagonal, 431
de cabeza hueca, A-63 a A-64
de cabeza hueca hexagonal, 431
de cabeza plana, 431-432
de cabeza ranurada, 430, A-63 a A-64
de máquina, 425, 431, A-65 a A-66
fiadores, 425, 432
misceláneos, 433
para madera, 433
prisioneros, 429-431, A-60 a A-62
roscas de. *Vea* Roscas
Tornillos de cabeza, 424
bosquejo, 429
Normas, 430-431, A-60 a A-62
Tornillos de máquina, 425
ANSI, A-65 a A-66
estándar, 431
Tornillos fiadores
de cabeza cuadrada, 432
descripción, 425
estándar, 432
sin cabeza, 432
Tornillos prisioneros hexagonales, A-60 a A-62
Toros, 63, 301
Transferencia
de ángulos, 130
de dimensiones de profundidad, 168-169
de distancia para líneas no isométricas, 86
Transformadores en valores de diagramas electrónicos, 557
Transmisión de dibujos digitales, 462
Transportadores, 129
de níquel plata, 129
de plástico, 129
Trapecios, A-34
Trapezoides, A-34
Traslado de modelos de prototipado rápido, 341
Trazado
de dibujos a mano alzada, 71
de objetos irregulares, 76
Triangulación para vistas auxiliares, 310
Triángulos
dibujo de, 132
equilátero, 133
escalenos, 124
evolventes, 151
fórmulas, A-33
isósceles, 124
líneas bisectrices con, 125
para líneas inclinadas, 128
para polígonos, 76
repaso, 124
vistas auxiliares, 287
Triángulos equiláteros, 124
dibujo, 133
fórmulas, A-33
Triángulos rectángulos
dibujo, 132
fórmulas, A-33
repaso, 124
Tronco
de cilindros, A-37
de conos, 382
de pirámides, 63, 310
Tubería
CPVC (cloruro de polivinilo clorado), 574
de cobre, 573-574
de hierro fundido (HF, CI), 572
de latón, 573
de vapor, 571
negra, 572
Tubería, de hierro fundido, 572
accesorios roscados, A-89 a A-90
bridas y accesorios, A-91 a A-94
espesores y pesos, A-88
Tuberías
de especialidad, 574
de suelo, 572
para caldera, 570
Tubo
de latón rojo, 573
flexible de polietileno negro, 574
galvanizado, 572
templado duro, 573
Tubos
de cobre, 573
de hierro forjado, 572
de plástico, 574, 576
de PVC (cloruro de polivinilo), 574
flexibles, 573
horizontales, 570
sin costura, 572-573
soldados, 572
verticales, 570
Tuerca deslizante, 240
Tuercas
ANSI, A-60 a A-62
bosquejos, 429
de seguridad y dispositivos de cierre, 430
especificaciones, 428
estándar, 426-427

U

Unidades
de combinación para dimensiones, 373
de uso común en Estados Unidos, 30
del SI, 30
dimensión, 370-373
en red para el almacenamiento, 538
Unión, 350
Uniones soldadas
en tubería de cobre, 573-574
en tubos, 576

www.FreeLibros.me

V
Valor agregado en la manufactura, 336
Valores
de capacitancia, 556
de la inductancia en diagramas electrónicos, 556
de ondulación, 388
de verificación de elevación, 577
decimales para las dimensiones, 370-372
numéricos en diagramas electrónicos, 556
Válvulas
de compuerta para tuberías, 577
de globo, 577
de retención, 577
de retención oscilante, 577
de seguridad, 577
de solenoide, 578
en dibujos de tubería, 577-578
reductoras de presión, 577
Velocidad, conversiones métricas, A-75
Vértices
pirámides, 63
proyecciones ortográficas, 177, 180
sólidos, 66
Vida útil en la manufactura, 348
Vista
aérea, 107
de perfil de los planos, 297
inferior, 107, 165
Vistas
alineación de, 217
alternativas, 285
auxiliares. *Vea* Vistas auxiliares
de caja de cristal, 166-167
de ensambles desarmados con sombreado a color, 468
de perfil de los planos, 297
de sección. *Vea* Vistas en sección y secciones
desplazadas, 205, 218-19, 265
en dibujos de ensamble, 453
espaciamiento entre, 168
estándares, 165
explotadas, 453
frontales, 170
interpretación de, 181
laterales adyacentes, 282
laterales derechas, 165, 245
necesarias, 169-170, 214-215
ortográficas. *Vea* Proyecciones ortográficas
parciales, 215-17, 261, 291
principales, 164-165
proyección de, 164-65
puntuales de líneas, 296
superficiales, 177
Vistas auxiliares, 278
ángulos diédricos, 300-303
CAD, 289, 314
círculos y elipses, 289
clasificación, 282-283
construcción inversa, 291
curvas, 290
de altura, 281-283
de ancho, 281-283
desarrollos, 304-309, 311
dibujos girados, 282
dobleces y juntas en hojas metálicas, 307
ejercicios, 316-333
Introducción, 279
líneas ocultas, 289
líneas y flechas en planos de visualización, 293
longitud verdadera de lima tesa, 295
longitud verdadera de líneas, 294
medias, 291
papel cuadriculado, 287
parcial, 291
piezas de transición, 310-311
plano y esfera, 311
planos de referencia, 285
primaria, 280-281
proyección, 286-287
revoluciones, 282, 312-313
secciones, 292
secundarias, 284
sucesivas, 284
tamaño verdadero de superficies elípticas inclinadas, 288
tamaño verdadero de superficies oblicuas, 298-299
triangulación, 310
triángulos, 287
usos, 294
Vistas en sección y secciones, 242
achurado, 251-253, 459
alineadas, 259-261
auxiliares, 292
CAD, 263
colocación de, 247-248
completas, 246
cortes convencionales, 262
de carretera, 264
de costillas, 259-260
de ensamble, 262, 454, 459
de piezas individuales, 244
desplazadas, 256-257, 265
desplazamiento de, 258
detalle, 264-265
ejercicios, 267-277
estilo de línea del plano de corte, 250
etiquetado de planos de corte, 248
giradas, 255
intersecciones, 262
Introducción, 243-247
línea de precedencia, 248
medias, 253-254
parciales, 257, 261
partidas, 254
pieza moldeada por inyección de plástico, 265
portafolio, 264-265
reglas de línea, 249
Vistas frontales
adyacentes, 282
de sección, 248
orientación, 170
proyecciones ortográficas, 165
secciones completas, 245
Vistas necesarias
dibujos en 2D, 214-215
Introducción, 169-174
Vistas superiores, 165
vistas adyacentes, 282
vistas en sección, 248
Visualización en proyecciones ortográficas, 177
Volumen, conversiones métricas, A-75

W
Whitworth, Joseph, 408

X
Xerografía, 537

Z
Zona, números de, 48, 464-465

www.FreeLibros.me

Dibujo técnico con gráficas de ingeniería

Decimocuarta edición

Giesecke | Mitchell | Spencer | Hill | Dygdon | Novak | Lockhart

Este texto es una introducción completa y detallada para todo estudiante o profesional que necesite crear dibujos y gráficas de ingeniería en 2D, ya sea a mano o con CAD. El libro presenta grandes detalles técnicos, normas actualizadas, interesantes ejemplos del mundo real, así como teorías y técnicas explicadas de manera clara, visual y concisa.
Esta edición, diseñada como una herramienta eficaz para estudiantes ocupados, con orientación visual, es la extensión de un material bien probado, el cual se ha actualizado con las normas, los materiales y los procesos de producción industriales más modernos. Los modelos en color y las animaciones (en inglés) hacen que el material cobre vida en el sitio web de este libro.

Características:

- *Vistazo rápido*. Una atractiva apertura de capítulo proporciona un contexto del tema contenido en ese capítulo.
- *Referencias y vínculos Web*. Al inicio de cada capítulo se ofrecen referencias a las normas y vínculos a un sitio web donde podrá consultarlas.
- *Sección "Fundamentos"*. Esta sección introductoria inicia con un modelo en la parte superior de la página e incluye los usos y la importancia del tema, así como sugerencias de visualización y la teoría relacionada con las técnicas de dibujo.
- *Sección detallada*. Es la parte esencial del libro, donde se presentan explicaciones detalladas de las técnicas de dibujo, sus variaciones y ejemplos; organizados en secciones cortas de lectura, cada una numerada para tener una referencia rápida del contenido.
- *Sección "Trabajo en CAD"*. Incluye consejos relacionados con el uso de modelos CAD en 2D y 3D para generar dibujos.
- *Sección "Portafolio"*. Presenta ejemplos de dibujos terminados en los que se muestran aplicaciones verdaderas de los temas tratados.
- *Palabras clave*
- *Resumen del capítulo*
- *Preguntas de repaso*
- *Ejercicios del capítulo*. Excelentes series de problemas con ejercicios actualizados. Incluye piezas de plástico y de hoja metálica, y dibujos de ensamble actualizados a partir de modelos CAD y problemas de bosquejado.

Lo nuevo en esta decimocuarta edición

- Todo el material se ha actualizado de acuerdo con las normas ASME vigentes y ajustado a la norma ANSIY14.5-2009 sobre dimensionamiento y tolerancias.
- Un capítulo sobre construcción geométrica.
- Todo un capítulo sobre tolerancias, totalmente actualizado, que explica los marcos de referencia en términos de grados de libertad.
- Información nueva sobre el dibujo de tornillos prisioneros.
- Ejemplos con las versiones más recientes de software para CAD.

Visite la página web de este libro en:
www.pearsonenespañol.com/giesecke
donde encontrará material adicional.

ISBN 978-607-32-1353-0

Visítenos en:
www.pearsonenespañol.com

www.FreeLibros.me