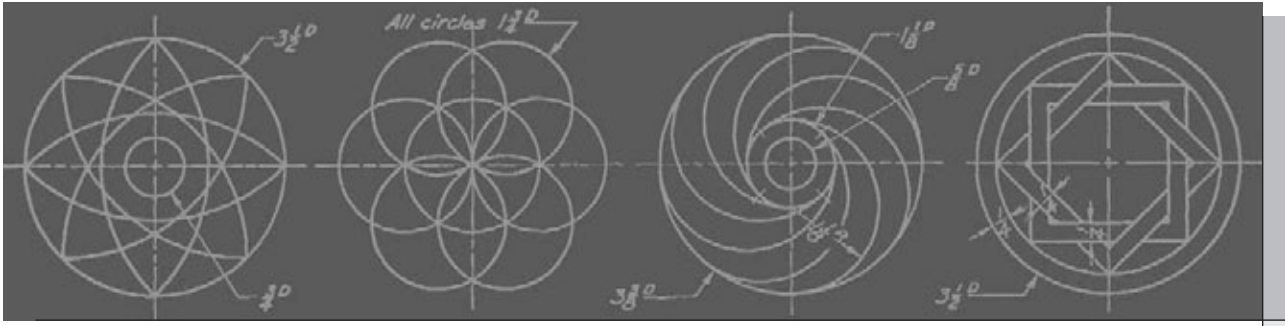


Capítulo

9

Dimensionamiento

OBJETIVOS

Después de estudiar este capítulo, usted será capaz de:

1. **Usar las técnicas convencionales de dimensionamiento para describir y dar forma exacta a un dibujo de ingeniería.**
2. **Crear y leer un dibujo a una escala específica.**
3. **Colocar en forma correcta líneas de dimensión, líneas de extensión, ángulos y notas.**
4. **Usar sistemas de dimensionamiento alineados y unidireccionales.**
5. **Establecer las dimensiones de círculos, arcos y superficies inclinadas.**
6. **Identificar grados de precisión para operaciones de fabricación típicas.**
7. **Aplicar símbolos finales y notas a un dibujo.**

PANORAMA

*A menudo se menciona la "regla del pulgar" (*rule of thumb*); en realidad, en cierta época, una pulgada se definía como la anchura de un pulgar y un pie era simplemente la longitud del pie de un hombre. En la antigua Inglaterra, una pulgada solía ser "tres granos de cebada, redondos y secos"; En el tiempo de Noé y el arca, el cúbito era la longitud del antebrazo de un hombre (alrededor de 18 pulgadas).*

En 1791, Francia adoptó el **metro** (1 metro = 39.37 pulg, 1 *pulg* = 25.4 mm), *a partir del cual evolucionó el sistema métrico. Mientras tanto, Inglaterra establecía una medición más precisa de la* **yarda**, *que fue definida de manera legal en 1824 mediante un decreto del Parlamento. Un pie se definió como un tercio de una yarda, y una pulgada como la trigésimosexta parte de una yarda. A partir de estas especificaciones, se han desarrollado reglas graduadas, escalímetros y muchos tipos de dispositivos de medición, con lo que se logra una mayor exactitud en las mediciones e inspecciones.*

Hasta el siglo XX, se consideró que las fracciones comunes eran adecuadas para las dimensiones. Después, conforme los diseños se volvieron más complicados y las partes intercambiables se convirtieron en una necesidad para sostener la producción en masa, se requirieron especificaciones más precisas, lo que condujo al sistema de pulgadas decimales o al SI (sistema internacional).

Hasta ahora ha aprendido a crear dibujos para describir forma y posición de los objetos diseñados. Las dimensiones y notas describen el tamaño, el terminado y otros procesos de fabricación en el dibujo, de tal forma que el objeto quede total y precisamente definido. Las dimensiones describen el tamaño y la ubicación de los elementos de un objeto. Por lo general, las organizaciones indican con exactitud cuáles dimensiones deben aparecer y las reglas generales para su selección y colocación en el dibujo, pero se requiere cierta habilidad para establecer las dimensiones de forma que su interpretación sea clara y precisa.

La capacidad de los sistemas CAD para dimensionar dibujos de manera automática ha mejorado sustancialmente y actualmente permiten presentar las dimensiones exactas con apego a los estándares pertinentes; sin embargo, no son buenos para seleccionar la dimensión que debe mostrarse o decidir dónde colocarla dentro de un dibujo. Lo anterior requiere de un nivel de inteligencia que no forma parte de la mayoría de los sistemas CAD.

9.1 ■ SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

El acelerado crecimiento actual de la ciencia y el comercio mundial ha promovido el establecimiento de un sistema internacional de unidades (***sistema SI***) útil para realizar mediciones en las ciencias físicas y biológicas, y en ingeniería. Las siete unidades básicas de medición son el metro (longitud), el kilogramo (masa), el segundo (tiempo), el ampere (corriente eléctrica), el kelvin (temperatura termodinámica), el mol (cantidad de sustancia) y la candela (intensidad luminosa).

El sistema SI se utiliza cada vez más en Estados Unidos, especialmente por parte de las diversas compañías multinacionales en las industrias química, electrónica y mecánica. En este momento se realiza un enorme esfuerzo para convertir todos los estándares del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (*ANSI, American National Standards Institute*) a unidades del SI de conformidad con las normas de la Organización Internacional de Estándares (*ISO, International Standards Organization*).

9.2 ■ DESCRIPCIÓN DEL TAMAÑO

Hasta ahora ha aprendido a describir por completo la forma de un objeto. La necesidad de partes intercambiables es la base del ***dimensionamiento*** moderno (consulte ANSI/ASME Y14.5M-1994). El dibujo actual debe dimensionarse para que el personal de producción de todo el mundo pueda fabricar partes que se ajusten de manera adecuada al realizar el ensamblaje o cuando se utilicen como refacciones.

La creciente necesidad de fabricar e intercambiar partes en forma precisa ha transferido la responsabilidad del control del tamaño al ingeniero de diseño. El trabajador de producción ya no debe asumir la responsabilidad de que las partes se ajusten entre sí, sino sólo la de interpretar adecuadamente las instrucciones dadas en el dibujo. El diseñador debe estar familiarizado con los materiales y los requisitos de producción para crear dibujos que definan de manera exacta lo que se desea fabricar.

Un dibujo enviado a producción debe mostrar el objeto terminado y contener toda la información necesaria para especificar la parte final. Al momento de dimensionar un dibujo, tenga en mente la pieza terminada, el proceso de producción requerido y, sobre todo, la función de la parte en el ensamble total. Siempre que sea posible, proporcione dimensiones convenientes para producir la parte. Dé dimensiones suficientes para que no sea necesario escalar el dibujo o suponer algunas dimensiones. No establezca dimensiones para puntos o superficies a los que el trabajador no tenga acceso. Las dimensiones no deben duplicarse o ser superfluas. Proporcione sólo aquellas dimensiones que sean necesarias para producir e inspeccionar la parte de acuerdo con las especificaciones de diseño. Tenga en mente que las dimensiones empleadas para *elaborar el dibujo* no son necesariamente las dimensiones requeridas para *fabricar e inspeccionar la parte* con facilidad. Proporcione dimensiones funcionales que puedan interpretarse y ayudar a la elaboración de la parte de acuerdo a lo que se desee construir.

9.3 ■ ESCALA DEL DIBUJO

Por lo general, los dibujos están hechos a una escala indicada en el cuadro de títulos mediante los métodos descritos en el capítulo 3. La escala ayuda a visualizar el objeto si se tiene una idea aproximada de su tamaño, aun cuando no se requiera escalarlo dada una dimensión. Muchos cuadros de títulos normales incluyen una nota del tipo "No escale el dibujo".

Cuando se tiene una dimensión que no está a escala, debe dibujarse una línea recta gruesa debajo de ésta o agregarse la abreviatura SE (sin escala). Cuando un cambio realizado en un dibujo no es suficientemente importante como para justificar la corrección del mismo, la práctica consiste en cambiar sólo la dimensión. Si una dimensión no se ajusta a la apariencia del dibujo, la parte se elabora de acuerdo con la dimensión y no con el dibujo. Muchos fabricantes confirmarán que el dibujo es correcto si parece haber un error; sin embargo, es responsabilidad del diseñador especificar con exactitud lo que se desea construir. Cuando se prepara un dibujo en un sistema CAD, es necesario asegurar que las dimensiones estén definidas de acuerdo con las normas apropiadas. Como la edición de dibujos en CAD es muy fácil, por lo general, cuando se realizan cambios debe arreglarse la geometría del dibujo y no sólo cambiar los valores de la dimensión.

9.4 ■ APRENDIZAJE DEL DIMENSIONAMIENTO

Las dimensiones se dan en la forma de distancias, ángulos y notas, y en distintos sistemas de unidades. Para dibujos en CAD, la capacidad de dimensionar en forma adecuada es en milímetros, pulgadas decimales o fracciones de pulgadas que requiere lo siguiente:

1. *Técnica de dimensionamiento*. El estándar para la apariencia de las líneas, el espaciado de las dimensiones, el tamaño de las puntas de las flechas, etcétera, permite que los demás interpreten sus dibujos. La figura 9.1 muestra un dibujo dimensionado típico. Observe el fuerte contraste entre las líneas visibles del objeto y las líneas delgadas utilizadas para el dimensionamiento.
2. *Colocación de las dimensiones*. Utilice una colocación lógica de las dimensiones de acuerdo con las prácticas estándar para que sean legibles, y sea fácil encontrarlas e interpretarlas.
3. *Elección de dimensiones*. Las dimensiones que se eligen para ser mostradas afectan la manera en que se fabrica el objeto diseñado. En el pasado, se consideraba que los procesos de fabricación eran el factor determinante del dimensionamiento; ahora se considera en primer lugar al funcionamiento y en segundo a los procesos de manufactura. Primero se dimensiona para el funcionamiento y después se revisan las dimensiones para ver si pueden hacerse mejoras con fines de manufactura sin afectar de manera adversa el resultado final. La utilización de un "desglose geométrico" ayuda a la selección de las dimensiones. Por lo general, las dimensiones determinadas a partir de un desglose geométrico estarán definidas por la función de la parte, pero es necesario analizar en forma lógica los requisitos funcionales de la parte en el ensamble.

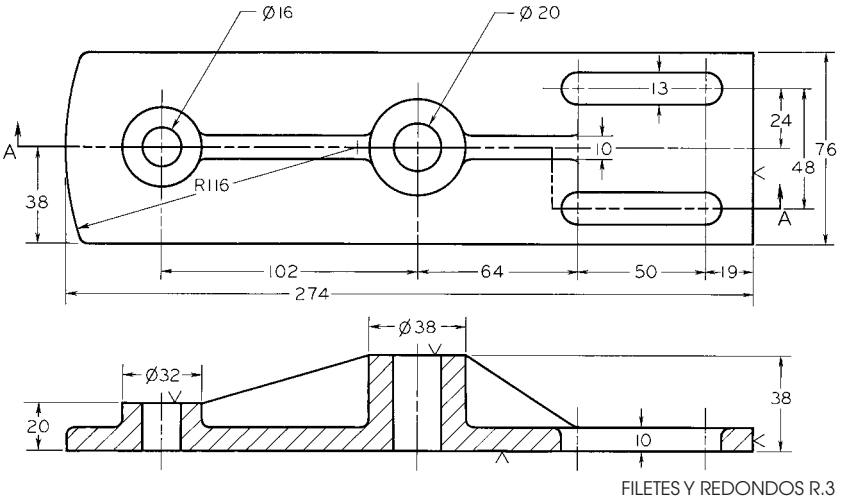
En la figura 9.1b se muestra un dibujo de CAD dimensionado. Aunque el CAD puede ser una gran ayuda para la técnica de dimensionamiento adecuada, el diseñador debe proporcionar la inteligencia para elegir y colocar las dimensiones y así crear un dibujo que comunique con claridad el diseño.

9.5 ■ TOLERANCIA

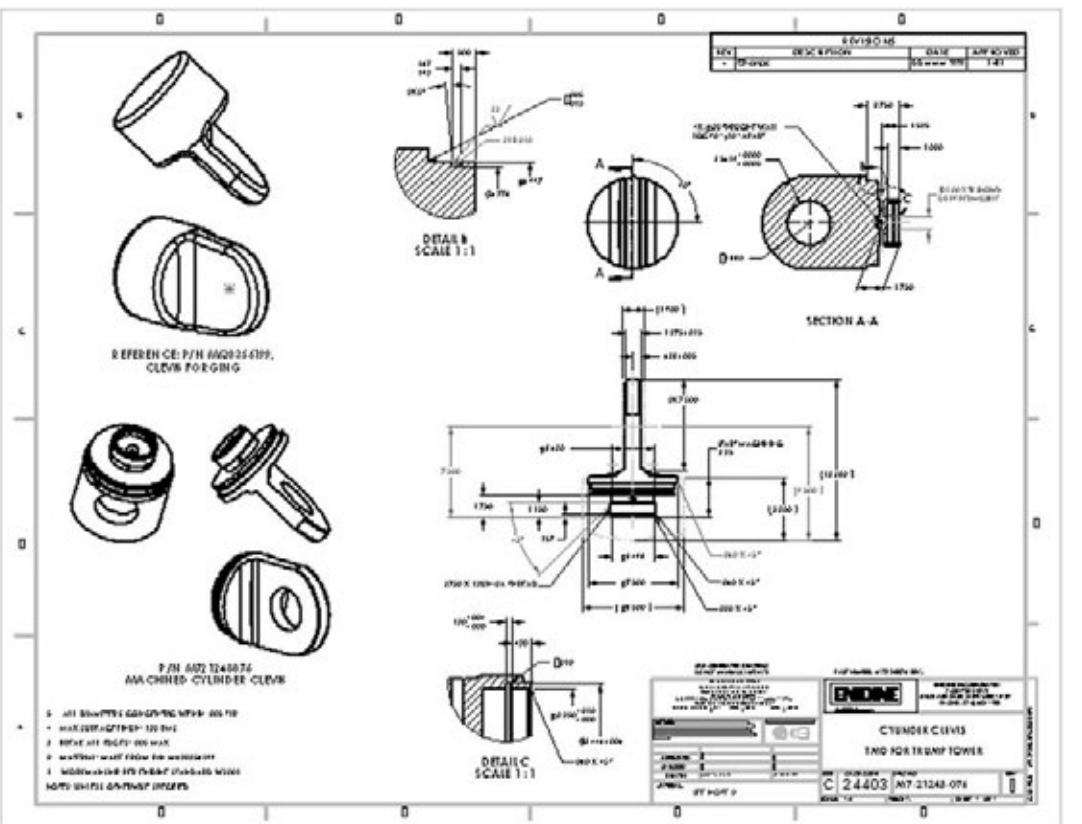
Las dimensiones de un objeto terminado, pueden variar un poco respecto a la dimensión especificada exacta. La ***tolerancia*** es la cantidad total permitida para un elemento de una parte terminada puede variar respecto a lo especificado (el siguiente capítulo analiza una serie de formas para especificar tolerancias). Es importante tener una buena comprensión de la tolerancia para entender el dimensionamiento, en especial cuando se elige cuál dimensión debe mostrarse. Por ahora, tenga en mente que la tolerancia puede especificarse, en general, colocando en el dibujo una nota como "Tolerancias ±.01, a menos que se especifique lo contrario".

9.6 ■ LÍNEAS UTILIZADAS EN EL DIMENSIONAMIENTO

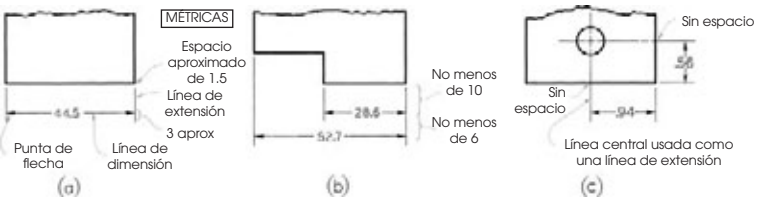
Una ***línea de dimensión*** es una línea delgada, oscura y sólida que termina en punta de flecha, lo que indica la dirección y extensión de una dimensión. Por lo general, en los dibujos de máquinas, la línea de dimensión se interrumpe cerca del



■ **FIGURA 9.1a** ■ Técnica de dimensionamiento. Dimensiones en milímetros.



■ **FIGURA 9.1b** ■ Las vistas y dimensiones pueden generarse de manera automática a partir de un modelo sólido, como se muestra en este dibujo producido mediante el uso de SolidWorks.



■ **FIGURA 9.2** ■ Técnica de dimensionamiento.

centro para colocar el valor de la dimensión. En los dibujos estructurales y arquitectónicos, el valor de la dimensión se coloca encima de una línea de dimensión continua.

Como en la figura 9.2b lo ilustra, la línea de dimensión más cercana al borde del objeto debe estar a una distancia mínima de 10 mm (3/8 pulg). El resto de las líneas de dimensión paralelas deben estar a una distancia de al menos 6 mm (1/4 pulg) o más si hay espacio disponible. *El espaciado de las líneas de dimensión debe ser uniforme en todo el dibujo.*

Una ***línea de extensión*** es una línea delgada, oscura, sólida que se extiende desde un punto en el dibujo al cual hace referencia una dimensión. La línea de dimensión se une a las líneas de extensión en ángulos rectos, excepto en casos especiales. Debe dejarse un espacio de alrededor de 1.5 mm (1/16 pulg) en los puntos donde la línea de extensión se uniría al borde del objeto. La línea de extensión debe extenderse alrededor de 3 mm (1/8 pulg) más allá de la punta de flecha exterior.

Las dimensiones precedentes para la altura y el espaciado en textos deben incrementarse aproximadamente un 50 por ciento para dibujos que se reducen a un medio de su tamaño con fines de impresión. De otra forma, los letreros y el dimensionamiento casi nunca serán legibles.

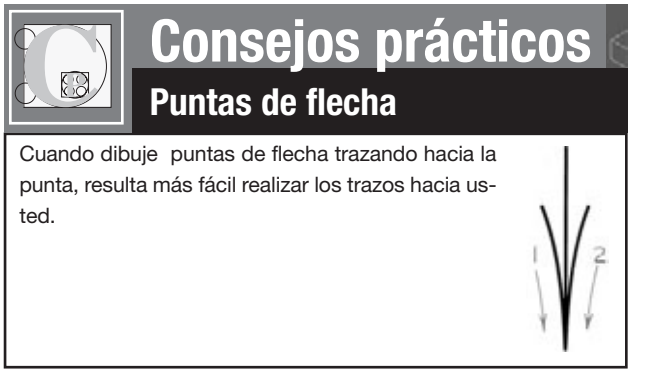
Una ***línea central*** es una línea delgada, oscura en la que se alternan segmentos largos y cortos. Las líneas centrales se usan comúnmente como líneas de extensión para localizar orificios y otros elementos simétricos. Cuando se extienden para realizar dimensionamiento, las líneas centrales cruzan sobre las otras líneas del dibujo sin espacios. Las líneas centrales siempre deben terminar en un segmento largo. Para ver ejemplos de las líneas que se utilizan en el dimensionamiento, consulte la figura 9.2.

9.7 ■ PUNTAS DE FLECHA

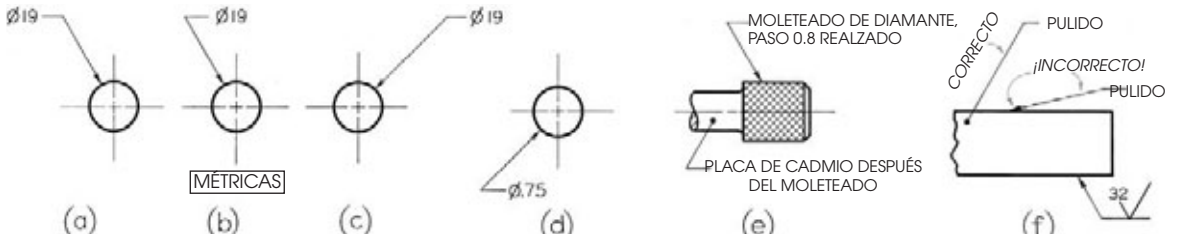
Las puntas de flecha de la figura 9.3 indican la extensión de las dimensiones. Éstas deben tener un tamaño y un estilo uniforme en todo el dibujo; es decir, no deben variar de acuerdo con el tamaño del dibujo o la longitud de las dimensiones. Bosqueje las puntas de flecha a mano alzada de manera que exista una razón 3:1 entre longitud y anchura. La longitud de las puntas de flecha debe ser igual a la altura de los valores de la dimensión (alrededor de 3 mm o 1/8 pulg). Para lograr una mejor apariencia rellene la punta de flecha (figura 9.3d).

9.8 ■ LLAMADAS

Una ***llamada*** es una línea delgada y sólida que dirige la atención a un texto o dimensión y que inicia con una punta de flecha o un punto. Utilice una punta de flecha para iniciar la llamada cuando se pueda apuntar a una línea en el dibujo, como el borde de un orificio; use un punto para iniciar la lla-



■ **FIGURE 9.3** ■ Puntas de flecha.



■ **FIGURA 9.4** ■ Llamadas.

mada cuando se trate de localizar algo dentro del borde del objeto. Una llamada debe ser una línea recta inclinada que forme un ángulo grande, excepto para el elemento horizontal corto (alrededor de 6 mm o 1/4 pulg) que se extiende desde el centro de la primera o última línea del letrero de la nota. Una llamada a un círculo debe ser una línea radial que pase a través del centro del círculo (figura 9.4).

Para lograr una mejor apariencia, haga llamadas:

- Cercanas entre sí y paralelas.
- Que crucen tan pocas líneas como sea posible.

No haga llamadas.

- Paralelas a líneas cercanas del dibujo.
- A través de una esquina de la vista.
- Que se crucen entre sí.
- Más largas de lo necesario.
- Horizontales o verticales.

9.9 ■ DIRECCIÓN DE LAS DIMENSIONES

La figura 9.5 muestra los dos sistemas de dirección de lectura para valores de dimensión. En el sistema preferido y aprobado por el ANSI, el ***sistema unidireccional***, todas las notas con cifras de dimensión tienen una dirección horizontal y se leen desde la parte baja de la hoja. Este sistema es más fácil de utilizar y leer, en especial en dibujos grandes.

En el ***sistema alineado***, todas las cifras de dimensión se alinean con las líneas de dimensión de manera que se puedan leer desde abajo o desde el lado derecho de la hoja. En este sistema, las líneas de dimensión no deben correr en las direcciones incluidas en el área sombreada de la figura 9.6.

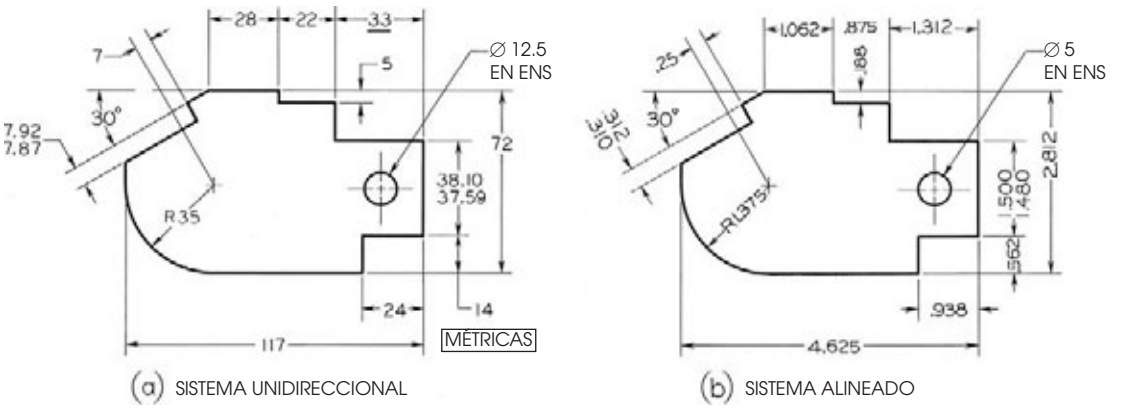
En ambos sistemas, las dimensiones y notas mostradas con llamadas se alinean con la parte baja del dibujo. Las notas sin llamadas también deben estar alineadas con la parte baja del dibujo.

9.10 ■ DIMENSIONES FRACCIONARIAS, DECIMALES Y MÉTRICAS

En los primeros días de la fabricación de maquinas en Estados Unidos, los trabajadores escalaban los dibujos de diseños no dimensionados para encontrar las medidas necesarias. Era su responsabilidad lograr que las partes se ajustaran de manera adecuada.

Los trabajadores eran muy hábiles y precisos, por lo que se obtenían excelentes ajustes. Con frecuencia, las máquinas construidas a mano eran hermosos ejemplos de artesanía de precisión.

El sistema de unidades y fracciones comunes aún se utiliza en el trabajo arquitectónico y estructural, en los cuales la exactitud es relativamente poco importante y se utiliza el flexómetro o la escuadra enmarcada para leer las medidas. A menudo, los dibujos arquitectónicos y estruc-



■ **FIGURA 9.5** ■ Sistemas de dirección de lectura.

■ **FIGURA 9.6** ■ Dirección de las dimensiones.

turales se dimensionan de esta manera, y los materiales adicionales, como tubería y madera, se identifican mediante tamaños nominales estándar que son muy cercanos a las dimensiones reales.

Conforme la industria avanzó, hubo una demanda cada vez más grande de especificaciones más precisas para las dimensiones funcionales importantes, que tienen una precisión que excede 1/64 pulg que los escalímetros de ingeniería, arquitectura y de maquinaria proporcionan. Como el uso de fracciones menores a 1/64 pulg resultaba engorroso, se volvió común dar dimensiones decimales, como 4.2340 y 3.815, para las dimensiones que requieren una mayor exactitud. Sin embargo, algunas dimensiones, como los tamaños nominales estándar de materiales, orificios perforados, agujeros taladrados, roscas, cuñeros y otros elementos aún se expresan en números enteros y fracciones comunes.

Los dibujos pueden dimensionarse por completo con números enteros y fracciones comunes, completamente con decimales o con una combinación de los dos. Sin embargo, la práctica más reciente es, como lo recomienda el ANSI, utilizar el sistema métrico y el de pulgadas decimales. Los milímetros y las pulgadas en notación decimal pueden sumarse, restarse, multiplicarse y dividirse más fácilmente que las fracciones. Si desea conocer las equivalencias entre pulgadas, milímetros y fracciones comunes, consulte la tercera de forros de este libro.

9.11 ■ SISTEMAS DECIMALES

Un sistema decimal basado en milímetros o pulgadas decimales tiene muchas ventajas y es compatible con la mayoría de los dispositivos de medidas y herramientas de maquinaria. El milímetro es la unidad utilizada comúnmente para la mayoría de los dibujos de ingeniería. Para facilitar el cambio a dimensiones métricas, muchos dibujos están dimensionados de manera dual en milímetros y pulgadas decimales.

El ***dimensionamiento decimal completo*** utiliza decimales para todas las dimensiones excepto donde ciertos materiales, como tuberías y madera, se identifican mediante diseños nominales estandarizados. En estos sistemas, cuando se debe presentar una fracción con la exactitud suficiente, se utilizan dos posiciones decimales para las pulgadas o una posición decimal para los milímetros. El ***dimensionamiento combinado*** utiliza decimales para todas las dimensiones excepto para los tamaños nominales de partes o elementos, como pernos, roscas de tornillo, cuñeros u otros artículos que usan designaciones fraccionarias estándar (ANSI/ASME Y14.5M-1994).

Cuando se permiten límites de tolerancia de ±0.1 mm o más, se utiliza una posición decimal en los milímetros; para límites de tolerancia menores a ±0.1 mm se usan dos posiciones decimales o más. Cuando se determina el número de posiciones que debe conservarse durante la conversión a milímetros, se considera que las fracciones tienen la misma tolerancia que dos posiciones decimales en las pulgadas. Tenga en mente que 0.1 mm es aproximadamente igual a 0.004 pulgada.

Cuando se permiten límites de tolerancia de ±0.010 pulg o más, se utilizan dos posiciones decimales en las pulgadas; para límites de tolerancia menores a ±0.010 pulg, se usan tres posiciones decimales o más. Cuando se utilizan dos posiciones decimales, el segundo sitio debe ser de preferencia un dígito par (por ejemplo, .02, .04 y .06 se prefieren a .01, .03 o .05) de forma que cuando la dimensión se divida entre 2 (por ejemplo, cuando se determina el radio a partir de un diámetro), el resultado aún tenga dos posiciones decimales. Sin embargo, también se utilizan números impares en esta posición cuando esto es necesario para propósitos de diseño, como en el dimensionamiento de puntos en una curva suave o cuando la fuerza o la holgura representan un factor importante.

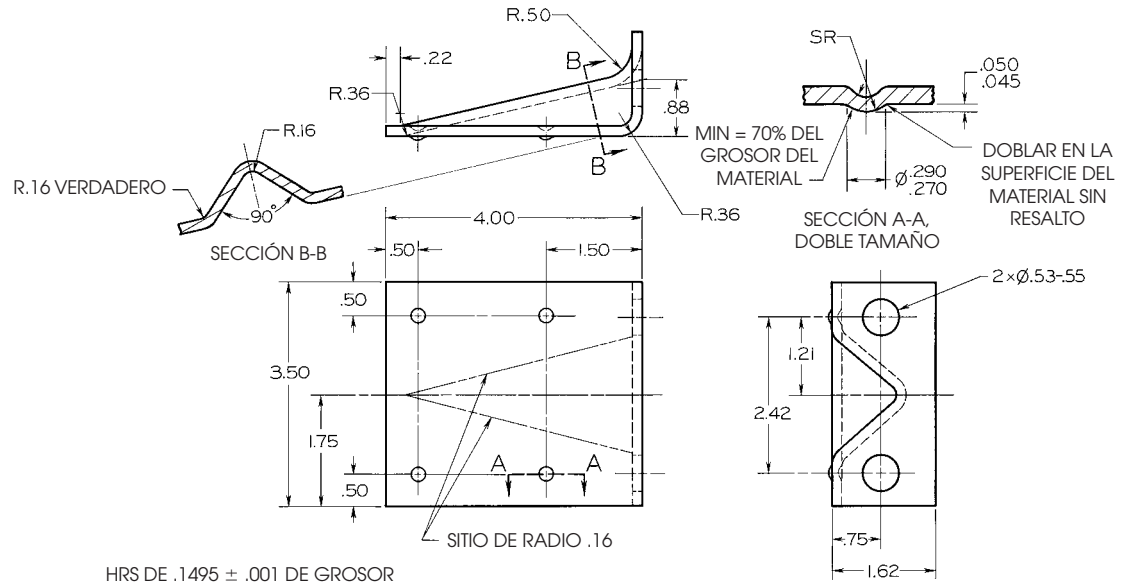
La figura 9.7 presenta un ejemplo típico del uso del sistema de dimensionamiento completo en pulgadas decimales; la 9.8 muestra el uso del sistema preferido con décimas de milímetro.

Aplique la siguiente regla para redondear un valor y obtener menos posiciones decimales, independientemente de la medida que está en pulgadas decimales o en milímetros.

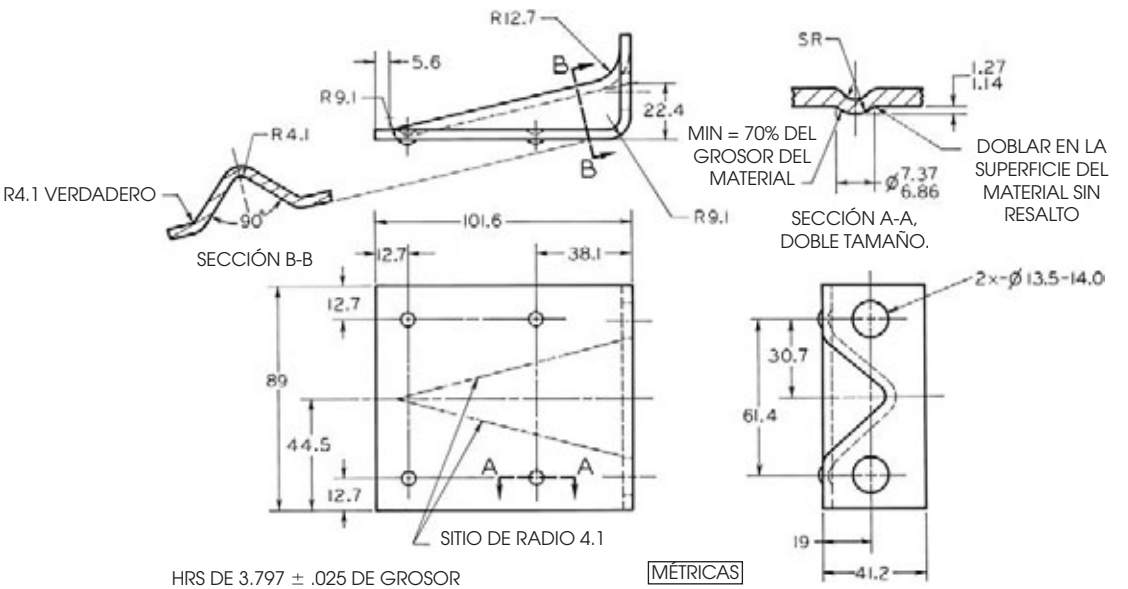
- Si el número que sigue de la posición de redondeo es un 5, redondee a un número par.
- Si el número que sigue de la posición de redondeo es menor a 5, no haga ningún cambio.
- Si el número que sigue de la posición de redondeo es mayor a 5, redondee hacia arriba.

Enseguida se presentan algunos ejemplos:

- 3.46325 se convierte en 3.463 cuando se redondea a tres posiciones decimales.
- 8.37652 se convierte en 8.377 cuando se redondea a tres posiciones decimales.
- 4.365 se convierte en 4.36 cuando se redondea a dos posiciones decimales.
- 4.355 se convierte en 4.36 cuando se redondea a dos posiciones decimales.



■ **FIGURA 9.7** ■ Dimensionamiento decimal completo.

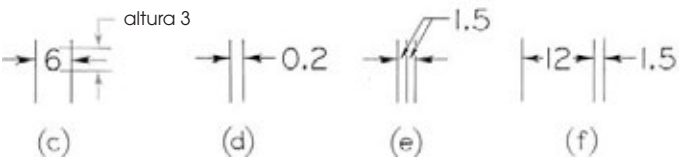


■ **FIGURA 9.8** ■ Dimensionamiento métrico completo.

9.12 ■ VALORES DE DIMENSIÓN

La elaboración de buenos letreros a mano alzada es importante para los valores de dimensión en los bosquejos. El taller produce de acuerdo con las instrucciones del dibujo; si se desea ahorrar tiempo y evitar errores costosos, todos los letreros deben ser perfectamente legibles.

No acumule cifras de dimensión en espacios limitados, lo que podría hacerlas poco legibles. Existen técnicas para mostrar valores de dimensión fuera de líneas de extensión o en combinación con llamadas. Cuando no haya espacio suficiente para la cifra y la línea de dimensión dentro de las líneas de extensión, emplee los métodos que

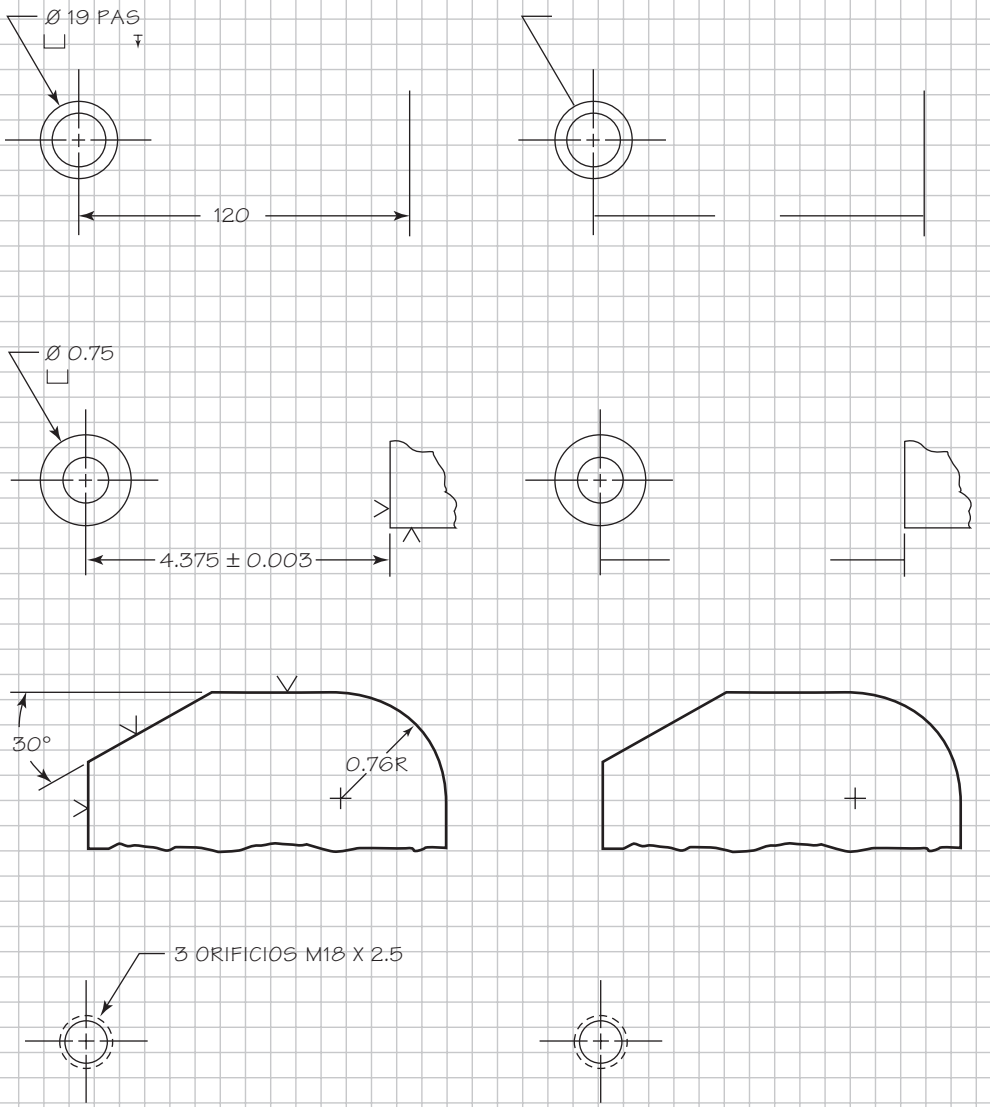


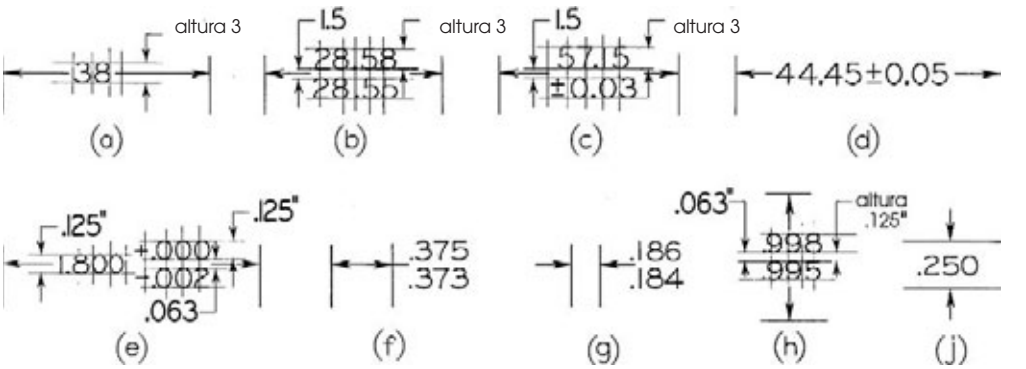
■ **FIGURA 9.9** ■ Cifras de dimensión. Dimensiones métricas.

Manos a la obra 9.1

Técnica de dimensionamiento

Bosqueje líneas, flechas, llamadas, valores de dimensión y espacios con tamaños similares a los ejemplos que se muestran a la izquierda.





■ **FIGURA 9.10** ■ Cifras de dimensión decimal. Dimensiones métricas (a)-(d).

la figura 9.9 muestra. Si es necesario, puede dibujarse una vista parcial desplazada (o de detalle) a una escala mayor para proporcionar el espacio necesario para lograr un dimensionamiento claro.

Marque todos los puntos decimales con claridad, con un espacio amplio. Cuando la dimensión métrica sea un número entero, no muestre ni un punto decimal ni un cero. Cuando la dimensión métrica sea menor que 1 mm, un cero debe preceder al punto decimal. Cuando la dimensión sea mayor a un número entero por una fracción de 1 mm, el último dígito a la derecha del punto decimal no va seguido de un cero, excepto cuando se expresan tolerancias. Las figuras de la 9.10a a la 9.10d muestran ejemplos de valores correctos de dimensiones métricas.

Cuando se utilicen dimensiones con décimas de pulgada en los dibujos, no debe utilizarse un cero antes del punto decimal en los valores menores a una pulgada. La dimensión de pulgada decimal se expresa con el mismo número de posiciones decimales que su tolerancia. Cuando es necesario, se agregan ceros a la derecha del punto decimal. Las figuras de la 9.10a a la 9.10j muestran ejemplos de valores correctos de dimensiones decimales.

Nunca escriba un valor de dimensión sobre alguna línea del dibujo; si es necesario, rompa la línea. Si es posible, coloque los valores de dimensión fuera de las áreas seccionadas. Cuando una dimensión deba colocarse sobre un área seccionada, deje una abertura en las líneas de la sección para la cifra de dimensión. Para observar dimensiones en vistas seccionadas consulte la figura 9.11.

En un grupo de líneas de dimensión paralelas, los números deben estar alternados como en la figura 9.12a, y no encimados como en la figura 9.12b.

DIMENSIONAMIENTO DUAL El dimensionamiento dual se utiliza para mostrar dimensiones métricas y pulgadas decimales en el mismo dibujo. A continuación se describen dos métodos para desplegar dimensiones duales.

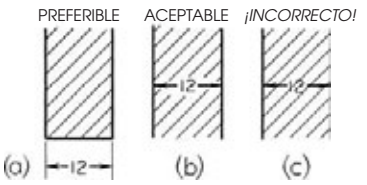
MÉTODO DE POSICIÓN La dimensión en milímetros se coloca debajo de la dimensión en pulgadas, y las dos están separadas por una línea de dimensión o mediante una línea adicional cuando se utiliza el sistema unidireccional de dimensionamiento. Un acomodo alternativo es que la dimensión en milímetros se coloque a la izquierda de la

Manos a la obra 9.2

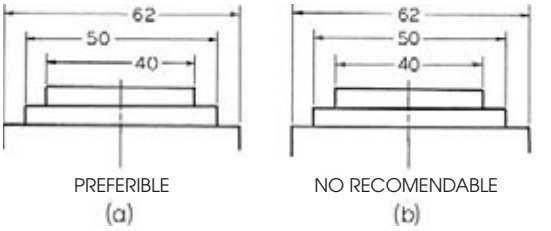
Redondeo de valores de dimensión

Utilice las reglas que ha aprendido para redondear los siguientes números:

Número	Redondear a dos decimales	Redondear a tres decimales
4.2885		
76.4935		
23.2456		
11.7852		
9.0348		



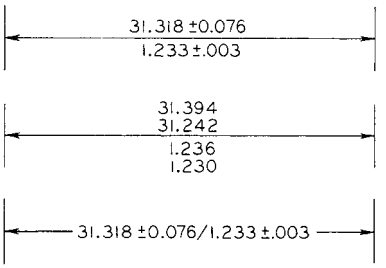
■ **FIGURA 9.11** ■ Dimensiones y líneas de sección. Métricas.



■ **FIGURA 9.12** ■ Números alternados. Métricos.

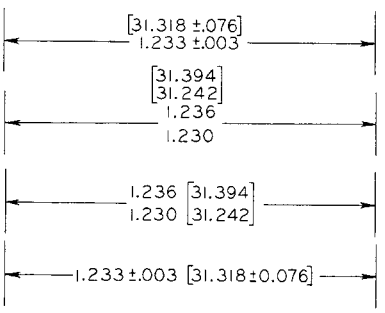
dimensión en pulgadas, donde las dos están separadas por una diagonal o barra. También es aceptable la colocación de la dimensión en pulgadas encima o a la izquierda de la dimensión en milímetros. Cada dibujo debe ilustrar la identificación de la dimensión como $\frac{\text{MILÍMETRO}}{\text{PULGADA}}$ o MILÍMETROS/PULGADAS.

EJEMPLOS



MÉTODO DE LOS CORCHETES En este método, la dimensión en milímetros se encierra entre corchetes [ ]. La ubicación de esta dimensión es opcional pero debería ser uniforme en cualquier dibujo; es decir, encima o por debajo, o bien 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 "LAS DIMENSIONES ENTRE [] ESTÁN EN MILÍMETROS".

EJEMPLOS



9.13 ■ MILÍMETROS Y PULGADAS

Los ***milímetros*** se identifican mediante las letras minúsculas mm colocadas un espacio a la derecha de los números (por ejemplo, *12.5 mm*). Los **metros** se indican con la m minúscula. colocada en forma similar (*por ejemplo, 50.6 m.*). Las ***pulgadas*** se indican por el símbolo ″ colocado un poco arriba y a la derecha del número (por ejemplo, 2–1/2″). Los ***pies*** se indican mediante el símbolo ’ colocado en forma similar (por ejemplo, 3′–0, 5′–6, 10′–0–1/4. La costumbre en estas expresiones es omitir el símbolo de las pulgadas.

La práctica estándar es omitir las designaciones de milímetros o los símbolos de pulgada en el dibujo, excepto cuando existe una posibilidad de confusión (por ejemplo, VÁLVULA 1 debería ser VÁLVULA 1″ Cuando se muestren algunas dimensiones en pulgadas dentro de un dibujo dimensionado en milímetros, la abreviatura pulg, debe ir enseguida de los valores a que hace referencia.

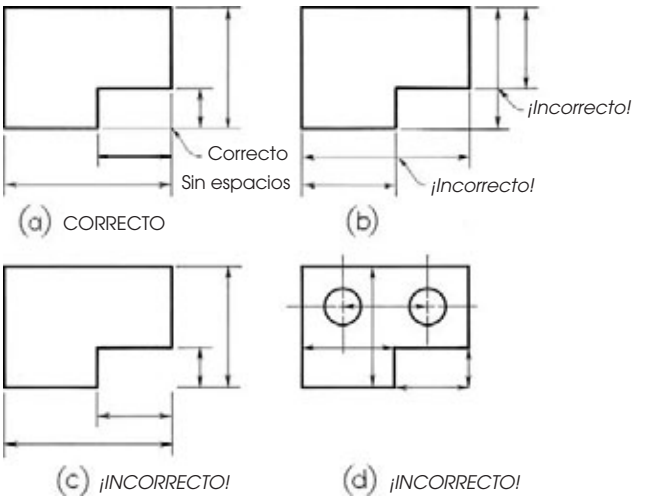
En algunas industrias, todas las dimensiones, sin importar el tamaño, se dan en pulgadas; en otras, las dimensiones hasta 72 pulg se dan en pulgadas y las dimensiones mayores a ese tamaño se dan en pies y pulgadas. En los dibujos estructural y arquitectónico, todas las dimensiones de 1 pie o más se expresan usualmente en pies y pulgadas.

Si es apropiado, los dibujos deben contener una nota donde se establezca: "Todas las dimensiones se expresan en milímetros (o pulgadas), a menos que se especifique lo contrario".

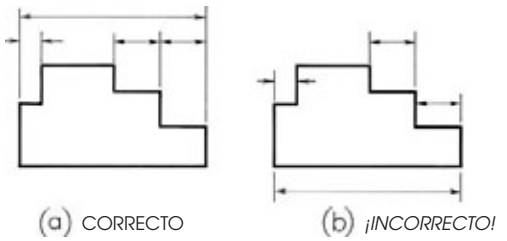
9.14 ■ COLOCACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y LÍNEAS DE EXTENSIÓN

La figura 9.13a muestra la colocación correcta de las líneas de dimensión y las líneas de extensión. Las reglas para la colocación de las dimensiones ayudan en el dimensionamiento de dibujos de manera que éstos sean claros y legibles. También ayudan a localizar las dimensiones en lugares estándar, de tal forma que al fabricar la parte de un objeto no tenga que buscar una dimensión por todo un complicado dibujo. Además, las reglas pueden ayudar a evitar errores utilizando prácticas generales para un buen dimensionamiento. No siempre es posible seguir todas las reglas al pie de la letra, por ello, debe tenerse en mente que el objetivo es dimensionar el dibujo con claridad para que la parte se fabrique de acuerdo con las especificaciones. Las siguientes reglas generales ayudan a colocar las dimensiones de manera adecuada:

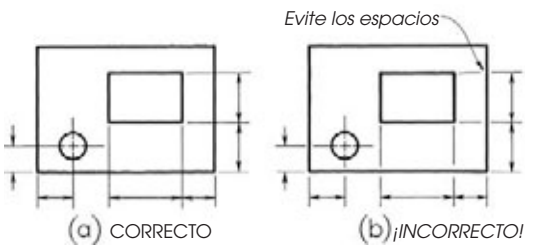
- Las líneas de dimensión no deben cruzar líneas de extensión (figura 9.13b). Es perfectamente aceptable que las líneas de extensión se crucen entre sí, pero éstas no deben acortarse (figura 9.13c).



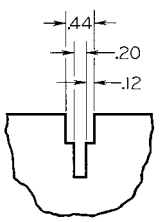
■ **FIGURA 9.13** ■ Líneas de dimensión y extensión.



■ **FIGURA 9.14** ■ Dimensiones agrupadas.

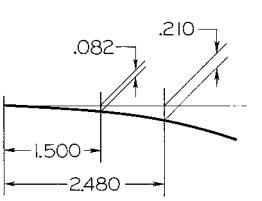


■ **FIGURA 9.15** ■ Dimensiones agrupadas.

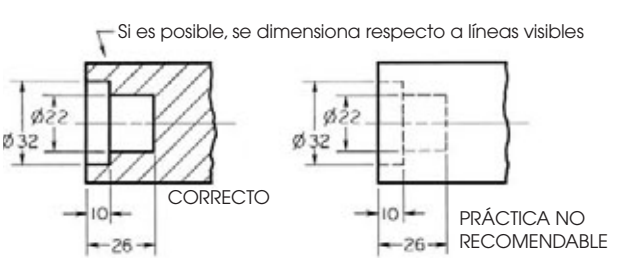


■ **FIGURA 9.16** ■ Colocación de dimensiones.

- Coloque las dimensiones más cortas más cerca del contorno del objeto.
- Las líneas de dimensión no deben coincidir con alguna línea del dibujo, o continuarla como en la figura 9.13d.
- Donde sea posible, evite cruzar líneas de dimensión.
- Las dimensiones deben alinearse y agruparse tanto como sea posible (figura 9.14).
- Cuando sea posible, coloque las dimensiones entre las vistas, pero unidas a una sola de las vistas. De esta forma resulta claro que la dimensión se relaciona con un elemento que puede verse en más de una vista.
- Las líneas de extensión y líneas centrales pueden cruzar líneas visibles del objeto para localizar dimensiones de elementos interiores. No deje un espacio en ninguna línea cuando se crucen líneas del objeto (figura 9.15b). Para ajustar las dimensiones en un área saturada, deje espacios en las líneas de extensión cerca de las puntas de flecha, de manera que las dimensiones se muestren con claridad (figura 9.16).
- Por lo general, las líneas de dimensión se dibujan en ángulos rectos respecto a las líneas de extensión, a menos que al mostrarlas de otra manera se mejore la claridad del dibujo (figura 9.17).
- Evite dimensionar respecto a líneas ocultas (figura 9.18).
- *Las dimensiones no deben colocarse en una vista a menos que al hacerlo se aumente la claridad del dibujo* (figura 9.19). A menudo, en dibujos complicados es necesario colocar dimensiones en una vista.



■ **FIGURA 9.17** ■ Colocación de dimensiones.



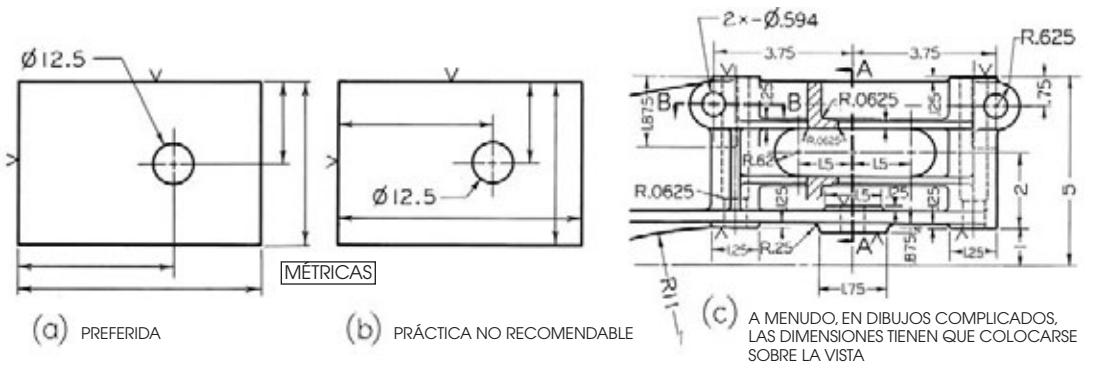
■ **FIGURA 9.18** ■ Colocación de dimensiones.

- Cuando se deba colocar una dimensión en un área con trama o sobre la vista, deje un hueco en la trama o haga un corte en las líneas para colocar los valores de dimensión (figuras 9.19b y 9.19c).
- Proporcione las dimensiones en el sitio donde se muestran las formas, es decir, donde se definen los contornos del objeto (figura 9.20). No agregue dimensiones a líneas visibles donde el significado no esté claro (como la dimensión 20 mostrada en la figura 9.20b).
- Por lo general, las notas para los orificios se colocan donde se vea la forma circular del orificio (figura 9.20a); pero se da el diámetro de una forma cilíndrica externa donde ésta aparece rectangular. De esta manera se encuentra cercana a la dimensión para la longitud del cilindro.
- Localice orificios en la vista que muestren con claridad la forma del orificio.

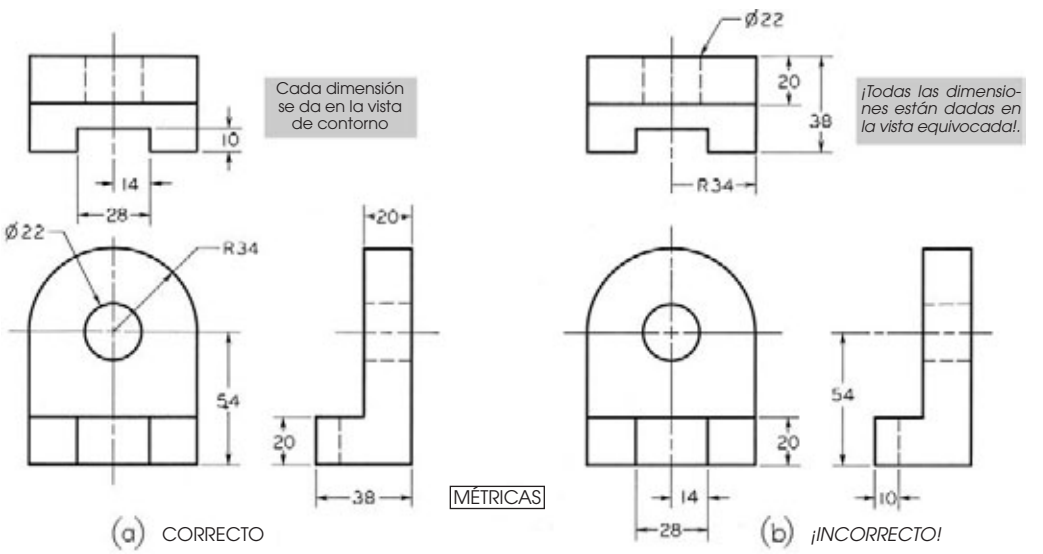
9.15 ■ ÁNGULOS DE DIMENSIONAMIENTO

Los ángulos deben dimensionarse en grados y una dimensión lineal (figura 9.21a). También pueden proporcionarse dimensiones coordenadas para los dos catetos de un triángulo rectángulo (figura 9.21b). El método coordenado es mejor cuando se requiere un alto grado de exactitud. Las variaciones en los grados de un ángulo son difíciles de controlar debido a que ésta se incrementa con la distancia desde el vértice. La figura 9.21 muestra los métodos para indicar ángulos. La tolerancia de los ángulos se analiza en el capítulo 10.

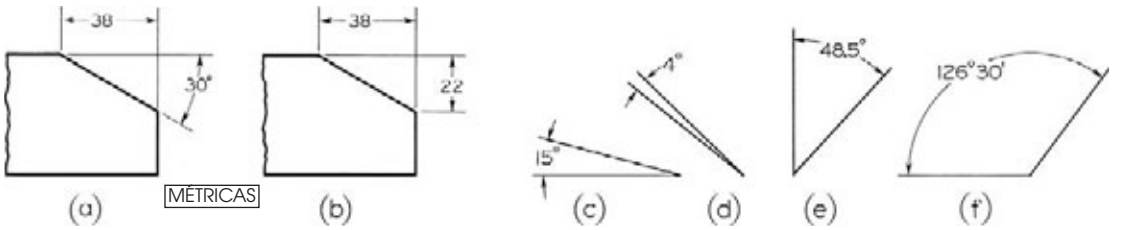
En los dibujos de ingeniería civil, la ***pendiente*** representa el ángulo respecto a la horizontal, mientras que la ***inclinación*** es el ángulo referido a la vertical. Ambas se expresan al hacer un miembro de la razón igual a 1 (figura 9.22). El ***nivel***, de una carretera, es similar a la pendiente pero se expresa en el porcentaje de elevación por cada



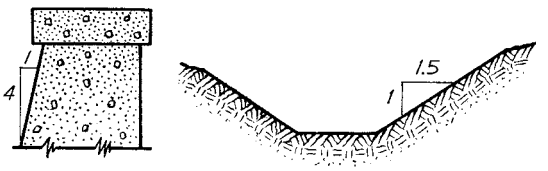
■ **FIGURA 9.19** ■ Dimensiones dentro o fuera de las vistas.



■ **FIGURA 9.20** ■ Dimensionamiento de contorno.



■ **FIGURA 9.21** ■ Ángulos.



■ **FIGURA 9.22** ■ Ángulos en proyectos de ingeniería civil.

100 pies de camino. Así, una elevación de 20 pies en un camino de 100 pies tiene un gradiente de 20 por ciento. En los dibujos estructurales, las medidas angulares proporcionan la razón del camino a la elevación, donde el tamaño más grande es de 12 pulg. Estos triángulos rectángulos se conocen como ***escuadras***.

9.16 ■ DIMENSIONAMIENTO DE ARCOS

Un arco circular se dimensiona en la vista donde éste se observa a tamaño real; para ello se da el valor de su radio precedido por la abreviatura R. Los centros pueden marcarse con pequeñas cruces para aclarar el dibujo, pero no para radios pequeños o poco importantes o para arcos no dimensionados. Cuando hay suficiente espacio, tanto el valor del radio como la flecha se colocan dentro del arco; o bien, la flecha deberá estar dentro del arco y el valor se coloca fuera, o los dos elementos se sacan del arco. Cuando existen líneas de sección u otras líneas en la trayectoria de este tipo de dimensionamiento, puede usarse una llamada y colocarla junto con el valor fuera de la sección con líneas o del área saturada. Para un radio grande, cuando el centro está fuera del espacio disponible, la línea de dimensión se dibuja hacia el centro real, pero puede indicarse un centro falso y "recorrer" la línea de dimensión hacia éste.

9.17 ■ FILETES Y REDONDOS

Los filetes individuales y redondos se dimensionan como los otros arcos. Si hay sólo unos cuantos y resulta obvio que tienen el mismo tamaño, se prefiere proporcionar un radio típico. Sin embargo, frecuentemente los filetes y redondos son muchos, y casi siempre tienen un tamaño estándar, como los radios métricos R3 y R6, o R.125 y R.250 cuando se utilizan pulgadas decimales. En este caso, proporcione una nota general en la parte inferior del dibujo, como:

"FILETES R6 Y REDONDOS R3 A MENOS QUE SE QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO",

o

"TODOS LOS RADIOS DE FUNDICIÓN R6 A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO",

o simplemente

"TODOS LOS FILETES Y REDONDOS R6".

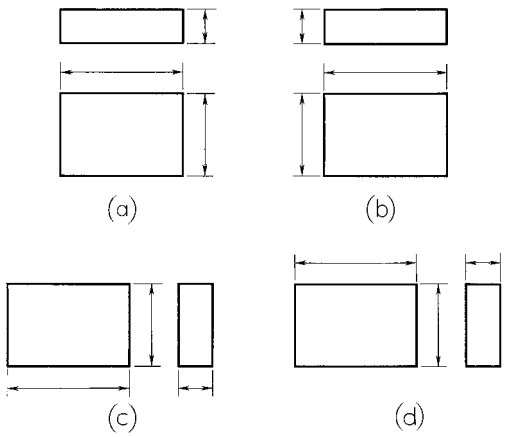
9.18 ■ DESGLOSE GEOMÉTRICO

Las estructuras para ingeniería están compuestas en gran medida por formas geométricas simples, como el prisma, el cilindro, la pirámide, el cono y la esfera, como el Paso a paso 9.1 lo muestra. Estas formas pueden ser exteriores (positivas) o interiores (negativas). Por ejemplo, un eje de acero es un cilindro positivo y un orificio redondo es un cilindro negativo.

Estas formas resultan directamente de las necesidades de diseño (que mantienen las formas tan simples como sea posible) y de los requisitos de las operaciones fundamentales de manufactura. Las formas que contienen superficies planas se producen al aplanar, dar forma, fresar, etcétera, mientras que las formas que tienen superficies cilíndricas, cónicas o esféricas se producen al tornear, perforar, ensanchar, escariar, contrataladrar y otras operaciones rotativas, las cuales se estudiarán posteriormente en este capítulo.

El dimensionamiento de las estructuras ingenieriles implica dos pasos básicos:

1. Proporcionar las dimensiones que muestren los tamaños de las formas geométricas simples, llamadas ***dimensiones de tamaño***.
2. Proporcionar las dimensiones que ubican a cada elemento respecto a los demás, llamadas ***dimensiones de localización***. Observe que una dimensión de localización ubica un elemento geométrico tridimensional y no sólo una superficie; de otra manera, todas las dimensiones se clasificarían como dimensiones de localización.

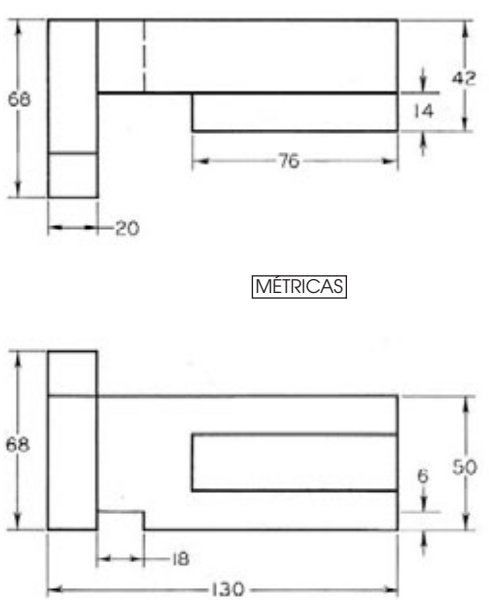


■ **FIGURA 9.23** ■ Dimensionamiento de prismas rectangulares.

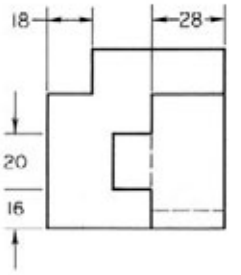
Este proceso de análisis geométrico ayuda a determinar las características del objeto y sus relaciones con los otros objetos; sin embargo, el dimensionamiento de la geometría no es suficiente por sí solo. También debe considerarse el funcionamiento de la parte en el ensamble y los requerimientos para la manufactura y fabricación en el taller.

9.19 ■ DIMENSIONES DE TAMAÑO: PRISMAS

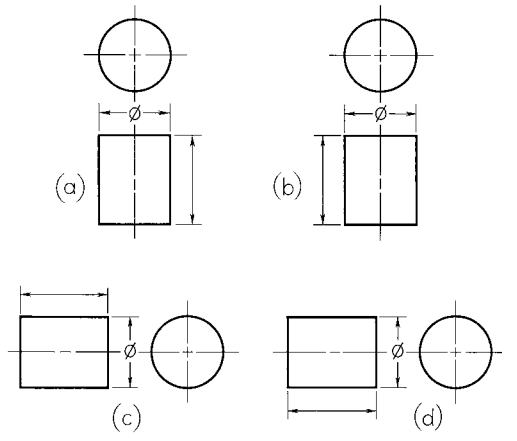
El prisma rectangular es probablemente la forma geométrica más común. Las vistas frontal y superior se dimensionan como lo muestra la (figuras 9.23a y 9.23b). Por lo general, la altura y la anchura se dan en la vista frontal, y la profundidad en la vista superior. Las dimensiones verticales pueden colocarse a la izquierda o derecha, usualmente en línea. Coloque la dimensión horizontal entre las vistas como se muestra en la figura (y no por encima de la vista superior o debajo de la vista frontal). Las vistas frontal y lateral deben dimensionarse (figuras 9.23c y 9.23d). La figura 9.24 muestra un ejemplo de las dimensiones de tamaño para una parte de máquina hecha por completo con prismas rectangulares.



BLOQUE CORTADOR
PARA FRESADORA



■ **FIGURA 9.24** ■ Dimensionamiento de una parte de máquina compuesta de formas prismáticas.



■ **FIGURA 9.25** ■ Dimensionamiento de cilindros.

9.20 ■ DIMENSIONES DE TAMAÑO: CILINDROS

El cilindro circular recto es la siguiente forma geométrica utilizada más a menudo; comúnmente se encuentra como un eje o un orificio. Por lo general, los cilindros se dimensionan proporcionando el diámetro y la longitud donde el cilindro aparece como un rectángulo. Si el cilindro se dibuja en forma vertical, proporcione la longitud a la derecha o a la izquierda (figura 9.25). Si el cilindro se dibuja de manera horizontal, dé la longitud por encima o por debajo de la vista rectangular (figura 9.25). La figura 9.26 muestra algunos ejemplos. No utilice un diámetro diagonal dentro de

Paso a paso 9.1

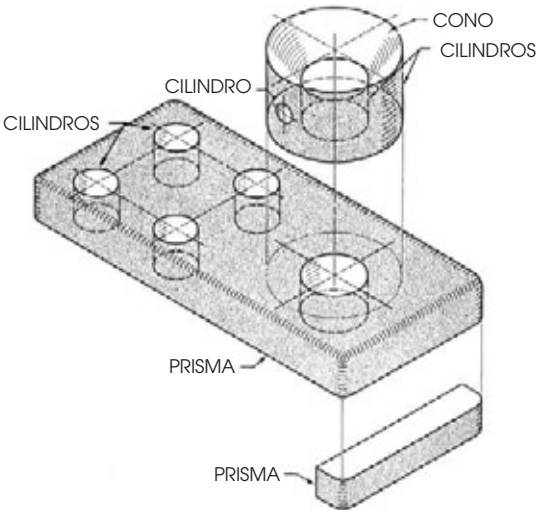
Dimensionamiento mediante desglose geométrico

Para dimensionar el objeto mostrado en el dibujo isométrico de la derecha utilice el desglose geométrico de la siguiente manera:

1. Considere los elementos geométricos de la parte.

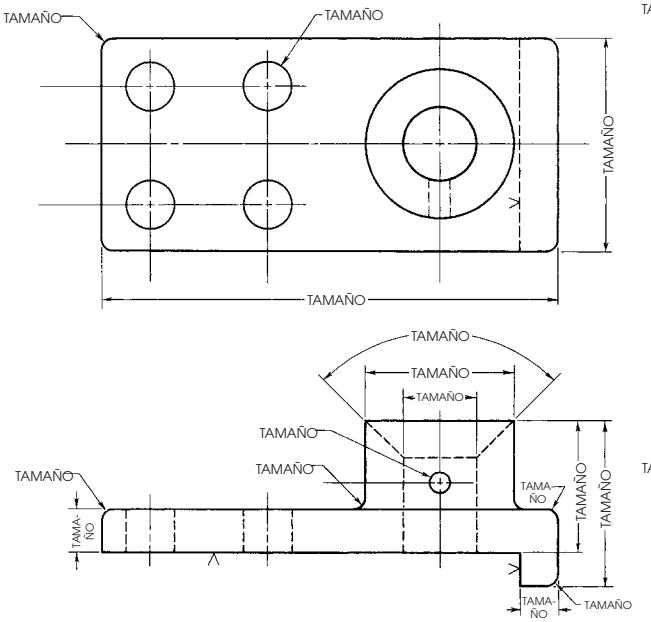
En este caso, los elementos que deben dimensionarse incluyen:

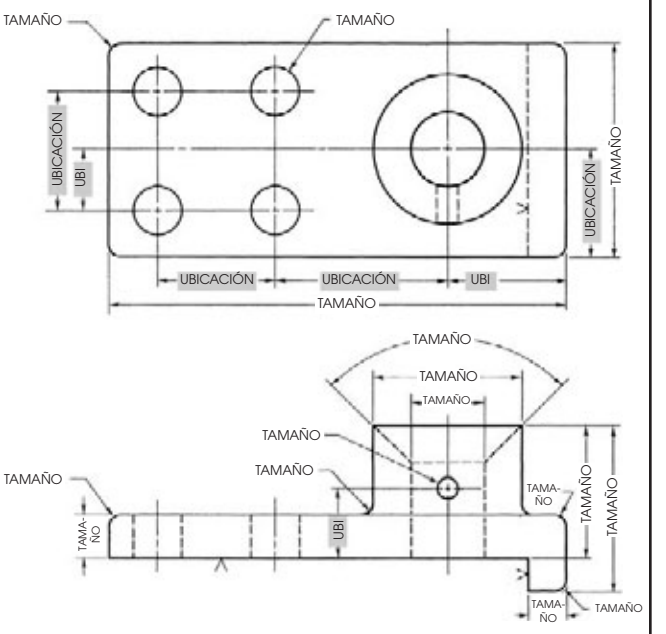
- Dos prismas positivos.
- Un cilindro positivo.
- Un cono negativo.
- Cinco cilindros negativos.

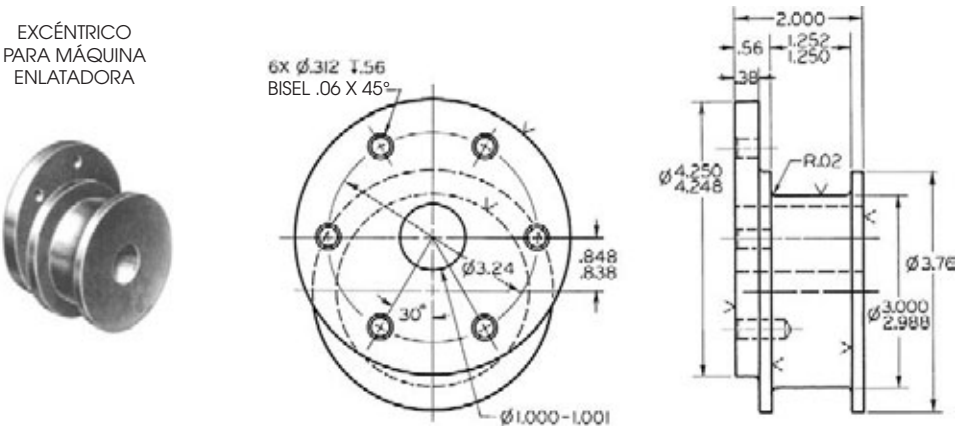


2. Especifique las dimensiones del tamaño para cada elemento escribiendo los valores de dimensión como se indica en la figura (en esta ilustración, la palabra "tamaño" se refiere a los distintos valores de dimensión). Observe que los cuatro cilindros del mismo tamaño pueden especificarse con una dimensión.

3. Por último, localice cada elemento geométrico respecto a los demás (en esta ilustración, los valores reales sustituirán a las palabras "ubicación"). Siempre verifique que los objetos estén dimensionados por completo.







■ **FIGURA 9.26** ■ Dimensionamiento de una parte que se compone de formas cilíndricas.

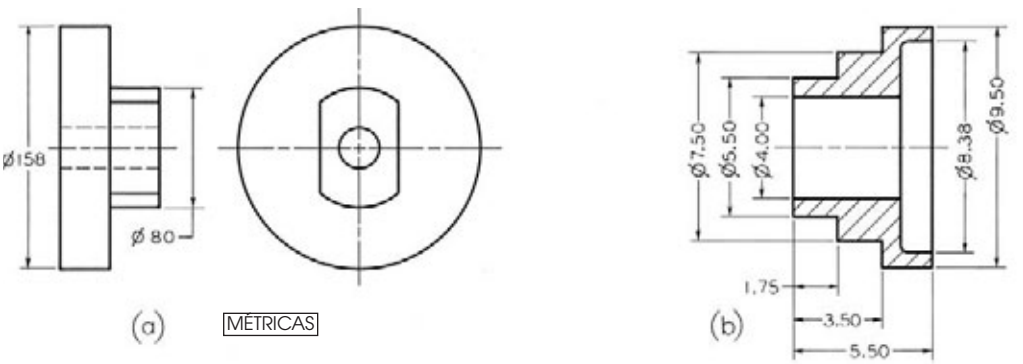
la vista circular, excepto cuando se mejore la claridad del dibujo. Cuando se usan varios diámetros diagonales sobre el mismo centro, el dibujo se vuelve muy confuso.

Los radios de un cilindro no deberán proporcionarse nunca, ya que existen las herramientas de medición como el micrómetro o calibrador, que están diseñadas para verificar diámetros. Por lo general, los orificios se dimensionan por medio de notas que especifican el diámetro y la profundidad (figura 9.26), con o sin operaciones de manufactura.

Antes de todas las dimensiones de diámetro, debe escribirse el símbolo de diámetro Ø (figura 9.27a) de acuerdo con ANSI/ASME Y14.5M-1994. En algunos casos, el símbolo Ø puede usarse para eliminar la vista circular (figura 9.27b). En los dibujos más antiguos, dimensionados en pulgadas decimales, puede encontrarse la abreviatura DIAM seguida por el valor numérico el diámetro.

9.21 ■ DIMENSIONAMIENTO DEL TAMAÑO DE ORIFICIOS

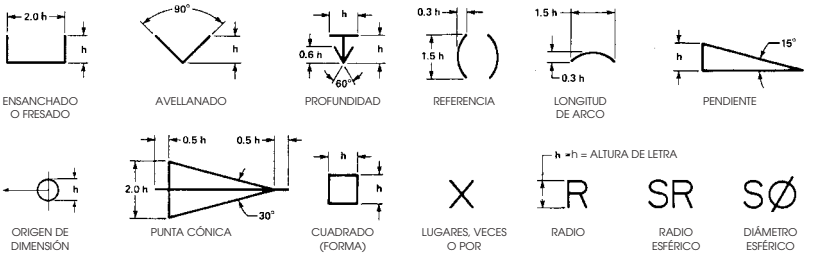
La figura 9.28 muestra los símbolos estándar usados en el dimensionamiento. Por ejemplo, los orificios avellanados, ensanchados y enroscados se especifican usualmente mediante símbolos estándar o abreviaturas (figuras 9.29 y 9.31). El orden de los elementos en una nota corresponde al orden en que el taller produce el orificio. Si es posible, la llamada de una nota debe apuntar a la vista circular del orificio. Cuando la vista circular del agujero tiene dos o más círculos concéntricos, como para los orificios ensanchados, avellanados o enroscados, la punta de la flecha debe tocar el círculo exterior. La figura 9.31 muestra algunos ejemplos. Para dimensionar dos o más orificios puede utilizarse una sola nota y la especificación del número de orificios, como lo muestra la parte superior de la figura 9.29.



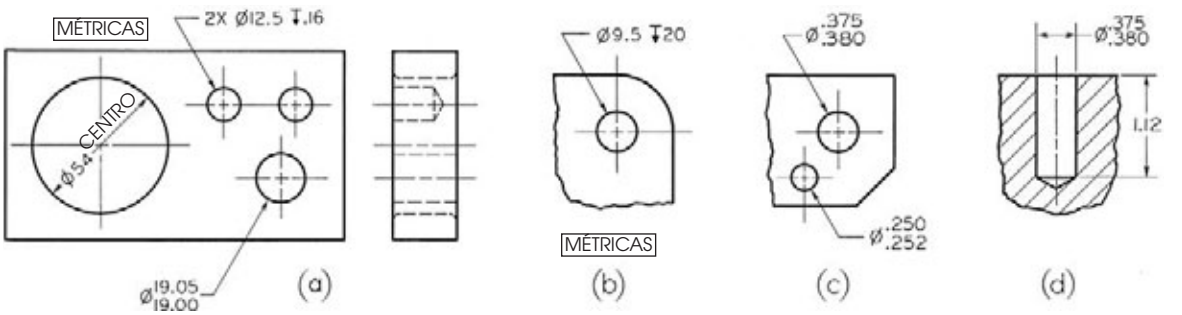
USO DE "Ø" PARA INDICAR UNA FORMA CIRCULAR

USO DE "Ø" PARA OMITIR LA VISTA CIRCULAR

■ **FIGURA 9.27** ■ Uso de Ø en el dimensionamiento de cilindros.



■ **FIGURA 9.28** ■ Forma y proporción de símbolos de dimensionamiento (ANSI/ASME Y14.5M-1994).



■ **FIGURA 9.29** ■ Dimensionamiento de orificios.

La utilización de fracciones decimales es ampliamente aceptada para seleccionar brocas en milímetros o en pulgadas (figura 9.29b). Para brocas numeradas o con tamaño de letra (listadas en el apéndice 16), especifique el tamaño decimal o proporcione la designación en número o letra seguido por el tamaño decimal entre paréntesis; por ejemplo, #28(.1405) o "P"(.3230). Todas las brocas métricas tienen tamaños decimales y no se designan mediante un número o letra.

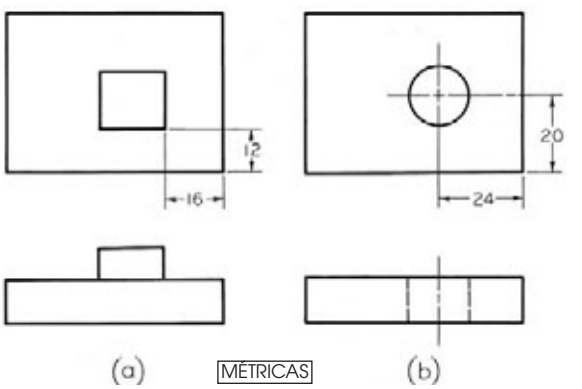
Especifique sólo las medidas de los orificios, sin una nota que liste si los orificios se taladrarán, abocardarán, ensancharán o perforarán (figuras 9.29c y 9.29d). Por lo general, el técnico o ingeniero de manufactura está capacitado para determinar el proceso menos costoso que puede utilizar para lograr la tolerancia requerida.

9.22 ■ DIMENSIONES DE LOCALIZACIÓN

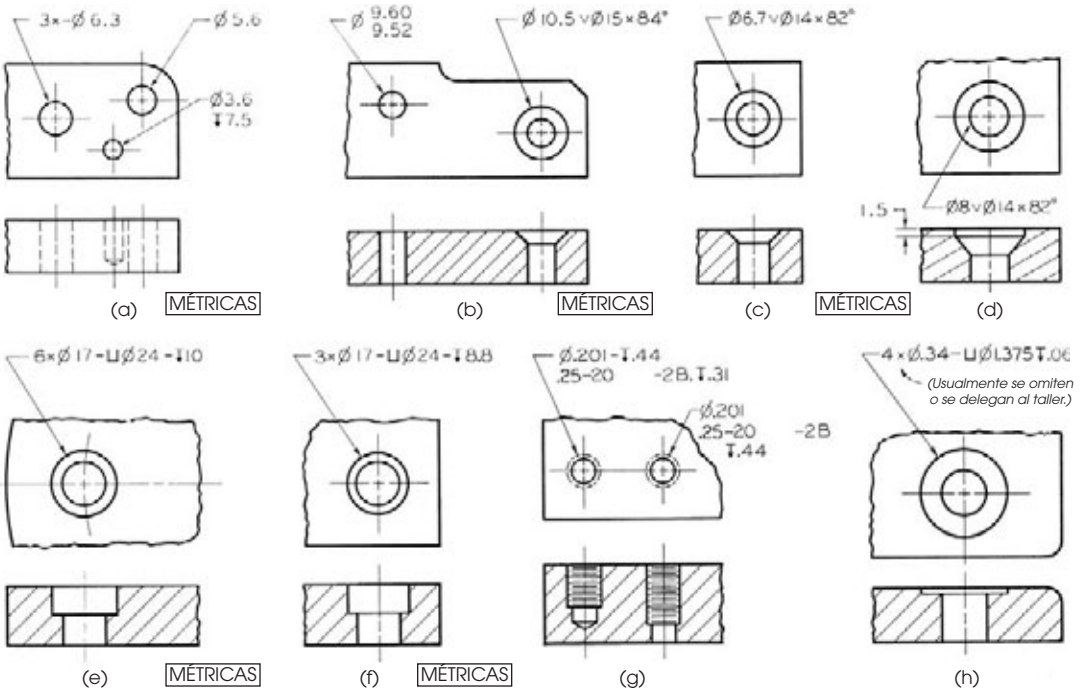
Después de especificar los tamaños de las formas geométricas que componen la estructura, proporcione las dimensiones para mostrar las posiciones relativas de estas formas geométricas. La figura 9.30a muestra las formas rectangulares ubicadas por medio de sus caras. En la figura 9.30b, los agujeros, u otras formas geométricas cilíndricas o cónicas se localizan mediante sus líneas centrales. Las dimensiones para orificios se dan preferentemente en las vistas donde los orificios aparecen circulares (figura 9.32).

En general, las dimensiones deben construirse a partir de una superficie terminada, un centro importante o una línea central. Donde sea posible, las dimensiones deben referirse a superficies terminadas porque las fundiciones y forjados burdos varían en tamaño y en las superficies sin terminar no pueden realizarse mediciones confiables. La *dimensión de inicio*, utilizada para localizar la primera superficie maquinada en una fundición o forjado burdo, debe necesariamente referirse a una superficie burda o a un centro o una línea central de la pieza burda.

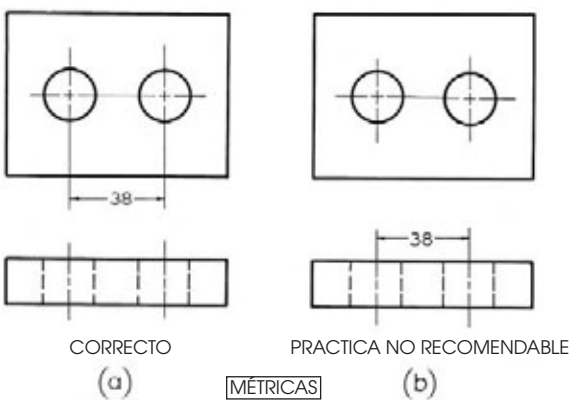
Cuando varias superficies cilíndricas tienen la misma línea central (figura 9.27b), no se necesitan dimensiones de localización para mostrar que son concéntricas; es suficiente con la línea central. Los orificios igualmente espaciados alrededor de un centro común deben dimensionarse al proporcionar el diámetro del *círculo de centros*, o ***círculo de pernos***. Utilice una nota como 3 X .750 para indicar ele-



■ **FIGURA 9.30** ■ Dimensionamiento de localización.



■ **FIGURA 9.31** ■ Dimensionamiento de localización.



■ **FIGURA 9.32** ■ Localización de orificios.

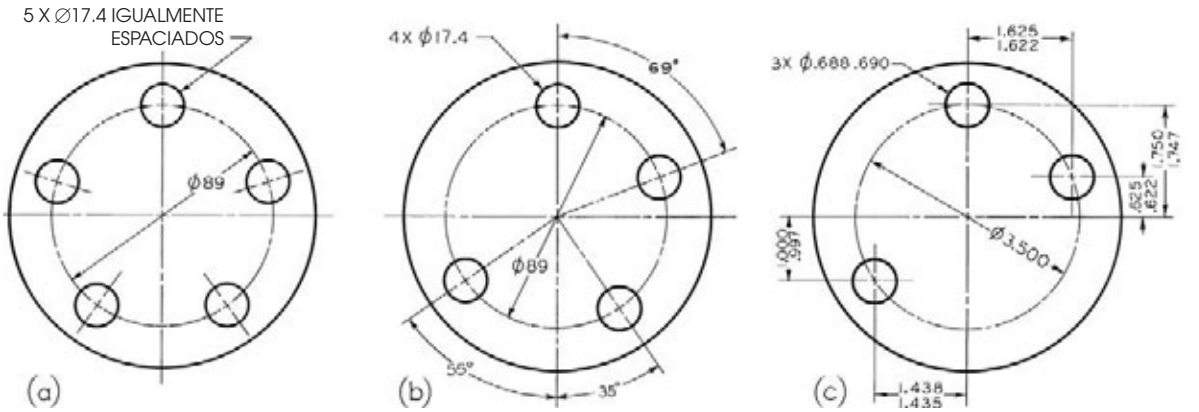
mentos o dimensiones repetitivas, donde la X significa veces y el 3 indica el número de elementos repetidos. Los orificios que no están igualmente espaciados se localizan por medio del diámetro del círculo de pernos más las mediciones angulares, con referencia a *sólo una* de las líneas centrales. La figura 9.33 muestra algunos ejemplos.

Cuando se requiere una exactitud mayor, deben darse dimensiones coordenadas como las que se presentan en la figura 9.33c. En este caso, el diámetro del círculo de pernos está encerrado entre paréntesis para indicar que se usará sólo como una ***dimensión de referencia***. Las dimensiones de referencia se dan sólo con propósitos de información. No se pretende que sean medidas y no guían las operaciones de manufactura. Representan dimensiones calculadas y a menudo son útiles para mostrar los tamaños de diseño pretendidos.

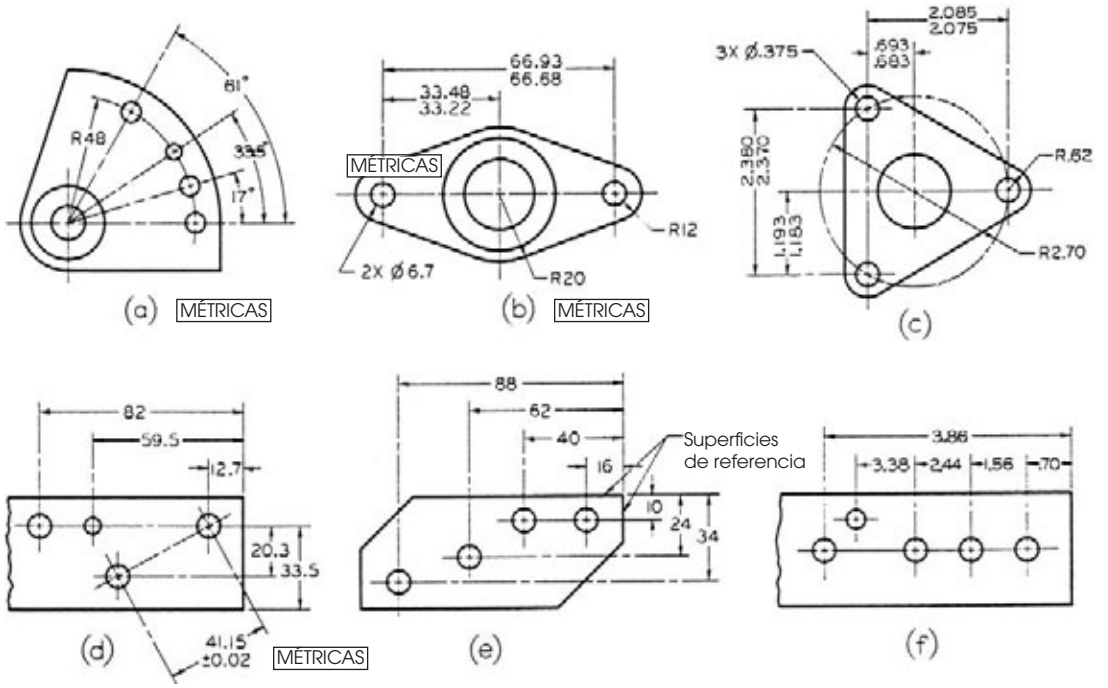
Cuando varios orificios no son exactos, se localizan sobre un arco común, se dimensionan proporcionando el radio y las dimensiones angulares a partir de una ***línea de base*** (figura 9.34a). En este caso, la línea de base es la línea central horizontal.

En la figura 9.34b, los tres orificios están sobre una línea central común. Una dimensión localiza un orificio pequeño a partir del centro; la otra proporciona la distancia entre los pequeños orificios. Observe que la dimensión en X se omite. Este método se utiliza cuando la distancia entre los orificios pequeños es una consideración importante. Si la relación entre el orificio central y cada uno de los agujeros pequeños es más importante, entonces incluya la distancia en X y haga la dimensión global una dimensión de referencia.

La figura 9.34c muestra otro ejemplo de dimensionamiento coordenado. Los tres orificios pequeños están sobre un círculo de pernos cuyo diámetro se da sólo con fines de referencia. Los orificios pequeños se localizan en dos direcciones mutuamente perpendiculares a partir del centro principal.



■ **FIGURA 9.33** ■ Localización de orificios alrededor de un centro.



■ **FIGURA 9.34** ■ Localización de orificios.

La figura 9.34d muestra otro ejemplo de localización de orificios por medio de mediciones lineales. En este caso, se realiza una medición en un ángulo a las dimensiones coordenadas por la relación funcional directa de los dos orificios.

En la figura 9.34e, los agujeros se localizan a partir de dos líneas de base, o ***referencias***. Cuando todos los orificios se localizan a partir de una referencia común, se controla la secuencia de mediciones y operaciones de maquinado, se evita la acumulación de tolerancias y se asegura el funcionamiento apropiado de la parte terminada. Las superficies de referencia seleccionadas deben ser más exactas que cualquier medición hecha a partir de ellas; deben ser accesibles durante la manufactura y fabricación, y deberán arreglarse para facilitar el trabajo con herramientas y dispositivos. Puede ser necesario especificar la exactitud de las superficies de referencia en términos de rectitud, redondez, llanura, etcétera, lo cual se estudiará en el próximo capítulo.

La figura 9.34f 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 un valor acumulado. La dimensión global está separada.

Estos métodos para la localización de orificios son aplicables para localizar pasadores y otros elementos simétricos.

Practique el dimensionamiento, para ello utilice las hojas de trabajo 9.1, 9.2 y 9.3.

9.23 ■ SÍMBOLOS Y DIMENSIONES DE TAMAÑO

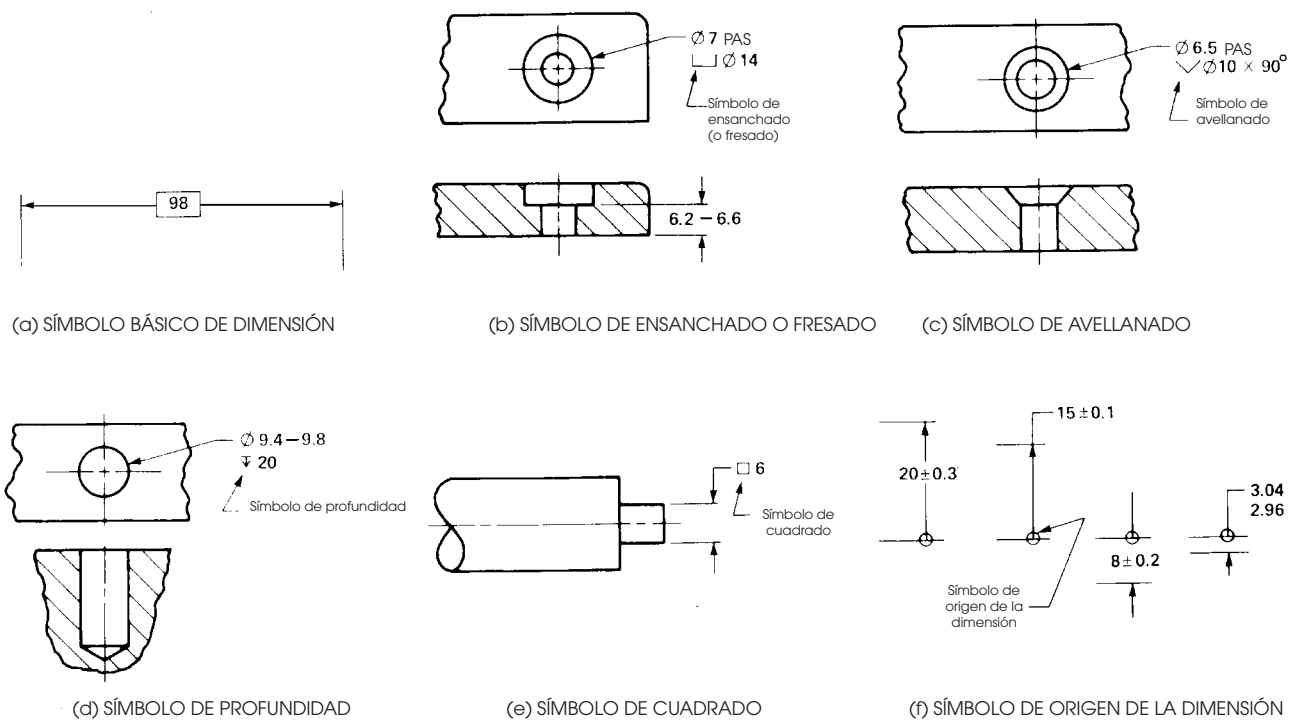
ANSI/ASME (Y14.5M-1994) introdujo un conjunto de símbolos de dimensionamiento para reemplazar los términos o abreviaturas tradicionales. Estos símbolos se presentan junto con detalles de construcción en la figura 9.28. Los términos y abreviaturas tradicionales son útiles cuando el empleo de los símbolos no es deseable. La figura 9.35 proporciona ejemplos de algunos de estos símbolos.

Un prisma triangular se dimensiona proporcionando la altura, la anchura y el desplazamiento del borde superior en la vista frontal y la profundidad en la vista superior (figura 9.36a).

Una pirámide rectangular se dimensiona proporcionando las alturas en la vista frontal, y las dimensiones de la base y el centro del vértice en la vista superior (figura 9.36b). Si la base es cuadrada, es necesario dar la dimensión para un solo lado de la base; dado éste se etiqueta con CUAD o está precedido por el símbolo de cuadrado (figura 9.36c).

Un cono se dimensiona proporcionando su altitud y el diámetro de la base en la vista triangular (figura 9.36d). El tronco de un cono puede dimensionarse dando el ángulo vertical y el diámetro de una de las bases (figura 9.36e). Otro método consiste en proporcionar la longitud y los diámetros de los dos extremos en la vista frontal. Uno más consiste en proporcionar el diámetro en un extremo y el ahusamiento por pie en una nota.

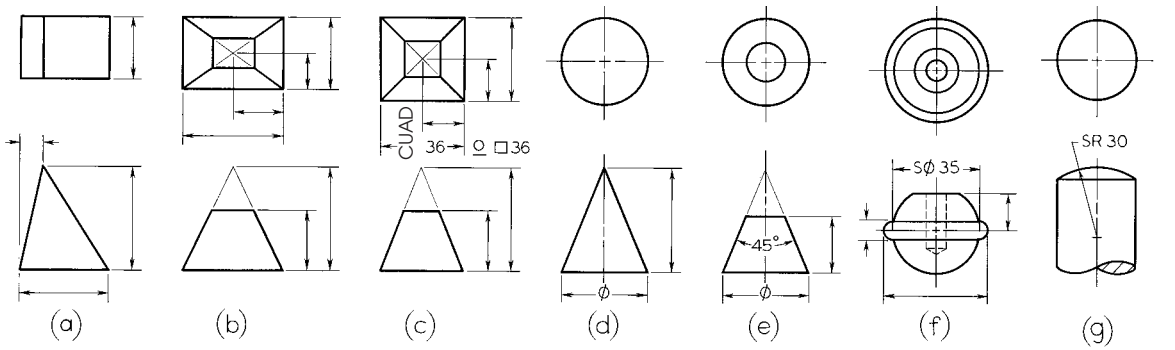
La figura 9.36f muestra un dibujo con dos vistas de una manija de plástico. Es prácticamente esférica y se dimensiona proporcionando su diámetro precedido por la abreviatura y el símbolo para el diámetro esférico, SØ (en la notación antigua, el diámetro está seguido por la palabra ESFERA). El reborde alrededor de la manija tiene una forma de toroide y se dimensiona dando el grosor del anillo y el diámetro exterior. En la figura 9.36g, un extremo esférico se dimensiona por medio de un radio precedido por la abreviatura SR. Las formas internas correspondientes a las formas externas de la figura 9.36 se dimensionarían de una manera similar.



(a) SÍMBOLO BÁSICO DE DIMENSIÓN (b) SÍMBOLO DE ENSANCHADO O FRESADO (c) SÍMBOLO DE AVELLANADO

(d) SÍMBOLO DE PROFUNDIDAD (e) SÍMBOLO DE CUADRADO (f) SÍMBOLO DE ORIGEN DE LA DIMENSIÓN

■ **FIGURA 9.35** ■ Uso de los símbolos de dimensionamiento.



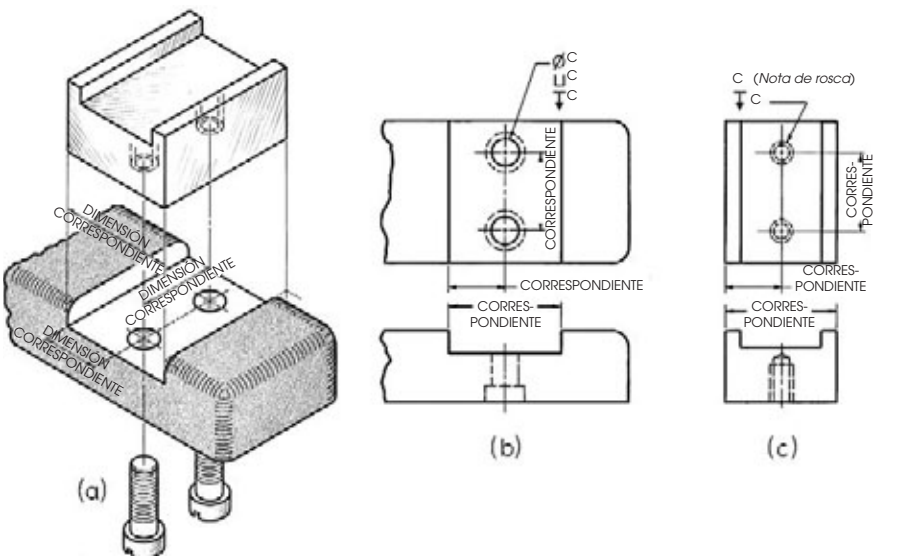
■ **FIGURA 9.36** ■ Dimensionamiento de distintas formas.

9.24 ■ DIMENSIONES CORRESPONDIENTES

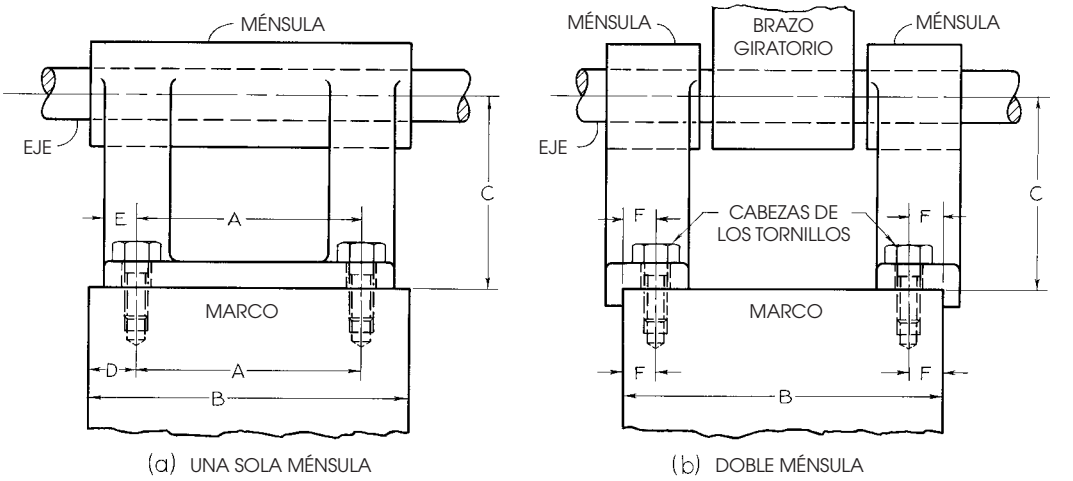
Al dimensionar un objeto debe tenerse en cuenta su relación con partes para ensambles. Por ejemplo, en la figura 9.37a, un bloque guía se ajusta a una muesca en una base. Como se indica en la figura, las dimensiones comunes a las dos partes son ***dimensiones correspondientes***.

Estas dimensiones correspondientes deben darse en los dibujos de múltiples vistas en las ubicaciones adecuadas (figuras 9.37b y 9.37c). Otras dimensiones no son correspondientes porque no controlan el ajuste preciso de dos partes. Los valores reales de dos dimensiones pueden no ser exactamente iguales. Por ejemplo, el ancho de la muesca en la figura 9.37b puede dimensionarse como 1/32 pulg (0.8 mm) o algunas milésimas de pulgada más grandes que la anchura del bloque de la figura 9.37c, pero éstas son dimensiones correspondientes obtenidas de una sola anchura básica. Estas dimensiones correspondientes deben especificarse en las ubicaciones adecuadas de las dos partes y recibir una tolerancia para asegurar el ajuste apropiado de las partes.

En la figura 9.38a, la dimensión A es una dimensión necesaria y debe aparecer tanto en el dibujo de la ménsula como en el marco. En la figura 9.38b, donde se muestra un rediseño de la ménsula en dos partes, no se utiliza la dimensión A en ninguna de las partes porque no es necesario controlar de manera cercana la distancia entre las cabezas de los tornillos. Pero entonces las dimensiones F son dimensiones esenciales que deben aparecer en los dibujos de las dos partes. Las dimensiones restantes E, D, B y C no se consideran ya que no afectan de manera directa el ajuste de las partes.



■ **FIGURA 9.37** ■ Dimensiones correspondientes.



■ **FIGURA 9.38** ■ Ensamble de ménsula.

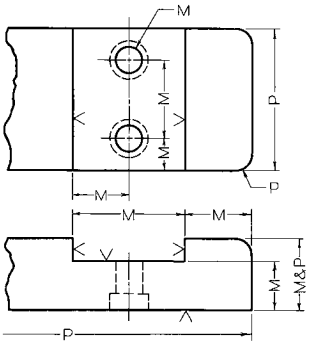
9.25 ■ DIMENSIONES DE MAQUINADO, PATRÓN Y FORJADO

En la figura 9.37a, la base se maquina a partir de una fundición burda; el fabricante del patrón necesita ciertas dimensiones para su manufactura y el operador necesita ciertas dimensiones para el proceso. En algunos casos ambos utilizarán sólo una dimensión. De nuevo, en la mayoría de los casos, estas dimensiones serán las mismas que las resultantes a partir de un desglose geométrico, pero es importante identificarlas para asignarles valores.

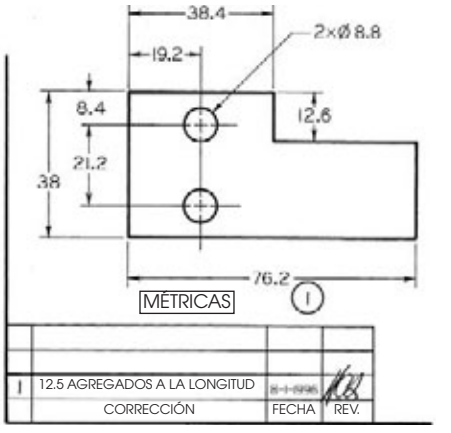
La figura 9.39 muestra la misma parte que la 9.37, con las dimensiones de maquinado y dimensiones de patrón identificadas por las letras M y P. El fabricante de patrones está interesado sólo en las dimensiones requeridas para construir el patrón, y el técnico, en general, está preocupado sólo con las dimensiones necesarias para procesar la parte del objeto. Con frecuencia, una dimensión que es conveniente para el técnico no lo es para el fabricante del patrón, o viceversa. Como el fabricante del patrón usa el dibujo una sola vez, mientras lo elabora y el maquinista lo consulta de manera constante, las dimensiones deben proporcionarse principalmente a conveniencia del técnico en manufactura.

Si la parte es grande y complicada, algunas veces se elaboran dos dibujos: uno que muestra las dimensiones de patrón y el otro que presenta las dimensiones de maquinado. Sin embargo, la práctica usual es preparar un solo dibujo tanto para el fabricante del patrón como para el técnico manufacturero.

Para los forjados, la práctica común consiste en hacer dibujos de forjado y dibujos de maquinado por separado. La figura 9.40 presenta un dibujo de forjado para una varilla de conexión, que muestra sólo las dimensiones necesarias en el taller de forjado. La figura 9.41 muestra un dibujo de maqui-



■ **FIGURA 9.39** ■ Dimensiones de maquinado y patrón.



■ **FIGURA 9.40** ■ Revisiones.

nado de la misma parte, pero que contiene sólo las dimensiones requeridas en el taller de maquinado o manufactura.

A menos que se utilice el sistema decimal, las dimensiones de patrón son nominales, por lo general al 1/16 pulg más cercano, y dadas en números enteros y fracciones comunes. Si una dimensión de maquinado se da en números enteros y fracciones comunes, por lo general el manufacturero tiene una tolerancia de ±1/64 pulgada. Algunas compañías especifican una tolerancia de ±.010 pulg en todas las fracciones comunes. Si se requiere una mayor exactitud, las dimensiones se dan en forma decimal.

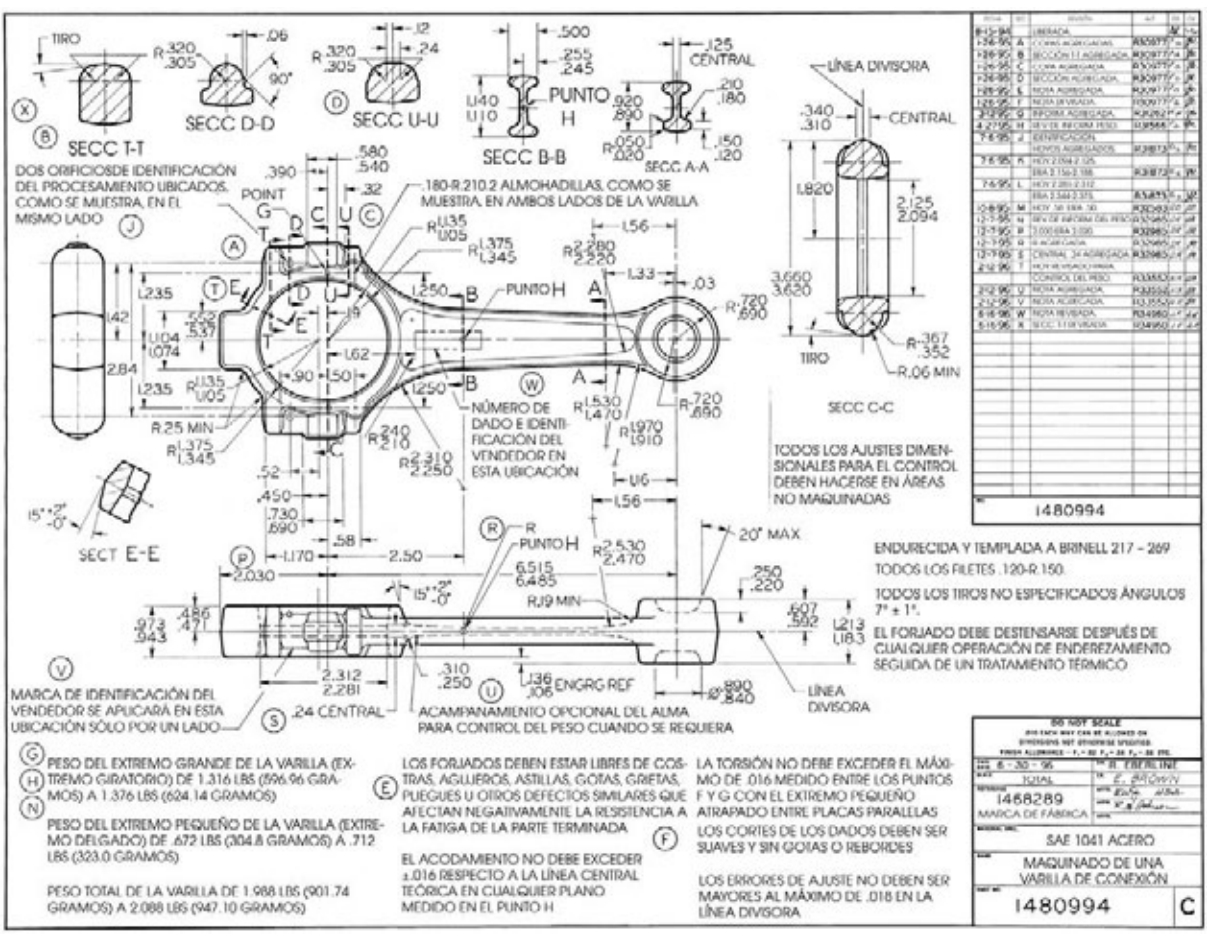
9.26 ■ DIMENSIONAMIENTO DE CURVAS

Las formas curvas deben diseñarse mediante un grupo de radios (figura 9.42a). Observe que, al dimensionar el arco R126, cuyo centro es inaccesible, el centro puede desplazarse hacia adentro y a lo largo de una línea central con corrimiento realizado en la línea de dimensión. Otro método consiste en dimensionar la envoltura exterior de una forma curva de manera que los distintos radios se localicen por sí mismos a partir de "centros flotantes" (figura 9.24b). Cualquier curva circular o no circular debe dimensionarse por medio de coordenadas o referencias (9.42c).

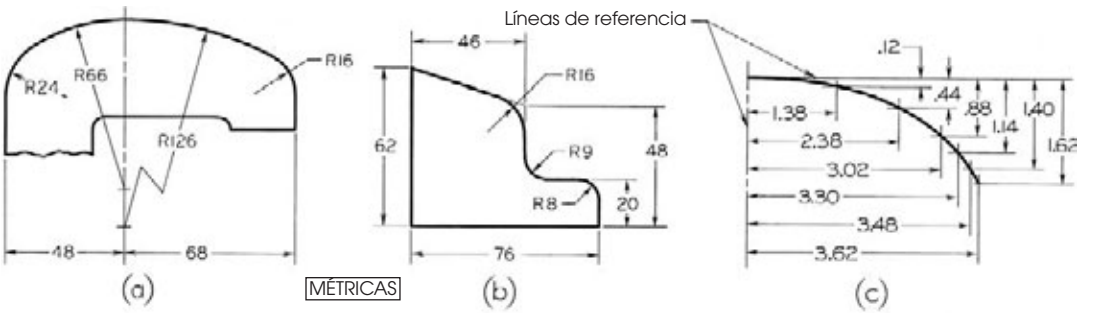
9.27 ■ DIMENSIONAMIENTO DE FORMAS CON EXTREMOS REDONDEADOS

El método utilizado para dimensionar formas con extremos redondeados depende del grado de exactitud requerido. Cuando la precisión no es necesaria, los métodos utilizados son aquellos que son convenientes para la manufactura, como en las figuras 9.43a, 9.43b y 9.43c.

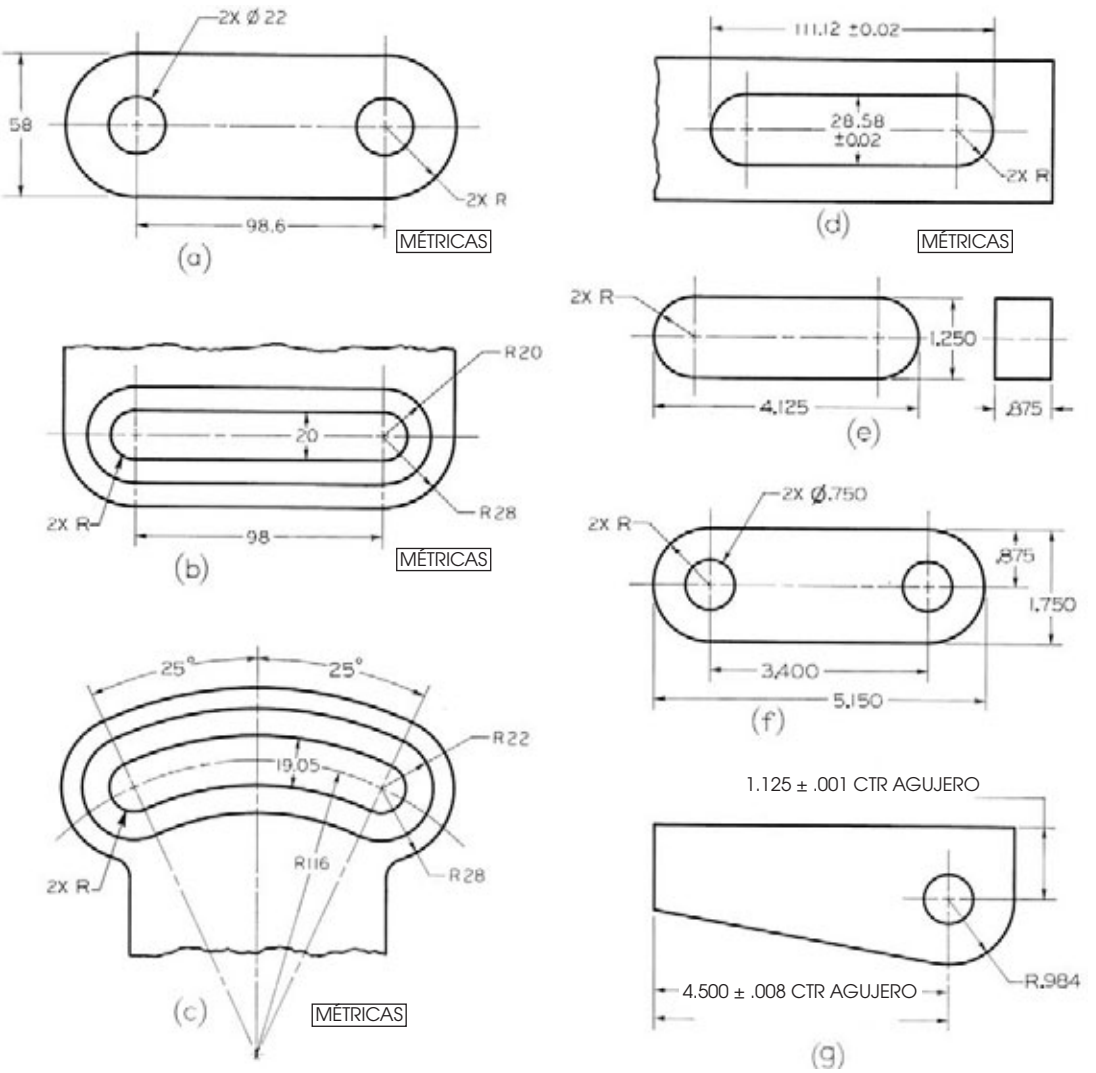
En la figura 9.43a, la ligadura que debe fundirse o cortarse de una hoja o placa de metal se dimensiona como si fuera a utilizarse para la manufactura de la parte, se proporciona la distancia de centro a centro y los radios de los extremos. Sólo es necesaria una de las dimensiones de radio, pero debe incluirse el número de sitios junto con la dimensión de tamaño.



■ **FIGURA 9.41** ■ Dibujo de forjado para una varilla conectora. Cortesía de Cadillac Motor Car Division.



■ **FIGURA 9.42** ■ Curvas de dimensionamiento.



■ **FIGURA 9.43** ■ Dimensionamiento de formas con extremos redondeados.

En la figura 9.43, una plataforma con ranura fresada colocada sobre una pieza fundida se dimensiona de centro a centro para la conveniencia tanto del fabricante del patrón como para el manufacturero. Una razón adicional para usar la distancia de centro a centro es que proporciona el viaje total de la cortadora de la fresa, la cual puede ser controlada fácilmente por el manufacturero. La dimensión de anchura indica el diámetro de la cortadora de la fresa, por lo que resulta mejor proporcionar el diámetro de la ranura maquinada. Por otro lado, una ranura moldeada debe dimensionarse mediante el radio, de conformidad con el procedimiento de disposición del fabricante del patrón.

En la figura 9.43c, la plataforma semicircular descansa de una manera similar a la de la figura 9.43b, excepto que se utilizan dimensiones angulares. Si es necesario pueden utilizarse tolerancias angulares.

Cuando se requiere precisión, se recomiendan los métodos mostrados en las figuras de la 9.43d a la 9.43g. En cada caso se proporcionan las longitudes globales de las formas con extremos redondeados; asimismo, se indican los radios pero sin valores específicos. Puede requerirse la distancia de centro a centro para la ubicación exacta de algunos orificios.

En la figura 9.43g, la ubicación del orificio es más crítica que la localización del radio, por lo que cada uno se localiza de manera independiente, tal como se muestra.

9.28 ■ DIMENSIONES SUPERFLUAS

Es necesario mostrar todas las dimensiones necesarias, pero también se debe evitar la especificación de dimensiones innecesarias o superfluas (figura 9.44a-1). No repita dimensiones en la misma vista o en otras, ni anote la misma información de dos maneras diferentes.

Como la figura 9.44b lo muestra, puede ser imposible determinar cómo intentó el diseñador aplicar la tolerancia cuando una dimensión se da de dos formas diferentes en el dibujo. Cuando se encadenan dimensiones, una dimensión de la cadena debe dejarse fuera, como se muestra en la figura, de manera que el manufacturero trabaje sólo a partir de una superficie. Esto es particularmente importante en los sitios donde una acumulación de tolerancias pueda causar problemas con la forma en que las se ajustan o funcionan las partes.

No omita dimensiones como las de la derecha en la figura 9.44b, pensando que los orificios son simétricos y se entenderán como horadados. Debe darse una de las dos dimensiones de localización. Como creador del dibujo, el diseñador debe especificar exactamente la manera en que la parte se construye e inspecciona.

Como la figura 9.44e lo muestra, cuando es claro que una dimensión se aplica a varios elementos idénticos, o se trata de un grosor uniforme, no necesita repetirse, pero debe indicarse el número de lugares. Las dimensiones para filetes, redondos y otros elementos no críticos no necesitan repetirse y tampoco es necesario especificar el número de sitios. Por ejemplo, no es necesario repetir los radios de los extremos redondeados en las figuras de la 9.43a a la 9.43f.

9.29 ■ MARCAS DE TERMINADO

Una ***marca de terminado*** se usa para indicar que una superficie será maquinada, o terminada, y se emplea en forjados y fundiciones burdas. Para el fabricante del patrón o molde, una marca de terminado significa que debe darse tolerancia de metal extra en la pieza de trabajo burda para el maquinado. En los dibujos de partes que deben maquinarse a partir de un material enrollado, las marcas de terminado no son necesarias generalmente, porque resulta obvio que las superficies serán maquinadas. De manera similar, no es necesario mostrar marcas de terminado cuando la dimensión implica una superficie terminada, como Ø6.22–6.35 (métricas) o Ø2.45–2.50 (pulgadas decimales).

Como la figura 9.45 lo muestra, se utilizan tres estilos de marca de terminado: el símbolo general $\vee$, el nuevo símbolo básico $\surd$, y el antiguo símbolo para indicar una superficie maquinada suave ordinaria. El símbolo $\vee$ es como una V mayúscula, con una altura de alrededor de 3 mm (1/8 pulg) de conformidad con la altura de las letras de dimensionamiento. El extendido símbolo $\surd$ recomendado por el ANSI, es como una V mayúscula más grande y con la rama derecha extendida. La rama corta tiene una altura de alrededor de 5 mm (3/16 pulg)y la larga de 10 mm (3/8 pulg). El símbolo básico puede alterarse para especificaciones de texturas de superficie más elaborados.

La punta del símbolo $\vee$ debe estar dirigida hacia el interior del cuerpo de metal de una manera similar a la punta de una herramienta. El símbolo $\surd$ no debe mostrarse invertido (figura 9.46).

La figura 9.45c muestra una pieza fundida con algunas superficies terminadas; la 9.45d presenta dos vistas de la misma pieza que muestran cómo se indican las marcas de terminado en un dibujo. *La marca de terminado se muestra sólo en la vista del borde de una superficie terminada y se repite en cualquier otra vista en la cual la superficie aparezca como una línea, incluso si dicha línea está oculta.*

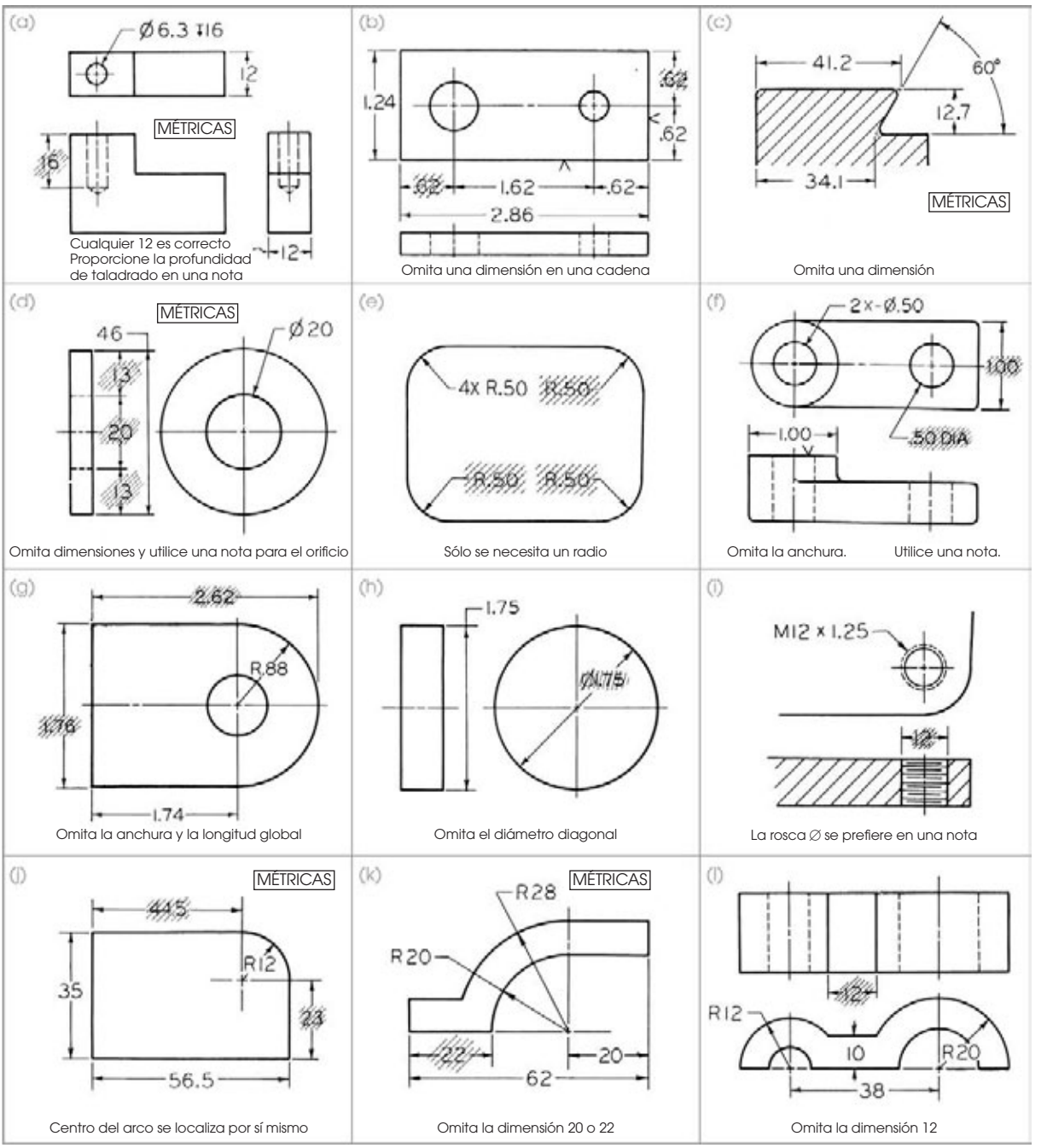
Si una parte se va a terminar por completo, las marcas de terminado deben omitirse y debe incluirse una nota general "TERMINADA POR COMPLETO o TPC" en la parte inferior de la hoja.

Los distintos tipos de terminaciones se detallan en los manuales de práctica para talleres de manufactura. Los siguientes términos se encuentran entre los que se usan más a menudo: *terminado completo*, *terminado burdo, terminado fino, chorro de arena*, *baño químico, raspar, pulimentar, rectificar, esmerilar, pulir, bruñir, lijar, cincelar, ensanchar, contrataladrar, avellanar, formar, perforar, escariar, taladrar, roscar, mandrilar* y *moletear*. Cuando es necesario controlar la textura de la superficie terminada más allá de un maquinado ordinario, se utiliza el símbolo $\surd$ como base para los símbolos de las superficies con una calidad más elaborada.

9.30 ■ RUGOSIDAD, ONDULACIONES Y CONFIGURACIÓN DE SUPERFICIE

Las demandas y exigencias actuales del automóvil, el avión y otras máquinas modernas capaces de soportar cargas más pesadas y lograr velocidades más altas con menor fricción y desgaste han incrementado la necesidad de que el diseñador tenga un control exacto de la calidad de las superficies independientemente del tamaño del aparato. Para estas partes, las marcas de terminado simples no son suficientes.

El terminado de la superficie está íntimamente relacionado con el funcionamiento de la misma, y es necesario especificar de manera adecuada el terminado de superficies como cojinetes y sellos. Las especificaciones de la calidad de la superficie deben usarse sólo donde sea



■ **FIGURA 9.44** ■ Dimensiones superfluas.

Nota sobre Gráficos

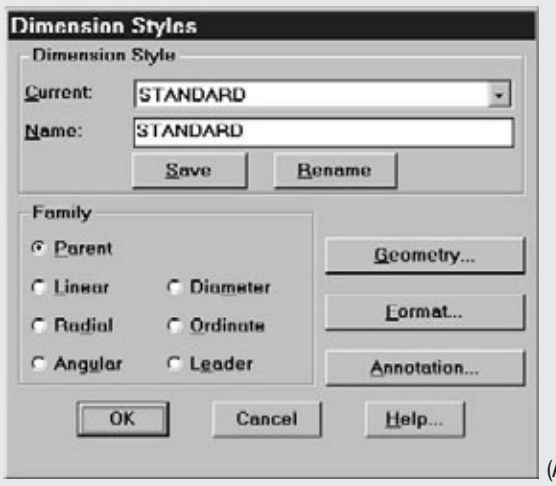
Dimensionamiento semiautomático mediante CAD

El dimensionamiento controla a la parte

El dimensionamiento es una actividad importante debido a las dimensiones proporcionadas en el dibujo que controlan la forma en que se construirá la parte y la manera en que se aplicarán los valores de tolerancia. Aunque un dibujo o base de datos del modelo se exporte para el maquinado directo, el operador de manufactura debe saber cuáles ajustes y dimensiones son críticos y de qué forma puede variar la parte. Ninguna parte se crea de manera exacta y al mismo tamaño que especifican las dimensiones dadas, por lo que el diseñador debe aclarar las tolerancias posibles. El dimensionamiento de dibujos de CAD se logra mediante el uso de una serie de herramientas de dimensionamiento proporcionados por el software. Los programas como AutoCAD tienen lo que se denomina herramientas de dimensionamiento automático, porque las líneas de dimensión, los valores, las flechas y las líneas de extensión se crean de manera automática, pero después es posible elegir dónde colocar las dimensiones sobre el dibujo.

Estilos de dimensión

AutoCAD permite crear diferentes familias de apariencias de dimensión, llamadas estilos de dimensión. Éstos se utilizan para cambiar la apariencia de las dimensiones para diferentes tipos de dibujos. Por ejemplo, los dibujos arquitectónicos tienen un estándar diferente al de los dibujos de ingeniería mecánica o incluso los dibujos de ingeniería civil los cuales tienen una apariencia distinta. Para crear estilos de dimensión y establecer su apariencia en AutoCAD utilice el cuadro de diálogo “Dimension Styles”. Éste puede seleccionarse en la barra de herramientas de dimensionamiento que la figura A muestra.

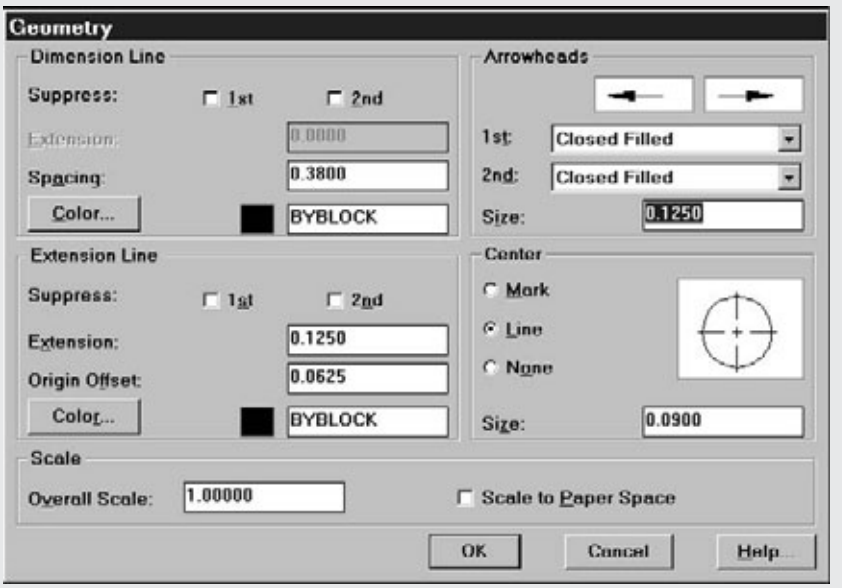


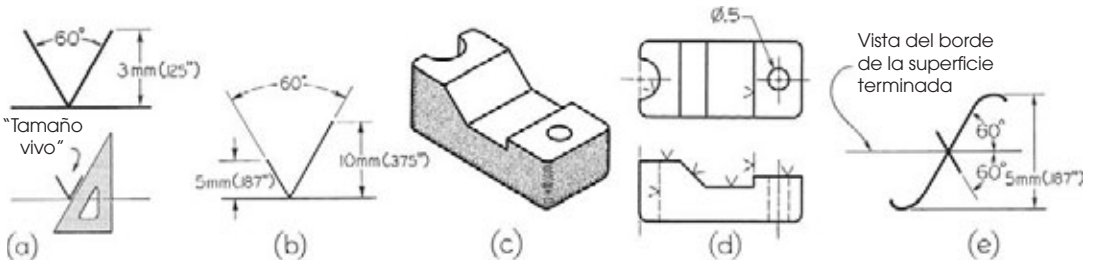
(A)

Estilos básicos y derivados

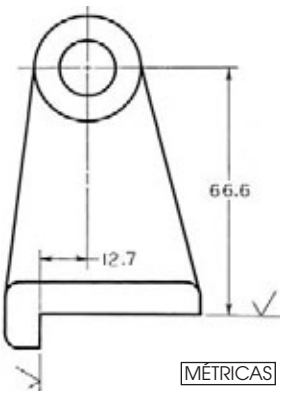
AutoCAD utiliza estilos derivados para permitir el cambio de apariencia de los tipos de dimensión dentro del estilo básico; por ejemplo, las dimensiones radiales pueden tener una apariencia distinta a las dimensiones lineales o las ordenadas. Es posible tener una apariencia diferente para cada uno de estos tipos de dimensiones: lineal, radial, angular, de diámetro, ordenada y de llamada. Se puede pensar en los estilos derivados de la siguiente manera: si alguien tiene un hijo, por lo general éste se parecerá al padre, el color de los ojos; pero también puede decidir teñirse el cabello. Después de esto ninguna cantidad de tinte en el cabello del padre hará cambiar la apariencia y originalidad del cabello del hijo. Ésta es, en esencia, la forma en que funcionan los estilos de dimensión derivados. El estilo derivado puede establecerse para un tipo de dimensión de manera que luzca diferente al estilo básico. Una vez que una característica de un estilo de dimensión derivado se establece de manera distinta al estilo básico, cualquier cambio del estilo básico ya no afectará al derivado. Estos estilos pueden usarse para administrar la apariencia de las dimensiones en el dibujo, por lo que no es necesario manipular las dimensiones individuales. Los estilos de dimensión también permiten asegurar la consistencia en la apariencia de las dimensiones del dibujo, de forma que se sepa cómo se actualizarán las dimensiones si se realiza algún cambio. En la figura B se muestra el cuadro de diálogo que puede utilizarse.

(B)





■ **FIGURA 9.45** ■ Marcas de terminado.



■ **FIGURA 9.46** ■ Dimensiones de superficies terminadas.

necesario, debido a que el costo de producir una superficie terminada se incrementa conforme aumenta la calidad requerida. En general, la superficie terminada ideal es la más burda que cumpla la función de manera satisfactoria.

El sistema de símbolos para la textura de superficies recomendado por ANSI/ASME (Y14.36M-1996) para su uso en los dibujos, independientemente del sistema de mediciones utilizado, ahora es ampliamente aceptado por la industria estadounidense. Estos símbolos se utilizan para definir la ***textura***, ***rugosidad*** y ***configuración de la superficie*** (consulte la figura 9.47 para conocer el significado y la forma de construir estos símbolos). El símbolo básico para la textura de una superficie en la figura 9.47a indica una superficie terminada o maquinada mediante cualquier método, como lo hace el símbolo general $\sqrt{}$. Las modificaciones a los símbolos básicos para la textura de superficies (figuras de la 9.47b a la 9.47d), definen restricciones en el retiro de material para la superficie terminada. En los sitios donde se especifica que los valores de la textura de la superficie difieren de la rugosidad promedio (R_P), el símbolo debe dibujarse con la extensión horizontal (figura 9.47e). La figura 9.47f proporciona los detalles para manufactura y los símbolos.

La figura 9.48a presenta aplicaciones de los símbolos para la textura de superficies. Observe que los símbolos se leen desde abajo o al lado derecho y que éstos no se dibujan formando un ángulo o en una posición invertida.

A menos que se especifique lo contrario, las mediciones para la rugosidad y las ondulaciones se aplican en la dirección que proporcione la lectura máxima, por lo general a través de la superficie (figura 9.48b). La tabla 9.1 proporciona las alturas recomendadas para los valores de rugosidad.

La tabla 9.2 muestra los valores estándar utilizados cuando es necesario indicar la rugosidad y los valores de la anchura del corte. Si no se especifica ningún valor, se asume el valor 0.80.

Cuando se requieren los valores máximos para la altura de las ondulaciones, los valores recomendados son los que la tabla 9.3 proporciona.

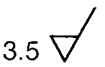
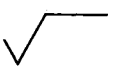
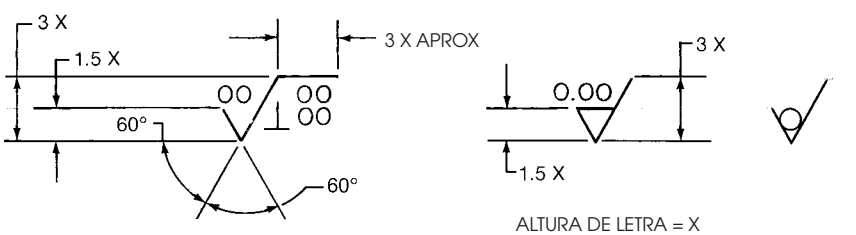
Cuando se desea indicar la configuración, se agregan los símbolos de configuración de la figura 9.49 a los símbolos de textura como los ejemplos dados. La figura 9.50a proporciona y explica aplicaciones selectas de los valores de textura de una superficie a los símbolos.

La figura 9.51 muestra una escala típica de valores de rugosidad de una superficie que pueden obtenerse por medio de varios métodos de producción. En la parte superior de la gráfica se presentan los valores preferidos para la altura de la rugosidad.

9.31 ■ NOTAS

Por lo general es necesario complementar las dimensiones directas con notas. Las notas deben ser breves y escritas con cuidado para permitir sólo una interpretación mediante un texto claro. Las notas siempre deben escribirse de manera horizontal en la hoja y deben ordenarse de manera sistemática. Si es posible, las notas no deben amontonarse ni colocarse entre vistas. Las notas se clasifican como ***notas generales*** cuando se aplican a todo un dibujo, y ***notas locales*** cuando se aplican a elementos específicos.

NOTAS GENERALES Las notas generales deben escribirse en la esquina inferior derecha de la primera hoja de un conjunto de dibujos, encima o a la izquierda del cuadro de títulos o en una posición central debajo de la vista a la que se aplica. Si las notas continúan en una segunda hoja, el número de dicha hoja debe proporcionarse en una nota

Símbolo	Significado
(a)	Símbolo básico para la textura de superficie. La superficie puede producirse mediante cualquier método excepto cuando se especifican la barra o el círculo, (b) o (d).
(b)	Se requiere eliminación de material mediante maquinado. La barra horizontal indica que se necesita el retiro de material por medio de maquinado para producir la superficie y que debe considerarse material para ese propósito.
(c) 	Tolerancia para la eliminación de material. El número indica la cantidad en existencia que debe desplazarse mediante maquinado en milímetros (o pulgadas). Deben agregarse tolerancias en el valor básico mostrado o en una nota general.
(d)	Eliminación de material prohibida. El círculo en la "v" indica que la superficie debe producirse por medio de procesos como la fundición, el forjado, terminado mediante tratamiento termico, terminado en frío, fundición a troquel, metalurgia con polvos o moldeado por inyección sin una subsecuente remoción de material.
(e) 	Símbolo para textura de superficie. Se utiliza para especificar características de la superficie, encima de la línea horizontal o a la derecha del símbolo. La superficie puede producirse mediante cualquier método excepto cuando se especifica la barra o el círculo, (b) o (d).
(f) 		

■ **FIGURA 9.47** ■ Símbolos para la textura de una superficie y su construcción.

en la primera hoja del conjunto de dibujos (por ejemplo, "LAS NOTAS CONTINÚAN EN LA PÁGINA 4.").

EJEMPLOS

TERMINADO POR COMPLETO (TPC).

ROMPIMIENTO EXACTO DE BORDES A R0.8.

G33106 ALEACIÓN DE ACERO – BRINELL 340-380.

TODOS LOS ÁNGULOS SON DE 3° A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO.

LAS DIMENSIONES SE APLICAN DESPUÉS DEL PLANCHADO.

En los dibujos de máquinas, el cuadro de título incluirá muchas notas generales, como las referentes a materiales, tolerancias generales, tratamientos térmicos y modelos.

NOTAS LOCALES Las notas locales se aplican sólo a operaciones específicas y se conectan mediante una llamada al punto en el cual se realiza dicha operación (figura 9.52). La llamada debe estar conectada al frente de la primera palabra de una nota o justo después de la última palabra, y no en ningún sitio intermedio.

Use abreviaturas comunes en las notas, como THD, DIA, MAX, sólo cuando no provoquen confusiones. Las abreviaturas menos comunes deben evitarse. *Si dudas, escríbelo completo* es una regla empírica para evitar problemas con las notas confusas.

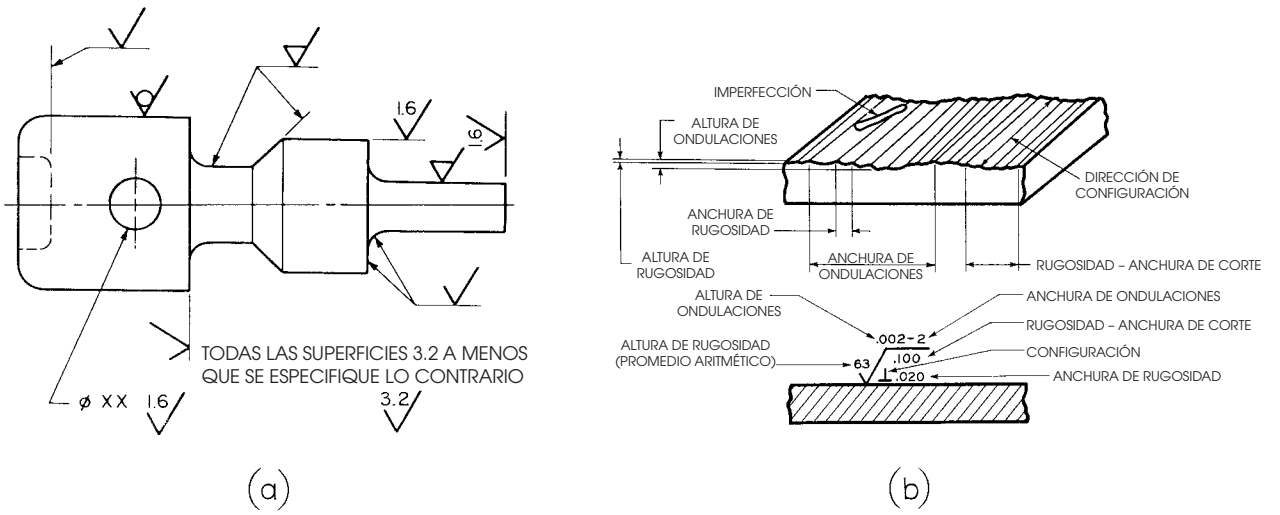
Si puede utilizarse un símbolo común, éste se prefiere a la abreviatura porque los símbolos se reconocen internacionalmente y no dependen del idioma. Todas las abreviaturas deben estar de acuerdo con ANSI Y14.39-1999. Para ver abreviaturas de ANSI, consulte el apéndice 4.

En general, las llamadas y notas no deben colocarse en el dibujo hasta que el dimensionamiento esté completado casi en su totalidad. Las notas y letreros no deben tocar las líneas del dibujo o del cuadro de títulos. Si las notas se escriben primero, podrían quedar en la trayectoria de algunas dimensiones necesarias y tendrían que reubicarse.

Cuando se utiliza CAD para agregar texto en las notas del dibujo, debe considerarse la escala final a la que se imprimirá en dibujo. Podría ser necesario ampliar el texto para que sea legible cuando éste se imprima a una escala menor.

9.32 ■ DIMENSIONAMIENTO DE ROSCAS

Las notas locales también se utilizan para especificar dimensiones de roscas. Para orificios ahusados, las notas deben es-



■ **FIGURA 9.48** ■ Aplicación de símbolos para la textura de la superficie y las características de la superficie (ANSI/ASME Y14.36M-1996).

TABLA 9.1 ■ Serie de valores promedio preferidos para la rugosidad (R_p) (ANSI/ASME Y14.36-1996).

Micrometros[a] (μm)	Micropulgadas (μ in.)	Micrometros[a] (μm)	Micropulgadas (μ in.)
0.012	0.5	1.25	50
0.025	1	1.60	63
0.050	2	2.0	80
0.075	3	2.5	100
0.10	4	3.2	125
0.125	5	4.0	180
0.15	6	5.0	200
0.20	8	6.3	250
0.25	10	8.0	320
0.32	13	10.0	400
0.40	16	12.5	500
0.50	20	15	600
0.63	25	20	800
0.80	32	25	1000
1.00	40		

[a]Un micrómetro es la milésima parte de un milímetro (1 μm = 0.001 mm)

tar unidas a las vistas circulares de los orificios (figura 9.44i). Para roscas externas, las notas se colocan por lo general en las vistas longitudinales, donde las roscas se reconocen con más facilidad (figuras 9.52v y 9.52w). Para leer un análisis detallado de notas para roscas, vea el capítulo 11.

9.33 ■ DIMENSIONAMIENTO DE AHUSAMIENTOS

Una punta o ***ahusamiento*** es una superficie cónica de un eje o un orificio. El método usual para dimensionar un ahusamiento consiste en proporcionar el tamaño del adelgazamiento en una nota como "PUNTA 0.167 EN DIA" (a menudo se agrega el CALIBRE), y después se da el diámetro en un extremo con la longitud o se proporciona el diámetro de los dos extremos y se omite la longitud. *Punta en diámetro* significa la diferencia en diámetro por unidad de longitud.

Las ***puntas estándar de máquina*** se usan en pernos de máquina, mangos de herramientas o pasadores, y se describen en "puntas de máquina" en ANSI/ASME B5.10-

TABLA 9.2 ■ Valores estándar de la longitud de muestra (corte) para la rugosidad (ANSI/ASME Y14.36-1996).

Milímetros (mm)	Pulgadas (pulg)	Milímetros (mm)	Pulgadas (pulg)
0.08	.003	2.5	.1
0.25	.010	8.0	.3
0.80	.030	25.0	1.0

TABLA 9.3 ■ Serie de valores máximos preferidos para la altura de las ondulaciones (ANSI/ASME Y14.36-1996).

Milímetros (mm)	Pulgadas (pulg)	Milímetros (mm)	Pulgadas (pulg)
0.0005	.00002	0.025	.001
0.0008	.00003	0.05	.002
0.0012	.00005	0.08	.003
0.0020	.00008	0.12	.005
0.0025	.0001	0.20	.008
0.005	.0002	0.25	.010
0.008	.0003	0.38	.015
0.012	.0005	0.50	.020
0.020	.0008	0.80	.030

1994. Estas puntas estándar se dimensionan en un dibujo proporcionando el diámetro (por lo general en el extremo grande), la longitud y una nota como "PUNTA ESTÁNDAR NACIONAL ESTADOUNIDENSE" (figura 9.53a).

Para los requerimientos no críticos, un ahusamiento puede dimensionarse proporcionando el diámetro en el extremo grande, la longitud y el ángulo incluido, todos con las tolerancias adecuadas (figura 9.53b). También pueden darse los diámetros de los dos extremos y la longitud con las tolerancias necesarias.

En los casos de ahusamientos de ajuste preciso, se indica el tamaño del ***ahusamiento por unidad de diámetro*** (figuras 9.53c y 9.53d). Una línea de calibración se selecciona y localiza por medio de una tolerancia comparativamente generosa, mientras que otras dimensiones reciben tolerancias adecuadas según lo requieran.

9.34 ■ DIMENSIONAMIENTO DE BISELES

Un ***bisel*** es un borde con un chaflán o una pendiente. Se dimensiona proporcionando la longitud del sesgo así como el ángulo (figura 9.54a). Un bisel de 45 grados también puede dimensionarse de una manera similar a la que se muestra en la figura 9.54b.

9.35 ■ CENTROS DE EJES

Los centros de ejes se requieren en flechas, pernos y otras partes cónicas o cilíndricas para realizar en ellas operaciones como el torneado, el escariado y otras; este centro puede dimensionarse como se muestra en la figura 9.55. Normalmente los centros se producen por medio de un taladrado combinado con un avellanado.

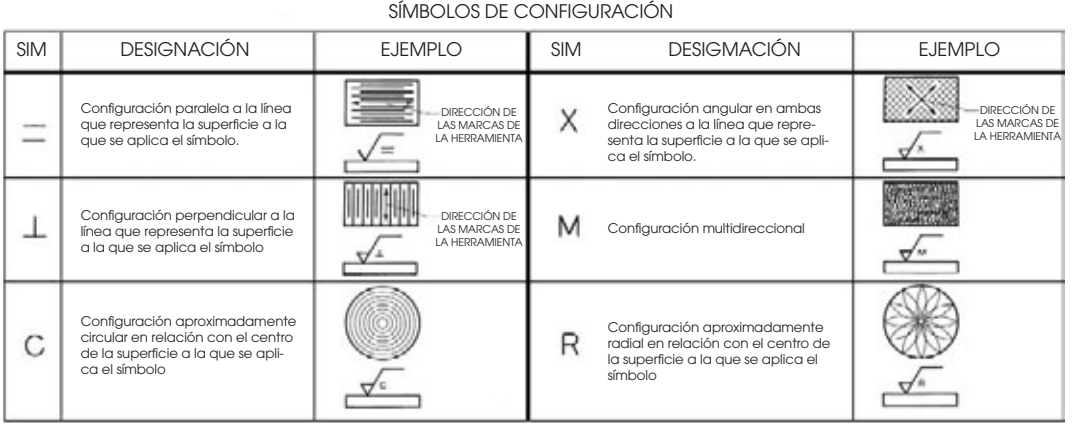
9.36 ■ DIMENSIONAMIENTO DE CUÑEROS

Los métodos de dimensionamiento de cuñeros para cuñas Woodruff y cuñas en existencia se muestran en la figura 9.56**.** Observe, en ambos casos, el uso de una dimensión para centrar el cuñero en el eje o collar. El método de dimensionamiento preferido para la profundidad de un cuñero es proporcionar la dimensión desde la parte inferior del cuñero hasta el lado opuesto del eje o agujero, como se muestra. El método para calcular esa dimensión se muestra en la figura 9.56d (los valores para A pueden encontrarse en los manuales de los manufactureros).

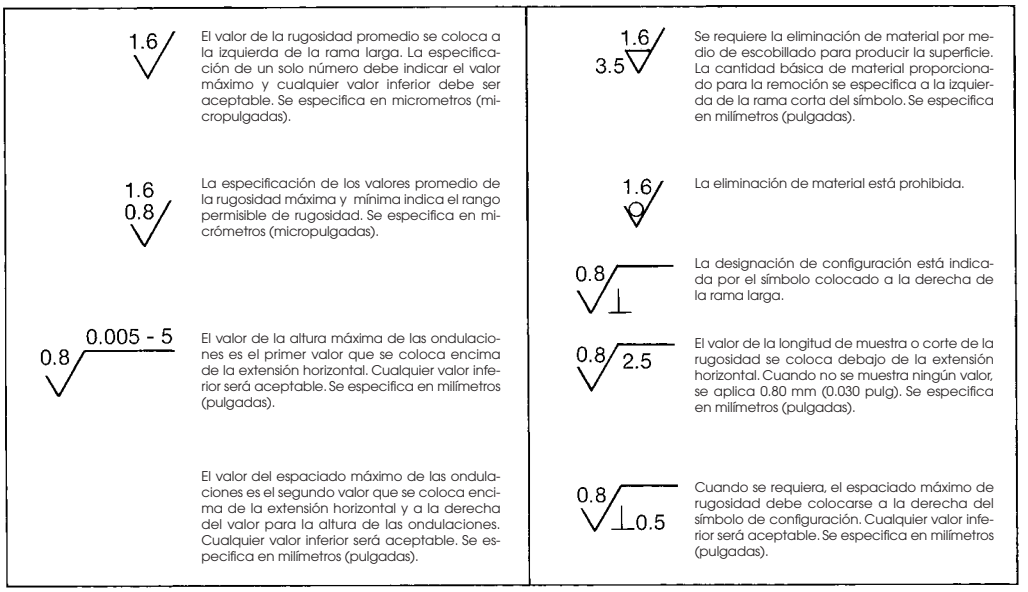
Para consultar información general acerca de cuñas y cuñeros, vea el apéndice 21.

9.37 ■ DIMENSIONAMIENTO DE MOLETEADOS

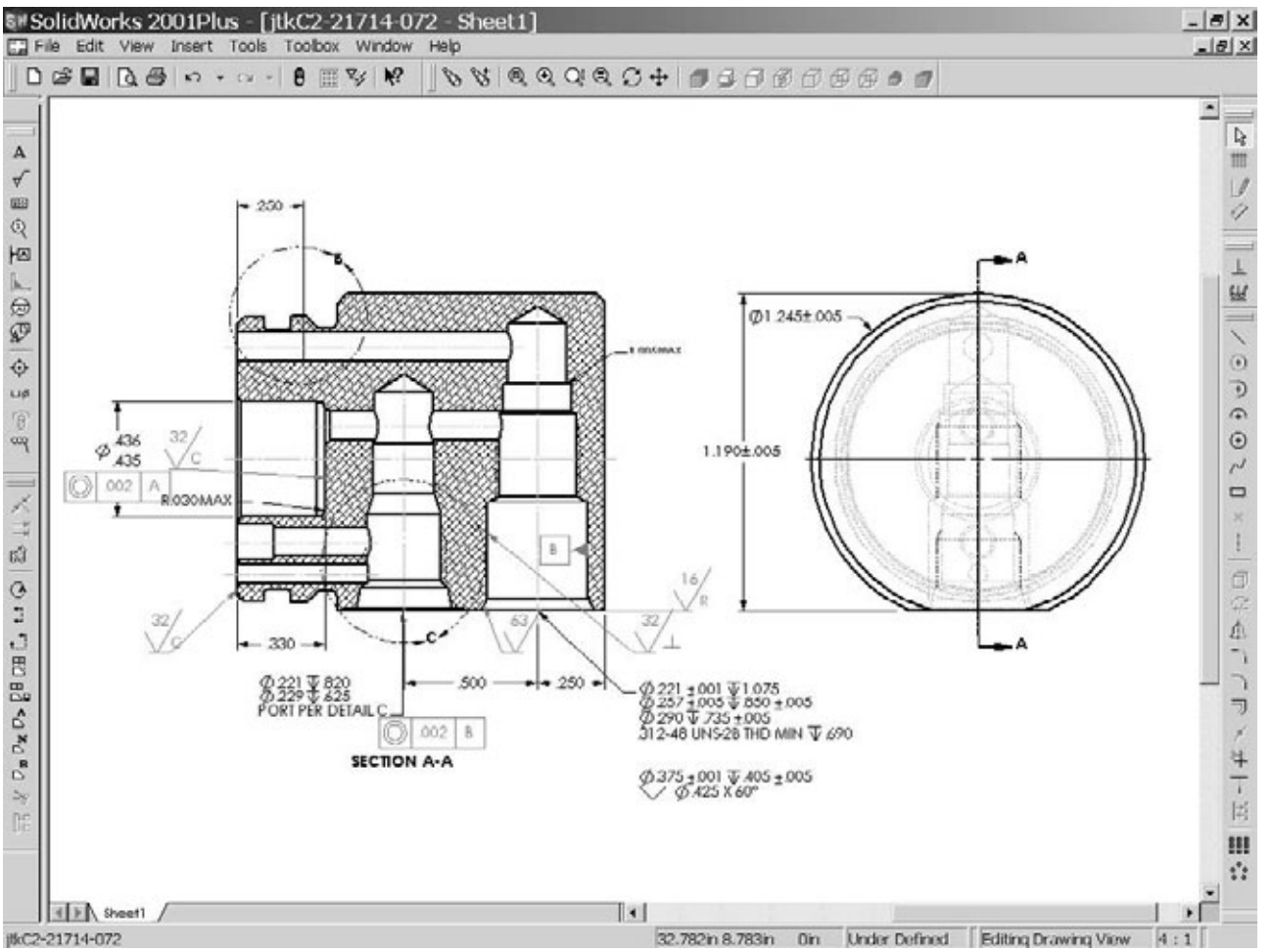
El **moleteado** es una operación que se lleva a cabo sobre una superficie para darle rugosidad con el fin de proporcionar un mejor agarre o un ajuste a presión entre dos partes. Para propósitos de agarre, sólo es necesario propor-



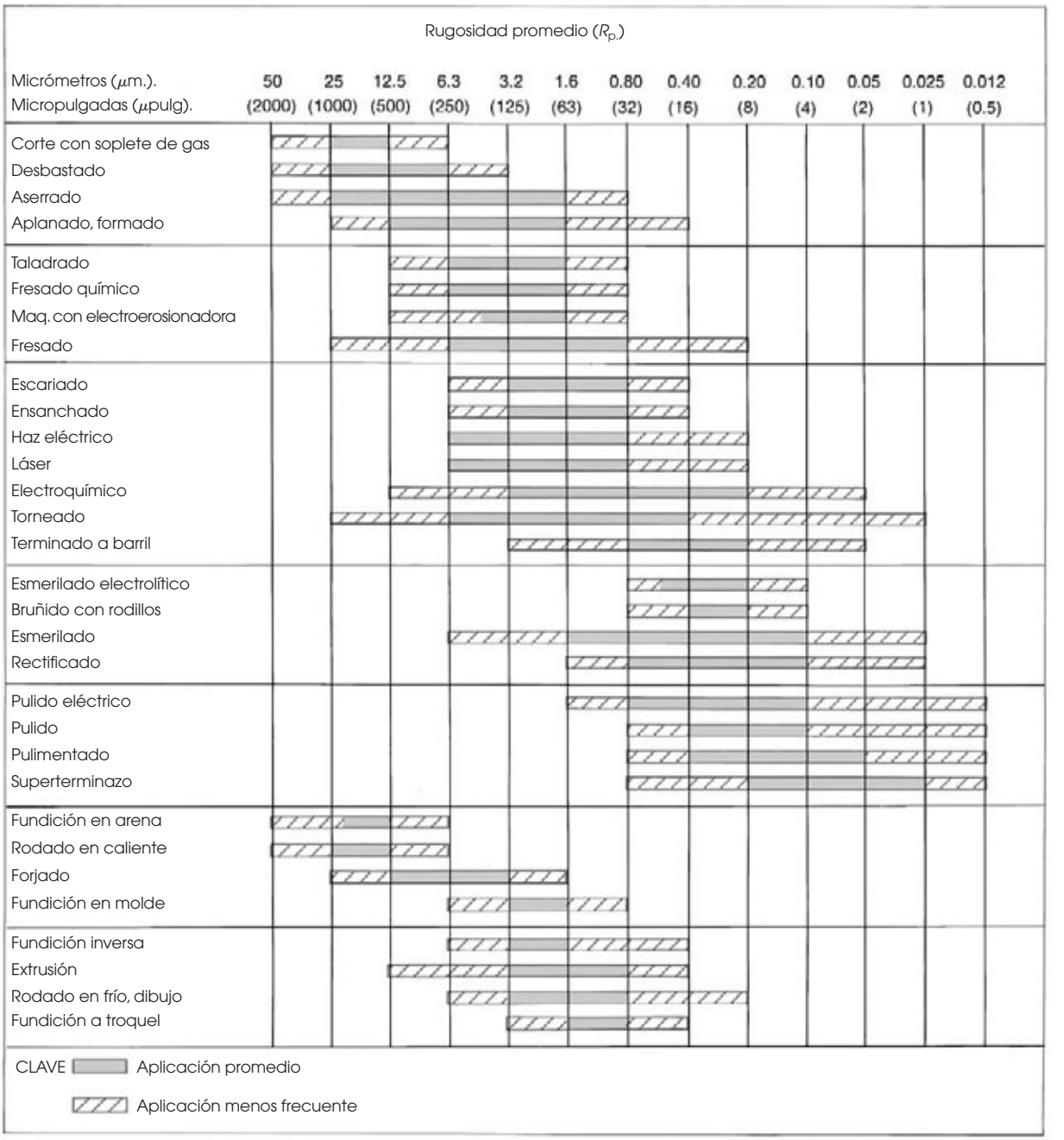
■ **FIGURA 9.49** ■ Símbolos de configuración (ANSI/ASME Y14.36M-1996).



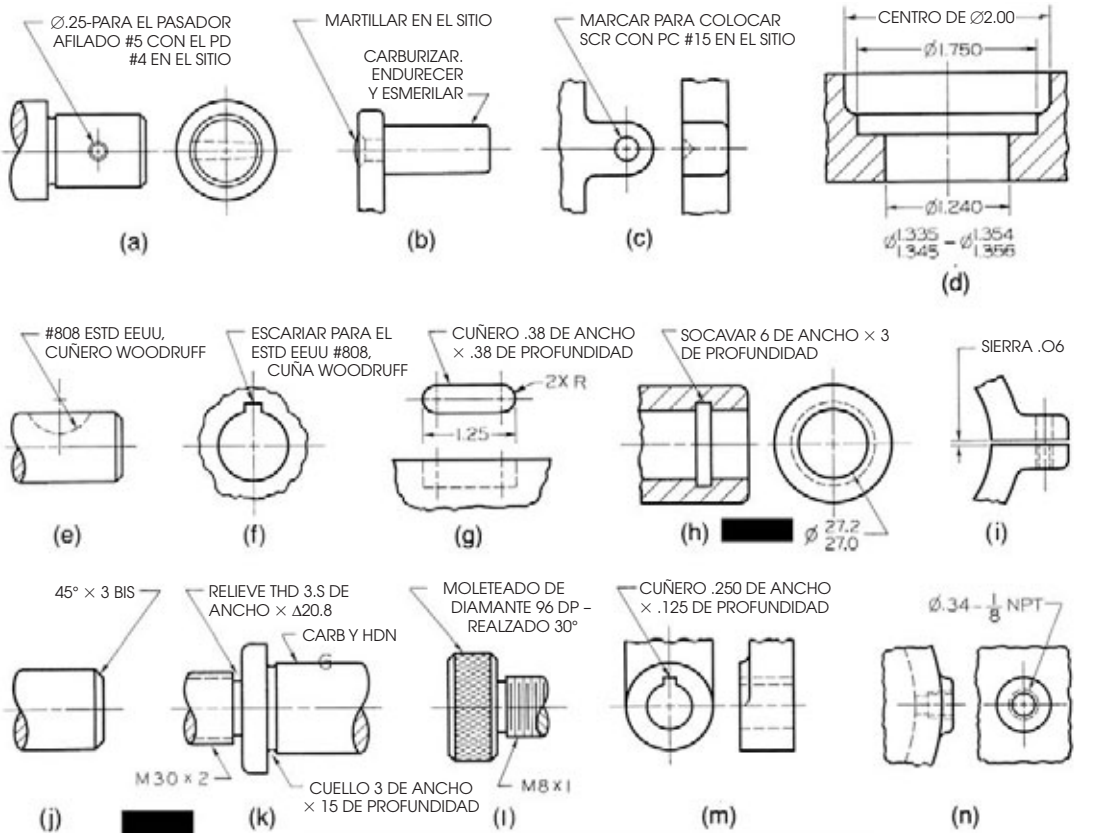
■ **FIGURA 9.50a** ■ Aplicación de valores para la textura de superficies a los símbolos (ANSI/ASME Y14.36M-1996).



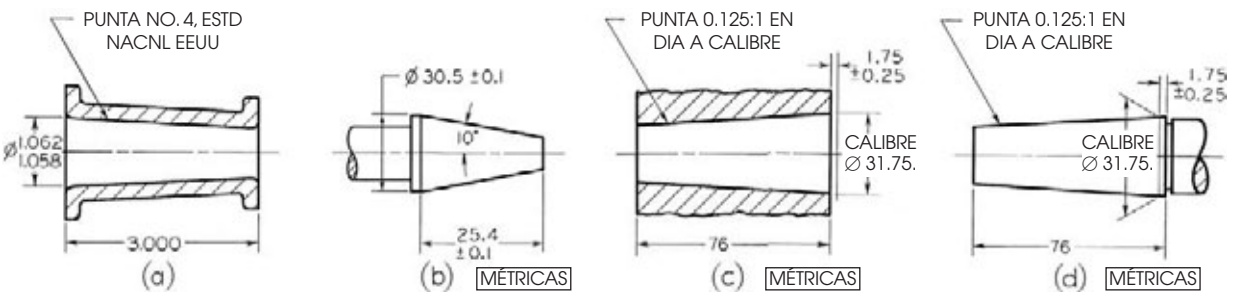
■ **FIGURA 9.50b** ■ Aplicación de los símbolos para el terminado de superficies. *Dibujo de Enidine. Cortesía de SolidWorks Corporation.*



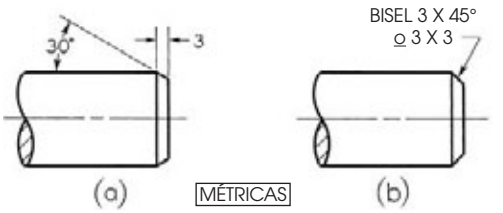
■ **FIGURA 9.51** ■ Rugosidad de superficie producida con métodos de producción comunes (ANSI/ASME B46.1-1985). Los rangos mostrados son típicos del proceso listado. Bajo condiciones especiales, pueden obtenerse valores más altos o más bajos.



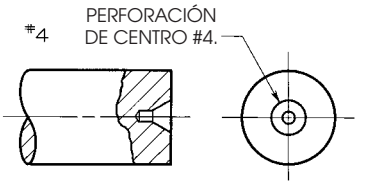
■ **FIGURA 9.52** ■ Notas locales.



■ **FIGURA 9.53** ■ Dimensionamiento de puntas.



■ **FIGURA 9.54** ■ Dimensionamiento de biseles.



■ **FIGURA 9.55** ■ Centro de eje.

cionar el paso y tipo del moleteado, y la longitud del área moleteada (figuras 9.57a y 9.57b). Para dimensionar un moleteado para un ajuste a presión, debe proporcionarse el diámetro con la tolerancia antes del moleteado (figura 9.57c). Debe agregarse una nota que proporcione el paso, el tipo de moleteado y el diámetro mínimo después del moleteado (vea ANSI/ASME B94.6-1984 (R1995)).

9.38 ■ DIMENSIONAMIENTO A LO LARGO DE SUPERFICIES CURVAS

Cuando las mediciones angulares no son satisfactorias, pueden darse dimensiones de cuerda (figura 9.58a), o dimensiones lineales sobre las superficies curvas (figura 9.58b).

9.39 ■ DOBLECES EN LÁMINA METÁLICA

En el dimensionamiento de lámina metálica debe marcarse una tolerancia para los dobleces. La intersección de las superficies planas adyacentes a un doblez se llama ***línea de molde***; esta línea, y no el centro del arco, se utiliza para determinar dimensiones (figura 9.59). El siguiente procedimiento para calcular dobleces es típico: si las dos superficies planas interiores de un ángulo se extienden, su línea de intersección se llama LMI o ***línea de molde interior*** (figuras 9.60a, 9.60b y 9.60c). De manera similar, si las dos superficies planas exteriores se extienden, éstas producen la LME o ***línea de molde exterior***. La ***línea central del doblez*** (℄D) está dirigida principalmente a la máquina dobladora en la que se realizará el doblez y se ubica en el centro del radio de doblez.

La longitud o ***estiramiento*** es igual a la suma de los lados planos del ángulo más la distancia alrededor del doblez medida a lo largo del ***eje neutral.*** La distancia alrededor del doblez se llama ***tolerancia del doblez***. Cuando el metal se dobla, se comprime en el interior y se estira en el exterior. En cierta zona media, el eje neutral, el metal ni se comprime ni se estira (figura 9.60d). Por lo general, se supone que el eje neutral está a 0.44 del grosor a partir de la superficie interior del metal.

La longitud desarrollada del material, o la tolerancia del doblez (TD), se calcula con la fórmula empírica

$$\mathrm{BA} = (0.017453R + 0.0078T)N,$$

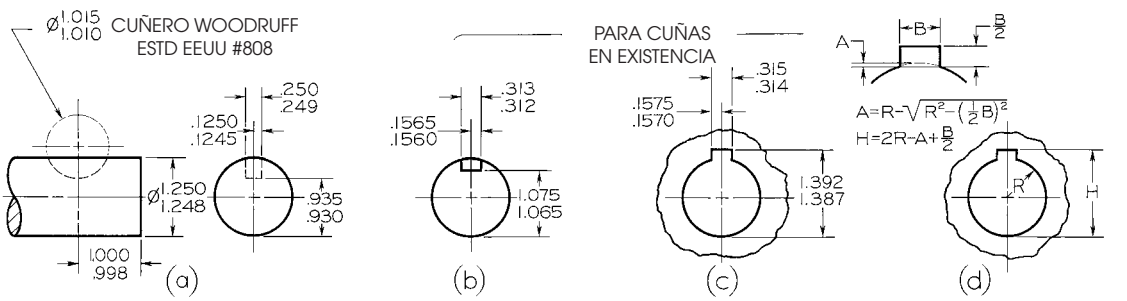
donde R = radio del doblez, T = grosor del metal y N = número de grados del doblez como en la figura 9.60c.

9.40 ■ DIMENSIONES TABULARES

Un conjunto de objetos que poseen elementos parecidos pero que varían en sus dimensiones puede representarse mediante un dibujo como el de la figura 9.61. Las letras se sustituyen por cifras de dimensión y las dimensiones se dan en forma tabular. Las dimensiones de muchas partes estándar se dan de esta manera en catálogos y manuales.

9.41 ■ ESTÁNDARES

Cuando sea posible, las dimensiones deben proporcionarse para hacer uso de materiales, herramientas, partes y calibres que puedan conseguirse con facilidad. Las dimensiones para muchos elementos de máquina comúnmente utilizados (pernos, tornillos, cuñas, puntas, alambre, tubos, lámina metálica, cadenas, bandas, cuerdas, pasadores y formas



■ **FIGURA 9.56** ■ Dimensionamiento de cuñeros.

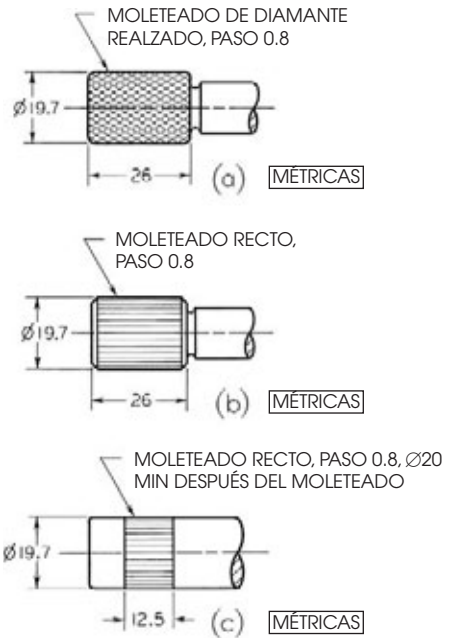
de metal enrollado) están estandarizadas, y el dibujante debe obtener estos tamaños en manuales publicados, estándares ANSI o catálogos de los fabricantes. En el apéndice de este texto se proporcionan tablas de algunos de los artículos más comunes.

Estas partes estándar no se delinean en dibujos a detalle a menos que vayan a alterarse para su utilización; se dibujan de manera convencional en dibujos de ensamblaje y se enumeran en listas de partes. A menudo se utilizan fracciones comunes para indicar los tamaños nominales de las partes o herramientas estándar. Si se utiliza el sistema de decimales de pulgada, todos los tamaños se expresan de manera ordinaria con decimales, por ejemplo, ∅0.250 en lugar de ∅1/4. Si se utiliza el sistema de dimensionamiento métrico completo, entonces la broca métrica *preferida* del mismo tamaño aproximado (.24800) se indicará como un 6.30.

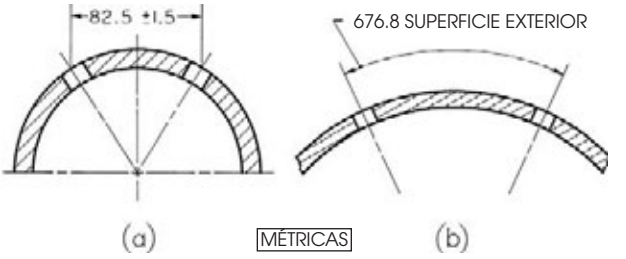
9.42 ■ DIMENSIONAMIENTO COORDENADO

Por lo general, las prácticas del dimensionamiento coordenado básico son compatibles con los requerimientos de datos para las máquinas de producción automática controladas por cinta o computadora. Sin embargo, para diseñar para producción automatizada, es necesario consultar los manuales de las máquinas de manufactura o control numérico antes de hacer dibujos de producción. A continuación se presentan las directrices básicas para el dimensionamiento coordenado:

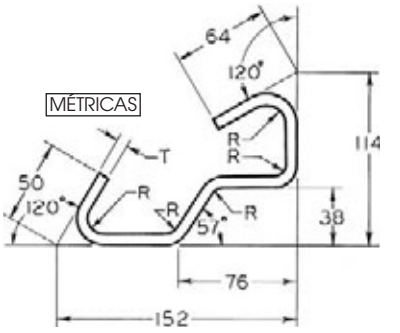
1. Para el dimensionamiento coordenado, usualmente se requiere un conjunto de tres planos de referencia perpendiculares entre sí. Estos planos pueden ser obvios, o deben identificarse con claridad (figura 9.62).
2. El diseñador selecciona como orígenes para las dimensiones las superficies o elementos más importantes para el funcionamiento de la parte. Se elige un número suficiente de estos elementos para ubicar la parte en relación con el conjunto de planos perpendiculares entre sí. Después, se realizan todas las dimensiones relacionadas a partir de estos planos. En la figura 9.63 se muestra el dimensionamiento coordenado rectangular sin líneas de dimensión.
3. Todas las dimensiones deben estar en decimales.
4. Cuando sea posible, los ángulos deben darse en grados y partes decimales de grados.
5. Las herramientas como taladros, escariadores y roscadoras deben dejarse a la consideración del fabricante, a menos que se requiera cierto proceso específico.
6. Todas las tolerancias deben estar determinadas por los requerimientos de diseño de la parte, y no por la capacidad de la máquina que la fabricará.



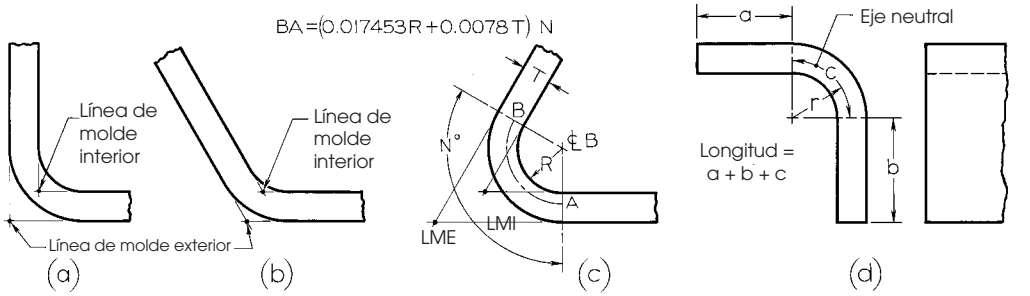
■ **FIGURA 9.57** ■ Dimensionamiento de moleteados.



■ **FIGURA 9.58** ■ Dimensionamiento a lo largo de superficies curvas.



■ **FIGURA 9.59** ■ Dimensionamiento de perfil.

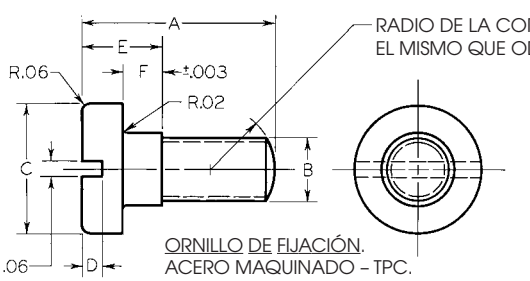


■ **FIGURA 9.60** ■ Dobleces.

9.43 ■ QUÉ HACER Y QUÉ NO HACER DURANTE EL DIMENSIONAMIENTO

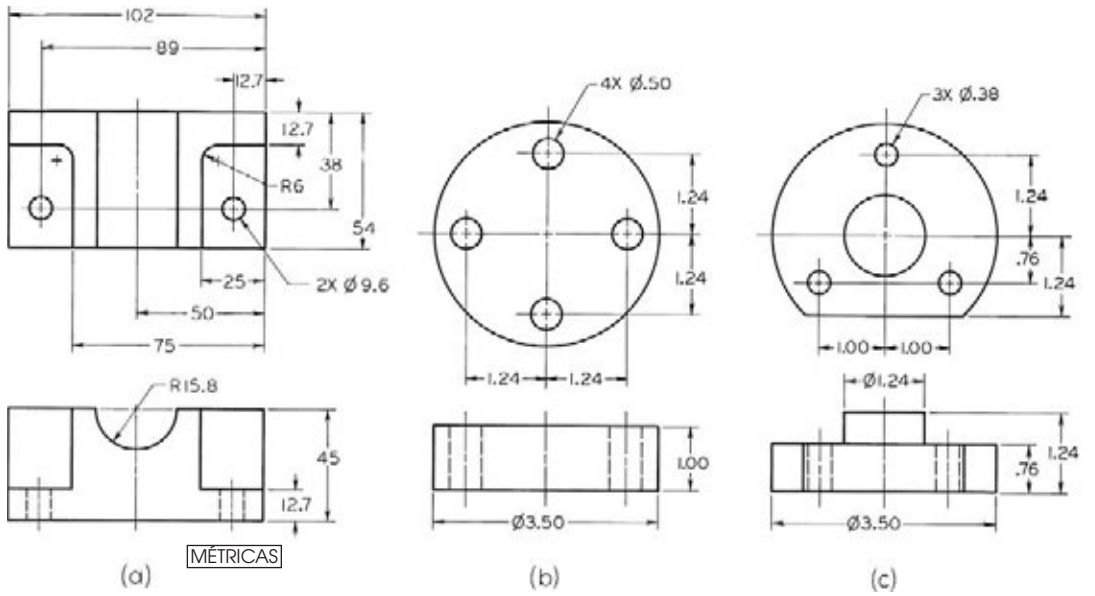
La siguiente lista resume de manera breve la mayoría de las situaciones en las que un diseñador principiante puede cometer un error en el dimensionamiento. Los estudiantes deben verificar el dibujo por medio de esta lista antes de entregarlo a su instructor.

1. Cada dimensión debe proporcionarse con claridad, de manera que pueda interpretarse de un solo modo.
2. Las dimensiones no deben duplicarse, ni debe darse la misma información en dos formas distintas (excepto para el dimensionamiento dual) y no deben proporcionarse dimensiones a menos que sean necesarias para producir o inspeccionar la parte.
3. Las dimensiones deben darse entre puntos o superficies que tengan una relación funcional entre sí o que controlen la ubicación de partes ajustables.
4. Siempre que sea posible, debe darse preferencia a las dimensiones para superficies terminadas o líneas centrales importantes sobre las dimensiones para las superficies burdas.
5. Las dimensiones deben proporcionarse de manera que no sea necesario que el maquinista calcule, escale o suponga ninguna dimensión.
6. Las dimensiones de una parte deben darse en la vista donde la forma del elemento se muestre de mejor manera.
7. Las dimensiones deben colocarse en las vistas donde los elementos dimensionados se muestren en su forma verdadera.
8. Siempre que sea posible, debe evitarse el dimensionamiento de líneas ocultas.
9. Las dimensiones no deben colocarse en una vista a menos que mejoren la claridad del dibujo y se eviten las líneas de gran extensión.
10. Las dimensiones que se aplican a dos vistas adyacentes deben colocarse entre dichas vistas, a menos que al colocar alguna de las dimensiones en el exterior se mejore la claridad del dibujo.
11. Las dimensiones más largas deben colocarse en el exterior de las dimensiones intermedias de manera que las líneas de dimensión no crucen líneas de extensión.
12. En el dibujo de máquinas, deben omitirse todas las marcas de unidad, excepto cuando son necesarias para darle claridad al dibujo (por ejemplo, VÁLVULA DE 1").
13. No debe esperarse que el personal de manufactura y producción asuman que un elemento esté centrado (como un orificio en una placa); es necesario proporcionar una dimensión de localización a partir de uno de los lados. Sin embargo, si un orificio debe estar centrado en una pieza fundida burda simétrica, puede marcarse la línea central y omitir la dimensión de localización a partir de la línea central.
14. Una dimensión debe estar unida a una sola vista, y no a líneas de extensión que conecten dos vistas.



DETALLE	A	B	C	D	E	F	ROS	CALIBRE	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	Ø1	.30
5	1.50	.56	1.00	.16	.62	.323	.5 - 13	Ø1.125	.46

■ **FIGURA 9.61** ■ Dimensionamiento tabular.



■ **FIGURA 9.62** ■ Dimensionamiento coordenado.

15. Las dimensiones de detalle deben alinearse en forma de cadena.

16. Debe evitarse una cadena completa de dimensiones de detalle; resulta mejor omitirla. En su lugar puede hacerse referencia a la dimensión global encerrándola entre paréntesis.

17. Una línea de dimensión nunca debe dibujarse a través de una cifra de dimensión. Nunca debe escribirse una cifra sobre alguna línea del dibujo. Si es necesario, la línea puede romperse.

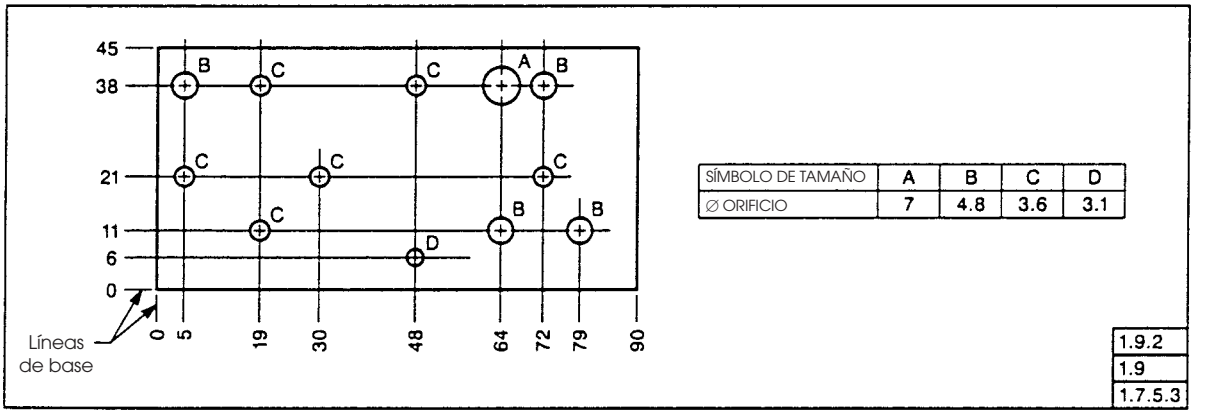
18. Las líneas de dimensión deben espaciarse de manera uniforme a través del dibujo. Deben estar al menos a 10 mm (.38 pulg) del contorno del objeto y separadas entre sí al menos por 6 mm (.25 pulg)

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 de extremo a extremo con alguna línea del dibujo.

21. Si puede evitarse, las líneas de dimensión no deben cruzarse entre sí.

22. Si puede evitarse, las líneas de dimensión no deben cruzarse con las de extensión (las líneas de extensión pueden cruzarse entre sí).



■ **FIGURA 9.63** ■ Dimensionamiento coordenado rectangular sin líneas de dimensión (ANSI/ASME Y14.5M-1994).

23. Cuando las líneas de extensión cruzan otras líneas de extensión o líneas visibles, no debe hacerse ningún rompimiento en ninguna de las líneas.

24. Una línea central puede extenderse y utilizarse como línea de extensión, en cuyo caso se dibujará como una línea central.

25. Las líneas centrales no deben extenderse de una vista a otra.

26. Las llamadas para notas deben ser rectas, no curvas, y apuntar al centro de las vistas circulares de los orificios siempre que esto sea posible.

27. Las llamadas deben tener una pendiente de 45, 30 o 60 grados respecto a la horizontal, pero pueden hacerse a cualquier ángulo conveniente (excepto verticales u horizontales).

28. Las llamadas deben extenderse a partir del inicio o el final de una nota, con la "rama" horizontal extendiéndose desde la altura media del letrero.

29. Las cifras de dimensión deben estar centradas de manera aproximada entre las flechas, excepto con las dimensiones apiladas, donde éstas deben escalonarse.

30. Las cifras de dimensión deben tener una altura aproximada de 3 mm (.13 pulg) para los números enteros y 6 mm (.25 pulg) para las fracciones.

31. Las cifras de dimensión nunca deben acumularse ni ser difíciles de leer por algún otro motivo.

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 de líneas para las cifras de dimensión.

33. Por lo general, las cifras de dimensión para ángulos se deben escribir en forma horizontal.

34. Las barras de las fracciones nunca deben estar inclinadas excepto en áreas confinadas.

35. El numerador y el denominador de una fracción nunca deben tocar la barra de la fracción.

36. Las notas siempre deben escribirse en forma horizontal en la hoja.

37. Las notas deben ser breves y claras, y la forma de las palabras debe ser estándar.

38. Las marcas de terminado deben colocarse en las vistas del borde de todas las superficies terminadas, incluyendo los bordes ocultos y las vistas de contorno y circulares para superficies cilíndricas.

39. Las marcas de terminado deben omitirse en orificios y otros elementos donde las operaciones de maquinado se especifican mediante una nota.

40. Las marcas de terminado deben omitirse en las partes hechas de material enrollado.

41. Si una parte está terminada completamente, deben omitirse todas las marcas de terminado y debe utilizarse la nota general TERMINADO POR COMPLETO O TPC.

42. Un cilindro se dimensiona proporcionando tanto su diámetro como su longitud en la vista rectangular, excepto cuando las notas se utilizan para orificios. En la vista circular puede utilizarse un diámetro diagonal, siempre y cuando esto incremente la claridad del dibujo.

43. Por lo general, los procesos de manufactura están determinados por las tolerancias anotadas de manera específica en el dibujo. Cuando por alguna razón el proceso de manufactura debe anotarse (como para dimensionar orificios que deben taladrarse, ensancharse o escariarse) se utilizan llamadas que apuntan de preferencia hacia el centro de las vistas circulares de los orificios. Los procesos de manufactura deben proporcionarse en el orden en que éstos serán realizados.

44. Los tamaños de broca deben expresarse en decimales, proporcionando el diámetro. Para las brocas designadas por número o letra, también debe darse el tamaño decimal.

45. En general, un círculo se dimensiona mediante su diámetro y un arco por medio de su radio.

46. Deben evitarse los diámetros diagonales, excepto para orificios muy grandes y centros de círculos. Pueden usarse en cilindros positivos cuando esto aumenta la claridad del dibujo.

47. El valor de dimensión para un 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 sólo una flecha y debe pasar a través de o apuntar hacia el centro y tocar el arco.

49. Los cilindros deben localizarse por sus líneas centrales.

50. Si es posible, los cilindros deben localizarse en las vistas circulares.

51. Cuando la precisión es importante, es preferible localizar cilindros mediante dimensiones coordenadas, que mediante dimensiones angulares.

52. Cuando existen varios elementos burdos, no críticos y que obviamente tienen el mismo tamaño (filetes, redondos, costillas, etcétera), sólo es necesario proporcionar dimensiones típicas (abreviatura TIP) o utilizar una nota.

53. Cuando una dimensión no está a escala, ésta debe subrayarse con una línea recta gruesa o puede agregarse una marca SE o SIN ESCALA.

54. Las dimensiones correspondientes deben proporcionarse de manera apropiada en los dos dibujos de las partes ajustables.

55. Las dimensiones de patrón deben darse con dos posiciones decimales o en números enteros comunes y fracciones al cero más cercano.

56. Para todas las dimensiones de maquinado deben usarse dimensiones decimales.

57. Debe evitarse la acumulación de tolerancias cuando esto afecte el ajuste de partes correspondientes.

9.44 ■ QUÉ HACER Y QUÉ NO HACER EN LA PRÁCTICA DEL DISEÑO

Las figuras 9.64 y 9.65 muestran algunos ejemplos donde el conocimiento de los procesos y las limitaciones de manufactura son esenciales para el buen diseño.

Muchas de las dificultades que se presentan para producir buenas fundiciones resultan de cambios abruptos en la sección o el grosor. En la figura 9.64, los grosores de costilla son uniformes, de manera que el metal fluirá con facilidad a todas las partes. Una regla general útil consiste en que los radios de los filetes sean iguales al grosor de costilla. Cuando es necesario unir un miembro delgado con uno más grueso, el miembro delgado debe engrosarse conforme se aproxima a la intersección (figura 9.64b).

En las figuras 9.64c, 9.64g y 9.64h se usa el escobillado para producir paredes con secciones más uniformes. La figura 9.64d muestra que es posible evitar un cambio abrupto en las secciones marcando las paredes más delgadas y dejando un collarín.

En las figuras 9.64c y 9.64f se muestran ejemplos en los que el diseño más recomendable tiende a permitir que las piezas fundidas se enfríen sin introducir tensiones internas. El diseño menos deseable tiene más probabilidad de romperse durante el enfriamiento, puesto que no se proporciona flexibilidad en el diseño. Los rayos curvos son preferibles a los rectos; asimismo, resulta más conveniente un número impar de rayos que uno par, porque así se evitan las tensiones directas a lo largo de rayos opuestos.

El diseño de una parte puede causar problemas y gastos innecesarios para el taller de patrones y la fundición sin ninguna ganancia para la utilidad del diseño. Por ejemplo, en los diseños indeseables de las figuras 9.64j y 9.64k, los moldes de una pieza no se retirarían de la arena, y se haría necesario el uso de moldes de dos piezas. En los ejemplos preferibles, el diseño es muy útil y conduce al trabajo económico tanto en el taller de moldeado como en la fundición.

Como la figura 9.65a lo muestra, puede usarse una pieza más delgada de la lámina metálica en existencia para ciertos diseños que pueden ligarse o traslaparse. En este caso, los estampados pueden traslaparse si se incrementa un poco la dimensión W, como lo muestra la figura. Con un arreglo de este tipo pueden realizarse grandes ahorros en el consumo de materiales.

El endurecimiento máximo que puede lograrse en el tratamiento térmico del acero depende del contenido de carbón del metal. Para obtener este endurecimiento, es necesario enfriarlo con rapidez o por inmersión, después de haberlo calentado a la temperatura requerida. En la práctica, frecuentemente resulta imposible enfriarlo por inmersión de manera uniforme debido al diseño. En el diseño de la figura 9.65b, la pieza es sólida y podría enfriarse muy bien en el exterior, pero permanecería suave y relativamente débil en el interior. Como se muestra en el ejemplo preferible, una pieza hueca puede enfriarse por inmersión tanto en el exterior como en el interior. Así, es posible que un eje hueco endurecido sea más fuerte que un eje sólido endurecido.

Como la figura 9.65c lo muestra, la adición de un rebajo redondeado, llamado ***cuello***, alrededor de un eje enseguida de una inflexión eliminará una dificultad práctica en la precisión del esmerilado. No sólo resulta más caro esmerilar una esquina interna aguda, sino que esas esquinas conducen con frecuencia a quebraduras y fallas.

El diseño a la derecha de la figura 9.65d elimina una costosa soldadura reforzada, la cual se requeriría para el diseño de la izquierda. El fuerte metal virgen con un radio generoso está presente en el punto en que la tensión parece ser más severa. Es posible hacer el diseño de la izquierda tan fuerte como el de la derecha, pero es más caro y requiere de habilidades expertas y equipo especial.

Es difícil taladrar en una superficie inclinada, como lo muestra la figura 9.65e. El taladrado, en cambio, se facilita considerablemente si se proporciona una saliente plana, como se ilustra a la derecha.

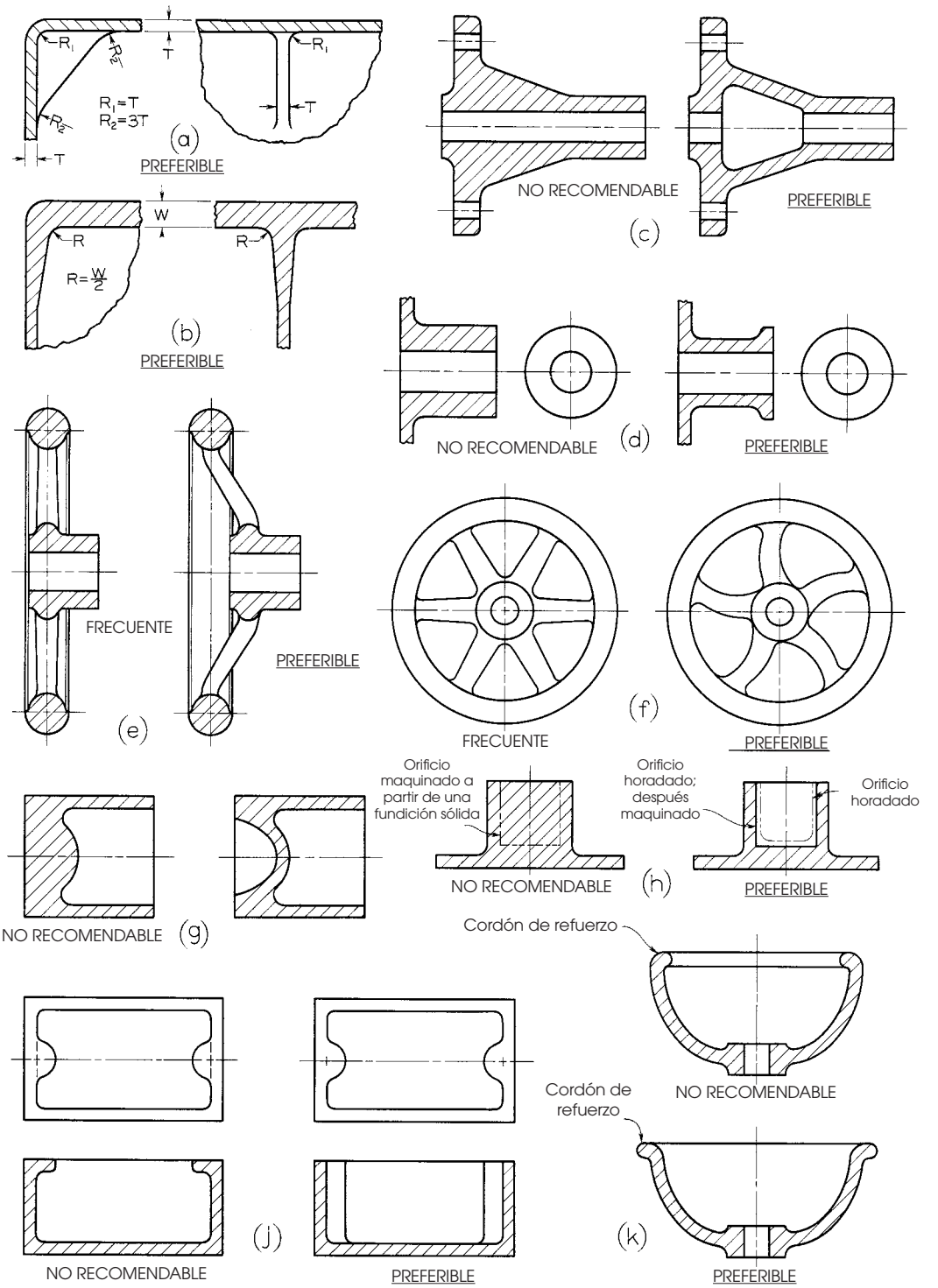
En la figura 9.65f, el diseño a la izquierda requiere un avellanado o escariado exacto de un agujero ciego en toda la parte plana inferior, lo cual es difícil y costoso. Resulta mejor taladrar a una mayor profundidad que la del orificio terminado, como se muestra a la derecha, para proporcionar espacio para la operación de herramientas y el emparejado.

En el ejemplo superior de la figura 9.65g, no puede realizarse el taladrado y el abocardado para el orificio en la pieza central, debido a la parte realzada en el extremo derecho. En el ejemplo aprobado, el extremo se rediseña para proporcionar acceso para la broca y el contrataladro.

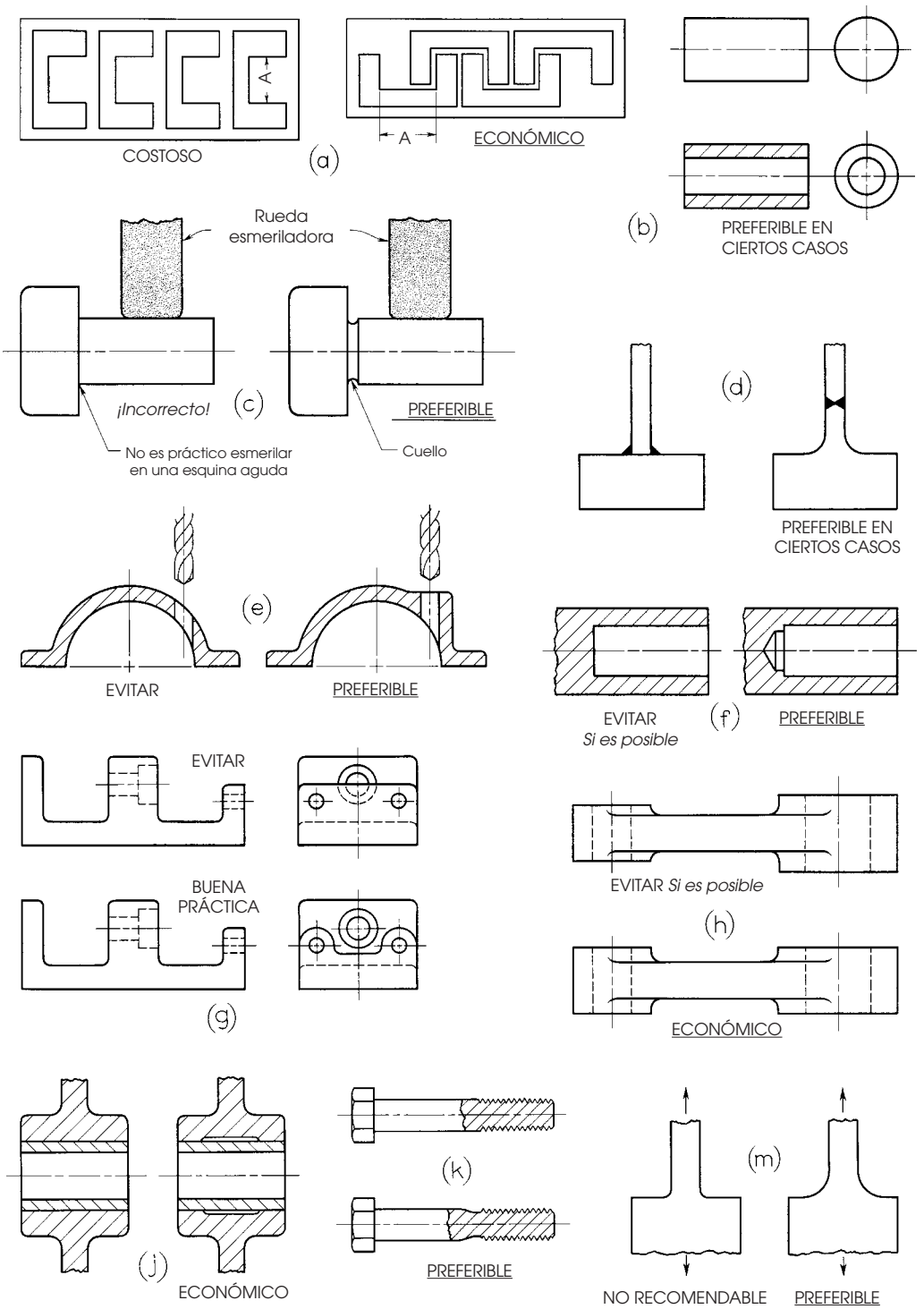
En el diseño superior de la figura 9.65h, los extremos no tienen la misma altura. Como resultado, cada superficie plana debe maquinarse de manera separada. En el diseño siguiente, los extremos tienen la misma altura, las superficies están alineadas de manera horizontal y son necesarias sólo dos operaciones de maquinado. Un buen diseño siempre se caracteriza por simplificar y limitar el maquinado tanto como sea posible.

El diseño de la derecha en la figura 9.65j requiere que la muesca sea perforada para toda la longitud y de esta manera reciba una boquilla a presión. Si el receso horadado se fabrica como se muestra en la figura, el tiempo de maquinado podría disminuirse (esta solución asume que durante su utilización se aplicarán cargas promedio).

En la figura 9.65k, el perno inferior que se muestra está encerrado en un redondeo no más profundo que la raíz de la rosca. Esto hace una transición suave para el pequeño diámetro en la raíz de las roscas y el diámetro grande del cuerpo del perno, lo que produce una menor



■ **FIGURA 9.64** ■ ¿Qué hacer y qué no hacer en el diseño de piezas fundidas?



■ **FIGURA 9.65** ■ ¿Qué hacer y qué no hacer en el diseño de piezas fundidas?

concentración de la tensión y un perno más fuerte. En general, se deben evitar las esquinas internas agudas porque éstas representan puntos de concentración de la tensión y de posible falla. En la figura 9.65m se jala una placa de acero de .25, como lo muestran las flechas; aumentando el radio de las esquinas internas se incrementa la fuerza de la placa debido a que la carga se distribuye sobre un área más grande.

Manos a la obra 9.3

Autoevaluación sobre dimensionamiento

Algunos de los siguientes enunciados son incorrectos.

Lea cada enunciado y seleccione falso o verdadero. Verifique sus respuestas consultando la sección referente a qué hacer y qué no hacer en el dimensionamiento, presentada en las páginas previas.

Verdadero	**Falso**	Las dimensiones no deben duplicarse, ni debe darse la misma información en dos formas diferentes.
Verdadero	**Falso**	Las dimensiones deben colocarse donde los elementos se muestren en su forma verdadera.
Verdadero	**Falso**	El personal de manufactura supondrá que un elemento está centrado.
Verdadero	**Falso**	Las dimensiones deben agruparse alrededor de una vista central, siempre que sea posible.
Verdadero	**Falso**	Nunca debe dibujarse una línea de dimensión a través de una cifra de dimensión.
Verdadero	**Falso**	Una línea de dimensión puede unirse de extremo a extremo con cualquier línea del dibujo.
Verdadero	**Falso**	Las líneas centrales no deben extenderse de vista a vista.
Verdadero	**Falso**	Las llamadas pueden hacerse horizontales o verticales.
Verdadero	**Falso**	Las barras de las fracciones nunca deben estar inclinadas excepto en áreas confinadas, como en tablas.
Verdadero	**Falso**	Las notas deben escribirse de manera horizontal, en forma vertical o formando un ángulo de 45° con la hoja.
Verdadero	**Falso**	Los tamaños de broca deben expresarse en decimales, proporcionando el diámetro.
Verdadero	**Falso**	Un valor de dimensión para un diámetro siempre debe estar precedido por el símbolo ∅.
Verdadero	**Falso**	Si es posible, los cilindros deben localizarse en las vistas rectangulares.
Verdadero	**Falso**	Para todas las dimensiones de maquinado deben utilizarse pulgadas.

PALABRAS CLAVE

AHUSAMIENTO POR UNIDAD DE DIÁMETRO
AHUSAMIENTO
BISELES
CHAFLÁN
CÍRCULO DE PERNOS
CONFIGURACIÓN
CUELLO
DIMENSIÓN DE REFERENCIA
DIMENSIONAMIENTO COMBINADO
DIMENSIONAMIENTO DECIMAL COMPLETO
DIMENSIONAMIENTO
DIMENSIONES CORRESPONDIENTES
DIMENSIONES DE LOCALIZACIÓN
DIMENSIONES DE TAMAÑO
EJE NEUTRAL
ESTIRAMIENTO
GRADO
INCLINACIÓN
LÍNEA CENTRAL DE DOBLEZ
LÍNEA CENTRAL
LÍNEA DE BASE
LÍNEA DE DIMENSIÓN
LÍNEA DE EXTENSIÓN

LÍNEA DE MOLDE EXTERIOR
LÍNEA DE MOLDE INTERIOR
LÍNEA DE MOLDE
LLAMADA
MARCA DE TERMINADO
METRO
METROS
MILÍMETROS
MOLETEADO
NOTAS LOCALES
PENDIENTE
PIES
PULGADAS DECIMALES
PULGADAS
PUNTAS DE MÁQUINA ESTÁNDAR
REFERENCIAS
RUGOSIDAD
SISTEMA ALINEADO
SISTEMA SI
SISTEMA UNIDIRECCIONAL
TEXTURA DE SUPERFICIE
TOLERANCIA DE DOBLEZ
YARDA

RESUMEN DEL CAPÍTULO

- Para incrementar la claridad de un dibujo, se le agregan dimensiones y notas que describen de manera precisa su tamaño, ubicación y proceso de manufactura.
- Los dibujos se escalan para ajustarse en una hoja de papel estándar. 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.
- Los tres tipos de escalas son la métrica, la de ingeniería y la de arquitectura.
- Las dimensiones y notas se colocan en los dibujos de acuerdo con los estándares prescritos.
- Las dimensiones mal colocadas en un dibujo se consideran tan erróneas como las dimensiones con números incorrectos.

PREGUNTAS DE REPASO

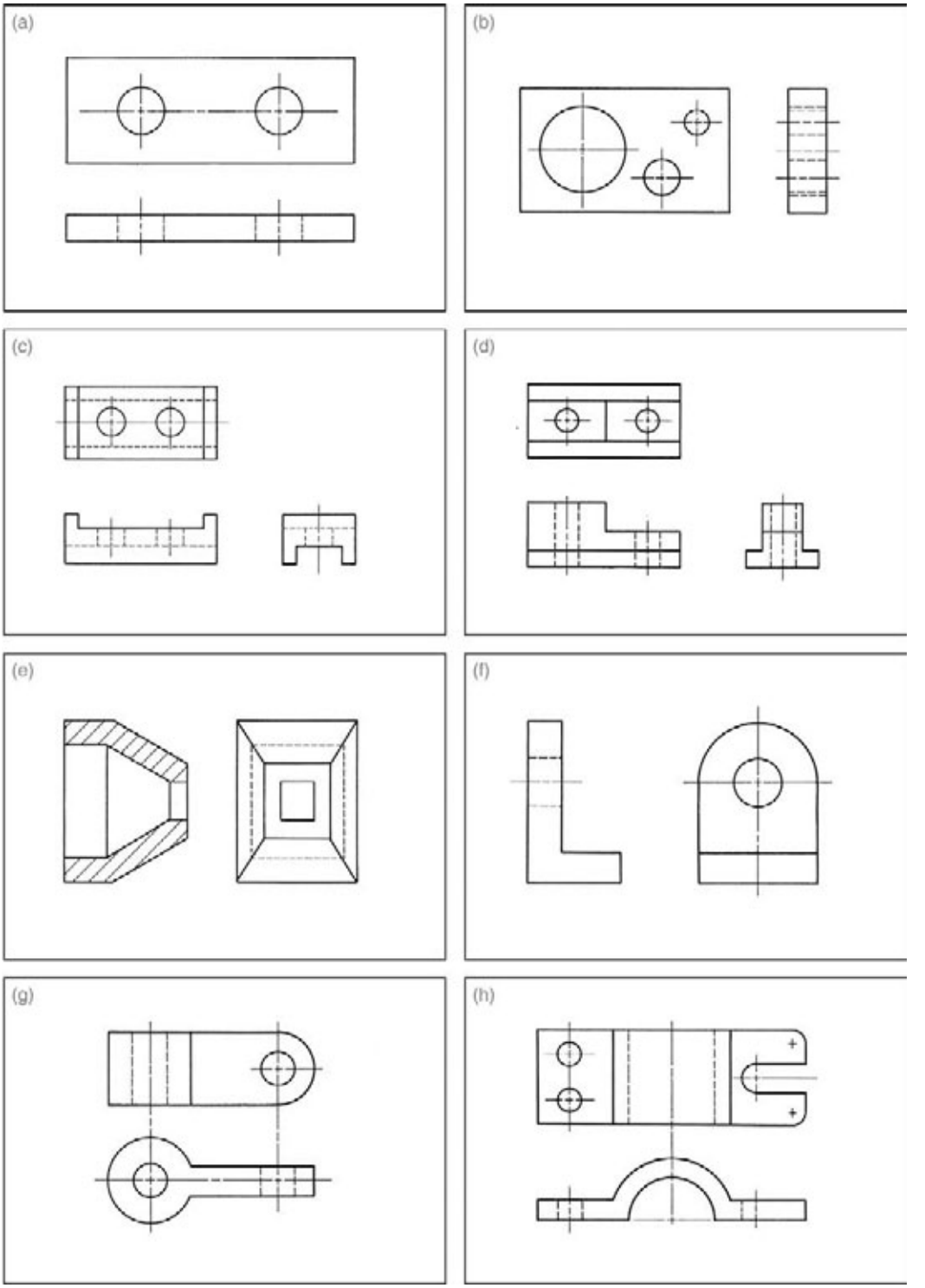
1. ¿Qué tipo de línea nunca debe ser cruzada por otra cuando se dimensiona un objeto?
2. ¿Cómo se utiliza el análisis geométrico en el dimensionamiento?
3. ¿Cuál es la diferencia entre una dimensión de tamaño y una dimensión de localización?
4. ¿Cuál sistema de dimensiones permite que éstas puedan leerse desde abajo y desde la derecha? ¿Cuándo puede leerse una dimensión desde la izquierda?
5. Bosqueje un ejemplo de dimensionamiento de un ángulo.
6. ¿Cuándo se utilizan las marcas de terminado? Dibuje dos tipos.
7. ¿Cómo se dimensionan los cilindros negativos y positivos? Dibuje ejemplos.
8. ¿Cómo se dimensionan los orificios y los arcos? Dibuje ejemplos.
9. ¿Para qué se usan son las notas y llamadas?
10. ¿Por qué es importante evitar la inclusión de dimensiones superfluas?

PROYECTOS DE DIMENSIONAMIENTO

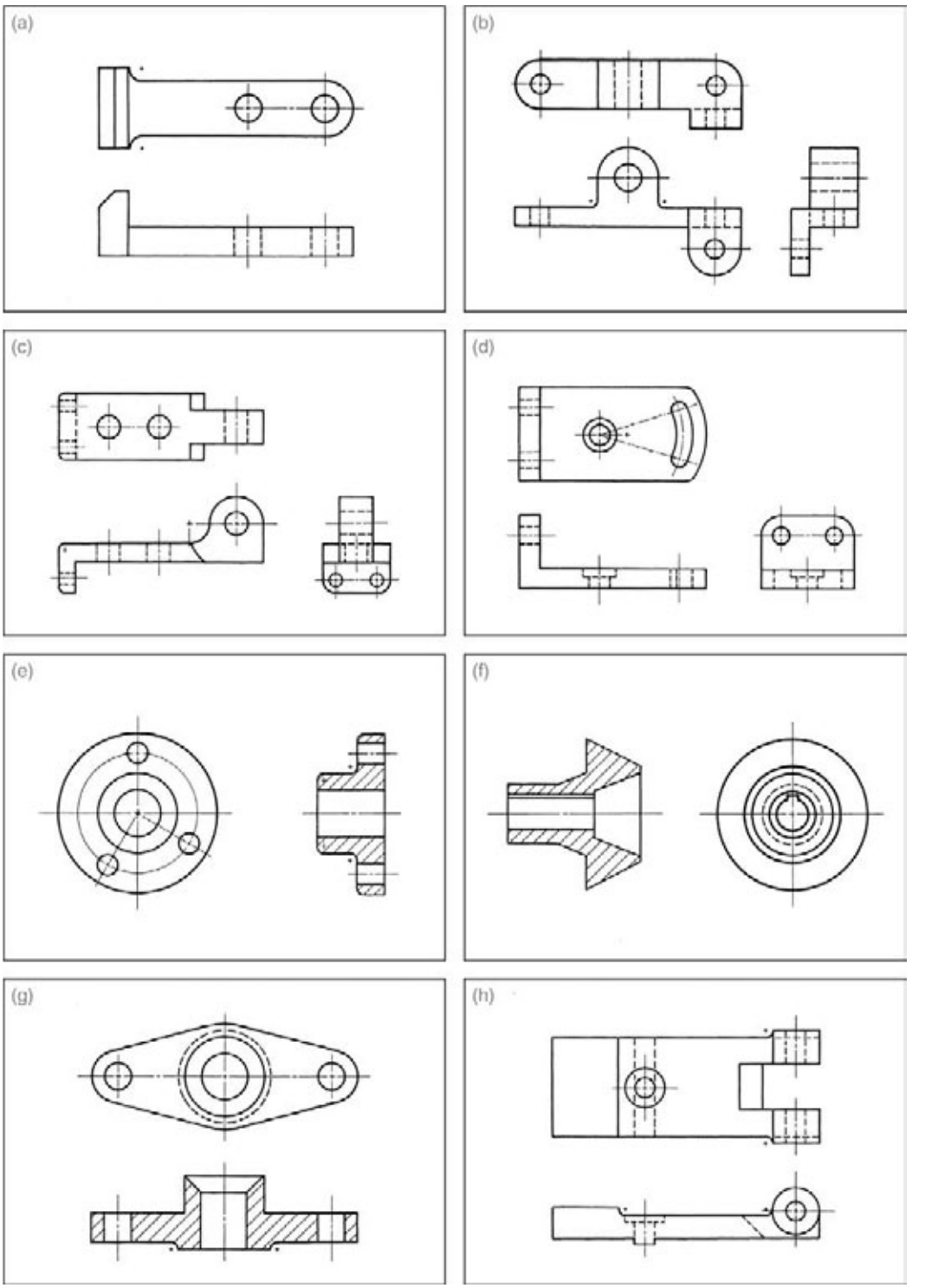
Practique el dimensionamiento utilizando los dibujos de trabajo asignados en otros capítulos. También se tiene cierto número de proyectos especiales de dimensionamiento en las figuras de la 9.66 a la 9.99. Los problemas están diseñados para el esquema A.3 (8.5 $\times$ 11 pulg) y deben bosquejarse y dimensionarse a una escala de tamaño completo. Puede utilizar el esquema A4-3 (297 $\times$ 420 mm) con los ajustes apropiados en la distribución del cuadro de títulos.

PROYECTO DE DISEÑO

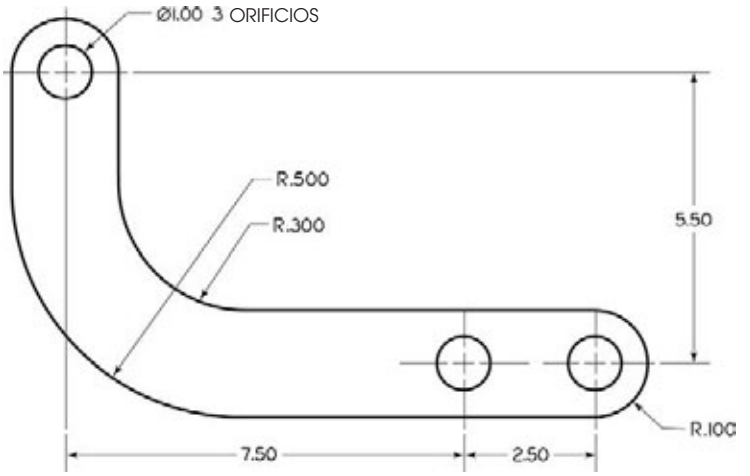
Diseñe un rompecabezas o juego de bolsillo con partes que puedan ensamblarse y desensamblarse, o que puedan acomodarse en una variedad de formas. El cubo de Rubik es un ejemplo de este tipo de acertijos, pero el suyo puede ser más simple (o más complejo). Considere los materiales y procesos que deben usarse para producir masivamente su acertijo. Bosqueje vistas ilustrativas y ortogonales con una escala a tamaño completo, donde especifique sus dimensiones de acuerdo con las prácticas aprendidas en este capítulo. Utilice una nota general donde especifique la tolerancia, el material y los terminados necesarios para fabricar las partes.



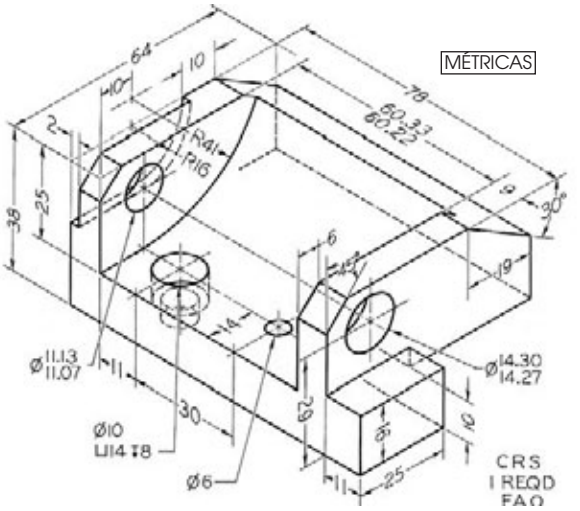
■ **FIGURA 9.66** ■ Utilice el esquema A-3 o A4-3 (ajustado), bosqueje o use CAD para dibujar las partes mostradas. Para determinar tamaños, haga dimensiones de la figura. Suponga que las partes se muestran aquí a la mitad de su tamaño. Según se asigne, dimensione el dibujo por completo con una cifra decimal para los milímetros o dos cifras decimales para las pulgadas, a tamaño completo. Para ver equivalencias de décimas de pulgada y milímetros, consulte la tercera de forros.



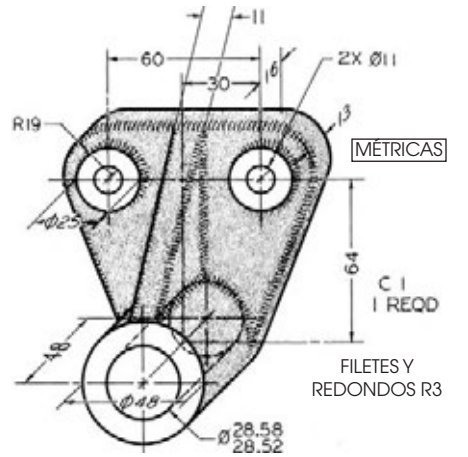
■ **FIGURA 9.67** ■ Utilice el esquema A-3 o A4-3 (ajustado), bosqueje o use CAD para dibujar las partes mostradas. Para determinar tamaños, haga mediciones de la figura. Suponga que las partes se muestran aquí a la mitad de su tamaño. Según se asigne, dimensione el dibujo por completo con una cifra decimal para los milímetros y dos cifras decimales para las pulgadas, a tamaño completo. Para ver equivalencias de décimas de pulgada y milímetros, consulte la tercera de forros.



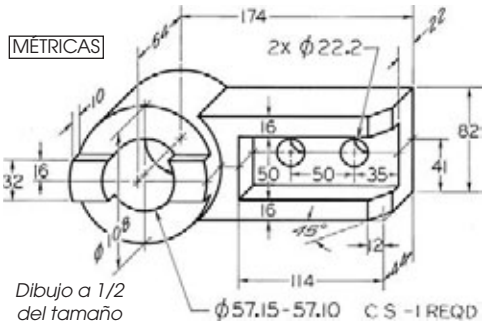
■ **FIGURA 9.68** ■ Utilice el esquema A-3 o A4-3 (ajustado), dibuje la LME y la LMI.



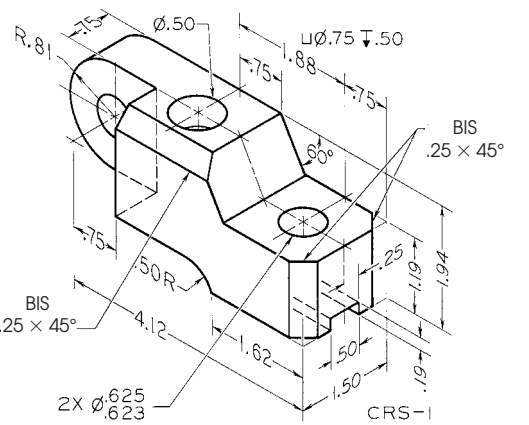
■ **FIGURA 9.69** ■ Bloque de gozne (esquema A-3).



■ **FIGURA 9.70** ■ Cojinete para varilla de alimentación (Esquema A-3).*

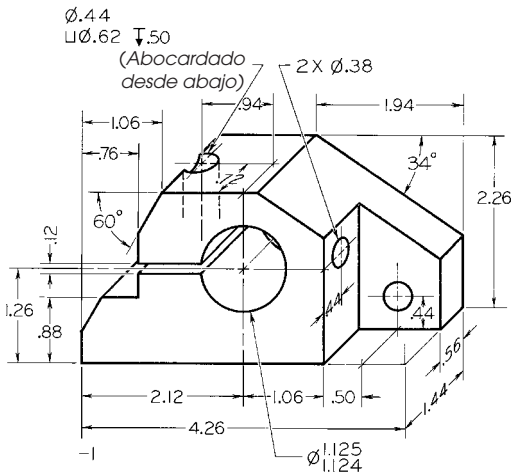


■ **FIGURA 9.71** ■ Cubo de palanca (Esquema A-3).*

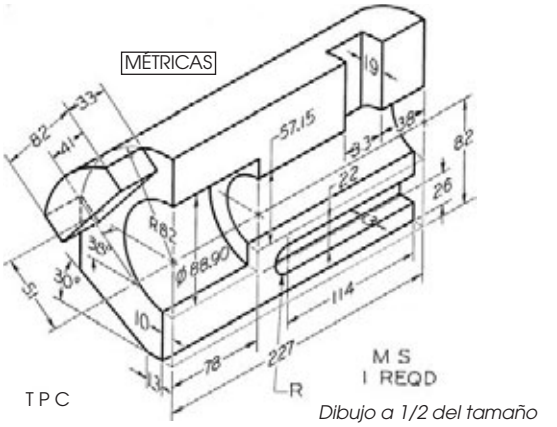


■ **FIGURA 9.72** ■ Brazo de vibrador (Esquema A-3).*

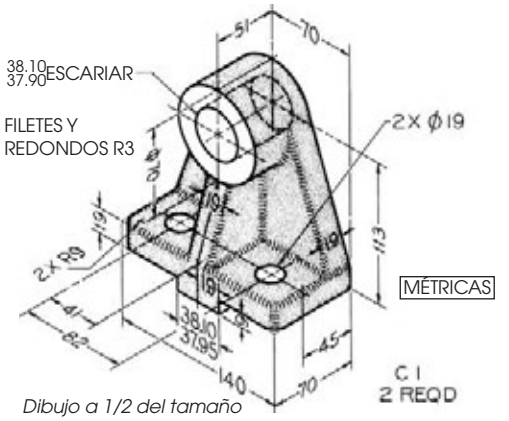
**Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Puede utilizar el esquema A4-3 (ajustado). Muestre todas las dimensiones y notas necesarias. Use dimensiones en milímetros o pulgadas decimales según lo asigne su profesor.*



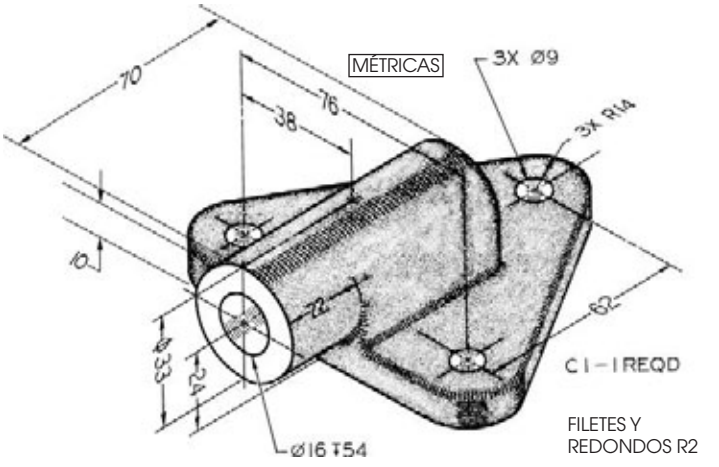
■ **FIGURA 9.73** ■ Palanca de embrague (Esquema A-3).*



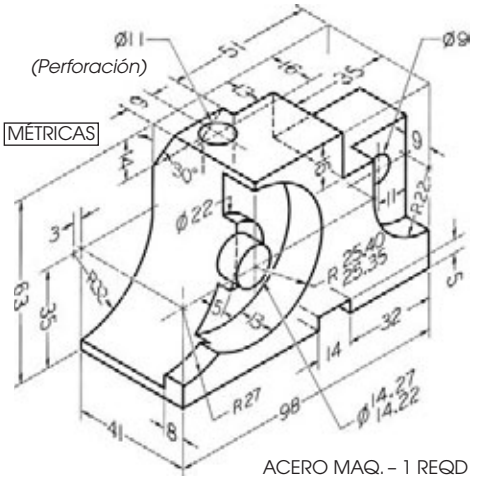
■ **FIGURA 9.76** ■ Bloque de control (Esquema A-3).*



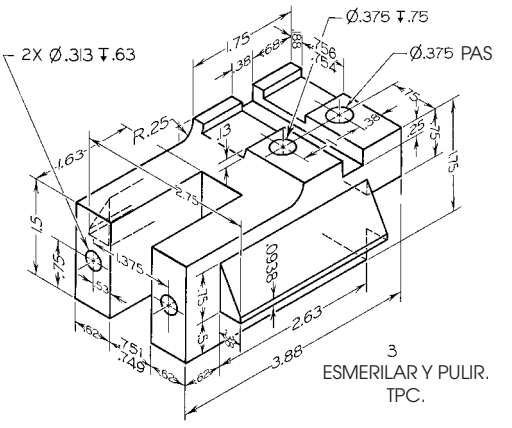
■ **FIGURA 9.74** ■ Ménsula de contra cojinete (Esquema A-3).*



■ **FIGURA 9.77** ■ Cojinete con boquilla (Esquema A-3).*

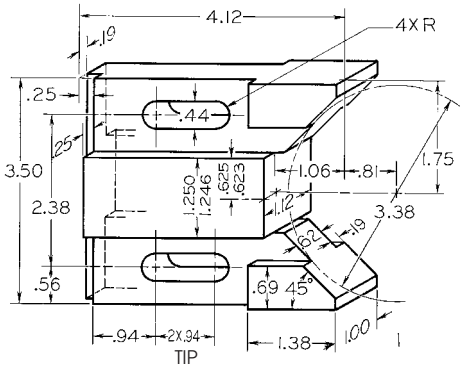


■ **FIGURA 9.75** ■ Caja de herramientas (Esquema A-3).*

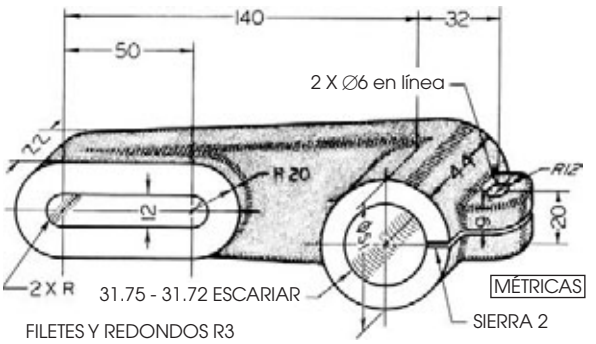


■ **FIGURA 9.78** ■ Caja de herramientas (Esquema A-3).*

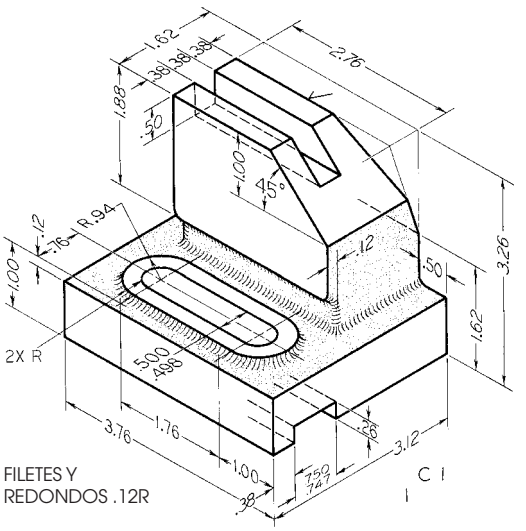
**Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Puede utilizar el esquema A4-3 (ajustado). Use dimensiones en milímetros o pulgadas decimales según lo asigne su profesor.*



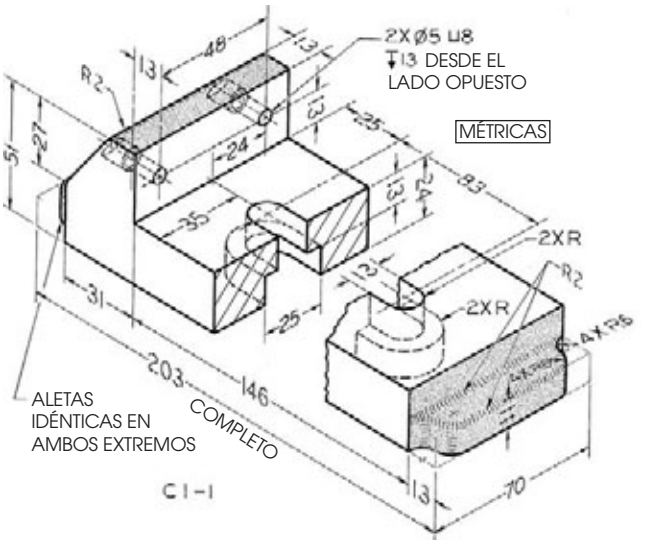
■ **FIGURA 9.79** ■ Bloque de localización en V (Esquema A-3).*



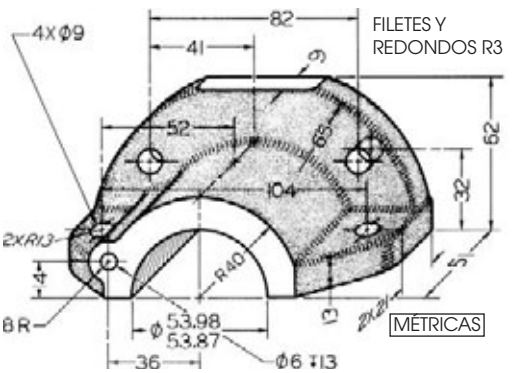
■ **FIGURA 9.80** ■ Ménsula de ancla (Esquema A-3).*



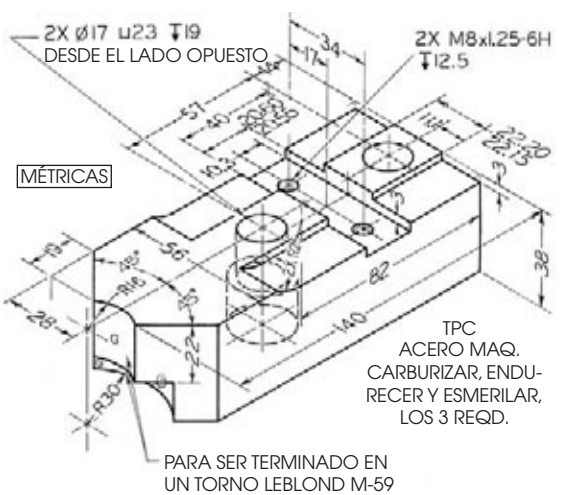
■ **FIGURA 9.81** ■ Ménsula de ancla (Esquema B-3).*



■ **FIGURA 9.82** ■ Base para prensa (Esquema B-3).*

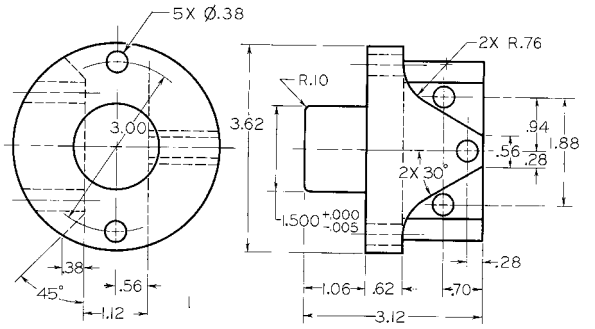


■ **FIGURA 9.83** ■ Protección contra polvo (Esquema B-3).*



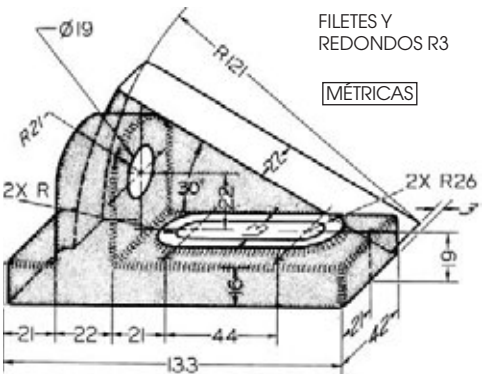
■ **FIGURA 9.84** ■ Quijada de sujeción (Esquema B-3).*

**Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Puede utilizar el esquema A4-3 (ajustado). Use dimensiones en milímetros o pulgadas decimales según lo asigne su profesor.*

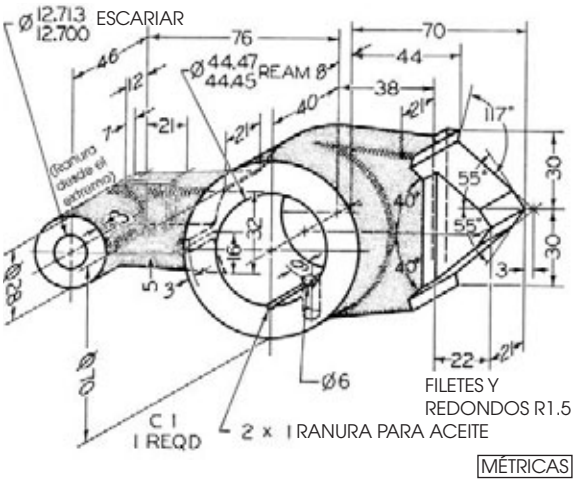


Vistas dadas: frontal y lateral izquierda.
Vistas requeridas: frontal, lateral derecha y superior.

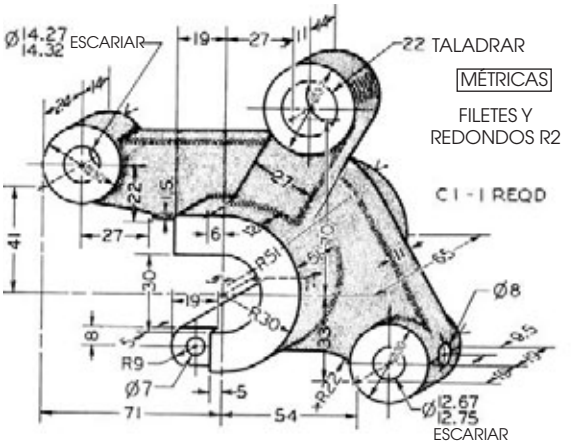
■ **FIGURA 9.85** ■ Caja (Esquema B-3).*



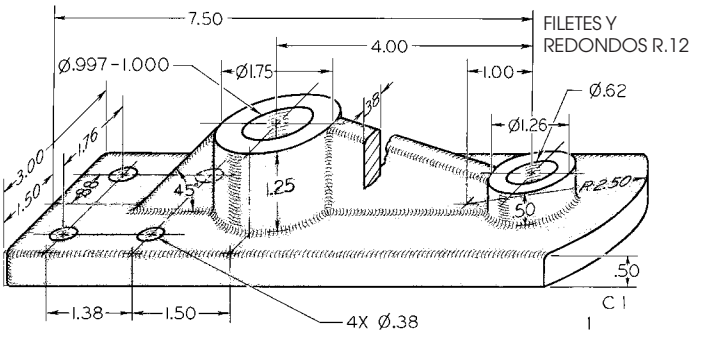
■ **FIGURA 9.86** ■ Cuña centradora (Esquema B-3).*



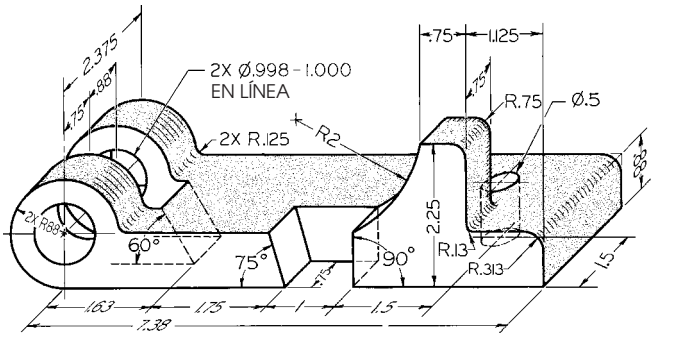
■ **FIGURA 9.87** ■ Palanca de cambios de un motor. Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema B-3 o A3-3).*



■ **FIGURA 9.88** ■ Rodillo en forma de boquilla—LH. Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema B-4 o A3-4 ajustado).*

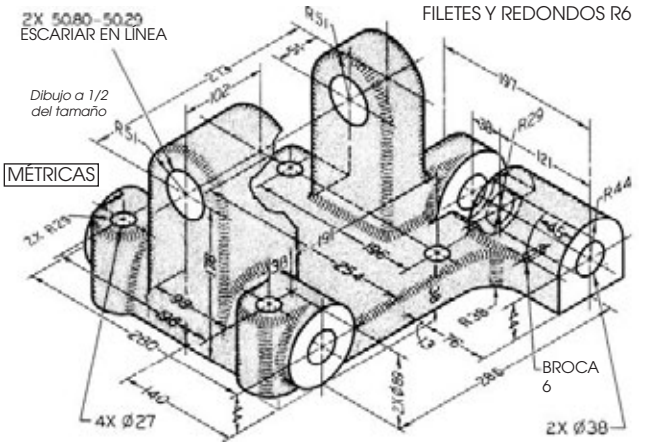


■ **FIGURA 9.89** ■ Base de tope.
Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema B-3 o A3-3).*

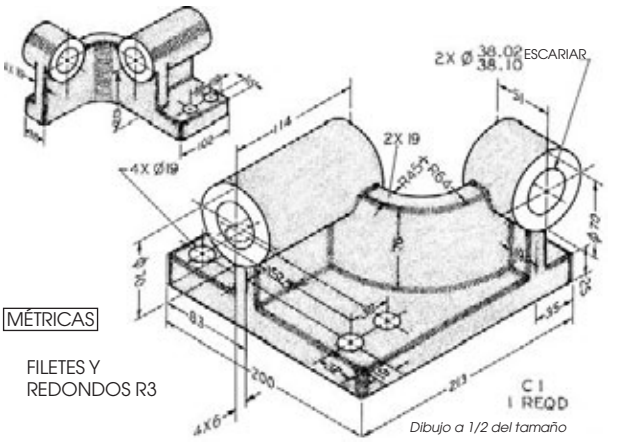


■ **FIGURA 9.90** ■ Base de gozne.
Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema B-3 o A3-3).*

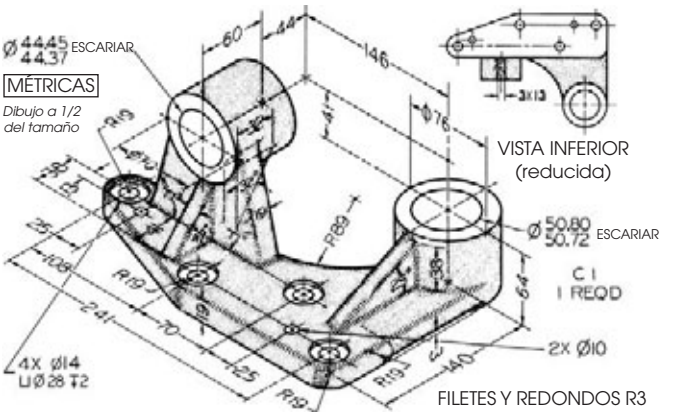
**Use dimensiones en milímetros o pulgadas decimales según lo asigne su profesor.*



■ **FIGURA 9.91** ■ Base de tope automática.
Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema C-3 o A2-3).*

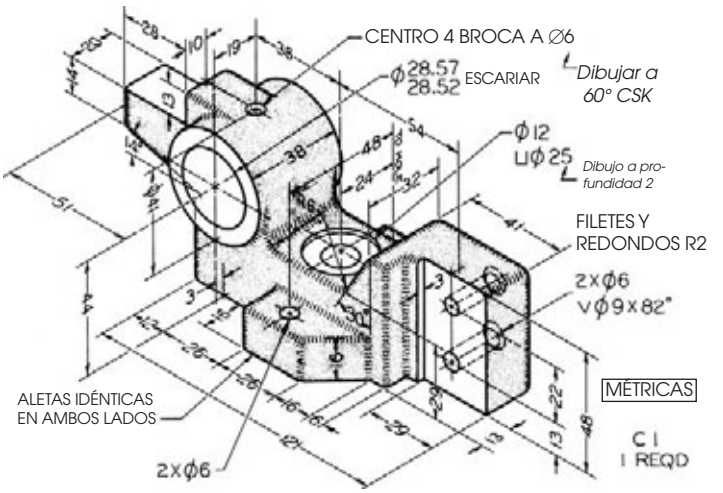


■ **FIGURA 9.92** ■ Ménsula de tornillos guía.
Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema C-3 o A2-3).*

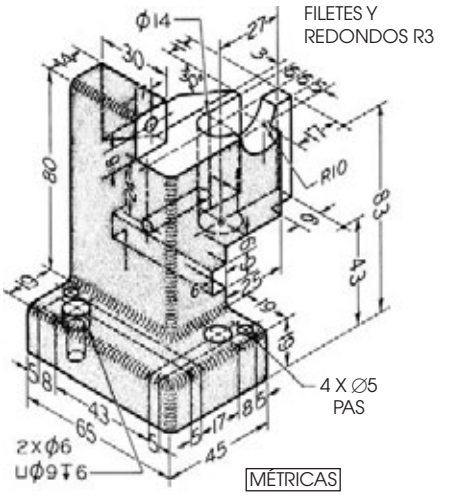


■ **FIGURA 9.93** ■ Ménsula de palanca.
Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema C-3 o A2-3).*

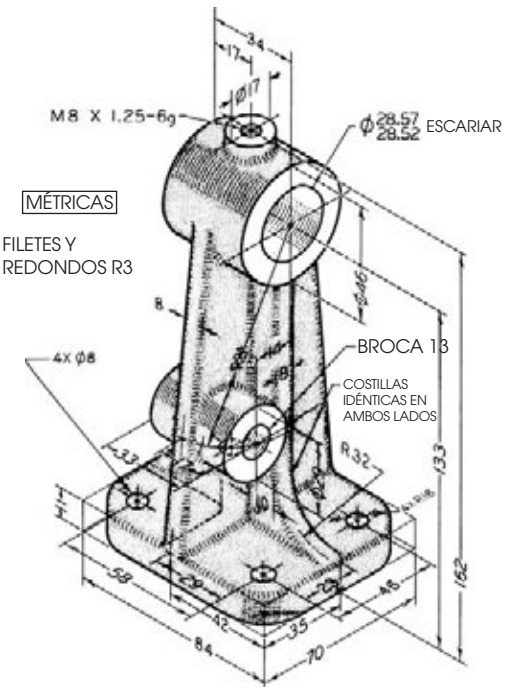
**Use dimensiones en milímetros o pulgadas decimales según lo asigne su profesor.*



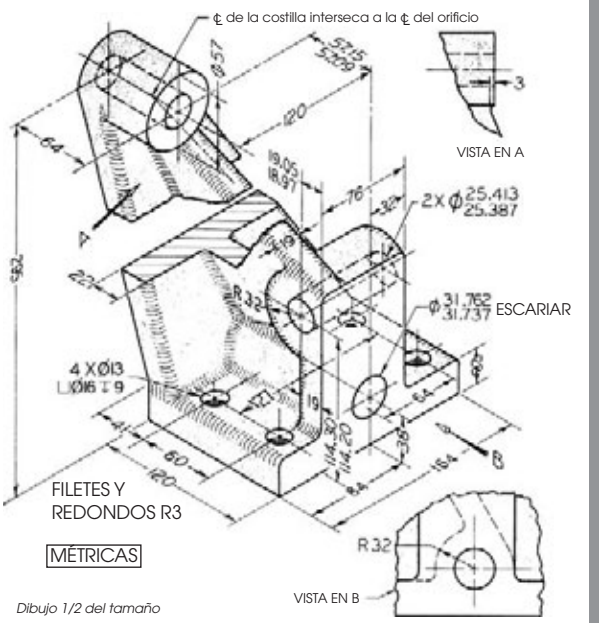
■ **FIGURA 9.94** ■ Centro de sujetador de rieles.
Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema B-3 o A3-3).*



■ **FIGURA 9.96** ■ Base de fijación. (Esquema C-4).*

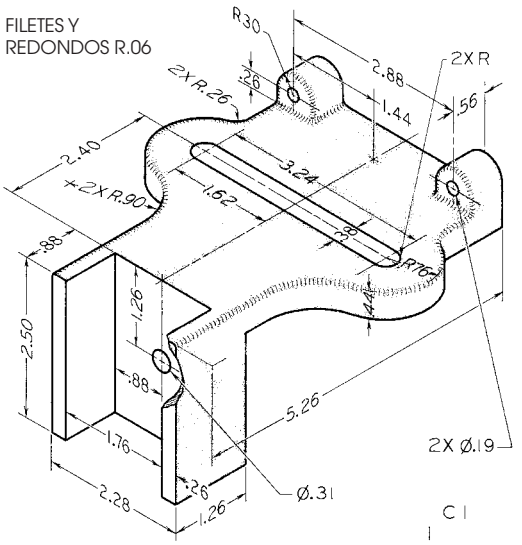


■ **FIGURA 9.95** ■ Ménsula de cojinete.
Dibuje o bosqueje las vistas necesarias (Esquema B-3 o A3-3).*

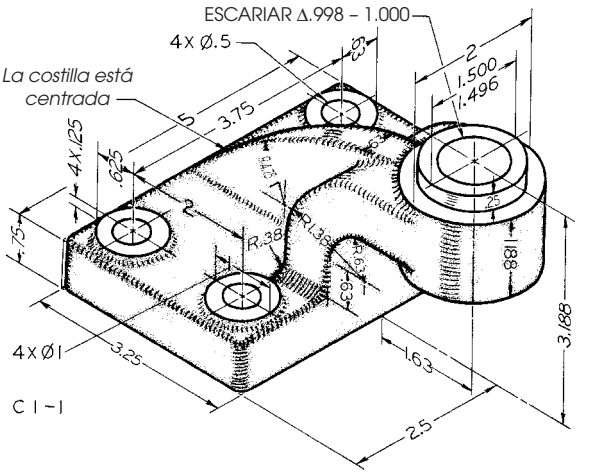


■ **FIGURA 9.97** ■ Base de eyector. (Esquema C-4).*

**Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Puede utilizar el esquema A2-4. Use dimensiones en milímetros o pulgadas decimales según lo asigne su profesor.*



■ **FIGURA 9.98** ■ Ménsula de tensión (Esquema C-4).*



■ **FIGURA 9.99** ■ Cojinete sesgado (Esquema C-4 o A2-4).*

**Dibuje o bosqueje las vistas necesarias. Puede utilizar el esquema A2-4. Use dimensiones en milímetros o pulgadas decimales según lo asigne su profesor.*