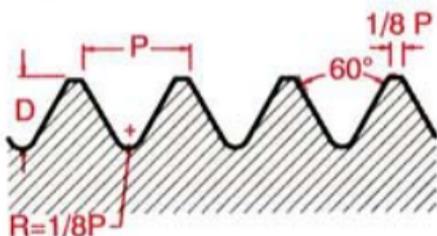
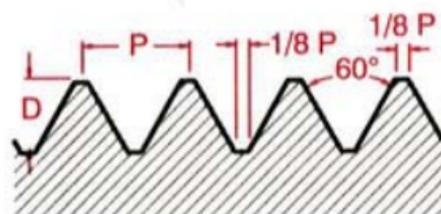


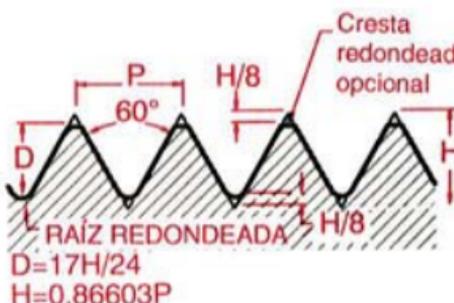
A) En V afilada



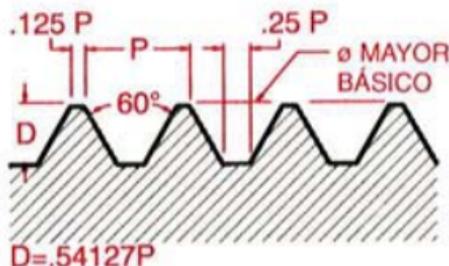
B) Redondeada nacional unificada



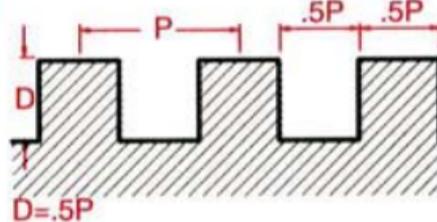
C) Nacional americana



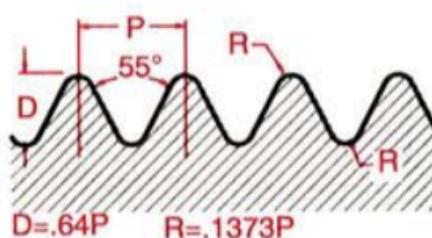
D) Unificada (externa)



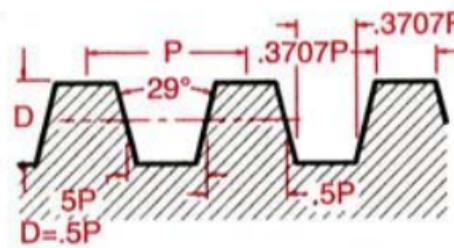
E) Métrica



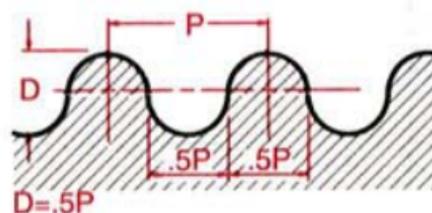
F) Cuadrada



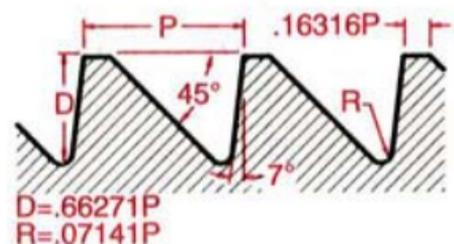
G) Whitworth estándar



H) Acme

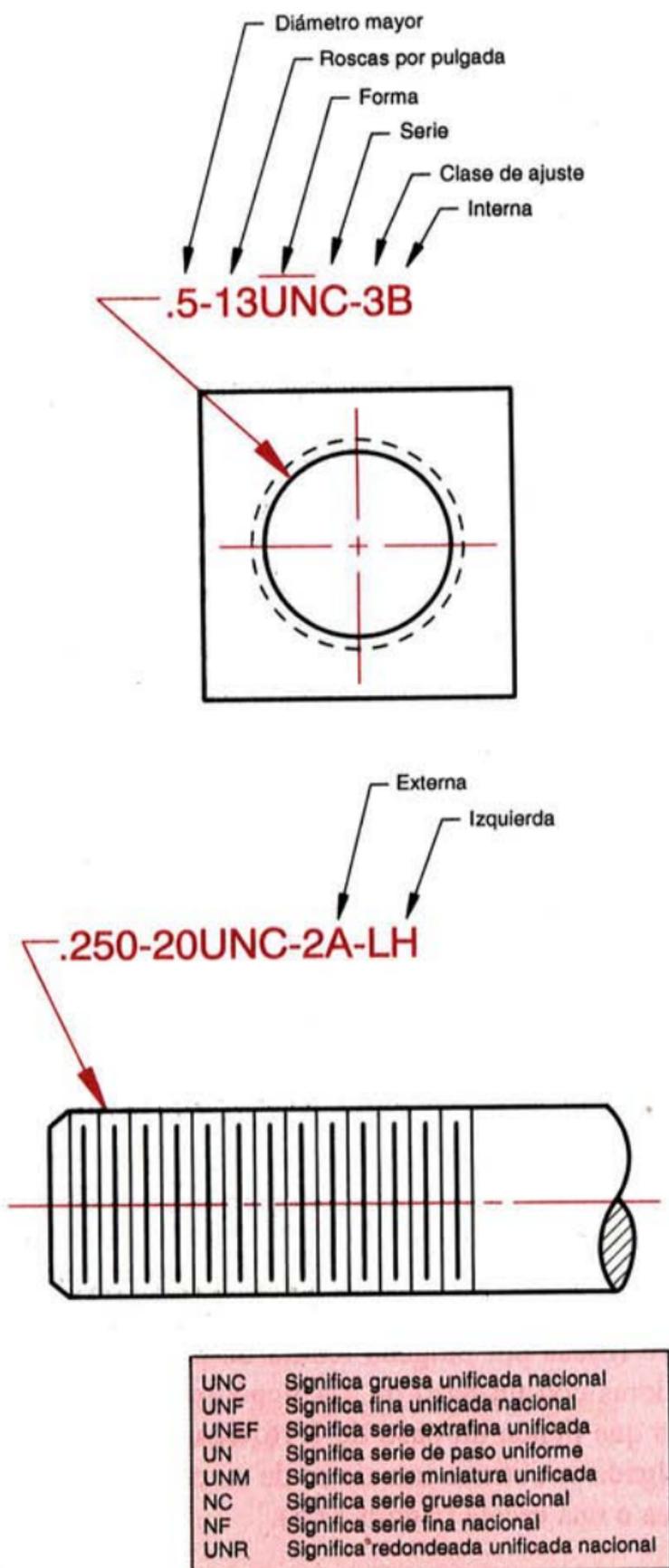


I) Nudillo



J) Trapezoidal

**Figura 17.3** Perfiles de rosca de tornillo estándar utilizados en la industria



**Figura 17.6** Nota de rosca estándar para sujetadores ingleses

| Grado SAE | Tamaño del perno (IN) | Resistencia a la tensión (KSI) | Resistencia a la deformación (KSI) | Resistencia al esfuerzo (KSI) | Material   | Marcado de la cabeza  |
|-----------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--|---|
| 1         | .25-1.5               | 60                             | 36                                 | 33                            | Acero con contenido de carbono bajo o mediano  |  |
| 2         | .25-.75               | 74                             | 57                                 | 55                            | Acero con contenido de carbono bajo o mediano  |   |
|           | >.75-1.5              | 60                             | 36                                 | 33                            | Acero con contenido de carbono bajo o mediano  |   |
| 4         | .25-1.5               | 115                            | 100                                | 65                            | Acero con contenido de carbono bajo o mediano  |  |
| 5         | .25-1                 | 120                            | 92                                 | 85                            | Acero con contenido de carbono medio, templado y revenido  |   |
|           | >1-1.5                | 105                            | 81                                 | 74                            |  |   |
| 5.2       | .25-1.5               | —                              | —                                  | —                             | Acero martensita con contenido bajo de carbono, templado y revenido  |  |
| 7         | .25-1.5               | 133                            | 115                                | 105                           | Aleación de acero con contenido medio de carbono, templada y revenida rosca rolada después de un tratamiento térmico |  |
| 8         | .25-1.5               | 150                            | 130                                | 120                           | Aleación de acero con contenido medio de carbono, templada y revenida  |  |
| 8.2       | .25-1.5               | —                              | —                                  | —                             | Acero martensita con contenido bajo de carbono, templado y revenido  |  |

**Figura 17.8** Grados SAE para sujetadores (SAE J429)

Cuanto mayor sea el número mayor será la resistencia del sujetador.

## Apéndice 7 Ajustes de corrida y deslizantes (RC) ANSI

### Ajustes de corrida y deslizantes (ANSI B4.1-1967, R1979)

Los límites de tolerancia proporcionados en la tabla se suman o se restan del tamaño básico (lo cual se indica con un signo + o -) para obtener los tamaños máximo y mínimo de las partes que acoplan.

| Escala del tamaño nominal, en pulgadas | Clase RC1  |                                  |                  | Clase RC2    |                                  |                  | Clase RC3   |                                  |                 | Clase RC4   |                                  |                |
|--|--|----------------------------------|------------------|--------------|----------------------------------|------------------|-------------|----------------------------------|-----------------|-------------|----------------------------------|----------------|
|  | Juego*   | Límites de tolerancia estándares |                  | Juego*       | Límites de tolerancia estándares |                  | Juego*      | Límites de tolerancia estándares |                 | Juego*      | Límites de tolerancia estándares |                |
|  |  | Agujero H5                       | Eje g4           |              | Agujero H6                       | Eje g5           |             | Agujero H7                       | Eje f6          |             | Agujero H8                       | Eje f7         |
| Desde hasta                            | Los valores que se muestran a continuación están en milésimas de pulgada |                                  |                  |              |                                  |                  |             |                                  |                 |             |                                  |                |
| 0- 0.12                                | 0.1<br>0.45  | + 0.2<br>0                       | - 0.1<br>- 0.25  | 0.1<br>0.55  | + 0.25<br>0                      | - 0.1<br>- 0.3   | 0.3<br>0.95 | + 0.4<br>0                       | - 0.3<br>- 0.55 | 0.3<br>1.3  | + 0.6<br>0                       | - 0.3<br>- 0.7 |
| 0.12- 0.24                             | 0.15<br>0.5  | + 0.2<br>0                       | - 0.15<br>- 0.3  | 0.15<br>0.65 | + 0.3<br>0                       | - 0.15<br>- 0.35 | 0.4<br>1.12 | + 0.5<br>0                       | - 0.4<br>- 0.7  | 0.4<br>1.6  | + 0.7<br>0                       | - 0.4<br>- 0.9 |
| 0.24- 0.40                             | 0.2<br>0.6   | + 0.25<br>0                      | - 0.2<br>- 0.35  | 0.2<br>0.85  | + 0.4<br>0                       | - 0.2<br>- 0.45  | 0.5<br>1.5  | + 0.6<br>0                       | - 0.5<br>- 0.9  | 0.5<br>2.0  | + 0.9<br>0                       | - 0.5<br>- 1.1 |
| 0.40- 0.71                             | 0.25<br>0.75   | + 0.3<br>0                       | - 0.25<br>- 0.45 | 0.25<br>0.95 | + 0.4<br>0                       | - 0.25<br>- 0.55 | 0.6<br>1.7  | + 0.7<br>0                       | - 0.6<br>- 1.0  | 0.6<br>2.3  | + 1.0<br>0                       | - 0.6<br>- 1.3 |
| 0.71- 1.19                             | 0.3<br>0.95  | + 0.4<br>0                       | - 0.3<br>- 0.55  | 0.3<br>1.2   | + 0.5<br>0                       | - 0.3<br>- 0.7   | 0.8<br>2.1  | + 0.8<br>0                       | - 0.8<br>- 1.3  | 0.8<br>2.8  | + 1.2<br>0                       | - 0.8<br>- 1.6 |
| 1.19- 1.97                             | 0.4<br>1.1   | + 0.4<br>0                       | - 0.4<br>- 0.7   | 0.4<br>1.4   | + 0.6<br>0                       | - 0.4<br>- 0.8   | 1.0<br>2.6  | + 1.0<br>0                       | - 1.0<br>- 1.6  | 1.0<br>3.6  | + 1.6<br>0                       | - 1.0<br>- 2.0 |
| 1.97- 3.15                             | 0.4<br>1.2   | + 0.5<br>0                       | - 0.4<br>- 0.7   | 0.4<br>1.6   | + 0.7<br>0                       | - 0.4<br>- 0.9   | 1.2<br>3.1  | + 1.2<br>0                       | - 1.2<br>- 1.9  | 1.2<br>4.2  | + 1.8<br>0                       | - 1.2<br>- 2.4 |
| 3.15- 4.73                             | 0.5<br>1.5   | + 0.6<br>0                       | - 0.5<br>- 0.9   | 0.5<br>2.0   | + 0.9<br>0                       | - 0.5<br>- 1.1   | 1.4<br>3.7  | + 1.4<br>0                       | - 1.4<br>- 2.3  | 1.4<br>5.0  | + 2.2<br>0                       | - 1.4<br>- 2.8 |
| 4.73- 7.09                             | 0.6<br>1.8   | + 0.7<br>0                       | - 0.6<br>- 1.1   | 0.6<br>2.3   | + 1.0<br>0                       | - 0.6<br>- 1.3   | 1.6<br>4.2  | + 1.6<br>0                       | - 1.6<br>- 2.6  | 1.6<br>5.7  | + 2.5<br>0                       | - 1.6<br>- 3.2 |
| 7.09- 9.85                             | 0.6<br>2.0   | + 0.8<br>0                       | - 0.6<br>- 1.2   | 0.6<br>2.6   | + 1.2<br>0                       | - 0.6<br>- 1.4   | 2.0<br>5.0  | + 1.8<br>0                       | - 2.0<br>- 3.2  | 2.0<br>6.6  | + 2.8<br>0                       | - 2.0<br>- 3.8 |
| 9.85-12.41                             | 0.8<br>2.3   | + 0.9<br>0                       | - 0.8<br>- 1.4   | 0.8<br>2.9   | + 1.2<br>0                       | - 0.8<br>- 1.7   | 2.5<br>5.7  | + 2.0<br>0                       | - 2.5<br>- 3.7  | 2.5<br>7.5  | + 3.0<br>0                       | - 2.5<br>- 4.5 |
| 12.41-15.75                            | 1.0<br>2.7   | + 1.0<br>0                       | - 1.0<br>- 1.7   | 1.0<br>3.4   | + 1.4<br>0                       | - 1.0<br>- 2.0   | 3.0<br>6.6  | + 2.2<br>0                       | - 3.0<br>- 4.4  | 3.0<br>8.7  | + 3.5<br>0                       | - 3.0<br>- 5.2 |
| 15.75-19.69                            | 1.2<br>3.0   | + 1.0<br>0                       | - 1.2<br>- 2.0   | 1.2<br>3.8   | + 1.6<br>0                       | - 1.2<br>- 2.2   | 4.0<br>8.1  | + 2.5<br>0                       | - 4.0<br>- 5.6  | 4.0<br>10.5 | + 4.0<br>0                       | - 4.0<br>- 6.5 |

Véase las notas de pie de página al final de la tabla.

## Apéndice 11 Ajustes forzados y por contracción (FN) ANSI

Ajustes forzados y por contracción estándar ANSI (ANSI B4.1-1967, R1979)

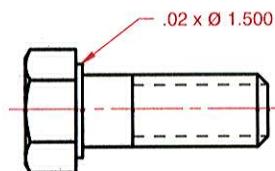
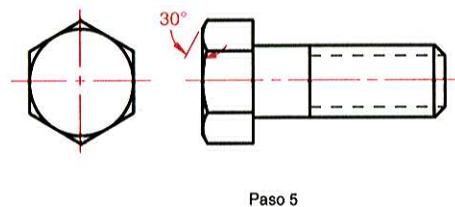
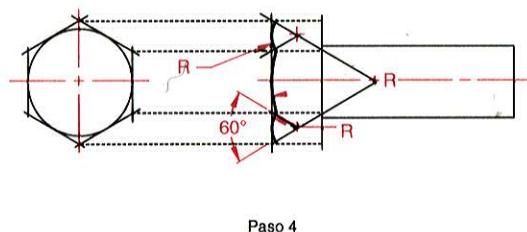
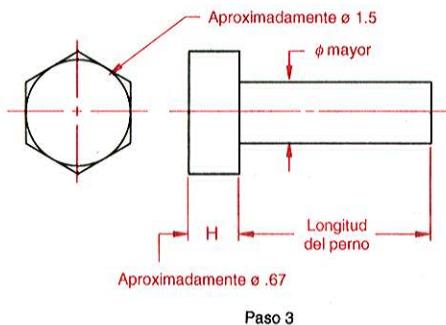
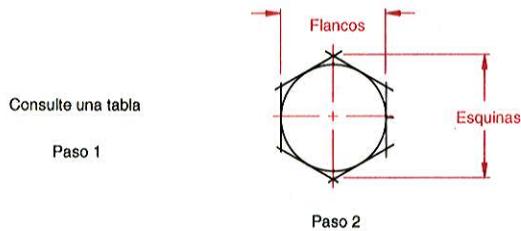
| Escala del tamaño nominal, en pulgadas | Clase FN1  |                                  |                 | Clase FN2      |                                  |                 | Clase FN3      |                                  |                | Clase FN4      |                                  |                 | Clase FN5      |                                  |                |
|--|--|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------------|----------------|
|  | Interferencia*   | Límites de tolerancia estándares |                 | Interferencia* | Límites de tolerancia estándares |                 | Interferencia* | Límites de tolerancia estándares |                | Interferencia* | Límites de tolerancia estándares |                 | Interferencia* | Límites de tolerancia estándares |                |
|  |  | Agujero H6                       | Eje             |                | Agujero H7                       | Eje s6          |                | Agujero H7                       | Eje t6         |                | Agujero H7                       | Eje u6          |                | Agujero H8                       | Eje x7         |
| Desde hasta                            | Los valores que aparecen a continuación se encuentran en milésimas de pulgada. |                                  |                 |                |                                  |                 |                |                                  |                |                |                                  |                 |                |                                  |                |
| 0-0.12                                 | 0.05<br>0.5  | + 0.25<br>0                      | + 0.5<br>+ 0.3  | 0.2<br>0.85    | + 0.4<br>0                       | + 0.85<br>+ 0.6 |                |                                  |                | 0.3<br>0.95    | + 0.4<br>0                       | + 0.95<br>+ 0.7 | 0.3<br>1.3     | + 0.6<br>0                       | + 1.3<br>+ 0.9 |
| 0.12-0.24                              | 0.1<br>0.6   | + 0.3<br>0                       | + 0.6<br>+ 0.4  | 0.2<br>1.0     | + 0.5<br>0                       | + 1.0<br>+ 0.7  |                |                                  |                | 0.4<br>1.2     | + 0.5<br>0                       | + 1.2<br>+ 0.9  | 0.5<br>1.7     | + 0.7<br>0                       | + 1.7<br>+ 1.2 |
| 0.24-0.40                              | 0.1<br>0.75  | + 0.4<br>0                       | + 0.75<br>+ 0.5 | 0.4<br>1.4     | + 0.6<br>0                       | + 1.4<br>+ 1.0  |                |                                  |                | 0.6<br>1.6     | + 0.6<br>0                       | + 1.6<br>+ 1.2  | 0.5<br>2.0     | + 0.9<br>0                       | + 2.0<br>+ 1.4 |
| 0.40-0.56                              | 0.1<br>0.8   | + 0.4<br>0                       | + 0.8<br>+ 0.5  | 0.5<br>1.6     | + 0.7<br>0                       | + 1.6<br>+ 1.2  |                |                                  |                | 0.7<br>1.8     | + 0.7<br>0                       | + 1.8<br>+ 1.4  | 0.6<br>2.3     | + 1.0<br>0                       | + 2.3<br>+ 1.6 |
| 0.56-0.71                              | 0.2<br>0.9   | + 0.4<br>0                       | + 0.9<br>+ 0.6  | 0.5<br>1.6     | + 0.7<br>0                       | + 1.6<br>+ 1.2  |                |                                  |                | 0.7<br>1.8     | + 0.7<br>0                       | + 1.8<br>+ 1.4  | 0.8<br>2.5     | + 1.0<br>0                       | + 2.5<br>+ 1.8 |
| 0.71-0.95                              | 0.2<br>1.1   | + 0.5<br>0                       | + 1.1<br>+ 0.7  | 0.6<br>1.9     | + 0.8<br>0                       | + 1.9<br>+ 1.4  |                |                                  |                | 0.8<br>2.1     | + 0.8<br>0                       | + 2.1<br>+ 1.6  | 1.0<br>3.0     | + 1.2<br>0                       | + 3.0<br>+ 2.2 |
| 0.95-1.19                              | 0.3<br>1.2   | + 0.5<br>0                       | + 1.2<br>+ 0.8  | 0.6<br>1.9     | + 0.8<br>0                       | + 1.9<br>+ 1.4  | 0.8<br>2.1     | + 0.8<br>0                       | + 2.1<br>+ 1.6 | 1.0<br>2.3     | + 0.8<br>0                       | + 2.3<br>+ 1.8  | 1.3<br>3.3     | + 1.2<br>0                       | + 3.3<br>+ 2.5 |
| 1.19-1.58                              | 0.3<br>1.3   | + 0.6<br>0                       | + 1.3<br>+ 0.9  | 0.8<br>2.4     | + 1.0<br>0                       | + 2.4<br>+ 1.8  | 1.0<br>2.6     | + 1.0<br>0                       | + 2.6<br>+ 2.0 | 1.5<br>3.1     | + 1.0<br>0                       | + 3.1<br>+ 2.5  | 1.4<br>4.0     | + 1.6<br>0                       | + 4.0<br>+ 3.0 |
| 1.58-1.97                              | 0.4<br>1.4   | + 0.6<br>0                       | + 1.4<br>+ 1.0  | 0.8<br>2.4     | + 1.0<br>0                       | + 2.4<br>+ 1.8  | 1.2<br>2.8     | + 1.0<br>0                       | + 2.8<br>+ 2.2 | 1.8<br>3.4     | + 1.0<br>0                       | + 3.4<br>+ 2.8  | 2.4<br>5.0     | + 1.6<br>0                       | + 5.0<br>+ 4.0 |
| 1.97-2.56                              | 0.6<br>1.8   | + 0.7<br>0                       | + 1.8<br>+ 1.3  | 0.8<br>2.7     | + 1.2<br>0                       | + 2.7<br>+ 2.0  | 1.3<br>3.2     | + 1.2<br>0                       | + 3.2<br>+ 2.5 | 2.3<br>4.2     | + 1.2<br>0                       | + 4.2<br>+ 3.5  | 3.2<br>6.2     | + 1.8<br>0                       | + 6.2<br>+ 5.0 |
| 2.56-3.15                              | 0.7<br>1.9   | + 0.7<br>0                       | + 1.9<br>+ 1.4  | 1.0<br>2.9     | + 1.2<br>0                       | + 2.9<br>+ 2.2  | 1.8<br>3.7     | + 1.2<br>0                       | + 3.7<br>+ 3.0 | 2.8<br>4.7     | + 1.2<br>0                       | + 4.7<br>+ 4.0  | 4.2<br>7.2     | + 1.8<br>0                       | + 7.2<br>+ 6.0 |
| 3.15-3.94                              | 0.9<br>2.4   | + 0.9<br>0                       | + 2.4<br>+ 1.8  | 1.4<br>3.7     | + 1.4<br>0                       | + 3.7<br>+ 2.8  | 2.1<br>4.4     | + 1.4<br>0                       | + 4.4<br>+ 3.5 | 3.6<br>5.9     | + 1.4<br>0                       | + 5.9<br>+ 5.0  | 4.8<br>8.4     | + 2.2<br>0                       | + 8.4<br>+ 7.0 |
| 3.94-4.73                              | 1.1<br>2.6   | + 0.9<br>0                       | + 2.6<br>+ 2.0  | 1.6<br>3.9     | + 1.4<br>0                       | + 3.9<br>+ 3.0  | 2.6<br>4.9     | + 1.4<br>0                       | + 4.9<br>+ 4.0 | 4.6<br>6.9     | + 1.4<br>0                       | + 6.9<br>+ 6.0  | 5.8<br>9.4     | + 2.2<br>0                       | + 9.4<br>+ 8.0 |

Véase las notas de pie de página al final de la tabla.

## Apéndice 12 Descripción de ajustes preferidos métricos

| SÍMBOLO ISO              |                    | DESCRIPCIÓN |  |             |                     |
|--------------------------|--------------------|-------------|--|-------------|---------------------|
| Agujero básico           | Eje básico         |             |  |             |                     |
| Ajustes con juego        | H11/c11            | C11/h11     | Ajuste de <i>corrida floja</i> para una amplia gama de tolerancias o juegos comerciales sobre miembros externos.   | Mayor juego |                     |
|                          | H9/d9              | D9/h9       | Ajuste de <i>corrida libre</i> para uso en situaciones donde la exactitud no es esencial, adecuado para grandes variaciones de temperatura, altas velocidades de operación y fuertes presiones de trabajo. |             |                     |
|                          | H8/f7              | F8/h7       | Ajuste de <i>corrida de precisión</i> para máquinas que requieren de gran exactitud, así como para un posicionamiento exacto a velocidades y presiones de trabajo moderadas.                               |             |                     |
|                          | H7/g6              | G7/h6       | Ajuste <i>deslizante</i> sin marcha libre pero que permiten libremente movimientos y giros, así como el posicionamiento exacto.  |             |                     |
| Ajustes de transición    | H7/h6              | H7/h6       | Ajuste de <i>posición con juego</i> que proporciona un ajuste sin holgura para posicionar piezas estacionarias; aunque puede montarse y desmontarse libremente.  |             | Mayor interferencia |
|                          | H7/k6              | K7/h6       | Ajuste de <i>posición con transición</i> para posicionamiento exacto, constituye un compromiso entre el juego y la interferencia.  |             |                     |
|                          | H7/n6              | N7/h6       | Ajuste de <i>posición con transición</i> para posicionamiento de mayor exactitud donde se permite una interferencia mayor.   |             |                     |
| Ajustes de interferencia | H7/p6 <sup>1</sup> | P7/h6       | Ajuste de <i>posición con interferencia</i> para piezas que requieren rigidez y alineación entre sí, con prioridad en la exactitud de la posición; aunque sin requerimientos especiales de presión.        |             | Mayor interferencia |
|                          | H7/s6              | S7/h6       | Ajuste <i>mediano</i> para piezas de acero ordinario o ajustes por contracción en secciones ligeras, el ajuste más apretado se usa con el hierro fundido.  |             |                     |
|                          | H7/u6              | U7/h6       | Ajuste <i>forzado</i> para piezas que pueden resistir grandes esfuerzos, o para ajuste por contracción donde las fuerzas de presión requeridas son imprácticas.  |             |                     |

<sup>1</sup>Ajuste de transición para tamaños básicos en el intervalo de 0 a 3 mm.



cabeza del perno de modo que en los dibujos no se confundan las cabezas hexagonales con las cuadradas.

**Paso 3.** Trace el contorno de la vista de perfil del perno, utilizando para ello líneas de construcción. Para el eje, utilice 1" para el diámetro mayor. La longitud del perno no está estandarizada a causa de la gran variedad disponible; por tanto, utilice la carta de la figura 17.28 como guía para determinar los incrementos en la longitud del perno para diferentes diámetros. La longitud del perno siempre se mide desde la superficie inferior de la cabeza hasta el final de la parte con rosca del perno. Para este ejemplo, se utilizará una longitud de 3". Dibuje la vista de perfil de la cabeza, ya sea leyendo el valor correspondiente en la columna Altura básica de la tabla o mediante el empleo de una técnica de aproximación gráfica, la cual es  $H$  (altura) =  $2/3 D$  (profundidad). Los dos métodos dan como resultado una cabeza con una altura de .67".

**Paso 4.** Establezca los detalles de la cabeza hexagonal en la vista de perfil proyectando las líneas que representan las esquinas a partir de la vista de extremo, y entonces dibuje líneas de 60 grados desde las esquinas superior e inferior y cruzándolas sobre el eje. La intersección se encuentra en el centro de un arco, cuyo radio es igual a la distancia desde el extremo superior del sujetador hasta el punto de intersección. Trace un arco a través de la cabeza, como se muestra en el paso 4 de la figura 17.26. Dibuje líneas de construcción a 60 grados a partir de las primeras líneas de construcción a 60 grados, que pasen por las líneas proyectadas por las esquinas. Dibuje dos o más arcos desde las intersecciones de las líneas de 60 grados.

**Paso 5.** Utilice una línea tangente de 30 grados para dar un chaflán a las esquinas de la cabeza del perno. Remarque todas las líneas del objeto y después añada líneas de rayas para una representación simplificada de la parte con rosca del sujetador. En la tabla de la figura 17.27, lea la columna Longitud de la rosca, y entonces dibuje la longitud hasta 2.250". Como alternativa, utilice la técnica de aproximación gráfica para pernos con una longitud menor de 6", cifra que es igual a  $\text{longitud de la rosca} = 2d$  (diámetro) +  $1/4$ . Cualquiera de los métodos dará como resultado 2.250" para la longitud de la rosca del perno.

**Paso 6.** Si el perno tiene una cabeza hexagonal terminada, añada la cara de arandela a la parte de abajo de la cabeza. La cara queda representada con un espesor de .02" y una longitud de 1.500 pulgadas.

**Pernos de cabeza cuadrada** Se va a dibujar un perno de cabeza cuadrada con un diámetro mayor igual a .500 pulgadas, y con una longitud de 2.25 pulgadas. Utilice los siguientes pasos y la figura 17.29 como guía.

#### Dibujo de un perno de cabeza cuadrada

**Paso 1.** Consulte en el estándar ANSI B18.2.1-1981, *American National Standard and Unified Square and Heavy Hex Bolts*, las dimensiones necesarias para dibujar un perno hexagonal de 1/2" (figura 17.30). El renglón sombreado de la tabla es el que corresponde a un perno hexagonal de 1/2".

**Figura 17.26** Pasos utilizados para dibujar un perno de cabeza hexagonal

| SÍMBOLOS DE TEXTURA DE SUPERFICIE Y DE CONSTRUCCIÓN |   |
|---|---|
| Símbolo   | Significado   |
|   | Símbolo básico de textura de superficie. La superficie puede producirse con cualquier método, salvo cuando se especifica una barra o un círculo.  |
|   | Se requiere la eliminación de material mediante maquinado. La barra horizontal indica la cantidad a eliminar, en milímetros, por el maquinado para producir la superficie y que es necesario proporcionar material para dicho propósito.  |
| 3.5   | Eliminación de sobreespesor. El número indica la cantidad a eliminar por el maquinado, en milímetros (o pulgadas). Pueden añadirse tolerancias al valor básico mostrado o en una nota general.  |
|   | Eliminación de material prohibido. El círculo en la v indica que la superficie debe producirse mediante un proceso tal como el vaciado, la forja, el terminado en frío, troquelado, pulvimetalurgia, o moldeado por inyección, sin ninguna eliminación subsecuente de material.       |
|   | Símbolo de textura de superficie. Se utiliza cuando se especifica cualquier característica de la superficie, ya sea encima de la línea horizontal o a la derecha del símbolo. La superficie puede producirse con cualquier método, salvo cuando se especifique la barra o el círculo. |
|   | Las proporciones recomendadas para el dibujo del símbolo de la textura de la superficie son las mostradas con anterioridad. La altura de la letra y el ancho de la línea deberán ser iguales a los de las cotas y las líneas de cota.   |

Figura 18.57 Símbolos de textura de superficie y de construcción

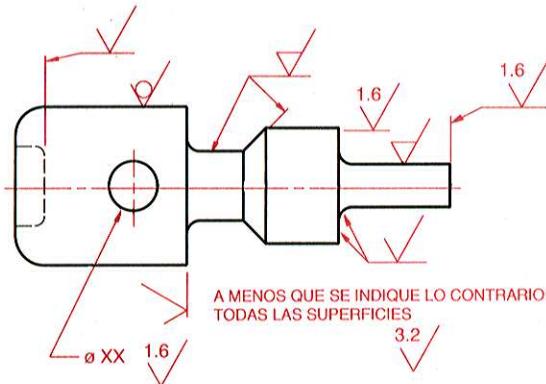


Figura 18.59 Aplicación de los símbolos de superficie a una pieza simple

| SÍMBOLOS DE COLOCACIÓN |   |   |
|------------------------|---|---|
| Símbolo                | Significado   | Ejemplo que muestra la dirección de las marcas de herramienta |
| =                      | Colocar de manera aproximadamente paralela a la línea que representa la superficie a la que se aplica el símbolo.             |   |
| ⊥                      | Colocar de manera aproximadamente perpendicular a la línea que representa la superficie a la que se aplica el símbolo.        |   |
| X                      | Colocar de forma angular en ambas direcciones respecto a la línea que representa la superficie a la que se aplica el símbolo. |   |
| M                      | Colocación multidireccional.  |   |
| C                      | Colocar aproximadamente en forma circular respecto al centro de la superficie a la que se aplica el símbolo.                  |   |
| R                      | Colocar aproximadamente en forma circular respecto al centro de la superficie a la que se aplica el símbolo.                  |   |
| P                      | Colocación particular, no direccional, o protuberante.  |   |

Figura 18.58 Símbolos para colocación de textura de superficie especiales

| APLICACIÓN AL SÍMBOLO DE LOS VALORES DE TEXTURA DE LA SUPERFICIE |  |
|--|--|
| 1.6  | La clasificación de la rugosidad promedio se coloca a la izquierda de la línea más grande. La especificación de una sola clasificación indica el valor máximo, con lo que cualquier valor menor que éste se considera aceptable. La especificación es en micrómetros (micropulgadas).  |
| 1.6  0.8   | La especificación de los valores máximo y mínimo de la rugosidad indican el intervalo permitido de rugosidad. La especificación es en micrómetros (micropulgadas).   |
| 0.8  0.005-5   | La clasificación de la variación de la altura es la primera que se coloca encima de la extensión horizontal. Cualquier clasificación menor que ésta será aceptable. La especificación se realiza en milímetros (pulgadas). La clasificación del espaciamiento entre ondulaciones es la segunda que se coloca encima de la extensión horizontal y a la derecha de la clasificación de la variación de la altura. Cualquier clasificación menor que ésta será aceptable. La especificación se hace en milímetros (pulgadas). |
| 3.5  1.6   | Para producir la superficie es necesario eliminar material mediante una operación de maquinado. La cantidad proporcionada de material en exceso para eliminar se especifica a la izquierda del extremo corto del símbolo. La especificación se hace en milímetros (pulgadas).  |
| 1.6  | Prohibida la eliminación de material.  |
| 0.8  ⊥   | La designación de la colocación está indicada por el símbolo de colocación ubicado a la derecha de la línea más larga.   |
| 0.8  2.5   | La clasificación de la longitud de muestreo de la rugosidad o de clasificación de corte se pone abajo de la extensión horizontal. Cuando no se muestra ningún valor, entonces se supone que éste es igual a 0.80 mm (0.030 pulgadas). La especificación se hace en milímetros (pulgadas).  |
| 0.8  ⊥ 0.5   | Cada vez que se requiera el espaciamiento máximo de la rugosidad, deberá ponerse a la derecha del símbolo de colocación. Cualquier clasificación menor se considera como aceptable. La especificación se hace en milímetros (pulgadas).  |

Figura 18.60 Valores de textura de superficie y símbolos relacionados

| Proceso                          | RUGOSIDAD PROMEDIO Ra — MICRÓMETROS $\mu\text{m}$ (MICROPULGADAS $\mu\text{pulgadas.}$ ) |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------------|--|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                  | 50   | 25     | 12.5  | 6.3   | 3.2   | 1.6  | 0.80 | 0.40 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.012 |
|                                  | (2000)   | (1000) | (500) | (250) | (125) | (63) | (32) | (16) | (8)  | (4)  | (2)  | (1)   | (0,5) |
| Corte con soplete                |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Desbastado                       |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Aserrado                         |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Cepillado, conformado            |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Taladrado                        |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Fresado químico                  |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Maquinado por descarga eléctrica |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Fresado                          |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Mandrinado                       |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Escariado                        |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Rayo de electrones               |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Láser                            |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Electromecánico                  |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Perforado, torneado              |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Acabado cilíndrico               |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Esmerilado electrolítico         |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Bruñido con rodillos             |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Esmerilado                       |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Rectificado                      |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Electropulido                    |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Pulido                           |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Recubrimiento                    |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Superterminado                   |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Vaciado en arena                 |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Laminado en caliente             |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Forja                            |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Vaciado en molde permanente      |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Vaciado por revestimiento        |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Extrusión                        |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Laminado en frío, estirado       |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Vaciado en troquel               |  |        |       |       |       |      |      |      |      |      |      |       |       |

Los intervalos mostrados son comunes en los procesos que aparecen listados. Pueden obtenerse valores mayores o menores bajo condiciones especiales.

CLAVE  Aplicación promedio  Aplicación menos frecuente

**Figura 18.61** Rugosidad de la superficie producida por los métodos de producción más comunes

**Maquinado ultrasónico (USM, por sus siglas en inglés):** crea una forma con una herramienta que vibra con una frecuencia muy alta y que aprovecha la acción de corte de una pasta abrasiva. Este proceso se utiliza para crear agujeros ciegos y pasantes, ranuras y formas irregulares. Entre los demás procesos relacionados con éste se incluyen el maquinado giratorio ultrasónico (RUM, por sus siglas en inglés) y el maquinado asistido por ultrasonido (UAM, por sus siglas en inglés).

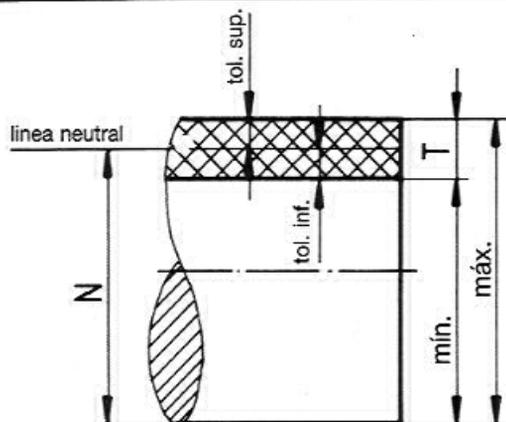
**Maquinado electromecánico (EMM, por sus siglas en inglés):** mejora las técnicas de maquinado tradicionales mediante la aplicación de un voltaje controlado a través de la interfaz entre la herramienta y un electrolito.

## 18.10.2 Maquinado eléctrico

Las dos categorías básicas de maquinado eléctrico son las siguientes:

**Esmerilado por descarga electroquímica (ECDG, por sus siglas en inglés):** proceso que utiliza una corriente pulsante de gran amperaje, que pasa de una rueda de grafito a una pieza de trabajo cargada positivamente. Entre las variaciones de este proceso se incluyen el esmerilado electroquímico (ECG, por sus siglas en inglés) y el rectificado electroquímico (ECH, por sus siglas en inglés).

# Tolerancias



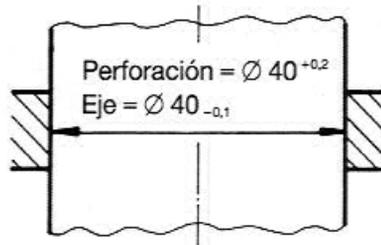
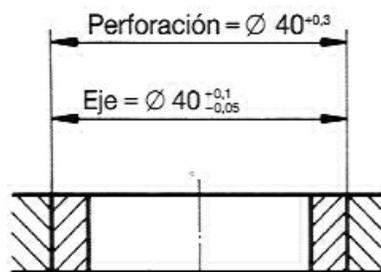
| Medida tolerada                 | Ejemplo |      |      |      |
|---------------------------------|---------|------|------|------|
|                                 | a       | b    | c    | d    |
| N = medida nominal              | 30      | 30   | 30   | 30   |
| tol. sup. = tolerancia superior | +0,03   | -0,1 | +0,1 | 0    |
| tol. inf. = tolerancia inferior | -0,02   | -0,2 | -0,1 | -0,1 |
| máx. = medida máxima            | 30,03   | 29,9 | 30,1 | 30   |
| mín. = medida mínima            | 29,98   | 29,8 | 29,9 | 29,9 |
| T = tolerancia                  | 0,05    | 0,1  | 0,2  | 0,1  |

a)  $30 \begin{matrix} +0,03 \\ -0,02 \end{matrix}$

b)  $30 \begin{matrix} -0,1 \\ -0,2 \end{matrix}$

c)  $30 \pm 0,1$

d)  $30 \begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$



Las discrepancias permitidas (tolerancias) pueden agregarse a la medida nominal.

Las tolerancias se anotan con cifras más pequeñas (no menos de 2,5 mm). La tolerancia superior sobre y la tolerancia inferior bajo la línea de cota. El signo antepuesto es irrelevante.

Tolerancias iguales se combinan en una cifra con ambos signos.

La tolerancia 0 puede omitirse, si se excluyen malentendidos.

En piezas ensambladas se anota la cota de la parte exterior (agujero) siempre sobre la cota de la parte interior (eje) con su denominación, p.ej. perforación, eje, parte, número etc.

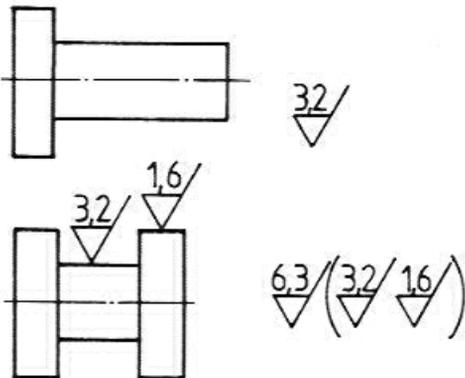
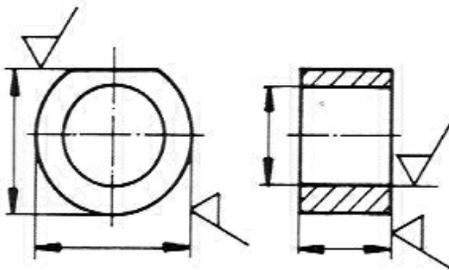
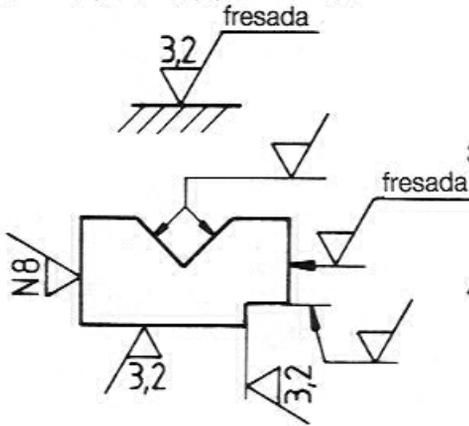
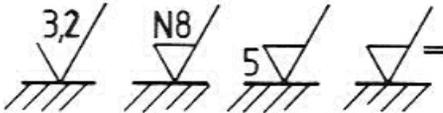
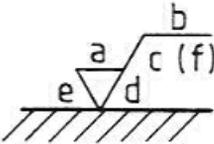
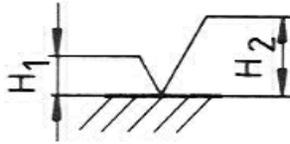
Si para una parte es necesaria sólo una tolerancia, porque la otra es 0, se traza sólo una línea de cota.

## Tolerancia de cotas libres

| Grado exact. | Margen de medida nominal (mm) |             |              |                |                 |                  |
|--------------|-------------------------------|-------------|--------------|----------------|-----------------|------------------|
|              | 0,5 hasta 3                   | > 3 hasta 6 | > 6 hasta 30 | > 30 hasta 120 | > 120 hasta 315 | > 315 hasta 1000 |
| fino ±       | 0,05                          | 0,05        | 0,1          | 0,15           | 0,2             | 0,3              |
| medio ±      | 0,1                           | 0,1         | 0,2          | 0,3            | 0,5             | 0,8              |
| grueso ±     | 0,15                          | 0,2         | 0,5          | 0,8            | 1,2             | 2                |
| muy grueso ± | -                             | 0,5         | 1            | 1,5            | 2               | 3                |

Cotas libres son cotas sin tolerancia especificada. Según DIN 7168 hay 4 grados de exactitud: *fino*, *medio*, *grueso*, *muy grueso*. El grado de exactitud se anota en el dibujo.

# Acabado de superficies (ISO 1302)



1. El símbolo básico consta de dos líneas de diferente longitud (relación 1:2), con una inclinación recíproca de 60°. Debe usarse sólo cuando se aclara su significado.

$H_1 = 5 \text{ mm}$ ;  $H_2 = 10 \text{ mm}$   
ancho de la línea = 0,35 mm; altura de la escritura = 3,5 mm

2. Cada uno de los datos relativos al acabado de superficie debe colocarse junto al símbolo respectivo.

- a) grado de rugosidad  $R_a$  en  $\mu\text{m}$  o tipos de rugosidad N 1 – N 12
- b) proceso de fabricación, tratamiento de la superficie, revestimiento
- c) distancia de referencia en mm
- d) dirección de las estrías
- e) demasía de mecanizado en mm

3. Características especiales se anotan sobre una línea adicional del lado *más largo*. La anotación sin abreviatura especifica el estado *final* de la superficie.

4. Los símbolos y escrituras deben ser legibles desde *abajo* y desde *la derecha*. Pueden estar unidos a la superficie con una *flecha de referencia*. El símbolo y la flecha se dibujan desde *afuera* hacia el *borde de la figura* o hacia una *línea media*.

5. El símbolo de superficie se coloca para cada superficie *sólo en una vista*, en la *vista acotada*.

6. Si todas las superficies están igualmente trabajadas, se coloca el símbolo al *costado de la pieza*. Se puede complementar con la palabra «alrededor».

7. Si predomina una superficie, se indica sólo el símbolo de la superficie que hace *excepción*, sobre el borde de la pieza. El símbolo predominante se encuentra fuera de la pieza y la excepción nuevamente *entre paréntesis*. En lugar de la excepción puede colocarse también el símbolo predominante entre paréntesis.

Cuerpos giratorios tienen sólo un símbolo sobre la línea exterior.

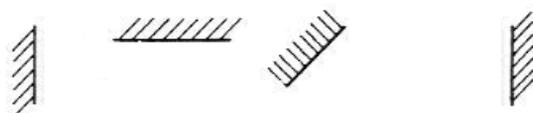
8. Si se trata de especificaciones complicadas o falta espacio se puede colocar una anotación *simplificada* sobre la superficie, si se aclara su significado.

# Acabado de superficies (ISO 1302)

|                                      |       |      |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|--------------------------------------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Tipos de rugosidad                   | N 1   | N 2  | N 3 | N 4 | N 5 | N 6 | N 7 | N 8 | N 9 | N 10 | N 11 | N 12 |
| Grado de rugosidad $R_a \mu\text{m}$ | 0,025 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 3,2 | 6,3 | 12,5 | 25   | 50   |

| Dirección de las estrías o surcos |                                     |  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Símbolo                           | Aclaración                          |  |
| =                                 | paralelas a la vista                |  |
| ⊥                                 | perpendiculares a la vista          |  |
| X                                 | dos direcciones oblicuas a la vista |  |
| M                                 | varias direcciones                  |  |
| C                                 | céntricas al punto central          |  |
| R                                 | radiales al punto central           |  |

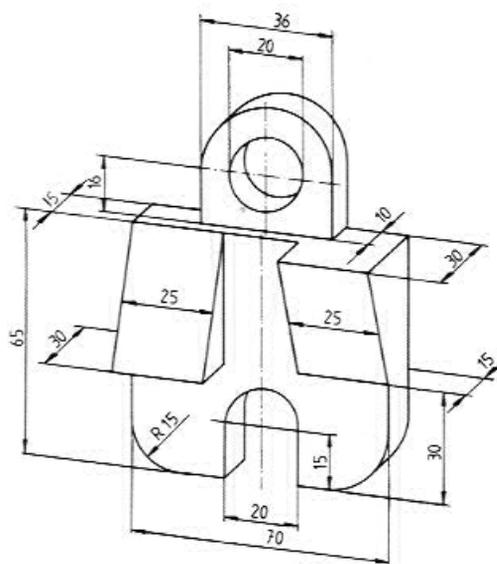
1. Proceso de fabricación: fresado
2. Dirección de las estrías: perpendiculares a la vista
3. Demasía de mecanizado: 2 mm
4. Superficie con la mayor rugosidad posible  $R_a = 3,2 \mu\text{m}$  (2 posibilidades)  
Proceso: virutando
5. Superficie con la mayor rugosidad posible de  $6,3 \mu\text{m}$  y la menor de  $1,6 \mu\text{m}$   
Proceso: facultativo (la profundidad menor de rugosidad está bajo la profundidad mayor)
6. Superficie:  $R_a = 25 \mu\text{m}$ , demasía de mecanizado: 3 mm, proceso: torneado  
Anota los datos simplificados sobre las superficies



Datos: Texto  
Tarea: Especificación de superficies

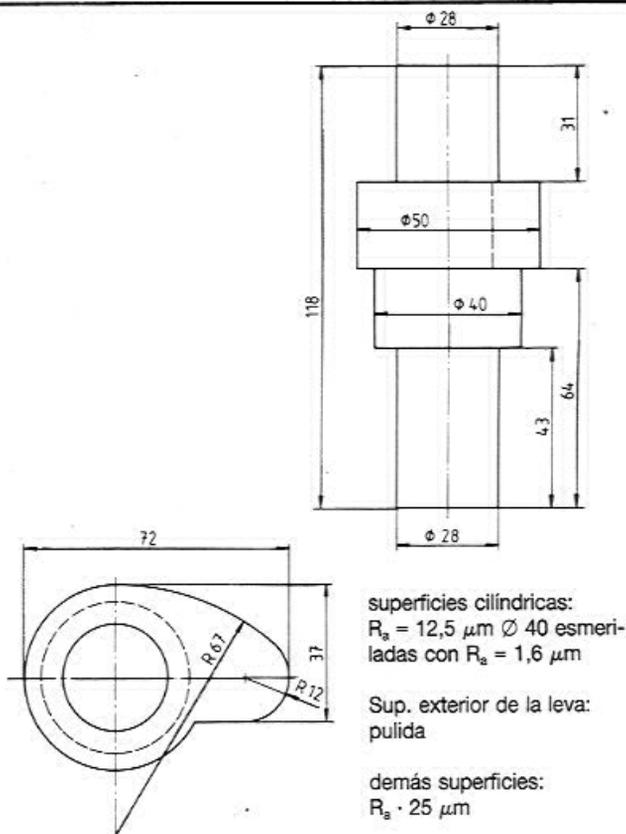
Acabado de superficies ISO 1302

**A**



cara posterior: rasquetada  
planos oblicuos: esmerilados,  $R_a = 1,6 \mu\text{m}$   
demás superficies:  $R_a = 12,5 \mu\text{m}$

Datos: Imagen oblicua  
Tarea: Vista de frente, superior y lateral



Datos: Vista superior y lateral  
Tarea: Vista de frente

|            |                                       |          |          |            |                       |          |          |
|------------|---------------------------------------|----------|----------|------------|-----------------------|----------|----------|
| Escala 1:1 | <b>Placa de rodamiento (cojinete)</b> | Material | <b>B</b> | Escala 1:1 | <b>Arbol de levas</b> | Material | <b>C</b> |
| Nombre     | Clase                                 |          | Fecha    | <b>37</b>  |                       |          |          |