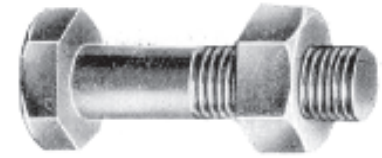
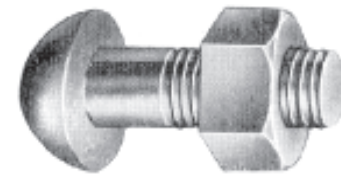


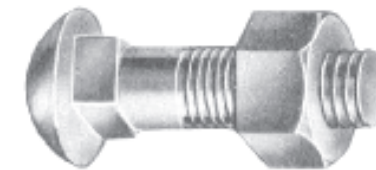
Tornillo de presión de cabeza hexagonal Tuerca hexagonal



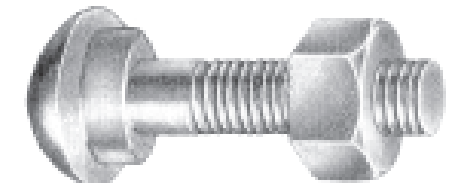
Tornillo de cabeza hexagonal roscando en tuerca hexagonal



Cabeza esférica y cuello redondo



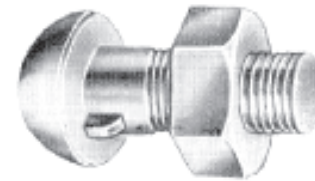
Cabeza esférica y cuello cuadrado



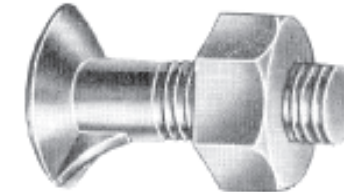
Cabeza esférica y cuello ovalado



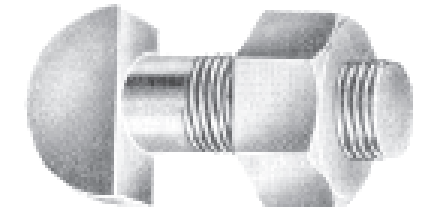
Tuerca hexagonal almenada



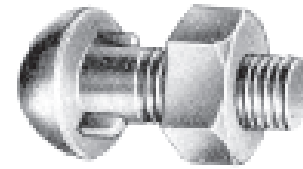
... con un prisionero



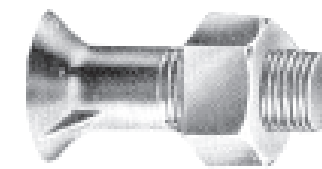
Cabeza gota de sebo avellanada con un prisionero



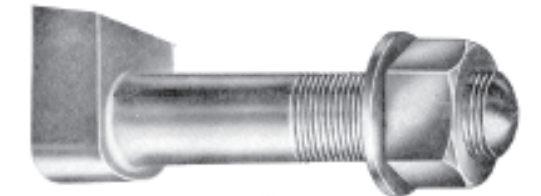
Cabeza Guardia Civil y cuello redondo



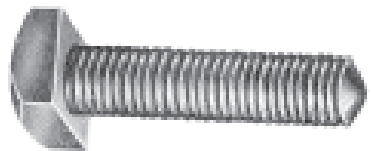
... con dos prisioneros



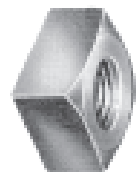
Cabeza plana avellanada con un prisionero



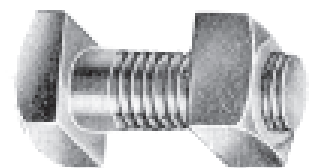
Tornillo de brida con arandela y tuerca hexagonal



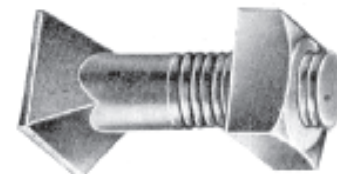
Tornillo de presión de cabeza cuadrada ancha



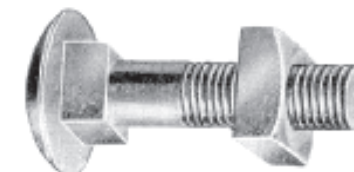
Tuerca cuadrada



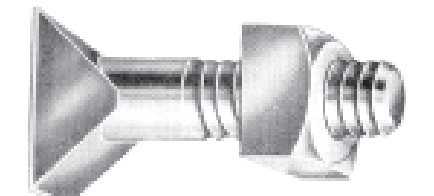
Tornillo de cabeza cuadrada roscando en tuerca cuadrada



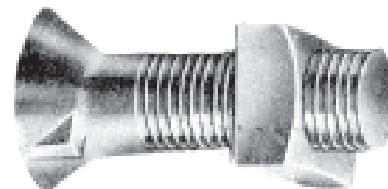
Cabeza cuadrada avellanada con cuello redondo



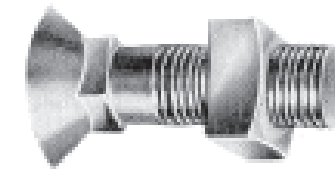
Cabeza redonda con cuello cuadrado



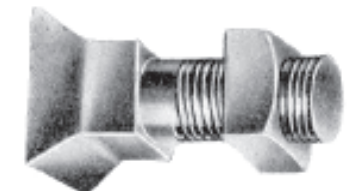
Cabeza rectangular con paso de rosca W especial para construcción naval



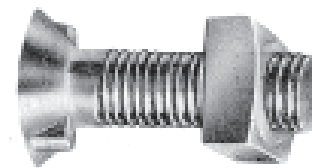
Cabeza plana avellanada con un prisionero



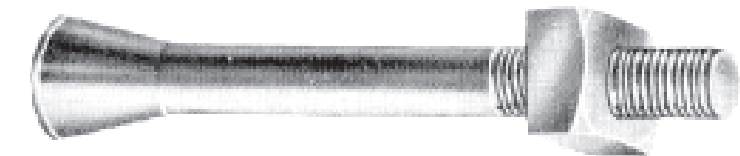
Cabeza avellanada redonda con cuello cuadrado



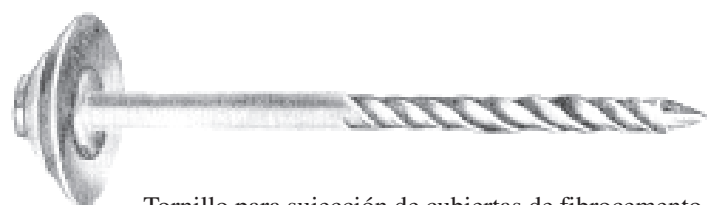
Cabeza avellanada cuadrada con cuello cuadrado



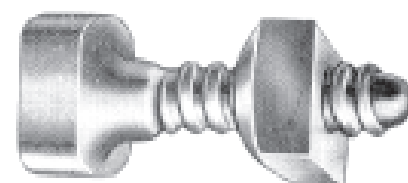
... con dos prisioneros



Tornillo para ruedas de cabeza embutida y cuello redondo



Tornillo para sujeción de cubiertas de fibrocemento con arandelas de hierro, plomo y goma



Tornillo de armar con cabeza rectangular redondeada con rosca redonda DIN 405 y tuerca cuadrada con conicidad para ajuste en el apriete.

La diversidad de propiedades exigidas a las uniones roscadas hace que se fabrique una gran variedad de tornillos y tuercas. De esta gran variedad se da tan solo una muestra en esta página.

Capítulo 12

REPRESENTACIÓN NORMALIZADA DE ELEMENTOS BÁSICOS

En cada campo de la ingeniería existe un conjunto de elementos, procesos o indicaciones que se repiten abundantemente y cuya representación se hace mediante símbolos normalizados. Este uso de símbolos permite ahorrar tiempo y esfuerzo puesto que hace innecesario dibujar todos los detalles del elemento, quedando éste perfectamente definido por su representación normalizada. En muchos casos, la normalización de la representación es posible gracias a la normalización del propio elemento. Así, por ejemplo, los diferentes tipos de remaches están normalizados, estableciéndose una representación para cada tipo. Se reduce así la especificación de un elemento más o menos complejo a unos pocos parámetros junto con la indicación de la norma que los define. La información es, así, completa y se evita diseñar con elementos no normalizados que serían más caros y difíciles de conseguir.

Elementos mecánicos

En este apartado seleccionamos los tipos más comunes de elementos en conjuntos mecánicos, aparte de las chavetas que se estudian en el capítulo de acotación.

Elementos roscados

Una unión roscada es aquella en que el contacto entre las dos piezas se produce en una superficie helicoidal, de forma que el único movimiento relativo posible es un giro combinado con un avance axial simultáneo. Al elemento interior o macho se le llama *tornillo* si tiene una cabeza con que apretarlo y *espárrago* si no la tiene. El elemento exterior o hembra puede ser un *agujero* en una pieza mayor o una *tuerca* si sólo tiene como misión el ser roscada. Se dice que la rosca es *a derechas* (RH) si el tornillo, al girar en sentido horario, penetra en relación con la tuerca. Será *a izquierdas* (LH) en caso contrario. Si no se dice nada se entiende que la rosca es a derechas. Para indicar que una rosca es a izquierdas se escribe la abreviatura «LH» después de su denominación.

Las roscas se mecanizan a partir de elementos cilíndricos. Así se dice que un agujero roscado ha sido *aterrajado*, mientras que una varilla se dice *roscada*. Como es un proceso en el cual se elimina material hay que partir de un elemento con dimensiones materiales que contengan al elemento resultante. En otras palabras, el diámetro de la varilla de partida -antes de roscar- tendrá que ser al menos el exterior de la varilla roscada. Por el contrario, el diámetro del agujero antes de terrajar tendrá que ser como mucho el menor de la rosca.

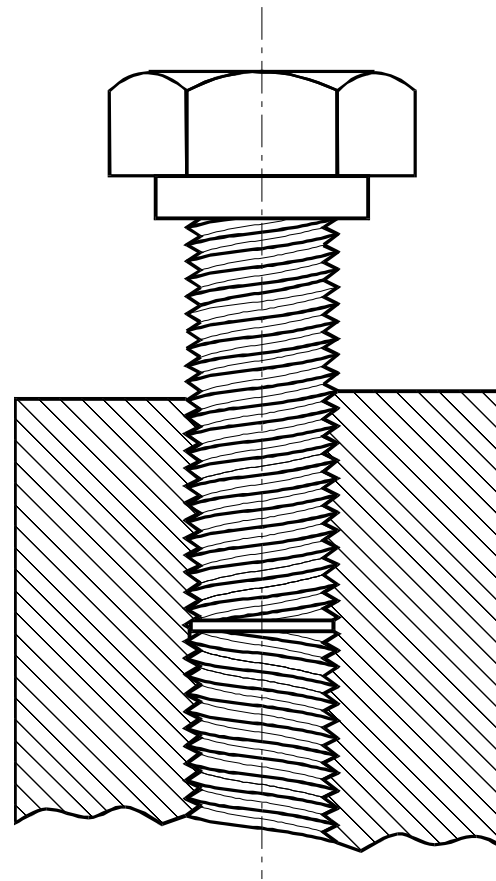


Figura 1

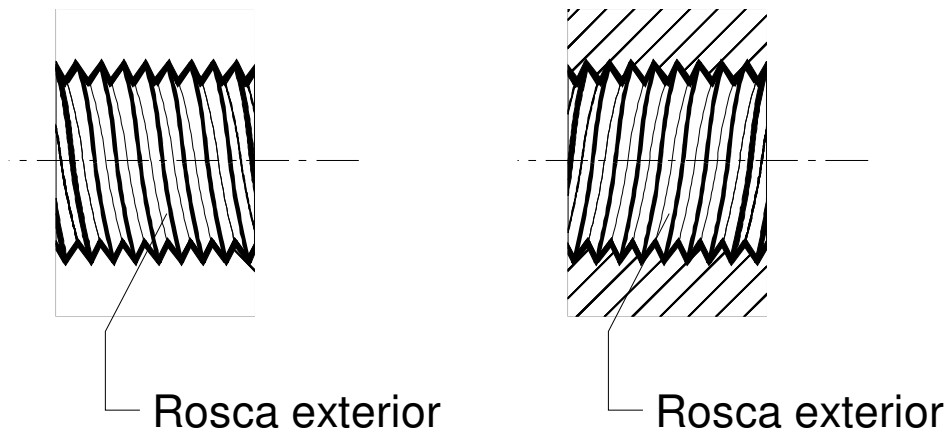


Figura 2



Al realizar una rosca en un elemento cilíndrico se están produciendo zonas con diferentes radios o distancias al eje. Llamaremos *diámetro nominal* al máximo de los diámetros correspondientes.

El *paso* de la rosca o de la hélice (L) es la distancia avanzada axialmente al completar un giro completo. El *paso del perfil* (P) es la distancia axial entre crestas o entre valles consecutivos. Si la rosca está formada por una sola hélice ambos pasos coincidirán. En este caso diremos que tiene un solo hilo. Una rosca podría estar formada por varias superficies helicoidales de avance similar. A tal rosca la denominamos multifilar. El paso de la rosca será igual al producto del paso del perfil por el número de hilos.

Si cortamos la rosca por un plano que contenga el eje axial obtenemos el *perfil de la rosca*. Nótese que dado el perfil de la rosca y el número de hilos tenemos perfectamente determinada la rosca. Podríamos en principio elegir cualquier perfil con tal que tuviese periodicidad en la dirección del eje axial, siendo el periodo el paso de la rosca. A continuación estudiaremos algunos tipos de roscas, su normalización y denominación.

Tipos de roscas

Las *roscas de perfil trapecoidal*, figura 3, se emplean para elementos que han de realizar el movimiento de desplazamiento reiteradamente. Típicamente se emplean para convertir giros en desplazamientos y viceversa. Un ejemplo muy común se emplea en taburetes de altura regulable. La norma DIN 103 establece una normalización de este tipo de roscas, con ángulo de 30° en el perfil del filete. Se denominan mediante el símbolo *Tr*, el diámetro nominal, el signo «x» y el paso. Si tiene más de un hilo se continúa escribiendo la letra «P» y la *división* (cociente entre el paso y el número de hilos) en mm. Por ejemplo: *Tr 50x14 P7* indica una rosca trapecoidal de 50 mm de diámetro nominal (máximo), 14 mm de paso y dos hilos. Este mismo tipo de perfil pero con los bordes redondeados constituye la rosca con perfil redondo que se indica con el símbolo *Rd* en vez de *Tr*.

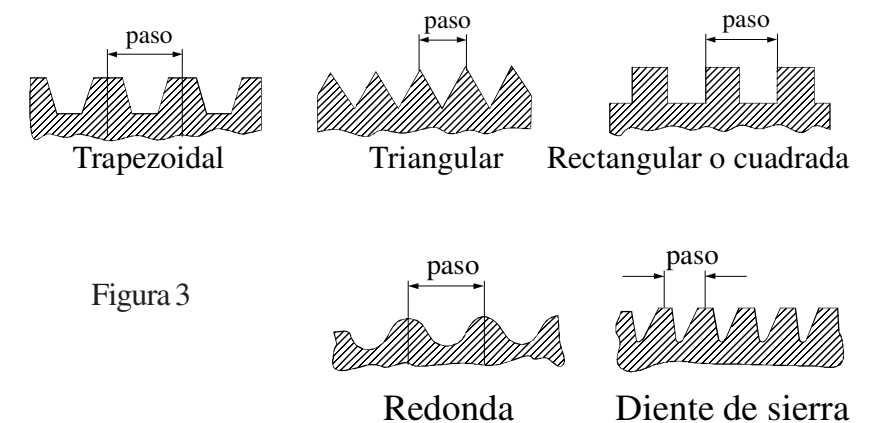


Figura 3

En tornillería común, para uniones fijas, se emplea la *rosca métrica* ISO, definida por la UNE-17-701 y normalizada por la UNE 17-702. En la figura 4 se muestra el perfil para un diámetro de rosca nominal d y un paso p . El parámetro h es la altura del triángulo primitivo formado por los encuentros de las caras laterales de los filetes. Se recomienda elegir los diámetros de entre tres series que ofrece la norma, con preferencia de la primera sobre la segunda y de esta sobre la tercera. Para cada diámetro se admiten un paso grueso y uno fino que se indican en la tabla 1. Se pueden emplear en casos especiales pasos más finos que indica la norma. La denominación se hace mediante la letra «M» seguida del diámetro nominal en milímetros. Si el paso no es el grueso se escribe el símbolo «x» y el paso también en mm. Finalmente, si es necesario, se emplea la inscripción *UNE-17-702*. Ejemplos: *M 10* *UNE-17-702* es una rosca métrica ISO de 10 mm de diámetro nominal y paso grueso, esto es 1,5 mm. *M 12 x 1,5* *UNE-17-702* es una rosca métrica ISO de 12 mm de diámetro nominal y 1,5 mm de paso. En la norma UNE-17-703 se seleccionan aún más las dimensiones de las roscas métricas para su aplicación en tornillería. Por ejemplo *M 12 x 1,75* *UNE-17-703*.

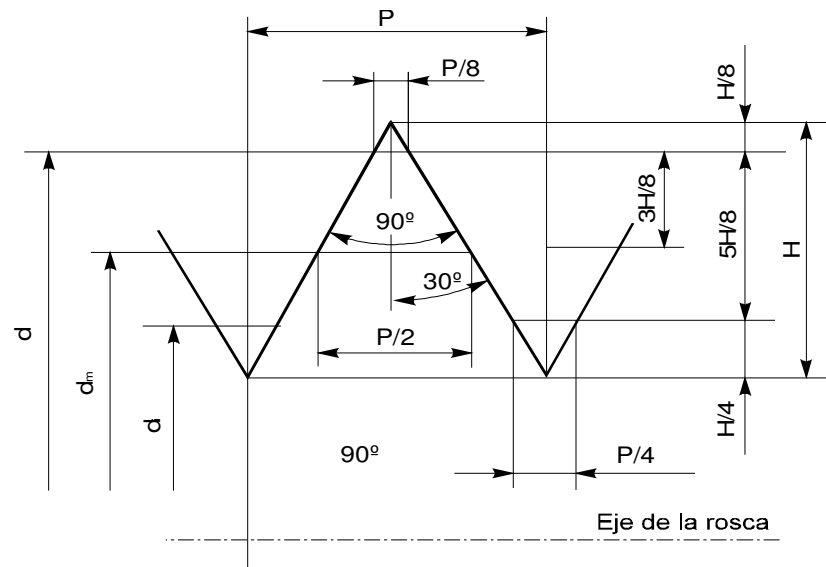


Figura 4. Perfil de la rosca métrica ISO.
 d - diámetro nominal o diámetro exterior
 d_m - diámetro medio
 d_i - diámetro interior

Tabla 1

Diámetros nominales			Pasos del perfil										
1.ª Serie	2.ª Serie	3.ª Serie	Gruesos	Finos									
				3	2	1.5	1.25	1	0.75	0.5	0.36	0.25	0.2
1			0.25										0.2
1.2	1.1 1.4		0.25 0.25 0.3										0.2 0.2 0.2
1.6 2	1.8		0.35 0.35 0.4									0.25	0.2 0.2
2.5 3	2.2		0.45 0.45 0.5								0.35 0.35	0.25	
4	3.5 4.5		0.6 0.7 0.75								0.5 0.5		
5 6		55	0.8 1								0.5 0.5		
8		7 9	1 1.25 1.25					1 1	0.75 0.75 0.75				
10 12		11	1.5 1.5 1.75			1.5 1.25	1.25	1 1 1	0.75 0.75 0.75				
16	14	15	2 2		1.5 1.5 1.5	1.25*	1 1 1						
20	18	17	2.5 2.5	2 2	1.5 1.5 1.5		1 1 1						
24	22	25	2.5 3	2 2 2	1.5 1.5 1.5		1 1 1						
	27	26 28	3	2 2	1.5 1.5 1.5		1 1						
30		32	3.5 3.5	(3) (3)	2 2 2	1.5 1.5 1.5		1					
36		35** 38	4 4	3 3	2 2 2	1.5 1.5 1.5							
		39	4	3	2	1.5							

* Únicamente se emplea en bujías de encendido de motores
 ** Únicamente en tuercas de fijación de rodamientos. Los valores entre paréntesis deben evitarse en lo posible.

Otro tipo de perfil de rosca común es la *rosca cortante*, en la que el filete tiene sección casi triangular como se muestra en la figura 5. Se emplea en carpintería, tanto de madera como de aluminio, en todos aquellos usos en que el propio tornillo atarraja el material base. En la norma UNE-17-008 se recomienda el empleo de unos diámetros nominales y los correspondientes diámetros interiores, pasos y anchuras del canto del filete. Este tipo de rosca se indica con el símbolo «Rc» seguido del diámetro nominal y si es necesario la indicación de la mencionada norma.

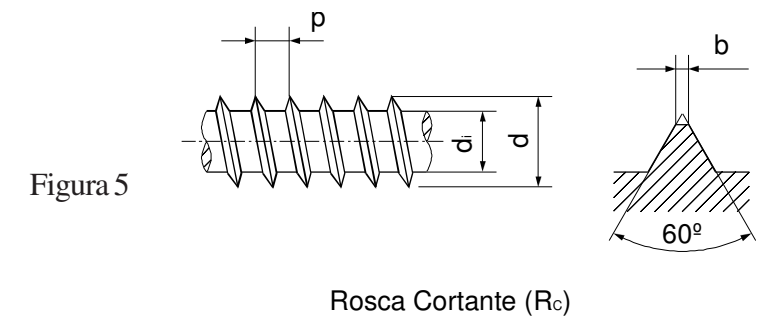


Figura 5

Por último mencionaremos el perfil de rosca de gas *Withworth*, normalizado en la DIN 11 y que se muestra en la figura 6. Como característica principal de este tipo de rosca podemos destacar la estanqueidad de su cierre. Puede observarse en la figura como no queda ningún resquicio libre. Por ello se emplea en fontanería, conducciones y valvulería de líquidos y gases. Se indican con la letra «W» seguida del diámetro nominal. Por su origen anglosajón los diámetros empleados se expresan en pulgadas. El paso, si no se indica, es el normalizado de 2 5/8 hilos por pulgada (2,625). Por ejemplo: *W 5" 1/4* indica un diámetro nominal de 5" 1/4=5,25 pulgadas. Hay que destacar que el diámetro nominal de la rosca de gas, la cual se efectúa en el exterior de un tubo, no es el diámetro exterior de la rosca sino el diámetro interior del tubo (figura 7).

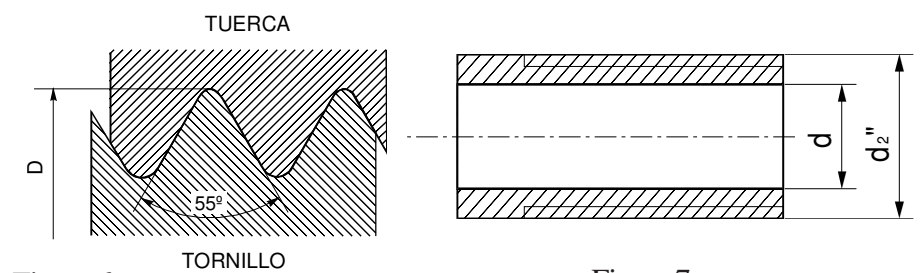
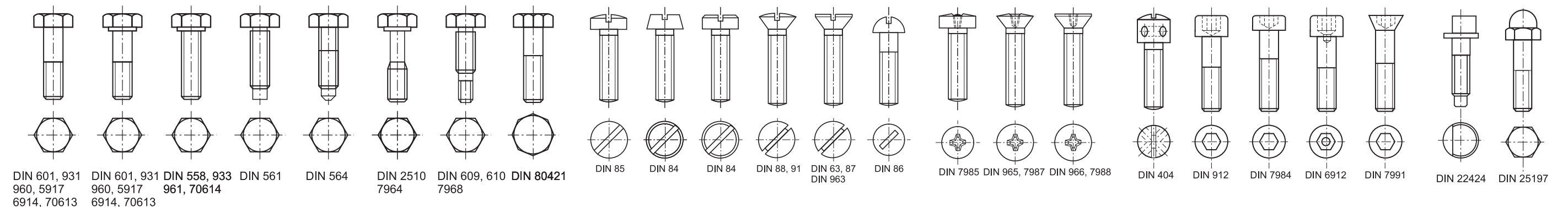


Figura 6

Figura 7



La designación en general de una rosca se realiza con la abreviatura del tipo de rosca (Tr, Rd, M, Rc, W u otros) y el diámetro nominal. A continuación, si es necesario se indican el paso de hélice o de rosca en milímetros (precedido o no de la letra «L»), el paso del perfil también en milímetros (precedido de la letra «P»), el sentido de la hélice (RH o LH) -si no figura se supone que es RH-, la clase de tolerancia, longitud («S» para corta, «L» larga y «N» normal) y el número de hilos.

En general, los propios tornillos, pernos y tuercas se encuentran también normalizados. Basta referirse a la norma que los regule, indicar el diámetro nominal, la longitud roscada y el tipo de punta para que el tornillo o perno quede perfectamente definido. Lo mismo sucede con las tuercas, cuyos tipos se encuentran también normalizados. De hecho incluso estas dimensiones también se encuentran normalizadas.

Representación y acotación de roscas

Los elementos roscados aparecen por doquier en cualquier conjunto mecánico o simplemente en carcasas y estructuras. Sería tediosa y complicada la representación «real» de cada una de las roscas (figura 8 izquierda). Para dibujar correctamente una representación «real» -proyectando en un plano bien perpendicular, bien conteniendo al eje axial- de una rosca, sería necesario recurrir a la norma que defina la rosca para consultar todas las dimensiones derivadas. Con estas dimensiones tendríamos definidas las aristas helicoidales que deberíamos proyectar sobre el plano del papel. Esto haría necesario un trabajo ímprobo de delineación que en realidad no aporta nada nuevo. Dado que están normalizadas las roscas basta dar sus parámetros determinantes y la norma que establece cómo calcular los demás para contener toda su información.

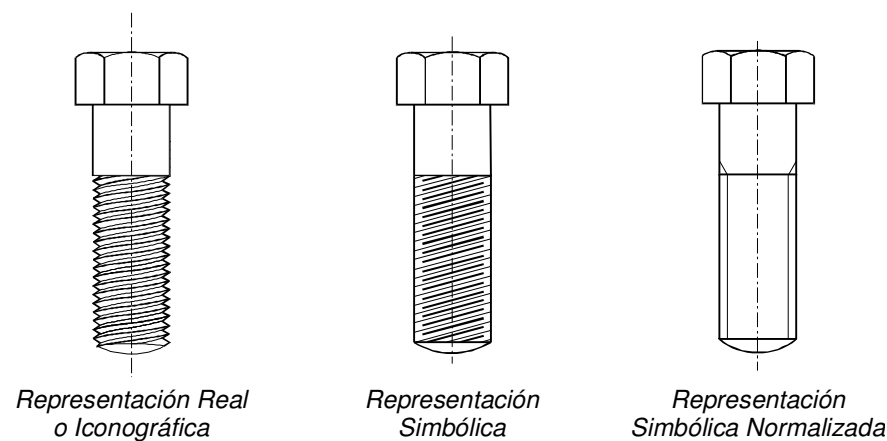
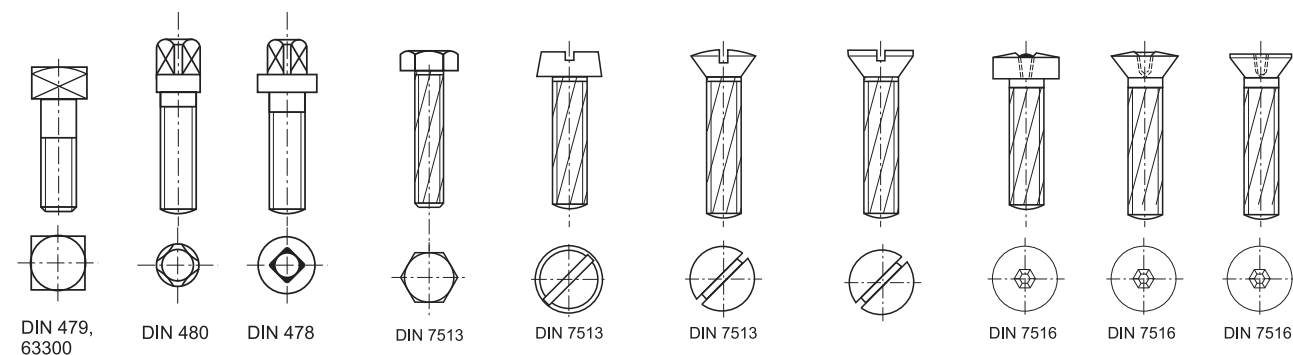


Figura 8

Por ello en la norma UNE-EN ISO-6410-(96) se establecen unas normas de representación de roscas. Se recomienda en dicha norma no emplear la representación real salvo si es absolutamente necesario. En tal caso y si es posible se simplificarían las proyecciones de las hélices trazándolas rectas (figura 8 centro). Esta representación real de roscas se está extendiendo en catálogos y cuando se dispone de sistemas automáticos (CAD) para su trazado.

Sin embargo, para el trazado habitual en dibujos técnicos se recomienda emplear una representación simplificada: se dibuja con línea gruesa el límite de las crestas y con línea fina el del fondo según se muestra en el ejemplo de la figura 8 derecha.



En el caso de una vista en un plano perpendicular al eje axial, se representa el fondo de la rosca con algo más de tres cuartos de circunferencia fina concéntrica a la exterior (figura 9). El cuadrante sin trazar debe ser preferentemente el superior derecho. La distancia entre las líneas gruesa y fina debe ser la altura de los filetes y siempre debe ser mayor que dos veces el grosor del trazo grueso y también mayor de 0,7 mm. El límite de rosca útil se traza con línea continua gruesa (tipo A) si es visto y línea fina de trazos (tipo F) si es oculto.

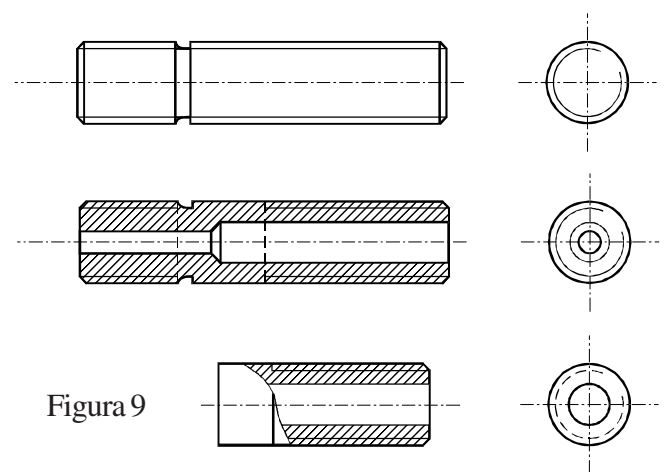


Figura 9

La acotación de la longitud roscada, como se ve en la figura 10 se hace sólo de la longitud útil de roscado, excluyendo la salida de rosca. Esta salida de rosca se representa exclusivamente en aquellos casos en que tenga alguna función (figura 11). La acotación del diámetro nominal se hace en los machos en el diámetro máximo, esto es el trazado en línea gruesa.

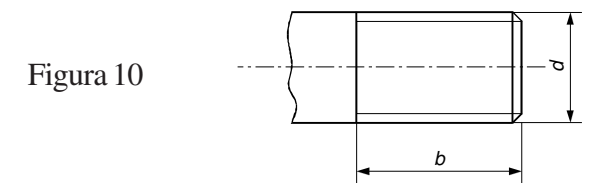


Figura 10

Como consecuencia de la regla expuesta, en las hembras, como en las figuras 12 a 15, es el diámetro menor el que se representa en grueso y el mayor en línea fina. Cuando la rosca representada es oculta, como en la figura 15, el trazado se hace de la misma forma pero con líneas de trazos en vez de continuas. Si se secciona, las líneas son continuas y el rayado llega hasta la cresta de la rosca -diámetro menor. Si se trata de un taladro ciego, se puede acotar sólo la longitud roscada como se muestra en la figura 13 y prescindir de la profundidad del taladro ciego. Se entiende entonces que la profundidad del taladro ciego es 1.25 veces la longitud del roscado. En cuanto al diámetro, el nominal es ahora el trazado en línea fina y por tanto es de ésta de la que partirán las líneas de cota. Tanto en el caso de machos como de hembras en la cota figurará la denominación de la rosca y no solamente el diámetro nominal. Se admite como acotación la indicación de la rosca seguida de una barra «/», del diámetro del taladro ciego, «x» y la profundidad de éste. Esta indicación se unirá mediante una línea fina de referencia con el eje de rosca y taladro (figura 14).

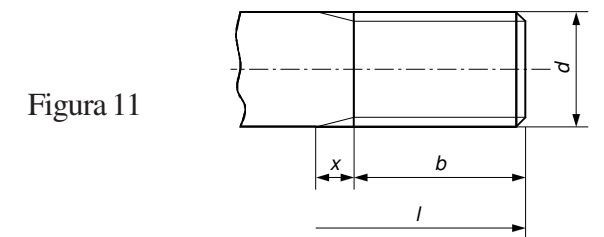


Figura 11

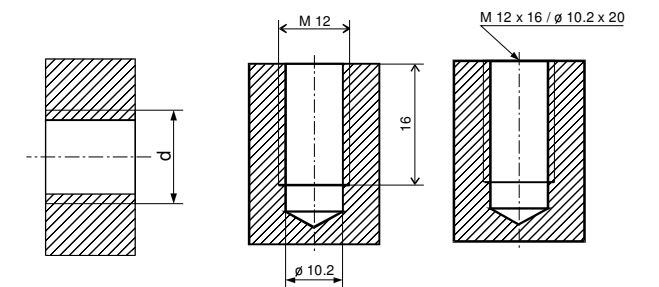
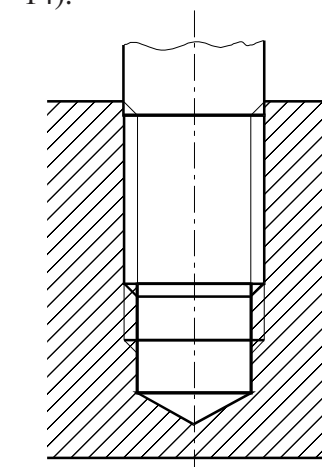


Figura 12

Figura 13

Figura 14



Cuando se representa la unión de los dos elementos, se representan de forma que la rosca del tornillo oculta a la de la tuerca. Se muestra un ejemplo en la figura 16. Nótese como en este caso se representa la salida de rosca de la hembra por ser necesaria para la funcionalidad del conjunto.

Figura 16

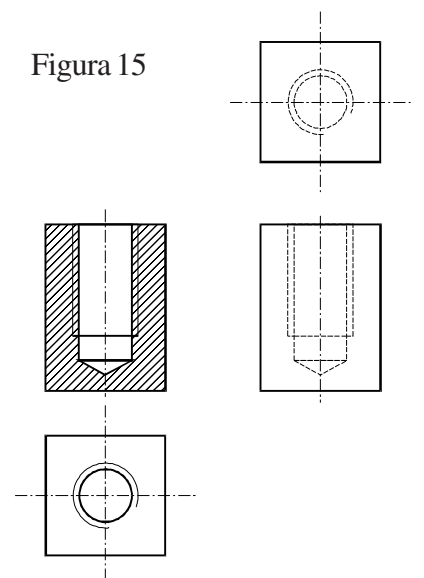
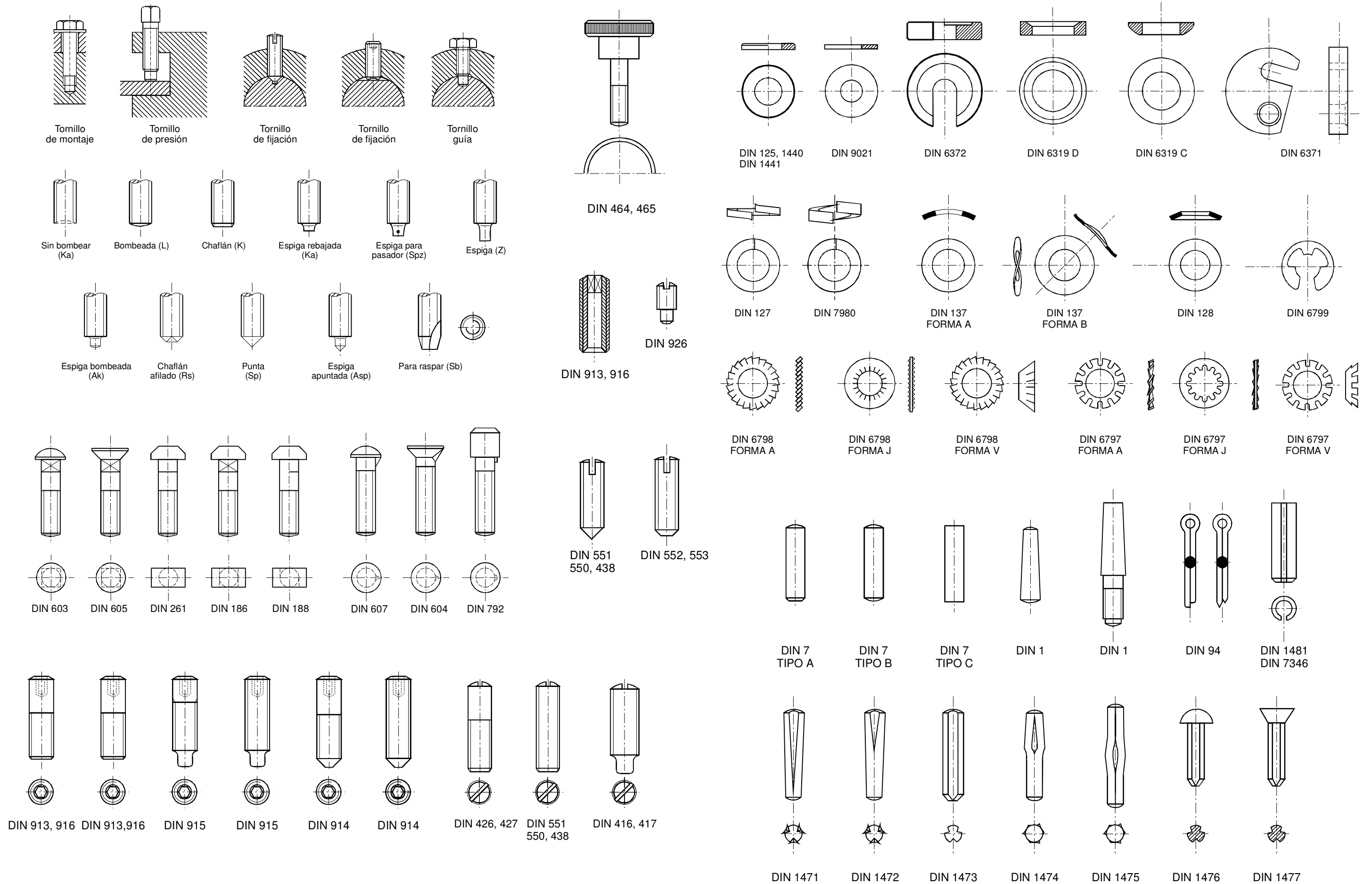


Figura 15

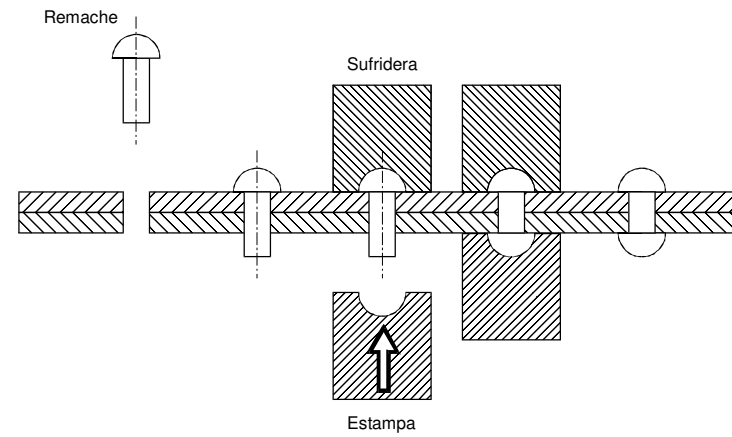


Remaches

Los remaches y roblones son vástagos metálicos con dos cabezas que sirven para unir varias chapas o piezas entre sí. Los roblones -de mayor calibre- constan antes de montarlos sólo de un vástago con una cabeza, se introducen en orificios practicados en los elementos a unir y entonces se estampa el vástago sobresaliente formando la segunda cabeza que sujeta el conjunto. Al mismo tiempo el material llena completamente el interior del orificio. En la figura 17 se muestra una sección del proceso de unión roblonada.

Los remaches -de menor calibre- constan de un vástago en el interior de un cilindro hueco. El vástago tiene una cabeza de mayor calibre que el cilindro y el cilindro tiene un reborde plano. Para realizar la unión, figura 18, se introduce el cilindro en un taladro previamente practicado a las dos piezas a unir de forma que el reborde no penetre en el taladro. Entonces mediante una herramienta especial -llamada remachadora- se tira del vástago a la vez que se hace presión en sentido opuesto sobre el reborde. La cabeza del vástago va abriendo el cilindro y deformándolo por la cara posterior hasta crear un disco que no cabe por el taladro. Finalmente se corta la parte sobrante de vástago. Nótese que la operación de remachado tiene la gran ventaja de que sólo es necesario acceder a un lado de las piezas.

Figura 17



Existen diferentes tipos de remaches de diferentes diámetros, formas de cabeza y montaje. Según el tipo se representan en planta de diferente manera, según establece la UNE-1-045-51. En la tabla 2 se muestran las representaciones de los diferentes tipos de remaches.

Tabla 2

Diámetro del remache en bruto (mm)		8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36	
Diámetro del agujero mm		8.4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37	
Símbolos para	Cabeza redonda por ambos lados	8.4		●	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Embutidos	Cabeza superior embutida	8.4	○	●	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Cabeza superior embutida	8.4	○	●	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Ambas cabezas embutidas	8.4	○	●	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Remachar en el montaje	8.4	○	●	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Taladrar en el montaje	8.4	○	●	15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

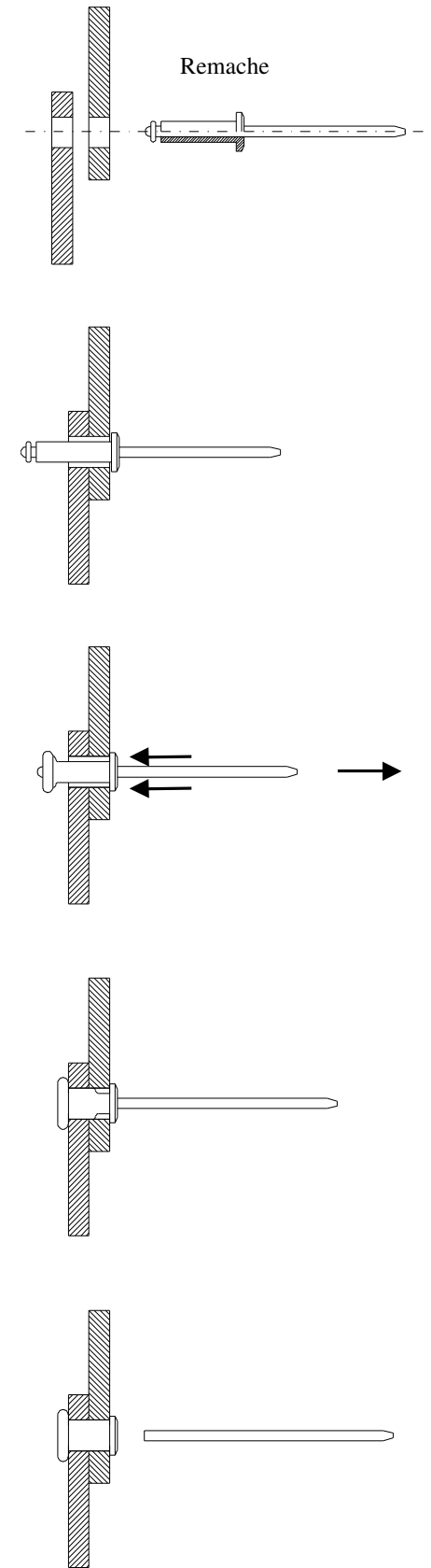


Figura 18. Remachado.

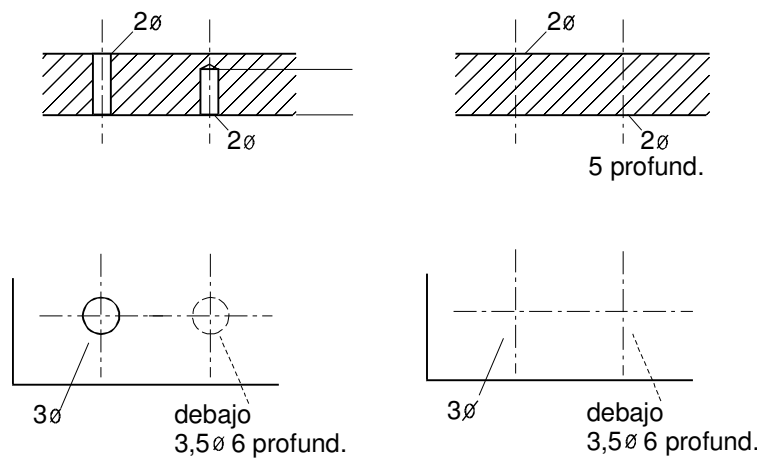


Figura 19

Existe una representación similar de tornillos que se muestra en la tabla 3. Obsérvese cómo difieren de los remaches en la presencia de la letra «M».

Representación simplificada de taladros, roscas, uniones atornilladas y remachadas

La representación tanto de taladros como de roscas y remaches puede simplificarse aún más si estos son de pequeño tamaño comparado con el conjunto (de diámetro sobre el dibujo menor de 6 mm) o si se repiten los mismos de forma regular. Para ello se emplean símbolos normalizados por la UNE-1-043-51 y la UNE-EN ISO 6410-3:93. Así, la sección de un taladro puede representarse solamente por su eje -trazado en línea de trazos y puntos-, su diámetro y, si no es pasante, su profundidad. En la figura 19 se muestra un ejemplo de taladro pasante y otro ciego. Hay que notar cómo el taladro ciego se indica en la cara en que se practica. En la representación en planta puede indicarse solamente el diámetro si es pasante. Si no lo es se indica «debajo» si se taladra la parte inferior (sería oculto si se trazara la proyección real) y se indica en todo caso la profundidad. En la misma figura 19 se representan también en planta. Nótese que la línea fina que parte de un taladro ciego practicado por debajo se traza en línea fina de trazos. Si es necesario indicar la forma de la cabeza de un tornillo, estas se indican según la figura 21.

En la figura 20 se indican las representaciones convencionales y simplificadas de taladros avellanados, en los que se indica el diámetro del avellanado y el diámetro interior que será capaz de albergar un perno de la misma métrica -igual diámetro nominal.

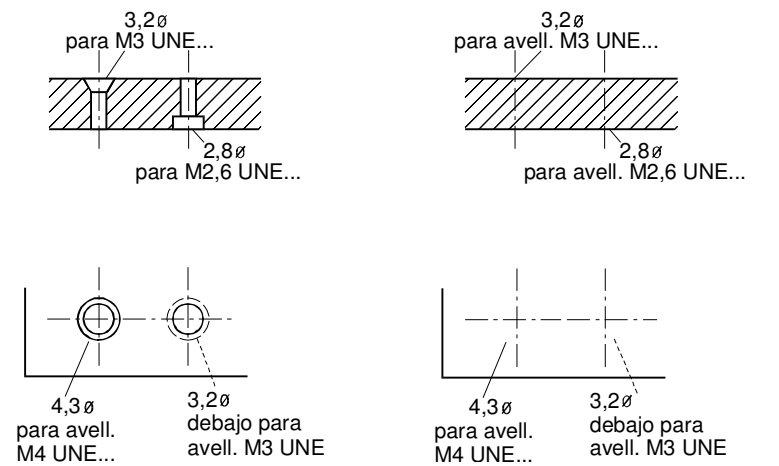


Figura 20

Tabla 3

Diámetro de la rosca	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16	M 18	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 33	M 36	
Diámetro de la caña mm	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36	
Sección del núcleo mm ²	31.9	50.9	74.3	102	141	171	220	276	317	419	509	636	745	
Diámetro del agujero mm	8.4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37	
Símbolos para	Tornillos en agujero rasante													
	Tornillos en agujero pasante de otra clase	Círculo con indicación de diámetro de agujero y de tornillo. Ejemplo:												
	Agujeros roscados	Doble círculo con indicación de cota. Ejemplo:												
	Tornillos que se han de colocar en el montaje													
	Agujeros para tornillos que se taladran en el montaje													

N.º	Designación	Representación simplificada	N.º	Designación	Representación simplificada
1	Tornillo de cabeza hexagonal		9	Tornillo de cabeza avellanada (fresada), con ranuras en cruz	
2	Tornillo de cabeza cuadrada		10	Tornillo sin cabeza, con ranura longitudinal	
3	Tornillo de cabeza cilíndrica con vaciado hexagonal		11	Tornillo de madera (autoterrajador), con ranura longitudinal	
4	Tornillo de cabeza cilíndrica (apunte tronco-cónico), con ranura longitudinal		12	Tornillo de aletas	
5	Tornillo de cabeza cilíndrica, con ranuras en cruz		13	Tuerca hexagonal	
6	Tornillo de cabeza avellanada (fresada) abombada, con ranura longitudinal		14	Tuerca hexagonal almenada	
7	Tornillo de cabeza avellanada (fresada) abombada con ranuras en cruz		15	Tuerca cuadrada	
8	Tornillo de cabeza avellanada (fresada), con ranura longitudinal		16	Tuerca de aletas	

Figura 21

Figura 23

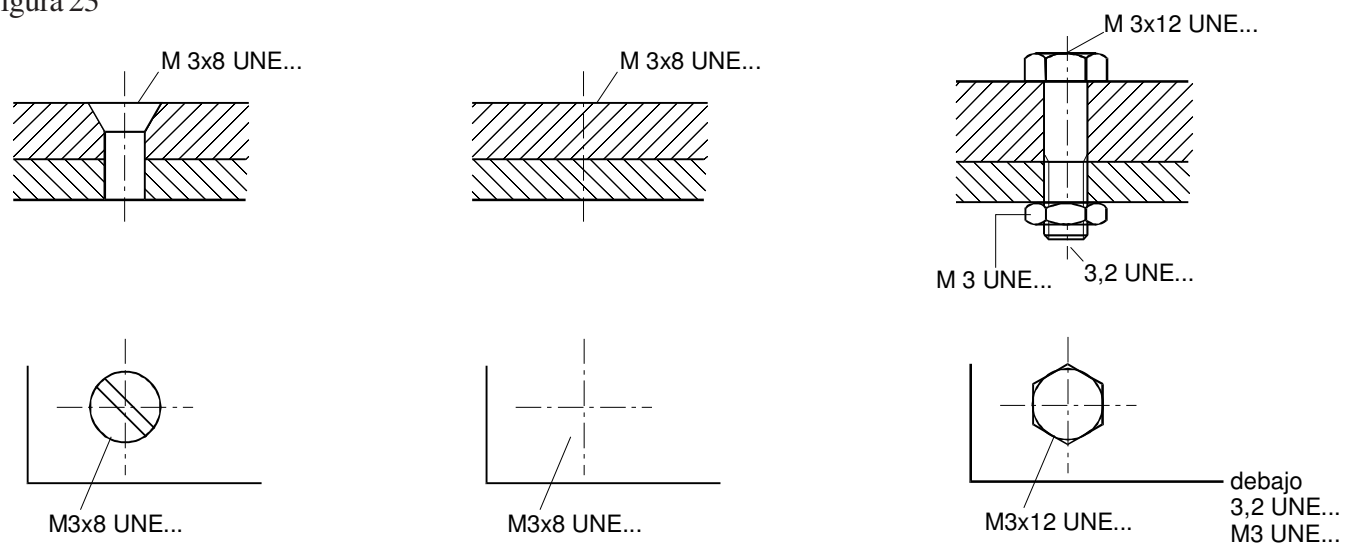
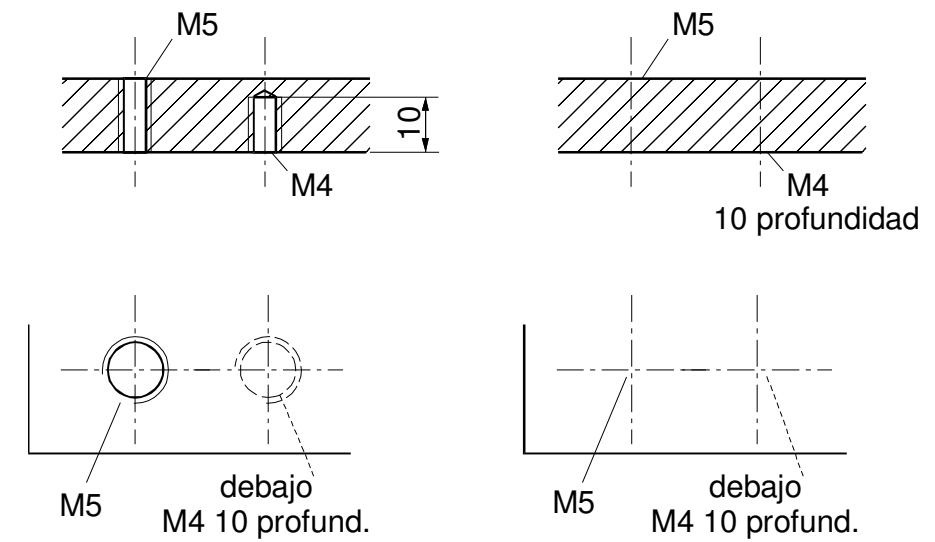
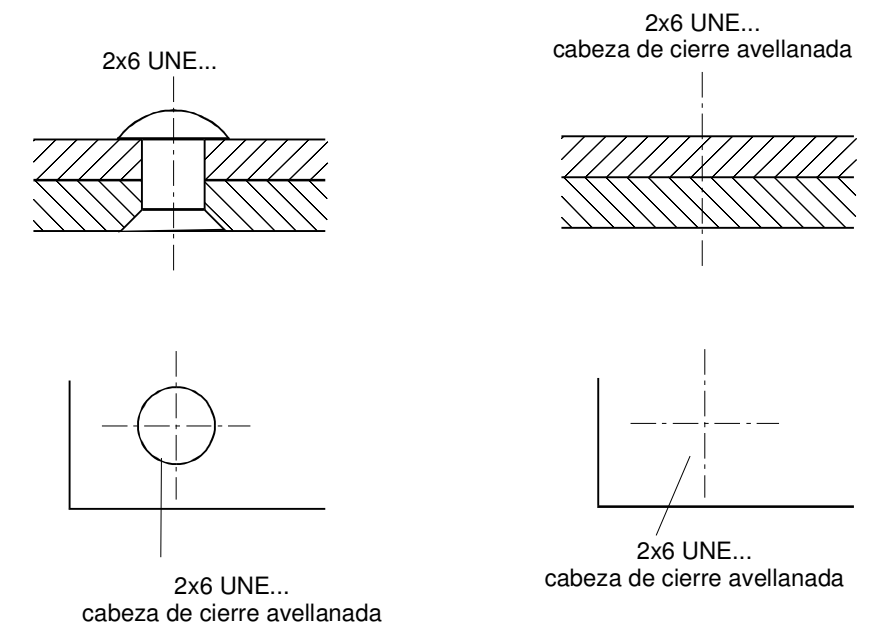


Figura 22



En la figura 22 se indican las representaciones de taladros terrajados en los que se indica el tipo de rosca y la profundidad de esta si no es pasante. En la figura 23 son las uniones roscadas las que se indican. Se indica cada pieza por el lado que se introduce. Podemos así observar cómo el tornillo, indicando rosca y longitud roscada según establezca la norma correspondiente, se indica por un lado y la tuerca por otro. Si además se indica el taladro, significa que el taladro no es terrajado. Por último en la figura 24 se muestra la representación simplificada de una unión remachada en la que se indica el diámetro y la longitud según la norma correspondiente.

Figura 24



Agujeros de centrado

Un agujero de centrado es un taladro axial que se practica en el extremo de un eje o pieza cilíndrica con el fin de garantizar su correcto torneado, su correcta posición de trabajo o cualquier otra operación que requiera exactitud en la posición axial. En la UNE-1-109-83 se establecen tres tipos: de perfil curvilíneo «R», sin avellanado protector «A» y con avellanado protector «B» cada uno de ellos definido por dos parámetros según se indica en la figura 25 y cuyos valores recomendados establece la misma norma (tabla 4).

Se indican sobre el extremo del eje de diferente forma según si el agujero de centrado puede o no quedar sobre la pieza acabada o si además se exige que quede sobre la pieza acabada. Si puede quedar sobre la pieza acabada se indica simplemente con una flecha y un texto mencionando la UNE 1-109 y el tipo y dimensiones. Si se exige que el agujero esté en la pieza acabada se indica mediante un ángulo de 60° como se muestra en la figura 27. Si se prohíbe que quede sobre la pieza terminada se añade un trazo perpendicular al eje como en la figura 28.

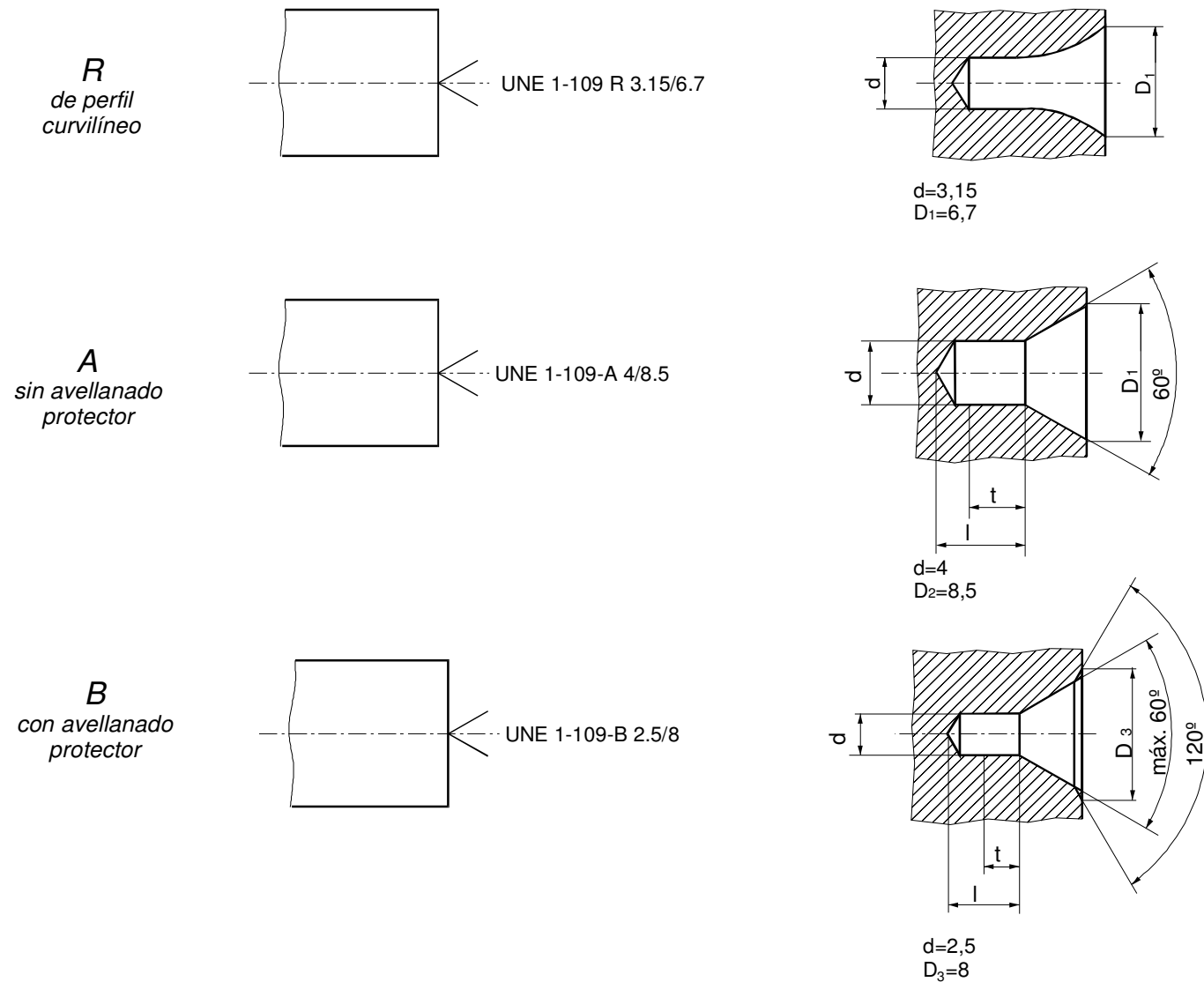


Figura 25

d nom	Forma				
	R D ₁ nom	A		B	
		D ₂ nom	t ref.	D ₃ nom.	t ref.
(0.5)		1.06	0.5		
(0.63)		1.32	0.6		
(0.8)		1.70	0.7		
1.0	2.12	2.12	0.9	3.15	0.9
(1.25)	2.65	2.65	1.1	4	1.1
1.6	3.35	3.35	1.4	5	1.4
2.0	4.25	4.25	1.8	6.3	1.8
2.5	5.3	5.30	2.2	8	2.2
3.15	6.7	6.70	2.8	10	2.8
4.0	8.5	8.50	3.5	12.5	3.5
(5.0)	10.6	10.60	4.4	16	4.4
6.3	13.2	13.20	5.5	18	5.5
(8.0)	17.0	17.00	7.0	22.4	7.0
10.0	21.2	21.20	8.7	28	8.7

Tabla 4

Figura 26. El agujero de centrado se exige sobre la pieza acabada.

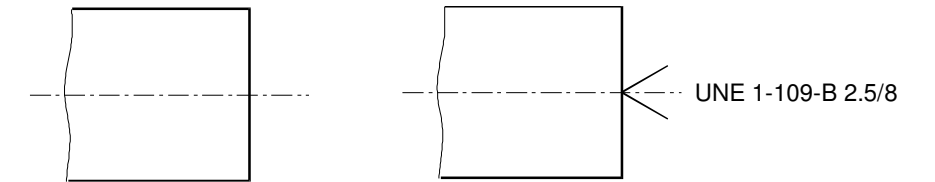


Figura 27. El agujero de centrado puede quedar sobre la pieza acabada.

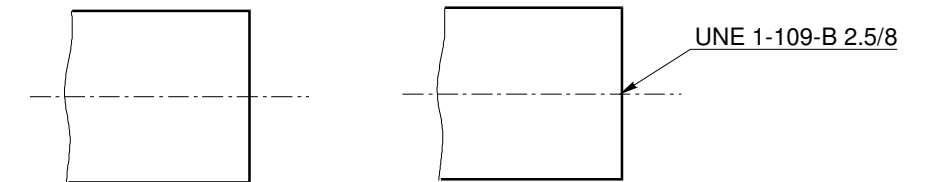
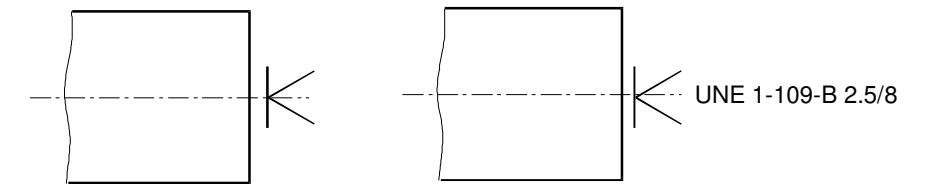
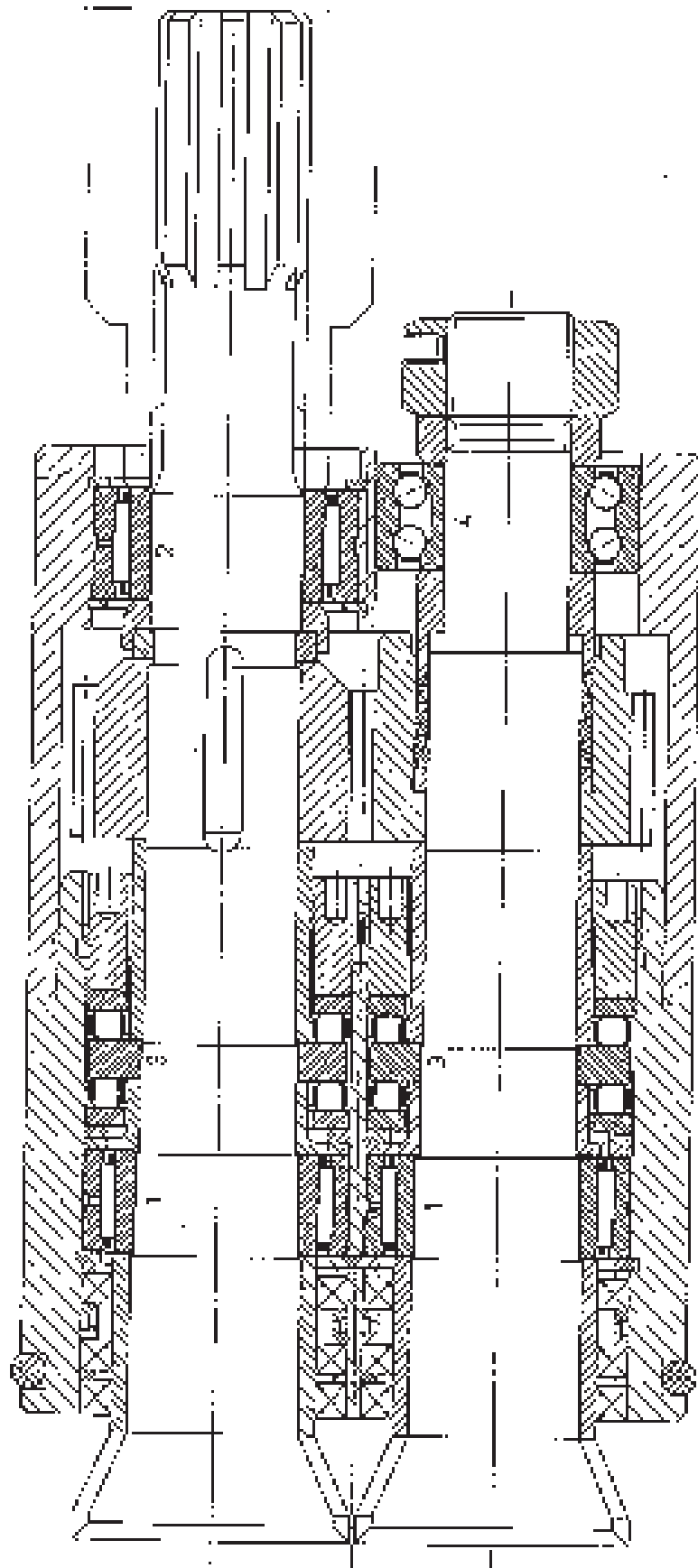
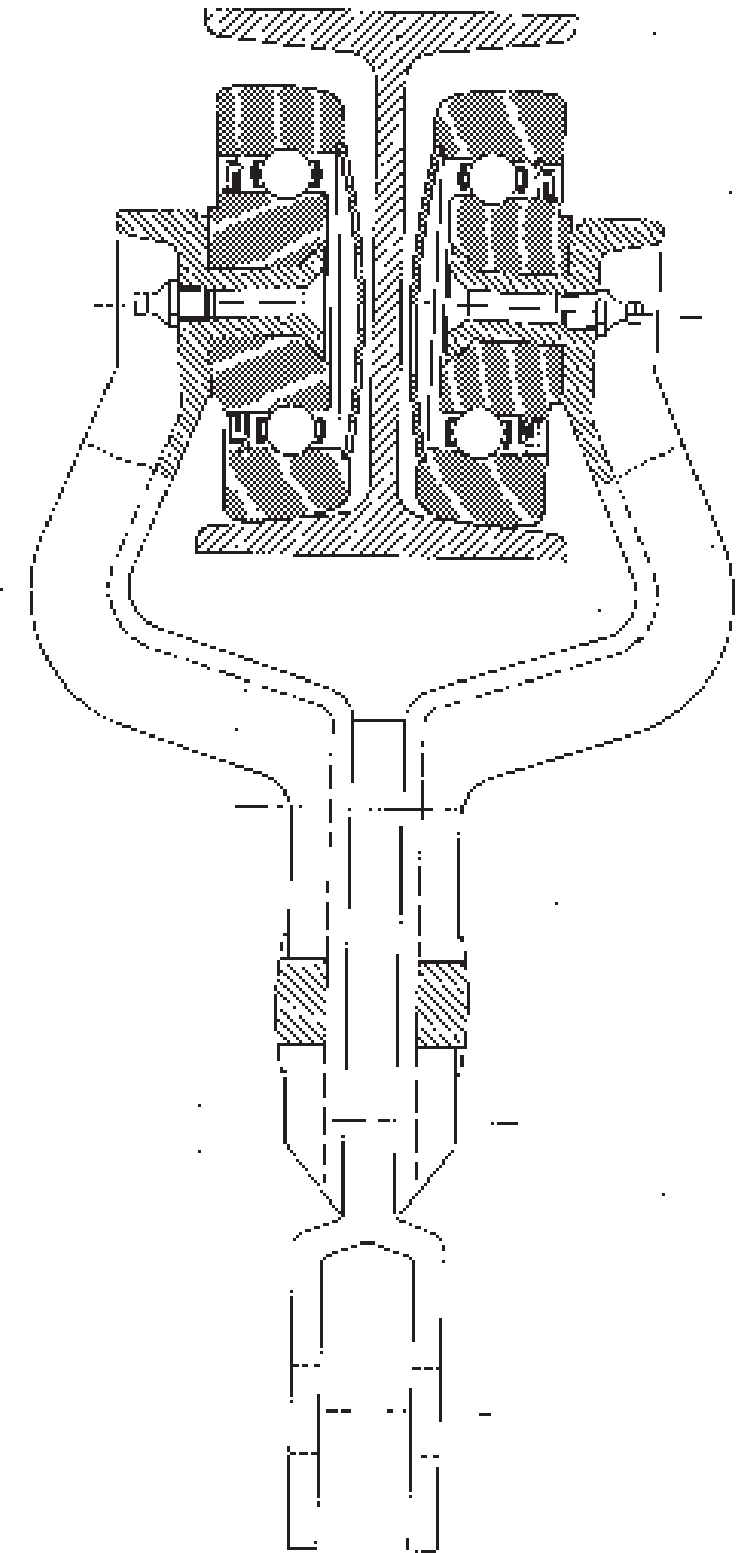
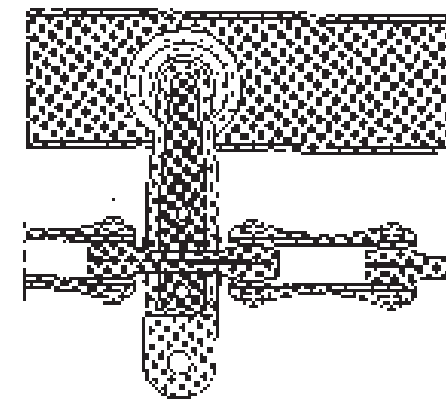


Figura 28. El agujero de centrado no debe permanecer sobre la pieza acabada.





Accionamiento de tornillo de transporte de una máquina de embutidos. Cortesía de INA Rodamientos S.A.



DI.

Rodadura de rodillos de apoyo en un transportador de circunvalación. Cortesía de INA Rodamientos S.A.

Cojinetes

Se llama *cojinete* a cualquier sistema capaz de sostener un eje giratorio sobre una base fija, permitiendo el giro libre del eje con un mínimo rozamiento. Los más sencillos son los *de fricción* que consisten en un cilindro hueco que alberga el eje y simplemente rozan uno con otro. El desgaste y las pérdidas de energía son notables. Un tipo algo más perfeccionado son los *lubricados* o de *chumacera* en los que se hace circular un lubricante en el que realmente flota hidrodinámicamente el eje.

Los más comunes, empero, son los *cojinetes de bolas*, *de rodillos* y *de agujas* que consisten esencialmente en dos anillos entre los cuales se introducen elementos que -al menos parcialmente- pueden rodar, mejorando así el giro y minimizando las pérdidas de energía y el desgaste. Estos son llamados también *rodamientos*. Además de los normales con anillos concéntricos los hay de anillos paralelos o rodamientos axiales que permiten que un eje vertical apoye sobre el cojinete y los hay autoalineantes. En la parte inferior se muestran algunos de estos tipos.

En la figura 29 se muestra un rodamiento de bolas y en la 30 su representación seccionado. En un despiece se indica el rodamiento entero como un elemento y se identifica así en el cajetín. No tiene pues sentido despiezarlo en un dibujo de conjunto. Además, en caso de representar su sección detallando sus elementos, el rayado se realiza como si fuera la misma pieza como en la figura 30.

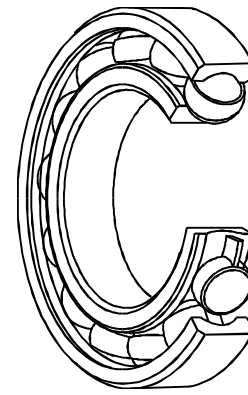


Figura 29

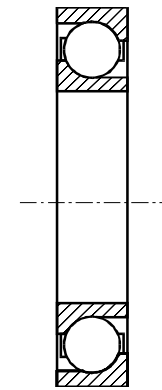


Figura 30

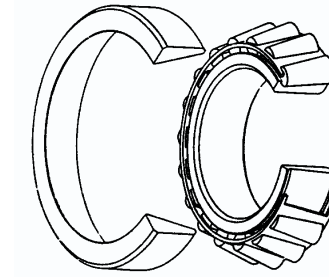


Figura 32

En la figura 31 se muestra un rodamiento de cilindros rectos y en la 32 de troncocónicos. En todos los casos puede haberlos de una, dos o más hileras de bolas o cilindros.

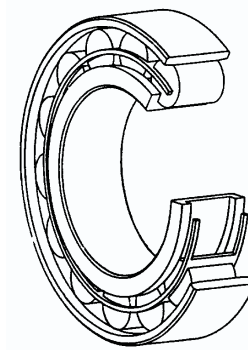
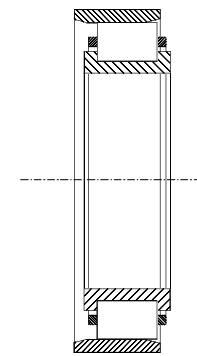


Figura 31



La representación de los rodamientos puede simplificarse dibujando solamente el contorno real (figura 33) o incluso simplificado (figura 34) con una cruz de San Jorge que no toque el contorno. En la figura 35 se muestra un ejemplo de rodamiento albergando un eje.

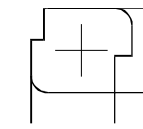


Figura 33

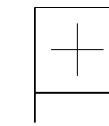


Figura 34

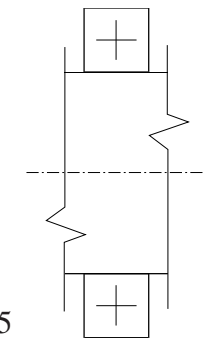
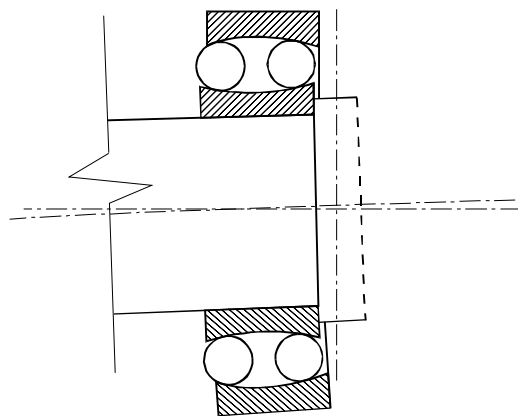
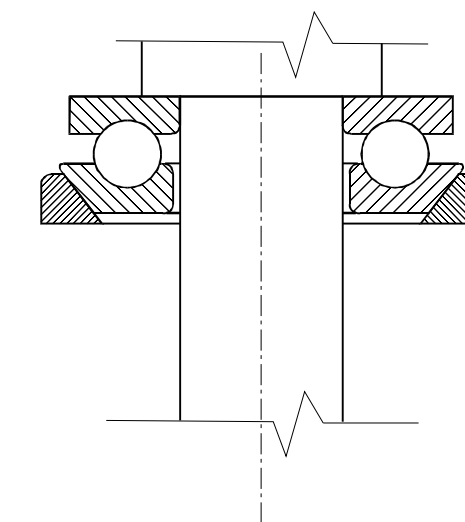
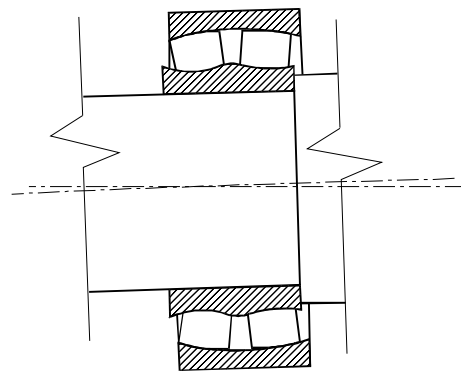


Figura 35

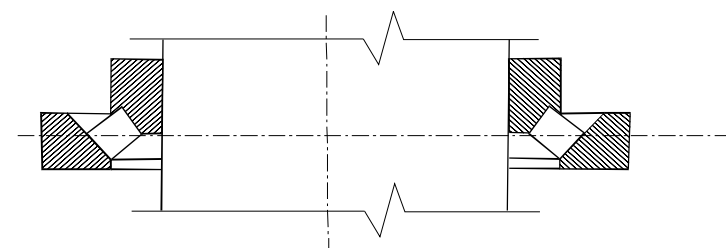
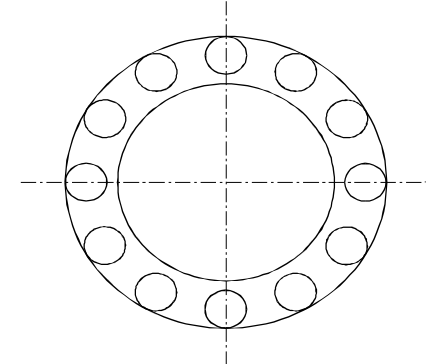
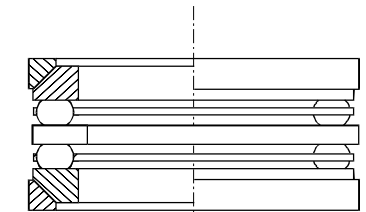
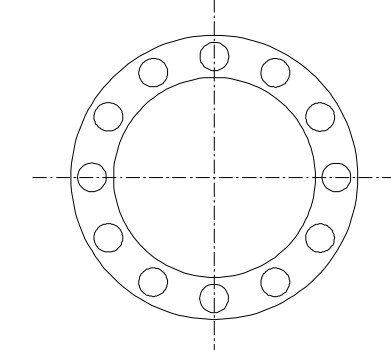
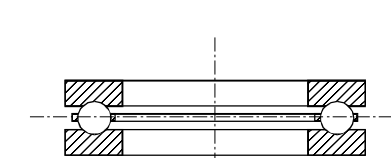
Rodamiento de bolas autoalineable



Rodamiento de cilindros o rótula autoalineable



Rodamiento axial de bolas autoalineable



Rodamiento axial de rodillos autoalineable

Juntas de estanqueidad

Las juntas de estanqueidad son elementos que sujetos en un soporte exterior, carcasa o cubo, albergan en su interior un eje de forma que impiden el flujo axial de líquidos o gases. De forma análoga a los rodamientos, su representación se realiza bien detallando los elementos, bien mediante sólo el contorno real o simplificado y una cruz de San Andrés que no toque los bordes. La estanqueidad puede ser unidireccional o bidireccional. En el primer caso se puede indicar añadiendo una flecha a uno de los brazos de la cruz. En la figura 36 se muestran ejemplos.

Esta representación simplificada general para juntas de estanqueidad puede aún especificar más datos mediante el empleo de los símbolos de la tabla 5.

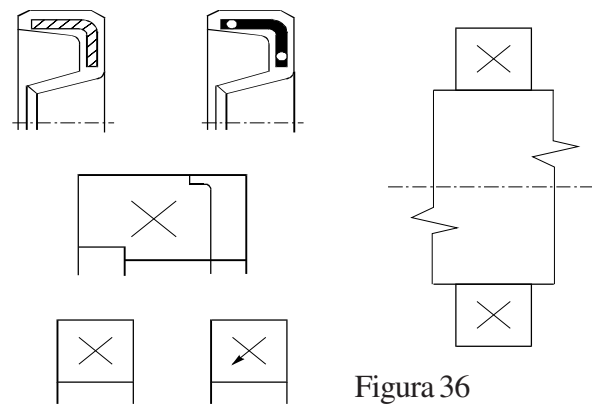
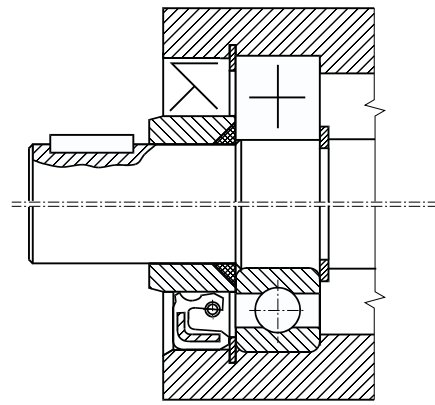


Figura 36

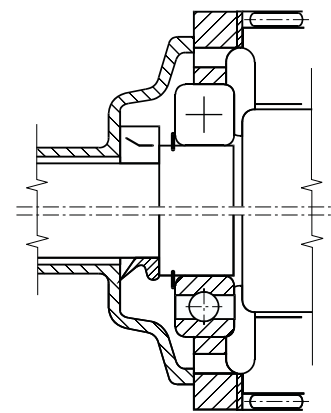


Anillo de estanqueidad de labio para árboles de rotación con labio anti-polvo

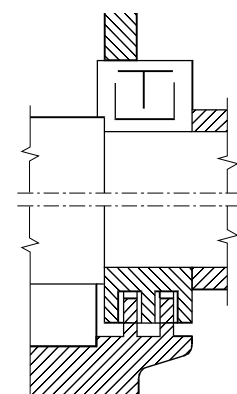
Figura 37. Ejemplos de montajes de ejes con cojinetes y juntas de estanqueidad.

Tabla 5

	Línea recta continua paralela a la generatriz de la superficie de estanqueidad	Elemento de junta de estanqueidad estático
	Línea recta continua larga diagonal respecto de los contornos	Elemento de junta de estanqueidad dinámico. Junto al anterior indica el lado de la junta que se opone al fluido.
	Línea continua corta diagonal perpendicular al anterior	Juntas de labio antipolvo o rascadores.
	Línea continua corta inclinada y dirigida hacia el centro del cuadrado	Juntas de estanqueidad de labios para juntas de casquete en U, juntas anulares en V, etc.
	Línea continua corta dirigida hacia el centro del cuadrado	Ídem para juntas de collar en U, etc.
	T (macho)	Juntas de estanqueidad sin contacto. Ejemplo: de laberinto.
	U (hembra)	

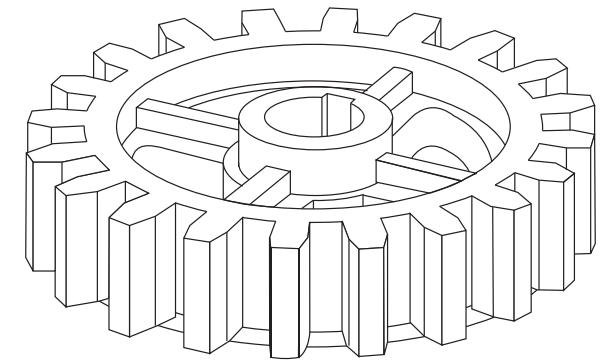


Junta anular en V



Ruedas dentadas y engranajes

Ruedas dentadas son cilindros, conos o hiperboloides de revolución que presentan un perfil con crestas y valles con trazado y dimensiones normalizados que se denomina dentado. Este dentado puede ser recto o helicoidal. Las ruedas dentadas pueden engranar unas con otras siempre que cumplan unos ciertos requisitos y sirven para transmitir giros, modificando la velocidad de giro y el par de fuerzas. Las menores se denominan *piñones* y las mayores *ruedas*.



Las ruedas dentadas se representan en vistas no cortadas como si no fueran dentadas limitadas por la superficie de cabeza, indicando con línea de trazos y puntos la circunferencia primitiva. La circunferencias primitivas de dos ruedas que engranan entre sí son tangentes.

En secciones axiales se muestran dos dientes diametralmente opuestos sin cortar aunque fuera dentado oblícuo o el número de dientes fuese impar y por tanto sea una situación irreal. En la figura 38 se muestran ejemplos de diferentes ruedas dentadas.

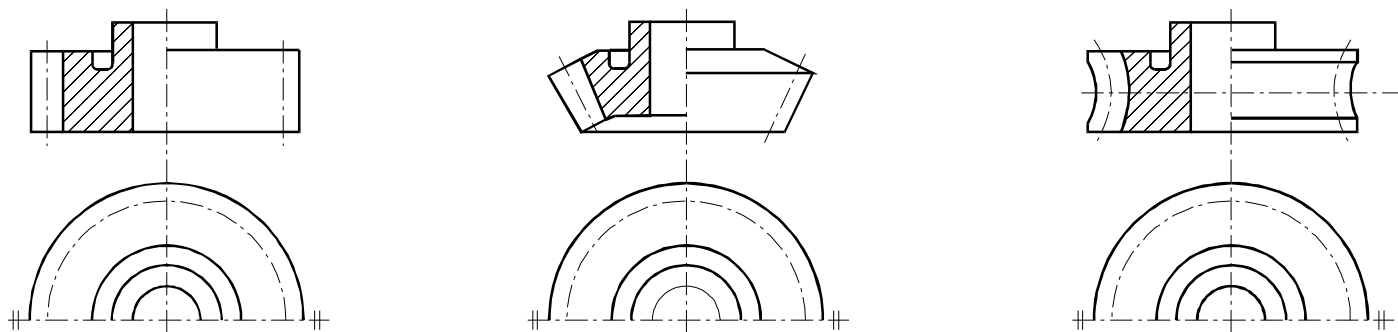


Figura 38

La circunferencia del pie de diente normalmente no se representa. Si, no obstante, es necesario entonces se indica mediante línea fina continua (figura 39). En ocasiones se representa un diente para especificar el perfil. En este caso se hace con línea gruesa continua. En las figuras 40 y 41 se muestran como ejemplos los dientes primero y último de una corredera y un diente en una rueda respectivamente.

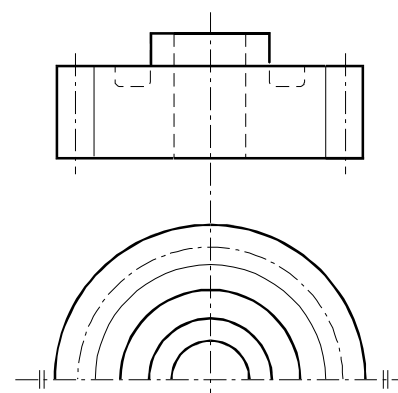


Figura 39

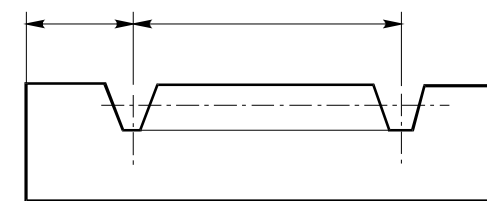


Figura 40

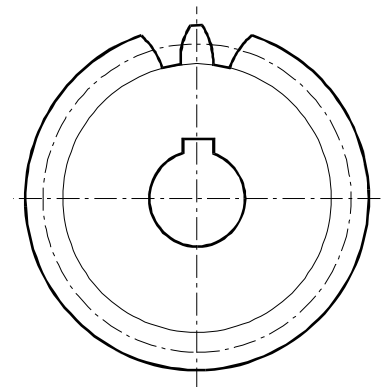


Figura 41

El tipo de dentado se indica mediante los símbolos de la figura 42. Si es recto no se indica nada. Si se representa un acoplamiento de dos ruedas, el tipo de dentado se indica sólo en una de ellas.

Dentado	Símbolo
Helicoidal a la derecha	
Helicoidal a la izquierda	
En ángulo	
Espiral	

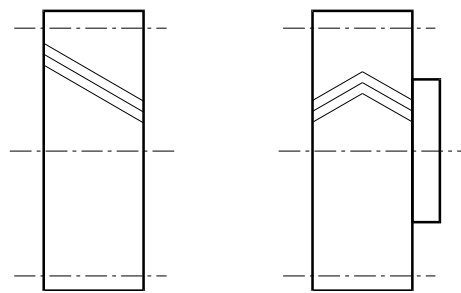


Figura 42

En los acoplamientos en que aparece una rueda cónica, las generatrices de engrane se prolongan hasta cortar al eje del cono como puede verse en las figuras 43 y 44.

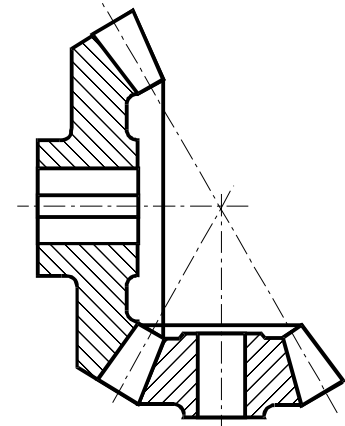


Figura 43

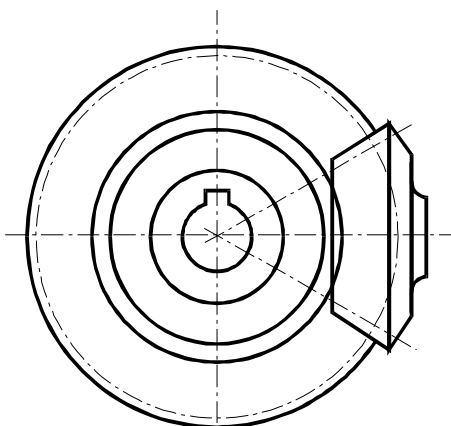


Figura 44

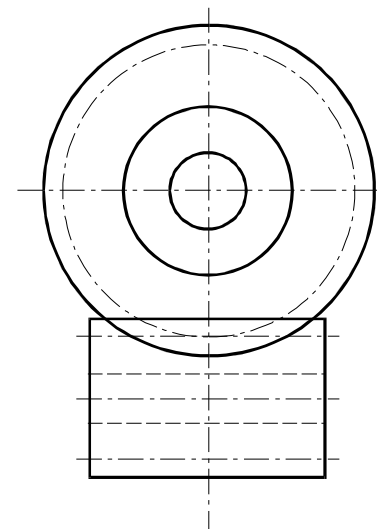


Figura 45

Quando se representan dos ruedas engranando hay una zona de engrane intersección de los cilindros (o conos) de cabeza de ambas. Esta zona del espacio es compartida por las dos ruedas puesto que los dientes de una y otra van recorriendo toda su extensión. No hay pues ocultación de uno por otro y se representan los contornos de ambas ruedas como si fueran vistos como en el caso de la figura 45. Sin embargo, si se muestran las ruedas seccionadas, entonces se muestra el diente que engrana de una de ellas visto y el de la otra oculto (figuras 43 y 46).

Si, independientemente de la zona de engrane, una de las ruedas oculta a la otra, entonces se siguen las normas habituales de representación, intentando además prescindir de líneas ocultas. Estas líneas ocultas deberían ser en caso de necesidad de trazos. Se muestran ejemplos en la figura 47.

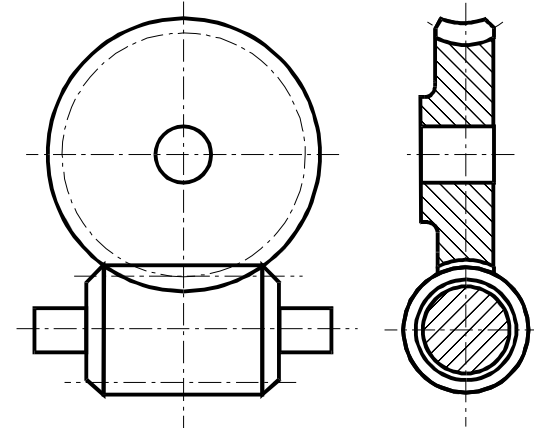


Figura 46

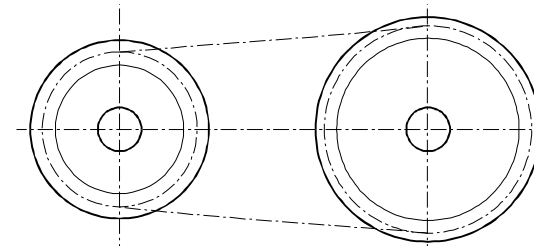


Figura 47

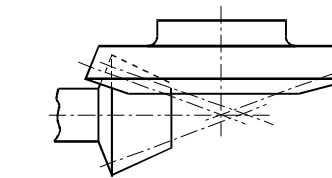
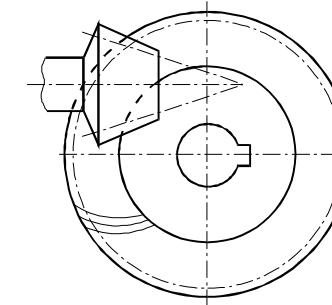
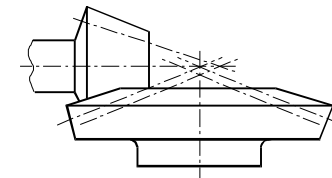


Figura 48

Las transmisiones mediante cadenas se representan de forma similar, empleando la línea de trazos y puntos para la línea media de la cadena como en la figura 48.

Resortes

Son dispositivos de unión de diferentes elementos tales que producen una fuerza o un par al ser apartados de su posición de equilibrio. Pueden ser axiales (de tracción y compresión), de flexión y de torsión. La representación de los resortes puede hacerse detallada o simplificada. En general los que se componen de un alambre o barra se simbolizan mediante una línea con la forma del alambre. En los realizados con flejes se representan mediante segmentos generatrices del fleje como se muestra en las figuras adjuntas.

En los resortes helicoidales de compresión debe indicarse la forma de la sección salvo que sea circular, el sentido del arrollamiento (RH o LH) -entendiendo que es a derechas si no se indica nada- y la forma de los extremos si estos no son amolados. En la figura 49 se muestra la representación simbólica de algunos resortes de compresión. En la figura 50 se muestran tipos de extremos de resortes. Los de tracción se representan de la misma forma salvo por la indicación del extremo que puede hacerse directamente en la figura 51.

Tipo de resorte	Representación		
	En alzado	En corte	Simplificada
Resorte helicoidal cilíndrico de compresión			
Resorte helicoidal cónico de compresión			
Combinaciones de resortes de compresión cilíndricos y cónicos			
Resorte helicoidal cónico de compresión			
Resorte helicoidal bicónico en forma de diábolo			
Combinación de resortes helicoidales cilíndricos de compresión			
Resorte helicoidal cilíndrico de compresión con sección cuadrada			
Resorte de compresión con láminas de sección rectangular en voluta			

Figura 49. Resortes de compresión.

Tipo de extremo	Representación
sin unir, sin afilar	
unido sin afilar	
sin unir afilado	
unido y afilado	
unido en forma de cola de cerdo	
Unido y dirigido hacia el centro	

Figura 50. Extremos de resortes.

Simplificada	
En corte	
En alzado	

Figura 51. Resortes cilíndricos de tracción.

Lo mismo rige para los resortes de torsión, las arandelas elásticas y las ballestas como se muestra en las figuras 52 y 53.

Tipo de resorte	Representación		
	En alzado	En corte	Simplificada
Resorte helicoidal cilíndrico de torsión			
Barra de torsión de sección redonda			
Barra de torsión formada por unión de láminas de sección rectangular			
Resorte en espiral con lámina de sección rectangular			
Resorte de tracción de fuerza constante			
Resorte de tracción de fuerza constante de dos ejes con pares opuestos			
Resorte de tracción de fuerza constante de dos ejes con pares de igual sentido			

Figura 52. Resortes de torsión y tracción.

Tipo de resorte	Representación	
	En alzado	Simplificada
Resorte de láminas sin ojos.		
Resorte de láminas con ojos.		
Resorte de láminas con ojos y resorte auxiliar superior		
Resorte de láminas con ojos y resorte auxiliar inferior		
Resorte parabólico monolaminar con ojos		
Resorte parabólico sin ojos		
Resorte parabólico con ojos		
Resorte parabólico con ojos y resorte auxiliar superior		
Resorte parabólico con ojos y resorte auxiliar inferior		

Figura 53. Resortes de láminas o ballestas.

Acanalados

Los acanalados de un eje son ranuras axiales que se tallan de manera que la sección tiene forma dentada. Un eje y un cubo tallados de forma recíproca pueden introducirse el uno en el otro axialmente y sin embargo no pueden girar si no es de forma solidaria. En definitiva constituyen un acoplamiento capaz de transmitir un par de fuerzas.

Los acanalados pueden ser de caras planas, de perfil evolvente y dentada. En la figura 55 se muestran las representaciones reales de los tres tipos. Nótese que el eje no se secciona. La representación real debe no obstante evitarse y en la medida de lo posible emplear una representación simplificada.

La representación simplificada se muestra en la figura 56. La indicación del tipo de ranurado se hace con los símbolos del perfil y a continuación la denominación ISO correspondiente según la ISO 14 y la ISO 4156 como en la figura 57.

Figura 57

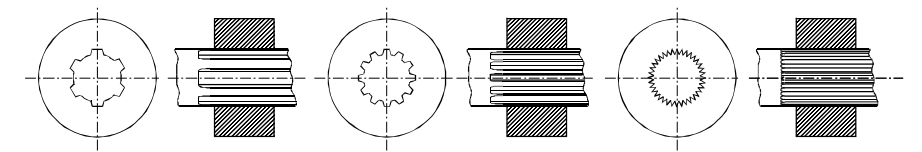
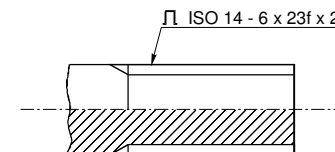


Figura 55. Tipos de acanalados.

	Ranurado de caras planas		Ranurado de perfil envolvente y dentado	
Eje				
Cubo				
Unión ranurada				

Figura 56. Representación simplificada de acanalados.

Si es necesario se puede mostrar la salida de la herramienta de tallado (figura 58), la posición en la pieza de los dientes (figura 59), algún detalle que interese destacar (figura 60), el acabado superficial (figura 61) o el ajuste (figura 62).

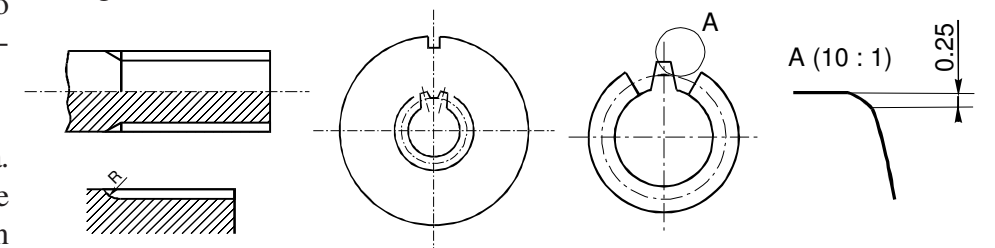


Figura 58

Figura 59

Figura 60

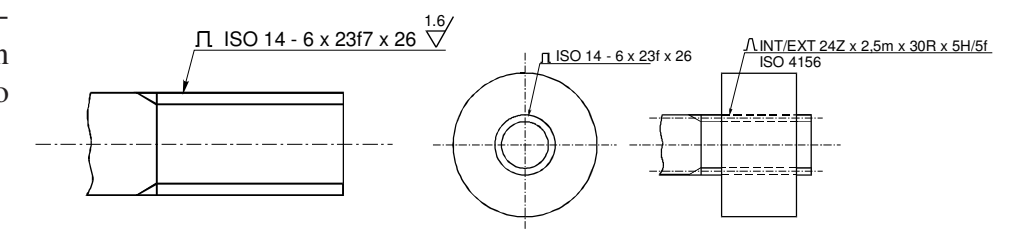


Figura 61

Figura 62

Tipo de resorte	Representación		
	En alzado	En corte	Simplificada
Arandela elástica			
Arandela elásticas (superpuestas en el mismo sentido)			
Arandelas elásticas (superpuestas alternativamente opuestas)			

Figura 54. Arandelas elásticas.

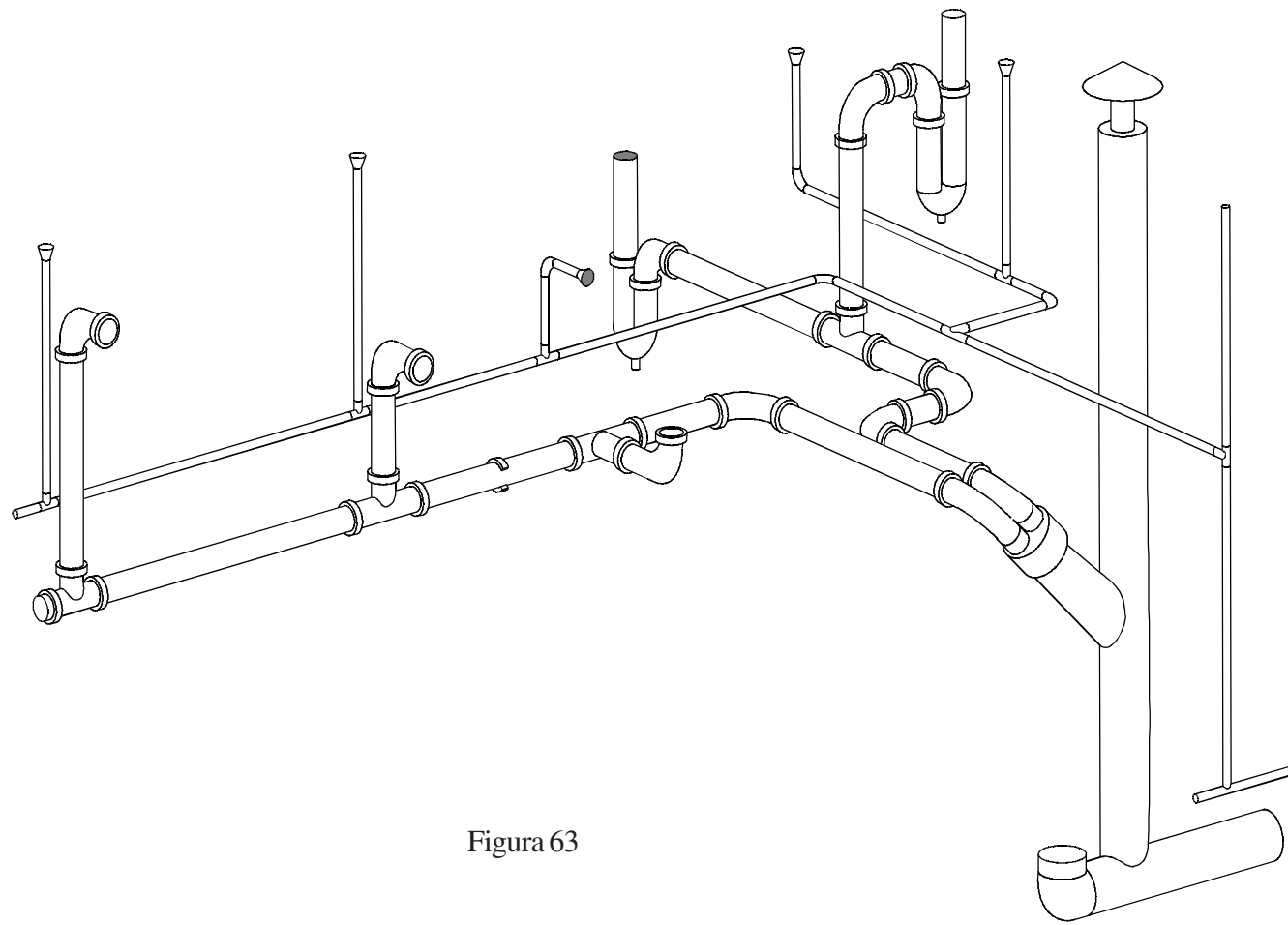


Figura 63

Líneas, conducciones y tuberías

En numerosas ocasiones el ingeniero debe diseñar el trazado de líneas de suministro de diversas materias o energías: agua, gas, líquidos, aire (ventilación), aire a presión (circuito neumático), electricidad, aceite a presión, etc. En todos los casos lo importante en la instalación es el trazado de las líneas o conducciones, el número de estas, sus conexiones y los accesorios o equipos instalados. En el plano de instalación se reflejarán pues estos datos, simplificando el trazado de los conductos mediante una única línea, sin detallar accesorios de acoplamiento, rácores, etc.

Para estos trazados cada tipo de circuito tiene su propia simbología que evita tener que representar en detalle los elementos. Por ejemplo, en las figuras 63 y 64 se muestra una instalación de fontanería: un circuito de agua sanitaria y otro de desagüe. En la figura 63 se muestra una representación detallada y en la 64 su correspondiente representación simbólica simplificada.

Nótese que si este tipo de plano se realizan en sistema axonométrico -como es el caso de la figura 64- hay que tener en cuenta que, para que quede representada inequívocamente una recta no paralela a ninguno de los ejes del triedro, es necesario emplear una proyección sobre uno de los planos del triedro además de su proyección directa. La norma establece entonces que se raye el correspondiente plano proyectante que contiene ambas rectas.

En una instalación hidráulica o neumática se hace circular un fluido -líquido o gas- a presión para el accionamiento de dispositivos. El fluido es transmisor de energía mecánica. En el capítulo primero se incluyó un ejemplo de esquema neumático con una pequeña tabla de símbolos.

Elementos eléctricos y electrónicos

Existen unos símbolos normalizados para su empleo en esquemas y diagramas eléctricos y electrónicos, los cuales se recogen en la serie de normas UNE 20.004 y de los cuales se han escogido algunos ejemplos significativos en la tabla 5. Son tan sólo de una muestra cuyo objetivo es permitir al lector un primer contacto con esta simbología.

Los esquemas eléctricos representan los cables de conexión mediante líneas que unen los diferentes elementos. Se denomina *esquema unifilar* a aquel en que un cable se representa por una única línea, aunque en su interior esté compuesto por varios conductores. Por el contrario, es *multifilar* cuando se detalla cada conductor aunque estén unidos en un mismo cable.

Los esquemas electrónicos incluyen información sobre los diferentes elementos que hay en un circuito y sus conexiones. En un circuito electrónico las conexiones pueden hacerse bien mediante pistas de una placa o un circuito impreso, bien mediante cableado. Estas especificaciones las deberá recoger otro tipo de esquema en el que ya sí aparece información topológica, esto es sobre la situación física real de cada componente y su conexión. En los esquemas en general las líneas pueden representar conexiones unificables o multifilares entre bloques, especialmente en electrónica digital. Los cables normalizados y coaxiales se deben indicar en los esquemas.

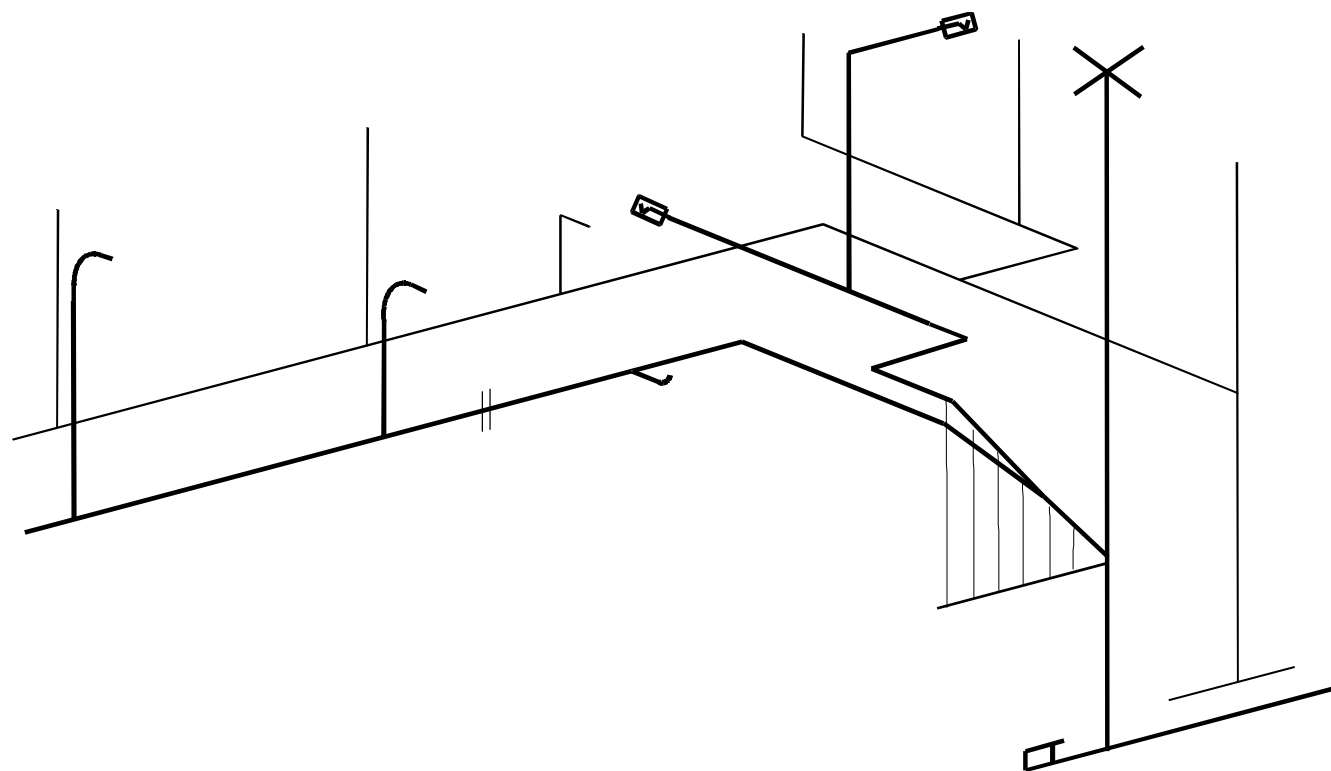


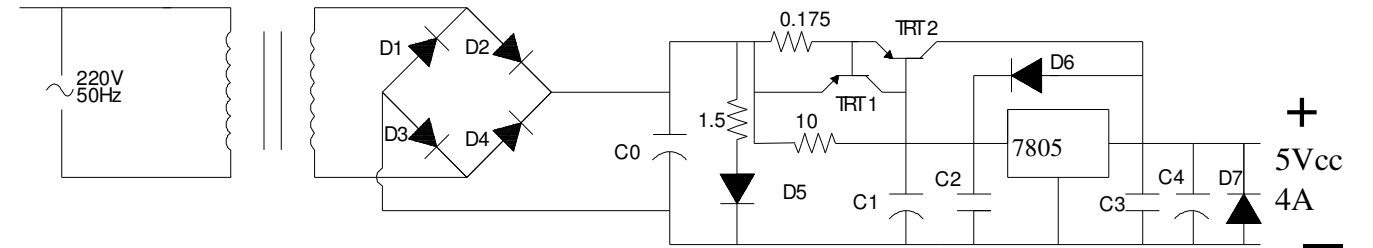
Figura 64

REPRESENTACIÓN NORMALIZADA DE ELEMENTOS BÁSICOS

Símbolo		Significado
Unifilar	Multifilar	
		Un conductor o un grupo de conductores
		Conductor flexible
		Dos conductores
		Tres conductores
		n conductores
		Paso de una representación unifilar de 3 conductores a otra multifilar
		Haz de conductores
		Incorporación de conductores a un haz
		Corriente continua
		Corriente continua - símbolo general
		Corriente alterna
		Corriente alterna de frecuencia audible
		Corriente alterna de alta frecuencia o radiofrecuencia
$3 \sim 50 \text{ Hz } 220\text{V}$		Corriente alterna de 3 fases, 50 Hz y 220 V
		Aparatos de utilización indistinta con corrientes continua y alterna
N		Neutro
+		Polo positivo
-		Polo negativo
		Circuito de corriente continua 220 V entre conductores extremos (110 V entre cada extremo y neutro). Los extremos de 50 mm ² y el neutro de 25 mm ²
		Circuito de corriente alterna de 50 Herzios y 3000 V de tensión entre conductores extremos. Tanto los conductores extremos como el neutro son hilos de cobre de 50 mm ²

Símbolo	Significado
	Resistencia (se prefiere el de la izquierda).
	Resistencia no reactiva (se prefiere el de la izquierda).
	Impedancia
	Inductancia.
	Condensador.
	Toma de tierra.
	Tensión peligrosa.
	Pararrayos.
	Variabilidad.
	Variabilidad escalonada.
	Batería o acumulador. El trazo corto es el polo negativo
	Batería de tensión variable.
	Contacto.
	Interruptor unipolar.
	Interruptor tripolar.
	Interruptor automático.
	Base de enchufe (hembra).
	Clavija de enchufe (macho).
	Lámpara de señalización.

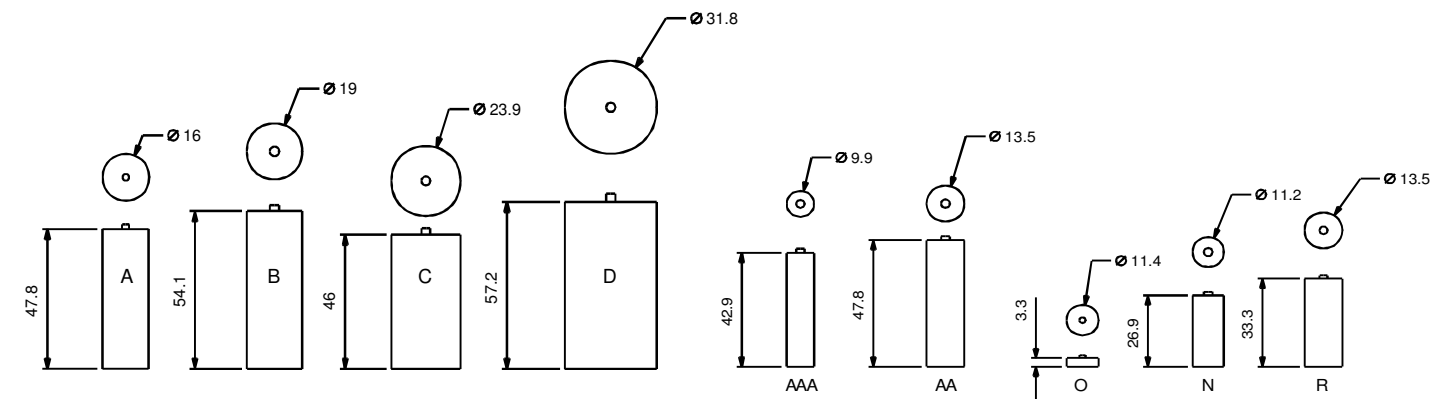
Símbolo	Significado
	Conexión de conductor o terminal (si hay articulación, se indica con el punto negro el terminal que la tiene y en hueco el otro).
	Derivación simple (puede omitirse el punto).
	Doble derivación.
	Cruce de conductores o canalizaciones sin conexión.
	Un devanado.
	n devanados separados.
	Devanado bifásico.
	Devanado trifásico parcial con conexión en V (60°).
	Devanado trifásico en triángulo.
	Devanado trifásico en estrella.
	Devanado trifásico en estrella con neutro accesible.
	Devanado trifásico en triángulo de n fases.
	Devanado trifásico en estrella de n fases.
	Generador de corriente continua con dos conductores y excitación en serie
	Motor síncrono de corriente trifásica con inducido en estrella sin salida de neutro.
	Transformador con dos devanados separados.



D1=D2=D3=D4=D5=D6=D7=1N4001
 C0=6.6 micro Faradios
 C1=1 micro Faradio
 C2=100 micro Faradios
 C3=33 micro Faradios
 C4=100 micro Faradios
 TRT1=TRT2

Figura 65. Ejemplo de circuito electrónico: fuente de alimentación de corriente continua de seis voltios.

Figura 66. Algunos tamaños normalizados de baterías. Sus tamaños y características están normalizadas de forma que no sea necesario acotar sobre cada plano sus dimensiones.



Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Diodo o rectificador		Efecto del campo magnético.
	Diodo Zener o de avalancha.		Efecto fotoeléctrico.
	Célula fotovoltaica.		Efecto de la temperatura.
	Transistor npn con colector unido a la cubierta		Efecto túnel.
	Antena.		Efecto de avalancha.
	Altavoz.		Base coaxial.
	Amplificador.		Clavija coaxial.