

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

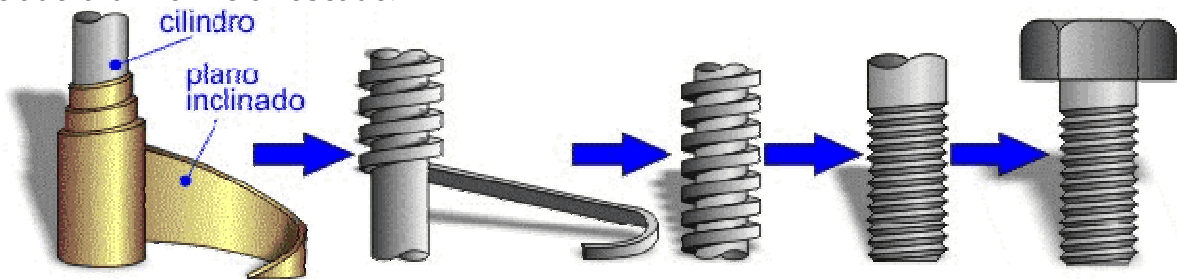
PARAFUSOS E ROSCAS

Parafusos:

Partes de um parafuso_____	03
Rosca direita e esquerda_____	03
Rosca simples ou Múltipla_____	04
Identificação_____	04
Aplicação_____	05
Formulário_____	06
Medição de roscas_____	07
Sistemas de roscas_____	08
Cálculos_____	09
Exercícios_____	09

Parafusos:

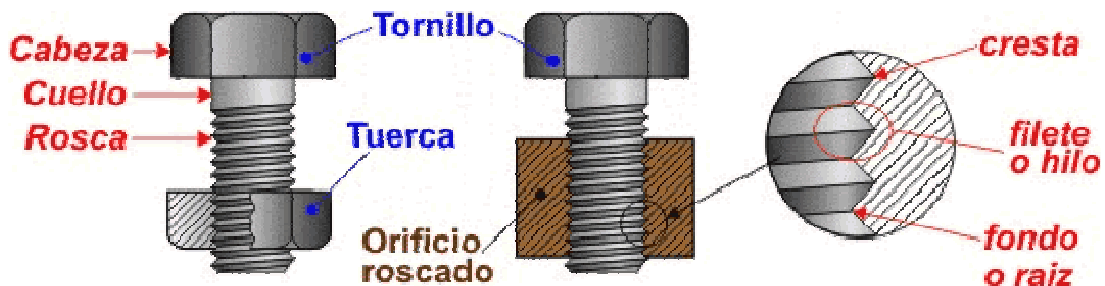
O parafuso é um operador que deriva diretamente do plano inclinado e sempre trabalha associado a um orifício roscado.



Basicamente pode-se definir um plano inclinado envolto em um cilindro. Ou que é mais realista um sulco helicoidal feito (fabricado) na superfície de um cilindro.

Partes de um parafuso

Distinguem-se em três partes básicas: Cabeça, corpo e rosca.



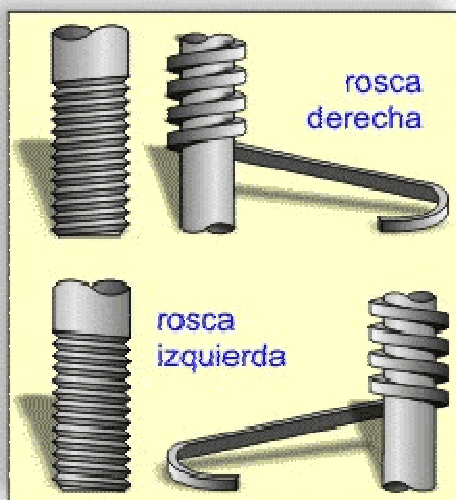
A **cabeça** permite apoiar o parafuso ou imprimir lhe um movimento giratório com a ajuda de ferramentas adequadas;

O **corpo** é a parte do cilindro que está sem rosca (em alguns parafusos a parte do corpo pode tomar algumas formas, sendo as mais comuns à quadrada e a nervada).

A **rosca** é a parte que tem fabricado o sulco.

Cada elemento da rosca tem o seu próprio nome; se denomina **filete ou fio** a parte saliente do sulco, **fundo ou raiz** a parte mais baixa e **crista** a mais saliente.

Rosca direita ou esquerda

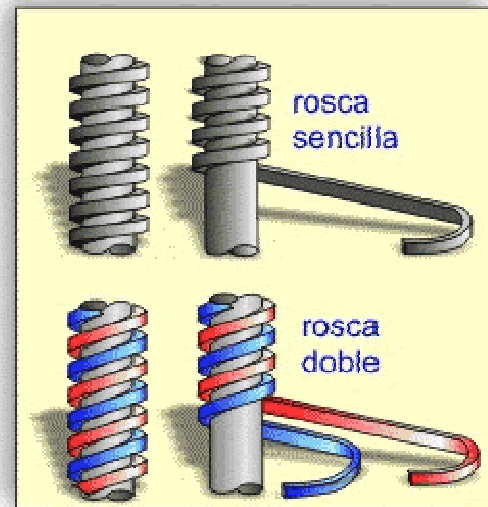


Segundo se fabrique o sulco (ou, realmente, se enrole o plano) em um sentido ou outro, teremos a denominação de **rosca direita** (com o filete enrolado no sentido dos ponteiros do relógio) ou **rosca esquerda** (enrolada em sentido contrário).

A mais empregada é a rosca direita, que faz o parafuso avançar, quando fazemos girar uma porca ou um furo com rosca no sentido dos ponteiros do relógio

Rosca simples ou múltipla

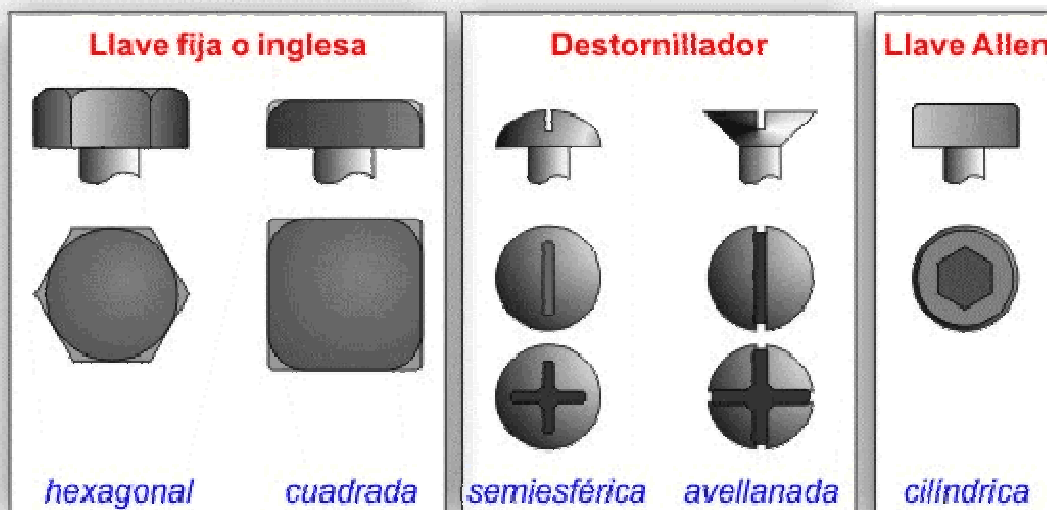
Pode-se fabricar simultaneamente um, dois ou mais sulcos sobre o mesmo cilindro, dando lugar a parafusos de rosca simples, dupla, tripla... conforme o número de sulcos fabricados podendo ser um, dois, três... A mais empregada é a rosca simples, reservando as roscas múltiplas para mecanismos que ofereçam pouca resistência ao movimento e aos que desejam obter um avanço rápido com um número de voltas mínimo (mecanismos de aperto).



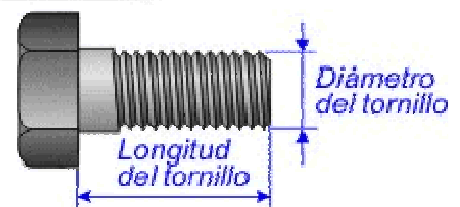
Identificação

Todo parafuso se identifica mediante 5 características básicas: Cabeça, diâmetro, comprimento. Perfil da rosca e passo da rosca.

A cabeça permite sujeitar o parafuso ou imprimir o movimento giratório com ajuda de ferramentas adequadas (As mais usuais são chaves fixas, ou inglesas, fendas ou chaves Allen). (As mais usuais são de forma hexagonal ou quadrada, mas também existem outras).



- O **Diâmetro** do parafuso é medido na zona da rosca, podendo ser milímetros ou em polegadas.
- O **Comprimento** do parafuso é a medida da rosca e corpo juntos.

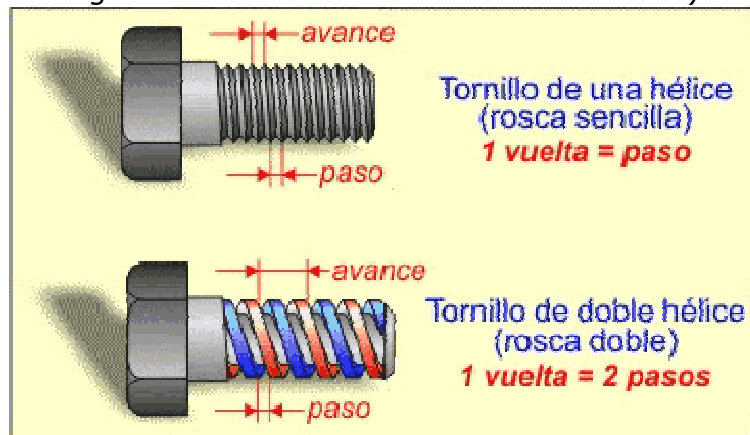


- O **Perfil de rosca** faz referência ao perfil do filete com que foi fabricado o parafuso; os mais empregados são: .

As roscas em **"V" aguda** são empregadas para instrumentos de precisão (parafuso micrométrico, microscópio...) A **Witworth** e a métrica se empregam para **Sujecion** (sistema parafuso e porca); a **redonda** para aplicações especiais (As lâmpadas e porta lâmpadas levam esta rosca); a **quadrada** e a **trapezoidal** se empregam para a transmissão de potência ou movimento (grifos, morsas, tornos...); as de **dentes de**

serra recebem precisão somente em um sentido e se usa para aplicações especiais (mecanismos onde se queira facilitar o giro em um sentido e dificultar em outro).

- O **passo da rosca** é a distância que existe entre duas cristas consecutivas. Se o parafuso é de uma rosca simples corresponde ao avanço sobre a porca com uma volta completa. Se for de rosca dupla o avanço será igual ao dobro do passo.



É importante saber que segundo o perfil da rosca se define o **tipo da rosca**. Os mais comuns para aplicação são a *Whitworth* e a *métrica*. Estes tipos de roscas estão normalizados, o que quer dizer que as dimensões de diâmetro, passo, ângulo do filete forma da crista e da raiz etc., já estão predefinidas.

Designa-se a rosca métrica, mediante a letra **M** maiúscula, seguido do diâmetro do parafuso (em milímetros) assim **M8** faz referencia a uma rosca métrica de 8 mm de diâmetro.

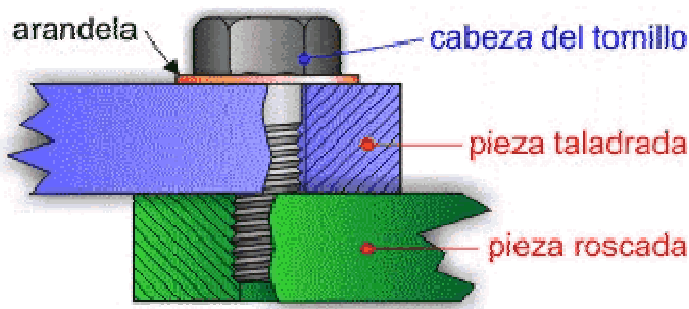
Se o parafuso é métrico de **rosca fina** (tem um passo menor que o normal) a designação se faz juntando o passo a nomenclatura anterior. Por exemplo: **M20 x 1,5** faz referência a um parafuso de rosca métrica de 20 de diâmetro e 1,5 mm de passo.

Aplicação

O **parafuso** é na realidade um mecanismo de transmissão (desplazamiento) (o sistema parafuso porca transforma um movimento giratório em um longitudinal), porém sua utilidade básica é da união desmontável de objetos, dando lugar a duas formas práticas de uso:

Combinado com uma porca, permite comprimir entre esta e a cabeça do parafuso as peças que queremos unir. Neste caso o parafuso é usual colocar arruelas com dupla função: Proteger as peças e evitar que a união se afrouxe devido a vibrações.





Empregado como porcas as próprias peças a apertar. Neste caso é usual que o furo da peça que toca a cabeça do parafuso esteja com um diâmetro ligeiramente superior ao do parafuso, uma vez que a outra peça (A que se faz de porca) está rosca. Emprega-se para apertar chapas ou peças diversas sobre estruturas

Formulários

Rosca métrica triangular (normal e fina)

P = passo da rosca

d = diâmetro maior do parafuso (normal)

d1 = diâmetro menor do parafuso (Æ do núcleo)

d2 = diâmetro efetivo do parafuso (Æ médio)

a = ângulo do perfil da rosca

f = folga entre a raiz do filete da porca e a crista do filete do parafuso

D = diâmetro maior da porca

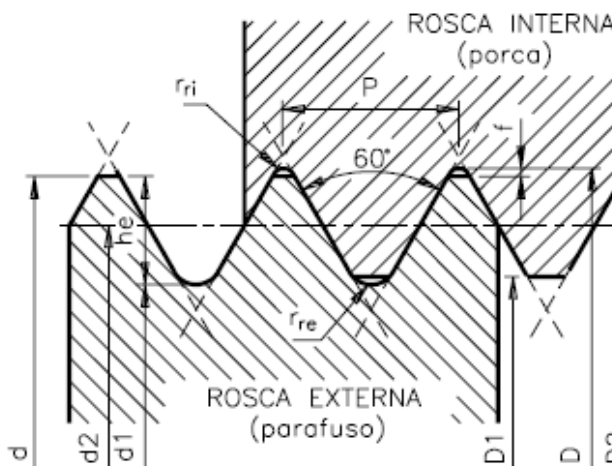
D1 = diâmetro menor da porca

D2 = diâmetro efetivo da porca

he = altura do filete do parafuso

rre = raio de arredondamento da raiz do filete do parafuso

rr i = raio de arredondamento da raiz do filete da porca



ângulo do perfil da rosca:

$a = 60^\circ$.

diâmetro menor do parafuso (Æ do núcleo):

$d1 = d - 1,2268P$.

diâmetro efetivo do parafuso (Æ médio):

$d2 = D2 = d - 0,6495P$.

folga entre a raiz do filete da porca e a crista do filete do parafuso:

$f = 0,045P$.

diâmetro maior da porca:

$D = d + 2f$.

diâmetro menor da porca (furo):

$$D1 = d - 1,0825P.$$

diâmetro efetivo da porca (\bar{A} médio):

$$D2 = d2.$$

altura do filete do parafuso:

$$h_e = 0,61343P.$$

raio de arredondamento da raiz do filete do parafuso:

$$r_{re} = 0,14434P.$$

raio de arredondamento da raiz do filete da porca:

$$r_{ri} = 0,063P.$$

Rosca witworth (triangular normal e fina)

$$\alpha = 55^\circ$$

$$P = \frac{1''}{n^\circ \text{de filetes}}$$

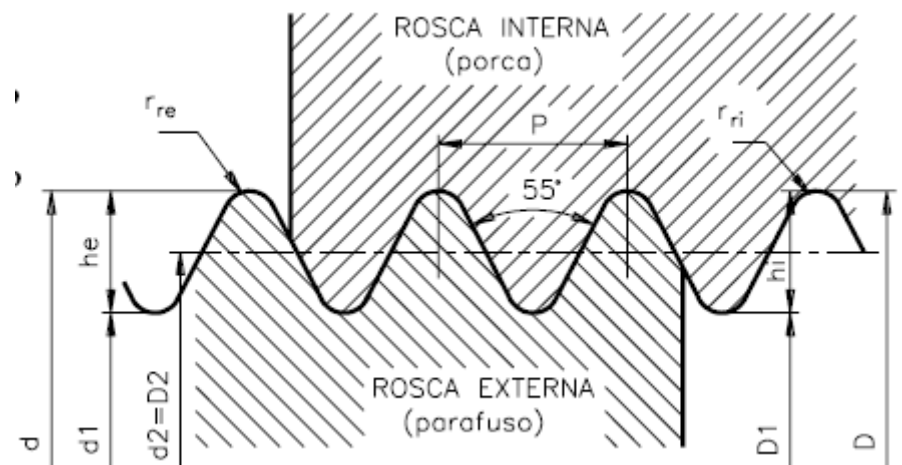
$$h_i = h_e = 0,6403 \cdot P$$

$$r_{ri} = r_{re} = 0,1373 \cdot P$$

$$d = D$$

$$d1 = d - 2h_e$$

$$D2 = d2 = d - h_e$$

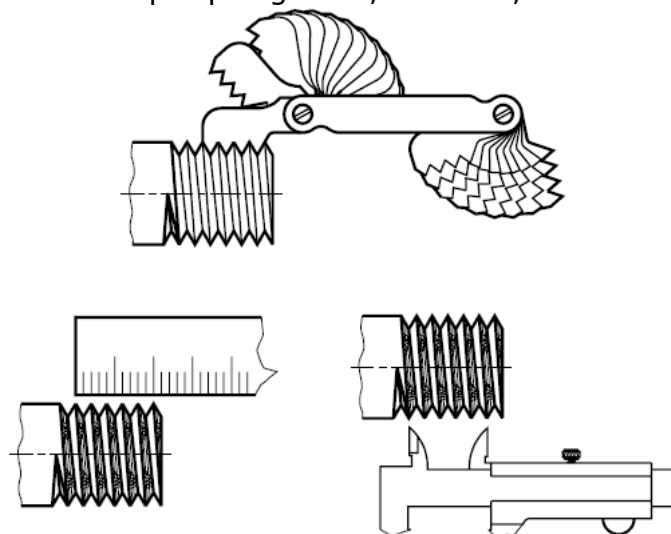


Medições de rosca

O primeiro procedimento para calcular roscas consiste na medição do passo da rosca.

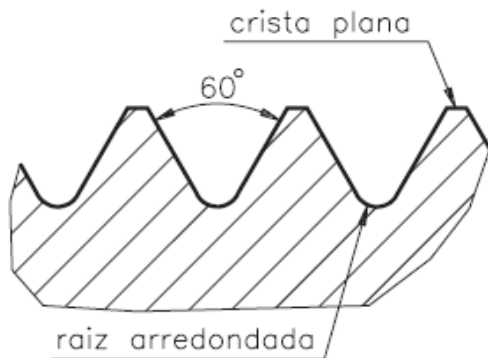
Para obter essa medida, podemos usar pente de rosca, escala ou paquímetro.

Esses instrumentos são chamados verificadores de roscas e fornecem a medida do passo em milímetro ou em filetes por polegada e, também, a medida do ângulo dos filetes.



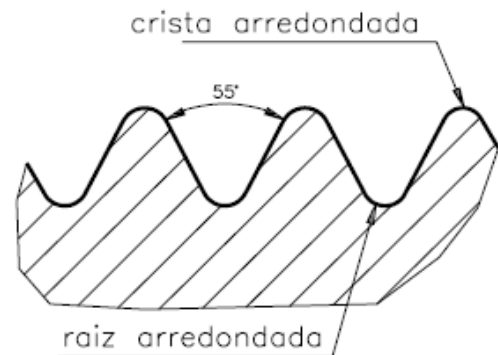
Sistemas de rosca

As roscas de perfil triangular são fabricadas segundo três sistemas normalizados: o sistema métrico ou internacional (ISO), o sistema inglês ou whitworth e o sistema americano.

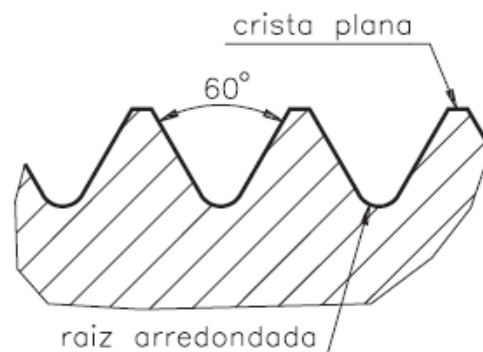


No **sistema métrico** as roscas são determinadas em milímetros. Os filetes têm forma triangular, ângulo de 60°, crista plana e raiz arredondada.

No **sistema whitworth** são dadas em polegadas. Nesse sistema, o filete tem a forma triangular, ângulo de 55°, crista e raiz arredondadas. O passo é determinado dividindo-se uma polegada pelo número de filetes contidos em uma polegada.



No sistema americano as medidas são expressas em polegadas. O filete tem a forma triangular, ângulo de 60°, crista plana e raiz arredondada.



Nesse sistema, como no whitworth, o passo também é determinado dividindo-se uma polegada pelo número de filetes contidos em uma polegada.

Nos três sistemas, as roscas são fabricadas em dois padrões: normal e fina. A rosca normal tem menor número de filetes por polegada que a rosca fina.

No sistema whitworth, a rosca normal é caracterizada pela sigla BSW (british standard whitworth - padrão britânico para roscas normais). Nesse mesmo sistema, a rosca fina é caracterizada pela sigla BSF (british standard fine - padrão britânico para roscas finas). No sistema americano, a rosca normal é caracterizada pela sigla NC (national coarse) e a rosca fina pela sigla NF (national fine).

Cálculos de roscas triangulares métrica normal

Agora que você viu com detalhes os instrumentos de medir passo de rosca e os sistemas de roscas, vamos fazer alguns exercícios práticos. Antes dos exercícios, é preciso que você saiba quais são os procedimentos para determinar o passo da rosca ou o número de fios por polegada. Vamos usar o pente de rosca.

Verificar qual das lâminas do pente da rosca se encaixa perfeitamente nos filetes da rosca. A lâmina que se encaixar vai indicar-lhe o passo da rosca ou o número de fios por polegada.

Vimos que, no lugar do pente de rosca, você pode usar uma escala e medir, por exemplo, 10 filetes da rosca. Você divide a medida encontrada por 10 para encontrar o passo da rosca. Isto, se a rosca for do sistema métrico. Se ela for do sistema inglês, você deve verificar quantos filetes cabem em uma polegada da escala. O resultado, portanto, será o número de fios por polegada.

Medir o diâmetro externo da rosca com paquímetro. Tendo a medida do diâmetro e a medida do passo, ou o número de fios por polegada, você vai consultar a tabela para obter as demais medidas da rosca. Também, em vez de consultar a tabela, você pode fazer os cálculos das dimensões da rosca.

Cálculo de dimensões de rosca **Rosca métrica normal**

Exemplo - Calcular o diâmetro menor de um parafuso (d_1) para uma rosca de diâmetro externo (d) de 10 mm e passo (p) de 1,5 mm.

Cálculo: $d_1 = d - 1,2268 \cdot P$

Substituindo os valores dessa fórmula:

$$d_1 = 10 - 1,2268 \cdot 1,5$$

$$d_1 = 10 - 1,840$$

$$d_1 = 8,16 \text{ mm}$$

Portanto, o diâmetro menor da rosca é de 8,16 mm.

Exercício 1

Conforme foi feito no exemplo acima, calcule o diâmetro menor de uma rosca métrica normal, a saber:

diâmetro externo: 6 mm

Passo: 1 mm

Fórmula: $d_1 = d - 1,2268 \cdot P$

Exemplo - Calcular o diâmetro efetivo de um parafuso (\varnothing médio) com rosca métrica normal, cujo diâmetro externo é de 12 mm e o passo é de 1,75 mm.

Fórmula: $d_2 = d - 0,6495 \cdot P$

Substituindo os valores desta fórmula:

$$d_2 = 12 - 0,6495 \cdot 1,75$$

$$d_2 = 12 - 1,1366$$

$$d_2 = 10,86 \text{ mm}$$

Portanto, a medida do diâmetro médio é de 10,86 mm.

Exercício 2

Com base no exemplo, calcule o diâmetro médio de um parafuso com rosca métrica normal, a saber:

diâmetro externo: 8 mm

Passo: 1,25 mm

Fórmula: $d_2 = d - 0,6495 \cdot P$

Exemplo - Calcular a folga (f) de uma rosca métrica normal de um parafuso cujo diâmetro maior (d) é de 14 mm e o passo (p) é de 2 mm.

Fórmula: $f = 0,045 \cdot P$

Substituindo os valores:

$$f = 0,045 \cdot 2$$

$$f = 0,09 \text{ mm}$$

Portanto, a folga entre a raiz do filete da porca e a crista do filete do parafuso é de 0,09 mm.

Exercício 3

Calcule a folga (f) de uma rosca métrica normal de um parafuso cujo diâmetro maior (d) é de 10 mm e o passo (p) é de 1,5 mm.

Fórmula: $f = 0,045 \cdot P$

Exemplo - Calcular o diâmetro maior de uma porca com rosca métrica normal, cujo diâmetro maior do parafuso é de 8 mm e o passo é de 1,25 mm.

Fórmula: $D = d + 2f$

Calcula-se, primeiro o valor de f cuja fórmula é $f = 0,045 \cdot P$.

Portanto: $f = 0,045 \cdot 1,25$

$$f = 0,05625$$

Substituindo os valores de f na fórmula:

$$D = 8 + 2 \cdot 0,056$$

$$D = 8 + 0,112$$

$$D = 8,11 \text{ mm}$$

Portanto, o diâmetro maior da porca é de 8,11mm.

Exercício 4

Calcular o diâmetro maior de uma porca com rosca métrica normal cujo diâmetro maior do parafuso é de 16 mm e o passo é de 2 mm.

Fórmula: $D = d + 2f$



MÉTRICA GROSSA 60°

Rosca Métrica.	Diâm. Da broca p/ roscar	diâm. Da broca passante	Passo
M1	0,75	1,30	0,25
M2	1,60	2,50	0,4
M3	2,50	3,60	0,5
M4	3,30	4,80	0,7
M5	4,20	5,80	0,8
M6	5,00	7,00	1
M8	6,70	9,00	1,25
M10	8,40	11,50	1,5
M12	10,00	14,00	1,75
M14	11,75	16,00	2
M16	13,75	18,00	2
M18	15,25	20,00	2,5
M20	17,25	23,00	2,5
M22	19,25	25,00	2,5
M24	20,75	27,00	3
M27	23,75	30,00	3
M30	26,00	33,00	3,5
M36	31,50	39,00	4
M42	37,00	45,00	4,5



MÉTRICA FINA 60°

Rosca Métrica.	Diâm. Da broca p/ roscar	diâm. Da braca passante	Passo
M1	0,74	1,30	0,2
M2	1,75	2,50	0,25
M3	2,65	3,60	0,35
M4	3,50	4,80	0,5
M5	4,50	5,80	0,5
M6	5,30	7,00	0,75
M8	7,00	9,00	1
M10	9,00	11,50	1
M12	10,40	14,00	1,5
M14	12,40	16,00	1,5
M16	14,40	18,00	1,5
M18	16,40	20,00	1,5
M20	18,40	23,00	1,5
M22	20,40	25,00	1,5
M24	21,75	27,00	2
M27	24,75	30,00	2
M30	27,75	33,00	2
M36	32,25	39,00	3
M42	38,25	45,00	3
M45	41,25	48,00	3
M48	44,25	51,00	3



POLEGADA GROSSA (UNC-55°)

Rosca em Pol.	Diâm. ext. em mm.	Diâm. Da broca p/ roscar	diâm. Da broca passante	Números de fios/pol.
1/8	3,175	2,60	3,60	40
5/32	3,969	3,10	4,80	32
3/16	4,762	3,70	5,50	24
1/4	6,350	5,10	7,50	20
5/16	7,938	6,50	9,50	18
3/8	9,525	7,90	10,50	16
7/16	11,113	9,25	13,00	14
1/2	12,700	10,50	15,00	12
5/8	15,876	13,50	18,00	11
3/4	19,500	16,50	22,00	10
7/8	22,226	19,25	25,00	9
1	25,400	22,00	28,00	8
1,1/4	31,750	27,75	35,00	7
1,1/2	38,100	33,50	42,00	6
1,3/4	44,452	39,00	48,00	5
2	50,802	44,50	55,00	4,1/2



POLEGADA ROSCA FINA (UNF-60°)

Rosca em Pol.	Diâm. ext. em mm.	Diâm. Da broca p/ roscar	diâm. Da broca passante	Números de fios/pol.
5	3,175	2,50	4,00	44
6	3,505	2,80	4,20	40
8	4,166	3,40	5,00	36
10	4,826	4,00	5,50	32
12	5,486	4,60	6,50	28
1/4	6,350	5,40	7,25	28
5/16	7,938	6,80	9,00	24
3/8	9,525	8,50	10,50	24
7/16	11,113	9,80	12,50	20
1/2	12,700	11,50	15,00	20
5/8	15,875	14,75	18,00	18
3/4	19,050	17,50	22,00	16
7/8	22,225	20,50	25,00	14
1	25,400	23,75	28,00	14
1,1/8	28,575	26,50	32,00	12
1,1/4	31,750	29,75	35,00	12
1,1/2	38,100	36,00	42,00	12

Tabela de torques:

Classe de Resistência	Resistência à tração nominal N/mm ²	Tensão Escoamento nominal N/mm ²	Tensão de deformação não proporcional Nominal N/mm ²	Alongamento após ruptura % min	Tensão sob carga de prova N/mm ²	Dureza
4.8	400	320		14	310	71-95 HRB
5.8	500	400		10	380	82-95 HRB
8.8	D≤16	800		12	580	22-32 HRC
	D>16	800		12	600	23-34 HRC
10.9	1000		900	9	830	32-39 HRC

Rosca (d)	Seção resistente nominal A _{s,nom} mm ²	Classe de propriedades				
		Carga de prova (A _{s,nom} x S _p), N				
		4.8	5.8	8.8	9.8	10.9
M3	5,03	1 560	1 910	2 920	3 270	4 180
M3,5	6,78	2 100	2 580	3 940	4 410	5 630
M4	8,78	2 720	3 340	5 100	5 710	7 290
M5	14,2	4 400	5 400	8 230	9 230	11 800
M6	20,1	6 230	7 640	11 600	13 100	16 700
M7	28,9	8 960	11 000	16 800	18 800	24 000
M8	36,6	11 400	13 900	21 200	23 800	30 400
M10	58	18 000	22 000	33 700	37 700	48 100
M12	84,3	26 100	32 000	48 900	54 800	70 000
M14	115	35 600	43 700	66 700	74 800	95 500
M16	157	48 700	59 700	91 000	102 000	130 000
M18	192	59 500	73 000	115 000	-	159 000
M20	245	76 000	93 100	147 000	-	203 000
M22	303	93 900	115 000	182 000	-	252 000
M24	353	109 000	134 000	212 000	-	293 000
M27	459	142 000	174 000	275 000	-	381 000
M30	561	174 000	213 000	337 000	-	466 000
M33	694	215 000	264 000	416 000	-	576 000
M36	817	253 000	310 000	490 000	-	678 000
M39	976	303 000	371 000	586 000	-	810 000

Rosca (d)	Seção resistente nominal A _{s,nom} mm ²	Classe de propriedades				
		Carga de prova (A _{s,nom} x S _p), N				
		4.8	5.8	8.8	9.8	10.9
M8x1	39,2	12 200	14 900	22 700	25 500	32 500
M10x1	64,5	20 000	24 500	37 400	41 900	53 500
M10x1,25	61,2	19 000	23 300	35 500	39 800	50 800
M12x1,25	92,1	28 600	35 000	53 400	59 900	76 400
M12x1,5	88,1	27 300	33 500	51 100	57 300	73 100
M14x1,5	125	38 800	47 500	72 500	81 200	104 000
M16x1,5	167	51 800	63 500	96 900	109 000	139 000
M18x1,5	216	67 000	82 100	130 000	-	179 000
M20x1,5	272	84 300	103 000	163 000	-	226 000
M22x1,5	333	103 000	126 000	200 000	-	276 000
M24x2	384	119 000	146 000	230 000	-	319 000
M27x2	496	154 000	188 000	298 000	-	412 000
M30x2	621	192 000	236 000	373 000	-	515 000
M33x2	761	236 000	289 000	457 000	-	632 000
M36x3	865	268 000	329 000	519 000	-	718 000
M39x3	1 030	319 000	391 000	618 000	-	855 000

Carga de prova é a maior força axial aplicável sem ocorrência de deformação permanente.

Momentos torçores (torques)

para atingir força de aperto igual a 80% da carga de prova.

Rosca normal – N.m

Rosca (d)	Classe de propriedades				
	4.8	5.8	8.8	9.8	10.9
M3	0,7	0,9	1,4	1,6	2,0
M3,5	1,1	1,4	2,1	2,4	3,0
M4	1,7	2,1	3,2	3,6	4,6
M5	3,3	4,1	6,2	6,9	8,9
M6	5,7	7,0	10,6	12,0	15,3
M7	9,3	11,4	17,4	19,4	24,8
M8	13,8	16,8	25,6	28,8	36,8
M10	27,4	33,5	51,2	57,3	73,1
M12	47	57	88	98	125
M14	74	91	138	155	198
M16	112	138	210	235	300
M18	156	192	302	-	418
M20	220	269	425	-	586
M22	298	365	578	-	801
M24	377	463	733	-	1013
M27	552	677	1070	-	1482
M30	755	924	1462	-	2022
M33	1014	1246	1963	-	2718
M36	1308	1602	2532	-	3504
M39	1689	2068	3267	-	4515

Rosca fina – N.m

Rosca (d)	Classe de propriedades				
	4.8	5.8	8.8	9.8	10.9
M8x1	14,5	17,7	27,0	30,3	38,6
M10x1	29,5	36,2	55,3	61,9	79,0
M10x1,25	28,5	34,9	53,2	59,7	76,1
M12x1,25	50	61	93	105	133
M12x1,5	48	59	90	101	129
M14x1,5	79	96	147	165	211
M16x1,5	117	144	220	247	315
M18x1,5	170	209	330	-	455
M20x1,5	236	289	457	-	633
M22x1,5	318	390	618	-	853
M24x2	401	492	775	-	1075
M27x2	586	715	1133	-	1567
M30x2	808	994	1570	-	2168
M33x2	1083	1326	2097	-	2900
M36x3	1362	1672	2637	-	3649
M39x3	1751	2146	3392	-	4692

O valores são orientativos e se baseiam em condições médias de atrito aço com aço.

A utilização de revestimentos anticorrosivos poderá alterar substancialmente os resultados.

Para aplicações críticas, os valores deverão ser aferidos com a utilização de aparelho (*) para determinação de esforço axial na haste do parafuso.

(*) Skidmore – Wilhelm ou similar

Parafusos Série Polegada

SAE J429 – Características mecânicas

Classe de resistência	Resistência à tração mínima N/mm ²	Tensão escoamento mínima N/mm ²	Tensão de deformação não proporcional mínima N/mm ²	Alongamento após ruptura % min	Tensão sob carga de prova N/mm ²	Dureza	
Grau 1	414	249		18	230	70-100 HRB	
Grau 2	D ≤ 3/4"	511	393	18	380	80-100 HRB	
	D > 3/4"	414	249	18	230	70-100 HRB	
Grau 5	D ≤ 1"	828		635	14	586	25-34 HRC
	D > 1"	725		559	14	510	19-30 HRC
Grau 8	1035		897	12	830	33-39 HRC	

Cargas de prova – Parafusos série Polegada rosca grossa UNC

Rosca (d)	Seção resistente nominal A _{s,nom} mm ²	Classe de propriedades			
		Carga de prova (A _{s,nom} x S _p), N			
		Grau 1	Grau 2	Grau 5	Grau 8
1/4 - 20	20,5	4 750	7 800	12 050	16 950
5/16 - 18	33,8	7 800	13 000	19 850	28 050
3/8 - 16	50	11 500	19 000	29 400	41 400
7/16 - 14	68,6	15 800	26 100	40 300	57 000
1/2 - 13	91,5	21 100	34 800	53 900	75 700
9/16 - 12	117	27 000	44 500	69 000	97 100
5/8 - 11	146	33 600	55 200	85 500	120 600
3/4 - 10	215	49 000	81 900	126 400	178 500
7/8 - 9	298	67 700	67 700	174 900	246 600
1 - 8	391	89 000	89 000	229 200	323 500
1.1/8 - 7	492	112 200	112 200	251 500	407 600
1.1/4 - 7	625	142 400	142 400	319 100	517 500
1.3/8 - 6	745	169 600	169 600	380 500	616 800
1.1/2 - 6	906	206 400	206 400	462 800	750 300

Cargas de prova – Parafusos série polegada rosca fina UNF

Rosca (d)	Seção resistente nominal A _{s,nom} mm ²	Classe de propriedades			
		Carga de prova (A _{s,nom} x S _p), N			
		Grau 1	Grau 2	Grau 5	Grau 8
1/4 - 28	23,5	5 450	8 950	13 900	19 500
5/16 - 24	37,4	8 650	14 250	22 050	31 100
3/8 - 24	56,7	13 050	21 550	33 450	47 050
7/16 - 20	76,6	17 700	29 150	45 200	63 600
1/2 - 20	103	23 800	39 300	60 900	85 700
9/16 - 18	131	30 200	49 900	77 300	108 800
5/8 - 18	165	38 000	62 800	97 500	137 100
3/4 - 16	241	55 400	91 500	142 000	199 800
7/8 - 14	328	75 600	75 600	193 800	272 600
1 - 12	428	98 400	98 400	252 400	355 100
1.1/8 - 12	552	127 100	127 100	281 700	458 400
1.1/4 - 12	692	159 300	159 300	353 400	574 600
1.3/8 - 12	848	195 200	195 200	433 000	704 200
1.1/2 - 12	1 020	234 600	234 600	520 700	846 600

Momentos torçores (torques)

para atingir força de aperto igual a 80% da carga de prova.

Rosca grossa – N.m

Rosca (d)	Classe de propriedades			
	<i>Grau 1</i>	<i>Grau 2</i>	<i>Grau 5</i>	<i>Grau 8</i>
¼ - 20	4,8	7,8	12,1	17,0
5/16 – 18	9,4	15,7	23,9	33,8
3/8 – 16	16,2	26,9	41,5	58,4
7/16 – 14	26	42	65	92
½ - 13	39	65	101	141
9/16 – 12	56	92	143	201
5/8 – 11	78	128	199	280
¾ - 10	136	227	350	494
7/8 – 9	218	218	562	793
1 – 8	327	327	841	1187
1.1/8 – 7	464	464	1040	1685
1.1/4 – 7	649	649	1455	2359
1.3/8 – 6	954	854	1916	3106
1.1/2 - 6	1127	1127	2527	4097

Rosca fina – N.m

Rosca (d)	Classe de propriedades			
	<i>Grau 1</i>	<i>Grau 2</i>	<i>Grau 5</i>	<i>Grau 8</i>
¼ - 28	5,3	8,7	13,5	18,9
5/16 – 24	10,2	16,8	25,9	36,6
3/8 – 24	17,8	29,4	45,7	64,2
7/16 – 20	27,8	45,8	71,1	100
½ - 20	43	71	110	155
9/16 – 18	61	100	155	219
5/8 – 18	85	141	219	308
¾ - 16	149	246	381	536
7/8 – 14	237	237	606	853
1 – 12	352	352	903	1271
1.1/8 – 12	509	509	1128	1835
1.1/4 – 12	705	705	1565	2545
1.3/8 – 12	947	947	2101	3417
1.1/2 – 12	1238	1238	2748	4468

O valores são orientativos e se baseiam em condições médias de atrito aço com aço.

A utilização de revestimentos anticorrosivos poderá alterar substancialmente os resultados.

Para aplicações críticas, os valores deverão ser aferidos com a utilização de aparelho (*), para determinação de esforço axial na haste do parafuso.

(*) Skidmore – Wilhelm ou similar

Parafusos ASTM

ASTM A307

Classe	Bitolas	Resistência à tração N/mm ²	Tensão Escoamento mínima N/mm ²	Tensão sob carga prova N/mm ²	Dureza	Cabeças	Aplicação/Observação
Grau A	¼" – 4"	414 min.	250 .		69-100 HRB	Sext.	Uso geral.
Grau B		414 - 690			69-95 HRB	Sext. S/ cabeça	Flanges de tubulações em ferro fundido.
Grau C		400 - 550			S/ cabeça	Ancoragem em estruturas.	

ASTM A325

Tipo 1	≤ 1"	827 min	635	586	25-34 HRC	Sext. Pesada	Montagem de estruturas
Tipo 2							Excluído em Nov1991
Tipo 3	> 1" – 1.1/2"	724 min	559	510	19-30 HRC		Aço c/ resistência a intempéries. Montagem de estruturas.

ASTM A394 (*)

Tipo 0	½" 5/8" ¾" 7/8" 1"	510 min.			80-100 HRB	Sext. Quadrada	Aço baixo C zincado. Montagem torres transmissão e similares.
Tipo 1		827 min.			25-34 HRC		Aço médio C temp.e reven. zincado. Montagem torres transmissão e similares.
Tipo 2							Aço baixo C martensítico zincado. Montagem torres transmissão e similares.
Tipo 3							Aço c/ resistência a intempéries. Temp.e reven. Montagem de estruturas.

(*) ASTM A 394 prescreve prova de cisalhamento quando solicitado pelo cliente.

ASTM A449

Tipo 1	¼" - 1"	825 min.	635	585	25-34 HRC	Sext. S/ cabeça	Uso geral Alta resistência
	>1" – 1.1/2"	725 min.	560	510	19-30 HRC		
	>1.1/2"- 3"	620 min.	400	380	-		
Tipo 2	¼" – 1"	825 min.	635	585	25-34 HRC		Uso geral Aço baixo C martensítico.

ASTM A490

Tipo 1	½" – 1.1/2"	1035 - 1173	897	827	33-38 HRC	Sext. Pesada	Aço liga Montagem estruturas.
Tipo 2							Aço martensítico. Montagem estruturas. Bitolas ½"- 1"
Tipo 3							Aço resistente a intempéries Montagem estruturas.

ASTM F593 (Aço Inoxidável)

Marcação	Condição	Material	Resistência à tração N/mm ²	Tensão escoamento mínima N/mm ²	Dureza	Bitola
F 593 C	Conformado a frio	Austenítico 304 ou similar	690 - 1035	448	95 HRB-32 HRC	¼" - 5/8"
F 593 D			586 - 965	310	80 HRB-32 HRC	>5/8" - 1.1/2"
F 593 G	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	690 - 1035	448	95 HRB-32 HRC	¼" - 5/8"
F 593 H			586 - 965	310	80 HRB-32 HRC	>5/8" - 1.1/2"
F 593 V	Conformado a frio	Ferrítico 430 ou similar	414 - 724	276	75-98 HRB	¼" - 5/8"
F 593 W			379 - 690	207	65-95 HRB	>5/8" - 1.1/2"
F 593 P	Temperado Revenido A 565°C min	Martensítico 410 ou similar	759 - 966	621	20-30 HRC	¼" - 1.1/2"
F 593 R	Temperado Revenido A 274°C min		1104 - 1310	827	34-45 HRC	¼" - 1.1/2"

ASTM F 468 (não ferrosos)

F 468 B	Conformado a frio	Latão ASTM 270	414 - 621	345	55-80 HRF	Todas
---------	-------------------	----------------	-----------	-----	-----------	-------

ISO 3506-1 (Aço Inoxidável)

A2 - 70	Conformado a frio	Austenítico 304 ou similar	700 min	450		≤ M 24
A4 - 70	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	700 min	450		≤ M 24
F1 - 60	Conformado a frio	Ferrítico 430 ou similar	600 min	410	180-285 HV	≤ M 24
C1 - 70	Temperado revenido	Martensítico 410 ou similar	700 min	410	20-34 HRC	Todas
C1 - 110	Temperado revenido 275°C min	Martensítico 410 ou similar	1100 min	820	36-45 HRC	Todas

Porcas Série Métrica

ISO 898-2 – Características mecânicas

Classe de resistência	Bitolas	Estilo	Tensão sob (*) carga de prova N/mm ²	Dureza	Classes de parafusos acopláveis
6	≤ M4	1	600	150-302 HV (80HRB-30HRC)	4.8 – 5.8
	> M4 – M7	1	670		
	> M7 – M10	1	680		
	> M10 – M16	1	700		
	> M16 – M39	1	720	170-302HV (87HRB-30HRC)	
8	≤ M4	1	800	180-302HV 89RB-30RC	4.8 – 5.8 8.8
	> M4 – M7	1	855	200-302HV (93HRB-30HRC)	
	> M7 – M10	1	870		
	> M10 – M16	1	880		
	> M16 – M39	1	920	233-353HV (99RB-36HRC)	
10	≤ M4	1	1 040	272-353HV (26-36HRC)	4.8 – 5.8 8.8 – 10.9
	> M4 – M7	1	1 040		
	> M7 – M10	1	1 040		
	> M10 – M16	1	1 050		
	> M16 – M39	1	1 060		

(*) Tensão no mandril de prova.

Cargas de prova – Porcas métricas rosca normal (grossa)

Bitola	Passo mm	Seção nominal do mandril de prova mm ²	Classes de resistência		
			6	8	10
			Cargas de prova		
			Estilo 1	Estilo 1	Estilo 1
M 3	0,5	5,03	3000	4000	5200
M3,5	0,6	6,78	4050	5400	7050
M4	0,7	8,78	5250	7000	9150
M5	0,8	14,2	9500	12140	14800
M6	1	20,1	13500	17200	20900
M7	1	28,9	19400	24700	30100
M8	1,25	36,6	24900	31800	38100
M10	1,5	58	39400	50500	60300
M12	1,75	84,3	59000	74200	88500
M14	2	115	80500	101200	120800
M16	2	157	109900	138200	164900
M18	2,5	192	138200	176600	203500
M20	2,5	245	176400	225400	259700
M22	2,5	303	218200	278800	321200
M24	3	353	254200	324800	374200
M27	3	459	330500	422300	486500
M30	3,5	561	403900	516100	594700
M33	3,5	694	499700	638500	735600
M36	4	817	588200	751600	866000
M 39	4	976	702700	897900	1035000

Cargas de prova – Porcas métricas rosca fina

Bitola	Passo mm	Seção nominal do mandril de prova mm ²	Classes de resistências		
			6	8	10
			Cargas de prova		
			Estilo 1	Estilo 1	Estilo 2
M8x1	1	39,2	30200	37400	41400
M10x1	1	64,5	49700	61600	68000
M10x1,25	1,25	61,2	47100	58400	64600
M12x1,25	1,25	92,1	71800	88000	97200
M12x1,5	1,5	88,1	68700	84100	92900
M14x1,5	1,5	125	97500	119400	131900
M16x1,5	1,5	167	130300	159500	176200
M18x1,5	1,5	215	187000	221500	232200
M18x2	2	204	177500	210100	220300
M20x1,5	1,5	272	236600	280200	293800
M20x2	2	258	224500	265700	278600
M22x1,5	1,5	333	289700	343000	359600
M22x2	2	318	276700	327500	343400
M24x2	2	384	334100	395500	414700
M27x2	2	496	431500	510900	535700
M30x2	2	621	540300	639600	670700
M33x2	2	761	662100	783800	821900
M36x3	3	865	804400	942800	934200
M39x3	3	1030	957900	1123000	1112000

Carga de prova é a maior força axial aplicável sem a ocorrência de deformação que não permita a remoção da porca do mandril sem a utilização de ferramenta; é permitida a utilização de chave manual para a primeira meia volta.

Porcas Série Polegada

SAE J995 – Características mecânicas

Classe de resistência	Estilo	Tensão sob carga de prova N/mm ²	Dureza	Classes de parafusos acopláveis	
Grau 2	Quadrada	620	32 HRC máx	Grau 1 – Grau 2	
Grau 5	Sextavada	1/4" – 1" UNC	828	32 HRC máx	Grau 1 – Grau 2 – Grau 5
		> 1" – 1.1/2" UNC	724		
		1/4" – 1" UNF	752		
		> 1" – 1.1/2" UNF	648		
Grau 8	Sextavada	1 035	24 – 32 HRC	Grau1-Grau2-Grau 5-Grau 8	
			> 5/8" – 1"		26 – 34 HRC
			> 1" – 1.1/2"		26 – 36 HRC

Cargas de prova – Porcas série polegada rosca grossa UNC

Bitola	Seção nominal do mandril de prova mm ²	Classes de resistência		
		2	5	8
		Cargas de prova		
¼” – 20	20,5	12700	17000	21200
5/16” – 18	33,8	21000	28000	35000
3/8” – 16	50,0	31000	42000	52000
7/16” – 14	68,6	42500	57000	71000
½” – 13	91,5	56800	76000	94700
9/16” – 12	117,4	72900	97200	121500
5/8” – 11	145,8	90400	120700	151000
¾” – 10	215,5	133700	178400	223000
7/8” – 9	298,1	185000	246800	308500
1” – 8	391,0	242600	323700	404700
1.1/8” – 7	492,3	305500	356400	509500
1.1/4” – 7	625,2	387900	452600	647100
1.3/8” – 6	745,2	462400	539500	771300
1.1/2” – 6	906,5	562500	656300	938200

Cargas de prova – Porcas série polegada rosca fina UNF

Bitola	Seção nominal do mandril de prova mm ²	Classes de resistência		
		2	5	8
		Cargas de prova		
¼” – 28	23,5	14600	17700	24300
5/16” – 24	37,4	23200	28100	38700
3/8” – 24	56,7	35200	42600	58700
7/16” – 20	76,6	47500	57600	79300
½” – 20	103,2	64000	77600	106800
9/16” – 18	131	81300	98500	135600
5/8” – 18	165,2	102500	124200	171000
¾” – 16	240,6	149300	180900	249000
7/8” – 14	328,4	203800	247000	340000
1” – 12	427,8	265400	321600	442700
1.1/8” – 12	552,3	342700	357900	571600
1.1/4” – 12	692,3	429600	448700	716500
1.3/8” – 12	848,4	526400	549800	878100
1.1/2” – 12	1020,0	632900	661100	1055700

Carga de prova é a maior força axial aplicável sem a ocorrência de deformação que não permita a remoção da porca do mandril sem a utilização de ferramenta; é permitida a utilização de chave manual para a primeira meia volta.

Porcas em aço inoxidável

ISO 3506-2

Marcação	Bitolas	Estilo	Condição	Material	Tensão sob Carga de prova N/mm ²	Dureza
A2 - 70	≤ M24	1	Conformado a frio	Austenítico 304 ou similar	700	
A4 - 70	≤ M24	1	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	700	
F1 - 60	≤ M24	1	Conformado a frio	Ferrítico 430 ou similar	600	180 – 285 HV
C1 - 70	Todas	1	Temperado Revenido	Martensítico 410 ou similar	700	20 – 34 HRC
C1 - 110	Todas	1	Temperado Revenido 275° C	Martensítico 410 ou similar	1100	36 – 45 HRC

ASTM F594

F 594 C	¼” – 5/8”	Sextav.	Conformada a frio	Austenítico 304 ou similar	690	95 HRB – 32 HRC
F 594 D	> 5/8” – 1.1/2”	Sextav.	Conformado a frio	Austenítico 304 ou similar	586	80 HRB – 32 HRC
F 594 G	¼” – 5/8”	Sextav.	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	690	95 HRB – 32 HRC
F 594 H	> 5/8” – 1.1/2”	Sextav.	Conformado a frio	Austenítico 316 ou similar	586	80 HRB – 32 HRC
F 594 N	¼” – 1.1/2”	Sextav.	Conformado a frio	Ferrítico 430 ou similar	483	65 – 95 HRB
F 594 P	¼” – 1.1/2”	Sextav.	Temperado revenido 566°C min	Martensítico 410 ou similar	690	20 – 30 HRC
F 594 R	¼” – 1.1/2”	Sextav.	Temperado revenido 275°C min	Martensítico 410 ou similar	1104	34 – 45 HRC

Parafusos Formadores de Rosca

Parafusos Auto-atarraxante – Propriedades mecânicas - ISO 2702

Bitola	Resistência à Torção N.m min.	Camada Cementada (mm)	Dureza Superficial	Dureza de Núcleo	Matéria-prima
2.2	0,45	0,04 – 0,10	450 HV0,3 mínima	270 – 390 HV5	Aço baixo carbono
2.9	1,50	0,05 – 0,18			
3.5	2,70				
3.9	3,40				
4.2	4,40	0,10 – 0,23		270 – 390 HV10	
4.8	6,30				
5.5	10,00				
6.3	13,60				

Parafusos Ponta Broca – Propriedades mecânicas - ISO 10666

Bitola	Resistência à Torção N.m min.	Camada Cementada (mm)	Dureza Superficial	Dureza de Núcleo	Matéria-prima
2.9	1,50	0,05 – 0,18	530 HV0,3 mínima	320 – 400 HV5	Aço baixo carbono
3.5	2,80				
4.2	4,70	0,10 – 0,23		320 – 400 HV10	
4.8	6,90				
5.5	10,40				
6.3	19,90	0,15 – 0,28			

Parafusos Trilobular – Propriedades mecânicas - ISO 7085

Bitola	Resistência à Torção N.m min.	Camada Cementada (mm)	Dureza Superficial	Dureza de Núcleo	Matéria-prima
M3	2,1	0,05 – 0,18	450 HV0,3 mínima	290 – 370 HV5	Aço baixo carbono
M3,5	3,4				
M4	4,9	0,10 – 0,25			
M5	10				
M6	17	0,15 – 0,28			
M8	42				
M10	85	0,15 – 0,32			

Tabelas Orientativas

Roscas

Tipo de rosca	Classe de tolerância		Norma
	Parafuso	Porca	
UNC (Grossa) UNF (Fina)	2 A	2 B	ANSI B1.1
BSW (Grossa)	Média	Normal	BS 84
CEI (Fina)	Média	Média	BS 811
Métrica	6 g	6 H	ISO 965
AA	TIPO C		ISO 1478

Tabela de Similaridade de Classes e Graus de Resistência

SAE J 429	DIN – ISO 898-1	ASTM
Grau 1	4.6	A 307 Grau A
Grau 2	5.8	A 394 Tipo 0
		A 307 Grau B
Grau 5	8.8	A 449 – A 394 Tipo 1
		A 325 – Tipo 1
Grau 8	10.9	A 354 Grau B D
		A 490 – Tipo 1 e 2
----	12.9	A 574

Cabeça Normal	Cabeça Pesada
A 307 Grau A, A 449, A 354, Grau 1, Grau 2, Grau 5, Grau 8, 4.6, CI 5.8, CI 8.8, CI 10.9, CI 10.9, CI 12.9, A 394	A 325, A 307 Grau B, A 490

Fatores para Conversões de Unidades. 1

Unidade a Transformar	Kgf/mm ²	N/mm ²	PSI	KSI	MPa
Kgf/mm²		9,81	1422,334	1,422334	9,81
N/mm ²	0,10197		145,0377	0,1450377	
PSI	0,00070307	0,00689476		0,001	0,00689476
KSI	0,70307	6,89476	1000		6,89476
MPa	0,10197		145,0377	0,1450377	

N = Newton

Kgf = Kilograma força

PSI = Libra por polegada quadrada

KSI = Kilolibra por polegada quadrada

MPa = Mega Pascal

Fatores para Conversões de Unidades. 2

Unidade a Transformar	Kgf	N	Lbf
Kgf		9,81	2,204623
N	0,10197		0,224805
Lbf	0,4535924	4,448222	

Fatores para Conversões de Unidades. 3

Unidade a Transformar	mm ²	Pol ²
mm ²		0,00155
Pol ²	645,16	

Fatores para Conversões de Unidades. 4

Unidade Conhecida	Unidade de medição					
	N.cm	N.m	Kgf.cm	Kgf.m	Lbf.pol	Lbf.pé
N.cm	1	0,01	0,1019716	0,00109716	0,0885075	0,00737561
N.m	100	1	10,19716	0,1019716	8,85075	0,737561
Kgf.cm	9,80665	0,0980665	1	0,01	0,8679621	0,07233003
Kgf.m	980,7	9,807	100	1	86,79621	7,233003
Lbf.pol	11,29848	0,1129848	1,152124	0,01152124	1	0,083333
Lbf.pé	135,582	1,35582	13,82552	0,138252	12	1

Referencia bibliográfica: CISER