

Valores orientativos para presión superficie límite en caso de diferentes materiales

La presión superficial límite no debe excederse al apretar el tornillo o la tuerca en la superficial de colocación, ya que las uniones atornilladas podrían aflojarse como consecuencia del fenómeno de asiento.

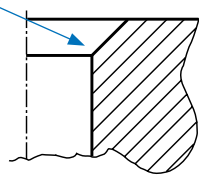
Según VDI 2230, edición 1986 con valores límite demostrados

Los valores indicados son válidos para orificios sin chaflán y con diámetros exteriores lo suficientemente grandes de las piezas sujetas a temperatura ambiente.

Material de las piezas sujetadas	Tensión, resistencia R_m [N/mm ²]	Presión superficial límite ⁴⁾ P_G [N/mm ²]
St 37	370	260
St 50	500	420
C 45	800	700
42 CrMo 4	1000	850
30 CrNiMo 8	1200	750
X 5 CrNiMo 18 10	500 bis 700	210
X 10 CrNiMo 18 9	500 bis 750	220
titanio, sin aleación	390 bis 540	300
GG 15	150	600
GG 25	250	800
GG 35	350	900
GG 40	400	1100
GGG 35,5	350	480
DG MgAl 9	300	220
GK MgAl 9	200	140
AlZnMg Cu 0,5	450	370

⁴⁾ Condiciones marginales influyentes para la presión superficial límite

Bisel



Mediante el bisel en el orificio (superficie de contacto con el elemento de fijación), en el caso de aceros se pueden lograr presiones superficiales admisibles un 25 % superiores a lo habitual (efecto de apoyo).

Destornillador



Durante el apriete por motor, la presión superficial límite admisible puede ser un 25 % menor.

Según VDI 2230, edición 2015 con valores de referencia calculados experimentalmente

Nombre corto de material Denominación EN	Número de material	Resistencia a la tensión $R_{m \min}$ [N/mm ²]	Presión superficial límite ^{a) 1)} p_G [N/mm ²]
S235 JRG1 (USt 37-2)	1.0036	340	490
E295 (St 50-2)	1.0050	470	710
S355 JO (St 52-3U)	1.0553	490	760
Cq 45	1.1192	700	770
34 CrMo 4	1.7720	900	1170
34 CrNiMo 6	1.6582	1100	1430
38 MnSi-VS 5-BY	1.5231	900	990
16 MnCr 5	1.7131	1000	1300
X4 CrNi 18 12	1.4303	500	630
X5 CrNiMo 17 12 2	1.4401	530	630
X6 NiCrTiMoVB 25-15-2	1.4980	960	1200
NiCr20TiAl	2.4952	1000	1000
GJL-250 (GG-25)	0.6020	250	850 ^{b)}
GJS-400 (GGG-40)	0.7040	400	600 ^{b)}
GJS-500 (GGG-50)	0.7050	500	750 ^{b)}
GJS-600 (GGG-60)	0.7060	600	900 ^{b)}
AlMgSi 1 F31 (AW-6082)	3.2315.62	290	360
AlMgSi 1 F28	3.2315.61	260	325
AlMg4.5Mn F27 (AW-5083)	3.3547.08	260	325
AlZnMgCu 1.5 (AW-7075)	3.4365.71	540	540
GK-AlSi9Cu3	3.2163.01	160	200
GD-AlSi9Cu3	3.2163.05	240	300
GK-AlSi7Mg wa	3.2371.62	250	310
GD-AZ 91	(3.5812)	240	280
TiAl6V4	3.7165.10	890	1340

a) Valores numéricos en *cursiva*: todavía sin comprobar conforme al procedimiento en [53] o [64]. Recomendación para aceros al utilizar la dureza Brinell: $p_G \approx 3 \text{ HB}$

b) Conforme a la nota [64]

Todos los valores numéricos son valores a corto plazo a temperatura ambiente y deben considerarse como valores de referencia. En el caso concreto, pueden producirse desviaciones debido a una gran variedad de factores de influencia (geometría, relajación, etc.).
[Valor entre corchetes] véase bibliografía VDI 2230

1) Si no se permite un aplastamiento, es decir, solo se pueden nivelar las rugosidades de la superficie, entonces el prensado de la superficie no debe superar el límite de compresión en ninguno de los estados de funcionamiento. En estos casos, se recomienda establecer como máximo un 70 % del valor de referencia de la tabla. Esta información se incluirá en la próxima edición de VDI 2230 en la tabla A9 al margen de otros datos adicionales.

Valores de referencia para el estado de la superficie en el área de las superficies de contacto

Rugosidad, tolerancia de forma y de posición

Rosca	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Dist. al borde mín. recomendada c [mm]	6	7,5	9	12	15	18	24	30
Variación máxima de la rectangularidad z [mm]	0,04	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13	0,17	0,21
Rugosidad máxima Ra x [µm]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3

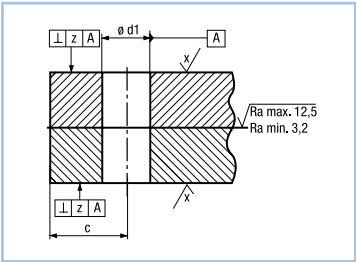


Tabla de comparación de los posibles símbolos de rugosidad de superficie, clases y valores Rz según DIN 4768

(ISO 4288, especificaciones geométricas del producto: Textura superficial: normas y procedimientos para la evaluación de la textura superficial.)

Denominación	Rango de medición					Unidad
máx. Valor Rz (≅ R _t)	40	25	25	16	10	µm
máx. Valor Ra	6,3	3,2	2	1,6	1,6	µm
Clases de rugosidad	N9	N8	N8	N7	N7	–
Símbolos antiguos	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽▽	–

Presión superficial debajo de la cabeza de un tornillo hexagonal

según DIN 931/933 (ISO 4014/4017) con rosca normal

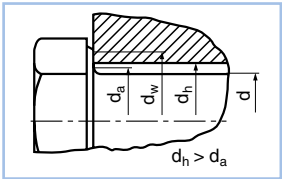
Rosca, Ø nominal	Llave, ancho	Ø del saliente de asiento	Barreno pasado (ISO 273) media H13	Superficie de contacto	Tensión, sección transversal	Presión superficial debajo de la cabeza ¹⁾ [N/mm²]		
d	S _{máx.} [mm]	d _{w min.} [mm]	d _h [mm]	A _p [mm²]	A _{s nom} [mm²]	Clase de resistencia		
						8.8	10.9	12.9
M4	7	5,9	4,5	11,4	8,78	385	568	665
M5	8	6,9	5,5	13,6	14,2	528	777	909
M6	10	8,9	6,6	28	20,1	364	532	625
M8	13	11,6	9	42,1	36,6	442	649	761
M10	16 (ISO)	14,63	11	73,1	58	405	594	695
M10	17	15,6	11	96,1	58	308	452	529
M12	18 (ISO)	16,63	13,5	74,1	84,3	580	853	999
M12	19	17,4	13,5	94,6	84,3	454	668	782
M14	21 (ISO)	19,64	15,5	114,3	115	517	759	888
M14	22	20,5	15,5	141,4	115	418	613	718
M16	24	22,5	17,5	157,1	157	515	756	885
M18	27	25,3	20	188,6	192	541	769	901
M20	30	28,2	22	244,4	245	532	761	888
M22	32	30	24	254,5	303	637	908	1065
M22	34 (ISO)	31,71	24	337,3	303	480	685	803
M24	36	33,6	26	355,8	353	528	750	880
M27	41	38	30	427,3	459	576	821	960
M30	46	42,7	33	576,7	561	520	740	865

¹⁾ Los valores indicados en las tablas para la presión superficial resultan con una utilización del tornillo al 90 % del límite de elasticidad del tornillo, R_{p0,2} y µ_a = 0,12 (referencia: VDI 2230, edición de 2015)

$$A_{s nom} = \pi/4 \cdot ((d_2 + d_3)/2)^2$$

d_2 = diámetro básico de paso de rosca de rosca externa de acuerdo con ISO 724

d_3 = diámetro inferior de rosca externa

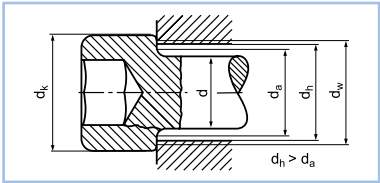


Presión superficial debajo de la cabeza de un tornillo cilíndrico con hexágono interior / accionamiento hexalobular interior

según DIN 912 (ISO 4762/14579) con rosca normal

Rosca, Ø nominal	Cabeza, diámetro d_K [mm]	Ø de la superficie $d_{w\ min.}$ [mm]	Barreno pasado (ISO 273) media H13 d_h [mm]	Superficie de contacto A_p [mm²]	Tensión, sección transversal $A_{s\ nom}$ [mm²]	Presión superficial debajo de la cabeza ¹⁾ [N/mm²]		
						Clase de resistencia		
d						8.8	10.9	12.9
M4	7	6,53	4,5	17,6	8,78	250	370	432
M5	8,5	8,03	5,5	26,9	14,2	268	394	461
M6	10	9,38	6,6	34,9	20,1	292	427	502
M8	13	12,33	9	55,8	36,6	333	489	574
M10	16	15,33	11	89,5	58	331	485	567
M12	18	17,23	13,5	90	84,3	478	702	822
M14	21	20,17	15,5	130,8	115	452	663	776
M16	24	23,17	17,5	181,1	157	447	656	767
M18	27	25,87	20	211,5	192	482	686	804
M20	30	28,87	22	274,5	245	474	678	791
M22	33	31,81	24	342,3	303	473	675	792
M24	36	34,81	26	420,8	353	447	635	744
M27	40	38,61	30	464	459	530	756	884
M30	45	43,61	33	638,4	561	470	669	782

¹⁾ Los valores indicados en las tablas para la presión superficial resultan con una utilización del tornillo al 90 % del límite de elasticidad del tornillo, $R_{p0.2}$ y $\mu_G = 0,12$ (referencia: VDI 2230, edición de 2015)



Presión superficial bajo la cabeza del tornillo

Para un material de componente dado no se puede definir la presión superficial admisible con exactitud. Las influencias del proceso de fabricación, de la orientación de la fibra, del material, del refinamiento de la superficie y de los cambios térmicos juegan un papel determinante.

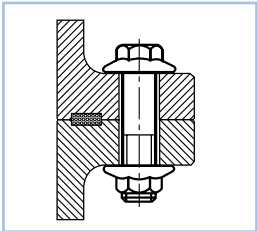
Con las siguientes medidas se puede reducir la presión superficial:

- Utilización de tornillos y tuercas con brida.
- Orificios achaflanados. Pruebas prácticas han demostrado un aumento de hasta el 20 % de la presión superficial admisible.
- Barreno pasado según ISO 273 – seleccionar fino.

Ventajas de tornillos y tuercas con brida:

- Proporciones de asiento menores.
- La fuerza de sujeción de montaje se mantiene en la fijación.
- Los productos embridados son más económicos que las arandelas grandes debajo de tornillos y tuercas normales (menos elementos de fijación y montaje más rápido).
- Los tornillos embridados y las tuercas permiten tolerancias de barreno más grandes y rentables.
- Los tornillos embridados tienen mayor seguridad frente a las vibraciones que los tornillos y las tuercas normales.

Ejemplo de aplicación



Instrucciones para utilización de arandelas planas en tornillos y tuercas

según ISO 887

Resumen de las combinaciones adecuadas de las arandelas planas en tornillos y tuercas teniendo en cuenta las clases de resistencia (clases de dureza).

Las condiciones secundarias del elemento, como la resistencia del componente, la estructura superficial, el proceso de fabricación, la orientación de la fibra y las temperaturas de servicio tienen que tenerse en cuenta correspondientemente durante la selección.

Tornillos Clase de resistencia	Tuercas Clase de resistencia	Uso de arandela admisible		
		Arandelas, clase de dureza y fuerza de tensión asignada [N/mm²] seg. ISO 18265		
		100 HV 320	200 HV 640	300 HV 965
		Presión superficial, valores admisibles [N/mm²]		
		200–300	300–500	500–800
Tornillos templados autorroscantes		sí	sí	sí
Tornillos y tuercas, acero inoxidable		–	sí	–
≤ 6.8	≤ 6	sí	sí	sí
8.8	8	no	sí	sí
9.8	9	no	no	sí
10.9	10	no	no	sí
12.9	12	no	no	no

Instrucciones para utilización de arandelas planas en tornillos y tuercas inoxidables austeníticos

Recomendación sin referencias a la norma

Tornillos Clase de resistencia	Tuercas Clase de resistencia	Uso de arandela admisible		
		Arandelas, clase de dureza y fuerza de tensión asignada [N/mm²] seg. ISO 18265		
		100 HV 320	140 HV 450	200 HV 640
A2-50 / A4-50		sí	sí	sí
70		no	sí	sí
80		no	no	sí