

Ficha técnica

Título	Características mecánicas de los elementos de fijación fabricados de acero inoxidable resistente a la corrosión. Parte 1 Pernos, tornillos y bulones.
Norma	ISO 3506-1:2009-11-15

1.- Objeto y campo de aplicación.

Esta parte de la Norma ISO 3506 especifica las características mecánicas de los pernos, tornillos y bulones de aceros inoxidables austeníticos, martensíticos y ferríticos, resistentes a la corrosión y ensayados a una temperatura ambiente comprendida entre 15 °C y 25°C. Estas características varían según que la temperatura sea más o menos elevada.

Se aplica a los pernos, tornillos y bulones:

- de diámetro nominal de rosca (d) hasta 39 mm, incluido;
- de rosca métrica ISO triangular cuyo diámetro y paso que se ajusten a las Normas ISO 68-1, ISO 261 e ISO 262;
- de cualquier forma.

Esta parte de la Norma ISO 3506 no se aplica a tornillos de características especiales, tales como la soldabilidad.

Esta parte de la Norma ISO 3506 no define la resistencia a la corrosión o a la oxidación en ambientes particulares. La Norma ISO 8044 recoge las definiciones de corrosión y de resistencia a la corrosión.

Esta parte de la Norma ISO 3506 tiene por objetivo establecer una clasificación de las clases de calidad de los elementos de fijación de acero inoxidable resistente a la corrosión. Algunos materiales pueden utilizarse a bajas temperaturas, hasta -200 °C, mientras otros pueden utilizarse a altas temperaturas, hasta 800 °C en el aire. En el anexo F se facilitan algunas informaciones sobre la influencia de la temperatura sobre las características mecánicas.

La resistencia a la corrosión y a la oxidación, así como las características mecánicas a altas temperaturas o a temperaturas por debajo de cero grados, deben ser objeto de acuerdo entre el cliente y el fabricante en cada caso. En el anexo G se muestra como el riesgo de corrosión intergranular a altas temperaturas depende del contenido en carbono.

Todos los elementos de fijación de acero inoxidable austenítico, normalmente, son no magnéticos en estado de hipertemple [estado de recocido]; después de una deformación en frío, se pueden poner de manifiesto algunas características magnéticas (véase el anexo H).

2- Designación, marcado y acabado.

2.1 Designación

El sistema de designación de las clases de calidad de los aceros inoxidables para los pernos, tornillos y bulones se ilustra en la figura 1. La designación del material se compone de dos grupos de caracteres separados por un guión. El primero designa el producto de clase de acero y el segundo, la clase de calidad.

La designación del producto de clase del acero (primer grupo) se compone de una de las letras siguientes:

- A** para los aceros austeníticos;
- C** para los aceros martensíticos;
- F** para los aceros ferríticos.

Que designa el grupo de acero y una cifra que designa la composición química dentro del grupo del acero.

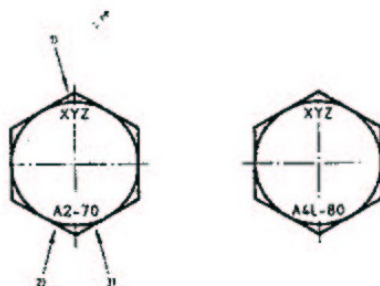
La designación de la clase de calidad (segundo grupo) consiste en dos cifras que indican 1/10 de la resistencia a la tracción del elemento de fijación.

2.2 Marcado

Las piezas deben marcarse y/o describirse con el sistema de designación descrito en el apartado 2.1, sólo si cumplen con todas las condiciones establecidas en esta parte de la Norma ISO 3506.

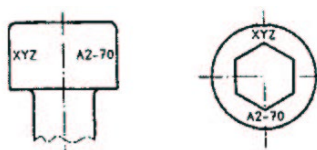
2.2.1 Pernos y tornillos. Todos los pernos, tornillos de cabeza hexagonal y los de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal con seis lóbulos internos de diámetro nominal de rosca $d \geq 5$ mm, deben marcarse claramente según se indica en el apartado 2.1 y en las figuras 1 y 2. El marcado debe incluir el producto de clase y la clase de calidad del acero así como la marca de identificación del fabricante. Los demás pernos y tornillos pueden marcarse de igual manera, en la medida de lo posible y, solamente, en la cabeza. Se autorizan otras marcas complementarias, siempre que no induzcan a confusión.

2.2.2. Bulones. Los bulones de diámetro nominal de rosca $d \geq 6$ mm deben marcarse claramente según se indica en el apartado 2.1 y en las figuras 1 y 2. El marcado debe localizarse en la parte no roscada del bulón y debe incluir la marca de identificación del fabricante, el producto de clase y la clase de calidad de acero. Si fuera imposible que la marca se limite a la parte no roscada, sólo puede marcarse en el final de la parte roscada del bulón el producto clase de acero (véase la figura 2).

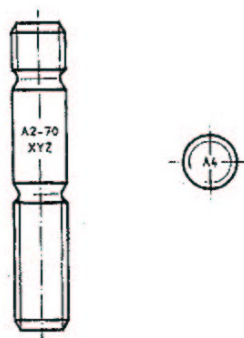


- 1) Marca de identificación del fabricante
- 2) Producto de clase
- 3) Clase de calidad

Marcado de pernos y tornillos de cabeza hexagonal



Marcado de pernos y tornillos de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal y de seis lóbulos (formas alternativas)



Marcado de bulones (para otras posibilidades, véase el apartado 2.2.2)

NOTA – El marcado para las roscas a izquierdas se describe en la Norma ISO 898-1

Fig. 2 – Marcado de pernos, tornillos y bulones

2.2.3 Empaquetado. Es obligatorio que todos los paquetes de cualquier dimensión estén marcados con la designación y con la marca comercial del fabricante, como se indica en la norma ISO 16426.

2.3. Acabado. Salvo indicación en contrario, los elementos de fijación que respondan a los requisitos de esta parte de la Norma ISO 3506, deben suministrarse limpios y brillantes. Cuando se requiera una pasivación para una mayor resistencia a la corrosión, será de acuerdo con la norma ISO 16048 y se marcarán con el símbolo "P".

3- Composición química.

La composición química de los aceros inoxidable de los elementos de fijación que respondan a los requisitos de esta parte de la Norma ISO 3506 se recoge en la tabla 1.

Salvo acuerdo previo en contrario entre el comprador y el fabricante, la elección definitiva de la composición química para el producto de clase de acero se deja a criterio del fabricante.

Para aquellas aplicaciones que presenten un riesgo de corrosión intergranular, se recomienda realizar el ensayo descrito en la Norma ISO 3651-1 o en la Norma ISO 3651-2. En estos casos, se aconsejan los aceros estabilizados A3 y A5 o los aceros inoxidable A2 y A4 con contenidos en carbono que no excedan de 0,03%.

Tabla 1

Productos de clase de acero inoxidable. Composición química

Grupo	Producto de clase	Composición química % (m/m) ¹⁾									Notas
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
Austenítico	A1	0,12	1	6,5	0,2	0,15-0,35	16 a 19	0,7	5 a 10	1,75 a 2,25	bcd
	A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15 a 20	- ^e	8 a 19	4	fg
	A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17 a 19	- ^e	9 a 12	1	h
	A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16 a 18,5	2 a 3	10 a 15	4	gi
	A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16 a 18,5	2 a 3	10,5 a 14	1	hi
Martensítico	C1	0,09 a 0,15	1	1	0,05	0,03	11,5 a 14	--	1	--	i
	C3	0,17 a 0,25	1	1	0,04	0,03	16 a 18	--	1,5 a 2,5	--	--
	C4	0,08 a 0,15	1	1,5	0,06	0,15-0,35	12 a 14	0,6	1	--	bi
Ferrítico	F1	0,12	1	1	0,04	0,03	15 a 18	- ^j	1	--	kl

NOTAS

- 1 En el anexo B se recoge una descripción de los grupos y productos de clase de aceros inoxidable incluyendo sus características y aplicaciones.
 - 2 En los anexos C y D se recogen ejemplos de aceros inoxidable que están normalizados en la Norma ISO 683-13 y en la Norma ISO 4954 respectivamente.
 - 3 En el anexo E se recogen algunos materiales para aplicaciones específicas.
- a) Salvo indicación en contrario, los valores son máximos.
b) El azufre puede sustituirse por selenio.
c) Si el contenido en níquel es menor de 8%, el contenido mínimo en manganeso debe ser 5%.
d) No se limita el contenido de cobre siempre que el níquel sea mayor del 8%.
e) El molibdeno puede añadirse a criterio del fabricante. Sin embargo, cuando para ciertas aplicaciones sea necesario limitar el contenido en este elemento, el cliente debe especificarlo en el pedido.
f) Si el contenido de cromo es inferior al 17%, el contenido mínimo de níquel debería ser 12%.
g) Para los aceros inoxidable austeníticos con contenido de carbono máximo de 0,03%, el nitrógeno puede limitarse a 0,22%. pero no se debe sobrepasar el 0,12% austeníticos.
h) Si para estabilizar el acero se precisa añadir, titanio, niobio o tántalo, para poder designar estos aceros según esta tabla, el contenido en titanio debe ser igual o superior a 5 x C, con un máximo de 0,8% o un contenido de niobio y/o tántalo igual o superior a 10 x C, con máximo de 1%.
i) El contenido de carbono puede aumentarse, a criterio del fabricante, cuando lo exige la obtención de las características mecánicas en los diámetros superiores, Pero no exceder de un 0,12% de los aceros austeníticos.
j) El molibdeno puede añadirse a criterio del fabricante.
k) Puede contener titanio $\geq 5 \times C$ hasta un máximo de 0,8%.
l) Puede contener niobio y/o tántalo $\geq 10 \times C$ hasta un máximo de 1%.

4- Características mecánicas.

Las características mecánicas de los pernos, tornillos y bulones que se ajusten a esta parte de la Norma ISO 3506 deben estar conformes con los valores dados en las tablas 2, 3 y 4.

Para los pernos y tornillos de acero martensítico, la resistencia a la tracción con cargas de cuña no debe ser menor que los valores mínimos de resistencia a la tracción dados en la tabla 3.

A efectos de aceptación, se aplican las características mecánicas especificadas en este capítulo y deben ensayarse de acuerdo con los programas de ensayo descritos en el capítulo 7.

5- Ensayos.

5.1 Programa de ensayos

Los ensayos que han de realizarse dependen del producto de clase de acero y de la longitud del tornillo o del bulón y se indican en la tabla 5.

5.2 Métodos de ensayo

5.2.1 Generalidades. La precisión de la medida de todas las longitudes debe ser igual o superior a $\pm 0,05$ mm.

Todos los ensayos de resistencia a la tracción y de carga deben realizarse sobre máquinas de ensayo con mordazas de alineación automática para evitar cualquier esfuerzo no axial (véase figura 6). Para realizar los ensayos conforme a los apartados 5.2.2 a 5.2.4, el adaptador inferior debe estar templado y roscado. Su dureza debe ser de 45 HRC como mínimo. La tolerancia interna de la rosca debe ser igual a 5H6G.

Tabla 2

Características mecánicas de pernos, tornillos y bulones. Aceros austeníticos

Grupo	Producto de clase	Clase de calidad	Resistencia a la tracción $R_m^{1)}$ mín. N/mm^2	Límite elástico Convencional al 2% $R_{p0,2}^{1)}$ mín. N/mm^2	Alargamiento de rotura $A^{2)}$ mín. mm
Austenítico	A1, A2	50	500	210	0,6 d
	A3, A4	70	700	450	0,4 d
	A5	80	800	600	0,3 d

¹⁾ La resistencia a la tracción se calcula en función de la sección resistente (véase el anexo A).

²⁾ Se determina según se indica en el apartado 7.2.4, sobre la longitud real del tornillo y no sobre la probeta preparada; d es el diámetro nominal de rosca.

Tabla 3

Características mecánicas de pernos, tornillos y bulones. Aceros martensíticos y ferríticos

Grupo	Producto de clase	Clase de calidad	Carga de rotura Rm ^a mín. MPa	Límite elástico	Alargamiento	Dureza		
				Convencional Al 0,2% R _{p0,2} ^a mín. MPa	de rotura A ^b mín. mm	HB	HRC	HV
Martensítico	C1	50	500	250	0,2 <i>d</i>	147 a 209	--	155 a 220
		70	700	410	0,2 <i>d</i>	209 a 314	20 a 34	220 a 330
		110 ^c	1100	820	0,2 <i>d</i>	--	36 a 45	350 a 440
	C3	80	800	640	0,2 <i>d</i>	228 a 323	21 a 35	240 a 340
	C4	50	500	250	0,2 <i>d</i>	147 a 209	--	155 a 220
		70	700	410	0,2 <i>d</i>	209 a 314	20 a 34	220 a 330
Ferrítico	F1 ^d	45	450	250	0,2 <i>d</i>	128 a 209	--	135 a 220
		60	600	410	0,2 <i>d</i>	171 a 271	--	180 a 285

^{a)} La resistencia a la tracción se calcula sobre la sección resistencia (Véase anexo A).

^{b)} Se determina según se indica en el apartado 7.2.4, sobre la longitud real del tornillo y no sobre una probeta preparada.

^{c)} Templado y revenido a una temperatura mínima de 275 °C.

^{d)} Diámetro nominal de la rosca $d \leq 24$ mm.

Tabla 4

**Par de rotura mínimo, M_B mín. para pernos de acero austenítico y tornillos M1,6 a M16
(rosca de paso grueso)**

Rosca	Par de rotura mínimo, M _B mín. Nm		
	Clase de calidad		
	50	70	80
M1,6	0,15	0,2	0,24
M2	0,3	0,4	0,48
M2,5	0,6	0,9	0,96
M3	1,1	1,6	1,8
M4	2,7	3,8	4,3
M5	5,5	7,8	8,8
M6	9,3	13	15
M8	23	32	37
M10	46	65	74
M12	80	110	130
M16	210	290	330

Los valores mínimos de par de rotura de los elementos de fijación de aceros martensíticos y ferríticos deben ser objeto de acuerdo entre el cliente y el fabricante.

Tabla 5

Programa de ensayos

Producto de clase	Resistencia a la tracción ¹⁾	Par de rotura ²⁾	Límite elástico convencional a0,2%, R _{0,2} ¹⁾	Alargamiento de rotura ¹⁾	Dureza	Ensayo de carga con cuñas
A1	l _s ≥ 2,5 d ^c	l < 2,5 d	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	--	--
A2	l _s ≥ 2,5 d ^c	l < 2,5 d	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	--	--
A3	l _s ≥ 2,5 d ^c	l < 2,5 d	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	--	--
A4	l _s ≥ 2,5 d ^c	l < 2,5 d	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	--	--
A5	l _s ≥ 2,5 d ^c	l < 2,5 d	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	--	--
C1	l _s ≥ 2,5 d ^{c,d}	--	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	Requerida	l _s ≥ 2d
C3	l _s ≥ 2,5 d ^{c,d}	--	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	Requerida	l _s ≥ 2d
C4	l _s ≥ 2,5 d ^{c,d}	--	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	Requerida	l _s ≥ 2d
F1	l _s ≥ 2,5 d ^{c,d}	--	l _s ≥ 2,5 d ^c	l _s ≥ 2,5 d ^c	Requerida	l _s ≥ 2d

l es la longitud del perno.

d es el diámetro nominal de la rosca.

l_s es la longitud de la parte no roscada.

a) Para medidas ≥ M5.

b) Para medidas M1.6 ≤ d < 5, el ensayo se aplica a todas las longitudes.

c) Para los bulones, el requisito es l_s ≥ 3,5d.

d) Para l < 2,5d, la aceptación será acordada entre fabricante y cliente.

ANEXO E (Informativo)

ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS CON ESPECIAL

RESISTENCIA A LA CORROSION POR CLORO

(Extracto de la Norma EN 10088-1:2005)

El riesgo de que se produzcan defectos en pernos, tornillos y bulones debidos a la corrosión por cloro (por ejemplo en piscinas cubiertas) se puede reducir utilizando los materiales que se recogen en la tabla E.1.

Tabla E.1

Acero inoxidable austenítico (Símbolo y numeración de material)	Composición química % (m/m)									
	C máx.	Si máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	N	Cr	Mo	Ni	Cu
X2CrNiMoN17-13-5 (1.4439)	0,03	1,0	2,0	0,045	0,015	0,12 a 0,22	16,5 a 18,5	4,0 a 5,0	12,5 a 14,5	
X1NiCrMoCu25-20-5 (1.4539)	0,02	0,7	2,0	0,030	0,010	≤ 0,15	19,0 a 21,0	4,0 a 5,0	24,0 a 26,0	1,2 a 2,0
X1NiCrMoCuN25-20-7 (1.4529)	0,02	0,5	1,0	0,030	0,010	0,15 A 0,25	19,0 a 21,0	6,0 a 7,0	24,0 a 26,0	0,5 a 1,5
X2CrNiMoN22-5-3 ^a (1.4462)	0,03	1,0	2,0	0,035	0,015	0,10 A 0,22	21,0 a 23,0	2,5 a 3,5	4,5 a 6,5	

^{a)} Para los aceros austenoferríticos.

ANEXO F (Informativo)

CARACTERÍSTICAS MECANICAS A ALTAS TEMPERATURAS;

APLICACIÓN A BAJAS TEMPERATURAS

NOTA – Si los pernos, tornillos y bulones se calculan correctamente, las tuercas correspondientes satisfarán automáticamente los requisitos. Sin embargo, en aplicaciones a altas y bajas temperaturas, basta considerar las características mecánicas de los pernos, tornillos y bulones.

F.1 Límite inferior de fluencia o límite elástico convencional al 0,2% a temperaturas elevadas

Los valores dados en este anexo son orientativos. Los usuarios deberían comprender que debido a la química actual, las cargas a que están sometidos los elementos de fijación y el medio pueden sufrir variaciones significativas. El usuario debería consultar al fabricante si las cargas fluctúan y los períodos de funcionamiento a altas temperaturas son importantes o si la posibilidad de que aumente la corrosión es importante.

En la tabla F.1 se recogen los porcentajes de variación del límite inferior de fluencia (R_{eL}) y del límite elástico convencional ($R_{p0,2}$), a altas temperaturas respecto a estos límites elásticos a temperatura ambiente.

Tabla F.1 – Influencia de la temperatura sobre R_{eL} y $R_{p0,2}$

Producto de clase de acero	R_{eL} y $R_{p0,2}$			
	% Temperatura			
	+ 100 °C	+ 200 °C	+ 300 °C	+ 400 °C
A2,A3,A4,A5	85	80	75	70
C1	95	90	80	65
C3	90	85	80	60

NOTA – Sólo para las clases de calidad 70 y 80.

F.2 Aplicación a bajas temperaturas

Para la aplicación a bajas temperaturas de pernos, tornillos y bulones de acero inoxidable, véase la tabla F.2.

Tabla F.2

Aplicación de pernos, tornillos y bulones de acero inoxidable a bajas temperaturas (Únicamente aceros austeníticos)

Producto de clase de acero	Límites inferiores de temperaturas de funcionamiento en utilización continua	
A2, A3	- 200 °C	
A4, A5	pernos y tornillos ^{a)}	- 60 °C
	Bulones	- 200 °C

^{a)} En relación con el elemento aleante Mo, la estabilidad de la austenita se reduce y la temperatura de transición se lleva durante la fabricación, se somete al elemento de fijación una fuerte deformación.

PROPIEDADES MAGNETICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS

Todos los elementos de fijación de acero inoxidable austeníticos, normalmente, son no magnéticos; después de una deformación en frío, pueden hacerse patentes algunas características magnéticas.

Cada material se caracteriza por su aptitud a la magnetización (imanación), y esta ley también es aplicable a los aceros inoxidables. Sólo en vacío es probable que sean completamente no magnéticos. La medida de la permeabilidad de un material colocado en un campo magnético es el valor de permeabilidad μ_r de este material con relación al vacío. El material presenta una permeabilidad más débil cuando más se aproxime μ_r a 1.

EJEMPLOS:

A2: $\mu_r \approx 1,8$

A4: $\mu_r \approx 1,015$

A4L: $\mu_r \approx 1,005$

F1: $\mu_r \approx 5$