



FICHA TÉCNICA

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

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 10°C y 35°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 39mm, 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 -196°C, mientras otros pueden utilizarse a altas temperaturas, hasta 800°C en el aire. En el anexo A 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.

Todos los elementos de fijación de acero inoxidable austenítico, normalmente, son no magnéticos en estado de hipertempera (estado de recocido); después de una deformación en frío, se pueden poner de manifiesto algunas características magnéticas.

2. Composición química.

La composición química de los aceros inoxidables 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 3651-4 o en la Norma ISO 3651-2. En estos casos, se aconsejan los aceros estabilizados A3 y A5 o los aceros inoxidables 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 ^{a)} % (m/m) ^{b)}									Notas
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
Austenítico	A1	0,12	1	6,5	0,02	0,15-0,35	16 a 19	0,7	5 a 10	1,75 a 2,25	c) d) e)
	A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15 a 20	- ^{f)}	8 a 19	4	g) h)
	A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17 a 19	- ^{f)}	9 a 12	1	5C≤Ti≤0,80 y/0 10C≤Nb≤1,00
	A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16 a 18,5	2 a 3	10 a 15	4	h) i)
	A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16 a 18,5	2 a 3	10,5 a 14	1	5C≤Ti≤0,80 y/0 10C≤Nb≤1,00 ⁱ⁾
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	--	c) i)
Ferrítico	F1	0,08	1	1	0,04	0,03	15 a 18	- ^{f)}	1	--	j)

- a) De acuerdo al estándar del material, los valores máximos si no se indica otra cosa son de acuerdo a EN 10088.
- b) En caso de disputa, aplica análisis de producto.
- c) El Selenio puede usarse para sustituir al sulfuro, sin embargo se aplican restricciones a su uso.
- d) Si el contenido de níquel es inferior al 8% el mínimo de manganeso debe ser 5%.
- e) No hay mínimo para el contenido de cobre si contenido de níquel es mayor que 8%.
- f) La cantidad de molibdeno será a elección del fabricante. En caso de ser esencial su contenido será indicado por el comprador.
- g) Si el contenido de cromo es inferior a 17% el contenido mínimo de níquel de ser 12%.
- h) Para aceros austeníticos con máximo de carbono de 0,03%, el nitrógeno no podrá exceder el 0,22%.
- i) A elección del fabricante el contenido de carbono podrá aumentarse tanto como sea necesario para obtener las propiedades mecánicas en grandes diámetros, pero no podrá exceder de 0,12% en aceros austeníticos.
- j) Se incluirá titanio y/o niobio para mejorar la resistencia a la corrosión.

3. 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 1,2.

Para los pernos y tornillos de aceros 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 2.

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 4.

4. Ensayos.

4.1. 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.

4.2. Métodos de ensayo.

4.2.1. Generalidades.

La precisión de la medida de todas las longitudes debe ser igual o superior a ±0,05mm.

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 3). Para realizar los ensayos conforme a los apartados 4.2.2. a 4.2.4, 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 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,A3	50	500	210	$0,6\ d$
		70	700	450	$0,4\ d$
		80	800	600	$0,3\ d$
	A4,A5	50	500	210	$0,6\ d$
		70	700	450	$0,4\ d$
		80	800	600	$0,3\ d$
		100	1000	800	$0,2\ d$

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 4.2.4. sobre la longitud real del tornillo y no sobre la probeta preparada; d es el diámetro nominal de rosca.

³⁾Las características mecánicas de los elementos de fijación de diámetro nominal de rosca $d > 24\ mm$ deben ser objeto de acuerdo entre el cliente y el fabricante y marcadas con el producto de clase y clase de calidad indicados en esta tabla.

Tabla 2

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

Grupo	Producto de clase	Clase de calidad	Carga de rotura $R_m^{1)}$ mín. N/mm^2	Límite elástico convencional $Al\ 2\% R_{p0,2}^{1)}$ mín. N/mm^2	Alargamiento de rotura $A^{2)}$ mín. mm	Dureza		
						HB	HRC	HV
Martensítico	C1	50	500	250	$0,2\ d$	147 a 209	--	155 a 220
		70	700	410	$0,2\ d$	209 a 314	20 a 34	220 a 330
		110 ³⁾	1100	820	$0,2\ d$	--	36 a 45	350 a 440
	C3	80	800	640	$0,2\ d$	228 a 323	21 a 35	240 a 340
	C4	50	500	250	$0,2\ d$	147 a 209	--	155 a 220
		70	700	410	$0,2\ d$	209 a 314	20 a 34	220 a 330
	F1 ⁴⁾	45	450	250	$0,2\ d$	128 a 209	--	135 a 220
Ferrítico		60	600	410	$0,2\ d$	171 a 271	--	180 a 285

¹⁾La resistencia a la tracción se calcula sobre la sección resistencia (Véase anexo A)

²⁾Templado y revenido a una temperatura mínima de 275°C.

³⁾Diámetro nominal de la rosca $d \leq 24\ mm$.

Tabla 8

Par de rotura mínimo, $M_{s \text{ min.}}$ Para pernos de acero austenítico y tornillos M1,6 a M16

(rosca de paso grueso)

Rosca	Par de rotura mínimo, $M_{s \text{ min.}}$		
	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

ANEXO A (Informativo)

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS 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.

A.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 qué 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 A.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 A.2 – Influencia de la temperatura R_{pf}

Producto de clase de acero	R_{pf} % Temperatura			
	+ 100 °C	+ 200 °C	+ 300 °C	+ 400 °C
A2 A4	85	80	75	70
C1	95	90	80	65
C3	90	85	80	60