C/ Bizkargi, 6 – POL. SARRIKOLA
48195 LARRABETZU (BIZKAIA)
Telf. 944 123 199 Fax. 944 117 132

Ficha técnica

Titulo	Características mecánicas de los elementos de fijación de acero inoxidable resistente a la corrosión. Parte 2 Tuercas.
Norma	ISO 3506-2:2009

1.- Objeto y campo de aplicación.

Esta parte de la Norma ISO 3506 especifica las características mecánicas de las tuercas de aceros inoxidables austeníticos, martensíticos y ferríticos, resistentes a la corrosión y ensayados a una temperatura ambiente comprendida entre 10 ºC y 35 ºC. Estas características varían según que la temperatura sea más o menos elevada.

Se aplica a las tuercas:

- de diámetro nominal de rosca (*d*) hasta 39 mm, incluido;
- de rosca métrica ISO triangular de diámetro y paso que se ajusten a las Normas ISO 68-1, ISO 261 e ISO 262;
- de cualquier forma.
- con distancias entrecaras como se especifican en la Norma ISO 272;
- de altura nominal igual o superior a 0,5*d*.

Esta parte de la Norma ISO 3506 no se aplica a tuercas de características especiales, tales como:

- la capacidad de bloqueo;
- la soldabilidad.

Esta parte de la Norma ISO 3506 no define la resistencia a la corrosión o a la oxidación en ambientes particulares.

Esta parte de la Norma ISO 3506 tiene por objeto 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 ºC, mientras otros pueden utilizarse a altas temperaturas, hasta 800 ºC en el aire. En el anexo E 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 a acuerdo entre el cliente y el fabricante en cada caso. En el anexo F 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 G).

2- Designación, marcado y acabado.

2.1 Designación

El sistema de designación de los productos de clase y clases de calidad de los aceros inoxidables para las tuercas 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.

C/ Bizkargi, 6 – POL. SARRIKOLA
48195 LARRABETZU (BIZKAIA)
Telf. 944 123 199 Fax. 944 117 132

La designación de la clase de calidad (segundo grupo) consiste, para las tuercas de altura $m \geq 0{,}8d$ (tipo 1), en dos cifras que indican 1/10 de la resistencia a la carga de prueba, y de tres cifras, para las tuercas de altura de $0{,}5d \leq m < 0{,}8d$ (tuercas estrechas), de las cuales, la primera cifra indica que la tuerca tiene una carga de prueba admisible reducida, y las dos siguientes indican 1/10 de la resistencia de carga de prueba.

Ejemplos de designación del material:

1) **A2-70** indica:

un acero austenítico, endurecido por deformación en frío, de resistencia a la tracción igual a 700 N/mm^2 (700 Mpa) (tuerca de tipo 1).

2) **C4-70** indica:

un acero martensítico, templado y revenido, de resistencia a la tracción igual a 700 N/mm^2 (700 Mpa)(tuerca de tipo 1).

3) **A2-035** indica:

un acero austenítico, endurecido por deformación en frío, de resistencia mínima a la tracción de 350 N/mm^2 (350 Mpa) (tuerca estrecha).

EJEMPLO A4L - 80

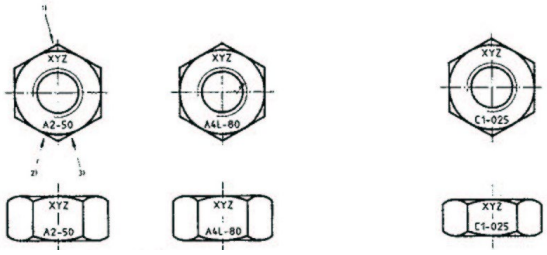
Fig. 1 – Sistema de designación de los productos de clase y clases de aceros inoxidables para tuercas

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 Tuercas. El marcado es obligatorio sobre las tuercas de diámetro nominal de rosca $d \geq 5$mm, debe realizarse según se indica en el apartado 2.1 y en las figuras 1 y 2; debe incluir el producto de clase y la clase de calidad del acero y la marca de identificación del fabricante siempre que sea técnicamente posible. Se admite el marcado en una sola cara y, cuando se realice sobre la cara de contacto de la tuerca, debe ser por indentación. También se admite el marcado sobre una cara lateral de la tuerca.

Cuando el marcado se realiza mediante muescas (véase figura 2), sin indicación de la clase de calidad, se entenderá que se refiere a las clases 50 ó 025.



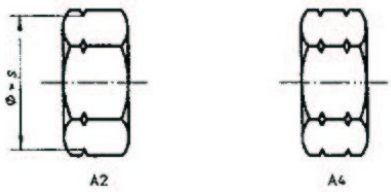
Tuercas de tipo 1 **Tuercas estrechas**

1) Marca de identificación del fabricante

2) Producto de clase

3) Clase de calidad

Marcado con marca de identificación del fabricante y designación del material



s es el ancho entrecaras

C/ Bizkargi, 6 – POL. SARRIKOLA
48195 LARRABETZU (BIZKAIA)
Telf. 944 123 199 Fax. 944 117 132

Fig. 2 – Marcado de tuercas

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 define en la norma ISO 16426.

2.3. Acabado. Salvo indicación en contrario, los elementos de fijación que cumplan los requisitos de esta parte de la Norma ISO 3506, deben suministrarse limpios y brillantes. En caso de una pasivación para una mayor resistencia a la corrosión, se hará de acuerdo con ISO 16048.

3- 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 3651-1 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%.

4- Características mecánicas.

Las características mecánicas de las tuercas que se ajusten a esta parte de la Norma ISO 3506 deben estar conformes con los valores dados en las tablas 2 ó 3.

A efectos de aceptación, se aplican las características mecánicas especificadas en este capítulo y deben ensayarse como sigue:

- ensayo de dureza, según se indica en el apartado 7.1 (únicamente para los productos de clase C1, C3 y C4, después de un tratamiento de temple y revenido);
- ensayo de carga de prueba, según se indica en el apartado 7.2.

5- Métodos de ensayos.

5.1 Dureza HB, HRC o HV

El ensayo de dureza se debe realizar según se indica en las Normas ISO 6506-1 (HB), ISO 6508-1 (HRC) ó ISO 6507-1 (HV).

En caso de litigio, el ensayo de dureza Vickers se toma como referencia para la aceptación.

El procedimiento operativo del ensayo debe realizarse según se especifica en las Normas ISO 898-2 e ISO 898-6.

Los valores de dureza deben estar comprendidos dentro de los límites establecidos en la tabla 3.

C/ Bizkargi, 6 – POL. SARRIKOLA
48195 LARRABETZU (BIZKAIA)
Telf. 944 123 199 Fax. 944 117 132

Tabla 1

Productos de clase de acero inoxidable. Composición química

Grupo	Producto de clase	Composición química % (m/m)[a]									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	0,10	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 A se recoge una descripción de los grupos y producto de clase de aceros inoxidables incluyendo sus características y aplicaciones.
2. En los anexos B y C se recogen ejemplos de aceros inoxidables que están normalizados en la Norma ISO 683-13 y en la Norma ISO 4954 respectivamente
3. En el anexo D se recogen los materiales para los usos específicos.

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 molibdemo puede añadirse a criterio del fabricante. Sin embargo, cuando para ciertas aplicaciones sea necesario limitar el contenido en este elemento, el comprador debe especificarlo en el pedido.
f) Si el contenido de como es inferior al 17%, el contenido mínimo de níquel debería ser 12%.
g) Para los aceros inoxidables austeníticos con contenido de carbono máximo de 0,03%, el nitrógeno puede limitarse a 0,22%.
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 un 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 se debe sobrepasar el 0,12% en los aceros austeníticos
j) El molibdemo puede añadirse a criterio del fabricante.
k) Puede contener titanio igual o menor de 5 x C hasta un máximo de 0,8%.
l) Puede contener niobio y/o tántalo igual o menor de 10 x C con un máximo de 1%.

Tabla 2

Características mecánicas de las tuercas. Aceros austeníticos

Grupo	Producto de clase	Clase de calidad		Resistencia en la carga de prueba S_p mín. N/mm$_2$ (MPa)	
		Tuerca de tipo 1 ($m \geq 0{,}8d$)	Tuercas estrechas ($0{,}5 \leq m < 0{,}8d$)	Tuerca de tipo 1 ($m \geq 0{,}8d$)	Tuercas estrechas ($0{,}5 \leq m < 0{,}8d$)
Austenítico	A1, A2	50	025	500	250
	A3, A4	70	035	700	350
	A5	80	040	800	400

C/ Bizkargi, 6 – POL. SARRIKOLA
48195 LARRABETZU (BIZKAIA)
Telf. 944 123 199 Fax. 944 117 132

Tabla 3

Características mecánicas de tuercas. Aceros martensíticos y ferríticos

Grupo	Producto de clase	Clase de calidad		Resistenia en la carga de prueba, S_p mín. N/mm² (MPa)		Dureza		
		Tuerca de tipo 1 (m≥0,8d)	Tuercas estrechas (0,5≤m<0,8d)	Tuerca de tipo 1 (m≥0,8d)	Tuercas estrechas (0,5≤m<0,8d)	HB	HRC	HV
Martensítico	C1	50	025	500	250	147 a 209	--	155 a 220
		70	--	700	--	209 a 314	20 a 34	220 a 330
		110[a]	055[a]	1100	550	--	36 a 45	350 a 440
	C3	80	040	800	400	228 a 323	21 a 35	240 a 340
	C4	50	--	500	--	147 a 209	--	155 a 220
		70	035	700	350	209 a 314	20 a 34	220 a 330
Ferrítico	F1[b]	45	020	450	200	128 a 209	--	135 a 220
		60	030	600	300	171 a 271	--	180 a 285

[a] Templado y revenido a una temperatura mínima de 275 ºC.
[b] Diámetro nominal de la rosca $d \leq 24$ mm.

5.2 Carga de prueba

El procedimiento operativo y los criterios de ensayo deben ajustarse a las Normas ISO 892-2 y 898-6.

ANEXO E (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.

D.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 sometidas los elementos de fijación y el medio pueden sufrir variaciones significativas. El cliente debería consultar al fabricante si las cargas fluctúan y si los periodos de funcionamiento a altas temperaturas son importantes o si la posibilidad de que aumente la corrosión es importante.

En la tabla E.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 E.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 ºC	+200 ºC	+300 ºC	+400 ºC
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.

C/ Bizkargi, 6 – POL. SARRIKOLA
48195 LARRABETZU (BIZKAIA)
Telf. 944 123 199 Fax. 944 117 132

E.2

Aplicación de pernos, tornillos y bulones de acero inoxidable a bajas

Temperaturas (únicamente aceros austeníticos)

Producto de clase	**Límites inferiores de temperaturas de funcionamiento en utilización continua**	
A2, A3	-200 ºC	
A4, A5	Pernos y tornillos [a]	-60 ºC
	Bulones	-200 ºC

[a] En relación con el elemento alenate Mo, la estabilidad de la austenita se reduce y la temperatura de transición se lleva a valores más altos si, durante la fabricación, se somete al elemento de fijación una fuerte deformación.

ANEXO F (Informativo)

PROPIEDADES MAGNETICAS DE LOS ACEROS INOXIDABLES AUSTÉNITICOS

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 débil cuanto 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: $\mu_r \approx 5$