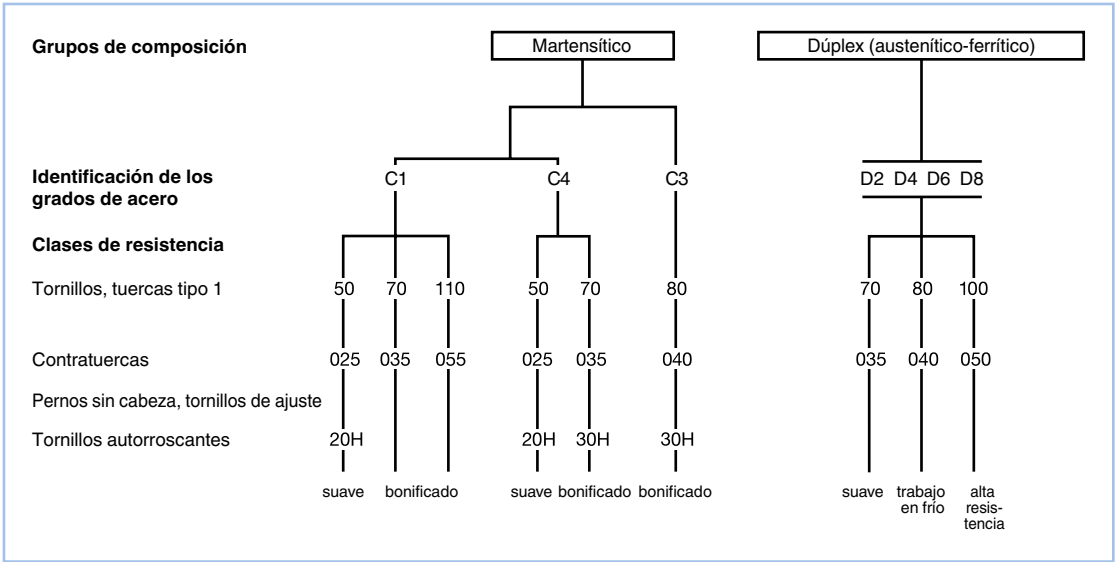
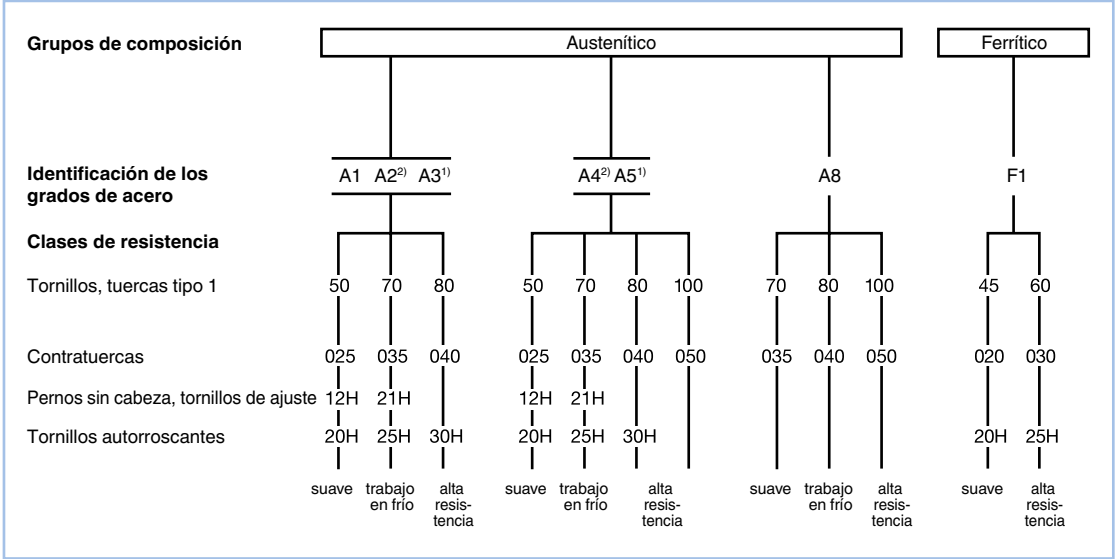


Denominación de grupos de acero ISO  
según ISO 3506



<sup>1)</sup> Estabilizado frente a la corrosión intergranular mediante la adición de titanio, posiblemente niobio, tantalio.  
<sup>2)</sup> Los aceros inoxidables austeníticos de bajo contenido en carbono que no sea superior al 0,03% pueden ir marcados adicionalmente con una «L». Ejemplo A4L-80.

Las descripciones en las que se combinan cifras y letras significan lo siguiente:

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| A2 - 70 | <b>Abreviatura del grupo de material:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                         |
|         | <b>A</b> = acero austenítico de cromo-níquel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |
|         | <b>Abreviatura de la composición química:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         |
|         | <b>1</b> = acero de corte fácil con suplemento de azufre<br><b>2</b> = acero para trabajar en frío aleado con cromo y con níquel<br><b>3</b> = acero para trabajar en frío aleado con cromo y con níquel, se estabiliza con Ti, Nb, Ta<br><b>4</b> = acero para trabajar en frío aleado con cromo, níquel y molibdeno<br><b>5</b> = acero para trabajar en frío aleado con cromo, níquel y molibdeno, se estabiliza con Ti, Nb, Ta<br><b>8</b> = acero estirado en frío con un alto contenido de cromo, níquel y molibdeno |                                                         |
|         | <b>Abreviatura de la clase de resistencia para tornillos y tuercas:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Tuercas bajas</b>                                    |
|         | <b>50</b> = 1/10 de la resistencia a la tensión (mín. 500 N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>025</b> = carga de ensayo mín. 250 N/mm <sup>2</sup> |
|         | <b>70</b> = 1/10 de la resistencia a la tensión (mín. 700 N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>035</b> = carga de ensayo mín. 350 N/mm <sup>2</sup> |
|         | <b>80</b> = 1/10 de la resistencia a la tensión (mín. 800 N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>040</b> = carga de ensayo mín. 400 N/mm <sup>2</sup> |
|         | <b>100</b> = 1/10 de la resistencia a la tensión (mín. 1000 N/mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>050</b> = carga de ensayo mín. 500 N/mm <sup>2</sup> |

**Los tornillos con capacidad** de carga reducida debido al diseño de la cabeza o del vástago, los cuales pueden ser sometidos a un ensayo de tracción, se etiquetan ahora con la clase de resistencia, que se identifica con el número suplementario 0. **Por ejemplo, 050, 070, 080, 0100.**

La designación del tipo de acero (primer bloque) consiste en las letras:

- **A** para acero austenítico
- **C** para acero martensítico
- **F** para acero ferrítico
- **D** para acero dúplex

Ejemplo: **A2-70** indica: acero austenítico, trabajado en frío, mín. 700 N/mm<sup>2</sup> fuerza de tensión  
**A8-100** indica: acero austenítico, trabajado en frío, mín. 1000 N/mm<sup>2</sup> fuerza de tensión  
**C4-70** indica: acero martensítico, endurecido y templado, mín. 700 N/mm<sup>2</sup> fuerza de tensión

La designación de la clase de resistencia consiste en dos dígitos que representan 1/10 de la resistencia a la tracción de los elementos de fijación y 1/10 de la carga de prueba de las tuercas, respectivamente.

Si los elementos de fijación están clasificados mediante la dureza, se indicará la clase de dureza según Vickers mediante 2 dígitos por 1/10 del valor de dureza mínima. La letra H se refiere a la dureza.

Ejemplo de designación de una dureza mínima de 250 HV: **A4 25 H, acero austenítico, trabajado en frío**

## Grupos de materiales

### según ISO 3506

**Acero austenítico de grado A1, A2, A3, A4, A5 y A8** con altas cantidades de cromo y níquel; no puede endurecerse mediante un tratamiento térmico y posee una excelente resistencia a la corrosión, así como una buena ductilidad; normalmente, solo puede magnetizarse levemente.

**Acero ferrítico de grado F1** con menos de 0,1 % de carbono y normalmente entre un 11 y un 18 % de cromo; no puede endurecerse mediante un tratamiento térmico y puede magnetizarse de manera significativa. Si es adecuada una resistencia más baja a la corrosión que aquella de los grados austeníticos A2 o A3 para la aplicación prevista, el grado F1 de acero inoxidable puede ser una solución intermedia buena y económica.

**Acero martensítico de grado C1, C3 y C4** con altas cantidades de cromo, pero un contenido muy bajo de níquel; puede endurecerse mediante un tratamiento térmico para aumentar la resistencia, pero posee una ductilidad reducida y puede

magnetizarse de manera significativa. Los grados martensíticos C1 y C4 poseen una resistencia más baja a la corrosión que los grados austeníticos.

**Acero dúplex de grado D2, D4, D6 y D8** con una microestructura provista de fases austeníticas y ferríticas (típicamente, 40 – 60 %) con un contenido de cromo más alto y un contenido de níquel más bajo que el acero austenítico; posee una resistencia y una capacidad de magnetización altas. Los aceros inoxidables dúplex poseen una excelente resistencia a la corrosión y, si se comparan con los aceros inoxidables austeníticos A1 a A5, cuentan con una resistencia mucho mejor a la corrosión por formación de fisuras. En cuanto a la corrosión por picadura y grieta, el D2 posee, como mínimo, el equivalente a la resistencia a la corrosión del A2, mientras que la resistencia a la corrosión del D4 es equivalente a la del A4. El D6 posee una resistencia a la corrosión mejorada si se compara con el A4 y el D4. El D8 posee una resistencia a la corrosión comparable a la del A8.

Composición química de aceros inoxidables resistentes a la corrosión

según ISO 3506

Más del 97 % de todos los elementos de fijación de acero inoxidable se fabrican de este grupo de acero. Aquí son determinantes la sobresaliente resistencia a la corrosión y las excelentes propiedades mecánicas.

Los aceros austeníticos se dividen en 6 grupos principales, los cuales se diferencian por la siguiente composición química:

| Grupo de acero Austenítico | Composición química en %<br>(Valores máximos siempre que no especifique otra indicación) |     |     |       |           |         |     |         |           | Notas    |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------|-----------|---------|-----|---------|-----------|----------|
|                            | C                                                                                        | Si  | Mn  | P     | S         | Cr      | Mo  | Ni      | Cu        |          |
| A1                         | 0,12                                                                                     | 1,0 | 6,5 | 0,200 | 0,15–0,35 | 16–19   | 0,7 | 5–10    | 1,75–2,25 | 2) 3) 4) |
| A2                         | 0,10                                                                                     | 1,0 | 2,0 | 0,050 | 0,03      | 15–20   | –   | 8–19    | 4         | 5) 6)    |
| A3                         | 0,08                                                                                     | 1,0 | 2,0 | 0,045 | 0,03      | 17–19   | –   | 9–12    | 1         | 1) 7)    |
| A4                         | 0,08                                                                                     | 1,0 | 2,0 | 0,045 | 0,03      | 16–18,5 | 2–3 | 10–15   | 4         | 6) 8)    |
| A5                         | 0,08                                                                                     | 1,0 | 2,0 | 0,045 | 0,03      | 16–18,5 | 2–3 | 10,5–14 | 1         | 1) 7) 8) |
| A8                         | 0,03                                                                                     | 1,0 | 2,0 | 0,040 | 0,03      | 19–22   | 6–7 | 17,5–26 | 1,5       |          |

1) Estabilizado frente a una corrosión intergranular mediante la adición de titanio, posiblemente niobio, tantalio.  
2) El sulfuro se puede sustituir por selenio.  
3) Si el contenido de níquel es inferior al 8 %, el contenido mín. de manganeso deberá ser del 5 %.  
4) No hay límite mín. con respecto al contenido de cobre, siempre que el contenido de níquel sea superior al 8 %.  
5) Si el contenido de cromo es inferior al 17 %, el contenido mín. de níquel debería ser del 12 %.  
6) Para los aceros inoxidables austeníticos con un contenido máx. de carbono del 0,03 %, debería haber una proporción máx. de nitrógeno del 0,22 %.  
7) Deberá contener titanio  $\geq 5 \times C$  hasta el 0,8 % máx. para la estabilización y deberá marcarse adecuadamente como se especifica en esta tabla, o deberán contener niobio (columbio) y/o tantalio  $\geq 10 \times C$  hasta el 1 % máx. para la estabilidad y deberá marcarse adecuadamente como se especifica en esta tabla.  
8) Queda a discreción del fabricante que el contenido de carbono sea superior en caso necesario para obtener las propiedades mecánicas especificadas con diámetros más elevados, pero no deberá excederse el 0,12 % para aceros austeníticos.

Los demás grados de acero inoxidable para elementos de fijación (ferríticos, martensíticos y dúplex) se diferencian entre sí por la siguiente composición química. Por norma general, dichos grados no son convencionales, por lo que requieren una producción especial.

| Grupo de acero Marten-sítico | Composición química en %<br>(Valores máximos siempre que no especifique otra indicación) |     |     |       |           |         |     |         |    | Notas |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------|-----------|---------|-----|---------|----|-------|
|                              | C                                                                                        | Si  | Mn  | P     | S         | Cr      | Mo  | Ni      | Cu |       |
| C1                           | 0,09–0,15                                                                                | 1,0 | 1,0 | 0,050 | 0,03      | 11,5–14 | –   | 1,0     | –  | 8)    |
| C3                           | 0,17–0,15                                                                                | 1,0 | 1,0 | 0,040 | 0,03      | 16–18   | –   | 1,5–2,5 | –  |       |
| C4                           | 0,17–0,15                                                                                | 1,0 | 1,5 | 0,050 | 0,15–0,35 | 12–14   | 0,6 | 1,0     | –  | 2) 8) |

2) El sulfuro se puede sustituir por selenio.  
8) Queda a discreción del fabricante que el contenido de carbono sea superior en caso necesario para obtener las propiedades mecánicas especificadas con diámetros más elevados

Elementos de fijación inoxidables y resistentes a los ácidos

| Grupo de acero | Composición química en %<br>(Valores máximos siempre que no especifique otra indicación) |     |     |       |      |         |    |     |    | Notas  |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------|------|---------|----|-----|----|--------|
|                | C                                                                                        | Si  | Mn  | P     | S    | Cr      | Mo | Ni  | Cu |        |
| Ferrítico      |                                                                                          |     |     |       |      |         |    |     |    |        |
| F1             | 0,08                                                                                     | 1,0 | 1,0 | 0,040 | 0,03 | 15–18,5 | –  | 1,0 | –  | 9) 10) |

9) Es posible que contenga titanio o niobio para mejorar la resistencia a la corrosión.  
10) Se permite usar molibdeno si el fabricante lo desea. En caso de ser necesario restringir el contenido de molibdeno para una aplicación determinada, el cliente deberá especificarlo en el momento en que realice el pedido.

| Grupo de acero | Composición química en %<br>(Valores máximos siempre que no especifique otra indicación) |     |     |       |       |       |         |         |     | Notas   |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|---------|---------|-----|---------|
|                | C                                                                                        | Si  | Mn  | P     | S     | Cr    | Mo      | Ni      | Cu  |         |
| Dúplex         |                                                                                          |     |     |       |       |       |         |         |     |         |
| D2             | 0,03                                                                                     | 1,0 | 6,0 | 0,040 | 0,03  | 19–24 | 0,1–1   | 1,5–5,5 | 3   | 11)     |
| D4             | 0,04                                                                                     | 1,0 | 6,0 | 0,040 | 0,03  | 21–25 | 0,1–2   | 1–5,5   | 3   | 11)     |
| D6             | 0,03                                                                                     | 1,0 | 2,0 | 0,040 | 0,015 | 21–23 | 2,5–3,5 | 4,5–6,5 | –   | 11)     |
| D8             | 0,03                                                                                     | 1,0 | 6,0 | 0,035 | 0,015 | 24–26 | 3–4,5   | 6–8     | 2,5 | 11) 12) |

11) Los siguientes límites se aplican al porcentaje en peso del nitrógeno. Para el grado dúplex D2, entre 0,05 y 0,20%; para el grado dúplex D4, entre 0,05 y 0,30%; para el grado dúplex D6, entre 0,08 y 0,35%; para el grado dúplex D8, entre 0,20 y 0,35%.  
12) Wolframio ≤ 1,0

Composición química de aceros inoxidables resistentes a la corrosión por número de material según ISO 3506

La serie de normas ISO 3506 especifica los rangos de composición de los diferentes aceros inoxidables que se utilizan para elementos de fijación. A modo de ejemplo, se especifica una posible selección de números adecuados de materiales conforme al sistema europeo de designación de aceros en función del grupo de acero.

aquí— también pueden hallarse dentro del rango de composición química conforme a la norma ISO 3506; asimismo, pueden utilizarse para elementos de fijación.

Las composiciones químicas de los grados más comunes para los diferentes grupos de aceros se indican en la siguiente tabla.

Otras designaciones de materiales conforme a normas de Estados Unidos, Japón y otros países —no mencionadas

| Grupo de acero       | Material N° | Composición química, % por masa |      |      |      |             |             |             |           |                               |
|----------------------|-------------|---------------------------------|------|------|------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------------------------|
|                      |             | C                               | Si   | Mn   | P    | S           | Cr          | Mo          | Ni        | Otro                          |
|                      |             |                                 | máx. | máx. | máx. | máx.        |             |             |           |                               |
| Aceros ferríticos    |             |                                 |      |      |      |             |             |             |           |                               |
| F1                   | 1.4016      | máx. 0,08                       | 1,0  | 1,0  | 0,04 | 0,030       | 16,0 a 18,0 |             |           |                               |
| F1                   | 1.4511      | máx. 0,05                       | 1,0  | 1,0  | 0,04 | 0,030       | 16,0 a 18,0 |             |           | Nb 10xC a 1,0                 |
| F1                   | 1.4113      | máx. 0,08                       | 1,0  | 1,0  | 0,04 | 0,030       | 16,0 a 18,0 | 0,90 a 1,40 |           |                               |
| F1                   | 1.4526      | máx. 0,08                       | 1,0  | 1,0  | 0,04 | 0,015       |             | 0,80 a 1,40 |           | Nb 0,1+7x(C+N) ≤ 1.0/N ≤ 0,04 |
| 2)                   | 1.4105      | máx. 0,08                       | 1,0  | 1,5  | 0,04 | 0,15 a 0,35 | 16,0 a 18,0 | 0,20 a 0,60 |           |                               |
| Aceros martensíticos |             |                                 |      |      |      |             |             |             |           |                               |
| C1                   | 1.4006      | 0,08 a 0,15                     | 1,0  | 1,5  | 0,04 | 0,030       | 11,0 a 13,5 |             | máx. 0,75 |                               |
| C1                   | 1.4034      | 0,43 a 0,50                     | 1,0  | 1,0  | 0,04 | 0,030       | 12,5 a 14,5 |             |           |                               |
| C3                   | 1.4057      | 0,12 a 0,22                     | 1,0  | 1,5  | 0,04 | 0,030       | 15,0 a 17,0 |             | 1,5 a 2,5 |                               |
| C4                   | 1.4005      | 0,06 a 0,15                     | 1,0  | 1,5  | 0,04 | 0,15 a 0,35 | 12,0 a 14,0 | 0,6         |           |                               |
| 2)                   | 1.4110      | 0,48 a 0,60                     | 1,0  | 1,0  | 0,04 | 0,015       | 13,0 a 15,0 | 0,50 a 0,80 |           | V máx. 0,15                   |
| 2)                   | 1.4116      | 0,45 a 0,55                     | 1,0  | 1,0  | 0,04 | 0,030       | 14,0 a 15,0 | 0,50 a 0,80 |           | V 0,10 a 0,20                 |
| 2)                   | 1.4122      | 0,33 a 0,45                     | 1,0  | 1,5  | 0,04 | 0,030       | 15,5 a 17,5 | 0,80 a 1,30 | máx. 1,0  |                               |

1) Aceros inoxidables austeníticos con una resistencia particular a la corrosión por tensión causada por cloruro. El riesgo de fallo en pernos, tornillos y pernos sin cabeza en caso de una corrosión por tensión causada por cloruro se puede reducir usando los materiales marcados en la tabla. Probados en la práctica y especialmente recomendados para elementos críticos de fijación en piscinas cubiertas: 1.4529, 1.4547 y 1.4565.  
2) Grado especial; el grupo de etiquetado o aceros no se especifica en la norma 3506  
3) Puede identificarse como grado de acero D4 si %C + 3,3%Mo + 1 3%N > 24.

| Grupo de acero                             | Material Nº          | Composición química, % por masa |            |            |           |             |             |             |             |                            |
|--------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
|                                            |                      | C                               | Si<br>máx. | Mn<br>máx. | P<br>máx. | S<br>máx.   | Cr          | Mo          | Ni          | Otro                       |
| Aceros austeníticos                        |                      |                                 |            |            |           |             |             |             |             |                            |
| A1                                         | 1.4305               | máx. 0,10                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,15 a 0,35 | 17,0 a 19,0 |             | 8,0 a 10,0  | Cu máx. 1,00/N máx. 0,10   |
| A1                                         | 1.4570               | máx. 0,08                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,15 a 0,35 | 17,0 a 19,0 | 0,6         | 8,0 a 10,0  | Cu 1,40 a 1,80/N máx. 0,10 |
| A2                                         | 1.4301               | máx. 0,07                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 17,5 a 19,5 |             | 8,0 a 10,5  | N máx. 0,10                |
| A2L                                        | 1.4307               | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 17,5 a 19,5 |             | 8,0 a 10,5  | N máx. 0,10                |
| A2                                         | 1.4567               | máx. 0,04                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 17,0 a 19,0 |             | 8,5 a 10,5  | Cu 3,0 a 4,0/N máx. 0,10   |
| <sup>2)</sup>                              | 1.4310               | 0,05 a 0,15                     | 2,0        | 2,0        | 0,045     | 0,015       | 16,0 a 19,0 | máx. 0,80   | 6,0 a 9,5   | N máx. 0,10                |
| A3                                         | 1.4541               | máx. 0,08                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 17,0 a 19,0 |             | 9,0 a 12,0  | Ti 5xC ≤ 0,70              |
| A3                                         | 1.4550               | máx. 0,08                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 17,0 a 19,0 |             | 9,0 a 12,0  | Nb 10xC ≤ 1,0              |
| A4                                         | 1.4401               | máx. 0,07                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 16,5 a 18,5 | 2,00 a 2,50 | 10,0 a 13,0 | N máx. 0,10                |
| A4L                                        | 1.4404               | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 16,5 a 18,5 | 2,00 a 2,50 | 10,0 a 13,0 | N máx. 0,10                |
| A4L                                        | 1.4435               | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 17,0 a 19,0 | 2,50 a 3,00 | 12,5 a 15,0 | N máx. 0,10                |
| A5                                         | 1.4571               | máx. 0,08                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,030       | 16,5 a 18,5 | 2,00 a 2,50 | 10,5 a 13,5 | Ti 5xC ≤ 0,70              |
| A8                                         | 1.4529 <sup>1)</sup> | máx. 0,02                       | 0,5        | 1,0        | 0,035     | 0,015       | 19,0 a 21,0 | 6,00 a 7,00 | 24,0 a 26,0 | N 0,15 a 0,25/Cu 0,5 a 1,5 |
| A8                                         | 1.4547 <sup>1)</sup> | máx. 0,02                       | 0,7        | 1,0        | 0,035     | 0,015       | 19,5 a 20,5 | 6,00 a 7,00 | 17,5 a 18,5 | N 0,18 a 0,25/Cu 0,5 a 1,0 |
| A8                                         | 1.4478 <sup>1)</sup> | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,040     | 0,030       | 20,0 a 22,0 | 6,00 a 7,00 | 23,5 a 25,5 | N 0,18 a 0,25/Cu a 0,75    |
| <sup>2)</sup>                              | 1.4439 <sup>1)</sup> | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,045     | 0,025       | 16,5 a 18,5 | 4,00 a 5,00 | 12,5 a 14,5 | N 0,12 a 0,22              |
| <sup>2)</sup>                              | 1.4539 <sup>1)</sup> | máx. 0,02                       | 0,7        | 2,0        | 0,030     | 0,010       | 19,0 a 21,0 | 4,00 a 5,00 | 24,0 a 26,0 | N máx. 0,15/Cu 1,2 a 2,0   |
| <sup>2)</sup>                              | 1.4565 <sup>1)</sup> | máx. 0,03                       | 1,0        | 7,0        | 0,030     | 0,015       | 24,0 a 26,0 | 4,00 a 5,00 | 16,0 a 19,0 | N 0,30 a 0,60/Nb máx. 0,15 |
| Aceros de endurecimiento por precipitación |                      |                                 |            |            |           |             |             |             |             |                            |
| <sup>2)</sup>                              | 1.4542               | máx. 0,07                       | 0,7        | 1,5        | 0,040     | 0,030       | 15,0 a 17,0 | máx. 0,60   | 3,0 a 5,0   | Nb 5xC ≤ 0,45/Cu 3,0 a 5,0 |
| <sup>2)</sup>                              | 1.4568               | máx. 0,09                       | 0,7        | 1,0        | 0,040     | 0,015       | 16,0 a 18,0 |             | 6,5 a 7,8   | Al 0,70 a 1,50             |
| Aceros dúplex                              |                      |                                 |            |            |           |             |             |             |             |                            |
| D2 <sup>3)</sup>                           | 1.4482               | máx. 0,03                       | 1,0        | 4 - 6      | 0,035     | 0,030       | 19,5 a 21,5 | 0,10 a 0,60 | 1,5 a 3,5   | N 0,05 a 0,20/Cu máx. 1,0  |
| D2 <sup>3)</sup>                           | 1.4362               | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,035     | 0,015       | 21,0 a 24,5 | 0,10 a 0,60 | 3,5 a 5,5   | N 0,05 a 0,20/Cu 0,1 a 0,6 |
| D4                                         | 1.4062               | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,040     | 0,010       | 21,5 a 24,0 | máx. 0,45   | 1,0 a 1,9   | N 0,16 a 0,28              |
| D4                                         | 1.4162               | máx. 0,04                       | 1,0        | 4 - 6      | 0,040     | 0,015       | 21,0 a 22,0 | 0,10 a 0,80 | 1,35 a 3,5  | N 0,20 a 0,25/Cu 0,1 a 0,8 |
| D6                                         | 1.4462               | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,035     | 0,015       | 21,0 a 23,0 | 2,50 a 3,50 | 4,5 a 6,5   | N 0,10 a 0,22              |
| D6                                         | 1.4481               | máx. 0,03                       | 1,0        | 1,5        | 0,040     | 0,030       | 24,0 a 26,0 | 2,50 a 3,50 | 5,5 a 4,5   | N 0,08 a 0,30              |
| D8                                         | 1.4410 <sup>1)</sup> | máx. 0,03                       | 1,0        | 2,0        | 0,035     | 0,015       | 24,0 a 26,0 | 3,0 a 4,50  | 6,0 a 8,0   | N 0,24 a 0,35              |
| D8                                         | 1.4507 <sup>1)</sup> | máx. 0,03                       | 0,70       | 2,0        | 0,035     | 0,015       | 24,0 a 26,0 | 3,0 a 4,0   | 6,0 a 8,0   | N 0,20 a 0,30/Cu 1,0 a 2,5 |
| <sup>2)</sup>                              | 1.4658 <sup>1)</sup> | máx. 0,03                       | 0,5        | 1,5        | 0,035     | 0,010       | 26,0 a 29,0 | 4,0 a 5,0   | 5,5 a 9,5   | N 0,30 a 0,50/Cu máx. 1,0  |

<sup>1)</sup> Aceros inoxidables austeníticos con una resistencia particular a la corrosión por tensión causada por cloruro. El riesgo de fallo en pernos, tornillos y pernos sin cabeza en caso de una corrosión por tensión causada por cloruro se puede reducir usando los materiales marcados en la tabla. Probados en la práctica y especialmente recomendados para elementos críticos de fijación en piscinas cubiertas: 1.4529, 1.4547 y 1.4565.

<sup>2)</sup> Grado especial; el grupo de etiquetado o aceros no se especifica en la norma 3506

<sup>3)</sup> Puede identificarse como grado de acero D4 si %C + 3,3%Mo + 1 3%N > 24.

Características distintivas de los aceros inoxidables austeníticos

Más del 97% de todos los elementos de fijación hechos con acero inoxidable se fabrican con este grupo de aceros. Los grados de acero A2 y A4 ofrecen la calidad estándar. Por este motivo, los demás grados de aceros inoxidables no son estándar para elementos de fijación (ferríticos, martensíticos y dúplex), por lo que requieren una fabricación especial.

Póngase en contacto directamente con nosotros si necesita más información o desea que le presentemos una oferta. Estaremos encantados de ayudarle aplicando nuestra experiencia, de modo que usted pueda encontrar la solución ideal para sus requisitos específicos.

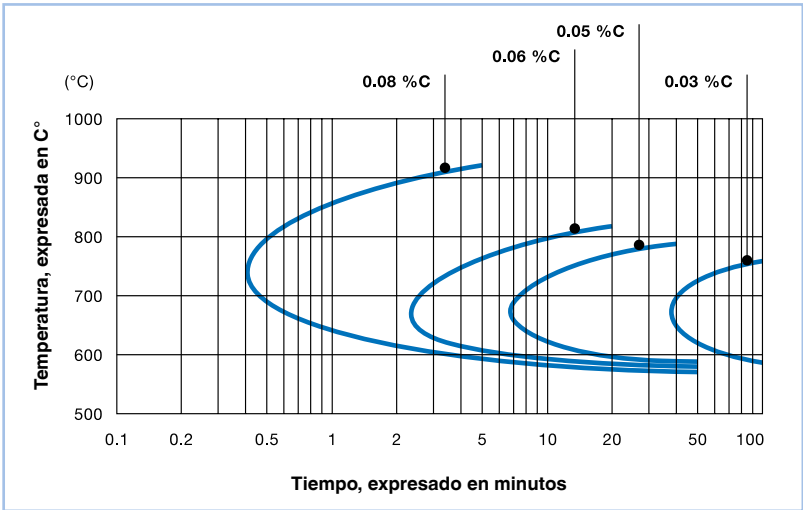
| Denominación de material                                                                                                                                                            | A1                                                                                                                                                    | A2                                                                                                   | A3                                                                                                                | A4     | A5                                                                                                                                 | A8     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Nº de material                                                                                                                                                                      | 1.4300                                                                                                                                                | 1.4301                                                                                               | 1.4541                                                                                                            | 1.4401 | 1.4436                                                                                                                             | 1.4529 |
|                                                                                                                                                                                     | 1.4305                                                                                                                                                | 1.4303                                                                                               | 1.4590                                                                                                            | 1.4435 | 1.4571                                                                                                                             | 1.4547 |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       | 1.4306                                                                                               | 1.4550                                                                                                            | 1.4439 | 1.4580                                                                                                                             | 1.4478 |
| Propiedades                                                                                                                                                                         | para mecanizado<br>– inoxidable en condiciones concretas<br>– resistente a los ácidos en condiciones concretas<br>– soldable en condiciones concretas | Calidad estándar<br>– inoxidable<br>– resistente a los ácidos<br>– soldable en condiciones concretas | Resistencia máxima a la corrosión<br>– inoxidable<br>– altamente resistente a los ácidos<br>– soldable fácilmente |        | acero inoxidable con 6 % Mo<br>– alta resistencia a todos los tipos de corrosión, incluyendo la corrosión por formación de fisuras |        |
|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       |                                                                                                      |                                                                                                                   |        |                                                                                                                                    |        |
| A3 y A5: como A2 y A4, que adicionalmente se estabilizan frente a la corrosión intercrystalina después de la soldadura, después del recocido o en caso de uso a altas temperaturas. |                                                                                                                                                       |                                                                                                      |                                                                                                                   |        |                                                                                                                                    |        |

Para más indicaciones sobre la resistencia química de los aceros inoxidables y resistentes a los ácidos  
Página F.027

Diagrama de tiempo-temperatura de la corrosión intergranular en aceros inoxidables austeníticos

La figura muestra el tiempo aproximado para aceros inoxidables austeníticos, tipo A2 (aceros 18/8), con diferente contenido de carbono en una zona térmica comprendida entre los 550 °C y los 925 °C, antes de que se produzca el riesgo de corrosión intergranular.

**Nota**  
Con un contenido de carbono menor, mejora la resistencia contra la corrosión intergranular.



Se recomiendan los siguientes grados de aceros inoxidables si existe riesgo de que se produzca una corrosión intercristalina:

- A3 o A5 estabilizado
- A2 o A4 con contenido máx. de carbono del 0,030% (marcado con la letra «L»)
- A8

Resistencia química de los aceros inoxidables austeníticos

según indicaciones del fabricante

Los aceros austeníticos A1, A2, A4, A8 obtienen su resistencia a la corrosión mediante una capa de óxido de protección superficial. En caso de que ésta resulte dañada, se volverá a formar gracias al oxígeno atmosférico. Si el acceso del oxígeno se impide a causa de una construcción desfavorable o como consecuencia de la suciedad, la corrosión también atacará a estos aceros.

- Reglas generales:
- A1 este acero contiene pequeñas partículas de azufre para un fácil mecanizado. Su resistencia a la corrosión es inferior a la de A2.
  - A2 sobre el agua, clima interior
  - A4 debajo del agua, clima costero
  - A8 es resistente al agua de mar; asimismo, posee una alta resistencia a todos los tipos de corrosión, en particular a la corrosión por formación de fisuras

Evite: fisuras, juntas de separación, bolsas de agua, mala ventilación, depósitos de suciedad

La resistencia a la corrosión puede reducirse a causa de un revestimiento (ningún paso de aire), de una decoloración o de un arrugamiento de la superficie.

En determinadas circunstancias, los medios que contienen cloro pueden provocar una peligrosa corrosión por formación de fisuras, a menudo difícil de detectar desde el exterior, pudiendo producirse un fallo repentino de la pieza de acero. En este sentido, el grado de acero A8 ofrece una resistencia mucho mejor que los aceros A1 a A5.

La norma ISO 3506 define los aceros inoxidables y resistentes a los ácidos, contiene datos sobre las propiedades mecánicas, de la composición química e indicaciones para la selección del acero correcto en el área de aplicación a temperaturas bajas y altas.

Los puntos de referencia sobre la resistencia a la corrosión se calculan principalmente mediante ensayos de laboratorio y ensayos prácticos. Pregunte por nuestro servicio «Bossard Expert Test Services».

- Atención
- Aceros al cromo martensíticos (p. ej. 1.4110, 1.4116, 1.4122) se emplean habitualmente para anillos de seguridad y arandelas inoxidables. La resistencia a la corrosión de estos aceros es menor que la de los aceros al cromo-níquel austeníticos.
  - Ensayos recientes muestran que existe riesgo de corrosión interna por fisuras. Para reducir este riesgo, se puede seleccionar la profundidad de las ranuras de tal modo que los anillos montados no presenten tensión. Esto, sin embargo, reducirá su capacidad de carga.

Argumentos técnicos para el uso de elementos de fijación de acero austenítico de cromo-níquel resistente a la corrosión A1, A2, A4, A8

| Ventajas                                                                    | Evitar de posibles problemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie pulida, buena apariencia                                         | Los tornillos oxidados dan una mala impresión. El cliente pierde la confianza en el producto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Seguridad                                                                   | La corrosión impide la resistencia y la capacidad funcionamiento de los elementos de fijación. Se vuelven puntos débiles.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sin estelas de óxido                                                        | Las piezas blancas de plástico o textiles pueden quedar inservibles como consecuencia de la corrosión roja que destiñe.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sin riesgo para la salud                                                    | En caso de sufrir cortes con piezas oxidadas, puede producirse una intoxicación de la sangre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Adecuado para el uso alimentario                                            | Las piezas de acero galvanizadas no deben entrar en contacto con los alimentos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Apto para chupar                                                            | Los niños pequeños no deben llevarse a la boca piezas galvanizadas ni cadmiadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Limpieza fácil, higiénico                                                   | En los elementos de fijación pulidos o galvanizados se forman puntos de corrosión que se eliminan con dificultad.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| El acero austenítico de cromo-níquel apenas es magnético                    | En la construcción de aparatos o en aparatos de medición, los elementos de fijación magnéticos pueden provocar averías. Las piezas magnéticas atraen polvo férrico. Se producen problemas de corrosión adicionales.                                                                                                                                                                            |
| Buena resistencia térmica                                                   | En el caso de elementos de fijación galvanizados, cromados, el cromado se destruye por encima de los 80 °C. La resistencia a la corrosión cae drásticamente.                                                                                                                                                                                                                                   |
| Los tornillos y las tuercas están pulidos, por lo que su rosca no se atasca | Si la capa de recubrimiento galvánico es mayor a lo especificado, este puede desprenderse y provocar problemas de montaje.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Ningún problema en los trabajos de mantenimiento                            | Las tuercas o los tornillos oxidados a menudo no pueden desenroscarse. Para el desmontaje, los elementos de fijación tienen que destruirse con mucho esfuerzo. Durante este proceso también se destruyen otros componentes en muchas ocasiones.                                                                                                                                                |
| Uso de elementos austeníticos con orientación ecológica en madera           | Las influencias ambientales producen una reacción química entre los tornillos galvanizados y el ácido tánico existente en la madera. Una coloración negra/gris que penetra en la madera ya no se podrá eliminar. Debido a la protección anticorrosión de duración restringida y un posible riesgo de corrosión por tensión, no se recomienda el uso de acero martensítico de alta resistencia. |

Propiedades mecánicas para elementos de fijación de tipos de acero austeníticos

según ISO 3506

Tornillos

| Grupo de acero | Tipo de acero              | Clase de resistencia | Diámetro, tamaño    | Resistencia a la tracción     | Límite elástico 0,2 %              | Elongación a la fractura |
|----------------|----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
|                |                            |                      |                     | $R_{m\ min.}^{1)}$<br>[N/mm²] | $R_{p\ 0,2\ min.}^{1)}$<br>[N/mm²] | $A_{min.}^{2)}$<br>[mm]  |
| Austenítico    | A1, A2<br>A3, A4<br>A5, A8 | 50 <sup>4)</sup>     | ≤ M39               | 500                           | 210                                | 0,6 d                    |
|                |                            | 70                   | ≤ M39 <sup>3)</sup> | 700                           | 450                                | 0,4 d                    |
|                |                            | 80                   | ≤ M39 <sup>3)</sup> | 800                           | 600                                | 0,3 d                    |
|                |                            | 100 <sup>5)</sup>    | ≤ M39 <sup>3)</sup> | 1000                          | 800                                | 0,2 d                    |

1) Todos los valores se han calculado y se refieren a la sección sometida a esfuerzos de la rosca.  
2) La elongación a la fractura tiene que determinarse en el tornillo completo y no en los ensayos realizados de manera desenroscada.  
3) La resistencia del tornillo está indicado en el marcado de la cabeza y definido por la norma aplicable del producto.  
4) Excepto grado de acero A8.  
5) Solo para los grados de acero A4, A5 y A8.

Tuercas

| Grupo de acero | Tipo de acero              | Clase de resistencia        |                                    | Diámetro, tamaño<br><br>d<br>[mm] | Carga de prueba $S_{P\ min.}$ [N/mm²] |                                    |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
|                |                            | Tuercas Tipo 1<br>m ≥ 0,8 d | Tuercas bajas<br>0,5 d ≤ m < 0,8 d |                                   | Tuercas Tipo 1<br>m ≥ 0,8 d           | Tuercas bajas<br>0,5 d ≤ m < 0,8 d |
| Austenítico    | A1, A2<br>A3, A4<br>A5, A8 | 50 <sup>4)</sup>            | 025                                | ≤ M39                             | 500                                   | 250                                |
|                |                            | 70                          | 035                                | ≤ M39 <sup>3)</sup>               | 700                                   | 350                                |
|                |                            | 80                          | 040                                | ≤ M39 <sup>3)</sup>               | 800                                   | 400                                |
|                |                            | 100 <sup>5)</sup>           | 050                                | ≤ M39 <sup>3)</sup>               | 1000                                  | 500                                |

m = altura de tuerca  
d = diámetro de rosca

La calidad comercial de los tipos de acero A2 y A4 es la clase 70 (resistencia a la tracción 700 N/mm²). La resistencia del tornillo está indicado en el marcado de la cabeza y definido por la norma aplicable del producto.  
Un amplio surtido en almacén está a su disposición.

Un uso rentable de tornillos de la clase de resistencia 80 o 100 sólo será útil cuando los componentes estén fabricados en acero inoxidable (de alta resistencia).

Pares de rotura mínimos  $M_{B\ min.}$  para tornillos de acero austenítico con rosca M1,6 hasta M16 (paso grueso)

según ISO 3506

| Rosca | Pares de rotura mínimos $M_{B\ min.}$ [Nm] |     |      |
|-------|--------------------------------------------|-----|------|
|       | Clase de resistencia                       |     |      |
|       | 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  |

No se dispone de valores para:

- grados de acero austenítico con clase de resistencia 100
- elementos de fijación con rosca de paso fino
- grados de acero martensítico, ferrítico y dúplex

## Valores de referencia del límite elástico 0,2% $R_{p0,2}$ en caso de temperaturas superiores en %, partiendo de los valores de temperatura ambiente

según ISO 3506

| Tipo de acero <sup>1)</sup> | Límite elástico 0,2% $R_{p0,2}$ |          |          |          |
|-----------------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|
|                             | + 100 °C                        | + 200 °C | + 300 °C | + 400 °C |
| A2, A4                      | 85 %                            | 80 %     | 75 %     | 70 %     |

<sup>1)</sup> Válido para las clases de resistencia 70 y 80

Para uso a temperaturas bajas consulte  
Página F.018

## Identificación de tornillos y tuercas

según ISO 3506

### Requisito de identificación

Los tornillos y las tuercas de aceros austeníticos inoxidables tienen que identificarse del siguiente modo.

#### ! Cuidado!

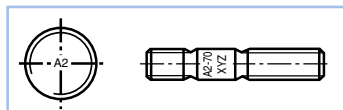
Sólo los elementos de fijación identificados correctamente según la norma cumplen los requisitos necesarios. Los productos no identificados de acuerdo con la norma sólo se corresponden en la mayoría de los casos con las clases de resistencia A2-50 o A4-50.

### Tornillos

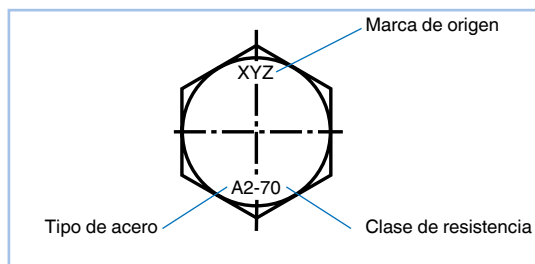
Deben marcarse los tornillos de cabeza hexagonal y los tornillos de cabeza con hueco hexagonal o hexalobular con un diámetro nominal mínimo M5. El marcado debe mostrar el grupo de acero, la clase de resistencia y la marca del fabricante.

### Tornillos prisioneros

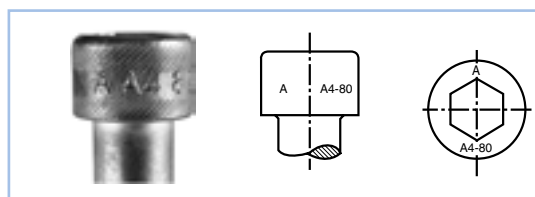
Los pernos con un diámetro nominal mínimo M6 deben marcarse en el cuello (no roscado) indicando el grupo de acero, la clase de resistencia y la marca del fabricante. Si no es posible marcar el cuello (no roscado), se permite marcar el extremo donde se halla la tuerca del prisionero indicando solamente el grupo de acero inoxidable.



### Tornillos hexagonales

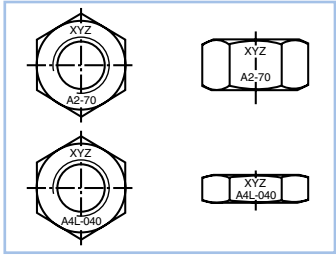


### Tornillos con hueco hexagonal/hexalobular



Tuercas

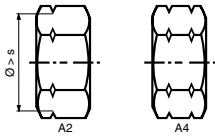
Las tuercas con una capacidad de carga reducida (tuerca baja) deben marcarse con el grupo de acero, la clase de resistencia y la marca de origen a partir de una rosca M5.



Si las tuercas de grado A2 y A4 están marcadas con muescas y la clase de resistencia no se especifica, se aplicará la clase de resistencia 50 de 025.

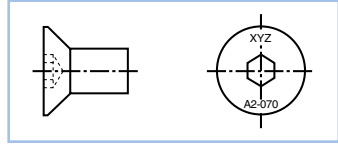
Es posible que determinadas tuercas no cumplan los requisitos de carga de prueba debido a la rosca de paso fino o a la geometría de la tuerca. Estas tuercas pueden estar marcadas con el tipo de acero, pero **no deberán estar marcadas con la clase de resistencia.**

Marca de muesca alternativa  
(sólo para grados de acero A2 y A4)

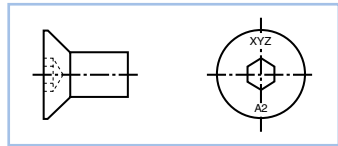


Marcados adicionales

Los tornillos con capacidad de carga reducida debido al diseño de la cabeza o del vástago, los cuales pueden ser sometidos a un ensayo de tracción, deben etiquetarse **con la clase de resistencia, que se identifica con el número suplementario 0.**



Aquellos tornillos que no cumplan los requisitos relativos a la resistencia a la tracción y la torsión debido a su geometría, y que no puedan someterse a un ensayo de tracción debido a su corta longitud deberán etiquetarse **sin indicar la clase de resistencia.**



Otros tipos de tornillos pueden marcarse de la misma manera siempre que sea posible, pero únicamente en la cabeza. Pueden incluirse marcados adicionales siempre y cuando ello no lleve a confusión.