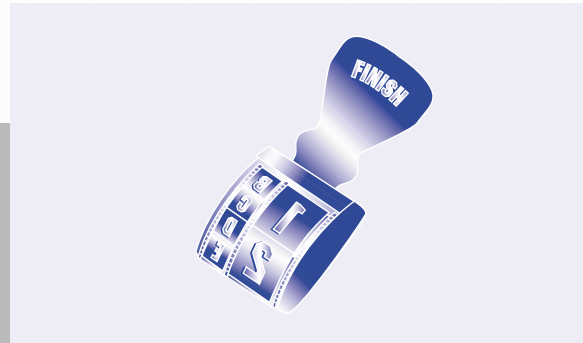
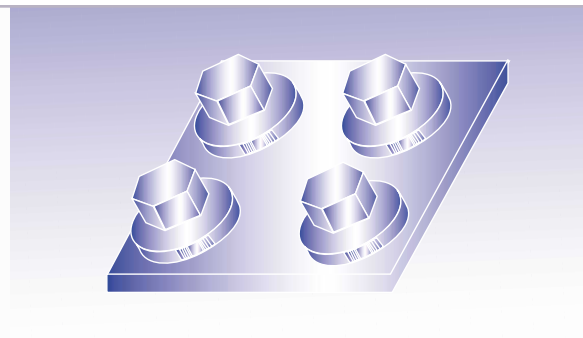
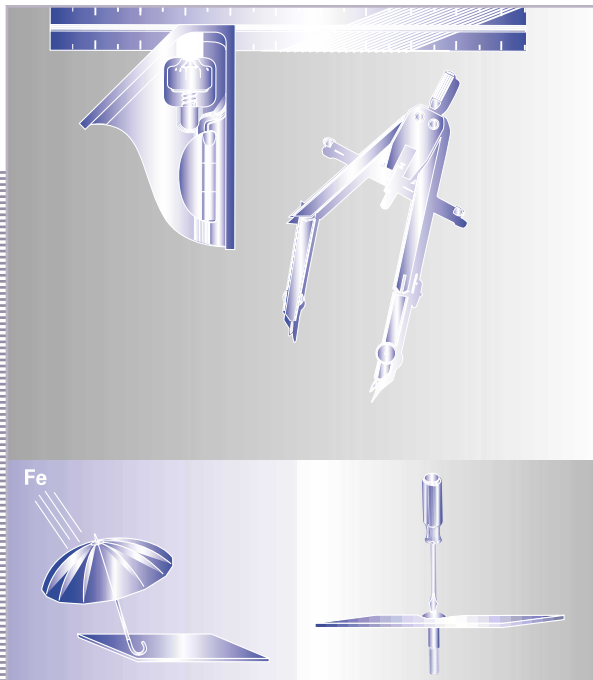


La correcta fabricación del acero inoxidable para arquitectura



Contenido

Euro Inox se ha preocupado en ofrecer una información técnicamente correcta. Sin embargo, se hace notar al lector que este material tiene un carácter únicamente informativo. Euro Inox, sus miembros, personal y asesores, rechazan cualquier compromiso o responsabilidad por pérdida, daño o lesión provocado por el uso de la información contenida en esta publicación.

ISBN 2-87997-065-2

© Euro Inox 2002, 2003

1. Introducción	1
2. Selección de materiales	1
3. Acabados	4
4. Diseño	5
5. Fabricación	5
5.1 Evitar la contaminación	6
5.2 Juntas soldadas	6
5.3 Juntas mecánicas	6
5.4 Influencia de las técnicas de sujeción en la planitud óptica	7
5.5 Limpieza y mantenimiento	7

Full members

Acerinox
www.acerinox.es

AvestaPolarit
www.avestapolarit.com

ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni Spa
www.acciaiterni.it

ThyssenKrupp Nirosta GmbH
www.nirosta.de

UGINE & ALZ Belgium
UGINE & ALZ France
www.ugine-alz.com

Associate members

Arbeitsgemeinschaft Swiss Inox
www.swissinox.ch

British Stainless Steel Association (BSSA)
www.bssa.org.uk

Cedinox
www.acerinox.es

Centro Inox
www.centroinox.it

Informationsstelle Edelstahl Rostfrei
www.edelstahl-rostfrei.de

Institut du Développement de l'Inox (I.D.-Inox)
www.idinox.com

International Chromium Development Association (ICDA)
www.chromium-asoc.com

International Molybdenum Association (IMOA)
www.imoa.info

Nickel Development Institute (NIDI)
www.nidi.org

Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)
www.puds.com.pl

1. Introducción

Los arquitectos especifican que se use acero inoxidable por su excelente resistencia a la corrosión así como por sus cualidades visuales. Por lo tanto, es necesaria una correcta fabricación para mantener estas dos características. El acero inoxidable no es más difícil de cortar, dar forma o unir que otros materiales metálicos; sin embargo, puede ser diferente. La clave del éxito está en respetar esas pequeñas diferencias.

Este documento está **dirigido a** los arquitectos, proyectistas, especificadores, propietarios y otras personas que estén

involucradas en la selección de materiales que, sin entrar en los detalles de las técnicas de fabricación, desean conocer los puntos más importantes a tener en cuenta.

El **objetivo** de este documento consiste en que estos especificadores sean conscientes de algunos de los criterios de evaluación que pueden resultar útiles para

- Comprobar los parámetros del diseño
- Seleccionar el fabricante apropiado
- Supervisar el trabajo in situ
- Finalizar el trabajo antes de la entrega

2. Selección de materiales

La familia del acero inoxidable se compone de más de cien aleaciones metálicas. Poseen una característica común que consiste en que tienen un contenido máximo de carbono del 1,2% y un contenido mínimo de cromo del 10,5%. Dentro de esta familia de tipos de acero inoxidable existen diferentes grados de resistencia a la corrosión de diversos medios; desde las condiciones más moderadas, que se dan en el interior de los edificios de oficinas, hasta las condiciones de corrosión más extremas que prevalecen en ambientes marítimos, o en las zonas de los edificios expuestas a las salpicaduras de la sal de descongelación o al agua del mar.

No obstante, más del 90 por ciento de todas las aplicaciones de un edificio pueden cubrirse con tan sólo unos cuantos

tipos de acero inoxidable. La mayoría son aceros inoxidables "austeníticos" que principalmente están aleados con Cromo (Cr) y Níquel (Ni) y no son magnéticos en las condiciones en las que se entregan.

1.4301

El tipo más popular es la clásica aleación llamada "18/8" ó "18/10". Se trata de una aleación de hierro con aproximadamente un 18% de Cromo (Cr) y del 8 al 10,5% de Níquel (Ni). La denominación normalizada europea de acuerdo con la norma EN 10088/1 es X5CrNi18-10 / 1.4301; la denominación equivalente según la norma americana es 304. Este es el tipo de acero inoxidable que se utiliza normalmente para ollas y cacerolas, utensilios de cocina y los equipos de catering profesional. Se trata también del tipo estándar para las

aplicaciones interiores y exteriores de los edificios situados en atmósferas urbanas normales. El beneficio que representa este tipo de acero inoxidable es la facilidad de soldabilidad y deformabilidad que permite al arquitecto crear formas más complejas, líneas más puras y juntas invisibles.

1.4307

En lugar del tipo X5CrNi18-10 / 1.4301, a menudo, los fabricantes utilizan el tipo X2CrNi18-9 / 1.4307, que contiene menos carbono, y asegura una buena soldabilidad en materiales con un espesor superior a 6 mm. Para espesores menores, el tipo X2CrNi18-9 / 1.4307 puede siempre reemplazar a la aleación 1.4301 sin que ésto represente una desventaja para el usuario.

Para unas condiciones más corrosivas, se debería utilizar un tipo de acero inoxidable con un contenido adicional de Molibdeno (Mo). Incluso en pequeñas cantidades, el Molibdeno mejora considerablemente la resistencia del acero inoxidable a la

corrosión por picaduras. Los tipos que contienen Mo están asimismo indicados para las zonas de costa donde los haluros (principalmente cloruros) están presentes en el aire. Éstos, se depositan en las superficies expuestas. Cuando la humedad desaparece, la sal permanece sobre la superficie. Este proceso se repite continuamente y provoca que las concentraciones de cloruros en la superficie sean mucho mayores que las que se encuentran en el aire.

Otra fuente de cloruros son las sales que se utilizan para quitar el hielo, a las que pueden estar expuestas el mobiliario urbano o las partes inferiores de las fachadas. Las plantas industriales que emiten dióxido de azufre pueden ser una fuente de contaminación importante en atmósferas industriales. En tales circunstancias, se deben utilizar aceros inoxidables que contengan Mo. También deberían considerarse para unas condiciones más suaves cuando no se pueda garantizar una limpieza ocasional.

EU Grade	EU Designation	US Designation
X5CrNi18-10	1.4301	304
X2CrNi18-9	1.4307	304 L
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	316
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	316 L
X6CrNiMoTi12-12-2	1.4571	316 Ti
X3CrTi17	1.4510	439
X6Cr17	1.4016	430

1.4401

El tipo más típico y representativo de esta familia es el X5CrNiMo17-12-2 / 1.4401. Por lo que respecta al contenido de Cromo y Níquel, es similar al tipo 1.4301; sin embargo, contiene del 2 al 2,5% adicional de Mo. La denominación americana equivalente es 316.

1.4404

Como sucede con el tipo "básico" mencionado en el punto anterior, existe la variante X2CrNiMo17-12-2 / 1.4404 (316 L) que contiene menos carbono y normalmente se utiliza en paredes con un espesor superior a 6 mm. Sin embargo, para dimensiones con menos espesor, este tipo siempre puede reemplazar al 1.4401 (316) sin que se produzca ninguna desventaja visual o técnica.

1.4571

Para aplicaciones de sujeción y de otro tipo, que no sean decorativas, se puede utilizar el tipo X6CrNiMoTi12-12-2 / 1.4571 (316 Ti) como alternativa a los tipos con menor contenido de carbono como el X2CrNiMo17-12-2 / 1.4404. Además de Cr, Ni y Mo, también contiene Titanio (Ti), un estabilizador que asegura una completa resistencia a la corrosión en soldaduras de barras o chapas gruesas de acero inoxidable. Es importante saber que este tipo de acero inoxidable no es apropiado para el pulido y que no debe indicarse para el uso en aplicaciones decorativas.

Un segundo grupo de aceros inoxidables lo componen los llamados ferríticos. Son aceros inoxidables con aleación de Cromo

a los que se les puede añadir Mo y se pueden estabilizar con Ti y / o Nb para hacer que sean resistentes a la corrosión en las zonas de las soldaduras.

1.4510

Un ejemplo de una aplicación de este estilo son las cubiertas donde se utiliza a veces un tipo de acero inoxidable ferrítico X3CrTi17 / 1.4510 (con revestimiento de chapa). Se trata de un acero de Cr estabilizado con Ti que tiene una resistencia a la corrosión similar al 1.4301 (304).

1.4016

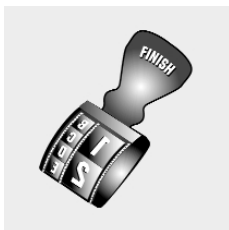
El equivalente no estabilizado, X6Cr17 / 1.4016, se utiliza principalmente para aplicaciones interiores.

Con esta relativamente pequeña selección de tipos de acero inoxidable se pueden diseñar y fabricar con éxito la mayoría de los componentes arquitectónicos. Sólo en otras aplicaciones mucho más especializadas sería necesario utilizar otro tipo de aceros. Por ejemplo, los elementos de sujeción para los techos de las piscinas están expuestos a ataques de corrosión extremos. La combinación de tensión mecánica y la condensación del aire húmedo con Cl hace que las condiciones de corrosión sean extremadamente severas. Debido a los nuevos desarrollos en el sector metalúrgico, se pueden encontrar, incluso para las condiciones más excepcionales, altas aleaciones austeníticas (como X1NiCrMoCuN25-20-7 / 1.4529 y X1CrNiMoCu25-20-5 / 1.4539) y super dúplex (como X2CrNiMoN25-7-4 / 1.4410).

En la parte baja de la escala se encuentran los aceros inoxidable ferríticos con contenidos en Cr del 10,5% al 12% y de bajo coste como X2CrNi12 1.4003. Éstos deben ser considerados para reforzar, pero no son apropiados para utilizarlos en aplicaciones arquitectónicas de carácter general.

Al evaluar los presupuestos, es importante asegurar que se hace referencia a un tipo de acero inoxidable en concreto, usando las denominaciones de acuerdo con la norma EN 10088. El término "acero inoxidable" e incluso nombres tan populares como "18/10" se pueden referir a tipos de acero inoxidable totalmente diferentes con una diferencia de precio de material muy grande y pueden hacer que sea imposible comparar correctamente los presupuestos de diferentes fabricantes.

3. Acabados



En las aplicaciones arquitectónicas las exigencias de la calidad del acabado son normalmente mucho mayores que en otras aplicaciones técnicas. Es crucial que entre el arquitecto y el fabricante exista una comunicación fluida y que no dé lugar a errores.

Los acabados de acero inoxidable se definen en la norma EN 10088/3. En la publicación de Euro Inox **Guía de Acabados de Acero Inoxidable** encontrará un resumen de los acabados arquitectónicos más relevantes.

No obstante, deberá tener en cuenta que estos acabados tan sólo son orientativos y que pueden sufrir variaciones considerables. Por ejemplo, el acabado 2B de un fabricante puede no ser exactamente

idéntico al acabado 2B producido por otro fabricante. Incluso dentro de la misma empresa, puede haber pequeñas diferencias entre distintos lotes o bobinas de acero inoxidable. Para evitar complicadas discusiones en el proceso de construcción posterior, se deberán tomar las siguientes medidas de precaución:

- Utilice únicamente especificaciones que sigan la norma EN 10088/3.
- Las especificaciones deberán incluir las muestras seleccionadas por el arquitecto y el proveedor.
- En las aplicaciones cruciales, se deberá utilizar acero inoxidable procedente de un mismo lote o bobina.

Los componentes fabricados, como pueden ser paneles o módulos, se deben montar de forma que estén totalmente

alineados con la dirección de laminación del acero inoxidable. De no ser así, bajo determinadas condiciones de iluminación, se podrían detectar diferencias en el brillo. Por lo tanto, es necesario tomar precauciones para garantizar que en las especificaciones se pida a la fábrica que marque el sentido de colocación en el anverso de la chapa de acero inoxidable. Esto mismo se debe aplicar también a la dirección del pulido, en caso de que se haya especificado un acabado pulido.

Los paneles de acero inoxidable ferrítico (que contienen Cr) y austenítico (que contienen Cr y Ni), que se utilizan para revestimiento, no se deben mezclar, aunque ambos tipos pueden ser

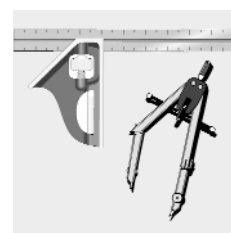
adecuados técnicamente. El tipo de acero inoxidable ferrítico con aleación de Cr posee un tono ligeramente más frío, mientras que el tipo austenítico con aleación de Cr y Ni muestra un tono más cálido. La **diferencia de color entre los tipos de acero inoxidable ferrítico y austenítico** se puede hacer patente en aplicaciones cruciales.

El **CD ROM de Euro Inox "Guía de Acabados de Acero Inoxidable"** proporciona una visión realista de la gran variedad de acabados superficiales disponibles. Existe una versión impresa de este documento que se enviará sin ningún tipo de coste previa **petición**.

4. Diseño

El diseño deberá huir de la necesidad de realizar soldaduras in situ y deberá proporcionar el suficiente espacio para acceder a las zonas de unión con sopletes

y cintas de pulido. También se deben evitar los espacios cerrados donde la humedad y la suciedad se puedan acumular.

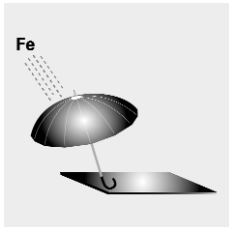


5. Fabricación

La mejor manera de garantizar un buen resultado es **elegir un fabricante de acero inoxidable cualificado y con experiencia**. Una visita a las instalaciones del fabricante y una muestra de los trabajos realizados

previamente proporcionarán al arquitecto o al contratista una idea precisa del nivel de calidad con el que trabaja el fabricante.

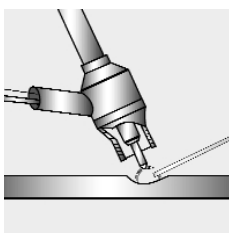
5.1 Evitar la contaminación



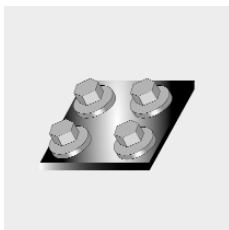
La resistencia a la corrosión del acero inoxidable se puede ver afectada por la contaminación con acero al carbono, que normalmente se produce por partículas que resultan de cortar, esmerilar y soldar este tipo de acero. Por esta razón, se recomienda encarecidamente **separar la producción de acero inoxidable y de acero al carbono** en las fábricas. También se deben utilizar **distintos juegos de herramientas**. La maquinaria, como las prensas de corte, deben ser **limpiadas en profundidad** cuando cambien de acero al carbono a acero inoxidable.

Al **almacenar y manipular** el acero inoxidable, se debe evitar cualquier contacto directo que se produzca entre el acero inoxidable y el acero al carbono, por ejemplo en las carretillas elevadoras, en las cadenas, etc.

5.2 Juntas soldadas



En primer lugar, los arquitectos deben procurar diseñar los componentes de acero inoxidable de manera que se minimicen las soldaduras in situ, puesto que es mucho más sencillo controlar las condiciones de soldadura en un entorno de fabricación que en el momento de la construcción.



Aunque la mayor parte de las técnicas de soldadura utilizadas para el acero al carbono también son adecuadas para el acero inoxidable, es de vital importancia utilizar los adecuados **metales de aporte**,

que deberían presentar normalmente una aleación mayor que la del material base.

Una buena prueba de la experiencia del fabricante es el acabado de las juntas soldadas.

Es crucial que las juntas presenten un acabado perfecto una vez soldadas. Después de realizar una soldadura, tanto en la soldadura como alrededor de ella, se producirá inevitablemente un cambio de color debido al calor (oxidación). No se puede garantizar que en el área coloreada se mantenga aún el mecanismo natural de auto-reparación del acero inoxidable. Estos óxidos se deben **eliminar, ya sea de manera química mediante un decapado o bien mediante esmerilado y pulido**.

La soldadura destruirá la superficie decorativa del acero inoxidable, que se deberá **reconstituir mediante tareas de esmerilado y pulido**. Utilizando cintas de pulido cuyo tamaño de grano sea igual al del acabado original, se puede lograr un aspecto uniforme de las soldaduras.

5.3 Juntas mecánicas

Otra técnica de unión bastante extendida es la de **sujeción con tornillos y pernos**. Uno de los errores más frecuentes es utilizar tornillos o pernos galvanizados para sujetar el acero inoxidable. Al unir la "noble" aleación de acero inoxidable con un material mucho menos noble, como pueden ser los tornillos y los pernos de acero al carbono o los remaches de

aluminio, se producen pares galvánicos, tan pronto como entra en escena un electrolito. Incluso en entornos interiores, la humedad procedente del aire ambiental puede formar un electrolito. Como en cualquier par galvánico, la corriente se conducirá desde el material menos noble (acero al carbono o aluminio) hasta el más noble (acero inoxidable) y se producirá la corrosión del material menos noble. Este es el motivo por el cual los tornillos y pernos galvanizados, que de otro modo durarían décadas, se corroen tan rápidamente al utilizarlos para sujetar el acero inoxidable. Las manchas de óxido que resultan de este proceso pueden contaminar de nuevo el acero inoxidable e inducir a la corrosión. Por lo tanto, es necesario utilizar **sujeciones de acero inoxidable para los componentes de acero inoxidable**.

5.4 Influencia de las técnicas de sujeción en la planitud óptica

Sujetar fuertemente con tornillos los paneles de acero inoxidable puede producir distorsiones. Una buena alternativa pueden ser los remaches. Si se hace correctamente, los remaches se pueden soldar a las chapas de acero inoxidable (a partir de un grosor de chapa de 1,5 mm) sin que la soldadura se vea en la cara frontal.

Las uniones adhesivas han tomado mayor importancia, sobre todo para las aplicaciones más pequeñas. Esta técnica evita los problemas de distorsión, no

obstante puede ser que las juntas tiendan a desprenderse y que sean sensibles a la presión.

En la fabricación de paneles y módulos metálicos se pueden producir **abolladuras**. Los aceros inoxidables (especialmente los aceros inoxidables austeníticos) poseen una menor conductividad del calor que los aceros al carbono y una mayor expansión térmica. Por lo tanto, se recomienda fabricar los paneles de acero inoxidable no demasiado anchos y dejar espacio para que el acero inoxidable se pueda expandir.

5.5 Limpieza y mantenimiento

Incluso los productos de acero inoxidable excelentes se pueden arruinar con unos procedimientos de limpieza inicial inadecuados. Por favor, lea nuestro documento **Limpieza y Mantenimiento de Acabados Arquitectónicos de Acero Inoxidable** si desea obtener más información.

Textos adicionales

- La guía **Architect's Guide to Stainless Steel** del Steel Construction Institute (SCI, Instituto de Construcción del Acero) contiene más información detallada.
- En el libro **Working with Stainless Steel** encontrará una descripción más amplia de los procesos de fabricación del acero inoxidable. Este libro lo puede adquirir de Euro Inox por € 50.



ISBN 2-87997-065-2