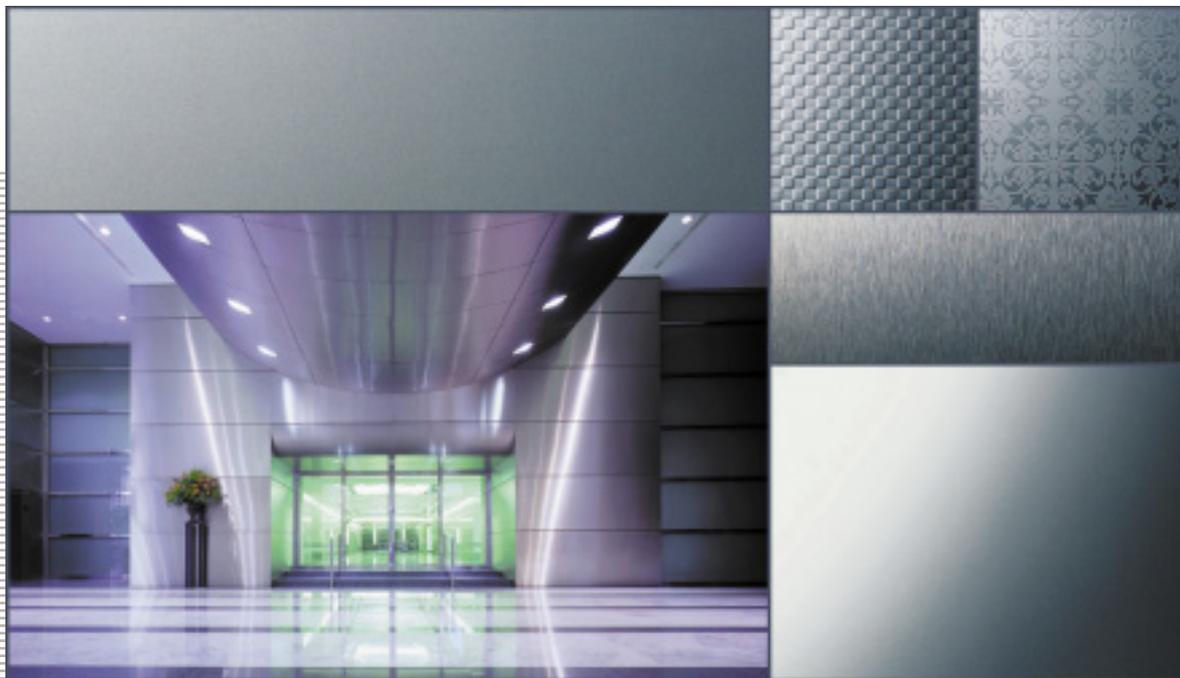


## Guía de Acabados de Acero Inoxidable



## Euro Inox

Euro Inox es la asociación Europea para el desarrollo del mercado del acero inoxidable.

Euro Inox está formado por:

- Fabricantes europeos de acero inoxidable
- Asociaciones nacionales para el desarrollo del acero inoxidable
- Asociaciones para el desarrollo de las industrias de elementos de aleación.

Uno de los objetivos primordiales de Euro Inox es dar a conocer las propiedades de los aceros inoxidables y su uso, tanto en aplicaciones existentes como en nuevos mercados. Para lograr estos propósitos, Euro Inox organiza conferencias y seminarios, proporciona guías, impresas y en formato electrónico, para familiarizar a los arquitectos, diseñadores, especificadores, fabricantes y usuarios, con el material. Euro Inox apoya también la investigación técnica y de mercados.

## Editorial

Guía de Acabados de Acero Inoxidable

Segunda edición 2002 (Series de Construcción, Vol. 1)

ISBN 2-87997-025-3

© Euro Inox 2002

### Editor

Euro Inox

Sede de la Asociación: 241, route d'Arlon

1150 Luxemburgo, Gran Ducado de Luxemburgo

Teléfono +352 26 10 30 50 Fax +352 26 10 30 51

Oficinas:

Diamant Building, Bd. A. Reyers 80,

1030 Bruselas, Bélgica

Teléfono +32 2 706 82 67 Fax +32 2 706 82 69

e-mail: [info@euro-inox.org](mailto:info@euro-inox.org)

Internet: [www.euro-inox.org](http://www.euro-inox.org)

### Autores

David Cochrane, Nickel Development Institute,  
Sidcup, Reino Unido (Texto)

circa drei, Munich, Alemania (Concepto & Composición)

Procesos Creativos, Madrid, España

(Traducción al español)

---

## Fabricantes

### Acerinox

[www.acxgroup.com](http://www.acxgroup.com)

### AvestaPolarit

[www.avestapolarit.com](http://www.avestapolarit.com)

### ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

[www.acciaiterni.com](http://www.acciaiterni.com)

### ThyssenKrupp Nirosta

[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)

### Ugine & ALZ Belgium

**Ugine & ALZ France**

**Groupe Arcelor**

[www.ugine-alz.com](http://www.ugine-alz.com)

## Asociaciones

### Arbeitsgemeinschaft Swiss Inox

[www.swissinox.ch](http://www.swissinox.ch)

### British Stainless Steel Association (BSSA)

[www.bssa.org.uk](http://www.bssa.org.uk)

### Cedinox

[www.acerinox.es](http://www.acerinox.es)

### Centro Inox

[www.centroinox.it](http://www.centroinox.it)

### Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)

**Agradecimientos**

Contratante / Arquitecto, Diseñador / Fotógrafo

Portada: Belgacom / Michel Jaspers / Detiffe

p.2 arriba: Ballast Nedam Amstelveen / Zwarts en Jansma / Charles Birchmore

p.2 abajo: Eurostar / Nick Derbyshire Design / Charles Birchmore

p.4 arriba: RATP / Atelier Bernard Kohn / Denis Sutton

p.4 abajo: RATP / Antoine Grumbach, Pierre Schaall / Denis Sutton

p.5: Flensburger Sparkasse / Kreor Süd GmbH / Fotostudio Remmer

p.6: Belgacom / Michel Jaspers / Detiffe

p.7 arriba: Ayuntamiento de Elche / Pilar Amoros / Juan José Esteva

p.7 abajo: Blackstone Group / Sir Howard Robertson / David Cochrane

p.7 fondo: Etablissement Public du Parc de la Vilette / Adrien Fainsilber / Sonja Krebs

p.8: Eurostar / Nicolas Grimshaw and Partners / David Cochrane

p.9: Tomas Kiang / Helmut Richter / Rupert Steiner

p.10 arriba: RWE AG / propeller z / propeller z

p.10 abajo: Railtrack / Nicolas Grimshaw and Partners / Charles Birchmore

p.11 izquierda: Dr. K. / Planung Fahr + Partner PFP / Planung Fahr + Partner PFP

p.11 derecha: Industrie- und Handelskammer zu Berlin / Nicolas Grimshaw and Partners / Werner Huthmacher

p.12: GbR E. Stöckl, G. Stöckl, A. Brunneier / Heene Pröbst + Partner / Heene Pröbst + Partner

p.13: Galbusera / G. Baroni, G. Genghini, M. Pellacini, Assostudio / Milena Ciriello

p.14: Eurodisneyland S.A. / Frank O. Gehry and Associates Inc. / Charles Birchmore

p.15: State Hermitage Museum / Gerard Prins / Henk Prins

p.16: Esmepuli, S.L. / Esmepuli, S.L. / David Valverde

p.17: Ostdeutsche Sparkassenakademie / Pysall, Stahrenberg & Partner / Lutz Hannemann.

**Indice**

Introducción	2
Acabados por laminación	3
Acabados mecánicos esmerilados y abrillantados	4
Acabados grabados	8
Acabados chorreados con arena	11
Acabados electro-pulidos	12
Acabados coloreados	13
Acabados coloreados electrolíticamente	13
Acabados coloreados y estampados electrolíticamente	14
Revestimientos orgánicos	15
Acabados decorativos especiales	16
Anexo A: Aspectos técnicos y prácticos	18
Anexo B: EN 10088/2	20

Euro Inox se ha esforzado en asegurar que la información aquí presentada es técnicamente correcta. Sin embargo, se avisa al lector que este material es válido únicamente como información general. Los miembros, dirección y consultores de Euro Inox no se hacen responsables de pérdida, daño, o lesión provocada por el uso de la información contenida en esta publicación.

**Institut de Développement de l'Inox (I.D.-Inox)**

[www.idinox.com](http://www.idinox.com)

**International Chromium Development Association (ICDA)**

[www.chromium-asoc.com](http://www.chromium-asoc.com)

**International Molybdenum Association (IMOA)**

[www.imoa.info](http://www.imoa.info)

**Nickel Development Institute (NiDI)**

[www.nidi.org](http://www.nidi.org)

**Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)**

[www.puds.com.pl](http://www.puds.com.pl)

## Introducción

Los aceros inoxidables forman una familia de materiales con una serie de propiedades especiales. Su superficie está protegida por una capa de óxido de cromo que se forma por la reacción del cromo con el oxígeno de la atmósfera, lo que hace que los aceros inoxidables no tengan que añadir protección contra la corrosión. En caso de producirse un daño, esta capa, ante la presencia del oxígeno, se repara inmediatamente. Como se informa en este folleto, esta capa protectora se puede modificar mediante un proceso químico con el fin de producir colores metálicos permanentes.

Los aceros inoxidables se adaptan perfectamente a aplicaciones en el campo de la construcción. Se deforman y sueldan con facilidad. En la Norma Europea EN 10088, Parte 1, se aporta más información sobre sus propiedades físicas.

*En la Estación de ferrocarril Internacional Eurostar de Ashford, en Inglaterra, se usaron paneles de acero inoxidable en los mostradores de control y en la zona de cafetería.*



*Las columnas de la estación de autobuses de Amstelveen, en Holanda, se revistieron con un diseño laminado de acero inoxidable, una superficie ideal para zonas peatonales.*

En la EN 10088 Parte 2 se detallan los acabados de laminación y los acabados superficiales acabados mecánicamente, de los aceros inoxidables laminados en caliente y en frío. Los acabados superficiales se designan con un número, 1 para los laminados en caliente, 2 para los laminados en frío, y se clasifican con una combinación de números y letras, por ejemplo 2J. Este sistema proporciona la información básica sobre su proceso de fabricación y su descripción, aunque no su aplicación práctica.

Por ello, el motivo de esta guía es:

- Informar a los arquitectos y diseñadores de la amplia gama de superficies que hay a su disposición.
- Proporcionar más detalles sobre los procesos implicados.
- Proporcionar algunas notas técnicas básicas para su aplicación.

## Acabados por laminación

Los acabados de laminación, realizados por procesos de laminación en caliente y frío, son los que se suministran básicamente en todos los productos planos de acero inoxidable. Es suficiente para algunas aplicaciones de la construcción, pero también son la base para los procesos empleados en modificar la superficie según las necesidades arquitectónicas. Las cuatro designaciones más importantes para aplicaciones en construcción son: 1D, 2D, 2B y 2R.

Para maximizar la resistencia a la corrosión del material suministrado, los acabados superficiales de laminación se decapan para eliminar la cascarilla formada durante los procesos de laminado en caliente y su posterior recocido.



### 1D

Laminado en caliente y recocido. Una vez eliminada la cascarilla de laminación, esta superficie se clasifica como acabado 1D. Esta superficie, propia de las chapas y planchas más gruesas, tiene poca reflectividad. Se utiliza, sobre todo, en motivos no decorativos, donde la apariencia óptica es menos relevante, por ejemplo, en sistemas de soporte en lugares no visibles y en aplicaciones estructurales.



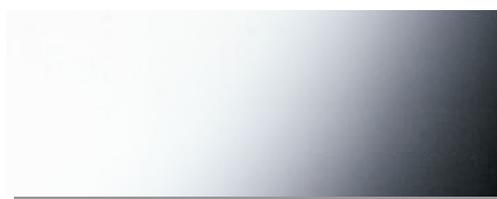
### 2D

Esta superficie, menos rugosa que la 1D, se logra con el material laminado en frío, recocido y decapado. La apariencia mate de la superficie, poco reflectante, la hace adecuada para aplicaciones industriales y de ingeniería aunque, en arquitectura es menos usada.



### 2B

Producido mediante el mismo proceso de la superficie 2D, con un ligero laminado final utilizando rodillos muy pulidos que proporciona una superficie lisa, reflectante, grisácea. Es el acabado superficial más utilizado en la actualidad y sirve de base para la mayoría de acabados brillantes y pulidos.



### 2R

Este acabado muy brillante, que refleja las imágenes con claridad, se obtiene mediante un tratamiento térmico en unas condiciones atmosféricas sin oxígeno, seguido de un laminado en frío utilizando rodillos muy pulidos. Este acabado muy liso es menos susceptible a alojar contaminantes del aire y su limpieza resulta más fácil.

## Acabados mecánicos esmerilados y brillantados

Se puede minimizar la cantidad adicional de procesos de acabado si, desde el principio, se elige el acabado de laminación más parecido al acabado final deseado.

Los acabados aplicados tendrán una relación directa con la apariencia superficial y la transformación medioambiental del material, por lo que hay que tener cuidado al elegirlos. Los acabados brillantados y pulidos mecánicamente implican el uso de unos materiales abrasivos que cortan realmente la superficie del metal en determinado grado.

Existe una gran cantidad de acabados unidireccionales, dependiendo de la superficie original del inoxidable, del tipo y la textura de las cintas y cepillos, y de la naturaleza del proceso de pulido utilizado.

Para conseguir una superficie de calidad

consistente, conviene acordar con el contratista una especificación del pulido que pueda incluir la rugosidad  $R_a$  y los criterios de inspección. Se deberían realizar muestras de referencia para acordar la norma y ayudar a todas las partes.



*Las estaciones de la línea 14 del Metro de París, en Francia, utilizan profusamente el acero inoxidable, como se aprecia en estas fotos.*

Los acabados obtenidos mecánicamente pueden incluir cintas de pulido húmedas (esmeril graso) o secas (esmeril con trapos o cepillos de fibra), que proporcionan mucho lustre, poca rugosidad y un acabado sedoso. Los acabados húmedos son más lisos y pueden ser más consistentes que los secos. Sin embargo, el coste es algo más elevado y puede haber un requerimiento mínimo para el suministro. Los fabricantes poseen muestras en las que se pueden observar la gama de acabados disponibles.



*La apariencia óptica del fondo superficial depende del material y de la rugosidad de las cintas de esmerilado utilizado: (arriba) 180, y 240 (abajo).*

**2G**

**Superficie uni-direccional uniforme, poco reflectante. El acabado es apropiado para aplicaciones de interior.**



*Los mostradores de este banco en Flensburg, Alemania, se realizaron con chapa perfilada de acero inoxidable para producir un contraste con las superficies de madera lisa.*



**2J**  
Esta superficie se consigue con cintas o cepillos de pulido. Es uni-direccional, no reflectante y apto para aplicaciones arquitectónicas internas.



**2K**  
La superficie lisa reflectante de este tipo lo hace adecuado a la mayoría de aplicaciones arquitectónicas, sobre todo en el exterior donde las condiciones atmosféricas son críticas. El acabado se obtiene usando cintas o cepillos de esmeril más fino que proporcionan un acabado limpio con una rugosidad de  $R_a = 0,5$  micrones como máximo.



*La impresionante bóveda de la torre Belgacom de Bruselas, Bélgica, conduce a los visitantes a un gran hall de entrada, recubierta en parte por paneles de acero inoxidable.*



2P

**Acabado espejo ultra liso de gran reflexión conseguido mediante un pulido y abrillantado con algodón y aditivos especiales de pulido. Esta superficie refleja una imagen perfectamente clara.**

*Fondo:  
Los 6.433 triángulos utilizados en el exterior de La Géode, del Parque de La Villete, de París, se realizaron con un acabado pulido espejo que refleja claramente los alrededores y sus colores.*



*Diseñado para su adaptabilidad, duración y bajo mantenimiento, en las marquesinas de autobuses de Elche, en España, se utilizó acero inoxidable pulido espejo y presenta una imagen de gran calidad.*



*Construido en 1929, el acero inoxidable pulido espejo de un famoso hotel londinense, ha estado expuesto a los elementos durante 70 años. Esta fotografía reciente demuestra que no ha perdido su brillo.*

## Acabados grabados

Los acabados grabados se obtienen laminando las bobinas con rodillos previamente grabados con dibujos. Este proceso endurece la chapa realmente y permite lograr espesores más finos, con el consiguiente ahorro y reducción del peso total.

Son ideales, sobre todo, para revestimientos de grandes áreas planas, donde se reducen considerablemente las distorsiones ópticas de la superficie.

Hay dos tipos principales de laminados:

Grabado en un lado, donde el reverso es plano – clasificado como 2M y

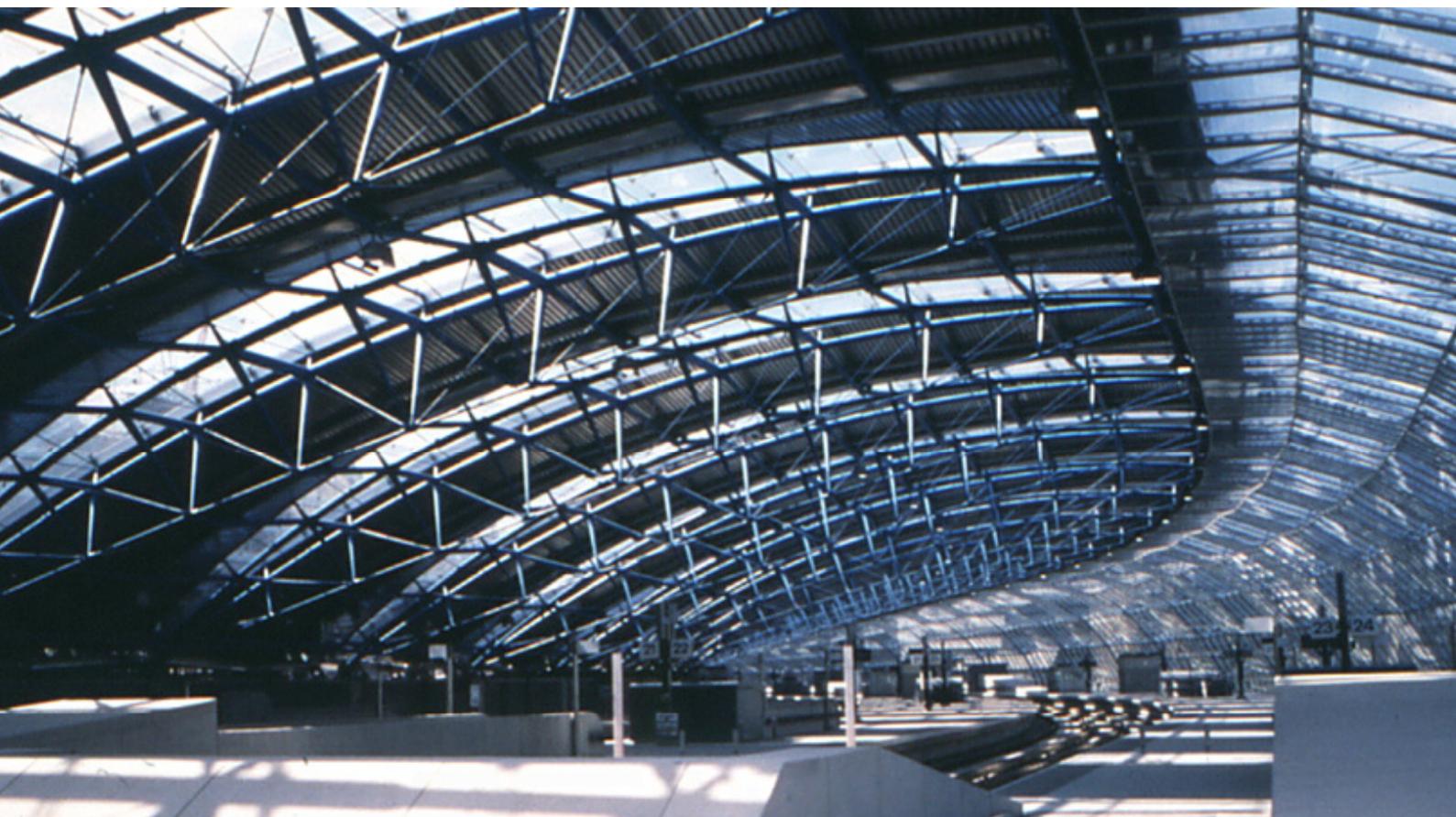
Grabado en los dos lados, donde el estampado se imprime por el reverso – clasificado como 2W.

*En la Terminal Internacional del Ferrocarril de Waterloo, en Londres, la superficie exterior de la cubierta de acero inoxidable requería un acabado no reflectante.*



**2F**

**Clasificado como acabado 2F, tiene un acabado mate de escaso reflejo en los dos lados de la chapa. El material ha sido decapado y skinpasado con rodillos con dibujos.**

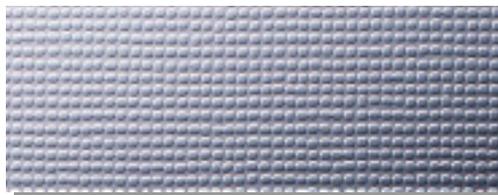


En las superficies grabadas se aprecia menos el efecto de los daños producidos en las zonas de gran afluencia de público, como en las entradas de edificios, ascensores y terminales de los aeropuertos, donde las superficies son susceptibles de sufrir golpes y arañazos.

*La baja reflectividad del acabado adoptado por las paredes, techos y mostradores de acero inoxidable absorbe el color elegido para el suelo, lo que proporciona un efecto cálido y acogedor.*



*Estos ejemplos ilustran el uso de las chapas estampadas por una sola cara, clasificado como 2M. Existen varios modelos.*



**2M**

**Superficies atractivas, texturadas por un solo lado, se diseñan para muchas aplicaciones arquitectónicas.**

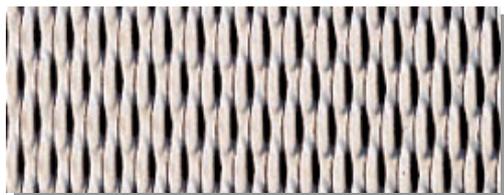




Los pabellones de exposiciones del museo "Meteorito" en un parque de Essen están revestidos con acero inoxidable grabado.

Acabados laminados grabados como los usados en las taquillas de la Estación Internacional de Ferrocarril de Waterloo, son ideales para "ocultar" golpes y arañazos.

Existen multitud de grabados por los dos lados. Aquí se muestran algunos ejemplos.



**2W**

Los grabados laminados a presión se fabrican con rodillos y troqueles macho y hembra

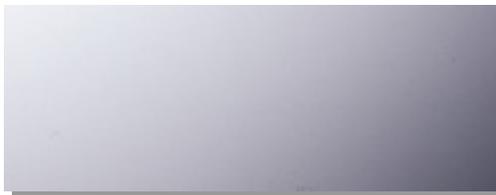


## Chorreado por arena

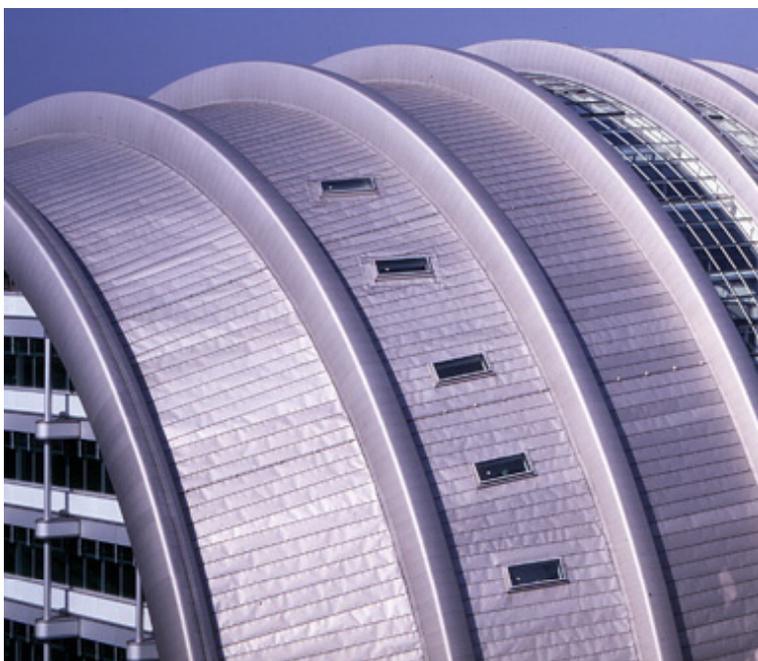
El chorreado con arena proporciona uniformidad, una superficie no direccional, de baja reflectividad que contrasta bien, visualmente, con los acabados muy pulidos.

Los materiales utilizados para el chorreado incluyen partículas de acero inoxidable, bolas de cerámica, óxido de aluminio, cáscaras de nuez machacadas y vidrio, y cada uno añade una variedad al acabado superficial disponible. Nunca se debe usar hierro ni acero al carbono ya que podría contaminar seriamente la superficie de acero inoxidable, y tampoco se recomiendan, para chorrear el acero inoxidable, las arenas que contengan materiales ferrosos.

Los aceros inoxidables austeníticos se endurecen durante el proceso de chorreado. Sin embargo, el proceso puede causar o aliviar la tensión en la chapa o componente. En algunos casos se hace necesario el chorreado en las dos caras para equilibrar las tensiones. Las compañías especializadas en acabados proporcionan la información necesaria.



*La apariencia se puede alterar por los diferentes materiales del chorreado, como las bolas de cristal (arriba) o con vidrio troceado (abajo).*



*En este nuevo anexo a una villa de Munich, Alemania, toda la balconada ha sido chorreada con bolas de arena para combinar los dos edificios.*

*La Casa de Ludwig-Erhard de Berlín se caracteriza por un acabado extremadamente mate producido por el chorreado con cristal fragmentado.*

## *Electro-pulido*

Este proceso electro químico se realiza tanto en chapa como en componentes terminados. Se utiliza este proceso para mejorar la superficie del material eliminando los "picos y valles" de una superficie irregular y así dejar una superficie más lisa y aumentar la reflectividad. El grado de uniformidad y reflectividad producida por este proceso, dependerá de la rugosidad del material inicial y hay que anotar que puede no producir la reflectividad de espejo lograda por procesos mecánicos. Por este proceso se pueden eliminar las inclusiones no metálicas. Las superficies más lisas, además de aumentar la resistencia a la corrosión, son menos susceptibles a alojar contaminantes y su limpieza y mantenimiento es más fácil.



*Las superficies externas de los componentes de acero inoxidable se electro-pulieron para facilitar su mantenimiento en esta atmósfera industrial.*

## Acabados coloreados

### Coloreado electrolíticamente

La capa inerte de óxido de cromo de la superficie del acero inoxidable es la que le proporciona la característica de la resistencia a la corrosión del material y, en caso de dañarse, ella misma se repara ante la presencia del oxígeno. Se puede dar color a la capa mediante un proceso químico endurecido por un proceso electrolítico.

El acero inoxidable austenítico es el más adecuado para este proceso. Dependiendo del tiempo, durante la inmersión del acero en una solución ácida, se forma la capa en la superficie y mediante el efecto físico de la interferencia de la luz, es decir la superposición de la luz que entra y se refleja, se produce un efecto de color intenso. El tipo específico de color que pasa a través de la capa es: bronce, dorado, rojo, púrpura y verde, correspondiendo a un aumento del espesor entre 0,02 y 0,36 micras.

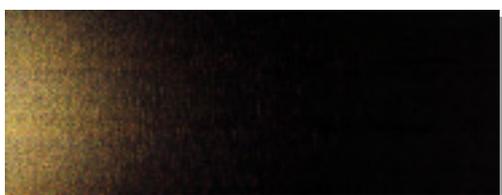
La capa inicial de óxido de cromo coloreada no es susceptible de alterarse por la luz ultravioleta y, como el proceso de coloreado no incluye pigmentos, se puede realizar un tratamiento posterior sin fractura. Por ejemplo, al doblarse, la capa inerte se estirará en el ángulo y al disminuir el grosor se reducirá ligeramente la profundidad del color.

Como la capa inerte de la superficie es transparente, el sustrato proporcionará la apariencia final, es decir, un acabado mate provocará un color mate, y un pulido de espejo producirá un color muy reflectante.

Este proceso produce un color permanente que no requiere restauración, (a diferencia de las superficies pintadas), aunque hay que asegurarse de no dañar la superficie ya que no se puede reparar fácilmente. El acero inoxidable coloreado por este proceso no se puede soldar sin arañar la superficie coloreada.



*El logo y el revestimiento de la torre de 22 m. de altura de un fabricante de chocolate están hechos con acero inoxidable coloreado de manera electrolítica.*



*Esto es sólo un ejemplo de los efectos de color que se pueden realizar coloreando el acero inoxidable por medios electrolíticos.*

El acero inoxidable también se puede colorear en negro, utilizando una solución con dicromato sódico. Hay que tener mucho cuidado al limpiar el acero inoxidable coloreado. No se debe utilizar lana de alambre ni cualquier otro abrasivo, ya que produciría un daño permanente a la superficie, y se deben evitar los agentes de limpieza que contengan cloruros.

**Coloreado y grabado electrolíticamente**

El acero inoxidable texturado antes de aplicar el color químico, puede crear muchos y muy atractivos diseños. Se pueden realzar mediante un ligero amolado del grabado y exponer los "puntos salientes" al color propio del acero inoxidable, dejando el coloreado en los huecos que son menos susceptibles al daño.

*En Euro Disney, cerca de París, se hace un gran uso de los acabados de acero inoxidable coloreado y grabado, como la columna revestida y la cubierta.*



*Puliendo o amolando los puntos salientes de los acabados grabados y coloreados, se expone el color propio del acero inoxidable que crea un atractivo contraste con el color.*

## Revestimientos orgánicos

Existen revestimientos orgánicos en acero inoxidable laminado plano, solo o revestido con PVF 2 y los sistemas acrílicos. Los especialistas en los procesos de pre-tratamiento y revestimientos proporcionan las bases para la máxima adherencia y un servicio estable para el revestimiento.

Desarrollado principalmente para cubiertas y revestimientos, existen revestimientos orgánicos de acero inoxidable de muchos colores según las normas internacionales.

El revestimiento orgánico del acero inoxidable para cubiertas se puede soldar mediante un proceso que incluye polvo de acero inoxidable al material a unir.

Los primeros revestimientos, aplicados en el reverso de las chapas inoxidables pulidas o estampadas, pueden facilitar la unión a otros materiales para formar, por ejemplo, paneles compuestos.

*El tejado del Museo y Galería de Arte Hermitage, de San Petersburgo, Rusia, se sustituyó por acero inoxidable revestido con PVF 2.*



## Acabados decorativos especiales

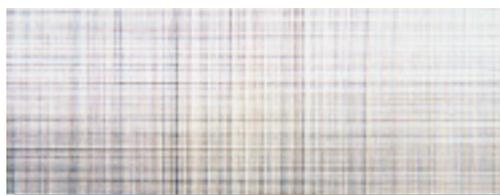
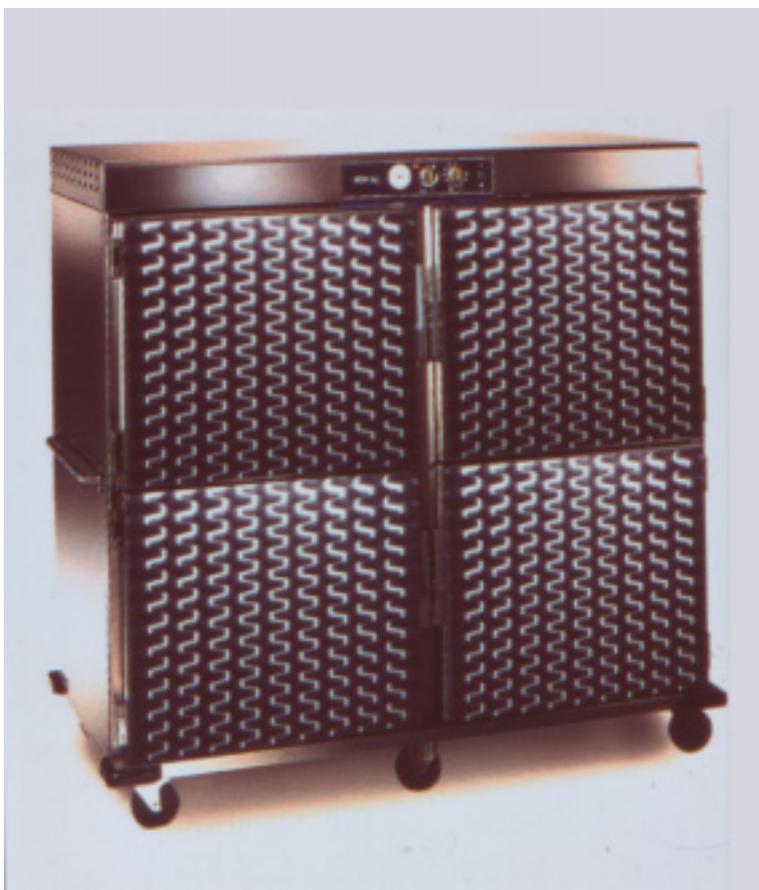
Las técnicas y procesos actuales proporcionan los medios para crear diseños gráficos apasionantes y creativos.

Los procesos incluyen: ataque con ácido, chorreo con granalla, coloreado, grabado, amolado, pulido.

Estos procesos se llevan a cabo de manera individual o colectiva por empresas especializadas, y se pueden conseguir infinidad de superficies con dibujos y efectos diferentes. Se utilizan películas plásticas para proteger la superficie que no va a ser amolada o chorreada por granalla.

Se incluyen ilustraciones de algunos dibujos para demostrar la capacidad de los especialistas en acabados.

*El acero inoxidable se puede satinar para crear grabados únicos e individuales como se muestra en este diseño "ondulado".*



*Se utilizan técnicas de amolado y pulidos especiales que dan al acero inoxidable una variedad de acabados, por ejemplo, amolado no direccional, acabado "hair line", acabado cruzado o adamascado.*



*Ejemplo de acabados grabados y chorreados por bolas de arena.*

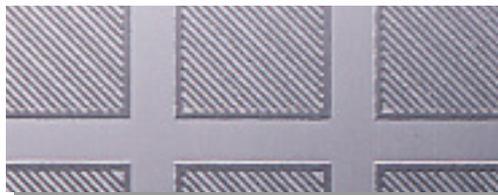
Se han desarrollado procesos por ataque químico, donde la superficie está protegida con películas plásticas adhesivas con el fin de realizar cualquier grabado en el acero inoxidable.

El grabado con ácido es un proceso que elimina una parte del material de la superficie. Las superficies grabadas tienen una apariencia mate y rugosa que contrasta con las superficies con acabados pulidos o satinados. A las superficies atacadas con ácido se les puede dar color antes o después del grabado.

*Estos ejemplos son: Grabado antes de colorear químicamente en azul (arriba) y grabado, seguido de pintado en rojo (abajo).*



*La profundidad del grabado se controla mediante el tiempo en que el acero inoxidable está expuesto al ácido.*



*El uso de chapas alternando acabados mates y pulidos contrastan muy bien proporcionando un efecto sorprendente. Estas puertas de ascensor de un banco de Postdam, Alemania, son un buen ejemplo.*



## Anexo A. Aspectos técnicos y prácticos

Un acero inoxidable y un acabado superficial adecuados, junto con un buen diseño y un correcto programa de mantenimiento, aseguran una vida larga, un mantenimiento escaso y una superficie resistente a la corrosión. Los fabricantes de acero inoxidable y las asociaciones afines proporcionan información detallada sobre los aspectos importantes en cuanto a la elección del material, fabricación, soldadura y mantenimiento. En esta sección se dan unas indicaciones generales sobre su uso como guía para una práctica eficaz.

### Elección del tipo de material

El cromo proporciona la resistencia básica a la corrosión del acero inoxidable, mientras que el níquel le proporciona ductilidad, resistencia a la corrosión y deformabilidad. Si se añade molibdeno se aumenta su resistencia a la corrosión en ambientes agresivos.

Los aceros inoxidables austeníticos incluyen estos elementos que les hacen eminentemente adecuados para aplicaciones en exteriores de larga duración. Los tipos 304 (1.4301) o 316 (1.4401) son los más utilizados en la industria pesada y en ambientes costeros. Los aceros inoxidables ferríticos, que contienen sólo cromo, son más adecuados para las aplicaciones internas o en cosmética, aunque algunos tipos ferríticos mejorados (enriquecidos) se comportan bien en determinados ambientes exteriores. Los aceros inoxidables Dúplex combinan la fuerza de los ferríticos con la resistencia a la corrosión y la deformabilidad de los austeníticos, y cada vez se especifican más para elementos estructurales.

### Fabricación

El acero inoxidable se utiliza con facilidad en

los procesos normales, como el perfilado, prensado, guillotinado, taladrado, troquelado y soldado. Una característica de los tipos austeníticos es su endurecimiento por deformación, por eso requiere cerca del 50 % más energía si se compara con un acero al carbono de espesor similar.

Los tipos austeníticos también están sujetos al “retorno elástico” por lo que se deben doblar unos 5<sup>º</sup> más para compensar.

Todas las herramientas utilizadas con acero inoxidable deben estar dedicadas “únicamente al inoxidable” para evitar la contaminación de la superficie por partículas de acero al carbono. Cuando se taladran, hay que utilizar las brocas a la velocidad y con la alimentación correcta para evitar el “azulado” o endurecimiento por deformación del material.

### Unión

El acero inoxidable se puede adherir o unir a otros materiales utilizando las técnicas habituales de unión, como soldadura, conexiones mecánicas y uniones adhesivas. La elección del método apropiado depende de la aplicación, el medio de trabajo, de la resistencia requerida, y del acabado del acero inoxidable.

#### Conexiones mecánicas

Existe gran variedad de uniones atornilladas, de diferentes tipos, adecuadas a la mayoría de las aplicaciones donde el sistema de unión preferido es la unión mecánica. Esto incluye: clavos, tornillos, pernos, arandelas, remaches y espárragos. Cuando las uniones estén sometidas a ambientes húmedos, se recomienda que el tipo del acero inoxidable de la unión atornillada sea, al menos, de un tipo equivalente al del acero inoxidable a unir.

Si se usan uniones atornilladas de otros materiales, se deberían separar del acero inoxidable mediante arandelas o forros no metálicos.

Los clavos soldados a la parte de atrás de la chapa, se suelen utilizar para unir los paneles de acero inoxidable a una subestructura. Este tipo de conexión se puede utilizar en chapas de 1 mm. de espesor mínimo. Es necesario limpiar la soldadura de los clavos soldados aunque no sean visibles en la cara oculta, y hay que tener cuidado en asegurar que la cabeza de la conexión que está en la subestructura no produzca distorsiones ópticas en la cara vista.

### **Uniones adhesivas**

El acero inoxidable se puede pegar a otros materiales utilizando adhesivos como resinas epoxy, acrílica y poliuretano. La elección del adhesivo adecuado dependerá de muchos factores, como: el material que se va a unir al acero inoxidable, el ambiente de trabajo del compuesto, y el tipo de carga que ha de resistir.

En todos los casos hay que consultar a los fabricantes de adhesivos, aunque también es importante saber el acabado que se va a suministrar. En general, el tipo de acabado del acero inoxidable es el que proporcionará la clave para el adhesivo. También puede ser interesante realizar un tratamiento anterior al pegado, aunque los adhesivos actuales toleran mejor las capas de la superficie y la humedad. El pre-tratamiento del acero inoxidable puede incluir el desengrasado, el uso de abrasivos o preparados químicos.

### **Soldabilidad**

Aunque la elección del proceso de soldadura depende de numerosos factores, el acero

inoxidable se suelda con facilidad a otro acero inoxidable o al acero al carbono. Para minimizar distorsiones durante este proceso, hay que tener en cuenta la mayor expansión térmica y la menor conductividad térmica del acero inoxidable en comparación con el acero al carbono. Los talleres competentes están familiarizados con estas características.

Los siguientes procesos de soldadura son adecuados para el acero inoxidable:

TIG (gas inerte tungsteno), arco de Plasma, MIG (gas inerte de metal) y soldadura por Resistencia.

Al elegir el proceso de fabricación y la posterior limpieza de la soldadura, hay que tener en cuenta también el acabado superficial elegido para evitar dañar cualquier acabado mecánico. Por ejemplo, las uniones de los acabados direccionales, son muy difíciles de restaurar.

### **Limpieza**

El agua de la lluvia es beneficiosa para la limpieza de los aceros inoxidables que tengan unos acabados exteriores grabados o en dirección vertical ya que facilita la caída del agua. Hay que evitar los intersticios y las “líneas” horizontales, siempre que sea posible, ya que se pueden acumular los contaminantes aéreos. Para mantener la bella apariencia del acero inoxidable austenítico, es suficiente una limpieza rutinaria con agua y jabón seguido de aclarado con agua y secado. La frecuencia de los lavados dependerá del lugar y de las condiciones de la exposición, además de las exigencias estéticas de cada edificio. Para limpiar el acero inoxidable no se deben emplear nunca los abrasivos de acero al carbono, como la lana de alambre,

o materiales que contengan cloruros. Si hay que limpiar con abrasivos, se pueden usar limpiadores líquidos adecuados. Por otra parte, se debería consultar antes de usar limpiadores químicos. Conviene incluir en la especificación del diseño el régimen y proceso de limpieza apropiado.

### Evitar la corrosión galvánica

Si el acero inoxidable se utiliza con otros metales, hay que separar los metales diferentes mediante una barrera no metálica, por ejemplo, neopreno, para evitar la posibilidad de una corrosión galvánica. El acero inoxidable es más noble que el acero al carbono galvanizado, el cinc o el aluminio y, salvo que se separen, frente a la lluvia o la humedad, el material menos noble se puede corroer. Allí donde la zona de acero inoxidable sea mayor que el material menos noble, como por ejemplo en un revestimiento/fijación, habrá una

aceleración del grado de corrosión de la fijación, produciendo una suciedad corrosiva y una grave pérdida del área de la fijación. Con un revestimiento de acero inoxidable, se deberían usar fijaciones de acero inoxidable.

### Uniformidad del acabado

En los lugares donde se utilicen placas grandes de acero inoxidable en una misma altura o instalación, hay que asegurarse que las bobinas proceden de la misma colada. Esto ayuda a controlar la consistencia del color, que puede variar de colada a colada. Durante la fabricación y colocación hay que tener en cuenta la dirección del laminado o del proceso de acabado, ya que la mezcla de dirección, en determinadas condiciones de luz, puede exponer una apariencia contrastada. Se puede acordar con los suministradores que indiquen el laminado o la dirección del proceso debajo de las chapas o en el embalaje.

## Anexo B. EN 10088/2

Tipo de ruta de proceso y acabado superficial de planchas y bobinas <sup>1</sup>

	Abreviatura <sup>2</sup>	Tipo de ruta de proceso	Acabado superficial	Observaciones
Laminado en caliente	1U	Laminado en caliente, no tratado térmicamente, no descascarillado	Cubierto con cascarilla de laminación	Adecuado para productos que van a ser objeto de transformaciones posteriores, por ejemplo, bandas para relaminado
	1C	Laminado en caliente, tratado térmicamente, no descascarillado	Cubierto con cascarilla	Adecuado para productos que van a ser descascarillados o mecanizados posteriormente o para ciertas aplicaciones a altas temperaturas
	1E	Laminado en caliente, tratado térmicamente, descascarillado mecánicamente	Sin cascarilla	El modo de descascarillado mecánico elegido (p.ej. amolado o granallado), depende del tipo de acero y del producto, y se deja a la elección del fabricante salvo acuerdo en contrario
	1D	Laminado en caliente, tratado térmicamente, decapado	Sin cascarilla	Acabado habitual en la mayoría de tipos de acero con el fin de asegurar una buena resistencia a la corrosión; acabado igualmente frecuente para los productos que van a sufrir transformaciones posteriores. Marcas de amolado toleradas. Acabado más grosero que 2D o 2B

	Abreviatura <sup>2</sup>	Tipo de ruta de proceso	Acabado superficial	Observaciones
Laminado en frío	2H	Endurecido por deformación en frío	Brillante	Endurecido por deformación en frío, para obtener un nivel de resistencia mecánica más elevado
	2C	Laminado en frío, tratado térmicamente, no descascarillado	Liso, con cascarilla del tratamiento térmico	Adecuado para piezas que van a ser descascarilladas o mecanizadas posteriormente o para ciertas aplicaciones a alta temperatura
	2E	Laminado en frío, tratado térmicamente, descascarillado mecánicamente	Rugoso y mate	En general se aplica a los aceros que presentan una cascarilla resistente al decapado. Puede ser seguido de un decapado
	2D	Laminado en frío, tratado térmicamente, decapado	Liso	Acabado para buena ductilidad, pero no tan liso como 2B o 2R
	2B	Laminado en frío, tratado térmicamente, decapado y procesado en Skin pass	Más liso que 2D	Acabado habitual para la mayoría de los aceros. Asegura una buena resistencia a la corrosión, lisura y planicidad. También habitual para procesos posteriores. El Skin pass puede sustituirse por un aplanado bajo tensión.
	2R	Laminado en frío, recocido brillante <sup>3</sup>	Liso, brillante y reflectante	Acabado más liso y más brillante que 2B. Igualmente habitual para transformación posterior
	2Q	Laminado en frío, templado y revenido, sin cascarilla	Sin cascarilla	El temple y revenido puede realizarse en atmósfera protectora o en atmósfera oxidante en cuyo caso incluiría un proceso de descascarillado
Acabados especiales	1G o 2G	Amolado <sup>4</sup>	Ver nota <sup>5</sup>	Puede especificarse en base a tamaño de grano de la muela o rugosidad superficial. Tiene una textura uni-direccional, no muy reflectante
	1J o 2J	Cepillado <sup>4</sup> o pulido <sup>4</sup> mate	Más liso que amolado. Véase nota <sup>5</sup>	Puede especificarse el grano de cepillado, tipo de cinta abrasiva o rugosidad superficial. Tiene una textura unidireccional, no muy reflectiva.
	1K o 2K	Pulido satinado	Ver nota <sup>5</sup>	Exigencias específicas complementarias al tipo de acabado "J" con el objetivo de obtener una resistencia a la corrosión adecuada en ambientes marinos y en aplicaciones arquitectónicas. Son acabados con rugosidad transversal $R_a < 0,5$ mm y con un aspecto superficial limpio.
	1P o 2P	Pulido espejo	Véase nota <sup>5</sup>	Pulido mecánico. Puede especificarse el tipo de proceso o la rugosidad superficial. Acabado no direccional, que refleja las imágenes con gran precisión.
	2F	Laminado en frío, tratado térmicamente, procesado en Skin pass con cilindros de laminación rugosos	Superficie uniforme, mate y no reflectiva	Tratamiento térmico por recocido brillante o por recocido y decapado
	1M 2M	Lagrimado. Con relieve (acabado emboss)	Diseño a acordar. Segunda superficie plana	Se usa como chapa antideslizante para suelos Se usan grabados con fina textura principalmente en aplicaciones arquitectónicas
	2W	Corrugado	Diseño a acordar	Se usa para aumentar la resistencia mecánica o por sus efectos estéticos
	2L	Coloreado <sup>4</sup>	Color a acordar	
	1S o 2S	Superficie recubierta <sup>4</sup>		Recubierta p.ej. con estaño, aluminio o titanio.

<sup>1</sup> Todas las gamas de fabricación y acabados superficiales no están disponibles para todos los tipos de acero.

<sup>2</sup> Primer dígito 1= laminado en caliente, 2= laminado en frío

<sup>3</sup> Puede estar procesado en Skin pass

<sup>4</sup> Sólo en una superficie a menos que se acuerde lo contrario en el pedido.

<sup>5</sup> Dentro de la descripción de cada acabado, las características pueden variar y pueden ser necesarias mayores precisiones para especificar correctamente el acabado deseado (por ejemplo grano de abrasivos o rugosidad superficial).

ISBN 2-87997-025-3