

# Acero Inoxidable en Construcción

*“Los aceros inoxidable pueden parecer más adecuados para cucharillas y fregaderos de cocina que para elementos estructurales, pero se pueden utilizar para apoyos y otras estructuras en ambientes agresivos”, dice Nancy Badoo de SCI.*

La principal propiedad que distingue al acero inoxidable del acero al carbono es que posee una resistencia inherente a la [corrosión](#), debido a la capa protectora de óxido de cromo firmemente adherente que se forma espontáneamente en su superficie en presencia de oxígeno. Esto significa que los [elementos de acero inoxidable](#) pueden ser expuestos a una amplia gama de ambientes sin la necesidad de recubrimientos protectores.

Los aceros inoxidables son materiales altamente versátiles, poseen una única selección de propiedades útiles que pueden explotarse en aplicaciones de carga

donde el coste no sea una consideración primordial.

Las figuras 1 y 2 muestran las características de tensión-deformación a altas y bajas deformaciones, en comparación con el acero al carbono. Los [aceros inoxidables austeníticos](#) son utilizados generalmente para aplicaciones estructurales, aunque el uso del [acero inoxidable dúplex](#) está aumentando, cuando una mayor resistencia es beneficiosa. Las propiedades mecánicas distintiva- considerable endurecimiento por deformación y [ductilidad](#) - hacen a los aceros inoxidables austenítico y dúplex particularmente adecuados para estructuras requeridas para soportar [cargas accidentales](#).

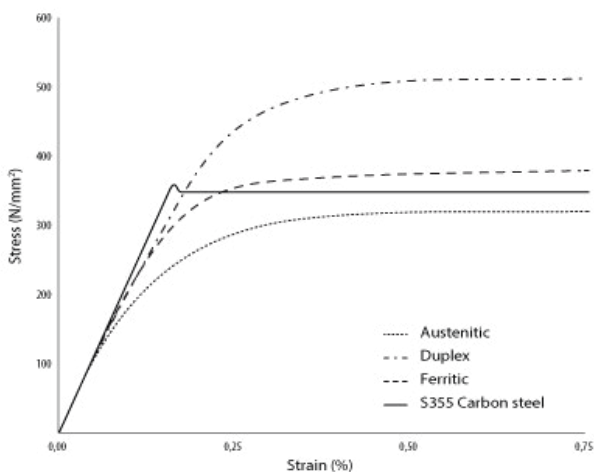


Figura 1: Curvas tensión/deformación Acero inoxidable y Acero al carbono de 0 a 0,75%

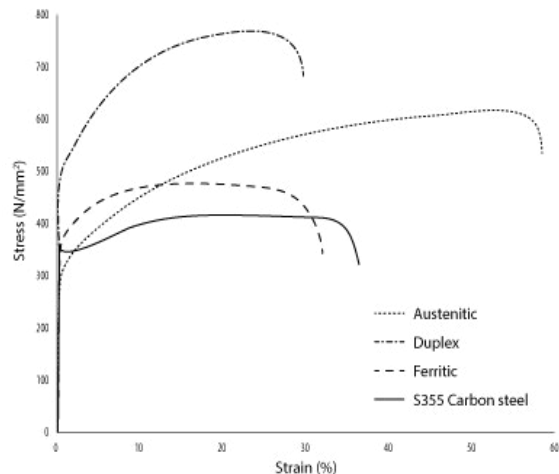


Figura 2: Curvas tensión/deformación Acero inoxidable y Acero al carbono

Las aplicaciones típicas de carga incluyen:

- Plataformas y soportes en plantas de procesos para el tratamiento de aguas, pulpa y papel, nuclear, biomasa, química, industria farmacéutica y de alimentos y bebidas donde el ambiente agresivo lo requiere.
- Pasadores, barreras, barandillas, revestimiento de cables y juntas de expansión en [puentes](#).
- Diques marinos, muelles y otras estructuras costeras.
- Barra corrugada de refuerzo en estructuras de hormigón.
- [Muros cortina](#), techos, cubiertas, revestimiento de túneles.
- Sistemas de soporte para muros cortina, mampostería, revestimientos de túnel etc.
- Barreras de seguridad, barandillas, mobiliario urbano.
- Elementos de fijación y [sistemas de anclaje](#) en madera, piedra, mampostería ó roca.
- Elementos estructurales y elementos de fijación en edificios de piscina (deben tomarse precauciones especiales para los elementos en ambientes de piscinas debido al riesgo de corrosión bajo tensión en áreas donde se puedan formar condensaciones).
- Estructuras resistentes a explosiones e impactos, como muros y puertas de seguridad y bolardos.
- Paredes resistentes contra incendios y explosiones, escaleras de cable y pasillos en plataformas marinas.

En 2017, se construyó una nueva [pasarela](#) de peatones de 160 m adyacente al Puente del distrito “Countess Wear” del tipo 2 (figuras 3 y 4), para crear una ruta peatonal y ciclista de 3 m de ancho.

La nueva pasarela comprende nueve vanos que utilizan acero al carbono convencional y se sujeta en parte por cinco voladizos ocultos incrustados en los muelles del puente de piedra, hechos de secciones en caja del tipo de acero inoxidable dúplex 1.4462 (2205).

El uso de voladizos evitó la necesidad de realizar trabajos en el río y complementa la apariencia del histórico puente en lugar de ocultarla. Para estos elementos estructuralmente críticos fue elegido, por su [resistencia](#), el acero inoxidable dúplex (el tipo 1.4462 tiene una resistencia de diseño de 450 MPa), para cumplir con los 120 años de vida útil de diseño, y porque eran difíciles de inspeccionar y mantener.

Los voladizos son soportados por pilares que trasladan fuerzas de tensión a través del puente de piedra a la roca de base, 20 m por debajo, por medio de barras roscadas de acero inoxidable. Los parapetos y pasamanos a lo largo del puente también se fabricaron de acero inoxidable dúplex. El cliente y diseñador del proyecto fue Devon County Council y el trabajo de metalistería fue [realizado](#) e instalado por Taziker Industrial.



Figura 3 y 4: Pasarela “Countess Wear”.  
Arriba: voladizos izados para su colocación. Abajo: Postes y barandillas de acero inoxidable.



Aunque comparten muchas [propiedades mecánicas](#) similares con acero al carbono, las características no lineales de tensión-deformación implican que se necesitan diferentes reglas de [diseño](#) para los aceros inoxidables. La no linealidad afecta principalmente la respuesta de pandeo local y global con algunos límites de [clasificación de sección](#) más estrictos.

Los estándares de diseño para el acero inoxidable se han desarrollado alrededor del mundo. En Europa, cuando el [Eurocódigo 3](#): Parte 1.4 se publicó en 2006 (1), fue la primera Norma disponible de diseño para acero inoxidable en casi todos los países europeos y el único estándar de diseño en el mundo que cubría productos laminados en caliente, soldados y conformados en frío, así como diseño

en la situación de incendio. EN 1993-1-4 es una norma breve, sólo citando reglas suplementarias para inoxidable, donde las reglas para el acero al carbono marcadas por EN 1993-1-1 (2), EN 1993-1-3 (3), EN 1993-1-5 (4) y EN 1993-1-8 (5) no son aplicables.

En ciertos puntos las reglas de la edición del 2006 de EN 1993-1-4 fueron muy conservadoras con un alcance limitado debido a la escasez de datos de ensayos. Sin embargo, durante los últimos 10 años, aproximadamente, ha habido un aumento significativo de la investigación en el comportamiento estructural del acero inoxidable, en Europa y en todo el mundo que ha generado información muy útil. La base de datos internacional de ensayos estructurales es ahora tres veces mayor que la que se utilizó para derivar las normas originales del Eurocódigo de acero inoxidable. Como resultado de la disponibilidad de estos nuevos datos de investigación, fue posible desarrollar mejoras a las reglas en la edición 2006 de EN 1993-1-4 y en 2015 se publicó una enmienda a las normas. Las nuevas normas permiten un diseño menos conservador y amplían la gama de tipos a los que se aplican las reglas (los tipos enumerados en la norma no reflejan el uso actual). Métodos de diseño eficientes son esenciales para el acero inoxidable debido a su alto coste en relación con el acero al carbono.

La revisión más significativa a las reglas de diseño estructural en la corrección de 2015 concierne a la clasificación de la sección: la limitación de los ratios entre ancho y espesor se han incrementado para alinearse con los del acero al carbono, excepto para los elementos internos a compresión.

Además, se ha utilizado una guía de cizallamiento menos conservadora, incluyendo una guía más clara sobre cómo diseñar con acero inoxidable trabajado en frío.

Una diferencia clave entre el acero inoxidable y el acero al carbono es que hay una amplia gama de tipos de acero inoxidable, cada uno con composiciones ligeramente diferentes y por tanto diferentes resistencias a la corrosión.

Otra revisión significativa en la corrección del 2015 a la EN 1993-1-4 fue la inclusión de un procedimiento paso a paso para la selección del tipo. El procedimiento implica los siguientes pasos:

- Determinación del factor de resistencia a la corrosión (CRF) para el entorno.
- Determinación de la Clase de resistencia a la corrosión (CRC) del CRF.

El CRF depende de la agresividad del medio ambiente y es calculado de la siguiente manera:

$CRF = F1 + F2 + F3$  donde

F1 = Riesgo de exposición a cloruros de agua salada o sales de deshielo;

F2 = Riesgo de exposición al dióxido de azufre;

F3 = Régimen de limpieza o exposición al lavado por lluvia.

El CRF considera todos los riesgos de corrosión, incluyendo picaduras, corrosión por hendiduras y corrosión bajo tensión de aceros inoxidables que pueden afectar la integridad de las piezas de carga. El supuesto en el procedimiento de selección es que no se producirá corrosión del acero inoxidable que impacte la integridad estructural de un elemento soporte de carga. Sin embargo, en algunos casos la corrosión cosmética (coloreado o picaduras menores) podría aparecer. Estos efectos pueden ser antiestéticos e inaceptables donde la apariencia sea importante pero no son perjudiciales para la integridad del elemento.

Los tipos de acero inoxidable se clasifican en una de cinco clasificaciones CRC, con CRC V es el más duradero (por ejemplo, que contiene tipos adecuados para las atmósferas altamente corrosivas encima de las piscinas interiores).

La elección final de un grado específico dentro de un CRC dependerá de otros factores además de la resistencia a la corrosión, como la resistencia a tracción y la disponibilidad en la forma de producto requerida. Es suficiente para el diseñador con especificar el tipo de material por CRC y la resistencia de diseño necesaria, por ejemplo, CRC II, y  $f_y = 450 \text{ N/mm}^2$ .

La publicación de la corrección hizo que todos los recursos existentes para diseñadores relacionados con el Eurocódigo de acero inoxidable quedaran obsoletos.

Se está preparando una nueva colección de recursos de diseño de apoyo con el fin de ayudar a los diseñadores a utilizar las nuevas reglas en el Proyecto Europeo de difusión PUREST (Promoción de nuevas normas de Eurocódigo para acero inoxidable estructural), financiado en parte por el Fondo para el Carbón y el Acero. El proyecto de 18 meses comenzó en 2016 y termina en diciembre de 2017 e involucra a socios de Alemania, Bélgica, España, Portugal, República Checa, Finlandia, Suecia, Polonia e Italia. SCI coordinó el trabajo con el apoyo de Imperial Colegio de Londres y Arup.

Las actividades están dirigidas principalmente a los profesionales del diseño e incluyen:

- Actualización y ampliación del Manual de Diseño de Estructuras de Acero inoxidable,
- Traducir el Manual de Diseño del inglés a 9 idiomas,
- Desarrollar software de diseño en línea y aplicaciones de diseño,
- Seminarios nacionales y grabación de *webinars* de aprendizaje a distancia.

SCI publicó la Cuarta Edición del Manual de Diseño para acero inoxidable estructural en 2017 (6) (Figura 5). Consiste en tres partes:

1. **Recomendaciones**, que dan orientación al diseño e información esencial que necesitan los diseñadores con respecto a la selección de tipo, durabilidad, propiedades del material, reglas de diseño y [fabricación](#).
2. **Comentario**, que explica cómo las expresiones de diseño en las recomendaciones fueron derivadas y da antecedentes información y referencias
3. **Ejemplos de diseño**, que demuestran el uso de las Recomendaciones.

Además de actualizar las reglas de diseño para alinearse con la corrección del año 2015 a EN 1993-1-4, el Manual de Diseño también incluye Información sobre aceros inoxidables ferríticos. Estos tipos son generalmente utilizados en espesores de 4 mm e inferiores, y ofrece una resistencia a la corrosión alternativa a muchas aplicaciones de acero [galvanizado](#) de espesor calibre fino.

Adicionalmente se incluyen dos nuevos métodos de diseño. El primero da reglas sobre cómo aprovechar el endurecimiento de trabajos asociados a las operaciones de conformación en frío durante la fabricación (un aumento de la resistencia de aproximadamente el 50% es típico en el conformado en frío de esquinas de las secciones transversales, y la resistencia del material en las caras planas también aumenta). El segundo da un método para calcular la resistencia mejorada de diseño de sección transversal debido a la ventaja por Influencia del endurecimiento del trabajo en servicio utilizando el Método de resistencia continuo.

Todos los recursos de diseño desarrollados en el proyecto PUREST son accesibles en: [www.steel-stainless.org/designmanual](http://www.steel-stainless.org/designmanual) desde el inicio de 2018.

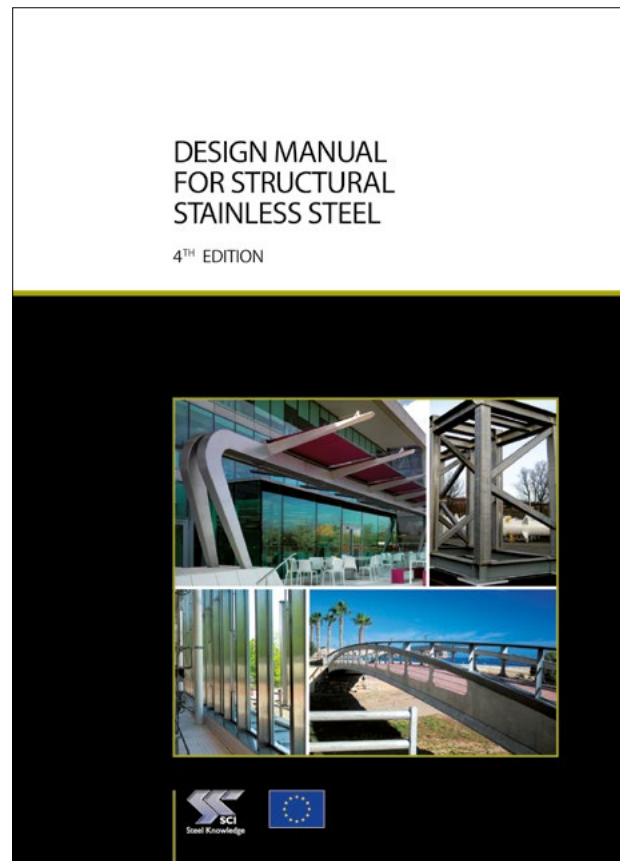


Figura 5: Manual de Diseño para Acero inoxidable Estructural, Cuarta Edición, 2017

Para obtener más información, comuníquese con Nancy Baddoo en SCI ([n.baddoo@steel-sci.com](mailto:n.baddoo@steel-sci.com)).

#### Referencias:

- 1 EN 1993-1-4: 2006 + A1: 2015 Eurocódigo 3. Diseño de estructuras de acero. Reglas generales. Reglas complementarias para los aceros inoxidables.
- 2 EN 1993-1-1: 2005 + A1: 2014 Eurocódigo 3. Diseño de estructuras de acero. Reglas generales y reglas para edificios.
- 3 EN 1993-1-3: 2006 Eurocódigo 3. Diseño de estructuras de acero. Reglas Generales. Reglas complementarias para elementos conformados en frío y chapas.
- 4 EN 1993-1-5: 2006 Eurocódigo 3. Diseño de estructuras de acero. Elementos estructurales chapados
- 5 EN 1993-1-8: 2005 Eurocódigo 3. Diseño de estructuras de acero. Diseño de juntas.
- 6 Manual de diseño para acero inoxidable estructural, publicación SCI P413, 2017

traducido por:

cedi  
nox