

3CR12[®]

Ferríticos 'utility'

*Calidad inoxidable
en la vida diaria*



**COLUMBUS
STAINLESS**
— [Pty] Ltd —

Aviso legal

La información contenida en este manual se ha diseñado como una guía para clientes de Columbus Stainless (Pty) Ltd. Sin embargo, el material que contiene no pretende sustituir ningún procedimiento y no debe utilizarse o condicionar cualquier aplicación específica o general sin la debida recomendación competente. Además, Columbus Stainless (Pty) Ltd renuncia a cualquier responsabilidad sobre la idoneidad del acero en cuestión para cualquier propósito particular, su desempeño o por la selección del acero a no ser que Columbus Stainless (Pty) Ltd autorice expresamente el uso o la selección. El material que contiene este manual no pretende ser una declaración exhaustiva y completa de todo material relevante aplicable a productos de acero específicos o generales y no representa requisito o garantía, explícito o implícito de Columbus Stainless (Pty) Ltd por la exactitud o integridad de este manual y, en la medida en la que lo permita la ley, Columbus Stainless (Pty) Ltd, sus miembros, personal y consultores renuncian a cualquier obligación de diligencia en relación a la elaboración de este manual y de la información que contiene así como no será responsable de daño indirecto o perjuicio sufrido por alguna persona, como quiera que sea causada como resultado las recomendaciones de alguna afirmación u omisión de este manual y dicha responsabilidad sea expresamente negada. [Columbus Stainless (Pty) Ltd no será responsable en el caso de avería, mal funcionamiento o fallo que ocurra debido a un fallo en el diseño, material o manipulación del acero, aunque esté basado o no en la información contenida aquí, y no será, bajo ninguna circunstancia, responsable por ningún daño, directo o indirecto, particularmente daños indirectos, incluidos y no limitados a daños por lucro cesante.]

cedi
nox

Introducción

El tipo 3CR12, considerado como el pionero de los aceros inoxidable ferríticos con 12% Cr, es hoy en día el más utilizado de este tipo de inoxidables.

La mayor ventaja de estos ferríticos 'utility', sobre otros aceros inoxidable ferríticos, es que son robustos incluso soldados, en espesores por encima de 30 mm y se mantienen así, aun a temperaturas bajo cero.

La resistencia a la corrosión de estos ferríticos, está claramente influenciada por su contenido de cromo, siendo similar a otros inoxidables con 12% de cromo.

En cuanto a la resistencia a corrosión atmosférica, estos ferríticos superan al acero dulce, al acero antidesgaste, al cobre y al aluminio.

Cuando se exponen a condiciones atmosféricas severas, pueden surgir manchas pero esto no afectará a su desempeño. Sin embargo, si la estética es importante, se recomienda su pintado o la utilización de otro acero inoxidable más resistente a la corrosión.

Este tipo de ferríticos 'utility' han encontrado un amplio campo de utilización en aquellas aplicaciones sometidas a rozamiento húmedo así como en ambientes acuosos que incluyan tanto exposición como inmersión.

Entre sus aplicaciones están el manipulado de materiales como el carbón, azúcar, material agrícola o en mataderos; el transporte por carretera en vehículos de pasajeros, autocares y autobuses, camiones y vehículos de servicio; el transporte por ferrocarril de mercancías, de pasajeros, el tren ligero y en las infraestructuras ferroviarias; en las industrias química y petroquímica, de generación de energía, telecomunicaciones, electricidad y tratamiento de aguas residuales.

1976 -1977

IDEA Y NACIMIENTO

Se fraguó el concepto de un acero inoxidable ferrítico de bajo contenido en cromo, y soldabilidad excepcional. El momento cumbre fue cuando la fabricación de una colada de 409 que resultó fuera de especificaciones, derivó en el descubrimiento de una zona de composición dual (ferrita-martensita) con un grano fino en las zonas afectadas durante el proceso de soldadura. Esta zona en concreto resultó de una gran resistencia.

1978 - 1980

PRODUCCIÓN

En 1978 se produjo la primera colada, que culminó con el lanzamiento del 41211, según nomenclatura interna, en 1980. Esta variante mostró una soldabilidad incomparable, incluso en secciones gruesas presentando un notable y resistente HAZ y baja DBTT.

1988 - 1990s

MEJORA CONTINUA E INNOVACIÓN

La mejora continua de la composición química del 3CR12 culmina con el tipo 41214. Este paso consistió en la eliminación del níquel y el titanio mientras se mantenía el potencial de la austenita, haciendo posible una producción rentable y posicionando al 3CR12 entre el acero dulce y los aceros inoxidables más aleados.

2000s

SOLDABILIDAD Y SENSIBILIZACIÓN

Investigaciones con diferentes instituciones como la Universidad de Pretoria, desembocaron en un profundo conocimiento de estas propiedades. La creación de un 3CR12Ti "anti-balas" con un alto potencial austenítico y estabilización debida al titanio, demostró un nivel extraordinario de soldabilidad y de resistencia a la sensibilización.

Recientes innovaciones

ÚLTIMOS 10 AÑOS

La incorporación del 3CR12HP400, una variante de mayor límite elástico, abrió nuevas posibilidades de diseño en espesores más finos, mientras se mantiene una soldabilidad extraordinaria.

Fuente: www.saiw.co.za

Gama de producto

Se debe consultar la última versión del catálogo de producto, ya que podría cambiar sin previo aviso. Disponible en www.columbusstainless.co.za

Especificaciones y tolerancias

Columbus Stainless (Pty) Ltd suministra ferríticos 'utility' según las especificaciones de fábrica ASTM A240, ASME SA240, EN 10028-7 y EN 10088-2 y conforme o a las siguientes tolerancias:

LAMINADO EN CALIENTE

ISO 9444 - material procesado como bobina	ISO 9444-2
ISO 18286 - material procesado como plate	EN 10051
ASTM A480 / ASTM A480M	EN 10029
ASME SA480 / ASME SA480M	IS 6911

LAMINADO EN FRIO

ISO 9445 / ISO 9445-2
ASTM A480 / ASTM A480M
ASME SA480 / ASME SA480M
IS 6911

Otras especificaciones y tolerancias disponibles bajo consulta.

Se puede consultar y descargar el catálogo de producto en www.columbusstainless.co.za, o solicitarlo al Departamento Técnico.

Información de contacto:

TÉCNICA

Columbus Stainless (Pty) Ltd

Apartado de correos 133 • Middelburg • 1050 • Sudáfrica

Tel: +27 (13) 247 3343

Fax: +27 (13) 247 2289

E-mail: technical-help@columbus.co.za

COMERCIAL

Columbus Stainless (Pty) Ltd

Apartado de correos 133 • Middelburg • 1050 • Sudáfrica

Tel: +27 (13) 247 2020

Fax: +27 (13) 247 2771

E-mail: commercial-help@columbus.co.za

Composición química

Conforme a la especificación de aceria de Columbus Stainless, según ASTM A240 y EN 10088-2.

	C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Ni	Otros
3CR12	0,03	1,0	2,0	0,040	0,030		10,5 - 12,5	1,5	Ti: 4(C+N) mín 0,3 máx
3CR12L	0,03	1,0	1,5	0,040	0,015	0,03	10,5 - 12,5	0,3 - 1,0	
410S	0,08	1,0	1,0	0,040	0,015		11,5 - 13,5	0,6	

Composición según valores máximos.

Propiedades mecánicas

Conforme a ASTM A240 y EN 10088-2.

	Rm (MPa)	Rp _{0,2} (MPa)	Alargamiento (%)	Dureza máx (BHN)	Factor de impacto (J/cm ²)
3CR12	460	280 (<3 mm) 300 (≥3 mm)	18 (≤4,5 mm) 20 (>4,5 mm)	220	35
3CR12L	455 650	320 (≤6 mm) 280 (>6 mm)	20 (≤6 mm) 18 (>6 mm)	223	50
410S	415	205	20 (<1,27 mm) 22 (≥1,27 mm)	183	

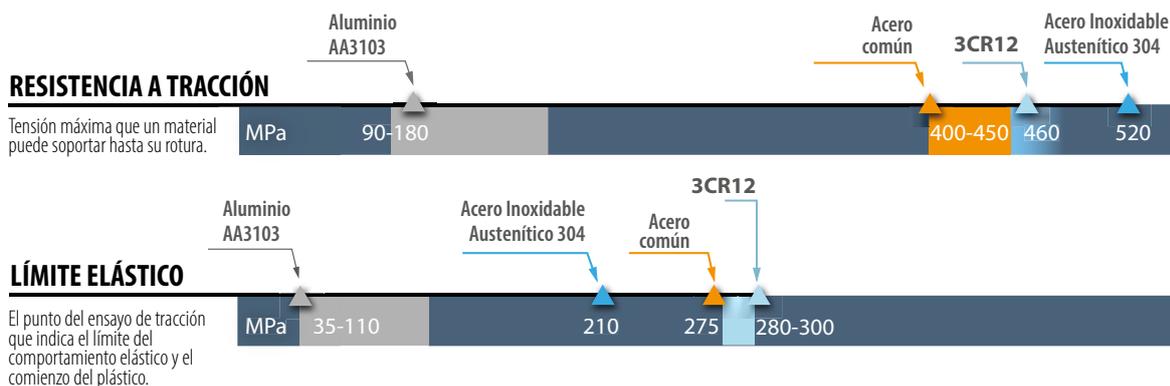
Valores mínimos a no ser que máximo (max) o rango, sea indicado.

() Indica la tolerancia aplicable.

La tabla corresponde a las certificaciones ASTM A240 y EN 10088-2.

Test de impacto es opcional solo en espesores de laminado en caliente. Se acordará en cada pedido.

Comparativa orientativa con otros metales



Propiedades a alta temperatura

Las propiedades especificadas en la tabla corresponden a material 3CR12 y 3CR12L recocado. Estos valores son de carácter general y no deben utilizarse con fines de diseño.

Temperatura (°C)	100	200	300	400	500
Resistencia a la tracción (MPa)	545	464	415	368	333
Límite de elasticidad (MPa) 0,2%	350	308	280	262	236
Módulo de Young (GPa)	231	215	184	202	150

Propiedades de fluencia representativas

Temperatura (°C)	Esfuerzo hasta deformación 1% (MPa)		
	1.000 horas	10.000 horas	100.000 horas
400	315	283	270
450	195	151	134
500	88	65	56
550	34	29	28

Temperatura de servicio máxima recomendada en condiciones oxidantes

Continua	Intermitente
620°C	730°C

Consideraciones a fatiga

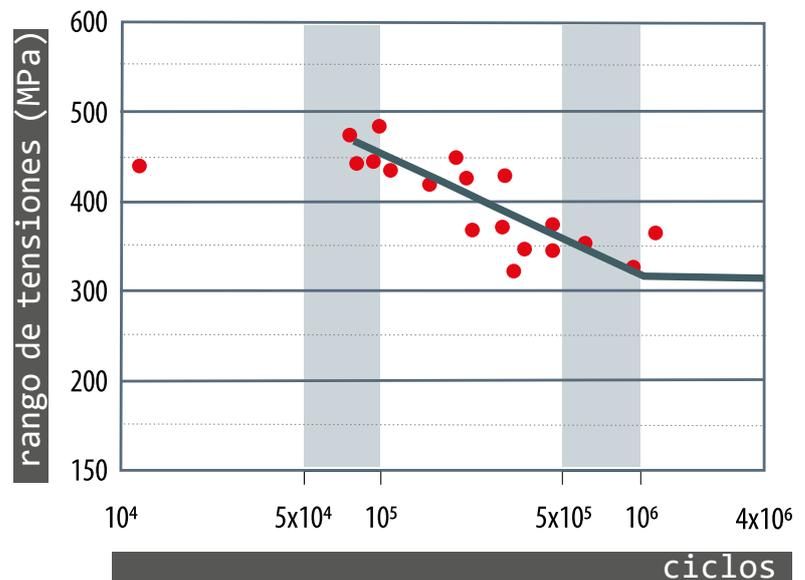
Se muestran los datos para 3CR12 sin soldar. La información se refiere a pruebas llevadas a cabo bajo carga constante ($R=0$, i.e. cero carga a tracción), a una frecuencia de 10 Hz.

Espesor nominal de platos: 6 mm

Resistencia a la fatiga a ciclos de 10^5 , 10^6 y 2×10^6 es 428 MPa, 311 MPa y 310 MPa, respectivamente.

El diagrama S-N de resistencia mecánica a fatiga, contiene información real.

La resistencia a fatiga de uniones soldadas con electrodos de acero inoxidable austenítico en 3CR12, es similar a uniones idénticas en aceros para la construcción BS4360, tipo 43A. Cuando se estén diseñando estructuras sometidas a fatiga, éstas deben estar conforme a los métodos normalizados de cálculo para estas situaciones.



Propiedades físicas

Los valores indicados en la tabla para este tipo de ferríticos son a temperatura de 20°C, a no ser que se indique.

Densidad (kg/m ³)	7680	
Módulo de elasticidad en Tensión (GPa)	200	
Módulo de elasticidad en Torsión (GPa)	77	
Capacidad calorífica específica (J/kg K)	478	
Conductividad térmica a	100°C (W/m K)	30,0
	500°C (W/m K)	40,0
Resistividad eléctrica (x10 ⁻⁹ Ω m)	678	
Coeficiente principal de expansión térmica	0 a 100°C (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	11,1
	0 a 300°C (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	11,7
	0 a 500°C (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	12,3
	0 a 700°C (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	12,8
Intervalo de fusión (°C)	1430 - 1510	
Magnético		

"Fabricando en 3CR12 sus camiones remolque, Byrne Trailers, ha conseguido aminorar la tara de sus vehículos soportando 250 veces más la corrosión que los fabricados en acero al carbono, además de reducir su mantenimiento, y por consiguiente hacerlos más rentables". (Texto y fotografía cortesía de la revista [Acero Inoxidable número 79](#). www.cedinnox.es)



Procesos térmicos y Fabricación

RECOCIDO

El recocido se logra a una temperatura entre 700°C y 750°C durante 90 minutos, cada 25 mm de espesor (3,5 min/mm) seguido por un enfriamiento al aire.

Se recomiendan atmósferas controladas para evitar la oxidación excesiva de la superficie.

MECANIZADO

Los ferríticos 'utility' mecanizan de forma similar al AISI 430 (i.e., valor de 60 comparado con los 100 del acero dulce).

Su limitado grado de endurecimiento por deformación, comparado con los aceros inoxidable austeníticos, elimina la necesidad de herramientas de corte especiales y lubricantes.

Una velocidad lenta junto con una adecuada cantidad de lubricante, ayudarán a prevenir problemas de mecanizado.

TRABAJO EN FRIO

Los ferríticos 'utility' tienen buena conformabilidad, pero una embutición profunda requerirá de recocido intermedio.

Los procedimientos de perfilado, plegado, doblado y prensado, pueden aplicarse pero la carga debe ser un 30% más que la utilizada en un acero dulce.

El radio mínimo de doblado será el doble que el espesor del plate. Dado que los ferríticos 'utility' tienen mayor capacidad de recuperación que el acero dulce, esto debe ser compensado con un ligero sobrepregado.

ALIVIO DE LA TENSION

Los ferríticos 'utility' pueden aliviarse a 600°C-650°C durante 60 minutos, cada 25 mm de espesor (2,5 min/mm).

Normalmente, no se requiere este tratamiento tras la soldadura. Si fuera necesario, las temperaturas recomendadas son entre 200°C y 300°C.

SOLDADURA

Con una buena soldabilidad, los ferríticos 'utility' son adecuados para los métodos estándar de soldadura (MMA/SMAW, MIG/GMAW, TIG/GTAW, FCAW y PAW).

Pueden soldarse a otros metales féreos, como por ejemplo el acero dulce y los aceros inoxidables, con resultados bastante satisfactorios.

El grado de electrodo recomendado es AWS 309L.

Es importante utilizar este tipo de consumible sobrealeado, en lugar de utilizar el que iguale a su metal base para evitar la formación de martensita en la soldadura. Cuando se sueldan dos ferríticos 'utility', pueden utilizarse también E308L o E316L.

El aporte térmico/entrada de calor debe mantenerse entre 0,5 J/mm y 1,5 J/mm por pasada. La decoloración en la soldadura podría eliminarse con decapado y pasivado para restituir su máxima resistencia a la corrosión.

TRABAJO EN CALIENTE

Estos ferríticos pueden forjarse inmediatamente, por recalado o en caliente.

Se requiere el calentamiento uniforme del material a una temperatura entre 1100°C y 1200°C. La temperatura de acabado no debe ser menor de 800°C.

Las operaciones de recalado requieren una temperatura de acabado entre 900°C y 950°C. La forja debe ser enfriada al aire.

Todas las operaciones en caliente deben continuar con procedimientos de recocido, decapado y pasivado para restituir las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión.



Algunas recomendaciones

Transporte y manipulación

Previo al embarque, asegúrese de que todas las cadenas y elementos de acero no están en contacto con el acero inoxidable. Deben emplazarse elementos de madera o rafias en aquellos lugares de posible contacto.



En caso de requerir el almacenamiento en el exterior, es recomendable cubrirlo con lona impermeable.



Evite el contacto con el suelo mediante tacos de madera y almacene por separado del acero al carbono. De esta manera, se evitan problemas relacionados con contaminación por aceites y suciedad o por contacto entre distintos materiales.



Cuando el acero inoxidable requiera ser movido o transportado mediante carretillas elevadoras, estas deben tener las palas protegidas con nylon.



Debe evitarse el uso de eslingas de acero al carbono, empleando nylon o polipropileno, siempre que sea posible.

Fabricación e instalación

Asegure que el material esté libre de contaminación antes de empezar los trabajos. Si existiera, debe ser eliminada mediante tratamientos de decapado o mecánicos (*).



Si requiere limpieza previa, debe realizarse con agua presurizada, no emplee agua de mar o salobre.



Todas las herramientas empleadas en la instalación, deben ser de acero inoxidable y no deben haber sido previamente empleadas con acero al carbono. Si no fuera posible, estas deben ser limpiadas previamente.



Para evitar una posible contaminación por proyecciones o restos de óxido de otros equipos o materiales, el acero inoxidable debería procesarse en equipos dedicados únicamente a este material.



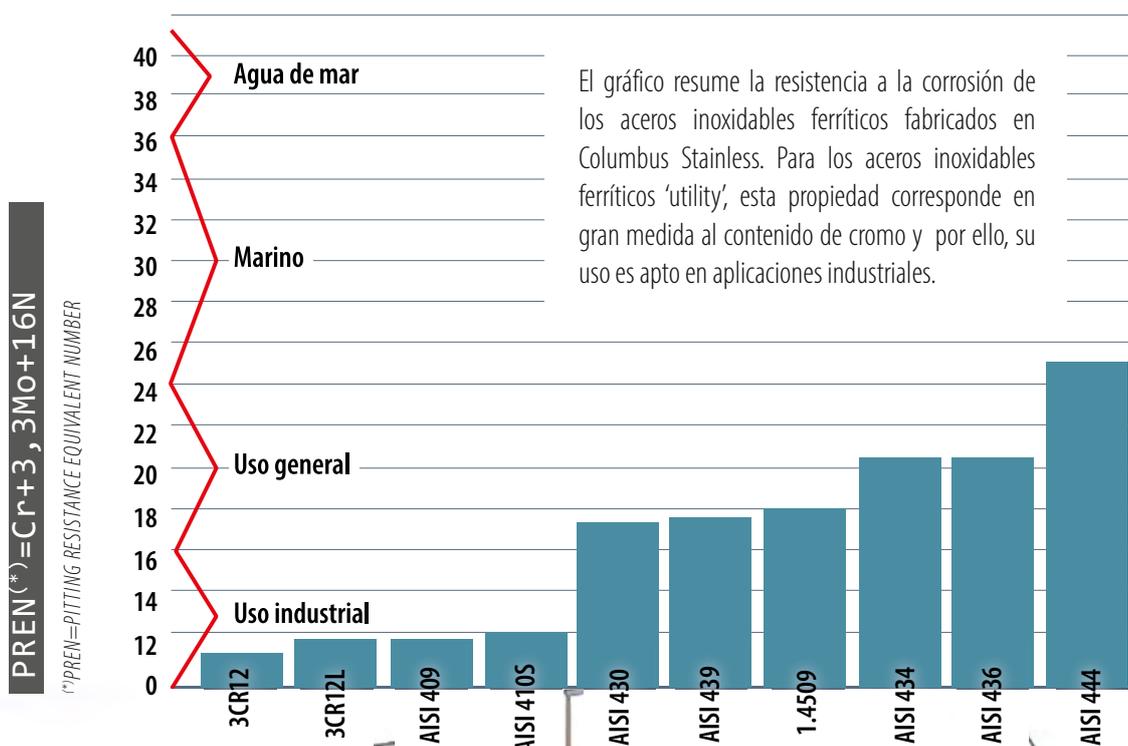
La excesiva oxidación por temperatura (*blueing*) debida al corte con abrasivo, debe ser eliminada mediante pasta decapante. El empleo de herramientas de corte con amplia refrigeración suele mitigar el problema.



Si va a ser pintado, por motivos estéticos, la preparación de la superficie es muy importante, ya sea por decapado ácido o medios mecánicos por abrasión. Se recomienda seguir las recomendaciones del fabricante de la pintura.

(*). Siempre es recomendable contactar al suministrador

Resistencia a la corrosión



"la barra de refuerzo 3CR12 ha demostrado ser económicamente viable en esta aplicación(), incluso en este duro entorno marino".*

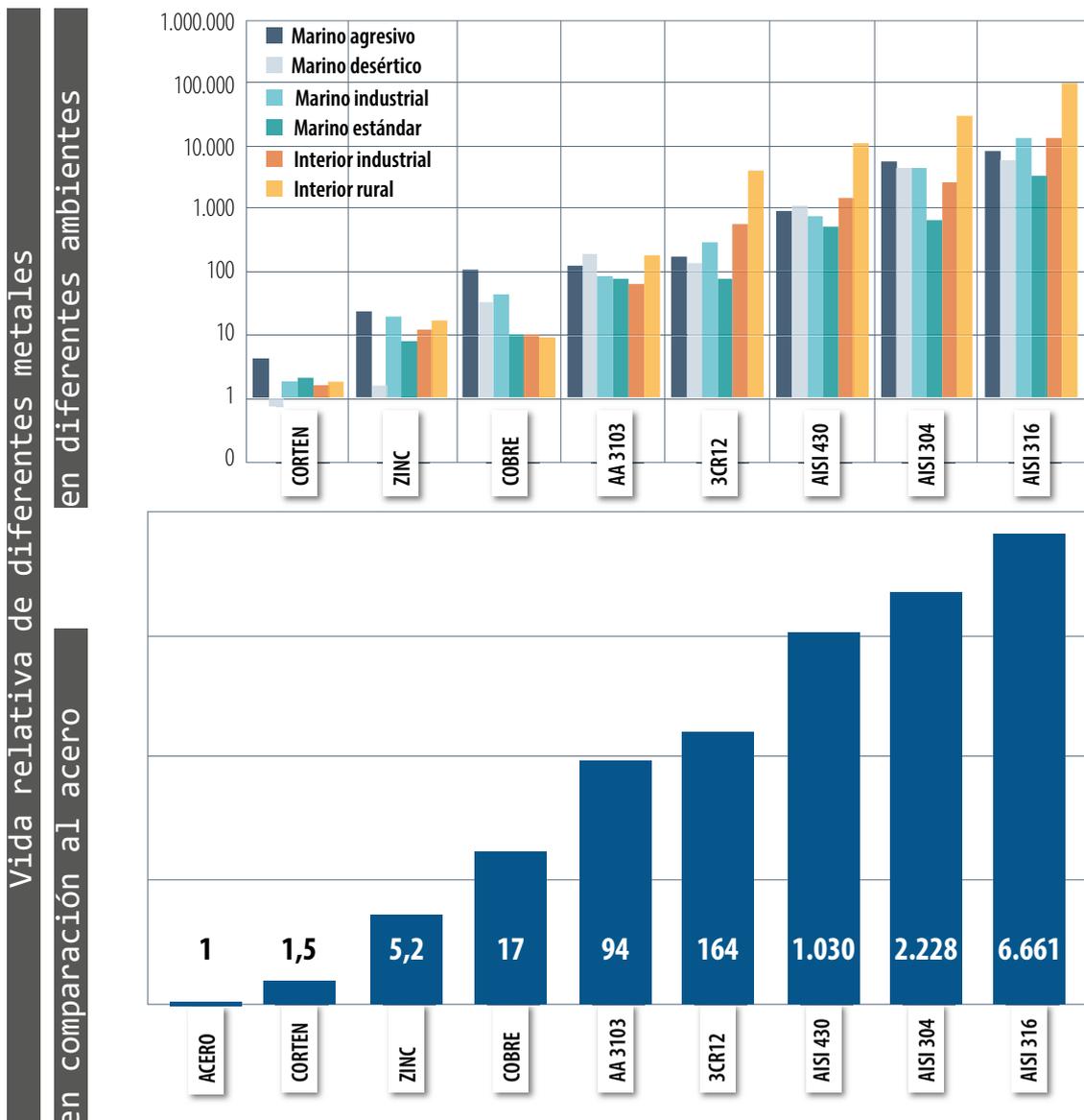
() reparación de puentes peatonales en Sudáfrica. Ver artículo completo en el número 87 de la revista Acero Inoxidable. www.cedinox.e*

Corrosión atmosférica

Se obtuvieron las siguientes curvas del informe “Ensayos de corrosión atmosférica en Sudáfrica - Resultado de un programa de exposición de 20 años” por BG Callaghan, División de Ciencias de Materiales y Tecnología, CSIR.

El primero muestra la vida relativa de ocho metales en comparación con el acero dulce, en seis ambientes atmosféricos diferentes. Esto se resume en la vida relativa media de los diferentes metales en el segundo gráfico.

Aparentemente, todos los metales mostraron decoloración en los emplazamientos más severos después de 20 años. Ninguno de los metales fueron lavados durante el programa y esto pone de relieve la importancia de mantener el acero inoxidable limpio, y que es una opción de bajo mantenimiento pero no mantenimiento nulo. En aplicaciones bajo corrosión atmosférica, el 3CR12 mostró algo de corrosión por picadura, pero la profundidad máxima de la picadura después de 10 años, fue de 0,25 mm.



Corrosión generalizada

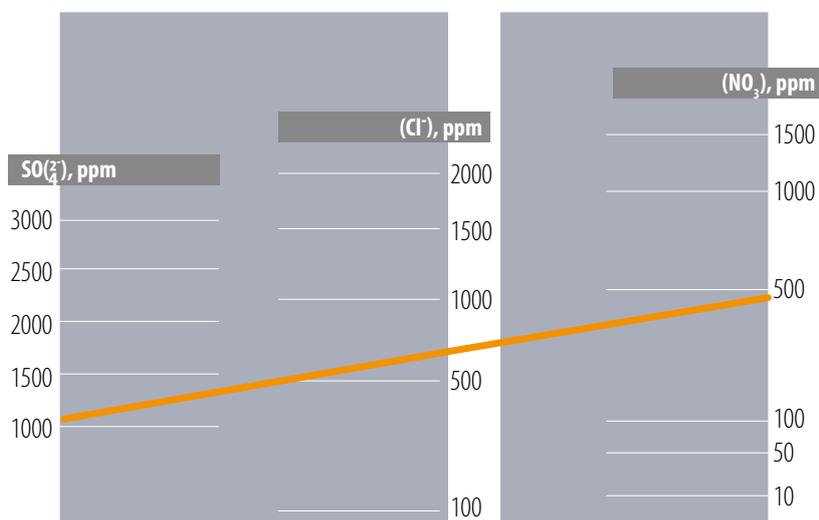
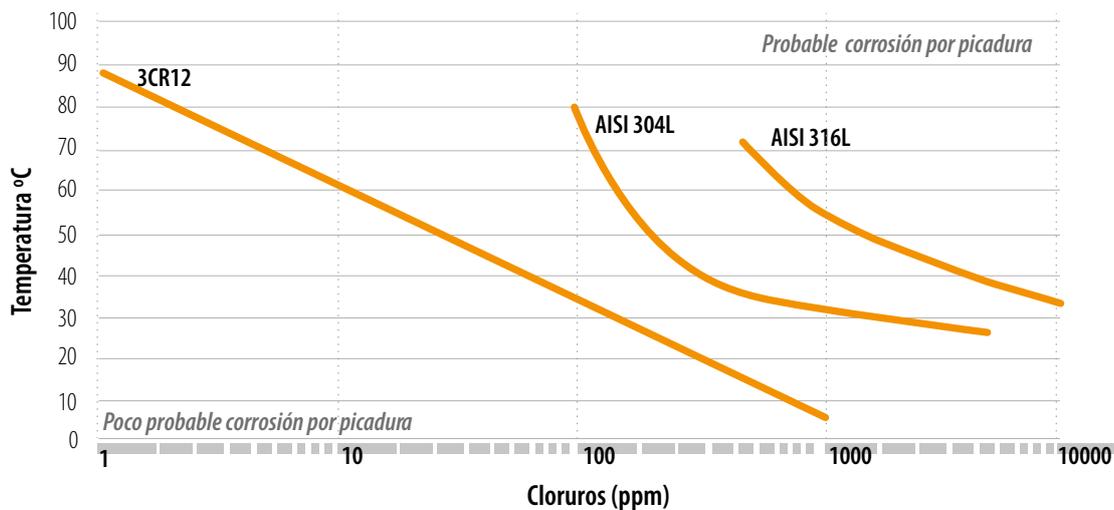
Los ferríticos 'utility' son claramente más resistentes a la corrosión generalizada que el acero dulce o el poco aleado. Sin embargo, tienen menos resistencia a la corrosión que los ferríticos estándar con mayor contenido en cromo.

Estos ferríticos deberán utilizarse sólo en condiciones corrosivas intermedias donde la estética no sea un requerimiento principal. Una ligera pátina o decoloración puede formarse en ambientes agresivos y esta pátina, en cualquier caso, retrasará el avance de la corrosión.

Corrosión por picaduras

Este tipo de corrosión puede ocurrir en aplicaciones con soluciones de cloruro, en particular en medios oxidantes. Estas condiciones pueden conducir a una penetración localizada en la capa pasiva del acero y una sola picadura profunda puede ser

más dañina que un número mayor de picaduras superficiales. El siguiente diagrama muestra la temperatura crítica de inicio de la picadura (CPT) en distintos contenidos de cloruros (+350 mV vs SCE).



El modelo mostrado en el segundo gráfico, se diseñó para prever la concentración máxima de cloruros que puede contener agua con iones sulfato e iones nitrato antes de que la corrosión localizada del 3CR12 tenga lugar. Una línea recta entre la concentración de sulfato y nitrato, cruza el eje de cloruro a una concentración máxima permisible en este tipo de agua a temperatura ambiente.

Algunos proyectos y aplicaciones



Postes eléctricos entre Port Elizabeth y North End, Sudáfrica

Autobuses de pasajeros de TFM Pty Ltd para Johannesburgo

Guardarraíles

Autobuses impulsados por hidrógeno, Vehículos Solaris

Autobuses eléctricos de VDL Bus & Coach

Trailers de la empresa Byrne, Australia

Canopies para vehículos, RSI



Anclajes en la seguridad de las minas subterráneas, Mpumatech Stainless, Sudáfrica

Procesado y transporte de carbón, i.e.: Central Coalfields Limited-CCL, National Power, British Rail, Queensland Rail and New South Wales, Belgian State Railway (SNCB), Johnstown America, Pennsylvania Power & Light, Progress Rail Services for Illinois Central, EWS



Moreland Bridge, Umhlanga, Sudáfrica

Kelso Station. Puente peatonal en Kwa-Zulu Natal, Sudáfrica



Sistema sanitario eficiente Amalooloo, Sudáfrica

Calefactores de Bosca, Chile

Sistema solar de purificación de agua C2Fresh Water, Sudáfrica

Depósitos de agua

Accesorios de baño



Industria azucarera

Central Eléctrica de Rooiwal, Sudáfrica: torres de refrigeración de malla X-Grid (3CR12 metal expandido)

Sistemas DAF en tratamiento de aguas residuales, Middelburg, Sudáfrica



E-houses (soluciones modulares llave en mano)

Cerramientos, vallados, i.e.: en Armscor, The Armaments Corp.of South Africa Soc. Ltd, GaleríaEverard Read, Johannesburgo



Transporte



Puentes



Ambiente húmedo



Minería



Sostenibilidad (sociedad, medioambiente y economía)



Construcción

Certificados

El material fabricado por Columbus Stainless, cumple con las siguientes normas internacionales:

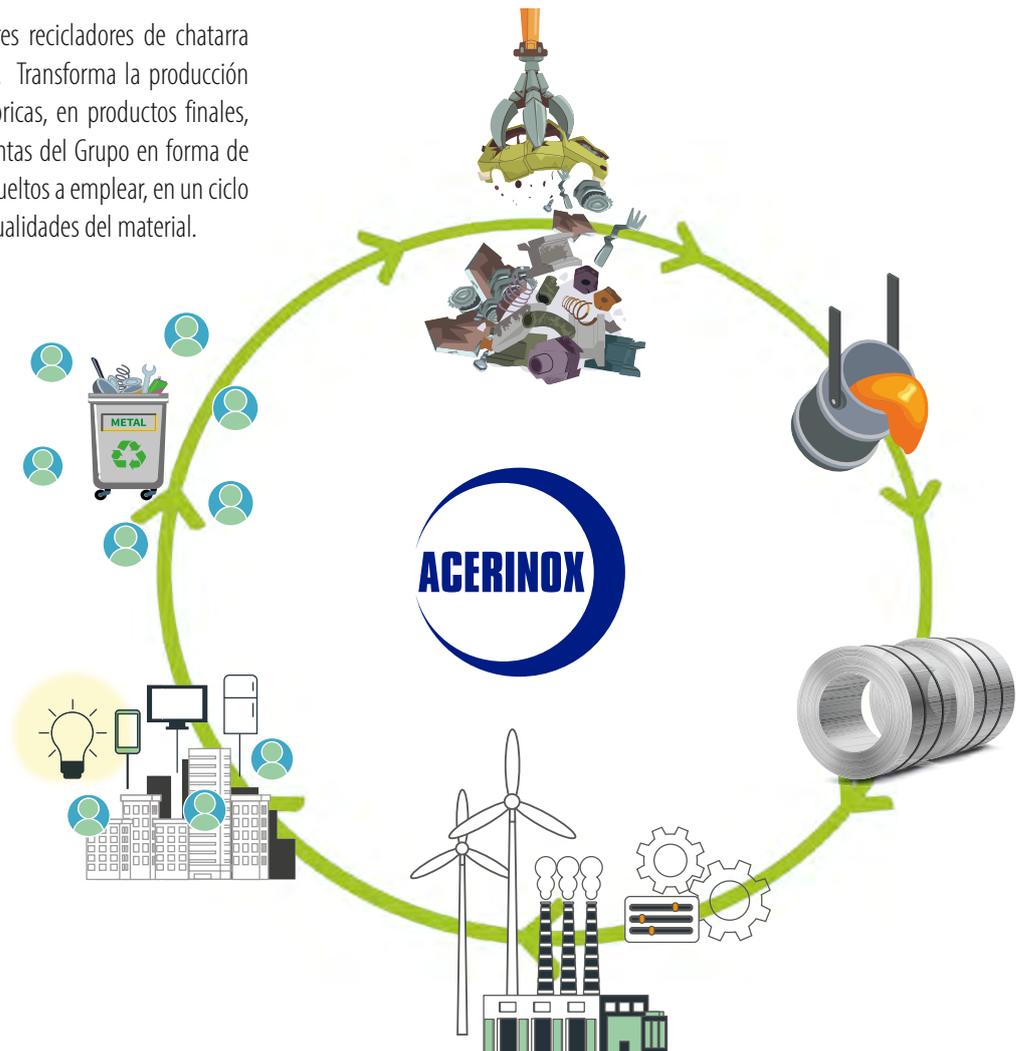
ISO 9001:2015	ISO/IEC 17025:2017	PED 2014/68/EU	BIS Certification Mark License
CPR 305/2011/EU	ISO 14001:2015	IATF 16949 QMS Letter	

Disponible para su descarga en www.columbus.co.za/downloads o bien, escanee el código:



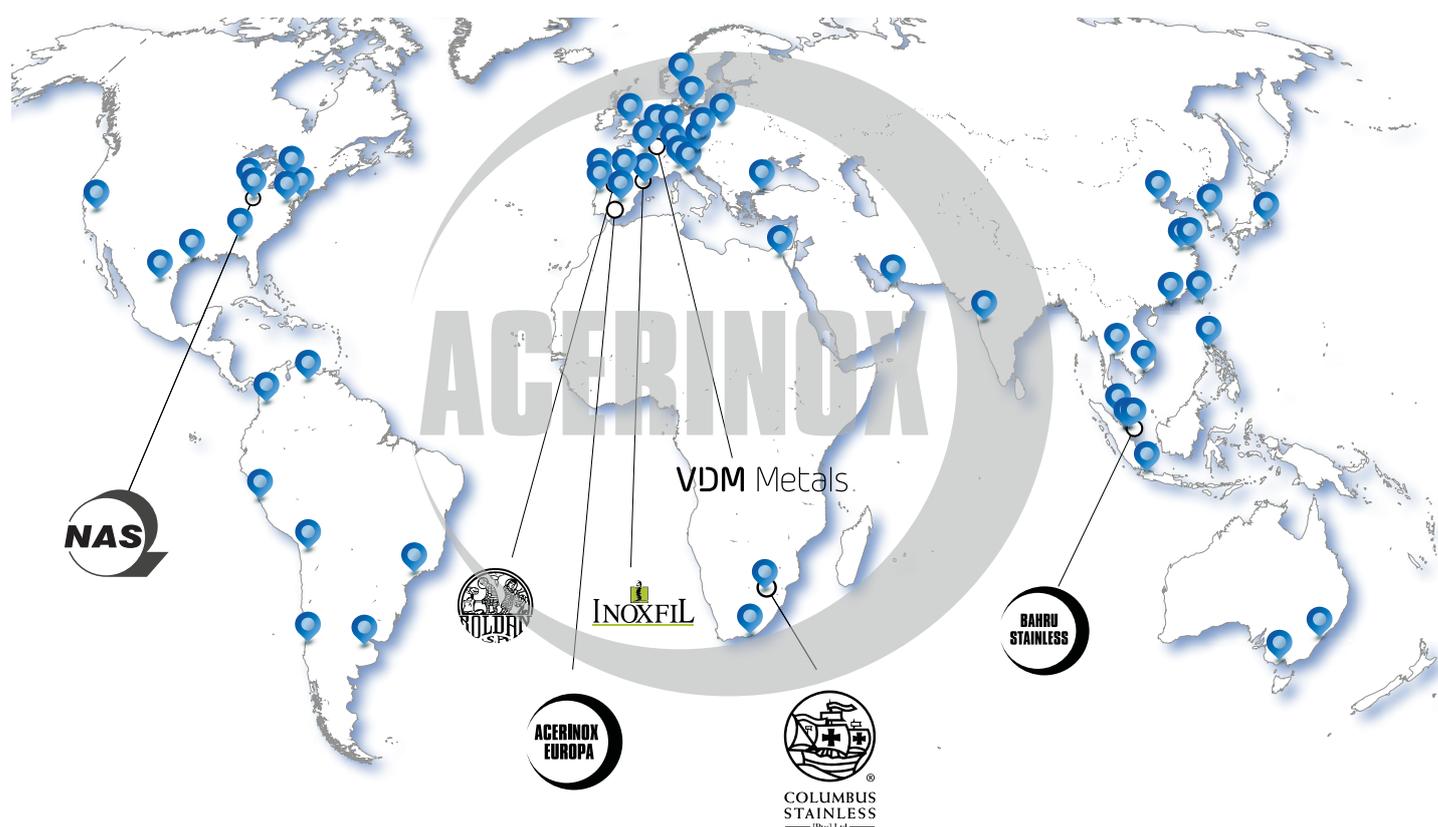
Contribuimos al desarrollo sostenible

Acerinox es uno de los mayores recicladores de chatarra de las zonas en las que opera. Transforma la producción de acero inoxidable en sus fábricas, en productos finales, y terminan volviendo a las plantas del Grupo en forma de chatarra para ser refundidos y vueltos a emplear, en un ciclo que podría ser infinito por las cualidades del material.



En el grupo Acerinox tenemos el firme propósito de contribuir a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aprobados por la Organización de las Naciones Unidas, fabricando productos enteramente e indefinidamente reciclables, pero también promocionando la innovación, la educación, las políticas de igualdad y la lucha contra el cambio climático.

Acerinox: la confianza de un gran grupo



Acerinox es una multinacional española líder global en la fabricación de acero inoxidable. Cuenta con una capacidad total de producción anual de 3,5 millones de toneladas y dispone de fábricas en los 5 continentes reafirmando su gran presencia global. Acerinox Europa, North American Stainless, Columbus y Bahru en producto plano, y Roldan, Inoxfil y North American Stainless en producto largo. Desde marzo 2020, VDM Metals, líder mundial en la fabricación y diseño de aleaciones de alto rendimiento, forma parte de Acerinox.

Todas las fábricas y centros del Grupo Acerinox cumplen con los controles de calidad y medioambiente exigidos por la legislación de cada país y con Sistemas de Gestión Medioambiental (Environmental Management System) en línea con la norma ISO 14001. Además, las filiales han asumido estándares que sobrepasan las exigencias legislativas en diversos ámbitos como calidad, seguridad o medioambiente.

Acerinox incorpora la chatarra en sus procesos de fabricación, de este modo, el Grupo obtiene un gran valor al reintroducirla en el ciclo de vida del material, contribuyendo a su vez a reducir el impacto ambiental de las actividades permitiendo que su uso pueda prolongarse durante siglos.

Columbus Stainless fue fundada en 1966 en Sudáfrica, es la única fabrica integral de acero inoxidable del continente africano y hoy, continúa con su compromiso de liderar el mercado de suministro de acero inoxidable en África.

La fábrica está dotada de la maquinaria más eficiente y los avances tecnológicos más importantes del sector, y cuenta con una considerable ventaja competitiva por su ubicación, no solo para la distribución del producto terminado sino por la cercanía a las fuentes de extracción de materiales, especialmente el cromo. Además, abastece de semiproductos de producto plano a otras fábricas del Grupo Acerinox.



3CR12[®]

Fabricamos los aceros inoxidable más demandados, como los austeníticos 304 y 316, ferríticos como el 430, 444 y 441; así como el acero resistente a la corrosión 3CR12 que desarrollamos con soldabilidad mejorada para aplicaciones de bajo coste. Además, fabricamos los tipos dúplex 2205 y 2304, en chapa y bobina.



VDM Metals



COLUMBUS
STAINLESS
— [Pty] Ltd —

www.columbus.co.za