

ArcelorMittal Inox Brasil



ArcelorMittal

Acero Inoxidable Ferrítico

ACE P439A



transforming
tomorrow

ACE P439A

El acero inoxidable ferrítico ACE P439A es un material con una resistencia a la corrosión superior a la del ferrítico AISI 430. Como otros aceros inoxidables ferríticos estabilizados, tiene muy buena soldabilidad. Presenta también muy buenas características para operaciones de estampado.

Composición química

En la Tabla I se muestra la composición química del ACE P439A. El material es estabilizado con Ti y Nb. Esta composición es equivalente a la del material UNS S43932 de la norma ASTM A 240. La designación europea EN 1.4110 muestra a este acero estabilizado con Ti pero permite también la estabilización con Nb e también con Zr.

Tabla I - Composición Química

C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Outros
≤ 0,030	≤ 1,00	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 1,00	17,0 ~ 19,0	≤ 0,50	N ≤ 0,030 (0.2+4(C+N) ≤ Ti + Nb ≤ 0.75)

Fuente : Norma ASTM A240 (2001)

La estabilización permite que el ACE P439A pueda ser soldado sin que ocurra fragilización. El contenido de Cr es más alto que en el AISI 430. Este detalle y la presencia de Ti mejoran la resistencia a la corrosión por picado del ACE P439A. Como en todos los inoxidables ferríticos, la ausencia de Ni permite que este material tenga un precio muy competitivo y excelente relación coste/beneficio.

Propiedades mecánicas

En la Tabla II se muestran las propiedades mecánicas típicas del ACE P439A y, para permitir comparaciones, las de los aceros ACE P430A y ACE P304A.

Tabla II – Propiedades mecánicas típicas. Aceros recocidos.

Acero	Límite de resistencia (MPa)	Límite de fluencia 0,2% (MPa)	Alargamiento (%)	Dureza (HRB)
ACE P430A	509	352	28	79
ACE P439A	481	331	30	77
ACE P304A	710	312	56	81

Fuente : ArcelorMittal Inox Brasil

Por ser un acero ferrítico, el ACE P439A muestra un alargamiento bastante elevado en el ensayo de tracción. Es un material con muy buen desempeño en las operaciones de conformación mecánica, doblado y estampado. Por el conjunto de propiedades que presenta, es un material con utilización en aplicaciones muy diversas.

Propiedades físicas

En la Tabla III se encuentran las propiedades físicas de este acero y también de los AISI 304, AISI 444 y AISI 430.

Tabla III – Propiedades físicas. Aceros recocidos.

Acero	Coeficiente de dilatación térmica medio de 0°C a			Conductividad térmica	
	100°C ($\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$)	315°C ($\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$)	538°C ($\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$)	a 100°C (W/m.K)	a 500°C (W/m.K)
AISI 304	17,2	17,8	18,4	16,2	21,5
AISI 439	10,5	10,7	11,2	24,0	-
AISI 444	10,0	10,6	11,4	26,8	-
AISI 430	11,7	11,9	12,3	24,0	-
Acero	Densidad (g/cm ³)	Módulo de elasticidad (GPa)	Calor específico (J/kg.K)	Resistividad eléctrica (nW.m)	Permeabilidad magnética (aproximada)
AISI 304	8,0	193	500	720	1,02
AISI 439	7,7	215	793	617	-
AISI 444	7,8	200	420	620	-
AISI 430	7,7	193	620	620	-

Fuente : ASM SPECIALTY HANDBOOK - STAINLESS STEELS

La elevada conductividad térmica (comparando con el 304) y el bajo coeficiente de dilatación, permiten la realización de soldaduras sin grandes distorsiones en la forma.

Gracias a su conductividad térmica los tubos de este material tienen muy buen desempeño en evaporadores e intercambiadores de calor (como siempre, una especificación correcta del material debe considerar también la resistencia a la corrosión en cada medio específico).

La baja dilatación térmica es una ventaja adicional, sobre todo en el proyecto de equipamientos que utilizan conjuntamente aceros al carbono con este acero inoxidable. Es muy adecuado, por ejemplo, para revestir internamente equipamientos de acero al carbono, soldando láminas de ACE P439A sobre la superficie del acero común.

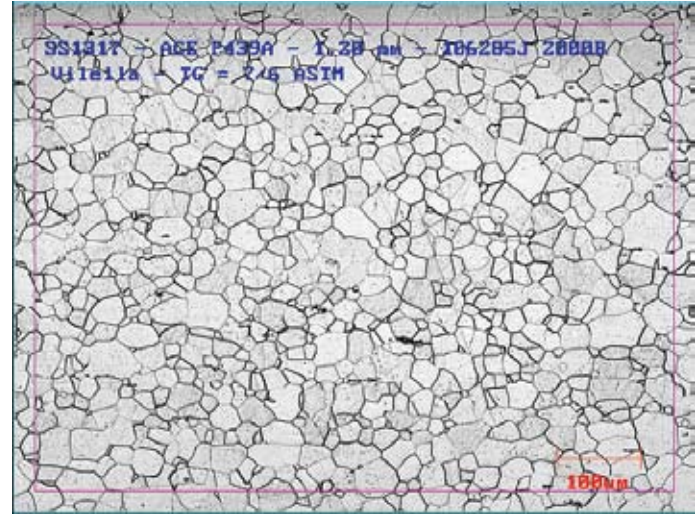
Otras propiedades y características

Los aceros inoxidables ferríticos estabilizados, como lo son tanto el ACE P439A como el ACE P444A, tienen muy buen comportamiento en la conformación para la fabricación de tubos soldados por el proceso ERW y también en el estampado de piezas, a veces, bastante complejas. Desde luego, estampados muy profundos exigen la utilización de aceros inoxidables austeníticos.

La rugosidad del ACE P439A varía entre 0,10 y 0,28 micrómetros Ra. Este valor de rugosidad se refiere a la del acabado 2D en la laminación en frío. Es el acabado más usado en este acero, que también puede ser usado con el acabado 2B. En el acabado en frío 2B la rugosidad varía bastante en función del espesor: cuanto más fino sea el material, menor será la rugosidad. Detalles sobre la estampabilidad del acero ACE P439A se encuentran en el documento adjunto a este material.

Microestructura

En la figura siguiente puede verse la microestructura típica del acero inoxidable ferrítico ACE P439A estabilizado con Ti y Nb. Fue realizado un ataque por 1 minuto con el reactivo Vilella. En la muestra atacada, de espesor 1,20 mm, el tamaño de grano es 7/6. En la micrografía el aumento es de 100X.



Microestructura típica del ACE P439A.

La resistencia a la corrosión del ACE P439A

El acero inoxidable ferrítico ACE P439A es un material con resistencia a la corrosión superior a la del AISI 430.

Resistencia a la corrosión bajo tensión

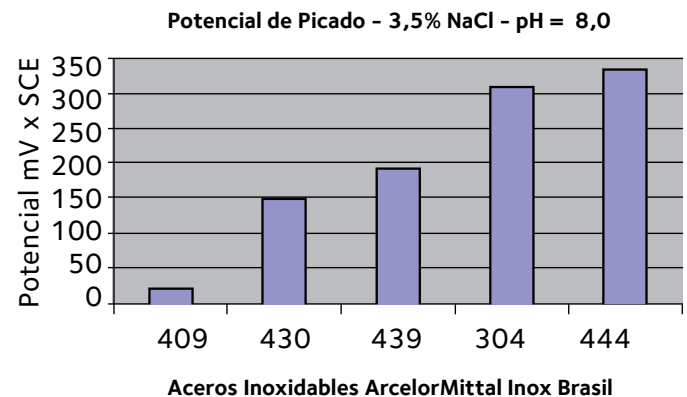
Todos los aceros inoxidables ferríticos son inmunes a la corrosión bajo tensión en medios que contienen cloruros.

Resistencia a la corrosión por picado

En la corrosión por picado, el ACE P439A es superior al AISI 430, pero su resistencia es inferior a la de los inoxidables 304 y 444. La superioridad sobre el 430 puede ser explicada principalmente por dos motivos: 1) un contenido de Cr más alto (17% contra 16% del 430) y 2) la presencia de Ti. El Ti, además de cumplir su función como estabilizador (como el Nb), precipitando carbonitruros de Ti, precipita también el S como sulfuro de Ti (TiS). En los aceros inoxidables que no contienen Ti el S se encuentra como sulfuro de Mn (MnS), inclusiones que son regiones propicias para el inicio de la corrosión por picado.

En la siguiente figura son mostrados los potenciales de picado en solución ligeramente básica y con 3,5% de cloruro de sodio de varios inoxidables de ArcelorMittal Inox Brasil.

Cuanto más elevado es el potencial de picado, mejor es la resistencia a esta forma de corrosión. La figura es muy didáctica porque muestra la importancia del Cr (11% en el 409, 16% en el 430, 17% en el 439, 18% en el 444 y en el 304), la importancia del Ti (comparando 439 y 430), el papel de repasivador del Ni (comparando 304 y 439) y la gran importancia del Mo (comparando el 444 con todos los otros).



Resistencia a la corrosión intergranular

El acero inoxidable ferrítico ACE P439A no sufre corrosión intergranular asociada a la precipitación de carbonitruros de cromo debido a la estabilización con Ti y Nb.

Resistencia a la corrosión atmosférica

El ACE P439A puede ser usado en atmósferas poco contaminadas. La exposición prolongada en atmósferas industriales o en ciudades próximas al mar o aun en regiones urbanas contaminadas, provoca manchas en la superficie del material, oxidación y, a veces, corrosión por picado.

La utilización en ambientes externos a edificios en las grandes ciudades exige que el producto sea acompañado por frecuentes limpiezas.

Soldabilidad

El ACE P439A puede ser soldado por los diferentes procesos utilizados en la soldadura de los aceros inoxidables. Cuando es necesaria la utilización de material de adición, este debe ser el 308L o el 309L.

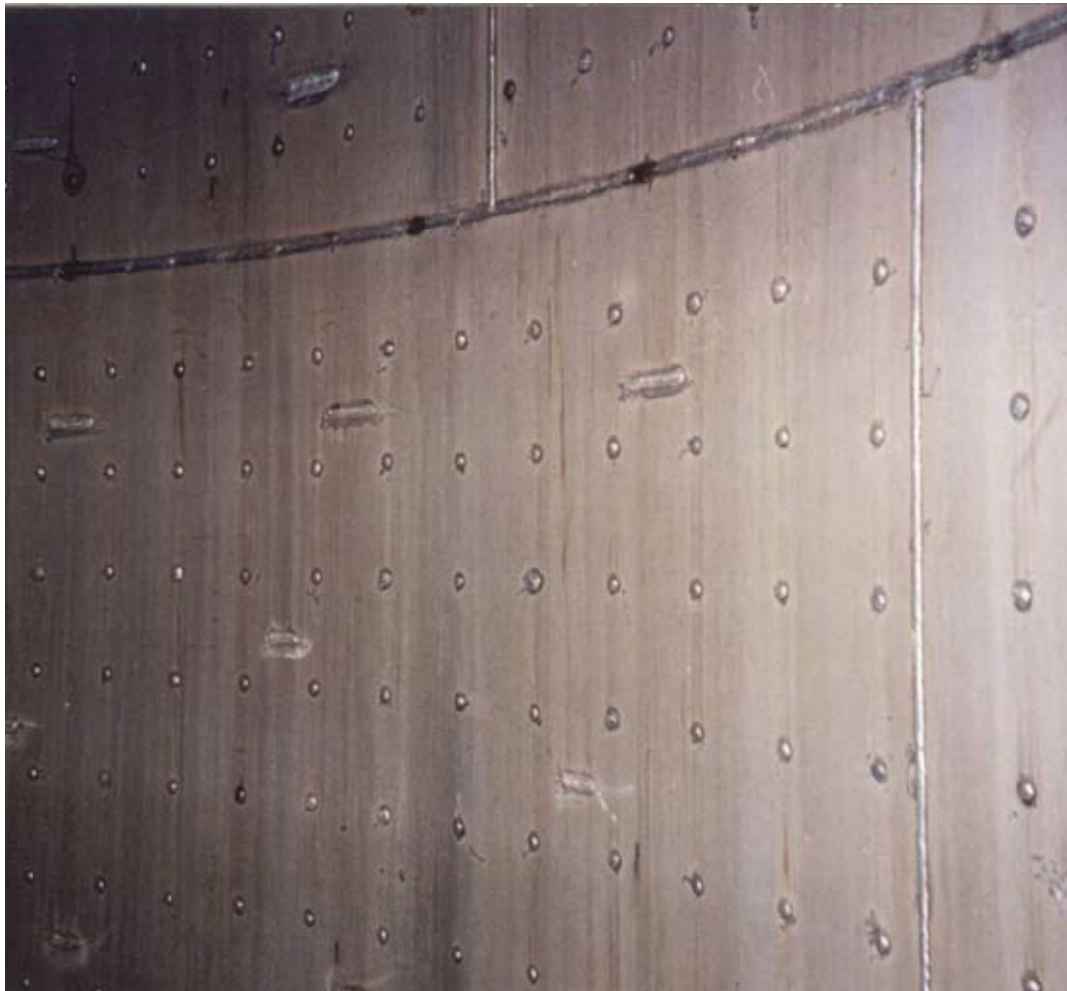
El gas de protección que debe ser usado es el argón, o el argón con adiciones de helio. La adición de 1 a 2% de oxígeno puede ser considerada para mejorar el aspecto de la región soldada. No deben ser usados nitrógeno, hidrógeno ni dióxido de carbono.

Cuando son soldados aceros inoxidables ferríticos es muy importante no cometer excesos en el aporte de energía durante la soldadura para evitar el crecimiento de grano, crecimiento éste que puede fragilizar al material.

Debido a la presencia de estabilizadores, en la soldadura del ACE P439A no se forma martensita ni precipitan carbonitruros de cromo.

Aplicaciones del ACE P439A

- Tubos y chapas para el sistema de escape de los gases de combustión en la industria automovilística.
- Tubos y chapas para ingenios de azúcar: tanques, evaporadores, tachos de cocimiento, cristalizadores, secadores, tubos para conducción de fluidos.
- Tubos para pasamanos (ambientes internos).
- Cocinas residenciales.
- Tubos para la fabricación de muebles.
- Revestimiento interno de equipamientos fabricados con acero al carbono.
- Paneles para la construcción civil (ambientes internos).
- Revestimiento de ascensores.
- Cestas de las máquinas de lavar ropas, cocinas, revestimiento de refrigeradores.
- Microondas y hornos eléctricos.



Acero 439A como revestimiento de un tacho de cocimiento de acero carbono en un ingenio después de 12 años de utilización



Acero ACE 439A aplicado a un dispositivo de escape



Acero ACE 439A aplicado a un tope de estufa

ArcelorMittal Inox Brasil

Sede

Av. João Pinheiro, 580 - Centro
CEP 30130-180 - Belo Horizonte - MG - Brasil
Tel: +55 31 3235-4200
Fax: +55 31 3235-4294

Planta

Praça 1º de Maio, 9 - Centro
CEP 35180-018 - Timóteo - MG - Brasil
Tel: +55 31 3849-7000
Fax: +55 31 3848-4699

Oficina Comercial

Av. Brigadeiro Faria Lima, 1.355 - 20º andar
CEP 01452-002 - São Paulo - SP - Brasil
Tel: +55 11 3818-1700
Fax: +55 11 3816-1812

www.arcelormittalinoxbrasil.com.br