

Oferta de acero inoxidable ferrítico KARA calidad **K33X**

K33X

18% de cromo
con molibdeno,
estabilizado con titanio.

Composición química

Elementos	C	N	Si	Mn	Cr	Ti	Mo
%	0.015	0.015	0.50	0.25	17.30	0.35	0.90

Valores típicos

Designación europea

X2CrMoTi17-1

1. 4513⁽¹⁾

IMDS n°

336837226

⁽¹⁾ Según EN 10088-2

Esta oferta esta conforme con:

- > Ficha de seguridad Stainless Europe n°1: aceros inoxidables (directiva europea 2001/58/EC).
- > Directiva de la Comisión Europea 2000/53/CE para los vehículos al final de su vida útil, y el Anexo II del 27 de junio de 2002.

Características generales

Las características generales del K33X son:

- > Buena resistencia a la corrosión en entornos con gases de escape
- > Buena resistencia a la corrosión por picaduras similar a la calidad austenítica 1.4301, tipo 304.
- > Excelente resistencia a la corrosión por tensiones e intergranular
- > Bajo coeficiente de dilatación térmica debido a su estructura ferrítica
- > Una conductividad térmica elevada que garantiza una homogeneidad en la coloración
- > Resistencia a la oxidación en caliente hasta 850°C.
- > Buen comportamiento al conformado
- > Buena soldabilidad

"X" para el escape = garantía:

- > de entregas "just in time"
- > de una calidad fiable
- > de mejora continua para responder a las exigencias del mercado del automóvil.

Aplicaciones

- > Silenciador de líneas de escape en sustitución del 1.4301, tipo 304 para aumentar la vida útil del producto.
- > Diferentes sistemas de descontaminación (filtro a partículas, catalizador).

Gama de productos

Formas: chapas, formatos, bobinas, tiras, discos.

Espesor: 0,4 a 2,0 mm.

Ancho: según espesor, a consultar.

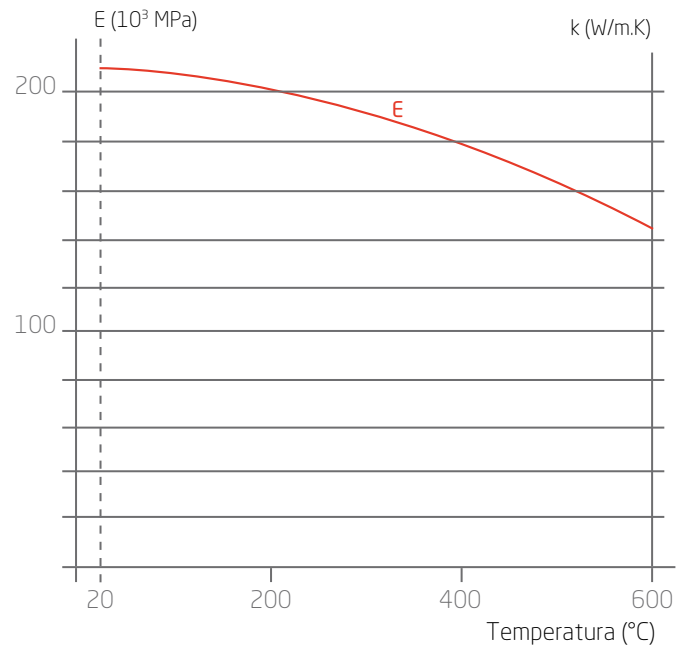
Acabado: laminado en frío según espesor.

Propiedades físicas

Chapa laminada en frío - recocido*

Densidad	d	kg/dm ³	20 °C	7.7
Temperatura de fusión		°C	Liquidus	1480
Calor específico	c	J/kg.K	20 °C	440
Conductividad térmica	k	W/m.K	20 °C 500 °C	30 26.3
Coeficiente medio de dilatación térmica*	α	10 ⁻⁶ /K	20-200 °C 20-400 °C 20-600 °C 20-800 °C	11.7 12.1 12.7 14.2
Resistividad eléctrica	ρ	Ω mm ² /m	20 °C	0.70
Permeabilidad magnética	μ	a 0.8 kA/m DC o AC	20 °C	550
Modulo de Young	E	MPa.10 ³	20 °C	220

(Valores típicos)



Propiedades mecánicas

Condición de recocido

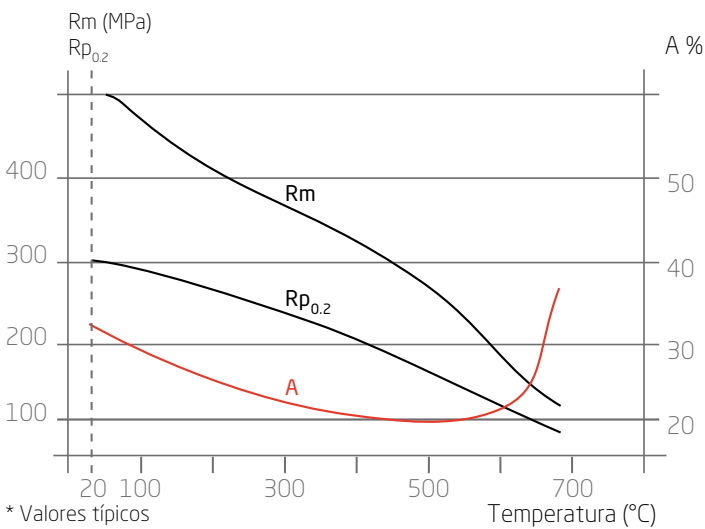
Según la norma ISO 6892-1, parte 1, probeta perpendicular al sentido de laminado.

Probeta

L = 80 mm (espesor < 3 mm)

L = 5.65 So (espesor ≥ 3 mm)

A altas temperaturas*

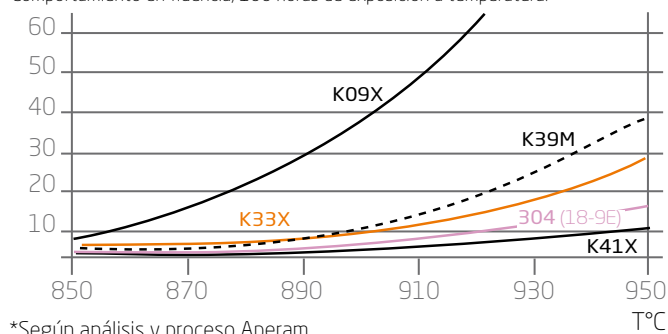


* Valores típicos

Resistencia a la fluencia

Propiedades de la calidad a alta temperaturas

Comportamiento en fluencia, 100 horas de exposición a temperatura.



*Según análisis y proceso Aperam

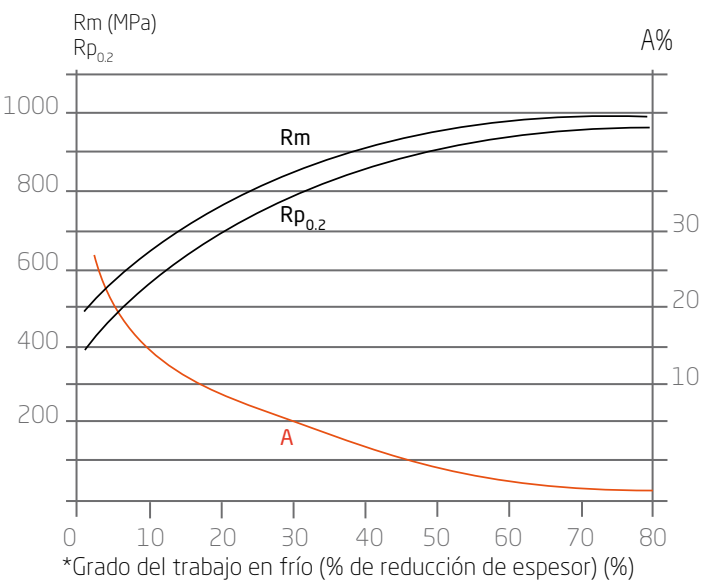
Estado	Rm ⁽¹⁾ (MPa)	Rp _{0.2} ⁽²⁾ (MPa)	A ⁽³⁾ (%)	HRB
Laminado en frío*	470	300	32	76

1 Mpa = 1 N/mm².

*Valores típicos

⁽¹⁾ Resistencia máxima a la tracción (UTS) ⁽²⁾ Limite elástico (YS) ⁽³⁾ Elongación (A%).

Efecto del laminado en frío*



*Grado del trabajo en frío (% de reducción de espesor) (%)

Nuestra calidad K33X demuestra una buena resistencia a la fluencia respecto a nuestra calidad K09X (1.4512).

La adición de molibdeno confiere al K33X una dureza adicional en caliente, lo que mejora su resistencia en respecto al K39M (1.4510).

Comportamiento en fluencia:

Medida de la flecha en mm sobre una muestra de:

200x25x1.5 mm colocada en las extremidades entre dos paredes y sometida a diferentes temperaturas durante 100 horas.

Resistencia a la oxidación

Como todas nuestras calidades ferríticas, nuestro K33X tiene un coeficiente de dilatación térmico bajo, lo que le confiere más resistencia al desconchado de la capa de óxido en comparación con una calidad austenítica tipo 1.4301, 304.

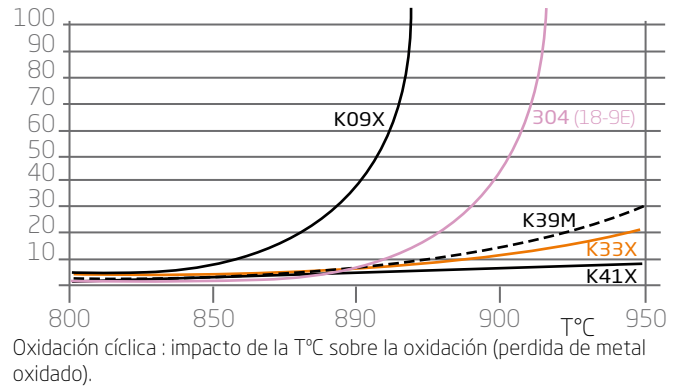
Nuestro K33X es estabilizado al titanio, conserva su estructura ferrítica en cualquier temperatura y demuestra una excelente resistencia a todos los fenómenos de precipitación de carburo de cromo durante el ciclo térmico. Su resistencia a la oxidación esta limitada a 870°C.

Calidades	Normas		
	ASTM	UNS	EN
K09X	409	S40900	1.4512
K39M	430Ti	S43036	1.4510
K33X			1.4513
K41X	441	S43932	1.4509
304D (18-9E)	304	S30400	1.4301

Su resistencia a la oxidación esta limitada a 870°C.

Su resistencia a la oxidación es superior al 1.4301, tipo 304 y al K09X, EN 1.4512, tipo 409 y ligeramente superior al K39M, EN 1.4510.

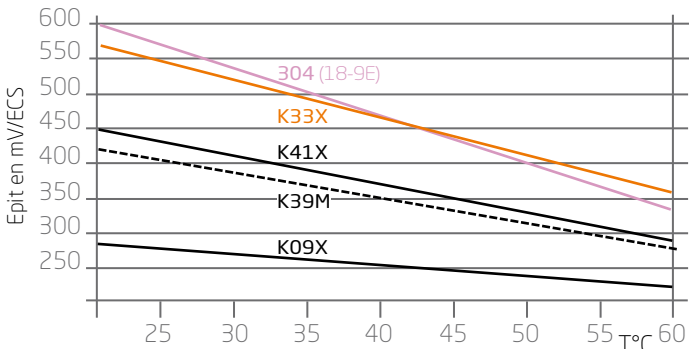
Su resistencia a la oxidación resulta limitada respecto a la calidad K41X, EN 1.4509, tipo 441 estabilizado al niobio y al titanio.



Resistencia a la corrosión

Resistencia a la corrosión por picaduras

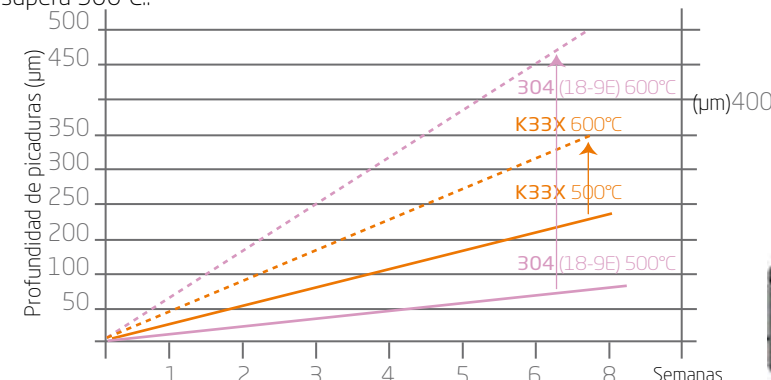
Nuestra calidad K33X presenta una muy buena resistencia a la corrosión por tensiones. La presencia de molibdeno ofrece una mejor resistencia a la corrosión por picaduras respecto al K39M, 1.4510. La resistencia a la corrosión por picaduras disminuye en función de la temperatura, de manera más importante para los austeníticos que los ferríticos. La calidad K33X muestra un buen comportamiento a la corrosión por picaduras cuando la temperatura esta elevada, por este motivo la calidad K33X puede ser comparada a la calidad 1.4301, tipo 304.



Potencial de picadura en función de la T°C. Solución a pH neutro, 700 ppm de NaCl.

Impacto de la temperatura sobre la resistencia a la corrosión en condensados.

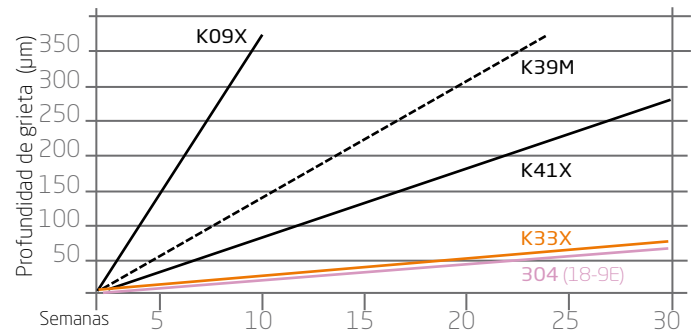
Con la llegada de nuevos sistemas de descontaminación tal como los filtros de partículas, las trampas de NOx aumentan las temperaturas en la salida del escape. Nuestra calidad ferrítica K33X resulta perfectamente adaptada a esta nueva tecnología gracias a su dilatación reducida y a la presencia de estabilizador que elimina los fenómenos de corrosión intergranular muy comunes al 1.4301, tipo 304 cuando la temperatura supera 500°C.



Profundidad de picaduras en función del tiempo. Pruebas dip&dry a pH=3 con 100 ppm de Cl⁻.

Resistencia a la corrosión en condensados

La resistencia a la corrosión en condensados es un elemento decisivo en el momento de calificar los materiales de los escapes de automóviles. Se ha optimizado la calidad K33X para responder a esta exigencia y ofrecer una alternativa ferrítica a la solución costosa del 1.4301, tipo 304. La calificación de resistencia a la corrosión en condensados en el sector de los escapes automóviles se realiza por ciclos alternados de inmersión-emersión en condensados elegidos con periodos regulares en el horno (tests dip&dry) para simular un ciclo regular. El K33X presenta un excelente compromiso técnico-económico.



Profundidad de picaduras en función del tiempo. Pruebas dip&dry a pH=3 con 100 ppm de Cl⁻.

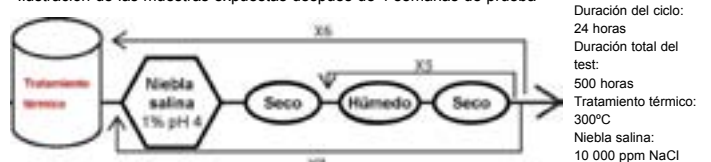
Resistencia a la corrosión externa salina

Además del criterio de durabilidad, los constructores automóviles son siempre más sensibles al aspecto de la línea de escape. Por este motivo hemos definido un ensayo que simula agresiones externas en la línea con secuencias de remojo y secado con sal seguidas de calentamiento regular a 300°C. Se clasifican las muestras en función de la oxidación y de la corrosión. Nuestra calidad K33X muestra una resistencia a la corrosión bastante similar a la calidad austenítica 1.4301, tipo 304.



Pruebas de corrosión en habitación climática para simular fenómenos de corrosión externa.

Ilustración de las muestras expuestas después de 4 semanas de prueba



Clasificación de las calidades en función de la corrosión cosmética

Calidades	Insuficiente	Aceptable	Medio	Bueno	Muy bueno
K09X					
K39M					
304D (18-9ED)					
K41X					
K33X					
K09X AI ⁽¹⁾					
K44X ⁽²⁾					

⁽¹⁾ EN 1.4512 Alusi®, tipo 409AI, ⁽²⁾ EN 1.4521, Tipo 444

Conformado

El K33X puede ser conformado en frío utilizando los procesos tradicionales (plegado, embutición, curvado).

Ensayo Erichsen (ensayo de expansión) y LDR (ensayo de contracción)

Calidades	Designación europea	Prueba de Erichsen *(mm)	LDR (mm)
K33X	1.4513	10.2	2.31

*Valores típicos - Chapa de 10mm de espesor

Plegado de tubo redondo soldado

Plegado	Ra=R/Dmini
Tubo Ø 50 x 1.5mm	1.2

Valores típicos - Ra= ratio de plegado, D= diámetro tubo, R= radio de plegado.

Soldadura

El K33X es soldable por resistencia tanto por puntos como en continuo sin necesidad de realizar un tratamiento posterior si el forjado de la soldadura es suficiente.

Proceso de soldadura	Sin metal de aportación	Con metal de aportación		Gas de protección*
	Espesores típicos	Espesores	Metal de aportación Alambrón Hilo	* Hidrogeno y nitrógeno prohibidos
Résistencia : Continua, Por puntos	≤ 2 mm			
TIG	< 1.5 mm	> 0.5 mm	G 19 12 3L ⁽¹⁾ ER 316L ⁽²⁾ n°1.4430 ⁽³⁾	Argon Argon + Helio
PLASMA	< 1.5 mm	> 0.5 mm		G 19 12 3L ⁽¹⁾ ER 316L ⁽²⁾ 1.4430 ⁽³⁾ Argon Argon + Helio
MIG		> 0.8 mm		G 19 12 3L ⁽¹⁾ ER 316L ⁽²⁾ 1.4430 ⁽³⁾ Argon + 2% CO ₂ Argon + 2% O ₂ Argon + 2% CO ₂ + Helio
Electrodo		Reparación	G 19 12 3L ⁽⁴⁾ ER 316L ⁽⁵⁾ 1.4430 ⁽³⁾	
Laser	< 5 mm			Helio En algunas condiciones: Argon

⁽¹⁾ Según EN ISO 14343, ⁽²⁾ Según AWS A5.9, ⁽³⁾ Según VDEH, ⁽⁴⁾ Según AWS A5.4, ⁽⁵⁾ Según EN 1600

Se tiene que evitar añadir hidrogeno o nitrógeno al argon puesto que estos gases disminuyen la ductilidad de la soldadura. Por las mismas razones, la protección con nitrógeno no debe utilizarse, y la adición de CO₂ debe limitarse a 3%. Con el fin de limitar el crecimiento del grano en la zona termoafectada, se tiene que evitar una potencia de soldadura excesiva. Otro ejemplo: el MIG / MAG pulsado permite un mejor control de la geometría de la unión y del tamaño del grano (la energía de la soldadura es inferior a la utilizada en MIG convencional). EL K33X presenta además una muy buena soldabilidad por inducción, a alta y media frecuencia. En general, no es necesario ningún tratamiento térmico después de la soldadura. Las soldaduras tienen que ser decapadas de manera mecánica o química, pasivadas y decontaminados. Se tendrá que evitar soldar con soplete de oxiacetileno.

Tratamiento térmico y acabado

Recocido a 950°C seguido de un enfriamiento rápido al aire. Evitar superar los 1000°C. Las piezas tienen que ser desengrasadas antes de cualquier operación de tratamiento térmico.

Decapado: Baño fluorútrico (10% HNO₃ - 2% HF). Pastas de descascarillado para las zonas soldadas. Pasivación : Baño en frío de ácido nítrico (20-25%). Pastas de pasivación para las zonas soldadas.