

**TENAX300IM®**

**Acero para Trabajo en Caliente**

© VILLARES METALS S/A

Ninguna parte de este documento puede reproducirse, separarse o transmitirse con fines comerciales sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos de autor.

---

TENAX300IM<sup>®</sup>, TENAX300<sup>®</sup>, VCMAIM<sup>®</sup>, VEX<sup>®</sup>, VH13IM<sup>®</sup>, VH13ISO<sup>®</sup>, VHSUPER<sup>®</sup>, VHSUPERIM<sup>®</sup>, VMO<sup>®</sup>, VPCA<sup>®</sup>, VPCAIM<sup>®</sup> y VTPLUS<sup>®</sup> son marcas comerciales de VILLARES METALS S/A.

La información presentada en esta hoja de datos servirá apenas para orientación técnica y representa nuestro estado actual de conocimiento de este producto. Esta información no se considerará como garantía de propiedades específicas o idoneidad para una aplicación particular de este producto.

Edición 1, 01.2021

## NORMAS SEMEJANTES

TENAX300IM® es un grado AISI H11 modificado con Si reducido y elementos residuales controlados. Este acero es similar a UNS T20811, DIN X38CrMoV5-1 y W.Nr. 1.2343. Este acero se produce de acuerdo con ASTM A681 y NADCA 207 Grado E.

## INFORMACIÓN GENERAL

TENAX300IM® es un acero para trabajo en caliente con mayor tenacidad en comparación con otros aceros para trabajo en caliente, como AISI H13 y AISI H11. TENAX300IM® presenta mayor conductividad térmica y una adecuada respuesta a la nitruración y pulido.

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

TENAX300IM® es un acero martensítico para trabajo en caliente destinado a ofrecer una alta tenacidad asociada con la resistencia mecánica compatible de los aceros AISI H13 y AISI H11. Este acero se produce mediante el proceso ESR (Electro-Slag Remelting) para asegurar una alta isotropía de las propiedades mecánicas. Debido a su alta isotropía, este acero es comúnmente indicado para aplicaciones donde la resistencia a la iniciación y propagación de grietas mecánicas y térmicas es esencial. En estas situaciones, la tenacidad es la propiedad más importante y determina la vida útil de la herramienta.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

Análisis Típico (porcentaje en peso)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Fe
0,37	0,3	0,3	0.02 max	0.003 max	5,00	1,30	0,35	Bal.

## GAMA DE PRODUCCIÓN ESTÁNDAR

Ruta de Producción	Estándar	Gama de Producción	Mecanizado
Productos Laminados	ASTM A681 NADCA 207 Grade E	Espesor entre 8 y 152 mm con ancho entre 25 y 320mm Rd. 5.50-152.40mm	Rectificado Pelado Torneado Fresado
Productos Forjados		Rd. 152.40 – 760 mm Espesor hasta 550mm con ancho hasta 1000mm	Torneado Pelado Fresado

\*Otras dimensiones y condiciones estarán disponibles bajo consulta.

## CONDICIÓN DE ENTREGA

TENAX300IM® es suministrado en la condición recocido con dureza máxima de 230HB. También se puede entregar en condición endurecido.

Colores de ID: negro, azul, negro



## TRATAMIENTOS TÉRMICOS

### Recocido

El recocido debe realizarse calentando las piezas entre 860 y 890 ° C durante dos horas controladas por el núcleo; enfríe lentamente a una velocidad que no exceda los 15 ° C por hora a una temperatura de 650 ° C, luego enfríe por aire. El uso de una atmósfera protectora es importante para evitar la oxidación y descarbonización de la superficie.

### Alivio de Tensión

El tratamiento térmico de alivio de tensión tiene como objetivo reducir la tensión residual de la pieza y debe emplearse después del mecanizado y antes del endurecimiento. Se aplicará en matrices con embutidos y perfiles, en las que la remoción por mecanizado haya sido superior al 30%, con el fin de minimizar las distorsiones durante y después del endurecimiento. El tratamiento térmico para alivio de tensión consiste en un calentamiento lento a 650 ° C seguido de un enfriamiento en el horno hasta 200 ° C. En piezas endurecidas, el alivio de tensión debe emplear una temperatura 50 ° C inferior a la última temperatura de revenido. Según NADCA, no se recomienda alivio de tensión a temperaturas abajo de 560 ° C.

### Endurecimiento

La temperatura de austenización debe estar entre 1010-1030 ° C. Para un mejor rendimiento de tenacidad, se indica 1010 ° C y para una mejor resistencia al desgaste en caliente, austenitizar a 1030 ° C. La elección de la temperatura ideal también debe considerar aspectos de diseño y detalles de acabado de las piezas. El ciclo de tratamiento térmico debe proporcionar precalentamientos

dependiendo de la geometría de la pieza. Después de la austenitización, el enfriamiento se puede realizar en diferentes medios de enfriamiento como:

- Horno de vacío presurizado con presión superior a 5 bar, según NADCA.
- Aceite caliente, 40 - 70 ° C.
- Lecho salino o fluidizado entre 500 - 550 ° C.

### Revenido

Las piezas deben ser inmediatamente revenidas después del temple, es decir, tan pronto como alcancen los 60 ° C. Es necesario, al menos, doble revenido. Después de cada revenido, las piezas se enfriarán lentamente a temperatura ambiente.

Las temperaturas de revenido están generalmente entre 550-650 ° C, dependiendo de la dureza deseada. El tiempo de cada ciclo de revenido será de al menos 2 horas de temperatura.

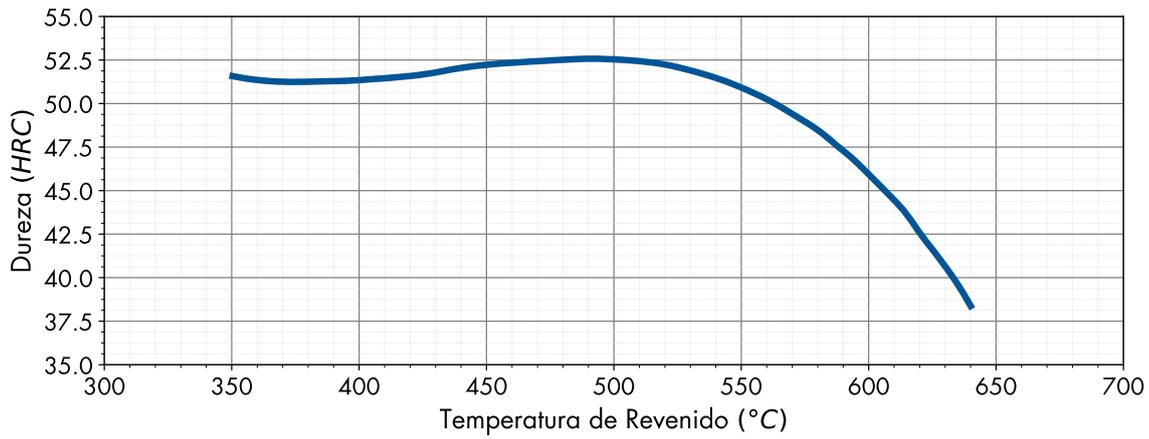
Para piezas con espesores mayores a 70 mm, el tiempo a temperatura debe calcularse de acuerdo a su tamaño, siendo una referencia para el cálculo alrededor de una hora por cada pulgada de espesor.

### Tratamiento Superficial

Se recomiendan tratamientos superficiales como nitruración, PVD y CVD cuando se requieren valores más altos de dureza superficial y alta resistencia al desgaste por abrasión. Los tratamientos superficiales se emplearán después del endurecimiento y revenido, ya que su temperatura es al menos 50 ° C inferior a la de los últimos tratamientos térmicos de revenido.

## TENAX300IM® – Acero para Trabajo en Caliente

---



Curva de revenido de TENAX300IM® con austenitización a 1020°C. Tiempo de revenido: 2 horas. Curva obtenida a partir de probetas con sección transversal de 20 mm x 20 mm

## PRINCIPALES APLICACIONES

TENAX300IM® se recomienda para:

- Matrices y componentes para fundición a presión de aleaciones de aluminio y otras aleaciones no ferrosas, como zinc, estaño y plomo.
- Herramientas para extrusión en caliente de aleaciones de aluminio, latón y aleaciones de magnesio, incluido el recalcado en caliente.
- Insertos, cuchillas de cizalla y todo tipo de matrices para trabajos en caliente que impliquen golpes.
- Moldes de inyección para polímeros termoplásticos no clorados, debido a su alta capacidad de pulido.

## MECANIZADO

TENAX300IM® se puede mecanizar convencionalmente en estado recocido. Se debe tener cuidado en la selección de la herramienta y la velocidad para permitir una buena maquinabilidad. Para evitar deformaciones en la pieza durante el endurecimiento y revenido, se recomienda realizar un tratamiento térmico de alivio de tensión antes del endurecimiento, si se elimina más del 30% del peso de la pieza en las operaciones de mecanizado. El proceso de electroerosión se puede emplear en matrices o moldes tratados térmicamente. Después del mecanizado por electroerosión se recomienda eliminar la capa superficial a través de una muela abrasiva fina. Después de la molienda, se recomienda realizar un tratamiento térmico de revenido a una temperatura en torno a 50 ° C inferior a la del último revenido.

## SOLDADURA

No se recomiendan las operaciones de soldadura en acero TENAX300IM®. Las operaciones de soldadura producirán Zonas Afectadas por el Calor (ZAT), lo que reducirá el rendimiento del acero en la aplicación. Las

ZATs producidas durante la operación de soldadura son más duras y quebradizas, con riesgo de agrietarse a menos que se tenga mucho cuidado. En casos excepcionales y siempre considerando que la soldadura sería una solución temporal, TENAX300IM® podría soldarse mediante procedimientos especiales para minimizar la ZAT. La secuencia de operaciones para la reparación de soldadura TENAX300IM® depende de su tratamiento térmico previo. Como guía general, se recomienda: (a) precalentar, (b) soldar con metal de aporte apropiado, (c) realizar un tratamiento térmico de alivio de tensión, (d) mecanizar, (e) templar y revenido si está en estado recocido. o alivio de tensión si ya está endurecido y (f) esmerilado hasta las dimensiones finales. La calificación de un procedimiento de soldadura específico para su reparación es el punto clave para obtener la calidad deseada. La habilidad y experiencia del soldador es también un factor vital para obtener resultados satisfactorios.

## MEJORA DE LA VIDA ÚTIL DE LAS HERRAMIENTAS

Antes de iniciar la operación, precalentar lentamente entre 200 y 300 ° C, para obtener la homogeneización térmica del núcleo y la superficie. Se recomienda un tratamiento térmico periódico de alivio de tensión durante el uso de herramientas para mejorar la vida útil de la herramienta.

## PROPIEDADES MECÁNICAS

Las muestras en condiciones de tratamiento térmico (44-46 HRC) muestran una resistencia al impacto superior a 19J (14 ft.lb) para la prueba Charpy V-notch, de acuerdo con NADCA # 207.

# TENAX300IM® – Acero para Trabajo en Caliente

## PROPIEDADES FÍSICAS

### Densidad:

Temperatura	g/cm <sup>3</sup>	lb/in <sup>3</sup>
20°C (68°F)	7.80	0.282

200°C (392°F)	10.7	5.9
300°C (572°F)	11.0	6.1
400°C (752°F)	11.3	6.3
500°C (932°F)	11.7	6.5
600°C (1112°F)	12.1	6.7

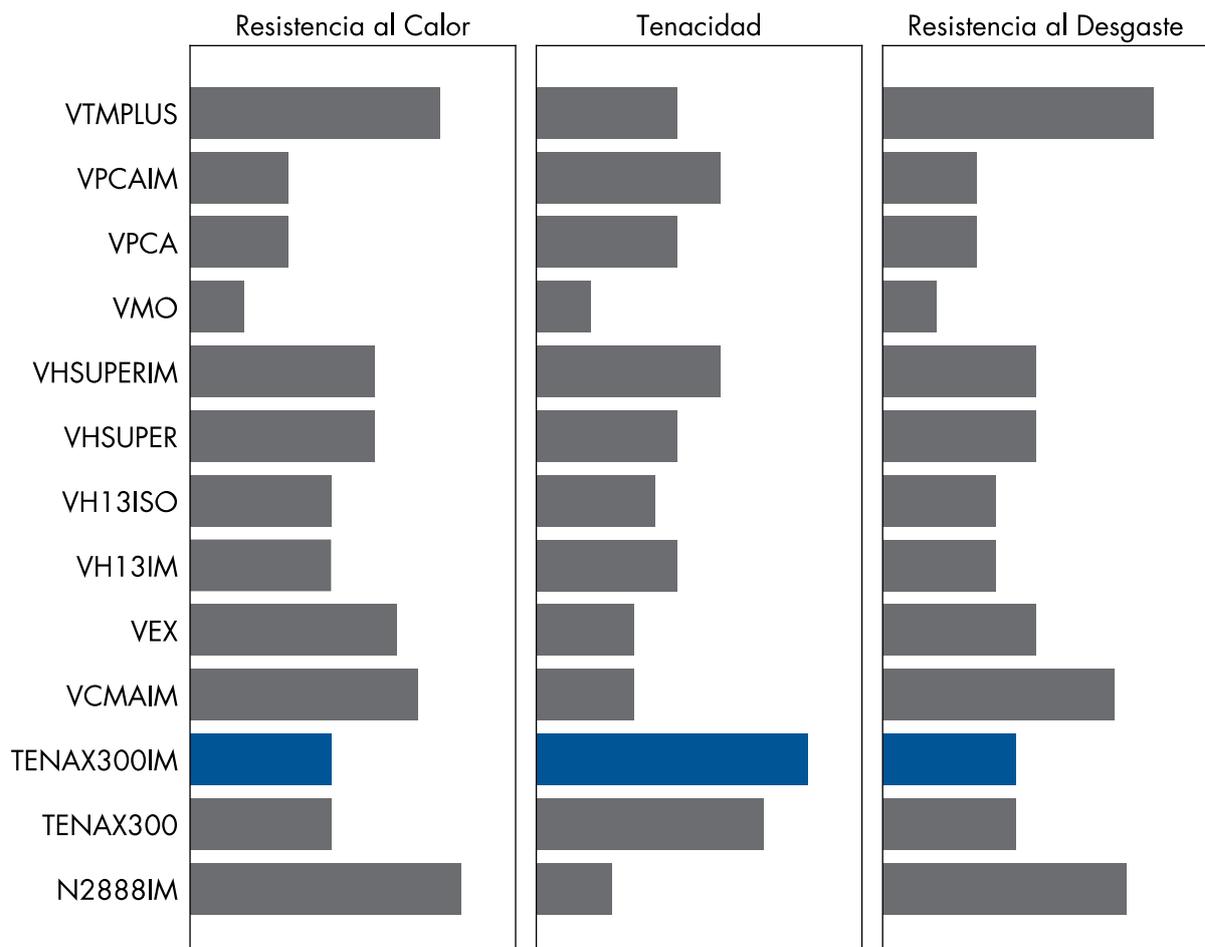
### Conductividad Térmica:

Temperatura	W/(m.K)	Btu.in/(h.ft <sup>2</sup> .°F)
100°C (212°F)	23.0	159
350°C (662°F)	28.4	196
400°C (752°F)	33.4	231
675°C (1247°F)	30.1	208

### Calor Específico:

Temperatura 20 °C to (68°F to)	10 <sup>-6</sup> m/m.K	10 <sup>-6</sup> in/in.°F
100°C (212°F)	10.5	5.8

## COMPARACIÓN ENTRE ACEROS DE TRABAJO EN CALIENTE VILLARES METALS



# TENAX300IM® – Acero para Trabajo en Caliente

## Casa Matriz | Oficina Comercial

### Villares Metals S.A.

Rua Alfredo Dumont Villares, 155  
Jardim Santa Carolina | CEP 13178.902  
Sumaré - SP  
+55 19 3303 8000  
[metals@villaresmetals.com](mailto:metals@villaresmetals.com)

## Centro de Servicios y Soluciones – Brasil

### Sumaré

Rua Alfredo Dumont Villares, 155  
Jardim Santa Carolina | CEP 13178.902  
Sumaré - SP  
0800 707 0577  
[cac@villaresmetals.com](mailto:cac@villaresmetals.com)

### Flores da Cunha

Rod VRS 814, KM 1  
Lagoa Bela | CEP 95270.000  
Flores da Cunha - RS  
0800 707 0577  
[cac@villaresmetals.com](mailto:cac@villaresmetals.com)

### Joinville

Perini Business Park  
Rua Dona Francisca, 8.300, bloco C7  
Distrito Industrial | CEP 89219.600  
Joinville - SC  
0800 707 0577  
[cac@villaresmetals.com](mailto:cac@villaresmetals.com)

### Vespasiano

Parque Norte Business Center  
Avenida Três, 105  
Morro Alto | CEP 33200.000  
Vespasiano - MG  
0800 707 0577  
[cac@villaresmetals.com](mailto:cac@villaresmetals.com)

## Oficina Comercial – Europa

### Villares Metals International B.V.

Delftse Poort - units 17.10-17.11  
Weena 505  
3013 AL - Rotterdam  
The Netherlands  
+31 6 15 95 14 51  
[info@villaresmetals.com](mailto:info@villaresmetals.com)



ISO 9001:2015  
ISO 14001:2004 (ANAB y UKAS)  
ISO 17025  
ISO 50001

OHSAS 18001:2007  
IATF 16949:2016  
AS 9100 D  
NORSOK M-650  
NADCAP – Tratamiento Térmico y Ensayo No Destructivo

[villaresmetals.com](http://villaresmetals.com)