

TENASTEEL® (P)

Acero para herramientas de trabajo en frío

TENASTEEL® es un acero para herramientas de trabajo en frío, que combina una alta resistencia al desgaste con una elevada tenacidad. Sus otras características principales son una buena mecanización en el estado de suministro y una mayor resistencia a la pérdida de dureza por acción del calor.

Se suministra este acero, recocido y con una dureza máxima de 250 Brinell.

Está especialmente estudiado para sustituir al acero X160 Cr Mo V12⁽¹⁾ muy utilizado, pero de fragilidad excesiva.

Gracias a su composición química que retrasa el ablandamiento ó aumenta la resistencia al revenido, el acero TENASTEEL está especialmente indicado en cualquier proceso de tratamiento de superficie, incluso las nitruraciones que implican altas temperaturas.

ESTÁNDAR

INDUSTEEL : TENASTEEL®
EURONORM : Familia del X110 CrMoV8

ANÁLISIS QUÍMICO

Valores típicos (Peso %)*

C	S max	Mn	Cr	MO	V	Otros
1.00	0.005	0.35	7.50	2.60	0.30	Ti

* Conforme con el pliego de condiciones 2001/06/08/MJ1

PROPIEDADES MECÁNICAS

Valores típicos

Dureza Estado recocido	Dureza HRC Estado tratado	Módulo de Young GPa	Resistencia a la compresión (MPa)	KCV* J/Cm ²
250 HB max	56	205	2210	40
	62	205	2550	25

* Probetas sin entallar

® Marca registrada por INDUSTRIEEL

(P) Calidad patentada por INDUSTRIEEL

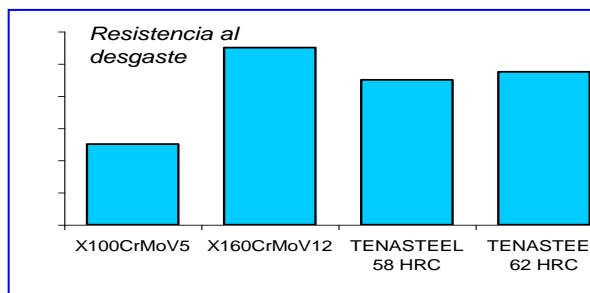
⁽¹⁾ X160 Cr Mo V12 es la designación EURONORM de la calidad AFNOR Z160 CDV12 y DIN 1.2379

PROPIEDADES FÍSICAS

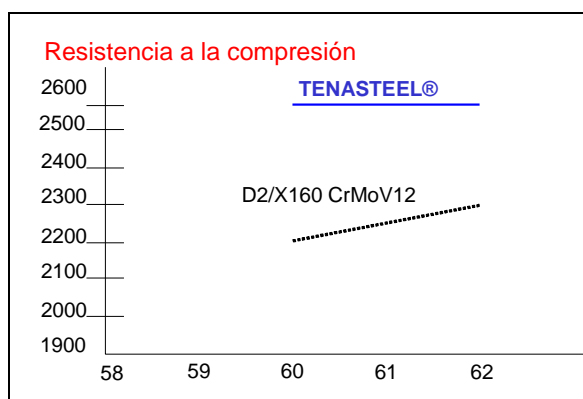
Conductividad térmica $W.m^{-1}.^{\circ}K^{-1}$ 20°C	Coeficientes de dilatación medios $10^{-6}.^{\circ}K^{-1}$				Capacidad térmica $J.kg^{-1}.^{\circ}K^{-1}$ 20°C	Densidad 20°C
	20-100	20-200	20-300	20-400		
21	10,2	11,3	11,9	12,8	460	7,75

RESISTENCIA AL DESGASTE

La resistencia al desgaste abrasivo del acero TENASTEEL® es casi semejante a la del acero tipo X160 CrMoV12. El contenido más bajo en carbono y cromo es compensado por un incremento en elementos que forman carburos más finos y más duros que los carburos de cromo. La resistencia al desgaste abrasivo no influye si se trata de herramientas revestidas.



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



CARACTERÍSTICAS METALÚRGICAS

Calidad interna

La calidad TENASTEEL® se elabora con horno eléctrico, y se afina con el procedimiento VOD, por lo que los contenidos residuales en azufre y oxígeno son muy bajos. De este modo también, se facilita la eliminación de inclusiones.

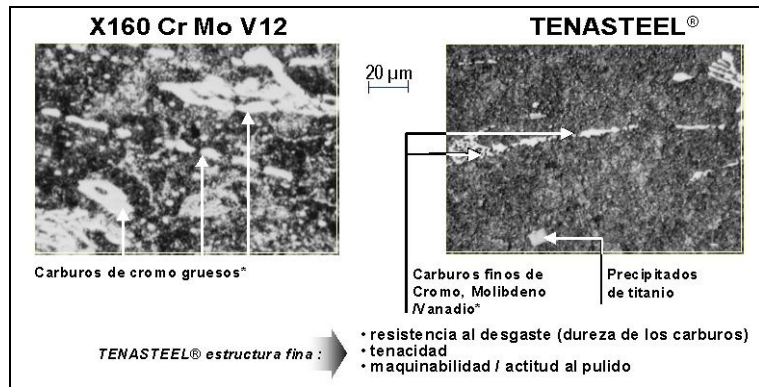
Se garantizan los siguientes valores medidos según NFA 04-106 método A.

Tipo de inclusión	A	B	C	D
Índice	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1	≤ 1.5

Micro estructura

En estado de suministro, la microestructura del acero TENASTEEL® se compone de una matriz ferrítica con carburos primarios de dimensiones reducidas, que se forman durante la solidificación del acero, así como carburos secundarios muy finos formados durante el recocido, repartidos de forma homogénea en esta matriz.

Las microfotografías de la página siguiente ilustran perfectamente la homogeneidad de la estructura obtenida en el acero TENASTEEL® respecto a un acero de tipo X160 CrMoV12.



Esta diferencia de microestructura se acompaña por supuesto de ventajas apreciables en tenacidad y en mecanizado, mientras que la resistencia al desgaste se mantiene en un buen nivel gracias a la presencia de carburos más duros que los tradicionalmente presentes en el acero X160 Cr Mo V12.

Puntos de transformación

AC ₁ (°C)	AC _m (°C)	MS (°C)
845	880	200

Condiciones de ensayo: calentamiento 150°C/hora hasta 1000°C y enfriamiento rápido.

Diagrama TRC

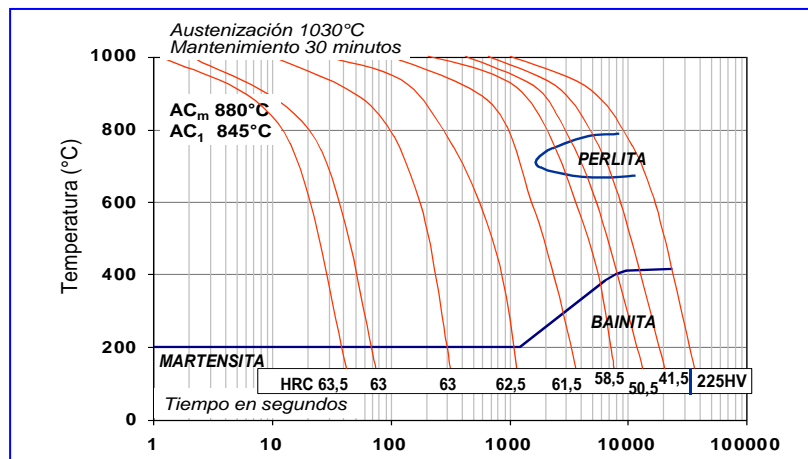
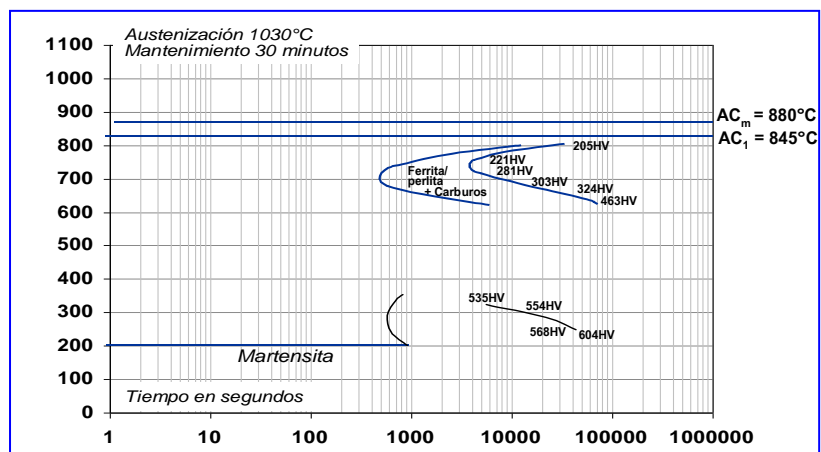


Diagrama TTT



TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Se suministra el acero TENASTEEL® en estado recocido (ablandamiento máximo) para facilitar su mecanizado. Después del mecanizado, las características mecánicas necesarias serán conseguidas mediante tratamiento térmico de temple y revenido.

■ Austenización

Calentamiento a velocidad moderada hasta 750°C y homogenización. A continuación, lento calentamiento hasta 1030/1050°C, manteniendo media hora por cada 25 mm de espesor.

Nota : el ciclo de calentamiento debe hacerse al vacío o bajo protección con gas para evitar la oxidación y la decarburación de la superficie.

■ Temple

El enfriamiento después de la austenización será realizado preferentemente con gas a presión, o en su defecto en baño de sales fundidas o mejor en lecho fluidizado a temperaturas comprendidas entre 250 y 350°C.

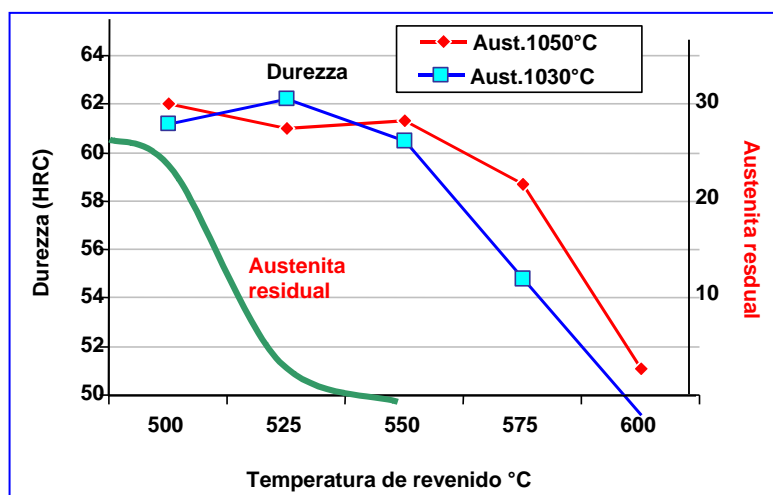
Se debe reservar el temple aceite para las herramientas de geometría sencilla, es decir, cuando los otros métodos no puedan garantizar una velocidad de enfriamiento suficiente (véase TRC y TTT)

Los revenidos deberán ser realizados en cuanto la temperatura de la herramienta alcance de 40 a 60°C, excepto en el caso de un tratamiento criogénico (véase § "Tratamientos criogénicos")

■ Revenidos

En función de la aplicación, se necesitará una dureza final determinada que se obtendrá ajustando la temperatura de los revenidos con la ayuda de las curvas del diagrama de revenido.

Después del primer revenido es necesario un segundo revenido idéntico o a una temperatura ligeramente inferior, para obtener una estructura final completamente revenida, y asegurar la estabilidad dimensional de la pieza tratada.



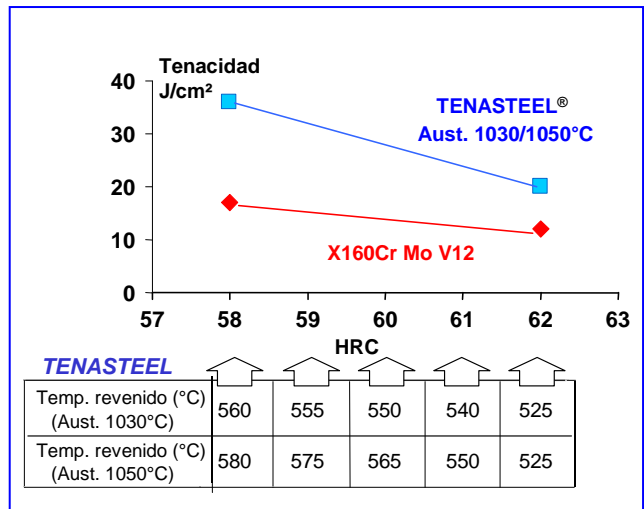
Tal y como lo muestra este gráfico, una temperatura elevada de austenización (1050°C) permite conservar una dureza superior a 58 HRC, incluso después de revenidos superiores a 570°C.

El TENASTEEL® (P) permite elevadas temperaturas de revenido. Después de un revenido a alta temperatura (ej. 550°C), el contenido en austenita residual es muy débil.

Las piezas que se hayan tratado así, tendrán una estabilidad dimensional muy buena en servicio.

Por el contrario, las piezas que se traten por debajo de 500°C (20% de austenita residual) podrán sufrir cambios dimensionales posteriores al tratamiento.

El nivel de dureza obtenido en el tratamiento térmico influye fuertemente en la tenacidad. En función de las condiciones de uso (presión, choques, propiedades mecánicas del acero transformado) y también de los eventuales tratamientos de superficie o revestimientos de la herramienta, se deberá buscar el mejor equilibrio entre la resistencia al desgaste, la tenacidad y la temperatura de revenido.

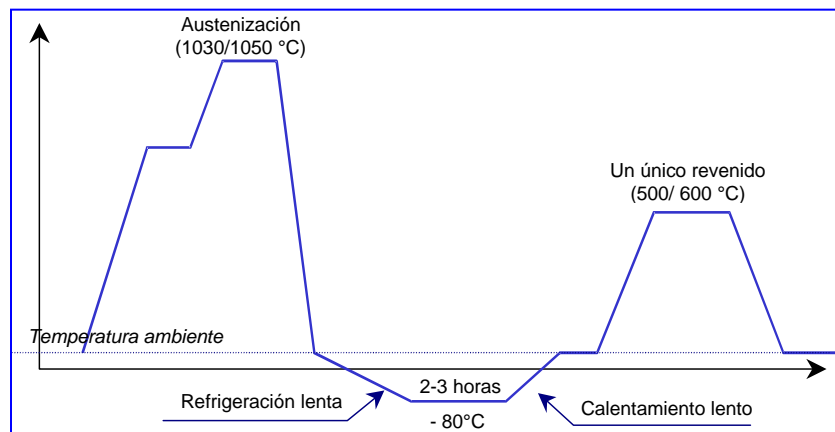


El diagrama siguiente puede ayudar en esta elección. En todo caso, el TENASTEEL® ofrecerá un mejor equilibrio dureza/tenacidad que el acero X160 CrMoV12

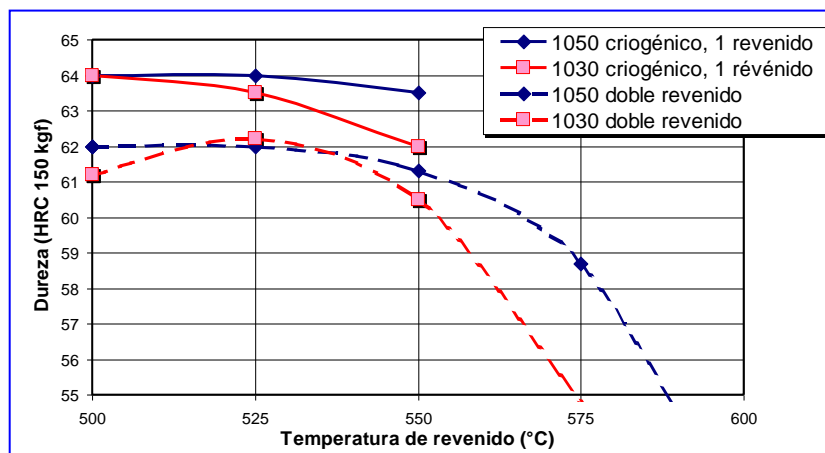
■ Tratamientos criogénicos

La austenita residual presente en el acero después del temple desaparece casi completamente después del tratamiento sub-0. Y por lo tanto también, desaparecen las deformaciones vinculadas a la transformación de la austenita.

Cuando sea necesario, el tratamiento sub-0 puede ser realizado de la siguiente manera :



Ciclo de tratamiento criogénico



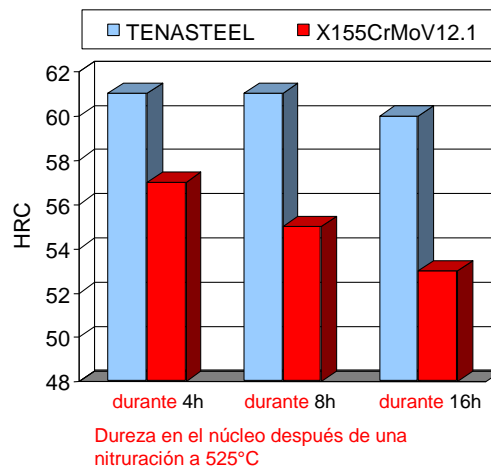
Curva de revenido después del tratamiento criogénico

TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE

Los tratamientos de superficie sirven para aumentar la dureza superficial, la resistencia al desgaste, y para disminuir los coeficientes de rozamiento herramienta/pieza por enriquecimiento con uno ó varios elementos de la superficie de la pieza.

La elevada relación dureza/tenacidad del acero TENASTEEL[®], combinada con una alta resistencia al revenido, lo hace apto para una amplia gama de tratamientos de superficie :

- *Nitruración gaseosa clásica e iónica* a temperaturas de 500 a 525°C que permite la obtención de una capa dura cerca de 1100HV de varias micras de espesor.
- *Nitruración "TENIFER"* a temperaturas más altas, hasta 550°/570°C, que sin embargo permiten conservar una dureza superior a 58 HRC.



En este gráfico, se observa que la dureza en el núcleo del TENASTEEL[®] (P) no queda afectada por el tratamiento de nitruración sin embargo en el X160 CrMoV12 sí que se produce una pérdida de dureza de 5 a 10 HRC por debajo de la capa nitrurada.

REVESTIMIENTOS SUPERFICIALES

La finalidad de los revestimientos realizados en las herramientas es la misma que la de los tratamientos de superficie, es decir la búsqueda de una alta dureza superficial, de una gran resistencia al desgaste, y de una disminución importante del coeficiente de rozamiento.

Estos procedimientos se distinguen de los precedentes por el hecho de que se depositará una capa de un material exógeno que no reacciona con el material básico y que actúa como una « piel » adicional.

- **PVD : Physical Vapour Deposition** – Este proceso de revestimiento puede ser realizado a temperatura relativamente baja (200 a 500°C) y no altera la dureza del sustrato.

Las durezas obtenidas pueden alcanzar 2000 HV en algunas micras.

- **CVD – Chemical Vapour Deposition** – El tratamiento CVD se realiza después del pre-temple y la puesta a punto de la herramienta. La temperatura necesaria para activar las reacciones es elevada (800 a 1000°C), por lo que se necesita un tratamiento térmico para endurecer la pieza después del proceso. Las durezas de las aportaciones pueden alcanzar y hasta sobrepasar 2500 HV.

MECANIZADO

En el estado recocido :

▪ **Fresado – herramienta con revestimiento de carburo**

Parámetros de corte	Desbaste	Acabado
Velocidad de corte (Vc) m/min	130 - 190	170 - 210
Avance (Fz) - mm/diente	0,15 - 0,4	0,1 - 0,2
Profundidad de corte (ap) mm	2 - 5	≤ 2

▪ **Taladrado herramienta HSS**

Parámetros de corte	Ø ≤ 10	Ø 10 -20
Velocidad de corte (Vc) -m/min	15	15
Avance (Fz) - mm/vuelta	0,05 à 0,2	0,2 à 0,3

Comparativamente con X160 Cr Mo V12, la finura de los carburos del TENASTEEL® asegura una vida útil de las herramientas aumentada en un 25 % mínimo para los mecanizados en el estado recocido, y en un 70 % mínimo para los mecanizados en el estado tratado.

CORTE

Corte con alambre / electro erosión

El acero TENASTEEL® se presta a todas las operaciones de electro erosión antes y después del tratamiento térmico de calidad pero se deben tener en cuenta algunas precauciones sencillas (pasadas de acabado, pulido final o tratamiento de distensionado inmediato a una temperatura inferior en 20°C a la del último revenido si se ha realizado el corte en el estado tratado)

SOLDADURA

La reparación o la recarga de herramientas de acero TENASTEEL® se puede hacer respetando algunas precauciones indispensables y utilizando productos de aportación adecuados. Para más información, puede ponerse en contacto con su suministrador o consultar nuestra guía de utilización del Tenasteel.

APLICACIONES

El acero TENASTEEL® sustituye ventajosamente al acero homologado X160 Cr Mo V 12 en cada aplicación de éste: herramientas de corte, hileras de extrusión, herramientas de conformado, herramientas de grabado, cuchillas de corte, etc.

FORMATOS (mm)

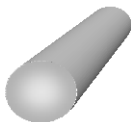


2000 x 4000 x 17, 22, 27, 32, 37, 42, 52, 62, 72



600 x 105, 110, 120, 130, 150, 180, 200, 230,
250, 280, 300

500 x 350, 400



26, 29, 30.5, 32.8, 35.8, 40.8, 45.8, 50.8, 52.8, 55.8, 60.8,
66, 71, 76, 81, 86, 91, 96,
101.5, 111.5, 121.5, 131.5, 136.5,
152, 162, 182, 202, 222,
252.5, 282.5, 302.5, 353, 373, 403, 453

NOTA

Las informaciones antes mencionadas son las más recientemente revisadas por nuestros laboratorios a la fecha de la impresión de esta reseña. Sin embargo, éstas pueden ser sometidas a ciertas variaciones, con arreglo al desarrollo constante de nuestro programa de investigación sobre los aceros para herramientas.

Le aconsejamos que se ponga en contacto con nosotros para confirmárselas antes de hacer el pedido. Además, las condiciones reales encontradas en servicio son las específicas para cada aplicación. Las informaciones de la presente son presentadas a título indicativo y no pueden ser consideradas como una garantía a no ser redactadas en un contrato por nuestros servicios especializados. Para más información, ver dirección y resto de coordenadas al pie de esta página.

INDUSTEEL está certificado ISO 9001

Solo pueden ser consideradas como garantía cuando nuestros servicios especializados hayan dado aprobación formal escrita.

Información general :

PRODUCCIÓN

INDUSTEEL Creusot

56 Rue Clemenceau
71201 LE CREUSOT CEDEX – FRANCIA
Tel +33 3 85 80 55 37
Fax +33 3 85 80 55 99