

# ROVALMA, S.A.

ACEROS PARA HERRAMIENTAS Y SUPERALEACIONES.

C./ Apol.lo, 51 -Pol. Ind. "Can Parellada"  
08228 TERRASSA (BARCELONA) SPAIN  
E-Mail: tecnica@rovalma.com

Tel: +34 - 937 362 380 (\*)  
Fax: +34 - 937 855 453  
Web: www.rovalma.com

## HTS-60

Acero ledeburítico para herramientas de trabajo en frío y semi-caliente

DIN: X 155CrVMo12 1; W. Nr.: 1.2379; AISI: D2;  
UNE: F-520A; AFNOR: Z160CDV12; JIS: SKD 11

### Composición ( % en peso ):

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
1.50 - 1.60	0.10 - 0.40	0.15 - 0.45	11.0 - 12.0	0.60 - 0.80	0.90 - 1.10	0.030 máx	0.030 máx

### Características:

El HTS-60 es un acero de alta dureza y extraordinaria tenacidad con gran resistencia al desgaste, que mantiene muy buena estabilidad dimensional a través del tratamiento térmico y buena mecanibilidad dentro de los aceros altos en C, Cr. Es nitrurable, alcanzando microdurezas de 1.100 a 1.200 HV con 60-62 HRc en el núcleo.

### Aplicaciones:

Rodillos y mandíbulas de laminar rosca, herramientas de estampaciones y acuñaciones profundas, matrices y punzones para troquelar en frío, punzones y matrices para embutición profunda (mejor en estado nitrurado), punzones de grabar marcas con alta carga específica, punzones de enclavar en frío, insertos de moldes para inyectar termoestables o termoplásticos a durezas de 58 HRc, matrices y punzones de prensar polvos (pulvometalurgia), cuchillas de cizalla, cuchillas de corte circular, calibres y galgas, rodillos para bruñir, hileras para extruir en frío aceros o aleaciones ligeras.

### Conformación en caliente:

Calentar lentamente y a penetración hasta 1050°C, forjar a ligeras pasadas y recalentar de nuevo cuando la temperatura alcance 900°C.

### Recocido de Reblandecimiento:

Calentar lentamente y a penetración hasta el núcleo a 800-840 °C, mantener durante un mínimo de 2 horas y enfriar al horno a una velocidad máxima de 25 °C/h. hasta los 650 °C.

Las piezas correctamente recocidas deberán tener una dureza máxima de 250 HB.

### Estabilizado para eliminar tensiones:

Cuando las piezas han sufrido un mecanizado profundo con fuertes tensiones de trabajo o pérdida de equilibrio dimensional por el corte de fibras, es conveniente antes del temple, dar un estabilizado para liberar tensiones, mientras la pieza se halla en desbaste. Para ello, calentar

lentamente y a penetración total hasta 650 °C, mantener durante 2-4 horas y enfriar lentamente dentro del horno

### Temple:

Precalentar a 500 °C, luego hasta el núcleo a 850 °C, austenizar a 1.020-1.080 °C y enfriar en gas, aceite o baño caliente a 450-500 °C. Es correcto un enfriamiento al aire cuando la mecanización posterior, asegure eliminar por completo la zona descarburada.

El tiempo de austenización será de mínimo 20 minutos más un tiempo adicional de 1 minuto por cada 2 milímetros de espesor.

Las piezas correctamente así templadas han de dar una dureza de 60 - 62 HRc. Para obtener la máxima tenacidad es conveniente austenizar a 1.020 °C y para trabajos en semi-caliente o posterior nitruración, mejor a 1.080 °C.

### Revenido:

Acto seguido después del temple, pero asegurando que la pieza está totalmente fría, empezar el revenido. La temperatura a revenir deberá fijarse según dureza deseada ( ver figura -1 ), pero nunca inferior a 150 °C. El tiempo de permanencia a la temperatura de revenido será de 2,5 minutos por mm. de espesor, mínimo 1 hora.

Con el fin de eliminar al máximo las tensiones internas en aplicaciones de máxima tenacidad, trabajo en semi-caliente, nitruración posterior o corte en estado tratado por electroerosión de hilo, es conveniente siempre situarse a la dureza secundaria, esto es, revenir a 480 °C mínimo. Un segundo revenido de mínimo 1 hora mejorará las propiedades mecánicas, especialmente la tenacidad.

### Tratamiento Sub-cero:

Para asegurar la máxima estabilidad dimensional, después del tratamiento térmico y frente a los cambios de medida que experimentan las piezas durante el uso, así como mejorar las propiedades mecánicas : dureza, tenacidad, resistencia a fatiga, etc., puede ser interesante dar un tratamiento sub-cero a -70 °C ó -200 °C, con permanencia de 1 hora, para asegurar al máximo la transformación de austenita residual.

Después del tratamiento sub-cero y una vez la pieza a temperatura ambiente, deberá seguir un revenido a mínimo 480 °C. Este tratamiento, será también aplicado para recobrar herramientas las cuales han quedado blandas, debido a excesiva austenita retenida, desarrollada por haber alcanzado en el temple temperaturas más altas que las usuales.

**Notas generales:**

Cuando se solicite una nitruración posterior, es imprescindible, además de austenizar a 1.080 °C, revenir la pieza 10 °C por encima de la temperatura a la cual se aplicará la nitruración.

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS							
Temperatura de ensayo [°K]	293	373	473	673	873	Otro	Unidades
<b>Constantes físicas.</b>							
Dilatación térmica lineal		10.5	11	11.5	12.2		$\times 10^{-6} \cdot K^{-1}$
Conductividad calorífica	20						$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
calor específico	460						$J \cdot Kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Temperatura de transición alfa-gamma						1073	K
$Ac_1$						1128	K
$Ac_3$							
Densidad	7.7						$\times 10^3 \cdot Kg \cdot m^{-3}$
Resistividad eléctrica	65						$\times 10^{-8} \cdot \Omega \cdot m$
Módulo de elasticidad a tracción	210			193			$\times 10^3 \cdot MPa$
<b>Propiedades Mecánicas.</b>							
Resistencia a tracción	2350			1560	1160		MPa
Dureza en caliente	60			48	37		HRC
Resiliencia Charpy - V {60 HRC}	3						J
Charpy Sin Entalla [ Probeta: 7x10x55 ] {62 HRC}	15						J
	{58 HRC}	18					J
Resistencia al desgaste abrasivo {62 HRC}	100						Coficiente ROVALMA-2
	{58 HRC}	88					Coficiente ROVALMA-2

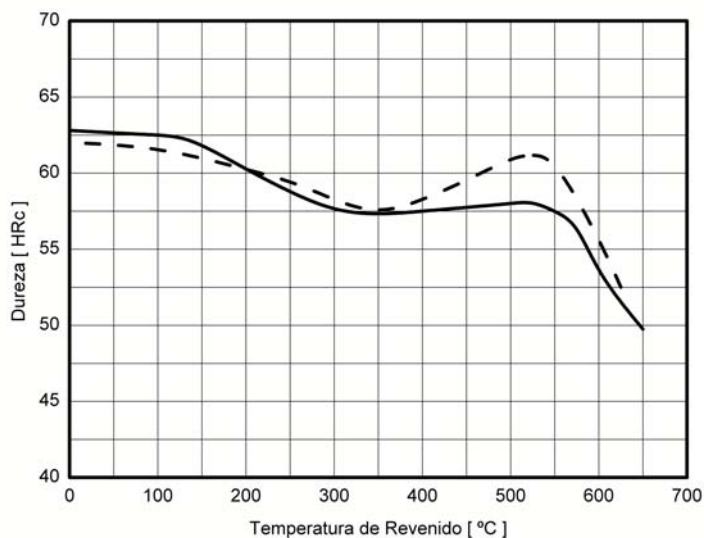


Figura 1.- Gráfico de revenido. Probeta de 30x30x30 mm. Austenizada: — 1040 °C / aceite  
 - - - 1080 °C / aceite

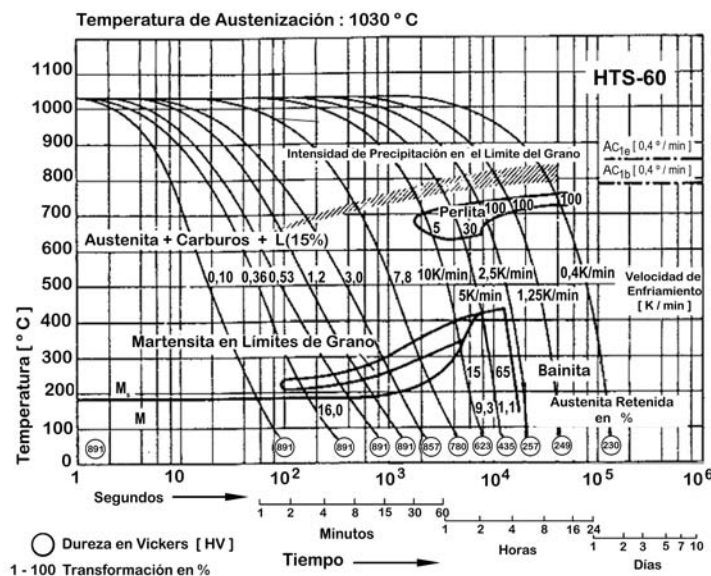


Figura 2.- Gráfico CCT

Puede encontrar la última actualización de esta hoja técnica, y de los demás productos, en nuestra página World Wide Web.

Los datos que se dan en esta hoja, son a título general informativo y Rovalma, S.A. no se responsabiliza de interpretaciones particulares que puedan hacerse de los mismos.