

SLEIPNER

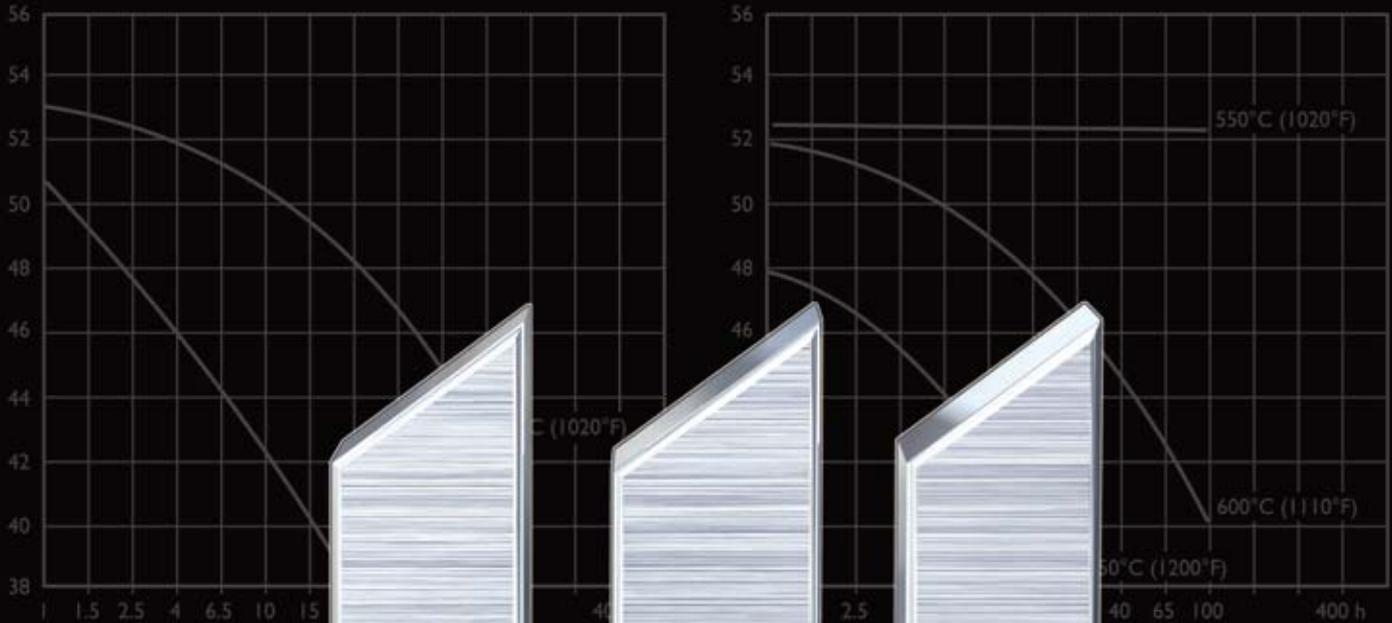
Acero para utillajes de trabajo en frío

COLD WORK

PLASTIC MOULDING

HOT WORK

HIGH PERFORMANCE STEEL



Typical analysis %	C 2,05	Cr 1,5	Si 0,05	Typical analysis %	Mn 0,8	Cr 4,5	W 0,2
Standard specification	AISI D6, (EN 10083)			Standard specification	DIN 1723 (W.Nr. 1.2796)		
Delivery condition	Soft annealed			Delivery condition	to approx. 200 HB		
Colour code	Red			Colour code	Your colour		

Temperature	20°C (68°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)
Density					
kg/m ³	7 770	7 700	7 650	7 650	7 650
lbs/m ³	0,281	0,277	0,276	0,276	0,275
Modulus of elasticity					
N/mm ²	194 000	188 000	178 000	194 000	189 000
psi	28,1 × 10 ⁶	27,3 × 10 ⁶	25,8 × 10 ⁶	28,1 × 10 ⁶	27,4 × 10 ⁶
Coefficient of thermal expansion					
per °C from 20°C	to 100°C 11,7 × 10 ⁻⁶	to 200°C 12 × 10 ⁻⁶	to 400°C 13,0 × 10 ⁻⁶	to 100°C 12,3 × 10 ⁻⁶	to 200°C 14 × 10 ⁻⁶
per °F from 68°F	to 212°F 6,5 × 10 ⁻⁶	to 400°F 6,7 × 10 ⁻⁶	to 750°F 7,3 × 10 ⁻⁶	to 212°F 6,1 × 10 ⁻⁶	to 400°F 6,7 × 10 ⁻⁶
Thermal conductivity					
W/m °C	-	27	32	20,5	21,5
Btu in (ft ² h°F)	-	187	221	142	149
Specific heat					
K/kg °C	455	525	608	460	-
Btu/lbs °F	0,109	0,126	0,145	0,110	-

Esta información está basada en nuestro estado actual de conocimientos y va dirigida a proporcionar notas generales sobre nuestros productos y sus aplicaciones. No deberá por tanto considerarse como una garantía de propiedades específicas de los productos descritos o una garantía para propósitos concretos.

Información general

SLEIPNER es un acero para aplicaciones de trabajo en frío aleado al cromo-molibdeno-vanadio que se caracteriza por:

- Buena resistencia al desgaste
- Buena resistencia a las melladuras
- Buena resistencia a la compresión
- Alta dureza (> 60 HRC) después de revenido alta temperatura
- Buenas propiedades de temple
- Buena estabilidad durante el temple
- Buena resistencia contra la pérdida de dureza durante el trabajo
- Buenas propiedades para efectuar electroerosión por hilo
- Buena mecanibilidad y rectificabilidad
- Buenas propiedades para el tratamiento de superficie

Análisis típico %	C 0,9	Si 0,9	Mn 0,5	Cr 7,8	Mo 2,5	V 0,5
Especificación standard	No tiene					
Estado de suministro	Recocido blando a aprox. 235 HB					
Código de color	Azul / marrón					

Aplicaciones

SLEIPNER es un acero adecuado para una amplia gama de aplicaciones de trabajo en frío. Cuenta con un perfil de resistencia al desgaste mixto - abrasivo y buena resistencia a las melladuras. Además, puede también obtenerse una alta dureza (> 60 HRC) después de un revenido a alta temperatura. Ello significa que los tratamientos de superficie como nitruración o recubrimiento PVD pueden realizarse sobre un sustrato de alta resistencia. También implica que las formas complicadas con unos niveles de dureza > 60 HRC pueden ser mecanizadas mediante electroerosión por hilo a partir de bloques de dimensiones relativamente considerables, con un reducido riesgo de roturas. *SLEIPNER* se recomienda para series medias de producción donde se requiera buena resistencia al desgaste mixto o abrasivo y buena resistencia a las melladuras.

Algunos ejemplos:

- Corte y corte fino
- Cizallado
- Conformado
- Acuñaado
- Forjado en frío

- Extrusión en frío
- Roscado
- Embutición y embutición profunda
- Compactación de polvo

Propiedades

PROPIEDADES FÍSICAS

Material templado y revenido a 62 HRC. Datos obtenidos a temperatura ambiente y a altas temperaturas

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densidad kg/m ³	7 730	7 680	7 620
Módulo de elasticidad MPa	205 000	190 000	180 000
Coefficiente de expansión térmica – después de revenido a baja temperatura por °C a partir de 20°C	–	12,7 x 10 ⁻⁶	–
– después de revenido a alta temperatura por °C a partir de 20°C	–	11,6 x 10 ⁻⁶	12,4 x 10 ⁻⁶
Conductividad térmica W/m•°C	–	20	25
Calor específico J/kg°C	460	–	–

RESISTENCIA A LA COMPRESION

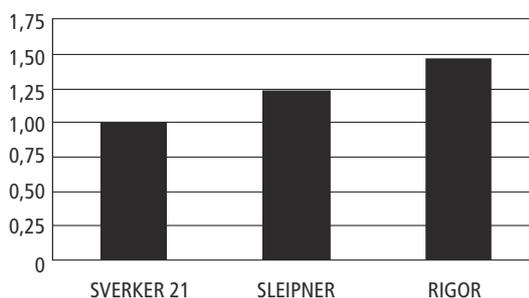
Los valores mencionados a continuación deberán considerarse como aproximados.

Dureza HRC	Resistencia a la compresión MPa	Resistencia a la compresión R _{c0,2} ksi
50	1 700	250
55	2 050	300
60	2 350	340
62	2 500	360
64	2 650	380

RESISTENCIA A LAS MELLADURAS

Resistencia relativa a las melladuras para *SVERKER 21*, *SLEIPNER* y *RIGOR*, al mismo nivel de dureza.

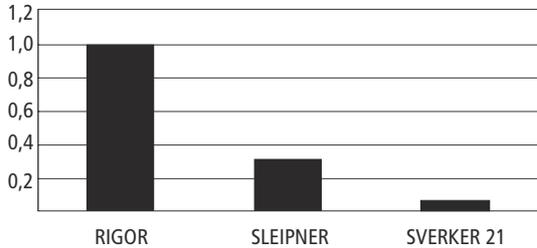
Resistencia relativa a las melladuras



RESISTENCIA AL DESGASTE ABRASIVO

Resistencia relativa al desgaste abrasivo para *SVERKER 21*, *SLEIPNER* y *RIGOR*, al mismo nivel de dureza (el valor más bajo significa mejor resistencia al desgaste)

Resistencia relativa al desgaste abrasivo



Tratamiento térmico

RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentar en toda su masa a 850 °C. Luego enfriar en el horno a 10°C por hora hasta alcanzar los 650 °C, después libremente al aire.

LIBERACION DE TENSIONES — ESTABILIZADO

Una vez realizado el mecanizado de desbaste el utillaje deberá calentarse en toda su masa a 650°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta alcanzar los 500°C, luego libremente al aire.

TEMPLE

Temperatura de precalentamiento: 650–750°C
 Temperatura de austenización: 950–1080°C, pero normalmente 1030–1050°C. Tiempo de mantenimiento: 30 minutos

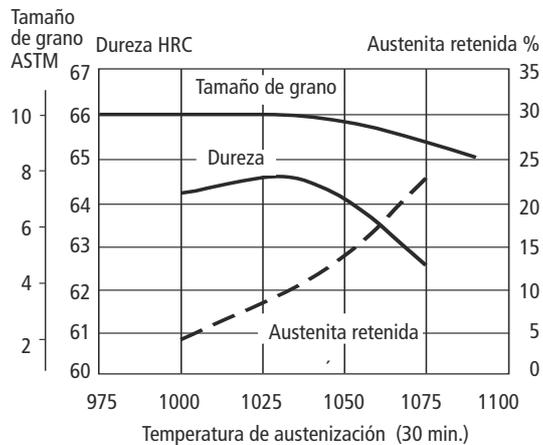
Proteger la pieza contra decarburación y oxidación durante el proceso de temple.

MEDIOS DE ENFRIAMIENTO

- Gas forzado / atmósfera circulante
- Vacío (gas a alta velocidad con suficiente presión)
- Baño de martemple o lecho fluidizado a 500–550°C
- Baño de martemple o lecho fluidizado a 200–350°C
- Aceite (utilizar tan sólo en geometrías muy simples)

Nota: Revenir el utillaje tan pronto su temperatura alcance los 50 –70°C.

Dureza, austenita retenida y tamaño de grano en función de la temperatura de austenización



REVENIDO

Seleccionar la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza solicitada empleando como guía el gráfico de revenido que se muestra a continuación. Revenir como mínimo dos veces con un enfriamiento intermedio hasta alcanzar la temperatura ambiente. La temperatura mínima de revenido que debería utilizarse es de 180°C. Tiempo mínimo de mantenimiento a temperatura, 2 horas.

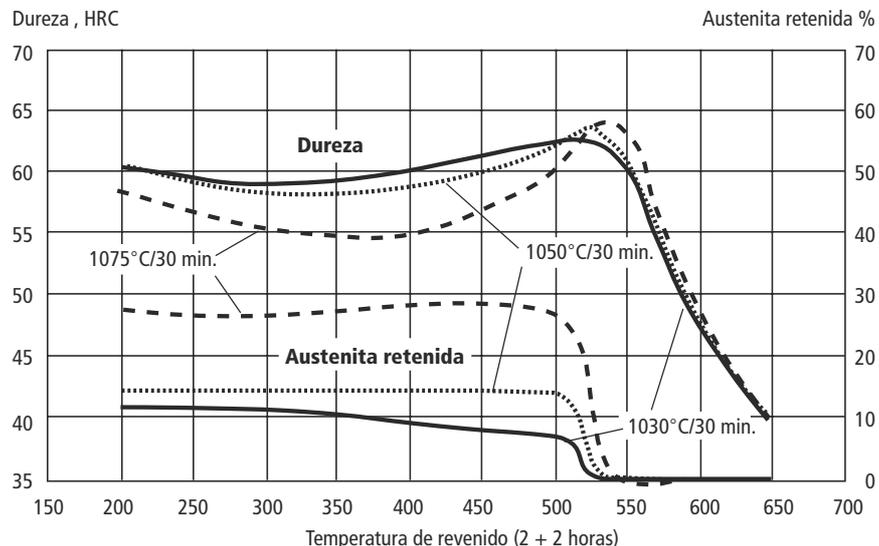


Gráfico TTT

Temperatura de austenización 1030 °C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos.

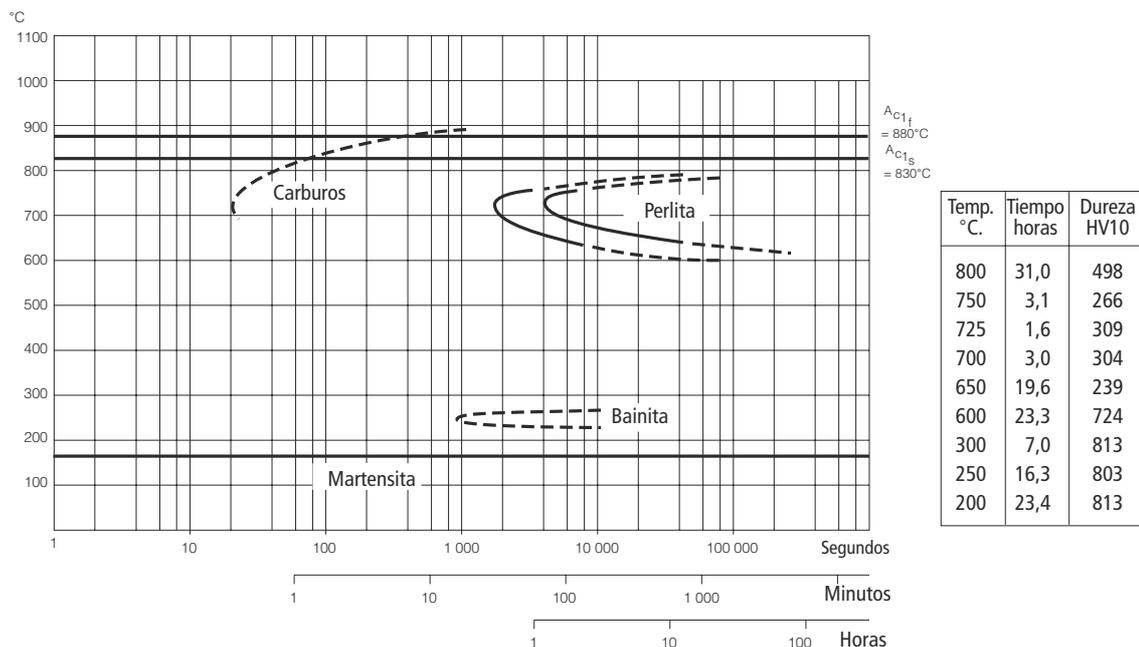
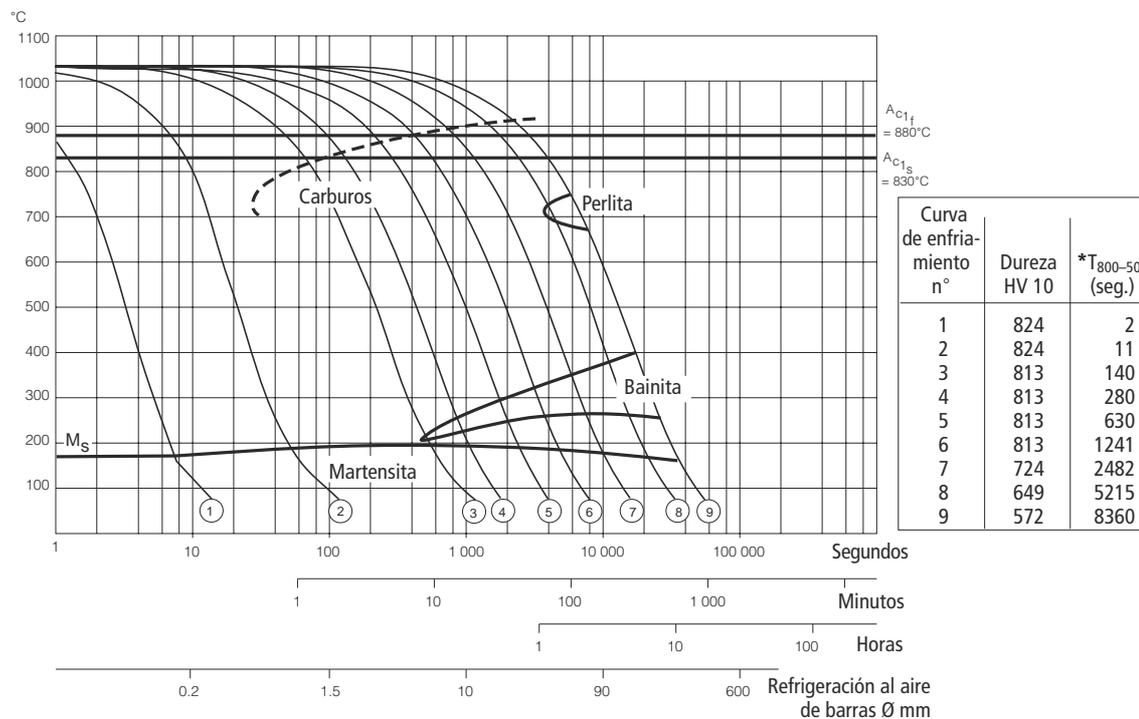


Gráfico CCT

Temperatura de austenización 1030 °C. Tiempo de mantenimiento 30 minutos.



CAMBIOS DIMENSIONALES

Los cambios dimensionales han sido medidos después de la austenización y el revenido

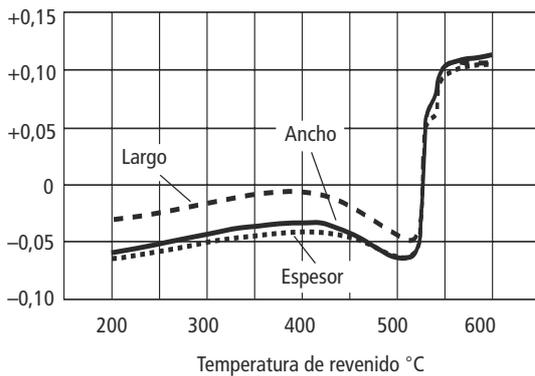
Austenización: 1030°C / 30 min., enfriamiento en horno al vacío a 0,75°C/s entre 800°C y 500°C

Revenido: 2 x 2 h a varias temperaturas

Tamaño de la probeta: 100 x 100 x 100 mm

Cambios dimensionales en función de la temperatura de revenido

Cambios dimensionales %



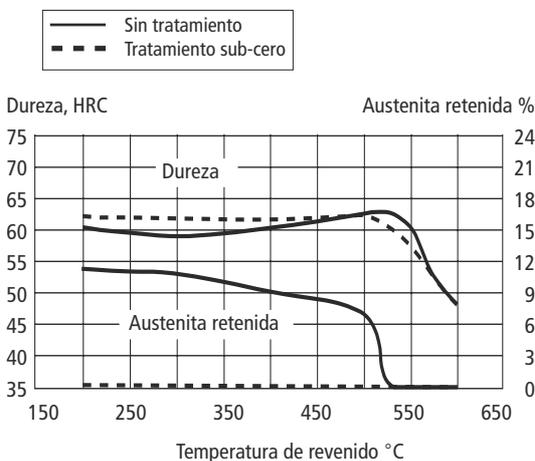
TRATAMIENTO SUB-CERO

Las piezas que requieran una máxima estabilidad dimensional durante su vida de servicio deberían tratarse mediante el método sub-cero. El tratamiento sub-cero reduce la cantidad de austenita retenida y cambia la dureza tal y como se indica en el gráfico inferior:

Austenización: 1030°C / 30 min.

Revenido: 2 x 2 a varias temperaturas

Dureza y austenita retenida en función de la temperatura de revenido y tratamiento sub-cero



Tratamientos de superficie

A fin de reducir la fricción e incrementar la resistencia al desgaste, se aplica en algunos aceros para trabajo en frío un tratamiento de superficie. Los métodos utilizados más comúnmente son la nitruración y el recubrimiento de superficie con capas resistentes al desgaste, producidas mediante PVD y CVD.

La alta dureza y la buena resistencia a las melladuras juntamente con una buena estabilidad dimensional, hacen que SLEIPNER sea un acero idóneo como sustrato para varios tipos de recubrimiento de superficie.

NITRURACION Y NITROCARBURACION

La nitruración y la nitrocarburation resultan en una capa dura en la superficie que es muy resistente al desgaste y a las melladuras.

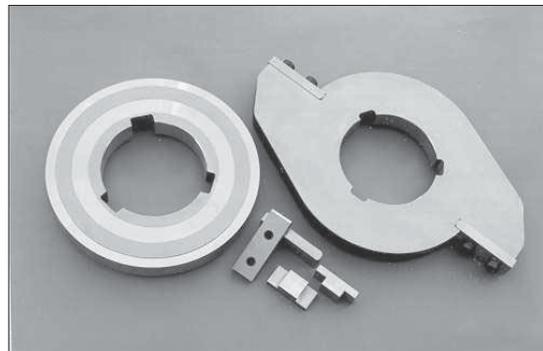
La dureza de la superficie después de realizada la nitrocarburation es de aproximadamente de 1100 HV_{0,2Kg}. El espesor de la capa deberá seleccionarse sobre la base de la aplicación en cuestión.

PVD

La deposición física de vapor, PVD, es un método mediante el cual se aplica un recubrimiento resistente al desgaste a temperaturas entre 200–500°C.

CVD

La deposición química de vapor, CVD, se utiliza para aplicar recubrimientos de superficie resistentes al desgaste, a una temperatura alrededor de 1000°C. Se recomienda que los utillajes sean templados y revenidos de forma separada en un horno de vacío, una vez realizado el tratamiento de superficie.



Recomendaciones de mecanizado

Los parámetros de corte de los cuales informamos a continuación, deberán considerarse como valores guía, que debiéndose adaptar a las condiciones locales existentes.

Pueden obtener más información en la publicación de Uddeholm «Recomendación sobre parámetros de corte».

Condición: Recocido blando a aprox. 235 HB

TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con herramientas		Con herramientas de acero rápido de acabado
	Torneado de desbaste	Torneado de acabado	
Velocidad de corte (v_c) m/min	100–150	150–200	17–22
Avance (f) mm/r	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Profundidad de corte (a_p) mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Designación broca ISO	K20, P20 Carburo revestido	K10, P15 Carburo revestido	–

TALADRADO

Taladrado con brocas espirales de acero rápido

Díámetro de la broca mm	Velocidad de corte (v_c) m/min.	Avance (f) mm/r
– 5	13–18*	0,05–0,10
5–10	13–18*	0,10–0,20
10–15	13–18*	0,20–0,25
15–20	13–18*	0,25–0,30

*Para brocas de acero rápido con recubrimiento v_c 25–35 m/min.

Taladrado con brocas de metal duro

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro insertado	Metal duro sólido	Broca con refrigeración ¹⁾
Velocidad de corte (v_c) m/min	140–160	80–100	45–55
Avance (f) mm/r	0,05–0,15 ²⁾	0,10–0,25 ²⁾	0,15–0,25 ²⁾

¹⁾ Broca con canales de refrigeración interna

²⁾ Dependiendo del diámetro de la broca

FRESADO

Fresado frontal y axial

Parámetros de corte	Fresado con herramientas de metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado fino
Velocidad de corte (v_c) m/min	110–180	180–220
Avance (f_z) mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte (a_p) mm	2–5	–2
Designación ISO	K20, P20 Carburo revestido	P10–P20 Carburo revestido

Fresado de acabado

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro	Metal duro insertado	Acero rápido
Velocidad de corte (v_c) m/min	80–120	100–140	13–18 ¹⁾
Avance (f_z) mm/diente	0,006–0,20 ²⁾	0,06–0,20 ²⁾	0,01–0,35 ²⁾
Designación ISO	K10, P40	P15–P40	–

¹⁾ Para fresas de acero rápido, fresado de acabado a v_c 30–35 m/min.

²⁾ Dependiendo de la profundidad radial y diámetro de corte

RECTIFICADO

A continuación ofrecemos unas recomendaciones generales de rectificado. Pueden obtener más información en la publicación de Uddeholm «Rectificado de Acero para Utillajes».

Recomendaciones sobre el tipo de muela

Tipo de rectificado	Estado recocido blando	Condición templada
Rectificado frontal muela plana	A 46 HV	A 46 GV
Rectificado frontal por segmentos	A 24 GV	A 36 GV
Rectificado cilíndrico	A 46 LV	A 60 KV
Rectificado interno	A 46 JV	A 60 IV
Rectificado de perfil	A 100 LV	A 120 JV

Soldadura

Pueden obtenerse buenos resultados al soldar acero para utillajes si se toman las precauciones adecuadas durante la operación de soldadura.

- La juntas deberá prepararse minuciosamente
- Las reparaciones mediante soldadura deberán efectuarse a temperaturas elevadas. Realizar las dos primeras capas con el mismo diámetro de electrodo y / o corriente.
- Mantener siempre la longitud del arco lo más corta posible. El electrodo deberá situarse en un ángulo de 90° hacia los lados de la junta. Además el electrodo ha mantenerse en un ángulo de 75–80° en la dirección del movimiento.
- Para reparaciones importantes, realizar las primeras capas de soldadura con un material de aportación blando, (capas base).

MATERIAL DE APORTACION

Consumibles para soldura TIG

Material de aportación	Dureza después de soldadura
Typ AWS ER312	300 HB (para capas iniciales base)
UTP A67S	55–58 HRC
UTP A696	60–64 HRC
CastoTig 5*	60–64 HRC

* No debería utilizarse para más de 4 cordones debido al incremento de riesgo de roturas

Consumibles para soldadura MMA (SMAW)

Material de aportación	Dureza después de soldadura
Typ AWS E312	300 HB (para capas iniciales base)
CASTOLIN 2	54–60 HRC
UTP 67S	55–58 HRC
UTP 69	60–64 HRC
CASTOLIN 6	60–64 HRC

TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO

La temperatura del utillaje durante toda la operación completa de soldadura deberá mantenerse a un nivel uniforme.

	Recocido blando	Templado/Dureza
Dureza	230 HB	60–62 HRC
Temperatura de precalentamiento	250°C	250°C
Temperatura máxima entre pasadas	400°C	400°C

TRATAMIENTO DESPUES DE SOLDADURA

	Recocido blando	Templado/Dureza
Dureza	230 HB	60–62 HRC
Nivel de enfriamiento	20–40°C/h durante las 2 primeras horas, luego libremente al aire	
Tratamiento térmico	Recocido Temple Revenido	Revenido 10–20°C por debajo de la última temperatura de revenido

Pueden obtener más información sobre soldadura de acero para utillajes en la publicación técnica de Uddeholm «Soldadura de acero para utillajes».

Temple a la llama

Utilizar un equipo de oxi-acetileno con una capacidad de 800–1250 l/h. Presión del oxígeno 2,5 bar, presión del acetileno 1,5 bar. Ajustar para obtener una llama neutral.

Temperatura 980–1020°C . Enfriar libremente al aire.

La dureza en la superficie será de 58–62 HRC y de 41 HRC (400 HB) a una profundidad de 3–3,5 mm

EDM Mecanizado por electroerosión

Si se realiza el mecanizado por electroerosión en condición templado y revenido, acabar con un electroerosionado fino, es decir, baja corriente y alta frecuencia.

Para un rendimiento óptimo, la superficie electroerosionada debería ser rectificada / pulida y revenir de nuevo el utillaje a aproximadamente 25°C por debajo de la temperatura original de revenido.

Al electroerosionar medidas grandes o formas complicadas, SLEIPNER deberá revenirse a alta temperatura, por encima de los 500°C.

Comparación relativa de los aceros de Uddeholm para aplicaciones de trabajo en frío

PROPIEDADES DEL MATERIAL Y RESISTENCIA LOS MECANISMOS DE FALLO

Calidad Uddeholm	Dureza/ Resistencia a la deformación plástica	Mecanibilidad	Rectificabilidad	Estabilidad dimensional	Resistencia al		Resistencia a la rotura por	
					Desgaste abrasivo	Desgaste adhesivo	Ductilidad/ resistencia a melladuras	Tenacidad/ grandes roturas
ARNE	████	████████	████████	█	████	████	████	████
CALMAX	████	████████	████████	██████	████	██████	████████	██████
RIGOR	████	████████	██████	██████	██████	████	████	██████
SLEIPNER	██████	████████	██████	██████	██████	██████	████	██████
SVERKER 21	████	████████	████	██████	██████	█	█	██████
SVERKER 3	████	████	█	██████	████████	█	█	██████
VANADIS 4	████	██████	████	████████	██████	██████	██████	██████
VANADIS 6	██████	████	████	████████	████████	██████	██████	██████
VANADIS 10	██████	█	█	████████	████████	██████	████	██████
VANADIS 23	██████	██████	████	████████	██████	██████	██████	██████

Información adicional

Rogamos contacte con su oficina local de Uddeholm para información más detallada sobre selección, tratamiento térmico, aplicación y disponibilidad de los aceros de Uddeholm.