

# ARNE®

# DF-2

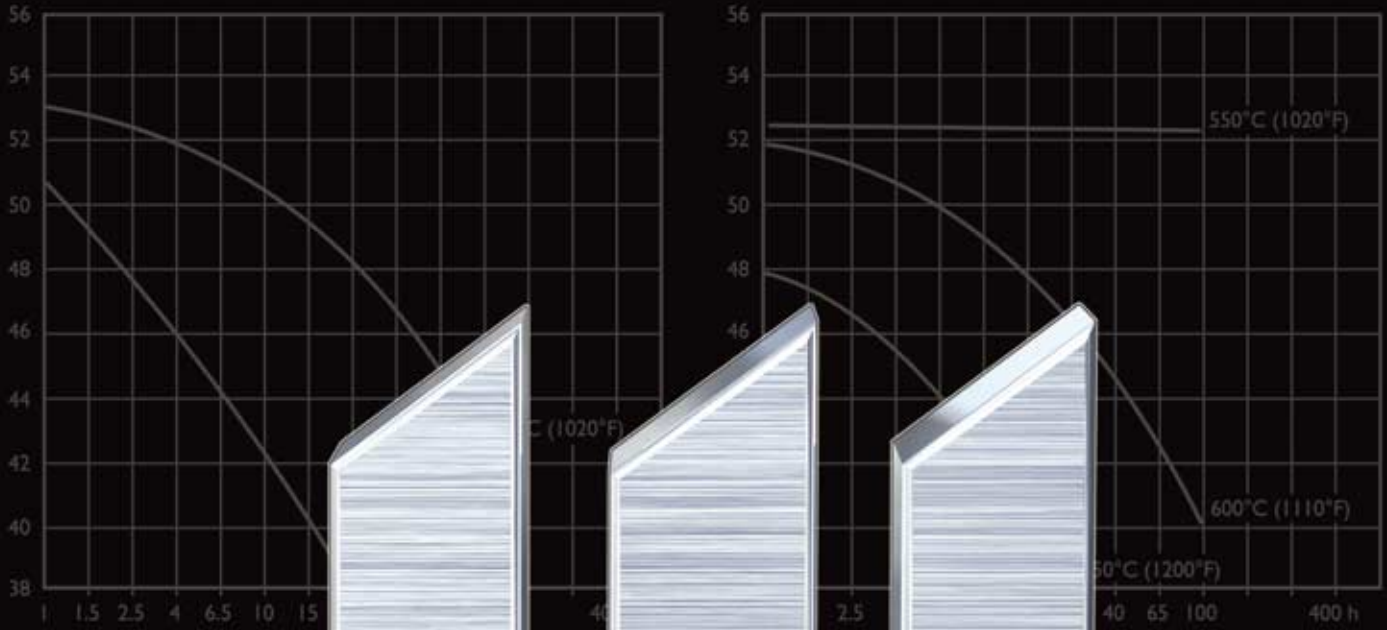
## Acero para trabajo en frío

COLD WORK

PLASTIC MOULDING

HOT WORK

HIGH PERFORMANCE STEEL



Typical analysis %	C 2,05	Mn 0,8	Cr 4,5	W 0,2
Standard specification	AISI D6, ( )	D3) (W.Nr. 1.2796)		
Delivery condition	Soft annealed	to approx. 200 HB		
Colour code	Red	our co		

Temperature	20°C (68°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)
Density kg/m <sup>3</sup> lbs/m <sup>3</sup>	7 770 0,281	7 670 0,277	7 650 0,275
Modulus of elasticity N/mm <sup>2</sup> psi	194 000 28,1 × 10 <sup>8</sup>	189 000 27,4 × 10 <sup>8</sup>	173 000 25,1 × 10 <sup>8</sup>
Coefficient of thermal expansion per °C from 20°C per °F from 68°F	to 100°C 11,7 × 10 <sup>-6</sup> to 212°F 6,5 × 10 <sup>-6</sup>	to 200°C 12 × 10 <sup>-6</sup> to 400°F 6,7 × 10 <sup>-6</sup>	to 400°C 13,0 × 10 <sup>-6</sup> to 750°F 7,3 × 10 <sup>-6</sup>
Thermal conductivity W/m °C Btu in (ft <sup>2</sup> h°F)	- -	27 187	32 221
Specific heat K/kg °C Btu/lbs °F	455 0,109	525 0,126	608 0,145

Los datos en este impreso están basados en nuestros conocimientos actuales, y tienen por objeto dar una información general sobre nuestros productos y sus campos de aplicación. Por lo que no se debe considerar que sean una garantía de que los productos descritos tienen ciertas características o que sirven para objetivos especiales.

## Información general

Arne es un acero al manganeso-cromo-tungsteno templeable en aceite y muy versátil, para uso general. Es apto para una gran variedad de aplicaciones de trabajo en frío. Entre sus principales características se cuentan:

- Buena mecanibilidad
- Buena estabilidad dimensional en el temple
- Una buena combinación de gran dureza superficial y tenacidad tras el temple y revenido.

Unidas, estas características reportan un acero apropiado para la fabricación de herramientas de gran longevidad y alta rentabilidad en la producción.

Arne puede suministrarse en varios acabados, incluyendo el laminado en caliente, pre-mecanizado, mecanizado fino y rectificado de precisión. También puede obtenerse en forma de barras huecas y anillos.

Análisis típico %	C 0,95	Mn 1,1	Cr 0,6	W 0,6	V 0,1
Normas equivalentes	UNE F-5220, W.-Nr.1.2510, AISI O1 (SS 2140)				
Estado de suministro	Recocido blando aprox. 190 HB				
Código de color	Amarillo				

## Aplicaciones

Herramientas para	Espesor del material	HRC
<b>Corte</b> Cizallado, punzonado, troquelado, desbarbado, tronzado	hasta 3 mm 3- 6 mm 6-10 mm	60-62 56-60 54-56
Cizallas cortas para trabajar en frío		54-60
Herramientas de tronzado y desbarbado para piezas de forja	caliente frío	58-60 56-58
<b>Conformado</b> Doblar, acuñar, embutición profunda, repujado y conformado por estirado		56-62
Troqueles de acuñar en frío pequeños		56-60
Puntos de torno Manguitos guía, expulsores, brocas y machos de roscar de tamaño pequeño y mediano Levas, boquillas, pistones y ruedas dentadas pequeñas		58-62

## Propiedades

### CARACTERISTICAS FISICAS

Templado y revenido a 62 HRC.

Características a la temperatura ambiental y temperaturas elevadas.

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densidad kg/m <sup>3</sup>	7 800	7 750	7 700
Módulo de elasticidad N/mm <sup>2</sup> kp/mm <sup>2</sup>	190 000 19 500	185 000 19 000	170 000 17 500
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20°C	-	11,7 x 10 <sup>-6</sup>	11,4 x 10 <sup>-6</sup>
Conductividad térmica W/m °C	32	33	34
Calor específico J/kg °C	460	-	-

### RESISTENCIA A LA COMPRESION

Valores aproximados.

Dureza HRC	Resistencia a la compresión	
	Rm N/mm <sup>2</sup>	Rc0,2 N/mm <sup>2</sup>
62	3000	2200
60	2700	2150
55	2200	1800
50	1700	1350



Herramienta de desbarbado y corte de cantos fabricada con Arne para recipientes de chapa de acero inoxidable de 0,914 mm de espesor y unas dimensiones de 254 x 152 x 203 mm.

# Tratamiento térmico

## RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 780°C. Luego enfriarlo en el horno 15°C por hora hasta 650°C y por último libremente en el aire.

## ELIMINACION DE TENSIONES — ESTABILIZADO

Después del desbastado en máquina, debe calentarse la herramienta en toda su masa a 650°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y después libremente al aire.

## TEMPLE

Temperatura de precalentamiento: 600–700°C

Temperatura de austenización: 790–850°C

Temperatura °C	Tiempo de mantenimiento* minutos	Dureza antes del revenido HRC
800	30	aprox. 65
825	20	aprox. 65
850	15	aprox. 63

\* Tiempo de mantenimiento = tiempo a la temperatura de temple después de que la herramienta está plenamente calentada en toda su masa.

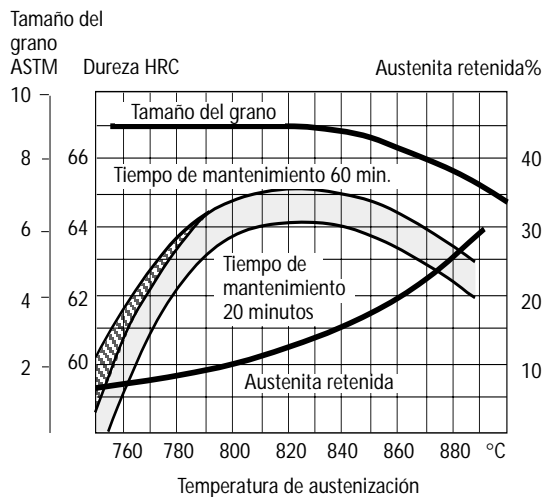
Proteger la herramienta contra decarburación y oxidación durante el proceso de temple.

## AGENTES DE ENFRIAMIENTO

- Aceite
- Temple escalonado martensítico a 180–225°C, después, enfriar al aire.

Nota: Revenir inmediatamente que la herramienta alcance 50–70°C.

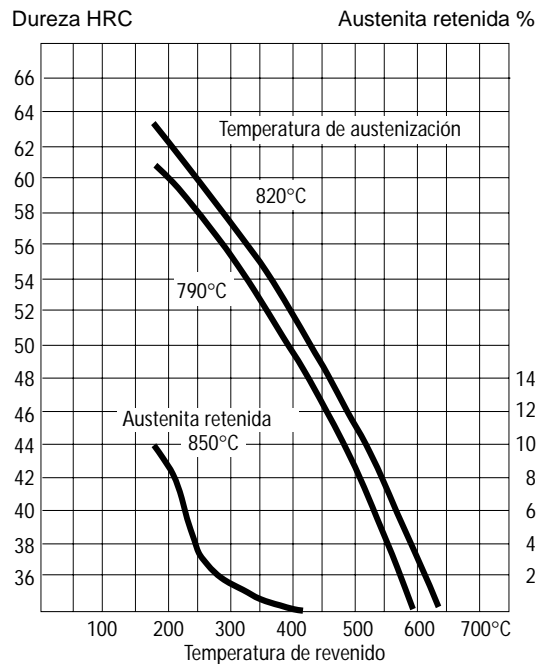
Dureza, tamaño del grano y austenita retenida, en función de la temperatura de austenización.



## REVENIDO

Elegir la temperatura de acuerdo con la dureza requerida según el gráfico de revenido. Revenir dos veces con enfriamiento intermedio a la temperatura ambiental. Mínima temperatura de revenido 180°C. Tiempo mínimo de mantenimiento de temperatura, 2 horas.

Gráfico de revenido



## TEMPLE ESCALONADO MARTENSITICO

Las herramientas se sumergen en el baño de temple a la temperatura de austenización durante el tiempo indicado, enfriándose luego en aire hasta una temperatura no inferior a 100°C. Revenir inmediatamente al igual que al templar en aceite.

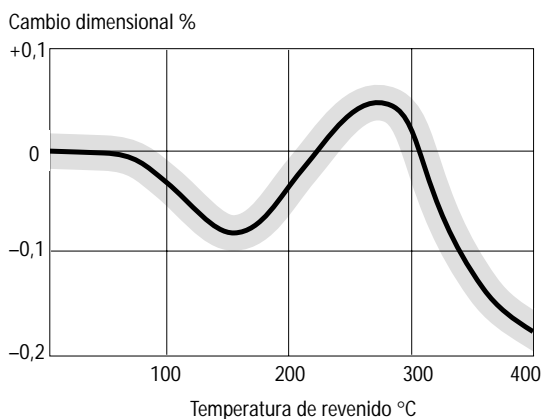
Temperatura de austenización °C	Temperatura del baño de temple °C	Tiempo en el baño de temple minutos	Dureza superficial antes del revenido*
825	225	máx. 5	64±2 HRC
825	200	máx. 10	63±2 HRC
825	180	máx. 20	62±2 HRC
850	225	máx. 10	62±2 HRC

\* Obtenida mediante temple escalonado martensítico.

## CAMBIOS DIMENSIONALES DURANTE EL TEMPLE

Plancha de muestra, 100 x 100 x 25 mm

		Ancho %	Longitud %	Espesor %
Temple en aceite desde 830°C	min.	+0,03	+0,04	-
	máx.	+0,10	+0,10	+0,02
Temple escalonado martensítico desde 830°C	min.	+0,04	+0,06	-
	máx.	+0,12	+0,12	+0,02



*Nota:* Hay que sumar los cambios dimensionales experimentados en el temple y revenido. Tolerancia recomendada 0,25%.



*Herramienta de troquelar fabricada en acero Arne mecanizado de precisión.*

## TRATAMIENTO SUB-CERO Y ENVEJECIMIENTO

Las piezas que requieran una estabilidad dimensional máxima deberán someterse a tratamiento sub-cero y/o envejecimiento artificial, para que con el tiempo no experimenten cambios en el volumen. Esto se aplica, por ejemplo, a las herramientas de medición y ciertas piezas de construcción.

### Tratamiento sub-cero

Inmediatamente después del temple la pieza se enfriará entre  $-70$  y  $-80^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo de 3–4 horas, seguido de revenido o envejecimiento. El tratamiento sub-cero confiere un aumento de dureza de 1–3 HRC. Evitar las formas complicadas debido al riesgo de formación de grietas.

### Envejecimiento

El revenido después del temple se sustituirá por envejecimiento a  $110$ – $140^{\circ}\text{C}$  durante 25–100 horas.

## Recomendaciones de mecanizado

Los datos de corte mostrados a continuación deben ser considerados como guía debiendo ser adaptados a las condiciones específicas existentes.

### TORNEADO

Parámetros de corte	Torneado con metal duro		Torneado con acero rápido
	Torneado de desbaste	Torneado fino	Torneado fino
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min	160–210	210–260	20–25
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
Mecanizado grupo ISO	P20–P30 Metal duro revestido	P10 Metal duro revestido o cermet	—

### FRESADO

#### Fresado frontal y axial

Parámetros de corte	Fresado con metal duro	
	Fresado de desbaste	Fresado fino
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min	170–250	250–290
Avance ( $f_z$ ) mm/diente	0,2–0,4	0,10–0,20
Profundidad de corte ( $a_p$ ) mm	2–5	–2
Mecanizado grupo ISO	P20–P40 Metal duro revestido	P10–P20 Metal duro revestido o cermet

#### Fresado de acabado

Parámetros de corte	Tipo de fresa		
	Metal duro integral	Insertado metal duro	Acero rápido
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min	150–190	160–220	25–30 <sup>1)</sup>
Avance ( $f_z$ ) mm/diente	0,03–0,2 <sup>2)</sup>	0,08–0,2 <sup>2)</sup>	0,05–0,35 <sup>2)</sup>
Mecanizado grupo ISO	K20, P40	P20–P30	—

<sup>1)</sup> Para fresas de acabado revestidos  $v_c = 45–50$  m/min.

<sup>2)</sup> Dependiendo de la profundidad de corte radial y del diámetro

### TALADRADO

#### Taladrado con brocas de acero rápido

Diámetro de la broca mm	Velocidad de corte ( $v_c$ ), m/min	Avance (f) mm/r
–5	15–17*	0,08–0,20
5–10	15–17*	0,20–0,30
10–15	15–17*	0,30–0,35
15–20	15–17*	0,35–0,40

\* Para brocas de acero rápido recubiertos  $v_c = 26–28$  m/min.

#### Taladro con brocas de metal duro

Parámetros de corte	Tipo de broca		
	Metal duro insertado	Metal duro sólido	Taladro con canales de refrigeración <sup>1)</sup>
Velocidad de corte ( $v_c$ ) m/min	200–220	110–140	70–90
Avance (f) mm/r	0,05–0,25 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Brocas con canales de refrigeración interna y plaqueta de metal duro.

<sup>2)</sup> Dependiendo del diámetro de la broca.

### RECTIFICADO

A continuación damos unas recomendaciones generales sobre muelas de rectificadas, pueden obtener más información en el catálogo de Uddeholm «Rectificado de Acero para Herramientas».

Tipo de rectificado	Muelas recomendadas	
	Estado recocido blando	Estado templado
Rectificado frontal	A 46 H V	A 46 H V
Rectificado frontal por segmentos	A 24 G V	A 36 G V
Rectificado cilíndrico	A 46 L V	A 60 K V
Rectificado interno	A 46 J V	A 60 I V
Rectificado de perfil	A 100 L V	A 120 J V

## Soldadura

Se pueden obtener buenos resultados al soldar un acero para herramientas si se toman las precauciones necesarias durante la operación de soldadura (temperatura de trabajo elevada, preparación de la junta, elección de los consumibles y buen procedimiento de soldadura). Si la herramienta debe ser pulida o fotograbada debe utilizarse un electrodo que tenga la misma composición.

Método de soldadura	Temperatura de trabajo	Material de soldadura	Dureza después de soldadura
MMA	200–250°C	AWS E312 ESAB OK 84.52 UTP 67S Castolin 2 Castolin N 102	300 HB 53–54 HRC 55–58 HRC 54–60 HRC 54–60 HRC
TIG	200–250°C	AWS ER312 UTPA 67S UTPA 73G2 Castotig 5	300 HB 55–58 HRC 53–56 HRC 60–64 HRC

## Mecanizado por electroerosión

Si la electroerosión se efectúa en material templado y revenido, deberá darse a la herramienta un revenido adicional a aprox. 25°C por debajo de la temperatura de revenido anterior.

## Información adicional

Póngase en contacto con la oficina local de Uddeholm para obtener una mayor información sobre la selección, tratamiento térmico, aplicaciones y disponibilidad de los aceros de Uddeholm para herramientas incluyendo la publicación «Aceros para utillaje de estampación».

## Cuadro comparativo del acero Uddeholm para aplicaciones de trabajo en frío

### PROPIEDADES DEL MATERIAL Y RESISTENCIA A 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	████████	██████	████	████████	████████	██████	██████	████