

# **UDDEHOLM** **MANUAL DE** **BOLSILLO**

Gama completa de aceros  
para utillajes de Uddeholm

# CONTENIDO

---

CALIDADES DE ACERO UDDEHOLM	
– Composición .....	4 – 5
– Estándares internacionales .....	6 – 7
– Tratamiento térmico .....	8 – 9
– Dureza después de temple y revenido .....	10 – 11
ACERO PARA HERRAMIENTAS DE TRABAJO EN FRÍO .....	12 – 18
ACERO PARA CUCHILLAS INDUSTRIALES .....	19 – 21
ACERO PARA MOLDES DE FUNDICIÓN INYECTADA .....	22 – 25
ACERO PARA MATRICES DE EXTRUSIÓN .....	26 – 29
ACERO PARA UTILLAJES DE FORJA .....	30 – 33
ACERO PARA MOLDES DE PLÁSTICO .....	34 – 41
PRINCIPIOS DE TEMPLE .....	43
ACERO PULVIMETALÚRGICO PARA UTILLAJES .....	44 – 45
UDDEHOLM COMPONENT BUSINESS .....	46 – 47
ACERO PARA UTILLAJES PRE-MECANIZADO .....	48 – 49
SERVICIO DE MECANIZADO .....	50
RECOMENDACIONES	
– mejora del rendimiento del utillaje .....	51
– diseño de utillajes .....	52
– tratamiento térmico de utillajes .....	53
– reparación mediante soldadura .....	53
– rectificad de acero para utillajes .....	54
– electroerosión (EDM) .....	55
– pulido de acero para moldes .....	56 – 57
– fotograbado o texturizado .....	58
TABLA DE EQUIVALENCIAS DE DUREZA .....	59
FÓRMULAS Y FACTORES DE CONVERSIÓN .....	60 – 61
UNIDADES DE MEDICIÓN .....	64 – 69
TOLERANCIAS ISO .....	70
TABLAS DE CONVERSIÓN DE TEMPERATURA .....	72 – 73
TABLA DE PESOS .....	74 – 78
DENOMINACIONES .....	79
CATÁLOGOS TÉCNICOS DE UDDEHOLM .....	80

El **MANUAL DE BOLSILLO UDDEHOLM** presenta, de forma clara y concisa, el rango de calidades de acero Uddeholm para herramientas desarrolladas específicamente para satisfacer las demandas de las aplicaciones más exigentes.

Las calidades de Uddeholm en acero para herramientas son muy amplias y, por esta razón, este libro no contiene toda la información necesaria. Si desea una información más extensa, contacte con la oficina Uddeholma más cercana o visite nuestra página web [www.acerosuddeholm.com](http://www.acerosuddeholm.com)

Al final del manual presentamos una explicación de los términos y otras informaciones técnicas existentes en Uddeholm.

# CALIDADES DE ACERO UDDEHOLM - COMPOSICIÓN

Calidad Uddeholm	Código de color	Análisis típico							
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	S
									<b>W</b>
ARNE	Amarillo	0.95	0.3	1.1	0.6			0.1	0.55
BURE	Amarillo/Violeta	0.39	1.0	0.4	5.3	1.3		0.9	
CALDIE	Blanco/Gris	0.70	0.2	0.5	5.0	2.3		0.5	
CALMAX	Blanco/Violeta	0.60	0.35	0.8	4.5	0.5		0.2	
CARMO	Rojo/Violeta	0.60	0.35	0.8	4.5	0.5		0.2	
VIKING	-	0.50	1.0	0.5	8.0	1.5		0.5	
									<b>Al</b>
CORRAX <sup>®</sup>	Negro/Gris	0.03	0.3	0.3	12.0	1.4	9.2		1.6
DIEVAR <sup>®</sup>	Amarillo/Gris	0.35	0.2	0.5	5.0	2.3		0.6	
ELMAX									
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	Azul/Negro	1.70	0.8	0.3	18.0	1.0		3.0	
FORMAX	Negro	0.18	0.3	1.3					
FORMVAR	Violeta/ Amarilloverde	0.35	0.2	0.5	5.0	2.3		0.6	
HOLDAX	Amarillo/Azul	0.40	0.4	1.5	1.9	0.2			0.07
IDUN	Marrón/ Verde oscuro	0.21	0.9	0.45	13.5	0.2	0.6	0.25	
IMPAX									
SUPREME	Amarillo/Verde	0.37	0.3	1.4	2.0	0.2	1.0		
MIRRAX ESR	<sup>2)</sup>	0.25	0.3	0.5	13.3	0.3	1.3	0.3	<b>+N</b>
MIRRAX 40	Naranja/Verde	0.21	0.9	0.45	13.5	0.2	0.6	0.25	<b>+N</b>
NIMAX ESR	Azul	0.1	0.3	2.5	3.0	0.3	1.0		
NIMAX	Azul claro/ Azul oscuro	0.1	0.3	2.5	3.0	0.3	1.0		
ORVAR									
SUPREME	Naranja	0.39	1.0	0.4	5.2	1.4		0.9	
ORVAR									
SUPERIOR	Azul/Gris	0.39	1.0	0.4	5.2	1.4		0.9	
ORVAR 2 M <sup>®</sup>	Naranja/Violeta	0.39	1.0	0.4	5.3	1.3		0.9	
POLMAX	Verde/Negro	0.38	0.9	0.5	13.6			0.3	
QRO 90									
SUPREME	Naranja/Marrón	0.38	0.3	0.8	2.6	2.3		0.9	
RIMAX HH	<sup>4)</sup>	0.12	0.2	1.3	13.4	0.5	1.6	0.2	0.1 <b>+N</b>
RIGOR	Rojo/Verde	1.00	0.3	0.6	5.3	1.1		0.2	
ROYALLOY	<sup>5)</sup>	0.05	0.4	1.2	12.6			<b>+N +Cu</b>	0.12
SLEIPNER	Azul/Marrón	0.90	0.9	0.5	7.8	2.5		0.5	
STAVAX ESR	Negro/Naranja	0.38	0.9	0.5	13.6			0.3	

Calidad Uddeholm	Código de color	Análisis típico							
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	S
SVERKER 3	Rojo	2.05	0.3	0.8	12.7				<b>W</b> 1.1
SVERKER 21	Amarillo/Blanco	1.55	0.3	0.4	11.3	0.8		0.8	
TYRAX ESR	Negro/Violeta	0.4	0.2	0.5	12.0	2.3		0.5	<b>+N</b>
UHB 11	Blanco	0.50	0.2	0.7					
UNIMAX	Marrón/Gris	0.50	0.2	0.5	5.0	2.3		0.5	
VANADIS 4 EXTRA <sup>8)</sup>									
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	<sup>6)</sup>	1.40	0.4	0.4	4.7	3.5		3.7	
VANADIS 8	Verde/ Violeta claro	2.3	0.4	0.4	4.8	3.6		8.0	
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	Gris								<b>N</b>
VANAX	/Azul oscuro	0.36	0.3	0.3	18.2	1.1		3.5	1.55
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	Verde/ /Azul oscuro	1.30	0.5	0.4	4.5	1.8		10.0	<b>N</b> 1.8
VANCRON									
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>									
VIDAR									
SUPERIOR	<sup>7)</sup>	0.36	0.3	0.3	5.0	1.3		0.5	
VIDAR 1	Naranja/ Azul claro	0.38	1.0	0.4	5.0	1.3		0.4	
VIDAR 1 ESR	Naranja/ Azul oscuro	0.38	1.0	0.4	5.0	1.3		0.4	
<b>Aceros rápidos</b>		<b>C</b>			<b>Cr</b>	<b>Mo</b>	<b>W</b>	<b>V</b>	<b>Co</b>
VANADIS 23									
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	Violeta	1.28			4.2	5.0	6.4	3.1	
VANADIS 30									
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	Verde	1.28			4.2	5.0	6.4	3.1	8.5
VANADIS 60									
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	Oro	2.30			4.2	7.0	6.5	6.5	10.5

1) Aceros Pulvimetalúrgicos

2) Negro/Naranja con una línea blanca transversal

3) M = Microdized

4) Negro/Marrón con una línea blanca transversal

5) Amarillo/Azul con una línea blanca transversal

6) Verde/Blanco con una línea blanca transversal

7) Rojo/Naranja con una línea blanca transversal

8) Corrax, Dievar y Vanadis 4 Extra también están disponibles en formato polvo para fabricación aditiva con propiedades similares a las del formato en barra, así como LMD para laser cladding

# ESTÁNDARES INTERNACIONALES

Calidad Uddeholm	ASSAB	AISI (USA)	BS4659 (GB)	W.-Nr. (Alemania)	SS (Suecia)	JIS (Japón)
ARNE	DF-2	O1	BO1	1.2510	(2140)	SKS 3
BURE	BURE	-	-	-	-	-
CALDIE	CALDIE	-	-	-	-	-
CALMAX	CALMAX	-	-	1.2358	-	-
CARMO	CARMO	-	-	1.2358	-	-
VIKING	VIKING	-	-	(1.2631)	-	-
CORRAX	CORRAX	-	-	-	-	-
DIEVAR	DIEVAR	-	-	-	-	-
ELMAX	ELMAX	-	-	-	-	-
SUPER-CLEAN <sup>2)</sup>	SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
FORMAX	-	-	-	-	2172	-
FORMVAR	FORMVAR	-	-	-	-	-
HOLDAX	-	-	-	1.2312	-	-
IDUN	IDUN	420, mod.	-	-	-	-
IMPAX	-	P20	-	-	-	-
SUPREME	718 SUPREME	modificado	-	(1.2738)	-	-
MIRRAX ESR	MIRRAX ESR	420, mod.	-	-	-	SUS
MIRRAX 40	MIRRAX 40	420, mod.	-	-	-	-
NIMAX ESR	NIMAX ESR	-	-	-	-	-
NIMAX	NIMAX	-	-	-	-	-
ORVAR	-	H13	-	-	-	-
SUPREME	8407 SUPREME	mejorado	BH13	1.2344	2242	SKD 61
ORVAR	-	H13	-	-	-	-
SUPERIOR	-	mejorado	BH13	1.2344	2242	SKD 61
ORVAR 2 M <sup>2)</sup>	8407-2M	H13	BH13	1.2344	2242	SKD 61
POLMAX	POLMAX	420, mod.	-	(1.2083)	2314	SUS 420
QRO 90	QRO 90	-	-	-	-	-
SUPREME	SUPREME	-	-	-	-	-
RAMAX HH	RAMAX HH	(420F)	-	-	-	-
RIGOR	XW-10	A2	BA2	1.2363	2260	SKD 12
ROYALLOY	ROYALLOY	-	-	-	-	-
SLEIPNER	ASSAB 88	-	-	-	-	-
STAVAX ESR	STAVAX ESR	420, mod.	-	(1.2083)	2314	SUS 420

Calidad Uddeholm	ASSAB	AISI (USA)	BS4659 (GB)	W.-Nr. (Alemania)	SS (Suecia)	JIS (Japón)
SVERKER 3	XW-5	(D6)	BD6	(1.2436)	2312	(SKD 2)
SVERKER 21	XW-42	D2	BD2	1.2379	2310	SKD 11
TYRAX ESR	TYRAX ESR	-	-	-	-	-
UHB 11	-	1148	-	1.1730 1672	1650/ -	-
UNIMAX	UNIMAX	-	-	-	-	-
VANADIS 4 EXTRA	VANADIS 4 EXTRA	-	-	-	-	-
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
VANADIS 8	VANADIS 8	-	-	-	-	-
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
VANAX	VANAX	-	-	-	-	-
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	SUPERCLEAN	-	-	-	-	-
VANCRON	VANCRON	-	-	-	-	-
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
VIDAR	VIDAR	-	-	1.2340	-	-
SUPERIOR	SUPERIOR	(H11) <sup>3)</sup>	(BH 11)	(1.2343) <sup>3)</sup>	-	(SKD 6)
VIDAR 1	-	H11	BH11	1.2343	-	SKD 6
VIDAR 1 ESR	VIDAR 1 ESR	H11	BH11	1.2343	-	SKD 6
<b>Acero rápido</b>						
VANADIS 23	ASSAB 23	-	-	-	-	-
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	M3:2	-	1.3395	2725	-
VANADIS 30	ASSAB 30	-	-	-	-	-
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	(M3:2+Co)	-	1.3294 ~CM3:2 +Co	2726	-
VANADIS 60	ASSAB 60	-	-	-	-	-
SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	SUPERCLEAN <sup>1)</sup>	-	-	(1.3292)	2727	-

Algunas equivalencias son solo aproximadas ( ).

<sup>1)</sup> Aceros Pulvimetalúrgicos.

<sup>2)</sup> M = Microdized

<sup>3)</sup> W.-Nr. 1.2343 o AISI H11 premium modificado.

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO\*

Calidad Uddeholm	HB <sup>1)</sup>	Temperatura de recocido blando °C	Campo de temp. de austenización (temple) °C	Medio de enfriamiento
ARNE	~190	780	790-850	Aceite, baño en etapas
BURE	~180	850	1020-1050	Aire, etapa, aceite
CALDIE	~215	860	1000-1050	Aire, etapa
CALMAX	~200	860	950-970	Aire, etapa, aceite
CARMO	~250 <sup>2)</sup>	860	950-970	Aire, etapa, aceite
VIKING	~225	880	980-1050	Aire, etapa, aceite
CORRAX <sup>4)</sup>	~330	-	-	-
DIEVAR	~160	850	1000-1025	Aire, etapa, aceite
ELMAX				
SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	~280	980	1050-1100	Aire, etapa, sal
FORMAX	~170	-	-	-
FORMVAR	<229	850	1000-1025	Aire, etapa, aceite
HOLDAX	~310 <sup>2)</sup>	700	estado de suministro	-
IDUN	~420	-	-	-
IMPAX				
SUPREME	~310 <sup>2)</sup>	700	estado de suministro	-
MIRRAX ESR	~250	740	1000-1025	Aire, etapa
MIRRAX 40	~380 <sup>2)</sup>	-	estado de suministro	-
NIMAX ESR	~380 <sup>2)</sup>	-	estado de suministro	-
NIMAX	~380 <sup>2)</sup>	-	estado de suministro	-
ORVAR				
SUPREME	~180	850	1020-1050	Aire, etapa, aceite
ORVAR				
SUPERIOR	~180	850	1020-1050	Aire, etapa, aceite
ORVAR 2 M <sup>6)</sup>	~180	850	1020-1050	Aire, etapa, aceite
POLMAX	~190	890	1000-1050	Etapas, baño sales, aire
QRO 90				
SUPREME	~180	820	1020-1050	Aire, etapa, aceite
RAMAX HH	~340 <sup>2)</sup>	740	estado de suministro	-
RIGOR	~215	850	925-960	Aire, etapa
ROYALLOY	~310 <sup>2)</sup>	-	estado de suministro	-
SLEIPNER	~235	850	950-1080	Aire, etapa
STAVAX ESR	~190	890	1010-1050	Etapas, baño sales, aire
SVERKER 3	~240	850	920-1000	Aire, etapa
SVERKER 21	~210	850	990-1080	Aire, etapa
TYRAX ESR	~190	860	1080	Aire, etapa
UHB 11	~200	700	estado de suministro	-
UNIMAX	~185	850	1000-1025	Aire, etapa

Calidad Uddeholm	HB <sup>1)</sup>	Temperatura de recocido blando °C	Campo de temp. de austenización (temple) °C	Medio de enfriamiento
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	~230	900	940–1180	Aire, etapa
VANADIS 8 SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	≤270	900	1020–1180	Aire, etapa
VANAX SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	260	980**	1080	Aire, etapa, aceite + enfriamiento en prof.
VANCRON SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	~300	900	950–1150	Aire, etapa
VIDAR SUPERIOR	~180	850	980–1000	Aire, etapa, aceite
VIDAR 1	~180	850	990–1010	Aire, etapa, aceite
VIDAR 1 ESR	~180	850	990–1010	Aire, etapa, aceite
<b>Acero rápido</b>				
VANADIS 23 SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	~260	875	1050–1180	Aire, etapa
VANADIS 30 SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	~300	875	1000–1180	Aire, etapa
VANADIS 60 SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	~320	875	1000–1180	Aire, etapa

\* La selección del medio de enfriamiento depende del tipo de acero, la complejidad del utillaje y el tamaño.

Hay más información sobre las recomendaciones de tratamiento térmico disponible en los catálogos técnicos de cada calidad de acero Uddeholm

Alivio de tensiones: después del mecanizado de desbaste, la herramienta deberá calentarse enteramente a 650°C, manteniendo la temperatura durante 2 horas. Enfriar lentamente a 500°C, y luego libremente al aire. (Excepción: Uddeholm Impax Supreme, Uddeholm Holdax, Uddeholm Mirrax 40, Uddeholm Ramax HH y Uddeholm Fermo utilizar a máx. 550°C como temperatura de alivio de tensiones. Para Uddeholm Nimax utilizar 450°C.)

\*\* En atmósfera protegida

<sup>1)</sup> Dureza estándar de suministro

<sup>2)</sup> Pretemplado

<sup>3)</sup> Acero Pulvimetalúrgico

<sup>4)</sup> Tratamiento en solución. Alta dureza obtenida por envejecimiento.

Para fabricación aditiva, el tratamiento en solución será a 850°C durante 30 minutos. Alta dureza obtenida por envejecimiento.

<sup>6)</sup> M = Microdized

## DUREZA APROXIMADA DESPUÉS DE TEMPLE Y REVENIDO

Calidad Uddeholm	Temperatura de temple °C	Dureza HRC a temp. de revenido °C, 2 x 2 h					
		200	250	500	525	550	600
ARNE	830 <sup>1)</sup>	62	60	45	43	41	38
BURE	1020	52	52	53*	-	52	46
CALDIE	1020	3 x 525°C*** 60		3 x 540°C 59		3 x 560°C 56	
CALMAX	960	59	58	53	53	50	43
CARMO	960	59	58	53	53	50	43
VIKING	1010	59	57	59*	58	56	48
CORRAX	850 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-
DIEVAR	1025	53	52	52*	-	52	47
ELMAX	1080	59	58	60**	59**	58**	-
SUPERCLEAN <sup>3)</sup>							
FORMAX	-	-	-	-	-	-	-
FORMVAR	1025	53	52	52*	-	52	47
HOLDAX	-	-	-	-	-	-	-
IDUN	-	-	-	-	-	-	-
IMPAX							
SUPREME	-	-	-	-	-	-	-
MIRRAX ESR	1020	-	50	52**	-	42**	36
MIRRAX 40	-	-	-	-	-	-	-
NIMAX ESR <sup>4)</sup>	-	-	-	-	-	-	-
NIMAX <sup>4)</sup>	-	-	-	-	-	-	-
ORVAR							
SUPREME	1020	52	52	54*	-	52	46
ORVAR							
SUPERIOR	1020	52	52	54*	-	52	46
ORVAR 2							
MICRODIZED	1020	52	52	54*	-	52	46
POLMAX	1030	53	52	54**	-	43**	37
QRO 90							
SUPREME	1020	49	49	51*	-	51*	50 <sup>5)</sup>
RAMAX HH	-	-	-	-	-	-	-
RIGOR	950	61	59	56*	55*	53	46
ROYALLOY	-	-	-	-	-	-	-
SLEIPNER	1030	3 x 525°C*** 62		3 x 540°C 60		3 x 560°C 58	
STAVAX ESR	1030	53	52	54**	-	43**	37
TYRAX ESR	1080	-	-	57**	58**	56**	45
SVERKER 3	960	60	59	56	53	-	-

Calidad Uddeholm	Temperatura de temple °C	Dureza HRC a temp. de revenido °C, 2 x 2 h					
		200	250	500	525	550	600
SVERKER 21	1020	63	59	60	57	54	48
UHB 11	–	–	–	–	–	–	–
UNIMAX	1020	–	–	–	57***	55	49
VIDAR							
SUPERIOR	1000	52	51	51*	–	50	45
VIDAR 1	1000	54	53	55*	–	52	46
VIDAR 1 ESR	1000	54	53	55*	–	52	46
VANADIS 4		<b>3 x 525°C***</b>		<b>3 x 540°C</b>		<b>3 x 560°C</b>	
EXTRA	1020 <sup>7)</sup>	61		60		59	
SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	1180 <sup>6)</sup>	64		64		63	
VANADIS 8	1020 <sup>7)</sup>	61		60		59	
SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	1180 <sup>6)</sup>	64		64		63	
VANAX							
SUPERCLEAN <sup>6)</sup>	1080°C	60	60	–	–	–	47
VANCRON				<b>3 x 540°C</b>			
SUPERCLEAN <sup>3)</sup>	950–1150			57–65			
<b>Acero rápido</b>				<b>3 x 560°C</b>			
VANADIS 23				60–66			
SUPERCLEAN <sup>7)</sup>	1050–1180			60–67			
VANADIS 30				64–69			
SUPERCLEAN <sup>7)</sup>	1000–1180			64–69			
VANADIS 60				64–69			
SUPERCLEAN <sup>7)</sup>	1000–1180			64–69			

\* Esta temperatura de revenido deberá evitarse debido al riesgo de fragilidad.

\*\* Para Uddeholm Stavax ESR, Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Polmax and Uddeholm Elmax SuperClean se reduce la resistencia a la corrosión.

\*\*\* La temperatura más baja de revenido al revenir a alta temperatura es de 525°C.

<sup>1)</sup> Enfriamiento en aceite

<sup>2)</sup> Tratamiento en solución. Envejecimiento: ~51 HRC después de 525°C/4h, ~44 HRC después de 575°C/4h, ~41 HRC después de 600°C/4h.

<sup>3)</sup> Aceros Pulvimetalúrgicos

<sup>4)</sup> La dureza en estado de suministro de Uddeholm Nimax ESR y Nimax no puede aumentarse. Se deben evitar tratamientos de revenido ya que conducirán a una merma de la tenacidad.

<sup>5)</sup> A 650°C 2 x 2h: 42 HRC

<sup>6)</sup> Se recomienda enfriamiento en profundidad justo después de la austenización

<sup>7)</sup> Para mejorar la resistencia al desgaste

## ACERO PARA HERRAMIENTAS DE TRABAJO EN FRÍO

### CORTE, PERFORACIÓN, DESBARBADO, DOBLADO, CONFORMADO

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
ARNE	Acero extremadamente adaptable, apropiado para punzones y troqueles, herramientas de desbarbado, cizallado, corte, rodillos de conformado, calibres, bujes y piezas de construcción para trabajos pesados.
CALDIE	Un moderno “acero matriz” exento de carburos primarios para aplicaciones de trabajo en frío donde se requiera gran resistencia contra las melladuras y resistencia a la compresión. Caldie es un acero para utillajes robusto y muy adecuado para el corte y estampación de materiales de trabajo difíciles (tipo AHSS - aceros avanzados de alta resistencia) en series medio-largas de producción.
CALMAX	Acero universal altamente aleado con alta tenacidad y buena resistencia al desgaste. Adecuado para corte de chapa gruesa en series cortas y medias donde el acero para herramientas está expuesto a grandes tensiones.
RIGOR	Acero con una excelente combinación de buena tenacidad, resistencia al desgase y estabilidad dimensional en el temple. Recomendado para utillaje en series medianas y grandes de trabajos en frío.
SLEIPNER	Un acero versátil con un amplio perfil de propiedades, desde una buena resistencia al desgaste, resistencia a la compresión y alta resistencia contra las roturas y melladuras, hasta una buena templabilidad y buenas propiedades de mecanizado. La amplia gama de propiedades de Uddeholm Sleipner hace que este sea un acero para trabajo en frío adecuado para todos los propósitos en series de producción medias.
SVERKER 3	Tipo de acero similar al Uddeholm Sverker 21, rico en carbono, con tungsteno añadido para aumentar su resistencia al desgaste. Recomendado para herramientas de corte y cizallamiento para materiales duros, aceros avanzados de alta resistencia y series de producción extremadamente largas.

Cont.



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS, SWEDEN

SVERKER 21	Acero al 12% de cromo, con una tenacidad algo más elevada y mayores aptitudes de temple cuando se temple al aire o al vacío. Para series de producción medias en las que haya exposición a desgaste abrasivo y no haya mucho riesgo de melladura.
UNIMAX	Un acero solucionador de problemas para aplicaciones severas donde se requiera gran resistencia contra las melladuras. Uddeholm Unimax es un acero matriz altamente aleado que cuenta con una combinación única de tenacidad y resistencia al desgaste.
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico para trabajo en frío, con las siguientes características: combinación extrema de tenacidad y resistencia al desgaste. Adecuado para largas series de producción en las que el material de trabajo produzca un desgaste adhesivo, tipo acero inoxidable, acero blando, metales y aceros de alto rendimiento.
VANADIS 8 SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico (PM) que se caracteriza por una extremadamente alta resistencia al desgaste (perfil de desgaste abrasivo), alta resistencia a la compresión, alta dureza en la superficie después del temple, muy buenas propiedades de temple, buena tenacidad y muy buena estabilidad durante el temple. Estas características se combinan creando un acero adecuado para series de fabricación largas en las que el desgaste abrasivo sea el factor dominante, como por ejemplo corte y conformado de material abrasivo, corte de juntas, corte de papel y láminas plásticas, cuchillas granuladoras, tornillos de extrusión, etc.
VANADIS 23 SUPERCLEAN	Un acero rápido pulvimetalúrgico (PM) para trabajo en frío, caracterizado por una alta resistencia al desgaste, tenacidad y alta resistencia a la compresión. Adecuado para aplicaciones de trabajo en frío en general con materiales de trabajo duros y semiduros y largas series de producción.
VANCRON SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico aleado con nitrógeno para aplicaciones en las que el gripado sea el principal

	mecanismo de fallo. Su bajo coeficiente de fricción y topografía superficial después del pulido lo convierten en una alternativa para aquellos casos en los que recubrimientos y carburos cementados son la única solución.
UHB 11	Acero con porcentaje medio de carbono para planchas superiores e inferiores, piezas de soporte de resistencia superior, placas retenedoras de punzón, chapas extractoras.
FORMAX	Acero bajo en carbono apropiado para grandes planchas superiores e inferiores y planchas de apoyo de resistencia media.
HOLDAX	Acero pretemplado (bonificado) para planchas de elevada resistencia, bolster, bloques sujetadores.

## ACERO PARA APLICACIONES ESPECÍFICAS

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
CARMO	Acero pretemplado para moldes para carrocería. Adecuado para temple a la llama o por inducción. Puede templarse a la llama hasta 58 HRC con profundidad de temple de 4-5 mm. Admite soldadura.
VANCRON SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico con adición de nitrógeno. Sin recubrir, tiene gran resistencia a las adherencias y al desgaste adhesivo.
VANADIS 30 SUPERCLEAN	Acero rápido pulvimetalúrgico con alta resistencia a la compresión y dureza a alta temperatura. Adecuado para aplicaciones en herramientas de corte.
VANADIS 60 SUPERCLEAN	Un acero rápido pulvimetalúrgico con alta resistencia a la compresión, excelente dureza a altas temperaturas y muy alta resistencia al desgaste. Se utiliza principalmente para herramientas de corte.

Disponemos de catálogos técnicos en cada calidad de acero con información detallada, aplicaciones y tratamiento térmico, etc.

## COMPARATIVA DE PROPIEDADES - ACEROS PARA TRABAJO EN FRÍO

Calidad Uddeholm	Dureza	Aptitud para mecanizado	Aptitud para rectificado	Estabilidad dimensional
ARNE				
CALMAX				
CALDIE				
RIGOR				
SLEIPNER				
SVERKER 21				
SVERKER 3				
UNIMAX				
VANADIS 4 EXTRA				
VANADIS 8				
VANADIS 23				
VANCRON				

## TABLA DE SELECCIÓN

Pieza	Calidad Uddeholm	Dureza HRC
Punzones, matrices	ARNE, CALDIE, CALMAX, RIGOR, SVERKER 3, SVERKER 21, SLEIPNER, UNIMAX, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8, VANCRON	54-64
Planchas superiores e inferiores	FORMAX, UHB 11, HOLDAX	Dureza de suministro
Chapa soporte punzón	ARNE	58-60

La mejor calidad y dureza dependerán del espesor y dureza del material a cortar/formar y de la longitud de la serie de producción.

## OTRAS APLICACIONES DE TRABAJO EN FRÍO

Aplicación	Calidad Uddeholm
Rodillos para laminar en frío	CALDIE, SLEIPNER, SVERKER 21, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8, VANADIS 23, VANCRON
Rodillos para conformar	SVERKER 21, CALDIE, CALMAX, SLEIPNER, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8, VANCRON
Moldeo de cerámica, rodillos de roscar	SVERKER 3, SVERKER 21, SLEIPNER, VANADIS 8
Compactación de polvo metálico	CALDIE, UNIMAX, VANADIS 4 EXTRA, VANCRON, VANADIS 8



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS, SWEDEN

## SELECCIÓN DE ACERO

Cuando deba seleccionarse un acero para realizar un utillaje de corte y conformado, deberían identificarse uno o varios mecanismos de fallo que puedan limitar la vida de las herramientas:

- desgaste (abrasivo/adhesivo)
- roturas/melladuras
- deformación plástica

Una vez establecidos los requisitos, el acero adecuado debe seleccionarse con la ayuda de la tabla siguiente. Esta nos ofrece un posicionamiento relativo de las calidades de Uddeholm para aplicaciones de trabajo en frío.

### COMPARATIVA DE PROPIEDADES - ACEROS PARA TRABAJO EN FRÍO

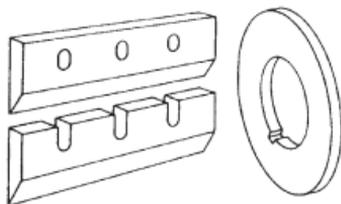
Calidad Uddeholm	Dureza/ Resistencia a la deformación plástica	Resistencia al desgaste		Resistencia a la rotura por	
		Abrasivo	Adhesivo	Ductilidad/ Resist. a las melladuras	Tenacidad/ Grandes roturas
ARNE	██████	████	████	████	████████
CALMAX	██████	████	██████	████████	██████████
CALDIE	██████	██████	██████	████████	██████████
RIGOR	██████	██████	████	████	████████
SLEIPNER	████████	██████	██████	████	████████
SVERKER 21	██████	██████	████	████	████████
SVERKER 3	████████	████████	████	████	████
UNIMAX	██████	████	██████	████████	██████████
VANADIS 4 EXTRA	████████	██████	██████	████████	██████
VANADIS 8	████████	████████	██████	██████	██████
VANADIS 23	████████	██████	██████	██████	██████
VANCRON	████████	██████	████████	██████	██████

Lógicamente, a veces resulta difícil establecer la relación entre la selección del acero y los requisitos adecuados para cada aplicación específica. Una norma básica es, en caso de duda, seleccionar un acero de alto rendimiento a fin de evitar los posibles fallos prematuros, puesto que estos resultarían en un aumento de costes y problemas en la entrega de las piezas a fabricar.

## ACERO PARA CUCHILLAS INDUSTRIALES

Se dedica una atención especial a los niveles de decarburación, tolerancia, cuadratura y rectilineidad de los aceros Uddeholm destinados a la producción a gran escala de cuchillas.

Un acero pulvimetalúrgico aleado con nitrógeno con la mejor combinación de resistencia al desgaste abrasivo y adhesivo. Para producciones en serie largas con materiales de alta adhesión y desgaste.



Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
VANCRON	Acero pulvimetalúrgico aleado con nitrógeno con la mejor combinación de resistencia al desgaste abrasivo y adhesivo. Para producciones largas con alto desgaste.
VIKING	Acero con Cr-Mo desarrollado especialmente para cuchillas de trocear y cuchillas sometidas a altas tensiones. Combina tenacidad con resistencia al desgaste.
SVERKER 3 SVERKER 21	Aceros altos en carbono y cromo, con una magnífica resistencia al desgaste. Apropriados para cuchillas de cepillar madera.
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico para trabajo en frío con el que se obtiene un máxima resistencia al desgaste en combinación con una alta tenacidad. Idóneo para problemas con adherencias.
VANADIS 8 SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico para trabajo en frío con gran resistencia al desgaste abrasivo y excelente tenacidad. Un acero muy adecuado para condiciones abrasivas severas y series largas de fabricación.
VANADIS 23 SUPERCLEAN	Acero rápido especial pulvimetalúrgico para conseguir la máxima resistencia al desgaste con una buena tenacidad. Una buena combinación de resistencia de desgaste y a la compresión con alta tenacidad.
RIGOR 3	Acero con una magnífica combinación de tenacidad y resistencia al desgaste.

Cont.

CALDIE	Acero robusto con buena combinación de alta resistencia a la compresión y resistencia al desgaste. También tiene buena resistencia contra las melladuras.
CALMAX	Acero con un perfil adecuado de propiedades para obtener una producción segura, cuenta con muy alta tenacidad pero manteniendo al mismo tiempo buena resistencia al desgaste.
UNIMAX	La mejor elección en cuanto a aceros para operaciones de corte delicadas donde se requieren gran dureza (máx. 58HRC) y pronunciada resistencia a las melladuras. Un acero verdaderamente robusto.
SLEIPNER	Acero para utillajes con propiedades perfectas para la fabricación de cuchillas de corte, con buena resistencia al desgaste, buena resistencia contra las melladuras y buena resistencia a la compresión, ideal para cuchillas con buena resistencia en los cantos.
ARNE	Acero versátil de baja aleación, con una resistencia moderada al desgaste y buena tenacidad.

## GUÍA COMPARATIVA DE PROPIEDADES DE ACEROS UDDEHOLM PARA CUCHILLAS INDUSTRIALES

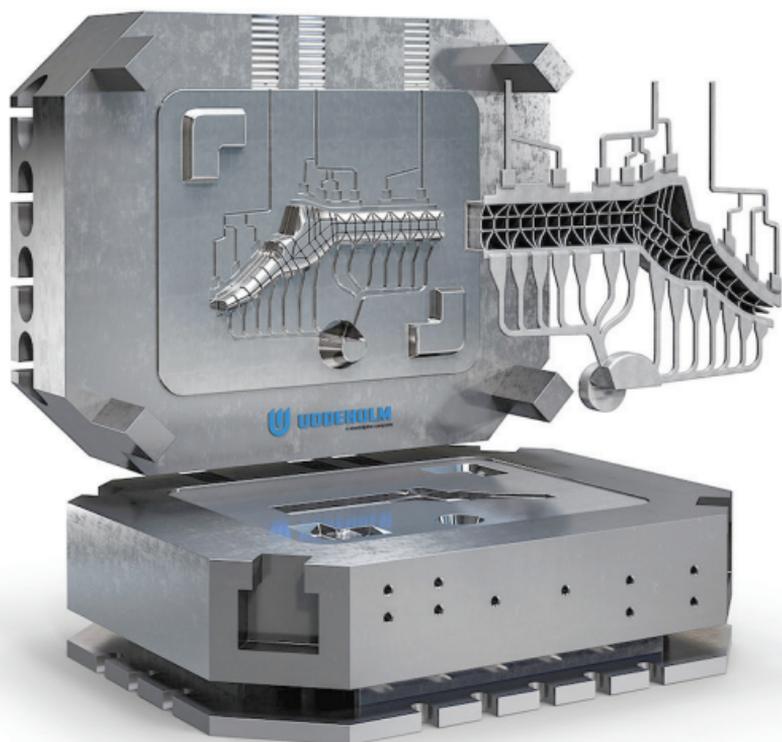
Calidad Uddeholm	Resistencia a las melladuras	Resistencia al desgaste	Aptitud para el mecanizado	Estabilidad dim. durante el temple
ARNE				
CALDIE				
CALMAX				
VIKING				
RIGOR				
SLEIPNER				
SVERKER 3				
SVERKER 21				
UNIMAX				
VANADIS 4 EXTRA				
VANADIS 8				
VANADIS 23				

## TABLA DE SELECCIÓN

Pieza	Calidad Uddeholm	HRC	
Cuchillas de trocear	VIKING, SLEIPNER	56-58	
Cuchillas de arranque de viruta	VIKING, SLEIPNER	56-58	
Cuchillas de rebaje	VIKING, SLEIPNER	56-58	
Cuchillas de cepillar	SVERKER 21, SLEIPNER	58-60	
Cuchillas para cizallar	CALDIE, DIEVAR, ORVAR 2 MICRODIZED, UNIMAX	52-54	
	FRÍO		
	material fino	SVERKER 21, SLEIPNER	58-60
	material grueso	CALDIE, RIGOR, VANADIS 4 EXTRA CALMAX, SLEIPNER, UNIMAX	56-58 54-58
Cuchillas rotativas para corte de chapa	SVERKER 21, RIGOR, SLEIPNER, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8, UNIMAX	58-62 56-64 54-58	
Cuchillas para granuladoras de plástico	RIGOR, SVERKER 21, SLEIPNER, VANADIS 4 EXTRA, ELMAX CALDIE, VANADIS 8 UNIMAX	58-60 58-64 54-58	
Cuchillas para corte de tabaco	ARNE, CALDIE	58-60	
Cuchillas para fragmentación	CALDIE, CALMAX, RIGOR, SVERKER 21, SLEIPNER, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8, UNIMAX	55-64	
Cuchillas para la industria papelera	SVERKER 21, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8, VANCRON	58-64	
Cuchillas para la industria alimentaria			
	inoxidable	CORRAX, STAVAX ESR, RAMAX, ELMAX, VANAX	37-61
	no inoxidable	VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8	56-64
Cuchillos de caza, profesional, cocina, etc.	ELMAX, VANADIS 4 EXTRA	58-64	
Cuchillas rotativas para corte de chapa	SVERKER 21, SLEIPNER, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8	58-64	

## ACERO PARA MOLDES DE FUNDICIÓN INYECTADA

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
DIEVAR	Acero Premium para trabajo en caliente aleado al Cr-Mo-V con buena resistencia a altas temperaturas y excelente templabilidad, tenacidad y ductilidad. Adecuado para series de producción medias y largas en fundición inyectada de aluminio. Cumple los requerimientos de la norma NADCA #207-2018.
UNIMAX	Acero Premium aleado al Cr-Mo-V con alta tenacidad y buena ductilidad hasta una dureza de 58 HRC.
ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR	Aceros Premium aleados al Cr-Mo-V para trabajo en caliente (H13) con buena resistencia a la fatiga térmica. Los aceros están fabricados mediante una fundición y una técnica de refinado especial a fin de que aporten unas propiedades mecánicas con una máxima isotropía. Cumple con los requerimientos de la norma NADCA #207-2016.
VIDAR SUPERIOR	Aceros Premium aleados al Cr-Mo-V para trabajo en caliente. Uddeholm Vidar Superior (H11 modificado) con buena resistencia a las roturas. Cumple los requerimientos de la norma NADCA #207-2016.
QRO 90 SUPREME	Acero de alta calidad para trabajo en caliente con alto límite de elasticidad en caliente y buena resistencia al revenido. Adecuado especialmente para fundición inyectada de cobre y latón.
QRO 90 HT	Acero QRO 90 Supreme pretemplado suministrado a 37-41 HRC y adecuado para noyos.
IMPAX SUPREME	Acero aleado al Ni-Cr-Mo suministrado pretemplado a ~310 HB adecuado para fundición inyectada de Zinc, Plomo y Estaño.
HOLDAX	Acero pretemplado que cuenta con muy buena mecanibilidad suministrado a ~310 HB para placas soporte.



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS SWEDEN

## COMPARACIÓN CUALITATIVA DE RESISTENCIA A DISTINTOS MECANISMOS DE FALLO DEL MOLDE

Calidad Uddeholm	Fatiga térmica	Grandes roturas	Erosión	Indentación
DIEVAR				
UNIMAX				
ORVAR SUPREME				
ORVAR SUPERIOR				
VIDAR SUPERIOR				
QRO 90 SUPREME				

A mayor longitud de la barra, mejor resistencia.

Encontrará más información en el catálogo "Uddeholm Aceros para moldes de Fundición Inyectada" y en el catálogo técnico de cada calidad.

## TABLA DE SELECCIÓN – FUNDICIÓN INYECTADA

Parte del molde	Estaño/ Plomo/Zinc	Aluminio/ Magnesio	Cobre, Latón
Placas de cierre Placas bolster (placas soporte)	HOLDAX/ IMPAX SUP. pretemplado ~310 HB	HOLDAX/ IMPAX SUP. pretemplado ~310 HB	HOLDAX/ IMPAX SUP. pretemplado ~310 HB
Insertos	IMPAX SUP. ~310 HB ORVAR SUP. / SUPERIOR 46–52 HRC UNIMAX 52–56 HRC	ORVAR SUP. / SUPERIOR 42–48 HRC VIDAR SUPERIOR 42–48 HRC DIEVAR 44–50 HRC UNIMAX*	QRO 90 SUP. 40–46 HRC ORVAR SUP. / SUPERIOR 40–46 HRC
Insertos fijos Núcleos	ORVAR SUP. / SUPERIOR 46–52 HRC	DIEVAR 46–50 HRC ORVAR SUP. / SUPERIOR VIDAR SUPERIOR 44–48 HRC QRO 90 SUP. 42–48 HRC	QRO 90 SUP. 40–46 HRC

SUP. = Supreme

\* Para pequeños insertos en moldes para fundición inyectada de Mg donde se requiera buena resistencia a la erosión.

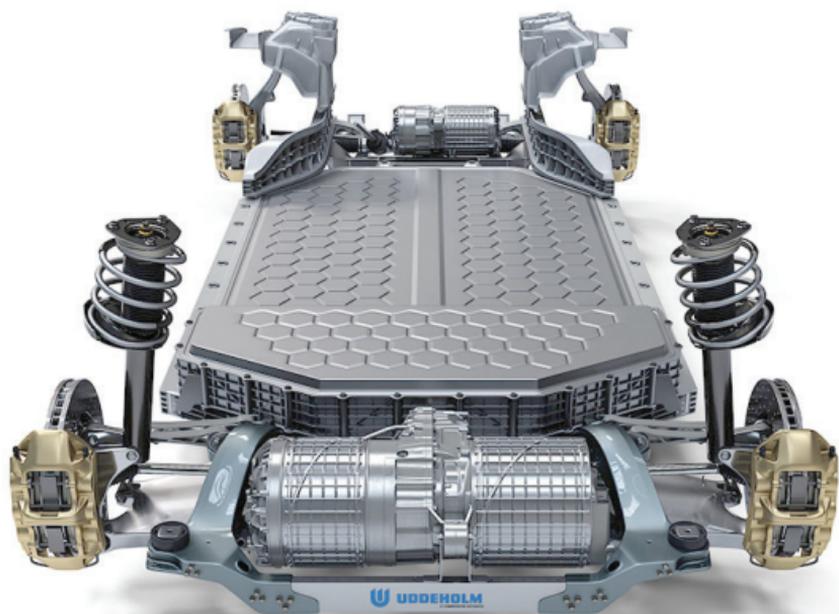
Parte del molde	Estaño/ Plomo/Zinc	Aluminio/ Magnesio	Cobre, Latón
Noyos	ORVAR SUP. 46-52 HRC	QRO 90 SUP.* 44-48 HRC QRO 90 HT*	QRO 90 SUP. 42-46 HRC QRO 90 HT
Piezas difusoras	ORVAR SUP. 48-52 HRC	ORVAR SUP. / SUPERIOR 46-48 HRC QRO 90 SUP. 44-46 HRC	QRO 90 SUP. 42-46 HRC
Boquillas	ORVAR SUP. 35-44 HRC STAVAX ESR 40-44 HRC	ORVAR SUP. / SUPERIOR 42-48 HRC QRO 90 SUP. 42-46 HRC	QRO 90 SUP. 40-44 HRC ORVAR SUP. / SUPERIOR 42-48 HRC
Expulsores	QRO 90 SUP. / ORVAR SUP. 46-50 HRC (nitruado)	QRO 90 SUP. / ORVAR SUP. 46-50 HRC (nitruado)	QRO 90 SUP. / ORVAR SUP. 46-50 HRC (nitruado)
Émbolo Boquilla inyectora	FORMVAR 42-46 HRC ORVAR SUP. 42-46 HRC (nitruado)	FORMVAR 42-46 HRC ORVAR SUP. / SUPERIOR QRO 90 SUP. 42-48 HRC (nitruado)	FORMVAR 42-46 HRC QRO 90 SUP. / ORVAR SUP. / SUPERIOR 42-46 HRC (nitruado)

SUP. = Supreme

\* Se recomienda un tratamiento de superficie.

## ACERO PARA MATRICES DE EXTRUSIÓN

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
ORVAR 2	Acero aleado al Cr-Mo para trabajo en caliente (H13) con buena resistencia a altas temperaturas y buena resistencia a la abrasión. Este tipo de acero es utilizado comúnmente para matrices de extrusión.
VIDAR 1	Acero aleado al Cr-Mo-V para trabajo en caliente (H11) con una buena combinación de resistencia a alta temperatura, buena tenacidad y buena resistencia a la abrasión.
QRO 90 SUPREME	Acero para trabajo en caliente de máxima calidad que cuenta con una muy buena resistencia y dureza en caliente a elevadas temperaturas. Este acero puede recomendarse para todo tipo de matrices de extrusión sujetas a altas temperaturas de trabajo.
FORMVAR	Acero de alto rendimiento para trabajo en caliente con muy buena resistencia al desgaste en caliente y a la deformación plástica.
DIEVAR	Acero Premium para trabajo en caliente aleado al Cr-Mo-V con buena resistencia a altas temperaturas y excelente tenacidad y ductilidad. Recomendado en moldes y componentes de extrusión donde se exija requisito en tenacidad y ductilidad.
UNIMAX	Acero Premium aleado al Cr-Mo-V con alta tenacidad y buena ductilidad hasta una dureza de 58 HRC.
IMPAX SUPREME	Acero pretemplado (bonificado) con buena mecanibilidad. Se suministra a 310 HB. Apropriado para container, soporte de matriz (bolster) y subsoportes.



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS SWEDEN

## COMPARACIÓN CUALITATIVA DE RESISTENCIA A DISTINTOS FALLOS DE UTILLAJE

Calidad Uddeholm	Desgaste En caliente	Deformación plástica	Rotura prematura	Fatiga térmica
ORVAR 2 M				
VIDAR 1				
QRO 90 SUP.				
FORMVAR				
DIEVAR				
UNIMAX				

A mayor longitud de barra, mejor aptitud o resistencia. M = Microdized. SUP. = Supreme. Encontrará más información en el catálogo "Acero para Extrusión Uddeholm".

## TABLA DE SELECCIÓN – EXTRUSIÓN

Pieza	Aluminio, Magnesio	Aleaciones de cobre	Acero
Utillajes de soporte (a temp. más baja)	IMPAX SUPREME ~310 HB	IMPAX SUP. ~310 HB	IMPAX SUP. ~310 HB
Bloque de anclaje	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 M 300–400 HB	IMPAX SUP. ~310 HB ORVAR 2 M 300–400 HB	IMPAX SUP. ~310 HB ORVAR 2 M 300–400 HB
Porta matrices (bolster)	ALVAR 14 45 HRC	ALVAR 14 45 HRC	ALVAR 14 45 HRC
Contra matriz	FORMVAR ORVAR 2 M 40–44 HRC	QRO 90 SUP. 40–44 HRC	QRO 90 SUP. 40–44 HRC

SUP. = Supreme, M = Microdized

Cont.

Pieza	Aluminio, Magnesio	Aleaciones de cobre	Acero
Matriz	FORMVAR VIDAR 1/ORVAR 2M/ QRO 90 SUPREME 45-50 HRC DIEVAR 46-52 HRC UNIMAX 52-58 HRC	QRO 90 SUP. 45-49 HRC	QRO 90 SUP. 44-46 HRC
Manto Camisa intermedia	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 M 37-43 HRC VIDAR 1 37-43	IMPAX SUP. ~310 HB ORVAR 2 M 37-43 HRC	IMPAX SUP. ~310 HB ORVAR 2 M 37-43 HRC
Camisa	ORVAR 2 M 44-48 HRC QRO 90 SUPREME 44-48 HRC VIDAR 1 44-48 HRC DIEVAR 44-50 HRC	QRO 90 SUP. 44-48 HRC	ORVAR 2 M 44-48 HRC
Discos empujadores	QRO 90 SUPREME 44-48 HRC DIEVAR 46-52 HRC ORVAR 2 M 46-50	QRO 90 SUP. 44-48 HRC	QRO 90 SUP. 44-48 HRC
Vástago	ORVAR 2 M 46-50 HRC	ORVAR 2M 46-50 HRC	ORVAR 2M 46-50 HRC
Mandrino	ORVAR 2 M 46-50 HRC QRO 90 SUPREME 46-49 HRC	QRO 90 SUP. 45-49 HRC DIEVAR 46-52 HRC	QRO 90 SUP 45-49 HRC

SUP. = Supreme, M = Microdized

## ACERO PARA UTILLAJES DE FORJA

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicación
DIEVAR	Acero Premium para trabajo en caliente aleado al Cr-Mo-V con buena resistencia a altas temperaturas y excelente tenacidad y ductilidad. Recomendado en utillajes donde se requiera la máxima tenacidad y ductilidad. Cumple los requisitos del NADCA #207-2018.
UNIMAX	Acero Premium aleado al Cr-Mo-V con alta tenacidad y buena ductilidad hasta una dureza de 58 HRC.
ORVAR 2	Acero aleado al Cr-Mo-V (H13) para trabajo en caliente con buena resistencia a altas temperaturas y al desgaste en caliente.
ORVAR SUPREME / ORVAR SUPERIOR	Aceros para trabajo en caliente de máxima calidad, aleado al Cr-Mo-V con buena resistencia a altas temperaturas, muy buena tenacidad y resistencia al desgaste en caliente. Cumple los requisitos de NADCA #207-2016.
VIDAR SUPERIOR	Acero premium aleado al Cr-Mo-V (H11 modificado) para trabajo en caliente con buena resistencia a las roturas. Cumple los requisitos de NADCA #207-2016.
QRO 90 SUPREME	Acero premium para trabajo en caliente de máxima calidad que cuenta con muy buena resistencia y dureza en caliente a elevadas temperaturas. Recomendado para insertos y estampación de aleaciones de cobre.
FORMVAR	Uddeholm Formvar es la solución para matrices de forja fabricadas en H11/H13. Con buena resistencia al revenido y al límite elástico en caliente.
VANADIS 8* / VANADIS 4 EXTRA* / VANADIS 30*	Aceros pulvimetalúrgicos PM. Recomendados para aplicaciones de forja donde se necesita una excelente resistencia al desgaste.

\* Aceros para herramientas Uddeholm PM SuperClean



## COMPARACIÓN CUALITATIVA DE RESISTENCIA ANTE DIFERENTES MECANISMOS DE FALLO

Calidad Uddeholm	Desgaste en caliente	Deformación plástica	Rotura prematura	Fatiga térmica
DIEVAR				
UNIMAX				
ORVAR 2 M				
ORVAR SUPREME				
ORVAR SUPERIOR				
VIDAR SUPERIOR				
QRO 90 SUPREME				
FORMVAR				

A mayor longitud de barra, mejor aptitud o resistencia. Encontrará más información en el catálogo "Uddeholm Acero de Herramientas para Forja".

## TABLA DE SELECCIÓN – FORJA

Aplicación de forja		Calidad de acero Uddeholm	Intervalo de dureza	Profundidad cavidad
Forja en martillo	Porta-matrices	FORMVAR – pretemplado	400–440 HB	Máx. 20 mm
			360–400 HB	Máx. 50 mm
320–360 HB			Máx. 150 mm	
≤320 HB			Muy profunda	
	Insertos	VIDAR SUPERIOR DIEVAR ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR	38–50 HRC	
Forja en prensa	Matrices	DIEVAR VIDAR SUPERIOR ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR QRO 90 SUPREME UNIMAX FORMVAR	38–57 HRC	
Forja semi caliente	Cavidades	UNIMAX DIEVAR FORMVAR *	50–58 HRC	
Forja progresiva	Cavidades	QRO 90 SUPREME UNIMAX DIEVAR FORMVAR *	48–54 HRC	
Forja por recalado	Cavidades	UNIMAX DIEVAR FORMVAR	46–56 HRC	

\* Las calidades PM de Uddeholm pueden utilizarse en algunas piezas del utillaje. Se pueden utilizar durezas mayores.

## ACERO PARA MOLDES DE PLÁSTICO

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
IMPAX SUPREME	Acero al Ni-Cr-Mo pretemplado, suministrado a ~310 HB, con excelentes características de pulido y de fotograbado. Apropiado para una amplia gama de moldes de inyección, moldes de soplado y troqueles extrusores.
NIMAX ESR	Acero con bajo contenido en carbono, suministrado con una dureza de ~380 HB. Excelente tenacidad, aptitud para el mecanizado y soldabilidad. El proceso ESR le aporta excelente capacidad de grabado y pulibilidad.
NIMAX	Acero de bajo carbono suministrado a ~380 HB. Excelente maquinabilidad y aptitud para trabajos de soldadura. Buena tenacidad, pulibilidad y aptitud para el grabado de texturas.
STAVAX ESR	Acero inoxidable para moldes con buena templabilidad y pulibilidad, resistencia a la corrosión y al desgaste excelentes. Recomendado para moldes pequeños y medianos.
POLMAX	Acero inoxidable para moldes resistente a la corrosión que cuenta con una aptitud de pulido excelente.
MIRRAX ESR	Acero de temple resistente a la corrosión con muy buena pulibilidad. Recomendado para moldes pequeños y medianos.
MIRRAX 40	Acero pretemplado, resistente a la corrosión, suministrado a ~380 HB con buena mecanibilidad, muy buena tenacidad y excelente pulibilidad.
TYRAX ESR	Acero de temple en profundidad, resistente a la corrosión y al desgaste con excelente pulibilidad. Idóneo para la inyección de plásticos reforzados con aditivos corrosivos, como retardantes de llama.
UNIMAX	Acero con muy buena templabilidad, adecuado para el recubrimiento de superficies. Excelente combinación de resistencia al desgaste y tenacidad. Recomendado para largas series de producción y para moldeado de plásticos reforzados.

Cont.

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
CORRAX	Acero de temple por precipitación que cuenta con una resistencia a la corrosión extremadamente buena.
AM CORRAX	Acero de temple por precipitación con extremadamente buena resistencia a la corrosión. Suministrado como polvo para fabricación aditiva (AM), está destinado a las mismas aplicaciones que la calidad Corrax convencional.
ORVAR SUPREME	Acero para moldes y matrices al 5% Cr. Buena templabilidad, dotado de gran estabilidad, buena pulibilidad y resistencia al desgaste.

Cont.



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS, SWEDEN

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
VIDAR 1 ESR	Acero para moldes de plástico, especialmente para grandes moldes con exigencia de alta tenacidad en combinación con muy buena capacidad de pulido y fotograbado.
ELMAX SUPERCLEAN VANADIS 4 SUPERCLEAN VANADIS 8 SUPERCLEAN VANAX SUPERCLEAN	Aceros para moldes fabricados pulvimetalúrgicamente que se caracterizan por su buena estabilidad dimensional, buena pulibilidad y resistencia al desgaste. Uddeholm Elmax y Vanax son resistentes a la corrosión, Uddeholm Vanadis 4 Extra cuenta con la más alta tenacidad, mecanibilidad y conductividad térmica y Uddeholm Vanadis 8 tiene la mejor resistencia al desgaste. Recomendados para piezas complicadas y/o plásticos abrasivos.
VANCRON SUPERCLEAN	Uddeholm Vancron es una buena alternativa al recubrimiento de superficie para reducir los problemas de adherencias, el desgaste adhesivo y reducir la fricción. Cuenta también con una alta capacidad de pulido.
HOLDAX	Acero pretemplado (bonificado) con excelente mecanibilidad y elevada resistencia a la tracción (~1000 N/mm ). Suministrado con una dureza de ~310 HB.
ROYALLOY 1)	Acero inoxidable pretratado, especial para portamoldes con buena mecanibilidad, una alta resistencia a la tracción y buena resistencia a la corrosión.
RAMAX HH	Acero para portamoldes resistente a la corrosión con buena capacidad de mecanizado y alta resistencia. Suministrado a ~340 HB.
ALUMEC 89 2)	Aleación de aluminio de alta resistencia suministrado a ~160 HB. Recomendado para moldes prototipo y para series cortas de fabricación con bajos requisitos en resistencia y resistencia al desgaste.
COOLMOULD	Aleación de cobre berilio de alta resistencia para moldes, suministrado a ~40 HRC. Coolmould es un material adecuado para moldes donde se requiera una combinación de alta conductividad térmica, resistencia a la corrosión y buena capacidad de pulido.

<sup>1)</sup> Uddeholm RoyAlloy se fabrica y está patentado por Edro Specialty Steels, USA.

<sup>2)</sup> Arconic es el propietario de la marca Alumecc 89.

Para más información, consulte el catálogo "Aceros Uddeholm para moldes de plástico".

## GUÍA COMPARATIVA DE PROPIEDADES DE ACEROS PARA MOLDES DE PLÁSTICOS

Calidad Uddeholm	Mecanibilidad*	Resistencia al desgaste	Pulibilidad	Resistencia a la corrosión
IMPAX SUPREME	████████	██	██████████	██
NIMAX ESR	████████	██	██████████	██
NIMAX	████████	██	██████████	██
CORRAX	██████	████	██████████	██████████
VIDAR 1 ESR	██████████	████	██████████	██
ORVAR SUPREME	██████████	██████	██████████	██
STAVAX ESR	██████████	██████	██████████	██████
POLMAX	██████████	██████	██████████	██████
MIRRAX ESR	████████	██████	██████████	██████████
MIRRAX 40	████████	██	██████████	██████
TYRAX ESR	████████	██████	██████████	██████
UNIMAX	████████	██████	██████████	██
RIGOR	██████	██████	██████	██
ELMAX	████	██████	██████████	██████
VANADIS 4 EXTRA	██████	██████	██████████	██
VANADIS 8	██	████████	██████████	██
VANAX				
VANCRON	██████	██████	██████████	██
RAMAX HH	████████	██	██	██████
ROYALLOY	████████	██	██	██████
HOLDAX	████████	██	██	██

\* Uddeholm Impax Supreme, Nimax ESR, Nimax, Mirrax 40, RoyAlloy, Holdax y Ramax HH sometidos a ensayo en estado bonificado. Uddeholm Corrax: ensayo en condición de solución tratada.

## SELECCIÓN DE ACERO PARA MOLDES DE PLÁSTICO

### RECOMENDACIONES GENERALES

Proceso	Material	Recomendaciones	
		Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Moldeado por inyección	Termoplásticos – acero pretemplado para moldes	ALUMEC 89	(~160)
		IMPAX SUPREME	33(~310)
		RAMAX HH	37(~340)
		NIMAX ESR	40(~380)
		NIMAX	40(~380)
		MIRRAX 40	40(~380)
	– acero de temple en profundidad	CORRAX	36–50
		MIRRAX ESR	45–50
		ORVAR SUPREME	45–52
		VIDAR 1 ESR	45–52
STAVAX ESR		45–52	
POLMAX		45–52	
UNIMAX		50–58	
TYRAX ESR		55–58	
Plásticos termoestables	ELMAX	56–60	
	VANADIS 4 EXTRA	58–64	
	UNIMAX	52–58	
	TYRAX ESR	55–58	
Moldeado por compresión / transferencia	Plásticos termoestables	ELMAX	56–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–64
		MIRRAX ESR	45–50
		STAVAX ESR	45–52
		ORVAR SUPREME	45–52
		UNIMAX	52–58
		TYRAX ESR	55–58
ELMAX	56–60		
VANADIS 4 EXTRA	58–62		

Cont.

Proceso	Material	Recomendaciones	
		Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Moldeado por soplado	General	ALUMEC 89 IMPAX SUPREME NIMAX	(~160) 33(~310) 40(~380)
	PVC	CORRAX RAMAX HH MIRRAX 40 MIRRAX ESR STAVAX ESR	36-50 37(~340) 40(~380) 45-50 45-52
Extrusión	General	IMPAX SUPREME NIMAX	33(~310) 40(~380)
	PVC	CORRAX RAMAX HH MIRRAX 40 MIRRAX ESR STAVAX ESR	36-50 37(~340) 40(~380) 45-50 45-52
Material para portamoldes	1. De alta resistencia, pretemplado, libre de mecanizado	HOLDAX	33(~310)
	2. Como, 1, además de mayor resistencia a la corrosión en producciones de bajo mantenimiento. También para condiciones de operaciones higiénicas. No es necesario chapado.	ROYALLOY RAMAX HH	(~310) 37(~340)

## RECOMENDACIONES ESPECIALES

Requisito o exigencia especial	Ejemplo	Recomendaciones	
		Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Moldes de gran tamaño	Para componentes automovilísticos, incluyendo paneles, para-choques, tableros de instrumentos, etc.	ALUMEC 89 IMPAX SUPREME CORRAX ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR MIRRAX ESR MIRRAX 40 NIMAX ESR NIMAX	(~160) 33(~310) 36-46 36-50 36-50 36-50 40(~380) 40(~380) 40(~380)
	Como en el anterior, pero con escasas exigencias de acabado superficial	HOLDAX RAMAX HH	33(~310) 37(~340)
Elevado acabado superficial	Para moldes de piezas ópticas / médicas, cubiertas transparentes / paneles	NIMAX ESR MIRRAX 40 MIRRAX ESR STAVAX ESR POLMAX ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR UNIMAX TYRAX ESR ELMAX VANADIS 4 EXTRA	40(~380) 40(~380) 45-50 45-52 45-52 45-52 45-52 54-58 55-58 56-60 58-62
Diseños complejos	1. Para componentes grandes del sector doméstico/automoción	IMPAX SUPREME CORRAX MIRRAX ESR MIRRAX 40 NIMAX ESR NIMAX VIDAR 1 ESR	33(~310) 34-46 36-50 40(~380) 40(~380) 40(~380) 45-50
	2. Para piezas pequeñas con bajas exigencias de desgaste	IMPAX SUPREME CORRAX MIRRAX 40 NIMAX ESR NIMAX	33(~310) 34-46 40(~380) 40(~380) 40(~380)
	3. Para piezas pequeñas con altos requisitos en resistencia, piezas moldeadas, eléctricas / electrónicas	MIRRAX ESR ORVAR SUPREME STAVAX ESR UNIMAX TYRAX ESR ELMAX VANADIS 4 EXTRA VANADIS 8	48-50 50-52 50-52 54-58 55-58 56-60 58-64 60-64

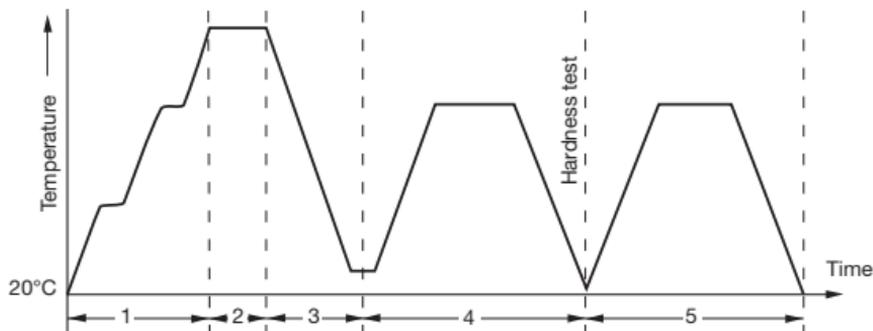
Requisito o exigencia especial	Ejemplo	Recomendaciones	
		Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Materiales de moldeo abrasivos	Materiales de moldeo reforzados/con carga abrasiva	MIRRAX ESR ORVAR SUPREME STAVAX ESR UNIMAX TYRAX ESR ELMAX VANADIS 4 EXTRA VANADIS 8	48-50 50-52 50-52 54-58 55-58 56-60 58-64 60-64
Largas series de producción	Piezas termoplásticas, incluyendo cubiertos, contenedores y envases de un solo uso	MIRRAX ESR STAVAX ESR ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR UNIMAX TYRAX ESR ELMAX VANADIS 4 EXTRA	45-50 45-52 45-52 45-52 54-58 55-58 56-60 58-64
Materiales corrosivos	1. Materiales corrosivos de moldeo incluyendo el cloruro polivinílico 2. Condiciones húmedas de producción/almacenaje del molde 3. Resistencia general a la decoloración/oxidación 4. Resistencia a la corrosión de los canales de refrigeración	ROYALLOY CORRAX RAMAX HH MIRRAX 40  MIRRAX ESR STAVAX ESR TYRAX ESR ELMAX	(-310) 34-50 37(-340) 40(-380)  45-50 45-52 55-58 56-60
Foto-grabado	1. Acero pretemplado (bonificado) <hr/> 2. Acero de gran templabilidad	IMPAX SUPREME MIRRAX 40 NIMAX ESR NIMAX  MIRRAX ESR ORVAR SUPREME VIDAR 1 ESR STAVAX ESR UNIMAX TYRAX ESR ELMAX VANADIS 4 EXTRA	33(-310) 40(-380) 40(-380) 40(-380)  45-50 45-52 45-52 45-52 54-58 55-58 56-60 58-64
Alta conductividad térmica	Para moldes de soplado e inyección, núcleos e insertos. Piezas para sistemas transferencia de calor	COOLMOULD	~40



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS, SWEDEN

## PRINCIPIOS DE TEMPLE

EL TEMPLE SIGNIFICA NORMALMENTE CALENTADO Y ENFRIAMIENTO, SEGUIDOS DE REVENIDO. OBSÉRVESE LA SECUENCIA Y DIRECTRICES INDICADAS A CONTINUACIÓN.



**1. Precalentamiento.** ¡Calentar lentamente! Un calentamiento rápido incrementa el riesgo de deformaciones.

**2. Temperatura de austenización (temple).** Proteger contra la decarburación calentando en baño de sales, atmósfera protectora o vacío. (La decarburación de la superficie incrementa el riesgo de fisuración y reduce la dureza).

**3. Enfriamiento.** Emplear el agente de enfriamiento especificado para la calidad en cuestión, es decir, agua, aceite, aire, etc., para conseguir una dureza de enfriamiento óptima. Da buenos resultados enfriar los aceros de temple en aceite en un baño por etapas. El acero que pueda templarse en aceite o en aire es preferible enfriarlo en aire, para reducir a un mínimo las deformaciones. Nota: Sin embargo, los bloques grandes deberán enfriarse con una rapidez suficiente como para que se obtenga una microestructura satisfactoria en el centro del bloque. Interrumpir el enfriamiento a aprox. 50-70°C y revenir inmediatamente.

**4, 5. Revenido.** Calentar lentamente para reducir el riesgo de deformaciones y grietas. Tiempo de mantenimiento a la temperatura, mín. 2 horas. Después del primer revenido, dejar que el material se enfríe a la temperatura ambiente. Revenir dos veces en caso de acero para utillajes y tres veces para el acero rápido y Uddeholm Vancron SuperClean. Si se utilizan temperaturas de austenización extremadamente altas >1100°C, todas las calidades de la gama Vanadis SuperClean deberán revenirse >540°C tres veces a fin de optimizar la microestructura.

# ACEROS PULVIMETALÚRGICOS PARA UTILLAJES

---

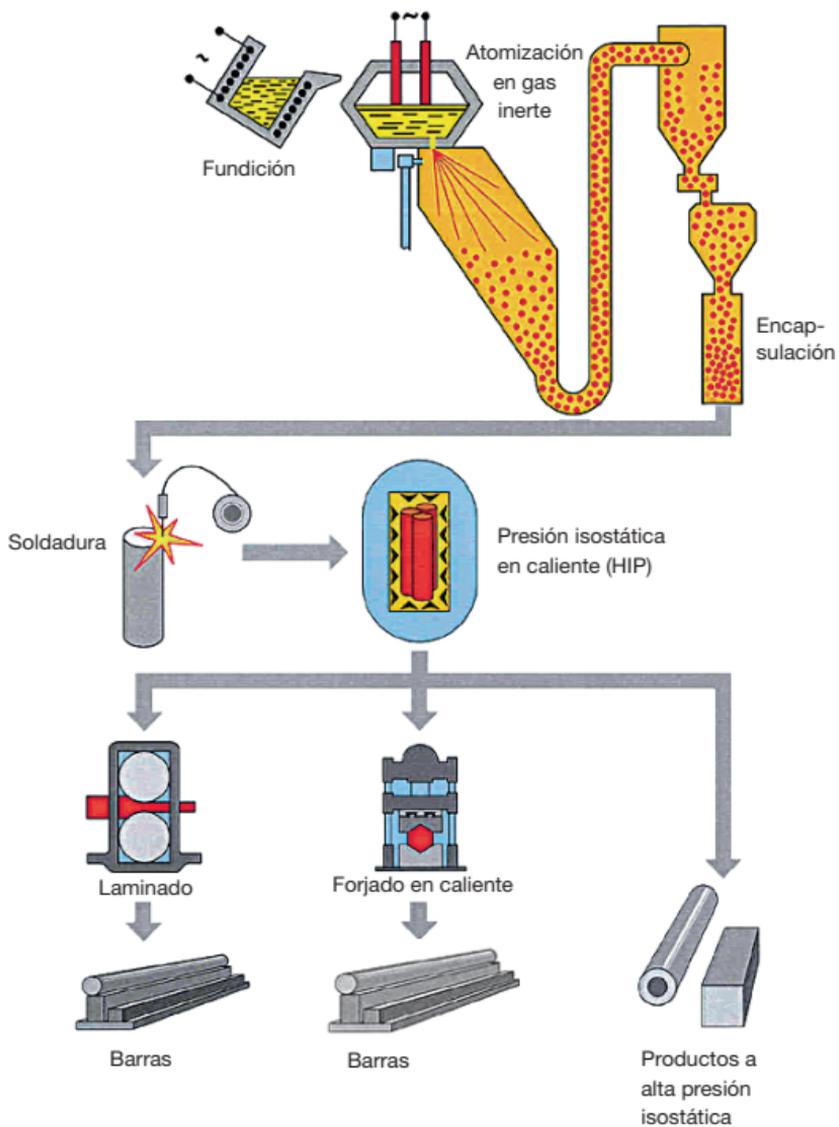
## ACEROS PULVIMETALÚRGICOS PARA OBTENER UNA PRODUCCIÓN MÁS ECONÓMICA

El proceso PM es un rápido proceso de solidificación para la fabricación de acero rápido y acero para utillajes. Este método elimina los problemas que surgen cuando el acero se solidifica en los moldes de lingotes, como variaciones locales en la composición química y en la microestructura en la forma de segregaciones. El acero pulvimetalúrgico se funde mediante el proceso habitual, pero al removerse, el acero se fragmenta mediante un chorro a alta velocidad, convirtiéndose en una precipitación de pequeñas gotas que se solidifican rápidamente en polvo. Cada partícula puede contemplarse como un pequeño lingote, libre de segregaciones gracias al rápido enfriamiento. Estas pequeñas partículas son entonces compactadas para formar lingotes fabricados mediante los métodos ordinarios, como son el forjado o laminado a las dimensiones deseadas.

Los aceros pulvimetalúrgicos de Uddeholm: Vanadis 4 Extra SuperClean, Uddeholm Vanadis 8 SuperClean, Uddeholm Vanadis 23 SuperClean, Uddeholm Vanax SuperClean y Uddeholm Elmax SuperClean están fabricados mediante un proceso pulvimetalúrgico especial que permite obtener un acero puro, con unas propiedades superiores a las de los aceros PM estándar, como mejor pulibilidad, tenacidad y resistencia al doblado. Uddeholm Vancron SuperClean y Uddeholm Vanax SuperClean son aceros pulvimetalúrgicos nitrurados que ofrecen ventajas como una baja fricción, antigripaje y buena resistencia al desgaste adhesivo, y es una alternativa al recubrimiento superficial del acero pulvimetalúrgico. Uddeholm Vanax SuperClean tiene la misma resistencia a la corrosión que la de un acero inoxidable y puede tratarse térmicamente hasta los 60 HRC. Estas propiedades lo convierten en una calidad de acero única.

- Menores cambios dimensionales durante el temple gracias a la ausencia de segregaciones.
- Los utillajes fabricados con acero pulvimetalúrgico aportan un alto nivel de rendimiento y uniformidad a lo largo de su sección.
- Los aceros pulvimetalúrgicos permiten obtener cantos cortantes más agudos en los utillajes de prensa.
- Los aceros pulvimetalúrgicos tienen más ductilidad gracias a la ausencia de segregaciones.
- La ausencia de segregaciones permite un mayor contenido de elementos de aleación, así como un uso más efectivo de estos al compararlos con aceros fabricados convencionalmente, con incremento sobresaliente de rendimiento.
- Características deseables, como la resistencia a la abrasión, pueden ser incrementadas sin que otras propiedades reduzcan sus valores.

## RUTA DE PRODUCCIÓN DE ACEROS PULVIMETALÚRGICOS



## UDDEHOLM COMPONENT BUSINESS

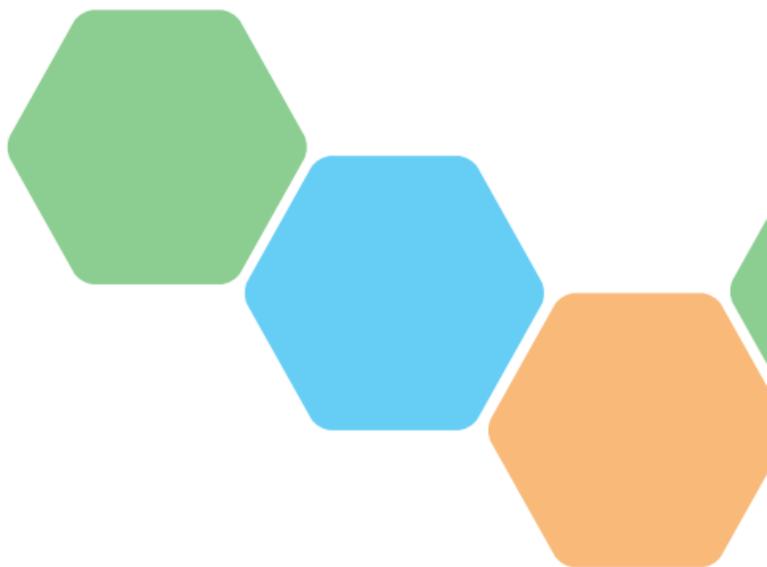
---

Uddeholm Component Business comercializa una gama de productos Uddeholm destinados a otras aplicaciones y componentes distintos del negocio tradicional de acero para utillaje, donde las características de los aceros de primera línea Uddeholm contribuyen a reducir los costes de mantenimiento, mejorar el rendimiento y optimizar la economía global.

Las aplicaciones y componentes de Uddeholm Component Business se pueden encontrar en todas aquellas industrias que demanden altos valores de resistencia al desgaste, a la corrosión, a altas temperaturas y alta resistencia.

### RESISTENCIA AL DESGASTE

El desgaste causado por la abrasión representa un coste importante para las empresas. La clave para mejorar este aspecto reside en mejorar los valores de dureza y resistencia a la abrasión del acero. La gama de productos Uddeholm incluye calidades de acero de muy alto nivel que combinan los mejores niveles de durabilidad y tenacidad. Ciertas calidades de acero para trabajo en frío son especialmente adecuados para resistir el desgaste debido a que su estructura contiene partículas en fase dura.



## **ALTA RESISTENCIA**

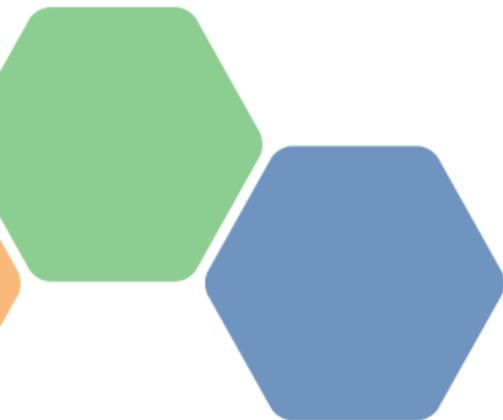
Al comparar la resistencia de diferentes tipos de acero, resulta evidente que los aceros Uddeholm presentan los mejores valores de resistencia en comparación con otros aceros de construcción. Su gran ventaja es que la dureza adaptiva del material en el enfriamiento del temple y revenido puede llegar a optimizarse para los requisitos específicos. Pueden conseguirse altos valores de resistencia a la fatiga combinando una alta resistencia y pureza de acero. Las calidades ESR de Uddeholm son un buen ejemplo de esto, lo cual se traduce en una vida útil más larga del componente acabado. Estas propiedades implican reducción de peso, lo cual lleva a costes más bajos y mejor rendimiento.

## **RESISTENCIA A LA CORROSIÓN**

El programa de aceros inoxidable de Uddeholm, a menudo destinados para moldes de plástico, poseen una excelente combinación de dureza, resistencia a la corrosión y durabilidad, y ofrecen nuevas soluciones de diseño a nivel técnico. Esto significa que los componentes no necesitan tratamiento superficial y que el material puede utilizarse en entornos donde la corrosión normalmente sería un problema.

## **RESISTENCIA A ALTAS TEMPERATURAS**

Los aceros Uddeholm se utilizan para herramientas de forja y, por lo tanto, han sido desarrollados para aguantar temperaturas altas. Esta propiedad significa una mejora de la resistencia para piezas expuestas a altas temperaturas durante un largo periodo de tiempo, es decir, no pierden resistencia y dureza como en el caso de los aceros de construcción debido al revenido.



## ACERO PARA UTILLAJES PREMECANIZADO

---

En la fabricación del utillaje, el costo del material representa tan solo una pequeña fracción (aprox. 10%) del costo total del utillaje. El mecanizado representa una parte considerablemente mayor. Se ha calculado que un mecanizado de desbaste previo al tratamiento térmico representa un 20% del costo total. Existen mecanizados de desbaste que no requieren gran precisión y no deberían, por tanto, ser realizados por fabricantes de utillajes experimentados.

Por estos motivos, Uddeholm ha invertido considerables esfuerzos en procesar todavía más el acero para utillajes antes de que salga de nuestra fábrica. A fin de poder ofrecer al cliente un acero que en total sea algo inferior en precio, rectificamos el acero en grandes series hasta dejarlo a una medida estándar para utillajes y con un acabado superficial para que el fabricante del utillaje pueda comenzar a trabajar directamente. Las barras premechanizadas son suministradas envueltas en un papel protector y en largo de 1 metro para facilitar su manejo.

### DE LA BARRA "NEGRA" AL PREMECANIZADO –

#### LAS VENTAJAS SON MUCHAS

Ventajas para el fabricante de utillaje:

- Ahorro de tiempo
- Menor consumo de material
- Se eliminan defectos de superficie, melladuras y pequeñas grietas, así como la decarburación
- El propio personal puede dedicarse a trabajos más especializados
- Fácil manejo
- Gestión más limpia (las virutas se quedan en Uddeholm)
- Menores costes de instalaciones
- Menor desgaste del utillaje
- Menores costes de mantenimiento de stock

Todo ello en conjunto se traduce en una mejor economía general para el cliente, es decir, mayor y más rápida producción a menor coste.

## TOLERANCIAS

Ancho  $+0,4/+0,8$  mm <sup>1)</sup>

La variación máxima de anchura de una barra de 1000 mm de largo es de 0,1 mm.

Espesor  $+0,4/+0,65$  mm <sup>2)</sup>

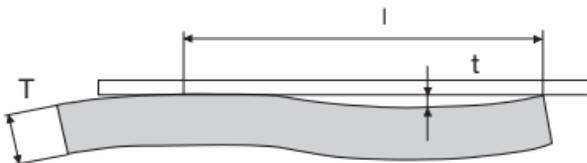
La variación máxima de espesor en una barra de 1000 mm de largo es de 0,1 mm.

*Planitud y uniformidad*

Desviación máxima ( $t$ ) dividido por el largo ( $l$ ) según la figura inferior, no deberá exceder  $t/l = 0,0004 = 0,4$  mm/m.

<sup>1)</sup> Para Uddeholm UHB 11 y Formax  $-0/+0,4$  mm

<sup>2)</sup> Para Uddeholm UHB 11 y Formax  $-0/+0,2$  mm



## ACABADO DE LA SUPERFICIE

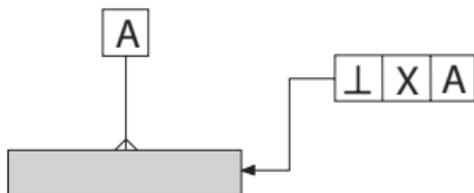
En las superficies planas:  $R_a$  máx.  $2.5 \mu\text{m}$ .

En los cantos:  $R_a$  máx.  $6.3 \mu\text{m}$ .

## CUADRATURA DE LAS ESQUINAS

Para espesores de hasta 80 mm, desviación máxima "X" = 0,1 mm.

Para espesores superiores a 80 mm, desviación máxima "X" = 0,15 mm.



## SERVICIO DE MECANIZADO

---

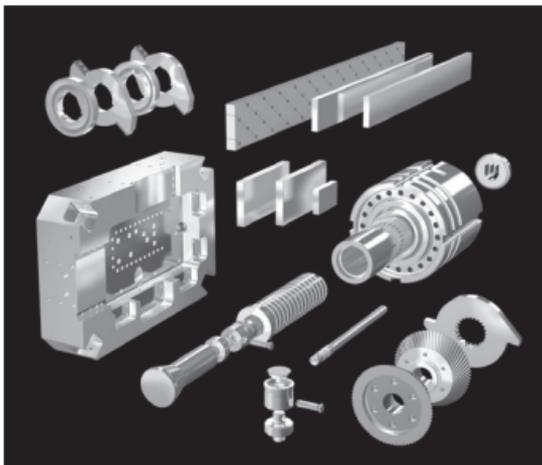
Además de producir aceros para utillajes con distintas tolerancias y acabados en tamaños normalizados, Uddeholm ofrece a sus clientes los siguientes servicios de mecanizado por encargo:

### PERFILES RECTANGULARES Y CUADRADOS

- Fresado superficial: dimensiones no estandarizadas de bloques de grandes dimensiones para moldes, troqueles y matrices
- Fresado de cavidades: mecanizado de cavidades y taladros según diseño del cliente
- Perforación/taladro: taladros para columnas y canales de refrigeración
- Rectificado, mecanizado fino: redondos finamente mecanizados, tamaños en medidas no estándar

### REDONDOS

- Torneado, escarpado: tamaños medidas no estándar
- Rectificado sin puntos: tamaños medidas no estándar
- Barras perforadas: tamaños medidas no estándar



### MECANIZADO POR ENCARGO DE PIEZAS DE HERRAMIENTAS SEMI O TOTALMENTE ACABADAS EN ESTADO DE RECOCIDO O TRATADO

- Componentes para extrusión como contenedores, empujadores y “dummy blocks”
- Componentes de maquinaria, cuchillas, engranajes, etc.

# RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO DEL UTILLAJE

---

## UTILLAJES PARA TRABAJO EN CALIENTE

- Precalentar las herramientas para reducir a un mínimo el choque térmico
- Minimizar las fluctuaciones térmicas en la herramienta empleando métodos de enfriamiento apropiados
- Lubricar las superficies de trabajo para reducir el contacto con metal caliente y facilitar la separación de las piezas
- Revenir nuevamente las herramientas después de series de producción largas para reducir la fatiga térmica

## UTILLAJES PARA TRABAJO EN FRÍO

- Dedicar gran atención al ajuste de la herramienta y al alineamiento de la prensa
- Comprobar que las herramientas estén bien ensambladas, para obtener la estabilidad máxima y para evitar desviaciones
- Utilizar los lubricantes apropiados cuando sea necesario
- Reafilar las herramientas de corte antes de que sea necesario un afilado de mayor envergadura. Utilizar refrigerante para evitar sobrecalentamiento o agrietamientos generados por el rectificado.
- Los utillajes sujetos a cargas pesadas repetitivas se verán beneficiados si se realiza una relajación de tensiones (estabilizado) a baja temperatura después de una larga series de producción a 25-30°C por debajo de la temperatura de revenido
- No utilizar herramientas para recortar espesores de fleje que sean muy diferentes de los espesores para los que se han diseñado las herramientas.

## MOLDES PARA PLÁSTICO

- A fin de obtener un resultado óptimo en el temple, el fotograbado y la soldadura, se recomienda efectuar una liberación de tensiones/recocido antes de realizar un mecanizado de acabado
- Minimizar el riesgo de corrosión en las superficies de la cavidad y el riesgo de baja conductividad en los canales de refrigeración mediante la utilización de acero inoxidable
- El desgaste causado por los plásticos compuestos puede reducirse utilizando un acero con alta resistencia al desgaste o mediante un tratamiento de superficie
- Una presión de cierre del molde excesiva aumenta el riesgo de rebabas en el producto final y crea deformaciones en las aristas de la cavidad
- Utilizando diferentes materiales o distinta dureza en las correderas, se minimiza el riesgo de aplicación de soldadura

## RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE UTILLAJES

- Diseñar siguiendo los tamaños estándar siempre que sea posible. Uddeholm normalmente suministra barras con un sobre espesor de mecanizado para que pueda trabajarse hasta un tamaño nominal conveniente, como 125 x 25 mm.
- ¡Utilizar dimensiones generales apropiadas!

*Dimensión no mecanizada:*

133 x 28 mm

*Dimensión premeconizada:*

125 x 25 mm con tolerancia de mecanizado



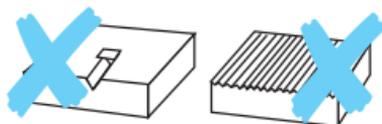
- Evitar cantos vivos



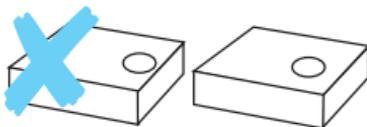
- Evitar secciones desiguales



- Evitar las marcas o irregularidades que puedan comportar aumentos potenciales de las tensiones, por ejemplo, estampados en frío, mecanizado de desbaste



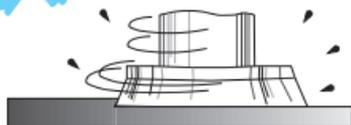
- Dejar suficiente espesor de material entre los taladros y los bordes de la placa



- Los bloques sólidos resisten flexiones



- Eliminar la decarburación superficial



## RECOMENDACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE UTILLAJES

---

- Controlar los termopares de forma regular
- Realizar un alivio de tensiones después del mecanizado de desbaste
- Precalentar el utillaje en su totalidad
- Realizar el enfriamiento en el medio correcto
- Revenir inmediatamente después del enfriamiento
- Realizar doble revenido (o triple, para Vanadis)
- No intentar acelerar la operación de tratamiento térmico
- No olvidar proteger los utillajes con la carburación o decarburación
- No sobrecalentar o mantener en inmersión excesiva
- No revenir de nuevo el utillaje sin realizar previamente un recocido

Para obtener información más detallada sobre este apartado, consulte el catálogo Uddeholm "Tratamiento Térmico de Acero para Utillajes".

## RECOMENDACIONES REPARACIÓN MEDIANTE SOLDADURA

---

Incluso con el mejor de los equipos y con los consumibles más adecuados, el acero para utillajes no puede soldarse con éxito a menos que se tenga un considerable cuidado tanto en la preparación de la junta como en la operación de soldadura. En nuestros catálogos informativos de consumibles para soldadura de Uddeholm, damos detalles de procedimientos recomendables.

Además, pueden realizarse los siguientes pasos adicionales:

1. Cualquier tipo de grasa o suciedad deberá eliminarse en profundidad
2. En utillajes ya terminados debe protegerse la zona alrededor de la soldadura de las posibles salpicaduras
3. Una cuidadosa preparación de la junta es de vital importancia, además la soldadura deberá aplicarse inmediatamente
4. Los utillajes deben precalentarse lentamente antes de soldar
5. El principio fundamental reside en aplicar una serie de pasadas transversales a baja intensidad de calor, revestir la junta con metal de soldadura antes de incrementar el tamaño de la pasada y aumentar el calor para el resto del relleno de la junta.
6. Enfriar el utillaje lentamente hasta alcanzar 50–70°C
7. Si se ha realizado la soldadura en material en estado recocido, deberá realizarse otro recocido una vez finalizada la soldadura.
8. Si se ha realizado la soldadura en material en condición pretemplada, deberá realizarse un revenido después de la soldadura

Cont.

Para soldar acero para utillajes de Uddeholm se recomiendan los siguientes electrodos para soldadura:

*Electrodos recubiertos:*

Impax Weld, QRO 90 Weld, Caldie Weld and Calmax/Carmo Weld

*Varilla TIG:*

Impax TIG-Weld, Nimax TIG-Weld, Stavax TIG-Weld, Mirrax TIG-Weld, Unimax TIG-Weld, QRO 90 TIG-Weld, Dievar TIG-Weld, Calmax/Carmo TIG-Weld, Corrax TIG-Weld, Caldie TIG-Weld, RoyAlloy TIG-Weld and Coolmould TIG-Weld.

*Hilo para soldadura láser:*

Nimax Laser Weld, Stavax Laser Weld and Dievar Laser Weld.

Para más información, consulte el catálogo Uddeholm “Soldadura de aceros para herramientas”.

## **RECOMENDACIONES PARA EL RECTIFICADO DE UTILLAJES**

---

Como en todas las operaciones de mecanizado, la técnica y experiencia del operario, el tipo de máquina y herramienta, así como las condiciones predominantes, influyen en el éxito de una operación de rectificado.

- Comprobar que la pieza esté firmemente sujeta para evitar vibraciones
- Utilizar, siempre que sea posible, muelas bien afiladas, blandas y de granos gruesos
- Reducir la velocidad periférica y emplear medio refrigerante en abundancia
- Dirigirse al fabricante de muelas para obtener asesoramiento específico sobre la selección y uso de las muelas
- Revenir nuevamente las herramientas después de las operaciones de rectificado
- Eliminar las rebabas que pudiera haber después del rectificado
- No usar una presión excesiva al rectificar, puesto que se podrían producir quemaduras y fisuras
- No rectificar las herramientas sin revenir

Para más información, consulte el catálogo Uddeholm “Rectificado de acero para herramientas”.

# RECOMENDACIONES PARA LA ELECTROEROSIÓN

## MECANIZADO POR ELECTROEROSIÓN (EDM)

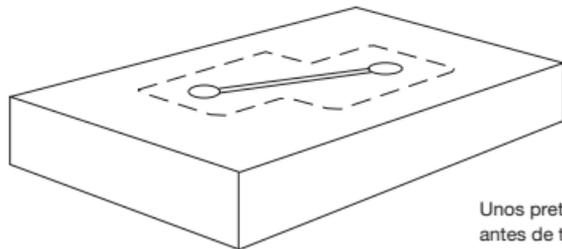
Al hacer el electroerosionado de cavidades, será necesario tener en cuenta ciertos factores, a fin de poder obtener resultados satisfactorios. Durante el mecanizado por electroerosión se produce retemplado de la capa superficial del acero y la fragilidad resultante puede conducir a su fisuración por fatiga y a una reducción de la vida útil de la herramienta. Con objeto de evitar este problema, será necesario tomar las precauciones siguientes:

- Acabar las operaciones de mecanizado por electroerosión con electroerosionado fino (es decir, baja intensidad, alta frecuencia)
- Eliminar la capa superficial afectada mediante pulido o rectificado con piedra abrasiva
- Cuando la textura de superficie electroerosionada deba utilizarse en el molde acabado, la herramienta deberá ser revenida de nuevo a una temperatura de 15-20°C por debajo de la anteriormente utilizada
- Cuando la texturización de la superficie electroerosionada se lleve a cabo mediante fotograbado, será importante la eliminación cuidadosa de toda la capa superficial afectada mediante rectificado con piedra abrasiva, etc.

Para más información, consulte el catálogo Uddeholm "Mecanizado por electroerosión de acero para herramientas".

## ELECTROEROSIÓN POR HILO

Mediante este proceso se facilita el mecanizado de piezas complejas a partir de bloques de acero templado. Sin embargo, el acero templado contiene siempre tensiones, por lo que podrán producirse distorsiones y agrietamientos cuando se lleve a cabo la eliminación de grandes cantidades de acero en una sola operación. Estas dificultades pueden reducirse perforando agujeros y uniéndolos por una ranura cortada con sierra antes del tratamiento térmico. Con ello se permite el ajuste de la pieza de rebajo a la configuración y espectro de tensiones durante el tratamiento térmico.



Unos pretaladros conectados por un corte, antes de templar y revenir, ayudarán a prevenir la distorsión o roturas al electroerosionar secciones gruesas.

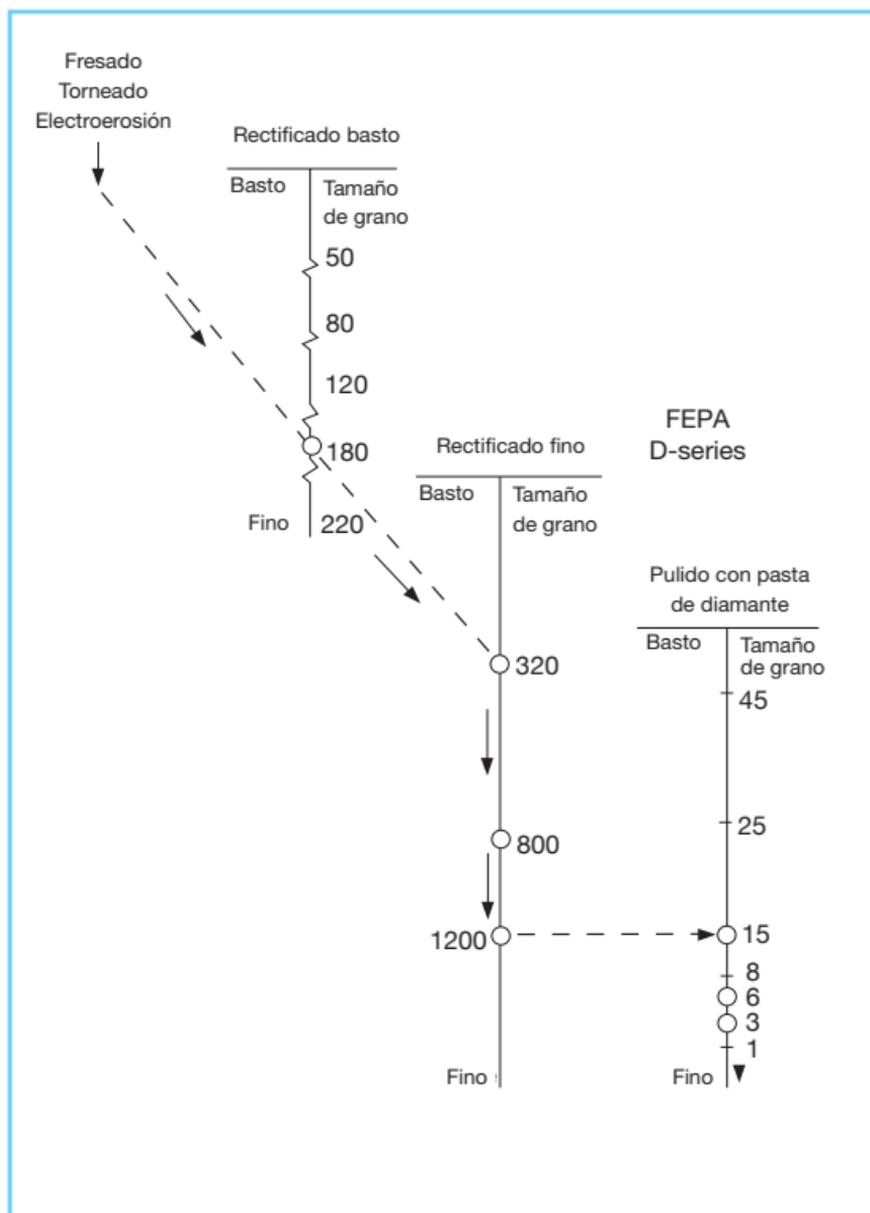
## RECOMENDACIONES SOBRE EL PULIDO DE ACERO PARA MOLDES

---

A pesar de las mayores posibilidades que ofrece emplear sistemas de pulido mecánico, la habilidad técnica y el buen juicio de un pulidor experimentado es todavía un ingrediente esencial para obtener el acabado superficial deseado con la mayor rapidez posible.

- Utilizar un acero para moldes de buena calidad. Durante su elaboración, todos los aceros Uddeholm para moldes son desgasificados al vacío o sometidos al proceso ESR (refinado de escoria) para que obtengan una estructura limpia, apropiada para producir superficies de alto acabado.
- Realizar un tratamiento cuidadoso en las partes que se deban templar, para proporcionar una dureza y estructura uniforme en el acero. Esto contribuirá a que se obtengan unos resultados coherentes en el pulido.
- Seguir la secuencia de pulido recomendada
- Comprobar que se mantenga una limpieza absoluta en todas las etapas del proceso de pulido
- No emplear el mismo abrasivo de una etapa del pulido para la siguiente (no transferir partículas abrasivas)
- No aplicar una presión excesiva en las herramientas de pulido mecánico

Para más información, consulte el catálogo Uddeholm “Pulido de Acero para Moldes” y “Gráfico de Defectos y Recomendaciones de pulido de alto brillo de superficies de acero”.



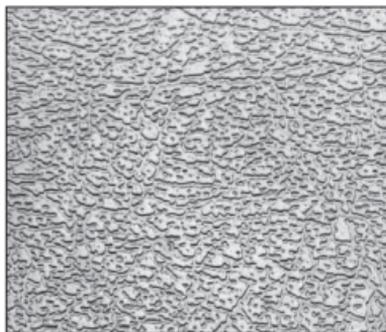
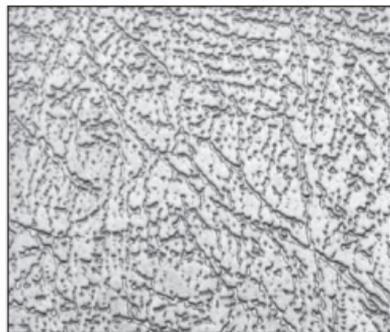
Secuencia típica de pulido.

## RECOMENDACIONES PARA FOTOGABADO O TEXTURIZADO

El acero pretemplado Impax Supreme y el acero Orvar Supreme aportan resultados particularmente buenos y consistentes después de realizar la operación de fotograbado, gracias a su bajo contenido en Azufre.

- Cuando se incluyan en una herramienta varias piezas que deban ser atacadas con el mismo dibujo, tanto la materia prima como la dirección de laminado para dichas piezas deberán ser iguales (a ser posible, obtenidas de la misma barra o bloque de acero).
- Deberá completarse la operación de mecanizado mediante un recocido de eliminación de tensiones, seguido del mecanizado a medidas finales.
- Al fotograbar secciones grandes de Impax Supreme, se recomienda realizar un revenido extra a 550°C antes del fotograbado.
- Las superficies electroerosionadas deberán ser siempre rectificadas o pulidas ya que, de otro modo, las capas superficiales retempladas como resultado de la electroerosión harán que el ataque sea pobre.
- Evítese el temple a la llama antes del fotograbado
- En algunos casos, será posible realizar las operaciones de fotograbado en herramientas soldadas, con tal de que el material utilizado en la soldadura sea el empleado para la herramienta misma. En estos casos, las zonas que hayan sido soldadas deberán indicarse al taller que ejecute el fotograbado.
- Cuando se deba nitrurar una herramienta, esto deberá efectuarse después del fotograbado
- El área superficial de la cavidad de un molde se ve considerablemente incrementada por la texturización y ello podrá producir problemas de eyección. Se recomienda consultar con el especialista en fotograbado en una etapa temprana, a fin de determinar el ángulo óptimo de inclinación lateral para la configuración y dibujo en cuestión.

Para más información, consulte el catálogo Uddeholm "Fotograbado de acero para herramientas".



Ejemplos de patrones de fotograbado.

## TABLA DE EQUIVALENCIAS DE DUREZA

Estas conversiones se basan en EN-ISO 18265:2013.

Comparación aproximada entre dureza y carga máxima a la tracción.

Rockwell HRC	Brinell* HBW	Vickers HV10	Punto de rotura aprox.	
			N/mm2	kp/mm2
26	259	273	873	89
27	265	279	897	92
28	272	286	919	94
29	279	294	944	96
30	287	302	970	99
31	295	310	995	101
32	303	318	1024	104
33	311	327	1052	107
34	320	336	1082	110
35	328	345	1111	113
36	337	355	1139	116
37	346	364	1168	119
38	354	373	1198	122
39	363	382	1227	125
40	373	392	1262	129
41	382	402	1296	132
42	392	412	1327	135
43	402	423	1362	139
44	413	434	1401	143
45	424	446	1425	145
46	436	459	1478	151
47	448	471	1524	155
48	460	484	1572	160
49	474	499	1625	166
50	488	513	1675	171
51	502	528	1733	177
52	518	545	1793	183
53	532	560	1845	188
54	549	578	1912	195
55	566	596	1979	202
56	585	615	2050	209
57	603	634	2121	216
58		654		
59		675		
60		698		
61		720		
62		746		
63		773		
64		800		

\* Bola de 10 mm, 3000 kg de carga

# FÓRMULAS Y FACTORES DE CONVERSIÓN

## LONGITUD

Para convertir	a	multiplicar por
in	mm	25.40
in	cm	2.540
in	m	0.0254
mm	in	0.0394
cm	in	0.3937
ft	m	0.3048
m	ft	3.281
yd	m	0.9144
m	yd	1.094
miles	km	1.609
km	miles	0.6214

## PESOS

Para convertir	a	multiplicar por
lb	kg	0.4536
lb	ton1)	0.0004536
kg	lb	2.205
kg	tons2)	0.00098
tons2))	kg	1016
tons2)	ton1)	1.016
ton1)	tons2)	0.9844
kg/m	lb/ft	0.672
kg/m	kg/ft	0.3281
kg/ft	kg/m	0.3048
kg/ft	lb/m	7.23
lb/ft	kg/m	1.48

<sup>1)</sup> 1 tonelada (métrica) = 1000 kg = 2205 libras

<sup>2)</sup> 1 tonelada (UK) = 1016 kg = 2240 libras

1 ton. corta (USA) = 907 kg = 2000 libras

1 ton. larga (USA) = 1 ton (UK) = 1016 kg = 2240 libras

## SUPERFICIE

Para convertir	a	multiplicar por
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	0.00155
in <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	645.16
cm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	0.1550
in <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	6.452
ft <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0.0929
m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	10.76
m <sup>2</sup>	yd <sup>2</sup>	1.196
yd <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0.8361

## VOLÚMENES

Para convertir	a	multiplicar por
in <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	16.3862
cm <sup>3</sup>	in <sup>3</sup>	0.06103
in <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	0.000578
ft <sup>3</sup>	in <sup>3</sup>	1728
ft <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.02832
m <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	35.3147
gal (UK)	l	4.546
l	gal (UK)	0.219969

Área de un círculo:  $\pi \cdot r^2 \approx 0.7854 \cdot D^2$

## CONVERSIÓN DE TEMPERATURA

°C a °F: multiplicar por 1.8  
y añadir 32

°F a °C: restar 32  
y multiplicar por 0,56

Fórmula exacta:

$$^{\circ}\text{F} = \frac{^{\circ}\text{C} \times 9}{5} + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$$

## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Para convertir	a	multiplicar por
tons/in <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	15.5
tons/in <sup>2</sup>	kp/mm <sup>2</sup>	1.57
tons/in <sup>2</sup>	lb/in <sup>2</sup>	2240
N/mm <sup>2</sup>	kp/mm <sup>2</sup>	0.102
N/mm <sup>2</sup>	lb/in <sup>2</sup>	145
N/mm <sup>2</sup>	tons/in <sup>2</sup>	0.065
kp/mm <sup>2</sup>	lb/in <sup>2</sup>	1422.34
kp/mm <sup>2</sup>	tons/in <sup>2</sup>	0.635
kp/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	9.81
lb/in <sup>2</sup>	tons/in <sup>2</sup>	0.00045
lb/in <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	0.0069
lb/in <sup>2</sup>	kp/mm <sup>2</sup>	0.000703
lb/in <sup>2</sup>	MPa	0.00689
MPa	lb/in <sup>2</sup>	145
bar	ln/in <sup>2</sup>	14.51

## PESOS

### MEDIDAS MÉTRICAS

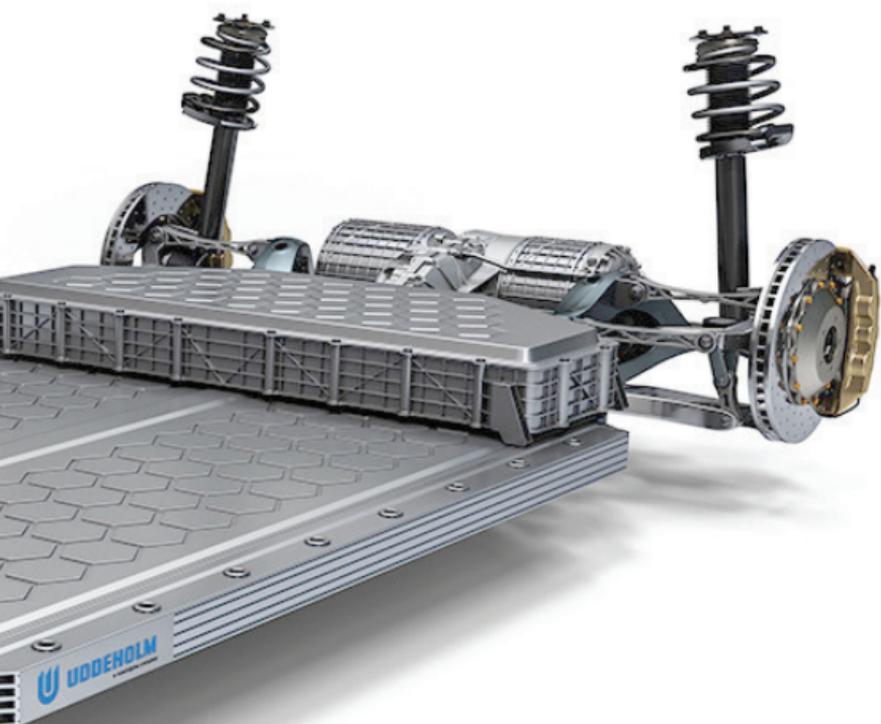
*Planchas y cuadrangular:* Espesor(mm) x Ancho(mm) x Longitud(m) x 0.00785 = peso en kg.

*Redondos:* D<sup>2</sup>(mm) x L(m) x 0.0062 = peso en kg.

### MEDIDAS EN PULGADAS

*Planchas y cuadrangular:* Espesor(in) x Ancho(in) x Longitud(in) x 0.2833 = peso en libras.





ILUSTRACIÓN, GRAPHICS, SWEDEN





# UNIDADES DE MEDICIÓN

## FACTORES Y PREFIJSOS

Medida	Unidad	Símbolo	Derivación	Múltiple	Factor	Prefijo	Símbolo
Las siete unidades básicas							
Longitud	metro	m		1 000 000 000 000	$10^{12}$	tera	T
Masa	kilogramo	kg		1 000 000 000	$10^9$	giga	G
Tiempo	segundo	s		1 000 000	$10^6$	mega	M
Corriente eléct.	amperio	A		1 000	$10^3$	kilo	k
Temperatura	kelvin	K		100	$10^2$	hekto	h
Intensidad lumin.	candela	cd		10	$10^1$	deka	da
Peso molec. en gr.	mol	mol					
Dos unidades complementarias							
Ángulo plano	radian	rad		0,1	10-1	deci	d
Ángulo sólido	esteradian	sr		0,01	10-2	centi	c
Unidades derivadas con nombres propios							
Fuerza	newton		$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$	0,001	10-3	milli	m
Presión	pascal		$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$	0,000 001	10-6	mikro	$\mu$
Energía, trabajo	julio		$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$	0,000 000 001	10-9	nano	n
Potencia	vatio		$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$	0,000 000 000 001	10-12	piko	p
Unidades adicionales permitidas hasta nuevo aviso							
Volumen	litro		$1 \text{ litro} = 10^{-3} \text{ m}^3$	0,000 000 000 000 001	10-15	fermito	f
Masa	ton.		$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$		10-18	atto	a
Energía	vatio-hora		$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Ws (J)}$				
Presión	bar		$1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$				

Factores de conversión

Unidades SI y unidades permitidas

Unidades abandonadas

## LONGITUD

	m	mm	pulgadas	pies	yardas
1 m =	1	10 <sup>3</sup>	39.3701	3.2808	1.0936
1 mm =	10 <sup>-3</sup>	1	39.37 · 10 <sup>-3</sup>	3.281 · 10 <sup>-3</sup>	1.094 · 10 <sup>-3</sup>
1 pulgada =	25.4 · 10 <sup>-3</sup>	25.4	1	83.33 · 10 <sup>-3</sup>	27.78 · 10 <sup>-3</sup>
1 pie =	0.3048	304.8	12	1	0.3333
1 yd (yarda) =	0.9144	914.4	36	3	1
1 milla inglesa =	1.6093 · 10 <sup>3</sup>	1.6093 · 10 <sup>6</sup>	63.36 · 10 <sup>3</sup>	5.28 · 10 <sup>3</sup>	1.76 · 10 <sup>3</sup>
1 milla náutica =	1.852 · 10 <sup>3</sup>	1.852 · 10 <sup>6</sup>	72.91 · 10 <sup>3</sup>	6.076 · 10 <sup>3</sup>	2.025 · 10 <sup>3</sup>

1 km = 0.6214 milla inglesa = 0.5396 milla náutica

1 Å (Ångström) = 10<sup>-10</sup> m = 10<sup>-4</sup> μm

## ÁREA

	m <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	pulgadas <sup>2</sup>	pie <sup>2</sup>	yarda <sup>2</sup>
1 m <sup>2</sup> =	1	106	1.55 · 103	10.76	1.196
1 mm <sup>2</sup> =	10 <sup>-4</sup>	1	1.55 · 10 <sup>-3</sup>	10.76 · 10 <sup>-6</sup>	1.196 · 10 <sup>-6</sup>
1 pulgada <sup>2</sup> =	0.645 · 10 <sup>-3</sup>	645.16	1	6.944 · 10 <sup>-3</sup>	0.772 · 10 <sup>-3</sup>
1 pie <sup>2</sup> =	92.9 · 10 <sup>-3</sup>	92.9 · 103	144	1	0.1111
1 yarda <sup>2</sup> =	0.8361	836.1 · 103	1.296 · 103	9	1
1 acre =	4.047 · 103	4.047 · 109	6.273 · 106	43.56 · 103	4.84 · 103
1 milla <sup>2</sup> inglesa =	2.58999 · 106	2.58999 · 1012	4.014 · 109	27.88 · 106	3.0976 · 106

1 km<sup>2</sup> = 247.1 acres = 0.3861 milla<sup>2</sup> inglesa

## VOLUMEN

	m <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup>	pulgada <sup>3</sup>	pie <sup>3</sup>	Yarda <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup> =	1	103	61.0237 . 10 <sup>3</sup>	35.3147	1.308
1 l = 1 dm <sup>3</sup> =	10-3	1	61.02	35.31 . 10-3	1.3 . 10-3
1 pulgada <sup>3</sup> =	16.387 . 10-6	16.387 . 10-3	1	0.579 . 10-3	21.43 . 10-6
1 pie <sup>3</sup> =	28.317 . 10-3	28.317	1.728 . 103	1	37.04 . 10-3
1 yarda <sup>3</sup> =	0.76455	764.55	46.656 . 103	27	1
1 galón UK =	4.546 . 10-3	4.5461	277.4	0.1605	5.946 . 10-3
1 galón US =	3.785 . 10-3	3.7854	231	0.1337	4.951 . 10-3

1 l = 1 dm<sup>3</sup> = 0.219969 galón UK = 0.264172 galón US

1 cm<sup>3</sup> = 0.061 pulgada<sup>3</sup>

## VELOCIDAD

	m/s	km/h	pie/s	milla/h	nudo
1 m/s =	1	3.6	3.2808	2.2369	1.9438
1 km/h =	0.2778	1	0.9113	0.6214	0.54
1 ft/s =	0.3048	1.0973	1	0.6818	0.5925
1 mille/h =	0.447	1.6093	1.4666	1	0.869
1 kn (knop) =	0.5144	1.852	1.6878	1.1508	1

1 nudo = 1 milla náutica/h; 1 mach = ca 1.2 . 103 km/h;

1 mph = 1 milla/h

## MASA

	kg	g	lb (libra)	slug (pieza)	oz (onza)
1 kg =	1	103	2.2046	68.52 . 10 <sup>-3</sup>	35.274
1 g =	10 <sup>-3</sup>	1	2.2 . 10 <sup>-3</sup>	68.52 . 10 <sup>-6</sup>	35.274 . 10 <sup>-3</sup>
1 libra (pound) =	0.4536	453.59	1	31.08 . 10 <sup>-3</sup>	16
1 slug =	14.594	14.5939 . 103	32.17	1	514.8
1 onza (ounce) =	28.35 . 10 <sup>-3</sup>	28.35	62.5 . 10 <sup>-3</sup>	1.943 . 10 <sup>-3</sup>	1
1 cwt larga GB =	50.8023	50.8023 . 103	112	3.481	1.792 . 103
1 ton. larga GB =	1.016 . 103	1.016 . 106	2.24 . 103	69.62	35.84 . 103
1 cwt. corta USA =	45.3592	45.3592 . 103	100	3.108	1.6 . 103
1 ton. corta USA =	907.185	907.185 . 103	2 . 103	62.16	32 . 103

1 ton. larga UK = 20 cwt. larga UK      1 ton. corta US = 20 cwt. corta US

1 kg =  $0.9842 \cdot 10^{-3}$  ton. larga UK =  $1.1023 \cdot 10^{-3}$  ton. corta US

1 kg =  $19.684 \cdot 10^{-3}$  cwt. larga UK =  $22.046 \cdot 10^{-3}$  cwt. corta US

## DENSIDAD

	kg/m3	g/cm3	libras/pulg.3	libras/pie3
1 kg/m3 =	1	10 <sup>-3</sup>	36.13 . 10 <sup>-6</sup>	62.43 . 10 <sup>-3</sup>
1 g/cm3 =	103	1	36.13 . 10 <sup>-3</sup>	62.428
1 libra/in3 =	27.6799 . 103	27.68	1	1.728 . 103
1 libra/ft3 =	16.0185	16.02 . 10 <sup>-3</sup>	0.579 . 10 <sup>-3</sup>	1

m<sup>3</sup>/kg se denomina volumen específico

## FUERZA

	N	dina	kp	lbf
1 N =	1	0.1 . 106	0.10197	0.2248
1 dyn =	10 . 10-6	1	1.02 . 10-6	2.248 . 10-6
1 kp =	9.80665	980.665 . 103	1	2.2046
1 lbf =	4.448	444.8 . 103	0.4536	1

Un kilopondio (kp) también se denomina kilogramo-fuerza (kgf)

## MOMENTO DE FUERZA

	Nm	kpm	lbf . in	lbf . ft
1 Nm =	1	0.102	8.851	0.7376
1 kpm =	9.8067	1	86.7962	7.233
1 lbf . in =	0.113	11.521 . 10-3	1	83.33 . 10-3
1 lbf . ft =	1.356	0.1383	12	1

## POTENCIA

	W	kpm/s	kcal/h	CV	pie lbf/s
1 W =	1	0.102	0.8598	1.36 . 10-3	0.7376
1 kpm/s =	9.80665	1	8.432	13.33 . 10-3	7.233
1 kcal/h =	1.163	0.1186	1	1.581 . 10-3	0.8578
1 hk =	735.5	75	632.5	1	542.5
1 ft . lbf/s =	1.356	0.1383	1.166	1.843 . 10-3	1
1 hp UK. US =	745.7	76.04	641.2	1.1014	550
1 Btu/h =	0.2931	29.89 . 10-3	0.252	398.5 . 10-6	0.2162

1 kcal/s = 4.1868 . 103W    1W = 238.8 . 10-6 kcal/s = 1.341 . 10-3hp

## PRESIÓN (TENSIÓN)

	Pa= N/m <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup> = MPa	bar	kp/mm <sup>2</sup>	lbf/in <sup>2</sup> (psi)
1 Pa= 1 N/m <sup>2</sup> =	1	10 <sup>-6</sup>	10 · 10 <sup>-6</sup>	0.102 · 10 <sup>-6</sup>	0.145 · 10 <sup>-3</sup>
1 N/mm <sup>2</sup> =1 MPa	106	1	10	0.102	145
1 bar =	100 · 103	0.1	1	10.2 · 10 <sup>-3</sup>	14.5
1 kp/mm <sup>2</sup> =	9.807 · 106	9.807	98.07	1	1.4211 · 103
1 kp/mm <sup>2</sup> = at =	98.07 · 103	98.07 · 10 <sup>-3</sup>	0.9807	10 · 10 <sup>-3</sup>	14.21
1 lb/in <sup>2</sup> = psi =	6.895 · 103	6.895 · 10 <sup>-3</sup>	68.95 · 10 <sup>-3</sup>	703	1
1 torr =	133.3	133.3 · 10 <sup>-6</sup>	1.333 · 10 <sup>-3</sup>	13.6 · 10 <sup>-3</sup>	19.34 · 10 <sup>-3</sup>
1 atm =	101.3 · 103	0.1013	1.013	10.33 · 10 <sup>-3</sup>	14.7

1 mm Hg = 13.6 mm paso de agua

1 mm paso de agua = 9.81 Pa

1 dyne/cm<sup>2</sup> = 10Pa

1 Pa = 7.501 · 10<sup>-3</sup> torr = 9.868 · 10<sup>-6</sup> atm

1 torr = 1 mm Hg at 0°C and 9.81 m/s<sup>2</sup>

1 atm = 760 mm Hg (torr) = 1.013 · 10<sup>5</sup> millibar

## POTENCIA

	J	kWh	kpm	kcal	pie lbf
1 J =	1	0.278 · 10 <sup>-6</sup>	0.102	0.239 · 10 <sup>-3</sup>	0.7376
1 kWh =	3.6 · 106	1	367.1 · 103	859.8	2.655 · 106
1 kpm =	9.80665	2.724 · 10 <sup>-6</sup>	1	2.342 · 10 <sup>-3</sup>	7.233
1 kcal =	4.1868 · 103	1.163 · 10 <sup>-3</sup>	426.9	1	3.088 · 103
1 ft · lbf =	1.356	376 · 10 <sup>-9</sup>	0.1383	323.8 · 10 <sup>-3</sup>	1
1 erg =	0.1 · 10 <sup>-6</sup>	27.78 · 10 <sup>-15</sup>	10.2 · 10 <sup>-9</sup>	23.88 · 10 <sup>-12</sup>	73.76 · 10 <sup>-9</sup>
1 Btu =	1.055 · 103	0.293 · 10 <sup>-3</sup>	107.6	0.2522	778.2

1 eV = 0.1602 · 10<sup>-18</sup> J

1 J = 6.242 · 10<sup>18</sup> eV = 107 erg = 0.3777 · 10<sup>-6</sup> hkh

1 hkh = 2.648 · 106 J

# TOLERANCIAS ISO

## RANGO DE TOLERANCIA EN MM SEGÚN EL SISTEMA ISO INTERNACIONAL

Diámetro mm		IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14
más de	hasta							
3	6	0.014	0.025	0.040	0.060	0.100	0.140	0.250
3	6	0.018	0.030	0.048	0.075	0.120	0.180	0.300
6	10	0.022	0.036	0.058	0.090	0.150	0.220	0.360
10	18	0.027	0.043	0.070	0.110	0.180	0.270	0.430
18	30	0.033	0.052	0.084	0.130	0.210	0.330	0.520
30	50	0.039	0.062	0.100	0.160	0.250	0.390	0.620
50	80	0.046	0.074	0.120	0.190	0.300	0.460	0.740
80	120	0.054	0.087	0.140	0.220	0.350	0.540	0.870
120	180	0.063	0.100	0.160	0.250	0.400	0.630	1.000
180	250	0.072	0.115	0.185	0.290	0.460	0.720	1.150
250	315	0.081	0.130	0.210	0.320	0.520	0.810	1.300
315	400	0.089	0.140	0.230	0.360	0.570	0.890	1.400
400	500	0.097	0.155	0.250	0.400	0.630	0.970	1.550
500	630	0.110	0.175	0.280	0.440	0.700	1.100	1.750
630	800	0.125	0.200	0.320	0.500	0.800	1.250	2.000

Ubicación de tolerancia. Dimensiones externas, ejes:

h = solo menos

js = medio menos, medio más

k = solo más

H = solo más

JS = medio más, medio menos

K = solo menos

Dimensiones interiores, agujeros:



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS, SWEDEN

# TABLA DE CONVERSIÓN

## ESCALAS DE TEMPERATURA

Buscar el número de grados a convertir en la columna del centro. Si se han de convertir °F a °C, la cifra necesaria se encuentra en la columna izquierda, debajo de C. Para convertir °C a °F, ver la columna de la derecha.

C	°	F	C	°	F	C	°	F
-17.8	0	32	132	270	518	299	570	1058
-15.0	5	41	138	280	526	302	575	1067
-12.2	10	50	143	290	554	304	580	1076
-9.4	15	59	149	300	572	307	585	1085
-6.7	20	68	154	310	590	310	590	1094
-3.9	25	77	160	320	608	313	595	1103
-1.1	30	86	166	330	626	316	600	1112
1.7	35	95	171	340	644	318	605	1121
4.4	40	104	177	350	662	321	610	1130
7.2	45	113	182	360	680	324	615	1139
10.0	50	122	188	370	698	327	620	1148
12.8	55	131	193	380	716	329	625	1157
15.6	60	140	199	390	734	332	630	1166
18.3	65	149	204	400	752	335	635	1175
21.1	70	158	210	410	770	338	640	1184
23.9	75	167	216	420	788	341	645	1193
26.7	80	176	221	430	806	343	650	1202
29.4	85	185	227	440	824	346	655	1211
32.2	90	194	232	450	842	349	660	1220
35.0	95	203	238	460	860	352	665	1229
37.8	100	212	243	470	878	354	670	1238
43	110	230	249	480	896	357	675	1247
49	120	248	254	490	914	360	680	1256
54	130	266	260	500	932	363	685	1265
60	140	284	263	505	941	366	690	1274
66	150	302	266	510	950	368	695	1283
71	160	320	268	515	959	371	700	1292
77	170	338	271	520	968	377	710	1310
82	180	356	274	525	977	382	720	1328
88	190	374	277	530	986	388	730	1346
93	200	392	279	535	995	393	740	1364
99	210	410	282	540	1004	399	750	1382
104	220	428	285	545	1013	404	760	1400
110	230	446	288	550	1022	410	770	1418
116	240	464	291	555	1031	416	780	1436
121	250	484	293	560	1040	421	790	1454
127	260	500	296	565	1049	427	800	1472

C	°	F	C	°	F	C	°	F
432	810	1490	671	1240	2264	910	1670	3038
438	820	1508	677	1250	2282	916	1680	3056
443	830	1526	682	1260	2300	921	1690	3074
449	840	1544	688	1270	2318	927	1700	3092
454	850	1562	693	1280	2336	932	1710	3110
460	860	1580	699	1290	2354	938	1720	3128
466	870	1598	704	1300	2372	943	1730	3146
471	880	1616	710	1310	2390	949	1740	3164
477	890	1634	716	1320	2408	954	1750	3182
482	900	1652	721	1330	2426	960	1760	3200
488	910	1670	727	1340	2444	966	1770	3218
493	920	1688	732	1350	2462	971	1780	3236
499	930	1706	738	1360	2480	977	1790	3254
504	940	1724	743	1370	2498	982	1800	3272
510	950	1742	749	1380	2516	988	1810	3290
516	960	1760	754	1390	2534	993	1820	3308
521	970	1778	760	1400	2552	999	1830	3326
527	980	1796	766	1410	2570	1004	1840	3344
532	990	1814	771	1420	2588	1010	1850	3362
538	1000	1832	777	1430	2606	1016	1860	3380
543	1010	1850	782	1440	2624	1021	1870	3398
549	1020	1868	788	1450	2642	1027	1880	3416
554	1030	1886	793	1460	2660	1032	1890	3434
560	1040	1904	799	1470	2678	1038	1900	3452
566	1050	1922	804	1480	2696	1043	1910	3470
571	1060	1940	810	1490	2714	1049	1920	3488
577	1070	1958	816	1500	2732	1054	1930	3506
582	1080	1976	821	1510	2750	1060	1940	3524
588	1090	1994	827	1520	2768	1066	1950	3542
593	1100	2012	832	1530	2786	1071	1960	3560
599	1110	2030	838	1540	2804	1077	1970	3578
604	1120	2048	843	1550	2822	1082	1980	3596
610	1130	2066	849	1560	2840	1093	2000	3632
616	1140	2084	854	1570	2858	1121	2050	3722
621	1150	2102	860	1580	2876	1149	2100	3812
627	1160	2120	866	1590	2894	1177	2150	3902
632	1170	2138	871	1600	2912	1204	2200	3992
638	1180	2156	877	1610	2930	1232	2250	4082
643	1190	2174	882	1620	2948	1260	2300	4172
649	1200	2192	888	1630	2966	1288	2350	4262
654	1210	2210	893	1640	2984	1316	2400	4352
660	1220	2228	899	1650	3002	1343	2450	4442
666	1230	2246	904	1660	3020	1371	2500	4532

## TABLA DE PESOS

Estas tablas son válidas para acero sin alear con una densidad de 7,85. El acero aleado es algo más pesado; el acero rápido, por ejemplo, es aproximadamente un 10% más pesado.

### PLANCHAS DE ACERO KG/M

Espesor mm	Ancho mm										
	2	3	4	6	8	10	12	16	20	25	30
10	0.16	0.23	0.31	0.47	0.63	0.79	-	-	-	-	-
25	0.39	0.59	0.79	1.18	1.57	1.96	2.36	3.14	3.93	4.91	-
30	0.47	0.71	0.94	1.41	1.88	2.36	2.83	3.77	4.71	5.89	7.07
40	0.63	0.94	1.26	1.88	2.51	3.14	3.77	5.02	6.28	7.85	9.42
50	0.79	1.18	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	6.28	7.85	9.81	11.8
60	0.94	1.41	1.88	2.83	3.77	4.71	5.65	7.54	9.42	11.8	14.1
70	1.10	1.65	2.20	3.30	4.40	5.50	6.59	8.79	11.0	13.7	16.5
80	1.26	1.88	2.51	3.77	5.02	6.28	7.54	10.1	12.6	15.7	18.8
90	1.41	2.12	2.83	4.24	5.65	7.07	8.48	11.3	14.1	17.7	21.2
100	1.57	2.36	3.14	4.71	6.28	7.85	9.42	12.6	15.7	19.6	23.6
110	1.73	2.59	3.45	5.18	6.91	8.64	10.4	13.8	17.3	21.6	25.9
120	1.88	2.83	3.77	5.65	7.54	9.42	11.3	15.1	18.8	23.6	28.3
130	2.04	3.06	4.08	6.12	8.16	10.2	12.3	16.3	20.4	25.5	30.6
140	2.20	3.30	4.40	6.59	8.79	11.0	13.2	17.6	22.0	27.5	33.0
150	2.36	3.53	4.71	7.07	9.42	11.8	14.1	18.8	23.6	29.4	35.3
160	2.51	3.77	5.02	7.54	10.1	12.6	15.1	20.1	25.1	31.4	37.7
170	2.67	4.00	5.34	8.01	10.7	13.4	16.0	21.4	26.7	33.4	40.0
180	2.83	4.24	5.65	8.48	11.3	14.1	17.0	22.6	28.3	35.3	42.4
190	2.98	4.48	5.97	8.95	11.9	14.9	17.9	23.9	29.8	37.3	44.8
200	3.14	4.71	6.28	9.42	12.6	15.7	18.8	25.1	31.4	39.3	47.1
250	3.93	5.89	7.85	11.8	15.7	19.6	23.6	31.4	39.3	49.1	58.9
300	4.71	7.07	9.42	14.1	18.8	23.6	28.3	37.7	47.1	58.9	70.7
350	5.50	8.24	11.0	16.5	22.0	27.5	33.0	44.0	55.0	68.7	82.4
400	6.28	9.42	12.6	18.8	25.1	31.4	37.7	50.2	62.8	78.5	94.2
450	7.07	10.6	14.1	21.2	28.3	35.3	42.4	56.5	70.7	88.3	106
500	7.85	11.8	15.7	23.6	31.4	39.3	47.1	62.8	78.5	98.1	118
550	8.64	13.0	17.3	25.9	34.5	43.2	51.8	69.1	86.4	108	130
600	9.42	14.1	18.8	28.3	37.7	47.1	56.5	75.4	94.2	118	141
700	11.0	16.5	22.0	33.0	44.0	55.0	65.9	87.9	110	137	165
800	12.6	18.8	25.1	37.7	50.2	62.8	75.4	101	126	157	188
900	14.1	21.2	28.3	42.4	56.5	70.7	84.8	113	141	177	212
1000	15.7	23.6	31.4	47.1	62.8	78.5	94.2	126	157	196	236
1200	18.8	28.3	37.7	56.5	75.4	94.2	113	151	188	236	283

## PLANCHAS DE ACERO KG/M

Espesor mm	Ancho mm											
	32	40	50	60	70	80	90	100	120	125	140	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	7.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	10.0	12.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	12.6	15.7	19.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	15.1	18.8	23.6	28.3	-	-	-	-	-	-	-	-
70	17.6	22.0	27.5	33.0	38.5	-	-	-	-	-	-	-
80	20.1	25.1	31.4	37.7	44.0	50.2	-	-	-	-	-	-
90	22.6	28.3	35.3	42.4	49.5	56.5	63.6	-	-	-	-	-
100	25.1	31.4	39.3	47.1	55.0	62.8	70.7	78.5	-	-	-	-
110	27.6	34.5	43.2	51.8	60.5	69.1	77.7	86.4	-	-	-	-
120	30.1	37.7	47.1	56.5	65.9	75.4	84.8	94.2	113	-	-	-
130	32.7	40.8	51.0	61.2	71.4	81.6	91.9	102	125	128	-	-
140	35.2	44.0	55.0	65.9	76.9	87.9	98.9	110	132	137	154	-
150	37.7	47.1	58.9	70.7	82.4	94.2	106	118	141	147	165	-
160	40.2	50.2	62.8	75.4	89.7	101	113	126	151	157	176	-
170	42.7	53.4	66.7	80.1	93.4	107	120	134	160	167	187	-
180	45.2	56.5	70.7	84.8	98.9	113	127	141	170	177	198	-
190	47.7	59.7	74.6	89.5	104	119	134	149	179	186	209	-
200	50.2	62.8	78.5	94.2	110	126	141	157	188	196	220	-
250	62.8	78.5	98.1	118	137	157	177	196	236	245	275	-
300	75.3	94.2	118	141	165	188	212	236	283	294	330	-
350	87.9	110	137	165	192	220	247	275	330	343	385	-
400	100	126	157	188	220	251	283	314	377	393	440	-
450	113	141	177	212	247	283	318	353	424	442	495	-
500	126	157	196	236	275	314	353	393	471	491	550	-
550	138	173	216	259	302	345	389	432	518	540	605	-
600	151	188	236	283	330	377	424	471	565	589	659	-
700	176	220	275	330	385	440	495	550	659	687	769	-
800	201	251	314	377	440	502	565	628	754	785	879	-
900	226	283	353	424	495	565	636	707	848	883	989	-
1000	251	314	393	471	550	628	707	785	942	981	1099	-
1200	301	377	471	565	659	754	848	942	1130	1178	1319	-

Cont.

## PLANCHAS DE ACERO KG/M

Espesor mm	Ancho mm										
	150	180	200	250	300	350	400	450	500	550	600
160	188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	212	254	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	224	269	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	236	283	314	-	-	-	-	-	-	-	-
250	294	353	393	491	-	-	-	-	-	-	-
300	353	424	471	589	707	-	-	-	-	-	-
350	412	495	550	687	824	962	-	-	-	-	-
400	471	565	628	786	942	1099	1256	-	-	-	-
450	530	636	707	883	1060	1236	1413	1590	-	-	-
500	589	707	785	981	1178	1374	1570	1766	1963	-	-
550	648	775	864	1079	1295	1511	1727	1943	2159	2375	-
600	707	848	942	1178	1413	1649	1884	2120	2355	2591	2826
700	824	989	1099	1374	1649	1923	2198	2473	2748	3022	3297
800	942	1130	1256	1570	1884	2198	2512	2826	3140	3454	3768
900	1060	1272	1413	1766	2120	2473	2826	3179	3533	3886	4239
1000	1176	1413	1570	1963	2355	2748	3140	3533	3925	4318	4710
1200	1413	1696	1884	2355	2826	3297	3768	4239	4710	5181	5652

## BARRAS REDONDAS Y CUADRADAS, KG/M

DIM. MM	●	■	DIM. MM	●	■	DIM. MM	●	■
1	0.006	0.008	43	11.4	14.5	85	44.5	56.7
2	0.025	0.031	44	11.9	15.2	86	45.6	58.1
3	0.055	0.071	45	12.5	15.9	87	46.6	59.4
4	0.10	0.13	46	13.1	16.6	88	47.7	60.8
5	0.15	0.20	47	13.6	17.3	89	48.8	62.2
6	0.22	0.28	48	14.2	18.1	90	49.9	63.6
7	0.30	0.38	49	14.8	18.9	91	51.1	65.0
8	0.39	0.50	50	15.4	19.6	92	52.2	66.4
9	0.50	0.64	51	16.0	20.4	93	53.3	67.9
10	0.62	0.79	52	16.7	21.2	94	54.5	69.4
11	0.75	0.95	53	17.3	22.1	95	55.6	70.9
12	0.89	1.13	54	18.0	22.9	96	56.8	72.4
13	1.04	1.33	55	18.7	23.8	97	58.0	73.9
14	1.21	1.54	56	19.3	24.6	98	59.2	75.4
15	1.39	1.77	57	20.0	25.5	99	60.4	76.9
16	1.58	2.01	58	20.7	26.4	100	61.7	78.5
17	1.78	2.27	59	21.5	27.3	105	68.0	86.6
18	2.00	2.54	60	22.2	28.3	110	74.6	95.0
19	2.23	2.83	61	22.9	29.2	115	81.5	104
20	2.47	3.14	62	23.7	30.2	120	88.8	113
21	2.72	3.46	63	24.5	31.2	125	96.3	123
22	2.98	3.80	64	25.3	32.2	130	104	133
23	3.26	4.15	65	26.1	33.2	135	112	143
24	3.55	4.52	66	26.9	34.2	140	121	154
25	3.85	4.91	67	27.7	35.2	145	130	165
26	4.17	5.31	68	28.5	36.3	150	139	177
27	4.49	5.72	69	29.4	37.4	155	148	189
28	4.83	6.15	70	30.2	38.5	160	158	201
29	5.19	6.60	71	31.1	39.6	165	168	214
30	5.55	7.07	72	32.0	40.7	170	178	227
31	5.92	7.54	73	32.8	41.8	175	189	240
32	6.31	8.04	74	33.8	43.0	180	200	254
33	6.71	8.55	75	34.7	44.2	185	211	269
34	7.13	9.07	76	35.6	45.3	190	223	283
35	7.55	9.62	77	36.6	46.5	195	234	299
36	7.99	10.2	78	37.5	47.8	200	247	314
37	8.44	10.8	79	38.5	49.0	205	259	330
38	8.90	11.3	80	39.5	50.2	210	272	346
39	9.38	11.9	81	40.5	51.5	215	285	363
40	9.86	12.6	82	41.5	52.8	220	298	380
41	10.6	13.2	83	42.5	54.1	225	312	397
42	10.9	13.9	84	43.5	55.4	230	326	415

Cont.

## BARRAS REDONDAS Y CUADRADAS, KG/M

DIM. MM	●	■	DIM. MM	●	■
235	340	434	445	1221	1555
240	355	452	450	1248	1590
245	370	471	455	1276	1625
250	385	491	460	1305	1661
255	401	510	465	1333	1697
260	417	531	470	1362	1734
265	433	551	475	1391	1771
270	449	572	480	1420	1809
275	466	594	485	1450	1847
280	483	615	490	1480	1885
285	501	638	495	1511	1923
290	518	660	500	1541	1963
295	537	683	550	1865	2375
300	555	707	600	2219	2826
305	573	730	650	2605	3317
310	592	754	700	3021	3847
315	612	779	750	3468	4416
320	631	804	800	3946	5024
325	651	829	850	4454	5672
330	671	855	900	4994	6359
335	692	881	1000	6165	7850
340	713	907			
345	734	934			
350	755	962			
355	777	989			
360	799	1017			
365	821	1046			
370	844	1075			
375	867	1104			
380	890	1134			
385	914	1164			
390	938	1194			
395	962	1225			
400	986	1256			
405	1011	1288			
410	1036	1320			
415	1062	1352			
420	1088	1385			
425	1114	1418			
430	1140	1451			
435	1167	1485			
440	1194	1520			

## DENOMINACIONES

---

HB	Dureza Brinell
HRB	Dureza Rockwell B
HRC	Dureza Rockwell C
HV	Dureza Vickers

---

KCU	Tenacidad al impacto en kpm/cm <sup>2</sup> con entalla en U
KU	Tenacidad al impacto en julios con entalla en U según Charpy
KV	Tenacidad al impacto en julios (anteriormente en kpm) con entalla en V

---

N	Newton, unidad de fuerza
---	--------------------------

---

A <sub>5</sub>	Alargamiento en porcentaje de longitud después de rotura. Medición de longitud con muestras redondas: L=5d. Diámetro: d, es el diámetro original.
----------------	---

---

R <sub>m</sub>	Resistencia a la tensión
R <sub>mb</sub>	Resistencia a la flexión
R <sub>p0.2</sub>	Prueba de resistencia 0.2%
R <sub>m</sub>	Resistencia a la compresión

---

Z	Reducción de área (%)
---	-----------------------

---

# CATÁLOGOS TÉCNICOS DE UDDEHOLM

---

## **APLICACIÓN DE ACERO PARA UTILLAJES**

Aceros Uddeholm para Herramientas de Trabajo en frío  
Aceros Uddeholm para Moldes de Fundición Inyectada  
Aceros Uddeholm para Extrusión en Caliente  
Aceros Uddeholm para Herramientas de Forja  
Aceros Uddeholm para Moldes de Inyección de Plástico  
Uddeholm Component Business  
Estampación con Uddeholm Vancron SuperClean

## **TRATAMIENTO DE ACERO PARA UTILLAJES**

Mecanizado por electroerosión de acero para herramientas  
Rectificado de acero para herramientas  
Tratamiento térmico de acero para herramientas  
Fotograbado de acero para herramientas  
Pulido de acero para moldes  
Tabla de defectos y recomendaciones para el pulido de superficies de Aceros  
Soldadura de acero para herramientas  
Recomendaciones de corte de aceros pulvimetalúrgicos para utillajes

## **INFORMACIÓN TÉCNICA DE ACERO PARA UTILLAJES**

Catálogos de información sobre el producto para cada calidad de acero

## **INFORMES DEL SERVICIO TÉCNICO**

Recomendaciones sobre parámetros de corte

## **VARIOS**

Consumibles para soldadura de Uddeholm  
Acero premeconizado para herramientas de trabajo en frío  
Soluciones de utillaje para aceros avanzados de alta resistencia, etc.

© UDDEHOLMS AB

Queda prohibida la reproducción total o parcial, así como la transferencia de esta publicación con fines comerciales sin el permiso del titular del copyright..

---

Esta información se basa en nuestro presente estado de conocimientos y está dirigida a proporcionar información general sobre nuestros productos y su utilización. No deberá por tanto ser tomada como garantía de unas propiedades específicas de los productos o una garantía para un propósito concreto.

Clasificado de acuerdo con la Directiva Europea 1999/45/EC  
Para más información, consultar nuestras "Hojas informativas de Seguridad del Material".

Edición 15. 08.2022





Uddeholm está presente en los cinco continentes. Por este motivo, podrá encontrar nuestro acero utilajes y un servicio de asistencia local allí donde se encuentre. Afianzamos nuestra posición de liderazgo mundial en el suministro de material para utilajes.

Para más información, visite nuestra página  
[www.acerosuddeholm.com](http://www.acerosuddeholm.com)