UDDEHOLM
MANUAL DE BOLSILLO

Gama completa de aceros para utillajes de Uddeholm

UDDEHOLM
a voestalpine company

CONTENIDO

CALIDADES DE ACERO UDDEHOLM
– Composición 2–3
– Standard internacionales 4–5
– Tratamiento térmico 6–7
– Dureza después de temple y revenido 8–9

ACERO PARA HERRAMIENTAS DE CORTE Y ESTAMPACIÓN 10–17

ACERO PARA CUCHILLAS INDUSTRIALES 18–21

ACERO PARA MOLDES DE FUNDICIÓN INYECTADA 22–25

ACERO PARA MATRICES DE EXTRUSIÓN 26–29

ACERO PARA HERRAMIENTAS 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

SERVICIOS DE MECANIZADO 50

RECOMENDACIONES
– mejora del rendimiento del utillaje 51–52
– diseño de utillajes 53
– tratamiento térmico de utillajes 54
– reparación mediante soldadura 54–55
– rectificado de acero para utillajes 55
– pulido de acero para moldes 56–57
– electroerosión (EDM) 58
– fotograbado o texturizado 59

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE DUREZA 61

FORMULAS Y FACTORES DE CONVERSIÓN..... 62–63

UNIDADES DE MEDICIÓN 64–69

TABLAS DE CONVERSIÓN DE TEMPERATURAS 70–71

TABLAS DE PESOS 72–76

DENOMINACIONES 77

CATÁLOGOS TÉCNICOS DE UDDEHOLMS AB..... 78

El manual de bolsillo de Uddeholm presenta nuestras calidades de acero para herramientas y su campo de aplicaciones de una forma resumida y sencilla.

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, acuda a la oficina de Uddeholm más cercana.

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

CALIDADES DE ACERO DE UDDEHOLM — Composición

Calidad Uddeholm	Código de color	Análisis típico C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	S	
ALVAR 14	Blanco/negro	0,55	0,3	0,7	1,1	0,5	1,7	0,1		
AM CORRAX	–	0,03	0,3	0,3	12,0	1,4	9,2			**Al** 1,6 **W** 0,55
ARNE	Amarillo	0,95	0,3	1,1	0,6			0,1		
BALDER	Verde oliva/ rojo oscuro	0,3	0,3	1,2	2,3	0,8	4,0	0,8		
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		
CHIPPER[2)]	–	0,50	1,0	0,5	8,0	1,5		0,5		
CORRAX	Negro/gris	0,03	0,3	0,3	12,0	1,4	9,2			**Al** 1,6
DIEVAR	Amarillo/gris	0,35	0,2	0,5	5,0	2,3		0,6		
ELMAX SUPER-CLEAN[1)]	Azul/negro	1,70	0,8	0,3	18,0	1,0		3,0		
FERMO[2)]	–	0,48	0,4	0,9	1,5					
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	[3)]	0,25	0,3	0,5	13,3	0,3	1,3	0,3		**+N**
MIRRAX 40	Naranja/verde	0,21	0,9	0,45	13,5	0,2	0,6	0,25		**+N**
NIMAX ESR	Blue	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[4)]	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		
RAMAX HH	[5)]	0,12	0,2	1,3	13,4	0,5	1,6	0,2	0,1	**+N**

Calidad Uddeholm	Código de color	Análisis típico C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	S
RIGOR	Rojo/verde	1,00	0,3	0,6	5,3	1,1		0,2	
ROYALLOY	[6]	0,05	0,4	1,2	12,6		**+Cu**	**+N**	0,12
SLEIPNER	Azul/marrón	0,90	0,9	0,5	7,8	2,5		0,5	
SR 1855	Rojo/azul	0,95	1,5	0,8	1,0				
STAVAX ESR	Negro/naranja	0,38	0,9	0,5	13,6			0,3	
									W
SVERKER 3	Rojo	2,05	0,3	0,8	12,7				1,1
SVERKER 21	Amarillo/blanco	1,55	0,3	0,4	11,3	0,8		0,8	
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 SUPERCLEAN[1]	[7]	1,40	0,4	0,4	4,7	3,5		3,7	
VANADIS 8 SUPERCLEAN[1]	Verde/ violeta claro	2,3	0,4	0,4	4,8	3,6		8,0	
VANAX									**N**
SUPERCLEAN[1]	Gris/azul oscuro	0.36	0.3	0.3	18.2	1.1		3.5	1.55
VANCRON	Verde/								**N**
SUPERCLEAN[1]	Azul oscuro	1,3	0,5	0,4	4,5	1,8		10	1,8
VIDAR SUPERIOR	[8]	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	
Acero rápido		**C**			**Cr**	**Mo**	**W**	**V**	**Co**
VANADIS 23 SUPERCLEAN[1]	Violeta	1,28			4,2	5,0	6,4	3,1	
VANADIS 30 SUPERCLEAN[1]	Verde	1,28			4,2	5,0	6,4	3,1	8,5
VANADIS 60 SUPERCLEAN[1]	Oro	2,30			4,2	7,0	6,5	6,5	10,5

[1] Aceros pulvimetalúrgicos

[2] Calidades especiales; stocks limitados o cantidades de pedido mínimas.

[3] Negro/naranja con línea blanca transversal

[4] M = Microdized

[5] Negro/marrón con línea blanca transversal

[6] Amarillo/azul con una línea negra transversal

[7] Verde/Blanco con línea negra transversal

[8] Rojo/Naranja con línea blanca transversal

Standards internacionales

Calidad Uddeholm	ASSAB	UNE	IHA	W.-Nr.	AISI	AFNOR
ALVAR 14	ALVAR 14	F-5307	F-520/ F-528	1.2714	–	–
AM CORRAX	AM CORRAX	–	–	–	–	–
ARNE	DF-2	F-5220	F-522	1.2510	O1	90CWV2
BALDER	BALDER	–	–	–	–	–
BURE	BURE	–	–	–	–	–
CALDIE	CALDIE	–	–	–	–	–
CALMAX	CALMAX	–	–	1.2358	–	–
CARMO	CARMO	–	–	1.2358	–	–
CHIPPER	VIKING	–	–	(1.2631)	–	–
CORRAX	CORRAX	–	–	–	–	–
DIEVAR	DIEVAR	–	–	–	–	–
ELMAX SUPER-CLEAN[1)]	ELMAX SUPERCLEAN[1)]	–	–	–	–	–
FERMO	–	–	–	–	–	–
FORMAX	–	–	–	–	–	–
FORMVAR	FORMVAR	–	–	–	–	–
HOLDAX	–	F-5304	–	1.2312	–	35CMD8+S
IDUN	IDUN	–	–	–	420, mod.	–
IMPAX SUPREME	718 SUPREME	F-5303	–	(1.2738)	P20 mod.	35CND7
MIRRAX ESR	MIRRAX ESR	–	–	–	420 mod.	–
MIRRAX 40	MIRRAX 40	–	–	–	420. mod.	–
NIMAX ESR	NIMAX ESR	–	–	–	–	–
NIMAX	NIMAX	–	–	–	–	–
ORVAR SUPREME	8407 SUPREME	F-5318	–	1.2344	H13 premium	Z40CDV5
ORVAR SUPERIOR	–	F-5318	–	1.2344	H13 premium	Z40CDV5
ORVAR 2 M[2)]	8407-2M	F-5318	–	1.2344	H13	Z40CDV5
POLMAX	–	F-5263	F-312	(1.2083)	420 mod.	Z40C14
QRO 90 SUPREME	QRO 90 SUPREME	–	–	–	–	–
RAMAX HH	RAMAX HH	–	–	–	(420F)	–
RIGOR	XW-10	F-5227	F-536	1.2363	A2	Z100CDV5
ROYALLOY	ROYALLOY	–	–	–	–	–
SLEIPNER	ASSAB 88	–	–	–	–	–
SR 1855	–	F-2109	–	(1.2108)	–	100CS6
STAVAX ESR	STAVAX ESR	F-5263	F-312	(1.2083)	420 mod.	Z40C14

Calidad Uddeholm	ASSAB	UNE	IHA	W.-Nr.	AISI	AFNOR
SVERKER 3	XW-5	F-5213	–	(1.2436)	(D6)	(Z200CW13)
SVERKER 21	XW-42	F-5211	F-52OR	1.2379	D2	Z150CDV12
UHB 11	–	F-1142	F-114	1.1730	1148	XC48
UNIMAX	UNIMAX	–	–	–	–	–
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN[1]	VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN[1]	–	–	–	–	–
VANADIS 8 SUPERCLEAN[1]	VANADIS 8[1] SUPERCLEAN[1]	–	–	–	–	–
VANAX SUPERCLEAN[1]	VANAX SUPERCLEAN	–	–	–	–	–
VANCRON SUPERCLEAN[1]	VANCRON SUPERCLEAN[1]	–	–	–	–	–
VIDAR SUPERIOR	VIDAR SUPERIOR	–	–	1.2340 (1.2343)[3]	(H11)[3]	–
VIDAR 1	–	–	–	1.2343	H11	–
VIDAR 1 ESR	VIDAR 1 ESR	–	–	1.2343	H11	–
Acero rápido						
VANADIS 23 SUPERCLEAN[1]	ASSAB 23 SUPERCLEAN[1]	–	–	1.3395	M3:2	–
VANADIS 30 SUPERCLEAN[1]	ASSSAB 30 SUPERCLEAN[1]	–	–	1.3294 ~CM3:2 +Co	(M3:2+Co)	–
VANADIS 60 SUPERCLEAN[1]	ASSAB 60 SUPERCLEAN[1]	–	–	(1.3292)	–	–

Algunas equivalencias son sólo aproximadas ( ).

[1] Aceros pulvimetalúrgicos.

[2] M = Microdized

[3] W.-Nr. 1.2343. o AISI H11 premium modificado

Recomendaciones generales para tratamiento térmico*

Calidad Uddeholm	HB[1]	Tem-peratura °C	Campo de temp. de austeniza-ción (temple) °C	Medio de enfriamiento
ALVAR 14	≤250	700	830–900	Aceite, etapa, aire
AM CORRAX[5)]	–	–	–	–
ARNE	~190	780	790–850	Aceite, baño en etapas
BALDER	~420[2)]	–	estado de suministro	–
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[2)]	860	950–970	Aire, etapa, aceite
CHIPPER	~225	880	980–1050	Aire, etapa, aceite
CORRAX[4)]	~330	–	–	–
DIEVAR	~160	850	1000–1030	Aire, etapa, aceite
ELMAX SUPERCLEAN[3)]	~280	980	1050–1100	Aire, etapa, sal
FERMO	~270[2)]	770	temple a la llama 850	Aceite
FORMAX	~170	–	–	–
FORMVAR	<229	850	1000–1030	Aire, etapa, aceite
HOLDAX	~310[2)]	700	estado de suministro	–
IDUN	~420	–	–	–
IMPAX SUPREME	~310[2)]	700	–	–
MIRRAX ESR	~250	740	1000–1025	Aire, etapa
MIRRAX 40	~380[2)]	–	estado de suministro	–
NIMAX ESR	~380[2)]	–	estado de suministro	–
NIMAX	~380[2)]	–	estado de suministro	–
ORVAR SUPERIOR	~180	850	1020–1050	Aire, etapa, aceite
ORVAR SUPREME	~180	850	1020–1050	Aire, etapa, aceite
ORVAR 2 M[6)]	~180	850	1020–1050	Aire, etapa, aceite
POLMAX	~190	890	1000–1050	Etapa, sal, aire
QRO 90 SUPREME	~180	820	1020–1050	Aire, etapa, aceite
RAMAX HH	~340[2)]	740	estado de suministro	–
RIGOR	~215	850	925–960	Aire, etapa
ROYALLOY	~310[2)]	–	estado de suministro	–
SLEIPNER	~235	850	950–1080	Aire, etapa
SR 1855	~210	810	850–880	Aceite, etapa, aire
STAVAX ESR	~190	890	1010–1050	Etapa, sal, aire

Calidad Uddeholm	HB[1]	Temperatura °C	Campo de temp. de austenización (temple) °C	Medio de enfriamiento
SVERKER 3	~240	850	920–1000	Aire, etapa
SVERKER 21	~210	850	990–1080	Aire, etapa
UHB 11	~200	700	estado de suministro	–
UNIMAX	~185	850	1000–1025	Aire, etapa
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN[3]	~230	900	940–1180	Aire, etapa
VANADIS 8 SUPERCLEAN[3]	≤270	900	1020–1180	Aire, etapaa
VANAX SUPERCLEAN[3]	260	980**	1080	Aire, etapa, aceite + enfriamiento profundo
VANCRON SUPERCLEAN[3]	~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
Acero rápido				
VANADIS 23 SUPERCLEAN[3]	~260	875	1050–1180	Aire, etapa
VANADIS 30 SUPERCLEAN[3]	~300	875	1000–1180	Aire, etapa
VANADIS 60 SUPERCLEAN[3]	~320	875	1000–1180	Aire, etapa

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

Se publican recom. de tratamiento térmico detalladas para cada calidad de acero Uddeholm.

Relajación 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. Emplear max. 550°C. Para Uddeholm Nimax estabilice a 450°C).

** En atmósfera protegida

[1] Dureza standard de suministro

[2] Pretemplado

[3] Acero PM

[4] Tratamiento en solución. Una alta dureza obtenida por envejecimiento.

[5] Tratamiento en solución durante 30 minutos a 850°C.

[6] M = Microdized

Dureza aproximada después de temple y revenido

Calidad Uddeholm	Temp. de temple °C	Dureza HRC a temp. de revenido °C, 2 x 2 h 200	250	500	525	550	600
ALVAR 14	850[1)]	54	53	45	–	42	38
AM CORRAX	850[2)]	–	–	–	–	–	–
ARNE	830[1)]	62	60	45	43	41	38
BALDER[6)]	–	–	–	–	–	–	
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
CHIPPER	1010	59	57	59*	58	56	48
CORRAX	850[2)]	–	–	–	–	–	–
DIEVAR	1025	53	52	52*	–	52	47
ELMAX SUPERCLEAN[3)]	1080	59	58	60**	59**	58**	–
FERMO	–	–	–	–	–	–	–
FORMAX	–	–	–	–	–	–	–
FORMVAR	1025	53	52	52*	–	52	47
HOLDAX	–	–	–	–	–	–	–
IDUN	–	–	–	–	–	–	–
IMPAX SUPREME	–	–	–	–	–	–	–
MIRRAX ESR	1020	–	50	52**	–	42**	36
MIRRAX 40	–	–	–	–	–	–	–
NIMAX ESR[4)]	–	–	–	–	–	–	–
NIMAX[4)]	–	–	–	–	–	–	–
ORVAR SUPERIOR	1020	52	52	54*	–	52	46
ORVAR SUPREME	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[5)]
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	

Calidad Uddeholm	Temp. de temple °C	Dureza HRC a temp. de revenido °C, 2 x 2 h 200	250	500	525	550	600
SR 1855	850	63	62	50	48	46	42
STAVAX ESR	1030	53	52	54**	–	43**	37
SVERKER 3	960	60	59	56	53	–	–
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		**3 x 525°C***		**3 x 540°C**		**3 x 560°C**	
EXTRA	1020[7]	61		60		59	
SUPERCLEAN[3]	1180[8]	64		64		63	
VANADIS 8	1020[7]	61		60		59	
SUPERCLEAN[3]	1180[8]	64		64		63	
VANAX SUPERCLEAN[3]	1080°C	60	–	–	–	–	–
VANCRON SUPERCLEAN[3]	950–1150			**3 x 540°C** 57–65			
Acero rápido				**3 x 560°C**			
VANADIS 23 SUPERCLEAN[3]	1050–1180			60–66			
VANADIS 30 SUPERCLEAN[3]	1000–1180			60–67			
VANADIS 60 SUPERCLEAN[3]	1000–1180			64–69			

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

** Para Uddeholm Stavax ESR, Uddeholm Mirrax ESR, Uddeholm Polmax y 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.

[1] Enfriamiento aceite.

[2] 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.

[3] Aceros pulvimetalúrgicos.

[4] Esta dureza es máxima. Evitar tratamientos de revenido ya que conducirán a una merma de la tenacidad.

[5] 650°C 2 x 2h: 42 HRC

[6] Uddeholm Balder se entrega pre-tratado, revenido a 590°C / 2 x 2h

[7] Para una mejor tenacidad [8] Para mejorar la resistencia al desgaste

ACERO PARA HERRAMIENTAS DE CORTE Y ESTAMPACIÓN

Corte de chapa, 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» – extento de carburos primarios – para aplicaciones de trabajo en frío donde se requiera gran resistencia contra las melladuras y resistencia a la compresión. Uddeholm Caldie es un acero para utillajes robusto y es muy adecuado para el corte y estampación de materiales de trabajo difíciles (tipo AHHS – 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 desgaste 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

Cont.

	de corte y cizallamiento para materiales duros, aceros avanzados de alta resistencia, y series de producción extremadamente largas.
SVERKER 21	Acero al 12% de cromo, con una tenacidad algo más elevada y mayores aptitudes de temple cuando se templa ala aire o al vacío.
UNIMAX	Un acero solucionador de problemas para aplicaciones severas donde se requiera gran resistencia contra las melladuras. El acero 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	Uddeholm Vanadis 8 SuperClean es un 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 dónde el desgaste abrasivo sea el factor dominante, 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 para trabajo en frío fabricado mediante proceso pulvimetalúrgico, caracterizado por una alta el 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	El Uddeholm Vancron SuperClean es un acero pulvimetalúrgico nitrurado para corte y conformado de material de trabajo blando con tendencia a las adherencias. Tiene una baja fricción y buena resistencia contra el desgaste adhesivo y se comporta en este sentido como un acero pulvimetalúrgico con recubrimiento. El desgaste abrasivo es igual al del material W.-Nr. 1.2363, AISI D2.
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 adecuado para moldes para carrocería. Adecuado para temple a la llama o por inducción. Puede templarse a la llama hasta 58 HRC con una profundidad de temple de 4–5 mm. Admite también soldadura.
SR 1855	Acero de baja aleación adecuado especialmente para rodillos de formación de perfiles.
VANCRON SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico con adición de nitrógeno. Sin recubrir posee gran resistencia a las adherencias y al desgaste adhesivo.
VANADIS 30 SUPERCLEAN	Un acero rápido PM caracterizado por una alta resistencia a la compresión y dureza a alta temperatura. Adecuado para aplicaciones en herramientas de corte.

Cont.

VANADIS 60 SUPERCLEAN	Un acero rápido PM caracterizado por una muy alta resistencia a la compresión, excelente dureza en altas temperaturas y muy alta resistencia al desgaste. Se utiliza principalmente para herramientas de corte.

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

Guía comp. de propiedades para aceros de trabajo en frío

Calidad Uddeholm dimensional	Dureza	Mecani-bilidad	Rectifica-bilidad	Estabilidad
ARNE				
CALMAX				
CALDIE (ESR)				
RIGOR				
SLEIPNER				
SVERKER 21				
SVERKER 3				
UNIMAX				
VANADIS 4 EXTRA				
VANADIS 8				
VANADIS 23				
VANCRON				

Tabla de selección

Pieza	Calidad Uddeholm	Dureza HRC
Punzones	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

Aplicaciones	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 21, SVERKER 3
Compactación de polvo metálico	CALDIE, UNIMAX, VANADIS 4 EXTRA, VANCRON

Selección de acero

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

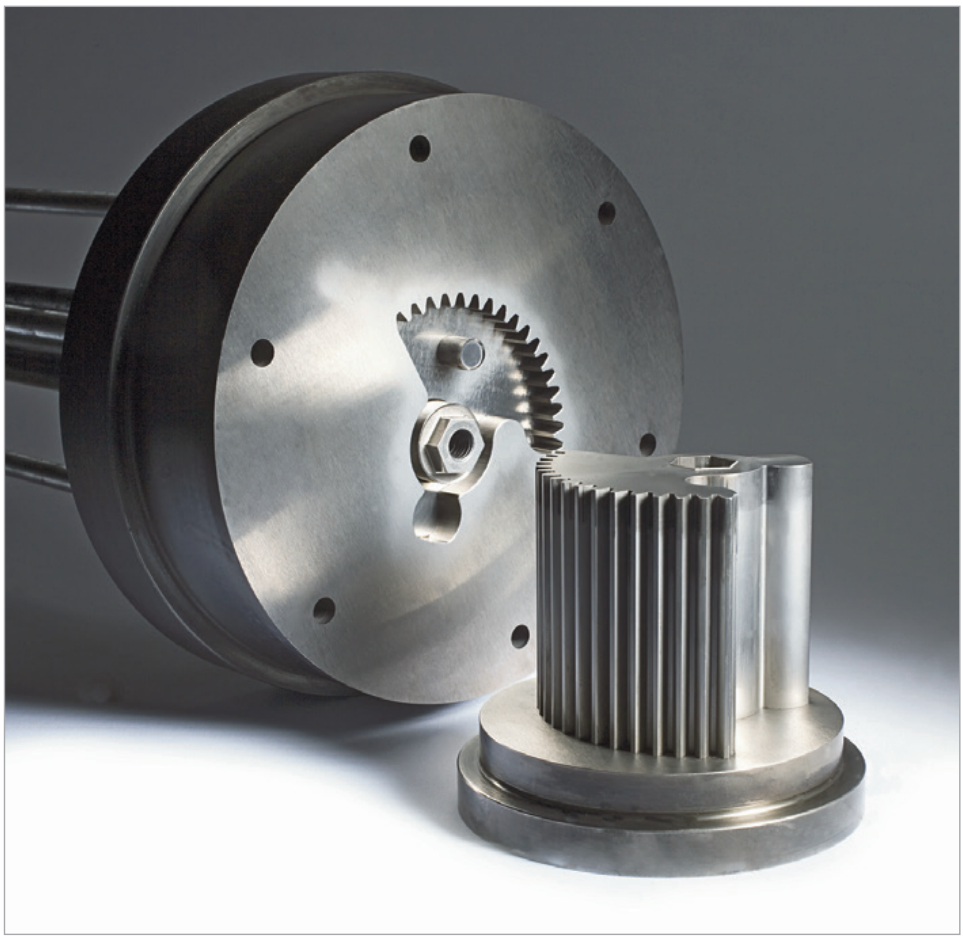
- desgaste (abrasivo/adhesivo)
- roturas/melladuras
- deformación plástica

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

Guía comparativa de propiedades para aceros de trabajo en frío

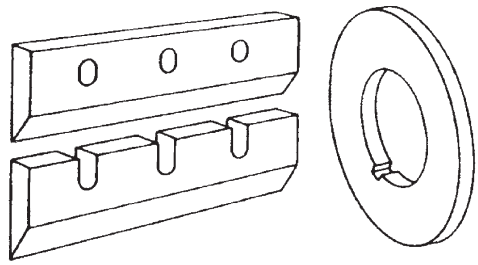
Calidad Uddeholm	Dureza/ Resist. a la deformación plástica	Resistencia al		Resistencia a la rotura	
		Desgaste abrasivo	Desgaste adhesivo	Ductilidad/ Resist. a melladuras	Tenacidad/ Grandes roturas
ARNE					
CALMAX					
CALDIE (ESR)					
RIGOR					
SLEIPNER					
SVERKER 21					
SVERKER 3					
UNIMAX					
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 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 decarburización, tolerancia, cuadratura y rectilineidad de los aceros Uddeholm destinados a la producción en gran escala de cuchillas.



Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
CHIPPER	Una calidad de acero al cromo-molibdeno desarrollada especialmente por Uddeholm para brindar una combinación excelente de tenacidad y resistencia al desgaste.
SVERKER 3 SVERKER 21	Aceros altos en carbono y cromo, con una magnífica resistencia al desgaste, apropiados para cuchillas de cepillar madera.
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN	Acero pulvimetalúrgico para trabajo en frío con el que se obtiene una máxima resistencia al desgaste en combinación con una alta tenacidad. Idóneo para problemas con adherencias.
VANADIS 8 SUPERCLEAN	Acero para trabajo en frío fabricado mediante el proceso pulvimetalúrgico. 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 compression con una alta tenacidad.
RIGOR	Acero con una magnífica combinación de tenacidad y resistencia al desgaste.

CALDIE	Un acero para utillajes robusto con una buena combinación de alta resistencia a la compresión y resistencia al desgaste, también muy buena resistencia contra las melladuras.
CALMAX	Acero para utillajes con un adecuado perfil de propiedades para obtener una producción segura, cuenta con una muy alta tenacidad pero manteniendo al mismo tiempo una buena resistencia al desgaste.
UNIMAX	La mejor elección en cuanto a aceros para operaciones de corte delicadas donde se requieren, tanto una gran dureza (<58 HRC), como una pronunciada resistencia a las melladuras. Un acero para herramientas verdaderamente robusto.
SLEIPNER	Acero para utillajes con propiedades que encajan perfectamente para la fabricación de cuchillas de corte, cuenta con una buena resistencia al desgaste en general, buena resistencia contra las melladuras, y buena resistencia a la compresión, lo cual nos resultará en una cuchilla con gran resistencia en los cantos.
ARNE	Acero versátil de baja aleación, con una resistencia moderada al desgaste y una buena tenacidad.

Guía comparataiva de propiedades de los aceros para cuchillas industriales

Calidad Uddeholm	Resistencia a las melladuras	Resistencia al desgaste	Mecani-bilidad	Estabilidad dim. durante el temple
ARNE				
CALDIE				
CALMAX				
CHIPPER				
RIGOR				
SLEIPNER				
SVERKER 3				
SVERKER 21				
UNIMAX				
VANADIS 4 EXTRA				
VANADIS 8				
VANADIS 23				

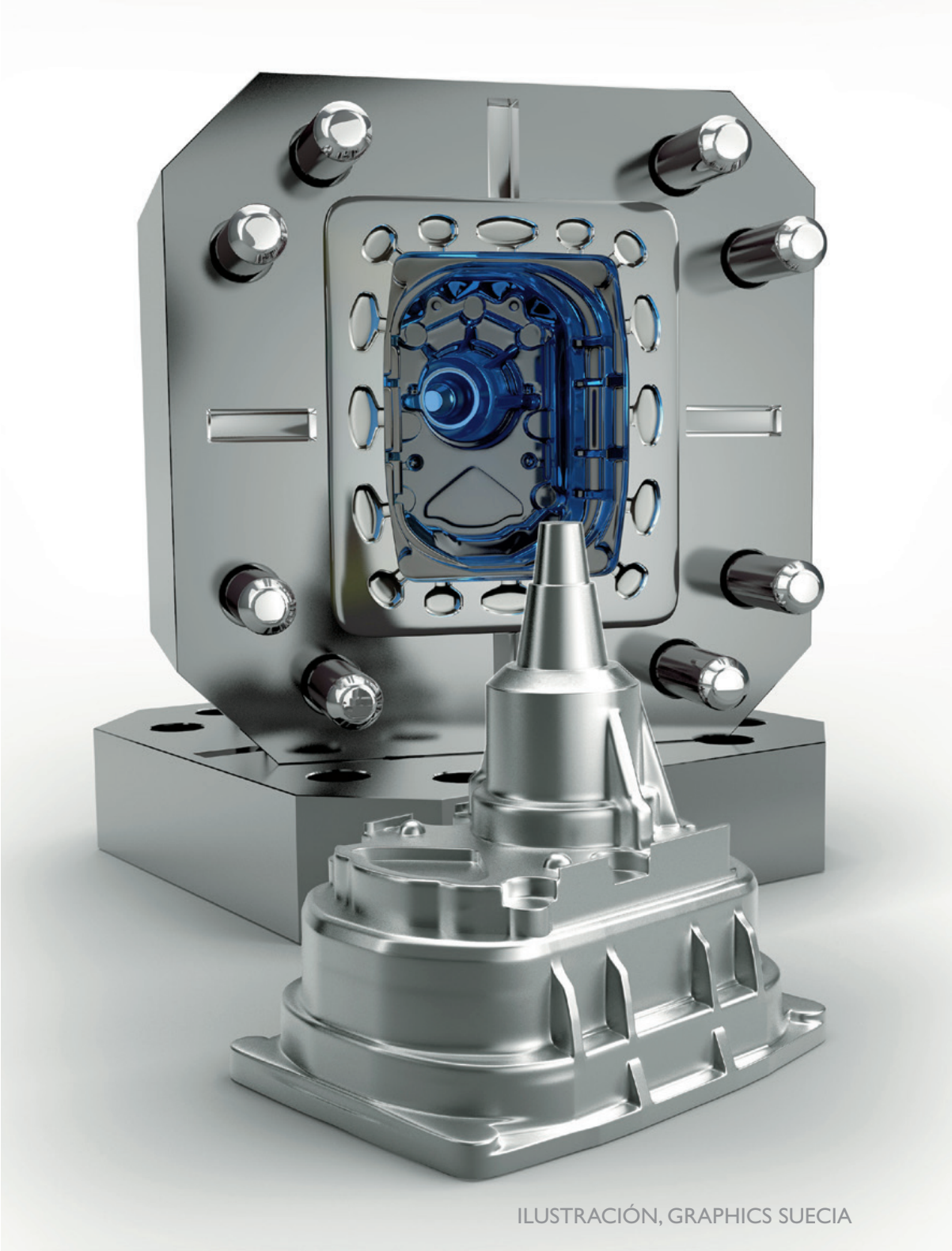
Tabla de selección

Pieza		Acero	HRC
Cuchillas de trocear		CHIPPER	56–58
Cuchillas de arranque de viruta		CHIPPER	56–58
Cuchillas de rebaje		CHIPPER	56–58
Cuchillas de cepillar		SVERKER 21, SLEIPNER	58–60
Cuchillas para cizallar, en caliente		CALDIE, ORVAR 2 MICRODIZED UNIMAX	52–54
en frío	– material fino	SVERKER 21	58–60
	– material grueso	CALDIE, RIGOR, VANADIS 4 EXTRA	56–58
		CALMAX, SLEIPNER, UNIMAX	54–58

Pieza	Acero	HRC
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	58–60
Cuchillas para fragmentación	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	58–64
Cuchillas para la industria alimentaria		
inoxidable	CORRAX, STAVAX, RAMAX, ELMAX	37–61
no inoxidable	VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 8	56–64
Cuchillos caza, profesional, cocina etc.	ELMAX, VANADIS 4 EXTRA	56–62
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 temp. 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 #207-2011.
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 #207-2011.
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 los requerimientos de la norma NADCA #207-2011.
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	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.
UNIMAX	Acero Premium aleado al Cr-Mo-V con alta tenacidad y buena ductilidad hasta una dureza de 58 HRC.



ILUSTRACIÓN, GRAPHICS SUECIA

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.

Tabla de selección

Parte del molde	Estaño/ Plomo/Zinc	Aluminio/ Magnesio	Cobre, Latón
Placas de cierre **Placas bolster** (placas soporte)	HOLDAX/ IMPAX SUPREME pretemplado ~310 HB	HOLDAX/ IMPAX SUPREME. pretemplado ~310 HB	HOLDAX/ IMPAX SUPREME pretemplado ~310 HB
Insertos	IMPAX SUPREME ~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 SUPREME 42–48 HRC	QRO 90 SUP. 40–46 HRC

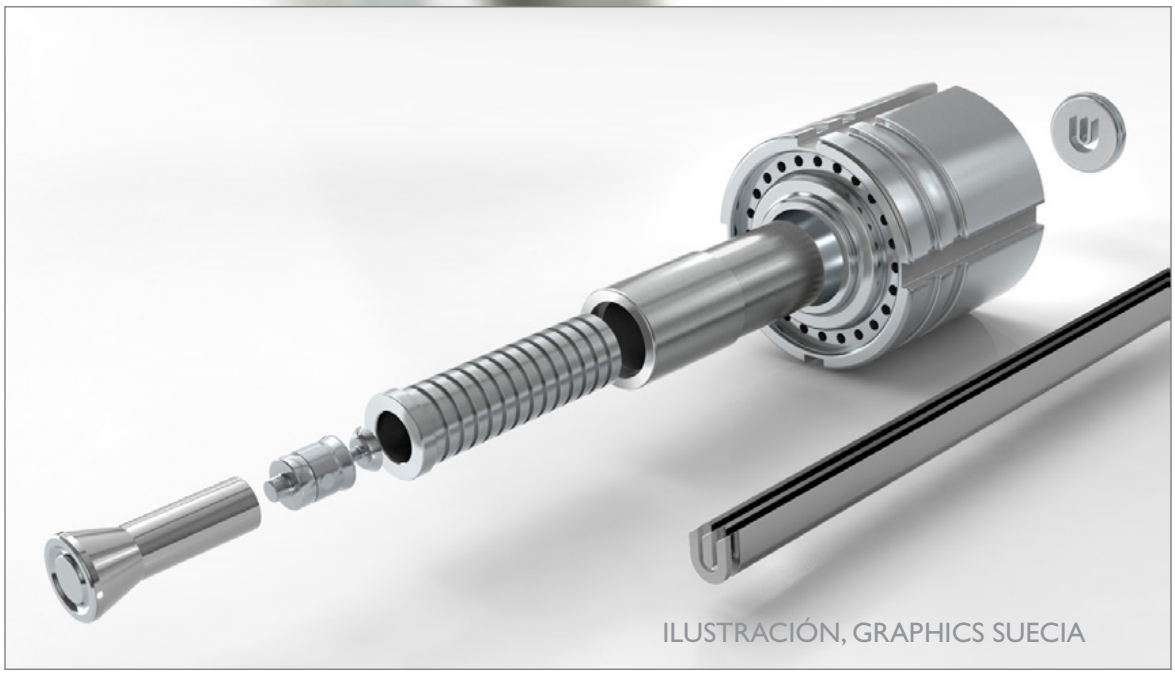
SUP. = Supreme * Para pequeños insertos en moldes para fundición inyectada de Mg donde se requiere una buena resistencia a la erosión.

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

* Se recomienda un tratamiento de superficie. SUP. = Supreme

ACERO PARA MATRICES DE EXTRUSIÓN

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
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 el máximo 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.
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.
ORVAR 2 M MICRODIZED	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.
QRO 90 SUPREME	Acero para trabajo en caliente de máxima calidad que cuenta con una muy buena resistencia y dureza en caliente a elevadas temperatura. Este acero puede recomendarse para todo tipo de matrices de extrusión sujetas a altas temperaturas de trabajo.
FORMVAR	Un acero de alto rendimiento para trabajo en caliente con muy buena resistencia al desgaste en caliente y a la deformación plástica.
ALVAR 14	Acero aleado al Cr-Ni-Mo para trabajo en caliente. Aconsejado para herramientas de «soporte», por ejemplo, piezas de apoyo, soportes de matrices.
IMPAX SUPREME	Acero pretemplado (bonificado) con buen mecanibilidad. Se suministra a 310 HB. Apropiado para container, soportes de matriz (bolster), sub-soportes.


ILUSTRACIÓN, GRAPHICS SUECIA

Comp. cualitativa de resistencia a distintos fallos del utillaje

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

M = Microdized SUP. = Supreme. A mayor longitud de la barra, mejor aptitud o resistencia.

Tabla de selección

Pieza	Aluminio/ Magnesio	Aleaciones de cobre	Acero
Utillajes de soporte	IMPAX SUPREME ~310 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB
Bloque de anclaje	IMPAX SUPREME ~310 HB ALVAR 14 300–400 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB ALVAR 14 300–400 HB	IMPAX SUPREME ~310 HB ALVAR 14 300–400 HB
Porta matrices (bolster)	ALVAR 14 45 HRC	ALVAR 14 45 HRC	ALVAR 14 45 HRC
Contra matriz	FORMVAR ORVAR 2M 40–44 HRC	QRO 90 SUPREME 40–44 HRC	QRO 90 SUP. 40–44 HRC
Matriz	FORMVAR VIDAR 1/ORVAR 2M/ QRO 90 SUPREME 45–50 HRC DIEVAR 46–52 HRC UNIMAX 52–58 HRC	QRO 90 SUPREME 45–49 HRC	QRO 90 SUP. 44–46 HRC

SUP. = Supreme, M = Microdized

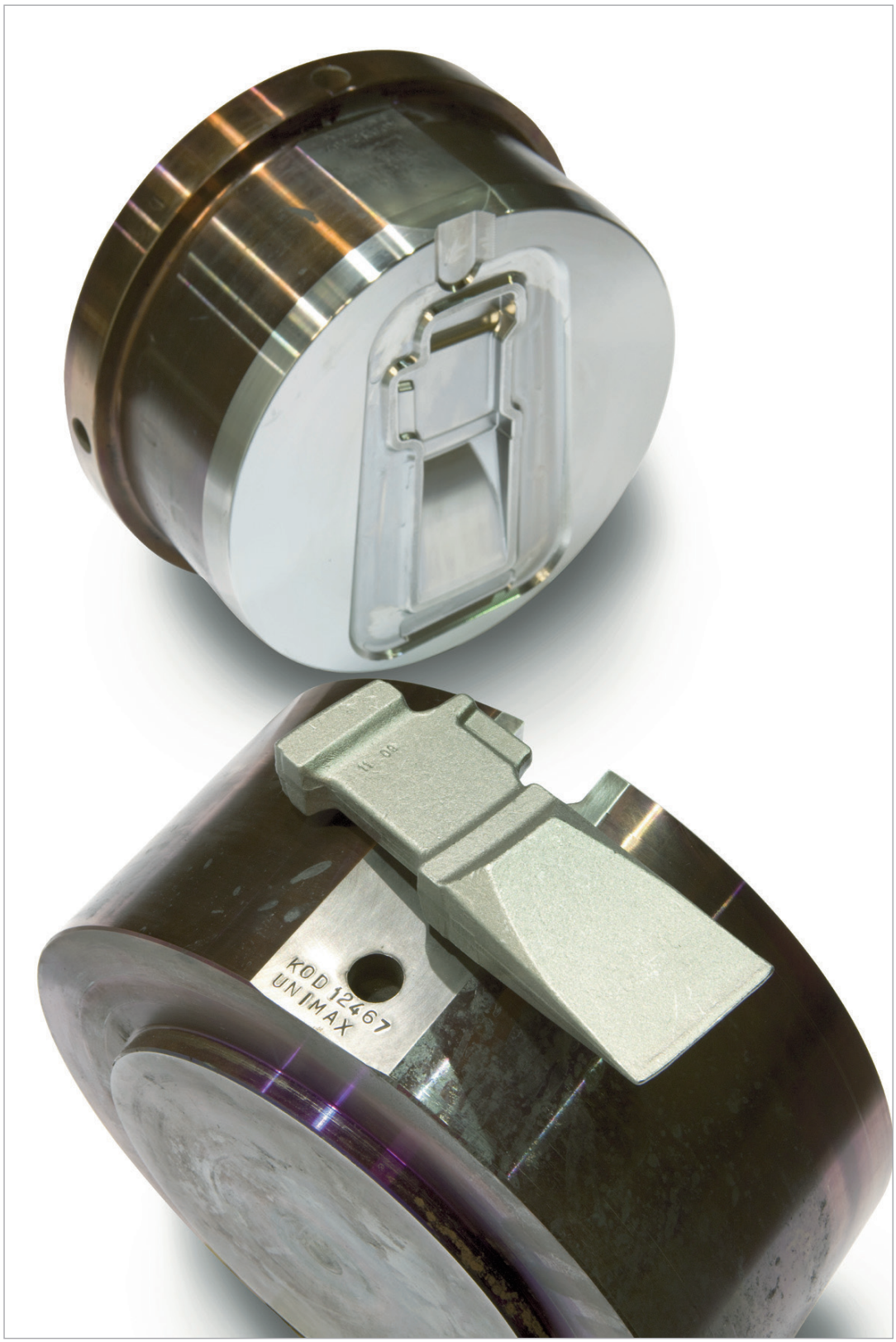
Pieza	Aluminio/ Magnesio	Aleaciones de cobre	Acero
Manto Camisa intermedia	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 M 37–43 HRC VIDAR 1 37–43	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 M 37–43 HRC	IMPAX SUPREME ~310 HB ORVAR 2 M 37–43 HRC
Camisa	ORVAR 2 M 44–48 HRC QRO 90 SUPREME 44–48 HRC VIDAR 1 44–48 HRC DIEVAR 44–50 HRC	QRO 90 SUPREME 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 SUPREME 44–48 HRC	QRO 90 SUPREME 44–48 HRC
Vástago	ORVAR 2 M 46–50 HRC	ORVAR 2 M 46–50 HRC	ORVAR 2 M 46–50 HRC
Mandrino	ORVAR 2 M 46–50 HRC QRO 90 SUPREME 46–49 HRC	QRO 90 SUPREME 45–49 HRC DIEVAR 46–52 HRC	QRO 90 SUPREME 45–49 HRC

M = Microdized

ACERO PARA UTILLAJES DE FORJA

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
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 de NADCA #207-2011.
UNIMAX	Acero Premium aleado al Cr-Mo-V con alta tenacidad y buena ductilidad hasta una dureza de 58 HRC.
ORVAR 2 MICRODIZED	Acero aleado al Cr-Mo-V (H13) para trabajo en caliente con buena resistencia a la temperatura y al desgaste a altas temperaturas.
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 #207-2011.
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 #207-2011.
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 una solución superior para matrices de forja fabricadas en H11/H13. Con buena resistencia al revenido y al límite elástico en caliente.
ALVAR 14	Acero de aleación Cr-Ni-Mo para trabajo en caliente. Normalmente se entrega en condición pretemplada para bloques de matrices.

Cont.


KOD 12467
UNIMAX

VANADIS 8* VANADIS 4 EXTRA* VANADIS 30*	Producido por PM. Recomendados para aplicaciones de forja donde se necesita una excelente resistencia al desgaste.

* Aceros Uddehom PM SuperClean

Comparación cualitativa de propiedades críticas del acero

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				
ALVAR 14				

A mayor longitud de la barra, mejor aptitud o resistencia.

Tabla de selección acero para utillajes de forja

Aplicación de forja		Calidad de acero Uddeholm	Intervalo de dureza	Profundidad cavidad
Forja en martillo	Porta-matrices	ALVAR 14 – pretemplado	400–440 HB 360–400 HB 320–360 HB ≤320 HB	Max. 20 mm Max. 50 mm Max. 150 mm muy profunda
	Insertos	VIDAR SUPERIOR DIEVAR ORVAR SUPREME ORVAR SUPERIOR	38–50 HRC	
Forja en prensa	Matrides	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 recalcado	Cavidades	UNIMAX DIEVAR FORMVAR	46–56 HRC	

* La calidades PM de Uddeholm pueden utilizarse en algunas piezas del utillajes.
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 mecanizado y soldabilidad. El proceso ESR le aporta excelente capacidad de grabado y pulibilidad.
NIMAX	Acero de bajo carbono suministrado a ~380 HB. Excelente maquinibilidad 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 par moldes pequeños y medianos.
MIRRAX ESR	Acero de temple resistente a la corrosión con muy buena pulibilidad. Recomendado para moldes medianos y grandes.
MIRRAX 40	Un acero pretemplado resistente a la corrosión suministrado a ~380 HB con buena mecanibilidad, muy buena tenacidad excelente pulibilidad.
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.
CORRAX	Acero de temple por precipitación que cuenta con una resistencia a la corrosión extremadamente buena.
AM CORRAX	Acero de endurecimiento 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.

Cont.

ILUSTRACIÓN, GRAPHICS SUECIA

Calidad Uddeholm	Descripción/Aplicaciones
POLMAX	Acero inoxidable para moldes resistente a la corrosión que cuenta con una apitud de pulido excelente.
ORVAR SUPREME	Acero para moldes y matrices, al (5% Cr). Buena templabilidad, dotado de gran estabilidad, buena pulibilidad y resistencia al desgaste.
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.
RIGOR	Acero de gran templabilidad, recomendado para series de producción prolongadas de piezas moldeadas complicadas y de reducidas proporciones, p. ej. piezas electrónicas.
ELMAX SUPERCLEAN VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN VANADIS 8 SUPERCLEAN	Aceros para moldes fabricados pulvimetalúrgicamente que se caracterizan por su buena estabilidad dimensional buena pulibilidad y resistencia al desgaste. Uddeholm Elmax es resistente a la corrosión, Uddeholm Vanadis 4 Extra cuenta con la más alta tenacidad, mecanibilidad y conductividad térmica y Uddeholm Vanadis 8 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^2). ~310 HB.
RAMAX HH	Acero para portamoldes resistente a la corrosión con buena capacidad de mecanizado y alta resistencia. Suministrado a ~340 HB.
ROYALLOY	Acero inoxidable pretratado especial para portamoldes con buena mecanibilidad, una alta resistencia a la tracción y buena resistencia a la corrosión.

Uddeholm RoyAlloy está patentado por Edro Specialty Steels, USA.

Cont.

ALUMEC 89	Aleación de aluminio de alta resistencia suministrado a ~160 HB. Recomendado para moldes prototipo y para cortas series 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.

Alumec 89 está fabricado por Arconic.

Para más información ver la publicación de Uddeholm «Acero para Moldes de Plástico».

Guía comparativa de propiedades de aceros para moldes de plástico

Calidad Uddeholm	Mecani-bilidad*	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				
UNIMAX				
RIGOR				
ELMAX				
VANADIS 4 EXTRA				
VANADIS 8				
VANCRON				
RAMAX HH				
ROYALLOY				
HOLDAX				

* Uddeholm Impax Supreme, Uddeholm Nimax ESR, Uddeholm Nimax, Uddeholm Mirrax 40, Uddeholm RoyAlloy, Uddeholm Holdax y Uddeholm Ramax HH probados en estado bonificado. Uddeholm Corrax se ha probado en solución tratada.

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)
		MIRRAX 40	40(~380)
		NIMAX ESR	40(~380)
		NIMAX	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
		ELMAX	56–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–64
	Plásticos termoestables	UNIMAX	52–58
		ELMAX	56–60
		RIGOR	58–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–64
Moldeado por compre-sión/trans-ferencia	Plásticos termoestables	MIRRAX ESR	45–50
		STAVAX ESR	45–52
		ORVAR SUPREME	45–52
		UNIMAX	52–58
		ELMAX	56–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–62
Moldeado-por soplado	General	ALUMEC 89	(~160)
		IMPAX SUPREME	33(~310)
		NIMAX	40(~380)
	PVC	CORRAX	36–50
		RAMAX HH	37(~340)
		MIRRAX 40	40(~380)
		MIRRAX ESR	45–50
		STAVAX ESR	45–52

Proceso	Material	Recomendaciones Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Extrusión	General	IMPAX SUPREME	33(~310)
		NIMAX	40(~380)
	PVC	CORRAX	36–50
		RAMAX HH	37(~340)
		MIRRAX 40	40(~380)
		MIRRAX ESR	45–50
		STAVAX ESR	45–52
Material para portamoldes	1. De alta resistencia, pre-templado, libre de mecanizado	HOLDAX	33(~310)
	2. Además mayor resistencia a la corrosión en producciones de bajo mantenimiento. Tambien para condiciones de operaciones higiénicas. No chapado requerido.	ROYALLOY	(~310)
		RAMAX HH	37(~340)

Recomendaciones especiales

Requisito o exigencia especiales	Ejemplo	Recomendaciones Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Moldes de gran tamaño	Componentes automovilísticos incluyendo paneles, parachoques, tableros de instrumentos, etc.	ALUMEC 89	(~160)
		IMPAX SUPREME	33(~310)
		CORRAX	36–46
		ORVAR SUPREME	36–50
		VIDAR 1 ESR	36–50
		MIRRAX ESR	36–50
		MIRRAX 40	40(~380)
		NIMAX ESR	40(~380)
		NIMAX	40(~380)
	Como anterior, pero con escasas exigencias de acabado superficial	HOLDAX	33(~310)
		RAMAX HH	37(~340)

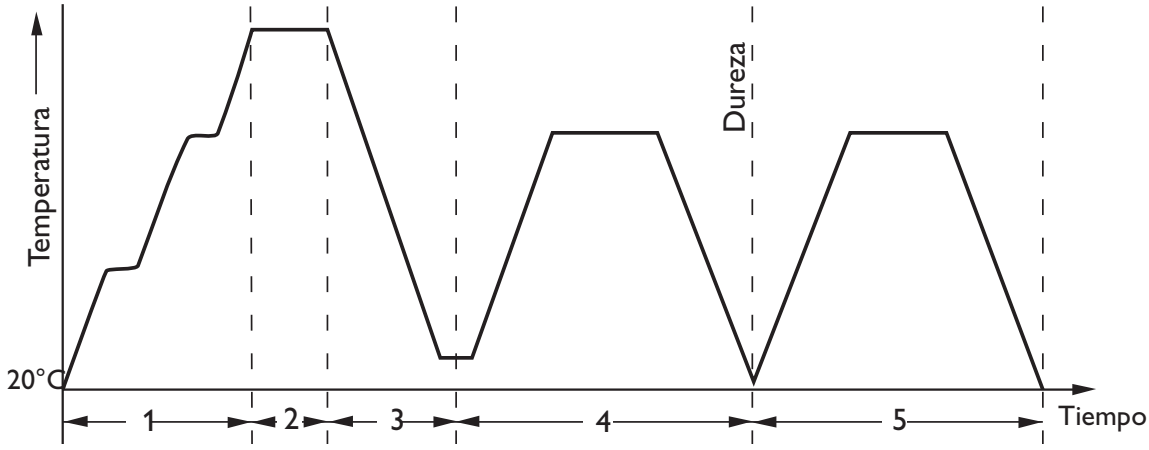
Requisito o exigencia especiales	Ejemplo	Recomendaciones Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Acabado superficial elevado	Moldes de piezas ópticas/médicas, cubiertas transparentes/paneles	NIMAX ESR	40(~380)
		MIRRAX 40	40(~380)
		MIRRAX ESR	45–50
		STAVAX ESR	45–52
		POLMAX	45–52
		ORVAR SUPREME	45–52
		VIDAR 1 ESR	45–52
		UNIMAX	54–58
		ELMAX	56–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–62
Diseños complicados	1. Para componentes grandes sector doméstico/automoción	IMPAX SUPREME	33(~310)
		CORRAX	34–46
		MIRRAX ESR	36–50
		MIRRAX 40	40(~380)
		NIMAX ESR	40(~380)
		NIMAX	40(~380)
		VIDAR 1 ESR	45–50
	2. Piezas pequeñas con bajas exigencias de desgaste	IMPAX SUPREME	33(~310)
		CORRAX	34–46
		MIRRAX 40	40(~380)
		NIMAX ESR	40(~380)
		NIMAX	40(~380)
	3. Para piezas pequeñas con altos requisitos en resistencia, piezas moldeadas, eléctricas/electrónicas	MIRRAX ESR	48–50
		ORVAR SUPREME	50–52
		STAVAX ESR	50–52
		UNIMAX	54–58
		ELMAX	56–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–64
		RIGOR	60–62
		VANADIS 8	60–64
Materiales de moldeo abrasivos	Materiales de moldeo reforzados/con carga abrasiva	MIRRAX ESR	48–50
		ORVAR SUPREME	50–52
		STAVAX ESR	50–52
		UNIMAX	54–58
		ELMAX	56–60
		RIGOR	58–62
		VANADIS 4 EXTRA	58–64
		VANADIS 8	60–64

Requisito o exigencia especiales	Ejemplo	Recomendaciones Calidad Uddeholm	Dureza HRC (HB)
Largas series de producción	Piezas termoplásticas, incluyendo cubiertos, contenedores y envases de un sólo uso	MIRRAX ESR	45–50
		STAVAX ESR	45–52
		ORVAR SUPREME	45–52
		VIDAR 1 ESR	45–52
		UNIMAX	54–58
		ELMAX	56–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–64
Resistencia a la corro-sión	1. Materiales corrosivos de moldeo, incluyendo el cloruro polivinílico 2. Condiciones húmedas de producción/almacenaje del molde 3. Resistencia general a la descoloración/oxidación 4. Resistencia a la corrosión de cos canales de refrigeración	ROYALLOY	(~310)
		CORRAX	34–50
		RAMAX HH	37(~340)
		MIRRAX 40	40(~380)
		MIRRAX ESR	45–50
		STAVAX ESR	45–52
		ELMAX	56–60
Fotograbado	1. Acero pretemplado (bonificado)	IMPAX SUPREME	33(~310)
		MIRRAX 40	40(~380)
		NIMAX ESR	40(~380)
		NIMAX	40(~380)
	2. Acero de gran templabilidad	MIRRAX ESR	45–50
		ORVAR SUPREME	45–52
		VIDAR 1 ESR	45–52
		STAVAX ESR	45–52
		UNIMAX	54–58
		ELMAX	56–60
		VANADIS 4 EXTRA	58–64
Alta conduc-tividad térmica	Para moldes de soplado e inyección núcleos e insertos. Piezas para sistemas de transferencia de calor.	COOLMOULD	~40

NOTES

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 decarburización calentando en baño de sales, atmósfera protectora o vacío. (La decarburización 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 micro-estructura 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 obtener una producción más económica

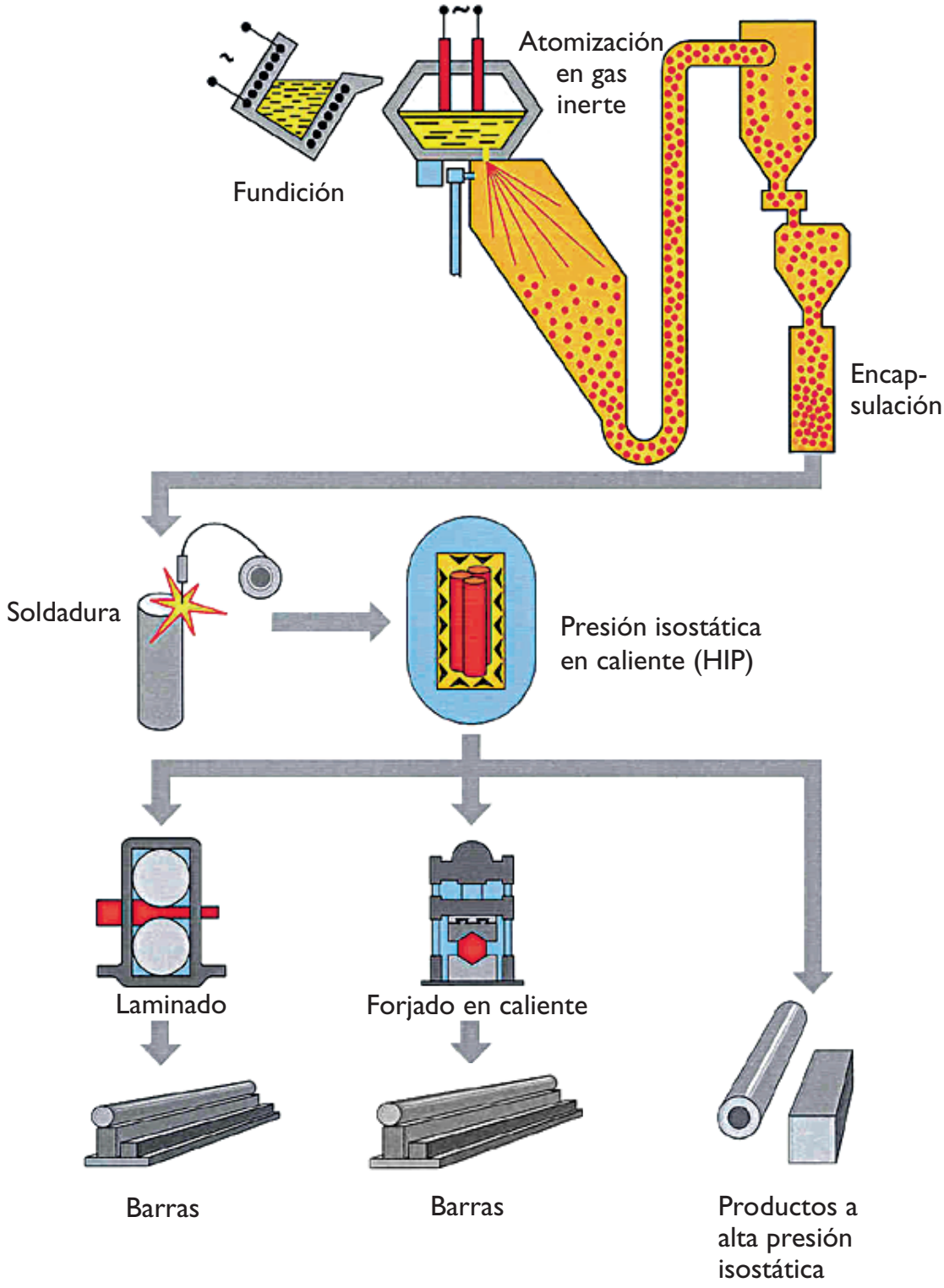
El proceso PM es un rápido proceso de solidificación para la fabricación de acero rápido y acero para utillajes. Este método elimina los problemas que surgen cuando el acero se solidifica en los moldes de lingotes, como variaciones locales en la composición química y en la microestructura en la forma 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, Vanadis 8 SuperClean, Vanadis 23 SuperClean y 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 standard, como mejor pulibilidad, tenacidad y resistencia al doblado. Uddeholm Vancron SuperClean es un acero pulvimetalúrgico nitrurado que ofrece ventajas como una baja fricción, anti-gripaje y buena resistencia contra el desgaste adhesivo. En este aspecto es una alternativa al acero pulvimetalúrgico que requiera recubrimiento.

- Menores cambios dimensionales durante el temple gracias a la ausencia de segregaciones.
- Los utillajes realizados con acero pulvimetalúrgico aportan alto nivel de rendimiento y uniforme a lo largo de su sección.
- Los aceros PM permiten obtener cantos cortantes más agudos en los utillajes de prensa.
- Los aceros PM tienen más tenacidad gracias a la ausencia de segregaciones.
- La ausencia de segregaciones permite un uso más efectivo de los elementos de aleación y al mismo tiempo utilizar unos niveles de aleación más altos que con aceros convencionales.
- Características deseables como 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 dave para mejorar este aspecto reside en mejorar los valores de dureza y resistencia a la abrasión del acero. La gama de prodctos 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 de 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 el revenido

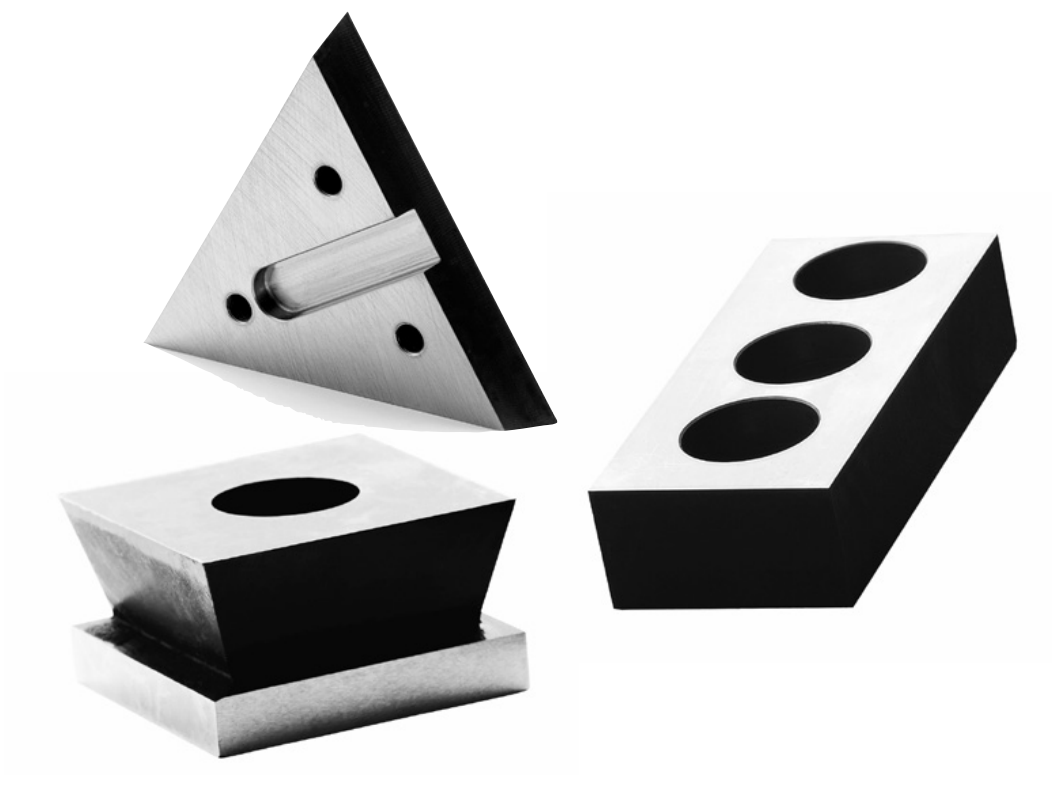
puede llegarse a optimizar para los requisitos específicos. Pueden conseguirse altos valores de resistencia a la fatiga combinando una alta resistencia y pureza de acero. Las calidades ESR de Uddeholm son un buen ejemplo de esto. Esto se traduce en una vida útil más larga del componente acabado y estas propiedades provocan reducciones de peso, lo cual lleva a costes más bajos y mejor rendimiento.

Resistencia a la corrosión

El programa de aceros inoxidables 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 de 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.



En la fabricación del utillaje, el costo del material representa tan sólo 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 este 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 standard para utillajes y con un acabado superficial para que el fabricante del utillaje pueda comenzar a trabajar directamente. Las barras pre-mecanizadas son suministradas envueltas en un papel protector y en un largo de 1 metro de fácil manejo.

De la barra «negra» al pre-mecanizado – las ventajas son muchas

Ventajas para el fabricante del 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
- Manejo más limpio (las virutas se quedan en Uddeholm)
- Menores costes de instalaciones
- Menor desgaste del utillaje
- Menores costes de mantenimiento de stock.

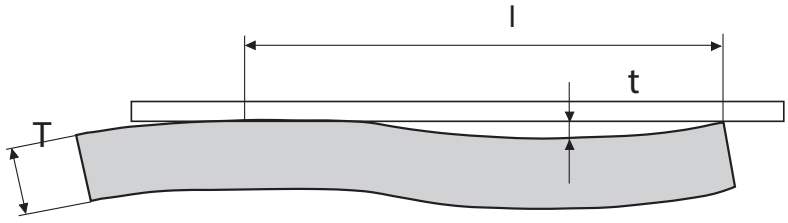
Así pues, todo ello en conjunto significa una mejor economía en general para el cliente, es decir, mayor y más rápida producción a un menor costo.

Tolerancias

Ancho: +0,4/+0,8 mm
La variación en achura en la misma barra es máximo de 0,0001 mm del largo entre los puntos a medir.

Espesor: +0,4/+0,65 mm
La variación en achura en la misma barra es máximo de 0,0001 mm del largo entre los puntos a medir.

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

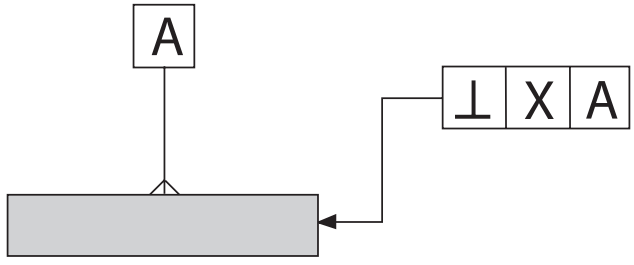


Acabado de la superficie

En las superficies planas: Ra max. 2,5 µm.
En los cantos: Ra max. 6,3 µm.

Cuadratura de las esquinas

Para espesores hasta 80 mm variación máxima 0,10 mm.
Para espesores superiores a 80 mm variación máxima 0,15 mm.



SERVICIOS DE MECANIZADO DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DEL CLIENTE

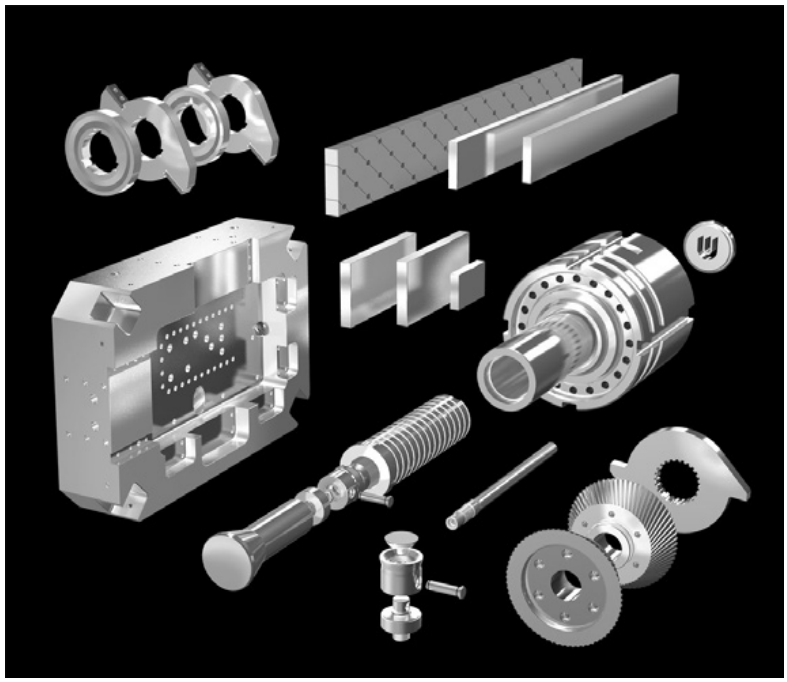
Además de producir aceros para utillajes con distintas tolerancias y acabados en tamaños normalizados, tal como se ha descrito, Uddeholm ofrece a sus clientes los siguientes servicios de mecanizado por encargo:

Perfiles rectangulares y cuadrados

- Fresado superficial: tamaños no normalizados de bloques de gran envergadura para moldes, troqueles y matrices.
- Fresado de cavidades: mecanizado de cavidades y taladros segun diseño del cliente.
- Perforación/taladrado: taladros para columnas y canales de refrigeración.
- Rectificado, mecanizado en fino: redondos finamente mecanizados, tamaños en medidas no standard.

Redondos

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



Mecanizado por encargo de piezas de herramientas semi o plenamente acabadas en estado 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.
- Reducir a un mínimo 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 periódicamente las herramientas de corte antes de que sea necesario un afilado de mayor envergadura.
- Revenir nuevamente después de las operaciones de afilado.
- 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 serie de producción a 25–30°C por debajo de la temperatura de revenido.
- No emplear 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.

Cont.

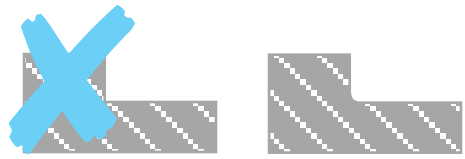
- El desgaste causado por los plásticos compuestos puede reducirse utilizando un acero con alta resistencia al desgaste o mediante un tratamiento de la superficie.
- Una presión de cierre del molde excesiva aumenta el riesgo de rebabas en el producto final y crea deformaciones en las aristas de la cavidad.
- Utilizando diferentes materiales o distinta dureza en las correderas se minimiza el riesgo de aplicación de soldadura.

RECOMENDACIONES SOBRE DISEÑO DE UTILLAJES

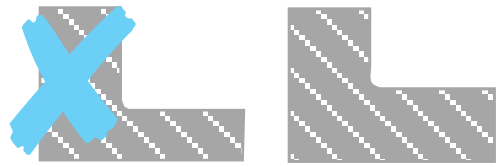
- Diseñar siguiendo los tamaños standard siempre que sea posible. Uddeholm normalmente suministra barras con un sobre-espesor de mecanizado para que puedan trabajarse hasta un tamaño nominal conveniente, por ejemplo 125 x 25 mm.
- Emplear dimensiones generales apropiadas.

Dimensión no mecanizada
133 x 28 mm
Dimensión finamente mecanizada
125 x 25 mm

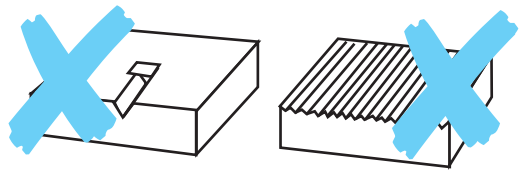
- Evitar cantos vivos



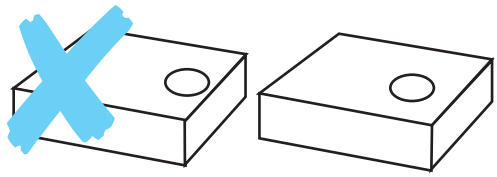
- Evitar secciones desiguales



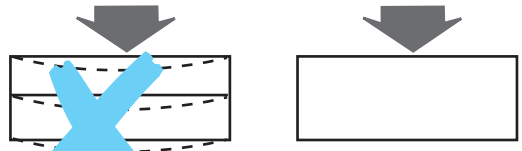
- Evitar las marcas o irregularidades que puedan comportar aumentos potenciales de las tensiones, por ejemplo, estampados en frío, mecanizado de desbaste



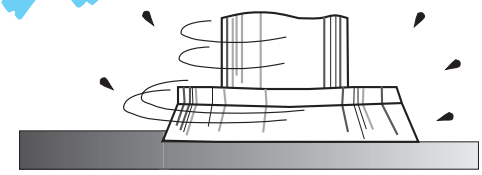
- Dejar un espesor de material suficiente entre los taladros y los bordes de la placa



- Los bloques sólidos resisten flexiones



- Eliminar la decarburación superficial



RECOMENDACIONES
TRATAMIENTO TÉRMICO DE UTILLAJES

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

Par obtener información más amplia sobre este tema consulte el catálogo de 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 la 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 es 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 templada, deberá realizarse un revenido después de la soldadura.

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

Electrodos recubiertos:
Impax Weld, QRO 90 Weld, Caldie Weld y Calmax/Carmo Weld

Varilla TIG:
Impax TIG-Weld, Nimax TIG-Weld, StavaxTIG-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 y Coolmould TIG-Weld.

Hilo *para soldadura laser:*
Nimax Laser Weld, Stavax Laser Weld y Dievar Laser Weld

RECOMENDACIONES RECTIFICADO DE ACERO PARA UTILLAJES

Al igual que en todas las operaciones de mecanizado la técnica y experiencia del operario, el tipo de máquina y de herramienta y las condiciones reinantes influyen en el éxito de una operación de rectificado.

Lo que hay que hacer
- 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 especifico sobre la selección y el uso de las muelas.
- Revenir nuevamente las herramientas después de las operaciones de rectificado.
- Eliminar las rebabas que pudiera haber después del rectificado.

Lo que NO hay que hacer
- Usar una presión excesiva al rectificar, puesto que entonces se producen quemaduras y fisuras.
- Rectificar las herramientas sin revenir.

Para más información, ver la publicación de Uddeholm «Rectificado de acero para herramientas».

RECOMENDACIONES SOBRE PULIDO DE ACERO PARA MOLDES

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

Lo que hay que hacer

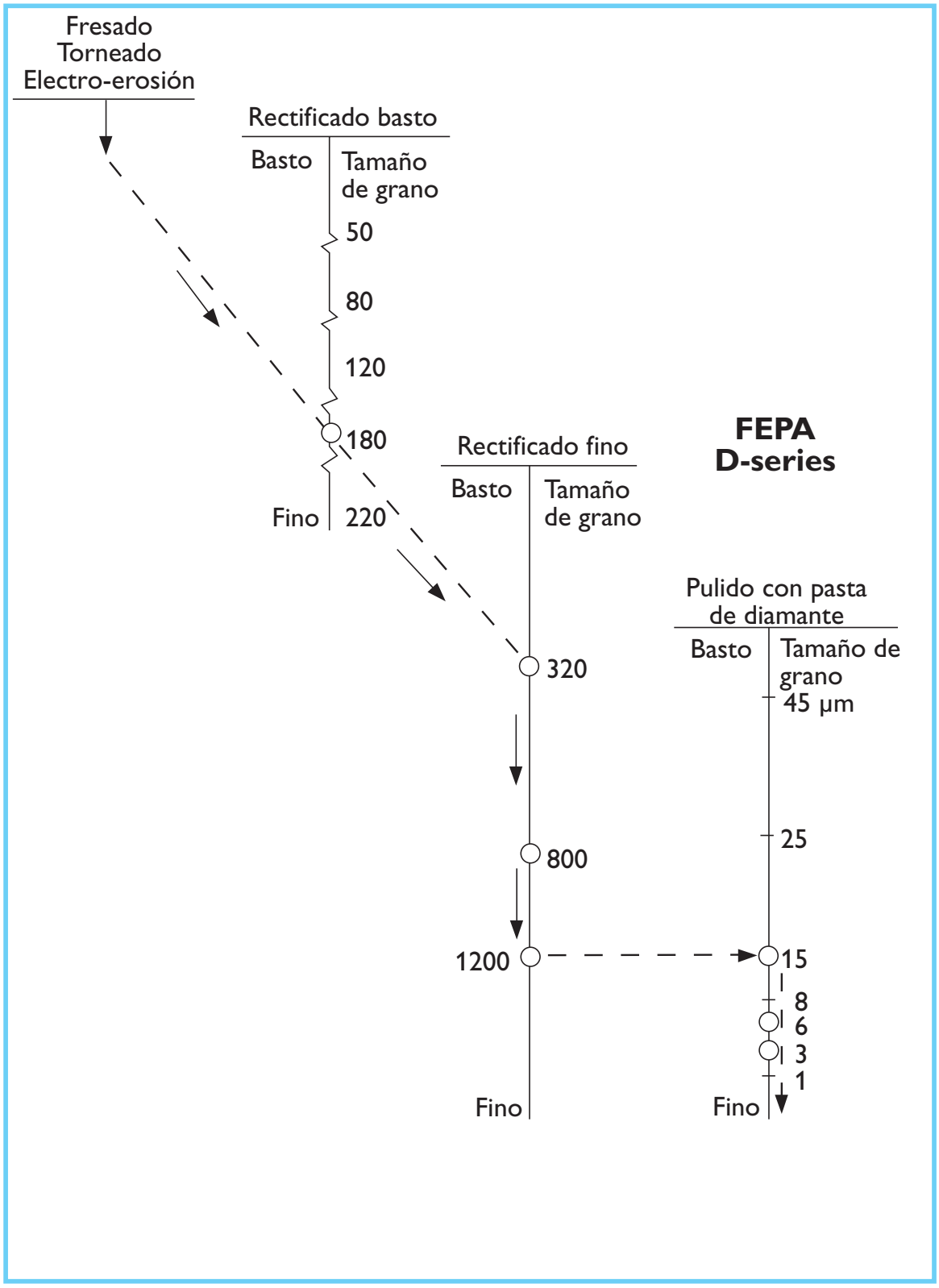
- Emplear un acero para moldes de buena calidad. Durante su elaboración, todos los aceros Uddeholm para moldes son desgasificados al vacío o sometidos al proceso ESR (refinado de escoria) para que obtengan una estructura limpia, apropiada para producir superficies de alto acabado.
- Realizar un tratamiento cuidadoso en las partes que haya que templar, para proporcionar una dureza y estructura uniforme en el acero. Esto contribuirá a que se obtengan unos resultados coherente en el pulido.
- Comprobar que se mantenga una limpieza absoluta en todas las etapas del preso de pulido.

Lo que NO hay que hacer

- Seguir empleando un mismo abrasivo de una etapa a la siguiente.
- Aplicar una presión excesiva en las herramientas de pulido mecánico.

Seguir las secuencias de pulido recomendadas en el catálogo de Uddeholm «Pulido de Acero para Moldes». En la página siguiente mostramos una secuencia típica.

Un molde de alta aptitud de pulido para producción de moldes para iluminación en automóviles.



Secuencia típica de pulido.

RECOMENDACIONES SOBRE ELECTROEROSIÓN (EDM)

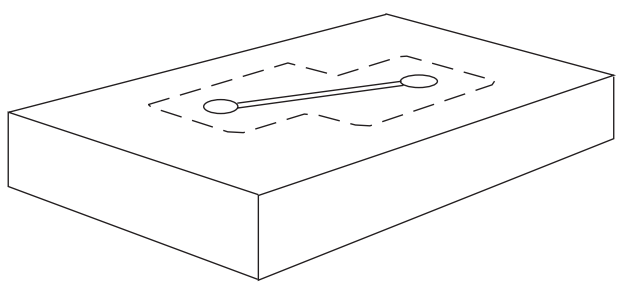
Al realizar el electroerosionado de cavidades, será necesario tener en cuenta ciertos factores, a fin de poder obtener resultados satisfactorios. Durante el mecanizado por electroerosión se produce retemplado de la capa superficial del acero y la fragilidad resultante puede conducir a su fisuración por 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 electro-erosionado 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 mayor información consúltese la publicación de Uddeholm «Mecanizado por electroerosión de acero para herramientas».

Electroerosión por hilo

Mediante este proceso se facilita el mecanizado de piezas complicadas a partir de bloques de acero templado. Sin embargo, el acero templado contiene siempre tensiones, por lo que podrán producirse distorsiones y aún agrietamientos cuando se lleva 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.



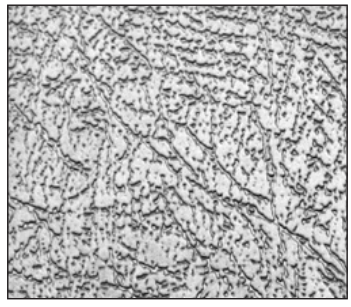
Unos pre-taladros conectados por un corte, antes de templar y revenir, ayudarán a prevenir la distorsión o roturas al electroerosionar secciones gruesas.

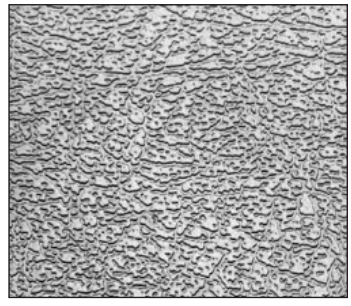
RECOMENDACIONES PARA FOTOGRABADO O TEXTURIZADO

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, en consecuencia, 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 mayor información consúltese la publicación de Uddeholm «Fotograbado de acero para herramientas».





Superficies fotograbadas.

NOTACIONES

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	
			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, 3 000 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	ton[1)]	0,0004536
kg	lb	2,205
kg	tons[2)]	0,00098
tons[2)]	kg	1016
tons[2)]	ton[1)]	1,016
ton[1)]	tons[2)]	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

1) 1 tonelada (métrica) = 1 000 kg = 2 205 libras

2) 1 tonelada (GB) = 1 016 kg = 2 240 libras
1 ton. corta (USA) = 907 kg = 2 000 libras
1 ton. larga (USA) = 1 ton. (GB) = 1 016 kg = 2240 libras

Superficies

Para convertir	a	multiplicar por
mm^2	in^2	0,00155
in^2	mm^2	645,16
cm^2	in^2	0,1550
in^2	cm^2	6,452
ft^2	m^2	0,0929
m^2	ft^2	10,76
m^2	yd^2	1,196
yd^2	m^2	0,8361

Area de un circulo: $\varpi \cdot r^2 \approx 0{,}7854 \cdot D^2$

Volúmenes

Para convertir	a	multiplicar por
in^3	mm^3	16,3862
cm^3	in^3	0,06103
in^3	ft^3	0,000578
ft^3	in^3	1728
ft^3	m^3	0,02832
m^3	ft^3	35,3147
gal (UK)	l	4,546
l	gal (GB)	0,219969

Temperatura

°C a °F: multiplicar por 1,8, anadir luego 32
°F a °C: restar 32, y multiplicar por 0,56

Fórmulas exactas:

$$°F = \frac{°C \cdot 9}{5} + 32$$

$$°C = (°F - 32) \cdot \frac{5}{9}$$

Resistencia a la tracción

Para convertir	a	multiplicar por
tons/in^2	N/mm^2	15,5
tons/in^2	kp/mm^2	1,57
tons/in^2	lb/in^2	2240
N/mm^2	kp/mm^2	0,102
N/mm^2	lb/in^2	145
N/mm^2	tons/in^2	0,065
kp/mm^2	lb/in^2	1422,34
kp/mm^2	tons/in^2	0,635
kp/mm^2	N/mm^2	9,81
lb/in^2	tons/sq in^2	0,00045
lb/in^2	N/mm^2	0,0069
lb/in^2	kp/mm^2	0,000703
lb/in^2	MPa	0,00689
MPa	lb/in^2	145
bar	ln/in^2	14,51

Pesos

Medidas Métricas

Planchas y cuadrangular: Espesor(mm) x Ancho(mm) x Longitud(m) x 0,00785 = pesos kg.

Redondo: D^2(mm) x L(m) x 0,0062 = pesos kg.

Medidas en Pulgadas

Planchas y cuadrangular: Espesor(pulgadas) x Ancho(pulgadas) x Longitud(pulgadas) x 0,2833 = peso en libras, lbs.

Redondo: D^2(pulgadas) x (pulgadas) x 0,2225 = peso en libras, lbs.

UNIDADES DE MEDICIÓN

Factores y prefijos

Medida	Unidad	Símbolo	
Las siete unidades básicas			
Longitud	metro	m	
Masa	kilogramo	kg	
Tiempo	segundo	s	
Corriente eléc.	amperio	A	
Temperatura	kelvin	K	
Intensidad lumin.	candela	cd	
Peso molec. en g	mol	mol	
Dos unidades complementarias			
Angulo pano	radian	rad	
Angulo sólido	esteradian	sr	
Unidades derivadas con nombres propios			
Fureza	newton	1 N	= 1 kg · m/s^2
Presión	pascal	1 Pa	= 1 N/m^2
Energía, trabajo	julio	1 J	= 1 Nm
Potencia	vatio	1 W	= 1 J/s
Unidades adicionales permitidas hasta nuevo aviso			
Volumen	litro	1 l	= 10^{-3} m^3
Masa	ton.	1 t	= 10^3 kg
Energía	vatio-hora	1 Wh	= 3600 Ws (J)
Presión	bar	1 bar	= 100 kPa

Múltiple	Factor	Prefijo	Símbolo
1 000 000 000 000	10^{12}	tera	T
1 000 000 000	10^{9}	giga	G
1 000 000	10^{6}	maga	M
1 000	10^{3}	kilo	k
100	10^{2}	hecto	h
10	10^{1}	deca	da
0,1	10^{-1}	deci	d
0,01	10^{-2}	centi	c
0,001	10^{-3}	milli	m
0,000 001	10^{-6}	micro	µ
0,000 000 001	10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001	10^{-12}	pico	p
0,000 000 000 000 001	10^{-15}	femto	f
0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}	atto	a

Factores de conversión

Unidades SI y unidades permitidas

Unidades abandonadas

Longitud

	m	mm	pulgadas	pies	yardas
1 m =	1	10^3	39,3701	3,2808	1,0936
1 mm =	10^{-3}	1	$39,37 \cdot 10^{-3}$	$3,281 \cdot 10^{-3}$	$1,094 \cdot 10^{-3}$
1 pulgada =	$25,4 \cdot 10^{-3}$	25,4	1	$83,33 \cdot 10^{-3}$	$27,78 \cdot 10^{-3}$
1 pie =	0,3048	304,8	12	1	0,3333
1 yd (yarda) =	0,9144	914,4	36	3	1
1 milla, ingl. =	$1,6093 \cdot 10^3$	$1,6093 \cdot 10^6$	$63,36 \cdot 10^3$	$5,28 \cdot 10^3$	$1,76 \cdot 10^3$
1 milla náutica =	$1,852 \cdot 10^3$	$1,852 \cdot 10^6$	$72,91 \cdot 10^3$	$6,076 \cdot 10^3$	$2,025 \cdot 10^3$

1 km = 0,6214 milla inglesa = 0,5396 milla náutica
1 Å (Ångström) = 10^{-10} m = 10^{-4} µm

Superficie

	m^2	mm^2	$pulgada^2$	pie^2	$yarda^2$
1 m^2 =	1	10^6	$1,55 \cdot 10^3$	10,76	1,196
1 mm^2 =	10^{-4}	1	$1,55 \cdot 10^{-3}$	$10,76 \cdot 10^{-6}$	$1,196 \cdot 10^{-6}$
1 $pulgada^2$ =	$0,645 \cdot 10^{-3}$	645,16	1	$6,944 \cdot 10^{-3}$	$0,772 \cdot 10^{-3}$
1 pie^2 =	$92,9 \cdot 10^{-3}$	$92,9 \cdot 10^3$	144	1	0,1111
1 $yarda^2$ =	0,8361	$836,1 \cdot 10^3$	$1,296 \cdot 10^3$	9	1
1 acre =	$4,047 \cdot 10^3$	$4,047 \cdot 10^9$	$6,273 \cdot 10^6$	$43,56 \cdot 10^3$	$4,84 \cdot 10^3$
1 $milla^2$ ingl. =	$2,58999 \cdot 10^6$	$2,58999 \cdot 10^{12}$	$4,014 \cdot 10^9$	$27,88 \cdot 10^6$	$3,0976 \cdot 10^6$

1 km^2 = 247,1 acres = 0,3861 $milla^2$ inglesa

Volumen

	m^3	dm^3	pulgada^3	pie^3	yarda^3
1 m^3 =	1	10^3	$61{,}0237 \cdot 10^3$	35,3147	1,308
1 l = l dm^3 =	10^{-3}	1	61,02	$35{,}31 \cdot 10^{-3}$	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$
1 pulgada^3 =	$16{,}387 \cdot 10^{-6}$	$16{,}387 \cdot 10^{-3}$	1	$0{,}579 \cdot 10^{-3}$	$21{,}43 \cdot 10^{-6}$
1 pie^3 =	$28{,}317 \cdot 10^{-3}$	28,317	$1{,}728 \cdot 10^3$	1	$37{,}04 \cdot 10^{-3}$
1 yarda^3 =	0,76455	764,55	$46{,}656 \cdot 10^3$	27	1
1 galón GB =	$4{,}546 \cdot 10^{-3}$	4,5461	277,4	0,1605	$5{,}946 \cdot 10^{-3}$
1 galón USA =	$3{,}785 \cdot 10^{-3}$	3,7854	231	0,1337	$4{,}951 \cdot 10^{-3}$

1 l = 1 dm^3 = 0,219969 galón GB = 0,264172 galón USA
1 cm^3 = 0,061 pulgada^3

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 pie/s =	0,3048	1,0973	1	0,6818	0,5925
1 milla/h =	0,447	1,6093	1,4666	1	0,869
1 nudo =	0,5144	1,852	1,6878	1,1508	1

1 nudo = 1 milla náutica/h; 1 mach = aprox. $1{,}2 \cdot 10^3$ km/h; 1 mph = 1 milla/h

Masa

	kg	g	lb (libra)	slug (pieza)	oz (onza)
1 kg =	1	10^3	2,2046	$68,52 \cdot 10^{-3}$	35,274
1 g =	10^{-3}	1	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$68,52 \cdot 10^{-6}$	$35,274 \cdot 10^{-3}$
1 libra (pound) =	0,4536	453,59	1	$31,08 \cdot 10^{-3}$	16
1 slug =	14,594	$14,5939 \cdot 10^3$	32,17	1	514,8
1 onza (ounce) =	$28,35 \cdot 10^{-3}$	28,35	$62,5 \cdot 10^{-3}$	$1,943 \cdot 10^{-3}$	1
1 cwt larga GB =	50,8023	$50,8023 \cdot 10^3$	112	3,481	$1,792 \cdot 10^3$
1 ton. larga GB =	$1,016 \cdot 10^3$	$1,016 \cdot 10^6$	$2,24 \cdot 10^3$	69,62	$35,84 \cdot 10^3$
1 cwt.corta USA =	45,3592	$45,3592 \cdot 10^3$	100	3,108	$1,6 \cdot 10^3$
1 ton corta USA =	907,185	$907,185 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	62,16	$32 \cdot 10^3$

1 ton. larga GB = 20 cwt. largas GB. 1 ton. corta USA = 20 cwt. cortas USA

1 kg = $0,9842 \cdot 10^{-3}$ ton. larga GB = $1,1023 \cdot 10^{-3}$ ton. corta USA

1 kg = $19,684 \cdot 10^{-3}$ cwt. larga GB = $22,046 \cdot 10^{-3}$ cwt corta USA

Densidad

	kg/m³	g/cm³	libras/pulg.³	libras/pie³
1 kg/m³ =	1	10^{-3}	$36,13 \cdot 10^{-6}$	$62,43 \cdot 10^{-3}$
1 g/cm³ =	10^3	1	$36,13 \cdot 10^{-3}$	62,428
1 libra/pulg.³ =	$27,6799 \cdot 10^{-3}$	27,68	1	$1,728 \cdot 10^3$
1 libra/pie³ =	16,0185	$16,02 \cdot 10^{-3}$	$0,579 \cdot 10^{-3}$	1

m³/kg se denomina volumen específico

	N	dina	kp	lbf
1 N =	1	$0{,}1 \cdot 10^{6}$	0,10197	0,2248
1 dina =	$10 \cdot 10^{-6}$	1	$1{,}02 \cdot 10^{-6}$	$2{,}248 \cdot 10^{-6}$
1 kp =	9,80665	$980{,}665 \cdot 10^{3}$	1	2,2046
1 lbf =	4,448	$444{,}8 \cdot 10^{3}$	0,4536	1

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

	Nm	kpm	lbf · pulg.	lbf · pie
1 Nm =	1	0,102	8,851	0,7376
1 kpm =	9,8067	1	86,7962	7,233
1 lbf · pulg. =	0,113	$11{,}521 \cdot 10^{-3}$	1	$83{,}33 \cdot 10^{-3}$
1 lbf · pie =	1,356	0,1383	12	1

	W	kpm/s	kcal/h	CV	pie · lbf/s
1 W =	1	0,102	0,8598	$1{,}36 \cdot 10^{-3}$	0,7376
1 kpm/s =	9,80665	1	8,432	$13{,}33 \cdot 10^{-3}$	7,233
1 kcal/h =	1,163	0,1186	1	$1{,}581 \cdot 10^{-3}$	0,8578
1 CV =	735,5	75	632,5	1	542,5
1 pie · lbf/s =	1,356	0,1383	1,166	$1{,}843 \cdot 10^{-3}$	1
1 CV GB, USA =	745,7	76,04	641,2	1,1014	550
1 Btu/h =	0,2931	$29{,}89 \cdot 10^{-3}$	0,252	$398{,}5 \cdot 10^{-6}$	0,2162

1 kcal/s = $4{,}1868 \cdot 10^{3}$W 1W = $238{,}8 \cdot 10^{-6}$ kcal/s = $1{,}341 \cdot 10^{-3}$CV

Presión (tensión)

	Pa= N/m²	N/mm²= MPa	bar	kp/mm²	lbf/in²(psi)
1 Pa= 1 N/m² =	1	10^{-6}	$10 \cdot 10^{-6}$	$0{,}102 \cdot 10^{-6}$	$0{,}145 \cdot 10^{-3}$
1 N/mm²=1 MPa	10^{6}	1	10	0,102	145
1 bar =	$100 \cdot 10^{3}$	0,1	1	$10{,}2 \cdot 10^{-3}$	14,5
1 kp/mm² =	$9{,}80665 \cdot 10^{6}$	$9{,}807 \cdot 10^{-6}$	98,0665	1	$1{,}4223 \cdot 10^{3}$
1 kp/cm²= at =	$98{,}0665 \cdot 10^{3}$	$98{,}07 \cdot 10^{-3}$	0,9807	$10 \cdot 10^{-3}$	14,22
1 lb/in² = psi =	$6{,}895 \cdot 10^{3}$	$6{,}895 \cdot 10^{-3}$	$68{,}95 \cdot 10^{-3}$	703	1
1 torr =	133,3	$133{,}3 \cdot 10^{-6}$	$1{,}333 \cdot 10^{-3}$	$13{,}6 \cdot 10^{-3}$	$19{,}34 \cdot 10^{-3}$
1 atm =	$101{,}3 \cdot 10^{3}$	0,1013	1,013	$10{,}33 \cdot 10^{-3}$	14,7

1 mm Hg = 13,6 mm paso de agua.
1 mm paso de agua = 9,81 Pa
1 dina/cm² = 10Pa

1 Pa = $7{,}501 \cdot 10^{-3}$ torr = $9{,}868 \cdot 10^{-6}$ atm
1 torr = 1 mm Hg at 0°C and 9,81 m/s²
1 atm = 760 mm Hg (torr) = $1{,}013 \cdot 10^{3}$ milibar

Potencia

	J	kWh	kpm	kcal	pie· lbf
1 J =	1	$0{,}278 \cdot 10^{-6}$	0,102	$0{,}239 \cdot 10^{-3}$	0,7376
1 kWh =	$3{,}6 \cdot 10^{6}$	1	$367{,}1 \cdot 10^{3}$	859,8	$2{,}655 \cdot 10^{6}$
1 kpm =	9,80665	$2{,}724 \cdot 10^{-6}$	1	$2{,}342 \cdot 10^{-3}$	7,233
1 kcal =	$4{,}1868 \cdot 10^{3}$	$1{,}163 \cdot 10^{-3}$	426,9	1	$3{,}088 \cdot 10^{3}$
1 pie · lbf =	1,356	$376 \cdot 10^{-9}$	0,1383	$323{,}8 \cdot 10^{-3}$	1
1 erg =	$0{,}1 \cdot 10^{-6}$	$27{,}78 \cdot 10^{-15}$	$10{,}2 \cdot 10^{-9}$	$23{,}88 \cdot 10^{-12}$	$73{,}76 \cdot 10^{-9}$
1 Btu =	$1{,}055 \cdot 10^{3}$	$0{,}293 \cdot 10^{-3}$	107,6	0,2522	778,2

1 eV = $0{,}1602 \cdot 10^{-18}$ J 1 J = $6{,}242 \cdot 10^{18}$ eV = 10^{7} erg = $0{,}3777 \cdot 10^{-6}$ hkh 1 hkh = $2{,}648 \cdot 10^{6}$ J

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

TABLAS 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

Espe-sor 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

Espe-sor 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

Acero redondo y cuadrangular, 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	46,7	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.

Acero redondo y cuadrangular, 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^2 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
A5	Alargamiento en ensayo de tracción (L = 5d en redondos, L = 5,65 A en general) A = superficie seccionada no cilíndrica
R_m	Resistencia a la tensión
Rp0,2	Prueba de resistencia 0,2%
R_m	Resistencia a la flexión
R_{mc}	Resistencia a la compresión
Z	Reducción de área (%)

CATÁLOGOS TÉCNICOS DE UDDEHOLM

Aplicación de acero para utillajes
Acero para aplicaciones de trabajo en frío
Acero para moldes de fundición inyectada y mejora de su productividad
Acero para extrusión
Acero para moldes
Acero de herramientas Uddeholm para forja
Uddeholm Component Business (edición Inglés)

Tratamiento de acero para utillajes
Mecanizado por electroerosión de acero para utillajes
Rectificado de acero para utillajes
Tratamiento térmico de acero para utillajes
Fotograbado de acero para utillajes
Pulido de acero para moldes
Defect chart and hints for high gloss polishing of steel surfaces (edición Inglés)
Soldadura de acero para matrices y utillajes
Recomendación y parámetros de corte sobre acero pulvimetalúrgico para utillajes

Información técnica sobre 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 en acabado mecanizado fino para trabajo en frío

NOTACIONES

NOTACIONES

© 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 descritos o una garantía para un propósito concreto.

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

Edición: 7, 02.2018

UDDEHOLM 02.2018

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

Para más información visite nuestra página www.acerosuddeholm.com

UDDEHOLM
a voestalpine company