

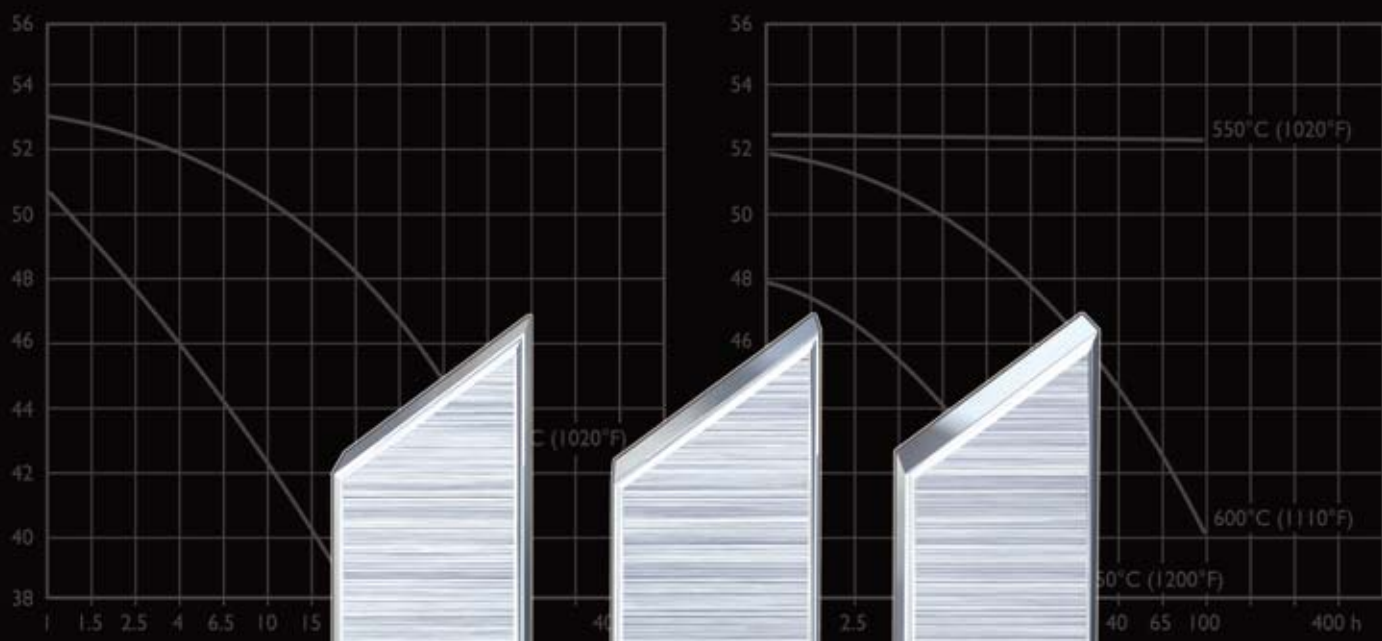
Recomendación y Parametros de corte sobre Acero Pulvimetalúrgico para Ullajes

COLD WORK

PLASTIC MOULDING

HOT WORK

HIGH PERFORMANCE STEEL

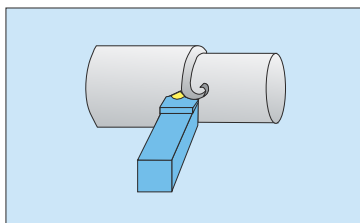


Typical analysis %	C 2,05	Cr 12,0	Mn 0,8	Cr 4,5	W 0,2
Standard specification	AISI D6, (DIN 1.2796)				
Delivery condition	Soft annealed				
Colour code	Red				

Temperature	20°C (68°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)
Density kg/m³ lbs/m³	7 770 0,281	7 700 0,277	7 650 0,275
Modulus of elasticity N/mm² psi	194 000 28,1 x 10⁶	189 000 27,4 x 10⁶	173 000 25,1 x 10⁶
Coefficient of thermal expansion per °C from 20°C per °F from 68°F	to 100°C 11,7 x 10⁻⁶ to 212°F 6,5 x 10⁻⁶	to 200°C 12 x 10⁻⁶ to 400°F 6,7 x 10⁻⁶	to 400°C 13,0 x 10⁻⁶ to 750°F 7,3 x 10⁻⁶
Thermal conductivity W/m °C Btu in (ft²h°F)	-	20,5 142	21,5 149
Specific heat K/kg °C Btu/lbs °F	455 0,109	460 0,110	-

Las siguientes recomendaciones de corte son válidas para los aceros pulvimetalúrgicos de Uddeholm para utillajes: **ELMAX**, **VANADIS 4**, **VANADIS 6**, **VANADIS 10**, **VANADIS 23**, **VANADIS 30**, y **VANADIS 60**. En caso de que el valor varíe dependiendo de la calidad del acero, se especifica la calidad de éste y su valor.

Los parámetros de corte dependen siempre de la operación a realizar, el utillaje de la máquina y los parámetros de corte utilizados. Los siguientes parámetros son directrices generales, y puede ser que éstos deban ajustarse a las condiciones reales de una operación de mecanizado específica.

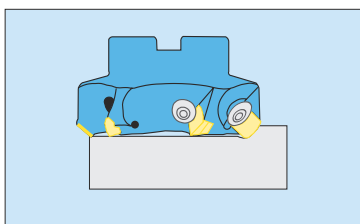


Torneado

	Con carburo cementado (metal duro)		Con acero rápido
	De desbaste	De acabado	
Velocidad de corte (v_c), m/min			
ELMAX	70–120	120–140	10–14
VANADIS 4	100–150	150–200	12–15
VANADIS 6	70–100	100–120	8–10
VANADIS 10	50–80	80–100	5–8
VANADIS 23	110–160	160–210	12–15
VANADIS 30	80–110	110–140	10–15
VANADIS 60	60–90	90–110	6–10
Avance (f), mm/rev	0,3–0,6	–0,3	–0,3
Profundidad de corte (a_p), mm	2–6	–2	–2
Calidades adecuadas	K20, P20 Recubierto CC	K15, P15 Recubierto CC	

Recomendaciones

- Se recomienda fluido de corte.
- Para torneado con corte interrumpido en torneado frontal de piezas de trabajo grandes, utilizar una calidad de vidia más tenaz.

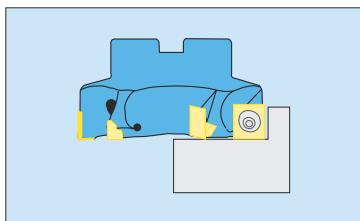


Fresado frontal con carburo cementado

Metal duro	De desbaste	De acabado
Velocidad de corte (v_c), m/min		
ELMAX	80–110	110–140
VANADIS 4	90–120	120–150
VANADIS 6	50–70	70–100
VANADIS 10	30–50	50–70
VANADIS 23	110–130	130–160
VANADIS 30	60–80	80–110
VANADIS 60	40–60	60–80
Avance (f_z), mm/diente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profundidad de corte (a_p), mm	2–4	1–2
Calidades adecuadas	K20, P20 Recubierto CC	K15, P15 Recubierto CC

Recomendaciones

- Utilizar una fresa con una geometría positiva–negativa o bien positiva–positiva.
- Debería utilizarse normalmente el fresado escalado (de abajo hacia arriba).
- El fresado debe realizarse sin refrigerante. Si se requiere un alto acabado de la superficie, puede utilizarse refrigerante.
- Pueden ser de utilidad los cermetes al realizar el acabado en condiciones estables.

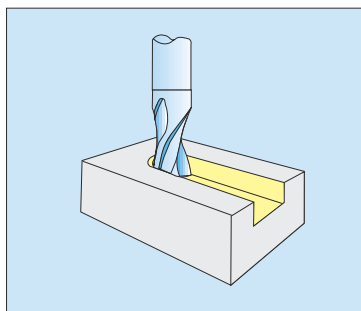


Fresado en ángulo recto con carburo cementado

Metal duro	a_e		
	0,1 x D	0,5 x D	1 x D
Velocidad de corte (v_c), m/min			
ELMAX	100–130	90–120	80–110
VANADIS 4	110–140	100–130	90–120
VANADIS 6	60–80	50–70	40–60
VANADIS 10	50–70	40–60	30–50
VANADIS 23	100–150	90–120	80–110
VANADIS 30	70–90	60–80	50–70
VANADIS 60	60–80	50–70	40–60
Avance (f_z), mm/diente	0,25–0,3	0,15–0,2	0,1–0,15
Calidades adecuadas	K20, P20 Recubrimiento CC		

Recomendaciones

- Debería utilizarse normalmente el fresado escalado (de abajo hacia arriba).
- Seleccionar el diámetro de corte (D) y la profundidad radial de corte (a_e) con la finalidad de que como mínimo existan dos cantos cortantes trabajando simultáneamente.
- Si la potencia de la máquina es inadecuada para los datos especificados, reducir la profundidad de corte sin reducir el avance.



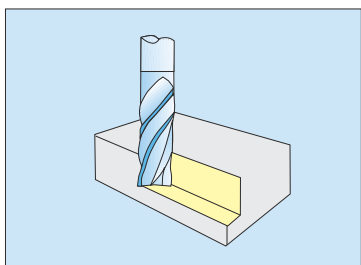
Fresado de acabado

FRESADO DE RANURAS

		Diámetro de corte (mm)				
		3-5	5-10	10-20	20-30	30-40
Acero rápido sin recubrimiento ¹⁻⁴⁾						
ELMAX	Velocidad de corte (v _c), m/min	5-8				
	Avance (f _z), mm/diente	0,01-0,03	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,09
VAN. 4						
VAN. 6	Velocidad de corte (v _c), m/min	5-8				
VAN. 23	Avance (f _z), mm/diente	0,008-0,02	0,02-0,03	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,08
Acero rápido recubierto ¹⁻⁴⁾						
ELMAX	Velocidad de corte (v _c), m/min	14-16				
	Avance (f _z), mm/diente	0,02-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,07	0,06-0,09
VAN. 4	Velocidad de corte (v _c), m/min	14-18				
VAN. 23	Avance (f _z), mm/diente	0,015-0,03	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,09
VAN. 6	Velocidad de corte (v _c), m/min	12-16				
VAN. 30	Avance (f _z), mm/diente	0,015-0,03	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,09
VAN. 10	Velocidad de corte (v _c), m/min	10-14				
VAN. 60	Avance (f _z), mm/diente	0,015-0,03	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,09
Metal duro integral ⁵⁻⁸⁾						
ELMAX	Velocidad de corte (v _c), m/min	50-60				
	Avance (f _z), mm/diente	0,006-0,01	0,01-0,02	0,02-0,04		
VAN. 4	Velocidad de corte (v _c), m/min	40-50				
VAN. 23	Avance (f _z), mm/diente	0,006-0,01	0,01-0,02	0,02-0,04		
VAN. 6	Velocidad de corte (v _c), m/min	35-45				
VAN. 30	Avance (f _z), mm/diente	0,006-0,01	0,01-0,02	0,02-0,04		
VAN. 10	Velocidad de corte (v _c), m/min	30-40				
VAN. 60	Avance (f _z), mm/diente	0,006-0,01	0,01-0,02	0,02-0,04		
Plaqueta de metal duro ⁶⁻⁷⁾						
ELMAX,	Velocidad de corte (v _c), m/min				80-110	
VAN. 4	Avance (f _z), mm/diente				0,06-0,08	0,08-0,10
VAN. 10	Velocidad de corte (v _c), m/min				30-50	
	Avance (f _z), mm/diente				0,06-0,08	0,08-0,10
VAN. 23	Velocidad de corte (v _c), m/min				90-110	
	Avance (f _z), mm/diente				0,06-0,08	0,08-0,10
VAN. 6	Velocidad de corte (v _c), m/min				70-90	
VAN. 30	Avance (f _z), mm/diente				0,06-0,08	0,08-0,10
VAN. 60	Velocidad de corte (v _c), m/min				40-60	
	Avance (f _z), mm/diente				0,06-0,08	0,08-0,10
Calidades adecuadas		K15, P20 recubrimiento CC				

Recomendaciones (para fresado de ranura y lateral)

- Generalmente se recomienda el fresado escalado (de abajo hacia arriba).
- Utilizar un cortante con rompedor de viruta al realizar el fresado lateral con profundidades de corte, $a_e > 0,3 \times D$.
- Al realizar el fresado lateral con HSS y con profundidades radiales de corte pequeñas, la velocidad de corte puede incrementarse en un 15%.
- Utilizar cantidades generosas de fluido de corte.
- Se recomienda utilizar recubrimiento TiCN al fresar con utillajes de metal duro.
- Generalmente se recomienda el fresado escalado (de abajo hacia arriba).
- Al realizar el fresado lateral con metal duro y con profundidades radiales de corte pequeñas, la velocidad de corte puede incrementarse en un 30%.
- La salida radial, en los cantos cortantes, deberá ser pequeña y no exceder de 0,03 mm.

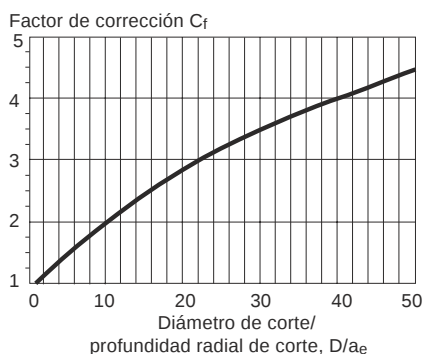


FRESADO LATERAL

Para el fresado lateral puede utilizarse la misma velocidad que para el fresado de ranuras, pero los avances deben ajustarse, a fin de obtener un promedio de espesor de viruta adecuado.

Factor de corrección para el fresado lateral

Dividir el diámetro de corte (D) por la profundidad radial del corte (a_e). Compruebe en el gráfico inferior a que factor de corrección (C_f) corresponde, y multiplicar el avance seleccionado por éste factor (en la tabla se indica para el fresado de ranuras).



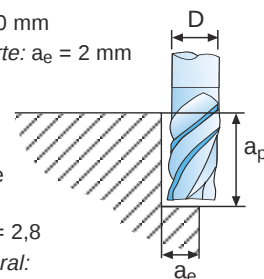
Ejemplo:

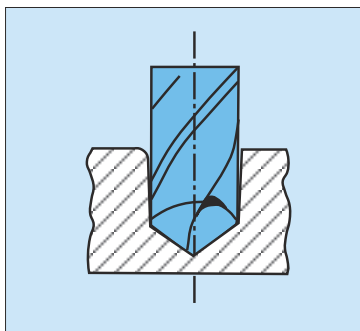
Utillaje: inserto de metal duro
 Diámetro de corte: $D = 40$ mm
 Profundidad radial de corte: $a_e = 2$ mm
 $D/a_e = 40/2 = 20$

Avance de acuerdo con la tabla del fresado de ranuras = 0,11 mm/diente

Factor de corrección de acuerdo con la tabla: $C_f = 2,8$

Avance para fresado lateral:
 $f_z = 2,8 \times 0,11 = 0,31$ mm/diente





Taladrado

		Diámetro de la broca (mm)				
		3-5	5-10	10-20	20-30	30-40
Acero rápido sin recubrimiento ¹⁻²⁾						
ELMAX	Velocidad de corte (v_c), m/min	10-12				
	Avance (f), mm/rev	0,05-0,15	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40	0,40-0,45
VAN. 4,	Velocidad de corte (v_c), m/min	10-12				
VAN. 23	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,35	0,35-0,40
VAN. 6	Velocidad de corte (v_c), m/min	8-10				
VAN. 30	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,35	0,35-0,40
VAN. 10	Velocidad de corte (v_c), m/min	6-8				
VAN. 60	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,35	0,35-0,40
Acero rápido recubierto ¹⁻³⁾						
ELMAX	Velocidad de corte (v_c), m/min	18-20				
	Avance (f), mm/rev	0,07-0,18	0,18-0,30	0,30-0,40	0,40-0,45	0,45-0,50
VAN. 4,	Velocidad de corte (v_c), m/min	16-18				
VAN. 23	Avance (f), mm/rev	0,07-0,18	0,18-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40	0,40-0,45
VAN. 6	Velocidad de corte (v_c), m/min	14-16				
VAN. 30	Avance (f), mm/rev	0,07-0,18	0,18-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40	0,40-0,45
VAN. 10	Velocidad de corte (v_c), m/min	12-14				
VAN. 60	Avance (f), mm/rev	0,07-0,18	0,18-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40	0,40-0,45
Plaqueta de metal duro ⁴⁻⁵⁾						
ELMAX	Velocidad de corte (v_c), m/min	90-120				
VAN. 6	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10 0,10-0,15				
VAN. 4,	Velocidad de corte (v_c), m/min	100-130				
VAN. 30	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10 0,10-0,15				
VAN. 10	Velocidad de corte (v_c), m/min	70-90				
	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10 0,10-0,15				
VAN. 23	Velocidad de corte (v_c), m/min	120-150				
	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10 0,10-0,15				
VAN. 60	Velocidad de corte (v_c), m/min	80-100				
	Avance (f), mm/rev	0,05-0,10 0,10-0,15				
Metal duro integral ⁶⁻⁸⁾						
ELMAX,	Velocidad de corte (v_c), m/min	60-80				
VAN. 4,	Avance (f), mm/rev	0,08-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,35	
VAN. 23	Velocidad de corte (v_c), m/min	50-70				
VAN. 6	Avance (f), mm/rev	0,08-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,35	
VAN. 30	Velocidad de corte (v_c), m/min	40-60				
VAN. 10	Avance (f), mm/rev	0,08-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,35	
VAN. 60	Velocidad de corte (v_c), m/min	30-35				
	Avance (f), mm/rev	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40		
VAN. 4	Velocidad de corte (v_c), m/min	30-40				
VAN. 23	Avance (f), mm/rev	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40		
VAN. 6	Velocidad de corte (v_c), m/min	25-35				
VAN. 30	Avance (f), mm/rev	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40		
VAN. 10	Velocidad de corte (v_c), m/min	20-30				
VAN. 60	Avance (f), mm/rev	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40		

Recomendaciones

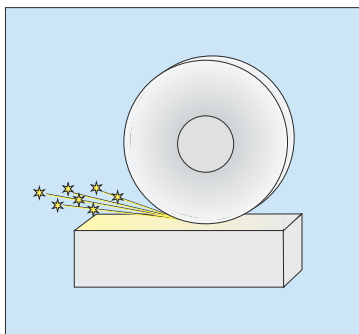
- ¹⁾ El fluido de corte deberá ser generoso y dirigido hacia el utillaje.
- ²⁾ Al taladrar con brocas cortas NC puede incrementarse el avance en un 20%. Para brocas extra largas el avance deberá reducirse.
- ³⁾ Se recomienda recubrimiento TiCN al taladrar con brocas de acero rápido recubierto.
- ⁴⁾ Utilizar calidades dentro del grupo ISO P20-P30. Bajo condiciones inestables puede utilizarse una broca más tenaz para la posición central.
- ⁵⁾ Utilizar alta presión y de flujo en el fluido de corte para eliminar bien la viruta.
- ⁶⁾ Si se mecaniza con brocas de metal duro o metal duro soldado se requieren unas condiciones y puesto de trabajo estables.
- ⁷⁾ Se recomienda la utilización de brocas con refrigeración interna.
- ⁸⁾ Utilizar una concentración de fluido del 15-20%.

Roscado con acero rápido

ELMAX	
VANADIS 6	
VANADIS 30	Velocidad de corte (v_c), = 5-7 m/min
VANADIS 4	
VANADIS 23	Velocidad de corte (v_c), = 8-10 m/min
VANADIS 10	
VANADIS 60	Velocidad de corte (v_c), = 4-6 m/min

Recomendaciones

- Se recomienda un componente de roscado o aceite de corte.
- Se recomiendan machos progresivos.



Rectificado de acero pulvimetalúrgico

Para la mayoría de las operaciones de rectificado de acero pulvimetalúrgico, la elección más adecuada son las muelas de nitrato bórico. Allí donde no puedan utilizarse las muelas de nitrato bórico, deberá seleccionarse cuidadosamente el tipo de muela a utilizar.

Las muelas de óxido de aluminio cristalino, tipo Norton SG, aportan buenos resultados si la rectificadora está bien sujeta. Una mezcla de muelas de óxido de aluminio cristalino fino y convencional, tipo Norton SGB, SlipNaxos 210A y 420A son también recomendables.

Las recomendaciones en la tabla siguiente se han realizado consultando fabricantes de muelas y están basadas en nuestra propia y ajena experiencia.

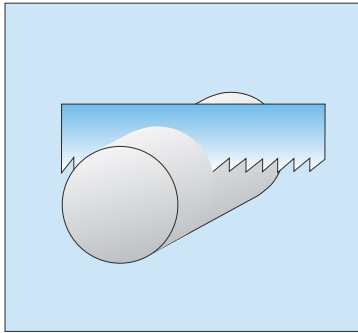
Aun así, debe tenerse muy en cuenta que la elección de la muela de rectificar depende directamente el tipo de rectificadora, rigidez de sujeción y tamaño de la pieza de trabajo, por tanto, las recomendaciones a continuación deberán considerarse como base de inicio, a partir de la cual cada proceso particular debería optimizarse.

Las muelas de rectificar son del tipo SlipNaxos¹⁾, Tyrolit²⁾, Norton³⁾ y Unicorn⁴⁾. De todas formas, las designaciones obedecen esencialmente con los estándares internacionales.

Calidad Uddeholm	Condi- ción	Centerless	Rectificado superficial muela plana	Rectificado superficial por segmentos	Rectificado cilíndrico	Rectificado interno	Rectificado de perfil
VANADIS 4 VANADIS 6 VANADIS 10 VANADIS 23 VANADIS 30 VANADIS 60 ELMAX	Recocido blando	33A 60 LVM ¹⁾ SGB 60 LVX ³⁾ 51A 60 L5V MRAA ⁴⁾	43A 46 HVX ¹⁾ 91A 46 2 I 8 V111 ²⁾ SGB 46 G10 VXPM ³⁾ WA 46 HV ⁴⁾	43A 36 FVX ¹⁾ 89A 30 1 I 10A V237 P20 ²⁾ 53A 30 F12 VBEP ³⁾ WA 24 GV ⁴⁾	77A 60 KVX ¹⁾ 89A 60 2 K5A V217 ²⁾ SGB 60 KVX ³⁾ 48A 46 LV ⁴⁾	77A 60 K9 VX ¹⁾ 89A 60 2 J6 V111 ²⁾ 32A 46 L5 VBE ³⁾ WA 46 JV ⁴⁾	42A 100 IVX ¹⁾ 89A 60 2 I 6 V111 ²⁾ 32A 100 KVS ³⁾ WA 100 LV ⁴⁾
VANADIS 23 VANADIS 30	Templado	48A 60 LVX ¹⁾ 820A 60 LVZ ¹⁾ SGB 60 LVX ³⁾ 48A 60 L8V LNAA ⁴⁾ 43A 60 L8V LNAA ⁴⁾	B151 R50 B3 ¹⁾ 420A 46 GVZ ¹⁾ B126 C 50 B54 BA ²⁾ 93A 46 H8A V217 ²⁾ SGB 46 HVX ³⁾ 3SG 46 G10 VXPM ³⁾ B126 V18 KR237 ⁴⁾ 27A 46 HV ⁴⁾	420A 46 FVZP ¹⁾ 89A 30 1 I 10A V237 P20 ²⁾ 3SG 36 HVX ³⁾ WA 36 HV ⁴⁾	B151 R50 B3 ¹⁾ 420A 60 JVZ ¹⁾ B126 C75 B54 BA ²⁾ 92A 60 1 J5A V237 ²⁾ SGB 60 KVX ³⁾ 3SGP 70 JVX ³⁾ B126 V18 KR191 ⁴⁾ 27A 60 JV ⁴⁾	B151 R75 B3 ¹⁾ 820A 80 K9 VZ ¹⁾ B126 C75 B54 BA ²⁾ 91A 60 1 J6 V111 ²⁾ 3SG 60 JVX ³⁾ B126 V24 KR237 ⁴⁾ 27A 60 HV ⁴⁾	B126 R100 B6 ¹⁾ 820A 1003 GVZ ¹⁾ B126 C75 B53 ²⁾ F13A54 FF22V- STRATO ²⁾ 5SG 80 KVX ³⁾ B126K V24 KR237 ⁴⁾ 27A 100 JV ⁴⁾
VANADIS 4 VANADIS 6 VANADIS 10 VANADIS 60 ELMAX	Templado	48A 60 LVX ¹⁾ 820A 60 LVZ ¹⁾ SGB 60 LVX ³⁾ 48A 60 L8V LNAA ⁴⁾ 43A 60 L8V LNAA ⁴⁾	B151 R50 B3 ¹⁾ 210A 46 GVZ ¹⁾ B126 C 50 B54 BA ²⁾ 93A 46 H8A V217 ²⁾ SGB 46 HVX ³⁾ 3SG 46 G10 VXPM ³⁾ B126 V18 KR237 ⁴⁾ 27A 46 HV ⁴⁾	420A 46 FVZP ¹⁾ 89A 30 1 I 10A V237 P20 ²⁾ 3SG 46 FVSPF ³⁾ WA 46 FV ⁴⁾	B151 R50 B3 ¹⁾ 210A 60 JVZ ¹⁾ B126 C75 B54 BA ²⁾ 92A 60 1 J5A V237 ²⁾ SGB 60 KVX ³⁾ 3SGP 70 JVX ³⁾ B126 V18 KR191 ⁴⁾ 27A 60 IV ⁴⁾	B151 R75 B3 ¹⁾ 820A 80 K9 VZ ¹⁾ B126 C75 B54 BA ²⁾ 91A 60 1 J6 V111 ²⁾ 3SG 60 JVX ³⁾ B126 V24 KR237 ⁴⁾ 27A 60 HV ⁴⁾	B126 R100 B6 ¹⁾ 820A 1003 GVZ ¹⁾ B126 C75 B53 ²⁾ F13A54 FF22V- STRATO ²⁾ 5SG 80 JVX ³⁾ B126K V24 KR237 ⁴⁾ 27A 100 IV ⁴⁾

Recomendaciones

- La rectificadora no deberá tener vibraciones, estar rígida y en buen estado.
- La pieza de trabajo deberá estar bien sujeta. Utilizar un buen apoyo al rectificar durante largo tiempo piezas de poco espesor.
- Utilizar diamante cónico agudo con muelas Al₂O₃. El acabado deberá ser basto.
- Mantener una alta velocidad periférica de las muelas.
- Asegure un suministro adecuado de refrigerante en la zona de rectificado.
- Si se realiza el rectificado sin refrigerante, seleccione una muela de rectificar que sea más blanda que la que hubiera utilizado para el rectificado con refrigerante.
- Nunca rectificar una pieza templada antes de que ésta se haya revenido.



Serrado

La recomendación general es utilizar una sierra bimetal con dientes variables y puntas realizadas con HSS M42. El alto contenido en molibdeno y cobalto en el M42 aportan alta resistencia tanto al calor como al desgaste.

Puede utilizarse sierras con carburo en maquinas modernas en buenas condiciones y cuando la pieza de trabajo está bien sujeta.

Calidad Uddeholm	Velocidad de corte (v_c)	Situación del diente
ELMAX VANADIS 4 VANADIS 23 VANADIS 30	Con HSS = 25–35 m/min Con carburo = 50–60 m/min	< 50 mm longitud de contacto = 4/6 dientes/pulgada 50–150 mm longitud de contacto = 3/4 dientes/pulgada >150 mm longitud de contacto = 2/3 dientes/pulgada
VANADIS 6 VANADIS 10 VANADIS 60	Con HSS = 20–30 m/min Con carburo = 40–60 m/min	

Recomendaciones

- A fin de obtener la máxima vida, recomendamos hacer un rodaje de puesta en marcha de la sierra. Solo debería utilizarse una sierra nueva al 50% del avance normal durante 10–15 minutos.
- Debería utilizarse siempre refrigerante para obtener una mejor vida del utillaje y también un mejor acabado de la superficie.
- Asegúrese de tener espacio suficiente para la viruta al serrar grandes secciones transversales.
- Como mínimo dos dientes deberán estar en contacto con la pieza de trabajo durante toda la operación de serrado.

Formulas para operaciones de corte

TORNEADO

$$\text{Velocidad de corte, } v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ (m/min)}$$

$$\text{Velocidad del eje, } n = \frac{1000 \times v_c}{\pi \times D} \text{ (rev/min)}$$

$$\text{Ratio de extracción de material, } Q = v_c \times a_p \times f \text{ (cm}^3/\text{min)}$$

$$\text{Rugosidad de la superficie, } R_a \approx \frac{f^2 \times 50}{r_\epsilon} \text{ (}\mu\text{m)}$$

FRESADO

$$\text{Velocidad de corte, } v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ (m/min)}$$

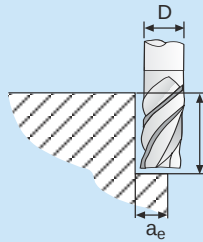
$$\text{Velocidad del eje, } n = \frac{1000 \times v_c}{\pi \times D} \text{ (rev/min)}$$

$$\text{Velocidad de la bancada, } v_f = f_z \times n \times z = f \times n \text{ (mm/min)}$$

$$\text{Espesor promedio de la viruta, } h_m = f \times \sqrt{\frac{a_e}{D}} \text{ (mm),}$$

valído para $\frac{a_e}{D} < 0,3$

$$\text{Ratio de extracción de material, } Q = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{1000} \text{ (cm}^3/\text{min)}$$



TALADRADO

$$\text{Velocidad de corte, } v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ (m/min)}$$

$$\text{Velocidad del eje, } n = \frac{1000 \times v_c}{\pi \times D} \text{ (rev/min)}$$

$$\text{Velocidad de avance, } v_f = f \times n \text{ (mm/min)}$$

$$\text{Avance por revoluciones., } f = \frac{v_f}{n} \text{ (mm/rev)}$$

Leyenda:

a_e = profundidad radial de corte (mm)

a_p = profundidad axial de corte (mm)

D = diámetro pieza de trabajo $\varnothing$ (mm)— *torneado*

= diámetro de corte $\varnothing$ (mm)— *fresado*

= diámetro de la broca $\varnothing$ (mm)— *taladrado*

f = avance por revoluciones (mm/rev)

f_z = avance por diente (mm/diente)

h_m = espesor promedio de la viruta (mm)

n = velocidad del eje (rev/min)

Q = ratio de extracción de material (cm³/min)

R_a = rugosidad de la superficie (μ m)

r_ϵ = radio (mm)

v_c = velocidad de corte (m/min)

v_f = velocidad de avance (mm/min)

z = número de dientes