

DATOS TÉCNICOS

SOLUCION DE PROBLEMAS EN TORNEADO.....	P002
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO.....	P004
EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO.....	P005
FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO.....	P007
FORMULAS PARA CALCULAR LA POTENCIA DE CORTE.....	P011
SOLUCION DE PROBLEMAS EN FRESADO PLANEADO.....	P012
FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA FRESADO.....	P013
FORMULAS PARA FRESADO PLANEADO.....	P016
SOLUCION DE PROBLEMAS PARA FRESAS CON MANGO.....	P018
CARACTERÍSTICAS DE LA FRESA Y ESPECIFICACIONES.....	P019
SELECCIONAR EL VALOR DEL PASO.....	P021
SOLUCION DE PROBLEMAS EN TALADRADO.....	P022
DESGASTE DEL TALADRO Y DAÑOS DEL FILO DE CORTE.....	P023
CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS BROCAS.....	P024
FORMULAS PARA TALADRADO.....	P027
LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS.....	P028
RUGOSIDAD.....	P032
TABLA DE COMPARACION DE DUREZAS.....	P033
TABLA TOLERANCIA DE AGUJEROS.....	P034
TABLA DE TOLERANCIAS.....	P036
PREPARACIÓN DEL AGUJERO SEGÚN DIÁMETRO DE LA BROCA.....	P038
TAMAÑO DEL ORIFICIO DEL PERNO DE CABEZA HUECA HEXAGONAL/UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL.....	P039
DESGASTE Y ROTURA DE LA HERRAMIENTA.....	P040
MATERIALES DE CORTE.....	P041
GRUPOS DE CALIDADES.....	P042
TABLA DE COMPARACION DE GRADOS.....	P043
TABLA DE COMPARACIÓN DE ROMPEVIRUTAS.....	P048

SOLUCION DE PROBLEMAS EN TORNEADO

DATOS TÉCNICOS SOLUCION DE PROBLEMAS EN TORNEADO

Problema		Factores	Selección de calidad				Condiciones de corte				Estilo y diseño de la herramienta					Máquina, Instalación de la herramienta						
			Selección una calidad más dura	Selección una calidad más tenaz	Selección una calidad con mejor resistencia al choque térmico	Selección una calidad con mejor resistencia a la adhesión	Velocidad de corte		Avance	Profundidad de corte	Refrigeración		Desprendimiento	Radio de la punta	Angulo de ataque	El honing refuerza el filo de corte	Tipo de placa (Sin recificar → Rectificada)	Mejora de la rigidez de la herramienta	Aumento de la rigidez de sujeción de la herramienta y de la pieza de trabajo	Disminución del voladizo de la herramienta	Disminución de potencia y fijación posterior	
							Subir ↗	Bajar ↘			No utilice como fluido de corte agua soluble	Determinar corte seco o refrigerado										Subir ↗
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Desgaste de placa generado muy rápido	Calidad de la herramienta inapropiada	●																			
		Geometría del filo de corte inapropiada										●	↗	↗	↗	●						
		Velocidad de corte inapropiada					↘	●	↗			●										
	Microroturas o roturas del filo de corte	Calidad de la herramienta inapropiada		●																		
		Condiciones de corte inapropiadas							↘	●												
		Pérdida de la robustez del filo										●		↗		↗						
		Se produce agrietamiento térmico			●		↘	●	↘	●	●											
Se produce acumulación en el filo				●	↗	●	↗	●	●													
Falta de rigidez																●	●	●	●			
Fuera de tolerancia	Las dimensiones no son constantes	Poca precisión de la placa														●						
		Gran resistencia de corte en el filo de corte										●	●	↘	↘	↘	●	●	●	●		
Deterioro de la superficie de acabado	Deficiente superficie de acabado	Es necesario ajustar con frecuencia debido a su gran tamaño.	●																			
		Se produce soldadura					↗	●			●											
		Geometría del filo de corte inapropiada										●		↗								
Generación de calor	Un material sobrecalentado puede causar mal acabado y corta vida de la placa	Vibración					↘	●	↘	●						●	●	●	●			
		Condiciones de corte inapropiadas					↘	●	↘	●												
		Geometría del filo de corte inapropiada									●	↗			↘							

Solución		Selección de calidad				Condiciones de corte				Estilo y diseño de la herramienta				Máquina, Instalación de la herramienta					
		Seleccione una calidad más dura	Seleccione una calidad más tenaz	Seleccione una calidad con mejor resistencia al choque térmico	Seleccione una calidad con mejor resistencia a la adhesión	Velocidad de corte	Avance	Profundidad de corte	Refrigeración	Desprendimiento	Radio de la punta	Angulo de ataque	El honing refuerza el filo de corte	Tipo de placa (Sin recificar → Rectificada)	Mejora de la rigidez de la herramienta	Aumento de la rigidez de sujeción de la herramienta y de la pieza de trabajo	Disminución del voladizo de la herramienta	Disminución de potencia y fijación posterior	
Problema	Factores					Subir ↗			No utilice como fluido de corte agua soluble					Subir ↗					
						Bajar ↘			Determinar corte seco o refrigerado					Bajar ↘					
Rebabas, Roturas, etc.	Rebabas (acero, aluminio)	Desgaste de la muesca	●																
		Condiciones de corte inapropiadas				↘ ●	● ↗		● Refrigerado										
		Geometría del filo de corte inapropiada								●	↗ ●	↘ ●	↘ ●						
	Roturas en la pieza (fundición)	Condiciones de corte inapropiadas					↘ ●	↘ ●											
		Geometría del filo de corte inapropiada								●	↗ ●	↗ ●	↗ ●	↘ ●					
		Se producen vibraciones													●	●	●	●	
	Rebabas (acero medio)	Calidad de la herramienta inapropiada			●														
		Condiciones de corte inapropiadas				↗ ●			●	● Refrigerado									
		Geometría del filo de corte inapropiada								●	↗ ●		↘ ●						
		Se producen vibraciones													●	●	●	●	
	Deficiente evacuación de virutas	Virutas largas	Condiciones de corte inapropiadas				↘ ●	↗ ●	↗ ●	● Refrigerado									
			Buen control de la viruta								●								
Geometría del filo de corte inapropiada												↘ ●	↘ ●						
Las virutas son cortas y dispersas		Condiciones de corte inapropiadas				↘ ●	↘ ●		● Seco										
		Poco control de viruta								●									
		Geometría del filo de corte inapropiada										↗ ●	↗ ●						

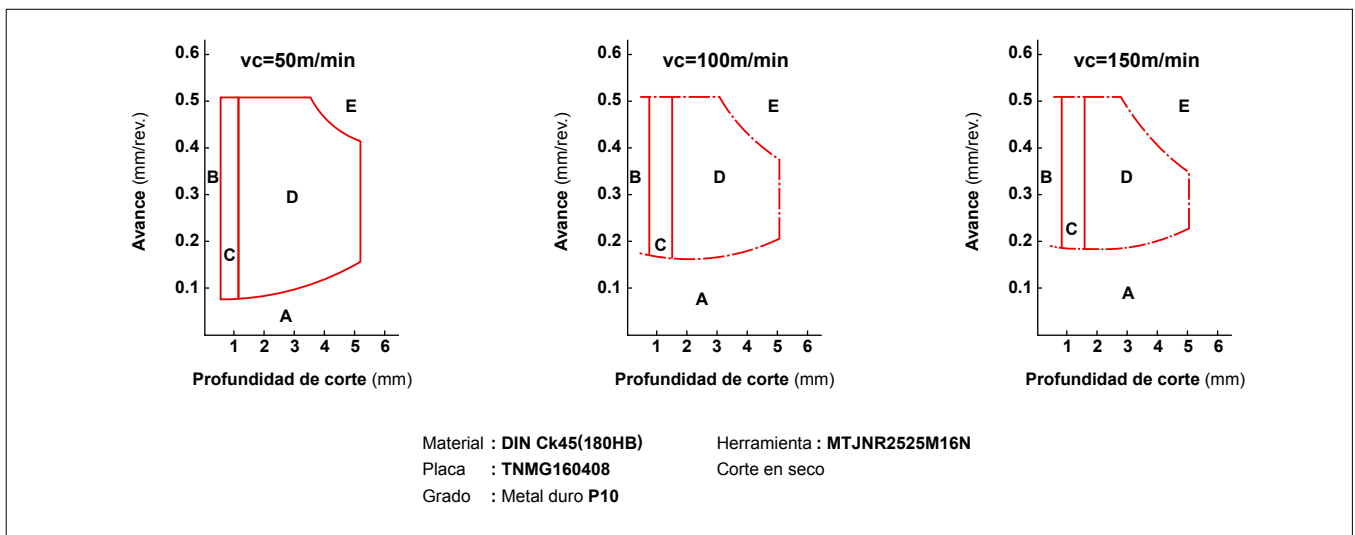
CONTROL DE VIRUTA PARA TORNEADO

ROTURA DE VIRUTAS EN EL TORNEADO DE ACERO

Tipo	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E
Pequeña profundidad de corte $d < 7\text{mm}$					
Profundidad de corte elevada $d = 7 - 15\text{mm}$					
Longitud del rizo l	Sin rizo	$l \geq 50\text{mm}$	$l \leq 50\text{mm}$ 1-5 Rizo	≈ 1 Rizo	Menos que un Rizo y medio
Nota	<ul style="list-style-type: none"> ● Forma irregular continua ● Enredo entre la herramienta y la pieza 	<ul style="list-style-type: none"> ● Forma continua y regular ● Virutas largas 	Bueno	Bueno	<ul style="list-style-type: none"> ● Dispersión de las virutas ● Vibración ● Deficiente superficie de Acabado ● Máximo

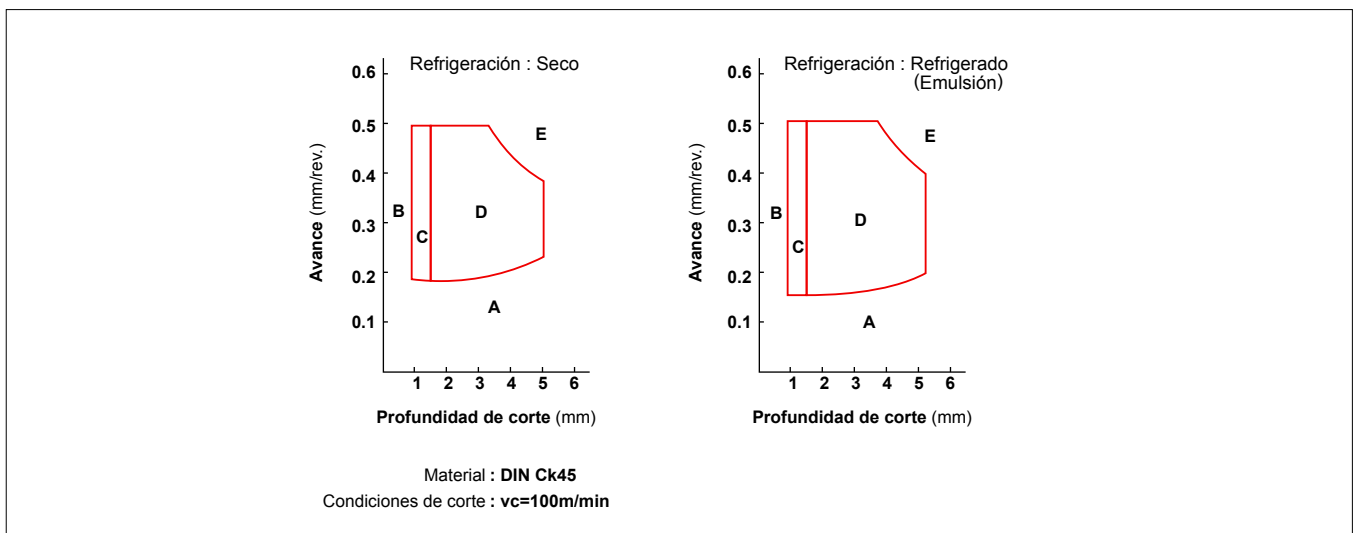
Área de control de la viruta y la velocidad de corte

En general, cuando aumenta la velocidad de corte, el intervalo de control de virutas tiende a ser más pequeño.



Efecto de la refrigeración sobre el área de control de virutas de un rompevirutas

Si la velocidad de corte es la misma, el área de control de virutas difiere dependiendo de si se usa refrigerante o no.



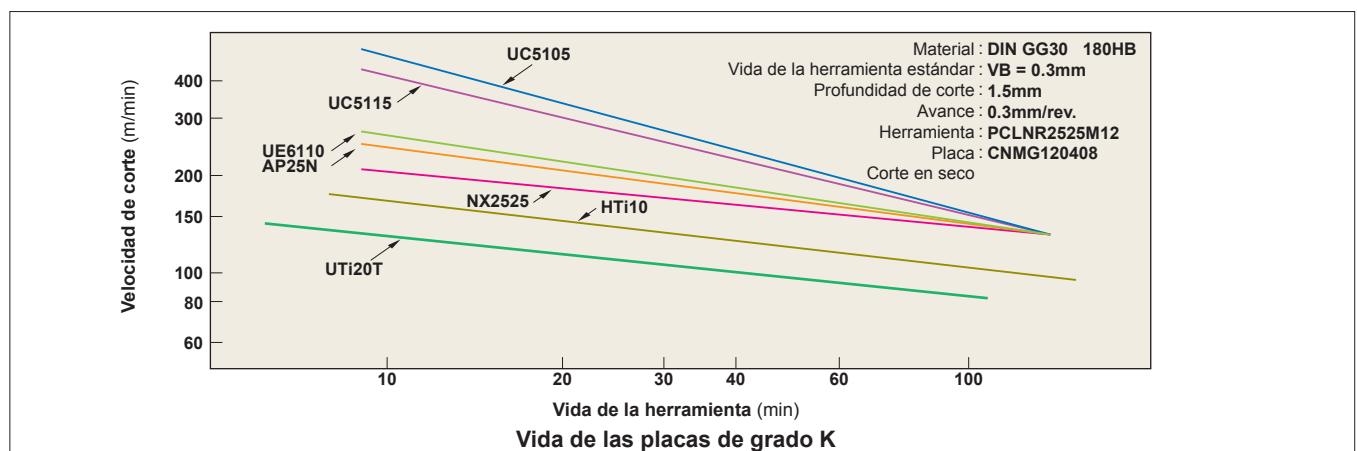
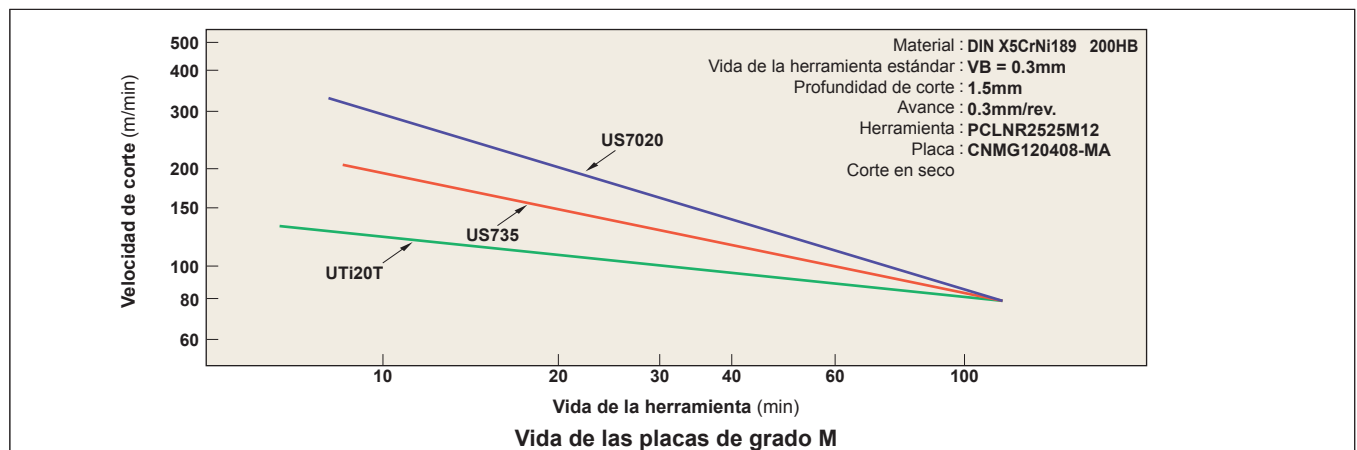
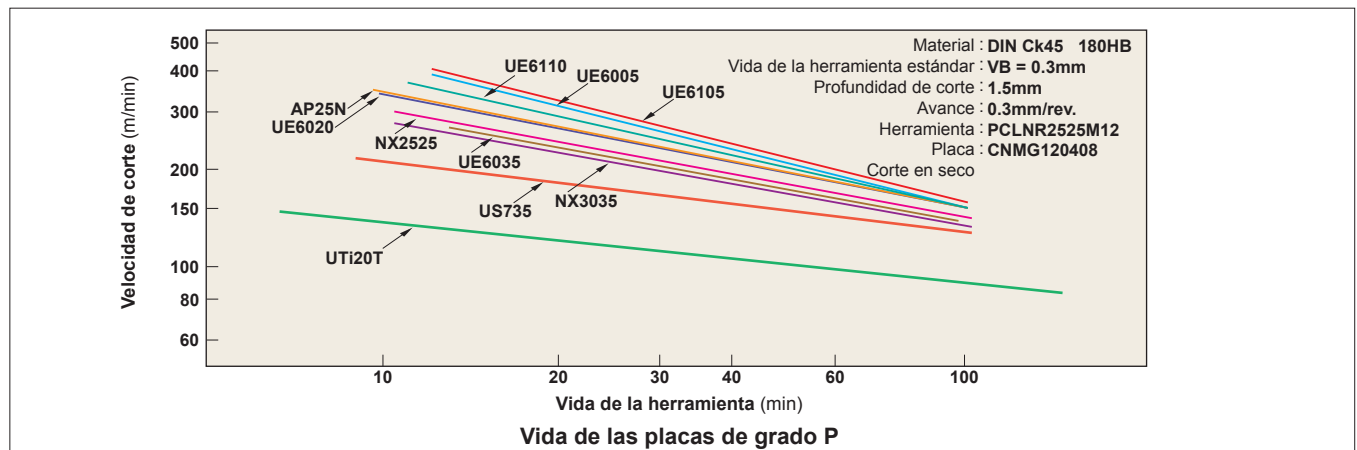
EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO

EFFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE

Las condiciones de corte ideales serían: corto tiempo de corte, larga vida de la herramienta y buen acabado. Para obtener esas condiciones ideales se precisan condiciones de corte y herramientas adecuadas, así como el conocimiento de la pieza, dureza, forma y capacidad de la máquina.

VELOCIDAD DE CORTE

La velocidad de corte tiene un efecto muy importante en la vida de la herramienta. Aumentándola, se incrementa la temperatura y se acorta la vida de la herramienta. La velocidad varía dependiendo de la dureza de la pieza. Seleccione una calidad apropiada para cada velocidad de corte.



Efectos de la velocidad de corte

1. Aumentando la velocidad de corte un 20%, se reduce la vida de la herramienta a la mitad. Aumentándola un 50%, se reduce la vida a 80%.
2. El mecanizando a baja velocidad (20–40m/min), tiende a causar vibraciones. Por ello, se acorta la vida de la herramienta.

EFECTOS DE LAS CONDICIONES DE CORTE PARA TORNEADO

AVANCE

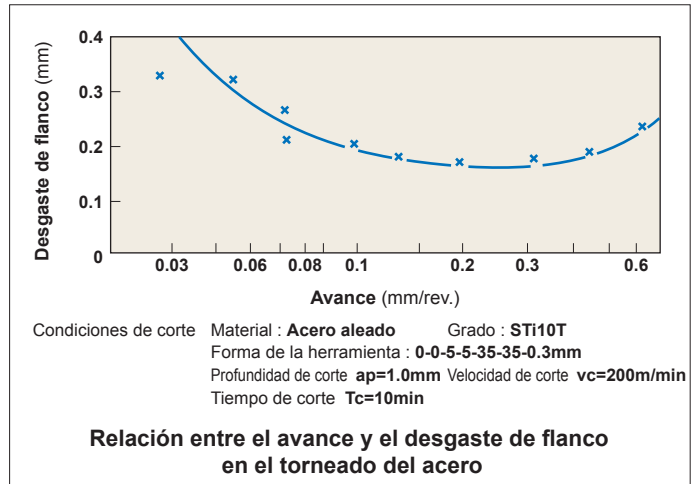
En torneado, el avance es la distancia que la herramienta se mueve por la pieza por revolución.

En fresado, el avance es la distancia recorrida por la mesa por cada revolución de la fresa dividida por el número de dientes.

De este modo, se indica como avance por diente. Área de avance relacionada con superficie de acabado rugosa.

Efectos del avance

1. La reducción del avance influye en el desgaste de flanco y acorta la vida de la herramienta.
2. Aumentando el avance, se aumenta la temperatura de corte y el desgaste del flanco. Por ello, la influencia sobre la vida de la herramienta es mínima comparada con la de la velocidad de corte.
3. El aumento del avance, mejora la eficiencia del mecanizado.

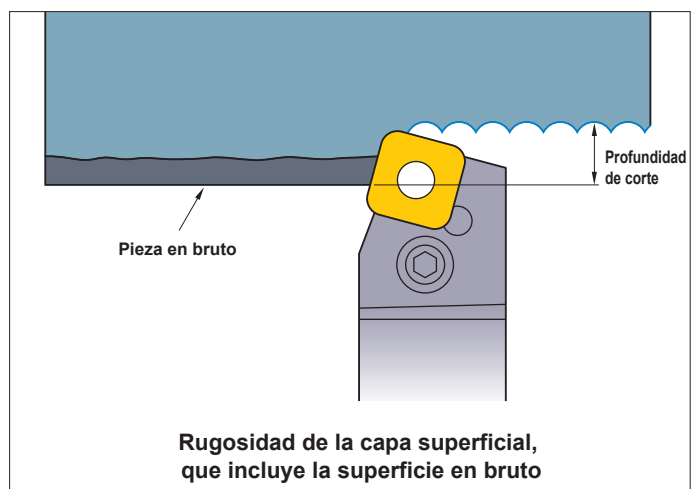
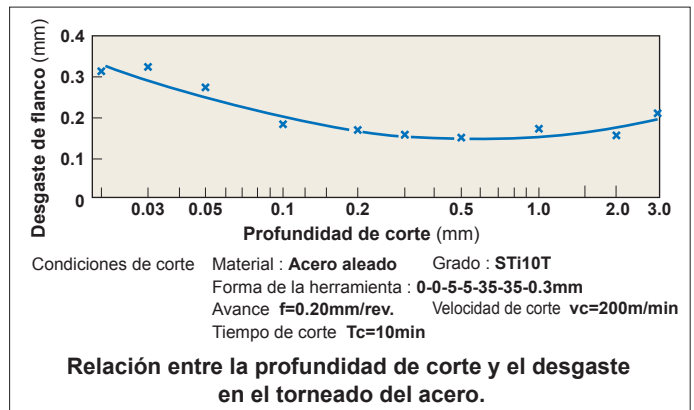


PROFUNDIDAD CORTE

La profundidad de corte se determina en relación a la cantidad de material a mecanizar, la forma de la pieza, la rigidez de la herramienta la potencia y rigidez de la máquina.

Efectos de la profundidad de corte

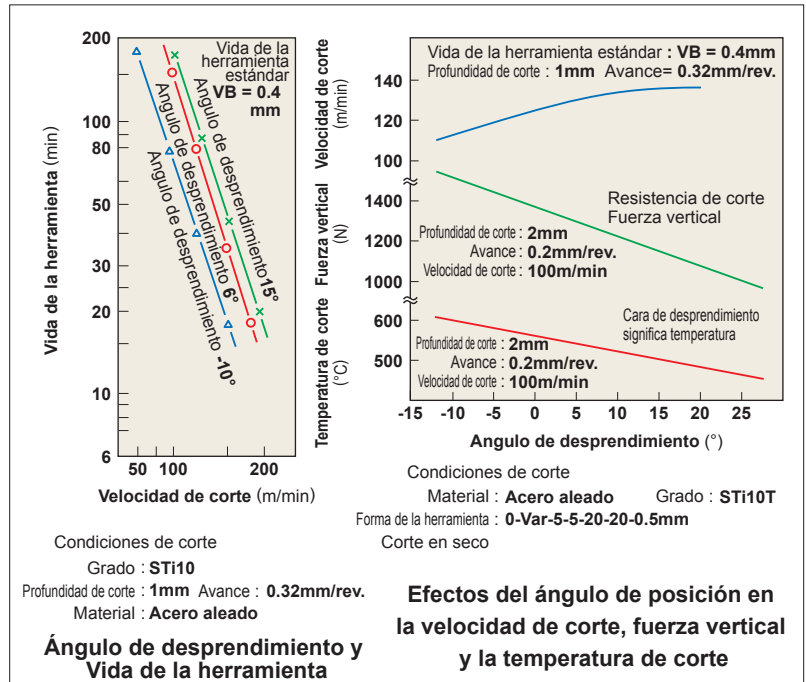
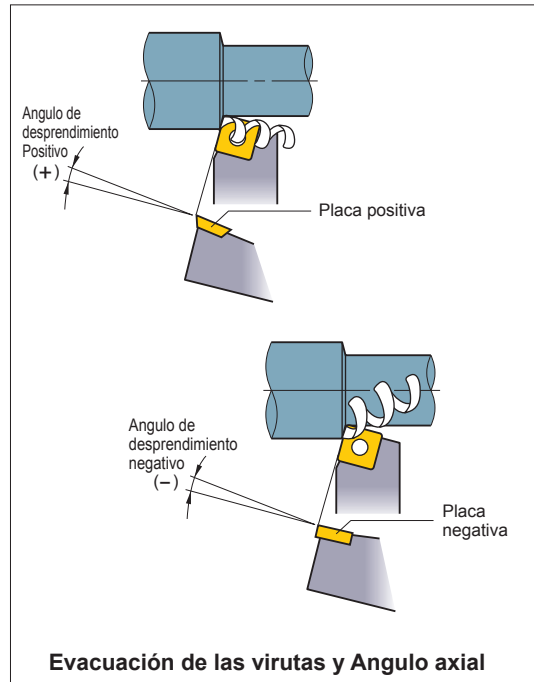
1. El cambio de la profundidad de corte, no afecta en gran medida a la vida de la herramienta.
2. Una pequeña profundidad de corte, endurece la capa superficial del material, debido a la fricción entre ellas. Por ello, se reduce la vida de la herramienta.
3. Cuando mecanizamos piezas en bruto de fundición, la profundidad de corte se tiene que aumentar tanto como permita la potencia de la máquina, para prevenir el contacto de las impurezas de la superficie con la placa e impedir las micro-roturas y el desgaste anormal.



FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

ANGULO DE DESPRENDIMIENTO

El ángulo de desprendimiento es un ángulo del filo de corte que tiene un efecto importante en la resistencia al corte, la evacuación de las virutas, la temperatura de corte y la vida de la herramienta.



Efectos del ángulo de desprendimiento

1. Aumentando el ángulo de desprendimiento en dirección positiva, se mejora la suavidad del corte.
2. Aumentando el ángulo de desprendimiento 1° en dirección positiva, decrece el esfuerzo de corte un 1%.
3. Aumentando el ángulo de desprendimiento en dirección positiva, se debilita el corte; y en la dirección negativa, se aumenta la resistencia al corte.

Cuándo aumentar el ángulo de desprendimiento en la dirección (-) negativa

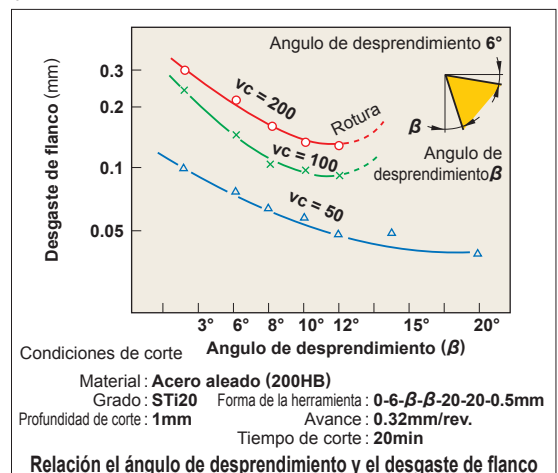
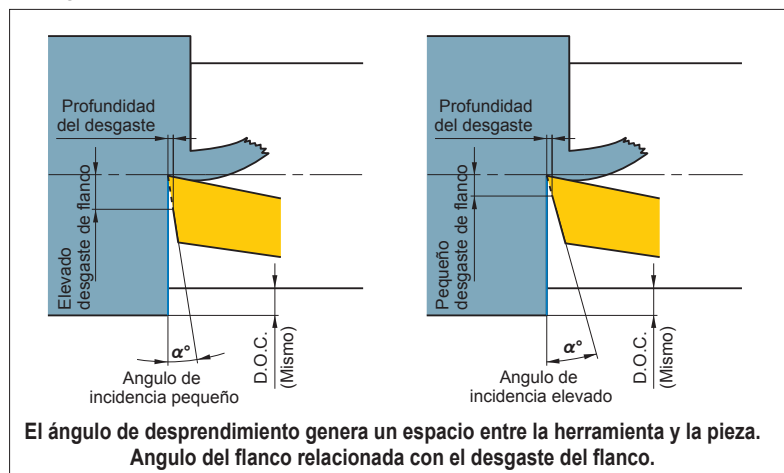
- Pieza endurecida.
- Cuando se requiere un filo robusto para mecanizar piezas en bruto y con corte interrumpido.

Cuándo aumentar el ángulo de desprendimiento en la dirección (+) positiva

- Material blando.
- Material de fácil mecanizado.
- Cuando la pieza y la máquina tienen poca rigidez.

ANGULO DE INCIDENCIA

El ángulo de desprendimiento previene la fricción entre la cara de incidencia y la pieza, debido a un pequeño avance.



Efectos del ángulo de incidencia

1. El aumento del ángulo de incidencia, reduce el desgaste del flanco.
2. El incremento del ángulo de desprendimiento, reduce la robustez del filo de corte.

Cuándo reducir el ángulo de incidencia

- Piezas endurecidas.
- Cuando se necesita un filo robusto.

Cuándo aumentar el ángulo de incidencia

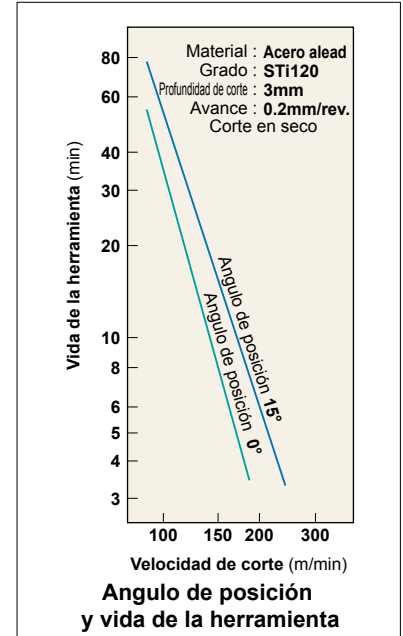
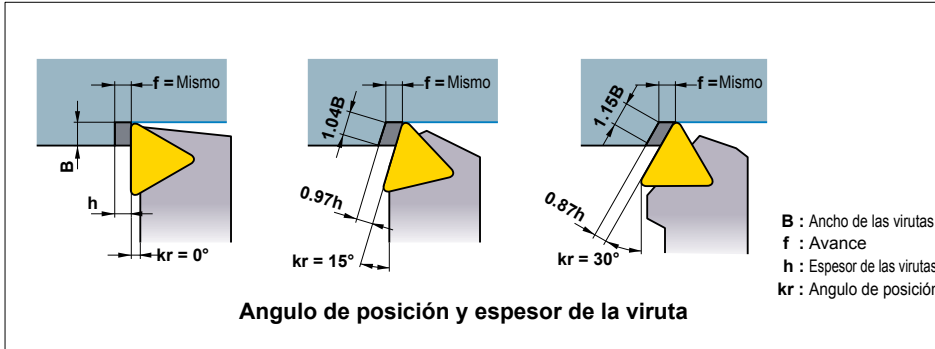
- Materiales blandos.
- Materiales que se endurecen durante el mecanizado.

FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

● ÁNGULO DE POSICIÓN (ÁNGULO DE ATAQUE)

El ángulo de posición y el radio de la punta, reducen el impacto y el efecto de la fuerza de avance, de la fuerza hacia atrás y el espesor de las virutas.



● EFECTOS DEL ÁNGULO DE POSICIÓN (ÁNGULO DE ATAQUE)

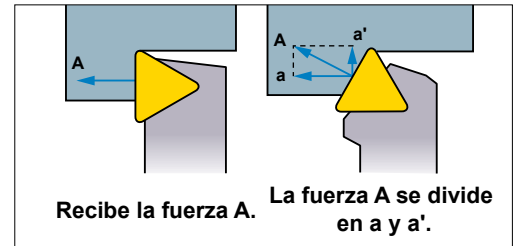
1. Con el mismo avance, incrementando el ángulo de posición, incrementamos la longitud de contacto de la viruta y decrece el espesor de ésta. Como resultado, el esfuerzo de corte se dispersa en un filo más largo y se incrementa la vida de la herramienta. (Ver diagrama)
2. Incrementando el ángulo de ataque, se incrementa la fuerza a' . Por ello, las piezas largas y delgadas, se doblan en muchos casos.
3. Incrementando el ángulo de posición, se reduce el control de viruta.
4. Incrementando el ángulo de posición, disminuye el espesor de la viruta y aumenta la longitud de la misma. Por lo tanto, la rotura de la viruta es más difícil.

Cuándo reducir el ángulo de ataque

- Acabado con poca profundidad de corte.
- Piezas largas y delgadas.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

Cuándo aumentar el ángulo de ataque

- Piezas endurecidas producidas por una alta temperatura de corte.
- Cuando mecanizamos piezas de diámetros grandes.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

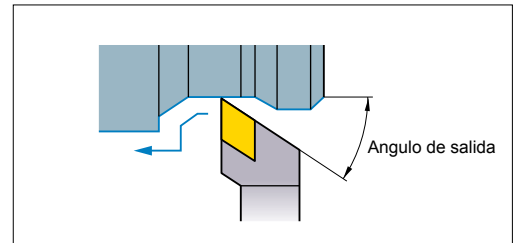


● ÁNGULO DE SALIDA

El ángulo del filo de corte evita interferencias entre la superficie mecanizada y la herramienta. Generalmente 5°–15°.

● EFECTOS DEL ÁNGULO DE SALIDA

1. Reduciendo el ángulo de salida, incrementamos la resistencia del filo; pero, también incrementamos la temperatura de corte.
2. Reduciendo el ángulo de salida, la fuerza hacia atrás se incrementa y pueden aparecer vibraciones durante el mecanizado.
3. Se recomienda un pequeño ángulo de salida en desbaste y un gran ángulo en acabado.

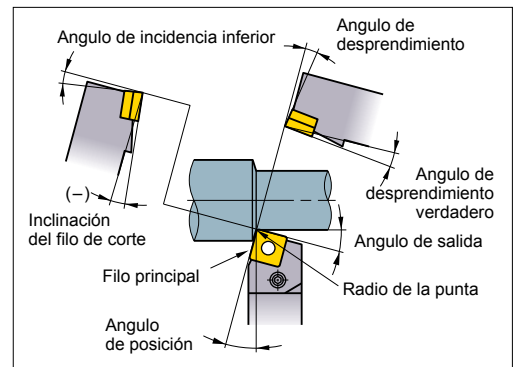


● INCLINACION DEL FILO DE CORTE

La inclinación de la arista de corte es la inclinación de la cara de desprendimiento. En el corte pesado, el filo recibe muchos golpes al comienzo del mecanizado. La inclinación del filo le protege de estos golpes y previene su fractura. Se recomiendan en torneado y en fresado.

● EFECTOS DE LA INCLINACIÓN DEL FILO DE CORTE

1. Una inclinación negativa (-) del filo, evacúa virutas en la dirección de la pieza; y positiva (+) las evacúa en la dirección opuesta.
2. Una inclinación negativa (-) del filo de corte, incrementa la robustez de éste; pero también incrementa el esfuerzo de corte.



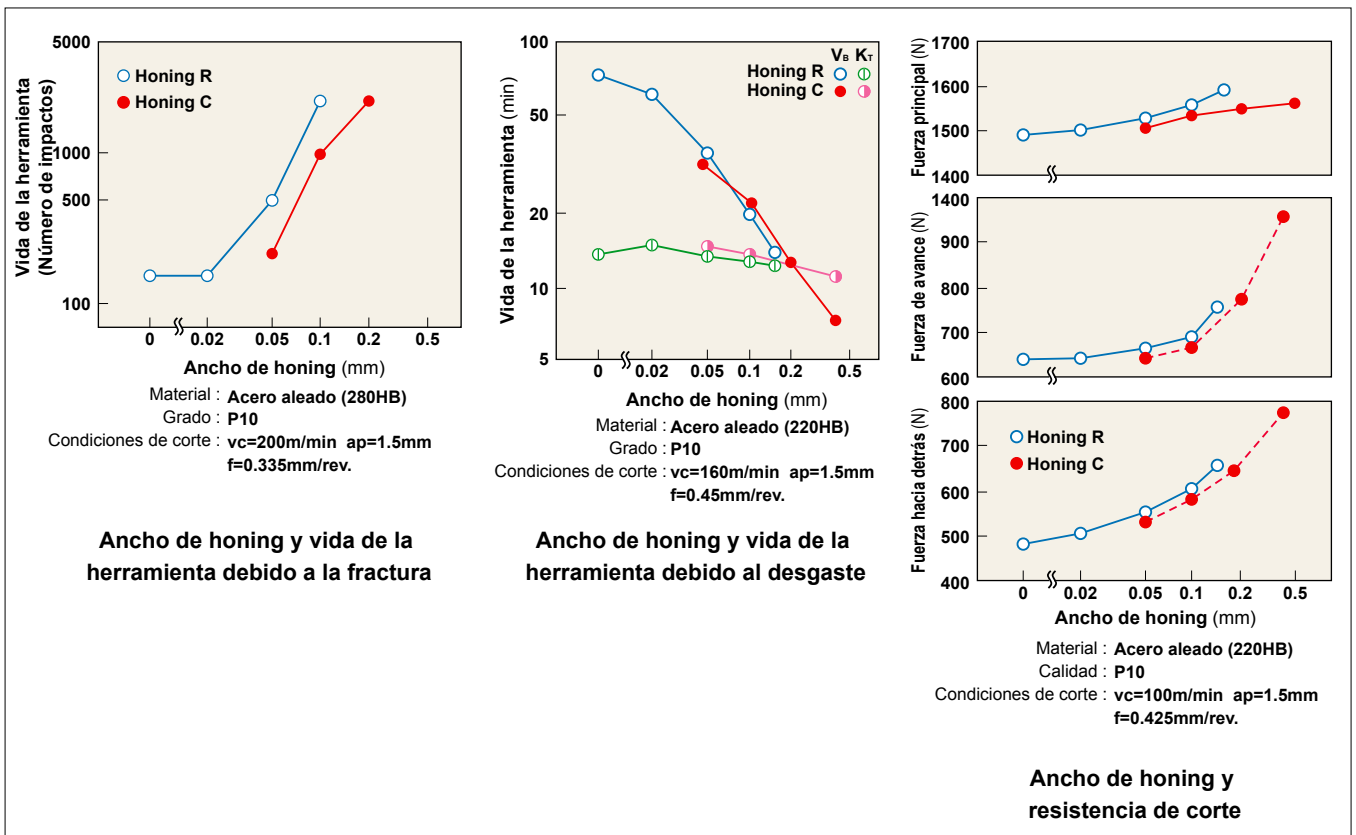
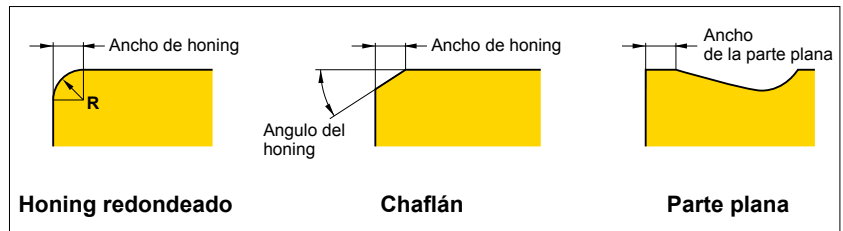
HONING Y PLANO

El honing y la parte plana son formas del filo de corte y sirven para dar robustez a éste.

El honing puede ser redondeado tipo chafalán.

La anchura óptima del honing es aproximadamente 1/2 del avance.

Land es la parte plana y estrecha sobre la cara de incidencia o desprendimiento.



Efectos del honing

1. Aumentar el honing incrementa el esfuerzo de corte, la vida de la herramienta y reduce las roturas.
2. Aumentando el honing se incrementa el desgaste del flanco y se reduce la vida de la herramienta. El tipo de honing no afecta al desgaste en la cara de desprendimiento.
3. Aumentar el honing incrementa el esfuerzo de corte y la vibración.

Cuándo reducir el tipo de honing

- Cuando acabamos con pequeña profundidad y poco avance.
- Materiales blandos.
- Cuando la pieza y la máquina tienen poca rigidez.

Cuándo aumentar el tipo de honing

- Piezas endurecidas.
- Cuando se requiere resistencia del filo de corte para superficies sin cortar y corte interrumpido.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

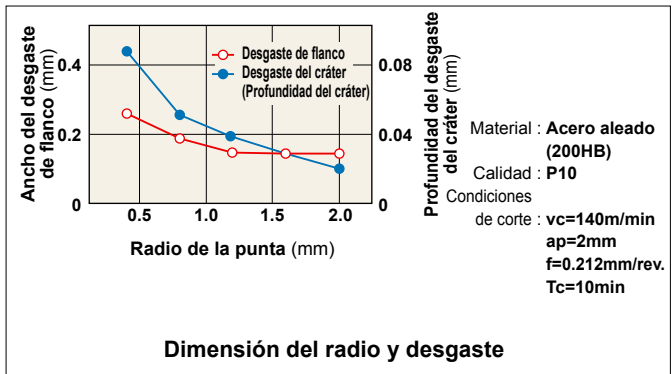
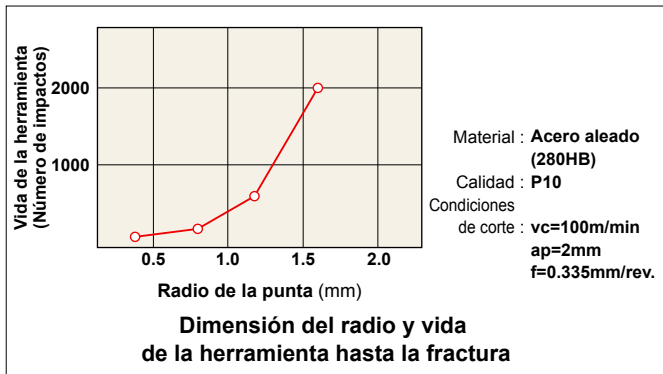
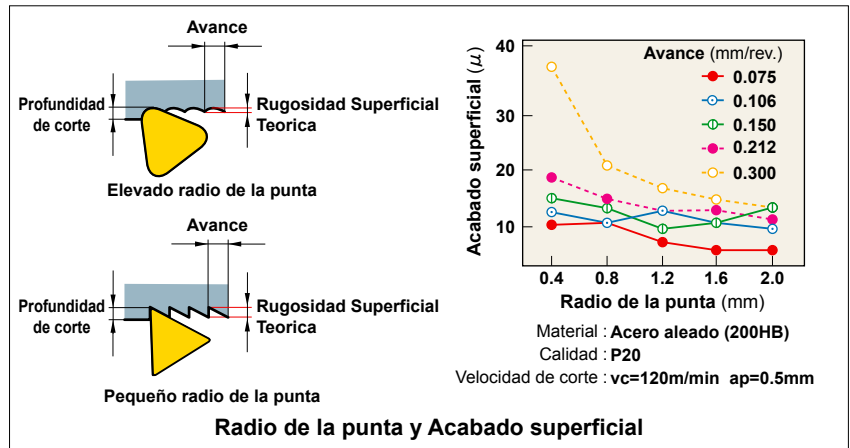
*El metal duro, como UTi20T, los recubrimientos de diamante y las placas cermet, tienen un honing redondeado estándar.

FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO

RADIOS

El radio influye en la robustez del filo y en el acabado de la pieza. En general, se recomienda un radio 2-3 veces el avance.



Efectos del radio de la punta

1. Aumentando el radio de la punta, se mejora la superficie de acabado.
2. Aumentando el radio de la punta, se refuerza el filo.
3. Aumentando el radio de la punta demasiado, aumenta la resistencia al corte y aparecen vibraciones.
4. Aumentando el radio de la punta, se reduce el desgaste de flanco y de desprendimiento.
5. Aumentando el radio de la punta demasiado, decrece el control de viruta.

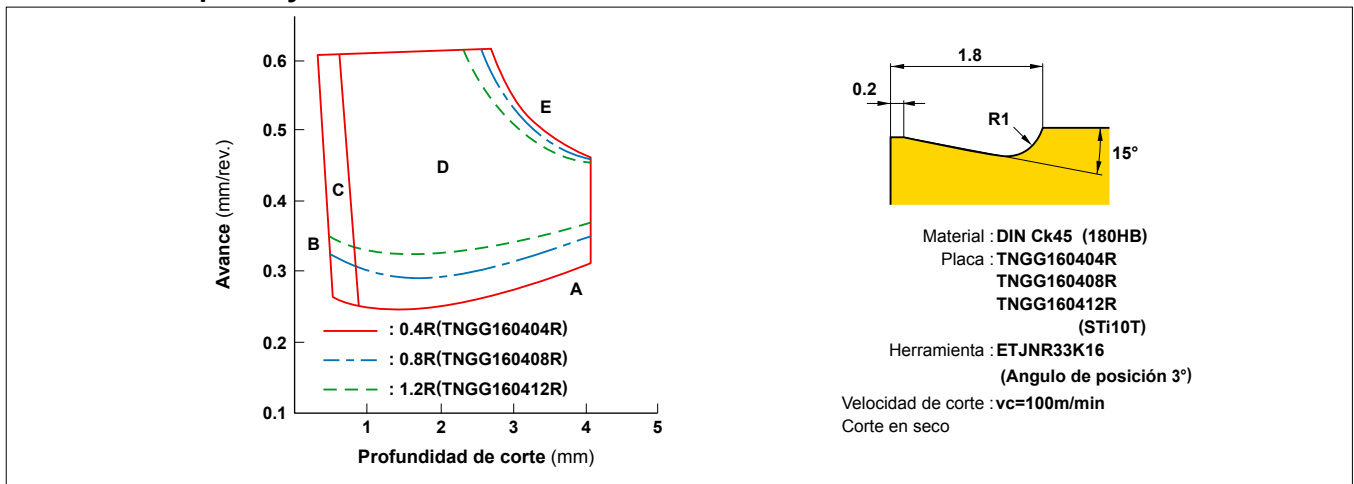
Cuándo reducir el radio de la punta

- Acabado con poca profundidad de corte.
- Piezas largas y delgadas.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

Cuándo aumentar el radio de la punta

- Cuando se requiere resistencia del filo de corte para un corte interrumpido y corte de superficies sin cortar.
- Cuando mecanizamos una pieza de diámetro grande.
- Cuando la máquina tiene poca rigidez.

Radio de la punta y área de control de viruta



(Nota) Por favor ver página P004 para forma de las virutas (A, B, C, D, E).

FORMULAS PARA CALCULAR LA POTENCIA DE CORTE

FUERZA DE CORTE (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c \cdot K_c}{60 \times 10^3 \cdot \eta} \quad (\text{kW})$$

P_c (kW) : Potencia actual
f (mm/rev.) : Avance por vuelta
K_c (MPa) : Fuerza de corte específica
a_p (mm) : Profundidad de corte
v_c (m/min) : Velocidad de corte
η : (Coeficiente de máquina)

(Problema) ¿Cuál es la potencia necesaria para mecanizar acero medio (Contestación) Sustituir la fuerza de corte K_c=3100MPa a una velocidad de 120m/min con una profundidad de 3mm dentro de la formula. y un avance de 0.2mm/rev. (Coeficiente de máquina 80%) ?

$$P_c = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 (\text{kW})$$

● K_c

Material	Resistencia a la tracción (MPa) y dureza	Fuerza de corte específica K _c (MPa)				
		0.1 (mm/rev.)	0.2 (mm/rev.)	0.3 (mm/rev.)	0.4 (mm/rev.)	0.6 (mm/rev.)
Acero dulce	520	3610	3100	2720	2500	2280
Acero medio	620	3080	2700	2570	2450	2300
Acero duro	720	4050	3600	3250	2950	2640
Acero para herramientas	670	3040	2800	2630	2500	2400
Acero para herramientas	770	3150	2850	2620	2450	2340
Acero al cromo-manganeso	770	3830	3250	2900	2650	2400
Acero al cromo-manganeso	630	4510	3900	3240	2900	2630
Acero al cromo-molibdeno	730	4500	3900	3400	3150	2850
Acero al cromo-molibdeno	600	3610	3200	2880	2700	2500
Acero al cromo-niquel-molibdeno	900	3070	2650	2350	2200	1980
Acero al cromo-niquel-molibdeno	352HB	3310	2900	2580	2400	2200
Fundición dura	46HRC	3190	2800	2600	2450	2270
Fundición meehanita	360	2300	1930	1730	1600	1450
Fundición gris	200HB	2110	1800	1600	1400	1330

VELOCIDAD DE CORTE (v_c)

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

v_c (m/min) : Velocidad de corte
D_m (mm) : Diámetro de la pieza
π (3.14) : Pi
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje

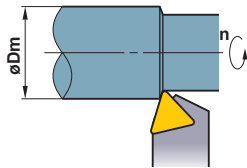
*Dividir por 1000 para cambiar m a mm.

(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando la del eje son 700min⁻¹ y el diámetro exterior es φ50 ?

(Contestación) Sustituir π=3.14, D_m=50, n=700 in en la fórmula.

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{m/min}$$

La velocidad de corte son 110m/min.



AVANCE (f)

$$f = \frac{l}{n} \quad (\text{mm/rev.})$$

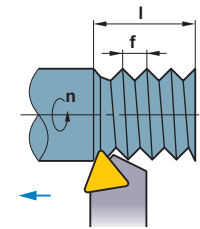
f (mm/rev.) : Avance por vuelta
l (mm/min) : Longitud de corte por min.
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje

(Problema) ¿Cuál es el avance por vuelta cuando las revoluciones son 500min⁻¹ y la longitud de corte por minuto son 120mm/min ?

(Contestación) Sustituir n=500, l=120 en la fórmula.

$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{mm/rev.}$$

La respuesta es 0.24mm/rev.



TIEMPO DE CORTE (T_c)

$$T_c = \frac{l_m}{l} \quad (\text{min})$$

T_c (min) : Tiempo de corte
l_m (mm) : Longitud de la pieza a mecanizar
l (mm/min) : Longitud de corte por min.

(Problema) ¿Cuál es el tiempo de corte cuando mecanizamos una pieza de 100mm a 1000min⁻¹ y avance de 0.2mm/rev. ?

(Contestación) Primero, calcule la longitud de corte por minuto, partiendo desde el avance y las revoluciones.

$$l = f \times n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{mm/min}$$

Sustituir la respuesta de arriba en la fórmula.

$$T_c = \frac{l_m}{l} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{min}$$

0.5 x 60=30 (seg.) La respuesta 30 seg.

RUGOSIDAD SUPERFICIAL TEORICA (h)

$$h = \frac{f^2}{8Re} \times 1000 (\mu\text{m})$$

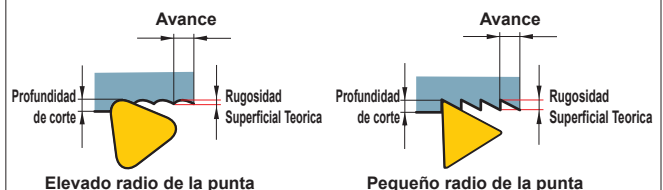
h (μm) : Rugosidad de la superficie de acabado
f (mm/rev.) : Avance por vuelta
Re (mm) : Radio de la punta

(Problema) ¿Cuál es la superficie de acabado teórica cuando el radio de la placa es 0.8mm y el avance es 0.2mm/rev. ?

(Contestación) Sustituir f=0.2mm/rev. R=0.8 en la fórmula.

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{m}$$

La rugosidad teórica es de 6μm.



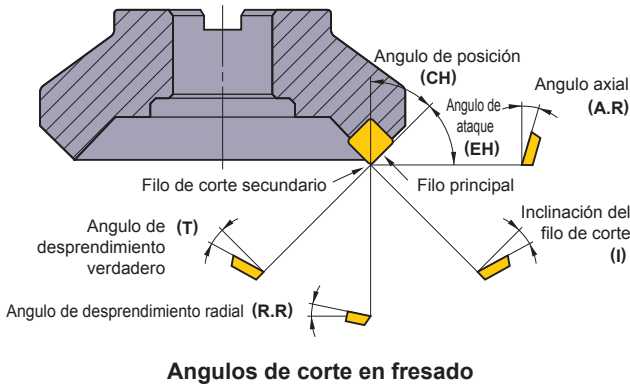
SOLUCION DE PROBLEMAS EN FRESADO PLANEADO

DATOS TÉCNICOS SOLUCION DE PROBLEMAS EN FRESADO PLANEADO

Solución		Selección de calidad				Condiciones de corte				Estilo y diseño de la herramienta						Máquina, Instalación de la herramienta									
		Seleccione una calidad más dura	Seleccione una calidad más tenaz	Seleccione una calidad con mejor resistencia al choque térmico	Seleccione una calidad con mejor resistencia a la adhesión	Velocidad de corte		Avance	Profundidad de corte	Ángulo de engastre	Refrigeración		Desprendimiento	Ángulo de posición	El honing refuerza el filo de corte	Diámetro de la fresa	Número de dientes	Mayor salida de virutas	Usar una placa wiper	Mejora la precisión del "run-out"	Rigidez de la fresa	Aumento de la rigidez de sujeción de la herramienta y de la pieza de trabajo	Disminuir voladizo	Disminución de potencia y fijación posterior	
						Subir	Bajar				Subir	Bajar													Menor
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Desgaste de placa generado muy rápido	●				↘					●	↘	↘							●					
	Microroturas o roturas del filo de corte		●				↘	↘						↘											
Deterioro de la superficie de acabado	Deficiente Superficie de acabado	●			●	↘	↘	↘		●	●	↘	↘						●	●					
	No paralelo o superficie irregular						↘	↘				↘	↘								●	●	●	●	
Rebaba, Roturas en la pieza	Rebabas, Roturas					↘	↘	↘				↘													
	Micro-roturas en el filo de la pieza						↘	↘				↘	↘								●	●	●	●	
Control de virutas	Deficiente evacuación de virutas, obstrucción y embotamiento					↘	↘			●	●														

FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA FRESADO

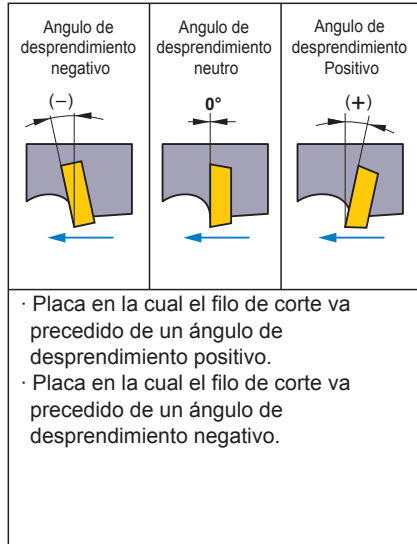
FUNCION DE CADA UNO DE LOS ANGULOS DEL FILO EN FRESADO



Tipo de ángulo	Símbolo	Función	Efecto
Ángulo axial	A.R	Determina la dirección de evacuación de la viruta.	Positivo : Excelente maquinabilidad.
Ángulo de desprendimiento radial	R.R	Determina la agudeza de la herramienta.	Negativo : Excelente evacuación de virutas.
Ángulo de posición	CH	Determina el espesor de la viruta.	Grande : Virutas delgadas y pequeño impacto de corte. Gran fuerza hacia atrás.
Ángulo de desprendimiento verdadero	T	Determina la agudeza actual de la herramienta.	Positivo (grande) : Excelente maquinabilidad. Mínima soldadura. Negativo (grande) : Deficiente maquinabilidad. Filo de corte fuerte.
Inclinación del filo de corte	I	Determina la dirección de evacuación de la viruta.	Positivo (grande) : Excelente evacuación de virutas. Baja robustez en la arista de corte.

PLACAS ESTANDAR

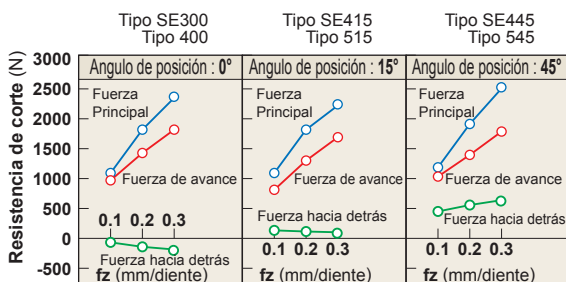
● Ángulo de desprendimiento Positivo y Negativo



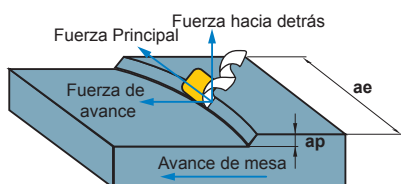
● Forma estándar del tipo de corte

Combinaciones del filo de corte estándar	(+) Ángulo axial	(-) Ángulo axial	(+) Ángulo axial
		Ángulo de desprendimiento radial (+)	Ángulo de desprendimiento radial (-)
	Doble positivo (Filo tipo DP)	Doble negativo (Filo tipo DN)	Negativa/Positiva (Filo tipo NP)
Ángulo axial (A.R.)	Positivo (+)	Negativo (-)	Positivo (+)
Ángulo de desprendimiento radial (R.R.)	Positivo (+)	Negativo (-)	Negativo (-)
Placa usada	Placa positiva (tipo a una cara)	Placa negativa (placas a doble cara)	Placa positiva (tipo a una cara)
Material	Acero	●	-
	Fundición	-	●
	Aleaciones de aluminio	●	-
	Materiales de difícil mecanización	●	-

ÁNGULO DE POSICIONAMIENTO(CH) Y CARACTERISTICAS DE CORTE



Comparación de la resistencia de corte entre Diferentes formas de plaquitas

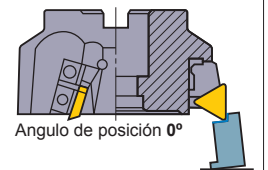


Tres fuerzas de resistencia al corte, en fresado

Ángulo de posición

0°

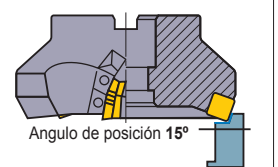
La fuerza hacia atrás está en la dirección menos. Levante la pieza, cuando la sujeción de ésta no sea buena.



Ángulo de posición

15°

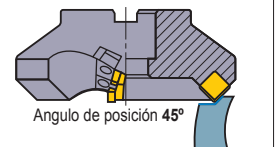
El ángulo de posición de 15° está recomendado para el mecanizado de piezas con baja rigidez.



Ángulo de posición

45°

Gran fuerza hacia atrás. Curvado de piezas delgadas y poca precisión de mecanizado.
*Previene las micro-roturas en el filo en el mecanizado de fundición.



- * Fuerza principal : Fuerza opuesta a la dirección de rotación de la fresa.
- * Fuerza hacia atrás : Fuerza que empuja en la dirección axial.
- * Fuerza de avance : Fuerza en la dirección del avance producida por el avance de mesa.

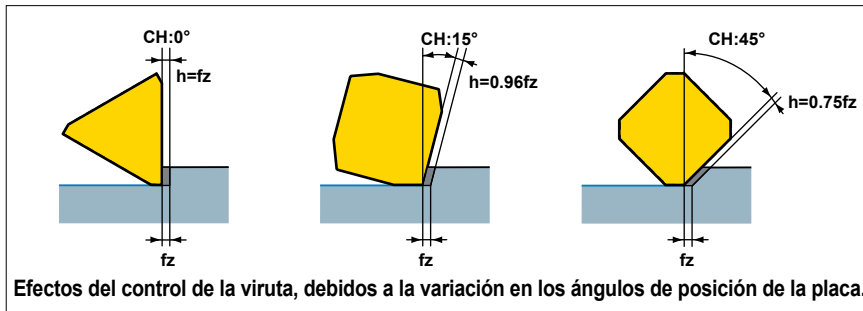
FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA FRESADO

FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS HERRAMIENTAS PARA FRESADO

■ **ÁNGULO DE LA PUNTA DE LA PLACA Y VIDA DE LA HERRAMIENTA.**

● **Ángulo de posición de la placa y espesor de viruta**

Cuando se fija la profundidad de corte y el avance por diente f_z , mayor será el ángulo de posición de la placa (CH), entonces el espesor de la viruta más fino (h) se convierte (para un CH 45°, que es de aprox. 75% el de A 0° CH). Por lo tanto, disminuye la resistencia de corte resultante en la vida de la herramienta.



● **Ángulo de posición de la placa y desgaste del cráter**

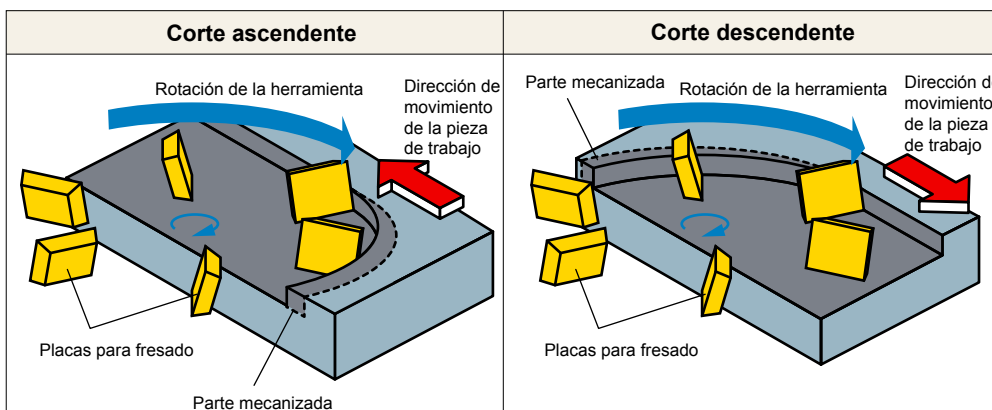
La tabla de abajo muestra las pautas de desgaste para diferentes ángulos de posición de la placa. Al comparar el desgaste del cráter para ángulos de 0° y 45°, puede verse fácilmente que el desgaste es mayor para un ángulo de 0°. Esto se debe a que el grosor de la viruta es relativamente grande, aumenta la resistencia al corte y se estimula entonces el desgaste. Al desarrollarse el cráter se reducirá la resistencia del filo de corte y dará lugar a fracturas.

	Ángulo de posición 0°	Ángulo de posición 15°	Ángulo de posición 45°
vc=100m/min Tc=69min			
vc=125m/min Tc=55min			
vc=160m/min Tc=31min			

Material : Acero aleado (287HB)
 Herramienta : D1=125
 Placa : Metal duro M20
 Condiciones de corte : ap=3.0mm
 ae=110m
 fz=0.2m/diente
 Corte en seco

■ **FRESADO DE CORTE ASCENDENTE Y DESCENDENTE**

Al elegir un método de mecanizado, el fresado de corte ascendente o descendente viene decidido por las condiciones de la máquina-herramienta, el fresado y la aplicación. Sin embargo, se dice que en términos de duración de la herramienta el fresado de corte descendente es más ventajoso.



ACABADO SUPERFICIAL

Precisión del filo de corte

El salto entre placas en el fresado planeado, afecta tanto a la superficie de acabado como a la vida de la herramienta.

Precisión en fresado planeado
 Filo de corte menor $\leq 0.03\text{mm}$
 Filo de corte periférico $\leq 0.05\text{mm}$

Salto entre dientes y precisión en planeado

Mejora de la rugosidad

Desde que Mitsubishi fabrica las placas con ancho de faceta de 1.4mm y éstas se sitúan paralelas al cuerpo de la fresa; teóricamente, la precisión de la superficie de acabado debe mantenerse aún con una desviación mínima.

Problemas actuales	Contramedida
<ul style="list-style-type: none"> · Salto del filo de corte. · Inclincación del filo secundario. · Precisión del cuerpo de la fresa. · Precisión de los repuestos. · Recrecimiento del filo, vibraciones. 	<p>Placa rascadora</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ Mecanizar una pieza que ha sido previamente mecanizada por una placa normal, para mejorar la superficie de acabado.

- Sustituya una o dos placas normales por placas wiper.
- Las placas rascadoras sobresalen entre 0.03—0.1mm más que las normales.

Desviación del filo secundario y acabado superficial

Cómo montar una placa Wiper

(a) Tipo de una punta	(b) Tipo de dos puntas	(c) Tipo de dos puntas
Sustituya una placa normal.	Sustituya una placa normal.	Utilice apoyo para la placa rascadora.

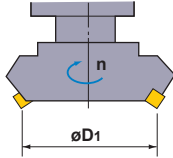
- La longitud del sub-filo de corte, tiene que ser mayor que el avance por vuelta.
- ★ Un reborde de corte demasiado largo causa vibraciones.
- Cuando el diámetro de la fresa sea grande y el avance por vuelta sea mayor que el filo secundario de la placa rascadora, utilice dos o tres placas rascadoras.
- Cuando utilizamos más de 1 placa Wiper, tendremos la necesidad de eliminarlas.
- Utilice un grado más duro mayor resistencia al desgaste en las placas rascadoras.

FORMULAS PARA FRESADO PLANEADO

VELOCIDAD DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

*Dividir por 1000 para cambiar m a mm.



vc (m/min) : Velocidad de corte
π (3.14) : Pi
D1 (mm) : Diámetro de corte
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje

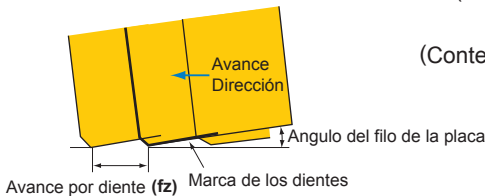
(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando la del eje son 350min⁻¹ y el diámetro de la fresa es ?
 (Contestación) Sustituir π=3.14, D1=125, n=350 en la fórmula.

$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ m/min}$$

La velocidad es 137.4m/min.

AVANCE POR DIENTE (fz)

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (mm/diente)}$$



fz (mm/diente) : Avance por diente
vf (mm/min) : Avance de mesa por minuto
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje (Avance por vuelta **f = z x fz**)
z : Número de placas

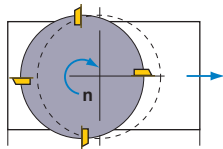
(Problema) ¿Cuál es el avance por diente cuando las revoluciones son 500min⁻¹, el número de placas 10 y el avance de mesa es 500mm/min ?
 (Contestación) Sustituir las figuras de arriba en la fórmula.

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ mm/diente}$$

La respuesta es 0.1mm/diente.

AVANCE DE MESA (vf)

$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (mm/min)}$$



vf (mm/min) : Avance de mesa por minuto
fz (mm/diente) : Avance por diente
n (min⁻¹) : Revoluciones máximas del eje
z : Número de placas

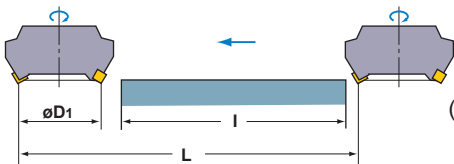
(Problema) ¿Cuál es el avance de mesa cuando el avance por diente es 0.1mm/diente, el número de placas 10 y la velocidad de 500min⁻¹ ?
 (Contestación) Sustituir las figuras de arriba en la fórmula.

$$vf = fz \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ mm/min}$$

El avance de mesa es 500mm/min.

TIEMPO DE CORTE (Tc)

$$Tc = \frac{L}{vf} \text{ (min)}$$



Tc (min) : Tiempo de corte
vf (mm/min) : Avance de mesa por minuto
L (mm) : Longitud total del avance de tabla (Longitud de la pieza: L+Diámetro de la fresa : D1)

(Problema) ¿Cuál es el tiempo necesario de acabado para mecanizar 100mm de ancho y 300mm longitud de superficie de una fundición (GG20) en un bloque, cuando el diámetro de corte es φ200, el número de placas son 16, la velocidad de corte es 125m/min, y el avance por diente es 0.25mm. (velocidad del usillo es 200min⁻¹) ?
 (Contestación) Calcular el avance de mesa por min. vf=0.25×16×200=800mm/min
 Calcular la longitud total avance de mesa. L=300+200=500mm
 Sustituir las respuestas de arriba en la fórmula.

$$Tc = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (min)}$$

0.625×60=37.5 (seg) La respuesta 37.5 seg.

FUERZA DE CORTE (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot K_c}{60 \times 10^6 \cdot \eta}$$

P_c (kW)
a_e (mm)
K_c (MPa)

: Potencia actual
: Ancho de corte
: Fuerza de corte específica

a_p (mm)

v_f (mm/min)

: Profundidad de corte
: Avance de mesa por min.

η : (Coeficiente de máquina)

(Problema) ¿Cuál es la potencia requerida para el fresado de acero para herramientas a una velocidad de 80m/min.?

Cuando la profundidad de corte es 2mm, ancho de corte 80mm y el avance de mesa 280mm/min en una fresa de con 12 placas.

Coeficiente de máquina 80%.

(Contestación) Primero, calcule las revoluciones para obtener el avance por diente.

$$n = \frac{1000v_c}{\pi D_1} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{Avance por diente } f_z = \frac{v_f}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{ mm/diente}$$

Sustituir la fuerza de corte específica en la fórmula.

$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ kW}$$

● K_c

Material	Resistencia a la tracción (MPa) y dureza	Fuerza de corte específica K _c (MPa)				
		0.1mm/diente	0.2mm/diente	0.3mm/diente	0.4mm/diente	0.6mm/diente
Acero dulce	520	2200	1950	1820	1700	1580
Acero medio	620	1980	1800	1730	1600	1570
Acero duro	720	2520	2200	2040	1850	1740
Acero para herramientas	670	1980	1800	1730	1700	1600
Acero para herramientas	770	2030	1800	1750	1700	1580
Acero al cromo-manganeso	770	2300	2000	1880	1750	1660
Acero al cromo-manganeso	630	2750	2300	2060	1800	1780
Acero al cromo-molibdeno	730	2540	2250	2140	2000	1800
Acero al cromo-molibdeno	600	2180	2000	1860	1800	1670
Acero al cromo-niquel-molibdeno	940	2000	1800	1680	1600	1500
Acero al cromo-niquel-molibdeno	352HB	2100	1900	1760	1700	1530
Fundición	520	2800	2500	2320	2200	2040
Fundición dura	46HRC	3000	2700	2500	2400	2200
Fundición meehanita	360	2180	2000	1750	1600	1470
Fundición gris	200HB	1750	1400	1240	1050	970
Latón	500	1150	950	800	700	630
Aleación ligera (Al-Mg)	160	580	480	400	350	320
Aleación ligera (Al-Si)	200	700	600	490	450	390

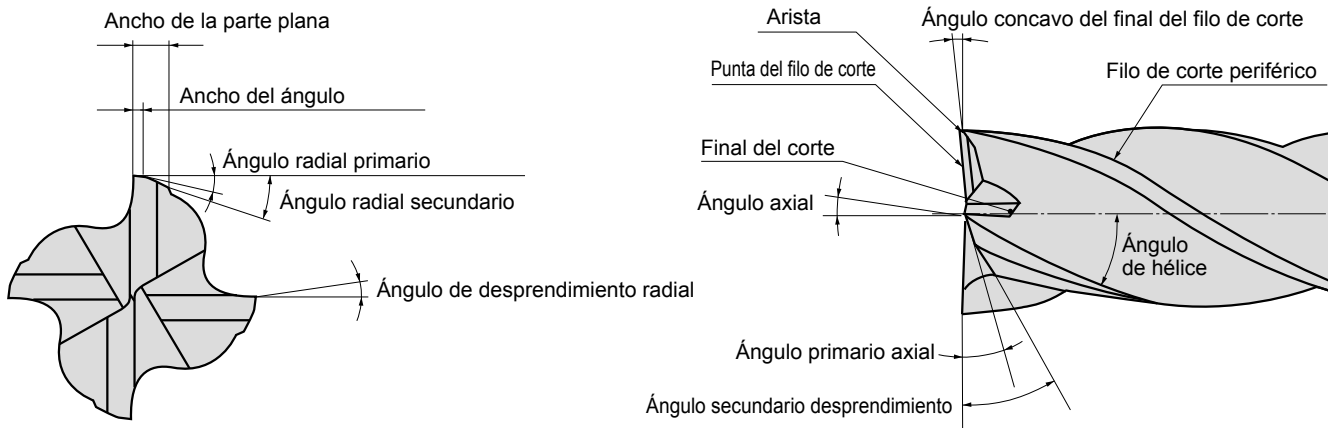
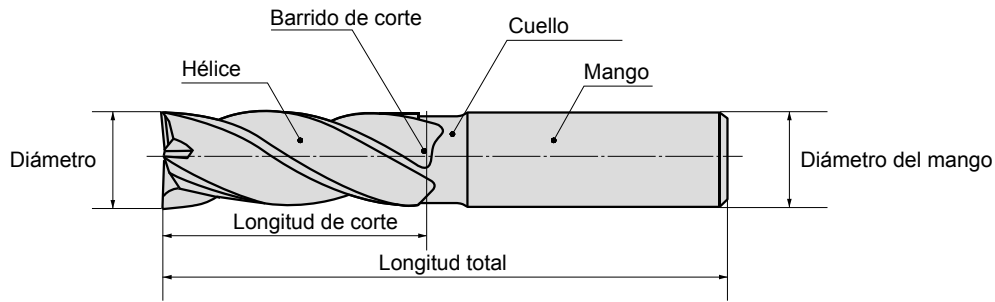
SOLUCION DE PROBLEMAS PARA FRESAS CON MANGO

DATOS TÉCNICOS SOLUCION DE PROBLEMAS PARA FRESAS CON MANGO

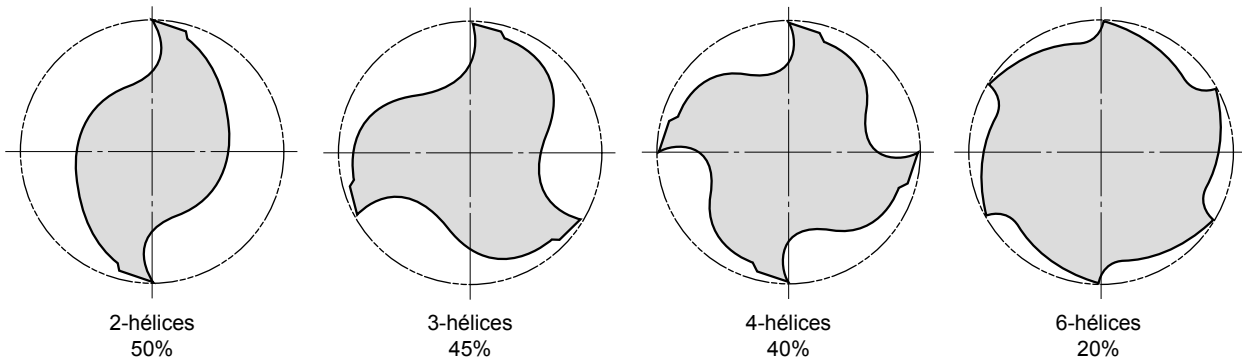
Solución		Selección de calidad	Condiciones de corte								Estilo y diseño de la herramienta				Máquina, Instalación de la herramienta						
			Herramienta recubierta	Velocidad de corte	Avance	Profundidad de corte	Avance de punta		Refrigeración	Angulo de hélice	Número de placas	Angulo cóncavo del final del filo de corte	Diámetro de herramienta	Rigidez de la fresa	Mayor salida de virutas	Reducción del voladizo	Aumentar la precisión de instalación de la herramienta	Aumentar la precisión de desviación del amarre	Revisión de pinzas o cambio	Aumento de la fuerza de fijación del cono	Aumentar la rigidez de sujeción
Subir ↗	Bajar ↘	↘		↗	Usar aire a presión	Aumento de la cantidad de refrigerante	No utilice como fluido de corte agua soluble	Determinar corte seco o refrigerado													
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Desgaste del filo de corte periférico	●																			
	Formación severa de rebabas																				
	Rotura durante el corte																				
Deterioro de la superficie de acabado	Vibración durante el corte																				
	Mal acabado de la superficie en paredes	●																			
	Mal acabado de la superficie en las caras																				
	Sin verticalidad	●																			
Rebabas, Roturas, etc.	Se producen rebabas																				
	Formación rápida de rebabas	●																			
Deficiente evacuación de virutas	Viruta compacta.																				

CARACTERÍSTICAS DE LA FRESA Y ESPECIFICACIONES

NOMENCLATURA



COMPARACIÓN DE LA FORMA DEL ÁREA DE DESPRENDIMIENTO DE LA VIRUTA



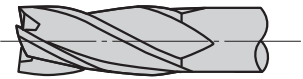
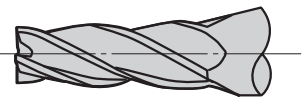
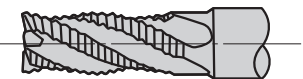
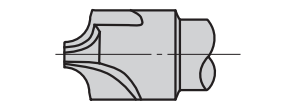
CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LOS DIFERENTES NÚMEROS DE HELICES DE LAS FRESAS

	2-hélices	3-hélices	4-hélices	6-hélices
Características	Ventajas	Excelente desprendimiento de la viruta. El fresado es fácil.	Excelente desprendimiento de la viruta. Aconsejable para trabajar en plunge.	Alta rigidez Mayor duración del filo de corte
	Fallos	Baja rigidez	No es fácil medir el diámetro.	Mal desprendimiento de la viruta. Mala evacuación de virutas
Utilización	Ranurar, Fresado lateral, Plunge. Se utiliza todo el ancho.	Ranurar, Fresado Lateral Corte Fuerte , Acabado	Ranurado superficial, fresado canteado Acabado	Para material a mecanizar de gran dureza. Principalmente fresado lateral.


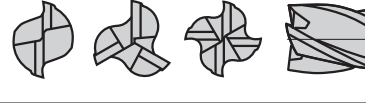


CARACTERÍSTICAS DE LA FRESA Y ESPECIFICACIONES

TIPO Y GEOMETRIA



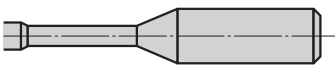
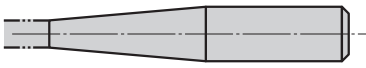
(1) Filo de corte periférico

Tipo	Figura	Características
Hélice Normal		La geometría de hélice regular como se muestra en la figura es la más conveniente para utilizar en desbaste y acabado de fresado canteado, ranurado y fresado escuadrado.
Hélice con conicidad		La geometría de hélice cónica se utiliza para aplicaciones especiales en el mecanizado de moldes y para mecanizados posteriores al fresado convencional.
Hélice de desbaste		La geometría para desbaste ha sido diseñada para romper el material formando pequeñas virutas. Adicionalmente la resistencia de corte es baja y permite altos avances cuando desbastamos. La cara interior de la hélice es apropiada para reafilar.
Hélice formada		Esta forma con geometría especial es utilizada para producir componentes con ángulo de radio. Hay una infinidad de estilos de fresas que pueden ser fabricadas utilizando como muestra esta fresa.

(2) Final del filo de corte

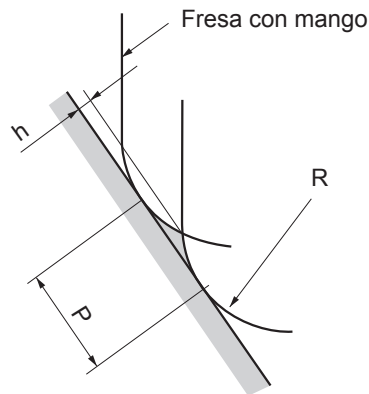
Tipo	Figura	Características
Acabado en escuadra (Con agujero en el centro)		Se utiliza generalmente para fresado lateral, ranurado y fresado escuadrado. No es posible el corte en plunge debido a que el agujero en el centro se utiliza para asegurar la precisión de afilado y reafilado de la herramienta.
Final en escuadra (Corte al centro)		Se utiliza generalmente para fresado lateral, ranurado y fresado escuadrado. El corte en plunge es posible para obtener mayor eficiencia en el corte y utilizando pocas hélices. Puede reafilarse el flanco frontal.
Final en punta de bola		Geometría muy aconsejable para fresado de superficies curvas. En la punta de la herramienta el canal de evacuación de la viruta es muy pequeña, luego hay una insuficiente evacuación de esta.
Final de radio con ángulo		Utilizado para radio con perfil y fresado con radio. Cuando el paso en fresado es con fresas de diámetros grandes y radios pequeños se puede utilizar de forma eficiente.

(3) Partes del mango y cuello

Tipo	Figura	Características
Estándar (Mango recto)		Tipo más ampliamente utilizado.
Mango largo		Tipo con mango largo para mecanizar en profundidades y aplicaciones de escuadrado.
Cuello largo		Geometría de cuello largo, puede utilizarse para ranuras profundas y también apropiado para mandrinado.
Cuello cónico		Características cuello largo cónico, es la más utilizada para ranurado profundo y aplicaciones de moldes.

SELECCIONAR EL VALOR DEL PASO

PASO DE AVANCE (CONTORNEADO) FRESA CON MANGO CON RADIO



$$h = R \cdot \left[1 - \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{P}{2R} \right) \right\} \right]$$

R : Radio de la punta, Angulo del radio

P : Avance de punta

h : Altura de cresta

ANGULO (R) DEL RADIO DE LA FRESA Y ALTURA DE CRESTA POR PASO

Unidad : mm

R \ P	Valor del paso (P)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	0.003	0.010	0.023	0.042	0.067	0.100	–	–	–	–
1	0.001	0.005	0.011	0.020	0.032	0.046	0.063	0.083	0.107	–
1.5	0.001	0.003	0.008	0.013	0.021	0.030	0.041	0.054	0.069	0.086
2	0.001	0.003	0.006	0.010	0.016	0.023	0.031	0.040	0.051	0.064
2.5	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.025	0.032	0.041	0.051
3		0.002	0.004	0.007	0.010	0.015	0.020	0.027	0.034	0.042
4		0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025	0.031
5		0.001	0.002	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
6		0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.017	0.021
8			0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016
10			0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013
12.5			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010

R \ P	Valor del paso (P)									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.5	0.104	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	0.077	0.092	0.109	–	–	–	–	–	–	–
2.5	0.061	0.073	0.086	0.100	–	–	–	–	–	–
3	0.051	0.061	0.071	0.083	0.095	0.109	–	–	–	–
4	0.038	0.045	0.053	0.062	0.071	0.081	0.091	0.103	–	–
5	0.030	0.036	0.042	0.049	0.057	0.064	0.073	0.082	0.091	0.101
6	0.025	0.030	0.035	0.041	0.047	0.054	0.061	0.068	0.076	0.084
8	0.019	0.023	0.026	0.031	0.035	0.040	0.045	0.051	0.057	0.063
10	0.015	0.018	0.021	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	0.045	0.050
12.5	0.012	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.036	0.040

SELECCIONAR EL VALOR DEL PASO

DATOS
TECNICOS

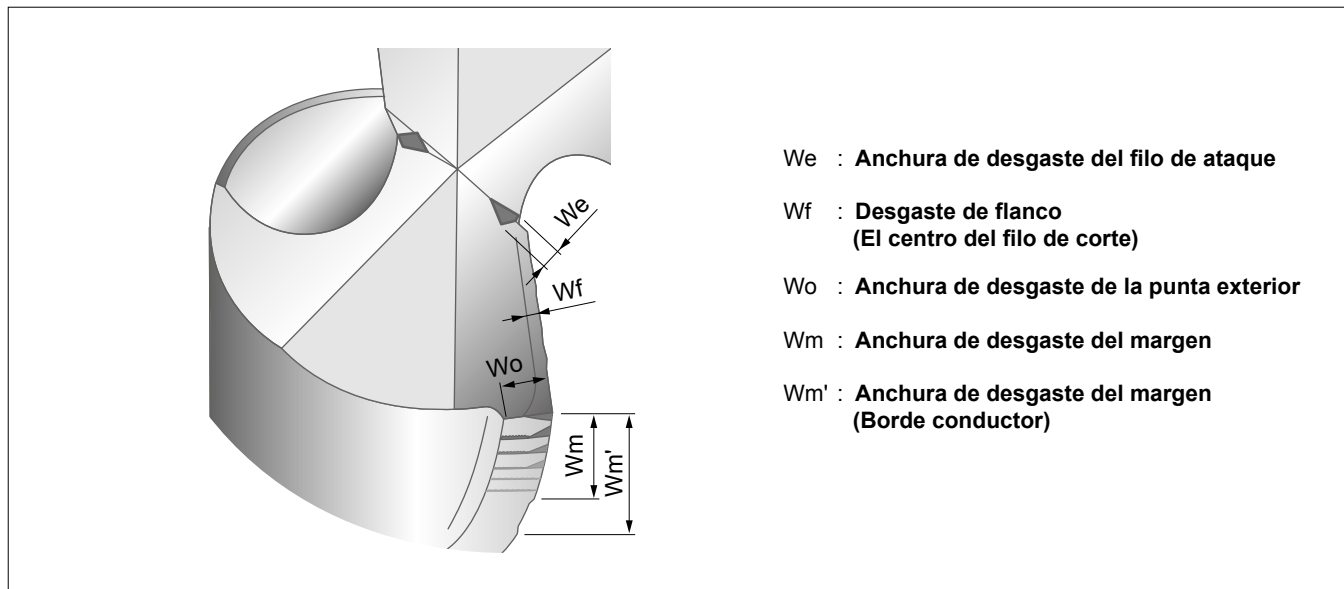
SOLUCION DE PROBLEMAS EN TALADRADO

Problema	Solución	Factores	Condiciones de corte									Estilo y diseño de la herramienta					Máquina, Instalación de la herramienta									
			Velocidad de corte		Avance		Refrigeración		Ancho de bisel		Ancho de honing		Espesor del núcleo	Longitud de las hélices	Disminuir la altura del labio	Usar una broca con refrigeración interna	Cambiar a una broca con mango delgado tipo X	Aumentar la precisión de instalación de la herramienta	Reducción del voladizo	Cara plana de la pieza	Aumentar la rigidez de sujeción	Reducir retroceso de mecanizado y aumentar rigidez				
			Subir ↗	Bajar ↘	Reducir avance al inicio del corte	Reducir avance al atravesar la pieza	Paso	Aumentar precisión del agujero previo y la profundidad	Aumentar porcentaje de aceite de corte	Aumento del volumen	Aumento de la presión de refrigerante	Subir ↗	Bajar ↘		Acoratar la longitud de las hélices	Disminuir la altura del labio	Usar una broca con refrigeración interna	Cambiar a una broca con mango delgado tipo X	Aumentar la precisión de instalación de la herramienta	Reducción del voladizo	Cara plana de la pieza	Aumentar la rigidez de sujeción	Reducir retroceso de mecanizado y aumentar rigidez			
Deterioro de la vida útil de la herramienta	Rotura de la broca	Falta de rigidez de la broca																								
		Condiciones de corte inapropiadas		●																						
	Gran desgaste del filo de corte periférico	Gran desviación del soporte de la herramienta																	●						●	
		La cara de la pieza de trabajo está inclinada																			●					
	Microroturas del filo de corte periférico	Condiciones de corte inapropiadas		●																						
Aumento de la temperatura en el punto de corte								●	●																	
Mala precisión de desviación																			●							
Microroturas del filo de ataque	Condiciones de corte inapropiadas		●				●																			
	Gran desviación del soporte de la herramienta																		●						●	
	castaño, vibración																			●				●	●	
Deterioro de la precisión del agujero	El filo de ataque es demasiado ancho																									
	Mala entrada																									
	Vibración																									
Rebabas en la salida del agujero	Aumenta el diámetro del agujero	Falta de rigidez de la broca																								
	Geometría de la broca inapropiada																									
	Disminuye el diámetro del agujero	Aumento de la temperatura en el punto de corte																								
	Condiciones de corte inapropiadas		●																							
	Geometría de la broca inapropiada																									
Deficiente evacuación de virutas	Mal enderezamiento	Falta de rigidez de la broca																								
	Gran desviación del soporte de la herramienta																									
	Malas propiedades de la guía																									
Obstrucción de las virutas	Mala precisión de posicionamiento del agujero, redondez y acabado de la superficie	Falta de rigidez de la broca																								
	Mala entrada																									
	Condiciones de corte inapropiadas																									
Virutas Largas	Gran desviación del soporte de la herramienta																									
	Rebabas en la salida del agujero	Geometría de la broca inapropiada																								
Virutas Largas	Condiciones de corte inapropiadas																									
	Deficiente Evacuación de Virutas																									
Obstrucción de las virutas	Condiciones de corte inapropiadas		●																							
	Deficiente Evacuación de Virutas																									

DESGASTE DE LA BROCA Y DAÑOS DEL FILO DE CORTE

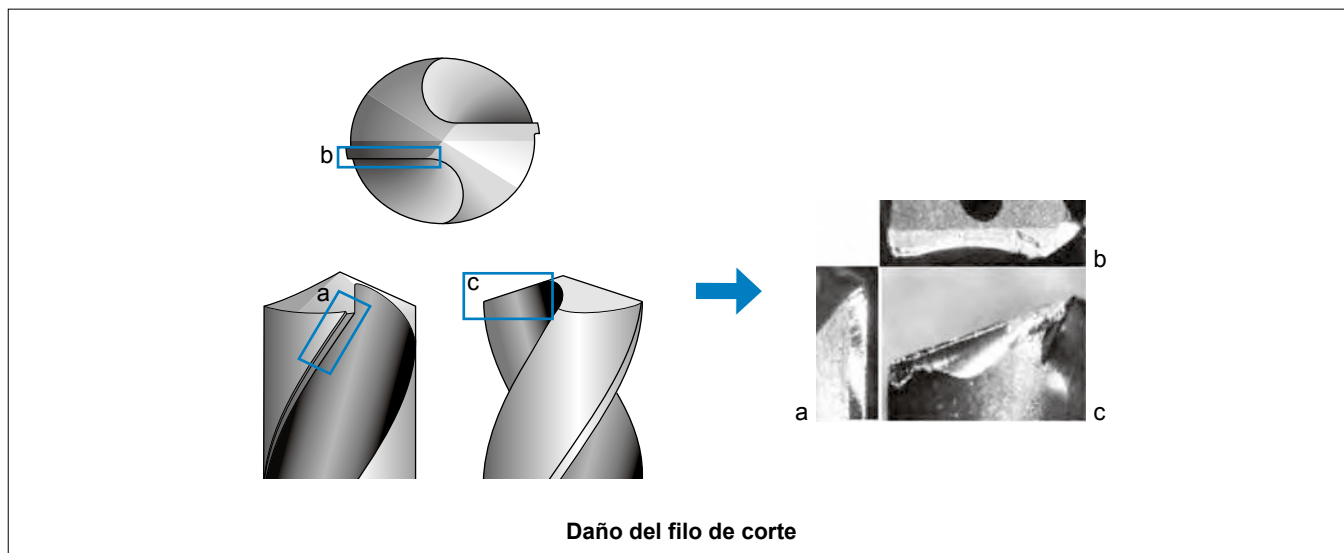
CONDICION DE DESGASTE DE LA BROCA

La tabla de abajo muestra un dibujo sencillo que describe el desgaste de un filo de corte de la broca. La generación y la cantidad de desgaste varían según los materiales de la pieza de trabajo y el estado de los cortes. Pero en general, el desgaste periférico es mayor y determina la vida de la herramienta. Al volver a rectificar, el flanco se desgasta en el punto que tiene que ser rectificadado por completo. Por lo tanto, si hay un desgaste mayor hay que eliminar más material para renovar el filo de corte.



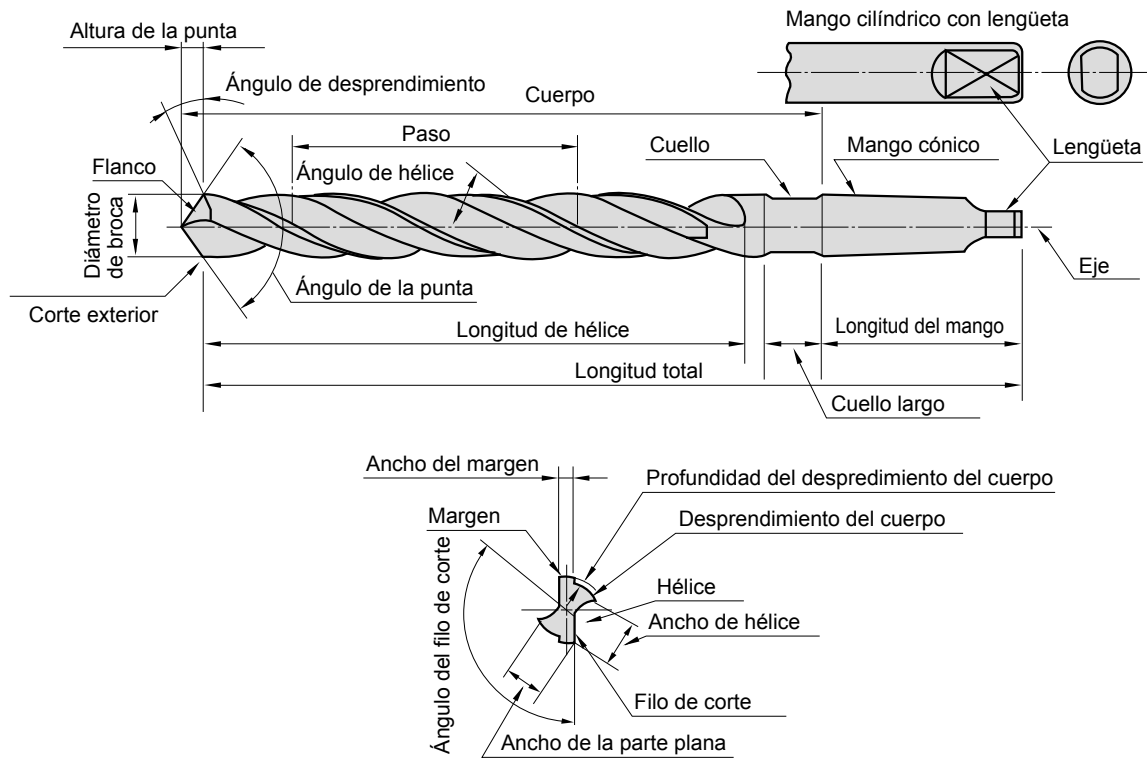
DAÑO DEL FILO DE CORTE

Al taladrar, el filo de corte de la broca puede sufrir virutaje, roturas y daños anormales. En tales casos, es importante mirar con detalle los daños, investigar la causa y tomar contramedidas.



CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS BROCAS

NOMENCLATURA



CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS BROCAS

ESPECIFICACIONES DE LA FIGURA Y CARACTERÍSTICAS DE CORTE

Ángulo de hélice	Es la inclinación de la hélice respecto a la dirección axial de una broca; lo que corresponde al ángulo de desprendimiento de una placa. El ángulo de desprendimiento de una broca, varía de acuerdo con la posición del filo de corte, y disminuye en cuanto la circunferencia se aproxima al centro. Material de gran dureza Pequeña ◀◀ Ángulo de desprendimiento ▶▶ Grande Material blando (Aluminio, etc.)
Longitud de hélice	Está determinada por la profundidad del agujero, longitud del casquillo y límite del reafilado. Ya que tiene una gran influencia en la vida de la broca; es necesario minimizarla tanto como sea posible.
Ángulo de la punta	Un ángulo estándar es 118° y se cambia para adaptarse a diferentes aplicaciones. Material blando, con buena maquinabilidad. Pequeña ◀◀ Ángulo de la punta ▶▶ Grande Para material duro y mecanizado de alta eficiencia
Espesor del Web	Es un elemento importante, que determina la rigidez y la formación de las virutas en la broca. El espesor del web se ajusta de acuerdo con la aplicación. <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px; margin-right: 5px;"> Baja resistencia de corte Baja rigidez Buena formación de viruta Material con buena maquinabilidad </div> <div style="margin: 0 10px;"> Delgado ◀◀ Espesor del web ▶▶ Grueso </div> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px; margin-left: 5px;"> Gran resistencia de corte Alta rigidez Mala formación de viruta Material de gran dureza, taladrado de agujeros cruzados, etc. </div> </div>
Margen	La punta determina el diámetro de la broca y tiene la función de guía durante el taladrado. El ancho del margen determina el rozamiento en el taladrado de un agujero. Mala guía Pequeña ◀◀ Ancho de margen ▶▶ Grande Buena guía
Conicidad del diámetro	Para reducir la fricción dentro del agujero taladrado, la hélice tiene una pequeña conicidad desde la punta hasta el mango. El grado de conicidad se representa normalmente por la reducción del diámetro con respecto de la longitud de la hélice; aproximadamente, 0.04–0.1mm. Se utiliza un valor alto para brocas de alta eficiencia, lo que permite el taladrado de agujeros próximos.

■ GEOMETRÍA DEL FILO DE CORTE Y SU INFLUENCIA

Tal como se muestra en la tabla de abajo, es posible seleccionar la geometría del filo de corte más adecuada para las diferentes aplicaciones. Si se selecciona la geometría de filo de corte más adecuada puede obtenerse la mayor eficacia de mecanizado y la mayor precisión del agujero.

● Formas de los filos de corte.

Nombre del afilado	Figura	Características y efecto	Aplicación
Cónica		<ul style="list-style-type: none"> El flanco es cónico y el ángulo de desprendimiento, aumenta hacia el centro de la broca. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso general
Plana		<ul style="list-style-type: none"> El flanco es liso. Afilado rápido. 	<ul style="list-style-type: none"> Principalmente para taladros de diámetro pequeño
Tres ángulos de graduación		<ul style="list-style-type: none"> Al no haber filo de corte, los resultados de la fuerza centrípeta es muy elevada y el agujero es más grande de lo normal Requiere una afiladora especial. Afilado superficial de tres lados. 	<ul style="list-style-type: none"> Para operaciones de taladrado que requieren alta precisión del agujero y precisión de posicionamiento.
Punto de la hélice		<ul style="list-style-type: none"> Para aumentar el ángulo de ataque cerca del centro de la broca, se recomienda un afilado cónico combinado con una hélice irregular. Borde de corte tipo S con gran fuerza centripeta y precisión de mecanizado. 	<ul style="list-style-type: none"> Para taladrado que requiere alta precisión.
Labio radial		<ul style="list-style-type: none"> El borde de corte está afilado centrípetamente para dispersar la carga. Gran precisión de mecanizado y rugosidad de superficie acabada. Para agujeros pasantes, rebabas pequeñas en la base. Requiere una afiladora especial. 	<ul style="list-style-type: none"> Fundición, Aleaciones de aluminio Para placas de fundición. Acero
Taladro de punto central		<ul style="list-style-type: none"> Esta geometría tiene ángulo de punto de dos etapas para mejor concentricidad y una reducción del choque al sacar la pieza de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Para taladrado de chapa delgada.





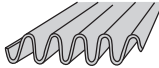

■ ESPESOR DEL NÚCLEO

El ángulo de desprendimiento del filo de corte, se va reduciendo a medida que nos acercamos al centro; y se transforma en un ángulo negativo en el filo del bisel. Durante el taladrado, el centro de la broca está empujando al material, generando entre el 50–70% del esfuerzo de corte. El espesor del núcleo, es muy importante para la reducción del esfuerzo de corte de una broca, rápida evacuación de las virutas del filo y suave taladrado.

Figura				
	TIPO X	TIPO XR	TIPO S	TIPO N
Características	Se reduce el empuje sustancialmente, y se mejora en el mecanizado. Esto es efectivo cuando el núcleo es mas bien ancho.	El mecanizado es un poco peor que con el tipo X, pero el filo de corte está más reforzado y se puede aplicar en un mayor tipo de operaciones.	Corte fácil. Forma de mayor utilización.	Es efectivo cuando el núcleo es comparativamente ancho.
Aplicaciones principales	Taladrado en general y de agujeros profundos.	Mayor vida. Taladrado en general y del acero inoxidable.	Taladrado en general del acero, fundición y metales no-férricos.	Taladrado profundo.

CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS BROCAS

VIRUTAS DE TALADRADO

Tipos de virutas	Figura	Características y fácil clasificación
Espiral cónica		<p>Virutas con forma de abanico, cortadas por el filo y curvadas por las hélices. Se producen virutas de este tipo cuando se taladra material dúctil a baja velocidad. Si las virutas se rompen después de varias vueltas, el resultado es satisfactorio.</p>
Paso largo		<p>Virutas de paso largo, evacuadas sin enrollarse. Fácilmente enrollables en la broca.</p>
Abanico		<p>Esta es una viruta rota por la broca y por la pared del agujero. Se produce cuando el avance es alto.</p>
Segmento		<p>Viruta de forma cónica-espiral; rota justo antes de que se convierta en una de paso largo, por el roce con la pared del agujero. Excelente evacuación y disposición de las virutas.</p>
Zig-zag		<p>Viruta retorcida y plegada por la forma de la hélice y las características del material. Fácilmente produce aglomeración de virutas en la hélice.</p>
Palpador		<p>Virutas rotas por vibración o cuando el material taladrado es rizado por un pequeño radio. El resultado es comparativamente satisfactorio; pero estas virutas, se pueden apelonar fácilmente.</p>

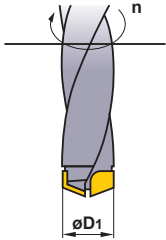
FORMULAS PARA TALADRADO

VELOCIDAD DE CORTE (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min) : Velocidad de corte D1 (mm) : Diámetro de broca
 π (3.14) : Pi n (min⁻¹) : Velocidad de giro del eje principal

*Transformación en unidades (desde "mm" a "m")



(Problema) ¿Cuál es la velocidad de corte cuando la velocidad del eje principal es 1350min⁻¹ y el diámetro de la broca es 12mm ?

(Contestación) Sustituir $\pi=3.14$, $D_1=12$, $n=1350$ en la fórmula.

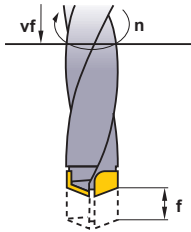
$$vc = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ m/min}$$

La velocidad es 50.9m/min.

AVANCE DEL EJE PRINCIPAL (vf)

$$vf = f \cdot n \text{ (mm/min)}$$

vf (mm/min) : Velocidad de avance del eje principal (eje Z)
 f (mm/rev.) : Avance por vuelta
 n (min⁻¹) : Velocidad de giro del eje principal



(Problema) ¿Cuál es el avance del eje (vf) cuando el avance por revolución es 0.2mm/rev. y la velocidad del eje principal es 1350min⁻¹ ?

(Contestación) Sustituir $f=0.2$, $n=1350$ en la fórmula.

$$vf = f \cdot n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ mm/min}$$

La avance del eje es 270mm/min.

TIEMPO DE TALADRADO (Tc)

$$Tc = \frac{ld \cdot i}{n \cdot f}$$

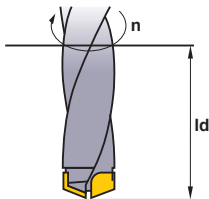
Tc (min) : Tiempo de taladrado
 n (min⁻¹) : Velocidad del husillo
 ld (mm) : Profundidad del agujero
 f (mm/rev.) : Avance por vuelta
 i : Número de agujeros

(Problema) ¿Cuál es el tiempo necesario para taladrar un agujero de 30mm de longitud en acero aleado con una velocidad de corte de 50m/min y avance de 0.15mm/rev. ?

(Contestación) Velocidad del husillo $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ min}^{-1}$

$$Tc = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

$$= 0.188 \times 60 \approx 11.3 \text{ sec}$$



LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS

LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS

ACERO AL CARBONO

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.0038	RSt.37-2	4360 40 C	-	E 24-2 Ne	-	-	1311	STKM 12A STKM 12C	A570.36	15
1.0401	C15	080M15	-	CC12	C15, C16	F.111	1350	-	1015	15
1.0402	C22	050A20	2C	CC20	C20, C21	F.112	1450	-	1020	20
1.0715	9SMn28	230M07	1A	S250	CF9SMn28	F.2111 11SMn28	1912	SUM22	1213	Y15
1.0718	9SMnPb28	-	-	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	1914	SUM22L	12L13	-
1.0722	10SPb20	-	-	10PbF2	CF10Pb20	10SPb20	-	-	-	-
1.0736	9SMn36	240M07	1B	S300	CF9SMn36	12SMn35	-	-	1215	Y13
1.0737	9SMnPb36	-	-	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnP35	1926	-	12L14	-
1.1141	Ck15	080M15	32C	XC12	C16	C15K	1370	S15C	1015	15
1.1158	Ck25	-	-	-	-	-	-	S25C	1025	25
1.8900	StE380	4360 55 E	-	-	FeE390KG	-	2145	-	A572-60	-
1.0501	C35	060A35	-	CC35	C35	F.113	1550	-	1035	35
1.0503	C45	080M46	-	CC45	C45	F.114	1650	-	1045	45
1.0726	35S20	212M36	8M	35MF4	-	F210G	1957	-	1140	-
1.1157	40Mn4	150M36	15	35M5	-	-	-	-	1039	40Mn
1.1167	36Mn5	-	-	40M5	-	36Mn5	2120	SMn438(H)	1335	35Mn2
1.1170	28Mn6	150M28	14A	20M5	C28Mn	-	-	SCMn1	1330	30Mn
1.1183	Cf35	060A35	-	XC38TS	C36	-	1572	S35C	1035	35Mn
1.1191	Ck45	080M46	-	XC42	C45	C45K	1672	S45C	1045	Ck45
1.1213	Cf53	060A52	-	XC48TS	C53	-	1674	S50C	1050	50
1.0535	C55	070M55	9	-	C55	-	1655	-	1055	55
1.0601	C60	080A62	43D	CC55	C60	-	-	-	1060	60
1.1203	Ck55	070M55	-	XC55	C50	C55K	-	S55C	1055	55
1.1221	Ck60	080A62	43D	XC60	C60	-	1678	S58C	1060	60Mn
1.1274	Ck101	060A96	-	XC100	-	F.5117	1870	-	1095	-
1.1545	C105W1	BW1A	-	Y105	C36KU	F.5118	1880	SK3	W1	-
1.1545	C105W1	BW2	-	Y120	C120KU	F.515	2900	SUP4	W210	-

ACERO ALEADO

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.0144	St.44.2	4360 43 C	-	E28-3	-	-	1412	SM400A, SM400B SM400C	A573-81	-
1.0570	St52-3	4360 50 B	-	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	-	2132	SM490A, SM490B SM490C	-	-
1.0841	St52-3	150M19	-	20MC5	Fe52	F.431	2172	-	5120	-
1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	-	9255	55Si2Mn
1.0961	60SiCr7	-	-	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	-	-	9262	-
1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	SUJ2	ASTM 52100	Gr15, 45G
1.5415	15Mo3	1501-240	-	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	-	ASTM A204Gr.A	-
1.5423	16Mo5	1503-245-420	-	-	16Mo5	16Mo5	-	-	4520	-
1.5622	14Ni6	-	-	16N6	14Ni6	15Ni6	-	-	ASTM A350LF5	-
1.5662	X8Ni9	1501-509-510	-	-	X10Ni9	XBNI09	-	-	ASTM A353	-
1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	-	-	-	SNC236	3135	-
1.5732	14NiCr10	-	-	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	-	SNC415(H)	3415	-
1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	-	-	-	SNC815(H)	3415, 3310	-
1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	SNCM220(H)	8620	-
1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	-	-	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	-	SNCM240	8740	-
1.6587	17CrNiMo6	820A16	-	18NCD6	-	14NiCrMo13	-	-	-	-
1.7015	15Cr3	523M15	-	12C3	-	-	-	SCr415(H)	5015	15Cr

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.7045	42Cr4	-	-	-	-	42Cr4	2245	SCr440	5140	40Cr
1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	-	-	-	SUP9(A)	5155	20CrMn
1.7262	15CrMo5	-	-	12CD4	-	12CrMo4	2216	SCM415(H)	-	-
1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	-	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	-	-	ASTM A182 F11, F12	-
1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	-	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	-	ASTM A182 F.22	-
1.7715	14MoV63	1503-660-440	-	-	-	13MoCrV6	-	-	-	-
1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	-	36CrMoV12	-	-	-	-	-
1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	-	-	9840	-
1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	-	2541	-	4340	40CrNiMoA
1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	-	SCr430(H)	5132	35Cr
1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	-	SCr440(H)	5140	40Cr
1.7131	16MnCr5	(527M20)	-	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	-	5115	18CrMn
1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	-	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	SCM420 SCM430	4130	30CrMn
1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	SCM432 SCCRM3	4137 4135	35CrMo
1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	SCM 440	4140 4142	40CrMoA
1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	SCM440(H)	4140	42CrMo 42CrMnMo
1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	-	-	-
1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	SUP10	6150	50CrVA
1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	-	-	-
1.2067	100Cr6	BL3	-	Y100C6	-	100Cr6	-	-	L3	CrV, 9SiCr
1.2419	105WCr6	-	-	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	SKS31 SKS2, SKS3	-	CrWMo
1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	-	55NCDV7	-	F.520.S	-	SKT4	L6	5CrNiMo
1.5662	X8Ni9	1501-509	-	-	X10Ni9	XBNi09	-	-	ASTM A353	-
1.5680	12Ni19	-	-	Z18N5	-	-	-	-	2515	-
1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	-	15NiCrMo13	14NiCrMo131	-	-	-	-
1.2080	X210Cr12	BD3	-	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	-	SKD1	D3 ASTM D3	Cr12
1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	-	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	SKD61	H13 ASTM H13	40CrMoV5
1.2363	X100CrMoV51	BA2	-	Z100CDV5	X100CrMoV51KU	X100CrMoV5	2260	SKD12	A2	100CrMoV5
1.2436	X210CrW12	-	-	-	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	SKD2	-	-
1.2542	45WCrV7	BS1	-	-	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	-	S1	-
1.2581	X30WCrV93	BH21	-	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	-	SKD5	H21	30WCrV9
1.2601	X165CrMoV12	-	-	-	X165CrMoV12KU	X160CrMoV12	2310	-	-	-
1.2833	100V1	BW2	-	Y1105V	-	-	-	SKS43	W210	V
1.3255	S 18-1-2-5	BT4	-	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	-	SKH3	T4	W18Cr4VCo5
1.3355	S 18-0-1	BT1	-	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	-	SKH2	T1	-
1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	-	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	-	SCMnH/1	-	-
1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	-	SUH1	HW3	X45CrSi93
1.3343	S6-5-2	4959BA2	-	Z40CSD10	15NiCrMo13	-	2715	SUH3	D3	-
1.3343	S6/5/2	BM2	-	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	SKH9, SKH51	M2	-
1.3348	S 2-9-2	-	-	-	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	-	M7	-
1.3243	S6/5/2/5	BM35	-	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	SKH55	M35	-

LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS

ACERO INOXIDABLE (FERRÍTICO, MARTENSÍTICO)

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4000	X7Cr13	403S17	-	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	SUS403	403	0Cr13 1Cr12
1.4001	X7Cr14	-	-	-	-	F.8401	-	-	-	-
1.4005	X12CrS13	416S21	-	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	SUS416	416	-
1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	SUS410	410	1Cr13
1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	SUS430	430	1Cr17
1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	-	-	-	SCS2	-	-
1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	SUS420J2	-	4Cr13
1.4003	-	405S17	-	Z8CA12	X6CrAl13	-	-	-	405	-
1.4021	-	420S37	-	Z8CA12	X20Cr13	-	2303	-	420	-
1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	SUS431	431	1Cr17Ni2
1.4104	X12CrMoS17	-	-	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	SUS430F	430F	Y1Cr17
1.4113	X6CrMo17	434S17	-	Z8CD17.01	X8CrMo17	-	2325	SUS434	434	1Cr17Mo
1.4313	X5CrNi134	425C11	-	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	-	2385	SCS5	CA6-NM	-
1.4724	X10CrA113	403S17	-	Z10C13	X10CrA112	F.311	-	SUS405	405	0Cr13Al
1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	-	SUS430	430	Cr17
1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	-	SUH4	HNV6	-
1.4762	X10CrA124	-	-	Z10CAS24	X16Cr26	-	2322	SUH446	446	2Cr25N
1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	-	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	-	-	SUH35	EV8	5Cr2Mn9Ni4N
1.4521	X1CrMoTi182	-	-	-	-	-	2326	-	S44400	-
1.4922	X20CrMoV12-1	-	-	-	X20CrMoNi1201	-	2317	-	-	-
1.4542	-	-	-	Z7CNU17-04	-	-	-	-	630	-

ACERO INOXIDABLE (AUSTENÍTICO)

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4306	X2CrNi1911	304S11	-	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	-	2352	SUS304L	304L	0Cr19Ni10
1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	SUS304	304	0Cr18Ni9
1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	SUS303	303	1Cr18Ni9MoZr
-	-	304C12	-	Z3CN19.10	-	-	2333	SUS304L	-	-
1.4306	X2CrNi189	304S12	-	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	SCS19	304L	-
1.4310	X12CrNi177	-	-	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	SUS301	301	Cr17Ni7
1.4311	X2CrNiN1810	304S62	-	Z2CN18.10	-	-	2371	SUS304LN	304LN	-
1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	SUS316	316	0Cr17Ni11Mo2
1.4308	G-X6CrNi189	304C15	-	Z6CN18.10M	-	-	-	SCS13	-	-
1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	-	-	-	F.8414	-	SCS14	-	-
1.4581	G-X5CrNiMoNb1810	318C17	-	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	-	-	SCS22	-	-
1.4429	X2CrNiMoN1813	-	-	Z2CND17.13	-	-	2375	SUS316LN	316LN	0Cr17Ni13Mo
1.4404	-	316S13	-	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	-	2348	-	316L	-
1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	-	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	-	2353	SCS16 SUS316L	316L	0Cr27Ni12Mo3
1.4436	-	316S13	-	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	-	2343, 2347	-	316	-
1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	-	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	-	2367	SUS317L	317L	00Cr19Ni13Mo
1.4539	X1NiCrMo	-	-	Z6CNT18.10	-	-	2562	-	UNS V 0890A	-
1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	SUS321	321	1Cr18Ni9Ti
1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	SUS347	347	1Cr18Ni11Nb
1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	-	316Ti	Cr18Ni12Mo2T
1.4583	X10CrNiMoNb1812	-	-	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	-	-	-	318	Cr17Ni12Mo3Mb

LISTA DE REFERENCIA CRUZADA DE MATERIALES METÁLICOS



Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	–	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	–	–	SUH309	309	1Cr23Ni13
1.4845	X12CrNi2521	310S24	–	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	SUH310	310S	OCr25Ni20
1.4406	X10CrNi18.08	–	58C	Z1NCDU25.20	–	F.8414	2370	SCS17	308	–
1.4418	X4CrNiMo165	–	–	Z6CND16-04-01	–	–	–	–	–	–
1.4568	–	316S111	–	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	–	–	–	17-7PH	–
1.4504	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.4563	–	–	–	Z1NCDU31-27-03 Z1CNDU20-18-06AZ	–	–	2584 2378	–	NO8028 S31254	–
1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18 11	F.3523	–	SUS321	321	1Cr18Ni9Ti

ACEROS RESISTENTES AL CALOR

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
1.4864	X12NiCrSi3616	–	–	Z12NCS35.16	–	–	–	SUH330	330	–
1.4865	G-X40NiCrSi3818	330C11	–	–	XG50NiCr3919	–	–	SCH15	HT, HT 50	–

FUNDICIÓN GRIS

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
–	–	–	–	–	–	–	0100	–	–	–
–	GG 10	–	–	Ft 10 D	–	–	0110	FC100	No 20 B	–
0.6015	GG 15	Grade 150	–	Ft 15 D	G15	FG15	0115	FC150	No 25 B	HT150
0.6020	GG 20	Grade 220	–	Ft 20 D	G20	–	0120	FC200	No 30 B	HT200
0.6025	GG 25	Grade 260	–	Ft 25 D	G25	FG25	0125	FC250	No 35 B	HT250
–	–	–	–	–	–	–	–	–	No 40 B	–
0.6030	GG 30	Grade 300	–	Ft 30 D	G30	FG30	0130	FC300	No 45 B	HT300
0.6035	GG 35	Grade 350	–	Ft 35 D	G35	FG35	0135	FC350	No 50 B	HT350
0.6040	GG 40	Grade 400	–	Ft 40 D	–	–	0140	–	No 55 B	HT400
0.6660	GGL NiCr202	L-NiCuCr202	–	L-NC 202	–	–	0523	–	A436 Type 2	–

FUNDICIÓN DÚCTIL

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
0.7040	GGG 40	SNG 420/12	–	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17	07 17-02	FCD400	60-40-18	QT400-18
–	GGG 40.3	SNG 370/17	–	FGS 370-17	–	–	07 17-12	–	–	–
0.7033	GGG 35.3	–	–	–	–	–	07 17-15	–	–	–
0.7050	GGG 50	SNG 500/7	–	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7	07 27-02	FCD500	80-55-06	QT500-7
0.7660	GGG NiCr202	Grade S6	–	S-NC202	–	–	07 76	–	A43D2	–
–	GGG NiMn137	L-NiMn 137	–	L-MN 137	–	–	07 72	–	–	–
–	GGG 60	SNG 600/3	–	FGS 600-3	–	–	07 32-03	FCD600	–	QT600-3
0.7070	GGG 70	SNG 700/2	–	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2	07 37-01	FCD700	100-70-03	QT700-18

FUNDICIÓN MALEABLE

Alemania		U.K.		Francia	Italia	España	Suecia	Japón	E.E.U.U.	China
W.-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	JIS	AISI/SAE	GB
–	–	8 290/6	–	MN 32-8	–	–	08 14	FCMB310	–	–
–	GTS-35	B 340/12	–	MN 35-10	–	–	08 15	FCMW330	32510	–
0.8145	GTS-45	P 440/7	–	Mn 450	GMN45	–	08 52	FCMW370	40010	–
0.8155	GTS-55	P 510/4	–	MP 50-5	GMN55	–	08 54	FCMP490	50005	–
–	GTS-65	P 570/3	–	MP 60-3	–	–	08 58	FCMP540	70003	–
0.8165	GTS-65-02	P 570/3	–	Mn 650-3	GMN 65	–	08 56	FCMP590	A220-70003	–
–	GTS-70-02	P 690/2	–	Mn 700-2	GMN 70	–	08 62	FCMP690	A220-80002	–

RUGOSIDAD

RUGOSIDAD

(Del JIS B 601-1994)

Tipo	Código	Descripción	Exemple de mesure (Figura)
Rugosidad teórica	Ra	<p>Ra es el valor obtenido en la fórmula siguiente y expresado en micras. Medida aritmética de los valores absolutos de las desviaciones del perfil, en los límites de la longitud básica. Se expresa y=f(x):</p> $Ra = \frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} f(x) dx$	
Altura máxima	Rz	<p>Rz es la distancia máxima entre la línea de cresta mayor y el valle más profundo, tomados en la dirección de la línea principal de la muestra, y expresada en micras (μm). (Nota) Al calcular Rz, es posible encontrar una porción sin ningún valle o cresta excepcionalmente altos o profundos; lo cual puede ser tomado como un defecto.</p> $Rz = R_p + R_v$	
Valor de la rugosidad en los diez puntos	RzJIS	<p>RzJIS es la suma de los valores absolutos de las alturas de las cinco crestas (Yp) y de la profundidad de los cinco valles (Yv) más profundos; medidos en dirección vertical de la muestra y expresada en micras (μm).</p> $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5}$	<p><i>Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5</i> : altitudes de los cinco cresta más altas de la porción correspondiente a la longitud de referencia l.</p> <p><i>Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5</i> : altitudes de los cinco valles más profundos de la porción correspondiente a la longitud de referencia l.</p>

RELACIÓN ENTRE RUGOSIDAD TEÓRICA (Ra) Y DESIGNACIÓN CONVENCIONAL (DATO DE REFERENCIA)

Rugosidad teórica Ra		Altura máxima Rz	Valor de la rugosidad en los diez puntos RzJIS	Longitud de muestreo para Rz · RzJIS l (mm)	Marca de acabado convencional
Series estándar	Valor del corte λc (mm)	Series estándar			
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	
0.025 a		0.1 s	0.1 z		
0.05 a	0.25	0.2 s	0.2 z	0.25	▽▽▽▽
0.1 a		0.4 s	0.4 z		
0.2 a		0.8 s	0.8 z		
0.4 a		1.6 s	1.6 z		
0.8 a	0.8	3.2 s	3.2 z	0.8	▽▽▽
1.6 a		6.3 s	6.3 z		
3.2 a		12.5 s	12.5 z		
6.3 a	2.5	25 s	25 z	2.5	▽▽
12.5 a		50 s	50 z		
25 a	8	100 s	100 z	8	▽
50 a		200 s	200 z		
100 a		400 s	400 z		

*La correlación entre los tres, es sólo por conveniencia y no es exacta.

*Ra: La longitud evaluada de Rz y RzJIS, es el valor límite y la longitud del muestreo multiplicadas por 5, respectivamente.

TABLA DE COMPARACION DE DUREZAS

VALORES DE LAS DUREZAS DEL ACERO

Dureté Brinell (HB) Bola de 10mm, Carga: 3000kgf		Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell (3)				Dureza Shore (HS)	Resistencia a la tracción (Aprox.) MPa (2)	Dureté Brinell (HB) Bola de 10mm, Carga: 3000kgf		Dureza Vickers (HV)	Dureza Rockwell (3)				Dureza Shore (HS)	Resistencia a la tracción (Aprox.) MPa (2)
Bola estándar	Bola de metal duro		Escala A Carga: 60kgf, Diamante Punta (HRA)	Escala B, Carga: 100kgf, Bola de 1/16" (HRB)	Escala C, Carga: 150kgf, Diamante Punta (HRC)	Escala D, Carga: 100kgf, Diamante Punta (HRD)			Bola estándar	Bola de metal duro		Escala A Carga: 60kgf, Diamante Punta (HRA)	Escala B, Carga: 100kgf, Bola de 1/16" (HRB)	Escala C, Carga: 150kgf, Diamante Punta (HRC)	Escala D, Carga: 100kgf, Diamante Punta (HRD)		
-	-	940	85.6	-	68.0	76.9	97	-	429	429	455	73.4	-	45.7	59.7	61	1510
-	-	920	85.3	-	67.5	76.5	96	-	415	415	440	72.8	-	44.5	58.8	59	1460
-	-	900	85.0	-	67.0	76.1	95	-	401	401	425	72.0	-	43.1	57.8	58	1390
-	(767)	880	84.7	-	66.4	75.7	93	-	388	388	410	71.4	-	41.8	56.8	56	1330
-	(757)	860	84.4	-	65.9	75.3	92	-	375	375	396	70.6	-	40.4	55.7	54	1270
-	(745)	840	84.1	-	65.3	74.8	91	-	363	363	383	70.0	-	39.1	54.6	52	1220
-	(733)	820	83.8	-	64.7	74.3	90	-	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	51	1180
-	(722)	800	83.4	-	64.0	73.8	88	-	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
-	(712)	-	-	-	-	-	-	-	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	48	1095
-	(710)	780	83.0	-	63.3	73.3	87	-	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	47	1060
-	(698)	760	82.6	-	62.5	72.6	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	(684)	740	82.2	-	61.8	72.1	-	-	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	46	1025
-	(682)	737	82.2	-	61.7	72.0	84	-	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	45	1005
-	(670)	720	81.8	-	61.0	71.5	83	-	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	43	970
-	(656)	700	81.3	-	60.1	70.8	-	-	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	-	950
-	(653)	697	81.2	-	60.0	70.7	81	-	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	41	925
-	(647)	690	81.1	-	59.7	70.5	-	-	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	40	895
-	(638)	680	80.8	-	59.2	70.1	80	-	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	39	875
-	630	670	80.6	-	58.8	69.8	-	-	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	38	850
-	627	667	80.5	-	58.7	69.7	79	-	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	37	825
-	-	677	80.7	-	59.1	70.0	-	-	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
-	601	640	79.8	-	57.3	68.7	77	-	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
-	-	640	79.8	-	57.3	68.7	-	-	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
-	578	615	79.1	-	56.0	67.7	75	-	223	223	234	-	97.3	(18.8)	-	-	-
-	-	607	78.8	-	55.6	67.4	-	-	217	217	228	-	96.4	(17.5)	-	33	725
-	555	591	78.4	-	54.7	66.7	73	2055	212	212	222	-	95.5	(16.0)	-	-	705
-	-	579	78.0	-	54.0	66.1	-	2015	207	207	218	-	94.6	(15.2)	-	32	690
-	534	569	77.8	-	53.5	65.8	71	1985	201	201	212	-	93.8	(13.8)	-	31	675
-	-	533	77.1	-	52.5	65.0	-	1915	197	197	207	-	92.8	(12.7)	-	30	655
-	514	547	76.9	-	52.1	64.7	70	1890	192	192	202	-	91.9	(11.5)	-	29	640
(495)	-	539	76.7	-	51.6	64.3	-	1855	187	187	196	-	90.7	(10.0)	-	-	620
-	-	530	76.4	-	51.1	63.9	-	1825	183	183	192	-	90.0	(9.0)	-	28	615
-	495	528	76.3	-	51.0	63.8	68	1820	179	179	188	-	89.0	(8.0)	-	27	600
(477)	-	516	75.9	-	50.3	63.2	-	1780	174	174	182	-	87.8	(6.4)	-	-	585
-	-	508	75.6	-	49.6	62.7	-	1740	170	170	178	-	86.8	(5.4)	-	26	570
-	477	508	75.6	-	49.6	62.7	66	1740	167	167	175	-	86.0	(4.4)	-	-	560
(461)	-	495	75.1	-	48.8	61.9	-	1680	163	163	171	-	85.0	(3.3)	-	25	545
-	-	491	74.9	-	48.5	61.7	-	1670	156	156	163	-	82.9	(0.9)	-	-	525
-	461	491	74.9	-	48.5	61.7	65	1670	149	149	156	-	80.8	-	-	23	505
444	-	474	74.3	-	47.2	61.0	-	1595	143	143	150	-	78.7	-	-	22	490
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	-	1585	137	137	143	-	76.4	-	-	21	460
-	444	472	74.2	-	47.1	60.8	63	1585	131	131	137	-	74.0	-	-	-	450
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	-	1585	126	126	132	-	72.0	-	-	20	435
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	-	1585	121	121	127	-	69.8	-	-	19	415
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	-	1585	116	116	122	-	67.6	-	-	18	400
-	-	472	74.2	-	47.1	60.8	63	1585	111	111	117	-	65.7	-	-	15	385

(Nota 1) La lista de arriba es la editada en el Libro de los Metales AMS; con la resistencia a la tracción aproximada en valores métricos y la dureza Brinell por encima del valor recomendado.

(Nota 2) 1MPa=1N/mm²

(Nota 3) Valores entre son raramente utilizados como referencia. Esta lista ha sido elaborada a partir de las normas JIS del Acero.

TABLA TOLERANCIA DE AGUJEROS

Clasificación de las Dimensiones Estándar (mm)		Tipos de Tolerancias Geométricas de Agujeros																						
>	≤	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7							
-	3	+180	+85	+100	+34	+45	+60	+24	+28	+39	+12	+16	+20	+8	+12	+6	+10							
		+140	+60	+60	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+6	+6	+6	+2	+2	0	0							
3	6	+188	+100	+118	+48	+60	+78	+32	+38	+50	+18	+22	+28	+12	+16	+8	+12							
		+140	+70	+70	+30	+30	+30	+20	+20	+20	+10	+10	+10	+4	+4	0	0							
6	10	+208	+116	+138	+62	+76	+98	+40	+47	+61	+22	+28	+35	+14	+20	+9	+15							
		+150	+80	+80	+40	+40	+40	+25	+25	+25	+13	+13	+13	+5	+5	0	0							
10	14	+220	+138	+165	+77	+93	+120	+50	+59	+75	+27	+34	+43	+17	+24	+11	+18							
		+150	+95	+95	+50	+50	+50	+32	+32	+32	+16	+16	+16	+6	+6	0	0							
14	18	+244	+162	+194	+98	+117	+149	+61	+73	+92	+33	+41	+53	+20	+28	+13	+21							
		+160	+110	+110	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+7	+7	0	0							
18	24	+270	+182	+220	+119	+142	+180	+75	+89	+112	+41	+50	+64	+25	+34	+16	+25							
		+170	+120	+120														+80	+80	+80	+50	+50	+50	+25
30	40	+280	+192	+230	+146	+174	+220	+90	+106	+134	+49	+60	+76	+29	+40	+19	+30							
		+180	+130	+130														+320	+224	+270	+100	+100	+100	+60
50	65	+310	+214	+260	+174	+207	+260	+107	+126	+159	+58	+71	+90	+34	+47	+22	+35							
		+190	+140	+140														+380	+267	+320	+120	+120	+120	+72
65	80	+320	+224	+270	+208	+245	+305	+125	+148	+185	+68	+83	+106	+39	+54	+25	+40							
		+200	+150	+150														+420	+300	+360	+260	+200	+200	+440
80	100	+360	+257	+310	+145	+145	+145	+85	+85	+85	+43	+43	+43	+14	+14	0	0							
		+220	+170	+170														+470	+330	+390	+310	+230	+230	+440
100	120	+380	+267	+320	+242	+285	+355	+146	+172	+215	+79	+96	+122	+44	+61	+29	+46							
		+240	+180	+180														+525	+355	+425	+242	+285	+355	+146
120	140	+420	+300	+360	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+50	+50	+50	+15	+15	0	0							
		+260	+200	+200														+565	+375	+445	+170	+170	+170	+100
140	160	+440	+310	+370	+271	+320	+400	+162	+191	+240	+88	+108	+137	+49	+69	+32	+52							
		+280	+210	+210														+605	+395	+465	+271	+320	+400	+162
160	180	+470	+330	+390	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+56	+56	+56	+17	+17	0	0							
		+310	+230	+230														+750	+460	+540	+190	+190	+190	+110
180	200	+525	+355	+425	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57							
		+340	+240	+240														+830	+500	+590	+299	+350	+440	+182
200	225	+565	+375	+445	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0							
		+380	+260	+260														+910	+540	+630	+210	+210	+210	+125
225	250	+605	+395	+465	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63							
		+420	+280	+280														+760	+440	+440	+327	+385	+480	+198
250	280	+690	+430	+510	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0							
		+480	+300	+300														+1090	+635	+730	+230	+230	+230	+135
280	315	+750	+460	+540	+840	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480							
		+540	+330	+330														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480
315	355	+830	+500	+590	+840	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480							
		+600	+360	+360														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480
355	400	+910	+540	+630	+840	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480							
		+680	+400	+400														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480
400	450	+1010	+595	+690	+840	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480							
		+760	+440	+440														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480
450	500	+1090	+635	+730	+840	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480	+480							
		+840	+480	+480														+840	+480	+480	+840	+480	+480	+480

(Nota) Los valores mostrados en la parte superior de las respectivas líneas, corresponden al valor máximo; mientras que los valores mostrados en la parte inferior de las respectivas líneas, corresponden al valor mínimo.

Tipos de Tolerancias Geométricas de Agujeros

H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
+14 0	+25 0	+40 0	± 3	± 5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-	-18 -28	-20 -30
+18 0	+30 0	+48 0	± 4	± 6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-	-19 -31	-24 -36
+22 0	+36 0	+58 0	± 4.5	± 7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-	-22 -37	-28 -43
+27 0	+43 0	+70 0	± 5.5	± 9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	-	-26 -44	-33 -51 -38 -56
+33 0	+52 0	+84 0	± 6.5	± 10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	-	-33 -54 -61 -77	-46 -67 -56 -77
+39 0	+62 0	+100 0	± 8	± 12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-	-39 -64 -76 -86	-51 -76 -61 -86
+46 0	+74 0	+120 0	± 9.5	± 15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60 -32 -62	-42 -72 -48 -78	-55 -85 -64 -94	-76 -106 -91 -121	-
+54 0	+87 0	+140 0	± 11	± 17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73 -41 -76	-58 -93 -66 -101	-78 -113 -91 -126	-111 -146 -131 -166	-
+63 0	+100 0	+160 0	± 12.5	± 20	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88 -50 -90 -53 -93	-77 -117 -85 -125 -93 -133	-107 -147 -119 -159 -131 -171	-	-
+72 0	+115 0	+185 0	± 14.5	± 23	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106 -63 -109 -67 -113	-105 -151 -113 -159 -123 -169	-	-	-
+81 0	+130 0	+210 0	± 16	± 26	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126 -78 -130	-	-	-	-
+89 0	+140 0	+230 0	± 18	± 28	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144 -93 -150	-	-	-	-
+97 0	+155 0	+250 0	± 20	± 31	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166 -109 -172	-	-	-	-

TABLA DE TOLERANCIAS

Clasificación de las Dimensiones Estándar (mm)		Tipos de Tolerancias Geométricas de Ejes														
>	≤	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7
-	3	-140	-60	-20	-20	-14	-14	-14	-6	-6	-6	-2	-2	0	0	0
		-165	-85	-34	-45	-24	-28	-39	-12	-16	-20	-6	-8	-4	-6	-10
3	6	-140	-70	-30	-30	-20	-20	-20	-10	-10	-10	-4	-4	0	0	0
		-170	-100	-48	-60	-32	-38	-50	-18	-22	-28	-9	-12	-5	-8	-12
6	10	-150	-80	-40	-40	-25	-25	-25	-13	-13	-13	-5	-5	0	0	0
		-186	-116	-62	-76	-40	-47	-61	-22	-28	-35	-11	-14	-6	-9	-15
10	14	-150	-95	-50	-50	-32	-32	-32	-16	-16	-16	-6	-6	0	0	0
		-193	-138	-77	-93	-50	-59	-75	-27	-34	-43	-14	-17	-8	-11	-18
14	18	-150	-95	-50	-50	-32	-32	-32	-16	-16	-16	-6	-6	0	0	0
		-193	-138	-77	-93	-50	-59	-75	-27	-34	-43	-14	-17	-8	-11	-18
18	24	-160	-110	-65	-65	-40	-40	-40	-20	-20	-20	-7	-7	0	0	0
		-212	-162	-98	-117	-61	-73	-92	-33	-41	-53	-16	-20	-9	-13	-21
24	30	-160	-110	-65	-65	-40	-40	-40	-20	-20	-20	-7	-7	0	0	0
		-212	-162	-98	-117	-61	-73	-92	-33	-41	-53	-16	-20	-9	-13	-21
30	40	-170	-120	-80	-80	-50	-50	-50	-25	-25	-25	-9	-9	0	0	0
		-232	-182	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-11	-16	-25
40	50	-180	-130	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-11	-16	-25
		-242	-192	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-11	-16	-25
50	65	-190	-140	-100	-100	-60	-60	-60	-30	-30	-30	-10	-10	0	0	0
		-264	-214	-100	-100	-60	-60	-60	-30	-30	-30	-10	-10	0	0	0
65	80	-200	-150	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30
		-274	-224	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30
80	100	-220	-170	-120	-120	-72	-72	-72	-36	-36	-36	-12	-12	0	0	0
		-307	-257	-120	-120	-72	-72	-72	-36	-36	-36	-12	-12	0	0	0
100	120	-240	-180	-174	-207	-107	-126	-159	-58	-71	-90	-27	-34	-15	-22	-35
		-327	-267	-174	-207	-107	-126	-159	-58	-71	-90	-27	-34	-15	-22	-35
120	140	-260	-200	-145	-145	-85	-85	-85	-43	-43	-43	-14	-14	0	0	0
		-360	-300	-145	-145	-85	-85	-85	-43	-43	-43	-14	-14	0	0	0
140	160	-280	-210	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
		-380	-310	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
160	180	-310	-230	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
		-410	-330	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40
180	200	-340	-240	-170	-170	-100	-100	-100	-50	-50	-50	-15	-15	0	0	0
		-455	-355	-170	-170	-100	-100	-100	-50	-50	-50	-15	-15	0	0	0
200	225	-380	-260	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
		-495	-375	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
225	250	-420	-280	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
		-535	-395	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46
250	280	-480	-300	-190	-190	-110	-110	-110	-56	-56	-56	-17	-17	0	0	0
		-610	-430	-190	-190	-110	-110	-110	-56	-56	-56	-17	-17	0	0	0
280	315	-540	-330	-271	-320	-162	-191	-240	-88	-108	-137	-40	-49	-23	-32	-52
		-670	-460	-271	-320	-162	-191	-240	-88	-108	-137	-40	-49	-23	-32	-52
315	355	-600	-360	-210	-210	-125	-125	-125	-62	-62	-62	-18	-18	0	0	0
		-740	-500	-210	-210	-125	-125	-125	-62	-62	-62	-18	-18	0	0	0
355	400	-680	-400	-299	-350	-182	-214	-265	-98	-119	-151	-43	-54	-25	-36	-57
		-820	-540	-299	-350	-182	-214	-265	-98	-119	-151	-43	-54	-25	-36	-57
400	450	-760	-440	-230	-230	-135	-135	-135	-68	-68	-68	-20	-20	0	0	0
		-915	-595	-230	-230	-135	-135	-135	-68	-68	-68	-20	-20	0	0	0
450	500	-840	-480	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63
		-995	-635	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63

(Nota) Los valores mostrados en la parte superior de las respectivas líneas, corresponden al valor máximo; mientras que los valores mostrados en la parte inferior de las respectivas líneas, corresponden al valor mínimo.

DATOS TÉCNICOS TABLA DE TOLERANCIAS

Tipos de Tolerancias Geométricas de Ejes															
h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
0 -14	0 -25	± 2	± 3	± 5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-	+24 +18	+26 +20
0 -18	0 -30	± 2.5	± 4	± 6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-	+31 +23	+36 +28
0 -22	0 -36	± 3	± 4.5	± 7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-	+37 +28	+43 +34
0 -27	0 -43	± 4	± 5.5	± 9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	-	+44 +33	+51 +40 +56 +45
0 -33	0 -52	± 4.5	± 6.5	± 10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	-	+54 +41	+67 +54 +77 +64
0 -39	0 -62	± 5.5	± 8	± 12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	-
0 -46	0 -74	± 6.5	± 9.5	± 15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75	+106 +87 +121 +102	-
0 -54	0 -87	± 7.5	± 11	± 17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104	+146 +124 +166 +144	-
0 -63	0 -100	± 9	± 12.5	± 20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+147 +122 +159 +134 +171 +146	-	-
0 -72	0 -115	± 10	± 14.5	± 23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+151 +122 +159 +130 +169 +140	-	-	-
0 -81	0 -130	± 11.5	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	-	-	-	-
0 -89	0 -140	± 12.5	± 18	± 28	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	-	-	-	-
0 -97	0 -155	± 13.5	± 20	± 31	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	-	-	-	-

PREPARACIÓN DEL AGUJERO SEGÚN DIÁMETRO DE LA BROCA

PREPARACIÓN DEL AGUJERO SEGÚN DIÁMETRO DE LA BROCA

● **Métrica y paso de rosca**

Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M1 ×0.25	0.75	0.75
M1.1×0.25	0.85	0.85
M1.2×0.25	0.95	0.95
M1.4×0.3	1.10	1.10
M1.6×0.35	1.25	1.30
M1.7×0.35	1.35	1.40
M1.8×0.35	1.45	1.50
M2 ×0.4	1.60	1.65
M2.2×0.45	1.75	1.80
M2.3×0.4	1.90	1.95
M2.5×0.45	2.10	2.15
M2.6×0.45	2.15	2.20
M3 ×0.5	2.50	2.55
M3.5×0.6	2.90	2.95
M4 ×0.7	3.3	3.4
M4.5×0.75	3.8	3.9
M5 ×0.8	4.2	4.3
M6 ×1.0	5.0	5.1
M7 ×1.0	6.0	6.1
M8 ×1.25	6.8	6.9
M9 ×1.25	7.8	7.9
M10 ×1.5	8.5	8.7
M11 ×1.5	9.5	9.7
M12 ×1.75	10.3	10.5
M14 ×2.0	12.0	12.2
M16 ×2.0	14.0	14.2
M18 ×2.5	15.5	15.7
M20 ×2.5	17.5	17.7
M22 ×2.5	19.5	19.7
M24 ×3.0	21.0	—
M27 ×3.0	24.0	—
M30 ×3.5	26.5	—
M33 ×3.5	29.5	—
M36 ×4.0	32.0	—
M39 ×4.0	35.0	—
M42 ×4.5	37.5	—
M45 ×4.5	40.5	—
M48 ×5.0	43.0	—

● **Rosca métrica Paso Fino**

Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M1 ×0.2	0.80	0.80
M1.1×0.2	0.90	0.90
M1.2×0.2	1.00	1.00
M1.4×0.2	1.20	1.20
M1.6×0.2	1.40	1.40
M1.8×0.2	1.60	1.60
M2 ×0.25	1.75	1.75
M2.2×0.25	1.95	2.00
M2.5×0.35	2.20	2.20
M3 ×0.35	2.70	2.70
M3.5×0.35	3.20	3.20
M4 ×0.5	3.50	3.55
M4.5×0.5	4.00	4.05
M5 ×0.5	4.50	4.55
M5.5×0.5	5.00	5.05
M6 ×0.75	5.30	5.35
M7 ×0.75	6.30	6.35
M8 ×1.0	7.00	7.10
M8 ×0.75	7.30	7.35
M9 ×1.0	8.00	8.10
M9 ×0.75	8.30	8.35
M10 ×1.25	8.80	8.90
M10 ×1.0	9.00	9.10
M10 ×0.75	9.30	9.35
M11 ×1.0	10.0	10.1
M11 ×0.75	10.3	10.3
M12 ×1.5	10.5	10.7
M12 ×1.25	10.8	10.9
M12 ×1.0	11.0	11.1
M14 ×1.5	12.5	12.7
M14 ×1.0	13.0	13.1
M15 ×1.5	13.5	13.7
M15 ×1.0	14.0	14.1
M16 ×1.5	14.5	14.7
M16 ×1.0	15.0	15.1
M17 ×1.5	15.5	15.7
M17 ×1.0	16.0	16.1
M18 ×2.0	16.0	16.3
M18 ×1.5	16.5	16.7
M18 ×1.0	17.0	17.1

Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M20 ×2.0	18.0	18.3
M20 ×1.5	18.5	18.7
M20 ×1.0	19.0	19.1
M22 ×2.0	20.0	—
M22 ×1.5	20.5	—
M22 ×1.0	21.0	—
M24 ×2.0	22.0	—
M24 ×1.5	22.5	—
M24 ×1.0	23.0	—
M25 ×2.0	23.0	—
M25 ×1.5	23.5	—
M25 ×1.0	24.0	—
M26 ×1.5	24.5	—
M27 ×2.0	25.0	—
M27 ×1.5	25.5	—
M27 ×1.0	26.0	—
M28 ×2.0	26.0	—
M28 ×1.5	26.5	—
M28 ×1.0	27.0	—
M30 ×3.0	27.0	—
M30 ×2.0	28.0	—
M30 ×1.5	28.5	—
M30 ×1.0	29.0	—
M32 ×2.0	30.0	—
M32 ×1.5	30.5	—
M33 ×3.0	30.0	—
M33 ×2.0	31.0	—
M33 ×1.5	31.5	—
M35 ×1.5	33.5	—
M36 ×3.0	33.0	—
M36 ×2.0	34.0	—
M36 ×1.5	34.5	—
M38 ×1.5	36.5	—
M39 ×3.0	36.0	—
M39 ×2.0	37.0	—
M39 ×1.5	37.5	—
M40 ×3.0	37.0	—
M40 ×2.0	38.0	—
M40 ×1.5	38.5	—
M42 ×4.0	38.0	—

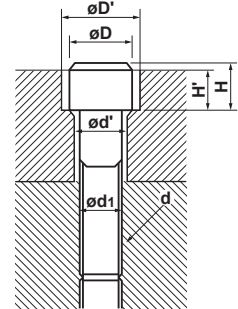
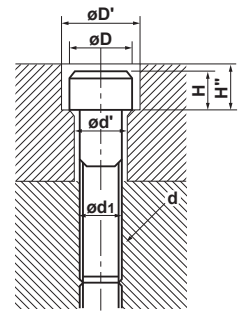
Nominal	Diámetro de broca	
	HSS	Convencional
M42 ×3.0	39.0	—
M42 ×2.0	40.0	—
M42 ×1.5	40.5	—
M45 ×4.0	41.0	—
M45 ×3.0	42.0	—
M45 ×2.0	43.0	—
M45 ×1.5	43.5	—
M48 ×4.0	44.0	—
M48 ×3.0	45.0	—
M48 ×2.0	46.0	—
M48 ×1.5	46.5	—
M50 ×3.0	47.0	—
M50 ×2.0	48.0	—
M50 ×1.5	48.5	—

(Nota) El tamaño del agujero debe de medirse con mucha precisión ya que el agujero puede cambiar según las condiciones de taladrado, y si se encuentra inapropiado el agujero previo, el diámetro de la broca debe de corregirse.

TAMAÑO DEL ORIFICIO DEL PERNO DE CABEZA HUECA HEXAGONAL/UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

DIMENSIONES DEL ALOJAMIENTO PARA LAS CABEZAS HEXAGONALES DE LOS TORNILLOS Unidad : mm

Dimensiones nominales de la rosca (d)	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d₁	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d'	3.4	4.5	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
D	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
D'	6.5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

TABLA DE CONVERSION para CAMBIO FACIL entre UNIDADES DEL SI (El tipo negrita indica la unidad SI)

● Presión

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg o Torr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁵	1×10 ²	1×10 ⁻¹	1	1.01972	9.86923×10 ⁻¹	1.01972×10 ⁴	7.50062×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ²
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

(Nota) 1Pa=1N/m²

● Fuerza

N	dyn	kgf
1	1×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹
1×10 ⁻⁵	1	1.01972×10 ⁻⁶
9.80665	9.80665×10 ⁵	1

● Tensión

Pa	MPa o N/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²
1	1×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻⁵
1×10 ⁶	1	1.01972×10 ⁻¹	1.01972×10
9.80665×10 ⁶	9.80665	1	1×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1

(Nota) 1Pa=1N/m²

● Trabajo / Energía / Cantidad de calor

J	kW·h	kgf·m	kcal
1	2.77778×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻¹	2.38889×10 ⁻⁴
3.600 ×10 ⁶	1	3.67098×10 ⁵	8.6000 ×10 ²
9.80665	2.72407×10 ⁻⁶	1	2.34270×10 ⁻³
4.18605×10 ³	1.16279×10 ⁻³	4.26858×10 ²	1

(Nota) 1J=1W·s, 1J=1N·m

1cal=4.18605J

(Del sistema de pesos y medidas)

● Potencia (Porcentaje de Producción / Potencia motriz) / Porcentaje de flujo de calor

W	kgf·m/s	PS	kcal/h
1	1.01972×10 ⁻¹	1.35962×10 ⁻³	8.6000 ×10 ⁻¹
9.80665	1	1.33333×10 ⁻²	8.43371
7.355 ×10 ²	7.5 ×10	1	6.32529×10 ²
1.16279	1.18572×10 ⁻¹	1.58095×10 ⁻³	1

(Nota) 1W=1J/s, PS: Caballos de potencia en Francia


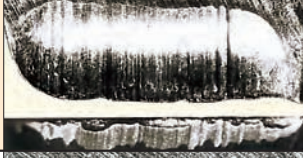

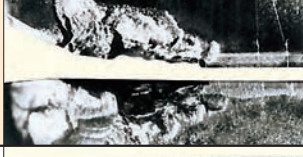


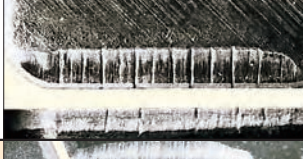




1PS=0.7355kW

1cal=4.18605J

(Del sistema de pesos y medidas)

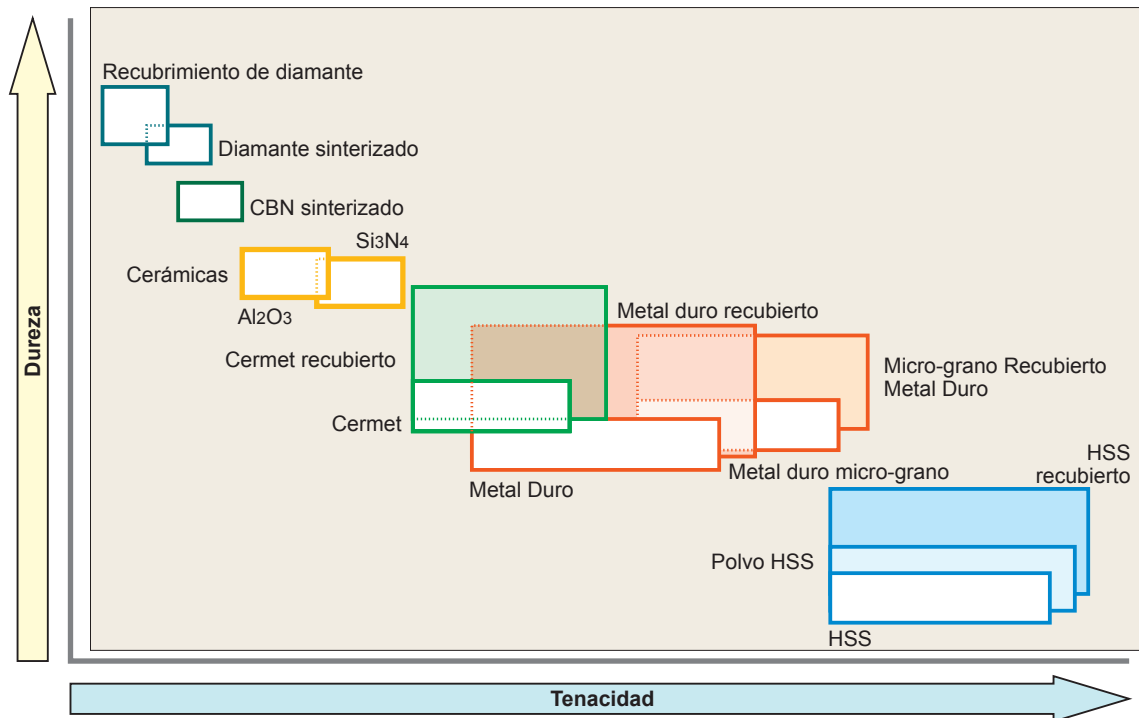
DESGASTE Y ROTURA DE LA HERRAMIENTA

CAUSAS Y CONTRAMEDIDAS

Tipos de daño en las placas		Causa	Contramedida
Desgaste de flanco		<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa demasiado blanda. • Velocidad de corte demasiado alta. • Ángulo de desprendimiento demasiado pequeño. • Avance extremadamente bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa con alta resistencia al desgaste. • Reducir velocidad de corte. • Aumento del ángulo de desprendimiento. • Aumento del avance.
Desgaste del cráter		<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa demasiado blanda. • Velocidad de corte demasiado alta. • Avance demasiado alto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa con alta resistencia al desgaste. • Reducir velocidad de corte. • Reducir avance.
Micro-roturas		<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa demasiado dura. • Avance demasiado alto. • Pérdida de la robustez del filo. • Pérdida de la rigidez de la herramienta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa con alta tenacidad. • Reducir avance. • Aumento del honing. (Cambio de honing redondeado a honing con chaflán.) • Utilizar herramienta de mayor diámetro.
Rotura		<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa demasiado dura. • Avance demasiado alto. • Pérdida de la robustez del filo. • Pérdida de la rigidez de la herramienta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa con alta tenacidad. • Reducir avance. • Aumento del honing. (Cambio de honing redondeado a honing con chaflán.) • Utilizar herramienta de mayor diámetro.
Deformación plástica		<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa demasiado blanda. • Velocidad de corte demasiado alta. • Profundidad de corte y avance excesivos. • Alta temperatura de corte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa con alta resistencia al desgaste. • Reducir velocidad de corte. • Reduzca la profundidad y el avance. • Calidad de la placa con alta conductibilidad del calor.
Recrecimiento del filo		<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de corte baja. • Filo de corte poco puntiagudo. • Calidad inapropiada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la velocidad de corte. (Para DIN Ck45, velocidad de corte 80m/min.) • Aumento del ángulo de desprendimiento. • Calidad de la placa con baja afinidad. (Grado recubierto, grado cermet)
Rotura térmica		<ul style="list-style-type: none"> • Expansión y contracción debido al calor en el corte. • Calidad de la placa demasiado dura. • *Especialmente en fresado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corte en seco. (Para corte refrigerado, la pieza debe de estar sumergida en fluido.) • Calidad de la placa con alta tenacidad.
Entalladura		<ul style="list-style-type: none"> • Superficies duras, piezas enfriadas rápidamente y capas endurecidas por el mecanizado. • Fricción causada por virutas dentadas. (Causado por una pequeña vibración) 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa con alta resistencia al desgaste. • Aumento del ángulo de desprendimiento para un corte más suave.
Rotura por escamas		<ul style="list-style-type: none"> • Adhesión en el filo de corte. • Deficiente evacuación de virutas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del ángulo de desprendimiento para un corte más suave. • Agarandar la salida de viruta.
Desgaste de flanco Rotura *Roturas típicas de policristalinos		<ul style="list-style-type: none"> • Daño debido a la falta de resistencia de un filo redondeado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del honing. • Calidad de la placa con alta tenacidad.
Desgaste del cráter Rotura *Roturas típicas de policristalinos		<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la placa demasiado blanda. • La resistencia de corte es muy alta y genera mucho calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzca el honing. • Calidad de la placa con alta resistencia al desgaste.

MATERIALES DE CORTE

El carburo metálico Wc-CO x se desarrolló en 1923 y fue mejorado más tarde por el TiC y TaC. En 1969, se desarrolló la tecnología de recubrimiento CVD y, desde entonces, ha sido utilizada ampliamente. El cermet de base TiC-TiN, se desarrolló en 1974. Hoy, la frase "el metal duro recubierto para desbaste y el cermet para acabado" tiene una amplia aceptación.

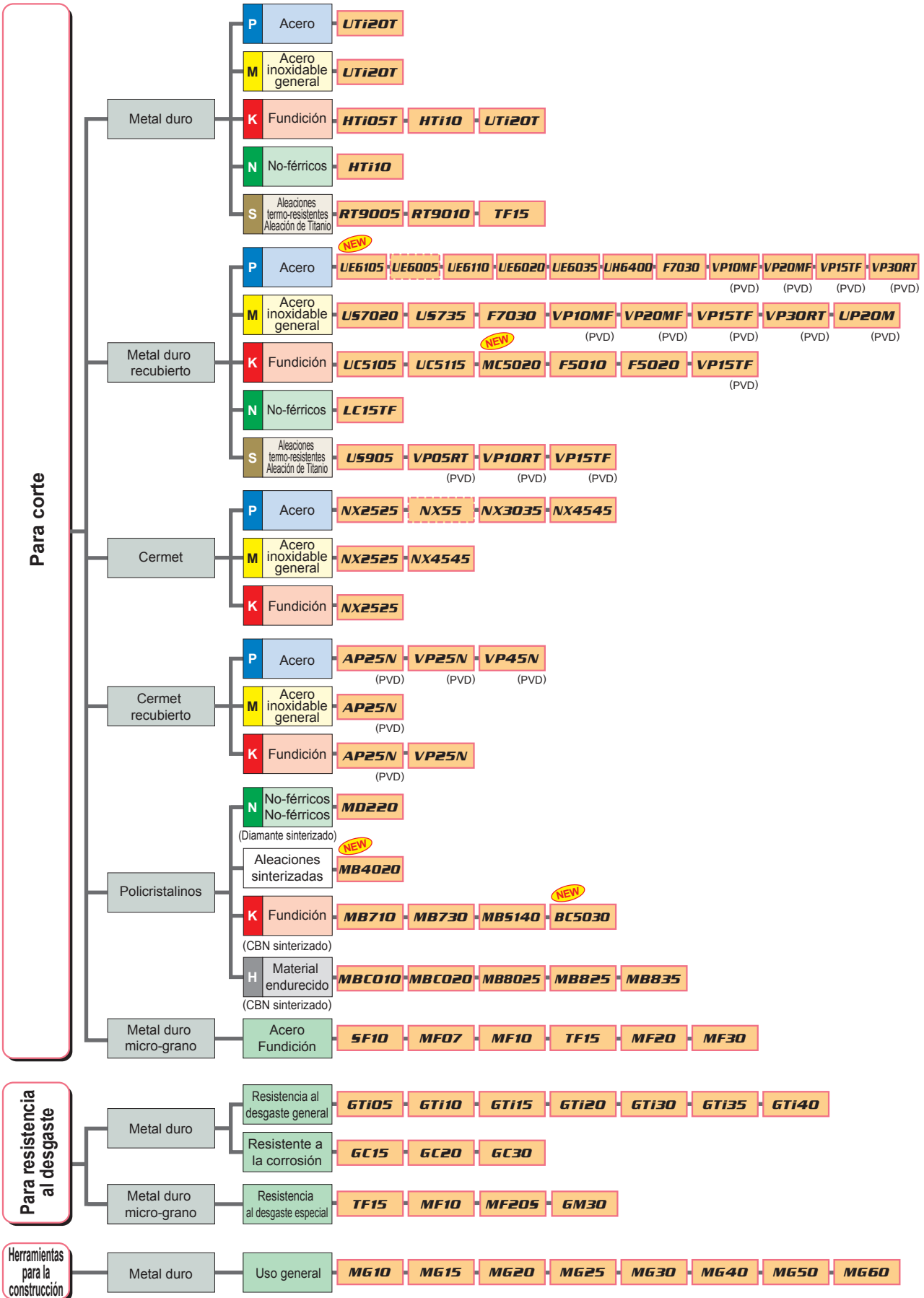


CARACTERÍSTICAS DE LOS GRADOS

Materiales duros	Dureza (HV)	Formación de energía (kcal/g·atom)	Solubilidad en hierro (%.1250°C)	Conductividad térmica (W/m·k)	Expansión térmica* (x 10 ⁻⁶ /k)	Material
Diamante	>9000	–	Altamente soluble	2100	3.1	Diamante sinterizado
CBN	>4500	–	–	1300	4.7	CBN sinterizado
Si ₃ N ₄	1600	–	–	100	3.4	Cerámicas
Al ₂ O ₃	2100	-100	≅0	29	7.8	Cerámicas Metal Duro
TiC	3200	-35	< 0.5	21	7.4	Cermet Metal duro recubierto
TiN	2500	-50	–	29	9.4	Cermet Metal duro recubierto
TaC	1800	-40	0.5	21	6.3	Metal Duro
WC	2100	-10	7	121	5.2	Metal Duro

*1W/m·K=2.39×10⁻³cal/cm·sec·°C

GRUPOS DE CALIDADES



* Calidad sustituida por nuevos productos.

TABLA DE COMPARACION DE GRADOS

METAL DURO

Clasificación	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool		
	Símbolo												
Torneado	P	P01											
		P10		S1P	P10		IC70	ST10P	TX10S		SRT	WS10	
		P20	UTi20T	SMA	K125M TTM		IC70 IC50M	ST20E	TX20 TX25		SRT DX30	EX35	
		P30	UTi20T	SM30	GK K600 TTR		IC50M IC54	A30 A30N	TX30 UX30	PW30	SR30 DX30	EX35 EX40	
		P40		S6	G13		IC54	ST40E	TX40		SR30 DX35	EX45	
	M	M10		H10A	K313	890		EH510 U10E	TU10		UMN	WA10B	
		M20	UTi20T	H13A	K68 KMF K125M TTM	HX 883	IC08	EH520 U2	TU20 UX30		DX25 UMS	EX35	
		M30	UTi20T	H10F SM30	K600 TTR		IC08 IC28	A30 A30N	UX30		DX25 UMS	EX40 EX45	
		M40		S6	G13		IC128		TU40		UM40	EX45	
	K	K01	HTi05T	H1P	K605			H1 H2	TH03 KS05F		KG03	WH05	
		K10	HTi10	H1P H10 HM	K313 K110M THM THM-U	890	IC20	EH10 EH510	G1F TH10	KW10	KG10 KT9	WH10	
		K20	UTi20T	H13A	K715 KMF K600	890 HX 883	IC20 IC10	G10E EH20 EH520	G2F, KS15F G2, KS20	GW10	CR1 KG20	WH20	
		K30	UTi20T		THR	883	IC10 IC28	G10E	G3		KG30		
	N	N01		H10 H13A	K605			H1 H2	KS05F		KG03		
		N10	HTi10		K313 K110M THM THM-U	890 H15		EH10 EH510	TH10 H10T		KG10 KT9		
		N20			K715 KMF K600	HX KX 883 H15 H25		G10E EH20 EH520	KS15F		CR1 KG20		
		N30			G13 THR	H25					KG30		
	S	S01	RT9005								KG03		
		S10	RT9005 RT9010	H10 H10A H10F H13A	K10 K313 THM	890		EH10 EH510	KS05F TH10		FZ05 KG10		
		S20	RT9010 TF15		K715 KMF	890 883 HX H25		EH20 EH520	KS15F KS20		FZ15 KG20		
		S30	TF15		G13 K600 THR						KG30		
	Fresado	P	P10		S1P						SRT		
			P20	UTi20T		K125		IC50M IC28	A30N	TX25		SRT DX30	EX35
			P30	UTi20T		GX K600		IC50M IC28	A30N	UX30	PW30	SR30 DX30	EX35 EX40
			P40					IC28			PW30	SR30	EX45
		M	M10			K110M						UMN	
			M20	UTi20T		K313			A30N			DX25 UMS	EX35
			M30	UTi20T		KFM K600		IC28	A30N	UX30		DX25 UMS	EX40 EX45
M40							IC28		TU40			EX45	
K		K01	HTi05T								KG03		
		K10	HTi10	H1P	K110M K313		IC20	G10E	TH10	KW10	KG10	WH10	
		K20	UTi20T		KFM	HX	IC20 IC10	G10E			KT9 CR1 KG20	WH20	
		K30	UTi20T				IC10 IC28				KG30		

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA DE COMPARACION DE GRADOS

MICRO-GRANO

Herramientas de corte	Clasificación	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
		Símbolo									
Z	Z	Z01	SF10 MF07 MF10	6UF 8UF PN90			F0	F MD08F		FZ05 FB10	NM08
		Z10	HTi10 MF20	H6FF 12UF		890	XF1 F1 AFU	M MD10 MD05F MD07F	FW30	FZ10 FZ15 FB15	NM15
		Z20	TF15 MF30	N6F H10F		890 883	AF0 SF2 AF1	MD15 EM10 MD20		FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N
		Z30				883	A1 CC	UM		FZ20 FB20	NM25

CERMET

Herramientas de corte	Clasificación	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
		Símbolo											
Torneado	P	P01	AP25N				IC20N IC520N	T110A T2000Z	NS520 AT520 GT520 GT720	TN30 PV30	LN10 CX50		
		P10	AP25N NX2525	CT5015 GC1525	KT315 TTI25	CM CMP	IC20N IC520N IC530N	T1200A T2000Z	NS520 AT530 GT720 GT730	TN60 TN6010 PV60 PV7010	CX50 CX75 PX75	CZ25	
		P20	AP25N NX2525 NX3035	GC1525	KT5020 KT325		IC20N IC75T IC30N IC520N IC530N	T1200A T2000Z T3000Z	NS530 GT530 GT730 NS730	TN90 TN6020 PV90 PV7020	CX75 PX75 PX90	CH550	
		P30	VP45N		KT1120		IC75T IC30N	T3000Z	NS530 NS730			PX90	
	M	M10	NX2525 AP25N	GC1525	TTI25	CM CMP		T110A T2000Z	NS520 AT530 GT530 GT720	TN60 TN6020 PV60 PV7020	LN10 CX50		
		M20	NX2525 AP25N NX3035					T1200A T2000Z	NS530 GT730 NS730	TN90 TN6020 PV90 PV7020	CX50 CX75	CH550	
		M30						T3000Z					
	K	K01	AP25N NX2525					T110A T2000Z	NS710 NS520 AT520 GT520 GT720	TN30 PV30 PV7005	LN10		
		K10	AP25N NX2525	CT5015	KT325 TTI25			T1200A T2000Z	NS520 GT530 GT730 NS730	TN60 TN6020 PV60 PV7020	LN10		
		K20	AP25N NX2525					T3000Z				CX75	
	Fresado	P	P10	NX2525			C15M	IC30N			TN60	CX75	
			P20	NX2525	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N		NS530	TN100M	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000 MZ2000
P30			NX4545				IC30N	T250A	NS530 NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 CH7035	
M		M10	NX2525					IC30N			TN60		
		M20	NX2525	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N			NS530	TN100M	CX75	CH550 CH7030 MZ1000 MZ2000
		M30	NX4545						T250A	NS540 NS740		CX90 CX99	MZ3000 CH7035
K		K01											
		K10	NX2525							NS530	TN60		
		K20	NX2525		KT530M HT7							CX75	

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

CALIDAD CVD RECUBIERTA

	Clasificación	ISO	Mitsubishi	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool	
		Símbolo	Carbide										
Torneado	P	P01	UE6105 UE6005	GC4205 GC3005 GC4005	KCP05 KC9105	TP1500 TP1000	IC9150 IC8150	AC700G	T9005	CA5505	JC110V	HG8010 GM8015	
		P10	UE6105 UE6005 UE6110	GC4215 GC3005 GC4015	KCP10 KCP25 KC9110	TP1500 TP2500 TP1000 TP2000	IC9150 IC9015 IC8150 IC8250	AC700G AC2000 AC820P	T9005 T9015	CA5505 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8015	
		P20	UE6110 UE6020	GC4215 GC4225 GC4015 GC4025	KCP25 KC9125	TP2500 TP2000 TP200	IC8250 IC9025 IC9250 IC8350 IC9054	AC2000 AC3000 AC820P AC830P	T9015 T9025	CA5515 CA5525 CA5025 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25	
		P30	UE6020 UE6035 UH6400 US735	GC4225 GC4235 GC4025 GC4035	KCP30 KCP40 KC8050	TP3000 TP300	IC8350 IC9350 IC656	AC3000 AC630M AC830P	T9025 T9035	CA5525 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035	
		P40	UE6035 UH6400 US735	GC4235 GC4035 GC235	KCP30 KCP40 KC9140 KC9040 KC9240 KC9245	TP3000 TP40	IC635	AC630M	T9035	CA5535	JC325V JC450V	GM8035 GX30	
	M	M10	US7020	GC2015	KCM15 KC9210	TM2000 TP200	IC9250	AC610M	T9015	CA6515 CA6015	JC110V		
		M20	US7020	GC2025	KCM15 KC9225	TM2000 TP200	IC9250 IC9025 IC9054	AC610M AC630M	T6020 T9025	CA6515 CA6525 CA6015	JC110V	HG8025 GM25	
		M30	US735	GC235	KCM25 KC9230	TM4000 TP400 TP40	IC9025 IC9350	AC630M	T6030	CA6525		GM8035 GX30	
		M40	US735		KCM35 KC9240 KC9245	TM4000 TP400 TP40	IC635 IC656					GX30	
	K	K01	UC5105	GC3205 GC3210	KCK05	TK1000	IC5005 IC5010 IC9150 IC9007 IC428 IC4028	AC410K	T5105 T5010	CA4010	JC105V	HG3305	
		K10	UC5115	GC3205 GC3210 GC3115	KCK15 KCK20 KC9315	TK1000 TK2000	IC5005 IC5010 IC9150 IC418 IC9015 IC4010	AC410K AC700G	T5115 T5010	CA4010 CA4115	JC105V JC110V	HG3315 HG8010	
		K20	UC5115 UE6110	GC3215	KCK20 KC9325	TK2000	IC4010 IC9015	AC700G AC820P	T5115 T5125 T5020	CA4120	JC110V JC215V	HG8025 GM8020	
		K30	UE6110		KC9325			AC820P	T5125		JC215	HG8025 GM8020	
	S	S01	US905	S05F									
	Fresado	P	P10				IC9080 IC4100 IC9015	ACP100				JC730U	
			P20	FH7020 F7030	GC4220 GC4020		T200M T250M	IC5100 IC520M	ACP100			JC730U	GX2030
P30			F7030	GC4230 GC4030	KC930M	T250M T350M T25M	IC4050	ACP100 AC230	T3130 T3030			GX2030	
P40				GC4240 GC4040	KC935M	T350M		AC230				GX2030 GX30 GF30	
M		M10					IC9250						
		M20	F7030		KC925M	T250M T25M	IC520M IC9350	ACP100			JC730U		
		M30	F7030	GC2040	KC930M	T350M T25M	IC4050	ACP100	T3130 T3030			GF30 GX30 GF30 GX30	
		M40			KC930M KC935M								
K		K01					IC9080				JC600		
		K10	MC5020 F5010				IC4100 IC5100 IC9150	AC211 ACK200	T1015		JC600		
		K20	MC5020 F5020	GC3220 GC3020 K20W	KC915M	T250M T200M	IC520M DT7150	ACK200	T1015		JC610		
		K30		GC3040	KC930M KC935M	T200M	IC4050				JC610	GX2030 GX30	

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA DE COMPARACION DE GRADOS

CALIDAD PVD RECUBIERTA

Clasificación	ISO	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Iscar	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool		
	Símbolo												
Torneado	P	P01							PR915	JC5003			
		P10	VP10MF		KC5010 KC5510	CP200	IC507		AH710	PR915 PR930	JC5003		
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1020 GC1025	KC5025	CP250	IC908 IC928 IC1008 IC1028		AH710 AH330	PR630 PR915 PR930 PR660	JC5015	IP2000	
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1025 GC4125	K7010 K7020 K7235	CP500	IC928 IC1008 IC1028		GH330 GH730 AH120 AH330 AH740	PR630 PR660	JC5015	IP3000	
		P40		GC1020 GC2145	K7030	CP500	IC928 IC1008 IC1028		AH120	PR660			
	M	M01						AC510U EH510Z EH10Z		PR915			
		M10	VP10MF	GC1115 GC1005 GC1025	KC5010 KC5510	CP200	IC507 IC907	AC520U EH510Z EH10Z		PR915 PR930	JC5003	IP050S	
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1125 GC1020 GC1025 GC4125	KC5025 KC730 KC5525	CP200 CP500	IC354 IC3028	AC520U EH520Z EH20Z	GH330 GH730	PR630 PR915 PR930	JC5015	IP100S	
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF	GC1020 GC2035	KC5025 KC5525	CP500	IC908 IC928 IC1008 IC1028		AH120	PR630 PR660	JC5015		
		M40		GC2145			IC228 IC328	AC530U		PR660			
	K	K01						EH10Z	AH110		JC5003		
		K10			KC5010 KC5510	CP200		EH10Z	GH110 AH110		JC5003 JC5015		
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF	GC1020	KC7015	CP200 CP250	IC928 IC1008 IC908 IC22	EH20Z	AH120		JC5015		
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF	GC4125	KC7225	CP500	IC928 IC1008 IC908 IC22						
		S	S01	VP05RT	GC1105					AH110	PR915	JC5003	
	S	S10	VP05RT VP10RT VP20RT	GC1115 GC1005 GC1025	KC5410 KC5010 KC5510	CP200 CP250 CP500		AC510U EH510Z EH10Z	AH120	PR915	JC5015		
		S20	VP10RT VP20RT VP15TF	GC4125	KC5025 KC5525	CP250 CP500		AC520U EH20Z EH520Z		PR915			
		S30	VP15TF	GC2145									
		Fresado	P	P01	VP05HT				ACP100			JC5003	PTH08M PCA08M PCS08M TB6005 JX1005
				P10	VP10H		KC715M		IC903 IC950	ACZ310 ACP100		PR730 PR830	JC5003 JC5030
P20	VP15TF			GC1025	KC522M KC525M	F25M	IC950 IC900 IC908 IC910	ACZ310 ACZ330 ACP200		PR630 PR730 PR830 PR660	JC5015 JC5030 JC5040	TB6020 CY150 CY15 JX1015	
P30	VP15TF VP30RT			GC1030	KC725M	F25M F30M	IC900 IC928 IC300 IC328	ACZ330 ACZ350 ACZ200	GH330 AH330 AH120 AH740	PR630 PR660 PR730 PR830	JC5015 JC5040	TB6045 CY250 CY25 HC844 JX1045 PTH30E	
P40	VP30RT				KC735M	F40M T60M	IC900 IC928 IC300 IC328	ACZ350 ACP300	AH120	PR660	JC5040	PTH30E TB6060 PTH40H JX1060 GF30 GX30	
M	M01											PCS08M	
	M10			GC1025	KC715M					PR630 PR730 PR830	JC5003	CY9020 JX1020	
	M20		VP15TF VP20RT	GC2030	KC522M KC525M	F25M	IC900 IC903 IC908 IC928	ACZ310 EH20Z	GH330	PR630 PR730 PR830 PR660	JC5015 JC5030 JC5040 JC4015	TB6020 CY150 CY15 JX1015	
	M30		VP15TF VP20RT VP30RT	GC2030	KC725M KC735M	F30M F40M	IC928 IC328	ACZ330 EH20Z ACZ350	AH120	PR630 PR660 PR730 PR830	JC5015 JC5030 JC5040 JC4015	TB6045 CY250 CY25 HC844 JX1045	
	M40		VP30RT			F40M	IC928 IC328	ACZ350	AH140	PR660	JC5015	TB6060 PTH40H JX1060 GF30 GX30	
K	K01								AH110	PR510 PR905	JC5003	PTH08M PCA08M PCS08M	
	K10				KC510M		IC900 IC910	ACZ310 ACK200	AH110 GH110	PR510 PR905	JC5003	CY9020 TB6005 CY100H CY10H	
	K20		VP15TF VP20RT		KC520M KC525M		IC910 IC950	ACZ310 ACK200	AH120	PR510 PR905	JC5015	TB6020 CY150 CY15 PTH13S JX1015	
	K30		VP15TF VP20RT		KC725M KC735M		IC908 IC950 IC928	ACZ330 ACK300			JC5015	TB6045 CY250 CY25 PTH40H PTH30E JX1045	
	S		S01	VP05HT							JC5003		
S	S10		VP10H VP15TF		KC510M		IC908		AH120	PR660	JC5015	PCS08M	
	S20		VP15TF	GC1025	KC522M KC525M		IC908			PR660		CY100H CY10H	
	S30		VP15TF	GC2030	KC725M	F40M	IC328 IC928			PR660			
	H		H01									JC5003	
			H10	VP15TF		KC635M	F15M					JC5015	PTH08M PCA08M JX1005 TB6005
H20		VP15TF		KC635M	F15M								
H30		VP15TF		KC530M	F30M								

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

CBN

	ISO		Mitsubishi Carbide	Sandvik	Seco Tools	Element Six	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Clasificación	Símbolo								
Torneado	H	H01	MBC010		CBN100 CBN100P CBN050C		BNC100 BNX10	BX310 BXC30	KBN10B KBN10N	
		H10	MBC020 MB8025	CB7015 CB7020	CBN150	DCC500	BNC160 BNX20	BX330 BXA30	KBN510 KBN10C KBN25C	JBN300
		H20	MBC020 MB8025 MB825	CB7050	CBN200	DCN450	BN250 BNC200 BNX25	BX360 BXA40	KBN525 KBN10M KBN25M	JBN245
		H30	MBC020 MB835		CBN350	DCX650	BNC300 BN350	BX380 BXC50	KBN900	
	S	S01	MB730				BN700	BX950 BX450 BX480	KBN65M	
		S10								
		S20								
		S30								
	K	K01	MB710				BN500	BX930	KBN65B	
		K10	MB710 MB730	CB7050	CBN200	DBC80	BN700	BX470 BX480 BX950	KBN900	JBN795
		K20	MB730 MBS140 BC5030		CBN300	DBS900	BN700 BNS800	BX90S BXC90		JBN330
		K30	MBS140 BC5030				BNS800	BXC90		
	Aleaciones sinterizadas		MB4020				BN700	BX480		

PCD

	ISO		Mitsubishi Carbide	Sandvik	GE	Element Six	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet
	Clasificación	Símbolo								
Torneado	N	N01			1700	CTH025	DA90	DX180	KPD025	JDA735
		N10	MD220	CD10	1500	CTB010	DA150	DX160	KPD010	JDA745
		N20	MD220		1300	CTB002	DA200 DA2200	DX140 DX120	KPD002	JDA715 JDA10
		N30			1600		DA1000		KPD001	

(Nota) La tabla de arriba está extraída de una publicación. No tenemos confirmación de cada compañía.

TABLA DE COMPARACIÓN DE ROMPEVIRUTAS

PLACA TIPO NEGATIVA

Clasificación ISO	Tipo de mecanizado	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
P	Acabado	PK* FH FY	QF	UF, FF	FF1	FA FL	01* TF ZF	DP* GP, VF XP, XP-T		FE
	Ligero	C SA SH	PF MF	LF, FN	MF2	SU LU SX	NS, 27 TSF, TS	HQ, CQ	PF UR UA, UT	BE BH, CE
	Ligero (Acero medio)	SY					17	XQ, XS		
	Ligero (Con Wiper)	SW	WP, WF	FW	W-MF2	LUW	AFW, ASW	WP, WQ		
	Medio	MP, MV MA MH	PM QM SM	MG, MN	MF3 MF5, M3 M5	GU UG GE, UX	NM, ZM, AS TM DM, 37	CJ, GS PS, HS PT, CS	PG UB	CT, AB AH AY, AE
	Medio (Con Wiper)	MW	WMX, WM	MW	W-M3	GUW				
	Semi-Pesado	GH	PR	RN	MR7	MU, MX	TH	PH GT, HT	UD, GG	AR, RE
	Pesado	HZ HX HV	QR, PR HR	MR RM, RH	R4, R6 R7 RR9	MP HG, HP	57 65, TU	PX HX	UC	TE, UE HX HE, H
M	Acabado Ligero	SH	MF	K, FP		SU	SS	MQ, GU		MP, SE
	Medio	MS ES	MM	P, MP	MF4	EX, UP	SA, SM S	MS, MU SU, HU ST	SF SG	PV, DE
	Pesado	GH HZ	MR MR	RP	M5, MR7 56, R6	MP				
K	Acabado Ligero	MA	KF	FN	M4	UZ	CF	Estándar		VA
	Medio	Estándar	KM	Estándar, UN		GZ, UX	CM, 33, Estándar	C, ZS, GC		V
	Pesado	Sin rompevirutas	KR			Sin rompevirutas	CH, Sin rompevirutas	Sin rompevirutas		
S	Acabado	FJ*		FS, K	MF1					
	Ligero	MJ, MJ*				SU*		TK		
	Medio	MS	○NGP*, 23	○NGP*	M1		SA			
	Pesado	GJ	SR	MS						

*Placa con forma redonda.

(Nota) En el cuadro anterior esta basado en información publicada por cada fabricante.

TABLA DE COMPARACIÓN DE ROMPEVIRUTAS



PLACA POSITIVA DE 7°

Clasificación ISO	Tipo de mecanizado	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
P	Acabado	SMG *	UM *	LF *		FC, SC *	JS, 01 *	CF, CK * GQ *		
	Acabado Ligero	FV SV	UF, PF	11, UF LF	FF1 F1	FP, LU SU, SK	PF, PS	GP XP, VF		JQ
	Ligero (Con Wiper)	SW	WK * WF, WP	FW	W-F1	LUW				
	Medio	MV Estándar	UM, PM	MF	F2	MU	23 PM, 24	HQ XQ, GK	FT	JE
	Medio (Con Wiper)	MW	WM	MW						
M	Acabado Ligero	SV	MF				SS *			MP
	Medio	Estándar	MM							
K	Medio	Sin rompevirutas	KF, KM, KR			Sin rompevirutas *	Sin rompevirutas	Sin rompevirutas *	FT	
N	Medio	AZ *	AL *	HP *	AL *	AG, AW *	AL *	AH *	ASF * ALU * ACB *	
S	Acabado Ligero	FJ *		LF * HP *		SC *				

*Placa con forma redonda.

(Nota) En el cuadro anterior esta basado en información publicada por cada fabricante.

PLACA POSITIVA DE 11°

Clasificación ISO	Tipo de mecanizado	Mitsubishi Carbide	Sandvik	Kennametal	Seco Tools	Sumitomo Electric	Tungaloy	Kyocera	Dijet	Hitachi Tool
P	Acabado Ligero	SV	PF	UF LF		FK LU SU	01 * PF PS	GP XP		JQ
	Medio	MV	PM	MF		MU	PM 23 24	HQ XQ		JE
M	Acabado Ligero	SV	MF				SS *			MP
	Medio	MV	MM							

*Placa con forma redonda.

(Nota) En el cuadro anterior esta basado en información publicada por cada fabricante.

Memo

A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.