



Piense en **confianza**, piense en **HSS**

TALADRADO

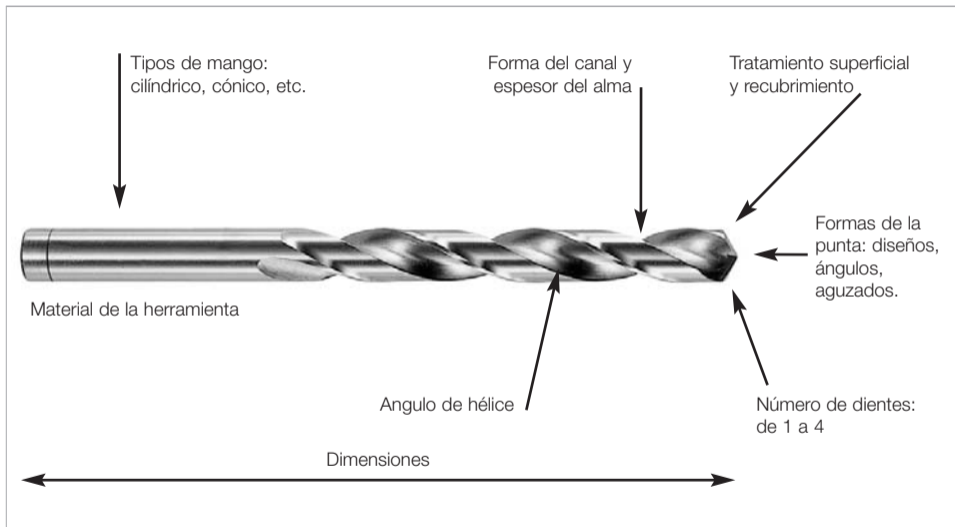
HERRAMIENTAS DE TALADRADO

- 2 Esquema de una broca
- 3 ¿Qué tipo de HSS para el máximo rendimiento?
- 4 Tratamientos superficiales para el mejor rendimiento
- 5 Vocabulario
- 6 Elija el largo de corte optimo
- 7 Elija el diseño correcto
- 8 Otros diseños de brocas
- 9 Espesor del alma
- 10 Diferentes ángulos de hélice
- 11 Ángulos de punta
- 12 Ejemplos de diseños de la punta
- 13 Ejemplos de aguzados de la punta
- 14 Ventajas del aguzado

- 15 Tipos de brocas
- 16 Exactitud y centrado del agujero
- 17 Sujeciones de la broca

PROCESO DE TALADRADO

- 18 Fundamentos del taladrado
- 19 Velocidades de corte típicas
- 20 Avances
- 21 Refrigeración y evacuación de la viruta
- 22 Brocas con agujero de refrigeración
- 23 Como controlar el desgaste
- 24 Información que aporta la viruta
- 25 Resuelva sus problemas de taladrado
- 26 Consejos para condiciones especiales de taladrado
- 27 Formulas útiles para taladrado



CONSEJO DEL FABRICANTE

Descubra el rendimiento de las brocas recubiertas

HSS-PM, especialmente cuando fallan las brocas de metal duro

HSS

- Para uso general

HSS-E 5% cobalto

- Elección básica para aplicaciones industriales

HSS-E 8% cobalto

- Para taladrado de materiales difíciles de mecanizar

HSS-PM (pulvimetalúrgico)

- Para mecanización de alto rendimiento
- Combina el rendimiento del metal duro con la tenacidad del HSS

Fundición gris

CASO PRACTICO

Operación

Herramienta

Datos de corte

Vida de la herramienta

Coste por agujero

- Taladrado de agujeros \varnothing 8,25 mm, profundidad 80 mm

- Broca HSS-PM recubierta

- v_c 60 m/min, f_z 0,25 mm /rev.

- **Más del doble** comparado con metal duro (812 agujeros contra 375)

- La mitad comparado con el metal duro

CONSEJO DEL FABRICANTE

La evacuación de viruta es más fácil con brocas recubiertas, debido a la menor fricción y al incremento en los datos de corte

Los recubrimientos DLC pueden usarse también para taladrar materiales no ferrosos.

Oxidación al vapor

- Tratamiento superficial común
- Solo para materiales ferrosos

Nitruro

- Uso poco frecuente
- Para fundición y aluminio

TiN Dorado

- Recubrimiento convencional multipropósito
- Eficiente en costo
- Rendimiento medio

TiCN Gris-violeta

- Alta resistencia al desgaste
- Para aceros
- Para cortes interrumpidos en materiales difíciles de mecanizar

TiAlN o TiAlCN Negro-violeta

- Recubrimiento multipropósito de alto rendimiento, para mayores velocidades de corte
- Para aleaciones ferrosas (aceros, fundiciones), materiales duros y/o abrasivos
- Adecuado para mecanizado en seco

MoS₂ o WC-C Gris-negro

- Buenas propiedades anti-soldadura, reduce la fricción
- Usado en combinación con otros recubrimientos
- Adecuado para mecanizado en seco

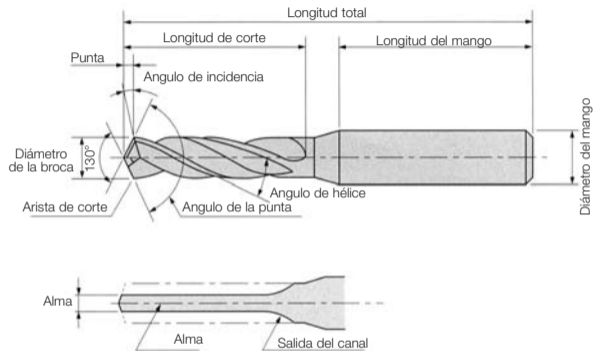
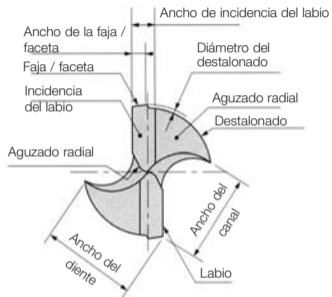
**LA BROCA
ALREDEDOR
DEL MUNDO**

Francés: un foret

Alemán: ein Bohrer

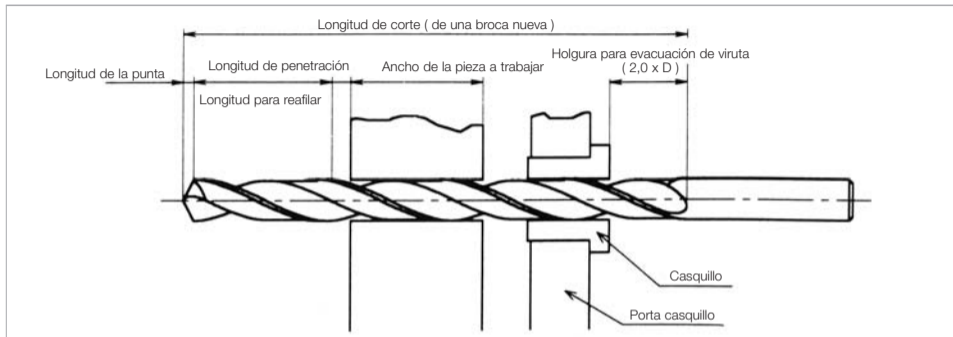
Italiano: una punta

Inglés: a drill



CONSEJO DEL FABRICANTE

Las brocas largas se deben utilizar solo cuando es estrictamente necesario.



El largo de corte es uno de los determinantes más críticos de la vida de la herramienta: para una mayor vida de la herramienta, el largo de corte debería ser lo más corto posible. Un largo de corte mayor da lugar a una menor rigidez de la broca, lo cual causa un taladrado inestable.

En la mayoría de operaciones, el largo de corte puede ser calculado de la siguiente forma :

- Profundidad del agujero
- + largo del casquillo
- + distancia entre el casquillo y la pieza a trabajar
- + 2x diámetro (holgura para evacuación de viruta)
- + longitud para reafilar
- + longitud de penetración

CONSEJO DEL FABRICANTE

Las brocas compactas son también adecuadas para el taladrado de alto rendimiento gracias a sus avanzados diseños, recubrimientos y al PM HSS.



La más común

Broca compacta

- + Herramientas multipropósito
- + El rango más amplio de diámetros (desde 0,05 hasta 80 mm o superior)
- + Disponible en 4 longitudes: extra corta, corta, larga y extra larga
- + Las herramientas más largas (por ejemplo 1000 mm, en diámetro de 10 mm)



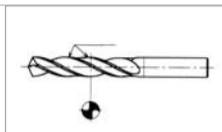
Broca con insertos HSS

- Para taladrar agujeros grandes, especialmente mayores de 20 mm, o para operaciones combinadas
- + No es necesario su reafilado (insertos desechables)
 - + Portaherramientas multipropósito, para diferentes diámetros de insertos
 - + Punta autocentrante y filos vivos para disminuir los esfuerzos de corte, comparado con los insertos de metal duro
 - + Pueden usarse en planchas superpuestas y agujeros > 50mm
 - Mayor fragilidad y menor eficiencia de coste en diámetros pequeños



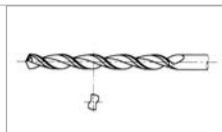
Broca con agujero de refrigeración

Para alto rendimiento y taladrado profundo



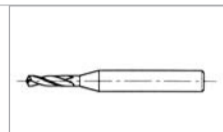
Broca de doble faceta

Para mejorar la calidad del agujero



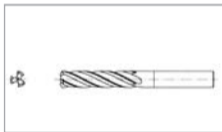
Broca parabólica

Para agujeros profundos



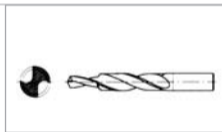
Broca pivote

Rigidez incrementada para agujeros de diámetros pequeños



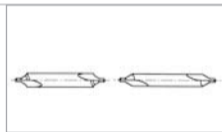
Broca escariador

Elección básica para ensanchar un agujero
Altamente productiva para calidad de agujero IT8



Broca escalonada

Para operaciones combinadas en una sola operación



Broca de centrar

Para producir los agujeros centrantes necesarios para operaciones de torneado y rectificado

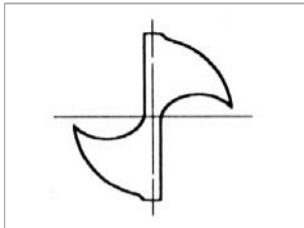


Broca de puntear

Para puntear y hacer el chafán de entrada

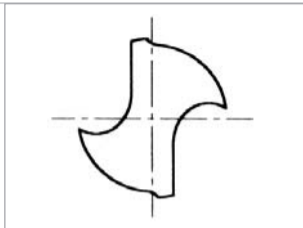
**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

*El alma es
la columna vertebral
de la broca*



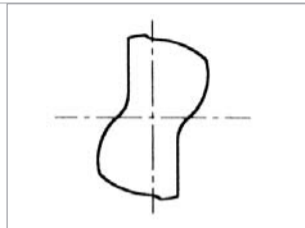
Convencional

- Para uso general
- Gran desalajo de viruta
- Espesor del alma pequeño :
0,10~0,25 D



Alma reforzada

- Gran rigidez cuando hay un gran índice de avance.
Es necesario aguzar para disminuir el esfuerzo de penetración.
- Utilizado para aceros y fundición
- Para taladrado de gran rendimiento y una mayor vida de la herramienta
- Espesor del alma: 0,20-0,35 D

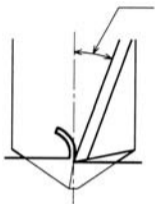


Tipo parabólico

- Gran rigidez con desalajo de viruta uniforme
- Utilizado para aleaciones de aluminio y aceros inoxidables
- Larga vida de la herramienta
- Para agujeros profundos, para prevenir roturas de la broca o agujeros curvos.
- Espesor del alma: 0,30-0,45 D

**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

No olvide que en una broca el ángulo de hélice es el mismo que el ángulo de corte



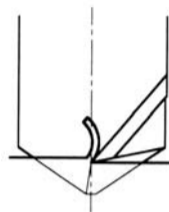
Angulo de hélice pequeño

- Uso : materiales duros, bronce, latón
- También recomendado para brocas de diámetro pequeño, para mejorar la rigidez de la herramienta
- + Incremento de la resistencia del filo de corte
 - Incremento de las fuerzas de corte

30°

Angulo de hélice standard

- Elección básica
- El diseño más común

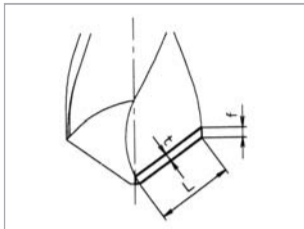


Angulo de hélice grande

- Uso : materiales blandos (aluminio, cobre)
- + Reducción de las fuerzas de corte
 - Disminución de la resistencia del filo de corte

**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

Las brocas HSS ofrecen el mayor rango de ángulos de la punta: ¡úsalos!



Angulo pequeño

Ángulos pequeños: 90°

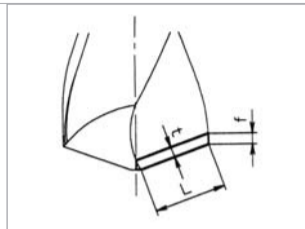
Para materiales blandos

**118°
o 120°**

Angulo standard

Uso general

Nota: el ángulo de la punta influye en el esfuerzo de penetración y torsión así como en el largo del filo de corte y en el grosor de la viruta.



Angulo grande

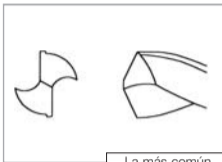
Ángulos grandes: 130°, 135° o 140°

Para materiales duros

Previene la desviación de la broca bajo condiciones de corte especiales (agujeros profundos, agujeros cruzados, agujeros para pasadores, agujeros en ángulo, etc.)

**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

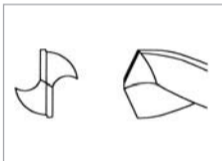
*Aumente la calidad
y el rendimiento
del taladrado :
elija el diseño más
apropiado de punta*



La más común

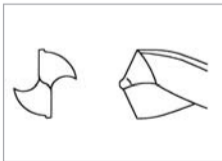
Cónica

- Broca convencional
- Uso general



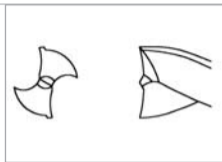
Cuatro facetas

- Para agujeros con tolerancias precisas
- Recomendado para agujeros pequeños
- Fácil de reafilarse



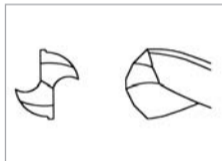
Espiral

- Buen centrado
- Reduce la rebaba
- Uso : aluminio



Punta de centrar

- Posicionamiento fácil de la broca
- Previene la rebaba y las vibraciones al taladrar chapas finas y tubos
- Uso: aceros estructurales

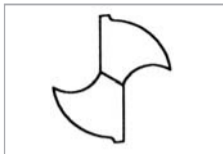


Doble ángulo

- Alta resistencia en la esquina del filo
- Uso : material endurecido, material abrasivo y fundición

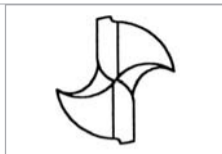
**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

*Las brocas
avanzadas HSS
son autocentrantes:
no se requieren
brocas de centrado
previo*



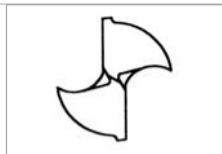
Sin aguzado

- Uso general



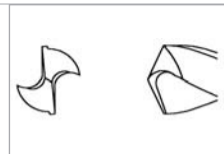
Tres pendientes

- Filo de corte preciso
- Para materiales de difícil mecanización o agujeros profundos



Tipo W

- Para taladrado fuerte y materiales duros
- Efectivo para prevenir el mellado del filo



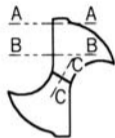
Punta radial

- Para taladrado fuerte. Buena acción de taladrado
- Produce viruta corta
- Efectivo para reducir el esfuerzo de penetración

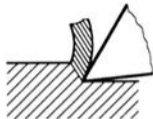
CONSEJO DEL FABRICANTE

El aguzado de la punta reduce la fuerza de empuje para unas mejores condiciones de corte, exactitud del agujero y vida de la herramienta

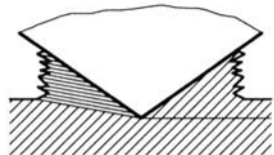
Geometría standard de la broca (sin aguzado de la punta)



A-A Sección transversal
Angulo positivo

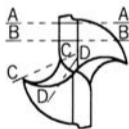


B-B Sección transversal
Angulo positivo

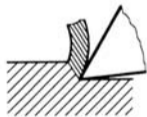


C-C Sección transversal
No corta, solo deforma

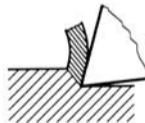
Geometría avanzada de la broca (con aguzado de la punta)



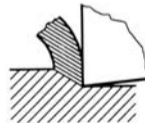
A-A Sección transversal
Angulo positivo



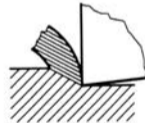
B-B Sección transversal
Angulo positivo



C-C Sección transversal
Angulo positivo



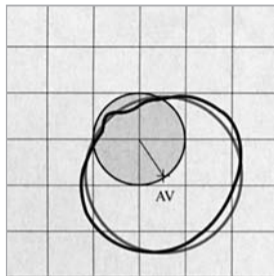
D-D Sección transversal
Angulo positivo



TIPO	ALMA	ANGULO DE HELICE	ANGULO DE LA PUNTA	USO
N	Alma normal	Standard (30°)	Standard (118° o 120°)	Materiales férricos Fundición
H	Alma pequeña	Pequeña (12 o 16°)	Standard (118° o 120°) o grande (130°)	Materiales de viruta corta - Bronce - Latón
W	Alma pequeña	Alta (35-40°)	Grande (130°)	Materiales de viruta larga - Aleaciones de aluminio - Cobre
Parabólica	Alma grande o alma pequeña	Alta (35-40°)	Standard (118-120°) o grande (130°)	Materiales fáciles de mecanizar - Materiales de viruta larga
Gran rigidez	Alma grande	Media (20-35°)	Grande (130°)	Materiales difíciles de mecanizar (aceros inoxidables, aceros resistentes al calor, aceros para muelles)

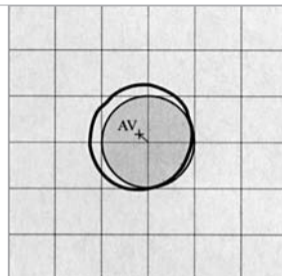
**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

*Mejore la exactitud
del agujero con
brocas HSS
avanzadas*



Geometría standard

- Diámetro de la herramienta: 10 mm
- Diámetro del agujero: 10,07 mm
- Centrado pobre: AV 0,15 mm
- IT12



Geometría avanzada

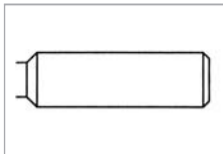
- Diámetro de la herramienta: 10 mm
- Diámetro del agujero: 10,025 mm
- Centrado mejorado: AV 0,045 mm
- IT9

**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

*Las brocas también
están disponibles :*

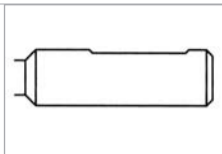
*- con mango
reforzado para una
mayor rigidez y
herramientas
pequeñas*

*- o con un mango
menor para tornos
de barra*



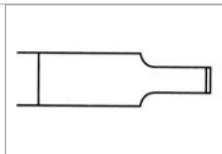
Mango cilíndrico

- Elección básica



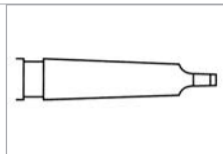
**Mango cilíndrico con
plano inclinado**

- Para grandes diámetros
(entre 6-20 mm)
- Para brocas con agujero
de refrigeración
- Facilita el agarre de la
broca en el porta brocas



**Mango cilíndrico con
lengüeta de arrastre**

- Para un cambio rápido
de la herramienta
- Agarre simple con gran
rigidez
- Mayor centrado



**Mango cónico con
lengüeta de arrastre**

- Para grandes diámetros
- Para un cambio rápido
de la herramienta
- Gran rigidez

**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

*¿Lo sabía?
Hay agujeros
taladrados
en el 75%
de todas
las piezas
mecánicas*

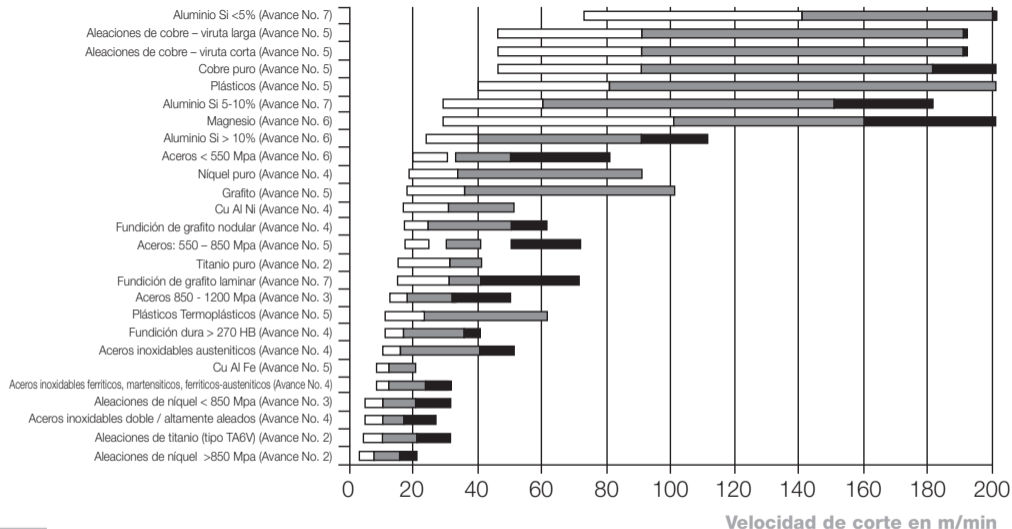


- El taladrado es una operación de mecanizado en el cual la herramienta rota con un desplazamiento axial excepto cuando se monta en un torno, donde la broca está fija y las barras a taladrar rotan.
- En el taladrado, la velocidad de corte varía a lo largo del filo cortante. En la punta de la broca, la velocidad de corte es cero. La punta no corta sino que empuja al metal.

□ Broca HSS sin recubrir

■ Broca HSS recubierta

■ Broca PM-HSS recubierta



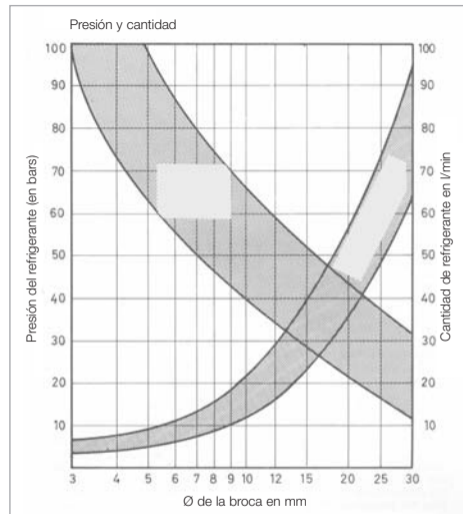
Ø Broca	Columna de Avance No,								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	F (mm/rev.)								
0,50	0,004	0,006	0,007	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,019
1,00	0,006	0,008	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,023	0,025
2,00	0,020	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125
2,50	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160
3,15	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,160
4,00	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,200
5,00	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250
6,30	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315
8,00	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,315
10,00	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,400
12,50	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500
16,00	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630
20,00	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,630
25,00	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	0,800
31,50	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000
40,00	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250
50,00	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250	1,250
63,00	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250	1,600	1,600
80,00	0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250	1,600	1,600	2,000



**CONSEJO DEL
FABRICANTE**

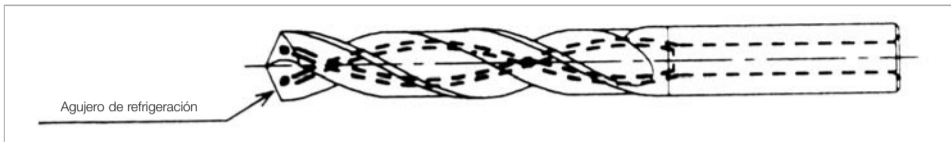
*Las brocas con
agujero de
refrigeración
incrementan la vida
de la herramienta*

- Los fluidos de corte son esenciales para la evacuación de calor, la salida de viruta y para la lubricación, para prevenir el desgaste por adhesión del material en la punta de la broca (donde la velocidad de corte es cero).
- En el taladrado se suelen preferir los aceites solubles, pero también se puede utilizar aceite puro.
- Los aceites solubles con aditivos prolongan significativamente la vida de la herramienta de las brocas HSS
- El fluido de corte debe ser directamente suministrado al filo de corte
- El volumen de lubricante requerido depende del diámetro de la broca, la profundidad del agujero y las condiciones de corte.



CONSEJO DEL FABRICANTE

Las brocas con agujero de refrigeración son esenciales para una vida de la herramienta más larga, una mayor velocidad y agujeros profundos



Ventajas de las brocas con agujero de refrigeración y refrigerante de alta presión

- + previene la adherencia de la viruta
- + previene los daños por reacciones químicas que ocurren a altas temperaturas

- + prolonga la vida de la herramienta (hasta un 300%)
- + permite un incremento de las velocidades de corte más de un 30%
- + mejora el acabado superficial

CASO PRACTICO

Fundición

- | | |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operación | • Taladrado de agujeros \varnothing 8,25 mm, L 80 mm en una pieza de automoción |
| Herramienta | • HSS-PM 9% Co. Broca con agujero de refrigeración + recubrimiento + geometría especial |
| Condiciones de corte | • v_c 60 m/min, f 0,25 mm/rev |
| Vida de la herramienta | • más del doble comparada con una broca de metal duro (812 agujeros contra 375 agujeros) |
| Coste por agujero | • la mitad comparado con una broca de metal duro |

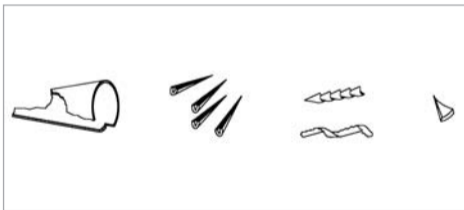
Desgaste en el flanco	Desgaste localizado	Mellado de los filos de corte	Deformación	Filo recrecido
<ul style="list-style-type: none"> • Muestra de desgaste normal • Aumente la velocidad de corte (v_c) y/o el avance (f_z) • Aumente el ángulo efectivo de corte 	<ul style="list-style-type: none"> • Debe ser evitado • Disminuya la velocidad de corte (v_c) y/o el avance (f_z) • Use una herramienta recubierta y un material HSS más duro 	<ul style="list-style-type: none"> • Debe ser evitado • Disminuya la velocidad de corte (v_c), incremente la presión del refrigerante • Use un material HSS más tenaz 	<ul style="list-style-type: none"> • Debe ser evitada • Disminuya la velocidad de corte (v_c) y/o el avance (f_z) • Use una herramienta recubierta y un material HSS más duro 	<ul style="list-style-type: none"> • Debe ser evitado • Aumente la velocidad de corte (v_c) y/o el avance • Use una herramienta recubierta y un material HSS más duro

CONSEJO DEL FABRICANTE

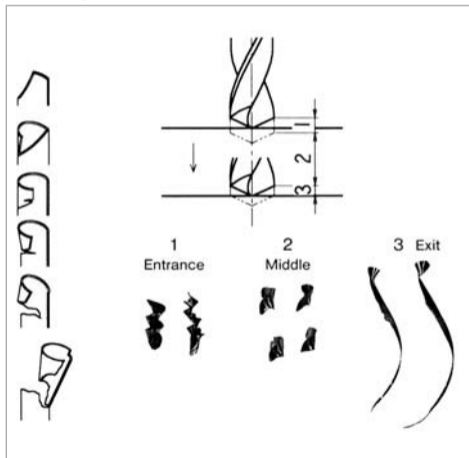
La viruta corta prueba que el avance esta bien elegido

- La viruta larga y rizada se adhiere al canal y no permite que el refrigerante se introduzca en el agujero. El resultado es que la herramienta se funde o se rompe.
- Cuando es muy corta, la viruta es difícil de evacuar y algunas veces obstruye el canal. Esto perjudica la calidad del agujero y acorta la vida de la herramienta.

Formas de la viruta de taladrado



Forma de la viruta en cada una de las etapas del proceso de taladrado cuando se utiliza una broca aguzada



Problema	Causas	Soluciones
Agujero más grande	Perdida de sujeción, ángulo de la punta desigual, filos de corte desiguales	Chequear porta-herramientas y holguras Reafilarse y chequear la precisión
Agujero irregular	Perdida de sujeción, ángulo de la punta desigual, longitud de los filos de corte grande, excesivo avance, mala lubricación	Chequear el porta-herramientas y holguras Reafilarse y chequear la precisión Disminuir el avance Usar una broca con agujero de refrigeración
Baja precisión de posicionamiento	Holgura del husillo Baja exactitud del alineamiento Holgura durante el corte	Chequear porta-herramientas y holguras, revisar el alineamiento, seleccionar un aguzado que disminuya la fuerza de corte, usar un casquillo o un elemento de centrado
Baja perpendicularidad del agujero	Desgaste excesivo de la herramienta, ángulo de la punta desigual, superficie de taladrado no horizontal, mala alineación (en tornos)	Reafilarse y chequear la precisión, chequear la posición de la pieza a trabajar, realizar un punteo previo
Agujero deformado	Ángulo de la punta desigual, pérdida de sujeción, demasiado ángulo de incidencia, baja rigidez de la broca	Reafilarse y chequear la precisión Chequear porta-herramientas y holguras Usar una broca de alma gruesa
Acabado superficial malo	Mal reafilado, problemas de refrigeración, pérdida de sujeción, excesivo avance, amontonamiento de viruta	Reafilarse correctamente, incrementar el volumen de refrigerante y mejorar la calidad, reducir el avance, seleccionar una broca con canal más ancho, mayor hélice o con agujero de refrigeración
Rotura de la broca	Baja rigidez, avance excesivo, desgaste de la herramienta, amontonamiento de la viruta, entrada difícil	Incrementar la rigidez, reducir el avance, seleccionar una broca con canal más ancho, mayor hélice o con agujero de refrigeración, usar un casquillo o un elemento de centrado
Rotura de la lengüeta	Deslizamiento del porta brocas, defectos (desgaste, virutas) de la superficie interior del cono morse	Limpiar la superficie del porta-herramientas o cambiar el porta-herramientas

Taladrado de una superficie inclinada

- Fresar una superficie plana antes de taladrar
- Hacer un agujero previo con una broca de centrar o de menor diámetro
- Usar un casquillo-guía
- Usar una broca de gran rigidez
- Reducir el avance

Agujero pasante y agujero no simétrico

- Evitarlo
- Usar una broca de gran rigidez o una broca de doble faceta
- Reducir el avance
- Rellenar el agujero con el mismo material para igualar el corte

Taladrado de chapas

- Usar una placa de sufrimiento
- Usar una broca escalonada
- Reducir el avance

Taladrado de laminas superpuestas

- Usar una broca escalonada
- Reducir el avance

Taladrado de tuberías

- Usar una broca escalonada
- Usar una fresa en vez de una broca

Símbolo	Unidad	Nombre
D	mm	Diámetro de la herramienta
I	mm	Profundidad del agujero
L	mm	Longitud total: longitud de aproximación + profundidad del agujero + largo de la punta
N	rev/min	Revoluciones por minuto

Símbolo	Unidad	Nombre	Formulas
v_c	m/min	Velocidad de corte	$v_c = \frac{\pi DN}{1000}$
v_f	mm/min	Avance por minuto	$v_f = Nf$
f	mm/rev	Avance por revolución	$f = \frac{v_f}{N}$
T	min	Tiempo de mecanizado	$T = \frac{L}{fN}$