



Pensa **all'affidabilità**, Pensa **HSS**

FORATURA

UTENSILI PER FORARE

- 2** Zoom su una punta
- 3** Quale HSS per la massima efficienza?
- 4** Trattamenti superficiali per le migliori prestazioni
- 5** Vocabolario
- 6** Scelta della lunghezza dell'elica
- 7** Scelta del design appropriato
- 8** Altri design per punta integrale
- 9** Spessore del nucleo
- 10** Differenti angoli di elica
- 11** Angoli di punta
- 12** Esempi di design di punta
- 13** Esempi di assottigliamenti
- 14** I benefici dell'assottigliamento di punta
- 15** Tipi di punte

16 Accuratezza e posizionamento del foro

17 Serraggio delle punte

PROCESSO DI FORATURA

18 Le basi della foratura

19 Tipiche velocità di taglio

20 Avanzamenti

21 Raffreddamento e rimozione del truciolo

22 Punta con foro di lubrificazione

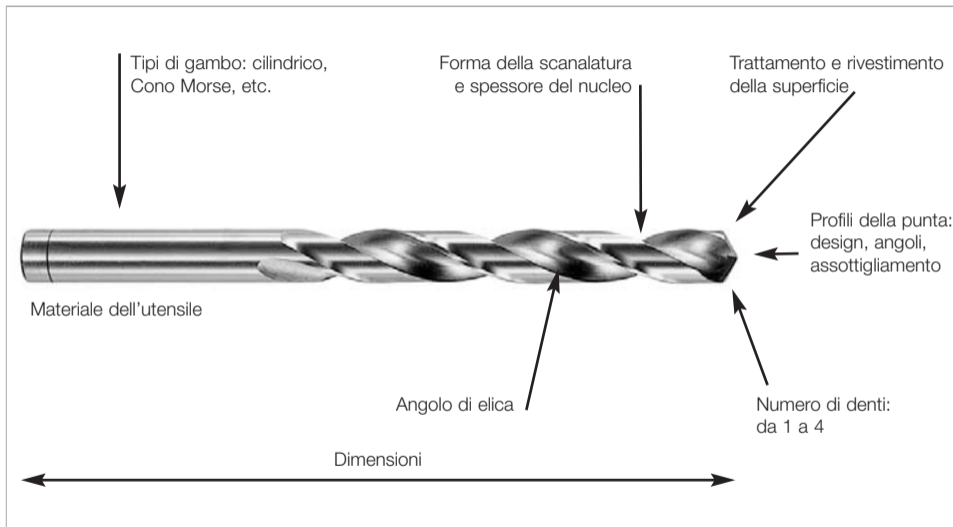
23 Come controllare l'usura

24 Cosa dicono i trucioli

25 Risolvete i problemi di foratura

26 Suggerimenti per condizioni speciali di foratura

27 Formule utili per la foratura



**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Scoprite
le prestazioni
delle punte rivestite
HSS-PM, soprattutto
quando le punte in
Metallo Duro non
danno buoni risultati*

HSS

- Per uso convenzionale

HSS-E 5% cobalto

- Scelta base per applicazioni industriali

HSS-E 8% cobalto

- Per la foratura di materiali difficili da lavorare

HSS-PM (metallurgia delle polveri)

- Per lavorazioni di alta qualità
- Combina le prestazioni del metallo duro con la tenacità dell' HSS

Ghisa grigia

UNA STORIA DI SUCCESSO

Operazione

- Perforazione di fori \varnothing 8,25 mm, profondità 80 mm

Utensile

- Punta rivestita HSS-PM

Dati di taglio

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

Vita dell'utensile

- **Più che raddoppiata** paragonata con il metallo duro (812 fori contro 375)

Costo per foro

- **Diviso per 2** paragonato con il metallo duro

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

La rimozione del truciolo è più semplice con punte rivestite, a causa dell'attrito inferiore e dell'aumento dei parametri di taglio. I rivestimenti DLC possono anche venire impiegati per forare materiali non ferrosi.

**Vaporizzazione
ossidante**

- Trattamento superficiale comune
- Solo per materiali ferrosi

Nitrurazione

- Utilizzato raramente
- Per ghisa e alluminio

**TiN
Oro**

- Rivestimento convenzionale multiuso
- Efficienza di costo
- Prestazioni medie

**TiCN
Grigio-viola**

- Elevata resistenza all'usura
- Per acciai
- Per tagli interrotti su materiali difficili da lavorare

**TiAlN o
TiAlCN
Nero-viola**

- Rivestimento multiuso a prestazioni elevate, per alte velocità di taglio
- Per leghe ferrose (acciai, ghisa), materiali duri o abrasivi
- Adatto per lavorazione a secco

**MoS₂ o
WC-C
Grigio-nero**

- Buone proprietà anti-saldatura, riduce l'attrito
- Impiegato insieme ad altri rivestimenti
- Adatto a lavorazioni a secco

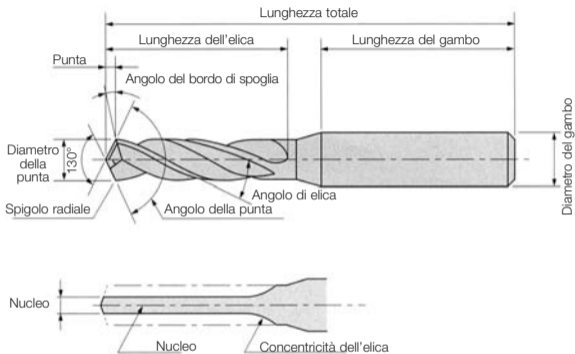
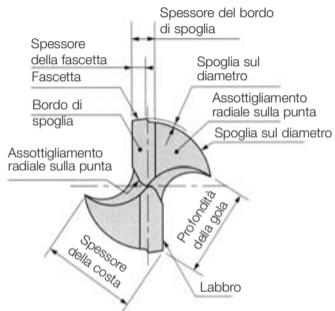
**UNA PUNTA
NEL MONDO**

Francese: un foret

Tedesco: ein Bohrer

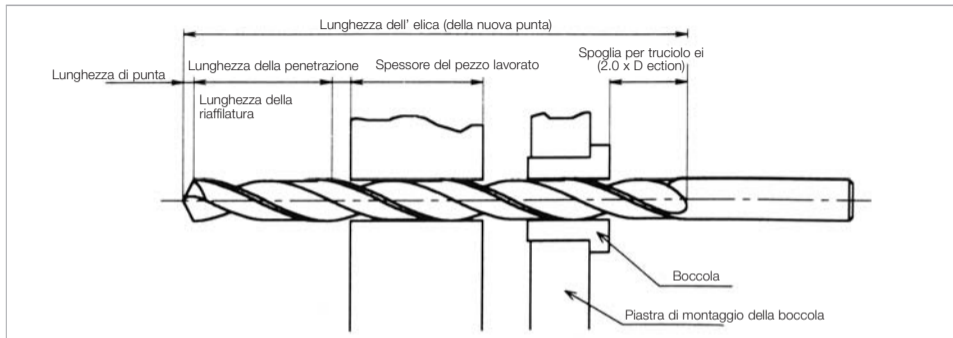
Inglese: a drill

Spagnolo: una broca



**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Le punte più lunghe
dovrebbero essere
usate solo quando
strettamente
necessario*



La lunghezza dell'elica è uno dei punti critici che determinano la vita dell'utensile: per una lunga durata, la lunghezza dell'elica dovrebbe essere la più corta possibile. Una notevole lunghezza dell'elica dà come risultato una minor rigidità della punta, e provoca una foratura instabile.

Nella maggior parte delle operazioni, la lunghezza dell'elica può essere calcolata come segue:

- Profondità del foro
- + lunghezza della boccola
- + distanza tra la boccola e il pezzo
- + 2x diametro (spoglia per espulsione del truciolo)
- + lunghezza della riaffilatura
- + lunghezza della penetrazione

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Le punte elicoidali
integrali sono anche
adatte per elevate
prestazioni
di foratura,
grazie al design
d'avanguardia,
ai rivestimenti
e a HSS-PM*



Le più note

Punte elicoidali integrali

- + Utensili polivalenti
- + La più ampia gamma di diametri (da 0,05 fino a 80 mm o più)
- + Disponibile in 4 lunghezze: extra corta, corta, lunga, extra lunga
- + Gli utensili più lunghi (ad esempio 1000 mm, con diametro 10 mm)



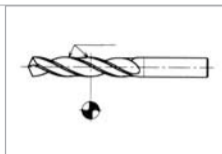
Punte con inserti HSS

- Per fare fori grandi, soprattutto sopra i 20 mm, o per operazioni combinate
- + Non necessitano di riaffilatura (inserti da gettare)
 - + Mandrino polivalente, per vari diametri di inserto
 - + Punta auto-centrante e bordi affilati per forze di taglio inferiori, paragonate con inserti in metallo duro.
 - + Possono essere usate per strati sovrapposti e fori > 50 mm
 - Più fragili e nessuna efficienza di costo nei piccoli diametri



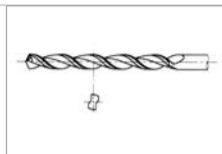
Punta con foro di lubrificazione

Per prestazioni elevate e forature profonde



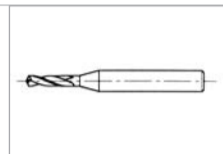
Punta con doppio margine

Per fori di migliore qualità



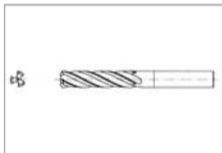
Punta parabolica

Per fori profondi



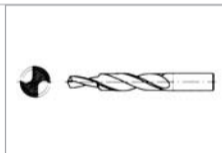
Punta con PIVOT

Rigidità aumentata per fori di piccolo diametro



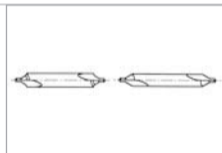
Punta allargatore

Scelta base per allargare un foro
Altamente produttivo per qualità di foro IT8



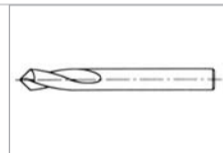
Punta a gradino

Per operazioni combinate in una passata



Punta a centrare

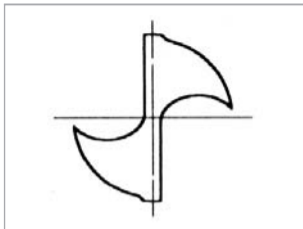
Per produrre fori di centratura che servono per operazioni di tornitura o di rettifica



Punta per prefori

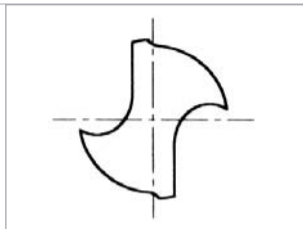
Per centraggio e smussatura

*Il nucleo è l'anima
centrale della punta*



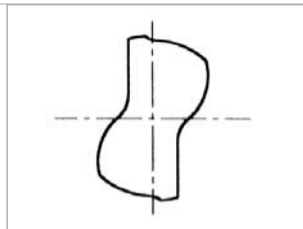
Convenzionale

- Per utilizzi generali
- Ampio vano truciolo
- Piccolo spessore del nucleo:
0,10~0,25 D



Nucleo medio

- Elevata rigidità contro elevata
velocità di avanzamento.
Sono necessari assottigliamenti
per bassi carichi di spinta
- Impiegato per acciaio e ghisa
- Per elevata efficienza della foratura
e per una lunga vita dell'utensile
- Spessore del nucleo: 0,20~0,35 D

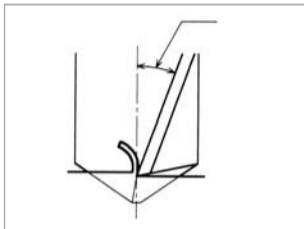


Tipo parabolico

- Elevata rigidità con facilitata
evacuazione del truciolo
- Impiegato per le leghe in alluminio
e acciaio inossidabile
- Lunga vita dell'utensile
- Per fori profondi, per prevenire la
rottura della punta o deviazione del
foro
- Spessore del nucleo: 0,30~0,45 D

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

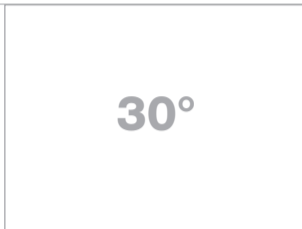
*Non dimenticare
che su un punta
l'angolo di elica
è l'angolo di taglio*



Angolo di elica basso

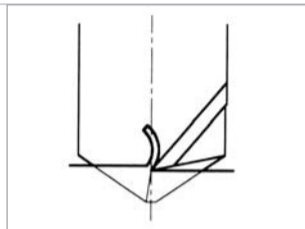
Impiego: materiali duri, bronzo, ottone
Raccomandato anche per punte con
diametro piccolo, per migliorare la
rigidità dell'utensile

- + Aumenta la resistenza del filo
tagliente
- Aumenta le forze di taglio



Angolo di elica standard

Scelta base
Il design più comune



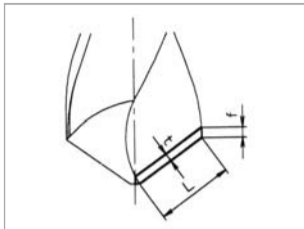
Angolo di elica elevato

Impiego: materiali morbidi (alluminio,
rame)

- + Riduce le forze di taglio
- Diminuisce la resistenza del filo
tagliente

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

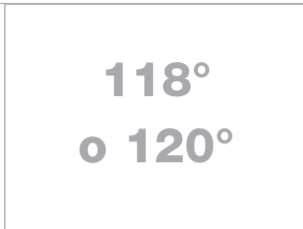
*Le punte HSS
offrono la più vasta
gamma di angoli
di punta:
FATENE BUON USO!*



Angolo piccolo

Angoli piccoli: 90°

Per materiali morbidi

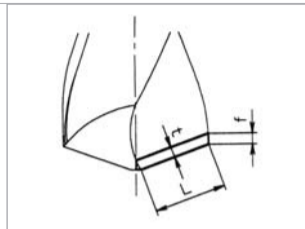


**118°
o 120°**

Angolo standard

Impiego generale

Nota: l'angolo di punta ha un impatto tanto sul carico di spinta e sulla torsione quanto sulla lunghezza del filo tagliente e lo spessore dei trucioli



Angolo ampio

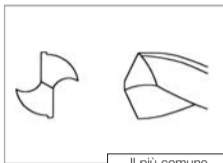
Angoli ampi: 130°, 135° o 140°

Per materiali duri

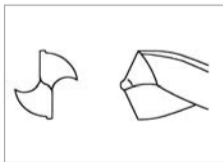
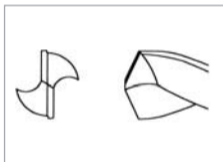
Previene la deviazione della punta in particolari condizioni di foratura (fori profondi, fori interrotti, fori per bloccaggio del perno, fori angolari etc.)

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Qualità e prestazioni
in foratura:
scegliete il corretto
design di punta*



Il più comune



Conico

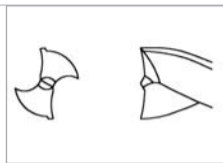
- Punta convenzionale
- Utilizzi generali

Quattro sfaccettature

- Per tolleranze precise del foro
- Raccomandato per piccoli fori
- Facile da riaffilare

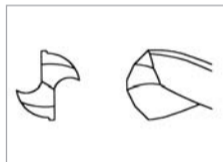
Spirale

- Buona centratura
- Riduce le sbavature
- Impiego: alluminio



Con punta a centrare anteriore

- Facile posizionamento della punta
- Previene sbavature e vibrazioni quando viene utilizzata per forare lamiere sottili e tubature
- Impiego: acciai da costruzioni



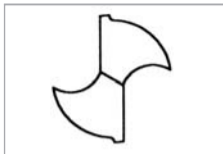
Doppio angolo

- Elevata resistenza angolare
- Impiego: materiali temprati, abrasivi, ghisa



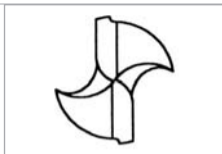
**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Le punte HSS
avanzate sono
autocentranti:
non servono
le punte di
avviamento*



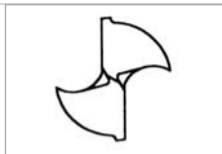
**Nessun
assottigliamento**

- Impiego generale



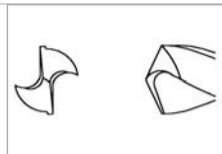
Tre spoglie

- Filo tagliente preciso
- Per materiali difficili da lavorare o fori profondi



Tipo W

- Per forature pesanti e materiali duri
- Efficace per evitare scheggiature



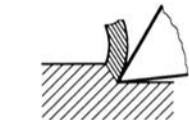
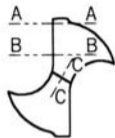
Punta radiale

- Per forature pesanti. Buona azione mordente
- Produce piccoli trucioli spezzati
- Efficace per ridurre il carico di spinta

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*L'assottigliamento
di punta riduce
la forza di spinta
per parametri
di taglio
più elevati,
per l'accuratezza
del foro e la vita
dell'utensile*

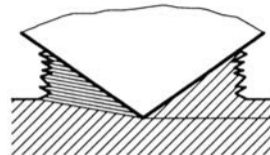
Geometria della punta standard (senza assottigliamento di punta)



A-A Sezione Trasversale
Angolo positivo

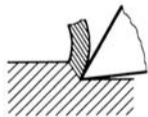
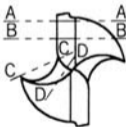


B-B Sezione Trasversale
Angolo positivo

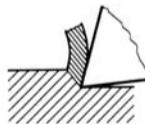


C-C Sezione Trasversale
Non taglia, solo deformazione

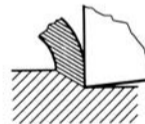
Avanzata geometria della punta (con assottigliamento di punta)



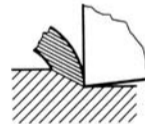
A-A Sezione Trasversale
Angolo positivo



B-B Sezione Trasversale
Angolo positivo



C-C Sezione Trasversale
Angolo positivo

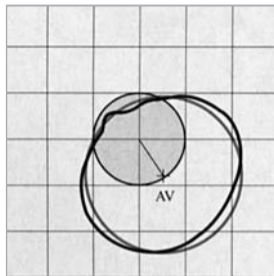


C-C Sezione Trasversale
Angolo positivo

TYPE	NUCLEO	ANGOLO DI ELICA	ANGOLO DI PUNTA	USO
N	Nucleo standard	Standard (30°)	Standard (118° o 120°)	Materiali ferrosi Ghisa
H	Nucleo piccolo	Piccolo (12 o 16°)	Standard (118° o 120°) o ampio (130°)	Materiale con truciolo corto Bronzo / Ottone
W	Nucleo piccolo	Elevato (35-40°)	Ampio (130°)	Materiale con truciolo lungo. Leghe in alluminio /Rame
Parabolico	Nucleo grande o Nucleo piccolo	Elevato (35-40°)	Standard (118° o 120°) o grande (130°)	Materiali Facili da lavorare. Materiali con truciolo lungo
Rigidità elevata	Nucleo grande	Medio (20-35°)	Grande (130°)	Materiali Difficili da lavorare (acciai Inossidabili, acciai resistenti Al calore, acciai per molle)

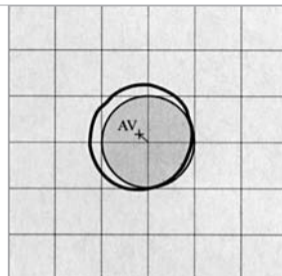
**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Migliora la precisione
del foro con punte
HSS avanzate*



Geometria standard

- Diametro dell'utensile: 10 mm
- Diametro del foro: 10,07 mm
- Localizzazione scadente: AV 0,15 mm
- IT12



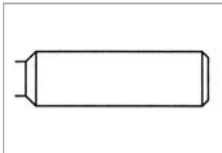
Geometria avanzata

- Diametro dell'utensile: 10 mm
- Diametro del foro: 10,07 mm
- Localizzazione migliorata: AV 0,045 mm
- IT9

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

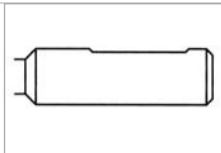
*Le punte sono anche
disponibili:*

- con un gambo rinforzato per un'elevata rigidità e piccoli utensili
- o con un gambo più piccolo per l'impianto delle barre del tornio



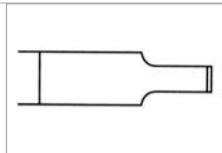
Gambo cilindrico dritto

- Scelta di base



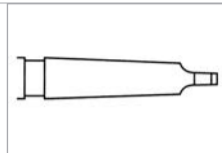
**Gambo cilindrico dritto
con un piano inclinato**

- Per diametri grandi (tra 6 – 20 mm)
- Per punte con foro di lubrificazione
- Previene lo scivolamento della punta dal mandrino



**Gambo dritto con una
linguetta**

- Per un rapido cambio dell'utensile
- Mandrino semplice con rigidità elevata
- Elevata scenteratura



**Punta con cono Morse
con linguetta**

- Per diametri grandi
- Per un rapido cambio dell'utensile
- Rigidità elevata

**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Lo sapevate? Ci sono
fori nel 75% di tutte
le parti meccaniche*

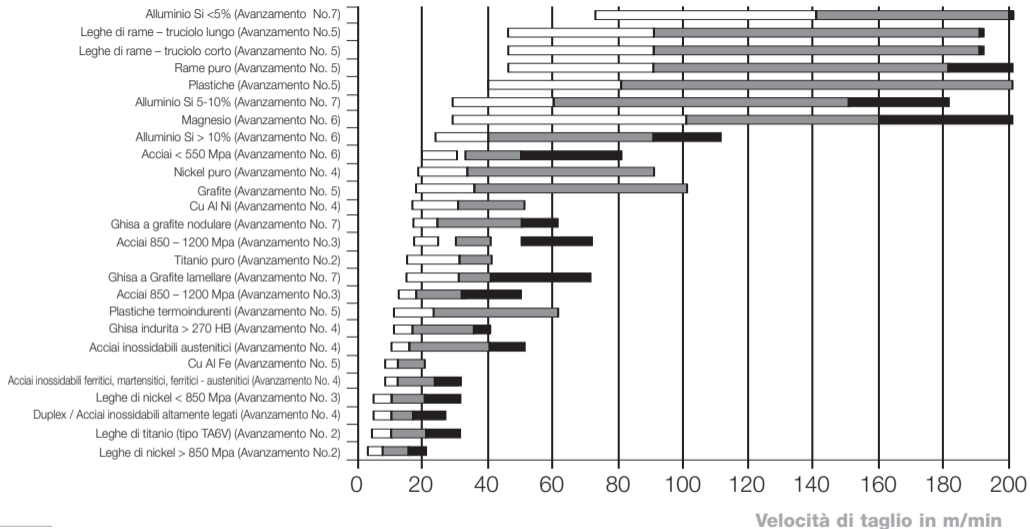


- La foratura è un'operazione durante la quale l'utensile ruota con uno spostamento assiale, tranne quando è montato su torni, quando la punta è fissata e le barre forate ruotano.
- Durante la foratura, la velocità di taglio varia lungo il bordo di taglio. Al vertice della punta la velocità di taglio è zero. La punta non taglia ma spinge il metallo.

□ Punta HSS non rivestita

■ Punta HSS rivestita

■ Punta PM-HSS rivestita



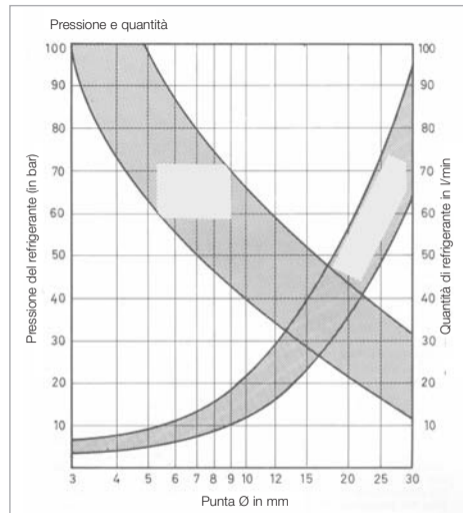
Punta Ø mm	Colonna di avanzamento No.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	F (mm/giro)								
0,50	0,004	0,006	0,007	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,019
1,00	0,006	0,008	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,023	0,025
2,00	0,020	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125
2,50	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	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



SUGGERIMENTI AI PRODUTTORI DI UTENSILI

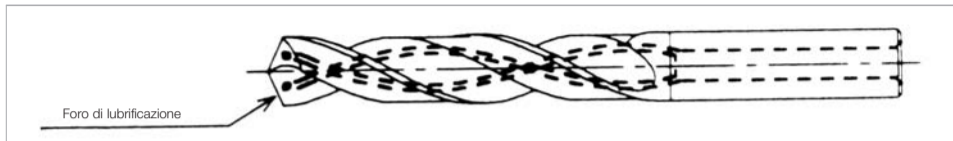
*Le punte con fori
di lubrificazione
migliorano la vita
dell'utensile*

- I fluidi di taglio sono essenziali per l'evacuazione del calore, la rimozione del truciolo e la lubrificazione, per prevenire usura per aderenza sulla punta (dove la velocità di taglio è zero).
- Nella foratura, gli olii solubili sono generalmente i preferiti ma può essere impiegato anche l'olio intero.
- Gli olii solubili con additivi prolungano significativamente la vita dell'utensile delle punte HSS.
- Il fluido da taglio deve essere indirizzato direttamente sul filo tagliente
- La quantità del lubrificante richiesto dipende dal diametro della punta, dalla profondità del foro e dai parametri di taglio.



**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

*Le punte con fori
di lubrificazione sono
essenziali per una
lunga vita
dell'utensile,
per velocità elevate
e fori profondi*

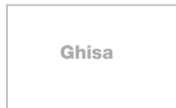


I benefici delle punte con foro di lubrificazione e raffreddamento a pressione elevata

- + prevengono la saldatura del truciolo
- + prevengono danneggiamenti dovuti a reazioni chimiche che avvengono a temperature elevate

- + prolungano la vita dell'utensile (fino al 300%)
- + permettono un incremento delle velocità di taglio fino ad oltre il 30%
- + migliorano la finitura della superficie

UNA STORIA DI SUCCESSO



- | | |
|--------------------|--|
| Operazione | • Foratura di fori \varnothing 8,25 mm, L 80 mm in una parte di autoveicolo |
| Utensile | • HSS-PM 9% Co. Punta con fori di lubrificazione + rivestimento + geometria dell'utensile speciale |
| Dati di taglio | • v_c 60 m/min, f 0,25 mm/giro |
| Vita dell'utensile | • più che raddoppiata se paragonata con una punta in metallo duro (812 fori invece di 375) |
| Costo per foro | • diviso per 2 se paragonata con una punta di metallo duro |

Usura del fianco del dente	Craterizzazione	Scheggiatura	Deformazione	Materiale di riporto
<ul style="list-style-type: none"> • Normale tipologia di usura • Aumento della velocità di taglio (v_c) e/o dell'avanzamento (f_z) • Aumento dell'angolo di taglio effettivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Da evitare • Diminuzione della velocità di taglio (v_c) e/o dell'avanzamento (f_z) • Impiego di un utensile rivestito e un HSS più duro 	<ul style="list-style-type: none"> • Da evitare • Diminuzione della velocità di taglio (v_c), aumento della pressione refrigerante • Utilizzare un materiale HSS più tenace 	<ul style="list-style-type: none"> • Da evitare • Diminuzione della velocità di taglio (v_c) e/o dell'avanzamento (f_z) • Impiego di un utensile rivestito e un HSS più duro 	<ul style="list-style-type: none"> • Da evitare • Aumento della velocità di taglio (v_c) e/o dell'avanzamento (f_z) • Impiego di un utensile rivestito e un HSS più duro

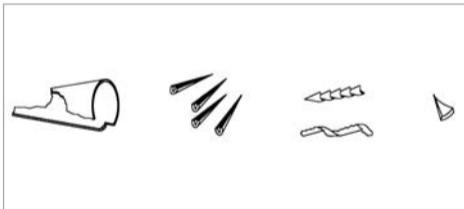


**SUGGERIMENTI
AI PRODUTTORI
DI UTENSILI**

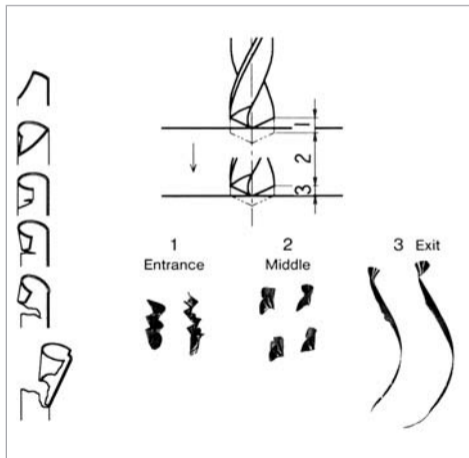
*Trucoli corti provano
che la velocità di
avanzamento è stata
scelta correttamente*

- I trucoli arrotolati e lunghi si attaccano all'elica e impediscono al refrigerante di scendere attraverso il foro. Il risultato è la fusione dell'utensile o la rottura.
- Se troppo corti, I trucoli sono difficili da eliminare e a volte si comprimono nell'elica. Ciò peggiora la qualità del foro lavorato e accorcia la vita dell'utensile.

Trucoli di foratura



Il truciolo forma a ogni passaggio del processo di foratura quando si utilizza una punta assottigliata



Problema	Cause	Soluzioni
Foro fuori misura	Bloccaggio lasco, angolo di punta disuguale, lunghezza del bordo variabile	Controllare il bloccaggio e la concentricità Riaffilare e controllare la precisione
Misura del foro irregolare	Bloccaggio lasco, angolo di punta disuguale, ampia lunghezza del bordo, eccessiva velocità di avanzamento, scarsa lubrificazione	Controllare il bloccaggio e la concentricità Riaffilare e controllare la precisione Diminuire la velocità di avanzamento Utilizzare una punta con foro di lubrificazione
Scarsa precisione di posizionamento	Concentricità del mandrino Poca precisione di allineamento Errore di concentricità durante il taglio	Controllare il bloccaggio e la concentricità, controllare l'allineamento, scegliere un assottigliamento che riduca la resistenza di taglio, utilizzare una boccola, o un centrino
Scarsa perpendicolarità del foro	Eccessiva usura dell'utensile, angolo di punta disuguale, superficie da forare non orizzontale, scarsa precisione (sui torni)	Riaffilare e controllare la precisione, controllare la posizione del pezzo, fare un foro di centratura
Pessima precisione di cilindricità	Angolo di punta disuguale, bloccaggio lasco, Angolo di spoglia posteriore troppo ampio, poca rigidità della punta	Riaffilare e controllare la precisione Riaffilare e controllare la scentratura Usare una punta nucleo grande
Scarsa finitura della superficie	Scarsa riaffilatura, problemi di refrigerazione, bloccaggio lasco, eccessivo avanzamento, compressione del truciolo	Riaffilare correttamente, aumentare il volume di refrigerazione e migliorarne la qualità, ridurre la velocità di avanzamento, punta con foro di lubrificazione con elica elevata
Rottura della punta	Poca rigidità, eccessiva velocità di avanzamento, usura dell'utensile, compressione del truciolo, difficoltà di entrata	Aumentare la rigidità, ridurre l'avanzamento, selezionare un'elica ampia, punta con foro di lubrificazione con elica elevata, usare una boccola o un centrino
Rottura del codolo	Slittamento del mandrino, difetto (danno, sfrido) della superficie interna del cono Morse	Modificare la superficie del mandrino o sostituirlo



**Foratura
di una superficie
inclinata**

- Fresare una superficie piatta prima di forare
- Preparare un preforo con una punta da centro o una punta di avviamento
- Utilizzare una boccola di guida
- Utilizzare una punta molto rigida
- Diminuire la velocità di avanzamento

**Foro a taglio
interrotto e foro
non simmetrico**

- Da evitare
- Utilizzare una punta molto rigida o una punta a doppio margine
- Ridurre la velocità di avanzamento
- Riempire il foro con lo stesso materiale per bilanciare il taglio

**Fogli di
perforazione**

- Utilizzare una piastra di montaggio di riserva
- Utilizzare una punta senza testa o una punta a gradino
- Ridurre l'avanzamento

**Foratura di strati
sovrapposti**

- Utilizzare una punta con guida o una punta a gradino
- Ridurre l'avanzamento

**Foratura
di tubi**

- Utilizzare una punta con guida o una punta a gradino
- Utilizzare una fresa invece di una punta

Simbolo	Unità	Nome
D	mm	Diametro dell'utensile
I	mm	Profondità del foro
L	mm	Ciclo totale: ciclo di accesso + profondità del foro + lunghezza della punta
N	giri/min	Giro al minuto

Simbolo	Unità	Nome	Formula
v_c	m/min	Velocità di taglio	$v_c = \frac{\pi DN}{1000}$
v_f	m/min	Avanzamento al minuto	$v_f = Nf$
f	mm/giro	Avanzamento per giro	$f = \frac{v_f}{N}$
T	min	Tempo di lavorazione	$T = \frac{L}{fv}$

