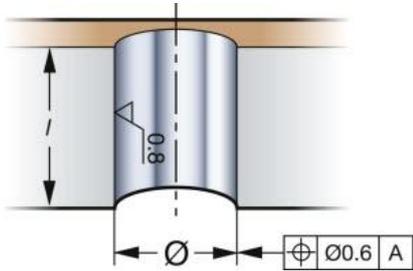


# Considerazioni iniziali

## 1. Il foro



I tre principali parametri di base per il foro sono:

- Diametro del foro
- Profondità del foro
- Qualità del foro

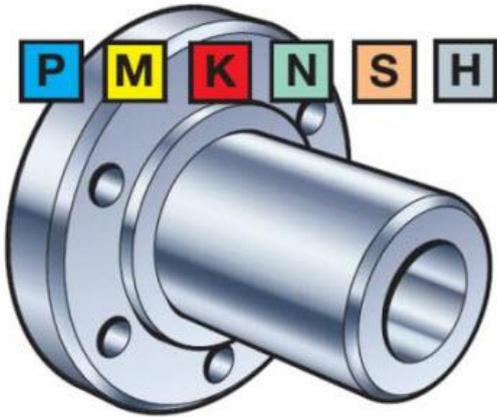
Il tipo di foro e la precisione richiesta influiscono sulla scelta dell'utensile. L'operazione di foratura può dipendere dalla presenza di superfici di entrata/uscita irregolari o angolate o di fori incrociati.

### Tipo di foro



1. Fori pasanti per bulloni
2. Fori con filettatura
3. Fori svasati
4. Fori di posizionamento
5. Fori per tubi (scambiatori di calore)
6. Fori per la formazione di canali
7. Fori di alleggerimento e bilanciamento
8. Fori profondi/refrigerante

## 2. Il componente



Quando si analizza il foro, considerare anche il materiale del pezzo, la forma del componente e la quantità.

### Materiale da lavorare

- Il materiale permette un buon controllo del truciolo? Materiale a truciolo lungo o corto?
- Lavorabilità?
- Durezza?
- Elementi in lega?

### Forma del componente

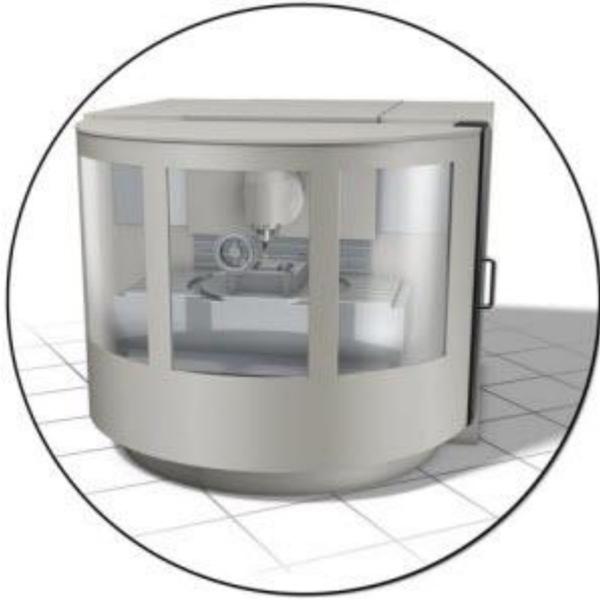
- La rotazione del componente attorno al foro è simmetrica e quindi il foro può essere lavorato con una punta non rotante?
- Il componente è stabile o ci sono sezioni sottili che possono provocare vibrazioni?
- Il componente può essere fissato saldamente? Quali problemi di stabilità devono essere considerati?
- È necessaria un'estensione dell'utensile per raggiungere la superficie da forare? È necessario che l'utensile abbia una lunga sporgenza?

### Quantità

Le dimensioni del lotto incidono sulla scelta della punta da utilizzare.

- Lotto di grandi dimensioni - Utilizzare una punta ottimizzata, TM/speciale
- Lotto di piccole dimensioni - Utilizzare punte ottimizzate per la versatilità

### 3. La macchina



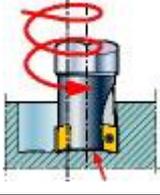
Sapere come eseguire un'operazione di foratura in modo affidabile e produttivo sulla macchina è importante. La macchina incide sulla scelta di:

- Tipo di operazione
- Tipo di portautensile e/o pinza

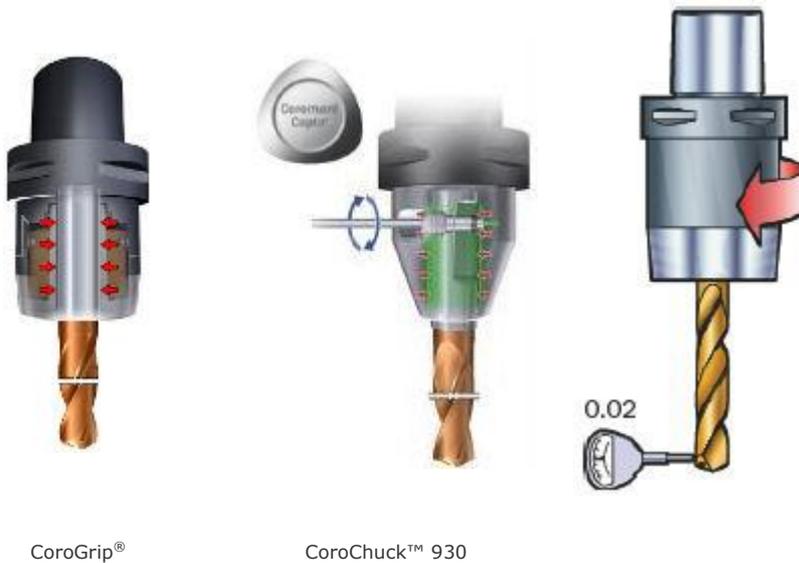
Considerare sempre quanto segue:

- Stabilità della macchina, in generale e soprattutto del mandrino
- La velocità del mandrino (giri/min) è sufficiente per i piccoli diametri?
- Il volume di refrigerante è sufficiente per le punte di grande diametro?
- La pressione del refrigerante è sufficiente per le punte di piccolo diametro?
- La stabilità del bloccaggio del pezzo è sufficiente?
- Il mandrino è orizzontale o verticale? Un mandrino orizzontale facilita l'evacuazione del truciolo
- Potenza e coppia sono sufficienti per i grandi diametri? In caso contrario, è possibile utilizzare una punta ad enucleare o ricorrere all'interpolazione elicoidale con un utensile di fresatura?
- Lo spazio nel caricatore utensili è limitato? In questo caso, una buona soluzione può essere una punta per smussi e gradini

# Scelta del metodo – esempio

Foratura e barenatura	Foratura a gradini	Fresatura, interpolazione elicoidale
		
<p><b>Vantaggi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Utensili standard</li> <li>+ Relativamente flessibile</li> </ul>	<p><b>Vantaggi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Utensili Tailor Made</li> <li>+ Rapidità di esecuzione</li> </ul>	<p><b>Vantaggi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Utensili standard</li> <li>+ Molto flessibile</li> <li>+ Basse forze di taglio</li> </ul>
<p><b>Svantaggi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Due utensili, adattatori e attacchi di base</li> <li>- Richiede due posizioni utensile</li> </ul>	<p><b>Svantaggi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Richiede più potenza e stabilità</li> <li>- Meno flessibilità</li> </ul>	<p><b>Svantaggi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempi di ciclo più lunghi</li> </ul>
<p><b>La scelta di base per tasche</b></p>	<p><b>Soluzione ottimale Lunghe sporgenze</b></p>	<p><b>La scelta di base per cavità 3D</b></p>

# Portautensili



La produttività non è influenzata soltanto da qualità e geometria, ma anche dal portautensile e dalla sua capacità di bloccare in modo sicuro e preciso. Per una migliore stabilità e qualità del foro, utilizzare i mandrini con accoppiamento Coromant Capto o CoroChuck 930. Utilizzare sempre punta e sporgenza più corte possibili.

Coromant Capto è l'unico sistema di utensili modulare studiato per tutte le operazioni di taglio del metallo, compresi tutti i metodi di foratura. Utensili da taglio e adattatori possono essere gli stessi per varie applicazioni e macchine ed è quindi possibile standardizzare e scegliere un unico sistema di attrezzamento da impiegare in tutta l'officina.

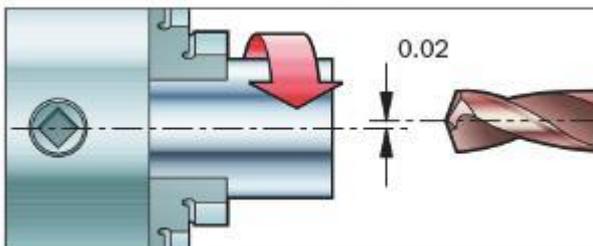
Mandrini di precisione adatti alle punte in metallo duro integrale.

## Runout dell'utensile

Minimizzare il runout dell'utensile è fondamentale per la buona riuscita delle operazioni di foratura. Il runout non dovrebbe superare i valori riportati nelle figure. L'allineamento deve essere parallelo per ottenere:

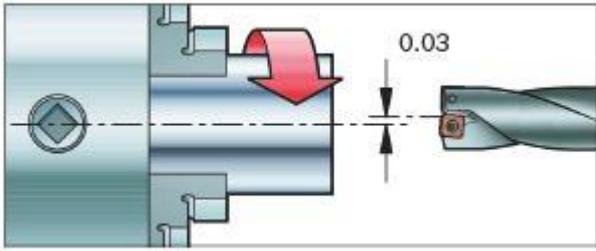
- Rettilineità e stretta tolleranza del foro
- Buona finitura superficiale
- Durata del tagliente lunga e costante

### Punta in metallo duro integrale

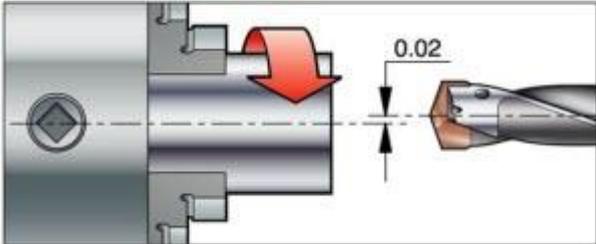


### CoroDrill 880

Runout e allineamento della punta sono molto importanti per la buona riuscita della foratura.



### CoroDrill 870



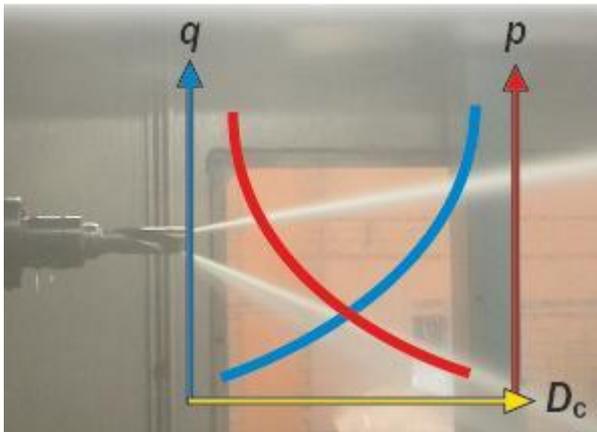
# Fluido da taglio

L'adduzione di refrigerante è importante per il successo delle operazioni di foratura. L'adduzione di refrigerante incide su:

- Evacuazione del truciolo
- Qualità del foro
- Durata del tagliente

La capacità del serbatoio del refrigerante dovrebbe essere di 5-10 volte superiore al volume di refrigerante erogato al minuto dalla pompa. È importante che il flusso di refrigerante sia sufficiente.

La capacità può essere controllata utilizzando un cronometro e un contenitore di dimensioni adeguate



Relazione tra pressione e diametro nell'erogazione di fluido da taglio (pressione in rosso, diametro in giallo, volume in blu)



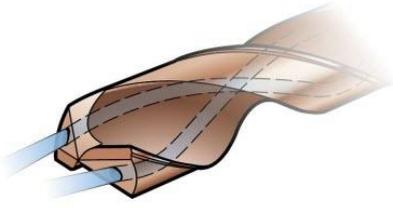
Controllare il volume che defluisce dalla punta.

- L'olio solubile (emulsione) dovrebbe essere usato sempre con additivi EP (pressione estrema). Per ottimizzare la durata del tagliente, la miscela di olio e acqua dovrebbe contenere il 5-12% di olio (10-15% per gli acciai inossidabili e le superleghe resistenti al calore). Quando si aumenta la percentuale di olio nel fluido da taglio, consultare il rivenditore dell'olio per accertarsi di non superare le percentuali di olio raccomandate.
- Per pressioni  $\geq 10$  bar (145 psi), è consigliabile l'adduzione interna
- L'olio intero migliora la lubrificazione ed è vantaggioso per la foratura degli acciai inossidabili. Da utilizzare sempre con additivi EP. Con l'olio intero, lavorano bene sia le punte in metallo duro integrale sia quelle a inserti multitaglienti
- Aria compressa, nebbia d'olio o MQL (lubrificazione minimale) possono essere utili in condizioni favorevoli, soprattutto per l'alluminio. Si raccomanda una bassa velocità di taglio

## Refrigerante interno

Sempre preferibile per evitare l'intasamento truciolo, soprattutto nei materiali a truciolo lungo e quando si eseguono fori profondi (4-5 x DC). Dovrebbe essere utilizzato sistematicamente per profondità di foro superiori a 3 x DC.

Il flusso di refrigerante in uscita da una punta orizzontale non dovrebbe gocciolare per almeno 30 cm (11.81 poll.)

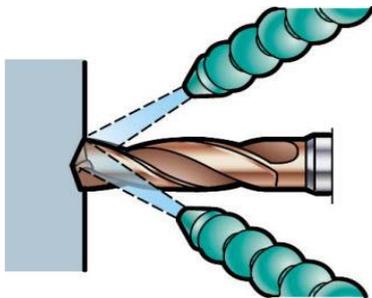


### Refrigerante esterno

Utilizzabile quando la formazione dei trucioli è buona e la profondità del foro non è eccessiva.

Per migliorare l'evacuazione del truciolo, almeno un ugello (due se la punta è fissa) dovrebbe essere direzionato vicino all'asse dell'utensile.

Talvolta, può contribuire a evitare la formazione di tagliente di riporto dovuta alla maggiore temperatura del tagliente.



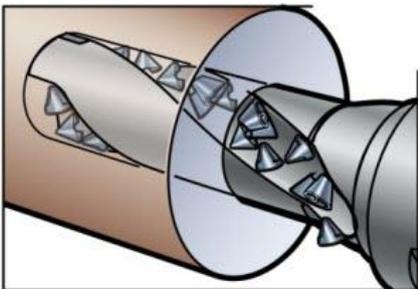
### Foratura a secco, senza refrigerante

La foratura a secco, generalmente, non è consigliata

- Utilizzabile per materiali a truciolo corto in fori profondi fino a 3 volte il diametro
- Preferibilmente in applicazioni orizzontali
- Si raccomanda una bassa velocità di taglio
- Durata del tagliente limitata

La foratura a secco non è mai consigliabile per:

- Materiali inossidabili (ISO M ed S)
- Punta brasate con placchetta di metallo duro
- Punta a cuspidi intercambiabile



### Refrigerante ad alta pressione (HPC) (~70 bar)

I vantaggi del refrigerante ad alta pressione sono:

- Maggiore durata del tagliente grazie al migliore effetto di raffreddamento

- Migliore evacuazione del truciolo e maggiore durata del tagliente nei materiali a truciolo lungo come l'acciaio inossidabile
- Sicurezza, grazie alla migliore evacuazione del truciolo
- Il flusso deve essere sufficiente a garantire un'adduzione stabile, in base alla pressione e alle dimensioni del foro

### **Refrigerante per CoroDrill 862**

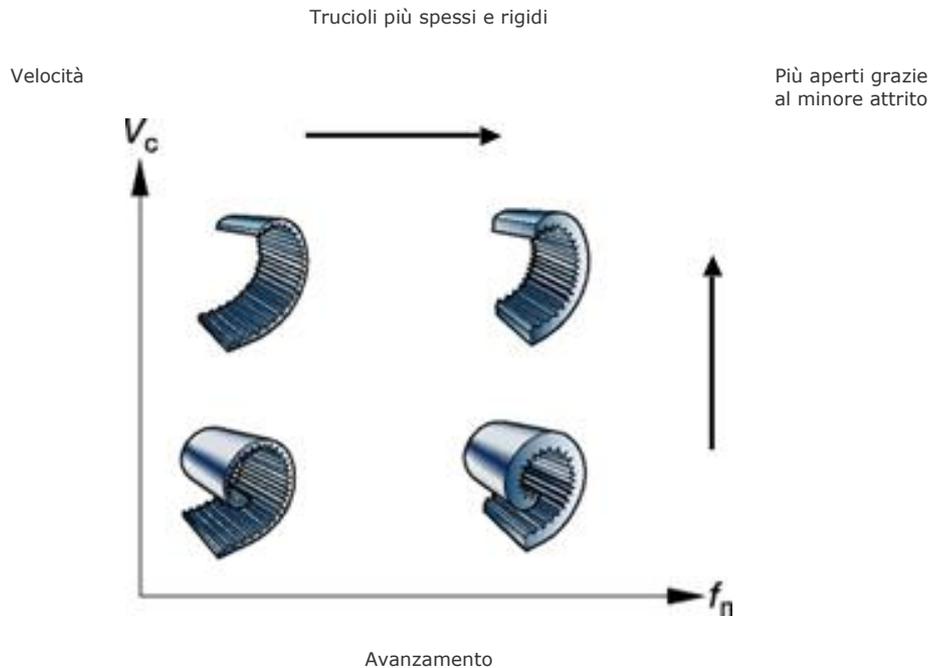
Un buon sistema di filtrazione del refrigerante e valori di pressione corretti sono fattori chiave per il successo delle operazioni di foratura con CoroDrill 862. Valori inadeguati di volume e pressione del refrigerante possono generare alte temperature nella zona di taglio, con conseguente aumento della velocità di usura e possibili problemi di evacuazione del truciolo che portano alla prematura rottura dell'utensile.



# Controllo dei trucioli

Formazione ed evacuazione del truciolo sono passaggi critici nelle operazioni di foratura. Dipendono dal materiale lavorato, dalla scelta della punta e della geometria degli inserti, dalla pressione e dal volume di refrigerante, dai dati di taglio.

L'intasamento truciolo può provocare il movimento radiale della punta e incidere su qualità del foro, durata e affidabilità della punta e rischio di rottura della punta o dell'inserto.



La formazione dei trucioli è accettabile quando i trucioli possono essere evacuati dalla punta senza ostacoli. Il modo migliore per individuarlo è ascoltare il tipo di rumore. Un suono costante significa che l'evacuazione del truciolo è buona, mentre un rumore interrotto denota intasamento truciolo. Controllare il monitor della forza di avanzamento o della potenza. In presenza di irregolarità, la ragione può essere l'intasamento truciolo. Osservare i trucioli. Se sono lunghi e piegati anziché arrotolati, si è verificato un intasamento. Osservare il foro. In presenza di intasamento truciolo, la superficie sarà irregolare.



Foro con buona evacuazione dei trucioli.



Foro di pessima qualità a causa dell'intasamento dei trucioli.

Per evitare l'intasamento truciolo:

- Verificare che i dati di taglio siano corretti e che la geometria della punta/cuspide sia adeguata
- Verificare la forma dei trucioli – regolare avanzamento e velocità
- Controllare il flusso e la pressione del fluido da taglio
- Ispezionare i taglienti. La scheggiatura del tagliente può portare alla formazione di trucioli lunghi, mentre il truciolo viene diviso
- Controllare se la lavorabilità è cambiata per l'introduzione di un nuovo lotto – regolare i dati di taglio

# Trucioli eccellenti, accettabili e inaccettabili

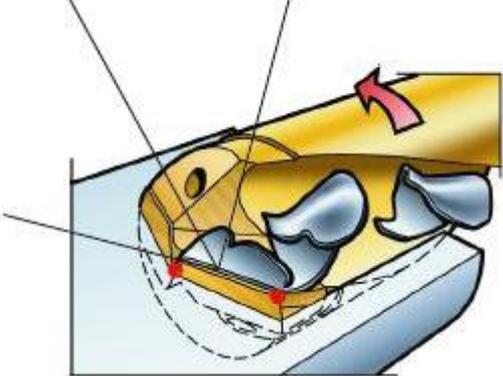
## Punte a inserti multitaglienti

L'inserto centrale forma un truciolo conico, facile da identificare. L'inserto periferico forma un truciolo simile a quello generato dalla tornitura.

	Truciolo centrale	Truciolo periferico	
Eccellente			
Accettabile			
Intasamento truciolo			

### Punte in metallo duro integrale

Formazione di un unico truciolo dal centro alla periferia del tagliente.

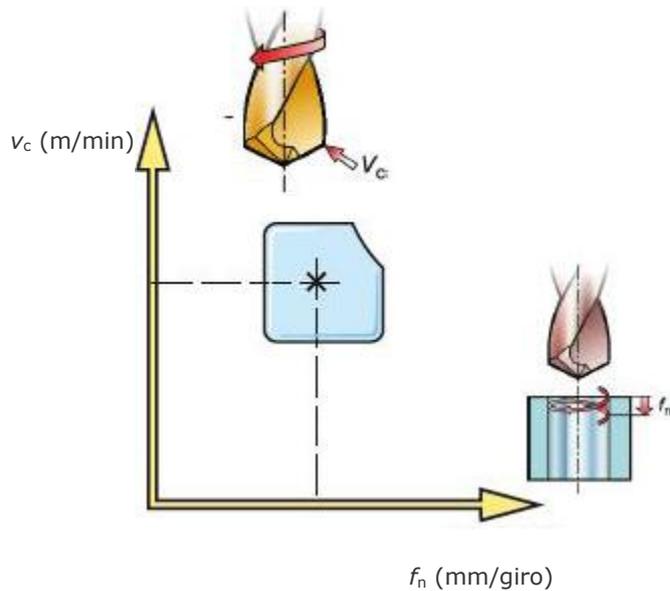
Eccellente		
Accettabile		
Intasamento truciolo		
Truciolo iniziale		

**Nota:** Il truciolo iniziale che si forma all'entrata nel pezzo è sempre lungo e non crea alcun problema.

### Punte a cuspidi intercambiabile

Eccellente		
Accettabile		
Intasament o truciolo		

# Dati di taglio



## Effetti della velocità di taglio – $v_c$ (m/min(piedi/min))

La velocità di taglio, oltre alla durezza del materiale, è il fattore che incide maggiormente su durata del tagliente e assorbimento di potenza.

- Il fattore più importante che determina la durata del tagliente
- Incide su potenza  $P_c$  (kW) e coppia  $M_c$  (Nm)
- Una maggiore velocità genera una temperatura più alta e provoca una maggiore usura sul fianco, soprattutto sull'angolo periferico
- Una maggiore velocità è vantaggiosa per la formazione dei trucioli nei materiali teneri a truciolo lungo, come l'acciaio a basso tenore di carbonio
- Velocità di taglio troppo alta:
  - Rapida usura sul fianco
  - Deformazione plastica
  - Scarsa qualità ed errata tolleranza del foro
- Velocità di taglio troppo bassa:
  - Tagliente di riporto
  - Inadeguata evacuazione del truciolo
  - Tempi di taglio più lunghi

## Effetti dell'avanzamento – $f_n$ (mm/giro(poll./giro))

- Influisce su formazione dei trucioli, finitura superficiale e qualità del foro.
- Incide su potenza  $P_c$  (kW) e coppia  $M_c$  (Nm)
- Un avanzamento elevato incide sulla forza di avanzamento  $F_f$  (N), da considerare in presenza di condizioni instabili
- Contribuisce alle sollecitazioni termiche e meccaniche
  - Alta velocità di avanzamento:

- Controllo truciolo più difficile
- Tempo di taglio inferiore
- Minore usura dell'utensile ma maggiore rischio di rottura della punta
- Qualità del foro inferiore
- Bassa velocità di avanzamento:
  - Trucioli più lunghi e sottili
  - Maggiore qualità
  - Usura accelerata degli utensili
  - Tempi di taglio più lunghi



Per la foratura di un componente sottile/debole, la velocità di avanzamento dovrebbe rimanere bassa.

# Come ottenere una buona qualità del foro



- **Evacuazione del truciolo**  
Verificare che l'evacuazione del truciolo sia soddisfacente. L'intasamento truciolo incide su qualità del foro e affidabilità/durata del tagliente. La geometria di punta/inserto e i dati di taglio sono cruciali. [Ulteriori informazioni sul controllo del truciolo.](#)
- **Stabilità, set-up dell'utensile**  
Usare la punta più corta possibile. Utilizzare un portautensile rigido e preciso, con runout minimo. Verificare che il mandrino della macchina sia in buone condizioni e correttamente allineato. Ruotare sia il pezzo sia la punta per mantenere la rettilineità nei fori profondi. Verificare che il componente sia saldamente fissato e stabile. Stabilire le corrette velocità di avanzamento per le superfici irregolari o angolari e per i fori incrociati.
- **Durata del tagliente**  
Controllare l'usura dell'inserto e stabilire un programma predeterminato di durata del tagliente. Il modo più efficace di supervisionare la foratura consiste nell'utilizzare un sensore per il monitoraggio della forza di avanzamento.
- **Manutenzione**  
Cambiare regolarmente la vite di bloccaggio dell'inserto. Prima di cambiare l'inserto, pulire la sede. Utilizzare una chiave torsiometrica e applicare Molycote. Non superare l'usura massima consentita prima di riaffilare le punte in metallo duro integrale.

# Lavorazioni con materiali diversi

- Acciaio a basso tenore di carbonio
- Acciai austenitici e acciai inossidabili duplex
- CGI (ghisa a grafite compatta)
- Leghe di alluminio
- Titanio e superleghe resistenti al calore
- Acciai temprati

## **Acciaio a basso tenore di carbonio**



**Problema:** la formazione dei trucioli può essere difficoltosa con gli acciai a basso tenore di carbonio, spesso utilizzati per i componenti saldati. Quanto minori sono la durezza e il tenore di carbonio e zolfo dell'acciaio, più lunghi saranno i trucioli.

### **Raccomandazioni**

**Punte in metallo duro integrale:** CoroDrill 860 -PM in qualità GC1024 è la scelta prioritaria. In caso di problemi con la formazione dei trucioli, aumentare la velocità,  $v_c$ , e ridurre l'avanzamento,  $f_n$  (con gli acciai normali, invece, l'avanzamento dovrebbe essere aumentato).

**CoroDrill 880:** la scelta prioritaria è la geometria -LM in qualità GC4024/1044. In caso di problemi con la formazione dei trucioli, aumentare la velocità,  $v_c$ , e ridurre l'avanzamento,  $f_n$ .

**Altro:** lavorare con adduzione di refrigerante interna ad alta pressione. Miscela ideale al 4-7%.

### **Esempio – Acciaio a basso tenore di carbonio**

DC		20 mm
		3 x DC
$v_c$	Elevata	300 m/min
$f_c$	Basso	0.06 mm/giro (0.002 poll./giro)
Geometria		-LM
Qualità		GC4024/1044

## **Acciai austenitici e acciai inossidabili duplex**



**Problema:** i materiali austenitici, duplex e superduplex possono dare problemi di evacuazione del truciolo.

#### Raccomandazioni

**Punte in metallo duro integrale:** CoroDrill R846 in qualità GC1220 è la scelta prioritaria. oroDrill 460 -XM in qualità GC34 è la scelta secondaria.

**CoroDrill 880:** la scelta prioritaria per le punte di diametro 14.00-63.50 mm sono la geometria -MS e la qualità GC2044/1144. Per altre misure, utilizzare la geometria -LM e la qualità GC4044 oppure GC4024/1044.

La geometria -GT è una scelta complementare per condizioni difficili.

**Altro:** refrigerante interno ad alta pressione, preferibilmente con miscela al 9-12% o olio intero.

#### Esempio – acciaio inossidabile austenitico

DC	20 mm
3 x DC	
	
$v_c$	Elevata 180 m/min
$f_c$	Basso 0.10 mm/giro
Geometria	-LM -MS
Qualità	GC4044/1044 GC2044/1144

### CGI (ghisa a grafite compatta)



**Problema:** la CGI, generalmente, non richiede particolare attenzione. I trucioli sono più larghi di quelli della ghisa grigia ma si spezzano bene. Le forze di taglio sono più alte e ciò incide sulla durata del tagliente. È necessario utilizzare qualità molto resistenti all'usura. L'usura dell'angolo è quella che si verifica tipicamente con tutte le ghise.

#### Raccomandazioni

**Punte in metallo duro integrale:** CoroDrill R842 in qualità GC1210 è la scelta prioritaria. CoroDrill 460 -XM in qualità GC34 è la scelta secondaria.

**CoroDrill 880:** la scelta prioritaria è la geometria -GR in qualità GC4024/1044. In caso di problemi con la formazione dei trucioli, aumentare la velocità,  $v_c$ , e ridurre l'avanzamento,  $f_n$ .

**Altro:** refrigerante interno, preferibilmente miscela al 5-7%.

## Esempio – CGI (ghisa a grafite compatta)

DC	10 mm	20 mm
	3 x DC	
		
$v_c$	Elevata	100      150 m/min
$f_c$	Basso	0.25      0.06 mm/giro
Geometria	R842	-GR
Qualità	GC1210	GC4044/1044

## Leghe di alluminio



**Problema:** formazione di bave ed evacuazione del truciolo possono essere un problema.

### Raccomandazioni

**Punte in metallo duro integrale:** usare CoroDrill 860 -NM in qualità H10F. La geometria ottimizzata minimizza la formazione di bave all'uscita del foro e può essere usata con avanzamenti molto elevati. E' un'alternativa economica e più produttiva alle punte con rivestimento PCD per le leghe di alluminio con tenore di Si fino al 12%.

**CoroDrill 880:** la geometria di scelta prioritaria è -LM. La qualità H13A non è rivestita e presenta un tagliente più affilato che minimizza la formazione di bave. Per una migliore formazione del truciolo, procedere con bassi avanzamenti e alte velocità.

**Altro:** utilizzare refrigerante a emulsione o nebbia d'olio ad alta pressione.

## Esempio – Alluminio

DC	20 mm	
	(0.787 poll.)	
	3 x DC	
		
$v_c$	Elevata	400 m/min
$f_c$	Basso	0.10 mm/giro
Geometria	-LM	
Qualità	H13A	

## Titanio e superleghe resistenti al calore



**Problema:** i componenti a pareti sottili si flettono a causa della forza di avanzamento. L'incrudimento della superficie del foro incide sulle operazioni successive. L'evacuazione del truciolo può essere critica.

### Raccomandazioni

**Punte in metallo duro integrale:** la geometria R846 è stata appositamente sviluppata per questo gruppo di materiali. La grande rastrematura posteriore e una piccola fascetta circolare minimizzano l'incrudimento.

Il tagliente convesso massimizza la robustezza degli angoli periferici all'usura ad intaglio, riduce la forza di avanzamento e migliora la formazione dei trucioli.

**CoroDrill 880:** geometria -LM e qualità H13A per titanio; GC4044/1044 per altre superleghe resistenti al calore.

**Altro:** il refrigerante ad alta pressione (fino a 70 bar) ottimizza le prestazioni.

### Esempio – Waspalloy

DC	10 mm	20 mm
	3 x DC	
$v_c$	Elevata	25      30 m/min
$f_c$	Basso	0.10      0.05 mm/giro
Geometria	R846	-LM
Qualità	GC1220	GC4044

## Acciai temprati



**Problema:** usura ad intaglio sull'angolo periferico.

### Raccomandazioni

**Punte in metallo duro integrale:** CoroDrill 460 -XM in qualità GC34 è la scelta prioritaria.

**CoroDrill 880:** la geometria GM e la qualità GC4024/1044 sono la scelta prioritaria.

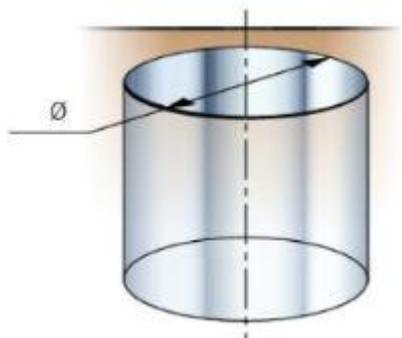
**Altro:** l'uso di un'emulsione con una miscela ricca d'olio o di olio intero migliora la durata del tagliente.  
Utilizzare

la punta più corta possibile per massimizzare la resistenza alla torsione.

### Esempio – Acciaio temprato 55 HRc

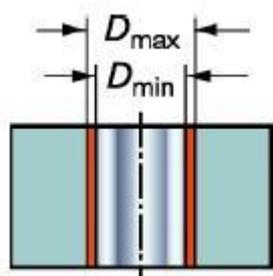
DC	20 mm
	3 x DC
	
$v_c$	Elevata 60 m/min
$f_c$	Basso 0.10 mm/giro
Geometria	-GM
Qualità	GC4044

# Tolleranze di foro



Le dimensioni di un foro possono essere divise in tre parametri:

- Il valore nominale (il valore teoricamente esatto)
- La tolleranza (designata IT secondo ISO)
- La posizione della tolleranza (designata da lettere maiuscole secondo ISO)

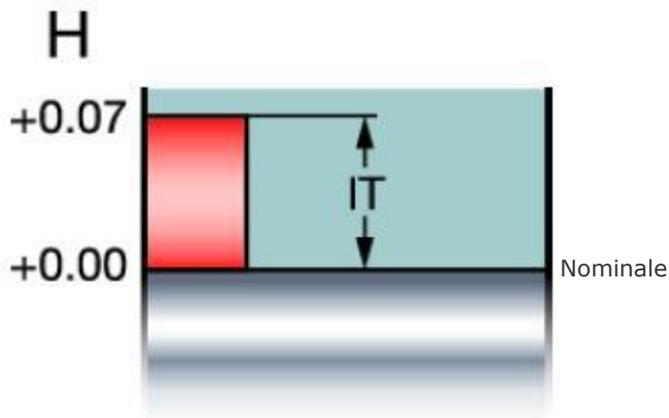


$D_{max}$  meno  $D_{min}$  è il grado di precisione della tolleranza, detto anche IT.

Larghezza utensile	Gamma di diametri, $D$ (mm)									Esempi
	$D > 3-6$	$D > 6-10$	$D > 10-18$	$D > 18-30$	$D > 30-50$	$D > 50-80$	$D > 80-120$	$D > 120-180$	$D > 180-250$	
IT5	0.005	0.006	0.008	0.009	0.011	0.013	0.015	0.018	0.020	Cuscinetti
IT6	0.008	0.009	0.011	0.013	0.016	0.019	0.022	0.025	0.029	
IT7	0.012	0.015	0.018	0.021	0.025	0.030	0.035	0.040	0.046	
IT8	0.018	0.022	0.027	0.033	0.039	0.046	0.054	0.063	0.072	Fori filettati con maschi senza scanalature
IT9	0.030	0.036	0.043	0.052	0.062	0.074	0.087	0.100	0.115	
IT10	0.048	0.058	0.070	0.084	0.100	0.120	0.140	0.160	0.185	Fori maschiati normali
IT11	0.075	0.090	0.110	0.130	0.160	0.190	0.220	0.250	0.290	
IT12	0.120	0.150	0.180	0.210	0.250	0.300	0.350	0.400	0.460	
IT13	0.180	0.220	0.270	0.330	0.390	0.460	0.540	0.630	0.720	

Larghezza utensile	Gamma di diametri, $D$ (poll.)									Esempi
	D>0.118-0.236	D>0.236-0.394	D>0.394-0.709	D>0.709-1.181	D>1.181-1.969	D>1.969-3.150	D>3.150-4.724	D>4.724-7.087	D>7.087-9.843	
IT5	0.0005	0.0002	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	Cuscinetti
IT6	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0009	0.0010	0.0011	
IT7	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014	0.0016	0.0018	Fori filettati con maschi senza scanalature
IT8	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0015	0.0018	0.0021	0.0025	0.0028	
IT9	0.0012	0.0014	0.0017	0.0020	0.0024	0.0029	0.0034	0.0039	0.0045	
IT10	0.0019	0.0023	0.0028	0.0033	0.0039	0.0047	0.0055	0.0063	0.0073	Fori maschiati normali
IT11	0.0030	0.0035	0.0043	0.0051	0.0063	0.0075	0.0087	0.0098	0.0114	
IT12	0.0047	0.0059	0.0071	0.0083	0.0098	0.0118	0.0138	0.0157	0.0181	
IT13	0.0071	0.0087	0.0106	0.0129	0.0154	0.0181	0.0213	0.0248	0.0283	

- Più piccolo è il numero IT, più stretta è la tolleranza.
- La tolleranza per una classe IT aumenta con i diametri più grandi.



#### Un esempio:

Valore nominale: 15.00 mm

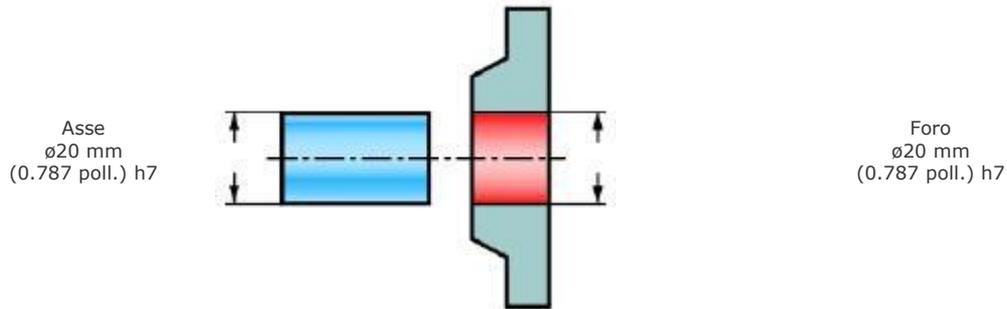
Tolleranza: 0.07 mm (IT 10 in base alla norma ISO)

Posizione: da 0 verso + (H in base alla norma ISO)

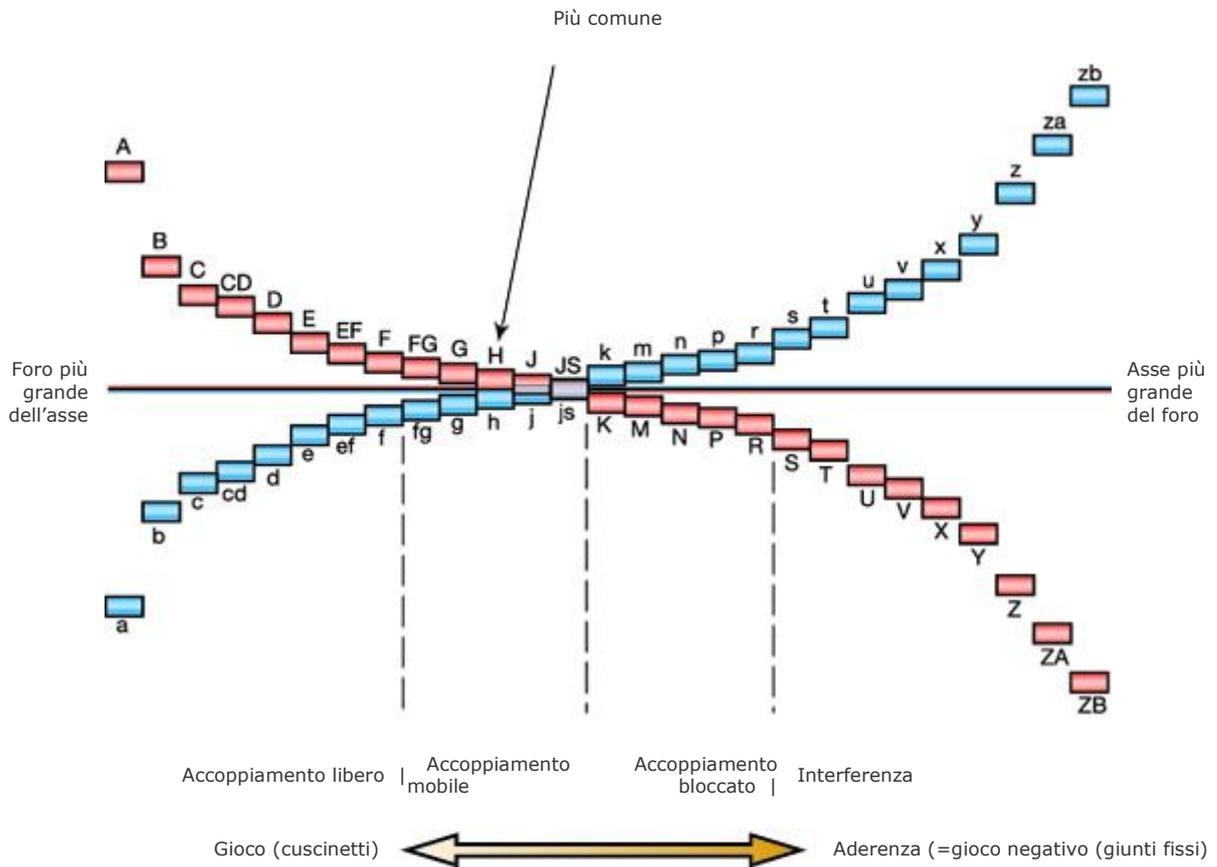
# Tolleranze del foro e dell'asse di un albero

La tolleranza del foro è spesso connessa alla tolleranza di un asse dell'albero che deve essere inserito nel foro.

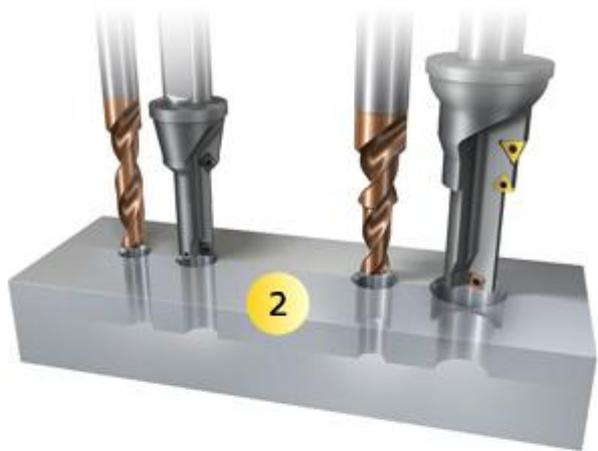
**Esempio:**



La posizione di tolleranza dell'asse è designata da lettere minuscole corrispondenti alle tolleranze di foro. La figura che segue illustra il quadro completo:



# Presentazione delle applicazioni



1. Foratura generale
2. Foratura con smussi e gradini
3. Deep hole machining
4. Altri metodi

# Foratura generale

Sandvik Coromant ha un programma completo di utensili di foratura, per tutti i diametri compresi nel campo 0.3-110 mm (0.012-4.331 poll.). Diametri più grandi sono disponibili come soluzioni Tailor Made.

Fare la scelta giusta significa ottenere fori della qualità desiderata, con una buona capacità, al costo per foro più basso.



- 1. Diametri di foro medio-piccoli**
- 2. Diametri di foro medio-grandi**
- 3. Tolleranze di foro strette**
- 4. Fori profondi**
- 5. Microfori**
- 6. Foratura in superfici irregolari e trasversali**

# Diametri di foro medio-piccoli

È possibile scegliere fra tre diverse soluzioni di foratura: Punta in metallo duro integrale, punte a cuspidi intercambiabili e punte a inserti multitaglienti. Tolleranza, lunghezza e diametro del foro sono tre parametri molto importanti da considerare quando si sceglie il tipo di punta. Ogni soluzione ha i propri vantaggi nelle differenti applicazioni.



## Punte a inserti multitaglienti

CoroDrill 880, una punta sviluppata per la foratura ad alta produttività, è ottimizzata per applicazioni con tolleranza media in tutti i materiali. CoroDrill 880 è un utensile versatile che può fare di più rispetto a una punta convenzionale, ad es. barenatura.

- L'entrata graduale, con forze di taglio perfettamente bilanciate, permette di raggiungere alte velocità di avanzamento, ridurre il costo per foro ed eseguire fori di qualità costante
- Quattro taglienti effettivi per una migliore economia di produzione su diametri superiori a 14 mm (0.551 poll.)
- Con il pre-setting della punta CoroDrill 880, è possibile ottenere una tolleranza foro più stretta  
Tipica area del diametro del foro: 16-63.5 mm (0.630-2.500 poll.)

Ulteriori informazioni su [CoroDrill 880](#) e [CoroDrill 881](#).

## Punte a cuspidi intercambiabili

CoroDrill 870 garantisce un'elevata affidabilità del processo e la sicura evacuazione del truciolo nei fori con tolleranza media.

- Facile cambio della cuspidi con utensile in macchina e conseguente massimizzazione dei tempi di lavorazione effettivi
- Qualità e geometrie ottimizzate per vari materiali che aumentano la durata del tagliente e le velocità di avanzamento
- Tipica area del diametro del foro: 12-26 mm (0.472-1.024 poll.)

Ulteriori informazioni su [CoroDrill 870](#).

## Punte in metallo duro integrale

Sandvik Coromant dispone di una gamma completa di punte in metallo duro integrale per fori di alta precisione e fori profondi. Ricondizionate le vostre punte con Sandvik Coromant per ridurre il costo per foro e quello degli utensili fino al 50%.

- Punta ottimizzata per materiale: per materiali specifici e applicazioni ad alta precisione, ad es. CoroDrill 860
- Punta multifunzionali: punte ottimizzate per prestazioni versatili, avanzamenti moderati e un'ampia gamma di materiali, ad es. CoroDrill 460
- Punta ottimizzata per applicazione: punte specifiche per applicazioni avanzate, quali fori profondi e microfori, ad es. CoroDrill 861 e CoroDrill 862
- Tipica area del diametro del foro: 0.3-12 mm (0.012-0.472 poll.)

Ulteriori informazioni su [CoroDrill 860](#), [CoroDrill 460](#), [CoroDrill 861](#) e [CoroDrill 862](#).

## Scelte specifiche

### **Acciaio – CoroDrill 860 -PM**

Scelta ottimizzata per applicazioni ISO-P

### **Ghisa – CoroDrill R842 qualità GC1210**

Scelta ottimizzata per applicazioni ISO-K  
Geometria/qualità resistente all'usura nella ghisa

### **Acciaio duro – CoroDrill R844, qualità GC1220**

Scelta prioritaria per applicazioni ISO-P di precisione su acciaio duro,  
possibile tolleranza IT6

### **HRSA, titanio – CoroDrill R846, qualità GC1220**

Scelta prioritaria per applicazioni ISO-S  
acciaio inossidabile a base di Ni/Co  
Adatta per Ti ed SS

### **Alluminio – CoroDrill 860 -NM**

Scelta prioritaria per applicazioni ISO-N  
Alluminio fino al 12% di Si  
Adatta per rame/leghe di rame

# Diametri di foro medio-grandi

	CoroDrill® 880	T-Max® U	CoroDrill® 805	Punta ad enucleare T-Max® U
	 880	 R416.9	 805	 R416.7
<b>Diametro punta DC, mm (poll.)</b>	12.00-63.50 (0.472-2.500)	60.00-80.00 (2.362-3.150)	25.00-65.00 (0.984-2.559)	60.00-110.00 (2.362-4.331)
<b>Profondità di foratura</b>	2-5 x DC	2-5 x DC	7-15 x DC	2.5 x DC
<b>Materiale</b>				
<b>Tolleranza foro</b>	IT12-13	IT13	IT10	IT13
<b>Finitura superficiale <math>R_a</math></b>	1-5 $\mu\text{m}$	2-7 $\mu\text{m}$	2 $\mu\text{m}$	2-7 $\mu\text{m}$



## Scelta universale

### Punta a inserti multitaglienti CoroDrill 880

Disponibile in diametri più grandi, con una vasta scelta di inserti, con geometrie e qualità per tutti i tipi di materiale.

## Scelte specifiche

Esistono tre modi per eseguire fori di grandi dimensioni sulle macchine di potenza limitata:

1. Utilizzare la punta ad enucleare T-Max U.
2. Allargare il foro con un bareno.

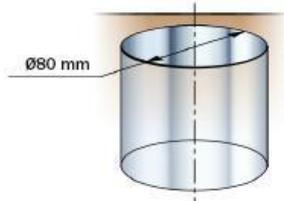
3. Eseguire l'interpolazione elicoidale con utensili di fresatura.

## Esecuzione di fori di grandi dimensioni

Quando si eseguono fori di grandi dimensioni, è importante che sia il componente che la macchina siano stabili. La potenza e la coppia della macchina, inoltre, possono essere fattori limitanti.

L'esempio che segue illustra tre diversi metodi per realizzare un foro da 80 mm di diametro. Un quarto metodo è quello di eseguire un foro più piccolo per poi allargarlo con un bareno.

Dal punto di vista della produttività, gli utensili di foratura sono superiori: 5 volte più veloci della fresatura del foro mediante interpolazione elicoidale. La punta ad enucleare T-Max U, tuttavia, può essere utilizzata solo per i fori passanti. In termini di potenza e di coppia, la fresa ha i requisiti più bassi in assoluto.



Diametro foro, mm (poll.): 80	<b>Punta T-Max® U</b>	<b>Punta ad enucleare T-Max® U</b>	<b>CoroMill® 300</b>
Tolleranza foro: ampia			
Profondità foro: 1.25 x DC			
Materiale:	CMC 02.2 acciaio debolmente legato	CMC 02.2 acciaio debolmente legato	CMC 02.2 acciaio debolmente legato
Utensile	R416.9-0800-25-01	R416.7-0800-25-01	R300-050Q22-12M (z=4)
Diametro, DC, mm (poll.)	80 (3.150)	80 (3.150)	50 (1.969)
<b>Dati di taglio</b>			
$n$ (giri/min)	600	600	955
$V_c$ , m/min (piedi/min)	150 (492)	150 (492)	150 (492)
$f_n$ , mm/giro (poll./giro)	0.18 (0.008)	0.18 (0.008)	1.2 ( $f_z=0.30$ ) (0.047 ( $f_z=0.012$ )))
$V_f$ , mm/min (poll./min)	110 (4.331)	110 (4.331)	430 ( $v_{fm}=1150$ ) (16.929 ( $v_{fm}=45.275$ )))
$a_p$ , mm (poll.)	-	-	4.94 (0.194)
$D_{vf}$ , mm (poll.)	-	-	30 (1.181)
<b>Risultato:</b>			
<b>P, kW (Hp)</b>	<b>30 (40)</b>	<b>14 (19)</b>	<b>6 (8)</b>
<b>Mv, Nm (piedi-libbra)</b>	<b>480 (350)</b>	<b>330 (240)</b>	<b>60 (45)</b>
<b>Tempo per foro (min)</b>	<b>0.93</b>	<b>0.93</b>	<b>4.66</b>

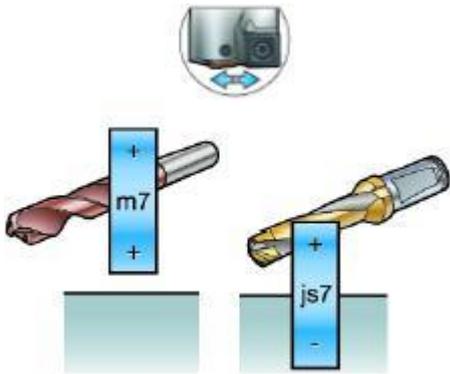
# Tolleranze di foro strette

## **CoroDrill 880**

Con il pre-setting di CoroDrill 880, è possibile eliminare le tolleranze di fabbricazione e ottenere una tolleranza foro più stretta.

## **CoroDrill Delta-C e Coromant Delta**

Considerare che CoroDrill Delta-C è rettificata per un diametro con tolleranza m (++) conformemente a DIN 6537, mentre Coromant Delta è rettificata con tolleranza  $\pm$  (js). Ciò significa che CoroDrill Delta-C esegue un foro leggermente più largo rispetto alla punta Coromant Delta. Per fori di precisione (IT6), è possibile ordinare CoroDrill Delta-C tipo R844 nell'ambito dell'offerta Tailor Made.



# Fori profondi

## CoroDrill® 861

CoroDrill® 861 garantisce l'elevata stabilità indispensabile per l'esecuzione di fori profondi ad alta velocità ed elevata efficienza. Per fori 12-30xDC.



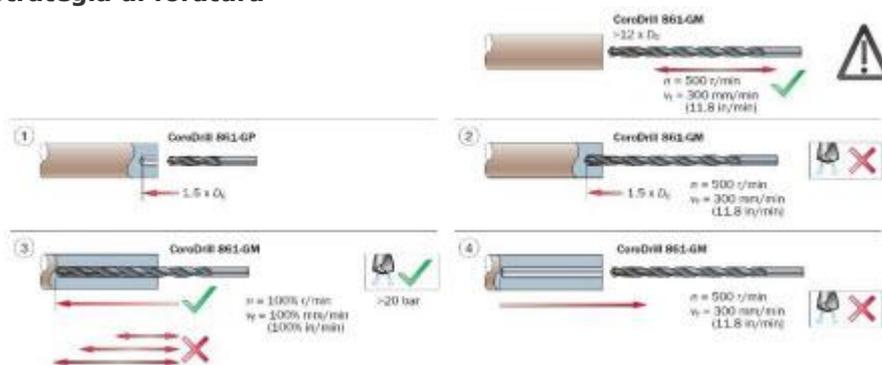
### Punte pilota

La gamma di punte per fori profondi prevede un assortimento complementare di punte pilota ad alte prestazioni. Le punte pilota, associate a quelle per fori profondi, consentono di ottenere la massima precisione nel posizionamento della punta e un runout minimo del foro.

### Velocità e avanzamenti

I valori di velocità e avanzamento raccomandati per le punte per fori profondi sono stati calcolati per fornire una buona durata del tagliente e, nel contempo, la massima produttività. Le velocità e gli avanzamenti forniti rappresentano un buon punto di partenza ma, per ottimizzare i risultati, può essere necessario regolare tali valori in base all'applicazione.

### Strategia di foratura



## CoroDrill® 805

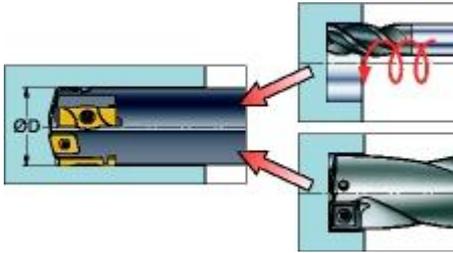
Per garantire una buona evacuazione del truciolo, il set-up dell'utensile dovrebbe essere orizzontale. Utilizzare olio intero o un'emulsione con additivi EP, preferibilmente con una miscela superiore all'8%. I valori di pressione e volume sono uguali a quelli necessari per CoroDrill 880 ma, in caso di set-up verticale, devono entrambi essere più alti. La rotazione simultanea di punta e pezzo migliora la rettilineità dei fori.

### Come realizzare un foro pilota

- Il diametro del foro pilota dovrebbe rientrare nella classe di tolleranza H8. Ricorrere all'interpolazione elicoidale con una fresa a candela CoroMill Plura. Se la tolleranza del foro non è critica, usare una punta CoroDrill 880.
- I fori pilota dovrebbero essere profondi quanto l'estremità frontale dei pattini di supporto (tra 12 mm e 20 mm di profondità).
- Il fondo del foro pilota dovrebbe essere quanto più piatto possibile, sopra i 140 gradi, in modo da evitare che l'inserto intermedio entri prima di quello centrale.

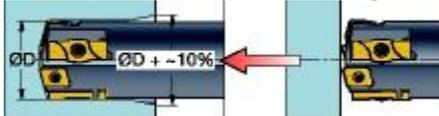
### Per lavorare con un foro pilota

Avanzare CoroDrill 805 nel foro pilota con una rotazione lenta e impiego di liquido refrigerante. La rotazione dovrebbe essere arrestata prima di estrarre la punta dal foro.



Varie opzioni per eseguire il foro pilota.

#### Per lavorare senza un foro pilota



La tolleranza del foro sarà di circa il 10% superiore (imboccatura a campana).

**Nota:** la foratura senza un foro pilota forma una "imboccatura a campana" all'inizio del foro ed è raccomandata solo su materiali facili da lavorare, come gli acciai a medio tenore di carbonio e la ghisa.

Entrare nel pezzo a bassa velocità e con un avanzamento molto basso, altrimenti la punta perderà la linea d'asse. Per l'acciaio normale, usare  $f_n = 0.02$  mm/giro e  $v_c = 45$  m/min fino a quando l'estremità frontale dei pattini è all'interno del foro. Successivamente, l'avanzamento può essere gradualmente aumentato fino a raggiungere il valore raccomandato, fino a quando i pattini non saranno a supporto completo.

# Microfori

## CoroDrill® 862

CoroDrill 862 offre prestazioni straordinarie per la microforatura di fori con diametri fino a 2.95 mm (0.116 poll.). Per profondità di foro fino a 12xDC.

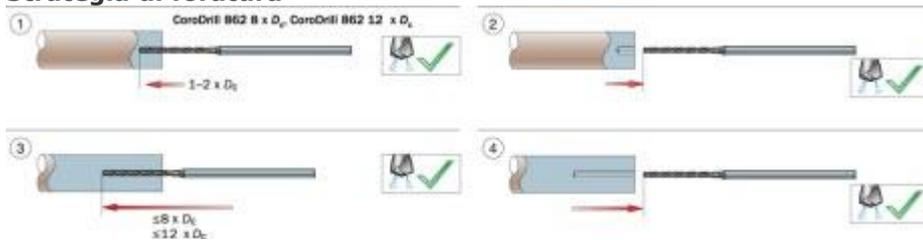
### Velocità e avanzamenti

I valori di velocità e avanzamento raccomandati per le micropunte sono stati calcolati per garantire una buona durata del tagliente e, nel contempo, la massima produttività. Le velocità e gli avanzamenti forniti rappresentano un buon punto di partenza ma, per ottimizzare i risultati, può essere necessario regolare tali valori in base all'applicazione.

### Refrigerante

CoroDrill 862 è dotata di condotti per raffreddamento posizionati in modo da garantire un buon volume di refrigerante. La pressione del refrigerante è un fattore chiave nella microforatura. Valori inadeguati di pressione o volume del refrigerante possono comportare la prematura rottura della punta. È decisamente consigliabile l'uso di refrigerante ad alta pressione. La pressione tipica raccomandata dovrebbe rientrare nel campo 40-70 bar.

### Strategia di foratura



# Foratura in superfici irregolari e trasversali



La foratura di superfici irregolari può sottoporre i taglienti della punta a forze eccessive e discontinue, provocandone l'usura precoce.

È importante attenersi alle istruzioni e, all'occorrenza, ridurre l'avanzamento.

## Superfici irregolari

In fase di penetrazione nella superficie e/o di uscita dal foro, sussiste il rischio di danneggiare la punta o gli inserti

### Punte a inserti multitaglienti

Ridurre la velocità di avanzamento per evitare di danneggiare l'inserto

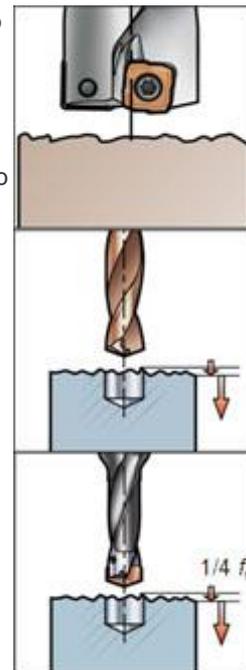
### Punte in metallo duro integrale

Ridurre la velocità di avanzamento a  $\frac{1}{4}$  della velocità normale per ridurre il rischio di scheggiatura dei taglienti

### Punte a cuspidi intercambiabile

Ridurre la velocità di avanzamento a  $\frac{1}{4}$  della velocità normale per evitare la scheggiatura

In condizioni instabili, realizzare un foro pilota (preferibilmente con una CD870 corta) o una lamatura in modo da ottenere una superficie una lamatura in modo da ottenere



## Superfici convesse

### Punte a inserti multitaglienti

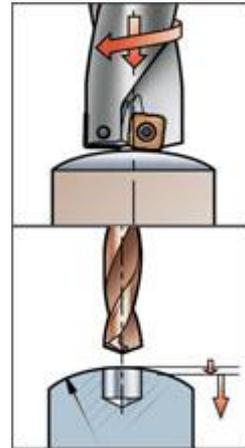
Il centro della punta entra in contatto con il pezzo per primo, generando una coppia normale

Non è necessaria alcuna regolazione

### Punte in metallo duro integrale

È possibile eseguire la foratura se il raggio è  $> 4$  volte il diametro della punta e il foro è perpendicolare al raggio

Avanzamento al 50-100% della velocità normale



### Punte a cuspidi intercambiabile

Il raggio minimo raccomandato della superficie convessa è di 4 volte il diametro della punta

Il foro deve essere perpendicolare alla superficie

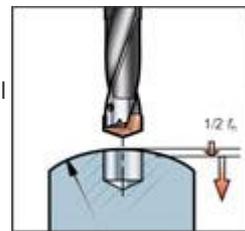
Condizioni stabili

Utilizzare la punta più corta possibile

In fase di entrata, ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{2}$  della velocità normale

Qualità del foro e durata del tagliente potrebbero essere inferiori rispetto a quanto risulterebbe in condizioni favorevoli

Se il raggio della superficie convessa è inferiore al valore raccomandato, realizzare un foro pilota (preferibilmente con una CD870 corta) o una lamatura in modo da ottenere una superficie una lamatura in modo da ottenere



## Superfici concave

### Punte a inserti multitaglienti

L'impegno della punta varia in base al raggio della superficie concava e al diametro del foro in rapporto all'altezza della punta

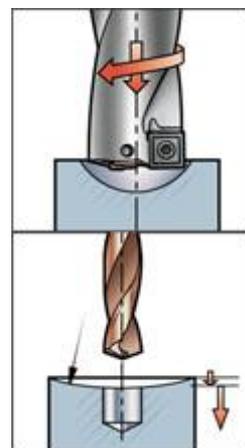
Se il raggio della superficie concava è piccolo rispetto al diametro del foro, la periferia della punta viene impegnata per prima

Ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{3}$  della velocità normale per ridurre la tendenza alla flessione della punta

### Punte in metallo duro integrale

È possibile eseguire la foratura se il raggio è  $> 15$  volte il diametro della punta e il foro è perpendicolare al raggio

Ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{3}$  della velocità normale



## Punte a cuspidi intercambiabile

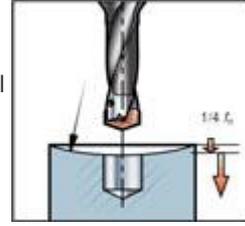
Il raggio minimo raccomandato sulla superficie convessa è di 1 volta il diametro della punta (per assicurare che il centro della cuspidi tocchi il pezzo per primo)

Condizioni stabili

Utilizzare la punta più corta possibile

In fase di entrata, ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{4}$  della velocità normale

Qualità del foro e durata del tagliente potrebbero essere inferiori rispetto a quanto risulterebbe in condizioni favorevoli



## Fori pre-eseguiti

### Punte a inserti multitaglienti

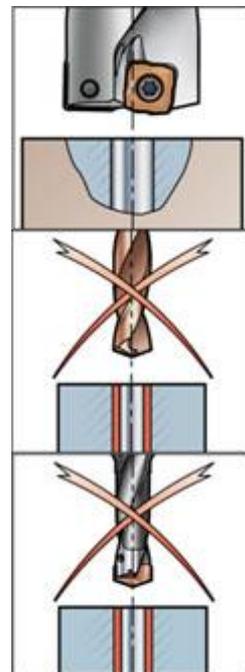
Il foro pre-eseguito non dovrebbe essere superiore a  $DC/4$ , per mantenere a un livello accettabile il bilanciamento delle forze di taglio tra inserto centrale e inserto periferico

### Punte in metallo duro integrale

Non raccomandate a causa del rischio di scheggiatura del tagliente

### Punte a cuspidi intercambiabile

Non è possibile eseguire l'allargatura dei fori esistenti per assenza di rottura del truciolo



## Fori incrociati

### Sfide:

L'evacuazione del truciolo è ostacolata e potrebbe diventare molto problematica

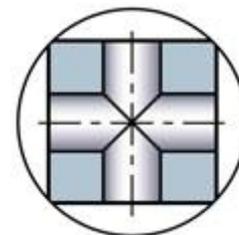
La sbavatura nel punto di incrocio è difficile. La formazione di bave deve essere ridotta al minimo

Maggiore usura dell'utensile rispetto alla foratura convenzionale

### Linee guida generali:

Quando la punta incrocia il foro esistente, è generalmente necessaria una riduzione dell'avanzamento

Per i fori di differente diametro: eseguire prima il foro più grande, in modo da ridurre la formazione di bave

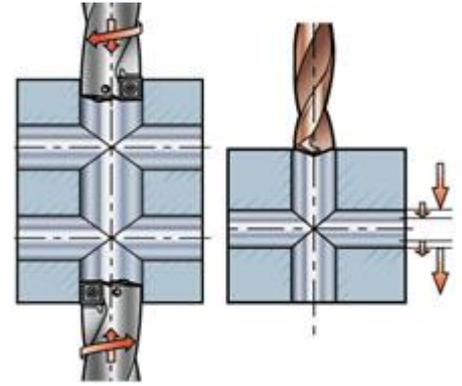


### Punte a inserti multitaglienti

Quando si incrocia un foro di diametro superiore a  $\frac{1}{4}$  del diametro della punta, ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{4}$  della velocità normale

### Punte in metallo duro integrale

Quando si incrocia il foro esistente, ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{4}$  della velocità normale



### Punte a cuspidi intercambiabile

Il diametro minimo raccomandato sul foro da incrociare è  $2 \times DC$  (per assicurare che il centro della cuspidi tocchi il pezzo per primo)

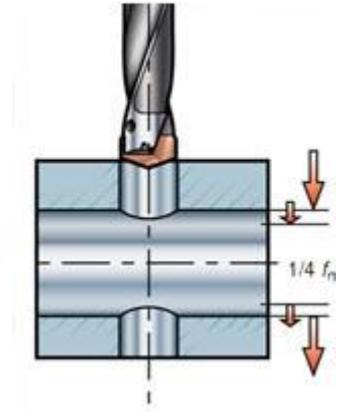
Condizioni stabili

Utilizzare la punta più corta possibile

In fase di entrata e di uscita dal foro incrociato, ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{4}$  della velocità normale

Ridurre l'avanzamento in tirata

Qualità del foro e durata del tagliente potrebbero essere inferiori rispetto a quanto risulterebbe in condizioni favorevoli



## Entrata/uscita inclinata

### I taglienti sono sottoposti a forze ineguali ed eccessive

Taglio interrotto, dato che la punta entra/ esce dal pezzo

Aumento della possibilità di vibrazioni

Il profilo di foratura può essere deformato

Maggiore usura dell'utensile rispetto alla foratura convenzionale

### Consigli generali:

La stabilità è un elemento cruciale. Un basso rapporto tra lunghezza e diametro aiuta a mantenere le tolleranze

Per entrare in pezzi molto inclinati, è consigliabile eseguire la fresatura di una piccola superficie piatta

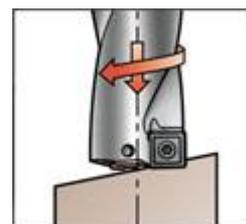


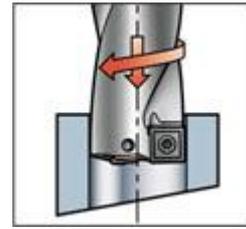
### Punte a inserti multitaglienti

Per minimizzare la tendenza alle vibrazioni e ridurre gli effetti della flessione della punta, usare la punta più corta possibile

Se la superficie ha un'angolazione di oltre 2 gradi, ridurre l'avanzamento a  $\frac{1}{3}$  della velocità normale

La riduzione dell'avanzamento contribuisce anche a ridurre le bave in uscita



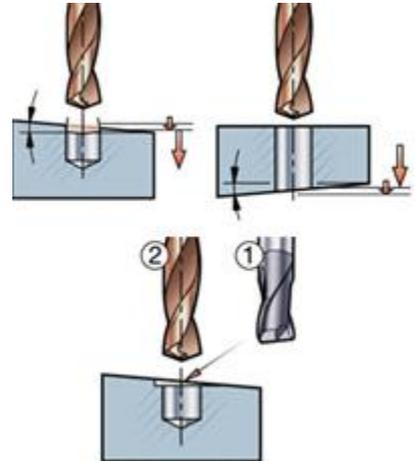


### Punte in metallo duro integrale

Per inclinazioni fino a 10 gradi, ridurre l'avanzamento a 1/3 della normale velocità di avanzamento fino a quando l'intero diametro è in taglio

La foratura di superfici inclinate di oltre 10 gradi è sconsigliabile

Alternativa per forti inclinazioni - fresare una piccola superficie e quindi procedere con la foratura



## Entrata inclinata

### Punte a cuspidi intercambiabile

Angolo massimo raccomandato di 6 gradi

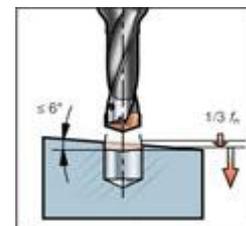
Condizioni stabili

Utilizzare la punta più corta possibile

In fase di entrata, ridurre l'avanzamento a 1/3 della velocità normale

Qualità del foro e durata del tagliente potrebbero essere inferiori rispetto a quanto risulterebbe in condizioni favorevoli

Per angoli di registrazione o lunghezze superiori, realizzare un foro pilota (preferibilmente con una CD870 corta) o una lamatura in modo da ottenere una superficie una lamatura in modo da ottenere



## Uscita inclinata

### Punte a cuspidi intercambiabile

Angolo massimo raccomandato di 30 gradi

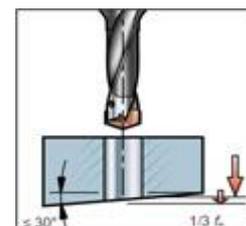
Condizioni stabili

Utilizzare la punta più corta possibile

In fase di uscita, ridurre l'avanzamento a 1/3 della velocità normale

Ridurre l'avanzamento in tirata

Qualità del foro e durata del tagliente potrebbero essere inferiori



rispetto a quanto risulterebbe in condizioni favorevoli

È consigliabile mantenere i margini della cuspidi a contatto con la superficie del foro su entrambi i lati

---

## Superfici curvate asimmetricamente

La punta tende ad allontanarsi dall'asse del foro

Inizialmente, è a contatto solo la periferia del tagliente

Problematica simile ma non identica a quella delle superfici inclinate

### Punte a inserti multitaglienti

Poiché inizialmente l'inserto centrale non è impegnato nel taglio, ridurre l'avanzamento in entrata a  $1/3$  della velocità normale per bilanciare le forze di taglio.

### Punte in metallo duro integrale

Non utilizzabili - sarebbero impegnate nel taglio solo alcune parti del tagliente e la punta non sarebbe il primo punto di contatto

Elevato rischio di scheggiatura

### Punte a cuspidi intercambiabile

La massima angolazione raccomandata dal centro all'angolo è di 6 gradi

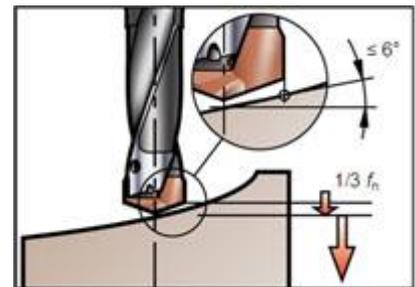
Condizioni stabili

Utilizzare la punta più corta possibile

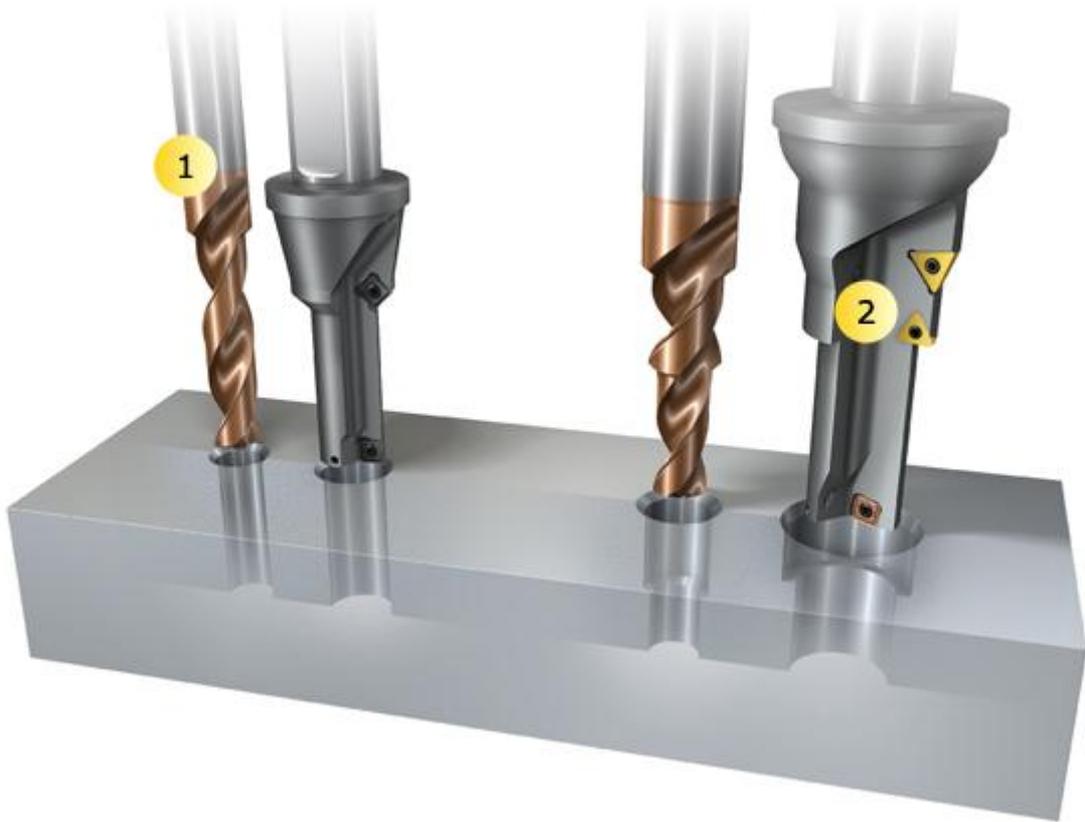
In fase di entrata, ridurre l'avanzamento a  $1/3$  della velocità normale

Qualità del foro e durata del tagliente potrebbero essere inferiori rispetto a quanto risulterebbe in condizioni favorevoli

Per angoli o lunghezze superiori, realizzare un foro pilota (preferibilmente con una CD870 corta) o una lamatura in modo da ottenere una superficie una lamatura in modo da ottenere

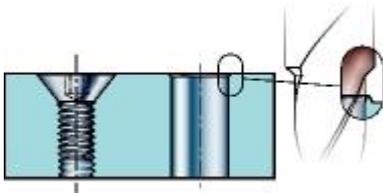


# Foratura con smussi e gradini



1. Esecuzione di smussi
2. Foratura con gradini o con gradini e smussi

# Esecuzione di smussi

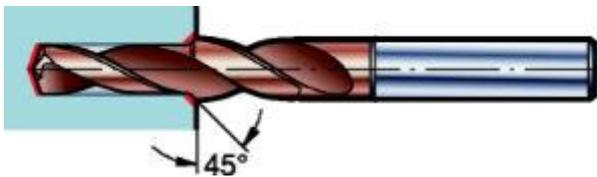


Sono molti i fori che, una volta eseguiti, hanno bisogno di smussatura o almeno di un'operazione di sbavatura. Alcuni esempi tipici sono i fori per viti e rivetti.

Esistono diverse punte tra cui scegliere e, usando l'interpolazione elicoidale, è possibile usare anche un utensile di tornitura o fresatura.

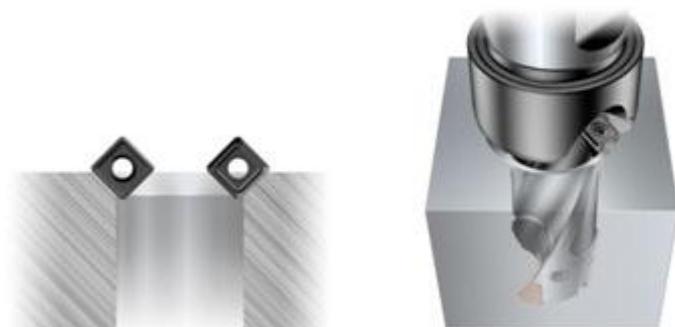
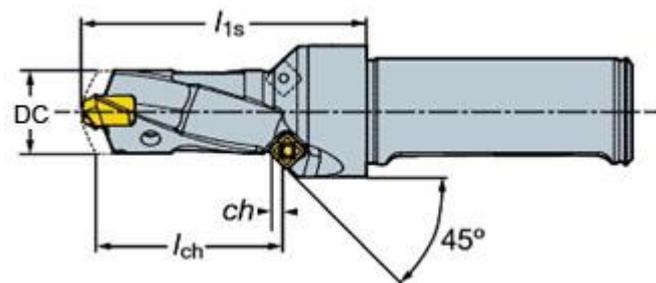
## Punte in metallo duro integrale

Un programma standard di punte per smussi a 45° adatte a diversi fori filettati/maschiati, fino a profondità di foro di 2-3 x DC. Consultare il Catalogo generale. Utilizzabili in tutti i tipi di materiale.



## CoroDrill® 870

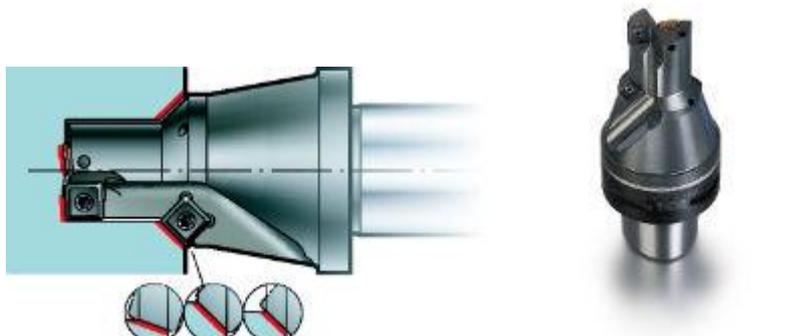
Punta per smussi Tailor Made per eseguire fori smussati in una sola operazione. Con smusso a 45°.



## CoroDrill® 880

### Tailor Made e utensili speciali

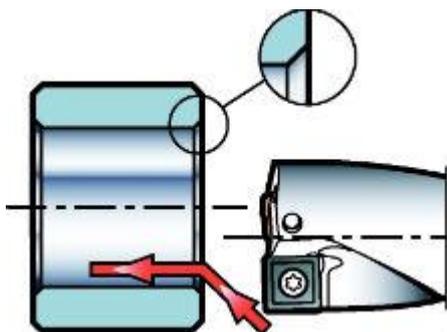
Larghezza e angolo dello smusso ottimizzati su richiesta. La vasta scelta di geometrie e qualità d'inserto la rende adatta a tutti i tipi di materiale.



## Punta non rotante

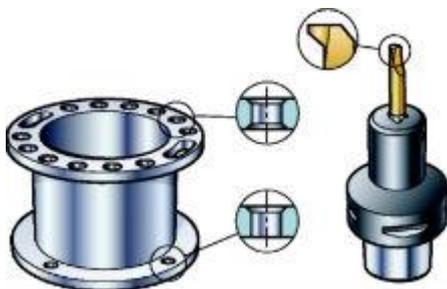
### Programmazione del percorso utensile

Una CoroDrill 880 standard può essere utilizzata programmando il percorso utensile in un'applicazione con punta non rotante e pezzo rotante.



## CoroTurn® XS e CoroMill® 327

### Smussatura / esecuzione di smussi in tirata, sbavatura Programmazione del percorso utensile

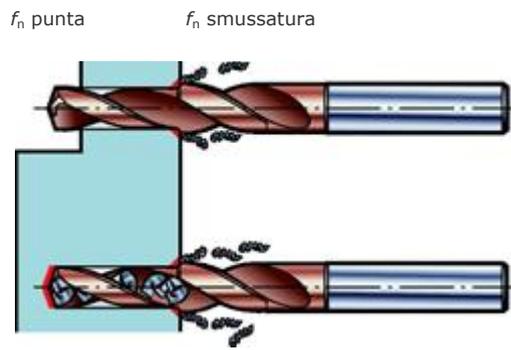


## Consigli applicativi

Generalmente, quando l'inserto per smussi è in presa, l'avanzamento dovrebbe rimanere lo stesso,  $f_n$  (mm/giro). Questo è importante soprattutto quando si esegue un foro cieco perché, nell'operazione di foratura, una riduzione dell'avanzamento può comportare la formazione di trucioli lunghi.

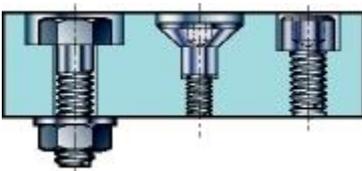
Tuttavia, ad esempio nei materiali a truciolo lungo, può essere necessario regolare l'avanzamento

durante l'operazione di smussatura, per impedire che i trucioli lunghi si avvolgano attorno alla punta.



L'avanzamento,  $f_n$ , dovrebbe rimanere costante durante l'operazione di smussatura ovvero  $f_n$  punta =  $f_n$  smussatura. Particolarmente importante quando si eseguono fori ciechi.

# Foratura con gradini o con gradini e smussi



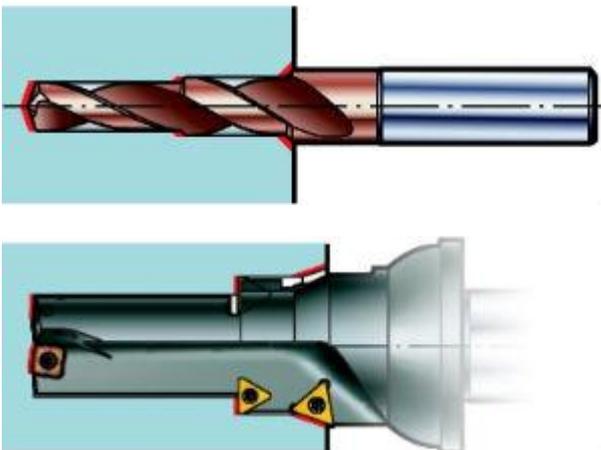
Un altro tipo di foro comune è quello a gradini o a gradini e smussi. Le applicazioni tipiche sono i componenti con viti o bulloni la cui testa deve rimanere "nascosta".

## Fori con gradini e smussi in una sola passata

**Utensili Tailor Made e speciali su richiesta**

**Punte in metallo duro integrale** – Disponibili con gradini e smussi.

**CoroDrill 880** – Gradini e smussi su richiesta.



## Fori a gradini mediante esecuzione di due fori

**Punte in metallo duro integrale o CoroDrill 880** – Scegliere le punte in base alle dimensioni e alla profondità dei fori.

## Fori a gradini mediante foratura e barenatura

**Punte in metallo duro integrale o CoroDrill 880 con CoroBore 820 o DuoBore** – Scegliere la punta e l'utensile per alesatura in base alle dimensioni e alla profondità dei fori.

## Fori a gradini mediante interpolazione elicoidale

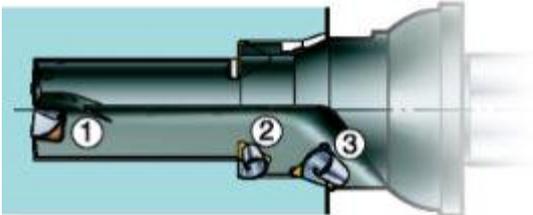
**Frese CoroDrill 880 o CoroMill** – Il foro con diametro a gradini può essere 2 x DC. L'interpolazione elicoidale con CoroDrill 880 è un'operazione lenta e non dovrebbe essere usata per gradini profondi. Scegliere la fresa CoroMill in base alle dimensioni del foro.

## Punta non rotante

Scegliere una punta CoroDrill 880 standard e programmare il percorso dell'utensile.

## Consigli applicativi

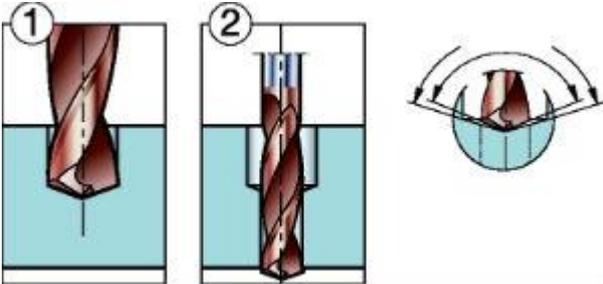
### Fori con gradini e smussi in una sola passata



L'obiettivo, quando si utilizza un utensile multidiametro, è ottenere un buon controllo del truciolo da tutti i taglienti in taglio. Nei materiali a truciolo lungo, come gli acciai a basso tenore di carbonio e gli acciai inossidabili, è consigliabile effettuare le prove iniziali per gradi:

1. Prima di tutto, controllare la formazione dei trucioli in corrispondenza della punta
2. Successivamente, controllare la formazione dei trucioli in corrispondenza dell'inserto per gradini
3. Infine, controllare la formazione dei trucioli in corrispondenza dell'inserto per smussi

### Fori a gradini mediante esecuzione di due fori



Prima il diametro più grande, poi quello più piccolo.

Iniziare sempre con la foratura del diametro grande, in modo da assicurare il centraggio della punta dell'utensile ed evitare la scheggiatura dei taglienti.

Quando si procede alla foratura del diametro piccolo con una punta CoroDrill Delta-C o Coromant Delta, verificare che l'angolo di punta dell'utensile sia uguale o inferiore a quello della punta grande, in modo da assicurare che sia la punta a toccare per prima il pezzo

### Fori a gradini mediante foratura e barenatura

Iniziare con la foratura e passare quindi alla barenatura.

### Fori a gradini mediante interpolazione elicoidale

Per ulteriori informazioni sull'esecuzione dei fori con le frese, vedere "Fresatura".

# Lavorazione di fori profondi

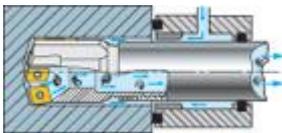
Con foratura profonda si intende la lavorazione di fori profondi più di dieci volte il diametro del foro. Questo tipo di lavorazione può essere eseguito con differenti setup della macchina. Il metodo più comune consiste nel ruotare il pezzo in lavorazione mentre l'utensile avanza in modo lineare. La rotazione dell'utensile è un'altra possibilità, come anche la combinazione dei due metodi.

A prescindere dal metodo, valgono comunque i principi di base della foratura ed è fondamentale scegliere correttamente velocità di taglio e avanzamenti. Essenziali sono anche il buon controllo e l'evacuazione dei trucioli dal tagliente senza danneggiare l'utensile o il pezzo ma uno dei fattori più importanti è un [efficace sistema di raffreddamento](#).

## Esempi di segmenti industriali e applicazioni

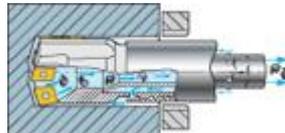
- Industria petrolifera e del gas
- Industria aerospaziale
- Piastre per scambiatori di calore (HEP)
- Metalli primari
- Tubi idraulico

## Disponibilità di tre sistemi



### Sistema a tubo singolo (STS)

Scelta prioritaria per la lavorazione ad alta produttività e la produzione di grandi serie



### Sistema Ejector

Per la foratura di lotti più piccoli

Facilmente adattabile a una macchina convenzionale



### Sistema con punta a cannone

In grado di eseguire fori più piccoli

Per ulteriori informazioni:

[Foratura profonda, catalogo prodotti e guida alle applicazioni](#)

[Guida alle applicazioni di pelatura e rullatura](#)

[Manufacturing of hydraulic cylinders](#)

[Gun drilling brochure](#)

# Sistema a tubi singoli (STS)



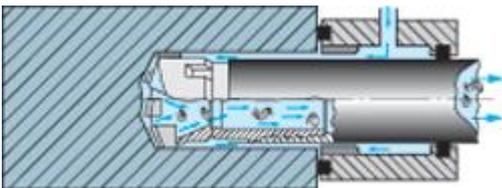
1. Dispositivo antivibrante
2. Connettore

STS è la scelta prioritaria per la produzione di grandi serie. Richiede una macchina speciale per la foratura profonda ma la produttività è fino a sei volte superiore a quella ottenibile con la foratura con punta a cannone.

- Per materiali con scarse capacità di formazione dei trucioli, quali acciaio inossidabile e acciaio a basso tenore di carbonio
- Per materiali a struttura irregolare, in cui sono frequenti i problemi di controllo truciolo
- Per pezzi estremamente lunghi e uniformi
- Per diametri di foro superiori a 200 mm (7.874 poll.)

## Funzionamento

Il sistema STS è basato sull'adduzione esterna di fluido da taglio e sul trasporto interno dei trucioli. La punta di foratura è fissata a un tubo portapunta cilindrico di piccolo diametro che lascia uno spazio tra il foro in esecuzione e il tubo portapunta.



Il fluido da taglio è alimentato attraverso lo spazio tra il tubo portapunta e il foro, mentre la pressione del fluido da taglio spinge i trucioli indietro, facendoli fuoriuscire dal tubo portapunta. L'elevata velocità del fluido da taglio fa sì che il trasporto dei trucioli avvenga senza difficoltà.

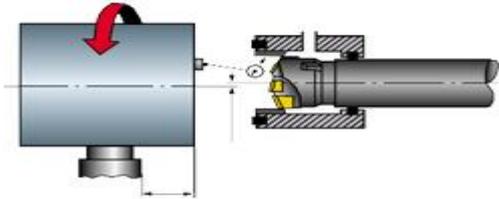
Grazie all'evacuazione interna del truciolo, non sono necessarie scanalature di evacuazione sul tubo portapunta. La sezione trasversale può essere completamente cilindrica e assicurare, quindi, una rigidità decisamente superiore a quella del sistema con punta a cannone.



- A CoroDrill 428
- B CoroDrill 800
- C CoroDrill 801
- D CoroDrill 818

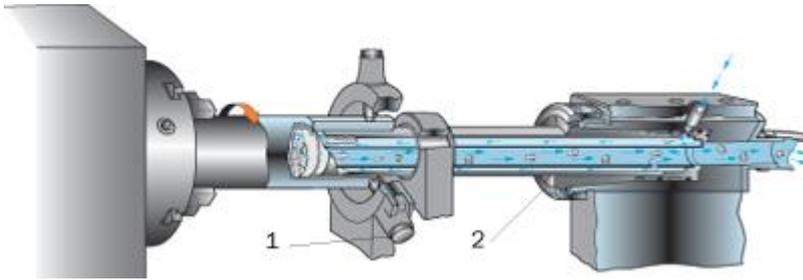
# Allineamento

Per il corretto setup delle macchine utensili, è importante controllare l'allineamento tra la punta di foratura e il pezzo. Un disassamento di oltre 20 micron genera un foro "scampanato". Una bussola di guida sovradimensionata avrà lo stesso effetto.



Runout max. 0,02 mm (0.000787 poll.)

# Sistema Ejector



1. Dispositivo antivibrante
2. Connettore

Il sistema Ejector è economico e di facile applicazione nelle macchine con mandrino orizzontale.

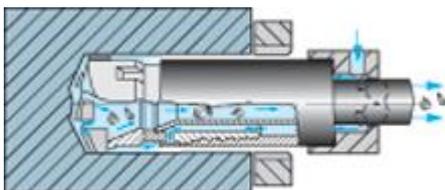
- Nessuna necessità di tenuta tra il pezzo e la punta o la bussola di guida
- Semplice montaggio su macchine quali torni, centri di tornitura, centri di lavoro e macchine di barenatura orizzontali
- Per lavorare pezzi in cui la tenuta contro il pezzo non è possibile
- Possibilità di usare un preforo anziché una bussola di guida, ad esempio nei centri di lavoro

## Funzionamento

Il sistema Ejector è costituito da punta di foratura, tubo esterno, tubo interno, connettore, pinza e manicotto di tenuta.

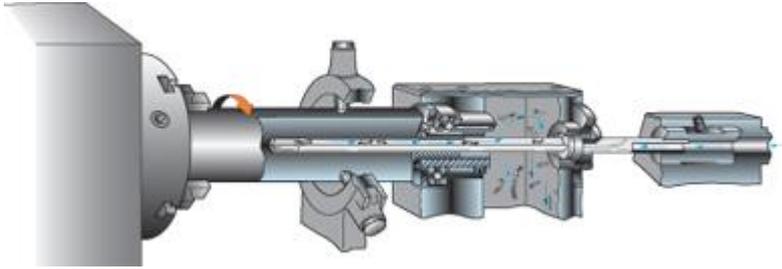
- La punta di foratura è montata sul tubo portapunta con un filetto quadro a quattro principi
- Tubo portapunta e tubo interno sono fissati al connettore con una pinza e un manicotto di tenuta
- La pinza e il manicotto di tenuta devono essere cambiati in funzione della gamma di diametri, ovvero dei diametri del tubo portapunta

Il fluido da taglio viene pompato, tra il tubo esterno e quello interno, verso i taglienti della punta di foratura e i trucioli vengono espulsi attraverso il tubo interno.



- A** Punta brasata 424.6
- B** CoroDrill 800
- C** T-Max 424.10

# Sistema con punte a cannone



Il sistema con punta a cannone è in grado di eseguire fori più piccoli rispetto al sistema a tubo singolo (STS) ma è meno produttivo. I migliori risultati si ottengono su macchine appositamente concepite per la foratura con punta a cannone. Le macchine convenzionali possono essere modificate per la foratura con punta a cannone usando un preforo.

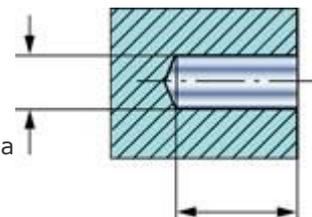
- Il fluido da taglio è alimentato attraverso la punta mentre i trucioli vengono trascinati lungo la scanalatura a V della punta
- Tra il pezzo e la bussola di guida è necessaria una tenuta, così come nella parte posteriore del raccogliore dei trucioli
- La pressione del refrigerante deve essere del 50% superiore a quella del sistema STS
- Necessità di elevata pressione del refrigerante e filtrazione fino a 5-10  $\mu\text{m}$  (0.000196 - 0.000394 poll.)
- Eccellente per la foratura di materiali molto duri e quando il controllo del truciolo risulta difficile
- Tolleranze di precisione e buona finitura

## Consigli applicativi

Per realizzare il foro di guida, è consigliabile attenersi alla procedura che segue.

### 1. Esecuzione del foro pilota

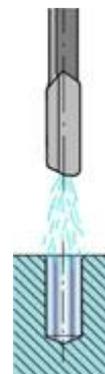
Il foro di guida dovrebbe essere realizzato con una tolleranza tra +0,01 e 0,02 mm (0.000394-0.000787 poll.) (H7) in eccesso rispetto al diametro della punta a cannone. CoroDrill 840 è una punta adatta per questa operazione.



### 2. Avanzamento della punta a cannone nel foro di guida

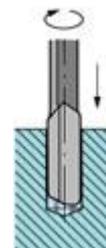
#### Attenzione:

all'esterno del foro, la punta a cannone non dovrebbe ruotare. Avanzare per inserire la punta nel foro di guida erogando, nel contempo, il fluido da taglio.



### 3. Inizio della foratura

Iniziare la rotazione e l'avanzamento del taglio



### 4. Al termine della foratura

Tornare rapidamente indietro  
 Fermarsi in corrispondenza della posizione del foro di guida  
 Arrestare la rotazione e l'adduzione di refrigerante  
 Estrarre la punta a cannone dal pezzo



## Guida alla scelta delle punte a cannone

	428.9 Punta a cannone monotagliante	428.2 Punta a cannone bitagliante	428.5 Punta a cannone integrale	428.7 Punta a cannone a elevati avanzamenti
<b>ISO P</b> Acciaio				
<b>ISO M</b> Acciaio inossidabile				
<b>ISO K</b> Ghisa				
<b>ISO N</b> Metalli non ferrosi				
<b>ISO S</b> Superleghe resistenti al calore				
Caratteristiche principali	Il più ampio campo di applicazione	Maggiore produttività nei materiali a truciolo corto	Stabilità	Massima produttività
Gamma DC mm/(poll.)	1.90-40.50 (0.075-1.594)	6.00-26.50 (0.236-1.043)	0.80-12.00 (0.031-0.472)	3.00-12.00 (0.118-0.472)
Massima profondità di foratura	3050	900	353	353

(mm)				
Forme circolari*	G60, A, D45, C	G60	G60, A, D45, C	G60, A, D45, C
Dimensioni dei lotti	Piccole	Piccole Medie Grandi	Medie Grandi	Grandi
Rivestimenti opzionali per una maggiore durata del tagliente	TiN TiAlN	TiN TiAlN	TiN TiAlN	TiAlN
Tipo di macchina	Macchina per foratura profonda/macchina convenzionale	Macchina per foratura profonda/macchina convenzionale	Foratura profonda	Foratura profonda
Refrigerante**	Olio puro/emulsione	Olio puro/emulsione	Olio puro/emulsione	Olio puro/emulsione

Per ulteriori informazioni, [fare clic qui](#)

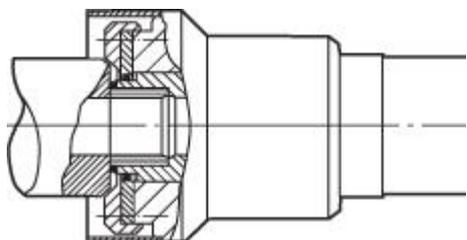
# Teste di pressione olio

## Punte con camera di adduzione d'olio in pressione

La punta con camera di adduzione d'olio in pressione svolge quattro importanti funzioni per la foratura profonda con STS:

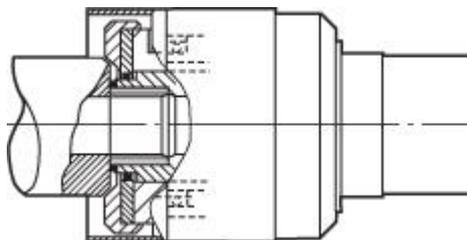
- Eroga il refrigerante sull'utensile da taglio
- Sigilla il lato di entrata del pezzo
- Alloggia la bussola di guida
- Sigilla la superficie esterna del tubo portapunta

Le punte con camera di adduzione d'olio in pressione agiscono come dispositivi di bloccaggio e servono anche all'autocentraggio del componente. I possibili diametri rientrano tra 15.60 e 399.90 mm (0.614-15.744 poll.), suddivisi in cinque gamme di diametri per tipo.



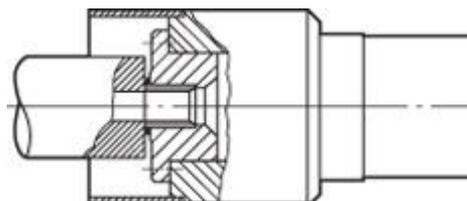
### Tipo 1

Pezzo non rotante  
Punta rotante  
Componenti simmetrici



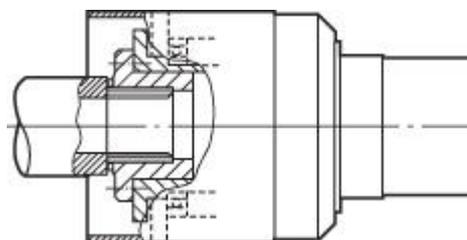
### Tipo 2

Pezzo rotante  
Punta possibilmente rotante  
Grandi volumi di componenti



### Tipo 3

Pezzo non rotante  
Punta rotante  
Componenti asimmetrici



### Tipo 4

Pezzo rotante  
Punta possibilmente rotante  
Piccoli volumi di componenti

## Componenti

Gli anelli di bloccaggio conici vengono realizzati in base al diametro del pezzo. Le dimensioni della bussola di guida, del portabussola, del supporto intermedio della bussola di guida, dell'anello di tenuta frontale e degli O-ring sono determinate dal diametro dell'utensile. Se devono essere forati componenti a pareti sottili, l'anello di bloccaggio conico, la bussola di guida, il portabussola e il supporto intermedio sono disponibili in versione speciale.

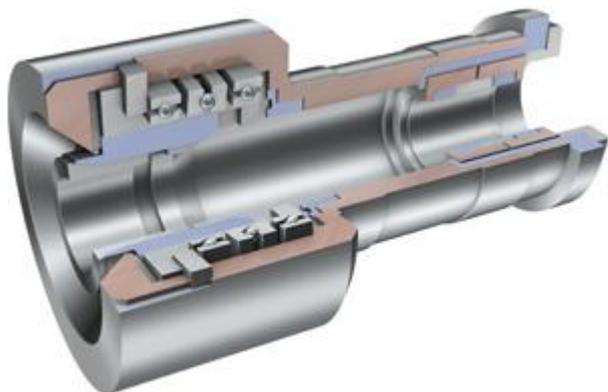
## **Sigillatura del tubo portapunta**

Il diametro esterno del tubo portapunta è sigillato da un premistoppa posto sulla parte posteriore della punta con camera di adduzione d'olio in pressione. Questo premistoppa è costituito da boccola guarnizione di tenuta, anello di guida, ghiera di pressione filettata e guarnizione flessibile.

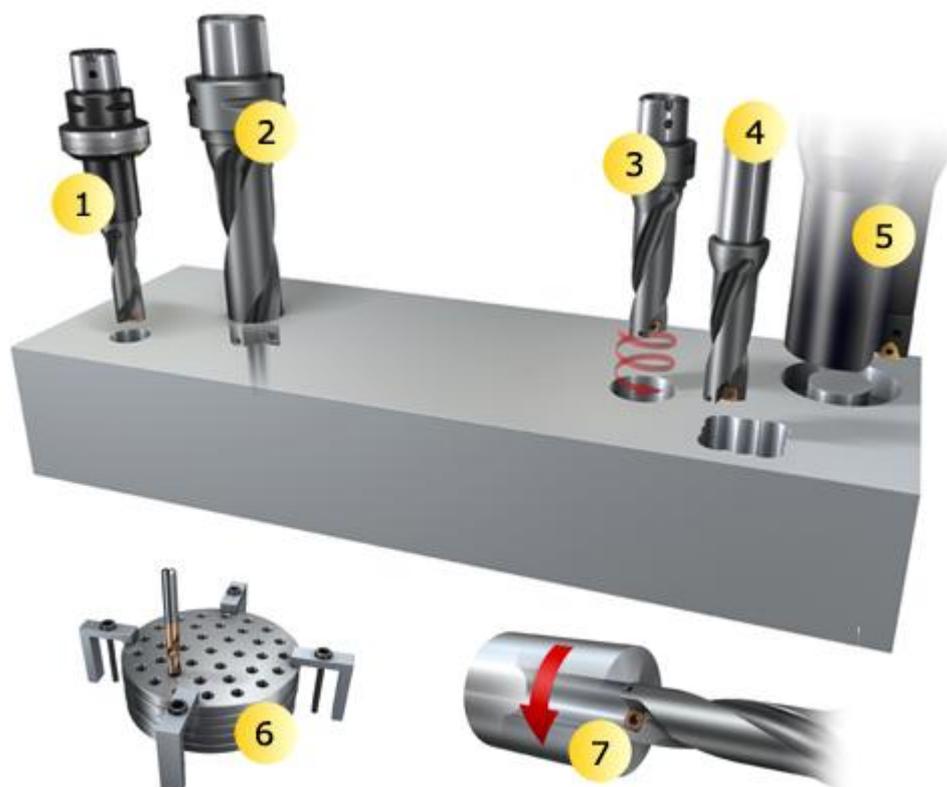
La chiusura ermetica si ottiene serrando la ghiera di pressione filettata e forzando la guarnizione flessibile attorno al tubo portapunta. La vite di bloccaggio assicura che la pressione di tenuta sul tubo portapunta rimanga invariata.

I premistoppa vengono forniti per ogni misura di tubo portapunta, in modo che l'intero assieme costituisca una unità e possa essere cambiato più rapidamente.

## **Assieme punta con camera di adduzione d'olio in pressione**



## Altri metodi



**1. Foratura con regolazione radiale**

**2. Barenatura**

**3. Interpolazione elicoidale**

**4. Foratura a tuffo**

**5. Foratura ad enucleare**

**6. Foratura di piastre sovrapposte**

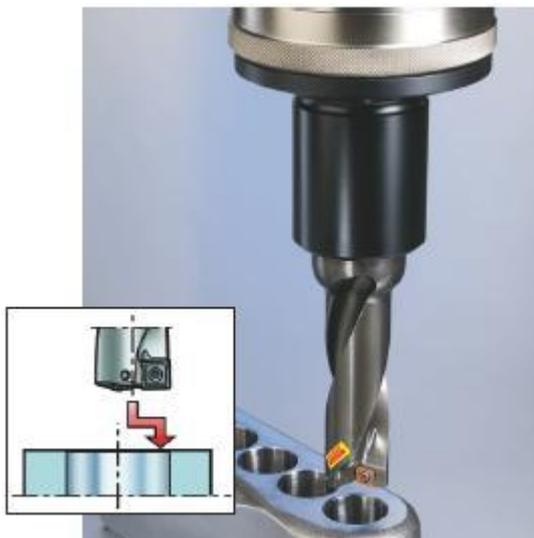
**7. Foratura non-rotante**

# Foratura con regolazione radiale

La regolazione radiale del diametro di una punta a inserti multitaglienti estende l'area di lavoro e consente di:

- Ottenere una tolleranza più stretta del foro preregolando il diametro esatto della punta ed eliminando, di conseguenza, le tolleranze di fabbricazione di punta e inserto
- Eseguire un foro più grande del diametro della punta ed evitare la necessità di avere in magazzino altre misure
- Realizzare fori a gradini e smussati con una punta standard, possibile in un'applicazione con punta non rotante

Nota: non è consigliabile regolare la punta a un diametro inferiore a quello nominale, perché il corpo della punta potrebbe strisciare contro la parete del foro.



## Esecuzione di un foro più grande della punta

La regolazione radiale massima di una CoroDrill 880 dipende dalla sovrapposizione degli inserti, centrale e periferico. Nel Catalogo generale, sono riportati i valori di massima regolazione radiale per i vari diametri delle punte. La regolazione radiale incide sulla forza di taglio ed è quindi opportuno scegliere l'avanzamento più basso all'interno del campo raccomandato.

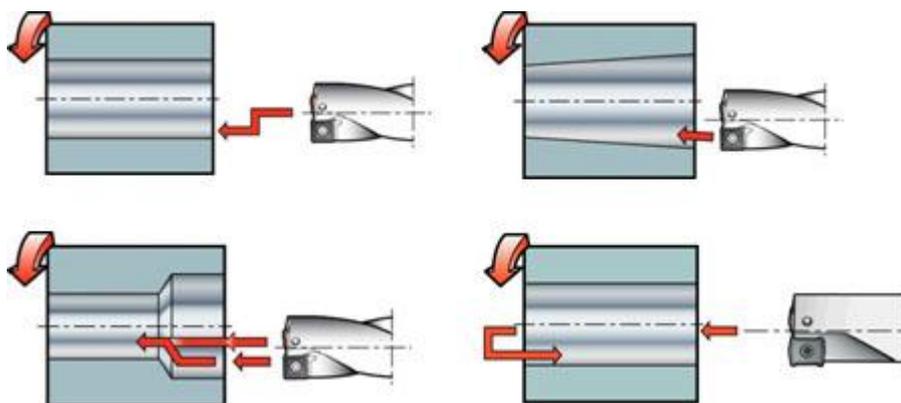
Diam. punta		Codice di ordinazione	Regolazione radiale			
DC mm	poll.		mm	poll.	DC max mm	poll.
14	0.551	880-D1400L20-02	0.50	0.020	15.0	0.591
14.5	0.571	880-D1450L20-02	0.45	0.018	15.4	0.606
15	0.591	880-D1450L20-02	0.40	0.016	15.8	0.622
15.5	0.610	880-D1550L20-02	0.30	0.012	16.1	0.634
16	0.630	880-D1600L20-02	0.30	0.012	16.6	0.654

## Applicazione non rotante

### Offset radiale

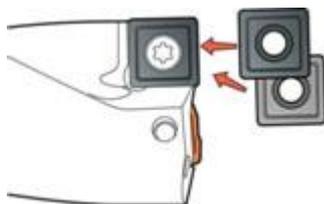
- I fori possono essere più grandi rispetto alla misura nominale della punta
- È possibile eseguire fori conici
- È possibile lavorare smussi e gradini
- È possibile preparare un foro da filettare in una sola passata, compresa la smussatura
- Le operazioni di barenatura ed esecuzione di smussi, entrambe in tirata, sono possibili con CoroDrill®

881



### Pre-setting in un tornio

CoroDrill 880 esegue fori con tolleranza IT12-13, a seconda della lunghezza della punta. Con il pre-setting della punta e la conseguente eliminazione delle tolleranze di fabbricazione del corpo punta, della sede e dell'inserto, in condizioni stabili è possibile mantenere una tolleranza di  $\pm 0.05$  mm (0.002 poll.) (IT10-11).



## Applicazione rotante

### Attacco registrabile

Per la regolazione radiale in un'applicazione con punta rotante, questa è la soluzione più precisa e stabile. I manicotti servono a montare steli di varie misure ISO in un solo attacco.

- Regolazione radiale  $-0.2 / +0.7$  mm ( $-0.008 / +0.028$  poll.).  
È consigliabile non superare il campo di registrazione della punta (la regolazione massima è riportata nelle pagine del catalogo dedicate ai codici di ordinazione)
- Tolleranze di foro fino a  $\pm 0.05$  mm (0.002 poll.)

La regolazione viene effettuata ruotando l'anello graduato che circonda l'attacco, suddiviso in incrementi di 0.05 mm (0.002 poll.), e che indica il movimento diametrico dell'utensile.

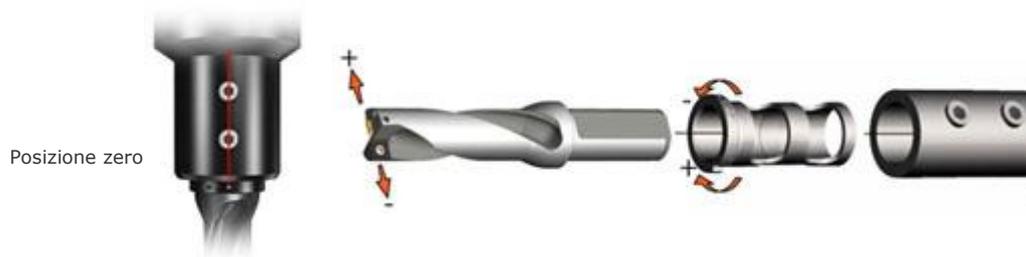
Può essere necessario ridurre il valore di avanzamento/giro (fn) a causa della maggiore sporgenza dell'utensile e delle forze di taglio meno bilanciate dovute all'offset.

### Manicotto eccentrico

Il manicotto eccentrico può essere usato con punte a inserti multitaglienti e con steli cilindrici ISO 9766. Dovrebbe essere utilizzato solo per il pre-setting, per ottenere una tolleranza foro più stretta.

Quando si usa il manicotto, è necessario utilizzare un attacco di una misura più grande; se il diametro dello stelo della punta è 25 mm e si considera il manicotto, è necessario utilizzare un attacco di 32 mm di diametro.

- Il campo di registrazione radiale è circa  $\pm 0.3$  mm (0.012 poll.)
- Una regolazione inferiore al diametro nominale non è consigliabile  
Un punto aumenta/diminuisce il diametro del foro di circa 0.10 mm (0.004 poll.)
- Ruotare in senso antiorario per ridurre il diametro
- Ruotare in senso orario per aumentare il diametro
- Per bloccare la punta nell'attacco, usare entrambe le viti e verificare che i bulloni dell'attacco siano abbastanza lunghi



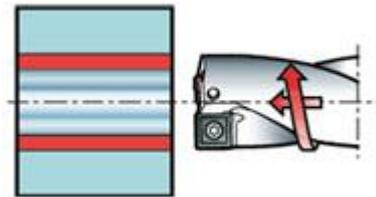
# Barenatura



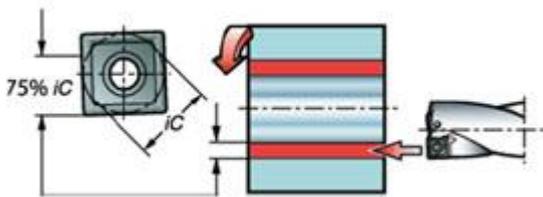
Le punte a inserti multitaglienti possono essere usate, nelle operazioni di barenatura, per risparmiare il tempo richiesto dal cambio degli utensili.

## Punte a inserti multitaglienti

L'allargamento di un foro può essere effettuato usando una punta più grande. La barenatura con una punta non rotante può essere eseguita nello stesso modo o disassando l'utensile in senso radiale. Una punta più corta è più adatta a un'operazione di questo genere, perché meno sensibile alle vibrazioni e in grado di sostenere avanzamenti più elevati. Per evitare la flessione della punta, la profondità massima per le operazioni di barenatura dovrebbe essere limitata al 75% dell'inserto.

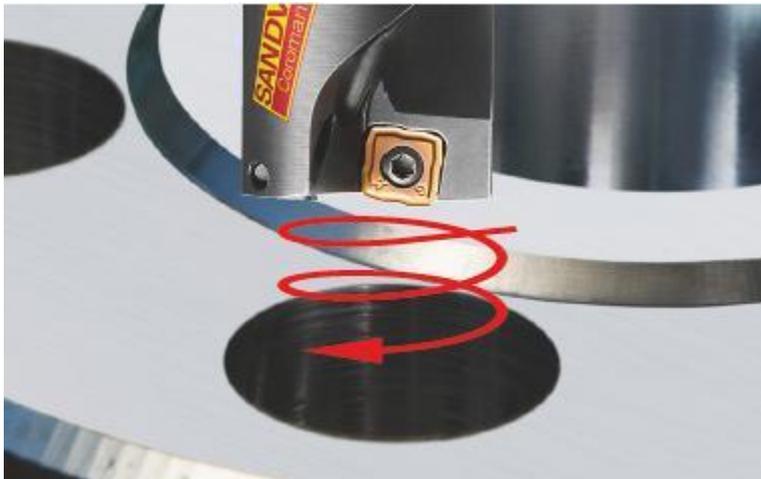


Barenatura con una punta più grande.



La punta non rotante può anche essere disassata in senso radiale.

# Interpolazione elicoidale



Un utensile rotante esegue il foro seguendo un percorso circolare e avanzando, simultaneamente, in senso assiale. Questo metodo può essere utilizzato per lavorare fori già eseguiti. Si tratta di un'operazione in rampa circolare in cui l'utensile, con diametro generalmente equivalente alla metà di quello del foro, viene utilizzato all'angolo di rampa raccomandato per quell'utensile.

## Scelta degli utensili

Gli utensili adatti, oltre a CoroDrill 880, sono la fresa a candela CoroMill 390, la fresa con inserti rotondi CoroMill 300, la fresa a candela in metallo duro integrale CoroMill Plura e qualsiasi fresa con capacità di lavorazione in rampa.

	<b>CoroDrill® 880</b>
	
<b>Diametro punta DC, mm (poll.)</b>	12.00-63.50 (0.472-2.500)
<b>Profondità di foratura</b>	2 x DC
<b>Materiale</b>	

**Nota:** la lavorazione in rampa circolare con punte più lunghe non è consigliabile

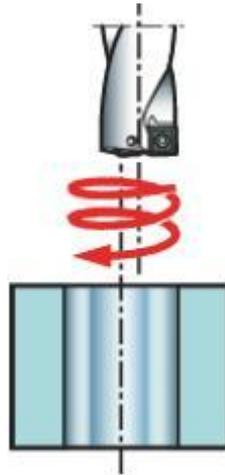
## Punte a inserti multitaglienti

La lavorazione in rampa circolare con punte a inserti multitaglienti dovrebbe essere considerata solo per lavorazioni "singole" o quando la produttività non è un requisito prioritario.

Le velocità di taglio e gli avanzamenti possono essere uguali a quelle raccomandate per la foratura convenzionale

La profondità di foratura max. è  $2 \times DC$

Il passo massimo corrisponde al raggio dell'inserto, +0.3 mm (0.012 poll.)



# Foratura a tuffo

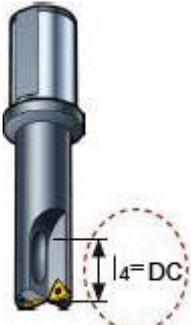


La foratura a tuffo è un metodo efficace per la sgrossatura di cavità. Consente di eseguire un foro o una cavità più profondi con ripetute passate assiali, utilizzando una punta o una fresa. È particolarmente adatta per le operazioni di sgrossatura perché efficiente in termini di assorbimento di potenza, produttività e perché, indirizzando le principali forze di taglio in senso assiale lungo il portautensile, riduce le sollecitazioni sul mandrino della macchina utensile. La fresatura a tuffo interna inizia con l'esecuzione di un foro adatto all'utensile a tuffo.

## Scelta degli utensili

Si utilizzano punte a inserti multitaglienti con due inserti nella zona di taglio centrale, che sono molto produttive. Il 70% del diametro della punta può essere applicato al successivo taglio sovrapposto, se si utilizza la punta a tuffo con i dati di taglio completi della punta a inserti multitaglienti; il volume di truciolo asportato è alto.

La fresatura a tuffo è simile alla foratura a tuffo con la fresa a inserti multitaglienti a geometria positiva CoroMill 390, la fresa a inserti rotondi CoroMill 300 o la fresa CoroMill Plura in metallo duro integrale. CoroMill 210 per la fresatura ad avanzamenti elevati è adatta per diverse applicazioni. Le frese, tuttavia, hanno un incremento di passata limitato – solo la metà della lunghezza assiale del tagliente dell'inserto. Può essere un'alternativa interessante quando i diametri sono abbastanza grandi da avere un numero di denti impegnati in grado di fornire avanzamenti elevati.

	CoroDrill® 880	CoroDrill Delta®
		 R416.22
		 $l_4 = DC$

<b>Diametro punta DC, mm (poll.)</b>	12.00-63.00 (0.472-2.480)	12.7-35.00 (0.500-1.378)
<b>Materiale</b>		
	CoroDrill 880 standard può essere usata per fori profondi fino a 3 x DC, senza rischio di flessione della punta o vibrazioni.	Per profondità fino a 6 x DC, è invece ideale la punta a tuffo specifica Coromant U (416.22).  La massima profondità di foratura è 1 x DC ma la foratura a tuffo (fori sovrapposti) può essere eseguita fino a 6 x DC in fori passanti e ciechi. L'accumulo e l'evacuazione del truciolo nei fori ciechi devono essere tenuti sotto controllo.

## Checklist

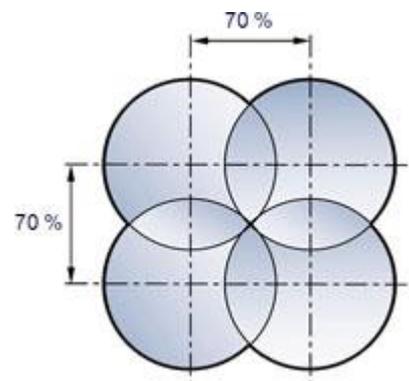
Per la massima stabilità, usare sempre la punta più corta possibile

Ricorrere all'adduzione interna di refrigerante solo per assicurare una sufficiente evacuazione del truciolo

Il massimo incremento di passata equivale al 70% del diametro della punta. Ciò consente di avere un'efficiente velocità di creazione della cavità assicurando, nel contempo, che non vengano lasciate "carote" di materiale

Prima della lavorazione a tuffo, realizzare un foro convenzionale per iniziare la creazione della cavità

Eseguire due fori e lavorare a tuffo tra essi è vantaggioso. Ciò consente di creare molto spazio per l'evacuazione del truciolo



## CoroDrill® 880/881

Utilizzabili per profondità di foro fino a 3 x DC senza il rischio di flessione della punta o vibrazioni

Utilizzare la geometria GR o GT e la qualità GC044/1044

## Punta a tuffo Coromant U

Ideale per profondità fino a 6 x DC

La massima profondità di foratura è 1 x DC ma, nei fori passanti e in quelli ciechi, la foratura a tuffo può essere eseguita fino a 6 x DC

L'evacuazione del truciolo nei fori ciechi deve essere tenuta sotto controllo

Utilizzare la geometria 53 e la qualità GC1020



# Foratura ad enucleare

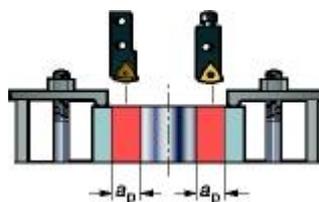


La foratura ad enucleare viene utilizzata per i fori di grande diametro e quando la potenza della macchina è limitata, poiché non richiede lo stesso assorbimento di potenza della foratura dal pieno. L'utensile per la foratura ad enucleare non lavora l'intero diametro ma solo un anello alla periferia. Anziché rimuovere tutto il materiale sotto forma di trucioli, lascia un nucleo (carota) all'interno del foro, pertanto si tratta di un metodo adatto alla lavorazione di fori passanti.

Per la foratura ad enucleare, usare la punta T-Max® U R416.7.

	<b>Punta ad enucleare T-Max® U</b>
	 R416.7
<b>Diametro punta DC, mm (poll.)</b>	60.00-110.00 (2.362-4.331)
<b>Profondità di foratura</b>	2.5 x DC
<b>Materiale</b>	
<b>Tolleranza foro</b>	±0.2
<b>Finitura superficiale <math>R_a</math></b>	2-7 $\mu\text{m}$

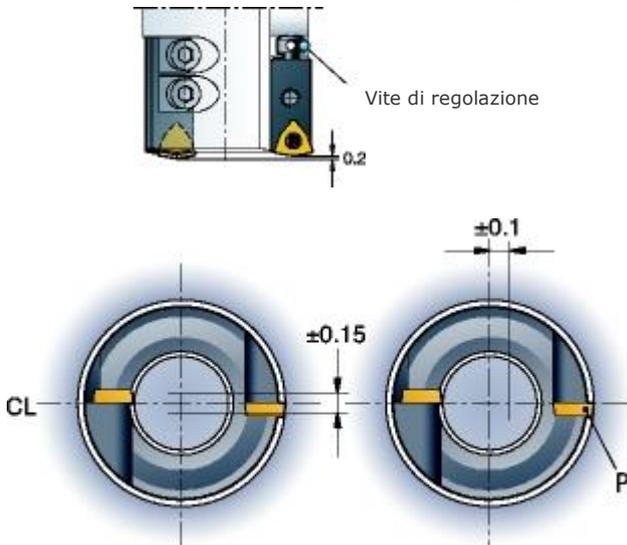
Centrale  
L430.26-1117-06



Periferico  
R430.26-1114-06

La punta è concepita per la foratura di pezzi dal pieno e di componenti sovrapposti, con o senza spazio vuoto

## Raccomandazioni di set-up



### Punte rotanti e non rotanti

L'inserto periferico deve essere arretrato di 0.20 mm (0.008 poll.) rispetto alla cartuccia centrale.

### Punta non rotante

- La punta deve essere posizionata con gli inserti sull'asse orizzontale.
- La punta non deve essere disassata dall'asse del pezzo da lavorare più di -0.15 mm (0.006 poll.) rispetto all'inserto periferico.
- Il tagliente periferico (P) dovrebbe essere posizionato a +0.1 mm (0.004 poll.) sul piano orizzontale, dall'asse del mandrino (CL).

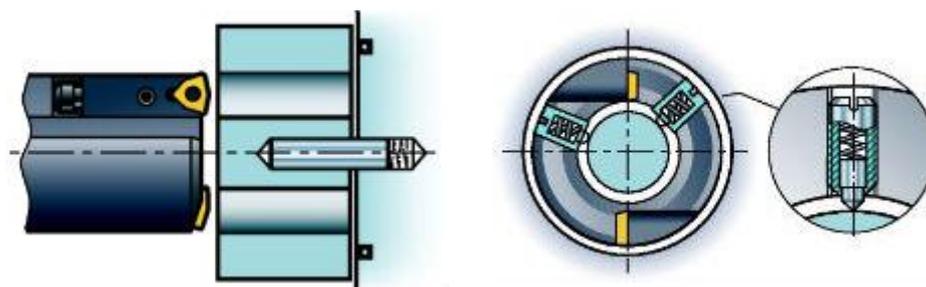
## Manipolazione della carota

### Set-up verticale

La carota cade quando la punta attraversa il materiale e generalmente ciò non rappresenta un problema.

### Set-up orizzontale

Le carote lunghe e pesanti possono aver bisogno di un apposito supporto che ne prevenga la caduta e il conseguente rischio di scheggiatura dell'inserto interno.



**Punta rotante - fissaggio della carota**

Eseguire un foro all'interno della carota. Fissare l'otturatore nel foro per prevenire la caduta della carota (C).

**Punta non rotante - supporto della carota**

Se dotata di supporto per la carota, la punta dovrebbe essere montata con le cartucce posizionate sull'asse verticale e l'inserto periferico rivolto verso il basso.

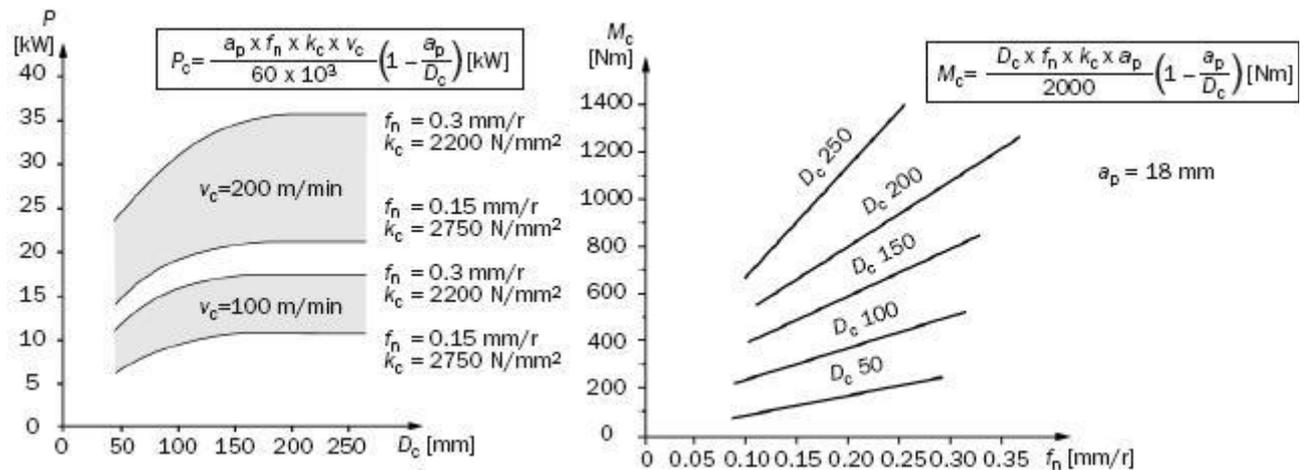
**Dati di taglio**

	ISO	Velocità di taglio $v_c$ m/min	Complementare
<b>P</b>	Acciaio	100-250	0.07-0.20
<b>M</b>	Acciaio inossidabile	100-250	0.07-0.20
<b>K</b>	Ghisa	100-250	0.15-0.25
<b>N</b>	Alluminio	250-400	0.12-0.22
<b>S</b>	Titanio	40-100	0.08-0.16

**Diagrammi per punte ad enucleare T-Max® U – R416.7**

Potenza netta

Coppia per punte ad enucleare



# Foratura di piastre sovrapposte



Questo metodo è impiegato per realizzare un numero elevato di fori attraverso lamiere sottili. Tra le applicazioni più diffuse figurano ad esempio la foratura di deflettori per scambiatori di calore e componenti per ponti.

## Informazioni generali

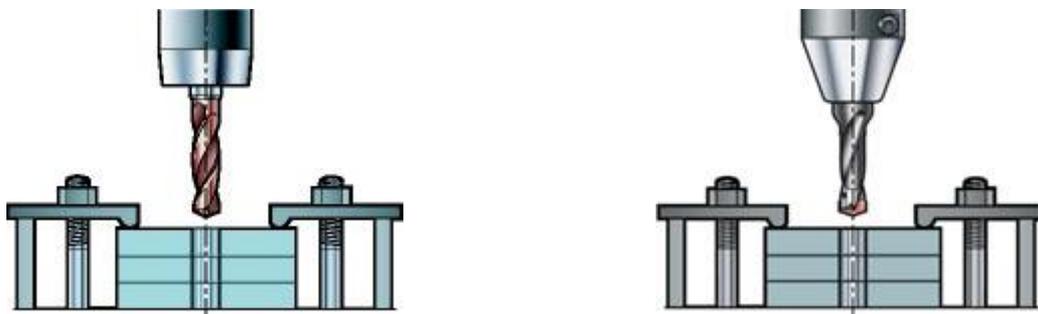
Per eseguire con successo la foratura a pacco di materiali sovrapposti, è fondamentale ridurre al minimo lo spazio vuoto tra le piastre impilate. Questo risultato può essere ottenuto bloccandole con dei morsetti o saldando tra loro le piastre. Una buona prassi consiste nell'inserire tra le piastre della carta di tipo industriale (dello spessore di circa 0.5-1 mm (0.020-0.039 poll.)) per uniformare le eventuali irregolarità e smorzare le vibrazioni.

Se lo spazio vuoto non è ridotto al minimo:

- I dischi di uscita possono muoversi lungo le piastre, essere ritagliati e, di conseguenza, danneggiare la punta
- Le piastre tendono anche a flettersi maggiormente e, in fase di uscita della punta, possono tornare in posizione danneggiando sia il foro che l'utensile

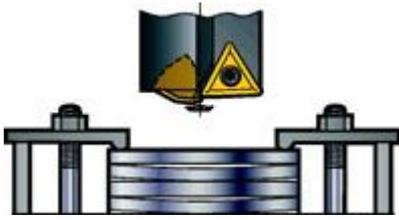
## Punte in metallo duro integrale e punte a cuspidi intercambiabile

Normalmente, non sono necessarie riduzioni dell'avanzamento.



## Punta per foratura a pacco T-Max® U R416.01

Il design della punta è ottimizzato per la foratura di materiali sovrapposti e determina la formazione di un disco di dimensioni minime, che viene eliminato attraverso il canale di evacuazione del truciolo quando la punta attraversa una delle superfici sovrapposte.



**Dati di taglio per:**



Acciaio a basso tenore di carbonio:  
 $v_c = 150-300$  m/min e  
 $f_n = 0.05-0.12$  mm/giro



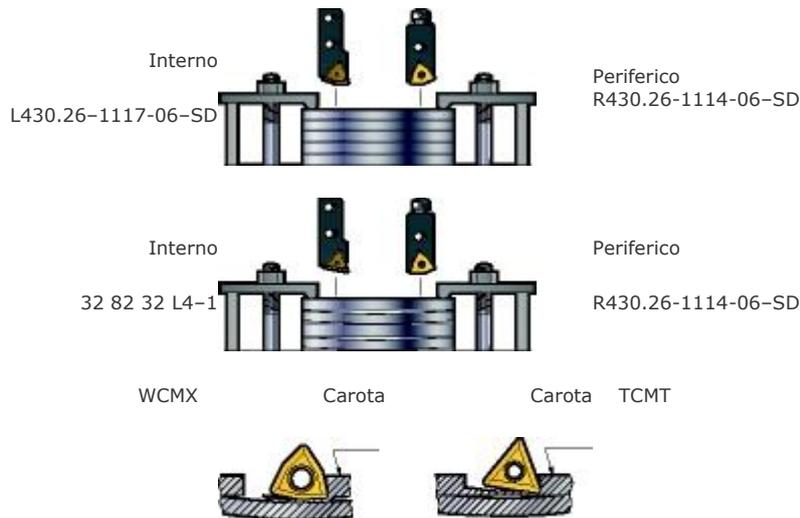
Acciaio inossidabile:  
 $v_c = 75-200$  m/min e  
 $f_n = 0.05-0.12$  mm/giro

**Nota:** CoroDrill 880 non è indicata per la foratura a pacco, poiché il disco di rottura è troppo grande.

**Punta ad enucleare T-Max® U R416.7**

Per i pezzi senza spazio d'aria, utilizzare la cartuccia SD e un inserto WCMX misura 06 per cartucce sia periferiche che interne.

Per i pezzi con spazio d'aria, utilizzare la versione 32 82 32 L4-1 come cartuccia interna insieme a un inserto TCMT misura 16.



# Foratura non-rotante



I centri di tornitura e le macchine a fantina mobile con avanzamento barra prevedono spesso la rotazione del pezzo anziché della punta. Quando si usa questo metodo, è estremamente importante verificare che la punta sia allineata all'asse della macchina.

## Allineamento

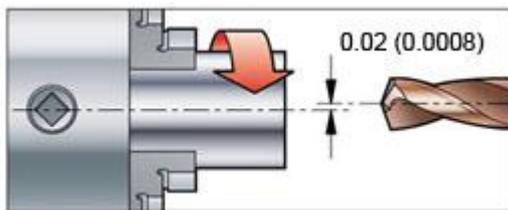
Per ottenere prestazioni migliori, minimizzare il runout o TIR (Total Indicator Runout) dell'utensile

### CoroDrill® 880

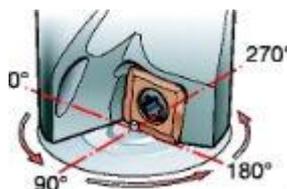
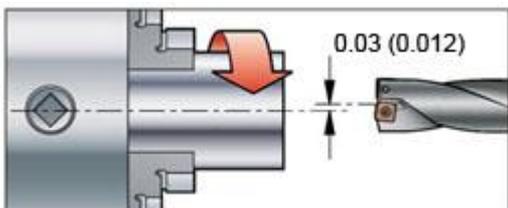
- Il runout può essere temporaneamente ridotto ruotando la punta o la pinza di 90°, 180° o 270°

**Nota:** le punte a inserti multitaglienti come CoroDrill 880 formano una piccola carota centrale, visibile sul fondo del foro o del disco. Le dimensioni della carota dovrebbero essere comprese nel campo 0.05-0.15 mm (0.002-0.006 poll.); in caso contrario, sussiste il rischio di frattura del tagliente, vibrazioni, fori sovradimensionati e usura del corpo della punta. Mentre la punta è in rotazione, le dimensioni della carota variano a seconda della posizione.

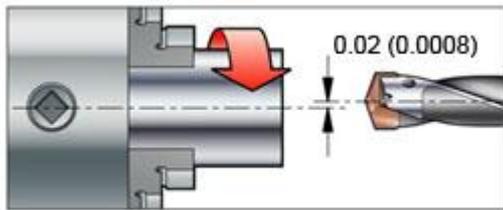
Punte in metallo duro integrale



Punte a inserti multitaglienti



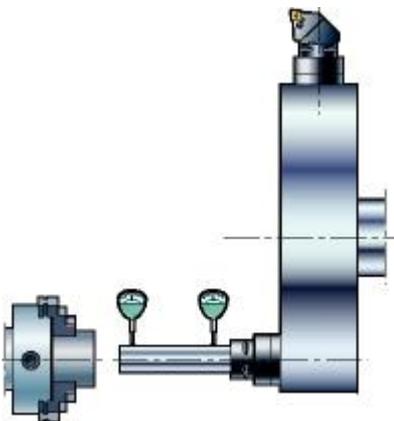
Punte a cuspidi intercambiabile



## Allineamento della punta

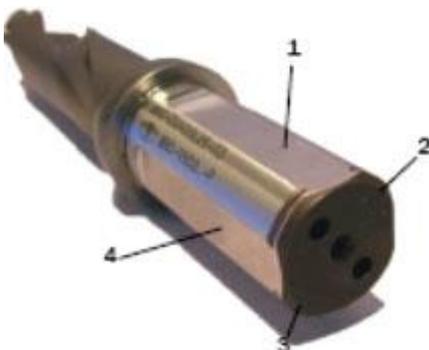
La punta deve essere parallela all'asse del mandrino, altrimenti il foro può risultare sovra o sottodimensionato o assumere una forma a imbuto. Le misure possono essere effettuate con un comparatore associato a una barretta di prova.

Un'altra possibilità è quella di eseguire i fori con la punta ruotata di 90°, 180°, 270° o valori intermedi. La misura dei fori indica lo stato di allineamento della macchina.



## Punta con quattro piani (punte a inserti multitaglienti)

Usare la punta con i quattro piani equamente posizionati attorno allo stelo. Eseguire i fori con la punta montata in ognuna delle quattro posizioni piane; la misura dei fori indicherà lo stato di allineamento della macchina.



## Disallineamento dovuto alla flessione della torretta

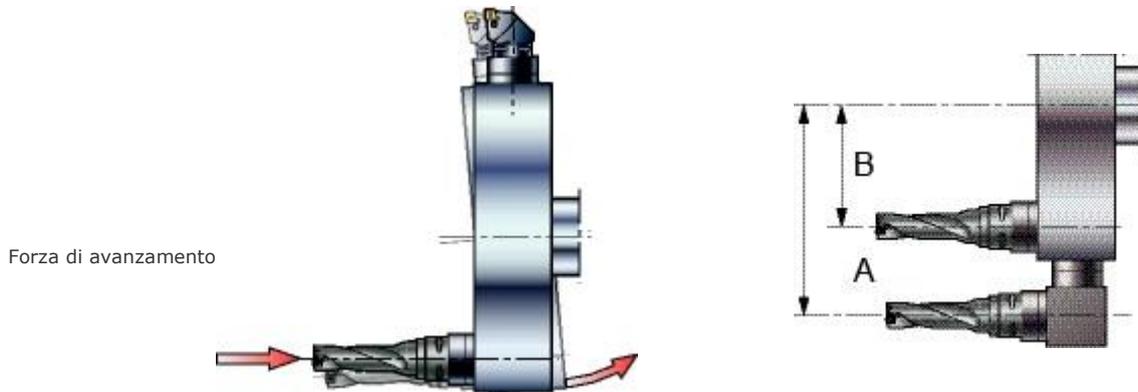
La flessione della torretta su un tornio CNC può essere un problema, soprattutto quando si usano punte più grandi ed elevati valori di avanzamento,  $f_n$ , che possono generare forze elevate.

Per testare la stabilità, eseguire un foro a bassa velocità di avanzamento e un foro a velocità di avanzamento elevata; quindi, misurare le dimensioni dei fori. Se le dimensioni dei fori sono molto differenti, significa che la torretta tende a flettersi.

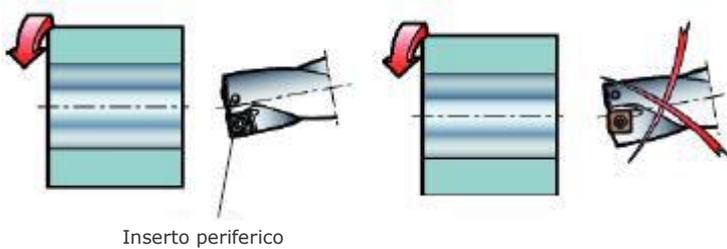
## Minimizzare la flessione della torretta

Prima di tutto, controllare se è possibile minimizzare l'effetto montando l'utensile in un altro modo. Montare sempre l'utensile il più vicino possibile al centro della torretta. La posizione B è preferibile alla posizione A.

Se ciò non è possibile, la forza di avanzamento può essere ridotta abbassando il valore di avanzamento/giro ( $f_n$ ). Per salvaguardare la produttività, è possibile aumentare la velocità  $vc$  che non influisce sulla forza di avanzamento.



Se risulta impossibile evitare la flessione o il disallineamento della torretta, la punta dovrebbe essere montata con l'inserto periferico posizionato come nell'illustrazione a sinistra, in modo da evitare l'usura del corpo della punta.



## Regolazione radiale di una punta non rotante

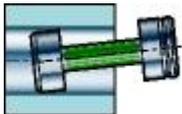
Con CoroDrill 880, per la foratura non rotante si aprono grandi prospettive. Per saperne di più, fare clic [qui](#).

# Risoluzione dei problemi

- Punta ad inserti multitaglienti
- Punta a cuspide intercambiabile
- Punta in metallo duro integrale

## ***Punta ad inserti multitaglienti***

### **Fori sovradimensionati**



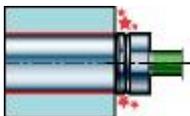
#### **Punta rotante**

1. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
2. Provare una geometria più tenace sul lato periferico (mantenere l'inserto centrale)

#### **Punta non rotante**

1. Controllare l'allineamento sul tornio
2. Ruotare la punta di 180 gradi
3. Provare una geometria più tenace sul lato periferico (mantenere l'inserto centrale)

### **Fori sottodimensionati**



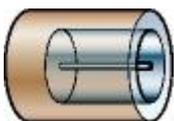
#### **Punta rotante**

1. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
2. Provare una geometria più tenace al centro e una geometria con azione di taglio leggera in periferia

#### **Punta non rotante**

1. Fissa: Controllare l'allineamento sul tornio
2. Fissa: Ruotare la punta di 180 gradi
3. Provare una geometria più tenace al centro e una geometria con azione di taglio leggera in periferia

### **"Piolo" nel foro**



#### **Punta rotante**

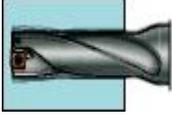
1. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
2. Provare un'altra geometria sul lato periferico e regolare la velocità di avanzamento in base ai dati di taglio raccomandati
3. Ridurre la sporgenza della punta

#### **Punta non rotante**

1. Controllare l'allineamento sul tornio
2. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
3. Ridurre la sporgenza della punta

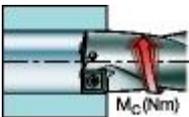
4. Provare un'altra geometria sul lato periferico e regolare la velocità di avanzamento in base ai dati di taglio raccomandati

## Vibrazioni



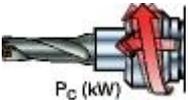
1. Ridurre la sporgenza della punta e migliorare la stabilità del pezzo
2. Ridurre la velocità di taglio
3. Provare un'altra geometria sul lato periferico e regolare la velocità di avanzamento in base ai dati di taglio raccomandati

## Coppia della macchina insufficiente



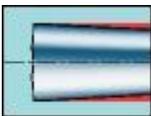
1. Ridurre l'avanzamento
2. Scegliere una geometria con azione di taglio leggera per ridurre la forza di taglio

## Potenza della macchina insufficiente



1. Ridurre la velocità
2. Ridurre l'avanzamento
3. Scegliere una geometria con azione di taglio leggera per ridurre la forza di taglio

## Foro non simmetrico



Il foro si allarga sul fondo (a causa dell'intasamento dei trucioli in corrispondenza dell'inserto centrale)

1. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
2. Provare un'altra geometria sul lato periferico e regolare la velocità di avanzamento in base ai dati di taglio raccomandati
3. Ridurre la sporgenza della punta

## Tagliante di durata insufficiente



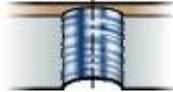
1. Controllare i dati di taglio raccomandati
2. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
3. Ridurre la sporgenza della punta, migliorare la stabilità del pezzo e controllare il portautensile
4. Controllare che la sede della punta o dell'inserto e la vite non siano danneggiate
5. Vedere l'usura tipica per rimedi specifici
6. Se possibile, selezionare una qualità più resistente all'usura

## Rottura delle viti dell'inserto



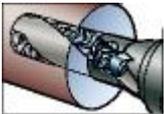
1. Utilizzare una chiave torsionometrica per serrare la vite e applicare Molykote.

## Finitura superficiale insoddisfacente



1. È importante avere un buon controllo truciolo
2. Ridurre l'avanzamento (se è importante mantenere il valore  $v_f$ , aumentare anche la velocità)
3. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
4. Ridurre la sporgenza della punta e migliorare la stabilità del pezzo

## Intasamento truciolo nelle scanalature della punta



### Causato da trucioli lunghi

1. Controllare le raccomandazioni relative a dati di taglio e geometria
2. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
3. Ridurre l'avanzamento entro i dati di taglio raccomandati
4. Aumentare la velocità di taglio entro i dati di taglio raccomandati

## Flessione



Tolleranza del foro fuori campo  
 Finitura superficiale insoddisfacente - rigature in tirata  
 Usura del corpo dell'utensile  
 Rottura dell'inserto

### Causa

1. Forze di taglio eccessive
2. Stabilità insufficiente

### **Soluzione**

- 1.1. Scegliere una geometria con raggio di punta inferiore
- 1.2. Ridurre l'avanzamento
- 1.3. Ridurre l'avanzamento in entrata
- 2.1. Aumentare la stabilità
- 2.2. Scegliere un corpo utensile più corto (4xD -> 3xD)

## **Problemi di formazione dei trucioli**

**Materiali a truciolo lungo, ad es. acciaio inossidabile o a basso tenore di carbonio**

### **Risultato**

1. Trucioli inadeguati/lunghi - Intasamento truciolo
2. Finitura superficiale insoddisfacente
3. Rottura dell'inserto o dell'utensile

### **Possibile causa**

1. Geometria sbagliata
2. Velocità di taglio troppo bassa
3. Avanzamento troppo elevato

### **Soluzione**

1. Scegliere la geometria -LM
2. Aumentare la velocità di taglio
3. Ridurre l'avanzamento

**Materiali a truciolo corto, es. acciaio normale**

### **Risultato**

1. Trucioli inadeguati/lunghi - Intasamento truciolo
2. Finitura superficiale insoddisfacente
3. Rottura inserto o utensile

### **Possibile causa**

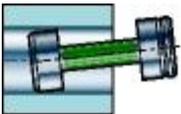
1. Utensile non rotante (tornio)
2. Geometria sbagliata
3. Velocità di taglio troppo bassa
4. Avanzamento troppo basso

### **Soluzione**

1. Scegliere una geometria per basso avanzamento (GR -> GM)
2. Aumentare l'avanzamento
3. Aumentare la velocità di taglio

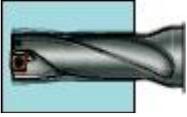
## ***Punta a cuspidi intercambiabile***

### **Foro fuori tolleranza**



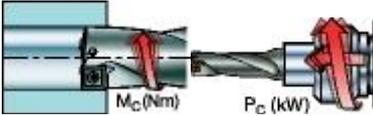
1. Controllare l'usura della cuspidi
2. Controllare il runout
3. Ridurre l'avanzamento
4. Controllare la stabilità del pezzo, il portautensile e la superficie del componente
5. Eseguire un foro pilota di centraggio per le punte più lunghe
6. Nelle applicazioni non rotanti, controllare l'allineamento

## Vibrazioni



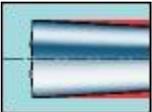
1. Ridurre la sporgenza della punta, migliorare la stabilità del pezzo, controllare il portautensile
2. Ridurre la velocità di taglio
3. Regolare l'avanzamento per giro

## Potenza o coppia insufficiente della macchina



1. Ridurre la velocità
2. Ridurre l'avanzamento
3. Scegliere una geometria con azione di taglio leggera per ridurre la forza di taglio

## Foro non cilindrico



Il foro si allarga all'entrata

1. Controllare il runout
2. Regolare l'avanzamento
3. Ridurre la sporgenza della punta e controllare il portautensile
4. Per punte più lunghe, eseguire un foro pilota con una punta corta

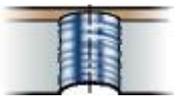
## Tagliante di durata insufficiente



Controllare i dati di taglio raccomandati

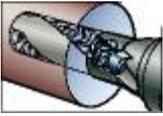
1. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
2. Ridurre la sporgenza della punta, migliorare la stabilità del pezzo e controllare il portautensile
3. Controllare che la sede della punta o dell'inserto e la vite non siano danneggiate
4. Vedere l'usura tipica per rimedi specifici
5. Se possibile, selezionare una qualità più resistente all'usura

## Finitura superficiale insoddisfacente



1. È importante avere un buon controllo truciolo
2. Ridurre l'avanzamento (se è importante mantenere il valore  $v_f$ , aumentare anche la velocità)
3. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro e liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta
4. Ridurre la sporgenza della punta, migliorare la stabilità del pezzo

## Intasamento dei trucioli nelle scanalature della punta



1. Regolare i dati di taglio per favorire il controllo del truciolo
2. Aumentare il flusso di refrigerante, pulire il filtro, liberare i fori di uscita del refrigerante nella punta e controllare la concentrazione del refrigerante
3. I problemi di intasamento truciolo possono provocare una gravissima usura del corpo della punta
4. Per evitare l'intasamento truciolo, rimuovere il materiale "incollato" sul corpo della punta

## Truciolo in entrata



"Uncini" sulla periferia

1. Rischio di usura eccessiva se si vedono degli "uncini" sulla periferia dei trucioli iniziali
2. Probabile causa, sbilanciamento dovuto a:
  - Runout
  - Entrata inclinata
  - Avanzamento troppo alto
  - Condizioni instabili/deboli
  - Rottura/usura dell'angolo

## Controllo del truciolo - Ottimizzazione



1. Tracce di graffiatura sui trucioli, come quelle mostrate, sono un segno dell'intasamento truciolo che incide negativamente sulla qualità del foro. Per migliorare la qualità del foro, il suggerimento è quello di ridurre l'avanzamento e, se possibile, aumentare la velocità

## ***Punta in metallo duro integrale***

### **Truciolo in entrata – Punta in metallo duro integrale/a cuspidi intercambiabile**



"Uncini" sulla periferia

1. Rischio di usura eccessiva se si vedono degli "uncini" sulla periferia dei trucioli iniziali

2. Probabile causa, sbilanciamento dovuto a:
- Runout
  - Entrata inclinata
  - Avanzamento troppo alto
  - Condizioni instabili/deboli
  - Rottura/usura dell'angolo

## Controllo del truciolo - Ottimizzazione



1. Tracce di graffiatura sui trucioli, come quelle mostrate, sono un segno dell'intasamento truciolo che incide negativamente sulla qualità del foro. Per migliorare la qualità del foro, il suggerimento è quello di ridurre l'avanzamento e, se possibile, aumentare la velocità

# Tipi di usura

- Punte a inserti multitaglienti
- Punta a cuspide intercambiabile
- Punta in metallo duro integrale

## ***Punte a inserti multitaglienti***

### **Usura sul fianco**



L'usura sul fianco è quella preferibile, quando bilanciata. L'usura sul fianco può comportare

- Finitura superficiale insoddisfacente
- Tolleranza del foro fuori campo
- Aumento dell'assorbimento di potenza

#### **Causa**

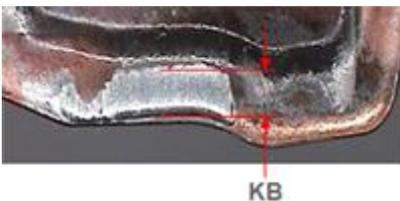
1. Velocità di taglio eccessiva ( $v_c$ )
2. Insufficiente resistenza all'usura della qualità

#### **Azione**

1. Ridurre la velocità di taglio ( $v_c$ )
2. Scegliere una qualità più resistente all'usura

## **Usura per craterizzazione**

### **Inserto centrale**



### **Inserto periferico**



La craterizzazione può comportare

- Un tagliente debole che può rompersi e formare trucioli inadeguati
- Finitura superficiale insoddisfacente
- Aumento dell'assorbimento di potenza

#### **Causa**

Inserto centrale: Trucioli abrasivi (materiale del pezzo)

Inserto periferico: Usura diffusa dovuta all'alta temperatura (peggiore per PVD)

### Azione

Inserto centrale: Ridurre l'avanzamento

Inserto periferico:

1. Ridurre la velocità di taglio
2. Selezionare una qualità più resistente all'usura (spesso CVD-MT)

### Accorgimento generale

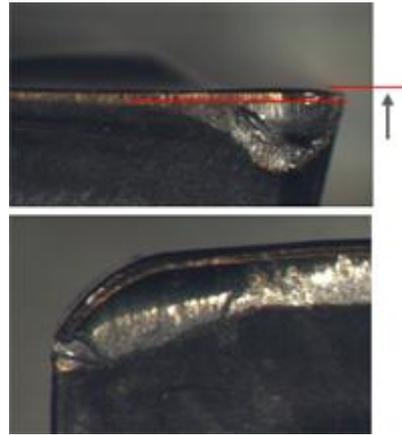
Per favorire la formazione dei trucioli, selezionare una geometria più positiva

## Deformazione plastica

Depressione del tagliente



"Impronta" sul fianco



La presenza di depressioni e impronte sul tagliente può comportare inadeguato controllo del truciolo, finitura superficiale insoddisfacente e fori fuori tolleranza

### Causa

1. Temperatura di taglio eccessiva, associata ad alta pressione (avanzamento e/o durezza del pezzo)
2. Il risultato finale è un livello di usura sul fianco e/o craterizzazione eccessivo

### Azione

- 1, 2. Selezionare una qualità con maggiore resistenza alla deformazione plastica (durezza a caldo)
- 1, 2. Ridurre la velocità di taglio ( $v_c$ )
1. Ridurre l'avanzamento ( $f_n$ )

## Scheggiatura nella zona di taglio



La scheggiatura nella zona di taglio può comportare:

- Usura eccessiva sul fianco
- Finitura superficiale insoddisfacente

### Causa

1. Condizioni instabili
2. Superficie irregolare
3. Insufficiente tenacità della qualità
4. Geometria dell'inserto troppo debole

5. Fluido da taglio insufficiente
6. Intrusioni di sabbia (ghisa)

#### **Azione**

1. Migliorare la stabilità (sporgenza utensile, fissaggio)
2. Ridurre l'avanzamento in entrata. Scegliere una geometria più tenace
3. Scegliere una qualità più tenace
4. Selezionare una geometria più robusta
5. Aumentare il fluido da taglio
6. Scegliere una geometria più robusta, ridurre l'avanzamento

## **Rottura**



La rottura può comportare:

- Rottura dell'utensile
- Distruzione del pezzo

#### **Causa**

1. Stabilità insufficiente
2. Taglio interrotto
3. Fluido da taglio insufficiente
4. Avanzamento troppo alto o velocità di taglio troppo alta/bassa
5. Qualità troppo fragile (inserto P)
6. Inserto usurato

#### **Azione**

1. Migliorare la stabilità (ridurre la sporgenza dell'utensile, fissare più saldamente il pezzo, ecc.)
2. Ridurre l'avanzamento, scegliere una geometria più tenace (-GR o -GT)
3. Aumentare il fluido da taglio
4. Regolare i dati di taglio
5. Scegliere una qualità più tenace
6. Determinare un'affidabile durata del tagliente sull'inserto periferico

## **Tagliente di riporto (T.d.R)**



Il tagliente di riporto può comportare:

- Finitura superficiale insoddisfacente e sgretolamento del tagliente, quando il tagliente di riporto viene strappato via dai trucioli
- Scheggiatura del tagliente

#### **Causa**

1. Temperatura sfavorevole (velocità di taglio)
2. Geometria del tagliente troppo negativa
3. Materiale con tendenza all'incollamento
4. Miscela d'olio troppo povera nel fluido da taglio

#### **Azione**

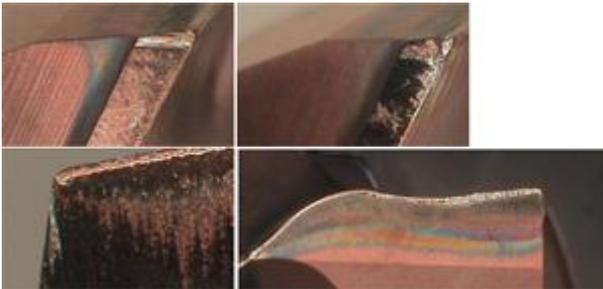
- 1.1 Aumentare/ridurre la velocità di taglio (temperatura alta/bassa)

- 1.2 Scegliere una qualità rivestita
2. Selezionare una geometria più positiva
- 3, 4. Aumentare la miscela d'olio e il volume/pressione del fluido da taglio

## ***Punta a cuspidi intercambiabile***

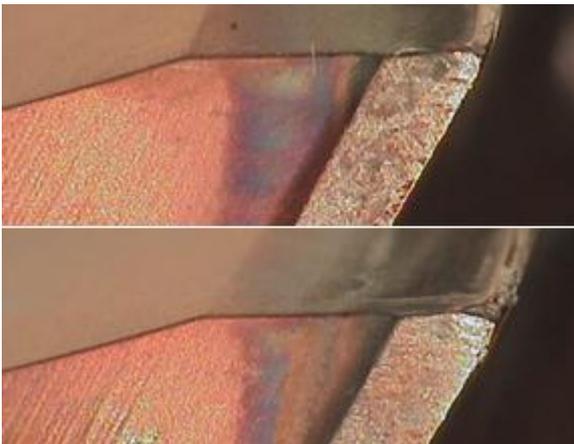
### **Usura tipica in materiali differenti per la geometria -PM**

**Acciaio non legato / CMC01.1**



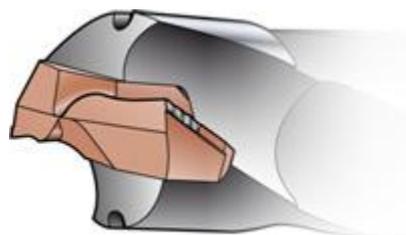
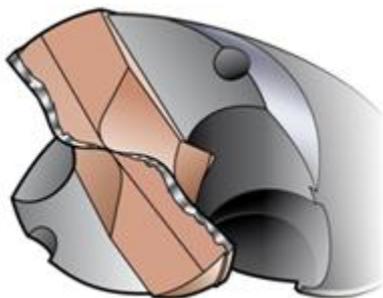
- Usura marginale/periferica, inizia con lo sviluppo di intagli sulla larghezza del margine e nella scanalatura
- Usura progressiva sul fianco del tagliente principale

**Acciaio debolmente legato / CMC02.2**



- Usura progressiva sul fianco del tagliente principale/margine vicino all'angolo

### **Usura sul fianco**



Usura sul fianco del tagliente principale

Usura sul fianco della fascetta circolare

Tipo di usura normale e preferibile quando bilanciata

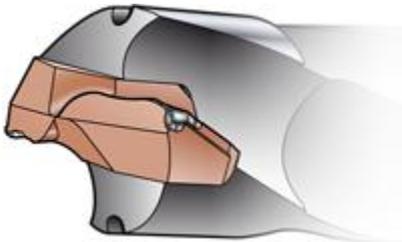
#### Causa

1. Ridurre la velocità di taglio
2. Aumentare la percentuale di olio nel fluido da taglio (verificare con il rivenditore dell'olio)
3. Aumentare il flusso del fluido da taglio
4. Controllare il runout radiale (se l'usura è sul margine)

#### Azione

1. Ridurre la velocità di taglio
2. Aumentare la percentuale di olio nel fluido da taglio (consultare il rivenditore dell'olio per accertarsi di non superare le percentuali di olio raccomandate)
3. Aumentare il flusso del fluido da taglio
4. Controllare il runout radiale (se l'usura è sul margine)

## Deformazione plastica



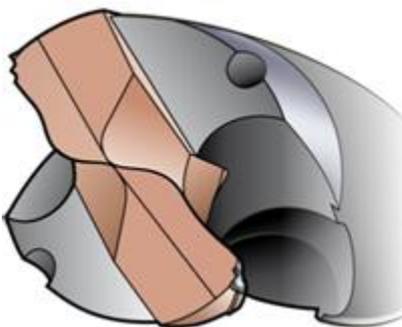
#### Causa

1. Valori eccessivi di velocità di taglio e/o avanzamento
2. Insufficiente flusso di fluido da taglio

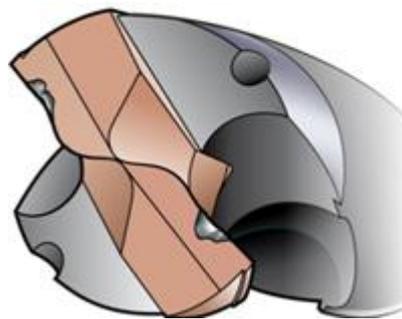
#### Azione

1. Ridurre velocità di taglio e/o avanzamento
2. Aumentare il flusso del fluido da taglio

## Scheggiatura



Scheggiatura sulla periferia



Scheggiatura sul tagliente principale

La scheggiatura è un tipo di usura molto comune quando si lavora in un foro pre-eseguito. Se l'angolo di punta è più piccolo sul foro pre-eseguito, la stabilità non sarà buona e gli angoli possono danneggiarsi. Questo può succedere anche se le tolleranze sugli angoli di punta non corrispondono. Per evitare tutto questo, utilizzare punte Tailor Made o fresare il fondo del foro in modo da renderlo piano.

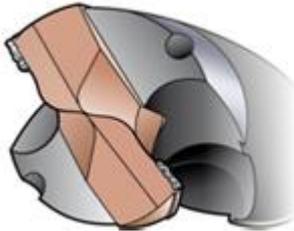
### Causa

1. Condizioni instabili
2. TIR troppo elevato
3. Avanzamento troppo elevato
4. Flusso insufficiente di fluido da taglio (cricche termiche)

### Azione

1. Controllare il set-up
2. Controllare il runout radiale
3. Ridurre l'avanzamento
4. Controllare l'adduzione di fluido da taglio

## Tagliente di riporto



### Causa

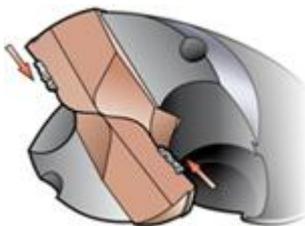
1. Velocità di taglio inadeguata
2. Insufficiente percentuale di olio nel fluido da taglio

### Azione

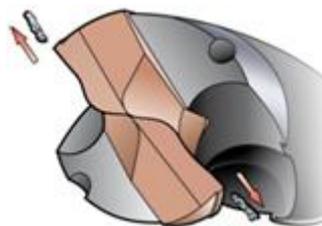
- 1.1 Aumentare la velocità di taglio in presenza di tagliente di riporto al centro
- 1.2 Ridurre la velocità di taglio in presenza di tagliente di riporto in periferia
- 2.0 Aumentare la percentuale d'olio nel fluido da taglio (consultare il rivenditore dell'olio per accertarsi di non superare le percentuali di olio raccomandate)

Se non è possibile evitare completamente la zona di formazione del tagliente di riporto, calcolare una velocità per cui il tagliente di riporto si trovi in corrispondenza della parte più robusta della punta (=50% del diametro).

L'utilizzo di fluido da taglio esterno può incidere negativamente sull'evacuazione del truciolo.



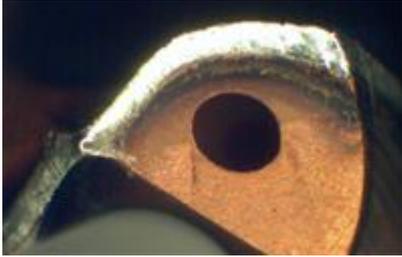
Aumentare la velocità di taglio per spostare il tagliente di riporto verso il centro della punta



Ridurre la velocità di taglio per spostare il tagliente di riporto verso la periferia o eliminarlo

## ***Punta in metallo duro integrale***

### **Usura sul fianco**



Usura sul fianco del tagliente principale



Usura sul fianco della fascetta circolare

Tipo di usura preferibile quando bilanciata

#### **Causa**

1. TIR troppo elevato
2. Velocità di taglio troppo alta
3. Avanzamento troppo basso
4. Qualità troppo fragile
5. Fluido da taglio insufficiente

#### **Azione**

1. Controllare il runout radiale
2. Ridurre la velocità di taglio
3. Aumentare l'avanzamento
4. Usare una qualità più dura
5. Aumentare la pressione del fluido da taglio

### **Usura sul fianco del tagliente trasversale**



#### **Causa**

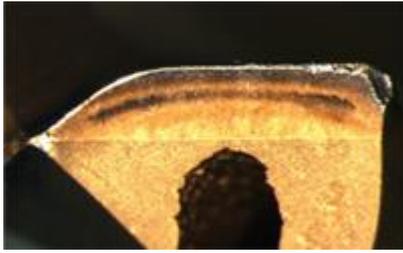
1. TIR troppo elevato
2. Velocità di taglio troppo bassa
3. Avanzamento troppo elevato

#### **Azione**

1. Controllare il runout radiale
2. Aumentare la velocità di taglio
3. Ridurre l'avanzamento

L'usura sul fianco del tagliente trasversale può incidere anche sulla qualità del foro a causa del centraggio inadeguato.

## Scheggiatura



Scheggiatura sulla periferia



Scheggiatura sul tagliente principale

La scheggiatura è un tipo di usura molto comune quando si lavora in un foro pre-eseguito. Se l'angolo di punta è più piccolo sul foro pre-eseguito, la stabilità non sarà buona e gli angoli possono danneggiarsi. Questo può succedere anche se le tolleranze sugli angoli di punta non corrispondono. Per evitare tutto questo, utilizzare punte Tailor Made o fresare il fondo del foro in modo da renderlo piano.

### Causa

1. Condizioni instabili
2. TIR troppo elevato
3. Fluido da taglio insufficiente (cricche termiche)
4. Superamento della massima usura consentita

### Azione

1. Controllare il set-up
2. Controllare il runout radiale
3. Controllare l'adduzione di fluido da taglio
4. Regolare i dati di taglio

## Rottura della punta



### Causa

1. TIR troppo elevato
2. Condizioni instabili
3. Mandrino di potenza insufficiente
4. Intasamento truciolo
5. Avanzamento troppo elevato
6. Usura eccessiva

### Azione

1. Controllare il runout radiale
2. Controllare il set-up
3. Controllare i dati di taglio
4. Controllare l'adduzione di fluido da taglio
5. Ridurre l'avanzamento
6. Controllare l'usura più spesso

## Tagliente di riporto



### Causa

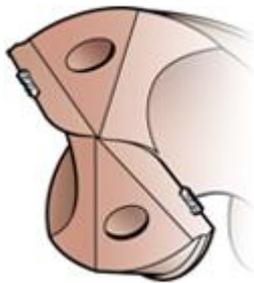
1. Velocità di taglio e temperatura del tagliente troppo basse
2. Fascetta negativa troppo grande
3. Mancanza di rivestimento

### Azione

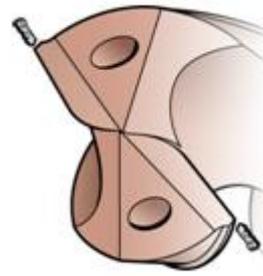
- 1.1. Aumentare la velocità di taglio quando si forma il tagliente di riporto al centro
- 1.2. Ridurre la velocità di taglio quando si forma il tagliente di riporto in periferia
2. Tagliente più affilato
3. Rivestimento sul tagliente

Se non è possibile evitare completamente la zona di formazione del tagliente di riporto, calcolare una velocità per cui il tagliente di riporto si trovi in corrispondenza della parte più robusta della punta (=50% del diametro).

L'utilizzo di fluido da taglio esterno può incidere negativamente sull'evacuazione del truciolo.



Aumentare la velocità di taglio per spostare il tagliente di riporto verso il centro della punta



Ridurre la velocità di taglio per spostare il tagliente di riporto verso la periferia o eliminarlo

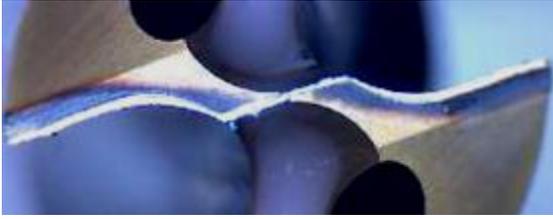
## Usura tipica

### CoroDrill® 860-PM

Utilizzando CD860-PM nell'acciaio, è possibile vedere i modelli di usura tipici a seconda del materiale. Tuttavia, l'aspetto dell'usura può variare in base all'applicazione o alle condizioni e le illustrazioni che seguono non sono esaustive.

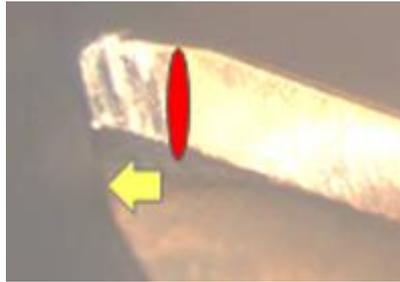
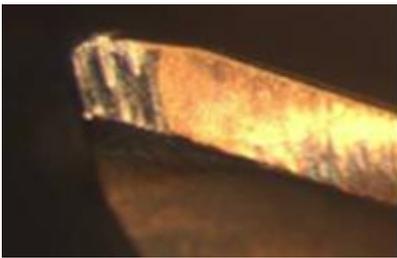
### A prescindere dal materiale

- Sempre usura sul fianco
- Raramente scheggiatura
- Affidabilità del processo



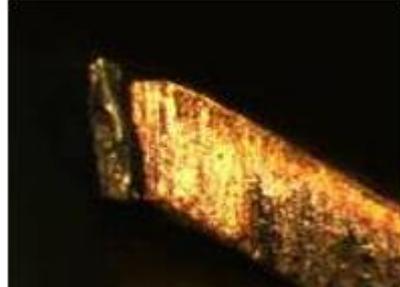
### Acciaio non legato / CMC01.1

- Usura sul margine/in periferia
  - Inizia come intaglio
  - Aumenta verso l'angolo



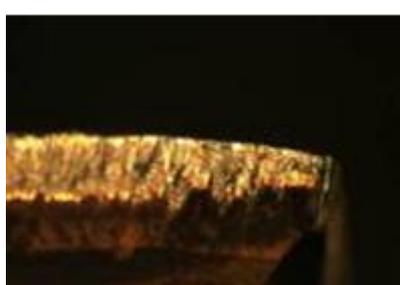
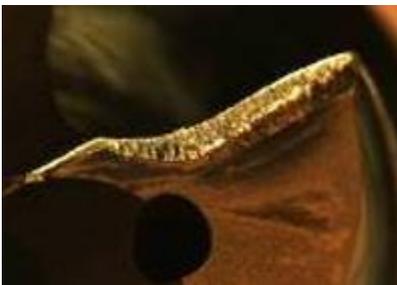
### Acciaio debolmente legato / CMC02.2

- Usura dell'angolo



### Acciaio fortemente legato / CMC03.11

- Significativa usura sul fianco
- Danni lievi sull'angolo

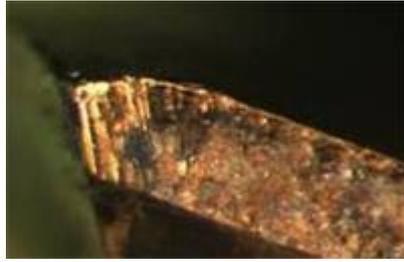
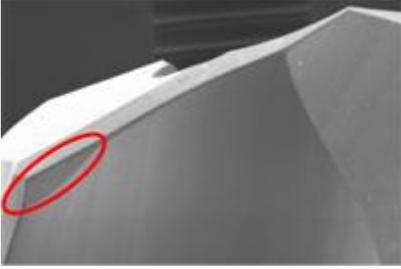


## Tipo di angolo

CoroDrill® 860-PM

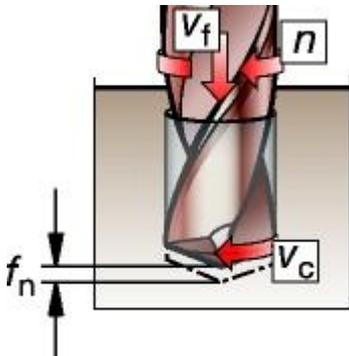
## Attenzione!

- Non scambiare il rinforzo per usura



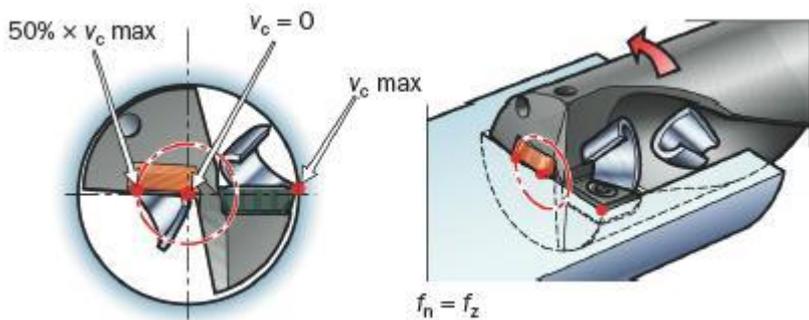
# Foratura definizioni

Nella foratura la produttività è strettamente collegata alla velocità di avanzamento,  $v_f$ .



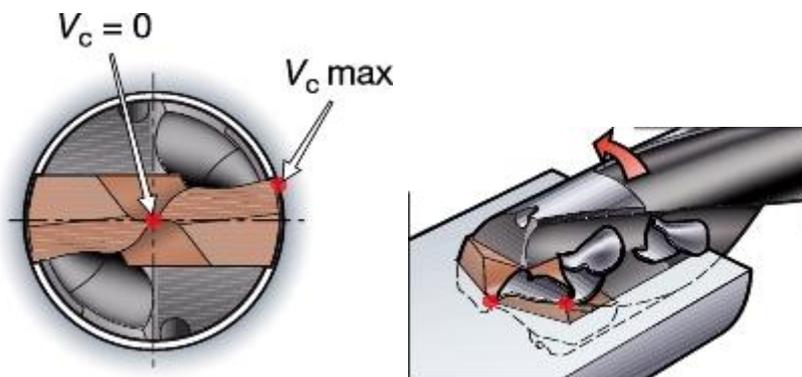
## Punta a inserti multitaglienti - un inserto centrale e uno periferico

L'inserto centrale lavora dalla velocità di taglio zero al 50% di  $v_c$  max., mentre l'inserto periferico interviene dal 50% di  $v_c$  max. fino a  $v_c$  max. L'inserto centrale forma un truciolo conico mentre quello periferico forma un truciolo simile a quello della tornitura interna con grande profondità di taglio.

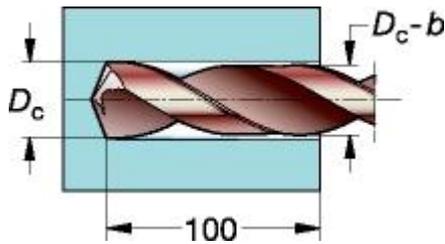


## Punte in metallo duro integrale e punte a cuspidi intercambiabile

Due taglienti dal centro alla periferia.

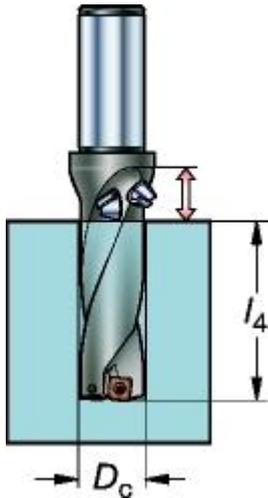


## Rastrematura posteriore



Le punte in metallo duro integrale o brasate sono leggermente rastremate sul diametro esterno per creare un disimpegno e impedire che la punta si blocchi nel foro.

### Profondità del foro



Massima profondità raccomandata del foro:  $l_4$

### Calcolo della durata del tagliente

La durata del tagliente (TL) può essere misurata in metri, in numero di fori o in minuti.

#### Esempio teorico:

$D_c$  20 mm  $v_c = 200$  m/min  $n = 3184$  giri/min

$f_n = 0.20$  mm/giro, profondità foro 50 mm

TL (metri): 15 metri

TL (numero di fori):  $15 \times 1000 / 50 = 300$  fori

TL (min):  $15 \times 1000 / v_f = 15 \times 1000 / (f_n \times n)$   
 $= 15 \times 1000 / (0.20 \times 3184) = 23$  min

Nella foratura, il criterio più comune per valutare la durata del tagliente è l'usura sul fianco. La durata del tagliente dipende da:

Dati di taglio

Qualità di metallo duro e geometria dell'inserto

Materiale da lavorare

Diametro (una punta di piccolo diametro percorre una maggiore distanza in meno tempo)

Profondità dei fori (molti fori corti significano molte entrate/uscite e ciò riduce la durata del tagliente).

Stabilità

# Formule

Velocità di taglio ( $v_c$ )

m/min (piedi/min)

$$v_c = \frac{D_c \times \pi \times n}{1000}$$

$$v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{12}$$

(ft/min)

Velocità mandrino ( $n$ )

giri/min

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_c}$$

Avanzamento per giro ( $f_n$ )

mm/giro (poll./giro)

$$f_n = \frac{v_f}{n}$$

Velocità di avanzamento ( $v_f$ )

mm/min (poll./min)

$$v_f = f_n \times n$$

Volume di truciolo asportato ( $Q$ )

cm<sup>3</sup>/min (poll./min)

$$Q = \frac{D_c \times f_n \times v_c}{4}$$

$$Q = D_c \times f_n \times v_c \times 3$$

Tempo di lavorazione ( $T_c$ )

min

$$T_c = \frac{l_m}{v_f}$$

Potenza netta richiesta ( $P_c$ )

kW (hp)

$$P_c = \frac{f_n \times v_c \times D_c \times k_c}{240 \times 10^3}$$

$$P_c = \frac{f_n \times v_c \times D_c \times k_c}{132 \times 10^3}$$

Coppia ( $M_c$ )

Nm (libbra-forza piede)

$$M_c = \frac{P_c \times 30 \times 10^3}{\pi \times n}$$

$$M_c = \frac{P_c \times 16501}{\pi \times n}$$

(lbf ft)

Forza di taglio specifica ( $k_c$ )

Nm/mm<sup>2</sup> (lbf/poll.<sup>2</sup>)

$$k_c = k_{c1} \times (f_z \times \sin \kappa_r)^{m_{c1}} \times \left(1 - \frac{\gamma_0}{100}\right)$$

Forza di avanzamento,  $k_c$  ( $F_f$ )

N

$$F_f \approx 0.5 \times k_c \times \frac{D_c}{2} \times f_n \times \sin \kappa_r$$

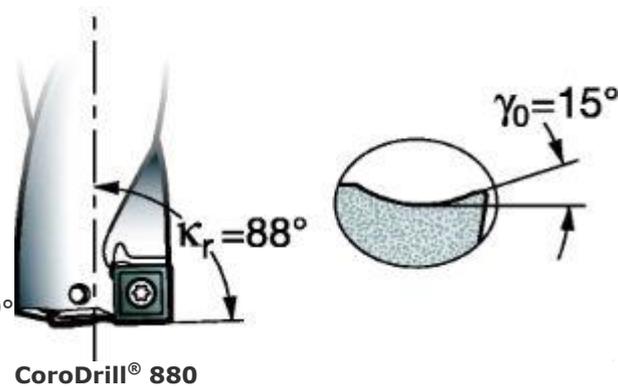
**Punte in metallo duro integrale:**

$f_z = f_n/2$   
 KAPR = 70°  
 $\gamma_0 = 30^\circ$

**Punte a inserti multitaglienti:**

$f_z = f_n$   
 $\gamma_0 = 15^\circ$

CoroDrill 880  
 Diam. 12-13.99: KAPR=79°  
 Dia. 14-63.5: KAPR=88°



CoroDrill 881  
 KAPR: 74-84°

Parametro	Significato	Unità metrica
DC	Diametro punta	mm
$v_c$	Velocità di taglio	m/min
$n$	Velocità di rotazione mandrino	giri/min
$Q$	Volume di truciolo asportato	cm <sup>3</sup> /min
$f_n$	Avanzamento per giro	mm/giro
$f_z$	Avanzamento/tagliante	mm
$v_t$	Velocità di avanzamento	mm/min
$T_c$	Tempo di lavorazione	min
$l_m$	Lavorazione della lunghezza di foratura	mm
$P_c$	Potenza netta	kW
$M_c$	Coppia	Nm
$F_t$	Forza di avanzamento	N