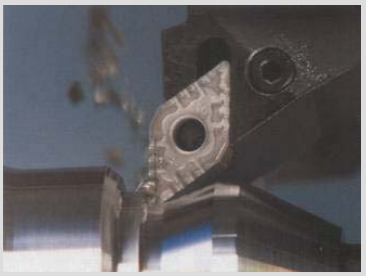
LE LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO

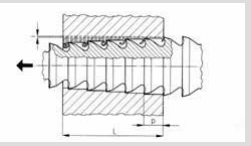


Tornitura

Fresatura

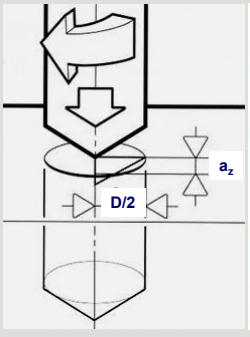
Foratura

Rettifica



Altre lavorazioni

FORATURA



Moto di taglio: moto rotatorio dell'utensile

Moto di avanzamento: assiale (solitamente è un moto associato all'utensile).

TIPOLOGIA DI FORI

A) cilindrico passante

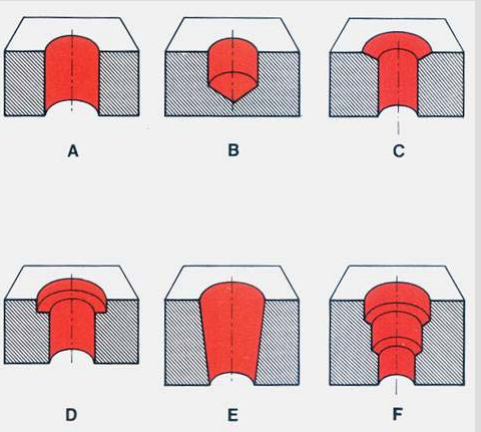
B) cilindrico cieco

C) svasato

D) con lamatura

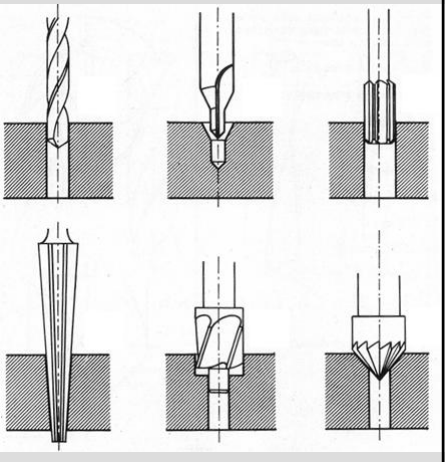
E) conico

F) a profili multipli

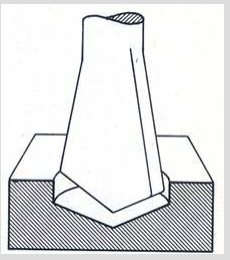
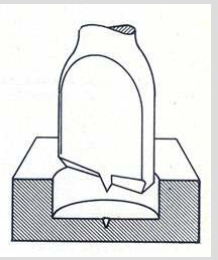
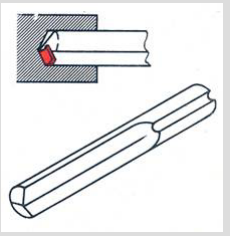
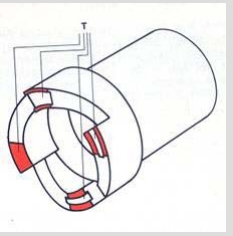


UTENSILI PER FORARE

La gamma di utensili disponibili varia in funzione delle diverse geometrie del foro.



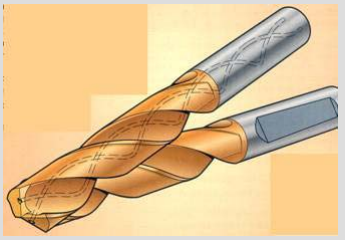
UTENSILI PER FORARE

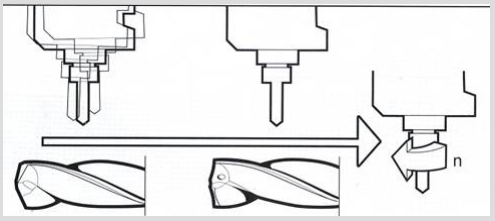





UTENSILI PER FORARE

Punte riaffilabili in metallo duro:

- con adduzione di refrigerante dall'esterno
- con adduzione di refrigerante dall'interno

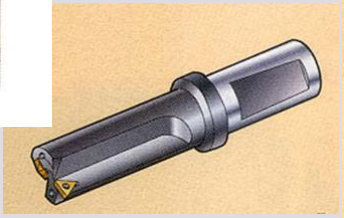


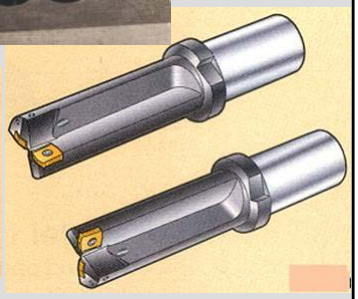


ESTERNA **INTERNA**

UTENSILI PER FORARE

Punte ad inserti con fissaggio meccanico

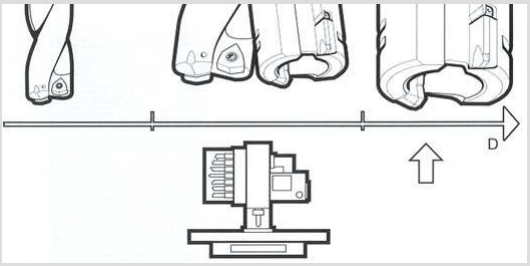


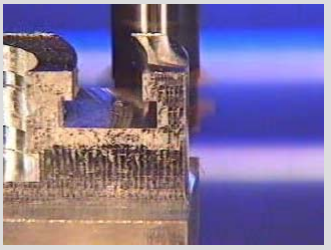


UTENSILI PER FORARE

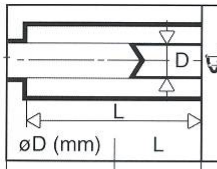
Punte ad enucleare per fori di grande diametro:

adatte quando la potenza della macchina costituisce una limitazione per la foratura dal pieno





UTENSILI PER FORARE



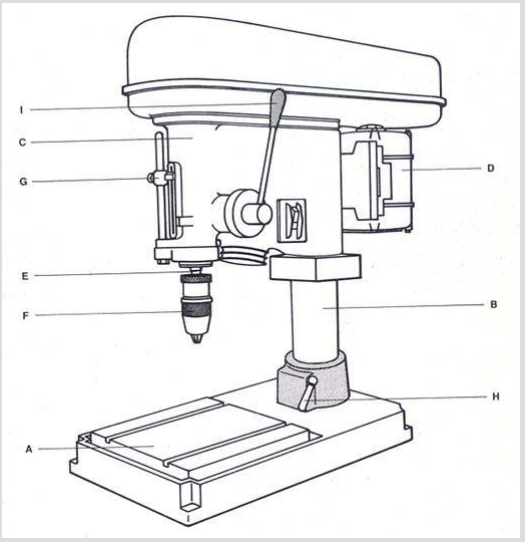
øD (mm)	L	Ra		Limitata capacità della macchina	• Fori pre-eseguiti • Superficie di penetrazione iniziale irregolare • Foratura trasversale • Basso costo/ componente	
2.50-12.00	-5×D	3μm	IT 10	X		
3.00-12.70	-5×D	3μm	IT 10			
9.50-30.00	-3.5×D	1-2μm	IT 9			
	-5×D	2-4μm	IT 10			
17.50-58.00 60.00-80.00	-2.5×D	6-10μm	+/-0.2mm		X	Punta per foratura dal pieno
60.00-110.00	-2.5×D	6-10μm	Regolabile entro 1 mm max sul diametro	X		Punta ad enucleare

La Macchina Utensile

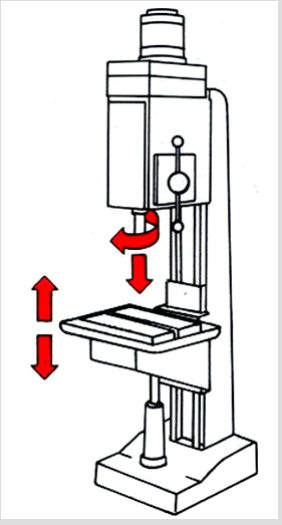
Criteri di classificazione

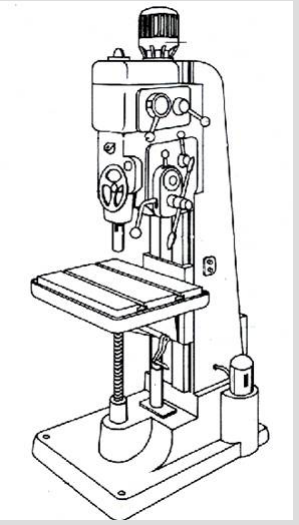
Asse madrino	Verticale / Orizzontale
N° mandrini	Mono / Pluri
Movimentazione	Portatili / Fissi
Precisione	Foratrici / Alesatrici

TRAPANO da BANCO

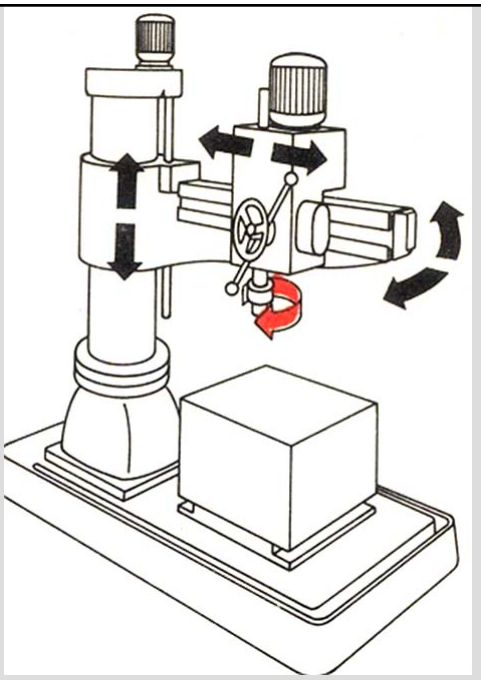


TRAPANO a COLONNA

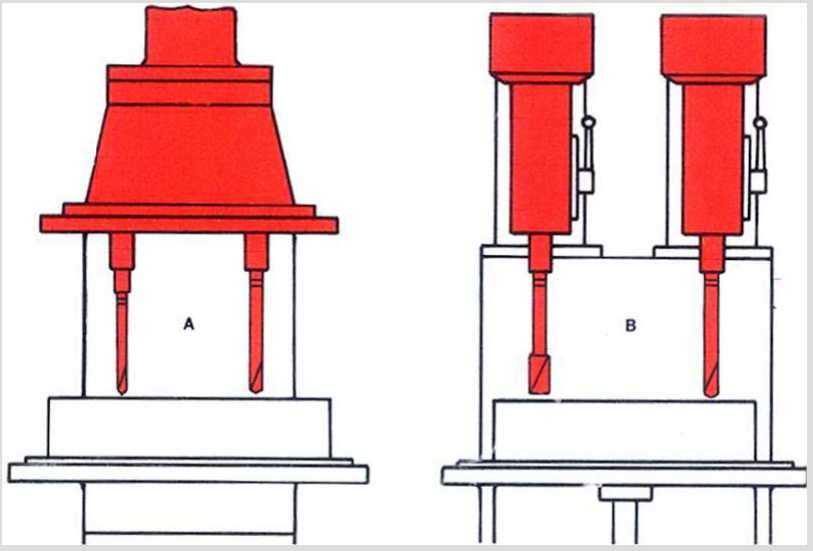




TRAPANO RADIALE / BANDIERA



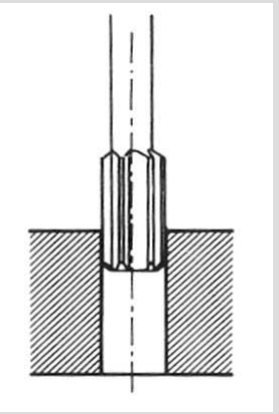
TRAPANO PLURIMANDRINO



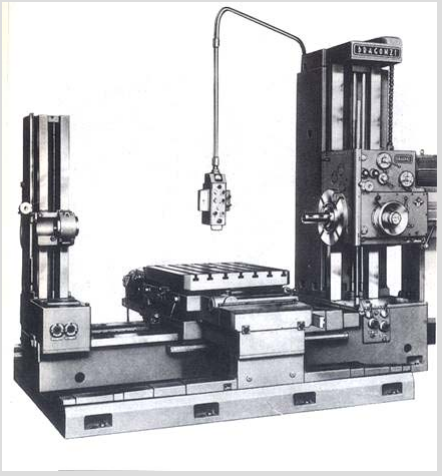
LAVORAZIONE FORI PRE-ESEGUITI

La lavorazione di precisione di fori pre eseguiti o presenti da grezzo generalmente comporta due operazioni:

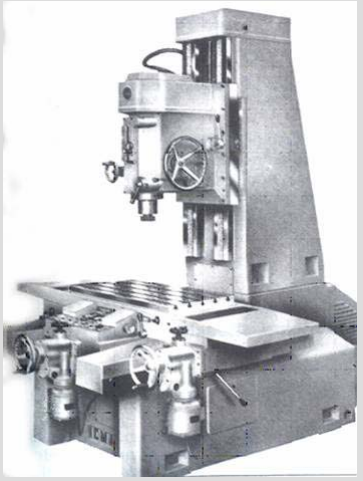
- allargatura
- finitura del foro: alesatura



ALESATRICI

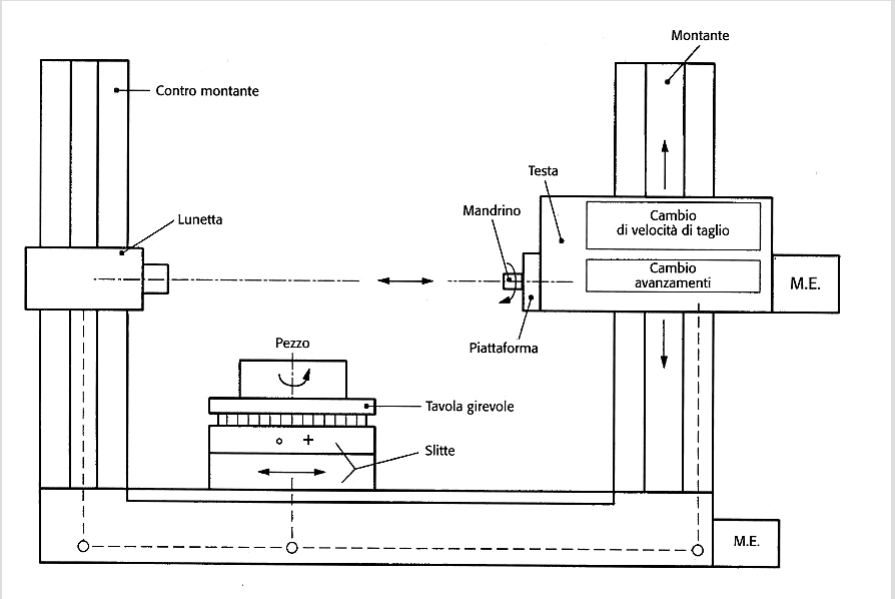


ORIZZONTALE



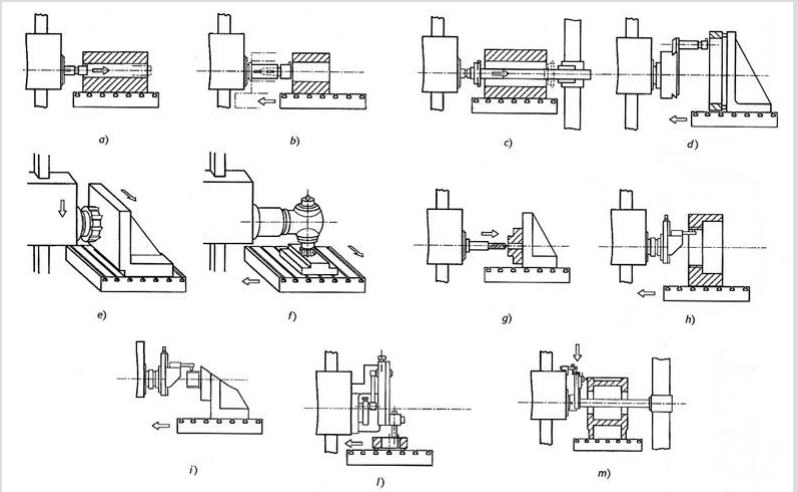
VERTICALE

ALESATRICI



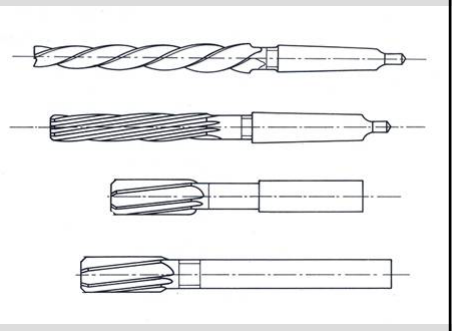
ALESATRICI

A) alesatura con avanzamento del mandrino
B) alesatura con avanzamento del pezzo
C) alesatura con barra d'alesatura
D) alesatura con utensile su piattaforma
G) foratura
H + I) filettatura interna ed esterna



UTENSILE ALESATORE

ALESATORE INTEGRALE PER FORI CILINDRICI



ALESATORE FRONTALE

ALESATURA

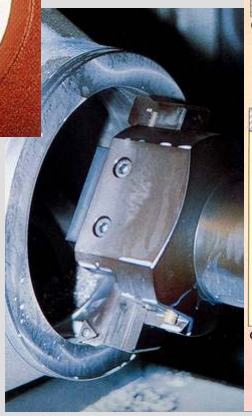
L'operazione di alesatura può essere eseguita anche sulle seguenti MM.UU.:

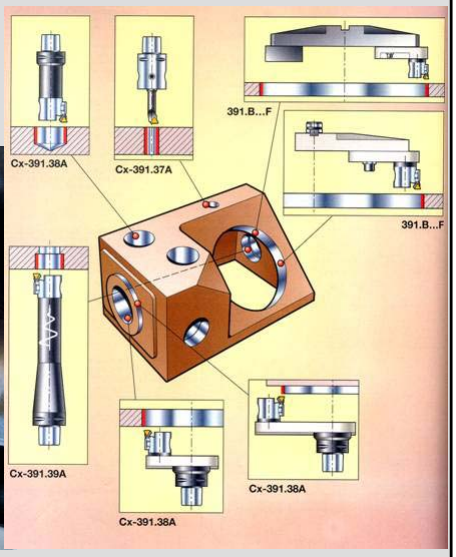
- torni
- centri di tornitura

ALESATURA

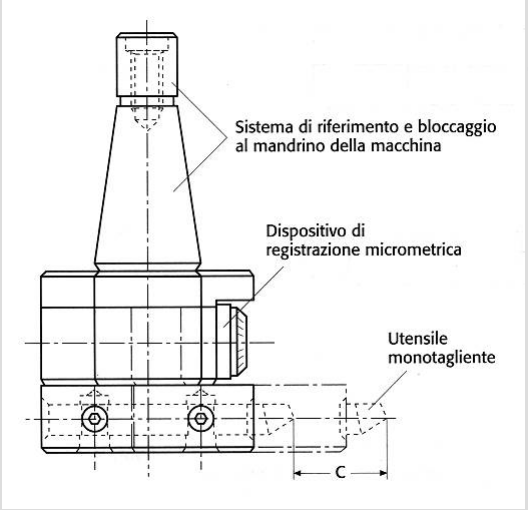
- fresatrici
- centri di lavoro

ALESATURA: UTENSILI



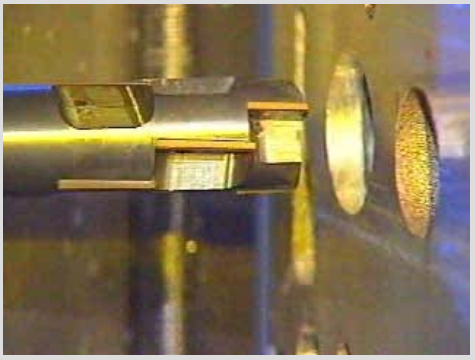


ALESATURA: UTENSILI



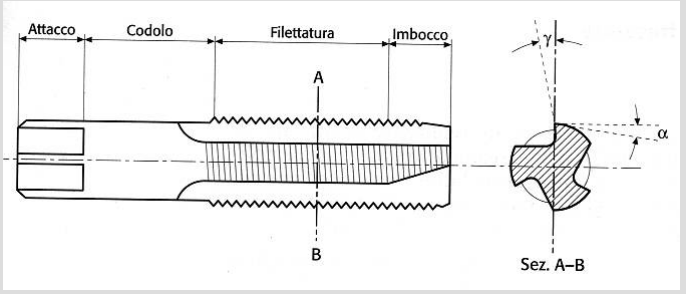
Testa ad alesare regolabile

ALLARGATURA

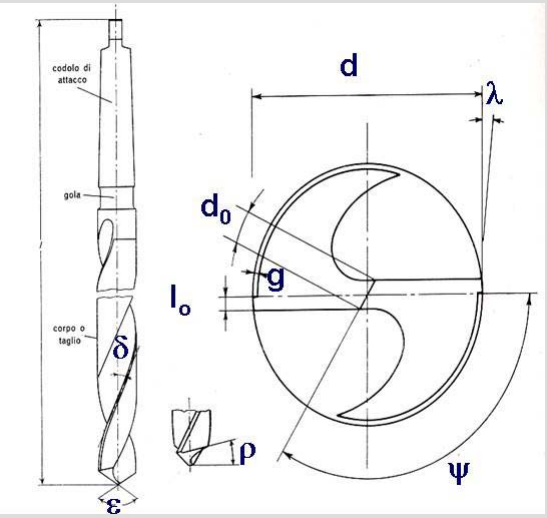


CICLI DI FORATURA

MASCHIATURA

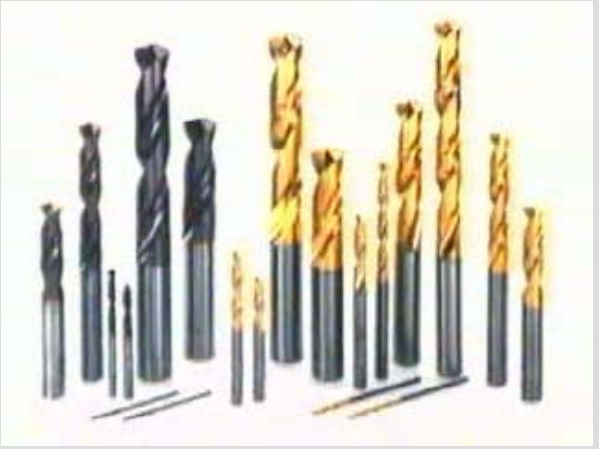


Punta Elicoidale: GEOMETRIA



- **d** diametro
- **d_0** diametro nocciolo centrale
- **λ** angolo di spoglia del bordino di guida
- **l_0** larghezza bordini di guida
- **g** scarico bordino di guida
- **ψ** angolo dello spigolo centrale
- **ε** angolo dei taglienti
- **δ** angolo di inclinazione dell'elica
- **ρ** angolo di inclinazione laterale

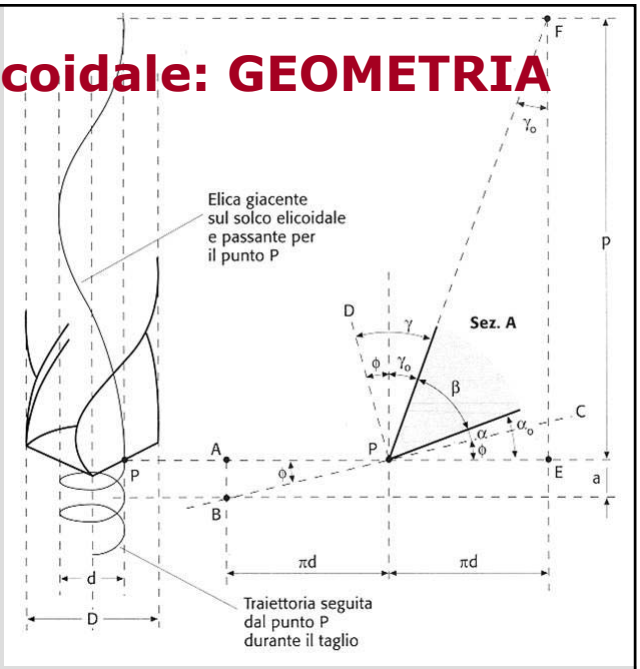
Punta Elicoidale: GEOMETRIA



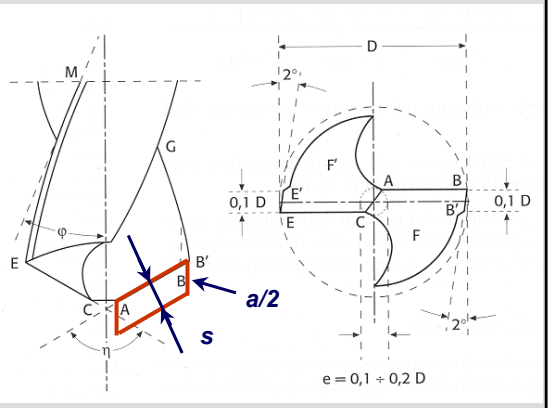
Punta Elicoidale: GEOMETRIA

ANGOLI APPARENTI
E REALI

$$\text{tg}\,\phi = \frac{a}{\pi \cdot d}$$



PARAMETRI DI LAVORAZIONE



- avanzamento ***a*** [mm/giro]
- diametro punta ***D*** [mm]
- spessore di truciolo ***s*** [mm]
- sezione di truciolo
  - $S = a\,D\,/\,4$ *[mm²]*
- velocità di rotazione della punta ***n*** [giri/min]
- velocità di taglio periferica
  - $v_t = \pi\,n\,D\,/\,1000$ *[m/min]*

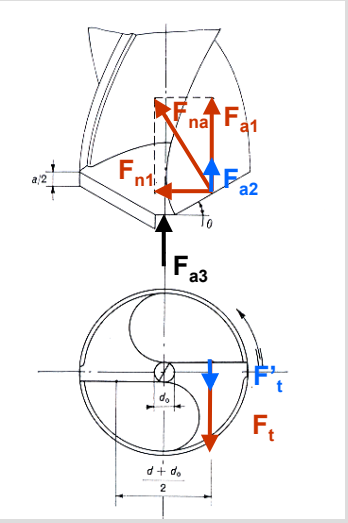
Valori indicativi:

a = 0.01 - 0.8 mm/giro

D = 1 - 50 mm

v_t = 5 - 300 m/min

FORZE IN FORATURA



1 forze applicate ai taglienti per il distacco del truciolo
- nel piano ⊥ al tagliente
- nella mezzeria
- secondo due componenti: F_{na} e F_t

2 forze dovute all'attrito dorsale
- secondo due componenti: F_{a2} e F'_t

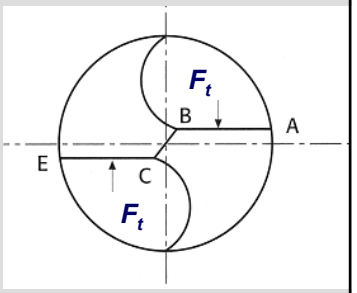
3 forza sullo spigolo centrale

POTENZA DI TAGLIO

Anche in foratura si può usare il metodo della pressione specifica.
Identifichiamo la sezione di truciolo *S*
La forza F_t è data da:

$$F_t = p_t S \text{ [N]}$$

e quindi la coppia di taglio è data da



$$C_t = \frac{F_t \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{p_t S \cdot D}{2 \cdot 1000} \quad \text{[Nm]}$$

POTENZA DI TAGLIO

La potenza assorbita dalla foratura è data da:

$$P_t = \frac{C_t \cdot \omega}{1000} \quad [kW]$$

dato che:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

si ha:

$$P_t = \frac{C_t \cdot \omega}{1000} = \frac{p_t S \cdot D \cdot n \cdot \pi}{60 \cdot 10^6} \quad [kW]$$

TEMPO DI LAVORAZIONE

Il tempo di lavorazione è dato da:

$$t_{lav.} = \frac{L_{totale}}{v_a}$$

dove L_{totale} è dato da:

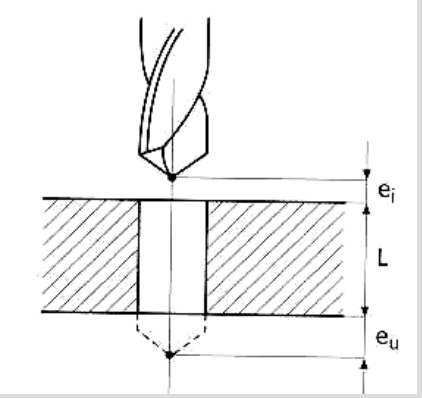
$$L_{totale} = L + e_i + e_u$$

nel caso di foro passate

e da:

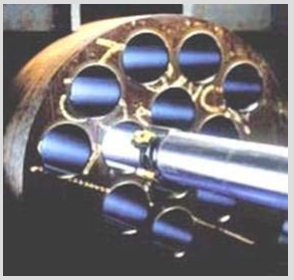
$$L_{totale} = L + e_i$$

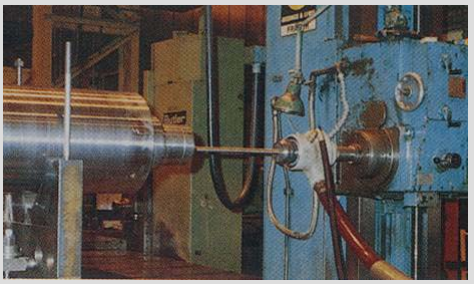
nel caso di foro cieco.



FORATURA PROFONDA

- Lavorazione di fori con rapporto diametro/profondità elevato
- Normalmente 5 < L/D < 100
- Elevata precisione della lavorazione
  - — rettilineità del foro
  - — tolleranze dimensionali
  - — finitura superficiale
- Utensili
  - — evacuazione truciolo
  - — adeguata lubrificazione
  - — raffreddamento



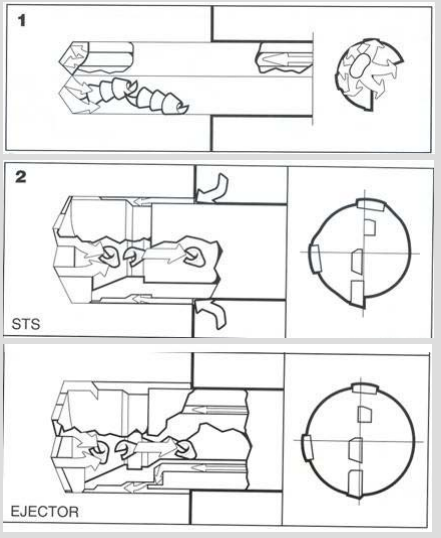


FORATURA PROFONDA

FORATURA CON PUNTA A CANNONE

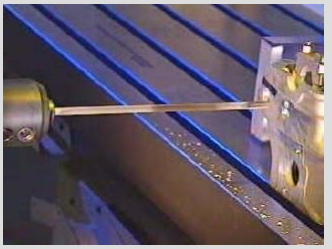
SISTEMA A TUBO SINGOLO

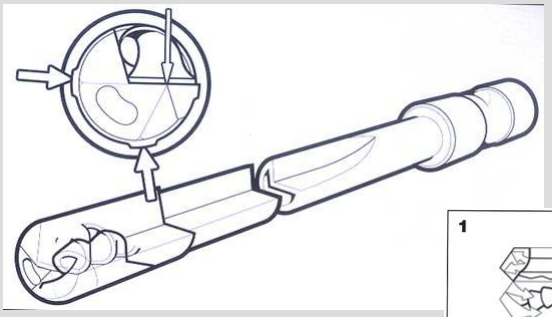
SISTEMA EJECTOR

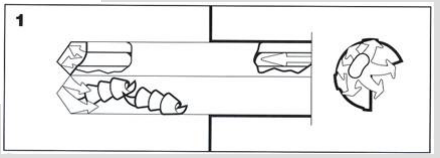


PUNTA A CANNONE

Punta a cannone
- adduzione liquido refrigerante interna
- evacuazione truciolo esterna (scanalatura)

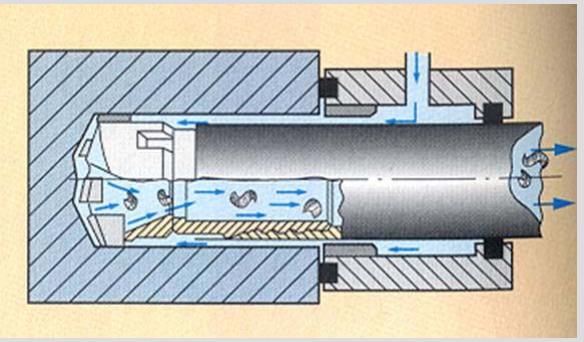






SISTEMA A TUBO SINGOLO

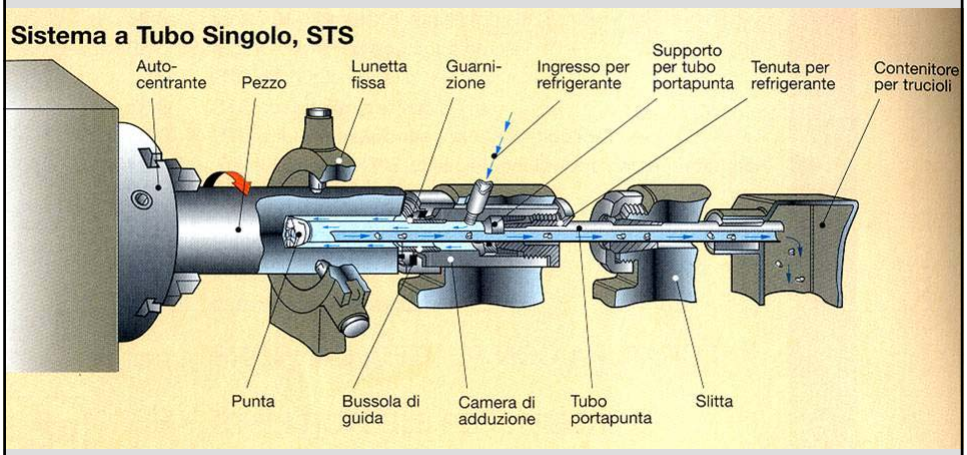
Lavorazione con:
- adduzione liquido refrigerante esterna
- evacuazione truciolo interna



Metodo operativo:
- punta fissa/ pezzo rotante (+ diffuso)
- punta rotante/pezzo fisso

Applicazioni:
- elevata produttività
- difficile controllo truciolo

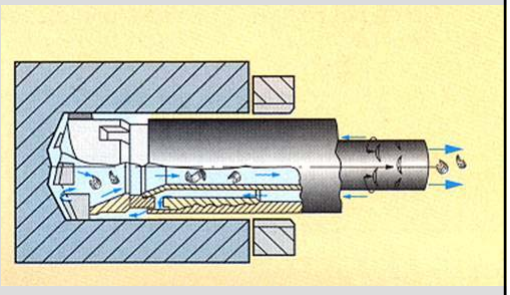
SISTEMA A TUBO SINGOLO



SISTEMA A DOPPIO TUBO

Lavorazione con:

- adduzione liquido refrigerante interna
- evacuazione truciolo interna



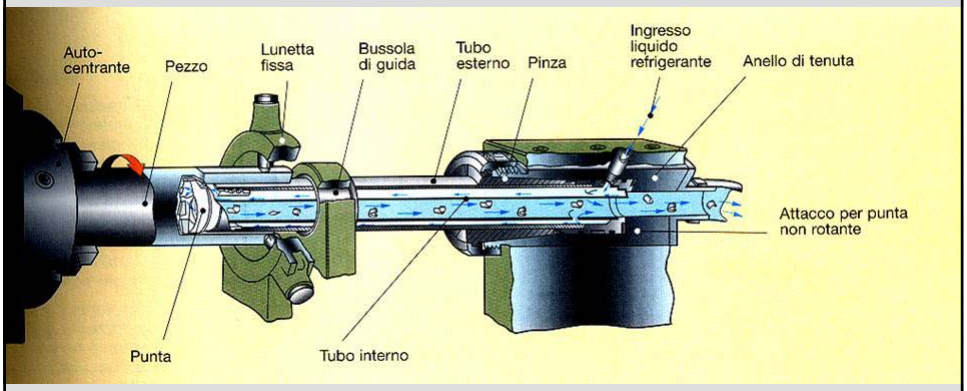
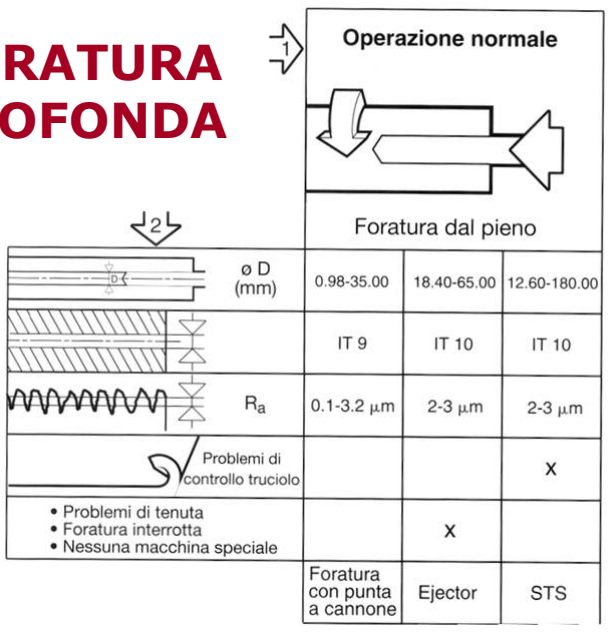
Metodo operativo:

- punta fissa / pezzo rotante (+)
- punta rotante / pezzo fisso

Applicazioni:

- sistema semplice ed economico
- nessun problema di tenuta

SISTEMA DI FORATURA EJECTOR (A DOPPIO TUBO)



FORATURA PROFONDA