

LAVORAZIONI DI FORATURA - ALESATURA

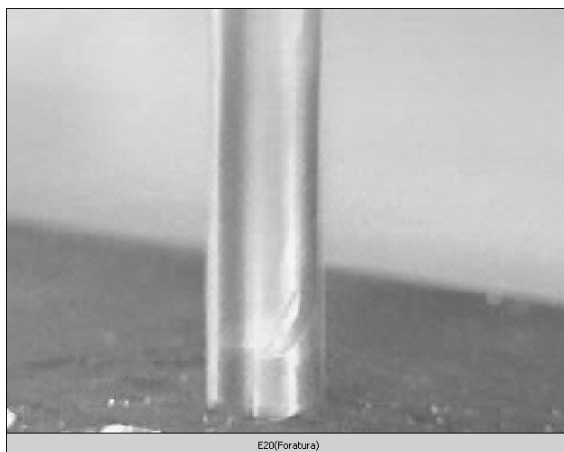
Riferimenti:

- Levi/Zompi Tecnologia meccanica cap. 6
- Giusti/Santochi Tecnologia meccanica cap. 9

1

Tecnologia Meccanica I

FORATURA

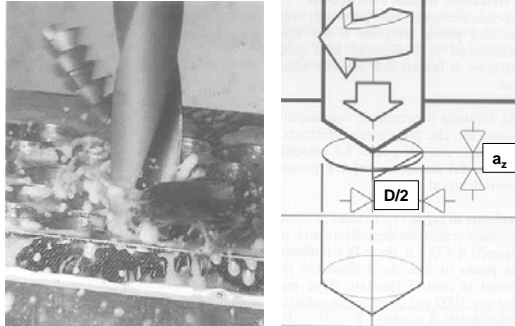


E20(Foratura)

2

Tecnologia Meccanica I

FORATURA



Moto di taglio: moto rotatorio dell'utensile

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

3

Tecnologia Meccanica I

UTENSILI PER FORARE

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



4

Tecnologia Meccanica I

TIPOLOGIA DI FORI

A) cilindrico passante

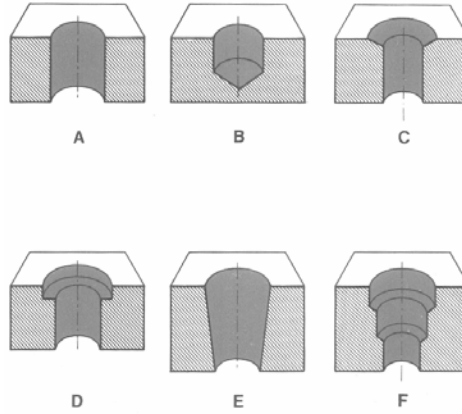
B) cilindrico cieco

C) svasato

D) con lamatura

E) conico

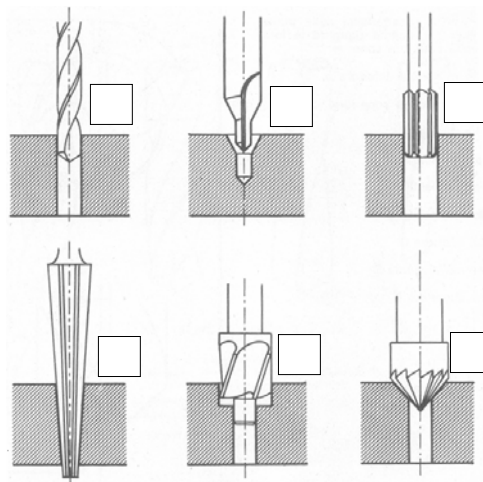
F) a profili multipli



5

Tecnologia Meccanica I

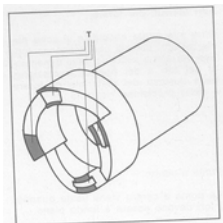
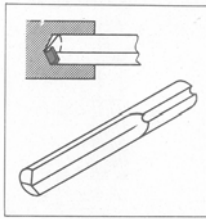
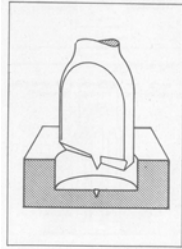
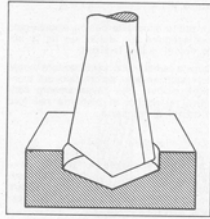
GEOMETRIE DEL FORO



6

Tecnologia Meccanica I

GEOMETRIE DEL FORO



7



Tecnologia Meccanica I

FORATURA



C20

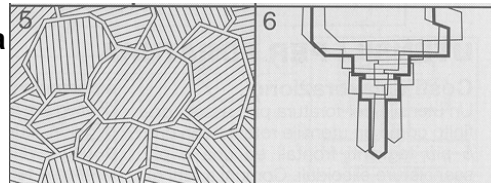
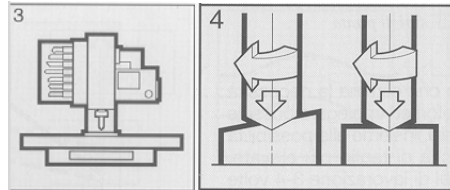
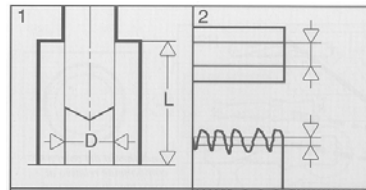
8

Tecnologia Meccanica I

FORATURA

FATTORI DI INFLUENZA

- 1 Diametro e profondità foro
- 2 Tolleranze richieste
- 3 Costi macchina
- 4 Forma del componente
- 5 Materiale da lavorare
- 6 Potenza e stabilità macchina



9

Tecnologia Meccanica I

UTENSILI PER FORARE



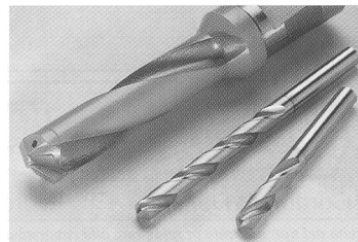
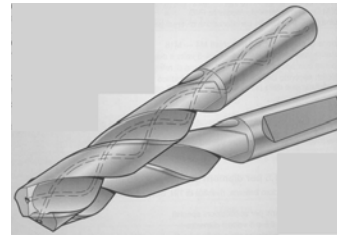
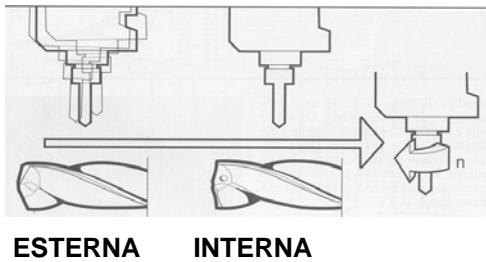
10

Tecnologia Meccanica I

UTENSILI PER FORARE

Punte riaffilabili in metallo duro:

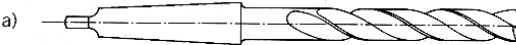
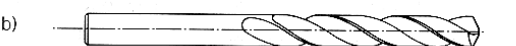


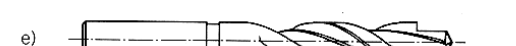
- con adduzione di refrigerante dall'esterno
- con adduzione di refrigerante dall'interno



11

Tecnologia Meccanica I

Forme particolari

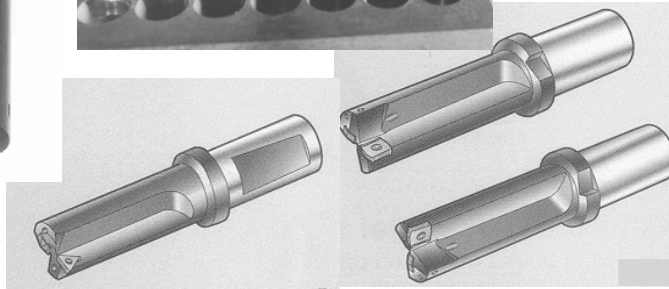
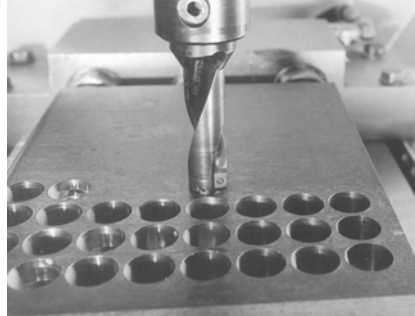
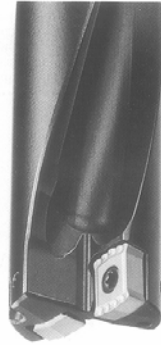
- **Attacco conico** a) 
- **Attacco cilindrico** b) 
- **Con lubrificazione interna** c) 
- d) 
- e) 
- **Foratura e svasatura**
- **Foratura e lamatura**

12

Tecnologia Meccanica I

UTENSILI PER FORARE

Punte ad inserti con
fissaggio meccanico



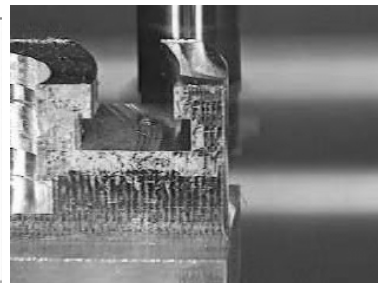
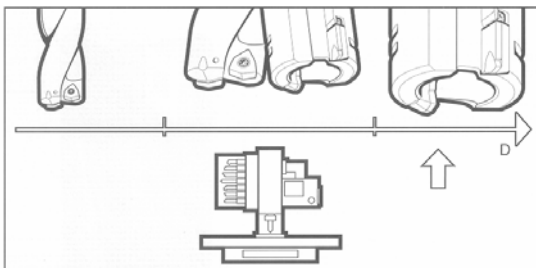
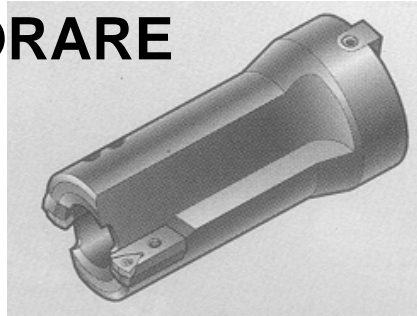
13

Tecnologia Meccanica I

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

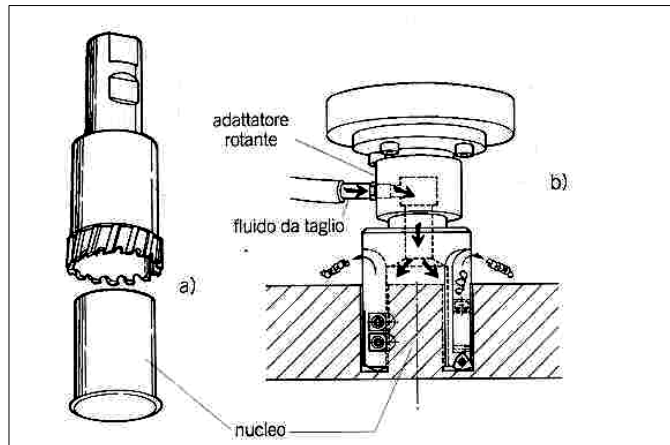


14

Tecnologia Meccanica I

Foratura di grandi diametri

- Per forare grandi diametri (su spessori contenuti) si adotta la punta a carotare.

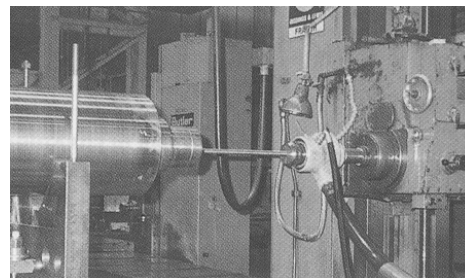


15

Tecnologia Meccanica I

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

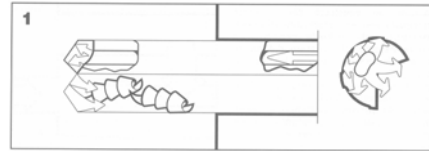


16

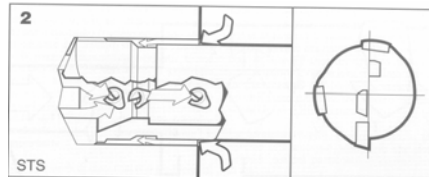
Tecnologia Meccanica I

FORATURA PROFONDA

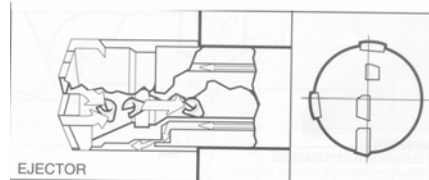
FORATURA CON PUNTA
A CANNONE



SISTEMA A TUBO SINGOLO



SISTEMA EJECTOR



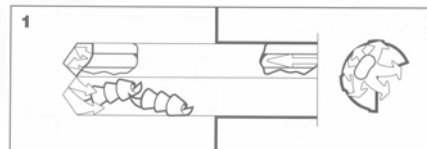
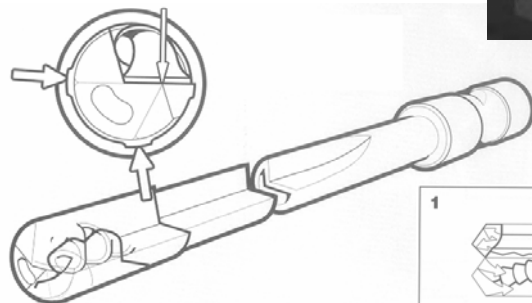
17

Tecnologia Meccanica I

PUNTA A CANNONE

Punta a cannone

- adduzione liquido refrigerante interna
- evacuazione truciolo esterna (scanalatura)

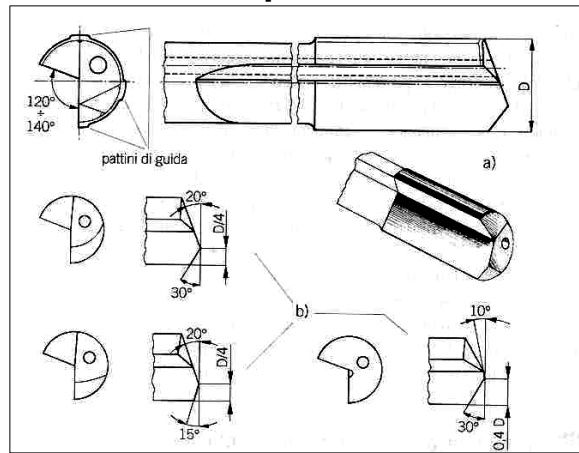


18

Tecnologia Meccanica I

Foratura profonda – Punta a cannone

- Per rapporti L/D superiori a 5 e inferiori a 50 si preferisce adottare punte a cannone.



Tecnologia Meccanica I

SISTEMA A TUBO SINGOLO

Lavorazione con:

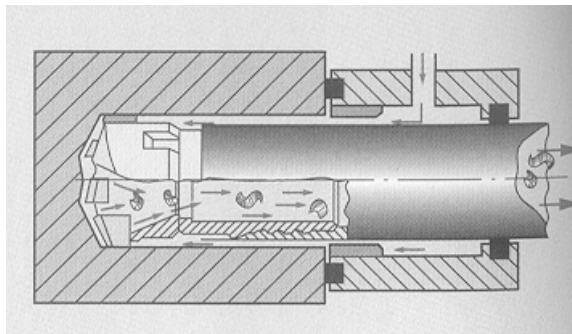
- adduzione liquido refrigerante esterna
- evacuazione truciolo interna

Metodo operativo:

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

Applicazioni:

- elevata produttività
- difficile controllo truciolo

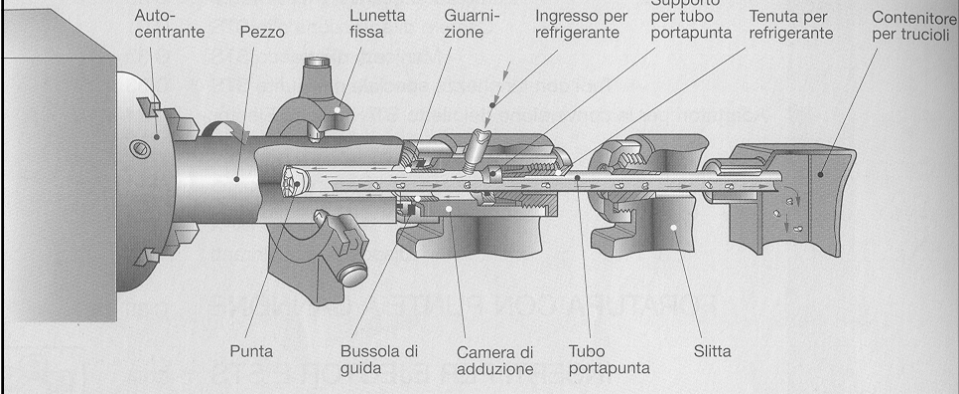


20

Tecnologia Meccanica I

SISTEMA A TUBO SINGOLO

Sistema a Tubo Singolo, STS



21

Tecnologia Meccanica I

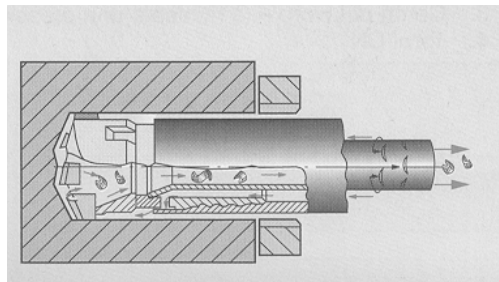
SISTEMA A DOPPIO TUBO

Lavorazione con:

- adduzione liquido refrigerante interna
- evacuazione truciolo interna

Metodo operativo:

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



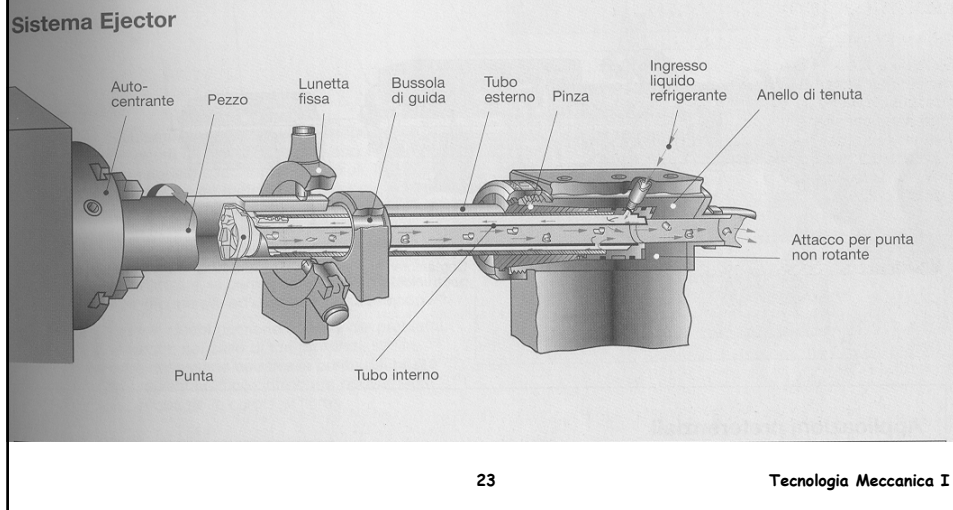
Applicazioni:

- sistema semplice ed economico
- nessun problema di tenuta

22

Tecnologia Meccanica I

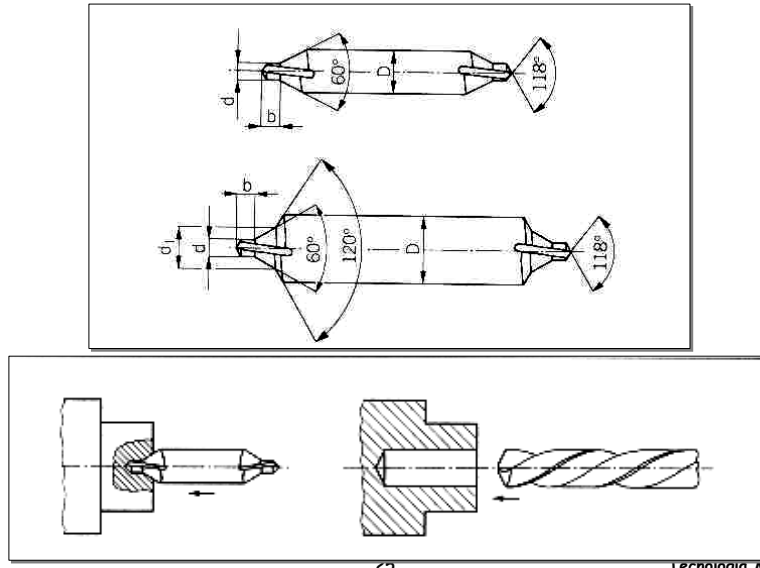
SISTEMA DI FORATURA EJECTOR (A DOPPIO TUBO)



Errori di lavorazione

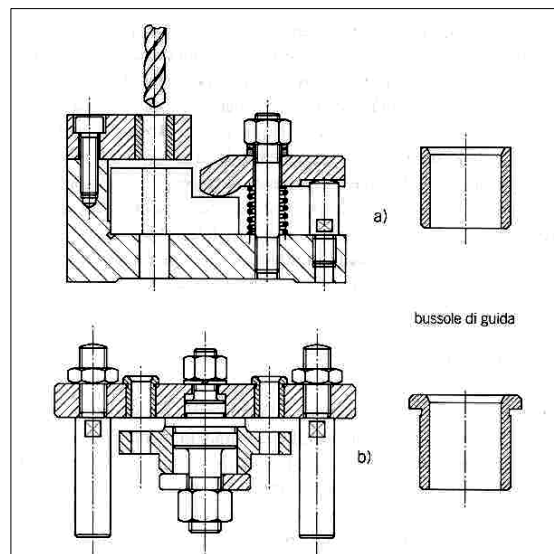
- **La foratura con punte elicoidali è affetta da errori geometrici piuttosto grossolani.**
- **Gli errori tipici sono:**
 - posizione/inclinazione dell'asse
 - forma del foro ottenuto
 - finitura superficiale.
- **Per migliorare la precisione si possono adottare:**
 - dispositivi particolari durante la foratura (punte da centro o bussole)
 - prevedere la rilavorazione del foro (barenatura o alesatura).

Foratura - Punta da centro



Tecnologia Meccanica I

Foratura - Maschere di foratura



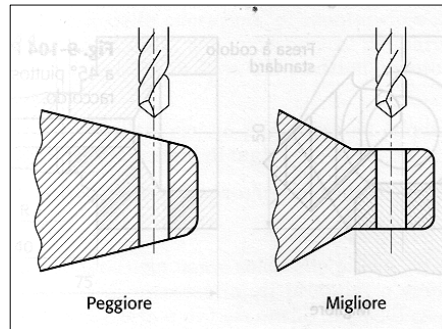
26

Tecnologia Meccanica I

- **Spesso un problema critico nella foratura sono le strette tolleranze cui è soggetto il foro.**

- **Si cerca allora di:**

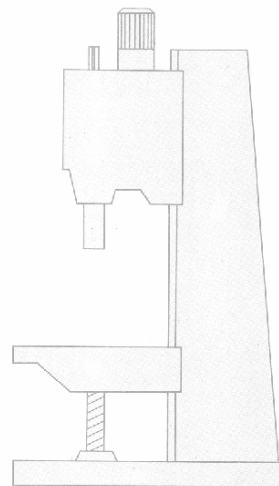
- generare una superficie di ingresso piana e normale all'asse della punta, per evitare che la punta "sbandi";
- eseguire il foro in più passate, con un graduale aumento del diametro della punta.



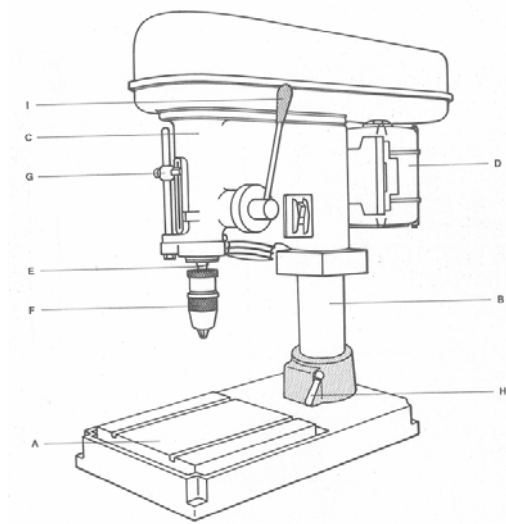
La Macchina Utensile

Criteria per la classificazione

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



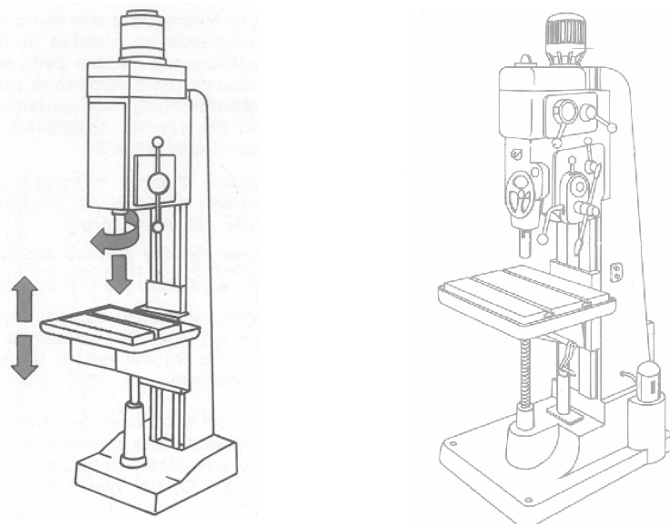
TRAPANO da BANCO



29

Tecnologia Meccanica I

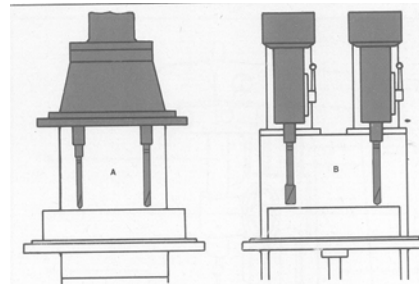
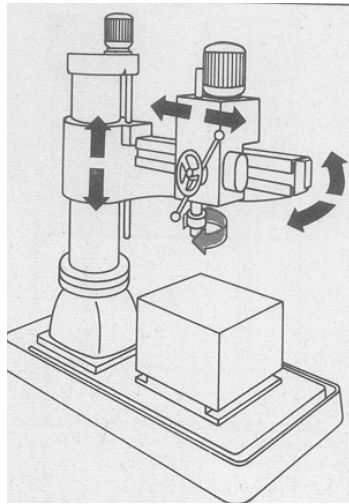
TRAPANO a COLONNA



30

Tecnologia Meccanica I

TRAPANO RADIALE / BANDIERA



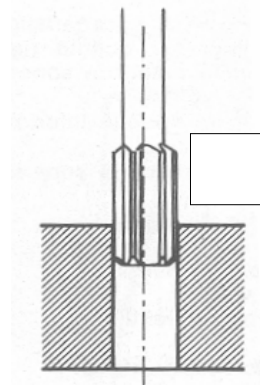
31

Tecnologia Meccanica I

LAVORAZIONE FORI PRE-ESEGUITI

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

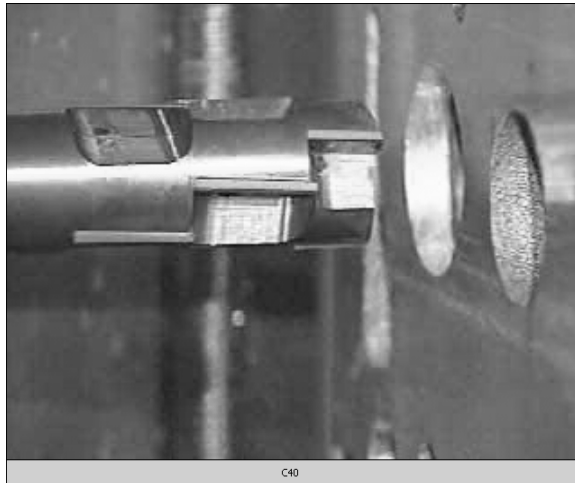
- allargatura
- finitura del foro: alesatura



32

Tecnologia Meccanica I

ALLARGATURA

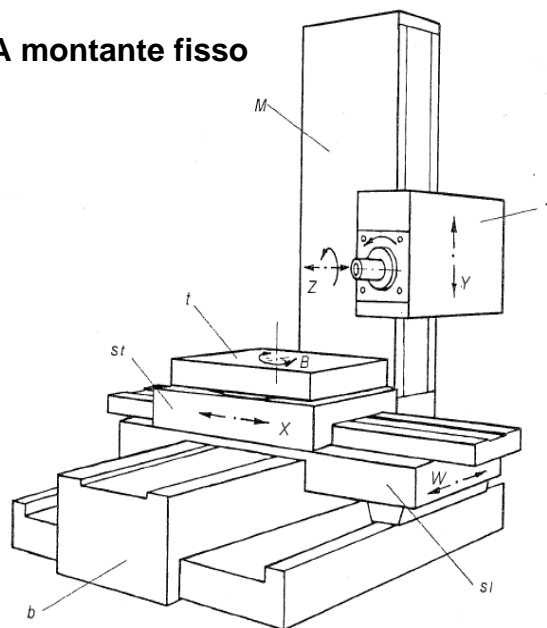


33

Tecnologia Meccanica I

AL ESATDICI

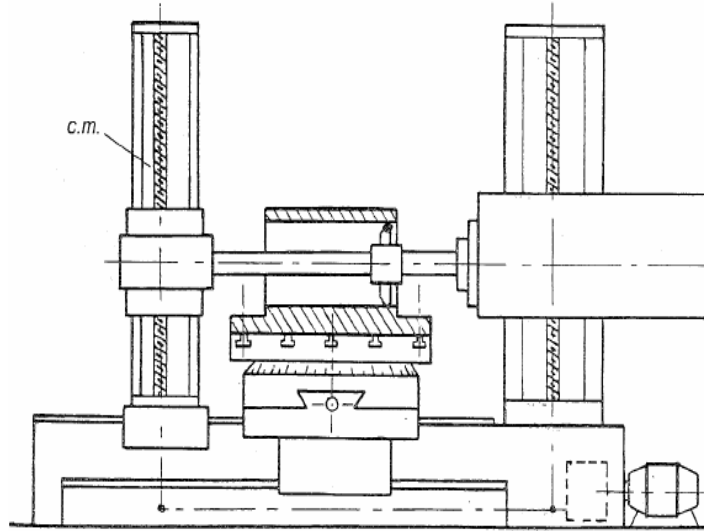
A montante fisso



a I

ALESATRICI

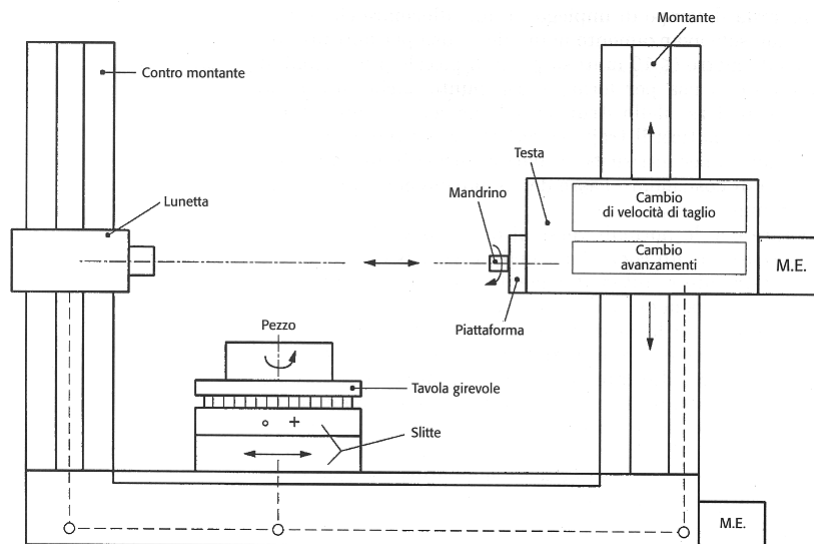
Con contromontante



35

Tecnologia Meccanica I

ALESATRICI

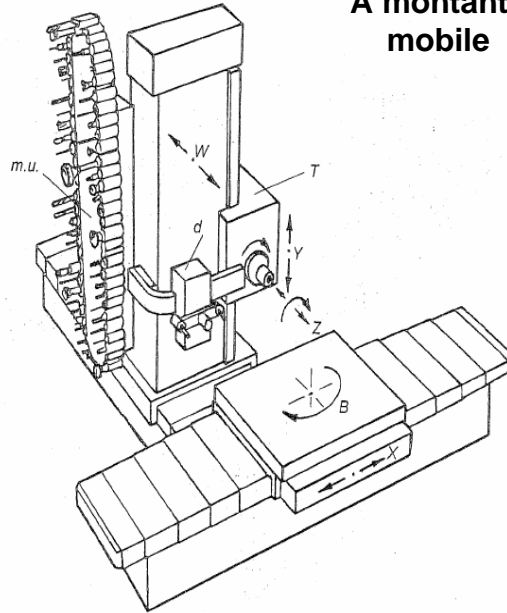


36

Tecnologia Meccanica I

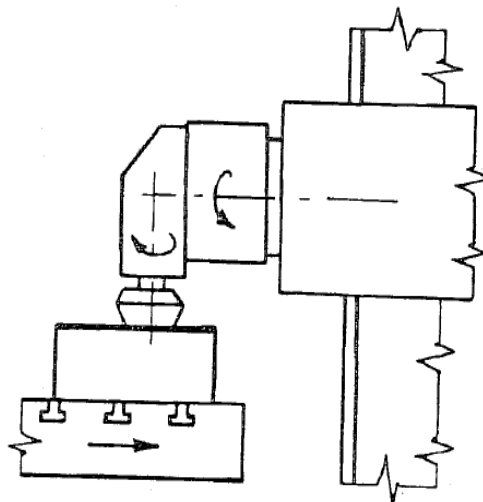
ALESATRICI

A montante mobile



Tecnologia meccanica I

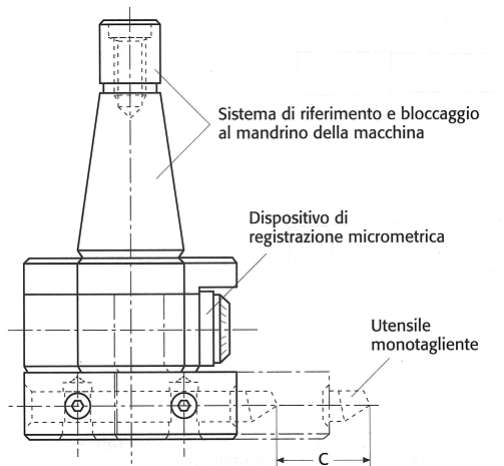
ALESATRICI



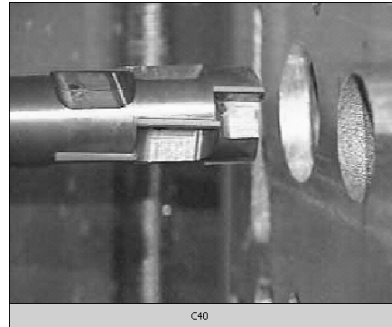
38

Tecnologia Meccanica I

ALESATURA: UTENSILI



Testa ad alesare regolabile



39

Tecnologia Meccanica I

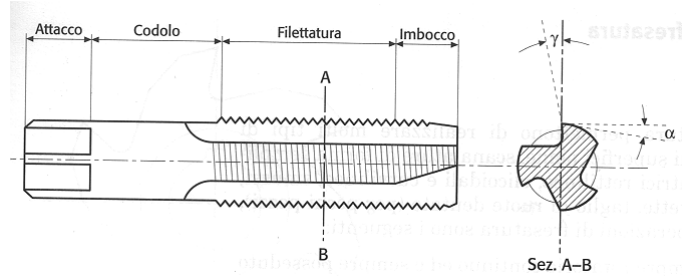
CICLI DI FORATURA



40

Tecnologia Meccanica I

MASCHIATURA



Profili di denti sbozzatori, intermedi e finitori di un maschio



41

Tecnologia Meccanica I

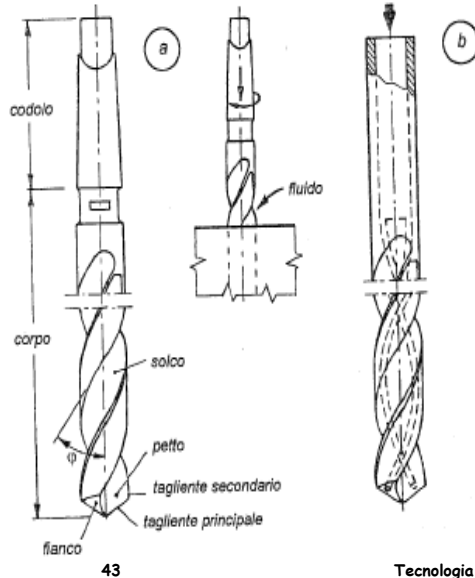
MASCHIATURA



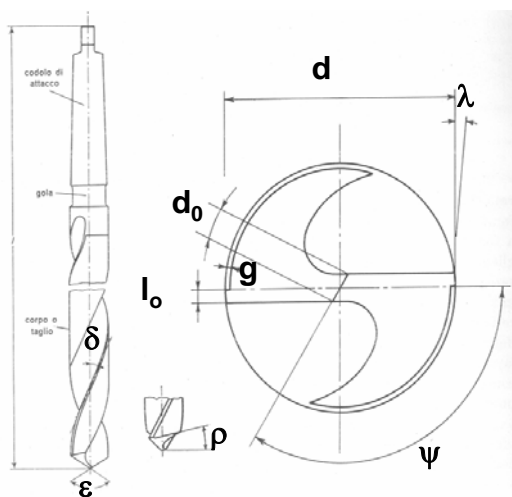
42

Tecnologia Meccanica I

La punta elicoidale



Punta Elicoidale: GEOMETRIA



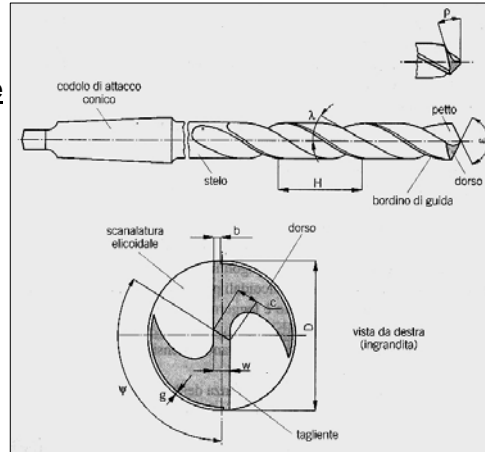
- d** diametro
- d₀** diametro nocciolo centrale
- λ** angolo di spoglia del bordino di guida
- l₀** larghezza bordini di guida
- g** scarico bordino di guida
- ψ** angolo dello spigolo centrale
- ε** angolo dei taglienti
- δ** angolo di inclinazione laterale

44

Tecnologia Meccanica I

La punta elicoidale

- diametro D
- spessore w dello spigolo centrale
- lunghezza c del nucleo
- larghezza b dei bordini di guida
- scarico g delle superfici laterali
- angolo fra i taglienti ε
- angolo di inclinazione dell'elica λ
- passo dell'elica H
- angolo dello spigolo centrale Ψ
- angolo di inclinazione laterale ρ

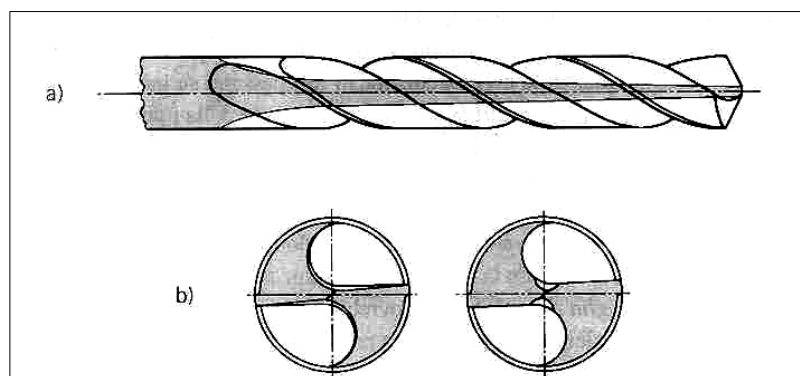


• Sono presenti due taglienti opposti e un nocciolo centrale che non taglia, ma si "incunea" nel materiale e lo spinge verso i taglienti.

45

Tecnologia Meccanica I

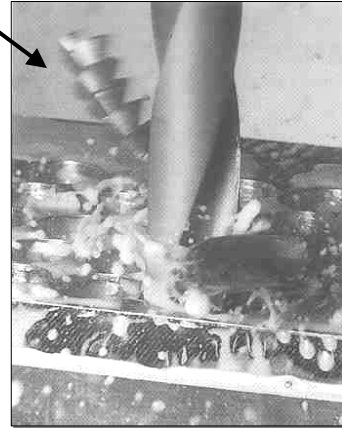
- Nucleo centrale
- Va aumentando di diametro verso il codolo per irrobustire la punta



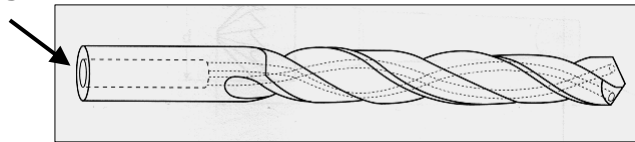
46

Tecnologia Meccanica I

• Le scanalature ad elica della punta servono per far fuoriuscire il truciolo dal foro.



• Se la punta è di grande diametro può essere forata per consentire il passaggio del liquido lubrorefrigerante fino alla zona di taglio.

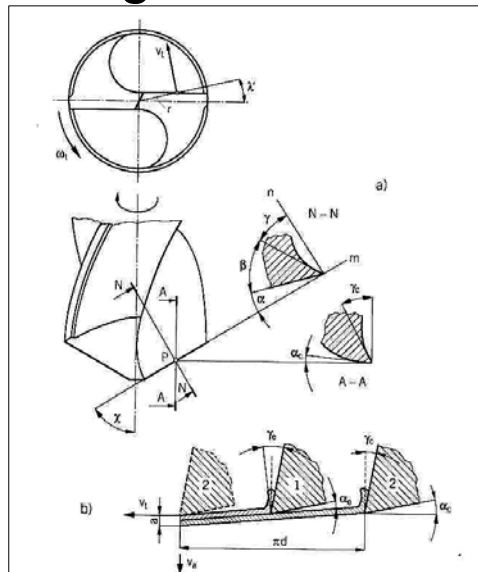


47

Tecnologia Meccanica I

Angoli di taglio

• **Gli angoli di taglio α , β , γ si possono ottenere con una sezione N-N normale al tagliente.**



48

Tecnologia Meccanica I

Influenza della forma della punta

- **L'angolo dell'elica λ influenza:**

- le forze di taglio
(diminuiscono all'aumentare di λ)
- l'evacuazione del truciolo
(favorita all'aumentare di λ)
- la resistenza della punta
(diminuisce all'aumentare di λ)

- **Valori tipici:**

- acciai e ghise: 25° - 30°
- rame e leghe leggere: 35° - 45°
- ottone e bronzo: 10° - 15°

49

Tecnologia Meccanica I

Influenza della forma della punta

- **L'angolo di punta ε influenza:**

- le coppia di taglio
(diminuisce all'aumentare di ε)
- forza assiale
(aumenta all'aumentare di ε)
- l'instabilità
(peggiora all'aumentare di ε)

- **Valori tipici:**

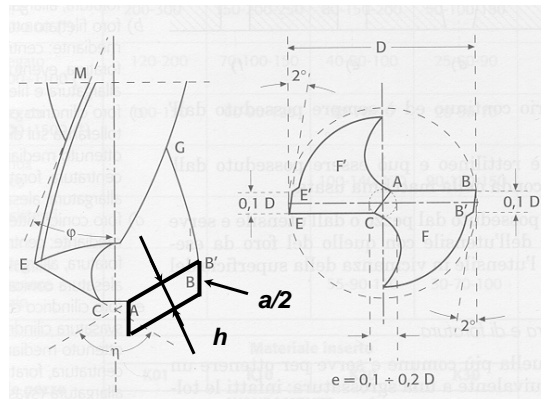
- ghise: <90°
- acciaio: 118°
- rame e leghe leggere: 140°

50

Tecnologia Meccanica I

PARAMETRI DI LAVORAZIONE

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



Valori indicativi:
 $a = 0.01 - 0.8$ mm/giro
 $d = 1 - 50$ mm
 $v_t = 5 - 300$ m/min