



# Asportazione di truciolo



# L'asportazione di truciolo

- Per asportazione di truciolo (taglio e rimozione del materiale) si lavorano a freddo grezzi di fonderia e semilavorati di varia provenienza (laminati, stampati, fucinati, profilati, estrusi, ...)
- Vengono utilizzate allo scopo macchine utensili che si differenziano storicamente in funzione del tipo dell'attrezzo (utensile) utilizzato nella lavorazione



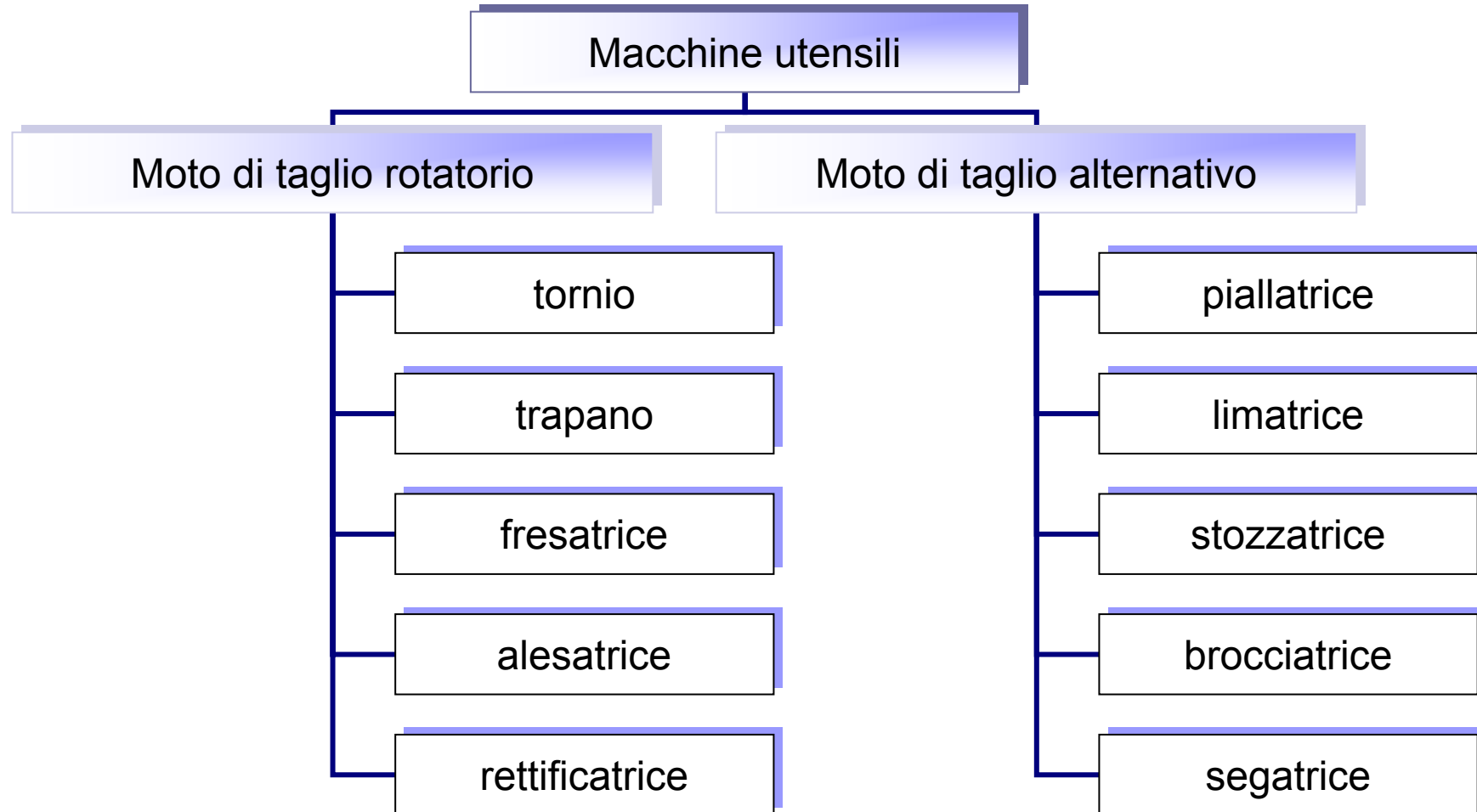
# Macchine e utensili

## ■ Macchine

- Caratteristiche tecniche
- Componenti
- Stato dell'arte
- Varianti CN
- .....

## ■ Utensili

- Classificazione
- Tipi
- Tabelle di riferimento
- Angoli caratteristici
- Taglienti
- Usura
- .....



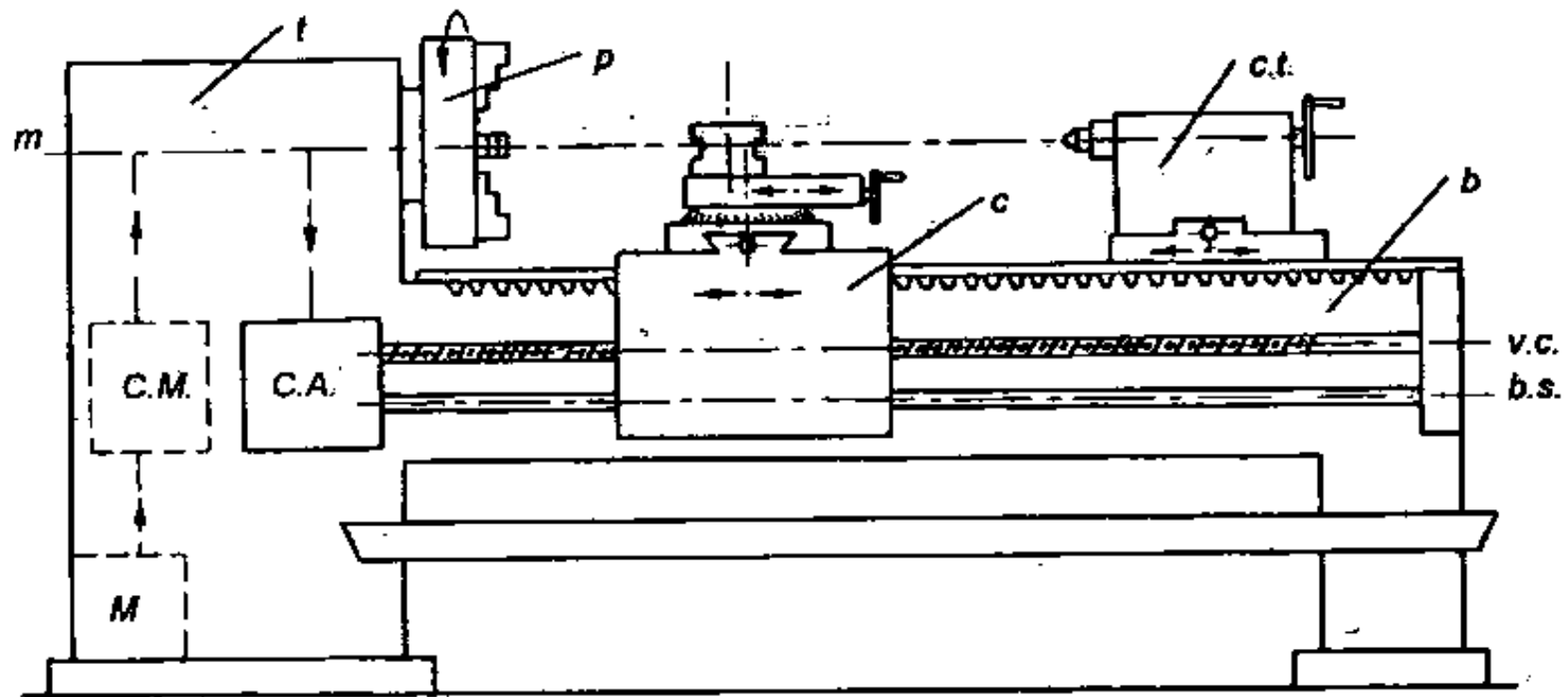


# Tornitura



# Tornitura

- La tornitura ha lo scopo di ottenere:
  - superfici di rivoluzione esterne e interne
  - filettature esterne e interne
  - superfici piane (dette di “sfacciatura”)
  - superfici zigrinate
- È un’operazione realizzata su torni di varie fogge e complessità, oggi ampiamente diffusi, come tutte le macchine utensili, in versione CN



*Fig. 11.1 - Schema del tornio parallelo.*

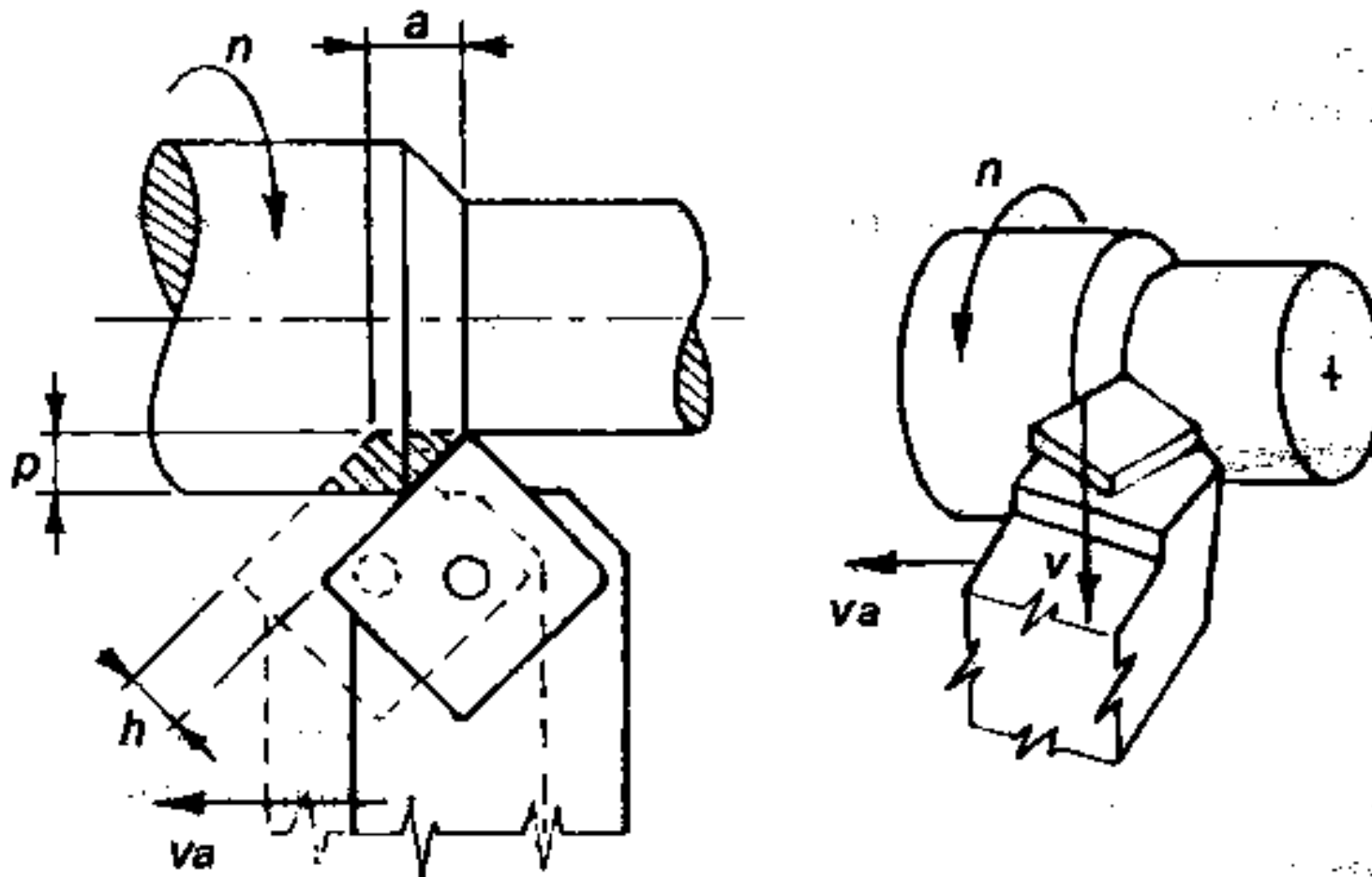
*b = bancale, t = testa, m = mandrino, p = piattaforma, c = carrello portautensile, c.t. = controtesta, v.c. = vite conduttrice, b.s. = barra scanalata, M = motore elettrico, C.M. = cambio velocità mandrino, C.A. = cambio velocità avanzamenti*



# Moti di tornitura

- Moto di taglio
  - Rotatorio continuo del pezzo
  - Misurato con la velocità di taglio  $v$  in m/min
- Moto di alimentazione o di avanzamento
  - Normalmente rettilineo e continuo dell'utensile, in un piano passante per l'asse di tornitura, parallelo (tornitura cilindrica) o perpendicolare (sfacciatura) rispetto all'asse di tornitura
  - Misurato con l'avanzamento  $a$  in mm/giro
- Moto di appostamento
  - Rettilineo dell'utensile. Posiziona l'utensile prima dell'inizio della lavorazione
  - Misurato con la profondità di passata  $p$  in mm
- Moto di lavoro
  - Elicoidale risultante dal moto di taglio e di alimentazione





*Fig. 1.1 - Schema di un'operazione di tornitura e relativi parametri di taglio.*

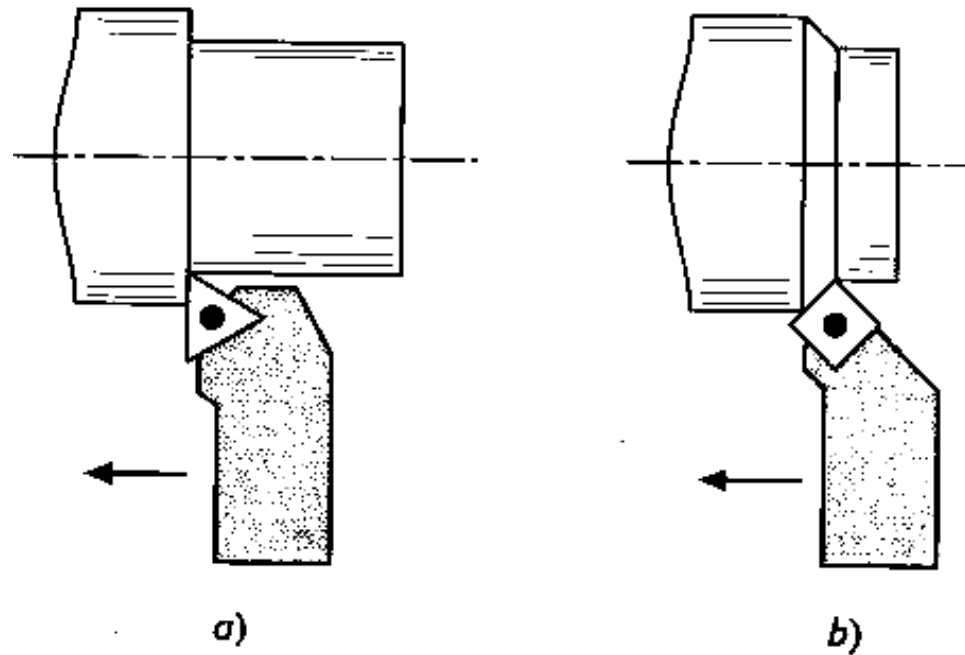


# Tornitura cilindrica esterna


- Utensile con moto di alimentazione parallelo all'asse di tornitura
- Velocità di taglio:

$$v = (\pi Dn)/1000 \quad (\text{m/min})$$

- D = diametro della superficie lavorata (mm)
- n = velocità angolare del pezzo (giri/min)



**Fig. 9-1** Operazione di tornitura cilindrica esterna.  
*a)* con utensile a coltello  $\chi = 90^\circ$ ;  
*b)* con utensile sgrossatore  $\chi = 45^\circ$ .



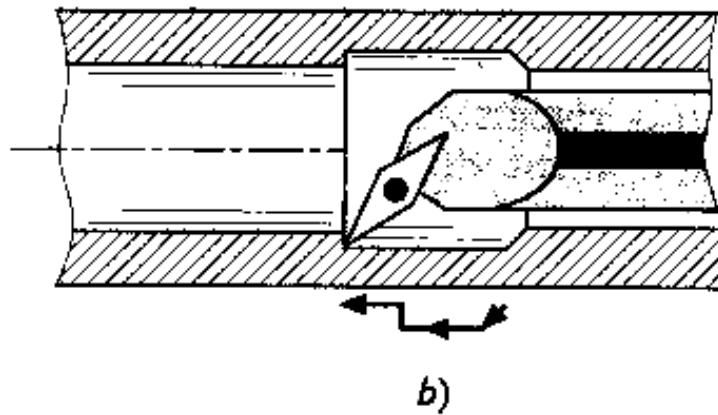
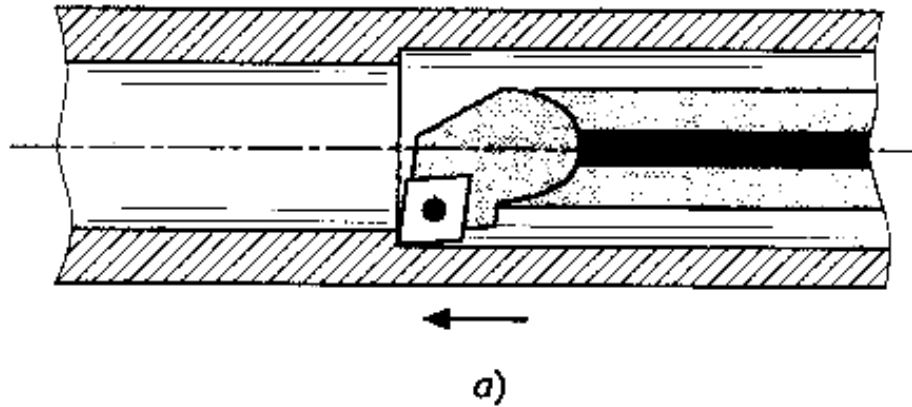
# Tornitura piana esterna (“sfacciatura”)

- Permette di ottenere superfici piane perpendicolari all’asse di tornitura con un moto dell’utensile perpendicolare a tale asse
- Affinché la qualità della finitura superficiale rimanga la stessa in ogni punto è necessario che la velocità di taglio rimanga costante
- Ciò è possibile solo se la velocità di rotazione del mandrino può variare in modo continuo come nei torni a CN



# Tornitura interna

- In pratica si dà forma a superfici interne allargando fori già presenti nel pezzo in lavorazione
- Lo stelo dell'utensile deve essere scelto opportunamente per l'ingombro e la rigidità in particolare quando i fori hanno un basso rapporto diametro/lunghezza

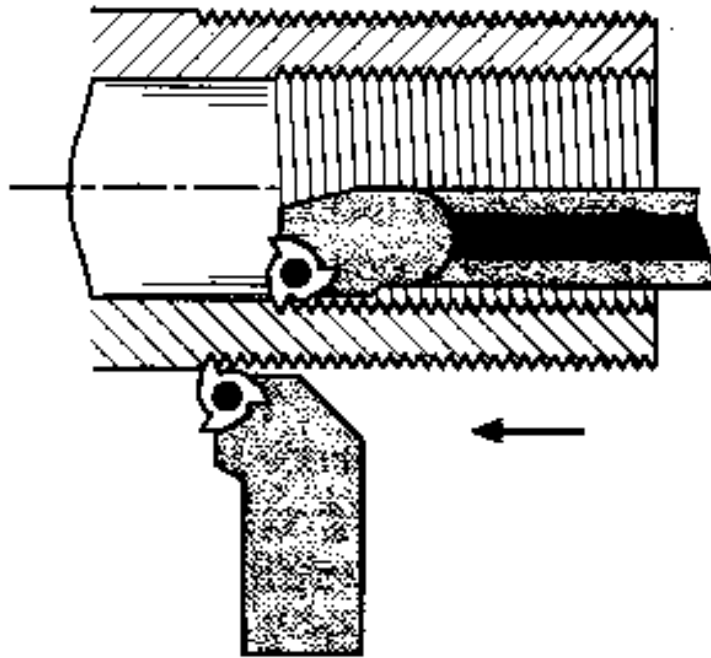


**Fig. 9-4** Esempio di  
tomitura interna:  
*a)* cilindratura ;  
*b)* realizzazione di una  
superficie con  
generatrice a tratti  
rettilinei.



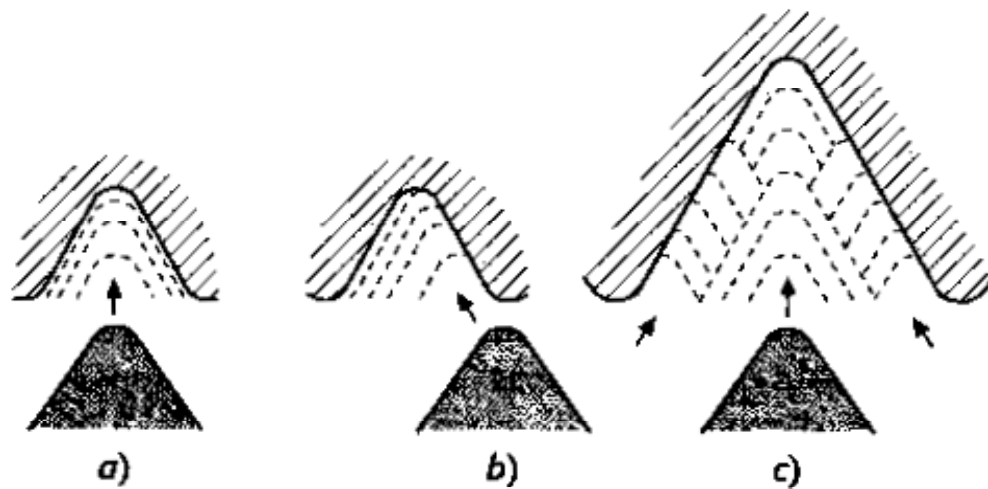
# Filettature interne ed esterne

- Per l'esecuzione di una filettatura è necessario che il moto di avanzamento abbia velocità pari al passo della filettatura
- La profondità di passata dipende dalla profondità del filetto e dalla sua realizzazione in una o più passate



**Fig. 9-5** Operazioni di filettatura esterna e interna.



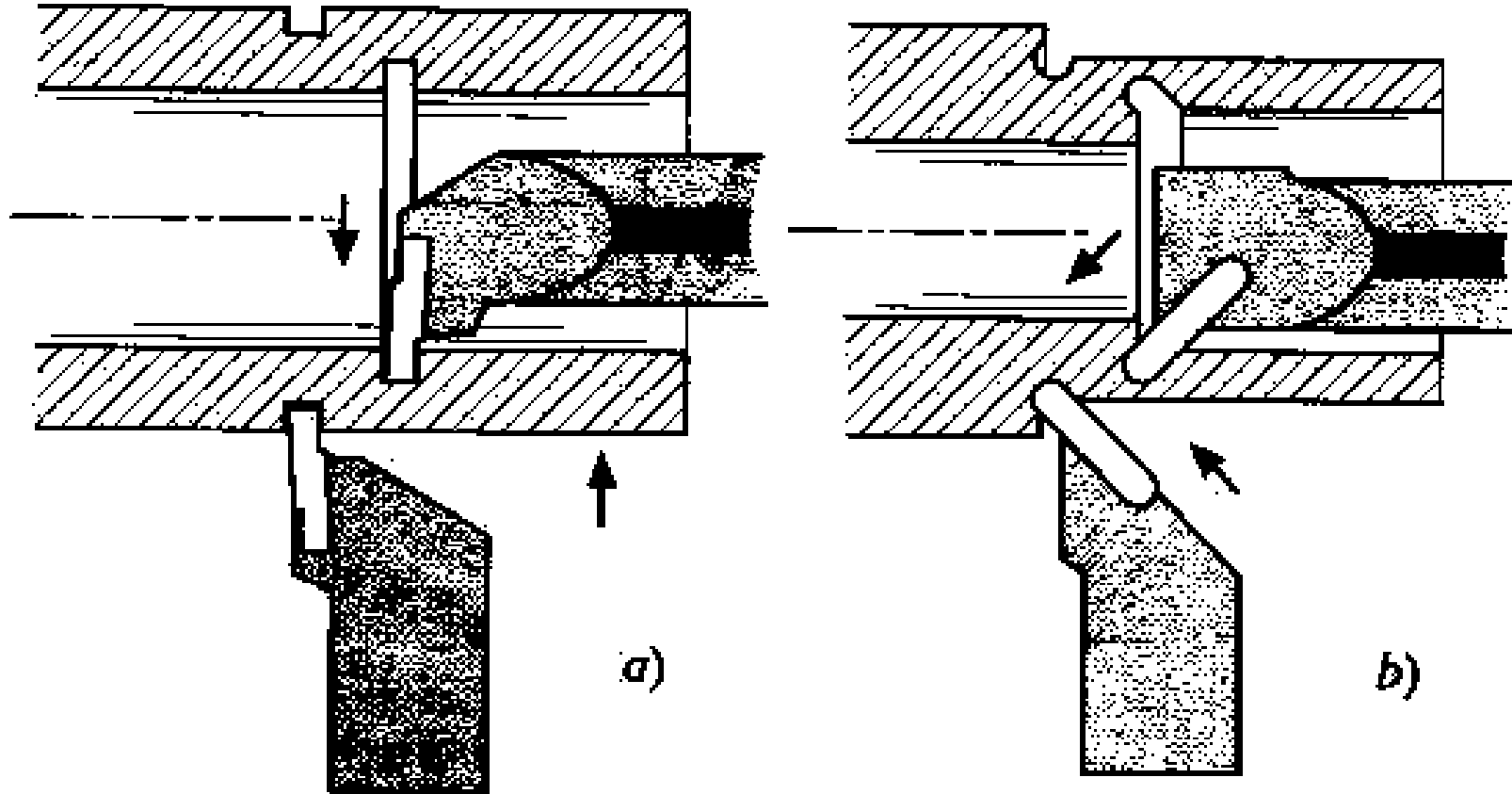


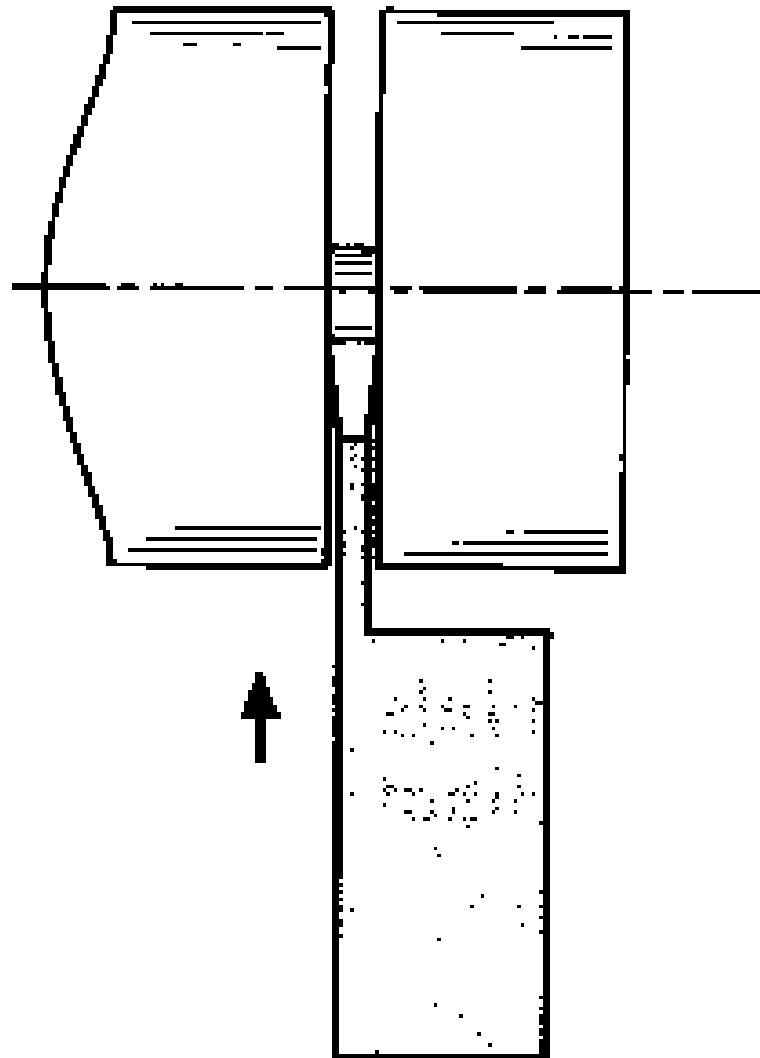
**Fig. 9-7** Alcuni metodi di incremento della passata in operazioni di filettatura:  
*a)* incremento radiale;  
*b)* incremento parallelo al fianco del filetto;  
*c)* incremento bilaterale.



# Esecuzione di gole e troncature

- Per l'esecuzione di gole di vario genere (sede di anelli *seeger*, *o-ring*, etc.) è necessario, con il moto di appostamento, posizionare l'utensile, di sagoma opportuna, in corrispondenza della posizione della gola
- Si procede poi con moto radiale di avanzamento alla realizzazione della gola
- Il moto dell'utensile oltre l'asse di tornitura comporta la troncatura di uno spezzone

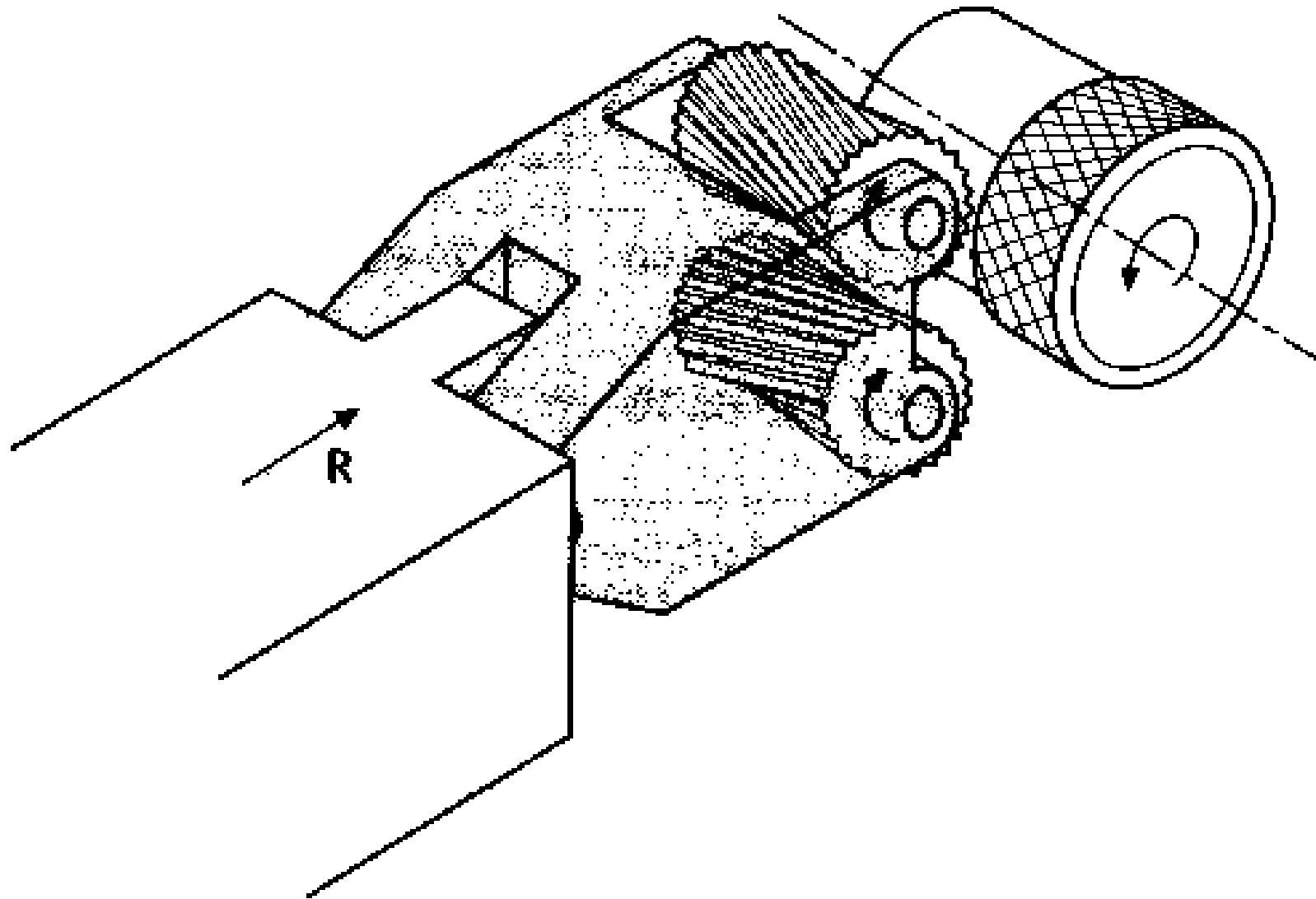
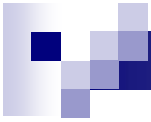






# Zigrinatura

- La zigrinatura è ottenibile per deformazione plastica a freddo mediante l'applicazione di un doppio rullo con zigrinatura inclinata in senso opposto premuto contro la superficie





# Tornitura esterna di superfici di forma complessa

- Combinando opportunamente i moti di avanzamento parallelo e perpendicolare all'asse di tornitura è possibile ottenere profili di rivoluzione di profilo complesso
- Tale possibilità è legata sostanzialmente all'uso di torni CN e alla scelta di opportuni angoli di lavoro degli inserti taglienti



# Parametri di taglio

- I parametri fondamentali di taglio sono:
  - Velocità di taglio ( $v = \text{m/min}$ )
  - Avanzamento ( $a = \text{mm/giro}$ )
  - Profondità di passata ( $p = \text{mm}$ )
- La scelta dei parametri dipende da numerosi fattori:
  - il materiale in lavorazione
  - il tipo di lavorazione
  - il materiale dell'utensile
  - il tipo di macchina e le condizioni di bloccaggio del pezzo sulla macchina
  - ....



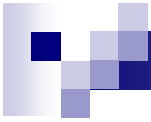


# Forza di taglio

- Componenti della forza:
  - Nella direzione della velocità di taglio ( $F_1$ )
  - Nella direzione della velocità di avanzamento ( $F_2$ )
  - Nella direzione perpendicolare al piano individuato dalle due precedenti ( $F_3$ )
- Si può verificare facilmente che l'unica componente significativa ai fini dell'individuazione della potenza necessaria è la componente  $F_1$ : assumeremo dunque che  $F = F_1$
- Si definisce per comodità:  $F = K_s \cdot s$ 

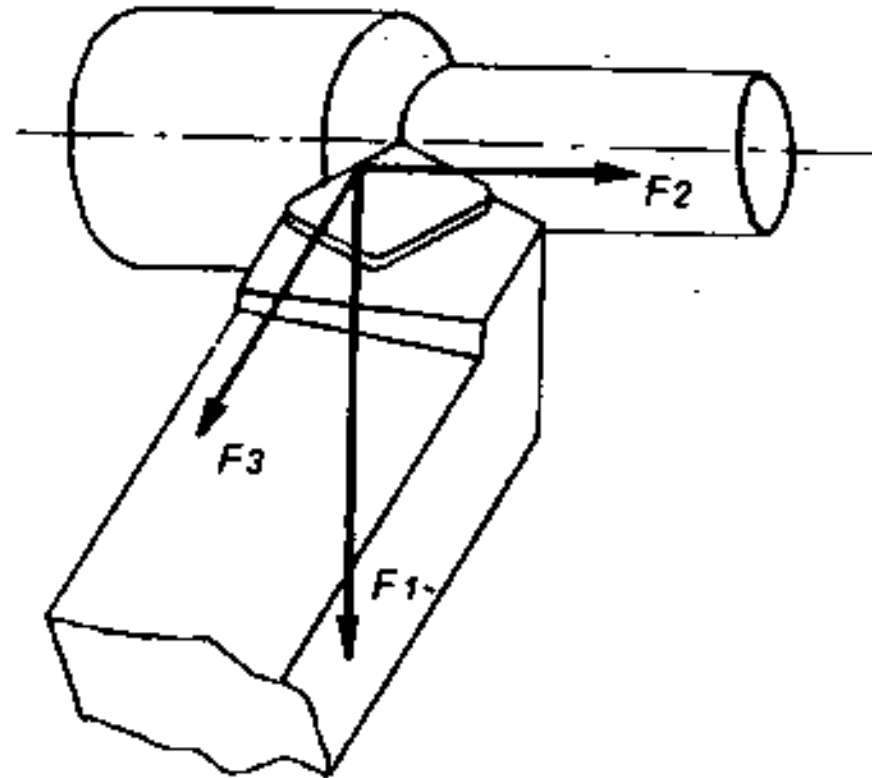
Ove:

  - la grandezza  $K_s$  è definita pressione di taglio
  - $s$  è la sezione di truciolo



*Fig. 9.4*

*Componenti della forza di taglio.*





# Pressione di taglio

- La pressione di taglio  $k_s$  così come definita è influenzata da più fattori quali:
  - La sezione del truciolo  $s$ . In particolare  $k_s$  diminuisce all'aumentare della sezione  $s$  secondo la relazione:

$$k_s = \frac{k}{s} \quad (\text{N/mm}^2)$$

*ove*

$k$  è la pressione specifica di taglio per sezione unitaria di truciolo

$w$  è un valore sperimentale che dipende dal materiale in lavorazione

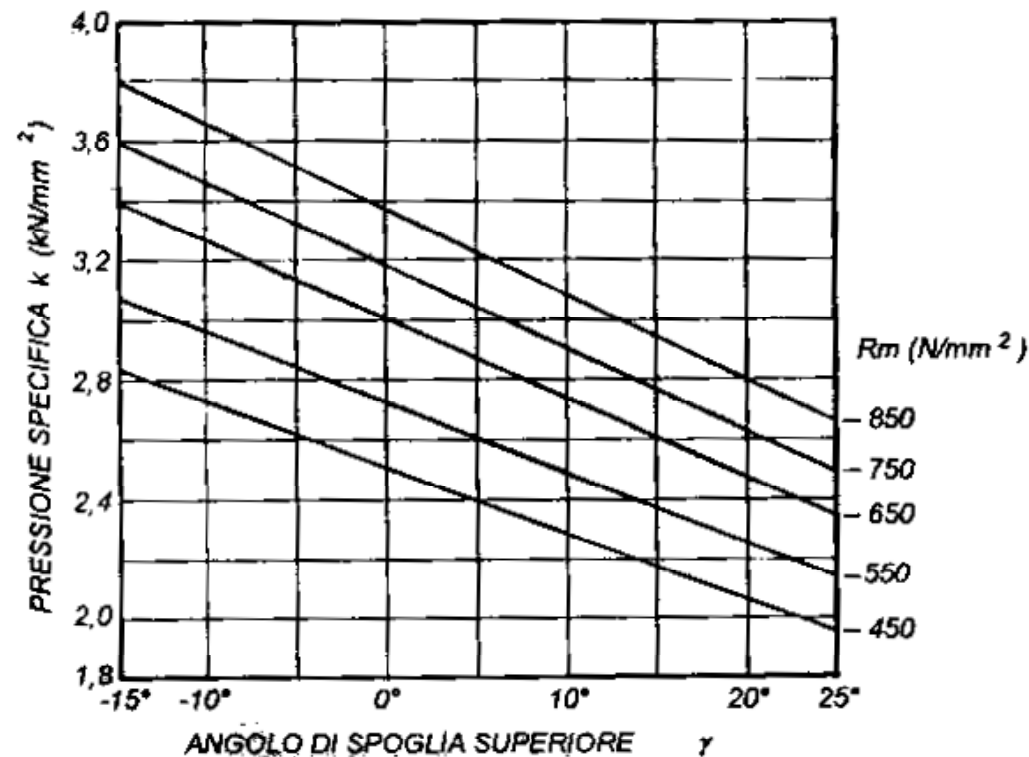
# Pressione specifica di taglio

*Tabella 9.1 - Valori della pressione specifica di taglio  $k$  per gli acciai e per le ghise (valori validi per un angolo di spoglia superiore dell'utensile  $\gamma = 10^\circ$ ).*

Materiale	Pressione specifica di taglio $k$ ( $N/mm^2$ )	
Acciai	$R_m = 450 N/mm^2$	2300
	$R_m = 550 N/mm^2$	2500
	$R_m = 650 N/mm^2$	2750
	$R_m = 750 N/mm^2$	2900
	$R_m = 850 N/mm^2$	3100
Ghise	$HBS = 120$	1050
	$HBS = 160$	1160
	$HBS = 200$	1270
	$HBS = 240$	1350
	$HBS = 280$	1460

# Pressione di taglio

- L'angolo di spoglia superiore dell'utensile. In particolare  $k_s$  diminuisce all'aumentare dell'angolo di spoglia superiore





# Pressione di taglio

- Influenza di profondità di passata  $p$  e avanzamento  $a$ .  $k_s$  aumenta al diminuire della profondità di passata ( $p$ ) e dell'avanzamento ( $a$ ):

$$k_s = \frac{k}{a^x \cdot p^y}$$

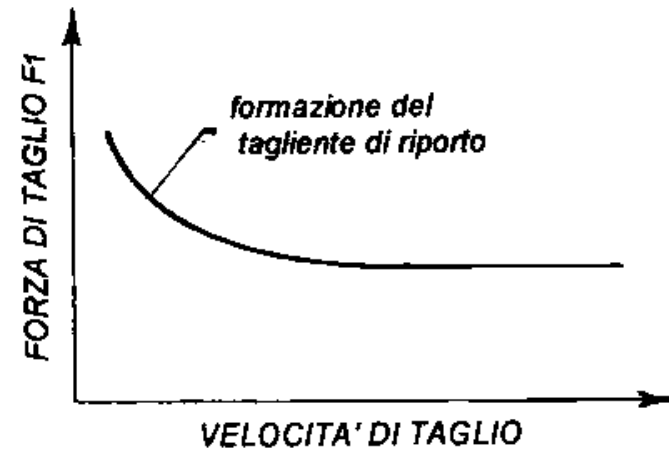
*ove*, per gli acciai

$$x = 0,17$$

$$y = 1$$

# Pressione di taglio

- la velocità di taglio  $v$  influisce sulla pressione. In particolare al suo eccessivo diminuire la pressione di taglio aumenta per via del formarsi del tagliente di riporto.
- l'impiego di un fluido da taglio può ridurre sensibilmente la pressione di taglio





# Potenza di taglio

- Nota la pressione di taglio e la sezione del truciolo è possibile calcolare la forza di taglio  $F$  e dunque la potenza di taglio secondo la relazione:

$$W = \frac{F \cdot v}{60 \cdot 1000} \text{ in kW}$$

da cui la potenza della macchina utensile

$$W_m = W\eta$$

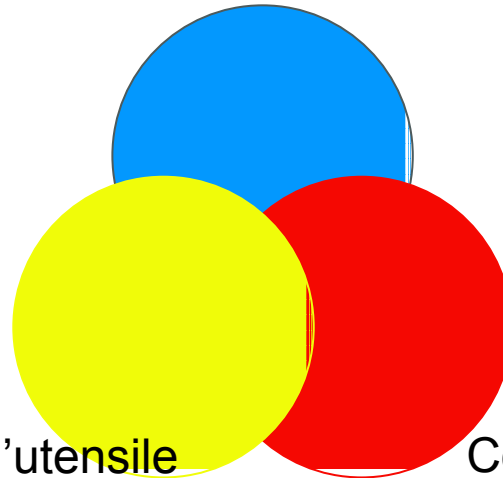
ove  $\eta$  è il rendimento della macchina quindi, detto  $t$  il tempo di lavorazione si ha l'energia richiesta, pari a

$$E = \frac{W_m \cdot t}{60} \text{ in kWh}$$



# Concetto di lavorabilità

Materiale e sua "storia"



Stato e geometria dell'utensile

Condizioni di taglio



# Indice di lavorabilità

$$I = \frac{V_{15} \text{ del materiale in prova}}{V_{15} \text{ del materiale campione}} \cdot 100$$

ove si assume come materiale campione l'acciaio  
ad alta velocità CF 9 S Mn 23 (UNI4838)



# Durata utensile in tornitura

## ■ Relazione di Taylor

$$v \cdot h^r = C_h$$

ove

$v$  è la velocità di taglio (m/min)

$h$  è la durata dell'utensile (min)

$r, C_h$ , sono costanti dipendenti da :

→ binomio utensile pezzo

→ avanzamento prefissato

→ profondità di passata definita



# Relazione di Taylor esplicita

$$v = \frac{C_{60}}{a^m \cdot p^n \cdot \left(\frac{h}{60}\right)^r}$$

ove

$C_{60}$  esprime il valore della velocità di taglio

per consentire una durata dell'utensile pari a 60 min

quando il prodotto  $a_m \cdot p_n$  è uguale a 1



# Rugosità in tornitura

- Rugosità teorica

- Dipende dall'avanzamento prefissato e dagli angoli caratteristici dell'utensile utilizzato

- Rugosità effettiva

- È sempre maggiore di quella teorica in quanto deve tenere conto di altri fattori quali le vibrazioni della macchina, i taglienti di riporto, l'usura dell'utensile, ....



# Rugosità in tornitura

- Il grado di finitura dipende da:
  - Avanzamento
  - Raggio di punta
  - Angoli dei taglienti dell'utensile
- In condizioni reali esistono poi altri fattori:
  - Materiale in lavorazione
  - Velocità di taglio
  - Usura dell'utensile