



# Rettificazione



# Rettificazione

- Consiste in un'asportazione di sovrametallo in piccolissimi trucioli mediante utensili detti mole formate da grani abrasivi uniti da un legante
- Consente di ottenere rugosità superficiali molto basse
- È l'unica lavorazione che è possibile effettuare dopo trattamenti termici di indurimento superficiale del materiale e serve per asportare solo pochi decimi di millimetro in finitura.



# Tipi principali di rettificazione

A seconda che si lavorino superfici di rivoluzione o piane si distinguono:

- la rettificazione cilindrica con asse di rotazione della mola parallelo a quello della superficie di rivoluzione da lavorare
- la rettificazione in piano o tangenziale con asse di rotazione della mola parallelo alla superficie piana da lavorare.



# Rettificazione

## ■ Caratteristiche:

- Velocità di taglio elevatissime
- Elevata temperatura nelle zona di contatto
- Proiezione di trucioli incandescenti che quasi istantaneamente fondono e solidificano a contatto con l'ossigeno
- Se non raffreddato il pezzo può presentare trasformazioni superficiali, cricche, tensioni e segni di bruciatura

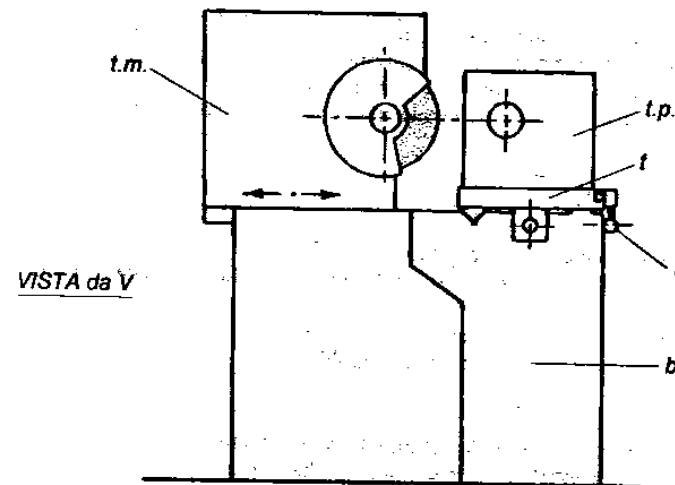
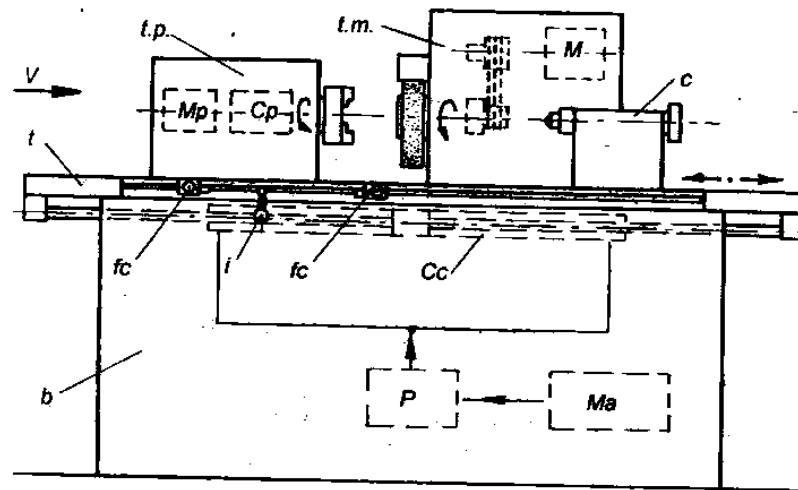


Fig. 16.1 - Schema di una rettificata per superfici cilindriche esterne.

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <i>t.m.</i> = testa portamolà,       | <i>b</i> = basamento,                   |
| <i>M</i> = motore testa portamolà,   | <i>fc</i> = finecorsa,                  |
| <i>c</i> = controtesta,              | <i>i</i> = interruttore,                |
| <i>t.p.</i> = testa portapezzo,      | <i>Cc</i> = cilindro di comando tavola, |
| <i>Mp</i> = motore testa portapezzo, | <i>P</i> = pompa,                       |
| <i>Cp</i> = cambio,                  | <i>Ma</i> = motore azionamento pompa,   |
| <i>t</i> = tavola portapezzo,        |   |

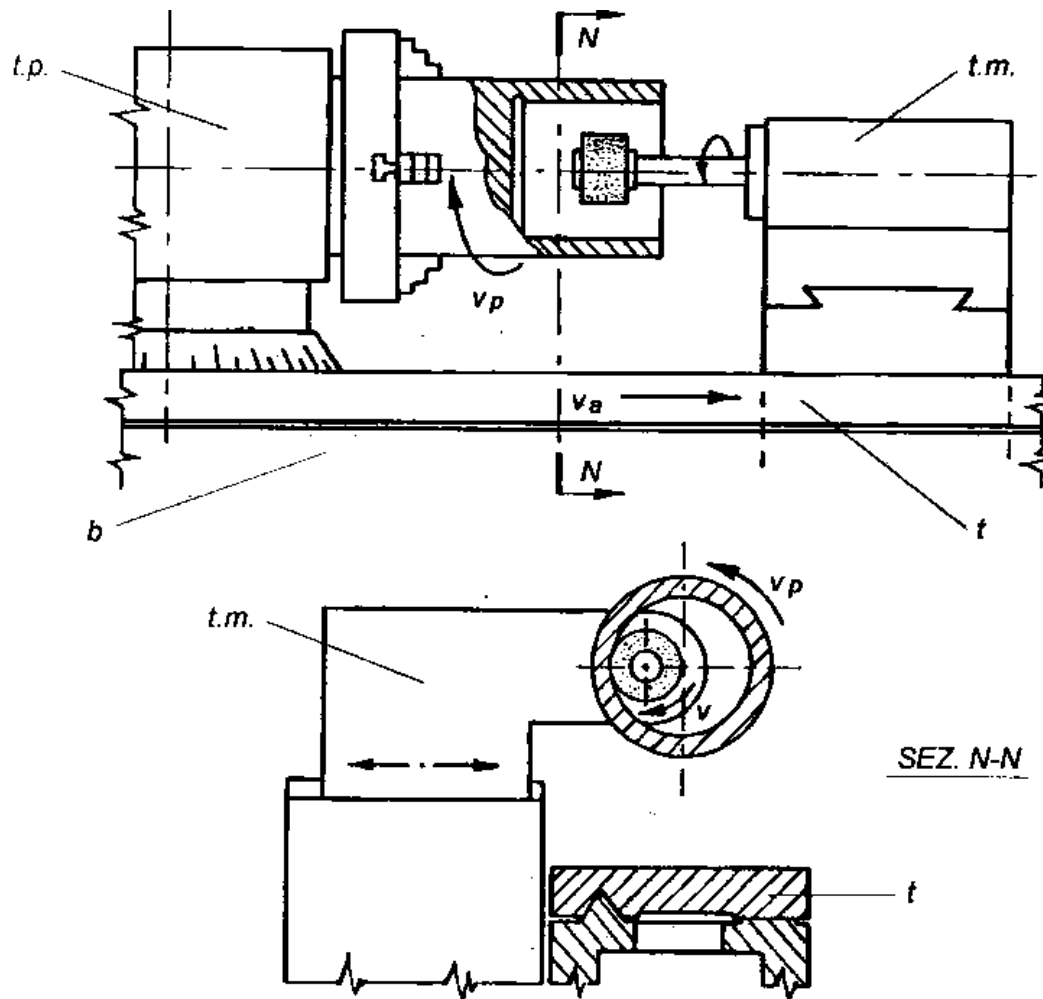
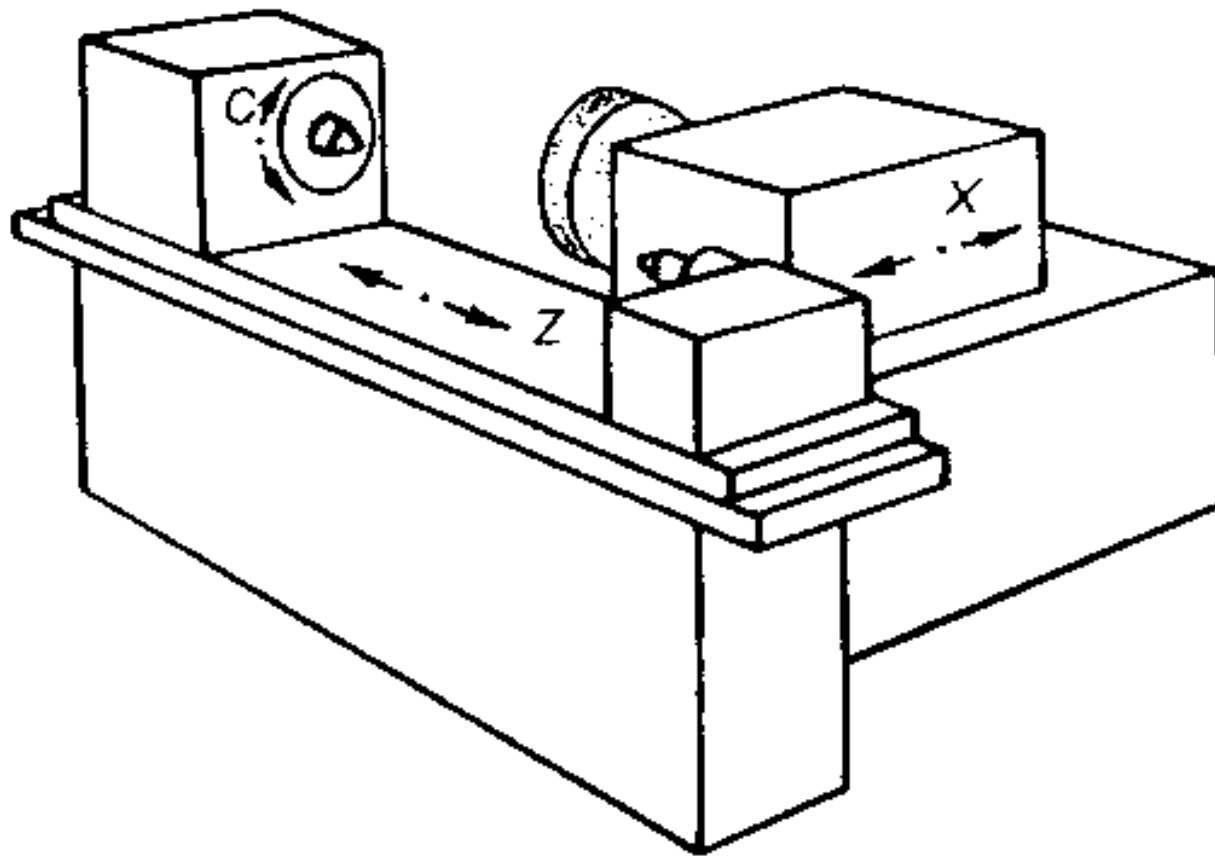
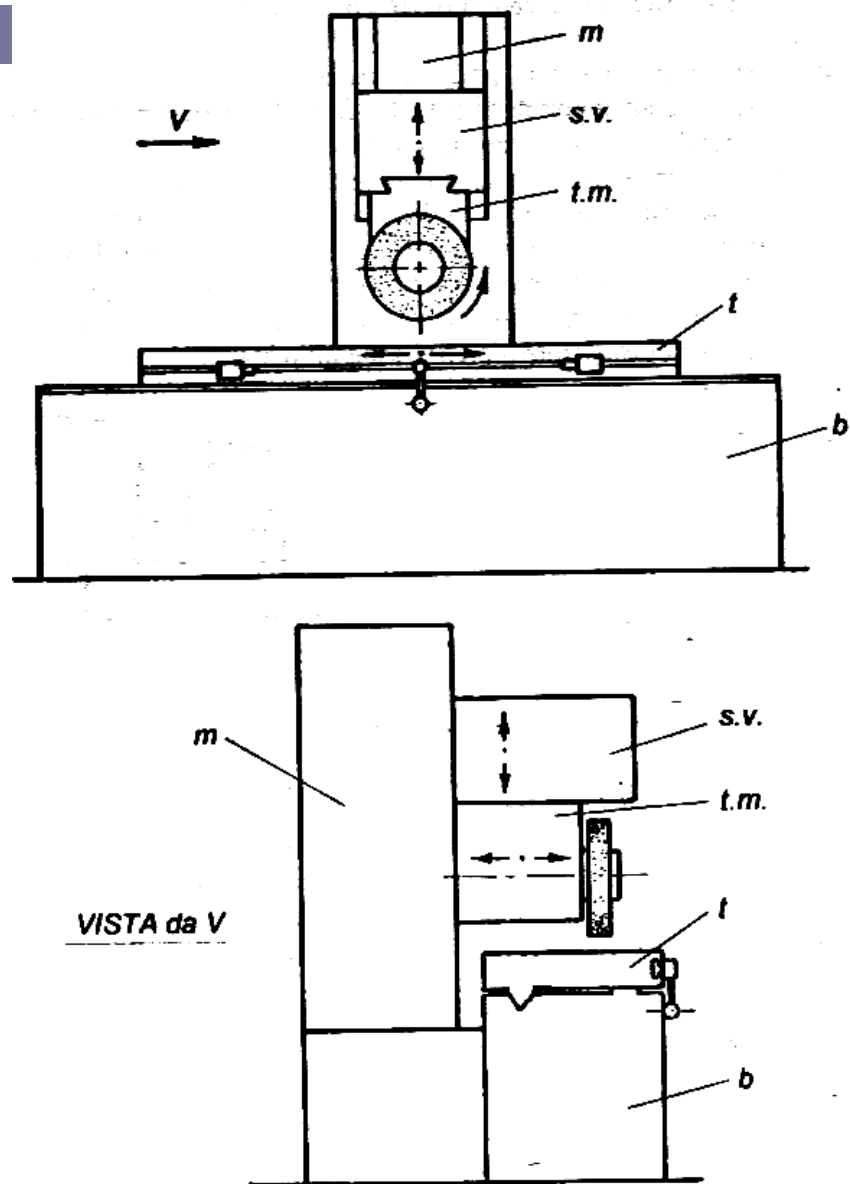


Fig. 16.2 - Schema di una rettificatrice per superfici cilindriche interne con avanzamento assiale del pezzo.

- |        |                      |       |                                |
|--------|----------------------|-------|--------------------------------|
| $b$    | - basamento,         | $v$   | = velocità di taglio,          |
| $t$    | = tavola portapezzo, | $v_a$ | = velocità avanzamento tavola, |
| $t.m.$ | = testa portamola,   | $v_p$ | = velocità periferica pezzo.   |
| $t.p.$ | = testa portapezzo,  |       |                                |



*Rettificatrice a controllo numerico e relativi assi controllati: mandrino (asse C), movimento longitudinale della tavola (asse Z) e movimento trasversale della testa portamolino (asse X).*



13 - Rettificatrice per superfici piane con mola ad azione periferica.

*b* = banco,  
*t* = tavola portapezzo,  
*t.m.* = testa portamola,

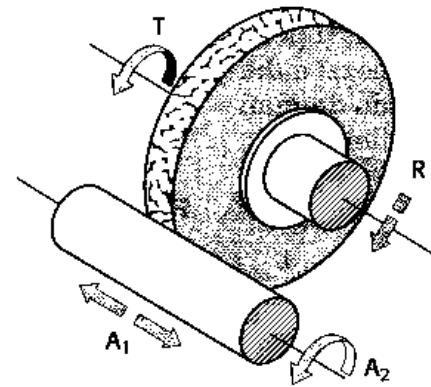
*m* = montante,  
*s.v.* = slitta verticale.





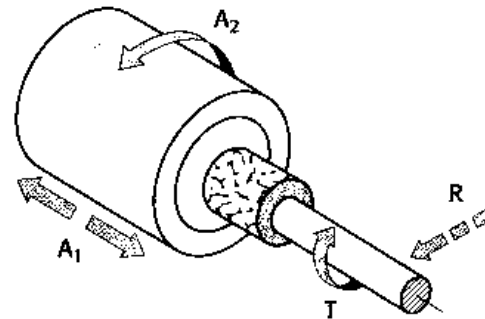
# Moti nella rettificazione circolare

- Moto di taglio: rotatorio continuo posseduto dall'utensile. Definisce la velocità di taglio ( $v$ ) espressa in m/s
- Moti di alimentazione: entrambi conferiti al pezzo in lavorazione. Il primo rotatorio continuo ed espresso in m/min con la velocità periferica del pezzo ( $v_p$ ), il secondo rettilineo di traslazione parallelo all'asse della mola ed espresso in mm/giro con l'avanzamento del pezzo ( $a$ )
- Moto di appostamento: rettilineo e intermittente della mola per avvicinarsi al pezzo, espresso in mm con la profondità di passata ( $p$ ) misurata sul raggio

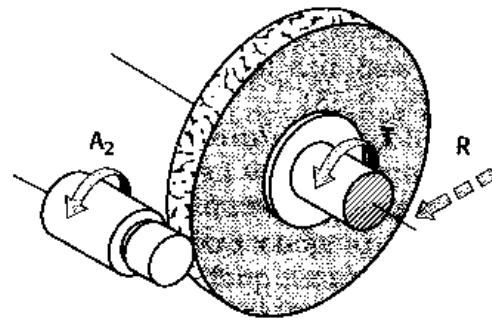


a) Operazione di rettificazione in tondo per esterni.

T: moto di taglio; A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>:  
moti di alimentazione; R:  
moto di appostamento.



b) Operazione di rettificazione in tondo per interni

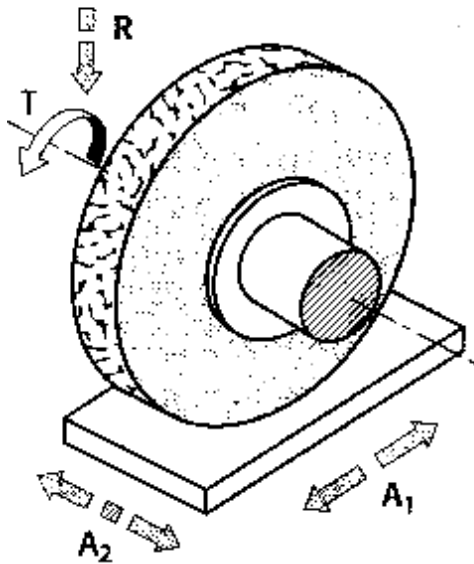


c) Operazione di rettificazione a tuffo.

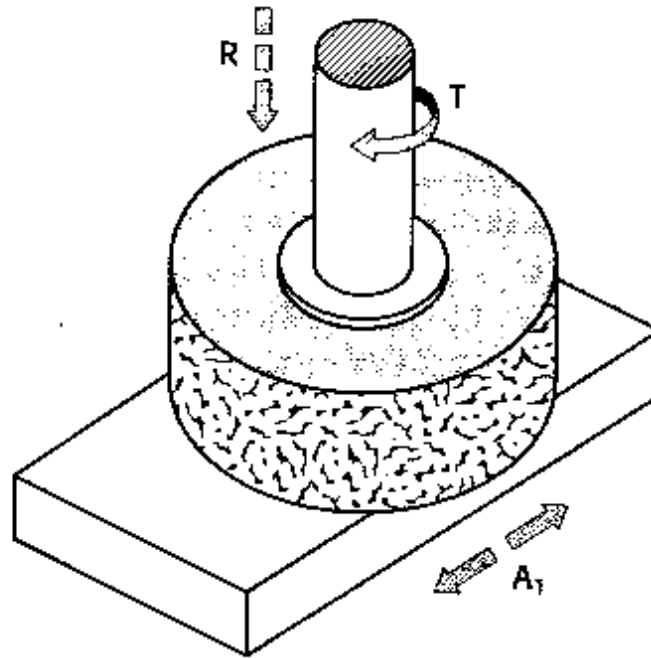


# Moti nella rettificazione in piano

- Moto di taglio: rotatorio continuo posseduto dall'utensile. Definisce la velocità di taglio ( $v$ ) espressa in m/s
- Moto di alimentazione: di compone di due moti, il primo di traslazione del pezzo o della mola stessa parallelo all'asse della mola ed espresso in m/min con la velocità  $v_p$  del pezzo; il secondo, di avanzamento  $a$  della mola per rettificare il pezzo su tutta la sua larghezza ed espresso in mm/doppia corsa
- Moto di appostamento: rettilineo e intermittente della mola per avvicinarsi al pezzo, espresso in mm con la profondità di passata ( $p$ )



a)



b)

Operazione di  
rettifica in piano; a)  
tangenziale; b) frontale. T:  
moto di taglio;  $A_1$ ,  $A_2$ : moti  
di alimentazione;  $R$ : moto di  
appostamento.

# Parametri di rettificazione

Valori indicativi dell'avanzamento e della profondità di passata per varie operazioni di rettifica.

Operazione	Velocità rotazione pezzo	Avanzamento longitudinale	Avanzamento trasversale	Profondità di passata (mm)
Rettifica in tondo esterna	$\frac{1}{60}$ velocità periferica della mola	$\frac{2}{10} + \frac{2}{3}$ <small>spessore mola / giro pezzo</small>	/	0.02+0.06 sgross. 0.002+0.01 finit.
Rettifica in tondo interna	$\frac{1}{100}$ velocità periferica della mola	(idem)	/	0.01
Rettifica in piano tangenziale	/	8+20 m/min	$\frac{2}{10} + \frac{2}{3}$ <small>spessore mola / corsa</small>	0.05+0.2 sgross. 0.01+0.05 finit.
Rettifica in piano frontale	/	8+20 m/min	/	(idem)

# Parametri di rettifica

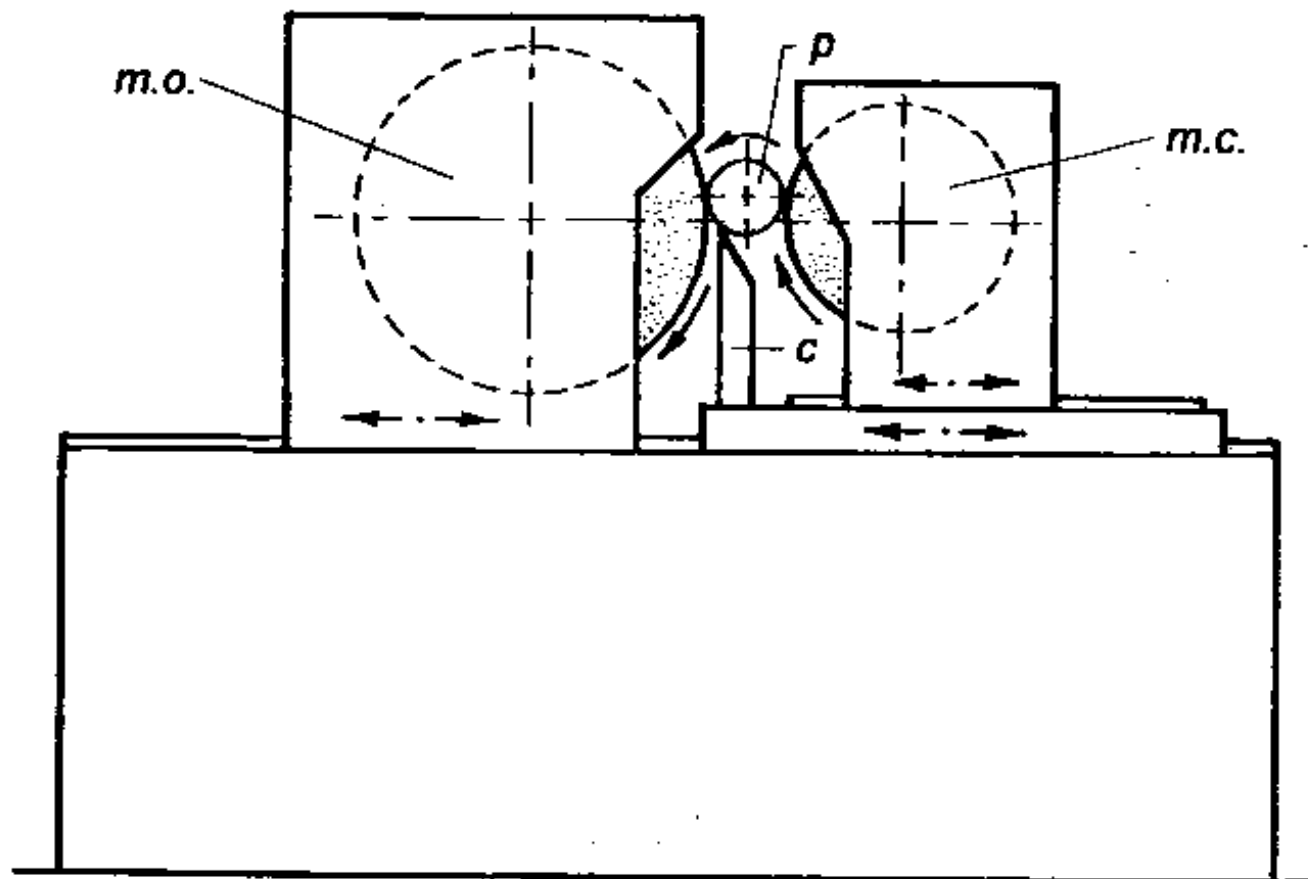
<b>Operazione</b>	<b>Materiale lavorato</b>	<b>Velocità di taglio (m/s)</b>
Rettifica in tondo esterna	Acciaio temperato	20-30
	Acciaio	30-35
	Ghisa, bronzo, ottone	18-30
	Leghe di alluminio	16-22
Rettifica in tondo interna	Acciaio temperato	7-22
	Acciaio	12-30
	Ghisa, bronzo, ottone	8-22
	Leghe di alluminio	7-15
Rettifica in piano tangenziale	Acciaio temprato	20-30
	Acciaio	27-35
	Ghisa, bronzo, ottone	20-35
	Leghe di alluminio	15-20
Rettifica in piano frontale	Acciaio temprato	20-25
	Acciaio	20-30
	Ghisa, bronzo, ottone	20-27
	Leghe di alluminio	15-22

Valori indicativi della velocità di taglio per le principali operazioni di rettifica, con mola ceramica.



# Rettificatrice senza centri


- Nel caso di pezzi cilindrici a diametro costante, questi ultimi possono essere sostenuti tra la mola operatrice e una mola conduttrice che ha l'asse di rotazione leggermente sghembo rispetto a quello della mola operatrice così da dare una componente di moto all'avanzamento del pezzo
- Il pezzo può essere lavorato senza essere sostenuto alle proprie estremità



*Fig. 16.10 - Rettifica senza centri.*

- m.o.* = mola operatrice,
- m.c.* = mola conduttrice,
- c* = coltello,
- p* = pezzo.





# Velocità di taglio

- La velocità di taglio è data praticamente dalla velocità periferica della mola esprimibile con:

$$V = \pi D n / 60000 \quad \text{m/s}$$

ove

- D = diametro della mola in mm
- n = velocità angolare in giri/min

La velocità di rotazione o traslazione del pezzo in lavorazione è tanto bassa in proporzione alla velocità periferica della mola da poter essere trascurata

- Per ragioni di sicurezza è comunque indispensabile non superare la velocità angolare indicata sulla mola stessa dal costruttore. La mola infatti può esplodere.



<b>Operazione</b>	<b>Materiale lavorato</b>	<b>Velocità di taglio (m/s)</b>
Rettifica in tondo esterna	Acciaio temperato	20-30
	Acciaio	30-35
	Ghisa, bronzo, ottone	18-30
	Leghe di alluminio	16-22
Rettifica in tondo interna	Acciaio temperato	7-22
	Acciaio	12-30
	Ghisa, bronzo, ottone	8-22
	Leghe di alluminio	7-15
Rettifica in piano tangenziale	Acciaio temprato	20-30
	Acciaio	27-35
	Ghisa, bronzo, ottone	20-35
	Leghe di alluminio	15-20
Rettifica in piano frontale	Acciaio temprato	20-25
	Acciaio	20-30
	Ghisa, bronzo, ottone	20-27
	Leghe di alluminio	15-22

Valori indicativi della velocità di taglio per le principali operazioni di rettifica, con mola ceramica.



· Valori indicativi dell'avanzamento e della profondità di passata per varie operazioni di rettifica.

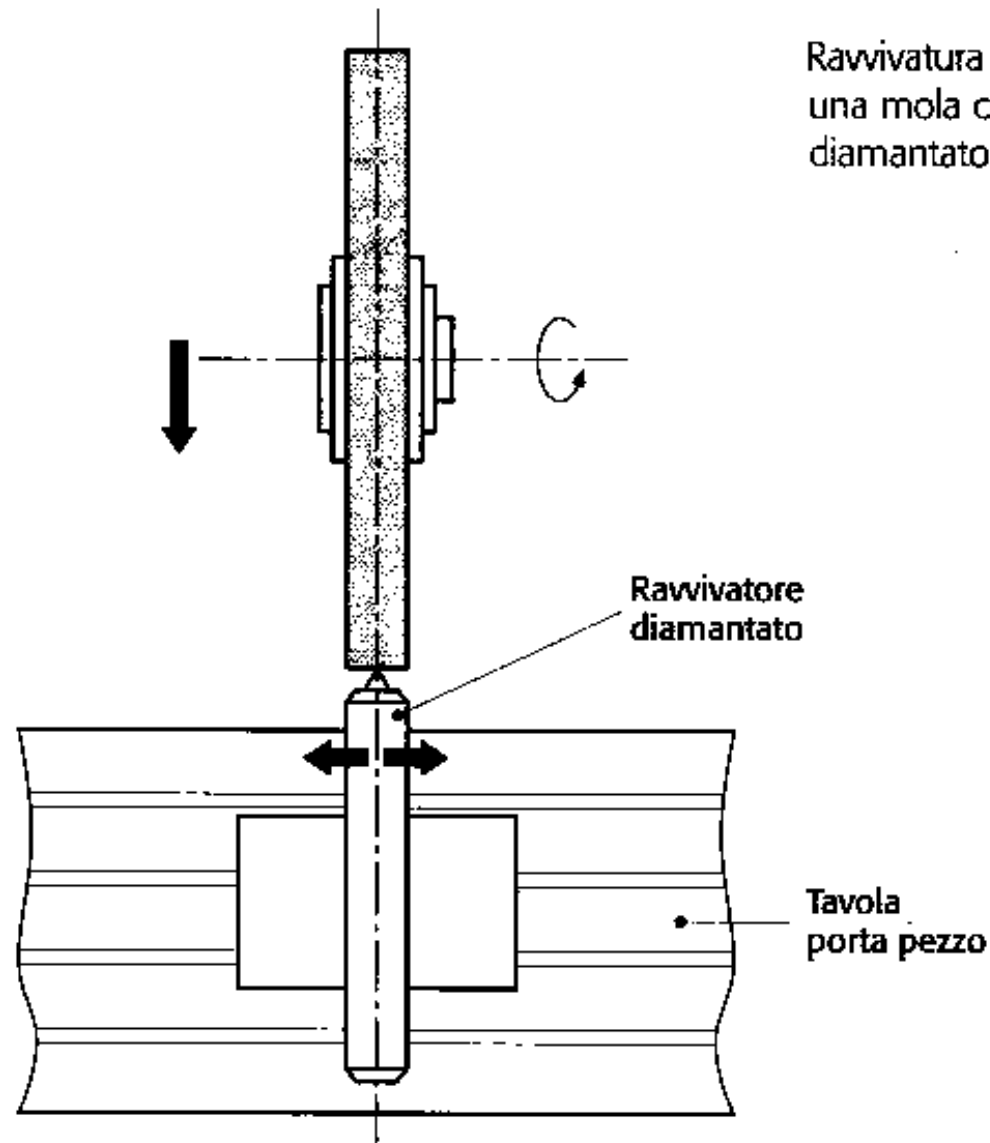
Operazione	Velocità rotazione pezzo	Avanzamento longitudinale	Avanzamento trasversale	Profondità di passata (mm)
Rettifica in tondo esterna	$\frac{1}{60}$ velocità periferica della mola	$\frac{2}{10} + \frac{2}{3}$ <small>spessore mola / giro pezzo</small>	/	0.02+0.06 sgross. 0.002+0.01 finit.
Rettifica in tondo interna	$\frac{1}{100}$ velocità periferica della mola	(idem)	/	0.01
Rettifica in piano tangenziale	/	8+20 m/min	$\frac{2}{10} + \frac{2}{3}$ <small>spessore mola / corsa</small>	0.05+0.2 sgross. 0.01+0.05 finit.
Rettifica in piano frontale	/	8+20 m/min	/	(idem)



# Grado di finitura in rettificazione

- La rugosità reale del pezzo non è determinabile con considerazioni di tipo geometrico e dunque dipende essenzialmente:
  - Dalla dimensione del grano abrasivo
  - Dalle caratteristiche della macchina utensile
  - Dallo stato di usura della mola
  - Dal tipo di materiale in lavorazione

Per migliorare il grado di finitura la mola deve essere rinvivata dopo un certo tempo di taglio mediante un utensile diamantato



Ravivatura di  
una mola con rawivatore  
diamantato.

Ravivatore  
diamantato

Tavola  
porta pezzo



# Rugosità in rettificazione

- La rugosità teorica non è determinabile a priori
- Dipende dalla granulometria dell'abrasivo utilizzato nonché da altri fattori presenti quali:
  - Condizioni della rettificatrice
  - Stato di usura della mola
  - Tipo di materiale in lavorazione



# L'utensile mola

- La mola è un utensile costituita da un impasto di grani abrasivi della dimensione di polveri e di sostanze leganti. L'impasto depositato in apposite forme è cotto in forno seguendo processi idonei
- Il tipo di grano abrasivo è funzione del metallo da tagliare e può essere di materiali
  - Naturali (diamante, silice,..)
  - Artificiali (ossido di alluminio, carburo di silicio,..)
- Il tipo di legante dipende dalle forze cui sarà sottoposta la mola e dalla velocità di lavorazione. Il legante può essere di materiale
  - Ceramico, detto vetrificato, a base di caolino e argilla (è il tipo di legante più utilizzato)
  - Siliceo, a base di ossidi metallici e silicati
  - Elastico, a base di gomma (lo si usa quando la mola è soggetta a urti)
  - Resinoide, a base di resine sintetiche (si impiega quando si opera ad alte velocità e si vuole un'altissima finitura)
  - Metallico, a base di leghe varie



# L'utensile mola

- Oltre che dalla loro forma, le mole sono dunque caratterizzate da:
  - Le dimensioni del grano abrasivo. Le grane più grosse sono utilizzate per sgrossature o per materiali a bassa resistenza. Per finiture e materiali ad alta resistenza si usano grane fini
  - La resistenza del legante alla cessione dei grani di abrasivo usurati. Più il materiale è duro, meno resistente deve essere il legante per consentire un rapido rinnovo dei grani taglienti
  - La porosità, ovvero struttura della mola. Deve essere tanto maggiore quanto più il materiale è tenero e maggiore la superficie in lavorazione in modo che il truciolo non strisci sulla superficie lavorata





**32A - 60 - M - 5 - VKP**

Metodo NORTON  
per la codifica delle mole.

Abrasive		Grana				Durezza					Struttura			Agglomerante				
		Grossa	Media	Fine	Finissima	Tenerissima	Tenera	Media	Dura	Durissima	Chiusa	Media	Aperta	Vetrificato		Resinoide		
Alundum regol.	A	10	30	70	220	D	H	L	P	T	0	4	7	10	V	regolare	B	regolare
Alundum 19	19 A	12	36	80	240	E	I	M	Q	U	1	5	8	11	VS	tipo A	B 2	tipo B 2
Alundum 32	32 A	14	46	90	280	F	J	N	R	V	2	6	9	VBS	tipo BA	B 5	tipo B 5	
Alundum 38	38 A	16	54	100	320	F	K	O	S	W	3			VBE	tipo BE	B 7	tipo B 7	
Alundum 44	44 A	20	60	120	400	C				X	4			VG	tipo G	B 11	tipo B 11	
Alundum 37	37 A	24		150	500					Y				VK	tipo K	B H	tipo B H	
Alundum 39	39 A			180	600					Z				VP	superporoso			
														VBEP	tipo BE			
														VKP	superporoso tipo R poroso			



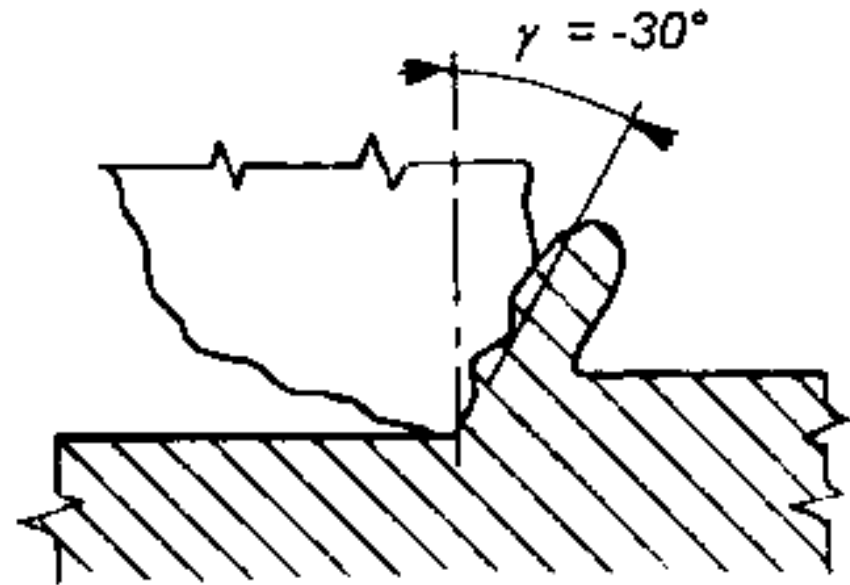
# Azione di taglio della mola

- L'azione di taglio della mola va vista sia nell'azione di ogni singolo grano abrasivo che nel suo complesso
- Il meccanismo di distacco del truciolo è assai complesso e ancor di più l'individuazione della geometria di taglio per più ragioni:
  - Irregolarità dei singoli grani
  - Smussatura degli spigoli taglienti a causa dell'usura
  - Rottura dei grani
  - Diversa elasticità del legante



*Fig. 9.20*

*Azione di distacco del truciolo operata dal singolo grano abrasivo.*





# Forza di taglio

- Come nei casi delle altre lavorazioni la forza di taglio è scomponibile in tre componenti:
  - Tangenziale  $F_t$  che si oppone al moto di rotazione della mola
  - Radiale  $F_r$  di repulsione
  - Di avanzamento  $F_a$
- Tali componenti sono le risultanti di quelle agenti sui singoli grani in presa singolarmente che determinano la sezione di truciolo totale asportata



*Fig. 9.21*

*Componenti della forza di taglio nella rettifica circolare esterna.*

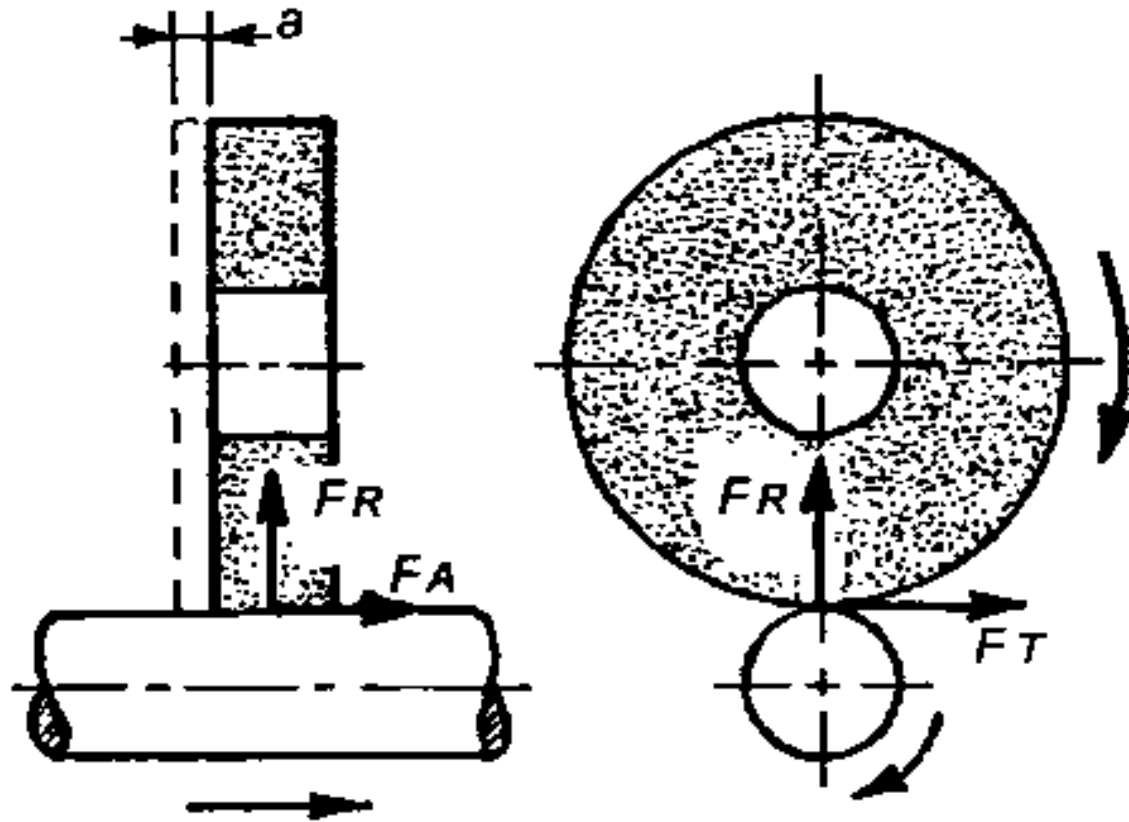


Fig. 9.22

*Componenti della forza di taglio nella rettifica circolare interna.*

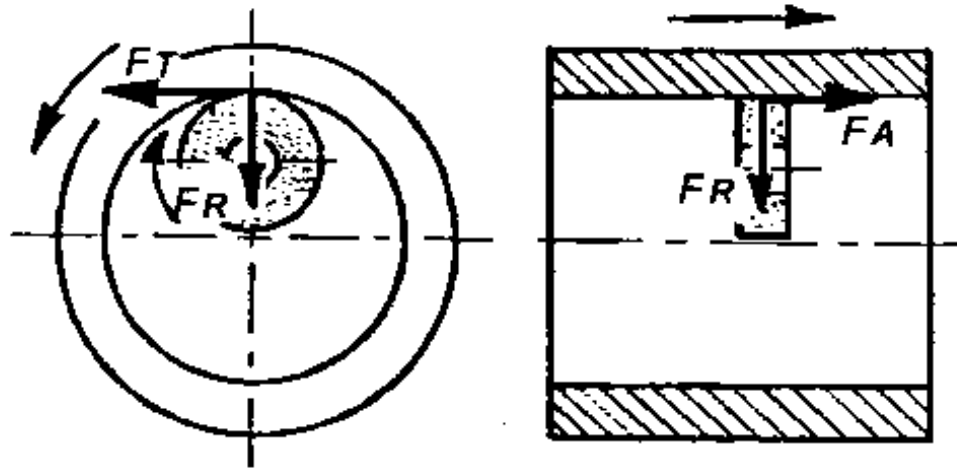
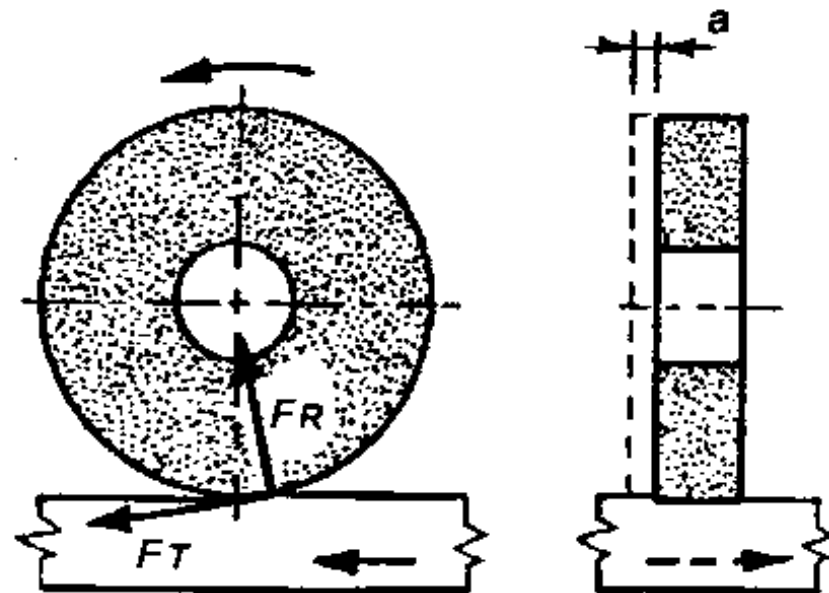


Fig. 9.23

*Componenti della forza di taglio nella rettifica in piano tangenziale.*





# Forza di taglio

- Le forze di taglio hanno comunque valori molto bassi in quanto la sezione di truciolo è comunque minima. La loro conoscenza è però importante per determinare le potenziali deformazioni
- Spesso la  $F_t$  non è la componente più elevata, di fatto:
  - Per  $p < 0,03$  mm  $\Rightarrow F_r = F_t$
  - Per profondità maggiori  $F_r = 2F_t$

# Componente tangenziale

- La valutazione della componente tangenziale, dalla quale si ricava anche la  $F_r$ , può essere fatta con la formula:

$$F_t = k_s \cdot \frac{v_p}{60 \cdot v} \cdot a \cdot p \quad (\text{N})$$

ove

$v_p$  è velocità del pezzo (m/min)

$v$  è la velocità di taglio (m/s)

$a$  è l'avanzamento (mm/giro o mm/corsa)

$p$  è la profondità di passata (mm)

$k_s$  è la pressione di taglio ( $\text{N/mm}^2$ )





# Pressione di taglio

- È peculiarità della rettifica avere valori di pressioni di taglio molto elevati
- Ciò è dovuto al fatto che in tali operazioni:
  - la sezione di truciolo asportato è particolarmente ridotta
  - La geometria del taglio non risulta ben definita
  - Gli angoli di spoglia del tagliente sono negativi
  - Esistono fenomeni locali di ricalcamento

**Tabella 9.6 - Valori orientativi della pressione di taglio  $k_s$  in rettifica.**

<b>Materiale</b>	<b>Pressione di taglio <math>k_s</math> (<math>N/mm^2</math>)</b>
<b>Acciai temprati con <math>HBS \approx 450</math></b>	<b>36000</b>
<b>Acciai con <math>R_m \approx 900 N/mm^2</math></b>	<b>28000</b>
<b>Acciai ricotti</b>	<b>22500</b>
<b>Ghisa temprata</b>	<b>28000</b>
<b>Ghisa malleabile</b>	<b>22500</b>
<b>Ghisa grigia</b>	<b>18000</b>
<b>Materiali non ferrosi</b>	<b>14000</b>



# Potenza di taglio

- La potenza di taglio può essere quindi espressa dalla formula seguente:

$$W = Ft \cdot \left( v + \frac{v_p}{60} \right) \cdot \frac{1}{1000} \quad (\text{kW})$$

# Potenza assorbita

- La potenza assorbita è esprimibile con la formula:

$$W = 0,155 \cdot k \cdot \sqrt{V} \cdot \sqrt{v/30} \quad \text{kW}$$

ove

V è il volume del truciolo asportato in cm<sup>3</sup>/min

v è la velocità di taglio in m/s

k è un coefficiente che dipende dal tipo di operazione :

0,75 per rettifica in tondo per esterni

6,2 per rettifica in piano

7,0 per rettifica interna

- Per avanzamento e profondità di passata occorre utilizzare delle tabelle di riferimento



# Lavorazioni a moto di taglio rettilineo



# Lavorazioni a moto di taglio rettilineo

## ■ Limatura e piallatura

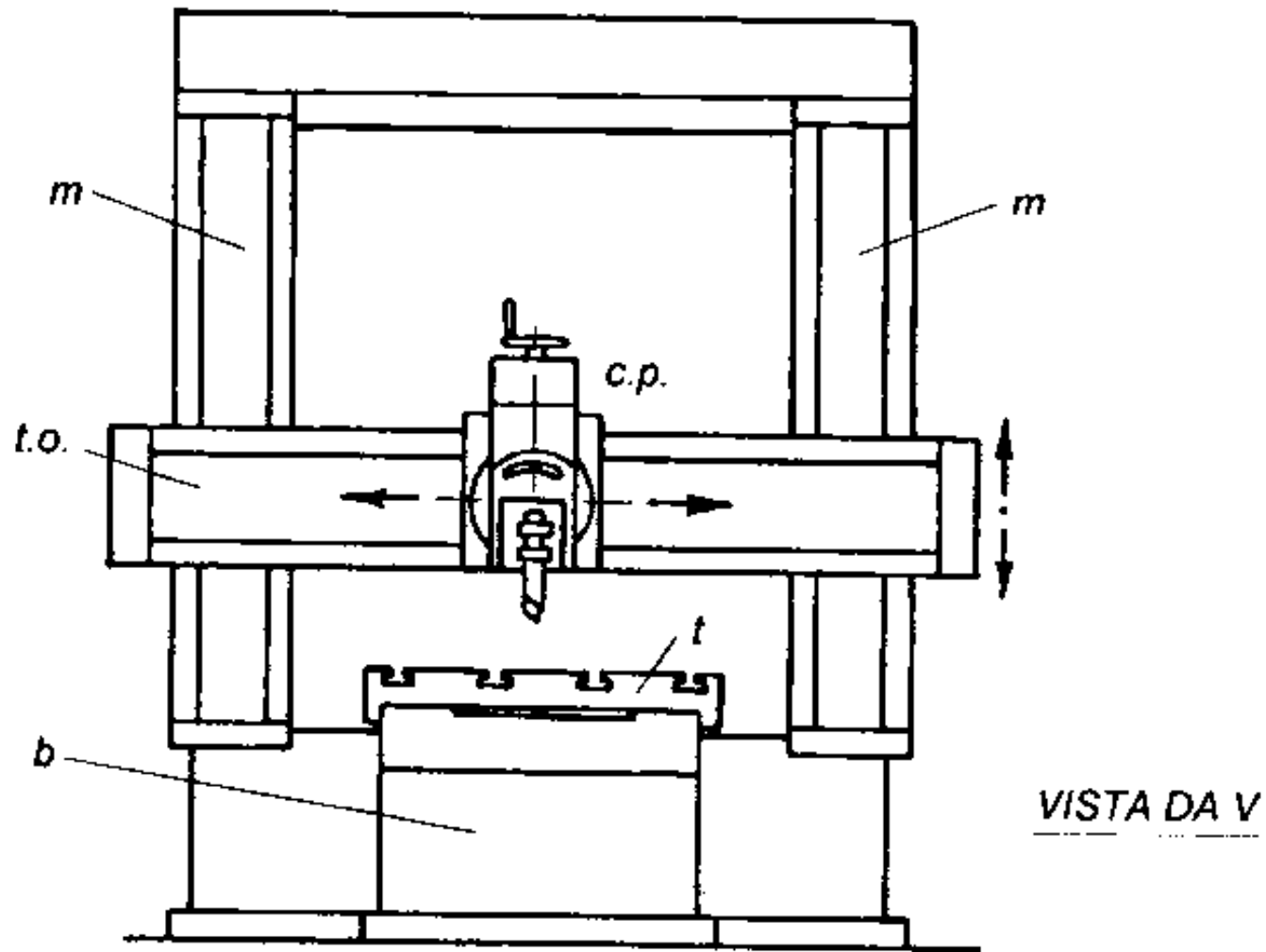
- Per la realizzazione e la finitura di superfici esterne piane
- Caratteristiche:
  - Bassa produttività

## ■ Stozzatura

- Per la realizzazione di superfici interne piane partendo da fori pre-esistenti
- Caratteristiche:
  - Bassa produttività
  - Scarsa finitura superficiale
  - Utensili a basso costo

## ■ Brocciatura

- Per la realizzazione di superfici anche complesse esterne e interne partendo da fori pre-esistenti
- Caratteristiche:
  - Alta qualità dimensionale
  - Alta qualità superficiale



*Fig. 15.1 - Schema di una piallatrice a due montanti.*




# Limatura e piallatura: moti caratteristici

## ■ Moto di taglio

- Rettilineo alternativo con andata utile e ritorno improduttivo
- Posseduto dall'utensile nella limatura, dal pezzo nella piallatura
- Grossa inerzia nel cambio del moto e dunque velocità basse e scarsa produttività. Di solito il moto di ritorno, improduttivo, è realizzato a velocità maggiore





# Limatura e piallatura: moti caratteristici

## ■ Moto di alimentazione

- Rettilineo intermittente, nella fase di ritorno
- Posseduto dall'utensile o del pezzo nella limatura, dall'utensile nella piallatura

## ■ Moto di appostamento

- Per regolare la profondità di passata
- Posseduto dall'utensile o dal pezzo nella limatura, sempre dall'utensile nella piallatura



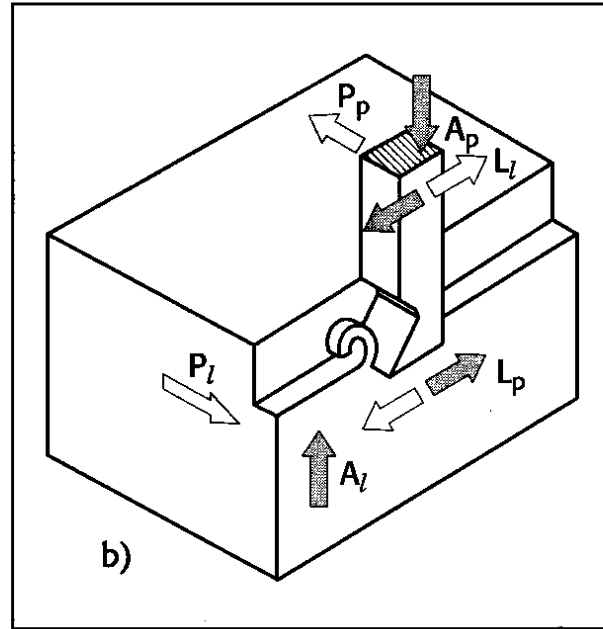
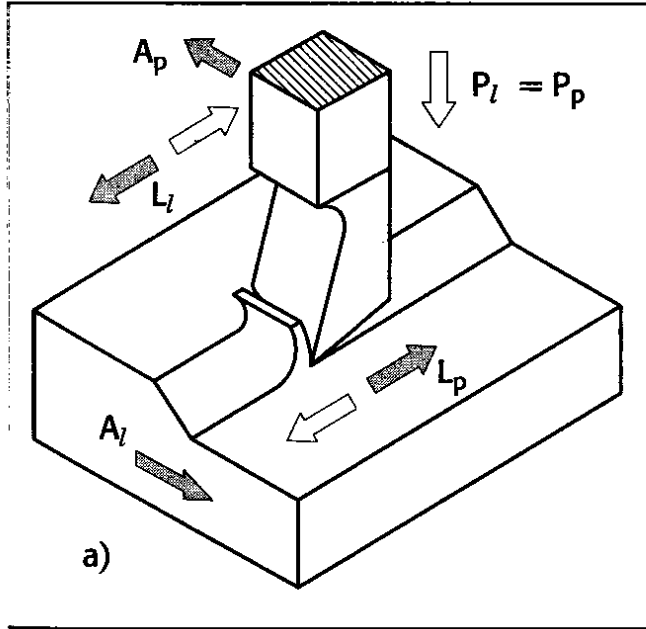
# Limatura e piallatura: utilizzo

## ■ Piallatura

- Utilizzata per realizzare superfici piane molto estese (anche diversi metri di lunghezza)

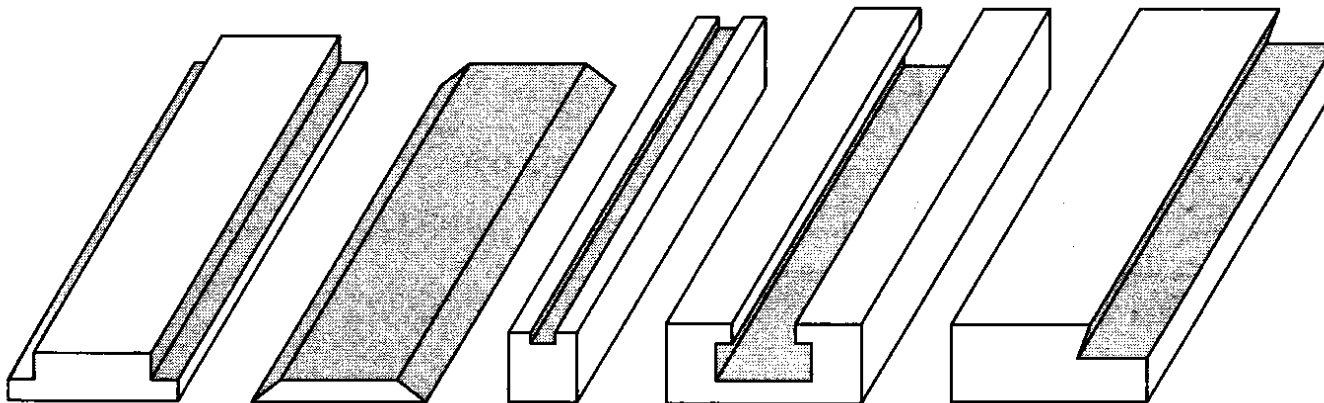
## ■ Limatura

- Utilizzata per ottenere superfici piane su pezzi piccoli e di lunghezza limitata (al massimo 800-1000 mm)



Moti caratteristici delle lavorazioni di limatura e piallatura per la realizzazione di superfici piane orizzontali a) e verticali b).

$L_p, L_l$ : moto di taglio nella piallatura e nella limatura;  
 $A_p, A_l$ : moto di alimentazione nella piallatura e nella limatura;  
 $P_p, P_l$ : moto di appostamento nella

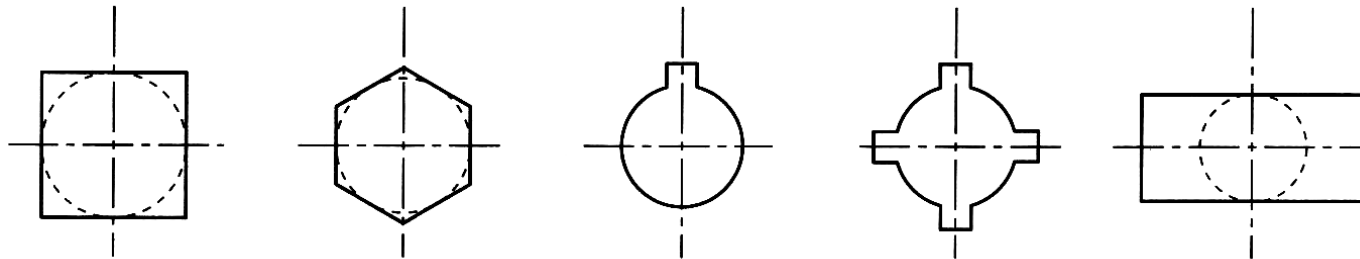


Superfici realizzabili con operazioni di limatura e piallatura.

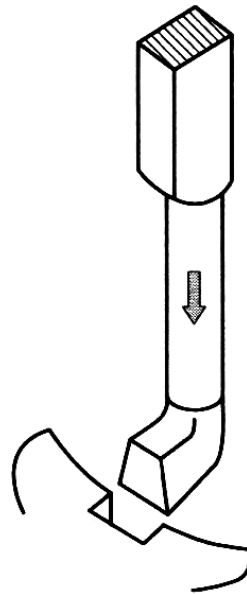
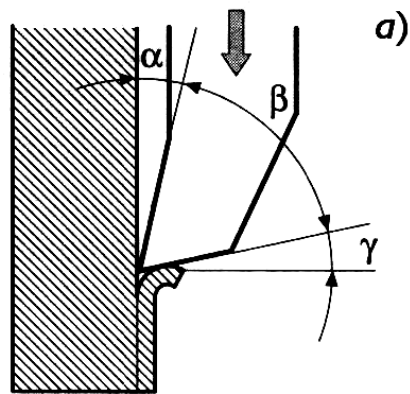


# Stozzatura

- Operazione per ottenere superfici interne di forma particolare, specialmente caratterizzate da spigoli vivi, partendo da fori preesistenti
- Moti caratteristici
  - Di taglio alternativo da parte dell'utensile
  - Di alimentazione ed appostamento da parte del pezzo



Alcuni semplici esempi di superfici interne ottenibili per stozzatura partendo da fori circolari.



b)



c)

Utensili per operazioni di stozzatura. a) angoli della sezione normale; b) utensile per cave di linguette; c) utensile a lama riportata in carburi sinterizzati.

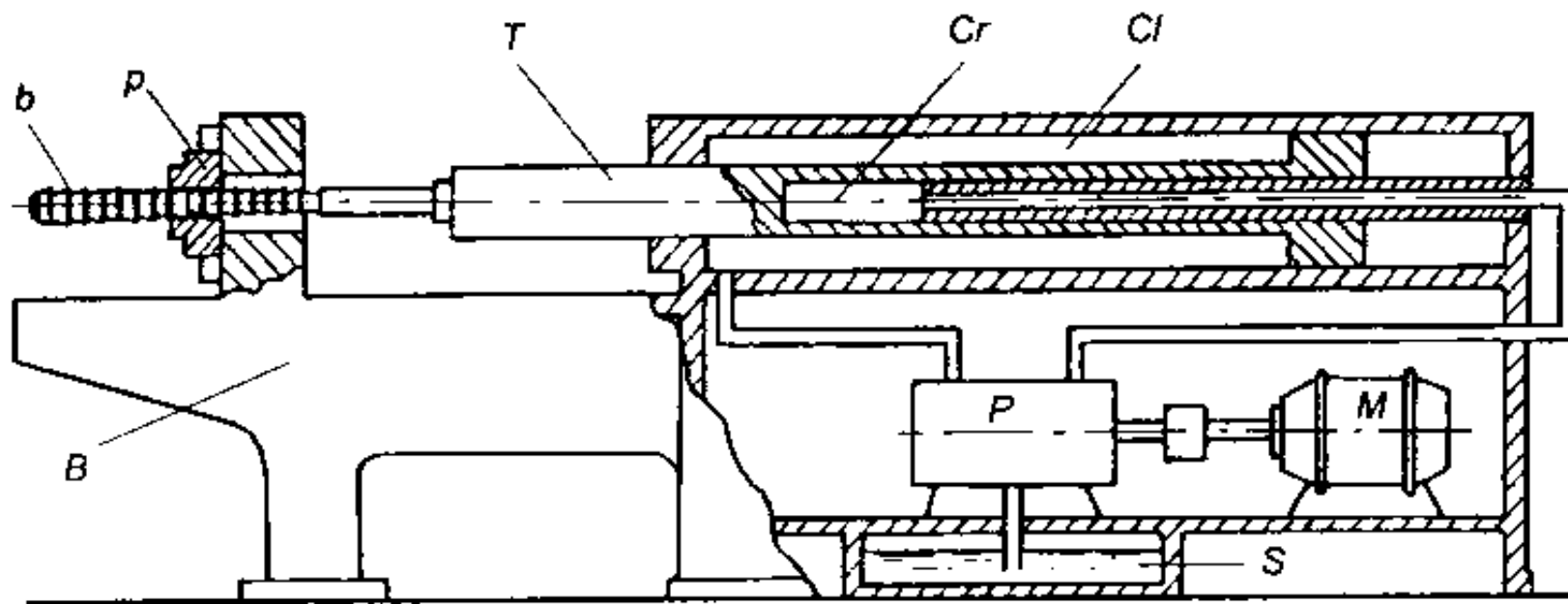


Fig. 15.8 - Schema di una brocciatrice e relativo azionamento idraulico.

*p* - pezzo,  
*b* - broccia.

*B* banco,  
*T* mandrino di trazione,

*Cr* cilindro comando ritorno,

*Cl* - cilindro comando lavoro,

*P* - pompa,

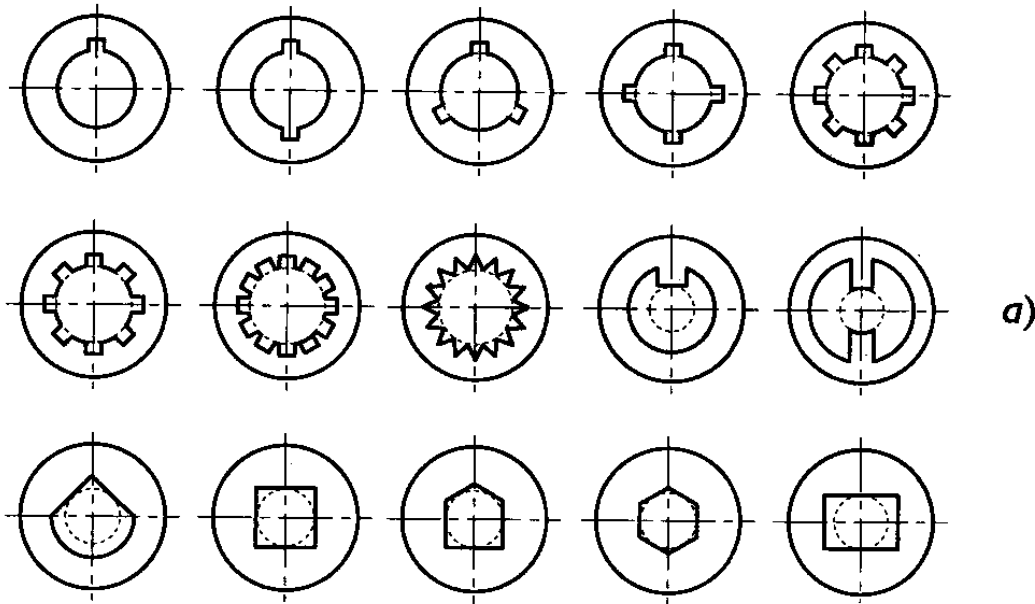
*M* - motore,

*S* serbatoio.

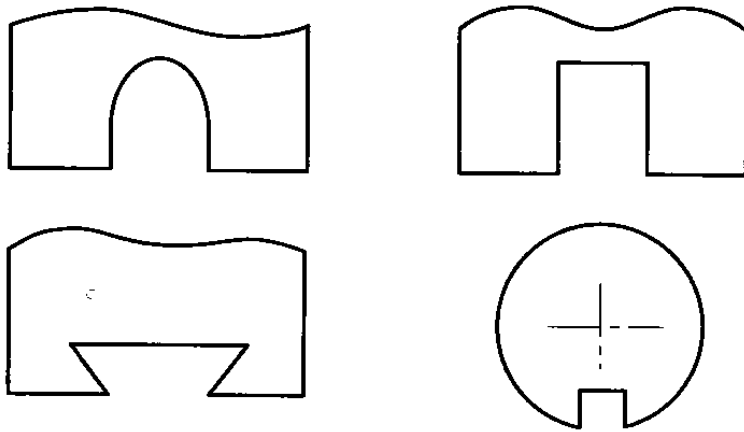


# Brocciatura

- L'utensile pluritagliente (broccia) possiede molti denti disposti secondo un passo  $p$  e con incremento radiale per asportare ognuno un truciolo
- Denti
  - Sgrossatori (incremento alto)
  - Finitori (incremento basso)
  - Calibratori (senza incremento)
- Moti caratteristici
  - Moto di taglio rettilineo continuo dell'utensile
  - Una sola corsa esaurisce l'operazione grazie ai molti denti

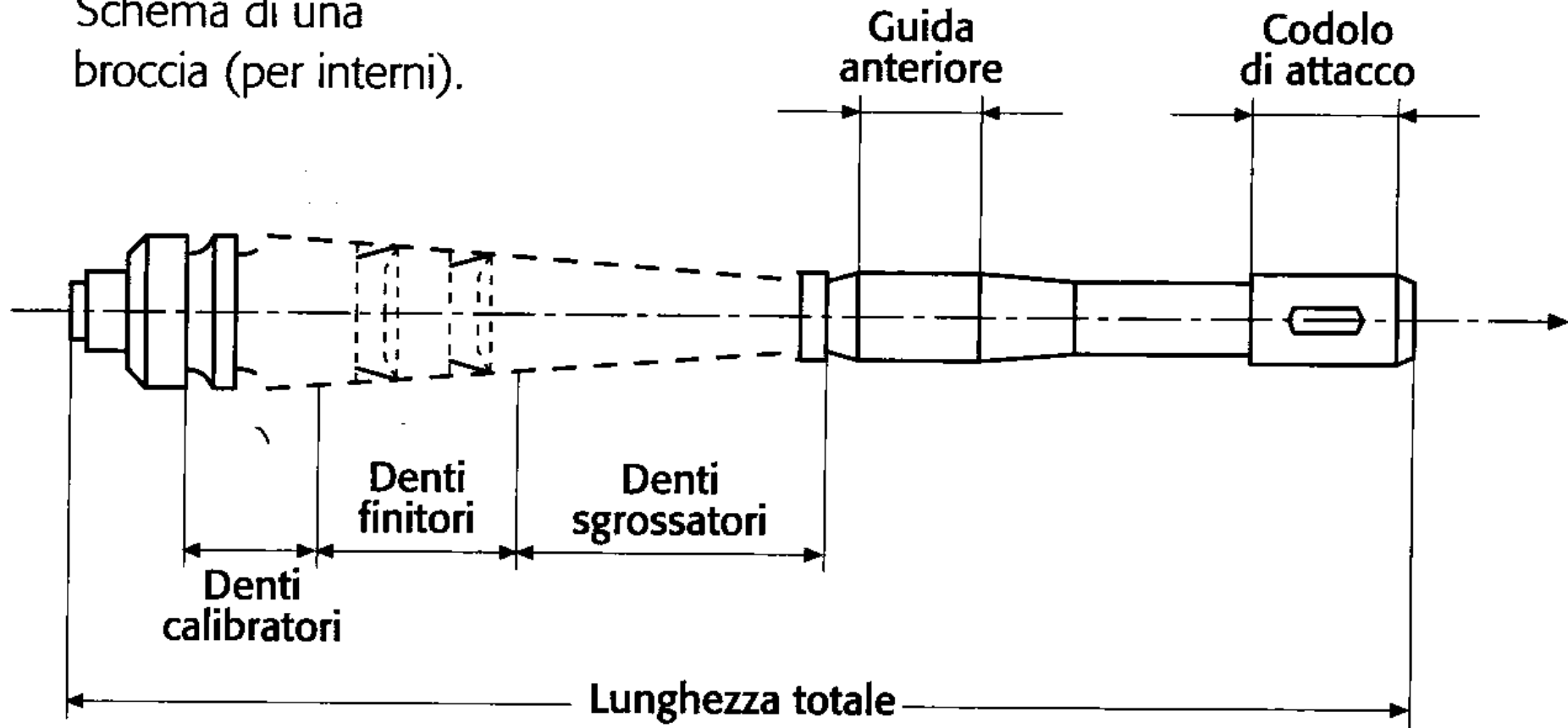


Superfici interne  
a) ed esterne b) ottenibili  
per brocciatura.





Schema di una  
broccia (per interni).





# Brocciatura

## ■ Elementi della broccia

- Guida anteriore per il centraggio nel foro
- Codolo di attacco per il fissaggio alla macchina
- Il valore dei denti influenza la dimensione del truciolo e la forza di taglio
- Per evitare vibrazioni deve essere:

$$p = 1,5 - 2,5\sqrt{L}$$

ove:

$p$  = passo dei denti

$L$  = lunghezza da brocciare

<b>Materiale del pezzo</b>	<b>Incremento <i>i</i></b>	
	<b>Denti sgrossatori (mm)</b>	<b>Denti finitori (mm)</b>
Leghe di alluminio	0,12 ÷ 0,2	0,02
Ottone e bronzo	0,12 ÷ 0,3	0,01
Acciaio $R_m = 550-650$ MPa	0,07 ÷ 0,12	0,01
Acciaio $R_m = 650-750$ MPa	0,04 ÷ 0,08	0,01
Acciaio $R_m = 750-850$ MPa	0,04 ÷ 0,06	0,01
Acciaio $R_m = 850-950$ MPa	0,04 ÷ 0,06	0,01

Valori indicativi dell'incremento per operazioni di brocciatura.

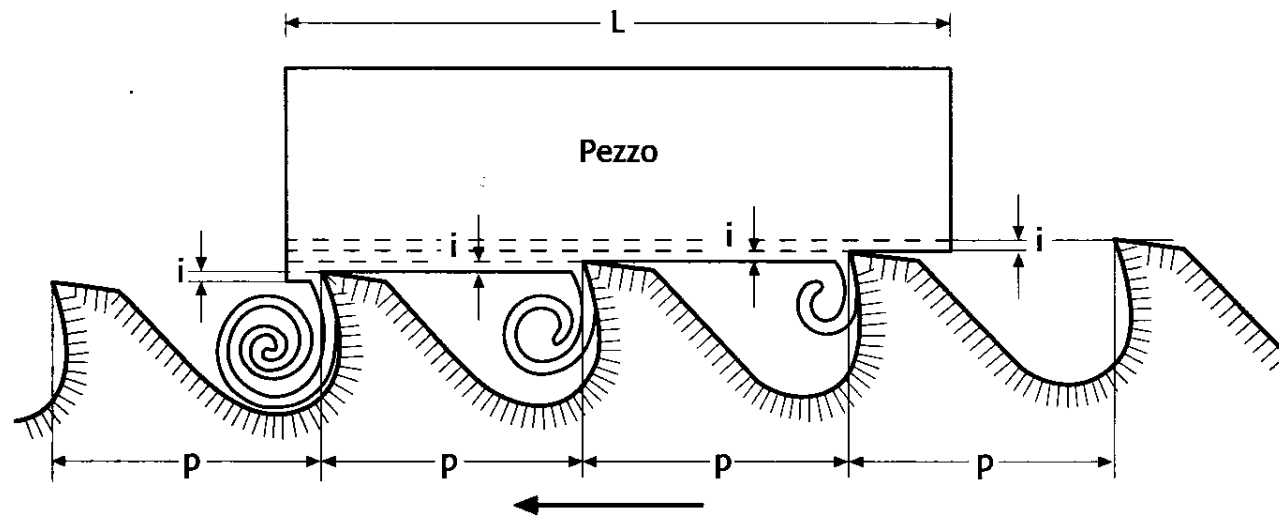
<b>Materiale del pezzo</b>	<b>Velocità di taglio (m/min)</b>
Ghisa grigia	3 ÷ 5
Acciaio $R_m = 350-650$ MPa	6 ÷ 10
Acciaio $R_m = 650-800$ MPa	5 ÷ 8
Acciaio $R_m = 800-1100$ MPa	4 ÷ 6
Ottone-bronzo	8 ÷ 13
Leghe di alluminio	12 ÷ 18

Valori indicativi della velocità di taglio in brocciatura con utensili in acciaio rapido.

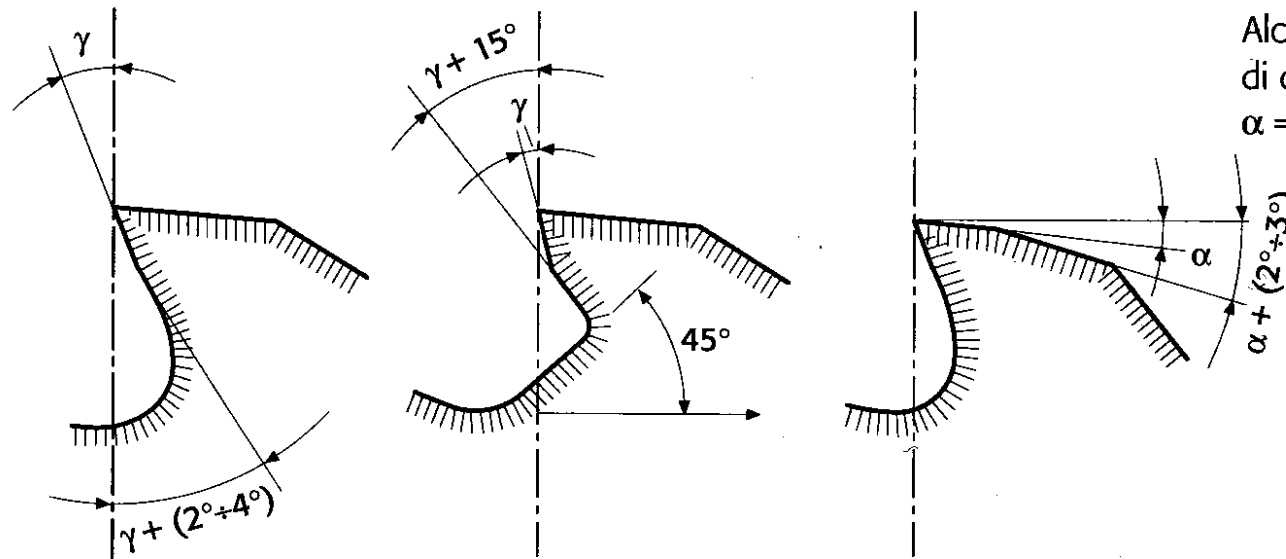


# Brocciatura

- La dimensione radiale dei denti deve tenere conto di qualche centesimo di maggiorazione per il ritorno elastico del materiale
- Per lunghezze della broccia superiori a 1000 mm occorre tenere conto di realizzare 2 brocche distinte per evitare deformazioni in fase di tempra
- Forze e potenze di lavoro sono calcolate come in tornitura



Modo di lavorare  
di una broccia.



Alcune geometrie  
di denti di brocche.  
 $\alpha = 4^\circ + 18^\circ$ ,  $\gamma = 3^\circ + 5^\circ$ ,



# Metodo di analisi e studio

- Campo di utilizzo della lavorazione
- Caratteristiche dell'operazione
- Parametri di taglio da utilizzare
- Macchine e utensili
- Determinazione della forza e della potenza di taglio



# Campo utilizzo

- Al fine di saper individuare, di fronte ad un risultato da ottenere, quale operazione realizzare e quale è più confacente allo scopo in termini di:
  - Qualità del risultato finale
  - Tempi di preparazione e lavorazione
  - Costo della lavorazione e dunque del pezzo
- Diventa importante anche saper individuare possibilità alternative in caso di carenza di mezzi a disposizione



# Caratteristiche dell'operazione

- È indispensabile conoscere le condizioni di lavorazione in termini di:
  - Moti caratteristici:
    - Del pezzo
    - Dell'utensile
  - Modalità di creazione del truciolo
  - Diverse possibilità di impostazione
  - Vantaggi/svantaggi





# Parametri di taglio

- Sono deducibili da apposite tabelle in funzione del materiale, del tipo di lavorazione, del livello qualitativo, della macchina utensile utilizzata ..:
  - Velocità di taglio
  - Velocità di avanzamento
  - Profondità di passata



# Forza e potenza di taglio

- Individuare le condizioni di taglio migliori
- Scegliere la geometria dell'utensile più idonea
- Determinare la potenza necessaria per il taglio in relazione ai parametri di taglio prescelti
- Valutare la deformazione del pezzo e dunque gli errori dimensionali
- Conoscere le sollecitazioni cui la macchina è sottoposta