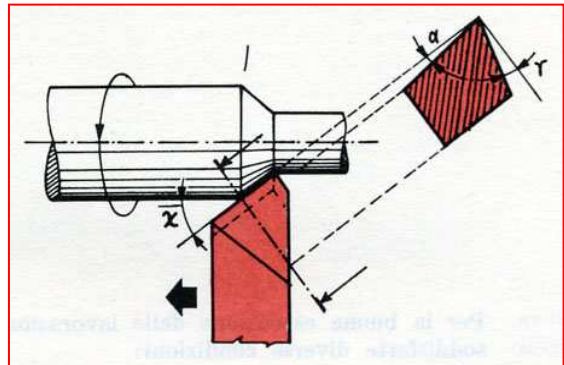


LAVORAZIONI AL TORNIO PARALLELO

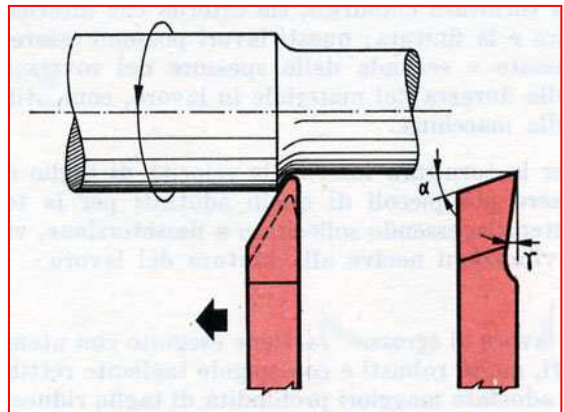
SGROSSATURA

- Passate grandi: $0,5 \div 10$ mm
- Avanzamenti grandi: $0,1 \div 0,6$ mm/giro
- Sovrametallo da lasciare per la finitura: $0,2 \div 0,5$ mm
- Utensile in acciaio super rapido HSS UNI 4247
- Utensile in carburo metallico sinterizzato (Widia) UNI 4102



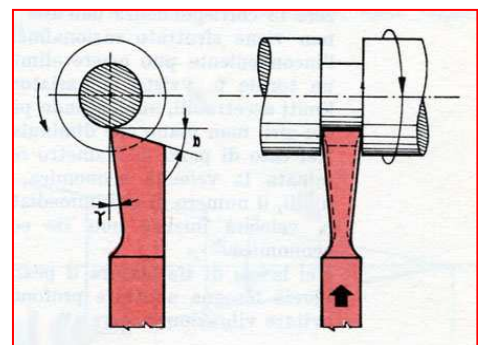
FINITURA

- Passate piccole: $0,2 \div 2$ mm
- Avanzamenti bassi: $0,05 \div 0,2$ mm/giro
- Precisione ottenibile: 0,01 mm sul diametro
- Qualità di lavorazione: IT 8
- Utensile in acciaio super rapido HSS UNI 4249 con tagliente curvilineo avente piccolo raggio di curvatura ($0,4 \div 1,6$ mm)
- Utensile in carburo metallico sinterizzato (Widia) UNI 4105



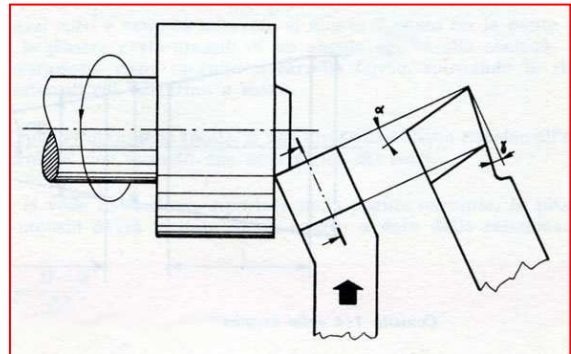
TRONCATURA (ed ESECUZIONE GOLE)

- Pezzo rotante in senso contrario al normale
- Utensile capovolto col tagliente in giù in modo da limitare le vibrazioni
- Passata: pari alla larghezza dell'utensile
- Avanzamento: $0,05 \div 0,3$ mm/giro
- Utensile in acciaio super rapido HSS UNI 4254
- Utensile in carburo metallico sinterizzato (Widia) UNI 4109



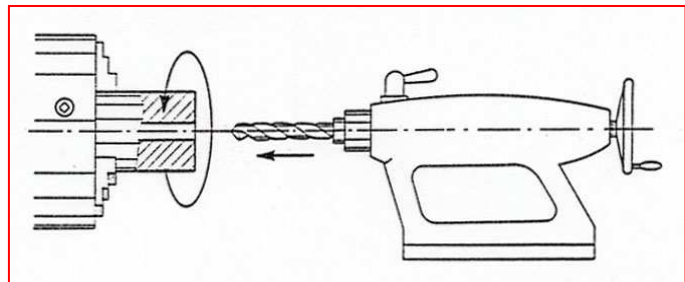
SFACCIATURA (o INTESTATURA)

- Passata: piccola
- Avanzamento trasversale: piccolo (per rendere minime le vibrazioni) $\approx 0,5$ mm/giro
- Utensile in acciaio super rapido HSS UNI 4252 ($V_t \approx 20$ m/min)
- Utensile in carburo metallico sinterizzato (Widia) UNI 4108



FORATURA

- Montaggio del pezzo nella piattaforma autocentrante
- Punta da trapano nel canotto della controtesta
- Velocità di taglio: notevolmente più bassa rispetto a quella della tornitura cilindrica
- Avanzamento: limitato, a mano facendo ruotare il volantino di comando del canotto della controtesta



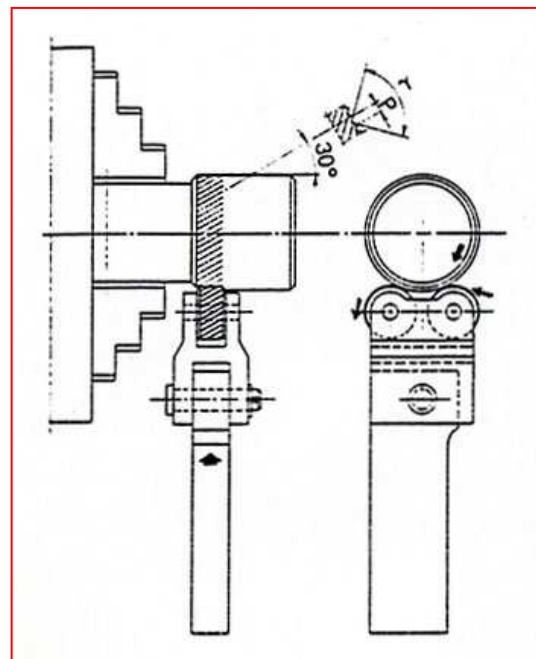
ZIGRINATURA (o GODRONATURA)

Ha lo scopo di produrre una serie di rigature su una superficie cilindrica.

Rendendo ruvida la superficie si migliora la presa di quei particolari che devono essere manovrati manualmente.

La lavorazione viene effettuata per deformazione plastica del materiale, senza che avvenga asportazione di truciolo.

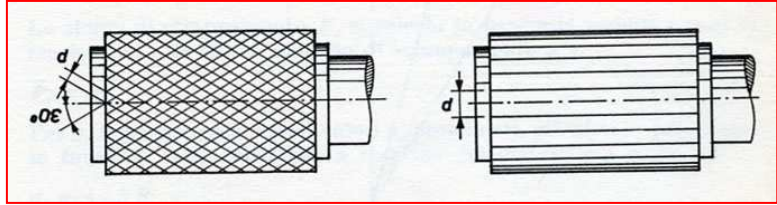
L'utensile adoperato è il "godrone" UNI 5599, normalmente montato sulla torretta portautensile del tornio. Esso viene



premuto contro la superficie del pezzo, che ruota con un'opportuna velocità.

Le norme UNI 149 prevedono le forme delle zigrinature e i passi.

- Zigrinatura parallela
- Zigrinatura sinistra
- Zigrinatura destra
- Zigrinatura spinata
- Zigrinatura incrociata

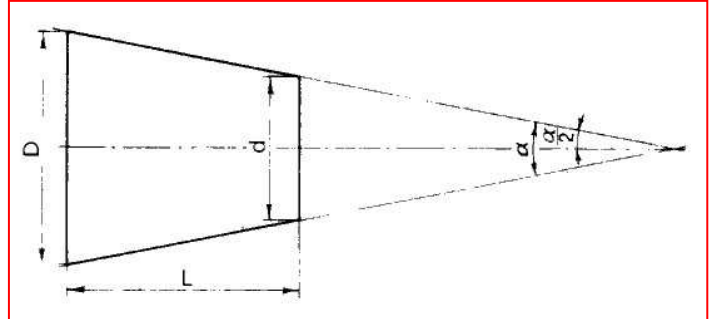


La scelta del passo della zigrinatura dipende dal diametro del pezzo:

Diametro del pezzo	Passo della zigrinatura (mm)
10	0,5
10 ÷ 25	0,8
25 ÷ 50	1
50 ÷ 120	1,5
120 ÷ 250	2

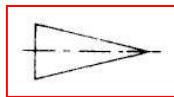
TORNITURA CONICA

Secondo la tabella UNI 7618, conicità é il rapporto tra la differenza dei diametri di due sezioni di un cono e la distanza fra le sezioni stesse:



$$C = D - d / L$$

Il simbolo della conicità é:



La conicità può essere espressa in gradi, in 1/k ed in %.

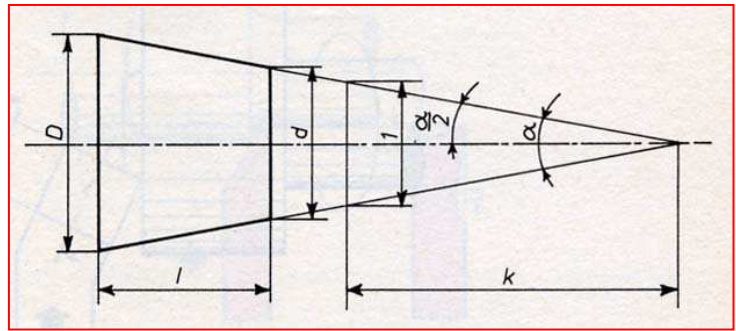
1) Conicità in gradi

Con riferimento alla figura, detto D il diametro maggiore, d il diametro minore ed L la lunghezza del pezzo conico, la conicità in gradi é:

$$\text{tg } \alpha / 2 = (D - d) / (2 * L)$$

2) Conicità 1/k

Se su una lunghezza k la variazione di diametro é 1, su una lunghezza L quanto é la variazione di diametro ($D - d$)?



Dalla proporzione: $k : 1 = L : (D - d)$ risulta:

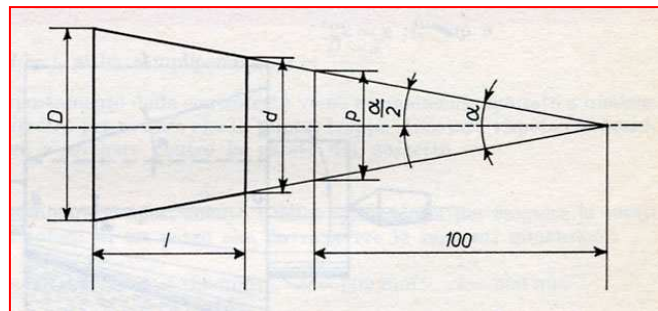
$$k = L / (D - d)$$

Da cui:

$$1 / k = (D - d) / L$$

3) Conicità percentuale %

Se su una lunghezza pari a 100 la variazione di diametro é p , su una lunghezza L quanto é la variazione di diametro ($D - d$)?



Dalla proporzione: $100 : p = L : (D - d)$ risulta:

$$p = 100 * (D - d) / L$$

Da cui:

$$p / 100 = (D - d) / L$$

Dalla relazione: $1/k = (D - d) / L$

e dalla relazione: $p/100 = (D - d) / L$

essendo uguali i secondi membri, si possono uguagliare i primi membri e determinare delle relazioni di collegamento, quali:

$1/k = p/100 = 2 * \text{tg } \alpha/2$ [ricordando che $(D - d) / (2 * L) = \text{tg } \alpha/2$ e quindi $(D - d) / L = 2 * \text{tg } \alpha/2$]

o meglio:

$$1/2 k = \operatorname{tg} \alpha/2 \quad \text{da cui si ricava } \alpha/2$$

e ancora:

$$(p/2) / 100 = \alpha/2 \quad \text{da cui si ricava } \alpha/2$$

La tabella UNI 157 riporta, per vari valori di $1 / k$, le denominazioni dei coni Jacobs e Morse in alcune applicazioni.

Per esempio:

Conicità $1 / k$	Angolo del cono in gradi	Denominazione	Norma
1 : 19,264	2,973556 °	Jacobs 6	UNI 5885
1 : 19,922	2,875406 °	Cono Morse 3	UNI 521
1 : 20,020	2,861377 °	Cono Morse 2	UNI 521

Esecuzione della tornitura conica

La tornitura di pezzi conici può essere eseguita in due modi, a seconda che si tratti di grande o di piccola conicità. La conicità si ritiene grande quando supera i 9° .

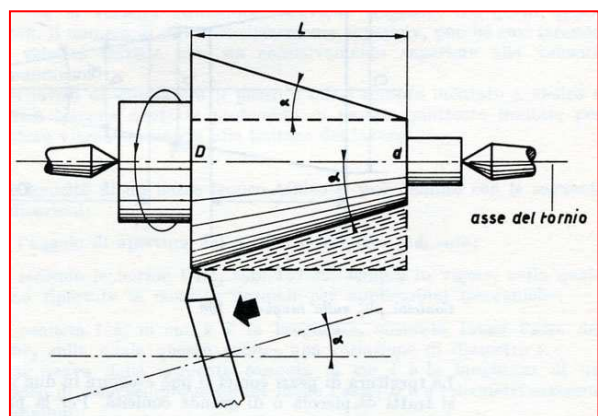
1) Tornitura di grandi conicità

Il pezzo è montato fra le punte e la torretta porta-utensile è ruotata di un angolo uguale alla conicità:

$$\operatorname{tg} \alpha / 2 = (D - d) / (2 * L)$$

La lavorazione è eseguita col carro fermo, spostando col volantino a mano la slitta porta-utensile.

L'utensile si sposta in una direzione obliqua rispetto all'asse del tornio e cioè secondo una generatrice del cono.



2) Tornitura di piccole conicità

- Il pezzo, completamente conico, é montato fra le punte mentre la controtesta é spostata trasversalmente di una quantità:

$$s = (D - d) / 2$$

In tali condizioni, la generatrice del cono si dispone parallela alle guide del tornio e l'utensile, mantenendosi perpendicolare all'asse del tornio e traslando, realizza la superficie conica.

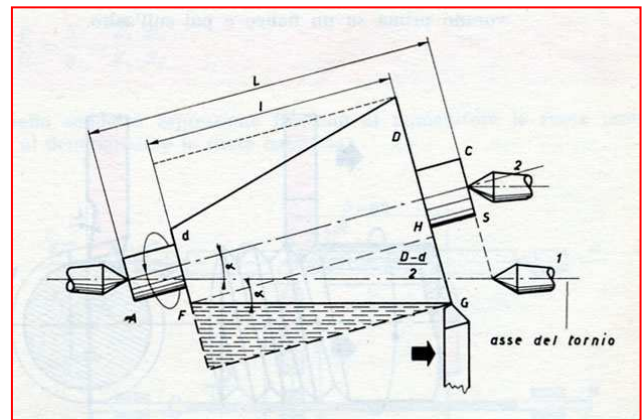
- Quando il tratto conico lungo L é solamente una parte dell'intero pezzo lungo L' , lo spostamento S da dare alla controtesta si ricava con la seguente proporzione:

$$S : L' = s : L$$

o meglio:

$$S : L' = (D-d) / 2 : L$$

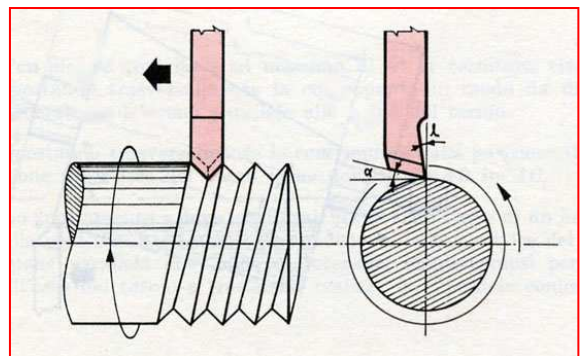
Lo spostamento della controtesta é limitato a qualche millimetro ed il foro da centro del pezzo ha smusso di 120° .

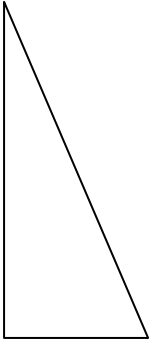


FILETTATURA AL TORNIO

Il tornio é adatto per eseguire il taglio di viti di precisione aventi diametro non inferiore a 10 mm.

Il movimento elicoidale si ottiene componendo il moto circolare uniforme posseduto dal pezzo con quello di traslazione posseduto dall'utensile. In questo modo, la punta dell'utensile traccia sul pezzo un'elica che, approfondita in più passate, si trasforma in un solco, originando la vite.





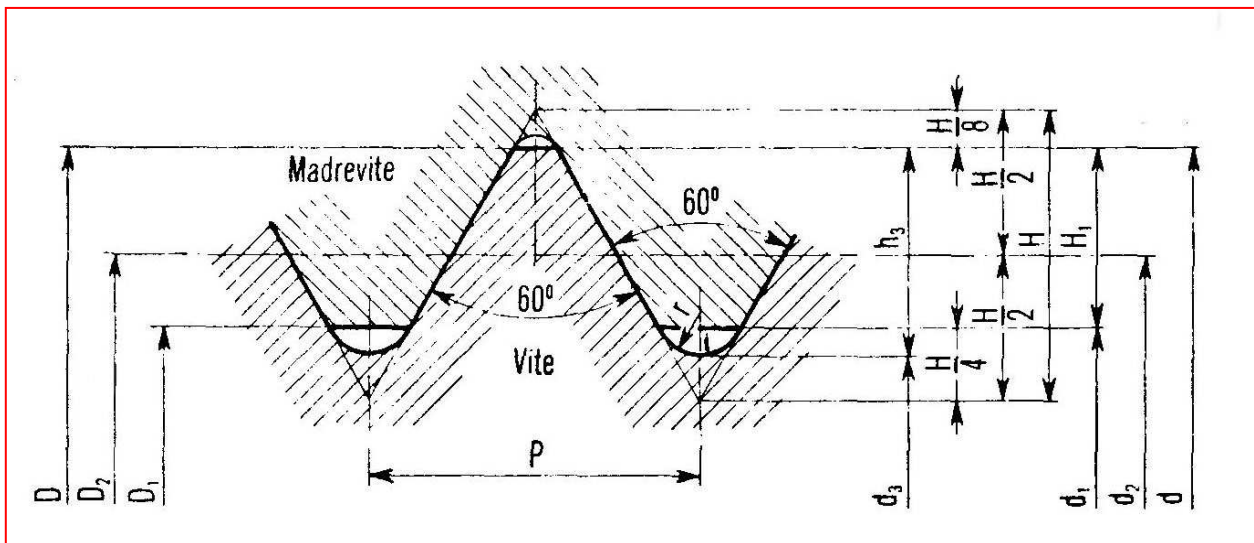
Lo sviluppo dell'elica non é altro che un triangolo avente la base pari al passo p della vite e l'altezza pari a $\pi * d$ (circonferenza del pezzo cilindrico da filettare).

La relazione $\text{tg } \varphi = p / (\pi * d)$ fornisce l'angolo di inclinazione dell'elica.

L'utensile per l'esecuzione di piccole viti a filetto triangolare é in pratica un utensile di forma, avendo un profilo corrispondente alla sezione del vano tra i filetti e due taglienti formanti un angolo di 60° nel caso di filettature metriche e di 55° nel caso di filettature Whitwort.

L'avanzamento dell'utensile é normale all'asse della vite quando si lavorano materiali duri, é invece alternativamente sul fianco destro e sul fianco sinistro quando si lavorano materiali teneri che danno trucioli fluenti.

Per il taglio delle viti di grandi dimensioni si utilizza un utensile provvisto di un solo tagliente. In questo caso l'avanzamento é obliquo.

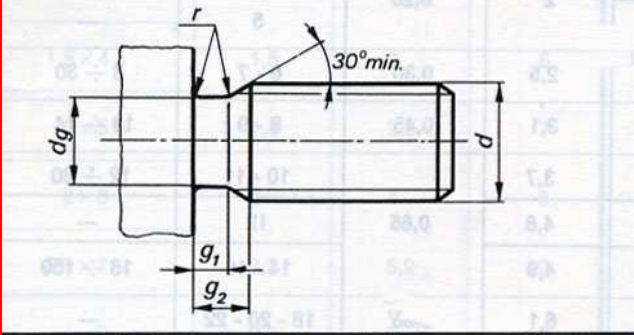


La tabella UNI 4536 fornisce le dimensioni nominali delle filettature metriche ISO a profilo triangolare. Tracciato il profilo del triangolo generatore, detto p il passo della vite, si ha:

- Altezza del triangolo generatore : $H = 0,86603 * p$
- Altezza del filetto: $h_3 = 0,61343 * p$
- Diametro medio: $d_2 = d - 0,64952 * p$
- Diametro di nocciolo: $d_3 = d - 1,22687 * p$

Risultano normate anche le distanze di spallamento e le gole di scarico per le filettature esterne metriche ISO (UNI 5709) e quelle per le filettature interne (UNI 5710).

Per quanto riguarda l'esecuzione di tutta la bulloneria d'acciaio con diametro da 1,6 a 150 mm, sono previste due categorie A e C, precisamente:



Passo di filettatura P	d_g h12 (h13)*	g_1^{**} min.	g_2 max. ($\approx 3P$)	r \approx
0,25	d-0,4	0,4	0,75	0,12
0,3	d-0,5	0,5	0,9	0,16
0,35	d-0,6	0,6	1,05	0,16
0,4	d-0,7	0,6	1,2	0,2

A – Bulloneria con tolleranza ristretta sulle parti non filettate e lavorazione di qualità media sulle parti filettate;

B – Bulloneria con tolleranza larga sulle parti non filettate e lavorazione di qualità grossolana sulle parti filettate.

Di seguito sono riportati alcuni materiali per bulloneria.

Bulloneria	Materiale
Ordinaria	Fe 420 B UNI 7070 oppure Fe 500
Mediamente sollecitata	38 Cr 4 KB UNI 7356
Molto sollecitata	38 Cr Mo 4 KB UNI 7356
Stampata a freddo o a caldo	Acciai UNI 7356
In lega leggera	P – Al Cu 3,5 Fe Mg Ni UNI 3578 oppure P – Al Zn 5,8 Mg Cu UNI 3735

Parametri di taglio per filettare

Per ridurre al minimo le vibrazioni dell'utensile, che possono nuocere alla finitura della lavorazione, e per evitare strappi sui fianchi della filettatura, le velocità di taglio per l'esecuzione delle filettature devono essere limitate, soprattutto quando si tratta delle filettature interne.

Anche per la filettatura la velocità di taglio deve essere scelta in funzione della durezza del materiale e della qualità del materiale costituente l'utensile:

Materiale da filettare	Velocità di taglio (m/min)		
	Utensile HS	Utensile HSS	Utensile Widia
Acciaio dolce ($R \leq 500 \text{ N/mm}^2$)	12 ÷ 15	20 ÷ 25	20 ÷ 30
Acciaio semiduro ($R = 500 \div 700 \text{ N/mm}^2$)	10 ÷ 12	15 ÷ 20	15 ÷ 25
Acciaio duro ($R = 700 \div 900 \text{ N/mm}^2$)	6 ÷ 10	8 ÷ 15	10 ÷ 15
Acciaio extra duro ($R > 900 \text{ N/mm}^2$)	15 ÷ 20	20 ÷ 30	20 ÷ 30
Ghisa dura ($\text{HBS} \geq 200$)	8 ÷ 10	10 ÷ 15	10 ÷ 15
Leghe leggere	25 ÷ 40	30 ÷ 40	40 ÷ 50
Ottoni e Bronzi teneri	15 ÷ 30	20 ÷ 40	25 ÷ 50
Ottoni e Bronzi duri	10 ÷ 20	15 ÷ 25	20 ÷ 40

L'avanzamento é uguale al passo della filettatura da eseguire.

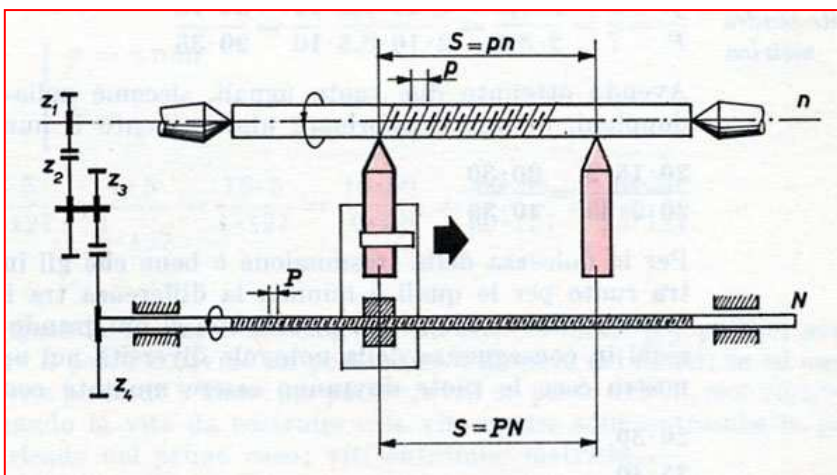
La profondità di passata deve essere limitata (0,1 ÷ 0,4 mm). Può essere così calcolata:

$$p = \sqrt{d_2} / 15 \div 30$$

con d_2 il diametro medio della filettatura.

Relazione tra passi, numero di giri, numero di denti

Ad ogni giro del pezzo l'utensile deve spostarsi di una quantità uguale al passo p_f della vite da tagliare. Poiché il pezzo compie n giri al minuto, la traslazione dell'utensile é $S = p_f * n_p$.



Siccome lo spostamento dell'utensile é ottenuto tramite la vite madre, questa dovrà compiere un numero di giri N_v tale da spostare il carrello della stessa quantità S , nello stesso tempo (un minuto).

Detto p_v il passo della vite madre, deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$S = p_f * n_p = p_v * N_v$$

Da cui si ricava:

$$p_f / p_v = N_v / n_p$$

La frazione N_v / n_p non é altro che il rapporto di trasmissione della catena cinematica che collega il mandrino con la vite madre. Quindi:

$$\tau = p_f / p_v = N_v / n_p = (z_1 * z_3) / (z_2 * z_4) = n^\circ \text{ denti ruote motrici} / n^\circ \text{ denti ruote condotte}$$

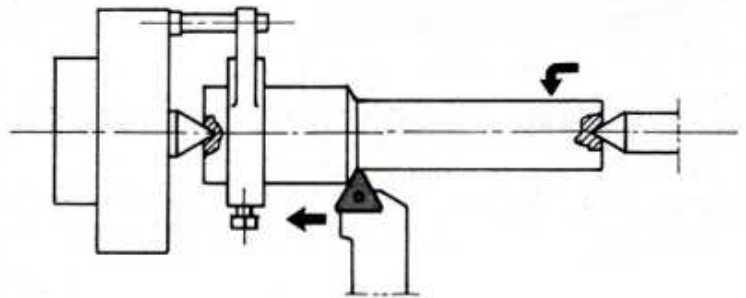
Tale relazione permette di determinare la quaterna di ruote necessarie per tagliare una vite di passo p_f quando il carro é trascinato da una vite madre di passo p_v .

LAVORAZIONE TRA PUNTA E CONTROPUNTA - CENTRATURA

Durante le lavorazioni al tornio, nel caso di pezzi lunghi, si monta il pezzo tra mandrino e contropunta. Si distinguono tre modalità.

1) Tra punta e contropunta

E' il modo migliore per lavorare pezzi lunghi perché le due punte individuano l'asse di rotazione della macchina.

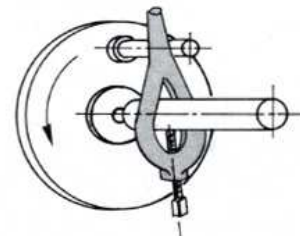


E' necessario eseguire all'estremità del pezzo appositi “**fori da centro**” entro cui, durante la lavorazione, vengono “alloggiate” la punta e la contropunta. L'esecuzione dei fori da centro, che sono unificati, è detta “centratura” ed avviene mediante utensili detti “punte per fori da centro”.

Il pezzo in lavorazione è trascinato in rotazione per mezzo di una **brida** (che stringe il pezzo mediante una vite a testa quadra) ed un **disco menabrida**



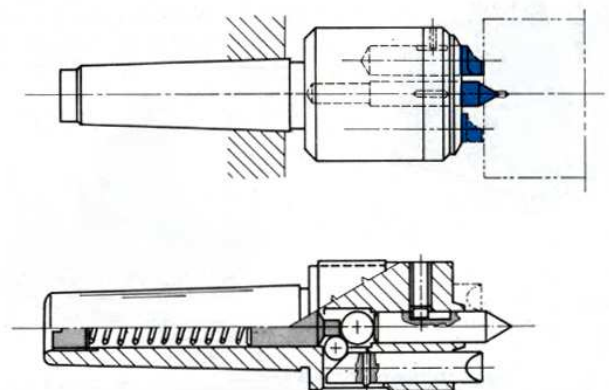
Bride per tornio parallelo. Nel disegno, lo schema di applicazione.

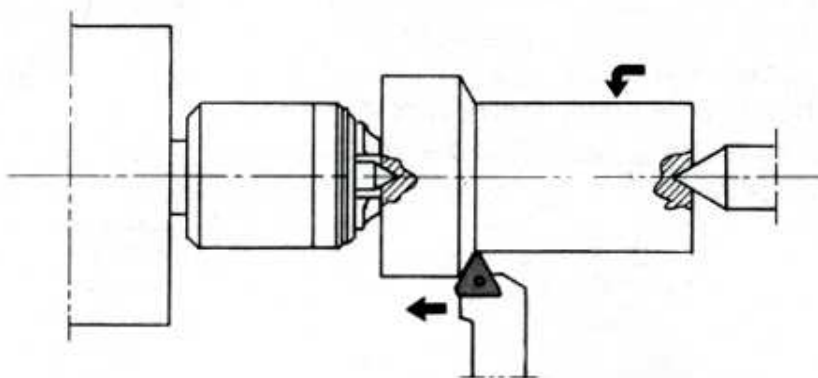


(che riceve il moto di rotazione dalla piastrina su cui è avvitato e, attraverso un piolo, lo trasmette alla brida e, da questa, al pezzo).

2) Tra trascinatore e contropunta

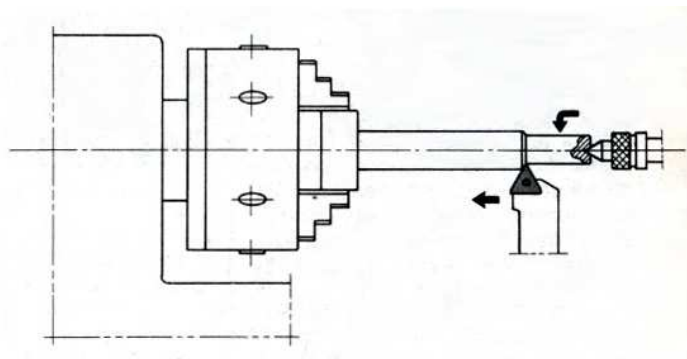
In questo modo è possibile lavorare tutta la superficie laterale del pezzo che, però, deve avere un diametro sufficiente affinché possano far presa i denti a coltello del trascinatore (che è montato nel mandrino mediante un codolo a conicità “Morse”).



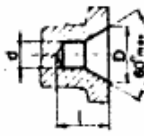
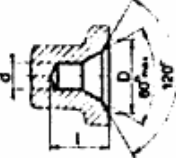
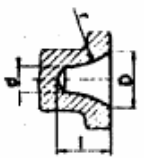


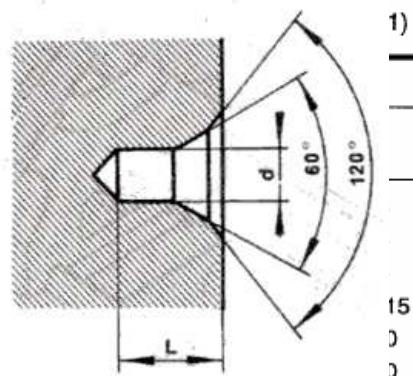
3) Tra piattaforma autocentrante e contropunta

Tale tipo di lavorazione è adatta per pezzi lunghi, montati ad un'estremità nella piattaforma autocentrante ed all'altra estremità sostenuti dalla contropunta alloggiata nel foro da centri.

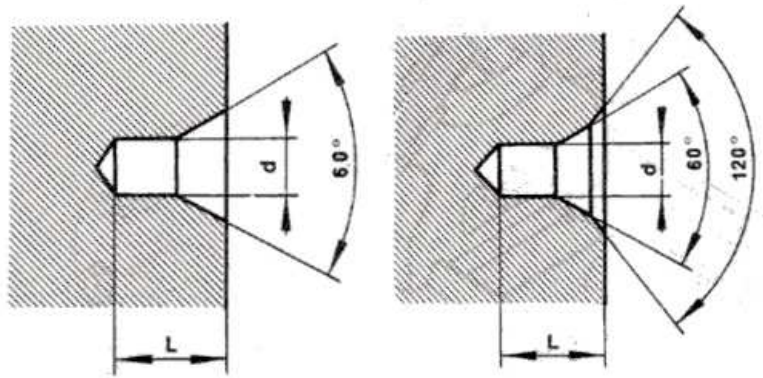


I “fori da centro” hanno tipologie e dimensioni ben precise, descritte nella tabella seguente:

Fori da centro						
<p>Tipo A (senza smusso di protezione)</p>  <p>Tipo B (con smusso di protezione per $d \geq 1$ mm)</p>  <p>Tipo R (a profilo curvilineo per $d \geq 1$ mm)</p>  <p>Designazione: Foro, tipo, d, tabella UNI Esempio: Foro A 3,15 UNI 3220</p>	d	Tipi A e R				
		0,5	1,06			
	0,63	1,32				
	0,8	1,70				
	1	2,12				
	1,25	2,65				
	1,6	3,35				
	2	4,25	6,3	4,10	4,70	6,3
	2,5	5,30	8	5,10	5,90	8,0
	3,15	6,70	10	6,50	7,50	10,0
	4	8,50	12,5	8,20	9,40	12,5
5	10,60	16	10,10	11,70	16,0	
6,3	13,20	18	12,60	14,0	20,0	
8	17,00	22,4	16,30	17,90	25,0	
10	21,20	28	20,20	22,20	31,0	
<p>I fori con dimensioni indicate in carattere corsivo sono possibilmente da evitare.</p>						



Tipo A: il centro ha un foro centrale cilindrico ed una svasatura conica con angolo al vertice di 60° .

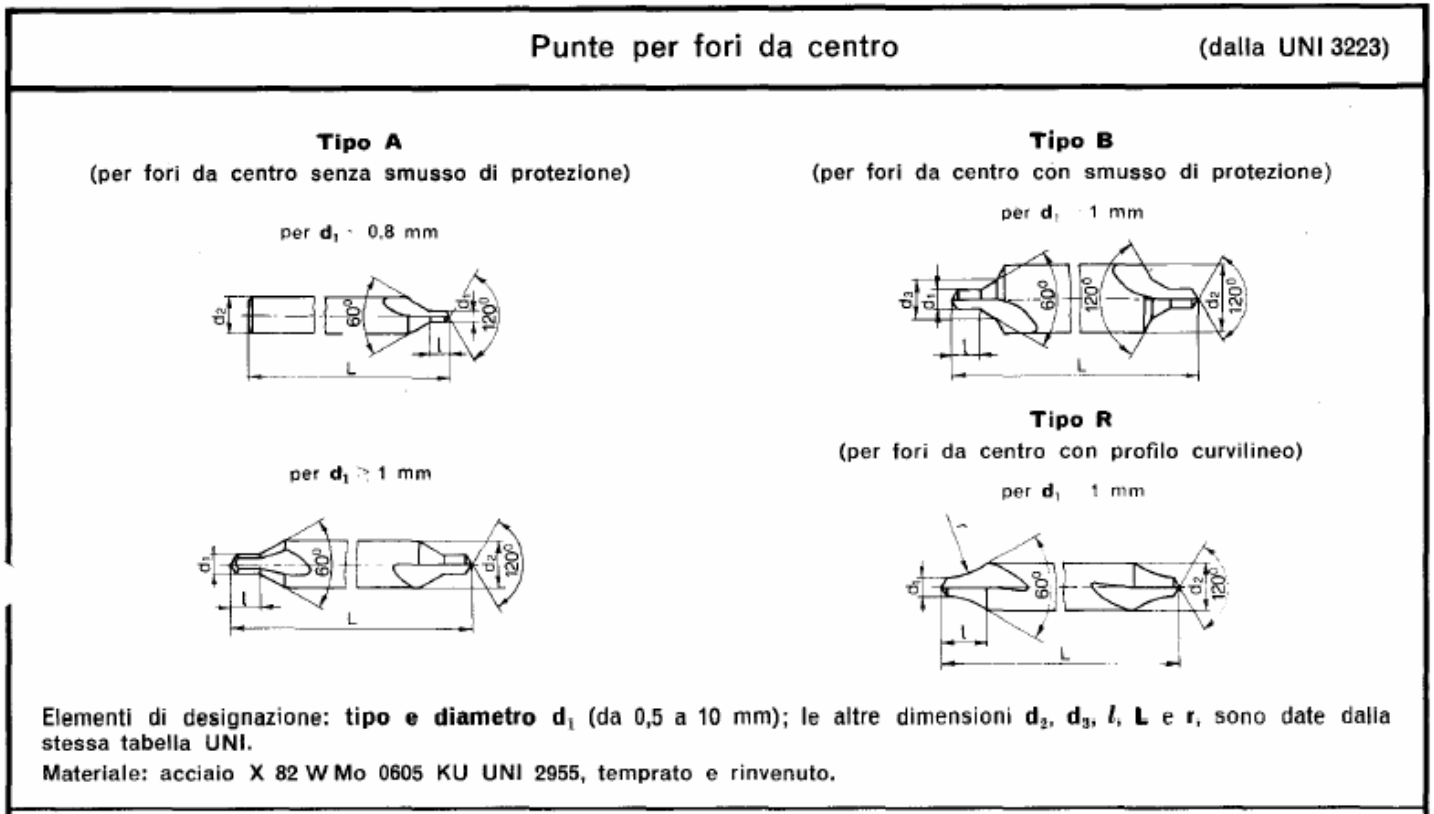


Tipo B: il centro è simile al precedente, ma ha la svasatura conica ulteriormente smussata con angolo al vertice di 120° al fine di evitare possibili lesioni delle punte. Tale tipo si utilizza quando il materiale in lavorazione è molto duro e le estremità del cilindro non sono piane e in tutti i casi in cui il pezzo dovrà subire ulteriori lavorazioni.

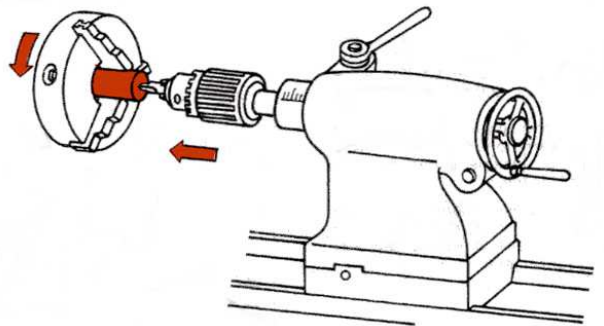
Il diametro d e la profondità L del foro da centri dipende dal diametro D del pezzo da lavorare, secondo la seguente tabella:

D [mm]	d [mm]	L [mm]	
		Tipo A	Tipo B
Fino a 4	0,5	1,2	-
Da 4 a 6	0,75	1,8	-
Da 6 a 10	1	2,3	2,7
Da 10 a 16	1,5	3,5	4,1
Da 16 a 25	2	4,6	5,4
Da 25 a 40	3	6,9	7,9
Da 40 a 63	4	9,2	10,4
Da 63 a 100	5	11,5	13
Da 100 a 160	6	13,8	15,6
Da 160 a 250	8	18,4	20,4
Oltre 250	12	27,6	30

Apposite punte eseguono i fori da centro in una sola operazione. Anche le punte sono unificate.

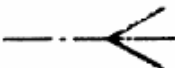

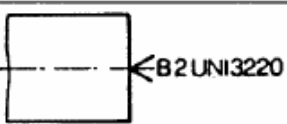
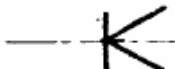
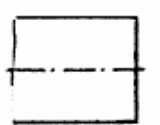
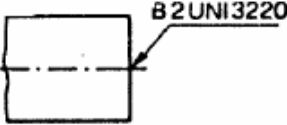
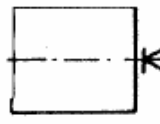
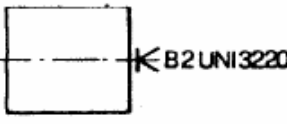


La punta da centri si colloca in un mandrino autocentrante da trapano, alloggiato a sua volta nella bussola del toppe mobile (controtesta).



La rappresentazione dei fori da centro nei disegni tecnici è descritta nella tabella seguente.

Lavorazioni al tornio parallelo

Rappresentazione semplificata di tutti i tipi di fori da centro e loro designazione sui disegni tecnici (dalla UNI 8189)			
Segni grafici	Prospetto sulla rappresentazione semplificata		
	Descrizione	Rappresentazione	Designazione
 <p>Si indica se il foro da centro deve esistere sul pezzo finito.</p>	<p>Il foro da centro deve esistere sul pezzo finito</p> 		
 <p>Si indica se il foro da centro non deve esistere sul pezzo finito.</p>	<p>Il foro da centro può esistere sul pezzo finito</p> 		
	<p>Il foro da centro non deve esistere sul pezzo finito</p> 		

Nota - La tabella UNI 8189 fissa anche le regole generali sulle proporzioni e dimensioni dei segni grafici.

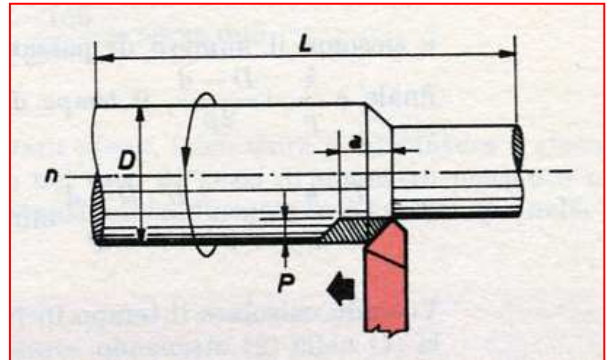
CALCOLO DEL TEMPO ATTIVO (o “DI MACCHINA”)

E' il tempo durante il quale si ha asportazione di truciolo.

- 1) Nella **tornitura cilindrica**, sia di sgrossatura che di finitura, il tempo per una passata si calcola con:

$$t_1 = \text{corsa di lavoro} / v_a \text{ [min]}$$

dove v_a é la velocità di avanzamento in [mm/min].



Essendo $V_a = a_g * n$ e risultando la corsa di lavoro uguale alla lunghezza da tornire più una extracorsa, la relazione suddetta diventa:

$$t_1 = L + ex / (a_g * n) \text{ [min]}$$

L'extracorsa, che dipende dall'abilità dell'operatore, può essere assunta complessivamente pari a $4 \div 5$ mm.

Per facilitare la trasformazione dei minuti in secondi, è opportuno esprimere il tempo così calcolato in minuti e centesimi di minuto.

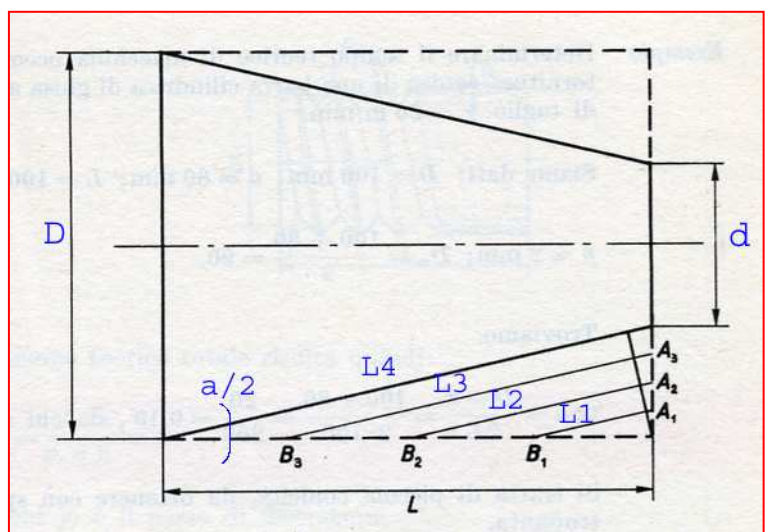
Esempio: 4,50 [min] \Rightarrow 50 [centesimi di min] * 0,6 = 30 [s]

- 2) Nella **tornitura conica**, con riferimento al disegno riportato, in cui sono ipotizzate 4 passate, la lunghezza complessiva da tornire risulta:

$$L_1 + L_2 + L_3 + L_4.$$

In particolare, si ha:

$$L_4 = L / \cos \alpha/2$$



Inoltre lo spessore totale effettivo da asportare risulta:

$$s_4 = [(D - d) / 2] * \cos \alpha/2$$

in base alla proprietà dei triangoli simili, si può scrivere:

$$L_1 / p = L_2 / 2p = L_3 / 3p = L_4 / 4p$$

Da cui, eliminando p:

$$L_1 = L_4 / 4 ; L_2 = 2 * L_4 / 4 ; L_3 = 3 * L_4 / 4 ; L_4 = 4 * L_4 / 4$$

La lunghezza complessiva da tornire risulta allora:

$$L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = L_4 / 4 + 2 * L_4 / 4 + 3 * L_4 / 4 + 4 * L_4 / 4$$

$$\text{Mettendo in evidenza: } 1 / 4 * (1 + 2 + 3 + 4) * L_4$$

$$\text{o meglio: } 1 / 4 * (1 + 2 + 3 + 4) * L / \cos \alpha/2$$

Nell'ipotesi che 4 siano le passate da eseguire, il tempo per la conicità risulta:

$$\begin{aligned} T &= \text{corsa di lavoro} / v_a = \text{corsa di lavoro} / (a_g * n) \\ &= [(1 + 2 + 3 + 4) / (4 * a_g * n)] * [L / \cos \alpha/2] \end{aligned}$$

In generale:

$$\mathbf{T = [(1 + 2 + 3 + \dots + n_p) / (n_p * a_g * n)] * [L / \cos \alpha/2]}$$

3) Per la **filettatura**, essendo l'avanzamento pari al passo, il tempo di una passata è:

$$\begin{aligned} t_1 &= \text{corsa di lavoro} / v_a = \\ &= \text{corsa di lavoro} / (a_g * n) = \\ &= (L + ex) / (p_f * n) \end{aligned}$$

Moltiplicando per il numero di passate si ottiene il tempo totale attivo:

$$T = [(L + ex) / (p_f * n)] * n_p$$

Dove:

L = tratto filettato

ex = extracorsa (si può assumere pari alla larghezza della gola di scarico)

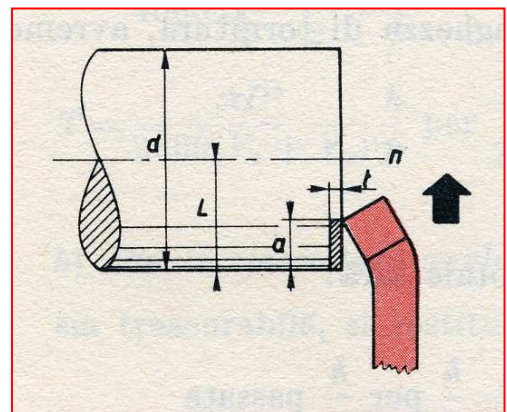
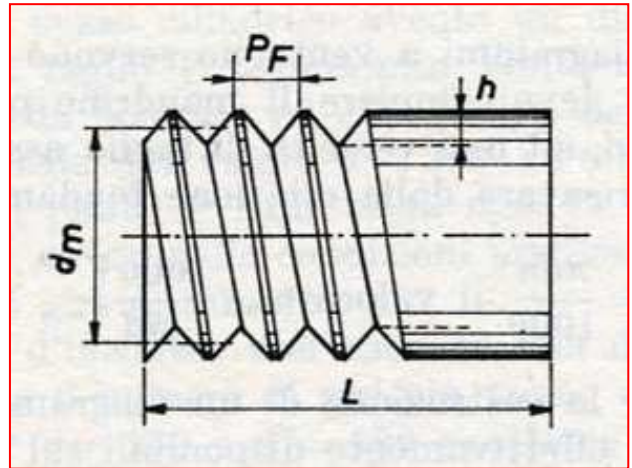
p_f = passo della filettatura

n_p = numero di passate = h_3 / p (con h_3 l'altezza del filetto e p la profondità di passata)

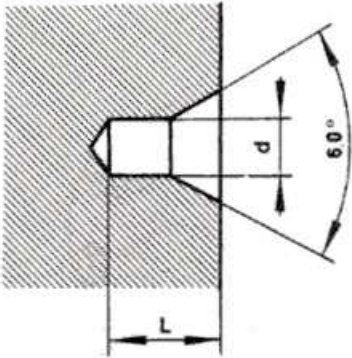
3) Nel caso della **tornitura piana** (sfacciatura o intestatura) e della **troncatura**, la lunghezza da tornire risulta $L = D / 2$.

Per cui il tempo per una passata risulta:

$$\begin{aligned} t_1 &= \text{corsa di lavoro} / v_a = \\ &= \text{corsa di lavoro} / (a_g * n) = \\ &= (D / 2) / (a_g * n) = \mathbf{D / (2 * a_g * n)} \end{aligned}$$



4) Tempo di esecuzione del foro da centro

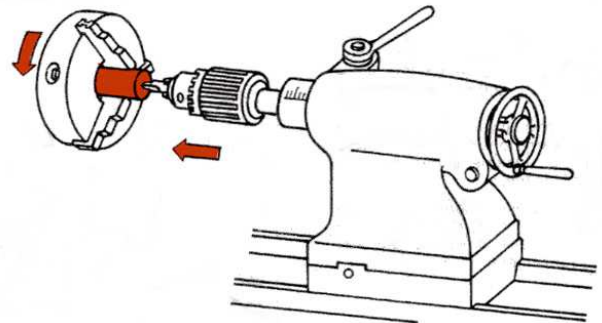


Nella tabella dei tempi standard è assunto un tempo di 0,12 minuti per l'esecuzione di una centratura con punta per fori da centro.

Volendo procedere al calcolo del tempo attivo (di macchina), questo, considerando un foro di profondità L e supponendo che il ritorno della punta avvenga alla stessa velocità con la quale penetra, si può calcolare con l'espressione:

$$t = 2 L / (a_g * n) \text{ [min]}$$

L'avanzamento è ottenuto a mano, agendo sul volantino del toppo mobile.



Per il calcolo può essere assunto $a_g = 0,15 \div 0,2 \text{ mm/giro}$.