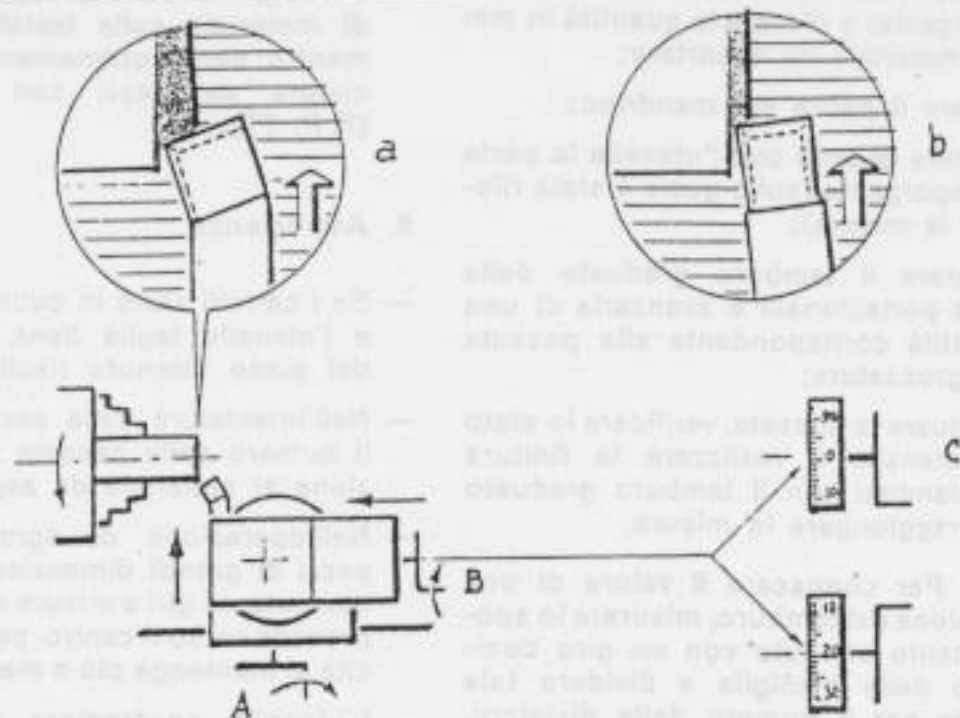
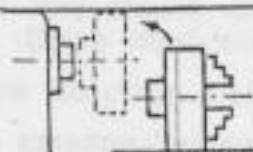
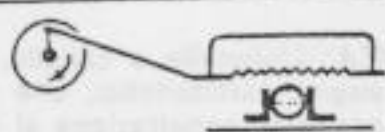
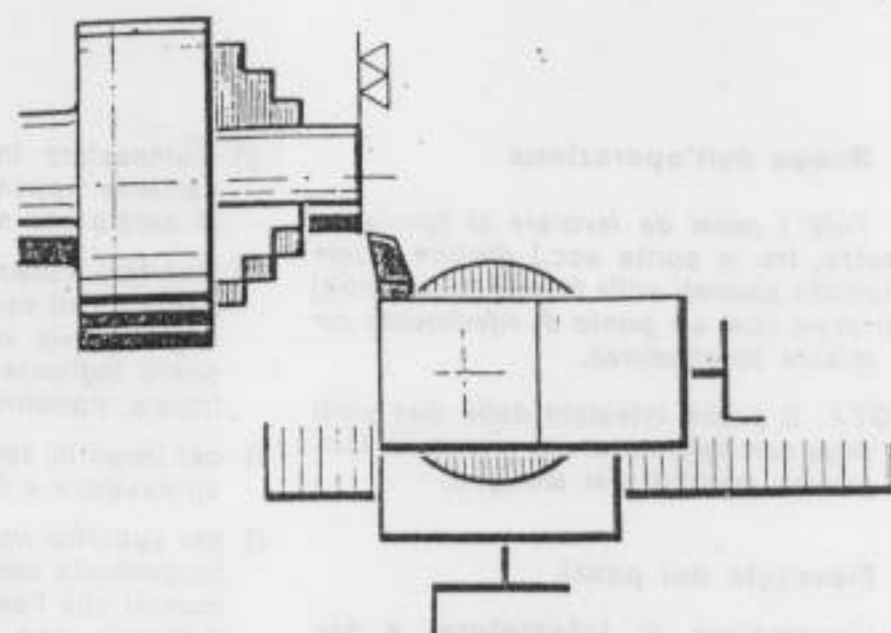
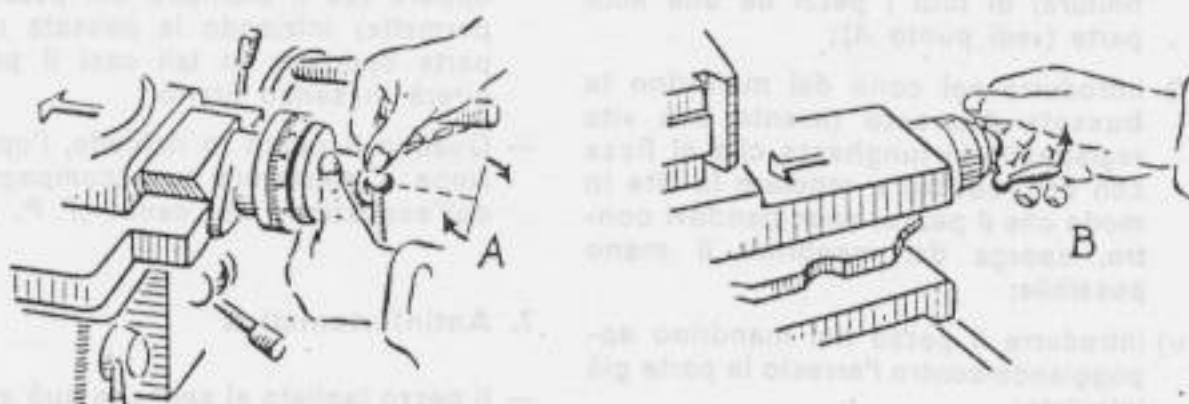


FOGLI PILOTA AUSILIARI

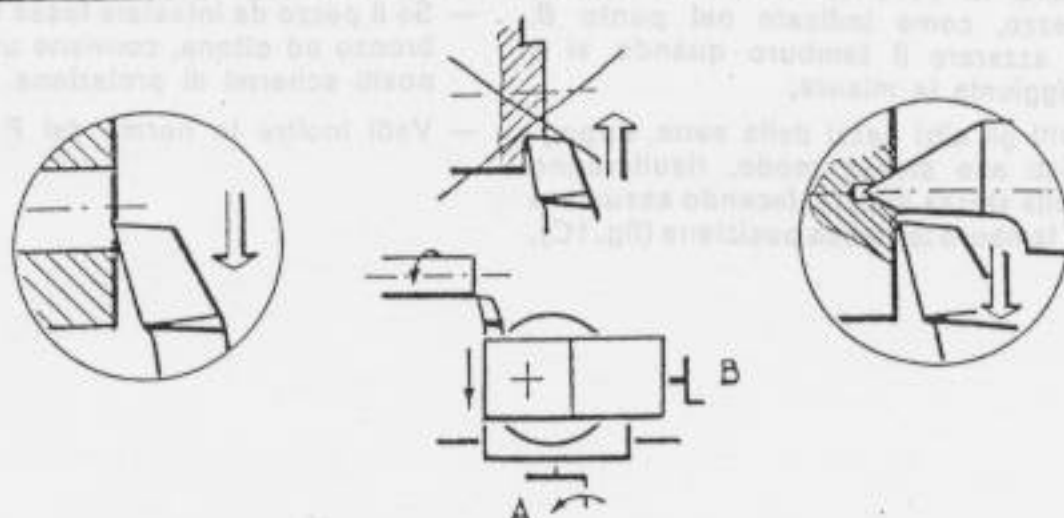
- F. P. 03 - Antinfortunistica
- » » 06 - Scelta utensile
- » » 09 - Velocità di taglio
- » » 011 - Autocentrante
- » » 015 - Misurazioni



1. Intestatura con utensile piegato (UNI 4252) e frontale (UNI 4251)



2. Impugnatura delle maniglie delle slitte.



3. Intestature con utensile a coltello (UNI 4253)

E l'operazione mediante la quale si spianano le due testate del pezzo da tornire.

Si può eseguire:

- di sbalzo;
- tra le punte;
- con mandrino autocentrante e lunetta fissa.

Con utensile:

- piegato destro (fig. 1a);
- frontale (fig. 1b);
- per sgrossare diritto collocato longitudinalmente;
- a coltello, per pezzi forati (fig. 3).

Occorre seguire un corretto metodo di lavoro per effettuare la prima intestatura e la seconda che definisce la misura.

1 Scopo dell'operazione

Tutti i pezzi da lavorare al tornio (di sbalzo, tra le punte ecc.) devono essere anzitutto spianati sulle testate (intestatura) per avere così un punto di riferimento per le misure longitudinali.

NOTA: Il pezzo intestato dalle due parti deve corrispondere alle misure di lunghezza stabilite dal disegno.

2 Fissaggio dei pezzi

L'operazione di intestatura, a seconda della particolare forma del pezzo, si può effettuare:

- a) di sbalzo su mandrino autocentrante (F. P. 011T) nei casi ordinari;
- b) su mandrino autocentrante e lunetta fissa, quando il pezzo è lungo, trafilato e non entra nel foro del mandrino (F. P. 013T);
- c) fra le punte, quando già avesse i centri (fig. 3).

3 Attrezzature (ciò che occorre per l'esecuzione dell'operazione)

Utensili: piegato destro (UNI 4252 - fig. 1) nei casi più comuni; frontale (UNI 4251 - fig. 1); a coltello destro (UNI 4253 - fig. 3) per pezzi forati e tra le punte; sgrossatore diritto (UNI 4247) disposto longitudinalmente.

Strumenti di misura e controllo: riga metrica, calibro a corsoio, guardapiano.

Mezzi ausiliari: lamierino di metallo dolce di protezione (per pezzi trafilati), lunetta fissa (eventuale), posizionatore registrabile (per regolare la lunghezza nei pezzi in serie).

4 Metodo di lavoro

A) Prima testata:

- a) misurare la lunghezza minima del pezzo grezzo, per assicurarsi che possa raggiungere la quota stabilita, e regolarsi nelle passate (F. P. 015T);
- b) fissare il pezzo e l'utensile secondo le norme (F. P. 06T);
- c) disporre l'utensile in modo da sfiorare la testata del pezzo;
- d) fissare la slitta longitudinale al banco, per mezzo dell'apposita maniglia;
- e) spostare la slitta portautensili di una quantità sufficiente per la sgrossatura (fig. 1);
- f) mettere in moto il tornio e inserire l'avanzamento trasversale con moto diretto verso il centro del pezzo;

g) disinnestare immediatamente l'avanzamento appena l'utensile è arrivato al centro per non danneggiarlo;

h) riportare l'utensile alla posizione di partenza ed eseguire la passata di finitura, previa verifica dello stato della punta tagliente (e, in caso di punta logora, ripristinarla);

i) per lavori in serie, usare due utensili: sgrossatore e finitore;

l) per superfici molto ampie è opportuno un controllo con guardapiani, per assicurarsi che l'eventuale consumo dell'utensile non abbia a determinare superfici convesse o concave.

B) Seconda testata (nel caso di dover eseguire pochi pezzi):

m) togliere il pezzo dal mandrino;

n) misurare la lunghezza massima (corrispondente alla faccia inclinata più sporgente) e rilevare la quantità in mm del materiale da asportare;

o) fissare il pezzo sul mandrino;

p) sfiorare appena con l'utensile la parte più sporgente (sulla quale è stata rilevata la misura);

q) azzerare il tamburo graduato della slitta portautensili e avanzarla di una quantità corrispondente alla passata di sgrossatura;

r) effettuare la passata, verificare lo stato dell'utensile e realizzare la finitura regolandosi con il tamburo graduato per raggiungere la misura.

NOTA: Per conoscere il valore di una divisione del tamburo, misurare lo spostamento ottenuto con un giro completo della maniglia e dividere tale valore per il numero delle divisioni.

C) Seconda testata (per pezzi in serie di lunghezza limitata):

s) eseguire l'intestatura (sgrossatura e finitura) di tutti i pezzi da una sola parte (vedi punto A);

t) introdurre nel cono del mandrino la bussola d'arresto (avente una vite registrabile in lunghezza che si fissa con controdado) e regolare la vite in modo che il pezzo, appoggiandosi contro, sporga dal mandrino il meno possibile;

u) introdurre il pezzo nel mandrino appoggiando contro l'arresto la parte già intestata;

v) bloccare la slitta longitudinale, intestare la seconda faccia del primo pezzo, come indicato nel punto B, e azzerare il tamburo quando si è raggiunta la misura;

z) tutti gli altri pezzi della serie, appoggiati allo stesso modo, risulteranno della stessa misura, facendo assumere al tamburo la stessa posizione (fig. 1C).

5 Intestature particolari

a) I pezzi forati si possono intestare con l'utensile a coltello (fig. 3).

b) Lo stesso utensile (affilato più a punta) può servire per intestare pezzi collocati fra le punte, con contropunta fissa ribassata (fig. 3).

c) Pezzi pieni si possono intestare con l'utensile a coltello, con passate molto leggere, procedendo dall'interno verso l'esterno (fig. 3).

d) Per intestare dischi di grande diametro appoggiare bene la prima faccia intestata contro i morsetti del mandrino autocentrante per ottenere un buon parallelismo.

NOTA: L'utensile a coltello, per i suoi angoli caratteristici, che ne impediscono la penetrazione al centro, non è atto per asportare notevole quantità di materiale sulla testata dei pezzi, mentre serve ottimamente per sfacciatore su pezzi con spallamenti (F. P. 7T).

6 Avvertenze

— Se i carrelli sono in buone condizioni e l'utensile taglia bene, il controllo del piano ottenuto risulta superfluo.

— Nell'intestatura della seconda faccia, il numero delle passate sarà in relazione al materiale da asportare.

— Nell'operazione di sgrossatura dei pezzi di grandi dimensioni si devono aumentare i giri a misura che l'utensile procede verso il centro, perché la velocità si mantenga più o meno uniforme.

— L'utensile sgrossatore diritto (UNI 4247), collocato longitudinalmente (parallelo all'asse del pezzo), può eseguire l'operazione d'intestatura, come detto sopra, se disposto capovolto, oppure (se il diametro del pezzo lo permette) iniziando la passata dalla parte opposta; in tali casi il pezzo girerà in senso orario.

— Quando il pezzo lo richiede, l'operazione d'intestatura va accompagnata dall'esecuzione dei centri (F. P. 2T).

7 Antinfortunistica

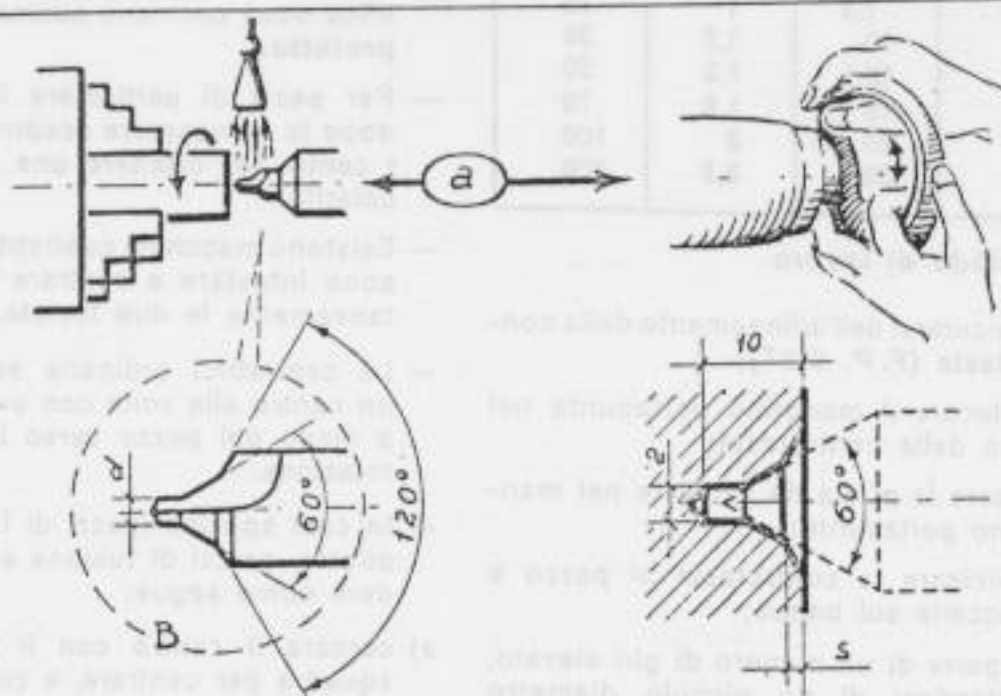
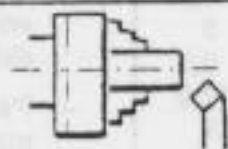
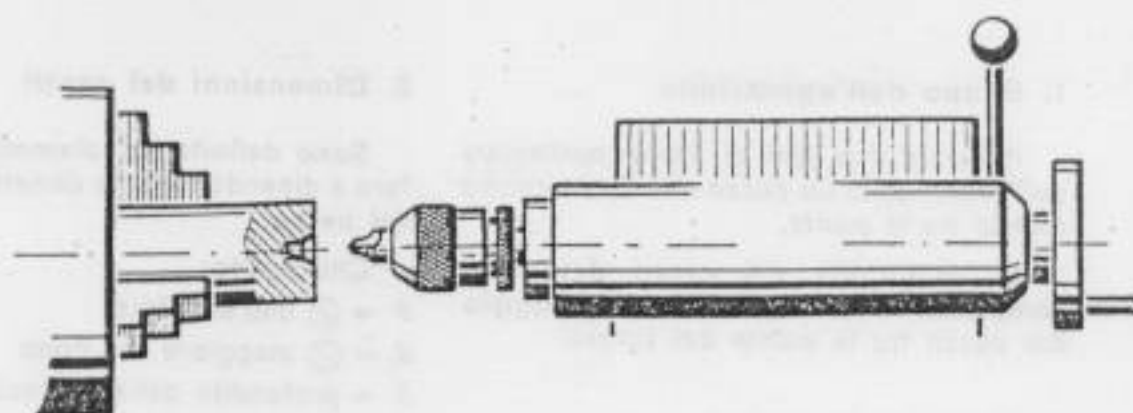
— Il pezzo tagliato al seghetto può avere della bavatura sulle testate, che potrebbero ferire le mani.

— Se il pezzo da intestare fosse di ghisa, bronzo od ottone, conviene usare appositi schermi di protezione.

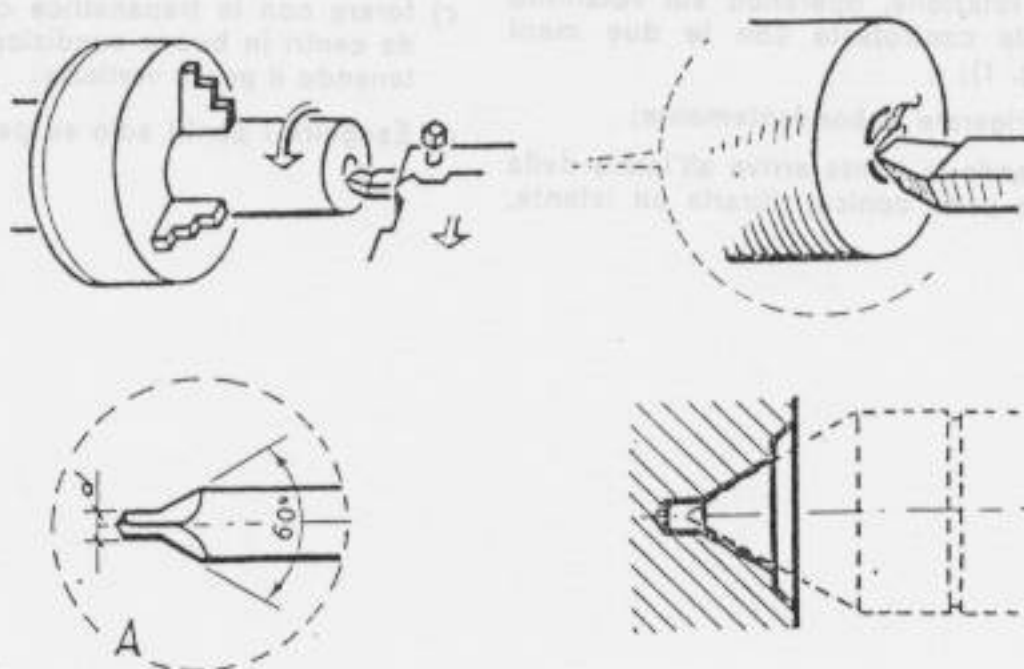
— Vedi inoltre le norme del F. P. 03T.

FOGLI PILOTA AUSILIARI

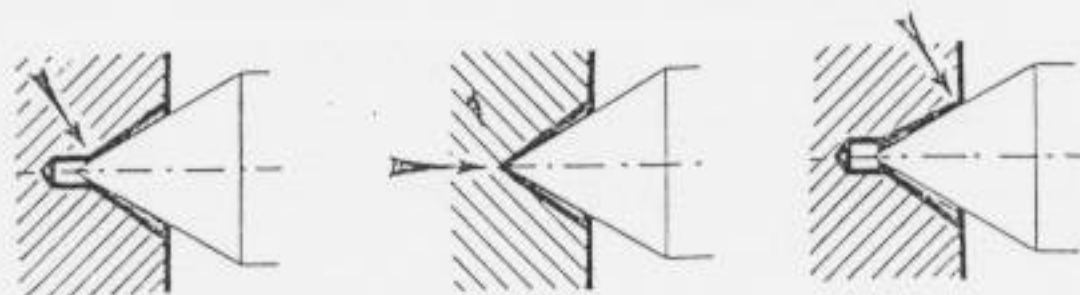
- F. P. 09 - Velocità di taglio
 » » 012 - Montaggio tra punte
 » » 014 - Montaggio di sbalzo
 » » 1 - Intestatura
 » » 11 - Foratura



1. Centro effettuato con punta UNI 3225 tipo B



2. Idem con punta e utensile UNI 4247



3. Centri difettosi

È l'operazione mediante la quale, con punte speciali, si eseguono due fori conici (con avanforo) sulle testate dei pezzi da tornire.

I centri possono essere:

- ordinari;
- protetti;
- per fori filettati;
- per pezzi forati.

I centri dovranno essere:

- sempre ben lisci;
- coassiali tra di loro;
- di angolo esatto (60°);
- con avanforo.

Il loro diametro dipende dalle dimensioni dei pezzi. Dove è possibile (e il numero lo richiede) si eseguono con speciali centratrici; si possono però effettuare al tornio e con le trapanatrici.

1. Scopo dell'operazione

Praticare due fori di forma particolare sull'estremità di un pezzo che debba essere tornito fra le punte.

La profondità dei centri determina l'ampiezza della superficie d'appoggio del pezzo fra le punte del tornio.

2. Fissaggio dei pezzi

Il sistema di fissaggio varia col variare della forma dei pezzi:

- con mandrino autocentrante, pezzi lisci e uniformi;
- con mandrino autocentrante e lunetta fissa, pezzi lunghi;
- con piattaforma a quattro morsetti, pezzi fucinati o di forma speciale.

3. Attrezzature

Utensili: punta da centrare comune (fig. 2) per pezzi semplici; punta da centrare speciale (fig. 1) per pezzi che vanno manipolati; utensile da alesare (eventuale per pezzi forati).

Mezzi ausiliari: mandrino portapunta, lamierino di protezione per pezzi trafilati, refrigerante adatto.

4. Tipi di centri

- ordinari:** con avanforo e conicità a 60°;
- protetti:** con una svasatura che impedisce l'ammaccatura del centro eseguita con punta speciale (UNI 3225 - fig. 1B);
- per fori filettati:** occorre una sede cilindrica che protegga l'inizio del filetto;
- per pezzi forati:** con utensile da alesare si effettua all'estremità del foro uno smusso con conicità di 60°, inclinando la slitta portautensili di 30°.

5. Dimensioni dei centri

Sono definite dal diametro dell'avanforo e dipendono dalle dimensioni e peso del pezzo.

Chiamando:

d = $\varnothing$ dell'avanforo

d_1 = $\varnothing$ maggiore del cono

s = profondità della protezione

D = $\varnothing$ del pezzo finito.

si ha (estratto dalla tabella UNI 429):

d	d_1	s	D
0,5	1,2	0,2	2
0,75	2	0,3	3,5
1	2,5	0,4	5
1,5	3,8	0,6	8,5
2	5	0,8	12,5
2,5	6,3	0,9	18
3	7,5	1	25
4	10	1,2	36
5	12,5	1,5	50
6	15	1,8	70
8	20	2	100
12	30	2,5	200

6. Metodo di lavoro

- assicurarsi dell'allineamento della controtesta (F. P. 012T);
- collocare il mandrino portapunta nel fuso della controtesta;
- fissare la punta da centrare nel mandrino portapunta;
- avvicinare la controtesta al pezzo e bloccarla sul banco;
- disporre di un numero di giri elevato, trattandosi di un piccolo diametro della punta;
- accostare dolcemente la punta al pezzo in rotazione, operando sul volantino della controtesta con le due mani (fig. 1);
- refrigerare abbondantemente;
- quando la punta arriva all'inizio della sua parte conica, ritirarla un istante,

per favorire lo scarico dei trucioli, e riprendere con delicatezza l'avanzamento;

- raggiunto il diametro (d_1) mantenere per qualche secondo la punta nella posizione raggiunta per lisciare perfettamente la sede conica;
- ritirare la punta, allentare il bullone di bloccaggio e allontanare la controtesta (se non vi sono altri centri da eseguire).

7. Avvertenze

- Il centro con conicità errata o con difetti di coassialità e circolarità, provoca anomalie nella forma geometrica del pezzo (fig. 3).
- Pezzi che vanno soggetti a molte manipolazioni: cementazione, tempra, rettificazione ecc.) conviene abbiano il centro protetto.
- Per pezzi di particolare importanza, dopo la sgrossatura occorre ripassare i centri per ottenere una buona circolarità.
- Esistono macchine centratrici che possono intestare e centrare contemporaneamente le due testate.
- Le centratrici ordinarie eseguono un centro alla volta con avanzamento a mano del pezzo verso la punta in rotazione.
- In casi speciali (pezzi di forma complicata, grezzi di fusione ecc.) procedere come segue:
 - cercare il centro con il compasso, squadra per centrare, e con parallele e graffietto;
 - puntinare il centro del pezzo;
 - forare con la trapanatrice con punta da centri in buone condizioni e mantenendo il pezzo verticale;
 - Eseguire i centri solo su pezzi dritti.



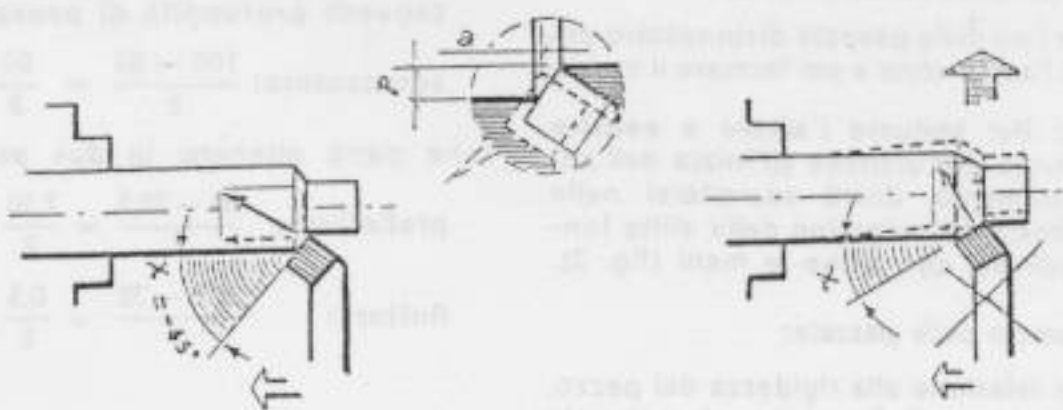
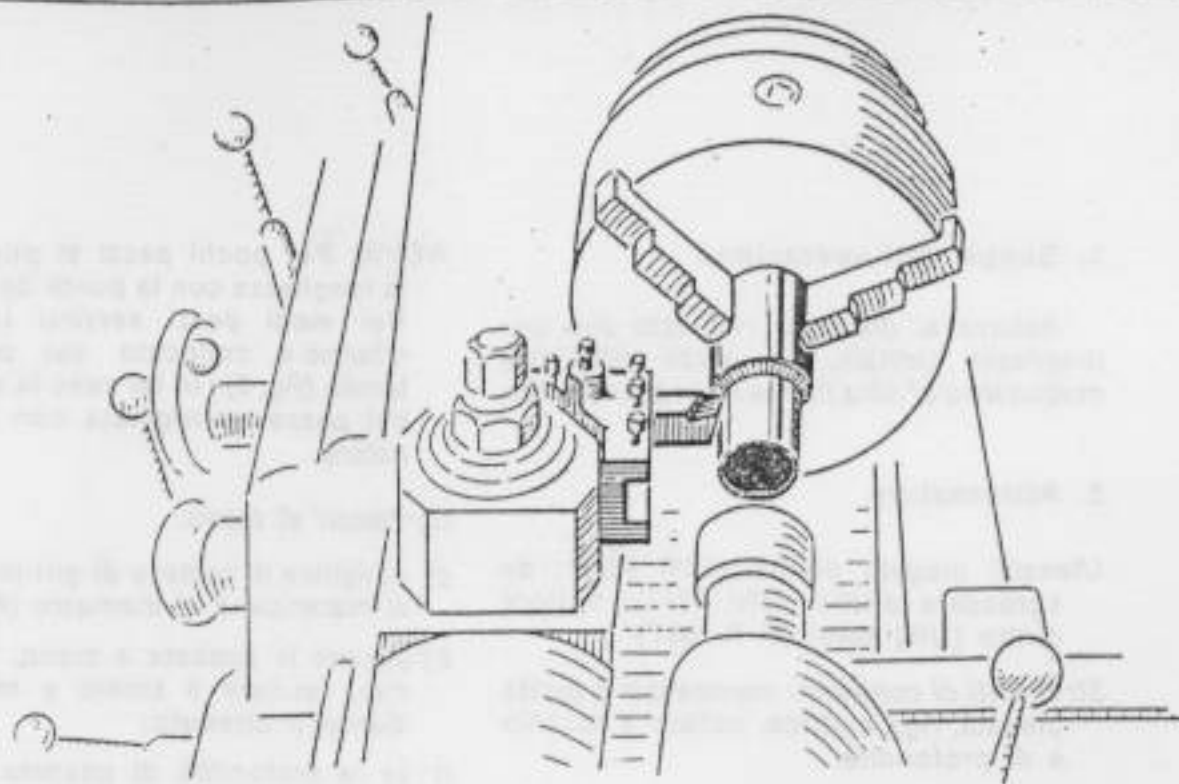
FOGLI PILOTA AUSILIARI

- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 010 - Posizionamento utensile
 » » 011 - Autocentrante

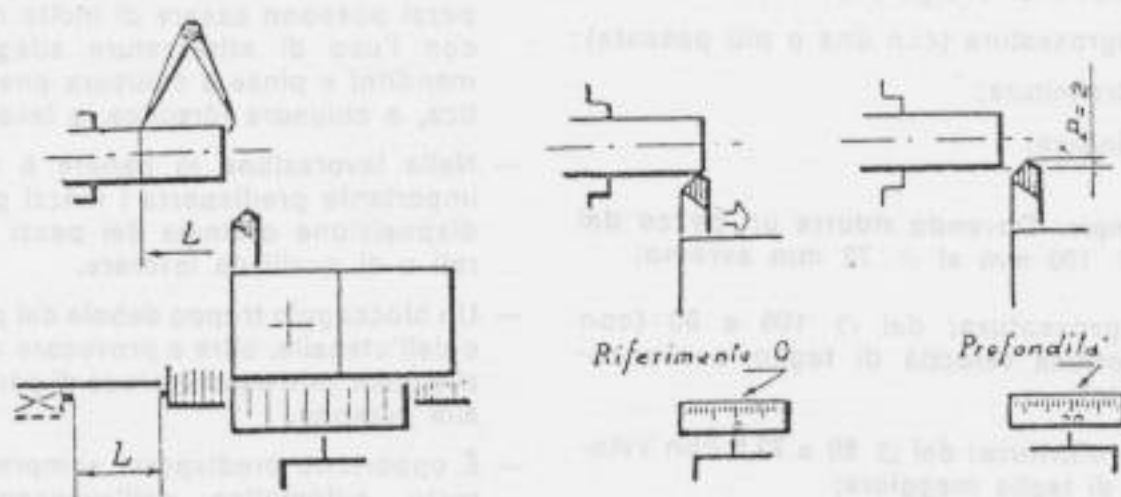
Dati:

$$p = 2 \div 10 \text{ mm}$$

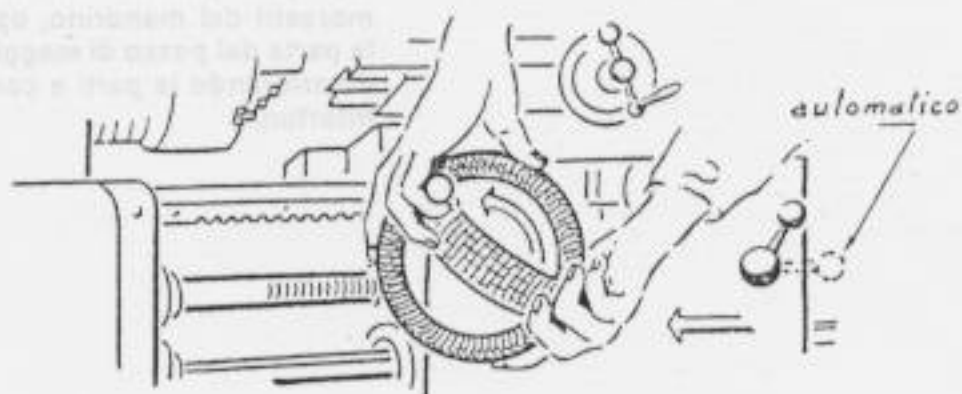
$$a = 0,1 \div 0,5 \text{ per giro}$$



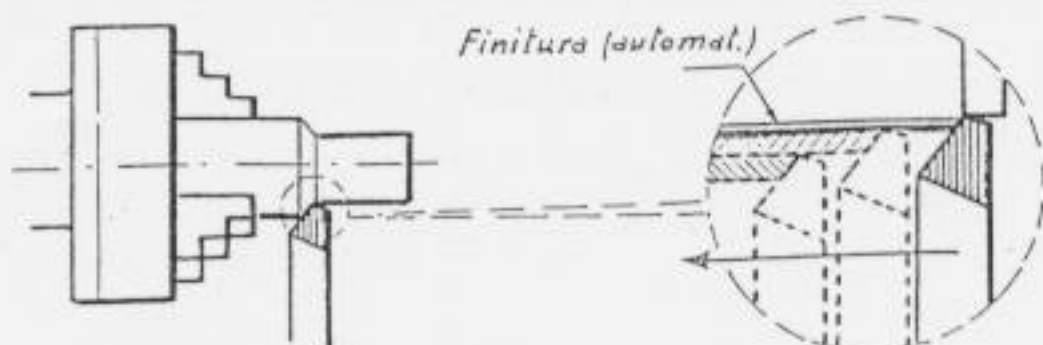
1. Influenza dell'angolo d'attacco (UNI 4248)



2. Determinazione della lunghezza (L) e profondità (p)



3. Impugnatura comando carrello longitudinale (a mano)



4. Sgrossatura, prefinitura e finitura (UNI 4247)

È l'operazione mediante la quale si riduce al diametro voluto un pezzo sostenuto da una sola estremità.

Uso del posizionario registrabile per i pezzi di egual lunghezza.

Uso dei tamburi graduati per regolare la profondità di passata.

Predisposizione del numero di giri, degli avanzamenti e delle profondità di passata per:

- la sgrossatura;
- la prefinitura;
- la finitura.

Richiamo delle norme per:

- la pulizia;
- l'ordine;
- l'antifortunistica.

1. Scopo dell'operazione

Ridurre al diametro richiesto per una lunghezza limitata, un pezzo cilindrico, esagonale o di altra forma bloccato a sbalzo.

2. Attrezzature

Utensili: piegato destro (UNI 4248); da sgrossare diritto (UNI 4247); finitore diritto (UNI 4249) (F. P. 06T).

Strumenti di controllo: compasso a punta piegata, riga metrica, calibro a corsoio e di profondità.

Mezzi ausiliari: mandrino autocentrante oppure piattaforma con fori o con morsetti indipendenti, posizionatore registrabile (indispensabile per pezzi in serie).

3. Metodo di lavoro

A) Posizionamento del pezzo e dell'utensile:

- fissare il pezzo con la sporgenza dovuta ($L + 10$ mm) e con la pressione necessaria perché resista allo sforzo di lavoro (fig. 2);
- fissare l'utensile con opportuno angolo di registrazione ($\chi = 45^\circ \div 60^\circ$) (F. P. 010T); un angolo troppo piccolo provoca deformazione (fig. 1);
- proporzionare la profondità di passata alla sicurezza del bloccaggio, che dovrà essere garantito da mezzi adeguati alla forma del pezzo;
- usare i morsetti dolci od opportuni mezzi di protezione per i pezzi già lavorati da chiudersi sull'autocentrante.

B) Regolazione della lunghezza da tornire:

- eseguire l'intestatura del pezzo;
- aprire il compasso sulla riga graduata alla lunghezza voluta e riportare tale lunghezza sul pezzo in moto ($L = \text{fig. 2}$).

NOTA: Per pochi pezzi si può segnare la lunghezza con la punta dell'utensile. Per molti pezzi servirsi invece del «fermo» collocato sul banco del tornio (fig. 2); in tal caso la sporgenza del pezzo va regolata con il posizionatore.

C) Fattori di taglio:

- scegliere il numero di giri in relazione al materiale e al diametro (F. P. 09T);
- iniziare la passata a mano, per pochi mm, fermare il tornio e misurare il diametro ottenuto;
- se la profondità di passata è esatta, continuare la tornitura innestando l'avanzamento automatico;
- alla fine della passata disinnestare prima l'automatico e poi fermare il tornio.

NOTA: Per abituare l'allievo a sentire il lavoro dell'utensile all'inizio dell'addestramento, dovrà esercitarsi nella manovra del volantino della slitta longitudinale, con ambo le mani (fig. 3).

D) Numero delle passate:

È in relazione alla rigidità del pezzo, alla sicurezza di fissaggio, al materiale da asportare e alla potenza del tornio.

m) Il ciclo di lavoro per ridurre un diametro si svolge in tre fasi:

- sgrossatura (con una o più passate);
- prefinitura;
- finitura.

Esempio: Dovendo ridurre un pezzo dal $\varnothing 100$ mm al $\varnothing 72$ mm avremo:

sgrossatura: dal $\varnothing 100$ a 80 (con opportuna velocità di taglio e avanzamento);

prefinitura: dal $\varnothing 80$ a $72,5$ con velocità di taglio maggiore;

finitura: dal $\varnothing 72,5$ a 72 con velocità e avanzamenti adatti al tipo di utensile impiegato ed eventuale refrigerazione.

E) Regolazione della profondità di passata:

- sforare la superficie da tornire e azzerare il tamburo graduato della slitta trasversale (fig. 2);
- avanzare detta slitta della quantità voluta servendosi del tamburo.

NOTA: Per conoscere il valore delle divisioni del tamburo, si misura lo spostamento ottenuto con un giro completo della maniglia e si divide la quantità trovata per il numero delle divisioni. Il valore trovato si riferisce all'avanzamento lineare della slitta, cioè alla riduzione sul raggio del pezzo. Per il diametro la riduzione sarà il doppio della profondità di passata. Nell'esempio visto sopra avremo le seguenti profondità di passata:

$$\text{sgrossatura: } \frac{100 - 80}{2} = \frac{20}{2} = 10$$

(che potrà ottenersi in due passate);

$$\text{prefinitura: } \frac{80 - 72,5}{2} = \frac{7,5}{2} = 3,75$$

$$\text{finitura: } \frac{72,5 - 72}{2} = \frac{0,5}{2} = 0,25$$

4. Avvertenze

- Nei lavori in serie i tempi passivi e la fatica dell'operaio per il fissaggio dei pezzi possono essere di molto ridotti con l'uso di attrezzature adeguate: mandrini e pinze a chiusura pneumatica, a chiusura idraulica, a leva ecc.
- Nella lavorazione in genere è assai importante predisporre i mezzi per la disposizione ordinata dei pezzi lavorati e di quelli da lavorare.
- Un bloccaggio troppo debole del pezzo o dell'utensile, oltre a provocare danni alle cose, può essere causa di pericolo alle persone.
- È opportuno predisporre sempre l'arresto automatico dell'avanzamento longitudinale mediante apposito dispositivo, perché una distrazione nel disinnesto dell'avanzamento automatico può portare l'utensile contro i morsetti del mandrino, oppure contro la parte del pezzo di maggior diametro, deteriorando le parti e con pericolo di infortunio.



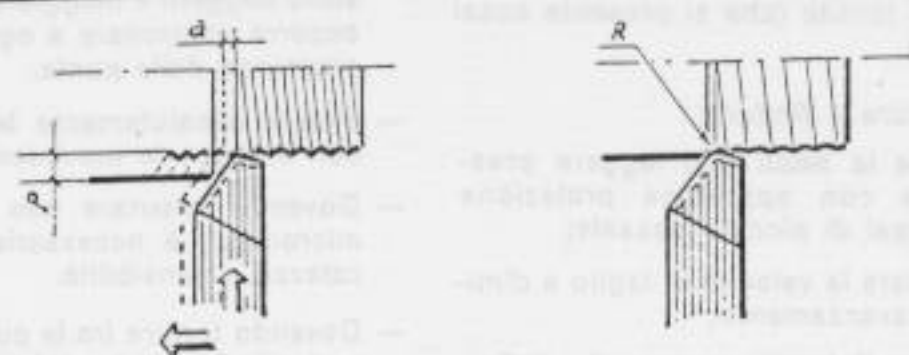
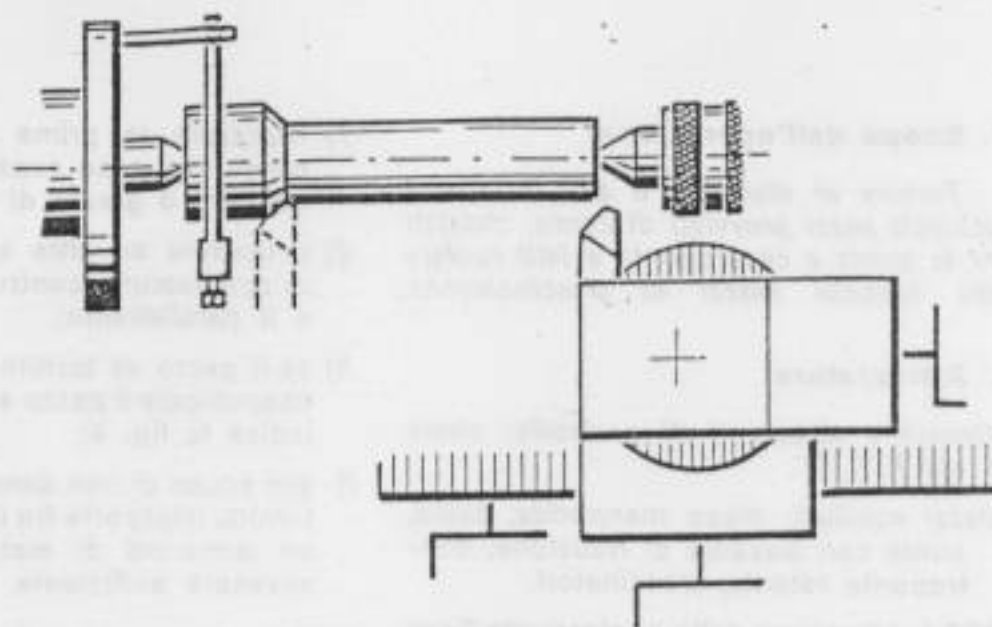
FOGLI PILOTA AUSILIARI

F. P. 03 - Antinfortunistica
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 012 - Montaggio tra punte
 » » 015 - Misurazioni

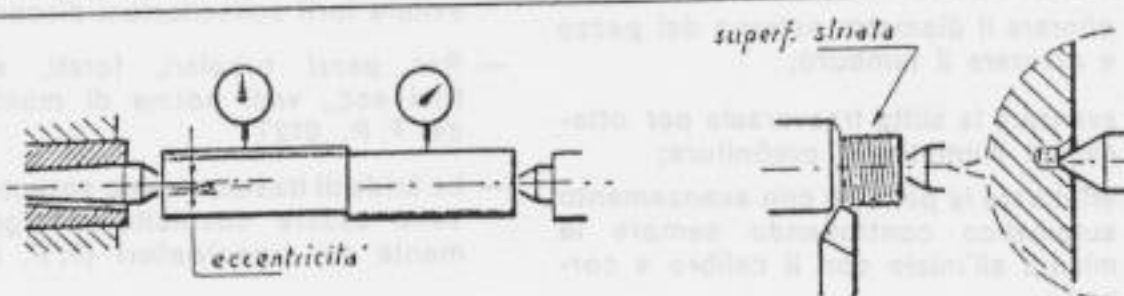
Dati:

$$p = 2 \div 10 \text{ mm}$$

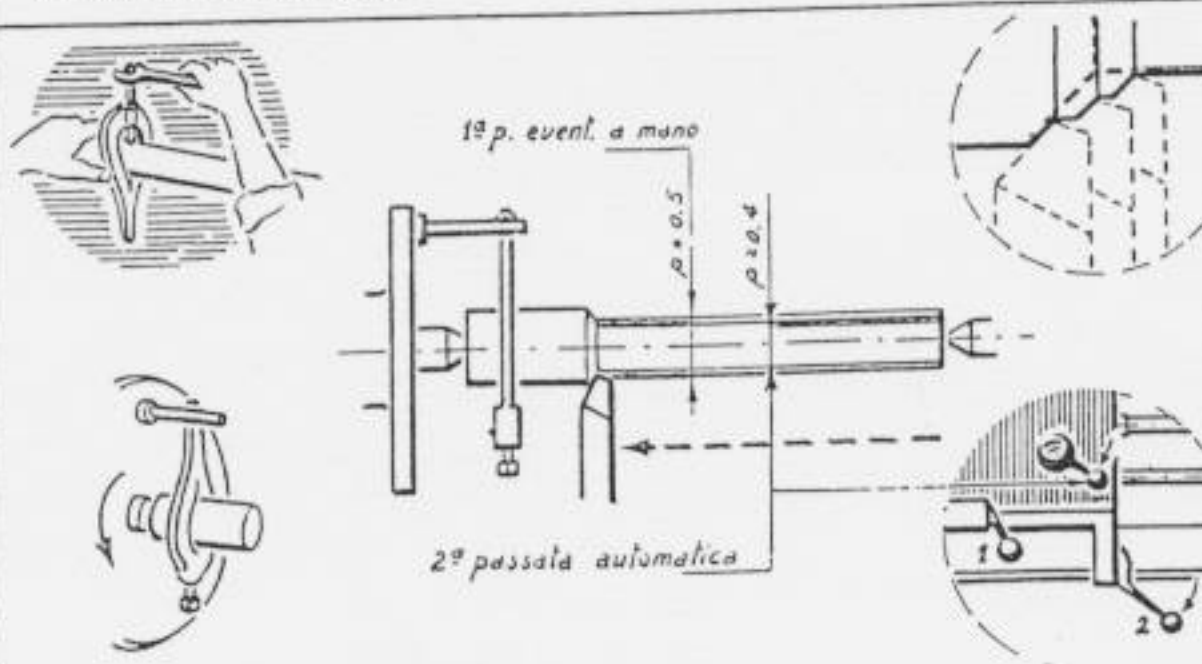
$$a = 0,1 \div 0,5 \text{ per giro}$$



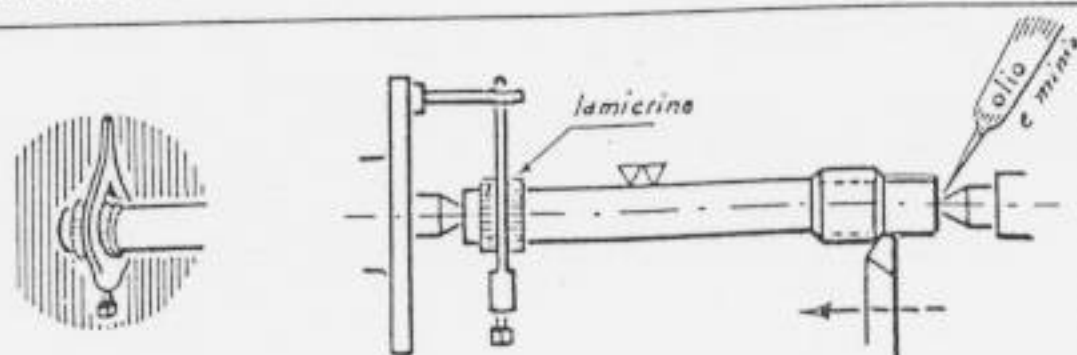
1. Effetto dell'utensile sgrossato e finitore (UNI 4247)



2. Alcuni difetti da evitare



3. Prima fase: cilindratura a mano e automatica



4. Seconda fase: Idem invertendo la posizione

È l'operazione che permette di ridurre ai diametri voluti pezzi di varia lunghezza, forma e dimensioni sostenuti tra le punte.

Impiego della contropunta rotante, per evitare l'attrito fra il pezzo e la punta e ridurre lo sforzo di tornitura.

Proteggere i pezzi finiti con opportuno lamierino (fig. 4).

Difetti della superficie che dipendono specialmente:

- dal cattivo montaggio del pezzo;
- dalla cattiva affilatura dell'utensile;
- dall'inadeguata protezione fra la brida e il pezzo.

Predisporre con cura l'arresto alla fine della passata, perchè la brida non tocchi la slitta portautensili.

1. Scopo dell'operazione

Tornire al diametro e alla lunghezza richiesta pezzi provvisti di centri, montati fra la punta e contropunta e fatti ruotare con appositi mezzi di trascinamento.

2. Attrezzature

Utensili e strumenti di controllo: come nel F. P. 3T.

Mezzi ausiliari: disco menabrida, brida, punta con bussola di riduzione, contropunta rotante, trascinatori.

NOTA: L'impiego della contropunta fissa nel canotto della controtesta è giustificato quando sia richiesta una grande precisione di coassialità fra centri e parte tornita; questo comporta una riduzione di velocità a causa del forte attrito che si genera tra il pezzo e la contropunta.

3. Metodo di lavoro

A) Posizionamento del pezzo e dell'utensile:

- montaggio del pezzo tra le punte (F. P. 012T);
- montaggio dell'utensile (F. P. 06T);
- evitare i difetti illustrati in fig. 2 (trucioli fra la sede conica e il codolo della punta e contropunta, oscillazioni dovute al difettoso accoppiamento punte-centri).

B) Sgrossatura:

- predisporre la velocità di taglio (F. P. 09T) e adattarla al numero di giri del tornio;
- predisporre il valore dell'avanzamento automatico, in relazione alla profondità di passata (0,3-0,5 mm per giro);

f) realizzare la prima passata, procurandosi che essa asporti tutta la parte ossidata o grezza di fusione;

g) procedere ad altre eventuali passate di sgrossatura, controllando i diametri e il parallelismo;

h) se il pezzo va tornito completamente, capovolgere il pezzo e procedere come indica la fig. 4;

i) allo scopo di non danneggiare la parte tornita, interporre fra il pezzo e la brida un lamierino di materiale tenero di spessore sufficiente.

NOTA: Assicurarsi che alla fine della passata la brida non urti contro il carrello e, che nei torni muniti di arresto automatico, questo sia efficiente. Durante la sgrossatura potrebbe logorarsi il tagliente; ciò può dedursi dall'osservazione del truciolo (che assume un colore violaceo) o della superficie tornita (che si presenta assai rugosa).

C) Prefinitura e finitura:

l) bloccare la brida con leggera pressione e con opportuna protezione trattandosi di piccole passate;

m) aumentare la velocità di taglio e diminuire l'avanzamento;

n) sostituire l'utensile con quello di finitura a piccolo raggio;

o) sfiorare il diametro esterno del pezzo e azzerare il tamburo;

p) avanzare la slitta trasversale per ottenere il diametro di prefinitura;

q) effettuare le passate con avanzamento automatico controllando sempre la misura all'inizio con il calibro a cor-
soio;

r) effettuare la finitura seguendo lo stesso metodo e controllare con calibri adeguati all'importanza del lavoro (ventesimale, cinquantesimo, « P » e « NP », micrometro ecc.).

4. Avvertenze

— Dovendo tornire fra le punte alberi aventi diametri diversi, conviene anzitutto sgrossarli completamente, quindi effettuare i rasamenti e le gole eventuali e per ultimo finire tutti i diametri.

— Il canotto deve sempre sporgere il meno possibile dalla controtesta.

— Sovente si evitano le vibrazioni, riducendo solo la velocità di taglio e aumentando l'avanzamento.

— Dovendo tornire pezzi lunghi (che sono soggetti a maggiore dilatazione), occorre controllare a ogni passata la pressione delle punte.

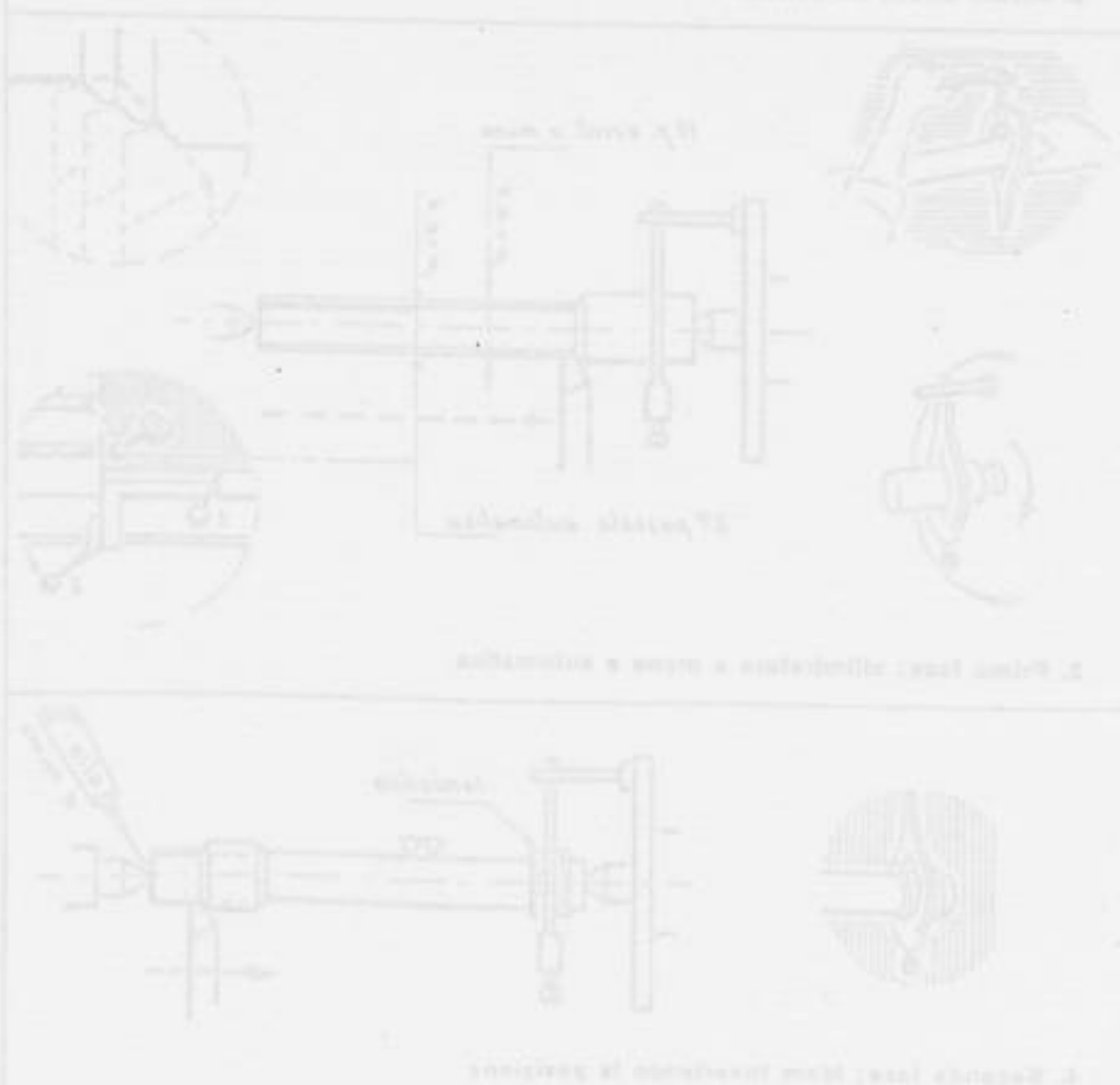
— Evitare assolutamente le misurazioni con il pezzo in movimento.

— Dovendo misurare con calibri fissi, micrometri, è necessaria molta delicatezza e sensibilità.

— Dovendo tornire fra le punte dei pezzi non cilindrici o scanalati, si riduce la velocità e la profondità di passata per evitare forti sollecitazioni discontinue.

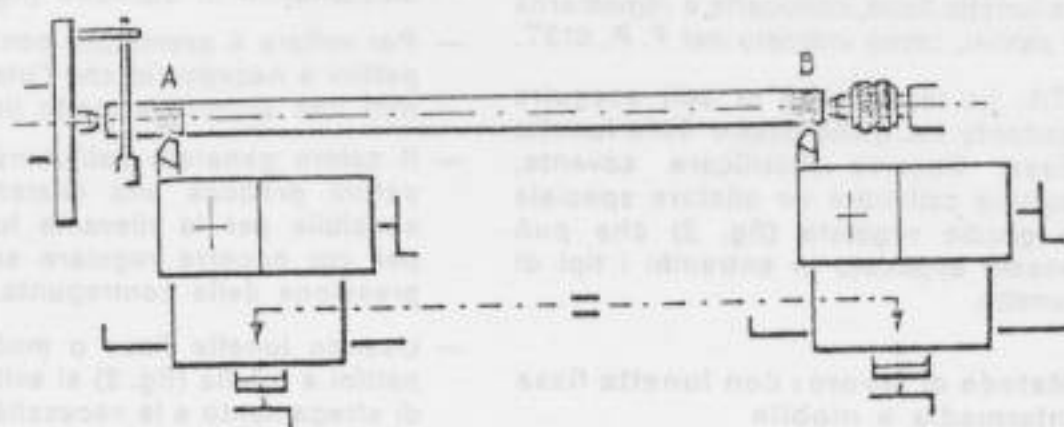
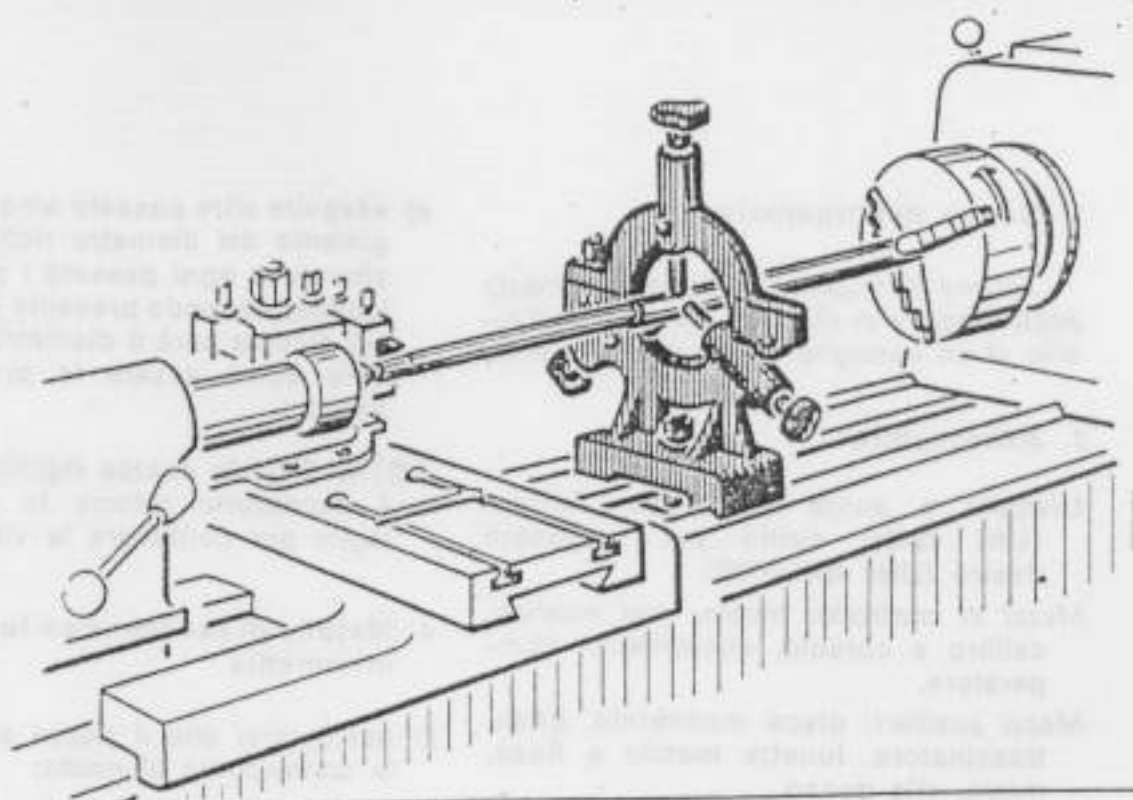
— Per pezzi tubolari, forati, eccentrici ecc., vedi norme di montaggio del F. P. 012T.

— Le brida di trascinamento sovente possono essere sostituite vantaggiosamente dai trascinatori (F. P. 012T).

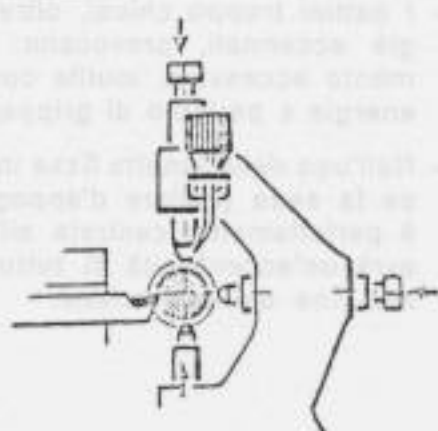


FOGLI PILOTA AUSILIARI

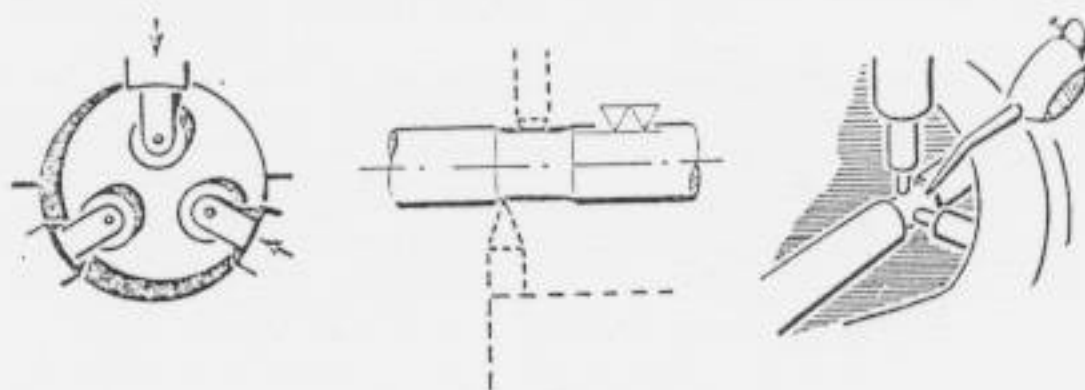
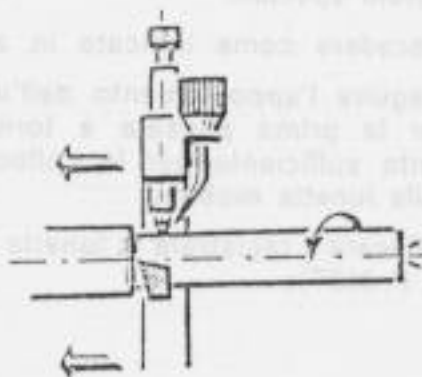
- F. P. 04 - Registrazioni
 » » 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 012 - Montaggio tra punte
 » » 013 - Montaggio con lunette



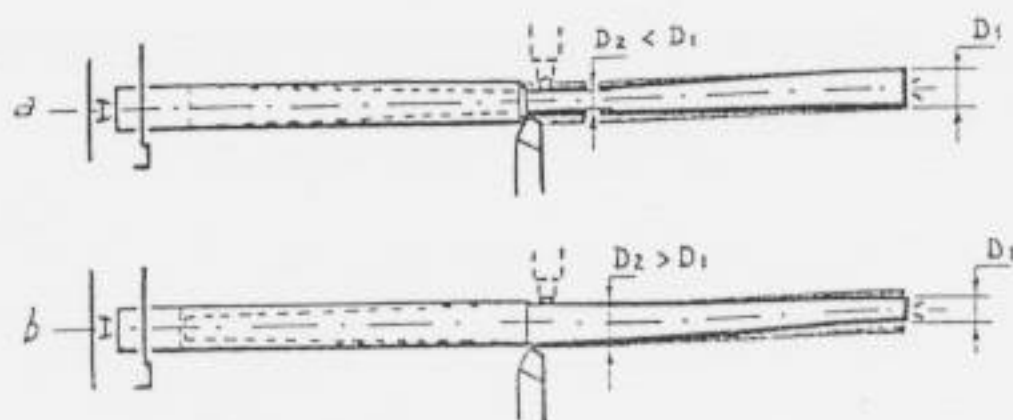
1. Controllo dell'allineamento delle punte



2. Lunetta mobile e sua lubrificazione permanente



3. Collare per lunetta fissa e suoi contatti



4. Registrazione difettosa dei pattini

La tornitura cilindrica di pezzi molto lunghi in proporzione al diametro, sostenuti fra le punte, è possibile solo con l'ausilio di sostegni detti «lunette».

Si presentano diversi casi:

- a) pezzo da tornire su tutta la lunghezza: si usa la lunetta mobile;
- b) pezzo da tornire solo in parte: si usa la lunetta fissa;
- c) pezzo estremamente lungo da tornire in parte: si usano assieme le due lunette.

In tutti i casi occorre un perfetto allineamento delle punte.

La preparazione del collare d'appoggio per la lunetta fissa e la registrazione dei pattini sono operazioni assai importanti e delicate. La superficie del collare d'appoggio dev'essere ben centrata e liscia.

1. Scopo dell'operazione

Tornire fra le punte al diametro richiesto pezzi lunghi e di diametro ridotto con l'ausilio di un sostegno appropriato (lunette).

2. Attrezzature

Utensili: a punta diritto per finitura (UNI 4249); diritto per sgrossare destro (UNI 4247-4102).

Mezzi di controllo: metro, riga metrica, calibro a corsoio, micrometro, comparatore.

Mezzi ausiliari: disco menabrida, brida, trascinatore, lunetta mobile e fissa, minio, olio denso.

3. Metodo di lavoro: con lunetta mobile

Oltre alle norme di montaggio e registrazione delle lunette (F. P. 013T):

- controllare l'allineamento della controtesta, che può essere ottenuto tornando le due estremità di alcuni centimetri (sgrossatura e finitura) con lo stesso posizionamento dell'utensile, ottenuto mediante il medesimo riferimento sul tamburo graduato della slitta trasversale (A-B - fig. 1);
- eseguire l'appostamento dell'utensile per la prima passata e tornire un tratto sufficiente per la collocazione della lunetta;
- sul tratto tornito, a destra dell'utensile, registrare e fissare i pattini della lunetta (F. P. 013T);
- lubrificare con olio denso le parti in contatto e continuare la passata (figg. 2-3);

- eseguire altre passate sino al raggiungimento del diametro richiesto (registrando a ogni passata i pattini della lunetta), tenendo presente che, quanto più piccolo sarà il diametro, tanto minore dovrà essere la profondità di passata.

NOTA: Data la scarsa rigidità dei pezzi è necessario ridurre la velocità di taglio per contenere le vibrazioni.

4. Metodo di lavoro: con lunetta fissa intermedia

- assicurarsi che il pezzo sia diritto e la contropunta allineata;
- tornire il collare d'appoggio (fig. 3) per la lunetta fissa, collocarla e registrarne i pattini, come indicato nel F. P. 013T.

NOTA: La lavorazione si può eseguire soltanto sul tratto destro della lunetta fissa. Occorre lubrificare sovente, oppure collocare un oliatore speciale a goccia regolata (fig. 2) che può essere applicato in entrambi i tipi di lunette.

5. Metodo di lavoro: con lunetta fissa intermedia e mobile

NOTA: Questo metodo si applica unicamente per pezzi molto lunghi e lavorazioni speciali.

- procedere come indicato in a-f-g;
- eseguire l'appostamento dell'utensile per la prima passata e tornire un tratto sufficiente per la collocazione della lunetta mobile;
- collocare e registrare la lunetta mobile (F. P. 013T);

- eseguire le passate necessarie, registrando a ogni passata la lunetta mobile;

- se è necessario girare il pezzo e cilindare la parte restante.

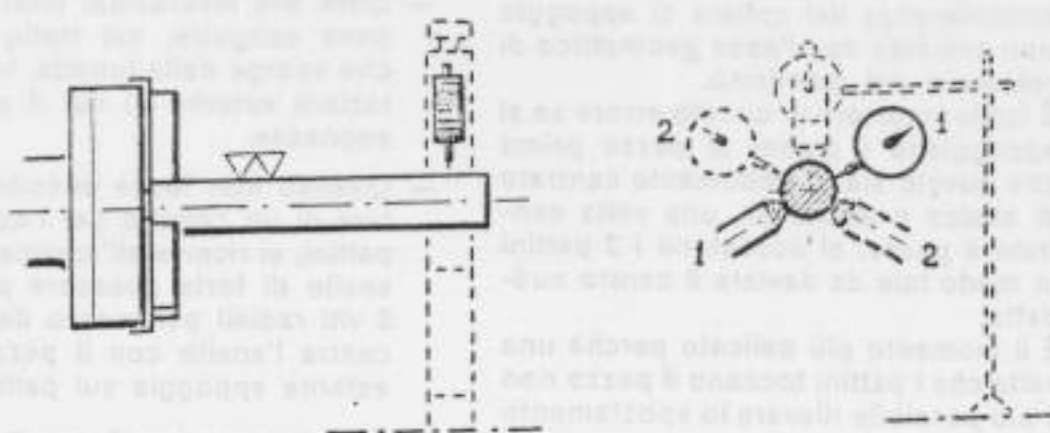
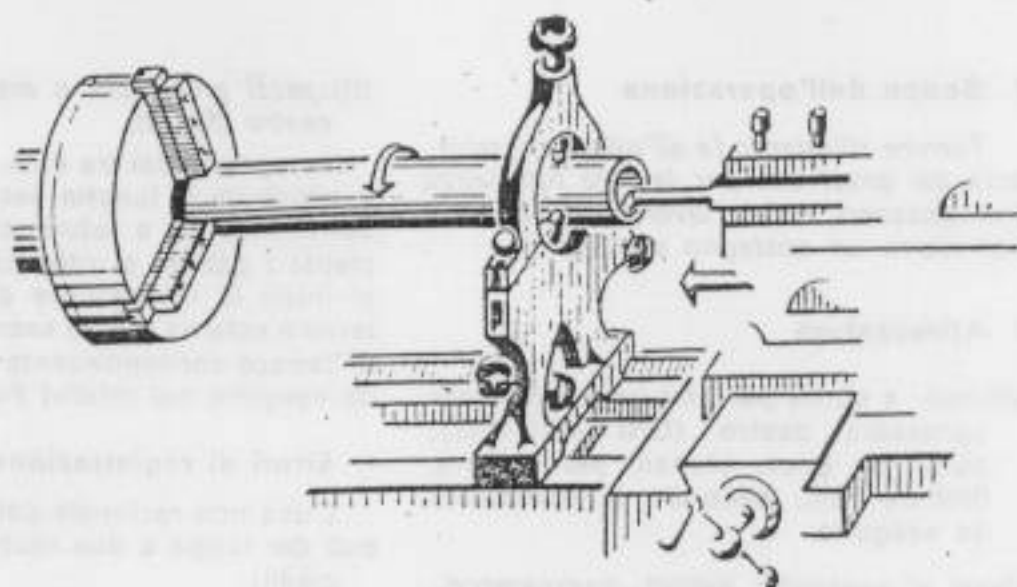
6. Avvertenze

- La registrazione dei pattini delle lunette esige molta attenzione, per seguenti motivi:
 - se i pattini sono troppo stretti, nella parte centrale del pezzo si produce una riduzione di diametro (fig. 4a);
 - se i pattini sono troppo lenti, oppure si consumano, si producono delle vibrazioni e il pezzo va gradatamente aumentando di diametro (fig. 4b);
- Per evitare il prematuro consumo dei pattini è necessario che l'utensile generi una superficie molto liscia.
- Il calore generato dall'utensile e dai pattini produce una dilatazione più sensibile per la rilevante lunghezza, per cui occorre regolare sovente la pressione della contropunta.
- Usando lunette fisse o mobili con i pattini a rotelle (fig. 2) si evita l'attrito di sfregamento e la necessità di lubrificare i pattini; ne scapita però la precisione.
- I pattini troppo chiusi, oltre ai difetti già accennati, provocano: riscaldamento eccessivo, inutile consumo di energia e pericolo di grippaggio.
- Nell'uso della lunetta fissa intermedia, se la sede (collare d'appoggio) non è perfettamente centrata all'inizio, si avrà un'eccentricità di tutto il pezzo alla fine dell'operazione.

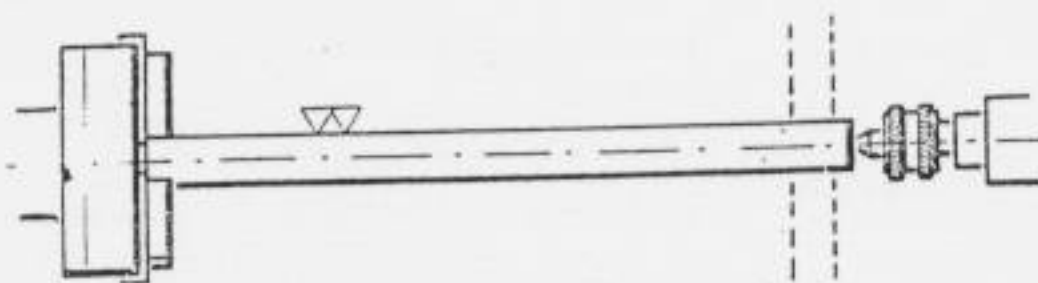


FOGLI PILOTA AUSILIARI

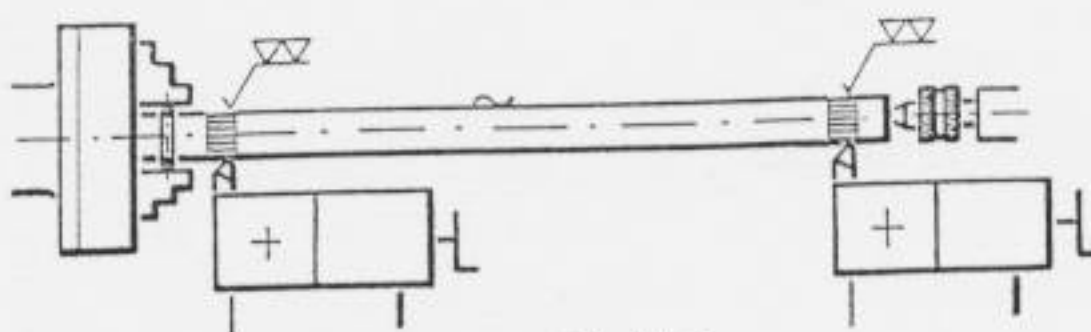
- F. P. 04 - Registreazioni
 » » 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 012 - Montaggio tra punte
 » » 013 - Montaggio con lunetta



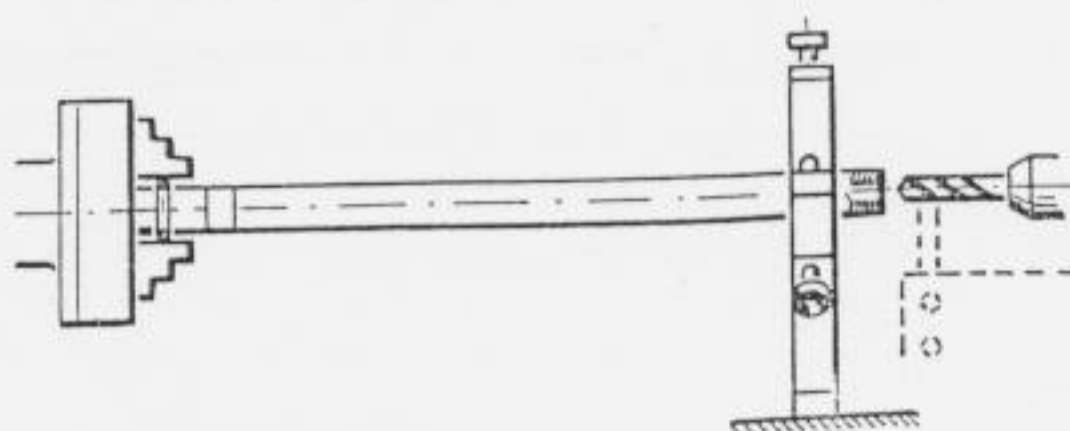
1. Pezzi lavorati da centrarsi a sbalzo



2. Idem per pezzi lunghi da centrarsi con contropunta



3. Pezzi lunghi e grezzi (preparazione del collare)



4. Inizio lavorazione interna sull'estremità

Le operazioni di estremità (interne o esterne) dei pezzi molto lunghi (sostenuti da piattaforme) non sono possibili che con l'ausilio di apposito sostegno: la lunetta fissa.

Si presentano diversi casi:

- I) pezzi lavorati all'esterno sufficientemente rigidi (fig. 1);
- II) pezzi lavorati all'esterno molto lunghi, con centro (fig. 2);
- III) pezzi grezzi, più o meno lunghi (fig. 3).

Per centrare bene i pezzi grezzi occorre interporre un anello fra i morsetti del mandrino e il pezzo (fig. 3).

Perchè vi sia coassialità del pezzo con il mandrino occorre:

- pezzo ben centrato sulla piattaforma;
- controtesta ben allineata;
- lunetta fissa bene al centro.

1. Scopo dell'operazione

Tornire all'interno (e all'esterno) l'estremità dei pezzi che per la loro lunghezza non possono essere lavorati di sbalzo e richiedono un sostegno d'estremità.

2. Attrezzature

Utensili: a punta per finitura e diritto per sgrossare destro (UNI 4249-4247); punta ad elica, utensili per alesare, filettare ecc., secondo le operazioni da eseguire.

Mezzi di controllo: calibri, comparatori, ecc. richiesti dal lavoro.

Mezzi ausiliari: mandrino autocentrante con morsetti duri o dolci, lunetta fissa, eventuale anello di ottone.

3. Metodo di lavoro

La preparazione, il montaggio e la registrazione della lunetta fissa collocata sull'estremità destra del pezzo per lavorazioni interne (ed esterne) d'estremità comprendono tre casi principali:

I) pezzi già lavorati all'esterno e sufficientemente rigidi (fig. 1);

II) pezzi già lavorati all'esterno, lunghi e con centro d'appoggio (fig. 2);

III) pezzi grezzi più o meno lunghi, con centro (fig. 3).

In ognuno dei tre casi, appena fissata e registrata la lunetta secondo le norme del F. P. 013T e lubrificati convenientemente i pattini, si ritira la controtesta e si inizia la lavorazione di tornitura, interna o esterna (fig. 4) secondo il metodo di lavoro corrispondente alle operazioni da eseguire nei relativi Fogli Pilota.

4. Errori di registrazione

L'uso non razionale della lunetta fissa può dar luogo a due inconvenienti principali:

I) **Superfici coniche anziché cilindriche**
Sono dovute al fatto che il centro della circonferenza del collare di appoggio non coincide con l'asse geometrico di rotazione del mandrino.

È facile incorrere in questo errore se si appoggiano i pattini al pezzo prima che questo sia perfettamente centrato di sbalzo o anche se, una volta centrato il pezzo, si accostano i 3 pattini in modo tale da deviare il centro suddetto.

È il momento più delicato perché una volta che i pattini toccano il pezzo non è più possibile rilevare lo spostamento mediante comparatore.

II) **Superfici non coassiali con le parti già lavorate che si trovano dal lato del mandrino.**

Si evita questo errore centrando esattamente il pezzo prima e dopo di aver appoggiato i pattini della lunetta.

5. Avvertenze

— Osservare che il consumo dei pattini non allenti la chiusura del pezzo in rotazione.

— Dovendo registrare i pattini, occorre assolutamente stringere della stessa quantità le tre viti regolatrici, servendosi del comparatore collocato dalla parte opposta alla vite che si registra (fig. 1).

— Oltre alle lavorazioni interne, si possono eseguire, nel tratto del pezzo che sporge dalla lunetta, tutte le lavorazioni esterne di cui il pezzo abbisognasse.

— Quando non fosse possibile la tornitura di un colletto per l'appoggio dei pattini, si ricorre all'applicazione di un anello di forte spessore provvisto di 3 viti radiali per mezzo delle quali si centra l'anello con il pezzo, la pista esterna appoggia sui pattini.

NOTA: Occorre verificare l'oscillazione assiale dell'anello e contenerla in limiti più ristretti possibili.



Fig. 1. Pezzo già lavorato all'esterno e sufficientemente rigido.



Fig. 2. Pezzo già lavorato all'esterno, lungo e con centro d'appoggio.



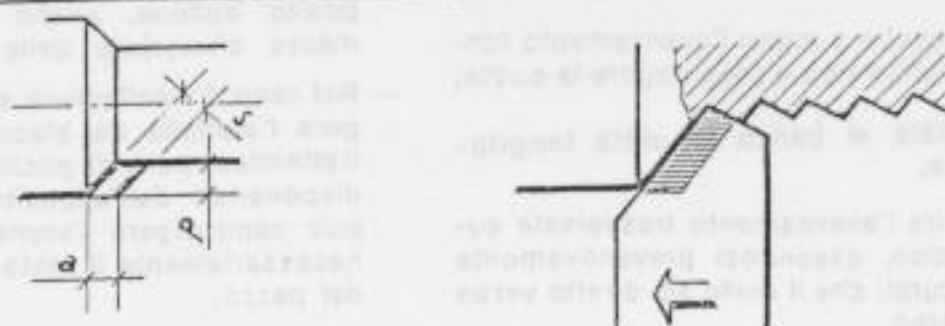
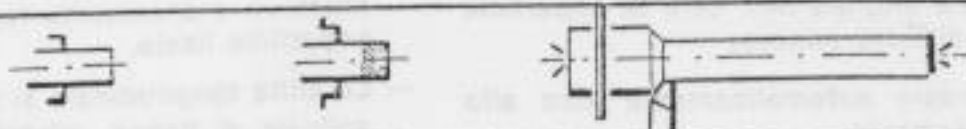
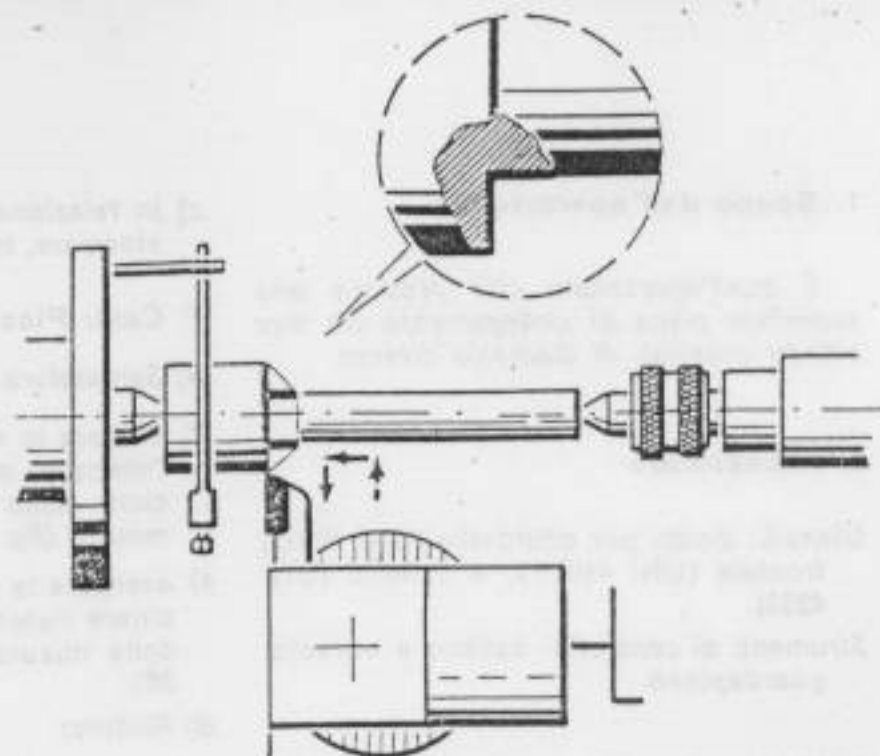
Fig. 3. Pezzo grezzo più o meno lungo, con centro.

FOGLI PILOTA AUSILIARI

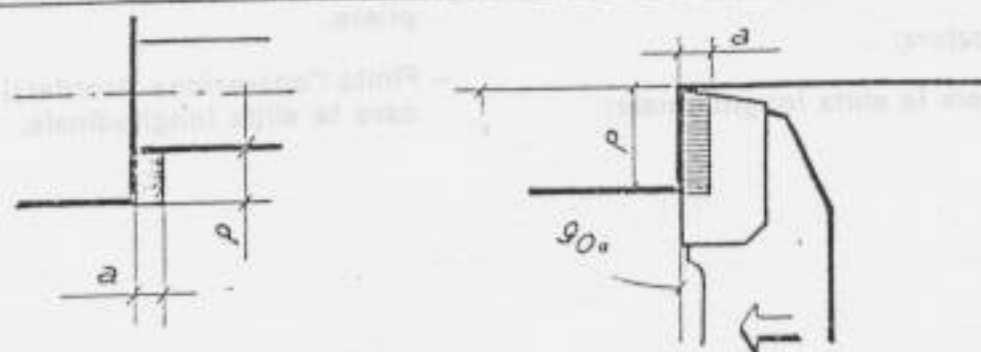
- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 011 - Autocentrante
 » » 012 - Montaggio tra punte
 » » 015 - Misurazioni
 » » 1 - Intestatura

Formula:

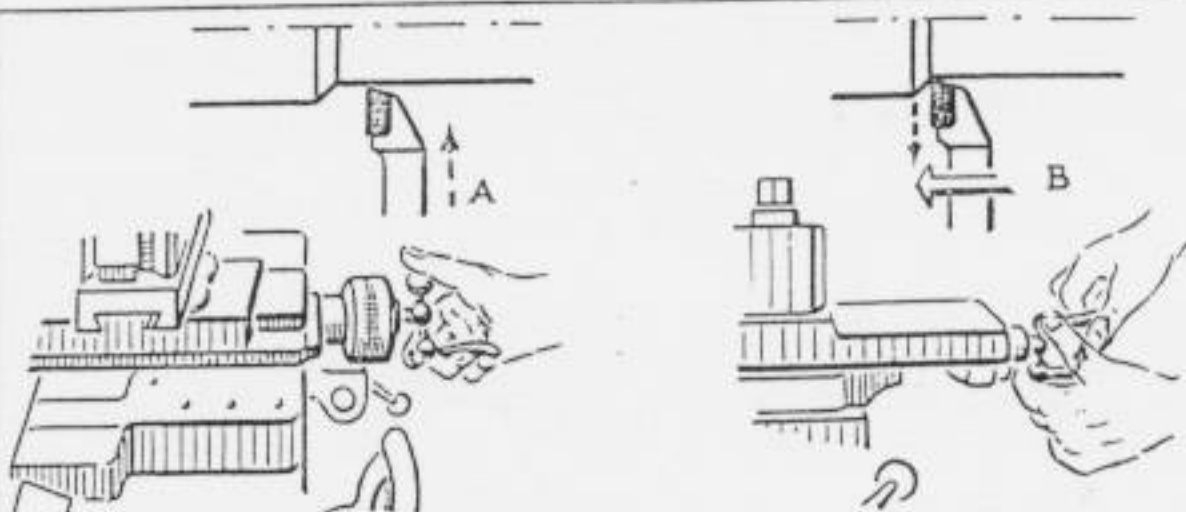
$$\text{Sezione } q = a \times p$$



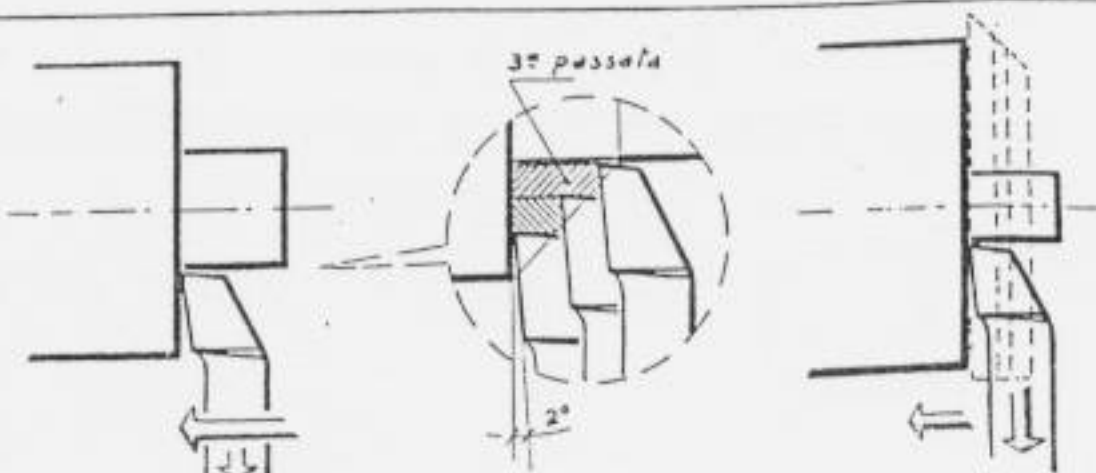
1. Sezione del truciolo nel cilindrare



2. Idem nello sfacciare (UNI 4104 P)



3. Piccoli spallamenti: accostamento (A) e sfacciatura (B)



4. Spallamenti medi (UNI 4253)

Chiamasi spallamento quella superficie piana di collegamento fra due superfici cilindriche coassiali di diametro diverso.

Successione delle fasi di sgrossatura per ottenere:

A) **Piccoli spallamenti** (figg. 1-2)

- a) avanzamento longitudinale con utensile dritto per sgrossatura;
- b) avanzamento longitudinale con utensile a coltello.

B) **Grandi spallamenti:**

utensile frontale con avanzamento trasversale verso l'interno.

Successione delle fasi di finitura (figg. 3-4):

- a) sfioratura del cilindro minore;
- b) avanzamento longitudinale;
- c) avanzamento trasversale verso l'esterno.

Far uso degli arresti.

La slitta longitudinale va bloccata durante la sfacciatura. Finita l'operazione, sbloccarla.

1. Scopo dell'operazione

È quell'operazione che produce una superficie piana di collegamento fra due cilindri coassiali di diametro diverso.

2. Attrezzature

Utensili: diritto per cilindrare (UNI 4247); frontale (UNI 4107P); a coltello (UNI 4253).

Strumenti di controllo: calibro a corsoio, guardapiano.

3. Richiami sul fissaggio dell'utensile a coltello

Per sgrossatura: con il filo tagliente perpendicolare all'asse (fig. 2).

Per finitura: inclinare il tagliente dell'utensile in modo che lavori solo la punta (fig. 4).

NOTA: Per ottenere la perpendicolarità dell'utensile con l'asse di rotazione, si avvicina (a tornio fermo) il tagliente al mandrino autocentrante, oppure al disco menabride.

4. Metodo di lavoro

a) montare il pezzo sul tornio (in genere è già sul tornio per la cilindatura);

b) controllare l'affilatura dell'utensile e collocarlo sul portautensile;

c) in relazione al massimo diametro da sfacciare, impostare il numero di giri.

1° Caso: Piccoli e medi spallamenti

A) Sgrossatura:

d) mettere in moto il tornio e avvicinare l'utensile, mantenendolo a pochi decimi dalla superficie del cilindro minore (fig. 3A);

e) avanzare la slitta portautensili e avvicinare l'utensile fino a pochi decimi dalla misura dello spallamento (fig. 3B);

B) Finitura:

f) sostituire l'utensile con quello di finitura e sfiorare con cura la superficie del cilindro minore;

g) avanzare automaticamente sino allo spallamento;

h) proseguire a mano l'avanzamento longitudinale sino a raggiungere la quota;

i) bloccare al banco la slitta longitudinale;

l) inserire l'avanzamento trasversale automatico, essendosi preventivamente assicurati che il moto sia diretto verso l'esterno.

2° Caso: Grandi spallamenti

A) Sgrossatura:

m) bloccare la slitta longitudinale;

n) iniziare la passata dall'esterno verso l'interno con utensile frontale, sino a pochi decimi dalla misura (F. P. 1T/1b);

o) sostituire l'utensile con quello della fig. 2 e tornire la parte cilindrica.

B) Finitura:

p) procedere in tutto come in f-g-h-i-l.

5. Avvertenze

— Nello spostamento a mano delle slitte far ruotare la rispettiva maniglia sempre con le due mani (fig. 3B) per produrre un avanzamento regolare e una superficie liscia.

— La slitta longitudinale si può rendere solidale al banco, oltretutto con l'apposito bullone, anche con le due mezze chioccioline della vite madre.

— Nel caso di spallamenti sinistri si adopera l'utensile da sfacciare sinistro, trattandosi però di pochi pezzi e non disponendo dell'apposito utensile si può capovolgere l'utensile destro e necessariamente il moto di rotazione del pezzo.

— Nei casi di lavorazioni in serie di pezzi aventi diversi spallamenti, si usano i puntalini di arresto a misure appropriate.

— Finita l'operazione ricordarsi di sbloccare la slitta longitudinale.

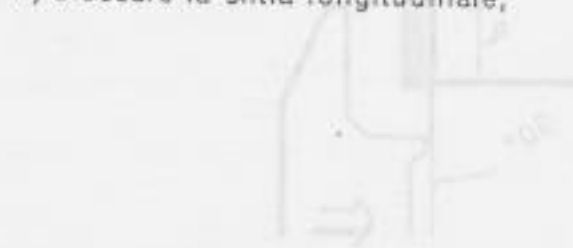


Fig. 3. Spallamenti piccoli e medi (UNI 4253).



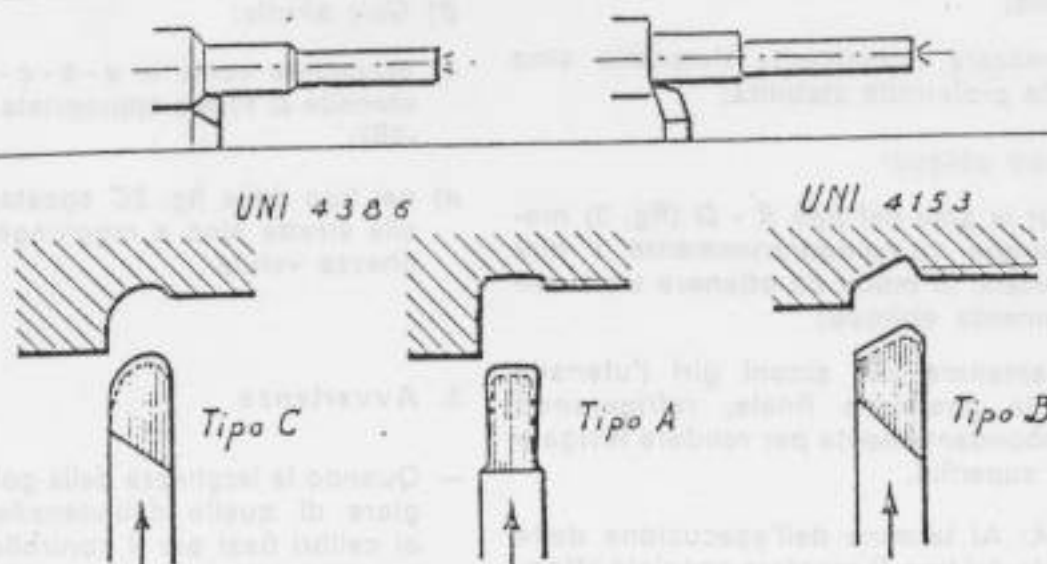
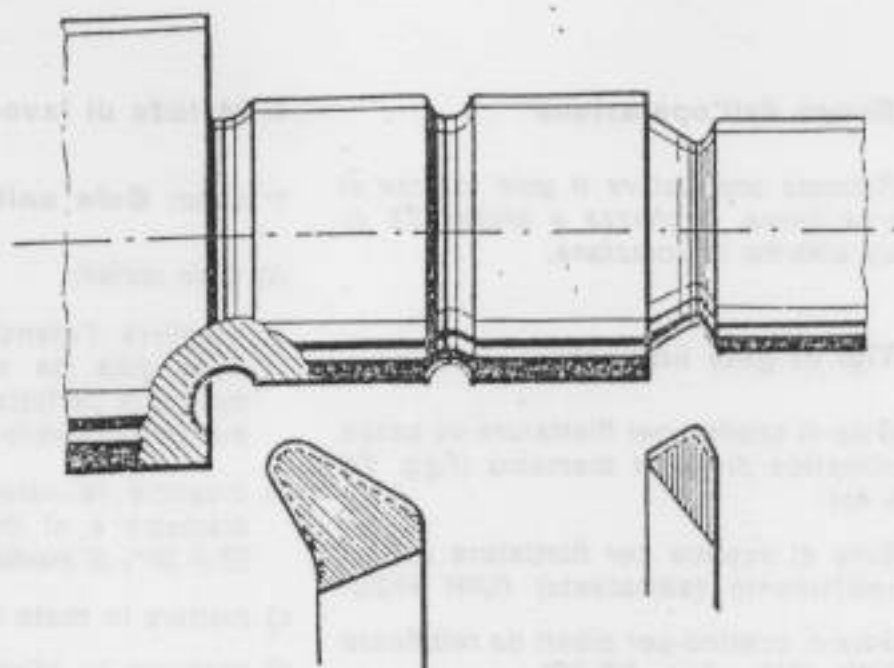
Fig. 4. Spallamenti grandi (UNI 4253).



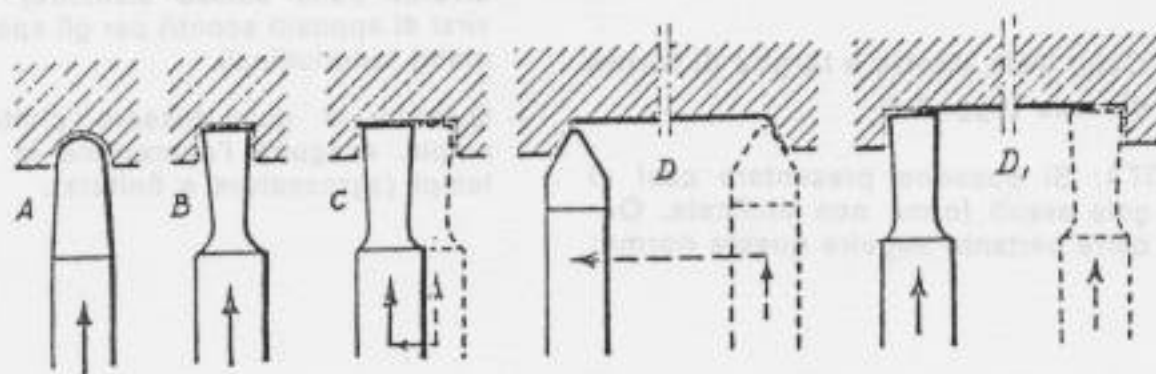
Fig. 5. Spallamenti grandi (UNI 4253).

FOGLI PILOTA AUSILIARI

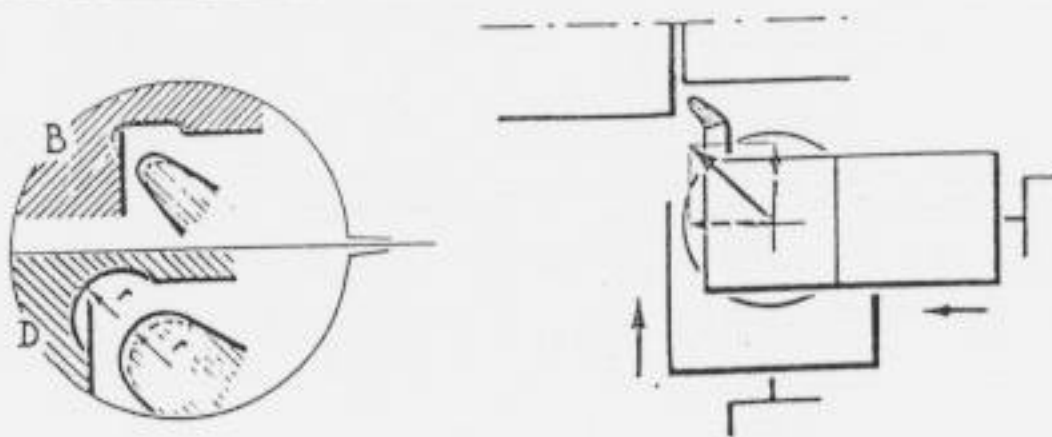
- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 011 - Autocentrante
 » » 012 - Montaggio fra punte
 » » 015 - Misurazioni



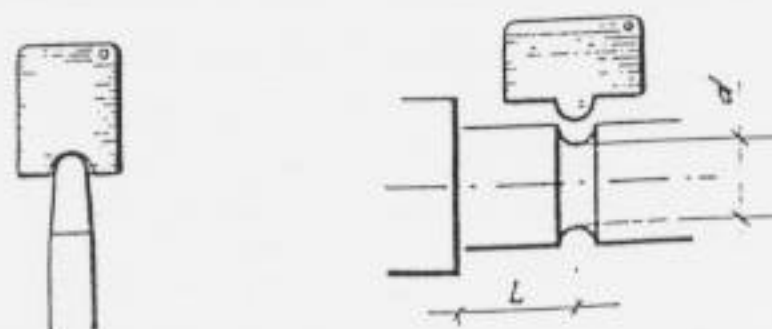
1. Gole di scarico effettuate con avanzamento radiale



2. Gole strette e larghe: utensili e loro spostamento



3. Gole di tipo B e D (UNI 4386): movimenti combinati dell'utensile



4. Controllo geometrico dell'utensile e della gola

Si chiamano gole di scarico quelle scanalature di forme diverse aventi lo scopo di facilitare successive lavorazioni (filature, rettificature ecc.).

Le forme e le misure delle gole sono unificate; occorre attenersi alle misure stabilite usando utensili adatti (fig. 1).

Per le gole non unificate si può spostare l'utensile, oppure usarne uno per la sgrossatura ed un altro per la finitura (fig. 2).

Le forme e misure delle gole non unificate si controllano con appositi calibri fissi (fig. 4).

Secondo il tipo di gola l'utensile potrà avere penetrazione radiale od obliqua (figg. 1-3).

L'entità di penetrazione si ottiene con l'uso dei tamburi graduati.

1. Scopo dell'operazione

Ricavare scanalature o gole esterne di diversa forma, larghezza e profondità su di un cilindro in rotazione.

2. Tipi di gole unificate

- Gole di scarico per filettature su pezzo cilindrico di egual diametro (figg. 2A e 4b).
- Gole di scarico per filettature contro spallamento (sottotesta) (UNI 4133).
- Gole di scarico per alberi da rettificare (UNI 4386 - figg. 3B-3D).

Misure delle gole

Per le filettature sottotesta (UNI 4153 - fig. 1B) gli Angoli sono di 30° e di 60° e la Profondità della gola è sempre un poco minore del diametro interno del filetto, così pure per le gole di scarico su gambo cilindrico. La Larghezza di queste gole è oltre il doppio del passo per piccoli diametri (passo = 0,2; larghezza = 0,5) e va diminuendo con il crescere del passo (passo = 4; larghezza = 5). Il Raggio di raccordo delle gole varia da mm 0,25 a 2 mm.

La Larghezza delle gole per parti da rettificare (UNI 4386 - fig. 3B) varia da mm 1 a 6 e la Profondità sul diametro e sullo spallamento per il tipo della fig. 3D è da 0,1 a 0,4 in meno del diametro e dello spallamento rettificato.

3. Attrezzature

Utensili: di forma corrispondente al tipo di gola da eseguire (figg. 1-3).

Strumenti di controllo: calibro a corsoio, calibri fissi (fig. 4).

4. Metodo di lavoro

1° Caso: Gole unificate (figg. 1-3)

A) Gole radiali:

- scegliere l'utensile avente la forma della gola da eseguire, assicurarsi della sua perfetta efficienza e fissarlo sul portautensile;
- disporre la velocità in relazione al diametro e al materiale (minore del 20 al 30% di quella per la sgrossatura);
- mettere in moto il tornio;
- eseguire la sfioratura del cilindro e azzerare il tamburo del carro trasversale;
- avanzare radialmente l'utensile sino alla profondità stabilita;

B) Gole oblique:

- per le gole del tipo B - D (fig. 3) manovrare contemporaneamente i due carrelli, in modo da ottenere un avanzamento obliquo;
- mantenere per alcuni giri l'utensile nella posizione finale, refrigerando abbondantemente per rendere levigate le superfici.

NOTA: Al termine dell'esecuzione della gola del tipo D prestare speciale attenzione nel ritiro dell'utensile, operando simultaneamente sui due carrelli.

2° Caso: Gole strette o larghe di forma diversa (figg. 2-4)

NOTA: Si possono presentare casi di gole aventi forma non unificata. Occorre pertanto seguire queste norme:

A) Gole larghe:

- procedere come in a - b - c - d;
- tornire a pochi decimi del diametro voluto con utensile da cilindrare (fig. 2D);
- con utensile frontale finire lo spallamento dal lato sinistro e quindi dal lato destro sino al diametro esatto (fig. 2D');
- misurare la larghezza dello spallamento e se è necessario correggere;
- innestare l'avanzamento automatico longitudinale e tornire il fondo della gola.

B) Gole strette:

- procedere come in a - b - c - d - e con utensile di forma appropriata (figg. 2A - 2B);
- nel tipo della fig. 2C spostare l'utensile stretto sino a raggiungere la larghezza voluta.

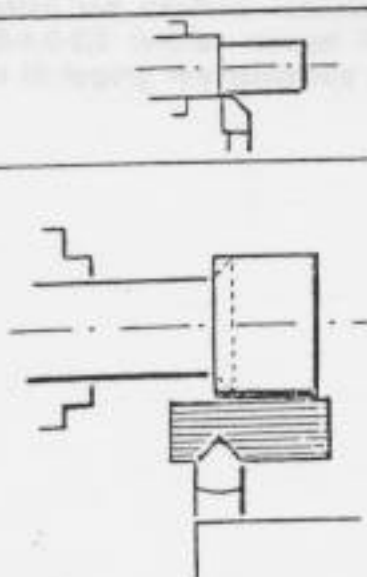
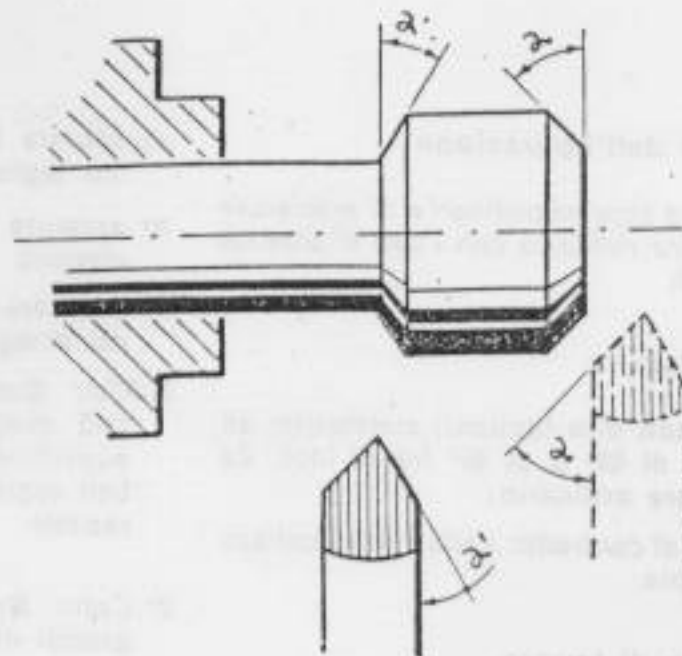
5. Avvertenze

- Quando la larghezza della gola è maggiore di quella dell'utensile servirsi di calibri fissi per il controllo (fig. 4).
- Per gole e scanalature su pezzi in serie (specie quando le gole fossero diverse sullo stesso diametro) servirsi di appositi scontri per gli spostamenti longitudinali.
- Quando le gole fossero piuttosto ampie, eseguire l'operazione in due tempi (sgrossatura e finitura).

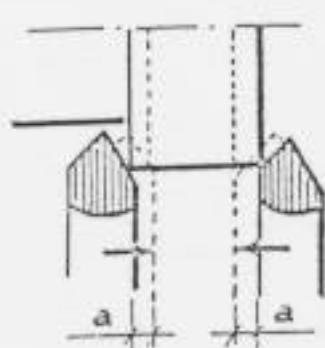
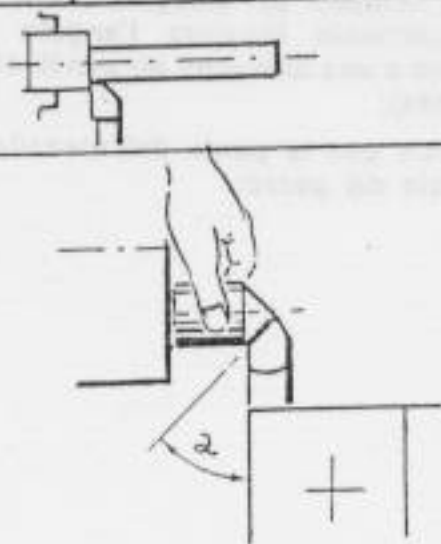


FOGLI PILOTA AUSILIARI

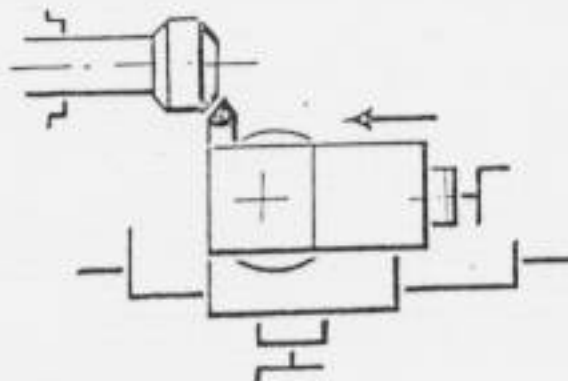
- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 07 - Affilatura
 » » 010 - Fissaggio utensile
 » » 015 - Misurazione



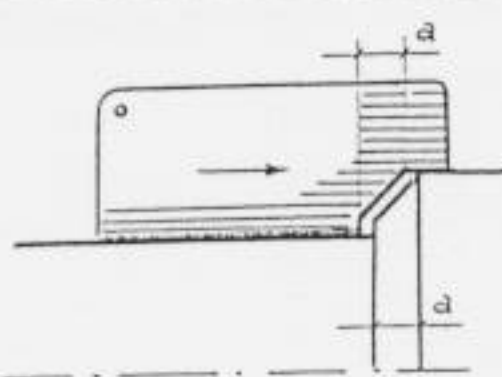
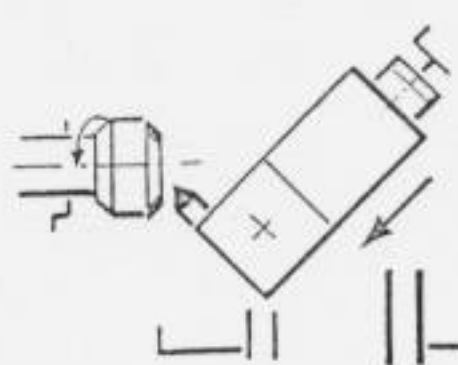
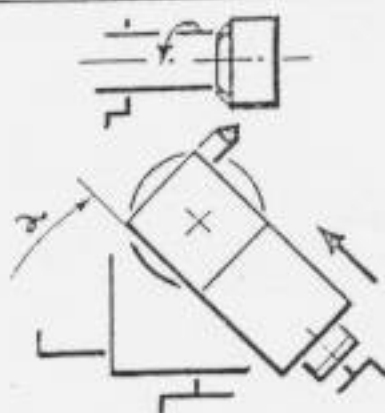
1. Posizionamento dell'utensile



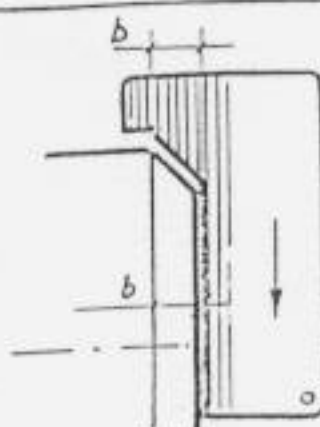
2. Azzeramento del tamburo e alimentazione a mano



3. Smussatura ampia di precisione (inclinazione carrello)



4. Controllo con sagome fisse



È l'operazione con la quale si asportano gli spigoli vivi dei pezzi torniti, allo scopo:

- a) di ottenere un migliore effetto estetico;
- b) di proteggere le superfici del pezzo da eventuali ammaccature;
- c) di evitare pericoli di ferite a causa delle sbavature;
- d) di ottenere una protezione nella prima spira del filetto.

Gli smussi si possono ottenere con moto radiale o longitudinale (fig. 2).

Quelli di precisione o di grandi dimensioni si ottengono con moto obliquo inclinando la slitta portautensili (fig. 3).

La forma e le dimensioni degli smussi sono unificate nelle tabelle UNI 148 e 3975.

Controllo degli smussi con calibri fissi (fig. 4).

1. Scopo dell'operazione

Eseguire smussi ordinari o di precisione della misura richiesta con l'uso di utensili appropriati.

2. Attrezzature

Utensili: con due taglienti simmetrici ad angolo di 60° o di 90° fra di loro, da cilindrare ordinario;

Strumenti di controllo: calibri fissi, calibro a corsoio.

3. Metodo di lavoro

1° Caso: Smussi ordinari destri o sinistri:

- scegliere l'utensile adatto e assicurarsi dell'efficienza del tagliente;
- collocare l'utensile ad altezza esatta e al giusto angolo (fig. 1);

c) sfiorare lo spigolo del pezzo con il filo tagliente dell'utensile;

d) azzerare il tamburo della slitta portautensili;

e) avanzare la slitta della misura indicata dal disegno (fig. 2).

NOTA: Quando lo smusso è ampio (3-5 mm), per ottenere una buona superficie è necessario avere le slitte ben registrate e abbondante refrigerazione.

2° Caso: Smussi di precisione e di grandi dimensioni:

f) inclinare la slitta portautensili dell'angolo richiesto dal disegno, o del suo complemento (qualora l'angolo sia riferito a una direzione perpendicolare all'asse);

g) sfiorare con la punta dell'utensile lo spigolo del pezzo;

h) azzerare il tamburo graduato della slitta trasversale;

i) per le successive passate manovrare la slitta trasversale;

j) l'avanzamento dell'utensile per ottenere lo smusso si realizza con la slitta portautensili;

4. Avvertenze

— Per pochi pezzi, il controllo si può fare con l'asta di profondità del calibro a corsoio.

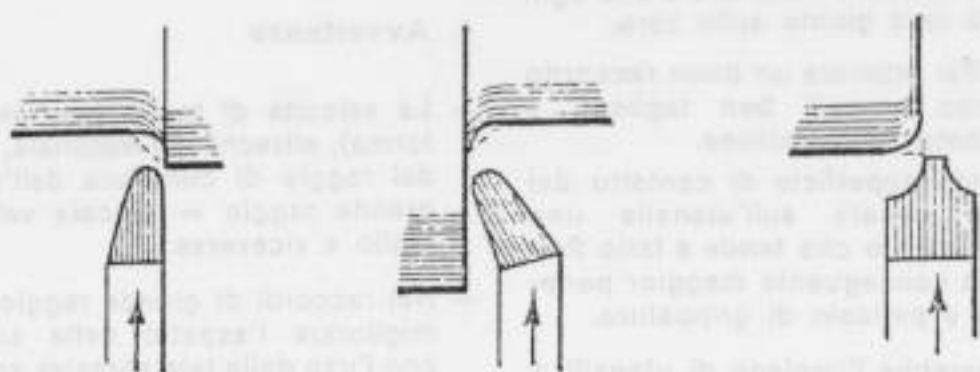
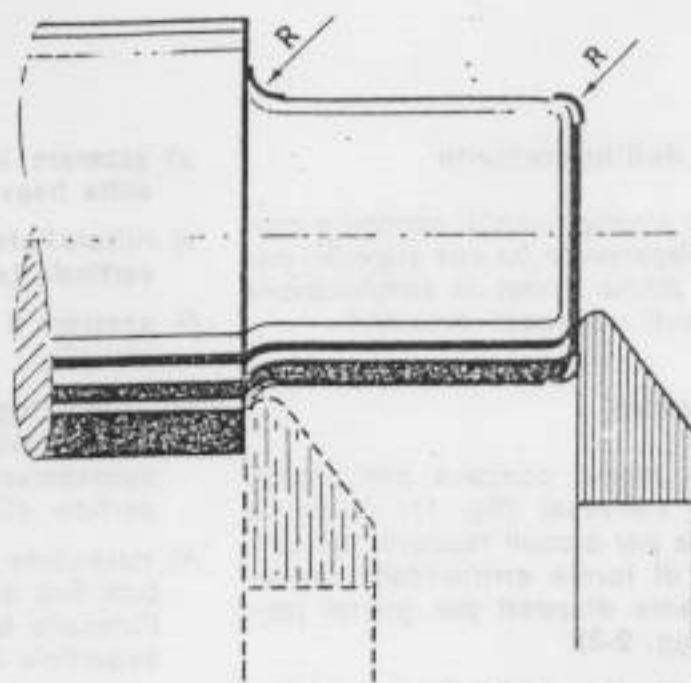
— Gli smussi di estremità delle viti hanno valore uguale al passo e angolo di 45°.

— Gli smussi unificati per estremità di perni hanno valore: 0,2-0,4-0,6-1-1,5-2,5-4 suddivisi per gruppi di diametri.

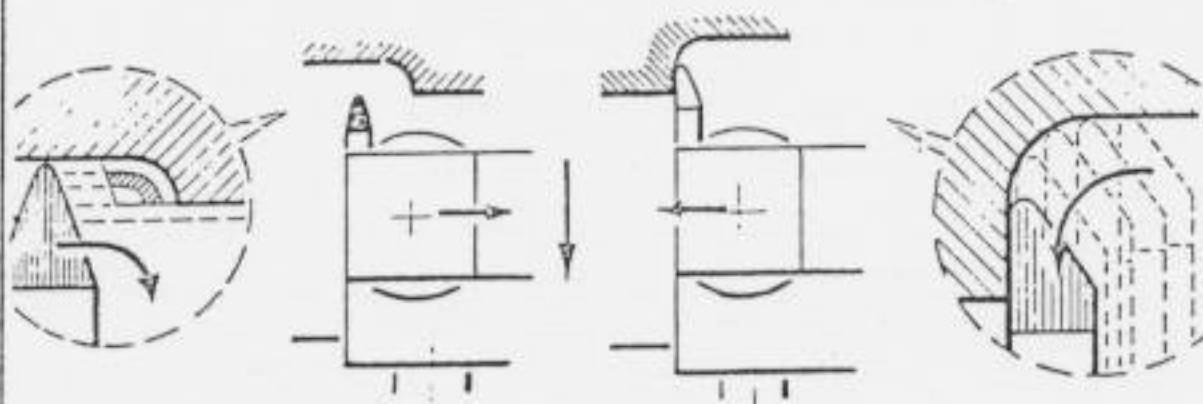


FOGLI PILOTA AUSILIARI

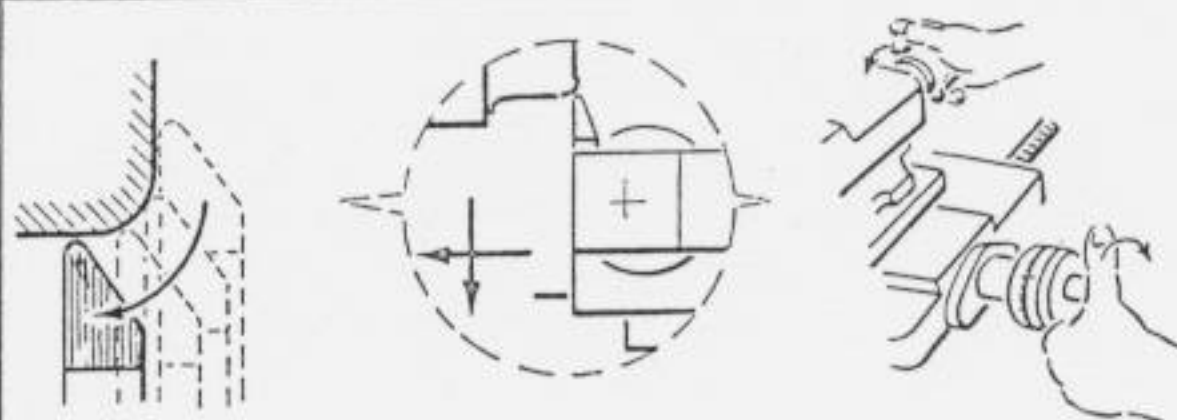
- F. P. 09 - Velocità di taglio
 » » 010 - Fissaggio utensile
 » » 015 - Misurazioni
 » » 7 - Spallamenti
 » » 37 - Finitura superfici



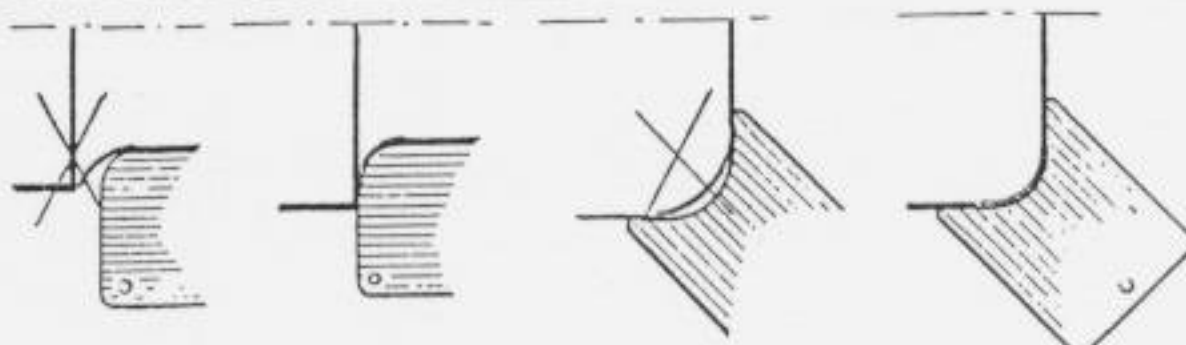
1. Alimentazione unica (con utensili di forma)



2. Alimentazione combinata (con utensili a punta arrotondata)



3. Idem per raccordi convessi



4. Controllo con sagome fisse

Chiamasi **raccordo** quella superficie curva continua che collega normalmente una superficie cilindrica con una piana.

Possono essere **concavi** o **convessi**:

- a) quelli concavi servono di rinforzo (per evitare rotture);
- b) quelli convessi per evitare fette, per migliorare l'effetto estetico, per facilitare l'imbocco di organi di scorrimento.

Piccoli raccordi si ottengono con utensili di forma (fig. 1); quelli più grandi con utensili arrotondati e combinazione dei due movimenti: longitudinale e trasversale.

In questo caso si richiede molta abilità per il buon coordinamento fra *occhio* e *mani* (fig. 3).

Il controllo si effettua con calibri fissi: raggimetri (fig. 4).

1. Scopo dell'operazione

Eseguire arrotondamenti concavi e convessi di collegamento fra due superfici con utensili di forma o con la combinazione dei movimenti ortogonali dei carri.

2. Attrezzature

Utensili: di forma concava per piccoli raccordi convessi (fig. 1); di forma convessa per piccoli raccordi concavi (fig. 1); di forma arrotondata convenientemente disposti per grandi raccordi (figg. 2-3).

Mezzi di controllo: calibri fissi a raggio, per superfici concave o convesse: raggimetri $R = 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,8 - 1 - 1,2 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40$ - ecc.

3. Metodo di lavoro

NOTA: Per i raccordi concavi si deve lasciare il soprammetallo necessario nell'operazione di tornitura (fig. 1).

A) Per piccoli raccordi concavi:

- scegliere l'utensile con raggio di curvatura corrispondente al disegno, e assicurarsi dell'efficienza del tagliente;
- disporlo leggermente sottocentro (per impedire che si pianti nel pezzo) e opportunamente orientato rispetto alle superfici da raccordare (fig. 1);
- sforare con la parte corrispondente la superficie cilindrica;

d) azzerare il tamburo graduato della slitta trasversale;

e) ritirare l'utensile e sfiorare la superficie verticale (spallamento);

f) azzerare il tamburo della slitta porta-utensili;

g) ritirare leggermente l'utensile e iniziare l'avanzamento trasversale di sgrossatura (fino a mm 0,1 dalla superficie cilindrica);

h) riprendere lo stesso ciclo per la finitura fino al diametro esatto e ritirare l'utensile facendolo scorrere verso la superficie del cilindro.

B) Per piccoli raccordi convessi:

i) sfiorare successivamente con i due estremi dei taglienti le rispettive superfici e azzerare i relativi tamburi;

j) effettuare l'avanzamento alternativamente con le due slitte fino a che ogni tamburo sarà giunto sullo zero.

NOTE: 1) Per ottenere un buon raccordo occorrono utensili ben taglienti e abbondante refrigerazione.

2) La grande superficie di contatto del tagliente genera sull'utensile uno sforzo rilevante che tende a farlo flettere, con conseguente maggior penetrazione e pericolo di grippatura.

Ideale sarebbe l'impiego di utensili a testa abbassata o con il piano d'appoggio in linea con il tagliente (F. P. 010T/8).

C) Per grandi raccordi concavi e convessi:

m) disporre l'utensile all'altezza dell'asse e convenientemente orientato;

n) effettuare le passate coordinando opportunamente i movimenti delle slitte (figg. 2-3);

o) controllare sovente con i calibri a sagoma.

NOTA: L'unica guida nell'esecuzione di questi raccordi è l'esercizio ripetuto di coordinamento dei moti dei carri in base all'osservazione visiva dell'arco che si sta producendo.

Per avere un'idea più esatta della forma dell'arco, non si deve seguire con l'occhio il moto dell'utensile, ma tracciare il profilo in costruzione contro un foglio di carta bianca collocato sul banco del tornio.

4. Avvertenze

— La velocità di taglio (per utensili di forma), oltreché dal materiale, dipende dal raggio di curvatura dell'utensile: grande raggio = piccola velocità di taglio e viceversa.

— Nei raccordi di grande raggio, si può migliorare l'aspetto della superficie con l'uso della tela abrasiva sostenuta e guidata da un supporto adatto (F. P. 37T).



FOGLI PILOTA AUSILIARI

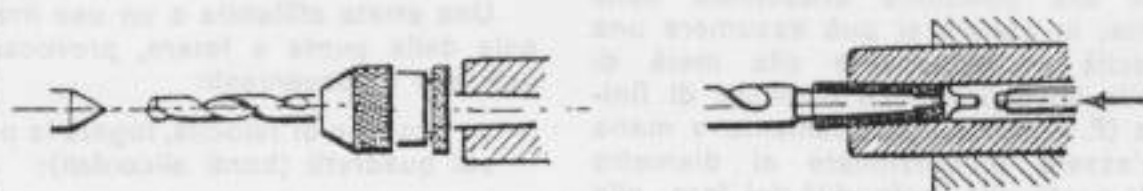
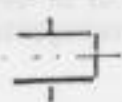
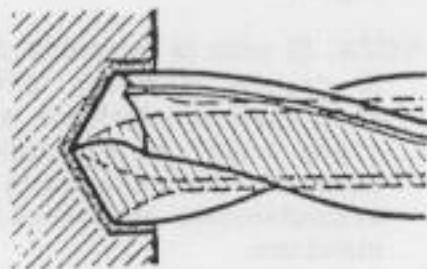
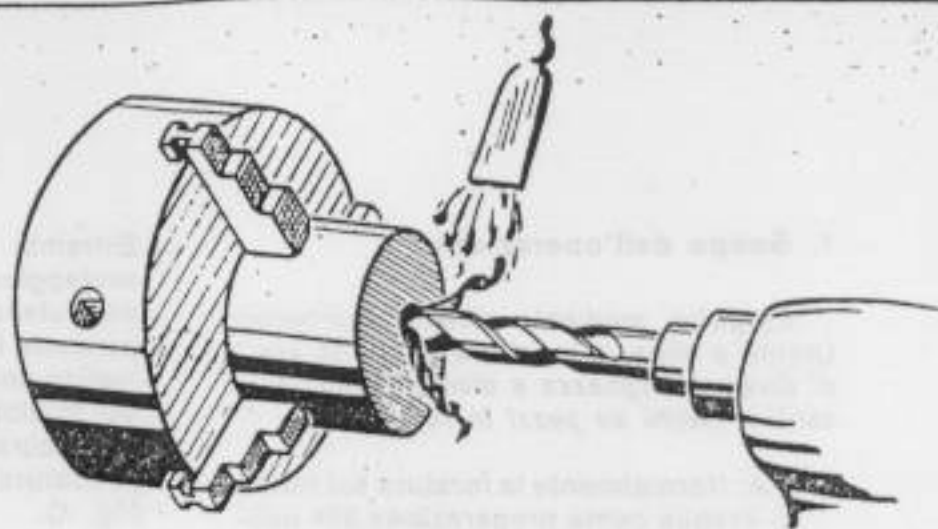
F. P. 012 - Montaggio tra punte

» » 014 - Autocentrante

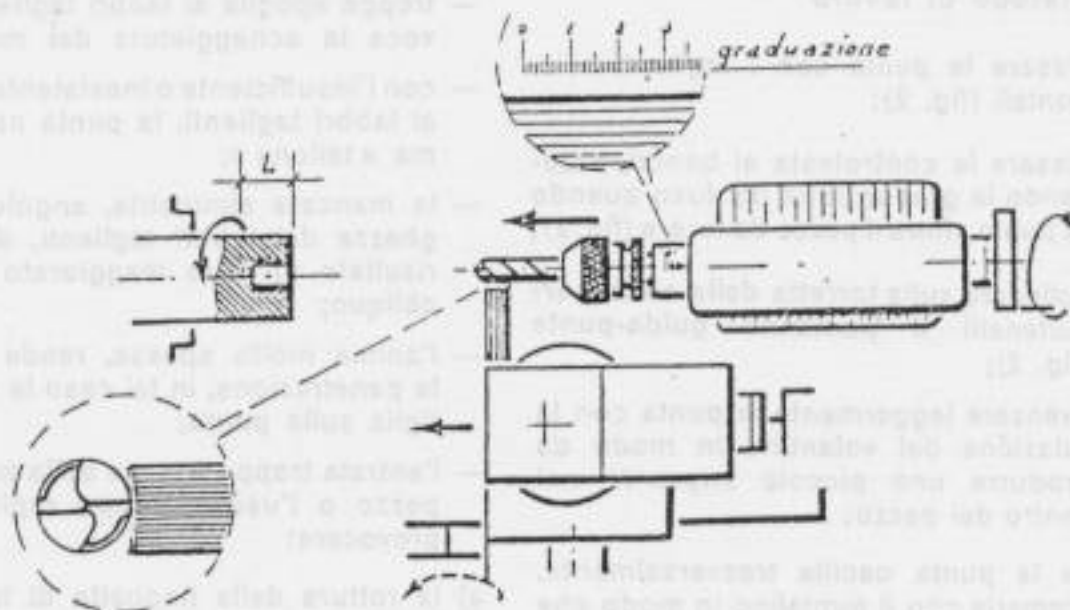
» » 015 - Misurazioni

» » 1 - Intestatura

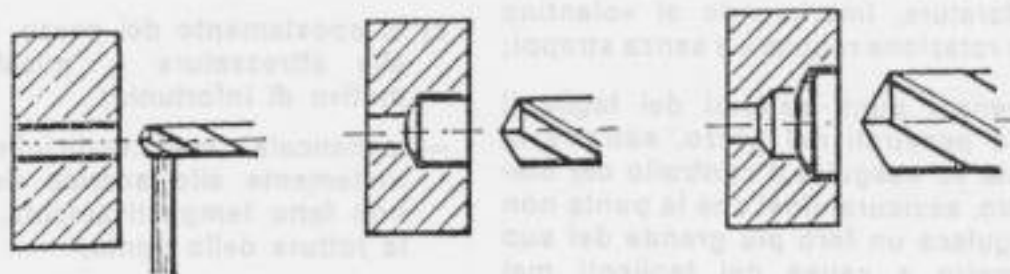
» » 2 - Centatura



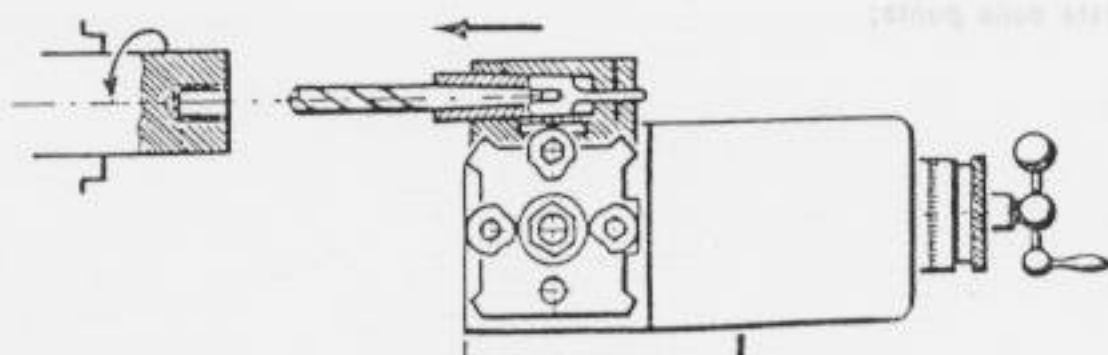
1. Fissaggio punte (mandrino e cono)



2. Movimenti, appoggio e controllo profondità



3. Esempi di forature successive



4. Fissaggio per avanzamento automatico

È l'operazione mediante la quale si asporta il nucleo centrale di pezzi in rotazione.

Norme generali per:

- fissaggio del pezzo;
- velocità di taglio;
- fissaggio della punta:
 - a) nel fuso della controtesta;
 - b) nel portautensile.

Norme particolari per:

- a) inizio della foratura;
- b) termine della foratura;
- c) fori profondi;
- d) fori di grande diametro;
- e) misura della profondità;
- f) scarico dei trucioli;
- g) refrigerazione.

Occorre conoscere bene i principali motivi della rottura delle punte, onde poterli evitare.

1. Scopo dell'operazione

Eseguire, mediante utensili appropriati (punte a elica, a lancia, a cannone ecc.) di diversa lunghezza e diametro, fori passanti e ciechi su pezzi in rotazione.

NOTA: Normalmente la foratura sul tornio si esegue come preparazione alle operazioni di alesatura, filettatura ecc.

2. Attrezzature

Utensili: punte da forare di forma, in lunghezza e diametri adeguati al lavoro.

Strumenti di controllo: riga millimetrata, calibro a corsoio, calibro fisso per affilatura punte.

Mezzi ausiliari: mandrino portapunte, coni di riduzione, puntalino guida-punte.

3. Preparazione della punta elicoidale

Consiste nel controllare con apposito calibro la simmetria dei labbri taglienti della punta e gli angoli di spoglia; se necessario, riaffilarla razionalmente.

Materiale da lavorare - inclinazione dell'elica - angolo fra i taglienti.

Valori ideali per lavorazioni di grande produzione.

Materiale	Incl. elica	Angolo fra i taglienti
Acciaio Ghisa	25° - 30°	118°
Alluminio Rame	45°	140°
Ottone Bronzo	10° - 15°	130°
Magnesio Elektron	10° - 15°	100°
Marmo	10° - 15° c. int. vert.	90°
Celluloide Fibra Celeron	10° - 15°	70°

4. Richiami sul fissaggio della punta

— Punta a gambo cilindrico fino a 13 mm si montano sul mandrino portapunte collocato sul fuso della controtesta (fig. 1).

— Punta a gambo conico si fissano direttamente o con bussola di riduzione nel fuso della controtesta (fig. 1).

— Entrambi i tipi di punte si possono vantaggiosamente fissare su apposito portautensile della torretta, ciò che permette l'uso dell'avanzamento automatico della punta e un rapido scarico dei trucioli. In questo caso è necessario curare bene l'allineamento e la centratura della punta con il pezzo (fig. 4).

NOTA: Si evita la rotazione di una punta di grande diametro infilandola nel cono della controtesta e fissandola a una brida che appoggia sul carro superiore. La controtesta dev'essere assolutamente assiale con l'asse del mandrino.

5. Velocità e avanzamento

La velocità di taglio dev'essere più bassa che nelle trapanatrici, a causa della difficoltà della refrigerazione dovuta alla posizione orizzontale della punta; in genere si può assumere una velocità corrispondente alla metà di quella impiegata nella tornitura di finitura (F. P. 09T). L'avanzamento a mano dev'essere proporzionato al diametro della punta, alla profondità del foro, alla qualità del materiale ecc.

6. Metodo di lavoro

- fissare la punta con i taglienti orizzontali (fig. 2);
- fissare la controtesta al banco, azzerando la graduazione del fuso quando la punta sfiora il pezzo da forare (fig. 2);
- collocare sulla torretta della slitta portautensili il puntalino guida-punte (fig. 2);
- avanzare leggermente la punta con la rotazione del volantino in modo da produrre una piccola impronta nel centro del pezzo;
- se la punta oscilla trasversalmente, premerla con il puntalino in modo che essa lavori con un solo tagliente;
- quando la punta cessa di oscillare, allontanare il puntalino e continuare la foratura, imprimendo al volantino una rotazione regolare e senza strappi;
- appena i punti estremi dei taglienti sono penetrati nel pezzo, estrarre la punta ed eseguire il controllo del diametro, assicurandosi che la punta non eseguisca un foro più grande del suo diametro a causa dei taglienti mal affilati;
- scaricare sovente i trucioli, pulire la punta con il pennello e refrigerare la testa della punta;

i) il controllo della profondità del foro può eseguirsi con:

- riga metrica;
- tamburo graduato sul volantino della controtesta;
- con la graduazione millimetrica del fuso (fig. 2).

NOTA: Particolari condizioni di lavoro giustificano una eventuale foratura preventiva; tali condizioni saranno illustrate durante lo svolgimento del lavoro dall'istruttore.

Quando si deve ottenere un foro a misura con superficie relativamente liscia, si esegue prima il foro con punta di $\varnothing$ ridotto e quindi lo si allarga con punta elicoidale di $\varnothing$ definitivo, usando abbondante refrigerante.

7. Avvertenze

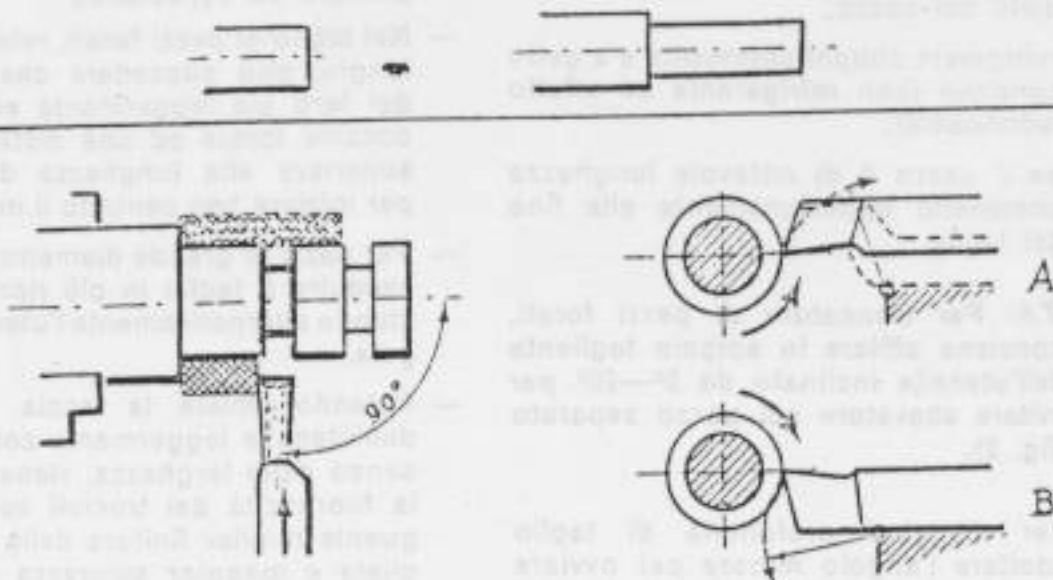
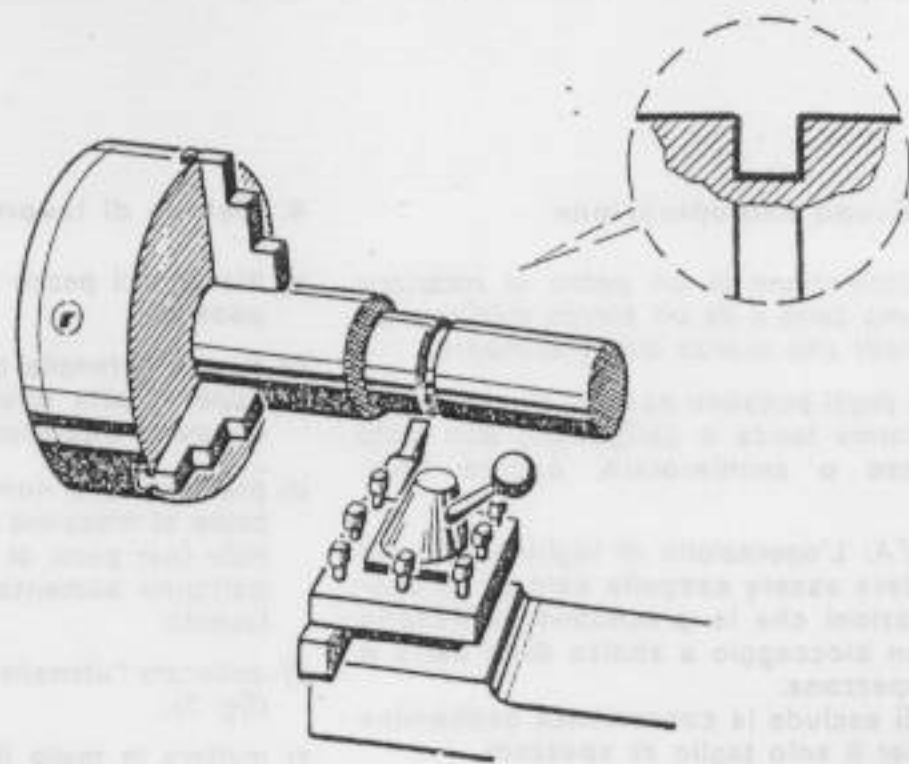
Una errata affilatura o un uso irrazionale della punta a forare, provocano i seguenti inconvenienti:

- un eccesso di velocità, logora la punta sul quadretti (bordi elicoidali);
- un eccesso di avanzamento, provoca un forte consumo della punta sul centro (anima);
- troppa spoglia ai labbri taglienti, provoca la scheggiatura dei medesimi;
- con l'insufficiente o inesistente spoglia ai labbri taglienti, la punta non taglia ma « tallona »;
- la mancata simmetria, angolo e lunghezza dei labbri taglienti, dà come risultato un foro maggiorato oppure obliquo;
- l'anima molto spessa, rende difficile la penetrazione, in tal caso la si assottiglia sulla punta;
- l'entrata troppo brusca della punta nel pezzo o l'uscita troppo rapida, può provocare:
 - la rottura della linguetta di trascinamento o la rotazione del codolo nei morsetti del mandrino;
 - la rottura della punta a forare;
 - lo spostamento del pezzo, con danni alle attrezzature e, quasi sempre, motivo di infortunio;
- la mancata o inefficiente lubrificazione, unitamente allo scarico dei trucioli, non fatto tempestivamente, favorisce la rottura della punta;
- Il riscaldamento eccessivo della punta-pezzo, riduce la durata effettiva della punta elicoidale.

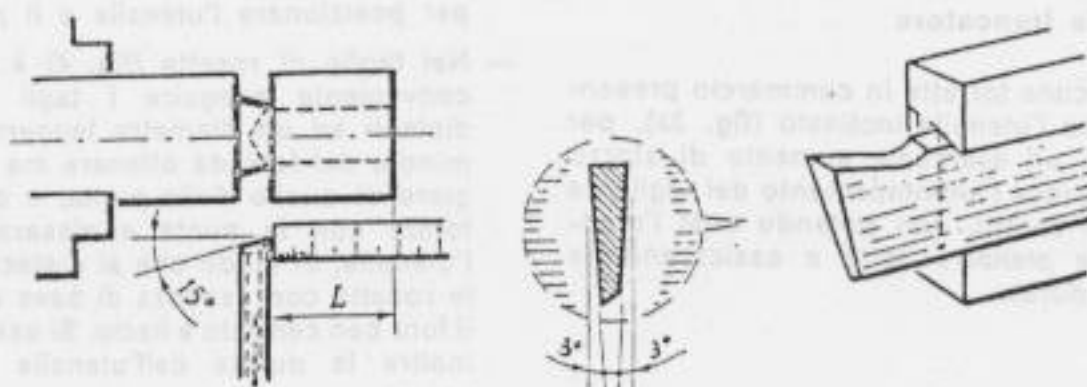


FOGLI PILOTA AUSILIARI

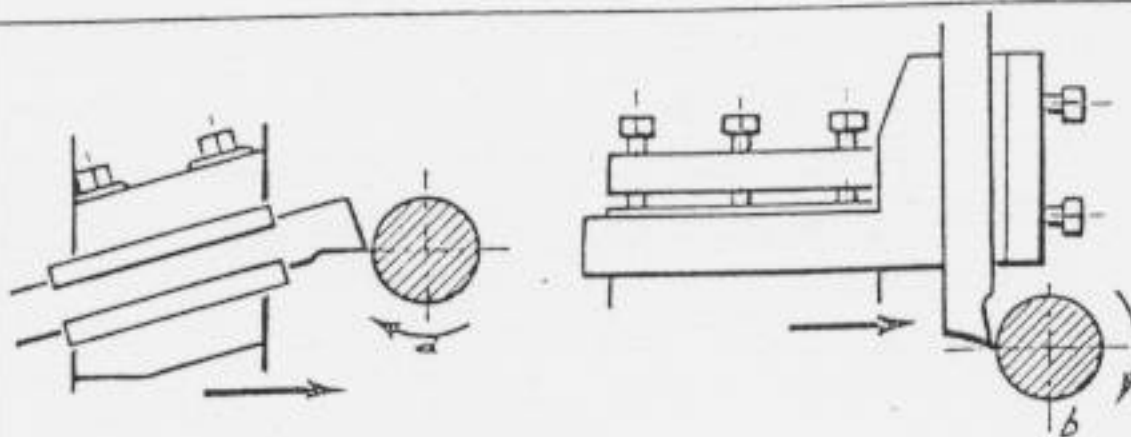
- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 010 - Fissaggio utensile
 » » 9 - Smussi
 » » 11 - Foratura



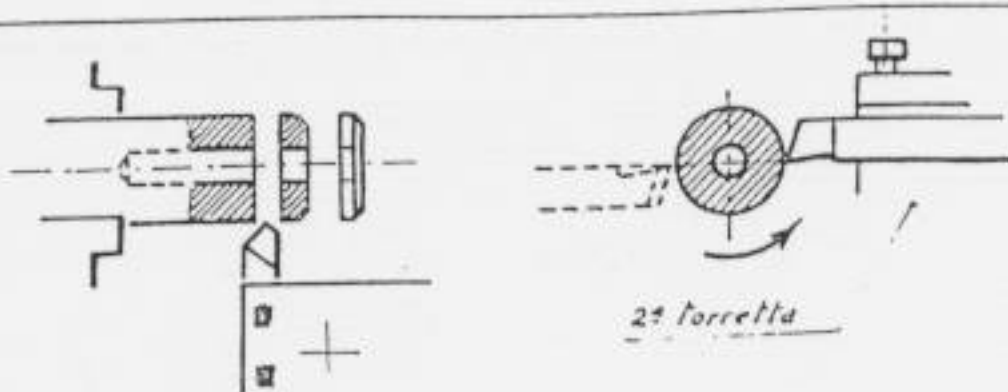
1. Troncatura di pezzi con battuta



2. Troncatura di pezzi forati



3. Posizionamenti speciali dell'utensile



4. Esempio di smussatura e taglio di rosette

Per troncatura s'intende l'operazione mediante la quale si opera il distacco di un pezzo da una barra in rotazione con l'impiego di utensili troncatori.

Può realizzarsi su barre piene o forate.

Occorre predisporre razionalmente:

- la forma e gli angoli degli utensili;
- la posizione dell'utensile;
- il fissaggio dei pezzi;
- la refrigerazione.

L'operazione è molto delicata a causa dell'attrito dei trucioli fra le pareti del taglio; occorre pertanto:

- affilatura perfetta;
- regolarità di avanzamento;
- velocità adeguata;
- refrigerazione abbondante.

1. Scopo dell'operazione

Separazione di un pezzo in rotazione da una barra o da un blocco mediante un utensile che avanza trasversalmente.

I pezzi possono essere: pieni o forati; di forma tonda o poligonale; allo stato grezzo o semilavorato, oppure finiti.

NOTA: L'operazione di taglio sul tornio deve essere eseguita solo se le operazioni che la precedono richiedono un bloccaggio a sbalzo della barra o spezzone.

Si esclude la convenienza economica per il solo taglio di spezzoni.

2. Richiami sul fissaggio

- *dei pezzi:* su piattaforme varie (in genere su mandrino autocentrante); per pezzi lunghi, di diametro superiore al foro del mandrino: con mandrino autocentrante e lunetta fissa; per tagli a notevole distanza dall'estremità libera, sostenere questa con la contropunta;
- *degli utensili:* possibilmente capovolto (fig. 1A), perché questa posizione favorisce l'entrata del refrigerante fra il truciolo e l'utensile e fra il truciolo e il pezzo.

Soluzioni migliori si possono avere con portautensili speciali, come illustra la fig. 3.

3. Attrezzature

Utensili: a testa rastremata di larghezza minima (UNI 4254; F. P. 05T); barrette da taglio trapezoidali, con portautensile (fig. 2).

Mezzi di controllo: calibro a corsoio, riga metrica, scontri a misura.

4. Metodo di lavoro

- a) bloccare il pezzo nel modo più rigido possibile;
- b) fissare l'utensile capovolto osservandone l'esatta posizione in altezza e direzione trasversale (fig. 1A);
- c) predisporre il numero di giri in relazione al massimo diametro del materiale (per pezzi di grande diametro si potranno aumentare i giri durante il lavoro);
- d) collocare l'utensile alla distanza esatta (fig. 2);
- e) mettere in moto il tornio e avanzare trasversalmente fino al distacco completo del pezzo;
- f) refrigerare abbondantemente e a getto continuo (con refrigerante ad effetto lubrificante);
- g) se il pezzo è di notevole lunghezza sostenerlo opportunamente alla fine del taglio.

NOTA: Per troncature di pezzi forati, conviene affilare lo spigolo tagliente dell'utensile inclinato da 5° — 20° per evitare sbavature sul pezzo separato (fig. 2).

Per maggiori profondità di taglio adottare l'angolo minore per ovviare alla deviazione laterale dell'utensile.

5. Posizionamenti speciali dell'utensile troncatore

- a) Alcune torrette in commercio presentano l'utensile inclinato (fig. 3a), per cui un eventuale aumento di sforzo provoca l'allontanamento del tagliente dal centro, non potendo così l'utensile prendere sotto e assicurandone la durata.

- b) Un altro sistema assai pratico è quello di collocare l'utensile troncatore verticalmente su apposito portautensile a squadra (fig. 3b); gli angoli dell'utensile sono invertiti, cioè: 20° — 30° sulla testa, 6° — 8° sul gambo.

La rottura dell'utensile è quasi impossibile, perché le forze di taglio sono dirette parallelamente all'asse dello stesso.

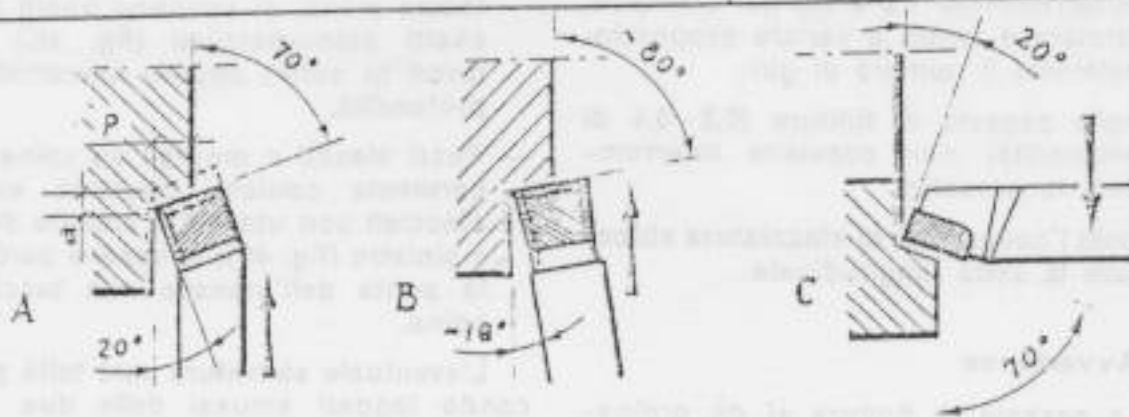
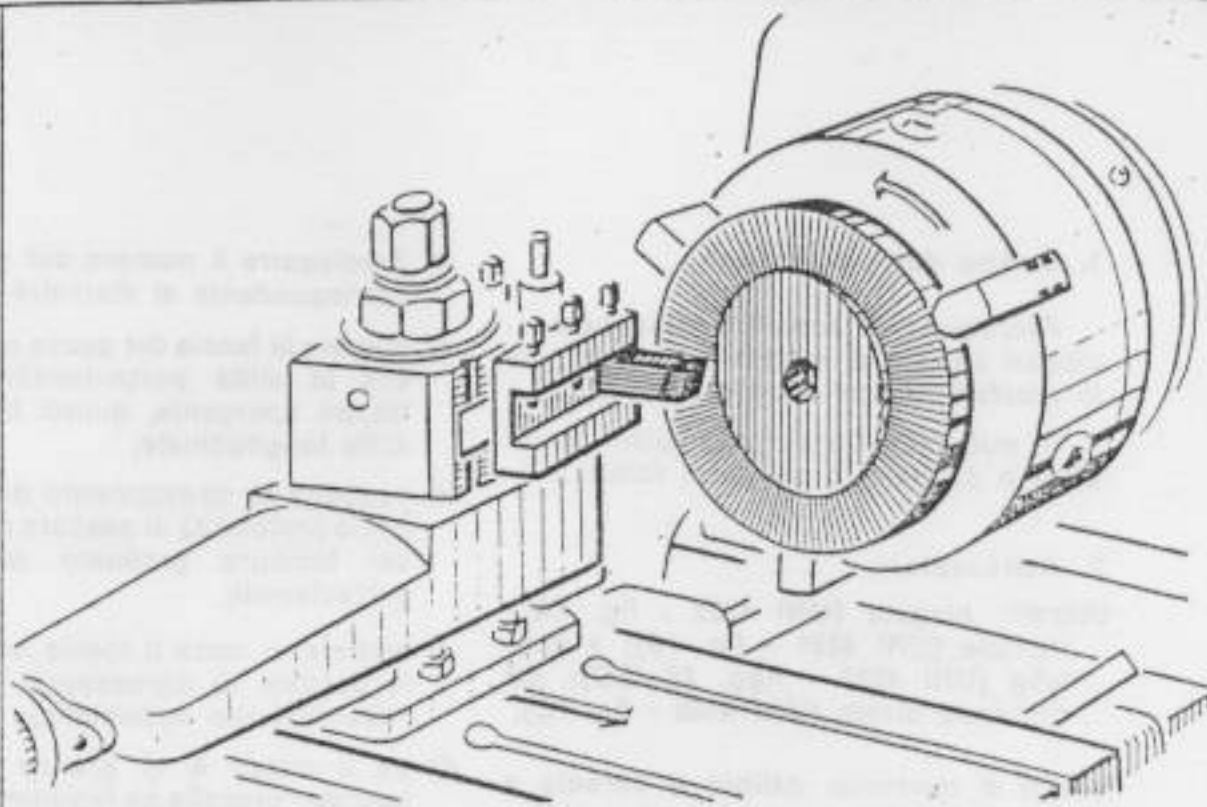
6. Avvertenze

- Per pezzi eccentrici, grezzi od ossidati, il primo contatto dell'utensile da taglio con la superficie del pezzo si deve realizzare a bassa velocità (conviene in questo caso una preparazione con utensile da sgrossare.)
- Nel taglio di pezzi forati, relativamente lunghi, può succedere che il fondo del foro sia leggermente eccentrico; occorre forare ad una distanza poco superiore alla lunghezza del pezzo, per iniziare ben centrato il nuovo foro.
- Per pezzi di grande diametro conviene eseguire il taglio in più riprese, spostando alternativamente l'utensile nella gola.
- Potendo affilare la faccia superiore dell'utensile leggermente concava nel senso della larghezza, viene facilitata la fuoruscita dei trucioli con conseguente miglior finitura delle facce tagliate e maggior sicurezza dell'utensile.
- Per tagli di pezzi in serie della stessa lunghezza, servirsi di appositi scontri per posizionare l'utensile e il pezzo.
- Nel taglio di rosette (fig. 4) è assai conveniente eseguire i tagli equidistanti ad un diametro leggermente minore del foro da ottenere ma maggiore di quello della punta, e quindi forare con la punta e alesare con l'utensile, in modo che si distacchino le rosette con assenza di bava e con il foro ben centrato e liscio. Si assicura inoltre la durata dell'utensile troncatore.

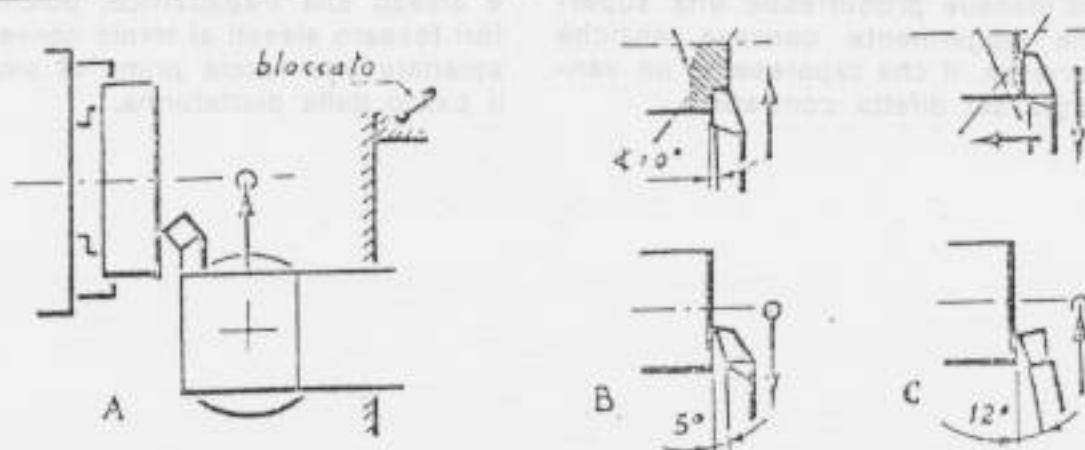


FOGLI PILOTA AUSILIARI

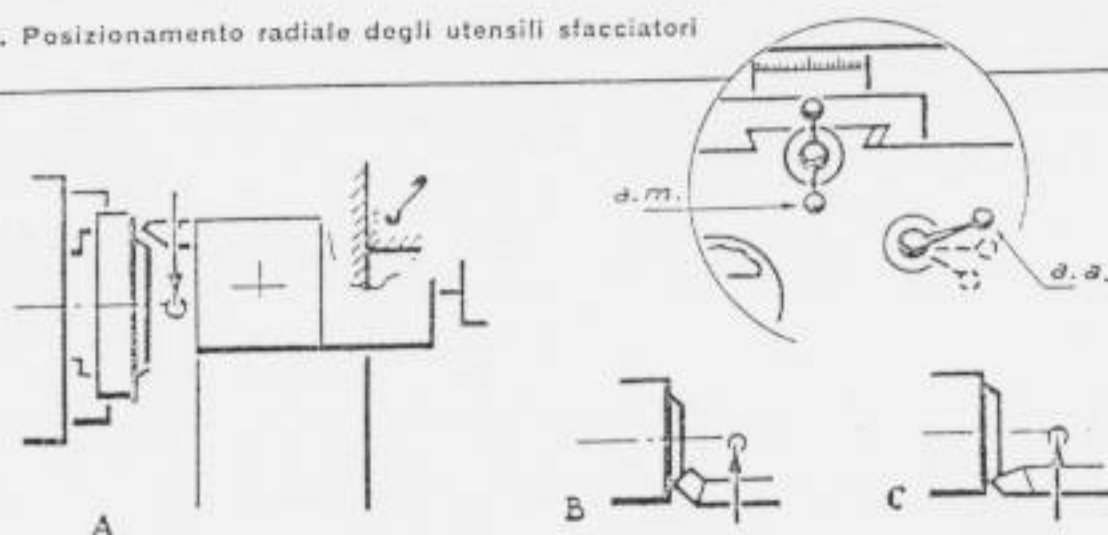
- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 010 - Fissaggio utensile
 » » 011 - Autocentrante
 » » 014 - Fissaggio di sbalzo



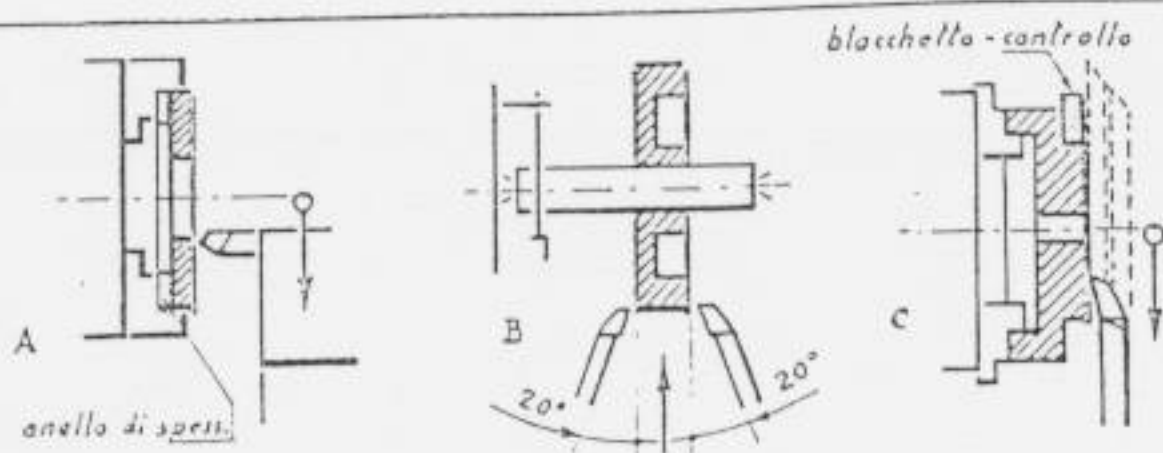
1. Sfacciatura con differenti utensili



2. Posizionamento radiale degli utensili sfacciatori



3. Posizionamenti e uso dell'automatico



4. Esempi caratteristici di sfacciatura

È l'operazione con la quale si genera una superficie piana perpendicolarmente all'asse di rotazione su pezzi di diametro notevole e lunghezza limitata.

Si può eseguire dall'interno verso l'esterno o viceversa, con utensile:

- a) piegato;
- b) frontale;
- c) a coltello;
- d) diritto per sgrossare.

Per la sfacciatura completa o parziale occorrono:

- utensili adatti, ben affilati e disposti razionalmente;
- bloccaggio della slitta longitudinale;
- scelta conveniente degli avanzamenti trasversali.

Per sfacciare pezzi montati su spina occorre molta attenzione per non toccare la spina con la punta dell'utensile.

1. Scopo dell'operazione

Esecuzione di superfici piane perpendicolari all'asse di rotazione ottenute con lo spostamento del carrello trasversale.

Si può eseguire su pezzi pieni (completa o parziale) o su pezzi forati.

2. Attrezzature

Utensili: piegato (UNI 4252 - fig. 1A); frontale (UNI 4251 - fig. 1B); a coltello (UNI 4253 - figg. 2B-4B); da cilindrare diritto (UNI 4102 - fig. 1C).

Mezzi di controllo: calibro a corsoio e di profondità, guardapiano, micrometri di profondità.

3. Richiami sul fissaggio

- del pezzo: su piattaforme varie in relazione alla forma e dimensione; su spina fra le punte (fig. 4B);
- dell'utensile: normale (fig. 1A); leggermente inclinato (fig. 1B) o assiale relativamente al pezzo da sfacciare (fig. 1C).

4. Metodo di lavoro

- a) bloccare il pezzo e l'utensile secondo le norme date e con il dovuto angolo di registrazione (10° - 20°);

- b) predisporre il numero dei giri adatto, corrispondente al diametro massimo;

- c) sfiorare la faccia del pezzo osservando che la slitta portautensili non sia troppo sporgente, quindi bloccare la slitta longitudinale;

- d) eseguire lo spostamento dell'utensile per la profondità di passata servendosi del tamburo graduato della slitta portautensili;

- e) mettere in moto il tornio ed eseguire le passate di sgrossatura inserendo l'avanzamento automatico;

- f) se il pezzo è di grande diametro, quando l'utensile ha raggiunto approssimativamente $1/3$ e $2/3$ del diametro, fermare il tornio e variare proporzionalmente il numero di giri;

- g) nella passata di finitura (0,2 - 0,4 di profondità) non conviene interrompere la passata;

- h) finita l'operazione di sfacciatura sbloccare la slitta longitudinale.

5. Avvertenze

- La passata di finitura si dà ordinariamente dall'interno verso l'esterno, nel qual caso il lievissimo consumo dell'utensile produrrebbe una superficie leggermente concava anziché convessa, il che rappresenta un vantaggio sul difetto contrario.

- Anche i pezzi cavi si sfacciano dall'interno verso l'esterno con utensile da cilindrare destro (figg. 1C-4A).

- Con lo stesso utensile si può sfacciare una superficie completa invertendo la rotazione del pezzo e iniziando la passata dalla parte opposta, quando il diametro del pezzo e la slitta trasversale lo permettono (fig. 3A).

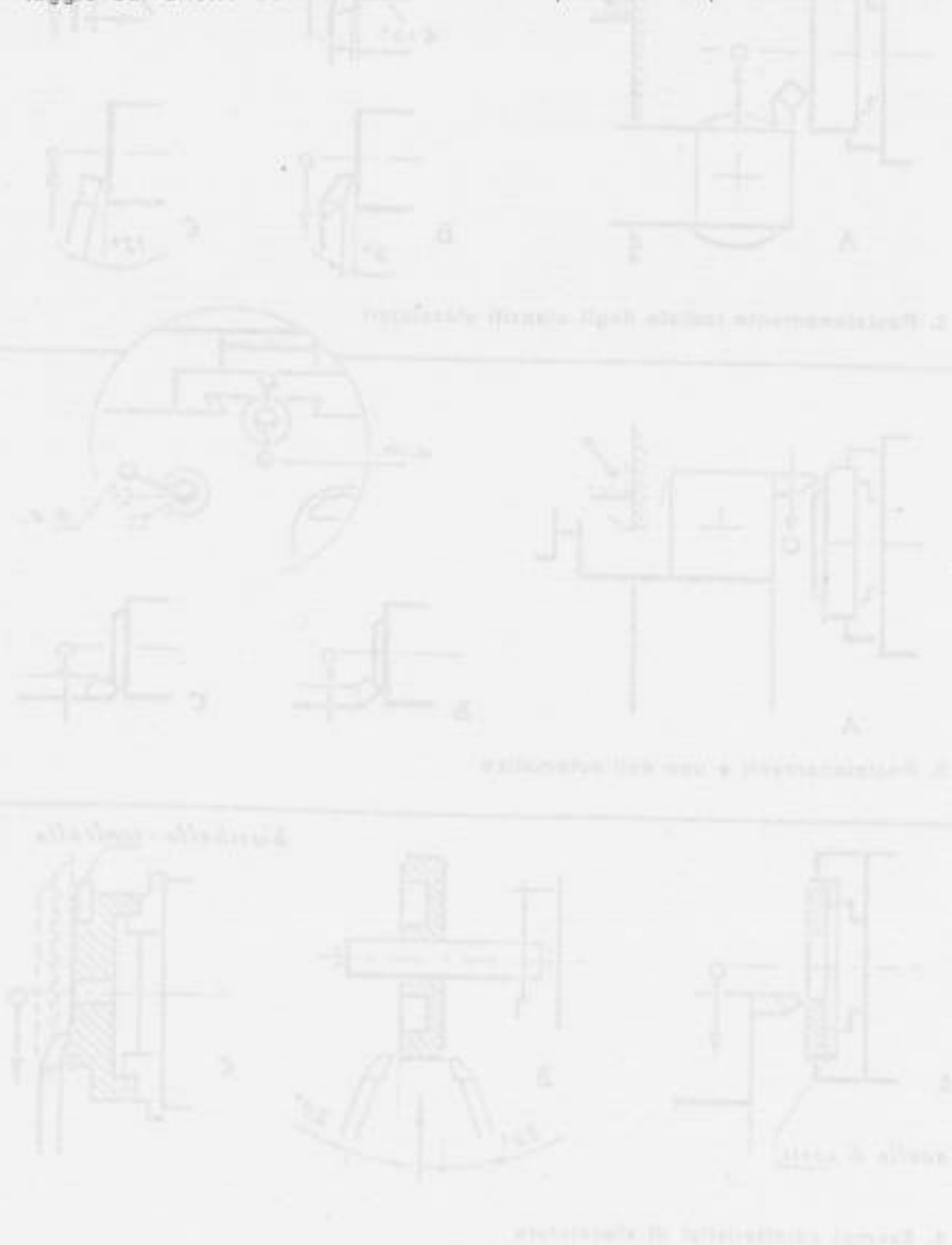
- Le figure 3B e 3C illustrano altre posizioni di lavoro per la sfacciatura, cioè con utensile piegato e con utensile da sgrossare diritto sinistro.

- Per il controllo della precisione della sporgenza di eventuali gradini dalla faccia piana, si possono usare blocchetti piano-paralleli (fig. 4C) (per lavori in serie) oppure micrometri di profondità.

- Pezzi alesati e montati su spine leggermente coniche possono essere sfacciati con utensili a coltello destro e sinistro (fig. 4B); si osservi però che la punta dell'utensile non tocchi la spina.

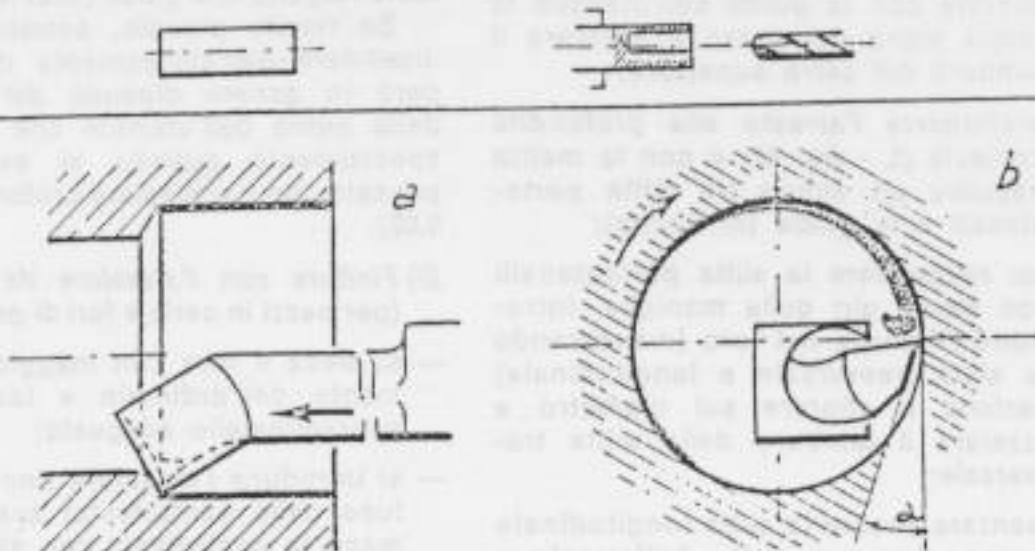
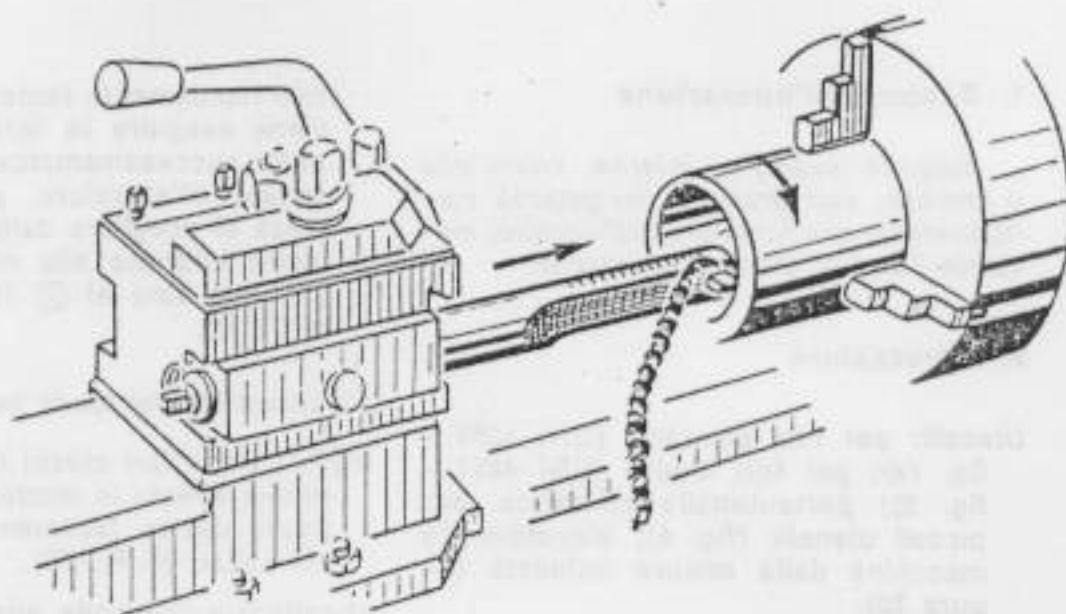
L'eventuale sbavatura sarà tolta praticando leggeri smussi dalle due parti del foro.

Questo caso si riferisce a pezzi forati e alesati alla trapanatrice, poiché se i fori fossero alesati al tornio converrebbe spianare una faccia prima di smontare il pezzo dalla piattaforma.

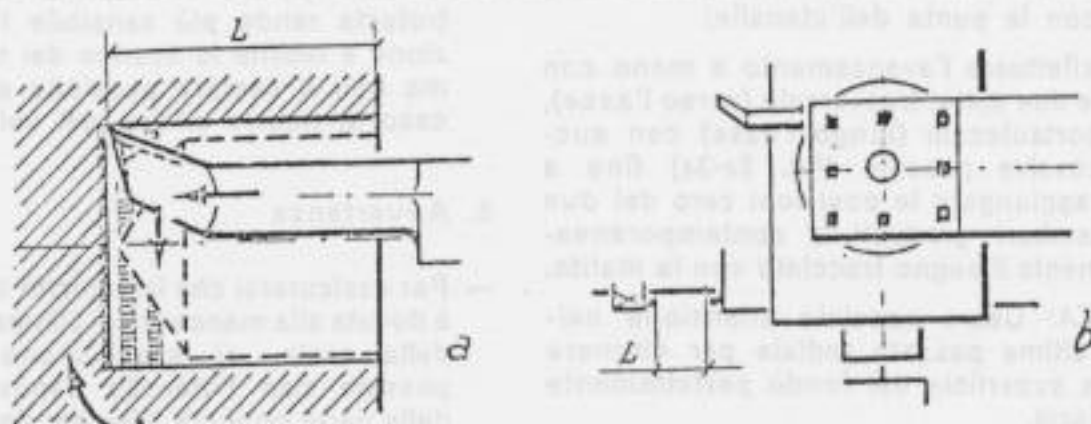


FOGLI PILOTA AUSILIARI

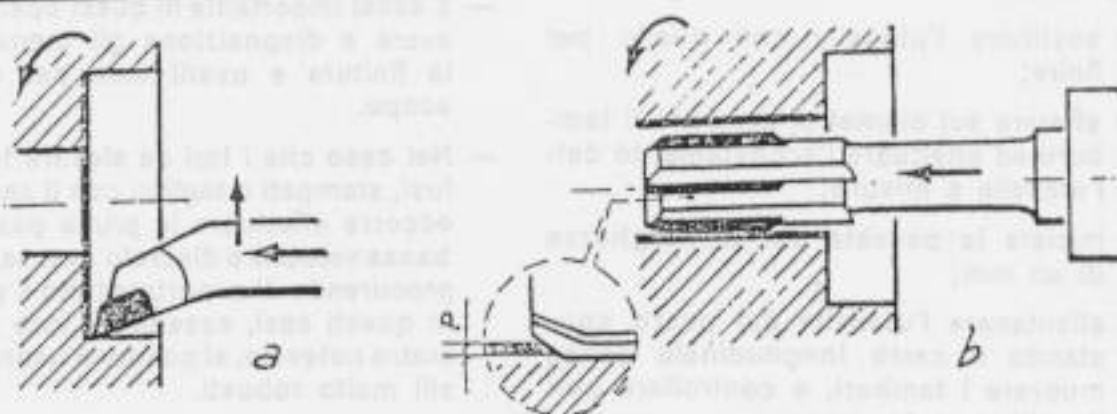
- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 07 - Affilatura
 » » 08 - Formazione truciolo
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 015 - Misurazioni



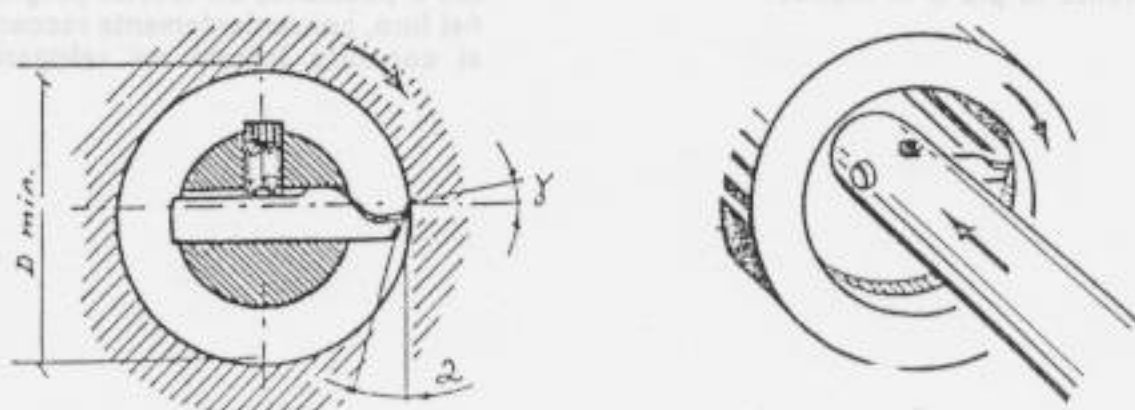
1. Alesatura di foro passante (UNI 4256)



2. Idem per foro cieco a fondo piano



3. Finitura sede piano e foro (con alesatore)



4. Posizionamento utensile e lavoro

È l'operazione con la quale si generano superfici interne cilindriche o coniche con l'uso di utensili singoli (per alesare) o multipli (alesatori).

È indispensabile un razionale uso dei tamburi graduati:

- a) per evitare inutili e ripetute misurazioni nella sgrossatura;
- b) per raggiungere un alto grado di precisione da controllare con i calibri a tampone lisci differenziali « P - NP ».

Si impiegano gli arresti fissi nell'esecuzione di fori aventi diversi spallamenti nella lavorazione in serie.

Gli alesatori vanno usati correttamente, cioè:

- a) lasciando un soprammetallo adeguato;
- b) scaricando sovente i trucioli;
- c) lubrificando con abbondanza.

1. Scopo dell'operazione

Eseguire superfici interne, cilindriche o coniche, con grado di levigatezza corrispondente alla funzione dell'oggetto, mediante l'uso di utensili appropriati.

2. Attrezzature

Utensili: per fori passanti (UNI 4256 - fig. 1a); per fori ciechi (UNI 4257 - fig. 2); portautensile cilindrico per piccoli utensili (fig. 4); alesatore da macchina della misura richiesta (figura 3b).

Mezzi di controllo: calibro a corsoio, micrometro per interni, alesometro, calibri a tampone « P - NP ».

3. Richiami sul fissaggio

L'alesatura è sempre un'operazione di sbalzo. Solo per pezzi lunghi si ricorre all'uso della lunetta fissa. L'utensile (della dimensione massima consentita dal diametro del foro) deve sporgere dalla torretta il puro necessario, cioè da 2 a 5 mm in più della lunghezza del foro.

4. Metodo di lavoro

A) Sgrossatura:

- fissare il pezzo con il mezzo più adatto e centrarlo convenientemente;
- scegliere l'utensile di dimensioni e forma adatte al diametro del foro (fig. 1), tenendo presente che per fori piccoli l'utensile ingombra eccessivamente lo spazio; perciò occorre affilare il tagliente in modo che il truciolo esca dal fondo del foro (F. P. 08T);
- se l'utensile o il portautensile sono di sezione rotonda (fig. 4) si fissano sopra un sostegno a V o su apposita boccia elastica (F. P. 010T);
- predisporre il numero di giri e l'avanzamento in base alla velocità di taglio per l'alesatura di sgrossatura (F. P. 09T);
- sfiorare con la punta dell'utensile l'interno del foro grezzo con il pezzo in rotazione e azzerare il tamburo del carro trasversale;
- eseguire la passata di sgrossatura con la profondità p relativa alla robustezza dell'utensile;
- misurare, e se necessario dare altre passate, fino a mm 0,5 dal diametro finito.

NOTA: Per lavorazione in serie di pezzi pieni, che possono essere fissati o

tolti rapidamente (autocentrante) conviene eseguire la foratura di tutti i pezzi successivamente e quindi procedere all'alesatura, avendo l'avvertenza di scegliere delle punte di diametro inferiore alla misura del foro (1-2 mm sino al $\varnothing$ 15; 2-4 mm sino al $\varnothing$ 30).

B) Spianatura del fondo nei fori ciechi:

NOTA: Per i fori ciechi l'utensile dovrà essere affilato in modo che il truciolo possa uscire facilmente sul davanti del pezzo (F. P. 8T).

- collocare l'utensile adatto (fig. 2a) e alesare come sopra (fino a mm 0,5 dal diametro finito);
 - sfiorare con la punta dell'utensile la faccia piana del pezzo e azzerare il tamburo del carro superiore;
 - predisporre l'arresto alla profondità richiesta (L - fig. 2b) e con la matita tracciare un segno tra slitta portautensili e la guida (di fianco);
 - far retrocedere la slitta portautensili con alcuni giri della maniglia, introdurre l'utensile nel foro (manovrando la slitta trasversale e longitudinale) portarlo a sfiorare sul diametro e azzerare il tamburo della slitta trasversale;
 - avanzare ancora la slitta longitudinale a mano fino a contatto dell'arresto e bloccarla; avanzare la slitta portautensili sino a sfiorare il fondo conico con la punta dell'utensile;
 - effettuare l'avanzamento a mano con le due slitte: trasversale (verso l'asse), portautensili (lungo l'asse) con successive passate (fig. 2a-3a) fino a raggiungere le posizioni zero dei due tamburi graduati e contemporaneamente il segno tracciato con la matita.
- NOTA:** Usare speciale attenzione nell'ultima passata radiale per ottenere la superficie del fondo perfettamente liscia.
- ### C) Finitura:
- sostituire l'utensile con quello per finire;
 - sfiorare sul diametro, azzerare il tamburo ed effettuare l'accostamento dell'utensile a misura;
 - iniziare la passata per la lunghezza di un mm;
 - allontanare l'utensile dal pezzo spostando il carro longitudinale senza muovere i tamburi, e controllare con il calibro a tampone;
 - correggere le eventuali piccole differenze in più o in meno;

u) riprendere la passata, assicurarsi che la correzione effettuata corrisponda alla dimensione voluta e procedere ad ultimare la passata;

v) fermare il tornio e come sopra estrarre l'utensile dal pezzo senza modificarne la posizione;

z) eseguire il controllo con il calibro a tampone, che dal lato « P » dovrebbe entrare fino al fondo del foro.

NOTA: Si possono presentare due casi:

- il foro è cilindrico;
- il foro è leggermente conico, cioè più grande o più piccolo al fondo.

Se risulta grande, il difetto deve normalmente attribuirsi all'allineamento della testa rispetto alle guide (vedi Avvertenze).

Se risulta piccolo, potrebbe ancora dipendere dall'allineamento della testa, però in genere dipende dal consumo della punta dell'utensile che si verifica specialmente quando si eseguono passate con pochissima profondità (0,01-0,02).

D) Finitura con l'alesatore da macchina (per pezzi in serie e fori di precisione):

— si alesano i fori con maggior avanzamento dell'ordinario e lasciando il soprammetallo adeguato;

— si introduce l'alesatore (innestato nel fuso della controtesta) avanzando a mano la controtesta con abbondante refrigerazione (fig. 3b).

NOTA: La spinta a mano di tutta la controtesta rende più sensibile l'operazione e facilita lo scarico dei trucioli, ma non è sempre possibile e in tal caso si ricorre all'uso del volantino.

5. Avvertenze

— Per assicurarsi che la conicità del foro è dovuta alla mancanza di allineamento della testa, si eseguono delle passate con l'utensile capovolto e dalla parte opposta. L'errore dovrebbe risultare invertito.

— È assai importante in quest'operazione avere a disposizione gli utensili per la finitura e usarli solo per questo scopo.

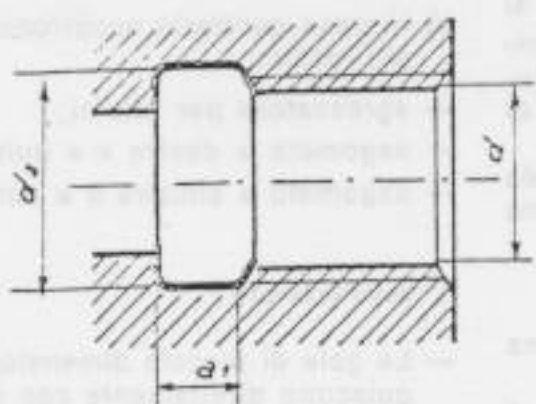
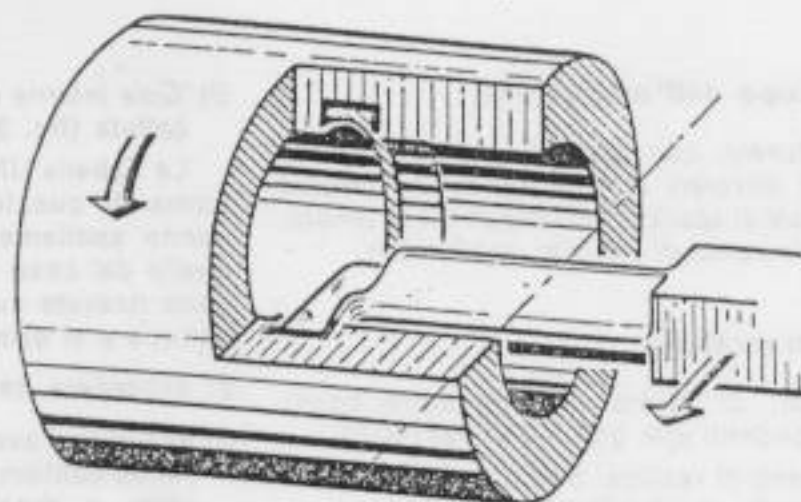
— Nel caso che i fori da alesare fossero fusi, stampati o tagliati con il cannello, occorre effettuare la prima passata a bassa velocità e discreto avanzamento, procurando di asportare tutto il grezzo. In questi casi, essendo il foro di diametro notevole, si possono usare utensili molto robusti.

— Nei fori profondi, per avere una refrigerazione meno difettosa si introduce (se è possibile) un tubetto pieghevole nel foro, convenientemente raccordato al condotto forzato del refrigerante.

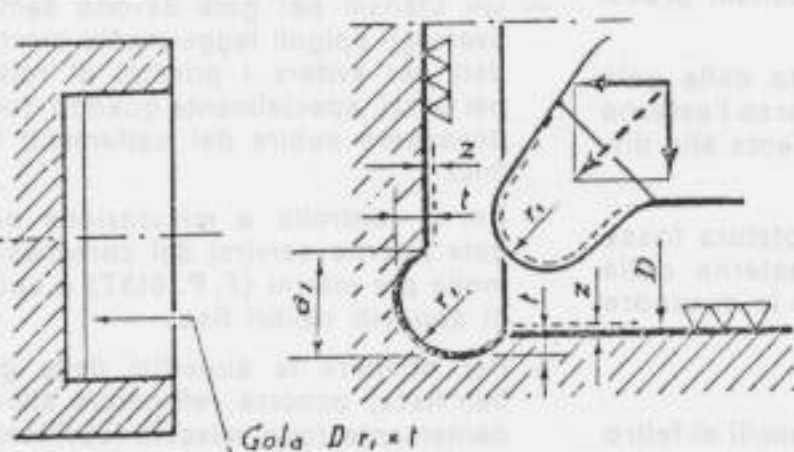
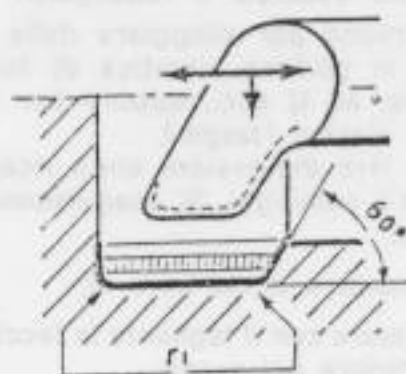


FOGLI PILOTA AUSILIARI

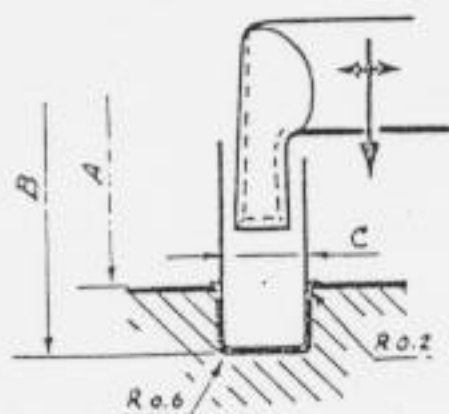
- F. P. 06 - Scelta utensile
 » » 09 - Velocità di taglio
 » » 015 - Misurazioni
 » » 8 - Gole normalizzate
 » » 14 - Alesatura



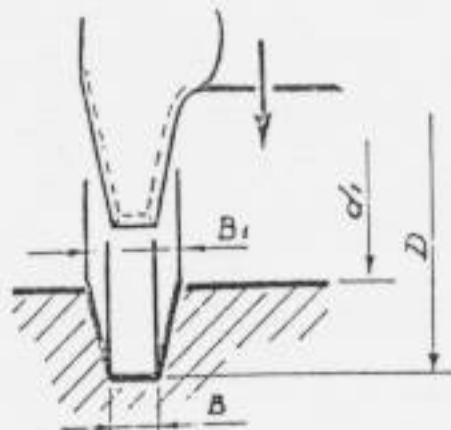
1. Gola di scarico per filettatura metrica (UNI 4152)



2. Idem per parti da rettificare (UNI 4386)



3. Scanalature per anelli di guarnizione



4. Incastri con utensili orientabili

Per gole, scanalature ecc. si intendono quelle cavità circolari di varie forme secondo la funzione che debbono svolgere.

Forme caratteristiche degli utensili per eseguire le gole.

Tipi di gole:

- a) di scarico per filettature;
- b) di scarico per rettifica;
- c) quadre e trapezoidali;
- d) per ancoraggio di metallo anti-frizione.

Per tutti i tipi di gole gli spigoli degli utensili devono essere leggermente arrotondati.

Movimenti delle slitte per le gole radiali e oblique.

La difficoltà di misurazione richiede un uso corretto dei tamburi graduati.

1. Scopo dell'operazione

Ottenere, con utensili appropriati, superfici circolari interne di forme diverse per: gole di scarico, sedi per anelli di tenuta, alloggiamento di metallo antifrizione.

2. Attrezzature

Utensili: di forma e dimensioni corrispondenti alle gole (UNI 4387-4388).

Strumenti di verifica: compassi per interni a molla, calibri fissi in lamiera.

Mezzi ausiliari: puntalini di riferimento.

3. Tipi di gole e metodo di lavoro (vedi gole normalizzate, F. P. 8T)

A) Gole interne di scarico per filettature (fig. 1; UNI 4152)

Permettono di effettuare il distacco degli utensili filettatori, senza urtare negli spallamenti.

La larghezza della gola e il raggio (a , ed r , in fig. 1) sono unificati e variano rispettivamente da 1,6 a 12 mm e da 0,8 a 3 mm secondo il diametro della filettatura. La loro profondità è leggermente superiore al diametro esterno del filetto. Si eseguono come segue:

- scegliere l'utensile, assicurarsi della sua efficienza e bloccarlo sulla torretta con il minimo sbalzo;
- predisporre il numero di giri di un 30% in meno che nell'operazione di finitura;
- sfiorare il diametro del pezzo e azzerare il tamburo della slitta trasversale;
- sfiorare la battuta interna e azzerare il tamburo della slitta portautensili;
- eseguire l'avanzamento radiale (ed eventualmente quello longitudinale) regolando diametri e lunghezze con i tamburi rispettivi;
- controllare le misure e sostituire il pezzo.

B) Gole interne di scarico per rettifica con battuta (fig. 2)

La Tabella UNI 4386 contempla quattro forme di queste gole. I tipi A - C non hanno spallamento e si lavorano come quelle del caso anteriore; le forme B - D sono ricavate sulle due facce con l'asse obliquo e si ottengono come segue:

- procedere come in a - b - c - d;
- eseguire l'avanzamento obliquo operando contemporaneamente con le due slitte e regolandosi con i tamburi graduati per le profondità;
- estrarre l'utensile dalla gola in modo inverso, avendo cura di non rovinare il lavoro eseguito.

C) Gole quadrate o rettangolari (fig. 3)

Servono per alloggiare delle guarnizioni in gomma sintetica di forma toroidale, ad U ecc., oppure per sede di anelli elastici (seeger).

Le loro dimensioni sono ricavate da appositi cataloghi. Si eseguono come segue:

- procedere come in a - b;
- sfiorare con il tagliente la faccia piana anteriore del pezzo;
- far entrare l'utensile nel foro della misura stabilita, operando con il tamburo della slitta portautensili precedentemente azzerato;
- se l'utensile è più stretto della gola (fig. 3) ritirare l'utensile verso l'esterno della quantità corrispondente alla differenza.

NOTA: Nel caso che la quotatura fosse riferita alla faccia più esterna della gola, sommare alla quota lo spessore dell'utensile.

D) Gole trapezoidali

In esse trovano sede gli anelli di feltro per la tenuta del grasso e per impedire l'entrata della polvere in determinati organi di macchine. Possono essere sin-

gole o multiple e si ottengono in due tempi, cioè:

- sgrossatura con utensile rettangolare per gole interne (UNI 4249);
- finitura con utensile sagomato opportunamente orientato e centrato sulla gola sgrossata.

E) Scanalature per ancoraggio di materiale antifrizione (fig. 4)

Gli spallamenti di queste scanalature sono inclinati a coda di rondine per meglio trattenere il metallo antifrizione che viene colato in esse. Si eseguono come segue:

- disponendo di utensile orientabile si procede come indicato in fig. 4;
- in caso contrario occorrono tre utensili, ossia:
 - sgrossatore per interni;
 - sagomato a destra e a punta;
 - sagomato a sinistra e a punta.

4. Avvertenze

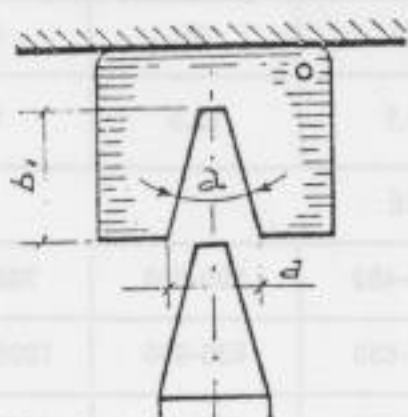
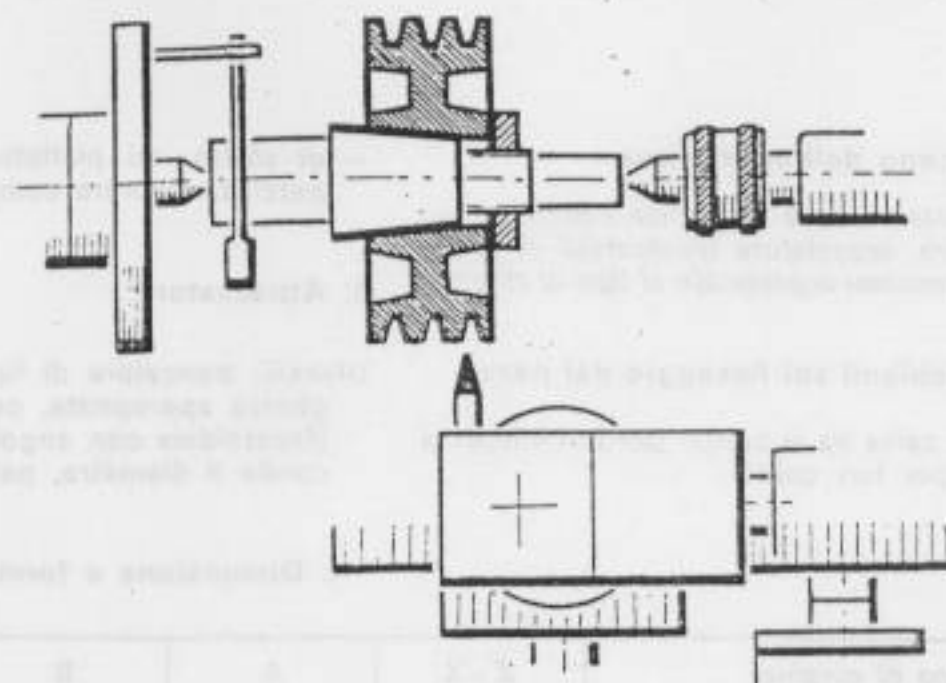
- Le gole di piccole dimensioni si eseguono direttamente con utensili di forma adatta e di dimensioni corrispondenti alla gola.
- Gli utensili per gole devono sempre avere gli spigoli leggermente arrotondati per evitare i principi di rottura nei pezzi, specialmente quando questi dovessero subire dei trattamenti termici.
- Per il controllo e misurazione delle gole interne servirsi del compasso a molla per interni (F. P. 015T) e anche di appositi calibri fissi.
- Per ottenere le superfici delle gole ben lisce, occorre refrigerare abbondantemente (con miscele lubrificanti) e lasciar girare alcuni istanti il pezzo non appena raggiunta la misura.



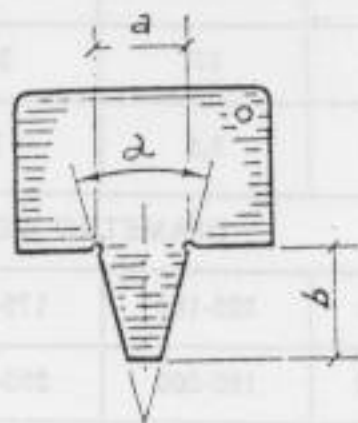
Disegnato da: ...

FOGLI PILOTA AUSILIARI

- F. P. 07 - Affilatura
- » » 09 - Velocità di taglio
- » » 012 - Montaggio tra punte
- » » 015 - Misurazioni
- » » 12 - Troncatura



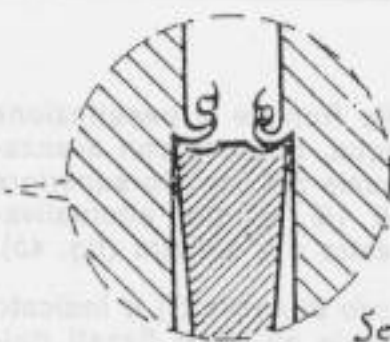
1. Sagome di controllo per utensile e gola radiale



S'intendono quelle gole circolari ricavate sulla superficie esterna di un cilindro per alloggiare le cinghie di trasmissione di forma trapezoidale.

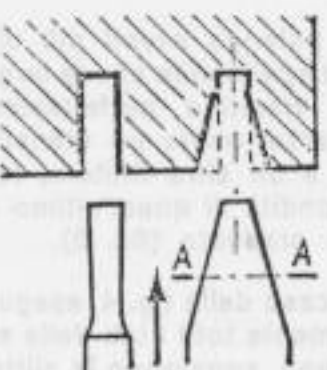


2. Sgrossatura e finitura di gole su acciaio

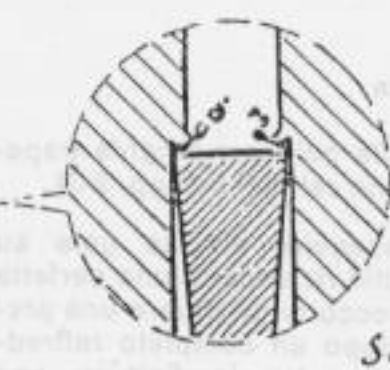


Sez. A-A

Esse sono unificate e l'apertura d'angolo fra i fianchi varia col diametro primitivo delle pulegge.

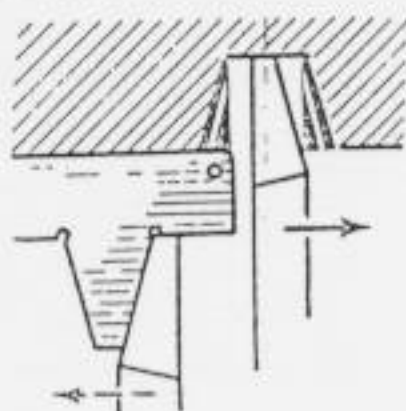


3. Sgrossatura e finitura di gole su ghisa

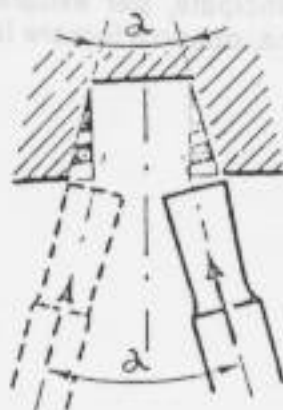


Sez. A-A

Utensili relativi (figg. 2-3-4).



4. Lavorazione di grandi gole



Metodi di esecuzione (figg. 2-3-4).

Calibri di controllo (figg. 1-4).

1. Scopo dell'operazione

Ricavare sulla superficie esterna di un cilindro, scanalature trapezoidali di forma e dimensioni appropriate al tipo di cinghia.

2. Richiami sul fissaggio del pezzo

— su spina tra le punte: per fori cilindrici e per fori conici;

— di sbalzo: su piattaforme varie, per pezzi da lavorare completamente.

3. Attrezzature

Utensili: troncatore di lunghezza e larghezza appropriata, per sgrossatura; trapezoidale con angolo variabile secondo il diametro, per finitura.

Mezzi di controllo: calibro a corsoio normale o per grandi diametri; calibri fissi in lamiera (fig. 1).

NOTA: Gli utensili a profilo trapezoidale per lavorare acciaio, alluminio ecc. devono avere la spoglia superiore corrispondente, che si ottiene per mezzo di una mola a tazza (fig. 2, sez. A-A).

4. Dimensione e forma delle gole

Tipo di cinghia	Z - X	A	B	C	D	E	F
Larghezza gola	10	13	17	22	32	38	51
Profondità gola	12	14	17	24	30	36	42
Dal diametro esterno al diametro primitivo	3	4	5,5	7	9,5	12,5	15
Angolo delle gole corrispondenti ai diametri primitivi delle pulegge	ANGOLO	DIAMETRO DELLE PULEGGE					
	34°	60-90	80-112	125-160	175-250	300-450	500-630
	36°	90-112	112-140	160-200	250-315	450-630	630-900
	38°	112-140	140-180	200-250	315-400	630-800	900-1120
	40°	oltre 140	oltre 180	oltre 250	sopra 400	sopra 800	sopra 1120

NOTA: Come si osserva nella tabella, gli angoli delle gole per le cinghie trapezoidali non sono sempre eguali, poichè dipendono dalla deformazione che subisce la cinghia quando si avvolge sulla puleggia. Infatti, col diminuire il diametro la zona interna si gonfia, la mediana rimane invariata e l'esterna si restringe.

5. Metodo di lavoro

A) Sgrossatura:

— con utensile a troncatura di misura adatta eseguire la scanalatura alla profondità richiesta (F. P. 12T).

B) Finitura:

a) piccole gole (tipo Z-X - A):

— si opera con avanzamento radiale con unico utensile a profilo trapezoidale di angolo e larghezza adatta (vedi tabella) previo posizionamento con calibro fisso (fig. 1);

b) grandi gole (tipo B - C - D - E - F):

1) con due utensili (destro e sinistro) con avanzamento longitudinale (fig. 4a);

2) con utensile frontale e penetrazione radiale-obliqua, ottenuta con avanzamento manuale del carrello superiore inclinato di 1/2 angolo, alternativamente a destra e a sinistra (fig. 4b).

NOTA: Il Metodo di lavoro (I) è indicato per grandi gole su pezzi fissati rigidamente.

Il Metodo di lavoro (II) è indicato per gole su pulegge di grande diametro con montaggio debole (su spine) o anche in altri casi, lavorando materiali duri.

6. Avvertenze

— Il fondo delle gole per cinghie trapezoidali rimane rettilineo (figg. 2-3).

— Dovendo eseguire diverse gole su pulegge sottili richiedenti una perfetta centratura, occorre effettuare una pre-finitura e, dopo un completo raffreddamento, eseguire la finitura con utensile di forma.

— Nel caso del montaggio indicato nella figura principale, per evitare flessioni della spina, occorre forzare la puleggia

sul cono, con mazzuolo o pressa, sfacciare il mozzo con leggere passate e chiudere definitivamente il dado.

— Nella lavorazione di gole su pulegge montate di sbalzo, dopo la sgrossatura generale, finire prima le gole e quindi il foro centrale.

— Per una buona finitura delle gole con utensile a profilo trapezoidale è necessario ridurre la velocità; per l'acciaio adottare anche un'efficiente refrigerazione.

— Per pulegge aventi più di una gola, è indispensabile che le larghezze delle gole risultino perfettamente eguali. Pertanto, usare un utensile sgrossatore e un altro finitore, regolando la profondità di quest'ultimo con il tamburo graduato (fig. 3).

— Nel caso della fig. 4, eseguire successivamente tutti i lati della stessa inclinazione, spostando la slitta longitudinale di quantità eguali alla distanza esistente fra le gole, facendo uso di scontri o spessori di egual entità.



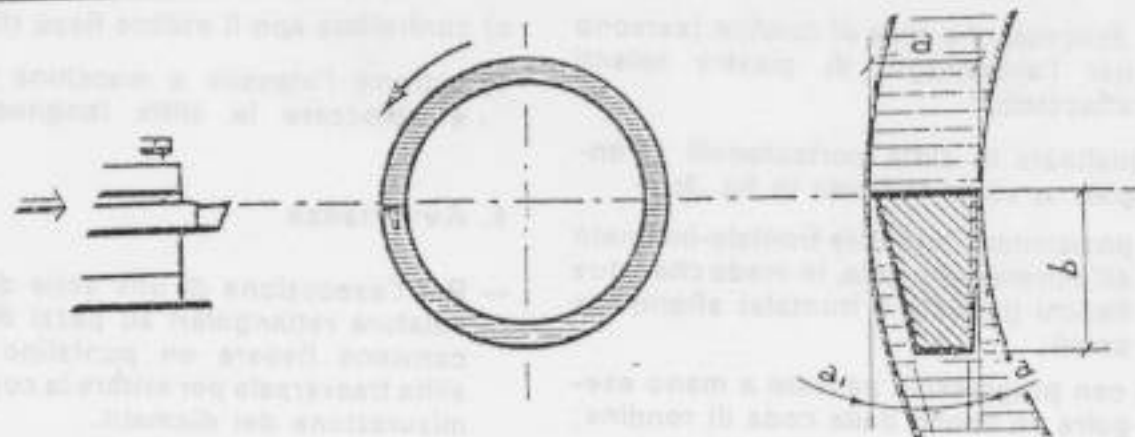
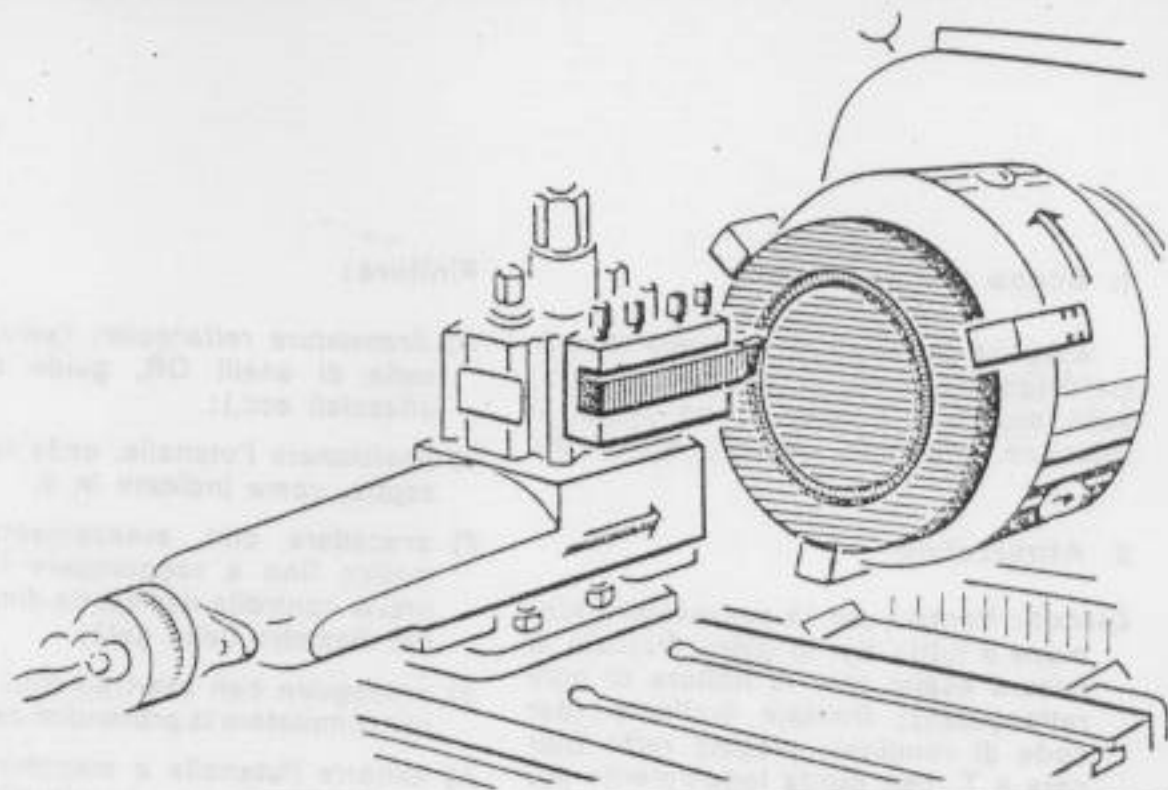
FOGLI PILOTA AUSILIARI

F. P. 015 - Misurazioni
 » » 7 - Sfacciatura
 » » 12 - Troncatura
 » » 35 - Spostamento utensile

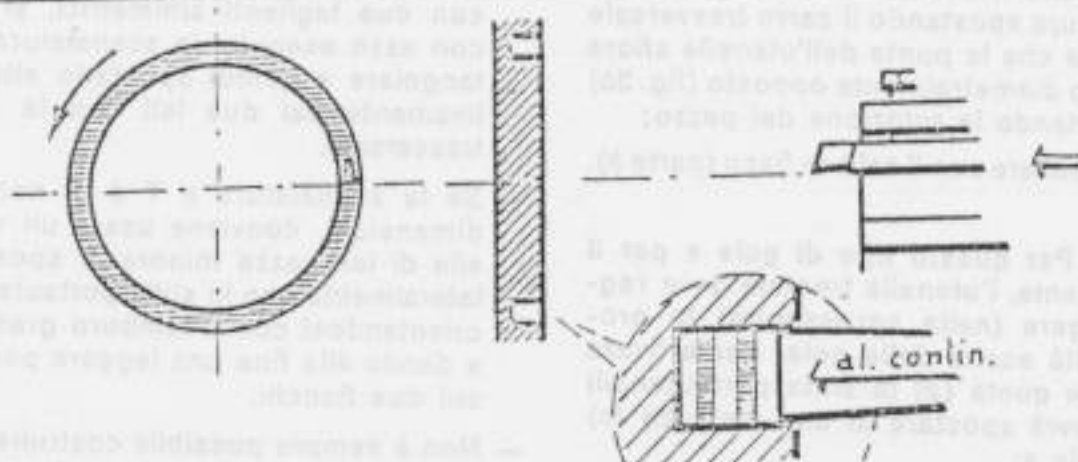
Formule:

$$S = \frac{P}{\cos \alpha}$$

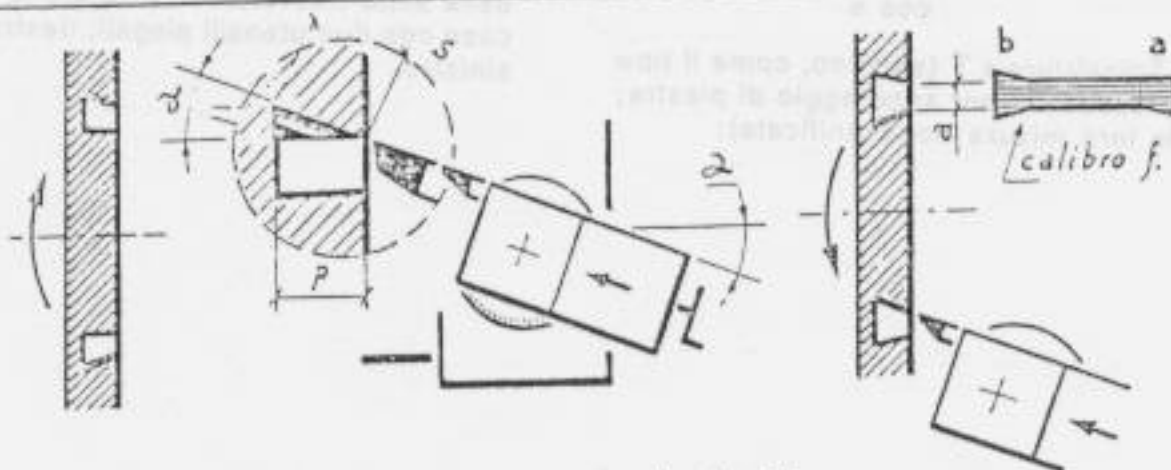
S = Spostamento utensile per coda di rondine



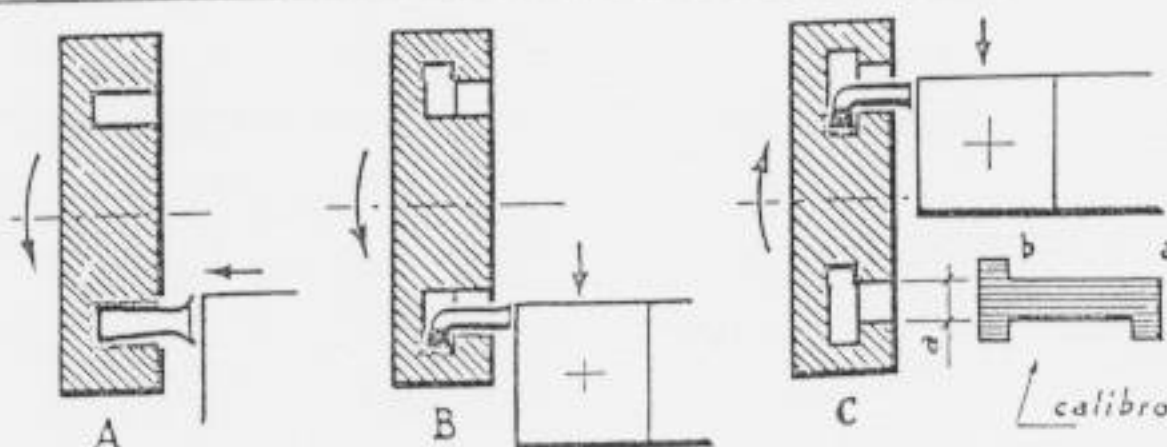
1. Forma e posizionamento dell'utensile



2. Operazione con utensile capovolto



3. Lavorazione a coda di rondine con un solo utensile



4. Lavorazione gola a T con un solo utensile

S'intendono quelle scanalature circolari di svariata forma ricavate sulla faccia piana di un pezzo in rotazione.

Le principali scanalature impiegate hanno generalmente la forma:

- a) rettangolare;
- b) a coda di rondine;
- c) a T.

Caratteristiche e posizionamento degli utensili (figg. 1-2).

Metodi di esecuzione (figg. 3-4).

Forma dei calibri di controllo (figure 3-4).

1. Scopo dell'operazione

Eseguire scanalature di forme diverse (rettangolari, a coda di rondine, a T ecc.) sulla superficie frontale di un pezzo in rotazione, mediante utensili appropriati.

2. Attrezzature

Utensili: frontale per la sgrossatura (comune a tutti i tipi di gole); frontale di misura esatta (per la finitura di gole rettangolari); frontale inclinato (per code di rondine); piegato retto (per gole a T, con punta leggermente più larga) ecc.

Mezzi di controllo: calibro a nonio, calibri fissi delle forme e dimensioni richieste (figg. 3-4).

3. Metodo di lavoro

Sgrossatura:

Premessa: L'utensile adatto per questa operazione (identica per tutti i tipi di scanalature) è quello frontale con dimensioni ridotte rispetto alla larghezza minima della gola, e con spoglia laterale conformata secondo la fig. 1 in relazione al diametro maggiore della gola.

- posizionare l'utensile con l'asse perpendicolare alla superficie del pezzo in corrispondenza del diametro della gola, servendosi di un punto di riferimento, che può essere il diametro esterno del pezzo oppure quello del foro;
- sforare la faccia piana del pezzo, bloccare la slitta longitudinale e azzerare il tamburo della slitta portautensili;
- iniziare la gola, fermare il tornio e controllare la misura del diametro;
- correggere se è necessario, servendosi del tamburo, e completare la sgrossatura con profondità leggermente inferiore alla quota.

NOTA: Adottare la velocità di taglio prescritta per l'alesatura.

Finitura:

A) Scanalature rettangolari (servono per sede di anelli OR, guide di pezzi affacciati ecc.):

- posizionare l'utensile, della larghezza esatta, come indicato in a;
- procedere con avanzamento automatico fino a raggiungere il fondo, previo controllo dell'esatta dimensione del diametro della gola;
- proseguire con avanzamento a mano per completare la profondità della gola;
- estrarre l'utensile a macchina ferma e sbloccare il carro longitudinale.

B) Scanalature a coda di rondine (servono per l'ancoraggio di piastre rotanti affacciate):

- inclinare la slitta portautensili all'angolo α , come indicato in fig. 3;
- posizionare l'utensile frontale-inclinato all'entrata della gola, in modo che i due fianchi (laterale e frontale) sfiorino le pareti;
- con progressive passate a mano eseguire un fianco della coda di rondine;
- controllare con il calibro fisso (parte a);
- eseguire il secondo fianco della scanalatura spostando il carro trasversale fino a che la punta dell'utensile sfiora il lato diametralmente opposto (fig. 3b) invertendo la rotazione del pezzo;
- controllare con il calibro fisso (parte b).

NOTA: Per questo tipo di gole e per il seguente, l'utensile frontale deve raggiungere (nella sgrossatura) la profondità esatta della gola. Per arrivare a tale quota (p) la slitta portautensili si dovrà spostare di una distanza (s) eguale a:

$$s = \frac{p}{\cos \alpha}$$

C) Scanalature a T (servono, come il tipo precedente, per ancoraggio di piastre; le loro misure sono unificate):

q) posizionare l'utensile piegato retto in modo che il tagliente combaci con una faccia della scanalatura rettangolare e la punta estrema sfiori il fondo della stessa;

r) bloccare la slitta longitudinale e azzerare il tamburo di quella trasversale;

s) eseguire l'avanzamento operando a mano sulla slitta trasversale, tenendo conto della robustezza (sovente limitata) dell'utensile, fino alla quota stabilita;

t) eseguire il secondo lato della scanalatura dalla parte diametralmente opposta, invertendo il senso di rotazione del pezzo (fig. 4);

u) controllare con il calibro fisso (fig. 4);

v) estrarre l'utensile a macchina ferma e sbloccare la slitta longitudinale.

4. Avvertenze

— Per l'esecuzione di una serie di scanalature rettangolari su pezzi diversi, conviene fissare un puntalino sulla slitta trasversale per evitare la continua misurazione dei diametri.

— Per scanalature a coda di rondine poco profonde e disponendo di un utensile con due taglienti simmetrici, si può con esso eseguire la scanalatura rettangolare e quindi spostarlo alternativamente dai due lati con la slitta trasversale.

— Se la scanalatura a T è di notevoli dimensioni, conviene usare un utensile di larghezza minore e spostarlo lateralmente con la slitta portautensili, orientandosi con il tamburo graduato e dando alla fine una leggera passata sui due fianchi.

— Non è sempre possibile costruire con il metodo indicato le gole di grande diametro a causa della corsa limitata della slitta trasversale. Si opera in tal caso con due utensili piegati: destro e sinistro.



FOGLI PILOTA AUSILIARI

F. P. 015 - Misurazioni

» » 3 - Cilindratura

» » 14 - Alesatura

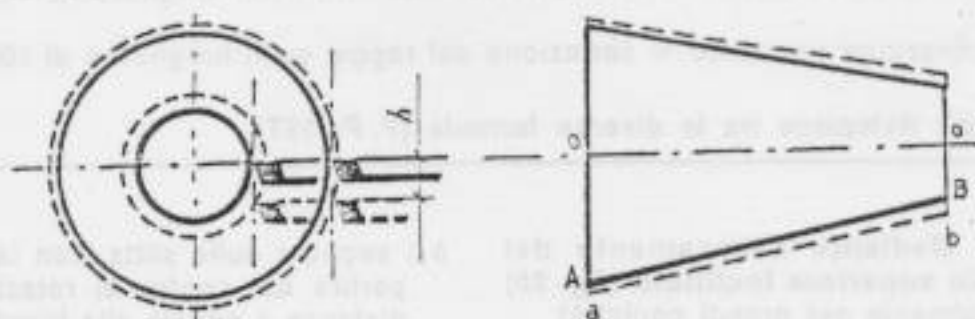
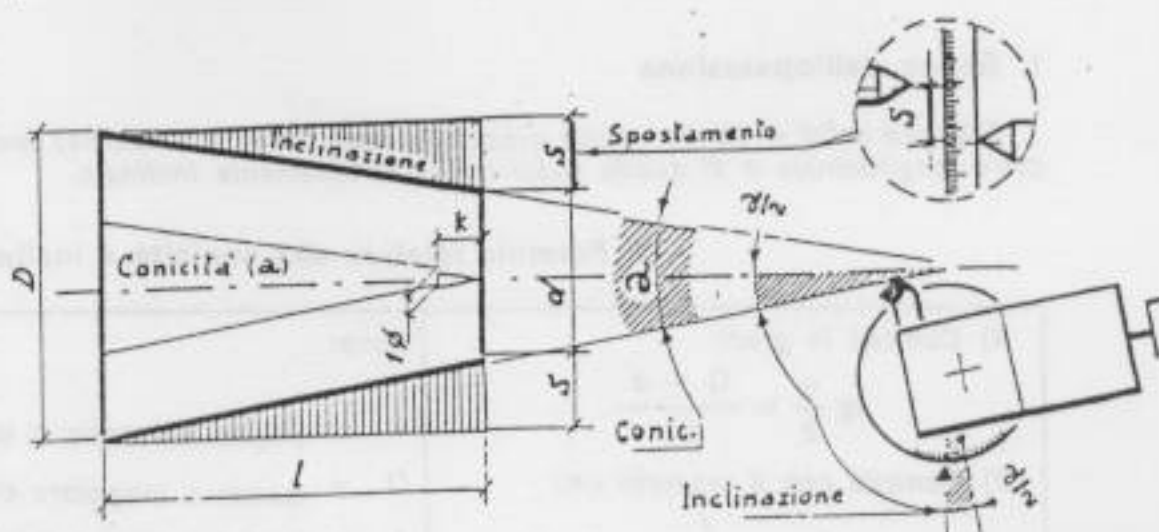
Formule:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2l}$$

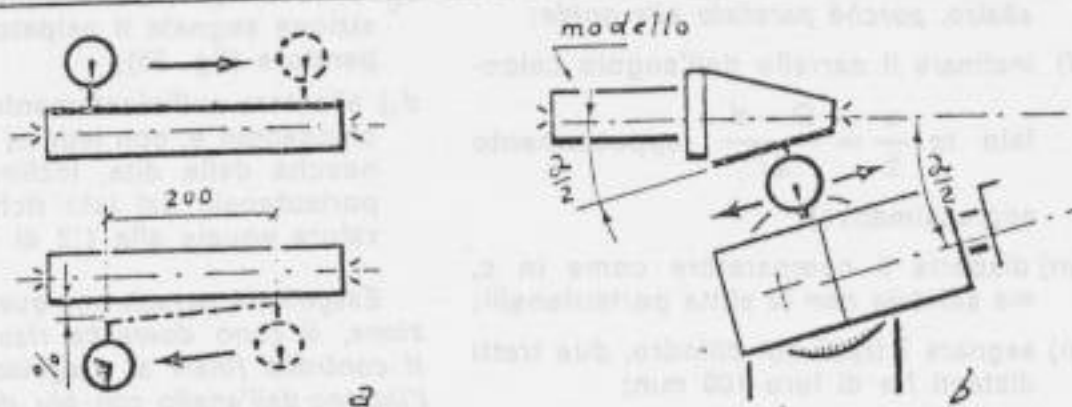
$$p\% = \frac{D-d}{l} \times 100$$

$$K = \frac{l}{D-d}$$

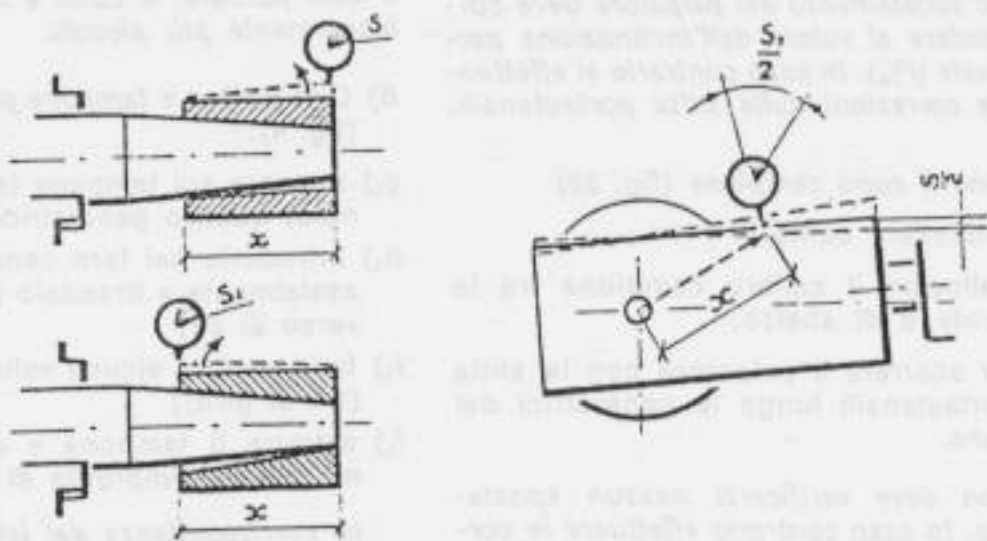
$$i\% = \frac{D-d}{2l} \times 100$$



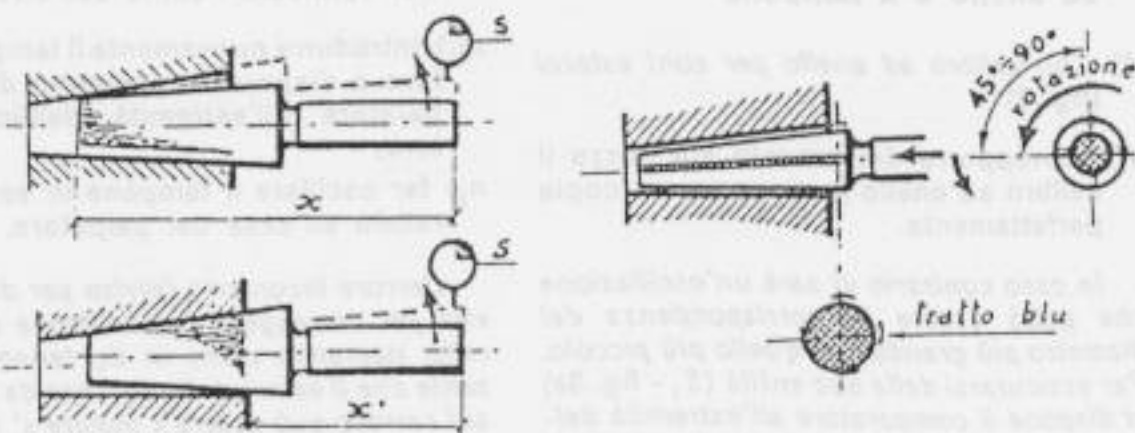
1. Differente conicità per errata posizione utensile



2. Cilindro e campione per il posizionamento



3. Controllo della conicità con calibro ad anello



4. Idem con calibro a tampone

È l'operazione mediante la quale con procedimenti diversi si ottengono superfici coniche o tronco-coniche interne o esterne.

Formule pratiche relative alla conicità e inclinazione.

Importanza del posizionamento dell'utensile sull'asse del pezzo (fig. 1). Impostazione esatta della macchina con spostamento della controtesta (fig. 2).

Impostazione esatta della macchina con inclinazione della slitta portautensili (fig. 2b).

Metodi per il controllo della conicità con calibri ad anello e a tampone (figg. 3 e 4).

1. Scopo dell'operazione

Eseguire solidi di forma conica o tronco-conica (interne o esterne) sostenuti fra le punte o di sbalzo, mediante lo spostamento del carro longitudinale o di quello superiore opportunamente inclinato.

2. Formule relative alla conicità e inclinazione (cfr. figura principale)

A) Conicità in gradi: $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2l}$ B) Conicità con il rapporto l/K: $K = \frac{l}{D-d}$ C) Conicità percentuale: $p\% = \frac{D-d}{l} \times 100$ D) Inclinazione percentuale: $i\% = \frac{D-d}{2l} \times 100$	dove: α = angolo del cono o del tronco di cono; D = diametro maggiore del cono o del tronco di cono; d = diametro minore del tronco di cono; l = lunghezza del cono o del tronco di cono; K = lunghezza sull'asse alla quale corrisponde la variazione di 1 mm sul diametro; $p\%$ = conicità percentuale = variazione sul diametro nella lunghezza di 100 mm; $i\%$ = inclinazione per cento = variazione del raggio sulla lunghezza di 100 mm. Vedi: Relazione tra le diverse formule (F. P. 19T)
--	--

3. Utensili: da sgrossare e finire per superfici esterne; da alesare integrali (fori piccoli) o con barretta.

NOTA: La fig. 1 dimostra come un leggero abbassamento della punta dell'utensile dal centro del pezzo modifica la conicità.

4. Metodi per l'impostazione della macchina nei vari casi

1° Caso: Mediante avanzamento del carro longitudinale (fig. 2a) (solo per piccole conicità)

A) Con pezzo cilindrico montato fra le punte:

a) spostare approssimativamente la controtesta del valore calcolato con la formula:

$$S = \frac{D-d}{2}$$

b) disporre il cilindro fra le punte;

c) disporre il comparatore (rigidamente collegato alla slitta longitudinale) con il tastatore in posizione orizzontale, perpendicolare all'asse delle guide e all'altezza delle punte;

d) segnare sul cilindro due tratti distanti 200 mm fra di loro;

e) far corrispondere il palpatores con una delle linee tracciate e azzerare il quadrante;

f) far scorrere la slitta longitudinale fino a raggiungere la seconda linea.

Lo spostamento del palpatores deve corrispondere al valore calcolato in %. In caso contrario si effettuano le opportune correzioni della controtesta.

B) Con cono campione di lunghezza eguale al pezzo da eseguire:

g) procedere come in a);

h) disporre il campione fra le punte e il comparatore come in c);

i) far scorrere con la slitta longitudinale il palpatores lungo le generatrici del cono.

Non deve verificarsi alcun spostamento del palpatores. In caso contrario correggere lo spostamento della controtesta.

2° Caso: Mediante avanzamento del carrello superiore inclinato (fig. 2b) (specialmente per grandi conicità)

A) Con cilindro montato tra le punte o di sbalzo, purché parallelo alle guide:

l) inclinare il carrello dell'angolo calcolato $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2l}$ (appostamento approssimativo);

m) disporre il comparatore come in c), ma solidale con la slitta portautensili;

n) segnare i tratti sul cilindro, due tratti distanti fra di loro 100 mm;

o) far scorrere il palpatores con la slitta portautensili lungo il tratto compreso fra i due segni.

Lo spostamento del palpatores deve corrispondere al valore dell'inclinazione percentuale ($i\%$). In caso contrario si effettuano le correzioni sulla slitta portautensili.

B) Con il cono campione (fig. 2b)

p) procedere come in l-m;

q) collocare il calibro campione fra le punte o di sbalzo;

r) far scorrere il palpatores con la slitta portautensili lungo le generatrici del cono.

Non deve verificarsi nessun spostamento. In caso contrario effettuare le correzioni sulla slitta portautensili.

5. Controllo della conicità con calibri ad anello e a tampone

A) Con calibro ad anello per coni esterni (fig. 3):

a₁) sovrapporre dolcemente sul pezzo il calibro ad anello e osservare se copia perfettamente.

In caso contrario vi sarà un'oscillazione che potrà essere in corrispondenza del diametro più grande o di quello più piccolo. Per assicurarsi della sua entità (S_1 - fig. 3a) si dispone il comparatore all'estremità dell'anello in corrispondenza dell'oscillazione.

b₁) segnare sulla slitta, con la matita (a partire dal centro di rotazione), una distanza x eguale alla lunghezza dell'anello (fig. 3b);

c₁) collocare perpendicolarmente alla posizione segnata il palpatores del comparatore (fig. 3b);

d₁) allentare sufficientemente i bulloni di bloccaggio e, con leggeri colpi con le nocche delle dita, inclinare la slitta portautensili dal lato richiesto di un valore eguale alla $1/2$ di S_1 .

Eseguita la passata con questa impostazione, il cono dovrebbe risultare esatto. Il controllo finale si eseguisce segnando l'interno dell'anello con blu di Prussia.

Se l'impronta è totale su tutta la superficie, il cono è perfetto; se invece da un lato l'impronta è completa e dal lato opposto è solo parziale, il cono è da questo lato leggermente più piccolo.

B) Con calibro a tampone per coni interni (fig. 4):

g₁) segnare sul tampone (con matita tenera) quattro generatrici a 90°;

h₁) introdurlo nel foro conico premendo assialmente e tirandolo (leggermente) verso di sé;

i₁) farlo ruotare alcune volte come sopra ($1/4$ di giro);

l₁) estrarre il tampone e osservare sul medesimo l'impronta di contatto.

In corrispondenza del lato dal quale i segni delle generatrici sono stati cancellati il cono risulta più piccolo.

Per verificare l'entità dell'errore:

m₁) introdurre nuovamente il tampone nel foro e disporre il palpatores del comparatore all'estremità dell'impugnatura;

n₁) far oscillare il tampone in senso parallelo all'asse del palpatores.

L'errore incontrato (diviso per due) servirà per correggere l'inclinazione del carrello, operando come in d₁, tenendo presente che il valore della distanza da segnare sul carrello può essere x oppure x' secondo i casi (e cioè del lato dell'oscillazione).