ISTITUTO SALESIANO
«Beata Vergine di San Luca»
via Jacopo della Quercia, 1 - 40128 BOLOGNA
tel. 051/41.51.711 – *www.salesianibologna.net*
presidesup.bolognabv@salesiani.it
Il Preside

PASSERELLE/IDONEITÀ

LABORATORI TECNOLOGICI ED ESERCITAZIONI

PROGRAMMI DEL BIENNIO

MATERIA DI INDIRIZZO

Prof.: ROBERTO SARTI - sarti.roberto.PROF@salesianibologna.it

Testo di riferimento: Laboratori Tecnologici ed Esercitazioni
Editore : Ulrico Hoepli Milano – Volume primo

A) Argomenti su cui verterà la prova (relativamente al programma di PRIMA PROFESSIONALE):

Antinfortunistica:
La prevenzione agli infortuni ed alle malattie professionali;
I rischi degli ambienti di lavoro derivanti da: rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione e utilizzo di scale; pag.239-240
Segnaletica di sicurezza; pag. 257-258-259
La sicurezza nell'attività lavorativa, dispositivi di protezione individuali. pag. 260-261

Metrologia:
Il Calibro pag. 84-85
- Parti fondamentali;
- Nonio ventesimale: metodologia di lettura.

Micrometro per esterni pag. 86
- Parti fondamentali;
- Nonio: metodologia di lettura.

Comparatore pag. 87-88
- Parti fondamentali;
- Posizionamento del comparatore e tipi di supporto;
- Precarica e azzeramento del comparatore;
- Nonio: metodologia di lettura.

Processi di lavorazione
- Lavorazioni al banco; pag. 154
- La tracciatura; pag. 155
- La limatura; pag. 156 - 157
- La foratura; pag. 162
- Il trapano; pag. 163 - 164
- Alesatura e Filettatura; pag. 164 - 165
- Lavorazioni alle macchine utensili; pag. 167
- La tornitura. pag. 167 – 168 – 169 – 170 – 171 – 172
- La fresatura; pag. 173 – 174 – 175

Per la disciplina
"Laboratori tecnologici ed esercitazioni: esercitazioni pratiche officina meccanica"
non è previsto un esame di ammissione, tuttavia l'allievo è tenuto alla frequenza di un corso pratico di riallineamento, secondo modalità da concordare con l'insegnante incaricato. Il programma sopra riportato se approfondito faciliterà il corso di riallineamento.

Materiale allegato :

- Fotocopie del testo

B) Argomenti su cui verterà la prova (relativamente al programma di SECONDA PROFESS.):

Cicli di lavorazione alle Macchine Utensili Tradizionali (Dispensa del docente)

- Semilavorato di partenza;
- Analisi della forma;
- Scelta del procedimento e delle macchine utensili;
- Uso delle tabelle per la scelta della velocità di taglio e dell'avanzamento, calcolo del numero di giri;
- Stesura del ciclo di lavorazione.

Tornitura di conicità e filettature (Dispensa del docente)

- Predisposizione della macchina;
- Metodologia di lavorazione;

Per la disciplina
"Laboratori tecnologici ed esercitazioni: esercitazioni pratiche officina meccanica"
non è previsto un esame di ammissione, tuttavia l'allievo è tenuto alla frequenza di un corso pratico di riallineamento, secondo modalità da concordare con l'insegnante incaricato. Il programma sopra riportato se approfondito faciliterà il corso di riallineamento.

Materiale allegato :

- Dispensa sui cicli di lavorazione;
- Dispensa sulle conicità e filettature.

ELEMENTI DI ANTINFORTUNISTICA E TERRITORIO

D1.1 ELEMENTI DI ANTINFORTUNISTICA

Salute, sicurezza ed ergonomia

La salute di una persona, considerata nel suo significato globale, può essere rappresentata dallo stato di benessere fisico e psichico del suo organismo.

Il *benessere fisico* di un individuo è legato al buon funzionamento di tutti i suoi organi, mentre il suo *equilibrio psichico* risulta sempre più strettamente legato all'ambiente che lo circonda (vita sociale e familiare, ambiente e clima del lavoro, stile di vita ecc.).

La salute di una persona è continuamente soggetta a **pericoli**, derivanti da:

- infortuni;
- malattie.

Si definisce **infortunio** un evento improvviso e imprevedibile, generalmente traumatico, che danneggia la salute di una persona, per esempio l'*amputazione di una mano*.

Si definisce **malattia** l'alterazione prolungata della funzione di un organo o di tutto l'organismo, per esempio la *silicosi* che colpisce i minatori (malattia dei polmoni provocata dalla respirazione di polveri di rocce silicee).

Le malattie e gli infortuni che si verificano durante l'espletamento della propria attività lavorativa si chiamano *infortuni sul lavoro* e *malattie professionali*.

Lo sforzo di protezione della salute da questi pericoli deve riguardare ogni momento della vita di una persona (vita personale, familiare, tempo libero). L'ambiente di lavoro, però, risulta essere quello più importante verso il quale devono essere rivolte le maggiori energie di prevenzione.

Sicurezza sul lavoro

I pericoli per la salute presenti nell'ambiente di lavoro sono le cause degli infortuni e delle malattie. Essi possono essere legati [fig. D1.1]:

- ai *mezzi*;
- all'*operatore*;
- all'*ambiente*;
- al *tipo di lavoro*.

OBIETTIVI

Conoscenze

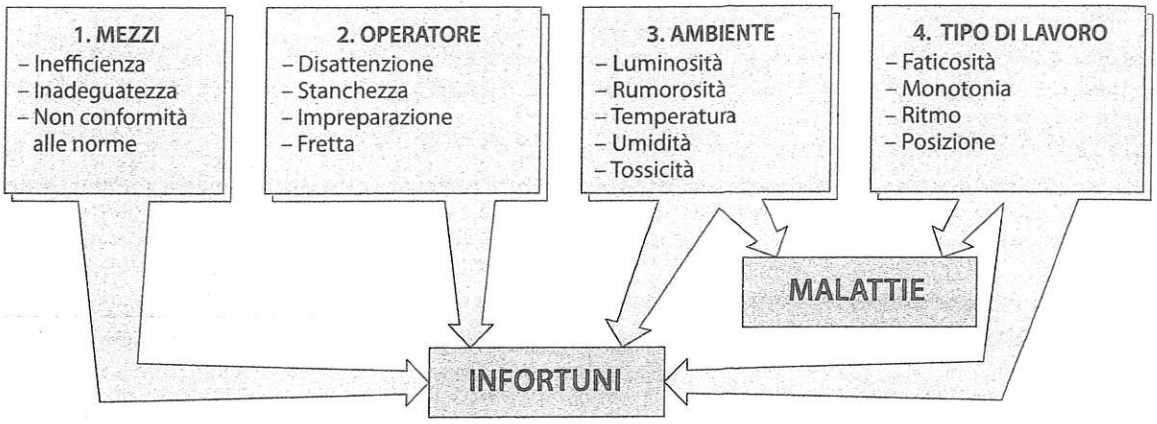
- Elementi di salute e sicurezza
- Nozioni di primo soccorso
- Barriere architettoniche e territorio

Abilità

- Definire l'infortunio, la malattia professionale e l'ergonomia
- Saper fornire primo soccorso in condizioni di sicurezza
- Identificare le condizioni che determinano l'insorgenza di barriere architettoniche

CONTENUTI

D1.1 Elementi di antinfortunistica
D1.2 Primo soccorso e pronto soccorso
D1.3 Barriere architettoniche
D1.4 Pianificazione territoriale



D1.1 Fattori di rischio nell'ambito del lavoro.

1. I **mezzi** utilizzati nell'ambiente di lavoro possono costituire dei potenziali pericoli per l'operatore quando sono inefficienti, inadeguati e non costruiti secondo le norme antinfortunistiche.
2. L'**operatore** stesso, quando è stanco, disattento e impreparato può essere causa di infortuni per sé e per gli altri. Risulta di primaria importanza un'adeguata e continua informazione.
3. L'**ambiente** è un fattore importante nel causare sia infortuni sia malattie. Sono fattori di rischio, per esempio, l'alta temperatura, la scarsa luminosità, l'eccessiva rumorosità, la marcata umidità, le sostanze tossiche assorbite dall'organismo mediante la respirazione o il contatto diretto con la pelle.
4. Il **tipo di lavoro** è fattore di rischio per infortuni e malattie quando è troppo faticoso, monotono, ripetitivo, caratterizzato da ritmi eccessivi, da posizioni scomode, tensioni nervose e conflitti fra persone (stress, nevrosi, artrosi, disturbi psichici ecc.).

Prevenire il pericolo e garantire il benessere

Per poter diminuire questi fattori di rischio il mezzo è un'efficace **attività di prevenzione**. Occorre analizzare i *mezzi di produzione*, gli *ambienti* e i diversi *lavori* per scoprire tutte le situazioni di pericolosità e per attivare azioni di difesa. Nasce con questo scopo la **normativa antinfortunistica** che si pone nell'ottica della *prevenzione*. Essa, infatti, cerca di ottenere che tra l'uomo e il suo lavoro venga realizzato il *miglior adattamento* possibile, in termini di *rendimento* e di *benessere*, perseguendo contemporaneamente i *seguenti due obiettivi*:

- **adattare le condizioni di lavoro alle esigenze dell'uomo**, mediante il soddisfacimento dei bisogni primari del suo fisico;
- **adattare le condizioni dell'uomo alle esigenze del lavoro**, mediante la ricerca della massima funzionalità dell'attività produttiva.

Il primo obiettivo viene raggiunto **garantendo il benessere del lavoratore**, facendo in modo che le caratteristiche ambientali siano comprese nella *fascia di comfort*, illustrata nella **figura D1.2** e di seguito riassunte:

– temperatura effettiva:	17 ÷ 24	[°C]
– umidità relativa:	30 ÷ 70	[%]
– velocità dell'aria:	0,1 ÷ 0,4	[m/s]
– illuminazione:	100 ÷ 1000	[Lux]
– rumore:	0 ÷ 45	[dB]
– vibrazioni:	0 ÷ 1	[cicli/s]
– altri fattori:	**[v. fig. D1.2]**	

Il secondo obiettivo viene raggiunto **mettendo l'uomo a suo agio**, assicurando cioè che l'attività lavorativa venga compiuta in condizioni di *minor fatica*. Tutto questo forma lo scopo di una *moderna disciplina scientifica* chiamata *ergonomia* **[fig. D1.3]**.

L'**ergonomia** studia il rapporto ottimale tra l'uomo, gli oggetti che utilizza e l'ambiente, con l'obiettivo di ricercare le condizioni che assicurano una migliore qualità della vita, sia nel lavoro sia nel quotidiano.

Per raggiungere questo obiettivo risulta determinante lo studio della **posizione assunta dall'uomo** durante il lavoro. La soluzione ottimale viene ricercata controllando alcuni elementi tra i quali:

- il movimento delle braccia;
- le pulsazioni cardiache;
- il ritmo di respirazione e il consumo di ossigeno;
- lo sforzo fisico;
- il movimento degli occhi e la dilatazione della pupilla;
- gli effetti frustranti;
- il carico di lavoro mentale;
- l'interesse per il lavoro;
- il livello di soddisfazione.

D2.1 Enti preposti alla vigilanza, alla verifica e alla diffusione delle norme di sicurezza e di prevenzione degli infortuni.

D2.2 SEGNALETICA ANTINFORTUNISTICA

La segnaletica antinfortunistica svolge un ruolo importante per la sicurezza degli ambienti di lavoro. Infatti con segnali appropriati si riescono a trasmettere con maggior immediatezza messaggi di richiamo dell'attenzione, di divieto, di obbligo comportamentale, di pericolo, di informazione sulle vie di uscita, sui posti di soccorso e di servizio ecc. Il Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008 con le successive modifiche del DLgs n. 106 del 3 agosto 2009 dà attuazione alla direttiva CE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e la salute sul luogo di lavoro. Di seguito vengono riassunte le caratteristiche più importanti di tali disposizioni.

- Le **dimensioni dei cartelli** di segnale vanno determinate in funzione della distanza da cui essi devono essere visti o letti e della velocità che possiede il soggetto a cui il messaggio è rivolto.
- I diversi **tipi di cartelli** segnaletici devono essere differenziati in base alla *forma*, al *colore*, al *contrasto* e al *simbolo*. Nella tabella D2.1 sono riportati i principali tipi di segnale e il loro significato.
- Devono essere segnalate tutte le **situazioni che possono costituire pericolo**, come pozzi, aperture, fosse, carichi sospesi, cadute di materiali, ambienti con prodotti nocivi, vie di fuga, localizzazione dei servizi ecc.

TABELLA D2.1 Principali tipi di segnali antinfortunistici

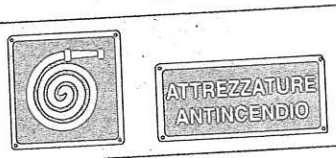
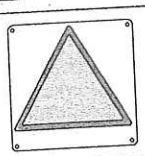
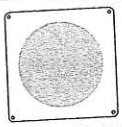
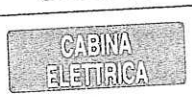
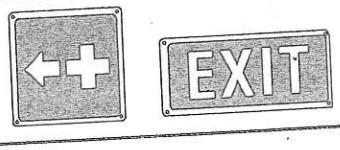
Tipo	Simbolo	Forme e colori	Significato ed esempi
Avvertimento		Forma triangolare o rettangolare Simbolo nero su fondo giallo	Segnalazione di pericolo p.e. Materiale infiammabile
Divieto		Forma tonda Simbolo nero cerchiato e barrato trasversalmente in rosso	Vietata una azione pericolosa p.e. Divieto di passaggio
Prescrizioni		Forma rotonda o rettangolare Simbolo bianco su fondo azzurro	Obbligo di usare mezzi di protezione p.e. Occhiali, casco
Salvataggio Informazioni		Forma quadrata o rettangolare Simbolo bianco su fondo verde o blu	Indicazione di servizi p.e. Posto di pronto soccorso, estintore, scale di sicurezza
Segnali di pericolo		Forma rettangolare Strisce inclinate gialle e nere	Segnale di pericolo costante p.e. Soglie, sporgenze, traverse
Segnali complementari		Forma quadrata o rettangolare Scritte in nero su fondo bianco	Sono trasmesse ulteriori informazioni in aggiunta ai cartelli precedenti

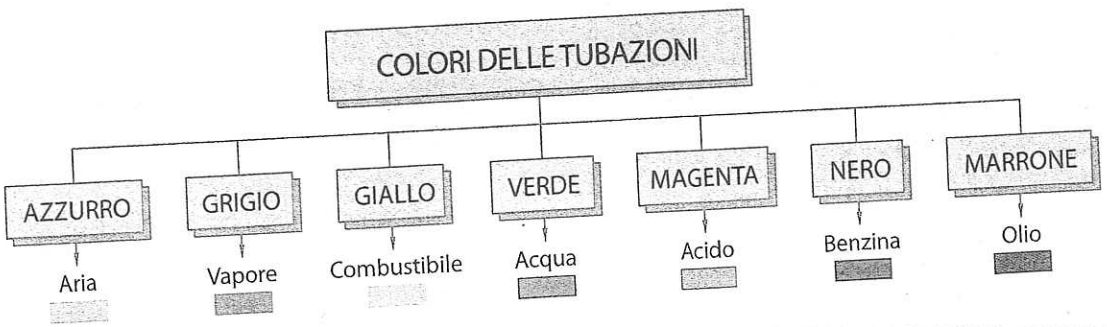
- Particolare rilievo va dato ai *simboli di pericolo* utilizzati per indicare la presenza di **sostanze nocive**. Questi simboli, riportati nella tabella D2.2, a forma di rombo, presentano un margine rosso e all'interno pittogrammi neri e devono essere riportati sulle etichette delle confezioni commerciali o esposti negli ambienti dove queste sostanze vengono prodotte o utilizzate, insieme alla lettera corrispondente alla classe di pericolo.
- Per meglio evidenziare il tipo di messaggio da trasmettere, la segnaletica antinfortunistica utilizza i **colori della sicurezza**, realizzati con vernici che ne aumentano la visibilità. Nella tabella D2.3 sono riportati colori, forme e significati.
- Il fluido, liquido o gassoso, convogliato nelle tubazioni, deve essere riconoscibile attraverso la colorazione distintiva, parzialmente riportata nella figura D2.2.
- Anche i gas, liquefatti o disciolti, contenuti nelle bombole sotto pressione, sono evidenziati mediante i **colori distintivi**, riportati nella figura D2.3.

TABELLA D2.2 Nuovi pittogrammi di pericolo utilizzati sulle confezioni

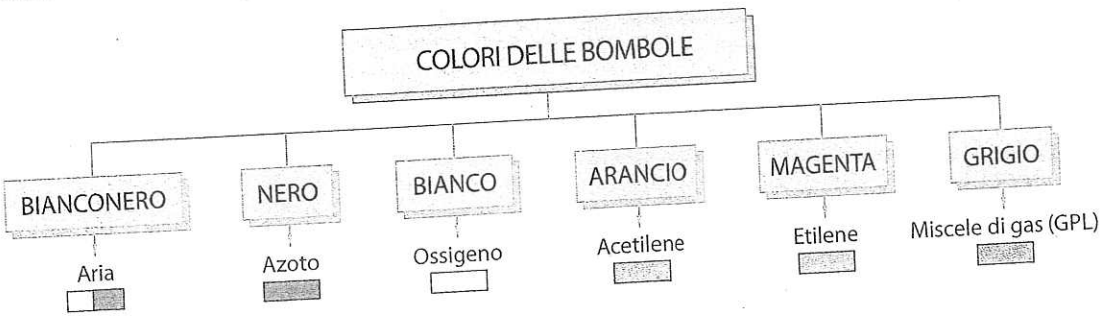
Pittogramma	N.	Disegno	Sigla	Indicazioni
		Pericoli fisici		
	1.1	Bomba che esplode	GHS01	Esplosivi
	1.2	Fiamma	GHS02	Sostanze infiammabili
	1.3	Fiamma su cerchio	GHS03	Gas e liquidi comburenti
	1.4	Bombola per gas	GHS04	Gas sotto pressione, gas compressi
	1.5	Corrosione	GHS05	Corrosivo per metalli
		Pericoli per la salute		
	2.1	Teschio e tibie incrociate	GHS06	Tossicità acuta
	2.2	Corrosione	GHS05	Corrosione cutanea; gravi lesioni oculari
	2.3	Punto esclamativo	GHS07	Tossicità acuta (per via orale, per via cutanea, per inalazione); irritazione cutanea; irritazione oculare; sensibilizzazione cutanea; tossicità specifica per organi bersaglio esposizione singola; irritazione delle vie respiratorie; narcosi
	2.4	Pericolo per la salute	GHS08	Sensibilizzazione delle vie respiratorie; mutagenicità sulle cellule germinali; cancerogenicità; tossicità per la riproduzione; tossicità specifica per organi bersaglio esposizione singola; tossicità specifica per organi bersaglio esposizione ripetuta; pericolo in caso di aspirazione
		Pericoli per l'ambiente		
	3.1	Ambiente	GHS09	Pericoloso per l'ambiente (pericolo acuto o cronico)

TABELLA D2.3 Colori della sicurezza nella segnaletica antinfortunistica

Colore	Forma geometrica	Significato	Esempi
Rosso		Divieto Arresto	Segnale di divieto Segnale di arresto Dispositivi di arresto Dispositivi di emergenza
		Antincendio	Dispositivi antincendio
Giallo		Attenzione Pericolo	Incendio Esplosione Radiazioni Sostanze chimiche
		Pericolo	Soglie, ostacoli Passaggi pericolosi Parti di macchina in movimento
Azzurro		Prescrizione	Portare il casco Mettere gli occhiali Tappare le orecchie
		Informazione	Ubicazione cabina elettrica
Verde		Sicurezza Pronto soccorso	Uscite di sicurezza Posizione idranti Pronto soccorso Posti di salvataggio



D2.2 Colorazioni distintive delle tubazioni – UNI 5634.



D2.3 Colorazioni distintive delle bombole – UNI EN 1089.

D2.3 SICUREZZA NELL'ATTIVITÀ LAVORATIVA

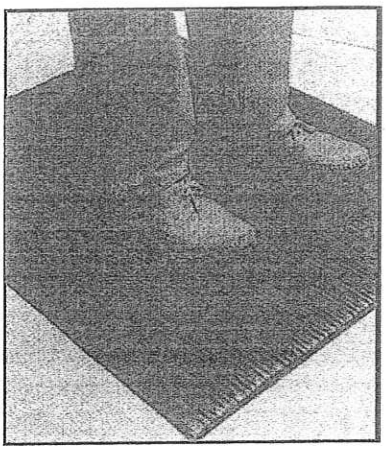
Vengono, ora, riportate alcune **disposizioni pratiche** per garantire lo standard minimo di sicurezza nelle lavorazioni al banco, al trapano, alle macchine utensili, della lamiera e nelle operazioni di saldatura e nell'uso degli attrezzi elettrici.
Si tenga presente che l'obiettivo non deve essere quello di imparare mnemonicamente una serie di norme, ma di acquisire una **mentalità** capace di garantire in ogni situazione un atteggiamento attento a ogni possibile pericolo.
Saranno così individuate anche altre norme di sicurezza non elencate in questa breve esposizione ma dedotte dal buon senso e dall'esperienza.

Lavorazioni al banco con la lima

- Verificare che il pavimento non sia scivoloso e, se necessario, ricorrere all'uso di opportune pedane [fig. D2.4]. Queste ultime possono costituire un utile dispositivo isolante nel caso si debbano eseguire lavorazioni con attrezzature elettriche manuali (trapano a mano, saldatore ad arco).
- Non usare mai la lima senza manico, accertarsi che quest'ultimo non sia fessurato o scheggiato e che sia stabilmente collegato al codolo della lima; un suo distacco improvviso, durante il lavoro, può risultare pericoloso.
- Eseguire l'operazione di montaggio del manico sulla lima mediante forzatura con mazzuola di legno o caucciù, oppure battendolo contro il banco di lavoro tenendo la lima in prossimità del manico.
- Procedere alla rimozione della limatura del ferro dalla superficie del pezzo con un pennello o uno straccio: non usare mai le mani né tantomeno soffiarci sopra perché potrebbe entrare negli occhi.
- Fare molta attenzione alla caduta di gocce d'olio sulla superficie di lavoro poiché potrebbero far improvvisamente scivolare la lima.

Lavorazioni al banco di tracciatura e bulinatura

- Usare la *punta a tracciare* con molta prudenza, senza mai alzarla dalla zona di lavoro e senza tenerla in mano durante la conversazione con i vicini.
- Eseguire le linee di tracciatura tenendo la punta inclinata in avanti verso la direzione di lavoro, per evitare pericolosi impuntamenti.



D2.4 Pedane antiscivolo e isolanti.

- Durante la tracciatura tenere la punta bene aderente alla superficie del pezzo ed evitare che, scivolando, effettui percorsi non controllati.
- Allontanare il *truschino* dopo il suo utilizzo, posizionandolo nella zona centrale del banco di tracciatura.
- Durante la bulinatura tenere il *bulino* ben appoggiato alla superficie del pezzo e operare con piccoli colpi di martello. Se necessario ripetere più volte l'operazione sullo stesso punto.
- Finita l'operazione di tracciatura, coprire la punta a tracciare del *truschino* con l'apposito cappuccio di protezione.

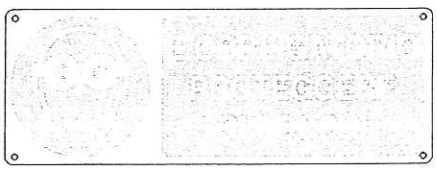
Lavorazioni al trapano

- Prima di iniziare l'operazione di foratura assicurarsi che il pezzo sia ben bloccato sulla tavola o sulla morsa e che la punta elicoidale sia centrata e fissata sul mandrino.
- Non usare le mani per la rimozione dei trucioli dal pezzo e tanto meno l'aria compressa, ma servirsi di un pennello o di uno straccio e intervenire a operazione ultimata.
- Non pulire con le mani la superficie appena forata per non rischiare di ferirsi con gli spigoli taglienti (*bave*) che la punta elicoidale lascia alla fine di una foratura.
- Non toccare con le mani la punta elicoidale a foratura ultimata: potrebbe scottare.
- Se durante l'operazione di foratura si lubrifica a mano, agire sulla punta elicoidale e non sul pezzo.
- Non rimanere con il corpo troppo vicino alla punta elicoidale in rotazione, non portare vestiti svolazzanti, allacciare le maniche delle tuta in modo che siano aderenti ai polsi.

- Nelle operazioni di foratura è opportuno portare gli occhiali di protezione [fig. D2.5]. Usando il trapano a mano occorre fare più attenzione per il rischio di corto circuito: controllare prima l'efficienza del cavo di alimentazione.
- Diminuire la pressione e l'avanzamento in prossimità dell'uscita della punta dal foro, per evitare il contraccolpo.
- Tenere sempre pulito il posto di lavoro, poiché i trucioli sul pavimento possono far scivolare.

Lavorazioni alle macchine utensili

- Durante l'operazione di montaggio dei pezzi, assicurarsi che il motore della macchina sia spento. Una manovra non voluta potrebbe avviare la movimentazione delle slitte.
  Prima di iniziare la lavorazione assicurarsi che il bloccaggio dei pezzi sia effettuato in modo corretto e sicuro. Depositare al loro posto chiavi e attrezzi utilizzati per la chiusura.
  Prendere visione della posizione dell'interruttore dello *stop di emergenza* (fungo rosso) e rimanere in posizione tale che in qualsiasi momento lo si possa facilmente raggiungere. Lo stesso dicasi per le leve di *stop avanzamento* e *stop rotazione*.
  Accendere il motore dopo aver accostato i ripari. Non disattivare mai gli interruttori di sicurezza previsti su di essi. Non rimuovere i ripari e i dispositivi di sicurezza [fig. D2.6].
  Durante la lavorazione di materiali friabili (ghisa, bronzo ecc.) utilizzare sempre gli occhiali di protezione.



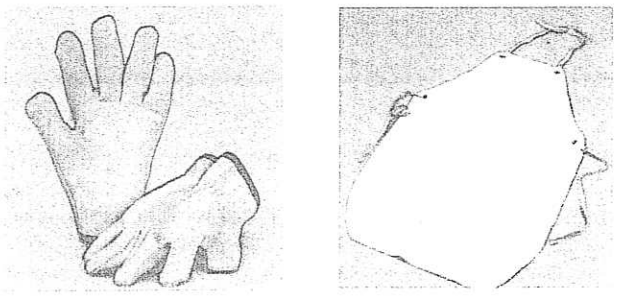
D2.5 Nelle lavorazioni al trapano è opportuno portare sempre gli occhiali di protezione.

D2.6 La lavorazione alle macchine utensili presenta molti pericoli in parte ovviati dai dispositivi di sicurezza.

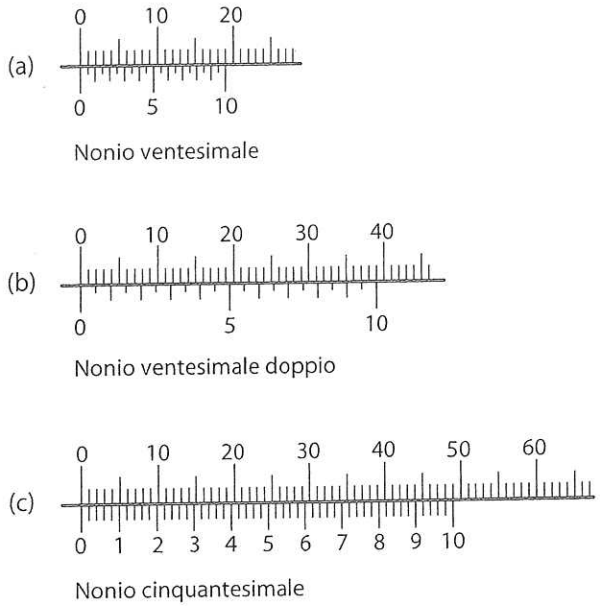
- Avvicinare gli utensili osservando continuamente la loro distanza dal pezzo. Fare attenzione che nel percorso di avvicinamento dell'utensile al pezzo non ci siano ostacoli (staffe di chiusura).
- Non allontanare i trucioli con le mani ma servirsi degli appositi attrezzi, quali uncini, palette, scopini ecc. Non effettuare misurazioni sui pezzi con calibri a mano mentre la macchina è in moto.
- Non anticipare l'arresto di qualsiasi organo rotante frenandolo con le mani. Non toccare con le mani i pezzi subito dopo la lavorazione: potrebbero scottare.
- Non lavorare alle macchine utensili se non si è in buona salute. I malesseri derivanti da stanchezza, sonnolenza e mal di testa sono i presupposti ideali per manovre distratte e scorrette che possono portare all'infortunio.
- In caso di interruzione momentanea di corrente o guasto elettrico, riportare immediatamente la macchina in posizione di sicurezza, disinserendo l'avanzamento automatico, allontanando l'utensile dal pezzo e aprendo l'interruttore del motore.
- Non fumare sul posto di lavoro perché alluminio, nichel, manganese, magnesio e sue leghe, celluloide e resine sintetiche, ridotti in polvere e mescolati con l'aria, possono generare miscele esplosive.

Lavorazioni della lamiera

- Maneggiare i fogli di lamiera con i guanti ed eventualmente anche con il grembiule di cuoio [fig. D2.7]. Non strisciare le mani sulla lamiera per non rischiare di tagliarsi.
- Nell'operazione di tranciatura con cesoia manuale fare molta attenzione ai movimenti della lamiera durante il taglio e non avvicinare le mani ai coltelli.
- Nella foratura di lamiere sottili la punta elicoidale tende a ovalizzare il foro portando in pericolosa vibrazione la lamiera stessa. Questo inconveniente si può eliminare appoggiando la lamiera sopra un asse di legno duro.



D2.7 La lavorazione della lamiera richiede particolari attenzioni. Proteggere sempre le mani con i guanti e il corpo con il grembiule.



B1.19 Tipi di nonio: a) ventesimale; b) ventesimale doppio; c) cinquantesimale.

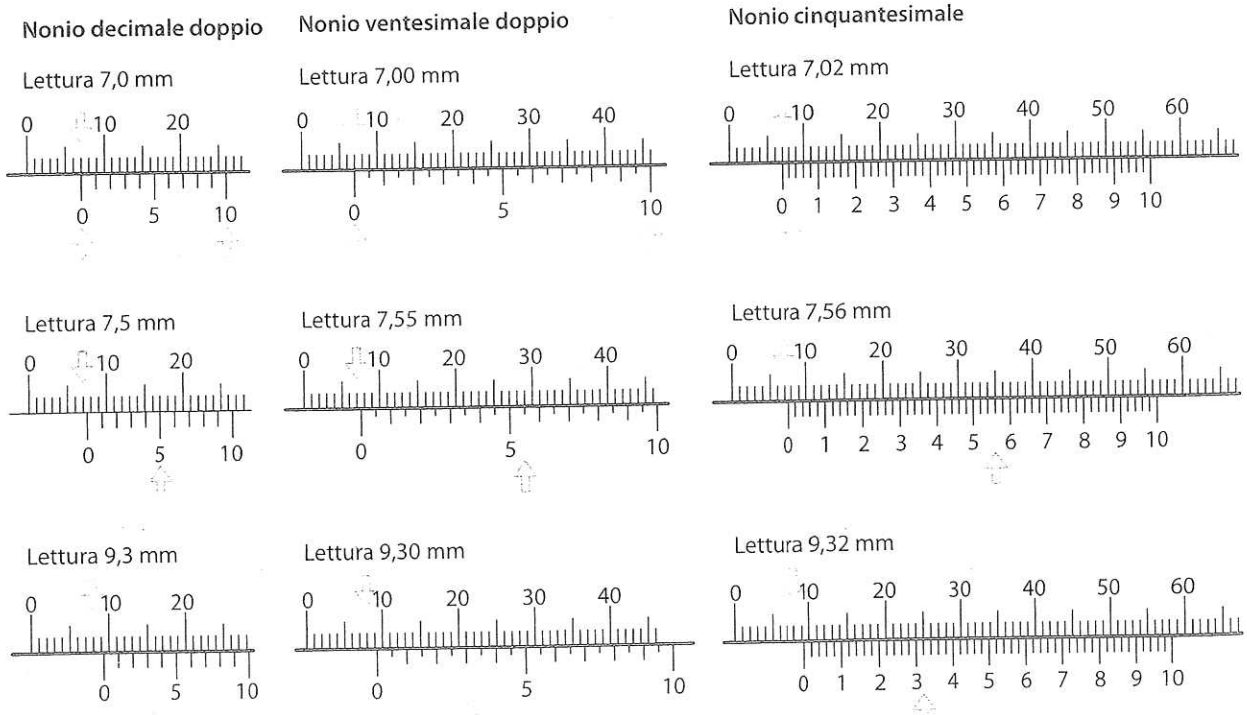
La misura di una lunghezza sarà data da una parte intera letta sulla scala fissa in corrispondenza dello zero del nonio e da una parte frazionaria che dipende dalla lineetta del nonio che coincide con quella della scala fissa.

Nella figura B1.20 sono riportati alcuni esempi di lettura di una stessa misura effettuata con calibri aventi diversi tipi di nonio.
È interessante rilevare come cambia il risultato della misura eseguita rispettivamente con il *nonio decimale doppio, ventesimale doppio* e *cinquantesimale,* proprio perché varia, con i diversi tipi di nonio, il valore dell'approssimazione.

Calibro a corsoio

Il **calibro a corsoio**, detto anche calibro a cursore o calibro a nonio, è lo strumento più usato nelle officine per la precisione con la quale è possibile effettuare misure esterne, interne e di profondità [fig. B1.21].

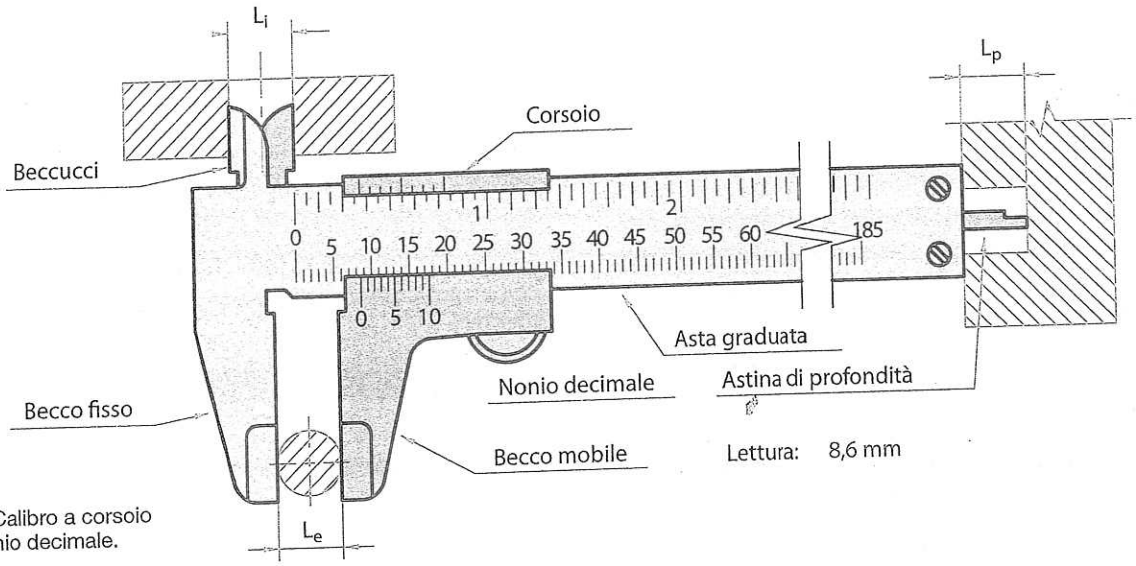
Questo strumento è costituito da un'*asta* di acciaio con la scala inferiore graduata in millimetri e quella superiore in pollici terminante a sinistra con due beccucci, uno grande per le misure esterne L_e e uno piccolo per le misure interne L_i.
Sull'asta scorre, con leggero attrito, il *corsoio* provvisto anch'esso dei corrispondenti beccucci, grande e piccolo. Solidale con il corsoio, alloggiata su una scanalatura praticata nell'asta, scorre un'*astina* con la quale si effettuano le misure di profondità L_p. Nei calibri di precisione lo spostamento del corsoio viene ottenuto



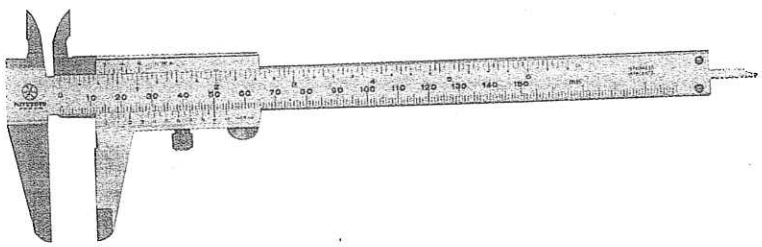
B1.20 Esempi di lettura con diversi tipi di nonio.

micrometricamente mediante un dispositivo a doppio corsoio e vite di movimentazione.
Sul corsoio, in corrispondenza delle due scale dell'asta fissa, sono incise le scale del nonio per la lettura delle frazioni di millimetro o di pollice.
Esistono diversi **tipi di calibro a corsoio**; la **figura B1.22** mostra un *calibro a nonio ventesimale* con le scale fisse e mobili sullo stesso piano, per eliminare gli errori di parallasse.

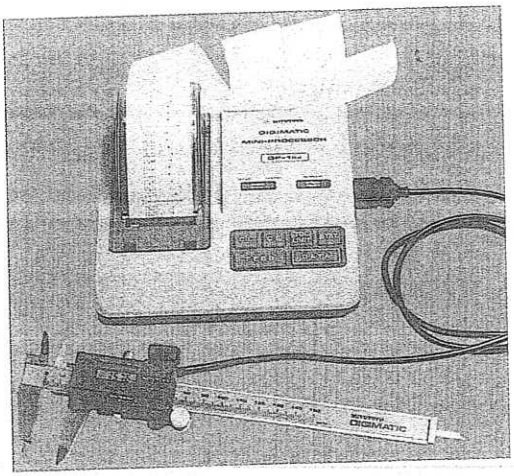
La **figura B1.23** illustra un *calibro digitale* a lettura immediata su visualizzatore a cristalli liquidi. Lo strumento è collegato a un microprocessore per l'elaborazione dei dati e la stampa dei risultati (conteggio delle misurazioni, calcolo del valore minimo, massimo e medio).
La **figura B1.24** presenta un calibro a corsoio specificamente adatto per l'effettuazione delle misure di profondità.



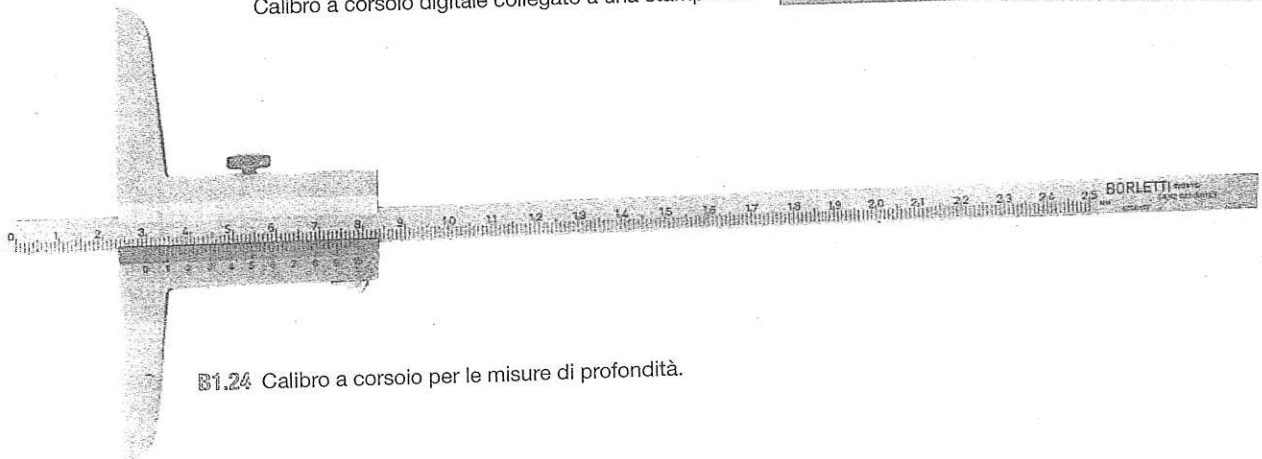
B1.21 Calibro a corsoio con nonio decimale.



B1.22 Calibro a corsoio con nonio ventesimale doppio.



B1.23 Calibro a corsoio digitale collegato a una stampante.



B1.24 Calibro a corsoio per le misure di profondità.

Micrometro a vite

Il **micrometro a vite** è uno strumento a misurazione diretta con il quale è possibile effettuare misure esterne, interne e di profondità con approssimazione fino a 0,01 mm [fig. B1.25].

Questo strumento è costituito da un *corpo principale* a forma di arco che sostiene a sinistra un tassello fisso, detto *incudine,* per l'appoggio del pezzo da misurare e a destra una *madrevite* dentro la quale scorre una *vite* con passo relativamente piccolo e preciso (normalmente di 0,5 o 1 mm).

La vite termina a sinistra con uno stelo mobile mentre a destra è solidale con un *tamburo graduato* con 50 o 100 tacche incise sulla sua superficie periferica. Il tamburo viene manovrato mediante un *nottolino a frizione* che slitta quando la forza di chiusura esercitata sul pezzo ha raggiunto il valore prestabilito.

Si costruiscono micrometri con campi di misura che vanno da 0 a 25 mm, da 25 a 50 mm e così via. Sono da preferire i micrometri con tamburo piuttosto grande, suddiviso in 50 parti e vite con passo di 0,5 mm per non avere le tacche troppo vicine (una buona lettura richiede distanze non inferiori a 0,8 mm).

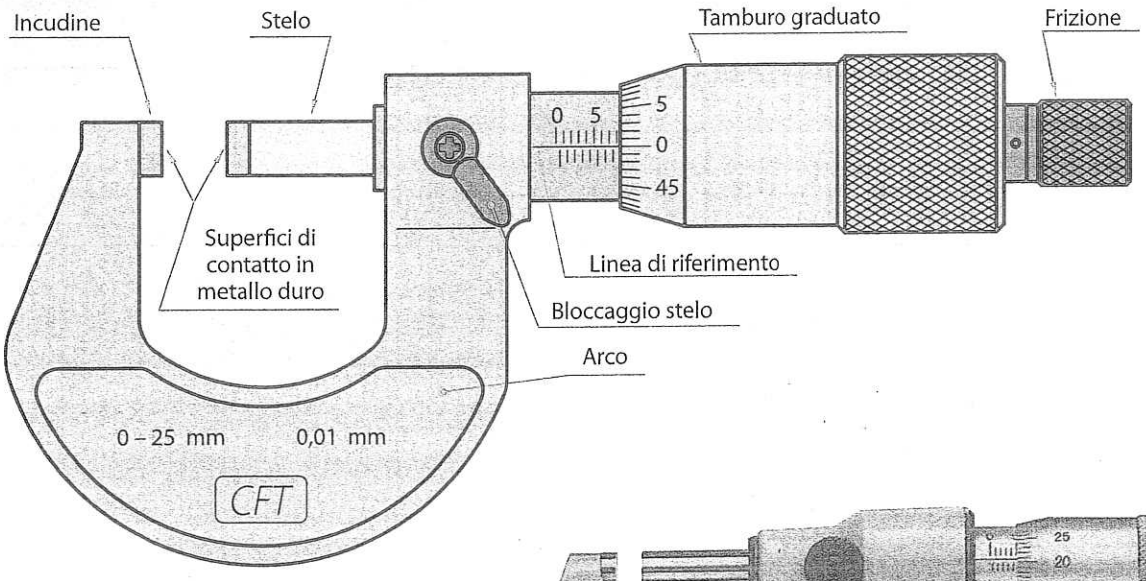
Il **principio di funzionamento** dello strumento è il seguente: per ogni giro completo del tamburo la vite avanza di una lunghezza pari al suo passo p. Questo avanzamento della vite viene diviso in parti uguali e visualizzato dalla scala graduata praticata sul tamburo.

Se, per esempio, la vite ha un passo p = 0,5 mm sul tamburo viene incisa una scala graduata con 50 lineette e a ognuna di esse corrisponderà un avanzamento A dell'asta mobile pari a:

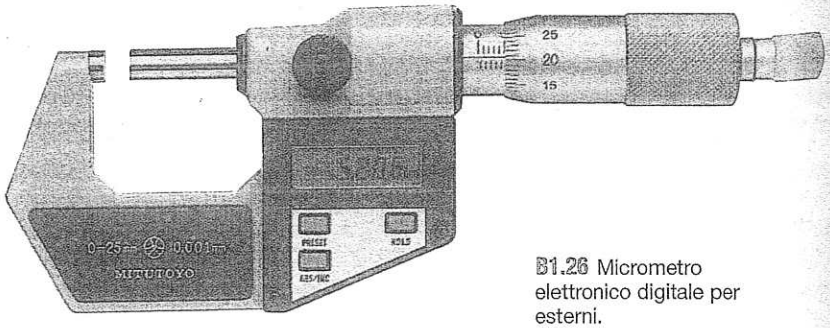
$$A = \frac{p}{n} = \frac{0{,}5}{50} = 0{,}01 \text{ mm}$$

Anche in questo caso la lettura della misura avviene in due tempi successivi sulle due scale: la parte intera della misura si legge sulla scala graduata orizzontale, sull'ultima lineetta scoperta dal tamburo, e la parte frazionaria aggiuntiva si legge sul tamburo graduato in corrispondenza della linea di riferimento.
Particolare interesse assumono i **micrometri elettronici digitali** [fig. B1.26] per le molteplici funzioni che sono in grado di svolgere:

- indicazione numerica della quota sul display con l'eliminazione degli errori di lettura;



B1.25 Parti fondamentali di un micrometro a vite.



B1.26 Micrometro elettronico digitale per esterni.

- memorizzazione della quota e spegnimento automatico dopo un determinato tempo durante il quale lo strumento rimane inutilizzato;
- indicazione sul display del messaggio *go/no go* (*passa/non passa*) rispetto alla tolleranza assegnata alla quota da controllare;
- controllo automatico della forza di misurazione di 8 N;
- approssimazione pari a 0,001 mm.

Comparatore

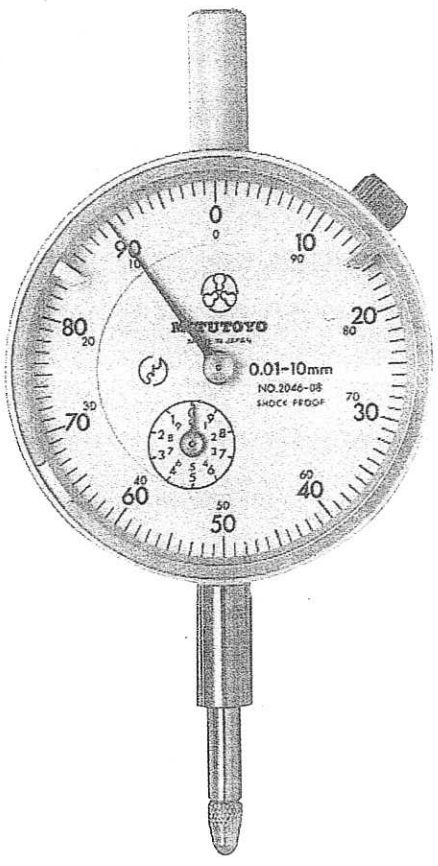
Il **comparatore** è uno strumento utilizzato per il controllo degli errori di forma di superfici (parallelismo, planarità, conicità, circolarità, concentricità, perpendicolarità ecc.) o per misure fatte per comparazione (da cui il nome) tra le dimensioni di un pezzo da misurare e quelle di un pezzo campione [fig. B1.27].

Le parti fondamentali di questo strumento sono:

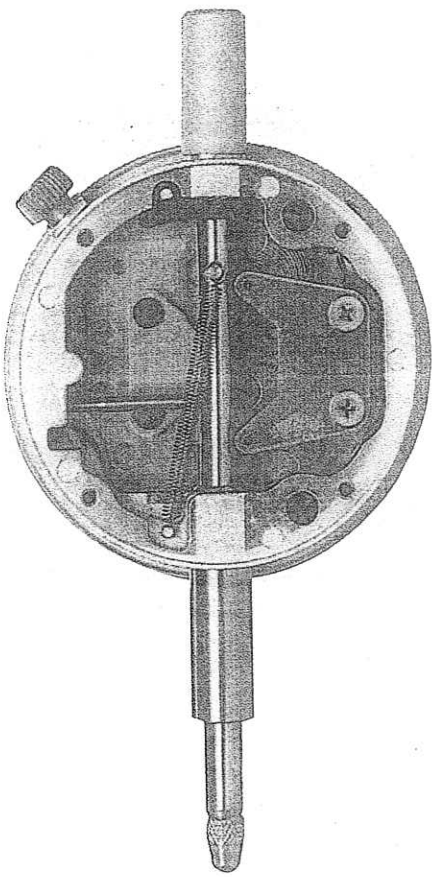
1. *tastatore* con punta arrotondata per facilitare il contatto con la superficie da controllare;
2. *asta scorrevole* su cui si avvita il tastatore;
3. *scatola* contenente il meccanismo d'amplificazione dello spostamento del tastatore;
4. *quadrante circolare* con scala graduata centesimale con lancetta rotante;
5. *quadrante piccolo* per il conteggio del numero dei giri compiuti dalla lancetta;
6. *indicatori mobili* posti sul contorno del quadrante per l'impostazione dell'intervallo di tolleranza concesso;
7. *nottolino zigrinato* per l'azzeramento dell'indice;
8. *pomello superiore* per il sollevamento del tastatore.

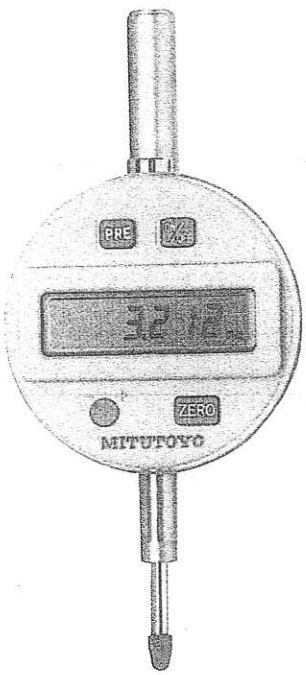
Il **principio di funzionamento** del comparatore è molto semplice: lo strumento, opportunamente sostenuto da una base di supporto, è posto con il tastatore a contatto della superficie da controllare e fatto scorrere su di essa. Le irregolarità della superficie provocano il movimento traslatorio del tastatore e dell'asta scorrevole che è amplificato e trasformato in moto rotatorio dell'indice sul quadrante, mediante dispositivi a leva e ruote dentate. A ogni spostamento di 1 mm del tastatore si fa corrispondere un giro dell'indice sul quadrante e poiché questo è suddiviso in 100 parti, ognuna di esse rappresenta lo spostamento di 1/100 = 0,01 mm del tastatore stesso.

Nella **figura B1.28** è riportato un comparatore millesimale digitale, con visualizzatore a cristalli liquidi a cinque cifre numeriche più una per il segno e funzioni d'accensione (ON/OFF) e d'azzeramento (PREsetting).



B1.27 Comparatore centesimale a quadrante.





B1.28 Comparatore millesimale digitale.

Comparatore universale o tastatore

Il *comparatore universale*, o tastatore, è simile a quello normale, con la differenza che il tastatore è costituito da una leva orientabile secondo un angolo qualsiasi rispetto all'asse dello strumento [fig. B1.29]. La deviazione della punta tastatrice di metallo duro viene amplificata da una leva di prolungamento, che termina all'estremità con una superficie dentata che ingrana con una ruota dentata di metallo duro, collegata alla lancetta del quadrante. Questo strumento è utilizzato quando risulta difficoltoso o impossibile il posizionamento del comparatore normale per controllare:

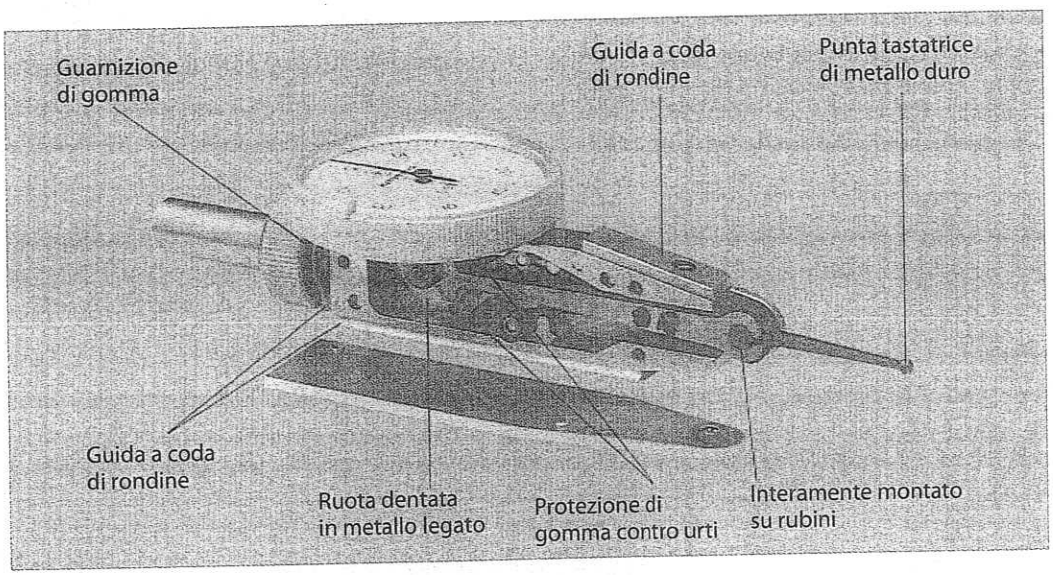
- rettilineità e parallelismo di superfici esterne e interne;
- coassialità e concentricità tra due diametri;
- cilindricità e ovalizzazioni di superfici circolari;
- perpendicolarità di battute a spallamento;
- centratura di pezzi al montaggio;
- piccoli spessori.

Goniometro universale a nonio

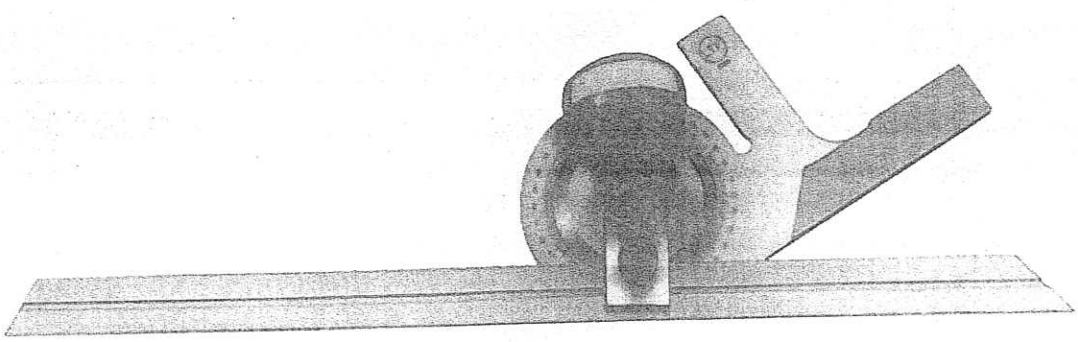
Il **goniometro** è uno strumento utilizzato per la misura degli angoli che richiedono un'approssimazione inferiore al grado (normalmente 1/12 di grado che corrisponde a 5', fig. B1.30).

Le parti principali che compongono questo strumento sono:

1. *squadra fissa* solidale a un *disco grande* graduato da 0° a 90° sui quattro quadranti (due in senso orario e due in senso antiorario);
2. *disco rotante*, coassiale con il disco grande, con incisa la scala del nonio angolare;
3. *asta* solidale al disco rotante e scorrevole, rispetto a esso, mediante scanalatura;
4. *pomelli* per il bloccaggio dell'asta e del disco graduato sul disco rotante e squadra;
5. *lente* d'ingrandimento per facilitare la lettura della misura.



B1.29 Comparatore universale con leva orientabile e ghiera esterna girevole per l'azzeramento.



B1.30 Goniometro universale con lente di ingrandimento per la lettura degli angoli.

Lavorazioni a caldo

Le **lavorazioni a caldo** sono quelle effettuate *senza asportazione di truciolo* modellando il materiale dopo averlo riscaldato a una certa temperatura; quelle più frequenti sono:

- la **fusione**: il metallo viene portato allo stato liquido e colato in una forma che riproduce la geometria del pezzo da ottenere; la forma può essere ottenuta con una particolare terra da fonderia (fusione *in terra*) o in metallo (fusione in *conchiglia*);
- la **fucinatura**: il materiale viene riscaldato fino ad acquistare migliori caratteristiche di deformabilità plastica e quindi lavorato con maglio o pressa oppure con i processi di laminazione, trafilatura ed estrusione.

Lavorazioni a freddo

Le **lavorazioni a freddo** sono quelle effettuate a temperatura ambiente e si dividono in lavorazioni *con asportazione di truciolo* e lavorazioni *per deformazione plastica*.
Le principali lavorazioni a freddo, effettuate con asportazione di truciolo mediante opportuni utensili, sono:

- lavorazioni al banco;
- foratura, alesatura e filettatura a mano;
- tornitura, fresatura e rettificatura;
- saldatura;
- lavorazione della lamiera.

Tra le lavorazioni a freddo eseguite per deformazione plastica le più significative sono lo stampaggio, la piegatura e la tranciatura delle lamiere.

C1.2 LAVORAZIONI AL BANCO

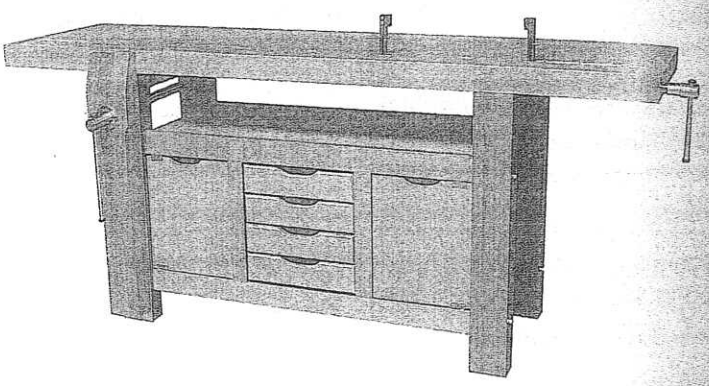
Si chiamano **lavorazioni al banco** tutte quelle operazioni effettuate con l'ausilio di un **banco di lavoro** per il fissaggio del pezzo (morsa) e l'appoggio di attrezzi e strumenti.

Caratteristici banchi di lavoro sono:

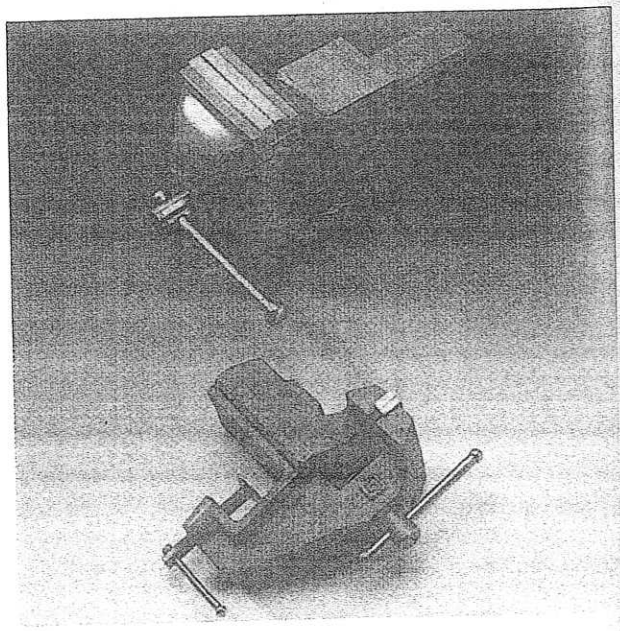
- il **banco da falegname**, per la lavorazione del legno [fig. C1.2];
- il **banco di aggiustaggio**, con morsa parallela [fig. C1.3], per la lavorazione dei materiali metallici.

In questi ultimi tempi le lavorazioni del legno hanno subito un processo di trasformazione che ha loro conferito un alto livello di automazione soprattutto nella costruzione in serie di mobili, scaffalature, infissi e ogni altro componente, disponibili "**pronti per l'uso**" in negozi specializzati. Si ritiene, pertanto, di limitare questa trattazione alla sola presentazione di un corredo completo di attrezzi per la lavorazione del legno, riportati nella figura C1.4.

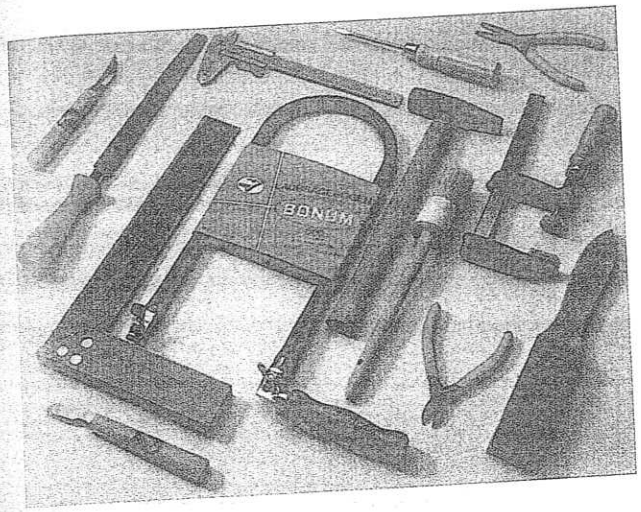
Le lavorazioni al banco dei materiali metallici, dette comunemente **lavorazioni di aggiustaggio**, meritano invece un accenno dettagliato per l'importanza che possono avere nella preparazione, nel ritocco di finitura e nel montaggio di oggetti di ogni genere.



C1.2 Banco da falegname.



C1.3 Morse parallele per il bloccaggio dei pezzi.



C1.4 Attrezzi per la lavorazione al banco del legno.

In questo contesto le operazioni normalmente eseguite sono:

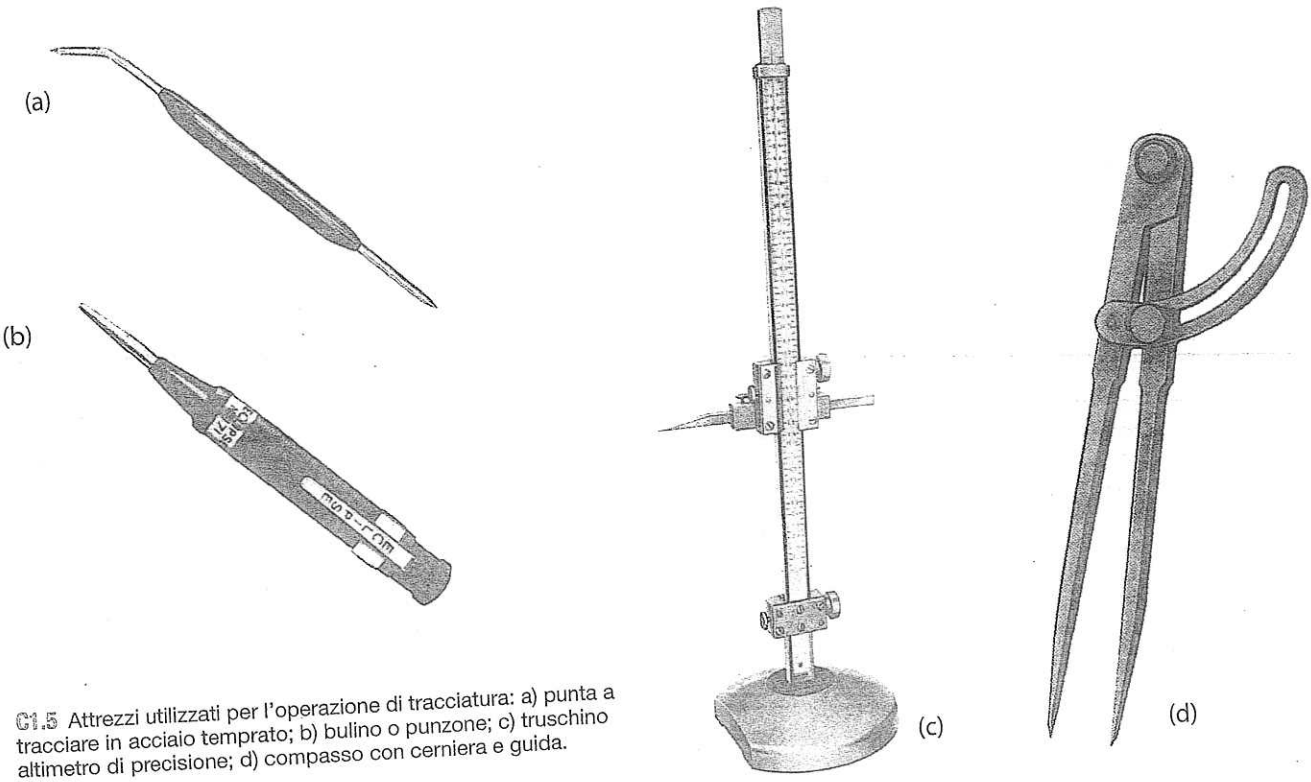
- tracciatura;
- limatura;
- scalpellatura;
- taglio a mano col seghetto;
- foratura al trapano;
- alesatura;
- filettatura;
- sbavatura.

Queste operazioni sono, in genere, affidate a personale specializzato, perché richiedono capacità d'interpretazione dei disegni, analisi e intuito nell'individuare il tipo di intervento da effettuare, precisione nell'esecuzione della lavorazione e accuratezza nei controlli.
Anche gli stessi pezzi costruiti in serie con macchine utensili automatizzate, che per loro natura dovrebbero essere *prodotti finiti*, possono richiedere interventi di *aggiustaggio finale* che, per motivi di convenienza economica o di precisione, vengono eseguiti a mano.

Tracciatura

L'operazione di **tracciatura** viene eseguita sui pezzi costruiti singolarmente o per piccolissime produzioni. Essa consiste nel riportare sul pezzo da lavorare le linee che delimitano generalmente il profilo del pezzo finito, gli assi dei fori da praticare, con il centro evidenziato, e ogni altra indicazione che faciliti le lavorazioni da eseguire.
Questa operazione si effettua posizionandosi su un *piano di tracciatura* e utilizzando diversi attrezzi, alcuni dei quali sono riportati nella **figura C1.5**:

- *punta a tracciare*, diritta o piegata, per tracciare le linee;
- *bulino* o *punzone* per marcare linee, punti di riferimento e i centri dei fori;
- *truschino universale* o con nonio di precisione per tracciare rette orizzontali o riportare altezze;
- *compasso a punte* per tracciare circonferenze o riportare distanze.



C1.5 Attrezzi utilizzati per l'operazione di tracciatura: a) punta a tracciare in acciaio temprato; b) bulino o punzone; c) truschino altimetro di precisione; d) compasso con cerniera e guida.

Altri attrezzi utilizzati per la tracciatura, già visti in metrologia (v. Mod. B, Unità B1), sono:

- blocchetti di riscontro per la generazione delle misure;
- righe, squadre e metro;
- calibro ventesimale e goniometro;
- prismi a V o a X.

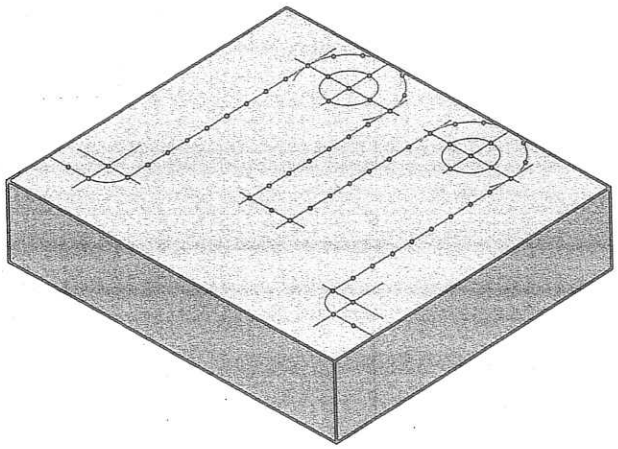
La precisione ottenuta nella tracciatura dipende dall'esperienza dell'operatore, dagli attrezzi impiegati, dalla tipologia delle lavorazioni e l'errore risulta dell'ordine di 1 o 2 decimi di millimetro.
Si riporta un esempio di operazione completa di tracciatura comprendente le seguenti fasi [fig. C1.6]:

1. *preparazione* del materiale mediante pulitura delle superfici e sbavatura degli spigoli;
2. *coloritura* delle superfici per far risaltare la tracciatura;
3. *tracciatura* vera e propria;
4. *bulinatura* del profilo di lavorazione e dei centri dei fori.

L'operazione di tracciatura può essere eseguita, sempre a mano, ma con l'ausilio di opportune macchine, dette **tracciatrici**, con le quali si ottengono posizionamenti più precisi e tempi di esecuzione decisamente inferiori.

Limatura

La **limatura** è l'operazione principale dell'aggiustatore e la più importante tra le lavorazioni manuali eseguibili al banco; consiste nell'asportare materiale, sotto forma di piccoli trucioli, mediante l'utilizzo di un utensile, detto **lima**, fino a raggiungere la quota prevista dal disegno o le linee indicate con la tracciatura.



C1.6 Operazione di tracciatura a mano.

La lima è un utensile di acciaio temprato che riporta sulle sue superfici numerosi **taglienti** detti **denti**.
Essa viene classificata in funzione delle seguenti caratteristiche:

- **sezione trasversale:**
  piatta [▱], mezza tonda [◠], tonda [∅], quadrata [▱], triangolare [△];
- **grandezza del taglio:**
  grosso [G], bastardo [B], mezzo dolce [½D], dolce [D], dolcissimo [DD];
- **lunghezza:**
  grande [8 ÷ 12"], media [6 ÷ 8"], piccola [4 ÷ 6"].

La **figura C1.7** rappresenta i principali tipi di lime, differenziate per la forma della sezione trasversale. La sigla di designazione di una lima comprende il simbolo della sezione trasversale, la grandezza del taglio e la lunghezza.

Esempio di designazione

- ▱ D 6": lima a sezione piatta con taglio dolce e lunghezza della parte tagliente di 6 pollici.

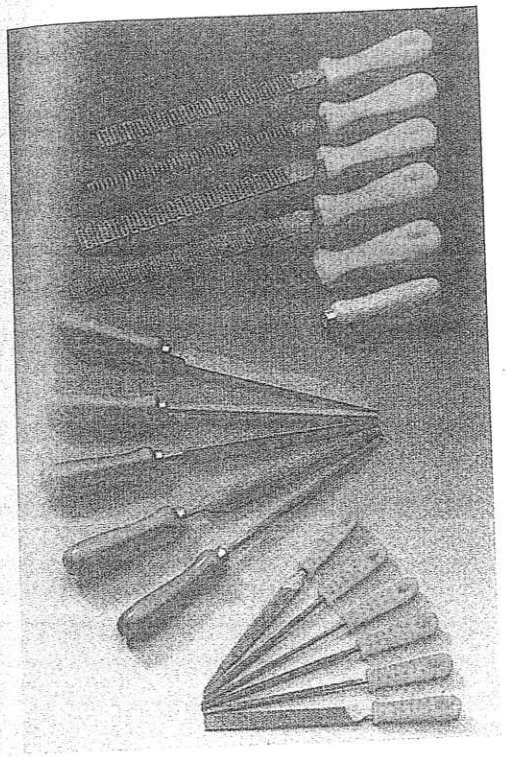
La scelta del tipo di lima da usare dipende dal grado di finitura richiesto, dalla grandezza e dal profilo della superficie da lavorare oltre che dal materiale di cui è costituito il pezzo. Per effettuare l'operazione di limatura occorre garantire:

1. buona stabilità del corpo (piedi divaricati uno avanti e l'altro indietro);
2. sicura impugnatura della lima (una mano afferra il manico e l'altra la punta);
3. movimenti di traslazione rettilinei (senza ondeggiamenti);
4. direzioni alterne inclinate di 45° rispetto alla dimensione longitudinale del pezzo [fig. C1.8];
5. controlli continui della superficie lavorata.

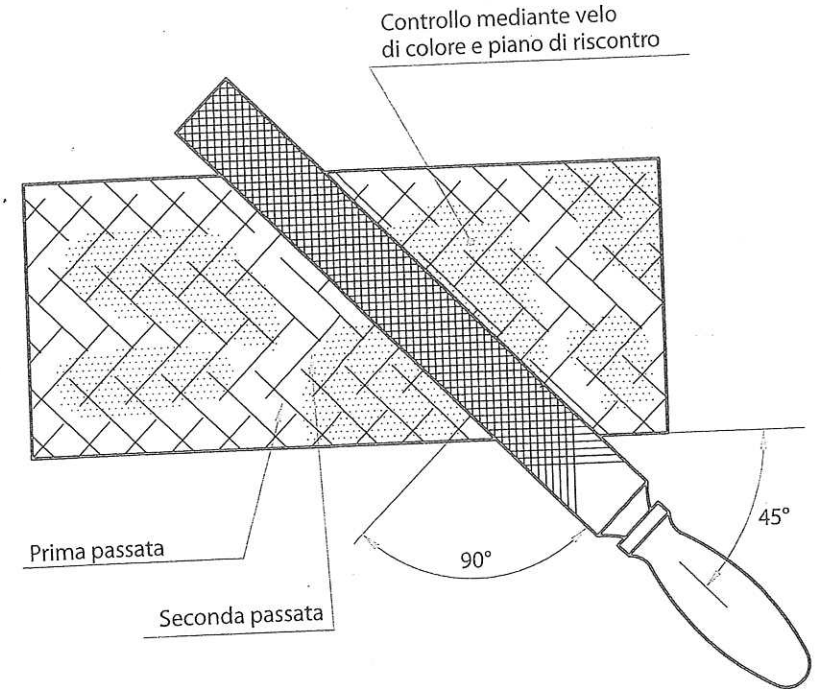
Controllo della superficie lavorata

Il controllo della superficie lavorata con la lima prevede le tre operazioni che seguono.

- **Controllo della planarità** della superficie lavorata: può essere effettuato mediante l'utilizzo del guardapiani, che deve essere orientato in varie direzioni. Controlli più precisi della planarità si possono ottenere strofinando la superficie del pezzo su un piano di riscontro spalmato di colore (*blu di Prussia*). I punti sporgenti della superficie sono evidenziati da macchie di colore e rappresentano le zone dove si deve intervenire, con la lima, per migliorare la planarità [fig. C1.8].

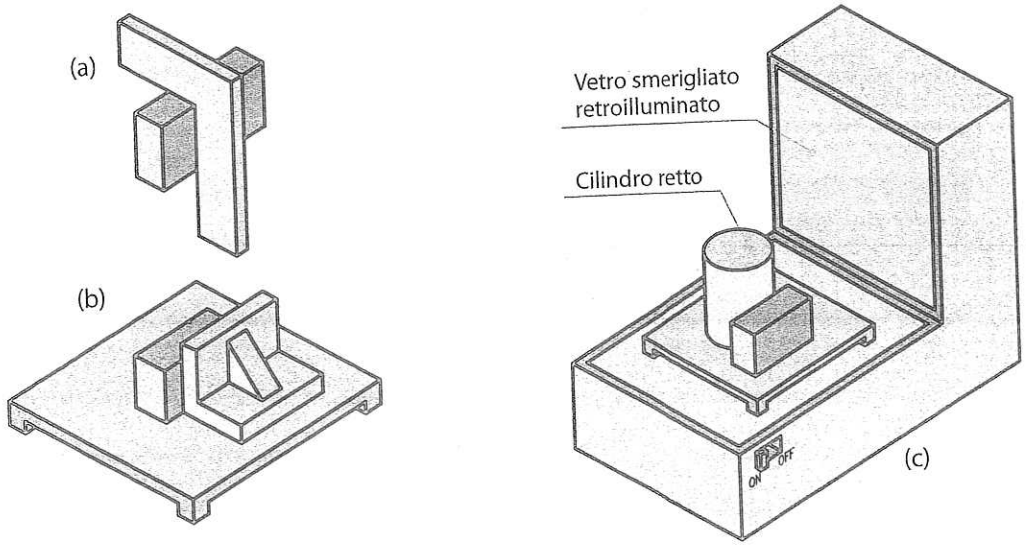


C1.7 Principali tipi di lime.



C1.8 Operazione di limatura di una superficie e di controllo della planarità.

- **Controllo della perpendicolarità** tra due superfici: può essere effettuato "a vista" con l'uso di una squadretta a 90°, con un piano di riscontro colorato e un diedro ortogonale di appoggio, o utilizzando un cilindro retto appoggiato sopra un piano ed esposto alla luce [fig. C1.9].



C1.9 Controllo della perpendicolarità fra due superfici: a) con squadretta a 90°; b) con piano di riscontro colorato e diedro di appoggio; c) con cilindro retto su piano e cassetta luminosa.

Foratura

L'operazione di foratura, insieme all'alesatura e alla filettatura, si rende spesso necessaria nelle lavorazioni al banco. Le operazioni di aggiustaggio, infatti, prevedono spesso l'esecuzione di fori semplici, alesati o maschiati.

La **foratura** è una lavorazione per asportazione di truciolo con la quale si ottengono i fori. Essa consiste nell'asportare il materiale sotto forma di truciolo mediante l'utilizzo di un utensile, denominato *punta elicoidale*, montato su una macchina chiamata *trapano*.

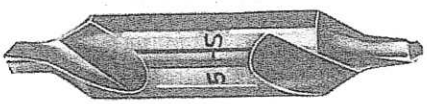
I **fori** vengono definiti *passanti* quando attraversano tutto il pezzo oppure *ciechi* se sono effettuati per una profondità inferiore allo spessore dell'oggetto su cui sono eseguiti.
Gli elementi geometrici caratteristici delle punte elicoidali sono:

- il diametro della punta;
- la lunghezza totale;
- la lunghezza tagliente;
- l'angolo formato dai taglienti (normalmente 120°, variabile per i diversi materiali).

Le **punte elicoidali** sono utensili di metallo duro, costituite da un gambo e da una parte cilindrica nella quale sono praticate due scanalature elicoidali. Nella parte terminale delle due eliche vengono ricavati i due taglienti. I principali tipi di punte elicoidali sono descritti di seguito.

Punte per fori da centri

Sono punte molto corte e di piccolo diametro, utilizzate per iniziare la foratura senza la necessità della marcatura del centro con il bulino [fig. C1.13].



C1.13 Punta per fori da centri.

Punte elicoidali con codolo cilindrico

Vengono montate su mandrino autocentrante e utilizzate per fori normali [fig. C1.14]. Richiedono, per l'inizio della lavorazione, un posizionamento preciso e guidato, ottenuto mediante la marcatura del centro o l'esecuzione di un piccolo foro da centro. Il diametro di foratura ottenibile con una passata non deve superare i 12 mm circa. Per fori più grandi occorre procedere a più forature successive con punte di diametro crescente (esecuzione di prefori).

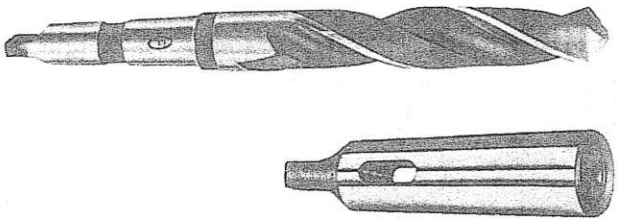
C1.14 Punta elicoidale con codolo cilindrico.

Punte con taglienti saldati di metallo duro

Sono utilizzate per forare pietre, muri o ceramiche mediante trapani dotati di dispositivo vibratorio a percussione [fig. C1.15].

C1.15 Punta con taglienti saldati di metallo duro.

Alcune punte elicoidali sono costruite con il codolo di attacco a forma conica (coni Morse numerati da 1 a 5 in funzione della grandezza) per consentire il loro bloccaggio rapido, mediante attrito, su una corrispondente sede conica ricavata all'interno del mandrino del trapano [fig. C1.16].



C1.16 Punta elicoidale con attacco conico e bussola di adattamento.

Per punte di diametro piccolo si utilizzano opportune bussole di adattamento con superficie conica interna ed esterna. Per il montaggio sono sufficienti il posizionamento e l'applicazione di una piccola forza assiale (spinta a mano o con il martello di plastica).
Per lo smontaggio occorre applicare alla punta una forza assiale di svincolo introducendo nella feritoia della bussola o del cannotto del trapano un cuneo detto *estrattore*, forzandolo con un colpo secco di martello.
Durante la lavorazione di foratura occorre raffreddare la punta elicoidale con acqua od olio emulsionato, affinché non perda le sue caratteristiche di durezza. Questa operazione viene detta **lubrificazione**.
Alcuni materiali però, come la ghisa e il bronzo, hanno la proprietà di formare trucioli corti e segmentati che si impastano facilmente e bloccano la punta. In questi casi si evita il problema rallentando la lavorazione, oppure lubrificando con petrolio.

Trapano

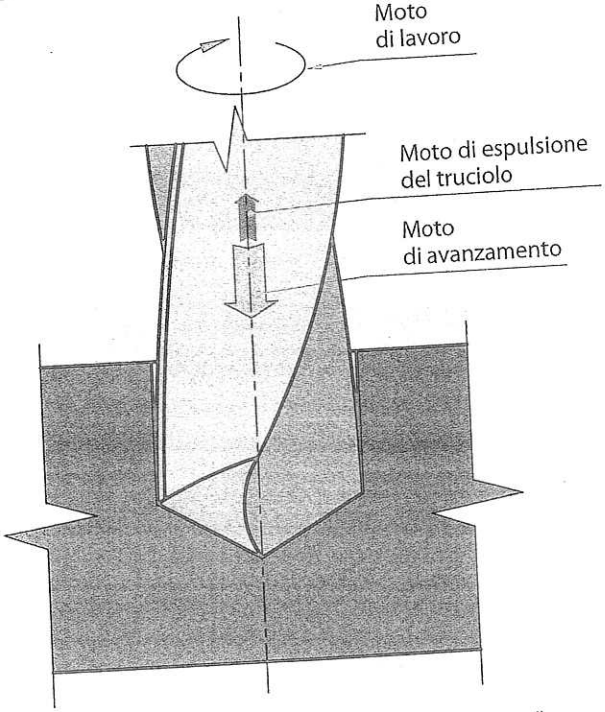
Il **trapano** è una macchina utensile, ad asportazione di truciolo, utilizzata per l'esecuzione dei fori. Questa operazione viene ottenuta quando l'utensile è dotato dei seguenti moti [fig. C1.17]:

- **moto di taglio**: è il moto di rotazione circolare uniforme trasmesso alla punta elicoidale dal motore del trapano; esso garantisce l'azione di asportazione del truciolo e varia in funzione del materiale da lavorare, del materiale e del diametro della punta;
- **moto di avanzamento**: è il moto di penetrazione nel materiale trasmesso alla punta a mano dall'operatore o automaticamente dal trapano; esso garantisce la continuità della formazione del truciolo e dipende dal materiale da lavorare, dal materiale della punta e dalla finitura superficiale della lavorazione.

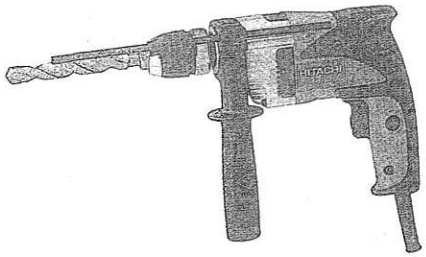
Durante l'esecuzione di fori profondi su materiali malleabili, che danno origine a trucioli continui e fluenti, si effettua ogni tanto l'interruzione o l'inversione momentanea del moto di avanzamento per provocare la rottura del truciolo e la sua espulsione dal foro.
Esistono diversi tipi di trapani in funzione delle esigenze dell'operazione di foratura.

Trapani portatili [fig. C1.18]

Sono adatti per fori di piccolo diametro in qualsiasi posizione. Possono essere elettrici (per bricolage), ad aria compressa (per dentisti) o a ultrasuoni. In quest'ultimo caso la punta non ruota ma vibra e può ottenere fori sagomati anche su metalli duri.



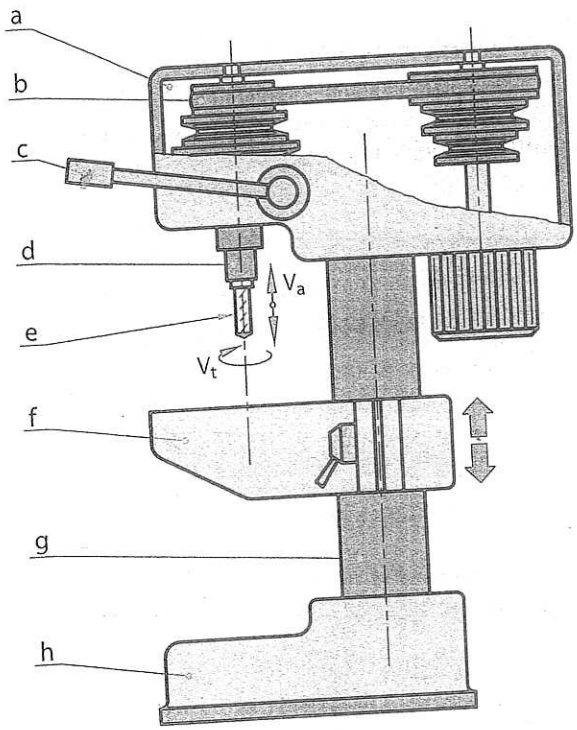
C1.17 Moti di lavoro e di avanzamento nell'operazione di foratura.



C1.18 Trapano portatile ad alimentazione elettrica.

Trapani sensitivi [fig. C1.19]

Sono trapani il cui moto di avanzamento è ottenuto solo manualmente dall'operatore che, agendo su una leva, determina l'avanzamento della punta elicoidale *sentendo* lo sforzo di penetrazione nel materiale. Possono essere di tipo leggero (trapani da banco) o pesante (trapani a colonna).



C1.19 Schema di un trapano sensitivo.

Le parti che compongono un trapano sensitivo sono:

a. **testa motrice**, per la trasmissione e la variazione del moto di rotazione della punta elicoidale;
b. **cinghia**, per la trasmissione del moto;
c. **leva di manovra**, per il moto di avanzamento della punta elicoidale;
d. **cannotto mandrino** portautensile;
e. **punta elicoidale**, fissata con codolo conico direttamente sul cannotto o mediante mandrino autocentrante;

mensola, per l'appoggio del pezzo da forare bloccato con staffe o con l'ausilio di una morsa; può muoversi verticalmente per regolare la distanza tra pezzo e punta;
colonna o montante di sostegno della testa motrice e della mensola;
basamento per l'appoggio e il sostegno della colonna.

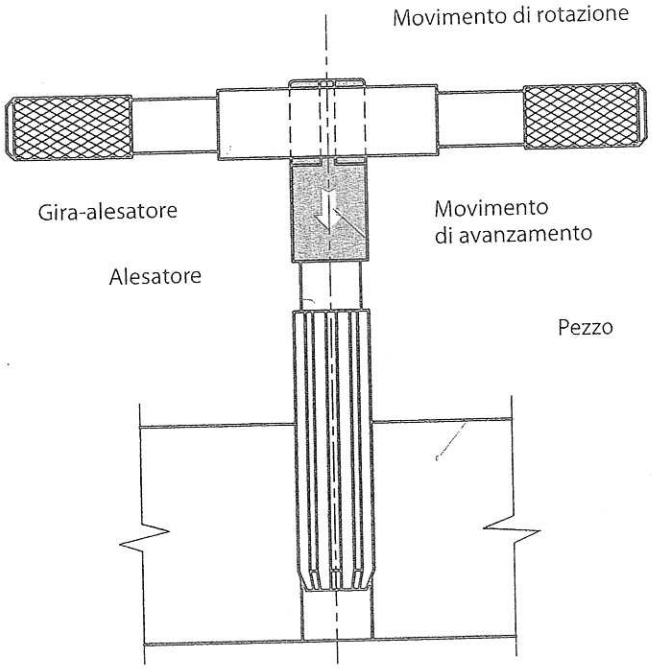
Trapani speciali

Sono generalmente dotati di moto di avanzamento automatico, selezionabile mediante scatola di cambio, di una eventuale testa per il montaggio contemporaneo di diverse punte elicoidali (**trapani plurimandrino**) o di un'ulteriore slitta collocata su un braccio orizzontale per l'esecuzione di fori su pezzi grandi (**trapani radiali**).

Alesatura al banco

L'operazione di **alesatura al banco** consiste nell'asportare materiale dalla superficie interna di un foro, al fine di ottenerne la calibratura dimensionale, la finitura superficiale o la formatura conica (fori per spine coniche).

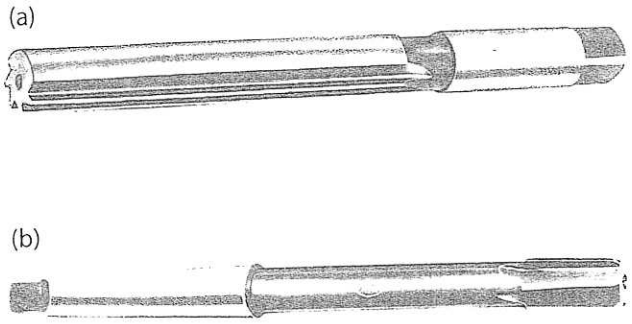
Questa operazione viene realizzata mediante un utensile detto **alesatore**, manovrato a mano con l'ausilio di un attrezzo (gira-alesatore, fig. C1.20), oppure montato sul trapano.



C1.20 Operazione di alesatura a mano.

Il materiale asportato determina l'allargamento del diametro del foro di circa 0,2 ÷ 0,3 mm, per cui il foro di preparazione dovrà essere eseguito con una punta elicoidale di diametro inferiore.
Il *moto rotatorio di lavoro* deve essere lento per evitare le *vibrazioni* e sempre nel senso orario per impedire che i trucioli si incastrino tra i denti e la parete interna del foro rovinando il tagliente; il *moto assiale di alimentazione* deve essere piccolo per evitare che i denti *si impuntino* bloccando la rotazione dell'utensile.
La parte dentata dell'alesatore è inizialmente conica per facilitare la centratura dell'utensile con il foro di preparazione e il suo imbocco corretto deve essere controllato mediante squadretta.
Esistono diversi tipi di alesatori. In base alla forma geometrica si possono avere (fig. C1.21):

- alesatori a mano con codolo cilindrico (fig. C1.21a);
- alesatori a macchina con codolo conico Morse (fig. C1.21b).



C1.21 Alesatori di tipo differente: a) con codolo cilindrico; b) con codolo conico.

In base alla funzione svolta, gli alesatori si possono classificare come segue.

Alesatori allargatori (o sbozzatori)

Hanno la funzione di correggere eventuali errori dei fori, allargandoli fino a un diametro di qualche decimo inferiore a quello finale e ottenendo una superficie con finitura normale di rugosità $Ra = 3{,}2$.

Alesatori calibratori (o lisciatori)

Hanno la funzione di portare il diametro dei fori al giusto valore finale ottenendo una superficie liscia, cilindrica o conica, con tolleranza dimensionale H7 e rugosità $Ra = 1{,}6$.

Alesatori a lame regolabili

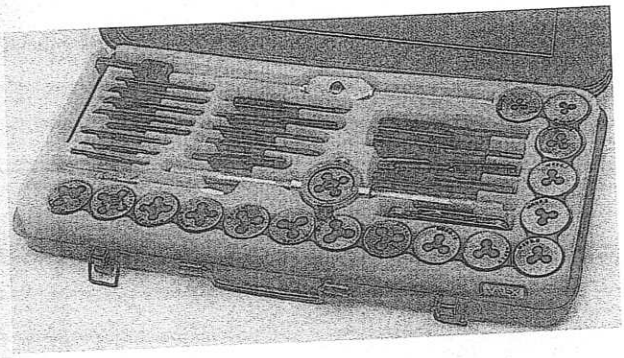
Consentono di regolare il diametro di alesatura facendo scorrere le lame su scanalature inclinate assialmente. Questo permette di effettuare, con un solo

alesatore, la lavorazione di diversi diametri o la riaffilatura dei taglienti con il successivo ripristino della dimensione.

Filettatura a mano

La **filettatura a mano** è una lavorazione con asportazione di truciolo eseguita al banco. Essa consente di creare il filetto di una vite o di una madrevite.

Le filettature interne dei fori si effettuano con un utensile detto *maschio*, quelle esterne delle viti con la *filiera* [fig. C1.22].



C1.22 Maschi, filiere, giramaschi e girafiliere per la filettatura a mano.

Il **maschio** è costituito da un codolo cilindrico che termina a sezione quadra e da un gambo filettato con 3 o 4 scanalature longitudinali per formare gli spigoli taglienti, facilitare l'espulsione dei trucioli e introdurre il lubrificante.

Nella **filettatura a mano** dei fori si utilizzano, in successione, tre maschi detti rispettivamente *sbozzatore*, *intermedio* e *finitore*. Essi vengono contraddistinti con degli anelli praticati sul codolo e differiscono per la conicità della punta, di lunghezza decrescente, che facilita l'imbocco nel foro preliminare e per la diversa profondità dei denti.

La **filettatura a macchina** (trapano, filettatrici e tornio) si effettua con un solo maschio avente limitato imbocco conico e utilizzato con un mandrino speciale di guida.

Per l'esecuzione della *filettatura a mano dei fori* si consiglia di procedere nel seguente modo.

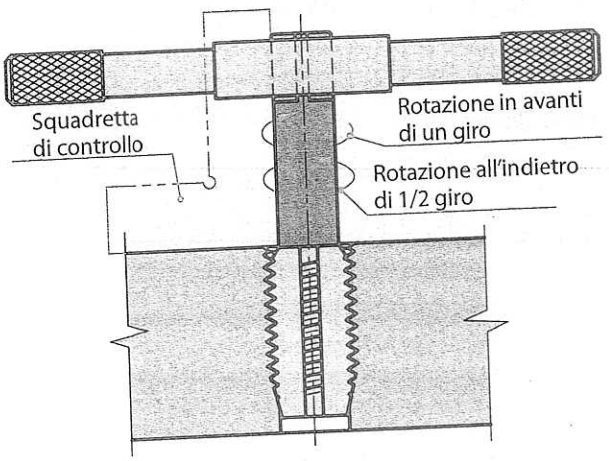
1. Effettuare il foro di preparazione di diametro d_p. Per la filettatura metrica esso coincide con il diametro della filettatura d diminuito del passo p. Con una buona approssimazione si ha: $d_p = d - p$.
2. Effettuare la svasatura del foro con una punta elicoidale per una profondità pari al passo, per facilitare l'imbocco del maschio.
3. Introdurre il maschio sbozzatore e controllare con una squadretta la sua corretta posizione [fig. C1.23].
4. Girare il maschio con il *giramaschi*, lentamente e in modo intermittente, compiendo un giro in avanti e mezzo indietro per rompere i trucioli, esercitando inizialmente pressione verso il pezzo.
5. Procedere fino all'introduzione completa nel foro del maschio sbozzatore, lubrificando in modo adeguato con olio da taglio e controllando, ogni tanto, la corretta posizione del maschio stesso.
6. Ripetere le operazioni 3, 4 e 5 con i maschi *intermedio* e *finitore*.
7. Effettuare la sbavatura del foro filettato con punta o fresa conica.

Per la *filettatura a mano delle viti* si procede più o meno allo stesso modo, manovrando la filiera con l'apposito girafiliere.

È opportuno predisporre il tondino da filettare con un diametro leggermente inferiore al diametro esterno della filettatura (~0,1 ÷ 0,2 mm) in modo da tenere conto del rigonfiamento del materiale durante la lavorazione.

Anche in questo caso è necessario facilitare l'imbocco della filiera smussando l'estremità del tondino e controllare frequentemente la coassialità della filiera con l'asse del tondino stesso.

Nel **ciclo numero 2** si riporta la successione delle operazioni per la lavorazione di una *piastra forata e filettata;* le singole fasi portano l'indicazione degli utensili (calibri e attrezzi) necessari alla loro esecuzione.



C1.23 Operazione di filettatura a mano con il maschio.

C1.3 LAVORAZIONI ALLE MACCHINE UTENSILI

Generalità

Si definiscono **macchine utensili** quelle macchine, fornite di motore elettrico, in grado di effettuare lavorazioni su pezzi grezzi, asportando materiale sotto forma di truciolo mediante l'impiego di utensili.

L'**utensile** è un attrezzo di materiale più duro del materiale in lavorazione e perciò capace di penetrarlo e tagliarlo senza scalfirsi o rompersi. Perché si possa effettuare una lavorazione occorre che tra il pezzo e l'utensile si verifichino una serie di *moti relativi* detti **moti di lavoro**. I due moti più importanti sono:

- **moto di taglio**: assicura l'azione di penetrazione dell'utensile nel pezzo con la conseguente asportazione di truciolo; il suo valore dipende dal materiale da lavorare e dal materiale dell'utensile; il moto di taglio viene definito con la **velocità di taglio** V_t espressa normalmente in **m/min**;
- **moto di avanzamento** (o **di alimentazione**): assicura la continuità della lavorazione, portando sotto l'azione dell'utensile sempre nuovo materiale da asportare; il moto di avanzamento viene definito con la relativa **velocità di avanzamento** V_a espressa in **mm/giro** (trapano, tornio) o in **mm/min** (fresatrice).

Le macchine utensili si differenziano a seconda che questi due moti siano affidati al pezzo o all'utensile, oppure a seconda che questi moti siano circolari o rettilinei.
Le macchine utensili più utilizzate nella lavorazione dei materiali sono:

- il trapano;
- il tornio;
- la fresatrice;
- la rettificatrice.

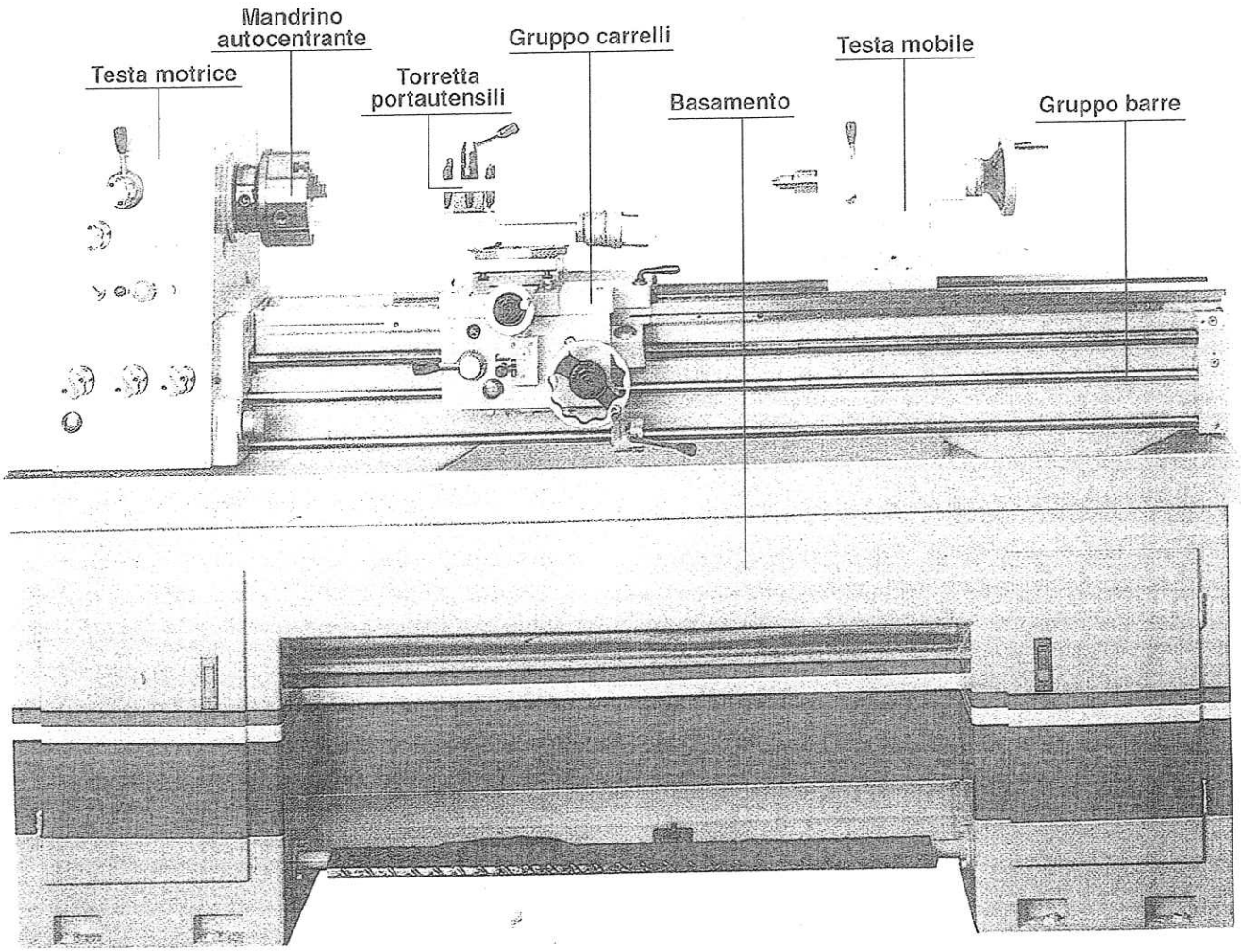
Il trapano è stato già presentato nel paragrafo precedente per il legame che l'operazione di foratura presenta con le lavorazioni al banco.

Tornitura

La **tornitura** è una lavorazione effettuata con una macchina utensile detta **tornio**; con questa lavorazione si ottengono pezzi caratterizzati da superfici cilindriche ottenute per rivoluzione intorno a un asse.

Nel tornio il *moto di taglio* circolare è affidato al pezzo, montato su un mandrino autocentrante, mentre il *moto di avanzamento* rettilineo è affidato all'utensile montato su carrelli ortogonali. Il tornio più utilizzato è quello *parallelo* e le sue parti fondamentali sono descritte di seguito [fig. C1.24].

1. **Basamento.** È costituito da una struttura portante in *ghisa fusa* a forma di bancale nel cui interno sono alloggiati il *motore elettrico* (lato sinistro della fig. C1.24), il *serbatoio del lubrificante* con la pompa di ricircolo (al centro) e la *centralina elettrica* di controllo e comando (parte destra). Nella parte superiore sono ricavate le guide per lo scorrimento del carrello longitudinale e della testa mobile.
2. **Gruppo testa motrice fissa.** Si trova sopra il bancale sulla parte sinistra e comprende l'*albero mandrino*, le *cinghie* di trasmissione del moto dal motore, i *ruotismi* per il cambio delle velocità del mandrino e degli avanzamenti dell'utensile, comandati dall'esterno mediante maniglie o pomelli.
3. **Mandrino autocentrante.** Risulta montato sull'albero mandrino e serve per il bloccaggio, sempre centrato, del pezzo da lavorare a opera di tre morsetti a chiusura contemporanea e radiale.
4. **Gruppo carrelli.** È costituito dai seguenti carrelli sovrapposti:
   - *carro longitudinale*: scorre sulle guide del basamento ed è dotato di movimentazione automatica e manuale; viene utilizzato per lavorazioni lungo l'asse (cilindrature, filettature);
   - *carrello trasversale*: scorre su guide ortogonali all'asse del pezzo ed è dotato di avanzamento automatico e manuale; viene utilizzato per lavorazioni ortogonali all'asse (sfacciature, gole);
   - *carrellino superiore*: ruota su una piattaforma girevole ed è dotato di solo avanzamento manuale; viene utilizzato per torniture di superfici coniche.
5. **Torretta portautensili.** È a base quadrata e viene posta sopra il carrellino superiore. Ruota intorno a un perno verticale e sui quattro lati può montare, bloccandoli rapidamente mediante leva, gli attrezzi portautensili.
6. **Testa mobile o controtesta.** Viene posizionata sulla parte destra del bancale dove scorre su due guide longitudinali. Può essere avvicinata al pezzo per sostenere, mediante *contropunta*, pezzi lunghi durante le lavorazioni. Al posto della contropunta possono essere montati utensili con attacco a cono Morse o un mandrino portautensili per effettuare lavorazioni assiali di centratura, foratura, alesatura, filettatura con maschi o filiere.
7. **Gruppo barre.** Sono normalmente tre, disposte nella parte anteriore del bancale con le seguenti funzioni:



C1.24 Tornio parallelo e sue parti principali.

- *madrevite*: è la barra superiore; viene utilizzata nell'esecuzione della filettatura per collegare la rotazione del pezzo montato sul mandrino con la traslazione assiale dell'utensile montato sul gruppo carrelli;
- *barra scanalata*: è la barra intermedia; serve per la tornitura ottenuta con avanzamento automatico del carro longitudinale o del carrello trasversale;
- *barra rotazione mandrino*: è la barra inferiore; consente l'avvio e l'arresto del mandrino autocentrante, da qualsiasi posizione, mediante una leva scorrevole con il carro longitudinale.

Le principali lavorazioni eseguibili al tornio sono:

- tornitura cilindrica e conica, esterna e interna;
- sfacciatura piana e tornitura di spallamenti;
- troncatura e profilatura con utensili di forma;
- foratura e alesatura;
- filettatura esterna e interna.

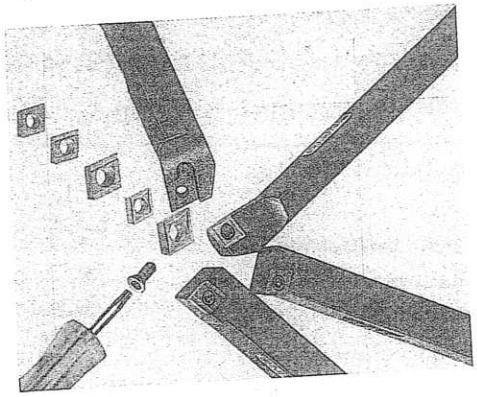
Utensili per la tornitura

Gli utensili utilizzati per la tornitura sono numerosi e con caratteristiche diverse in funzione delle varie lavorazioni a cui sono destinati.
L'utensile da tornio è costituito da due parti fondamentali:

- **stelo** (o **gambo**), con il quale viene fissato al portautensili;
- **testa** (o **nasello**), sulla quale vengono ricavati i taglienti che costituiscono la zona attiva.

I materiali con cui si costruiscono gli utensili hanno subito una grande evoluzione permettendo capacità di taglio (velocità e avanzamenti) sempre più elevate. I materiali più impiegati sono gli **acciai superrapidi** e i **carburi sinterizzati**.
Gli utensili da tornio vengono definiti **destri** o **sinistri** a seconda che il tagliente principale risulti rispettivamente quello *verso destra* o quello *verso sinistra*

rispetto a chi guarda l'utensile dalla parte della punta. Si definiscono in modo analogo gli utensili **piegati a destra** o **piegati a sinistra**.
Sempre più utilizzati sono gli utensili da tornio con placchette di carburi fissate meccanicamente allo stelo di acciaio e perciò intercambiabili e utilizzabili su tutti gli spigoli taglienti [fig. C1.25].



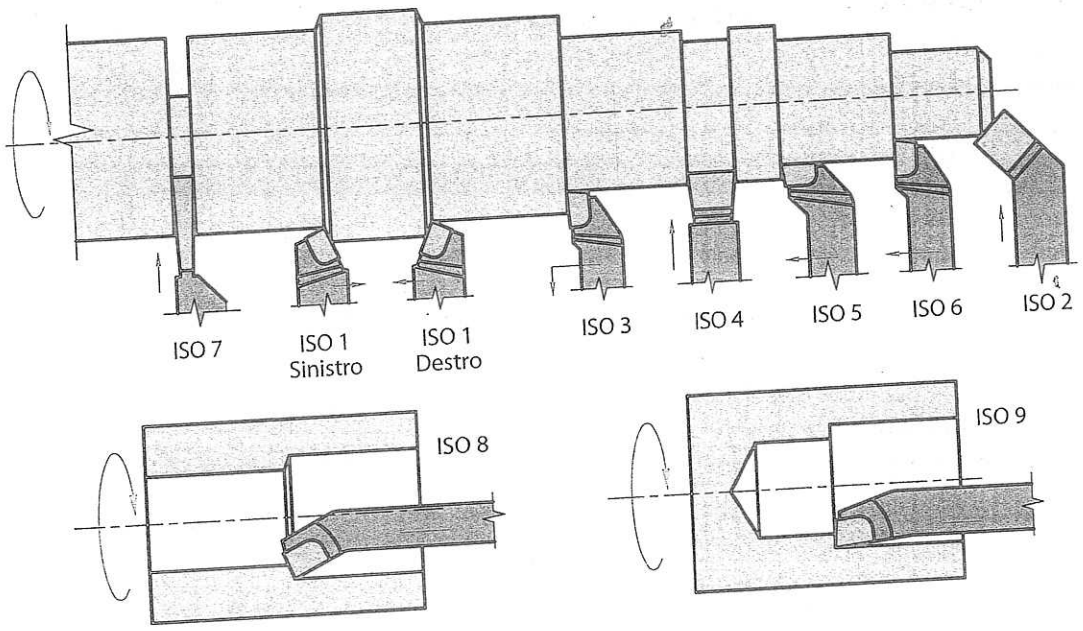
C1.25 Inserti politaglienti fissati meccanicamente su steli portainserti.

Scelta e posizionamento degli utensili

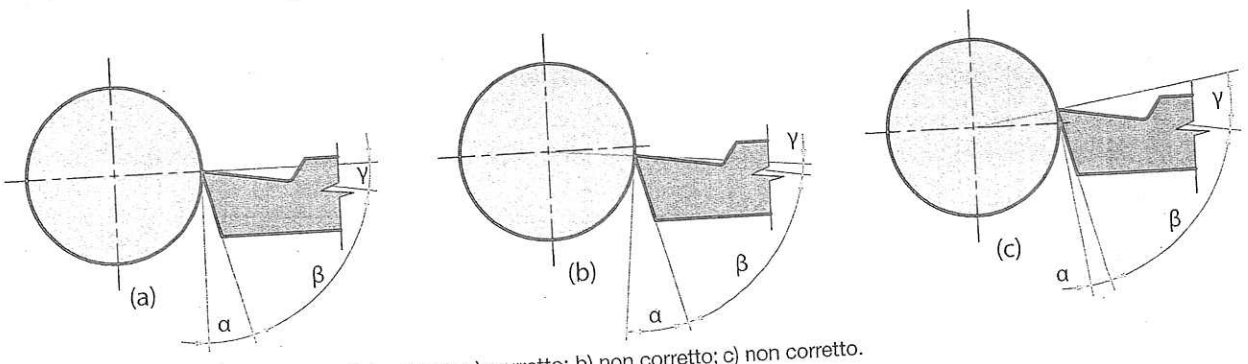
La scelta degli utensili da utilizzare per le diverse lavorazioni eseguibili al tornio viene illustrata nella figura C1.26, con l'indicazione del moto di avanzamento affidato all'utensile.
L'angolo di registrazione dell'utensile può essere variato ruotando la torretta portautensili, in modo da raggiungere la posizione ottimale del tagliente principale rispetto alla superficie da lavorare.
La punta dell'utensile deve essere posizionata all'altezza dell'asse del pezzo intervenendo su una vite di regolazione del portautensile. Questa operazione si rende necessaria, altrimenti gli angoli di spoglia superiore e inferiore risultano cambiati e l'utensile lavora male [fig. C1.27].

Parametri di taglio

I parametri di taglio che caratterizzano le lavorazioni al tornio sono la *velocità di taglio* del pezzo e la *velocità di avanzamento* dell'utensile.



C1.26 Tipi di utensili utilizzati nella tornitura.



C1.27 Posizionamento dell'utensile nella tornitura: a) corretto; b) non corretto; c) non corretto.

Velocità di taglio (V_t)

La **velocità di taglio** (V_t), espressa in m/min, rappresenta la velocità periferica posseduta dalla superficie del pezzo a contatto con l'utensile.
Essa viene scelta principalmente in funzione del materiale dell'utensile e di quello da lavorare, ma può essere influenzata da altri fattori come la sezione del truciolo, la forma del pezzo, la lubrificazione e la finitura superficiale.
Il valore della velocità di taglio si assume consultando le tabelle che la riportano, per le diverse lavorazioni, in funzione dei parametri sopraddetti.
Nella tabella C1.1 vengono riportate le velocità di taglio consigliate per le lavorazioni al tornio dei principali materiali, eseguite con gli utensili di acciaio superrapido o di carburi sinterizzati.
Una volta scelta la velocità di taglio (V_t) dalle tabelle in m/min, occorre calcolare il numero di giri al minuto (n) da impostare sul tornio in funzione del diametro di tornitura (d), espresso in millimetri, mediante la formula:

$$n = \frac{1000 \cdot V_t}{\pi \cdot d} \quad \text{[giri/min]}$$

Velocità di avanzamento (V_a)

La **velocità di avanzamento** (V_a), espressa in mm/giro, rappresenta lo spazio percorso dall'utensile a ogni giro del pezzo. Il suo valore dipende principalmente dalla profondità di passata (spessore di superficie asportata dall'utensile), dalla potenza e robustezza della macchina, dalla finitura superficiale desiderata.
Valori indicativi delle velocità di avanzamento, consigliati per le lavorazioni eseguibili al tornio, sono riportati nella tabella C1.2.
Il **ciclo numero 3** riguarda la lavorazione al tornio di un *perno forato*. In questo caso, trattandosi di lavorazioni alle macchine utensili, sono stati previsti i valori dei parametri di taglio, velocità di rotazione del pezzo e avanzamento dell'utensile.

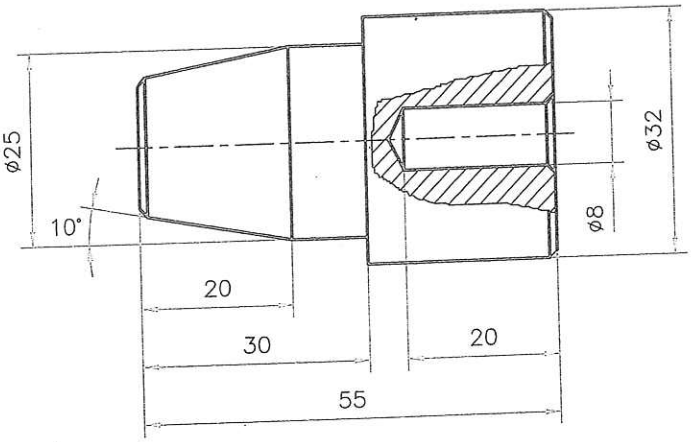
TABELLA C1.1 Velocità di taglio V_t [m/min] consigliate per le lavorazioni al tornio

Materiale da lavorare	Tornitura		Troncatura con utensile		Filettatura con utensile	
	Acciaio superrapido	Carburi	Acciaio superrapido	Carburi	Acciaio superrapido	Carburi
Acciaio $R_m < 600$ N/mm²	50	120	50	85	15	25
Acciaio $R_m = 600 \div 1000$ N/mm²	30	85	30	55	12	18
Acciaio $R_m = 1000 \div 1200$ N/mm²	20	50	25	45	10	15
Ghisa HBW ≤ 180	35	140	30	50	10	15
Ghisa HBW > 180	18	70	18	40	8	12
Ottone-Bronzo	100 - 60	400	60	95	15	25
Rame	45	300	40	70	20	25
Alluminio	100	650	80	150	25	35

TABELLA C1.2 Velocità di avanzamento V_a [mm/giro] consigliate per la tornitura

Materiale da lavorare	Tornitura esterna		Tornitura interna		Utensile di forma	Troncatura
	Sgrossatura	Finitura	Sgrossatura	Finitura		
Acciaio $R_m < 600$ N/mm²	0,1 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,3	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Acciaio $R_m = 600 \div 1000$ N/mm²	0,1 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,15	0,05 ÷ 0,3	0,05 ÷ 0,1	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Acciaio $R_m = 1000 \div 1200$ N/mm²	0,1 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,15	0,05 ÷ 0,3	0,05 ÷ 0,1	0,02 ÷ 0,05	0,05
Ghisa HBW ≤ 180	0,1 ÷ 0,8	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Ghisa HBW > 180	0,1 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,5	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,05	0,02 ÷ 0,05
Ottone-Bronzo	0,1 ÷ 0,8	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,1	0,05 ÷ 0,2
Rame	0,1 ÷ 0,6	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,5	0,05 ÷ 0,25	0,02 ÷ 0,05	0,05 ÷ 0,1
Alluminio	0,1 ÷ 0,8	0,05 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,4	0,05 ÷ 0,2	0,02 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,3

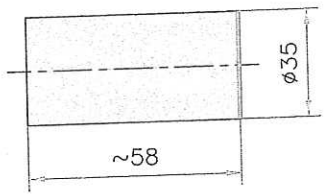
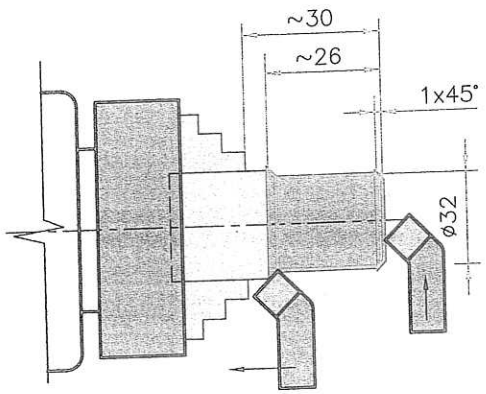
Ciclo n. 3	CICLO DI LAVORAZIONE	Foglio n. 1/2
Perno forato	Relatore:	Data:

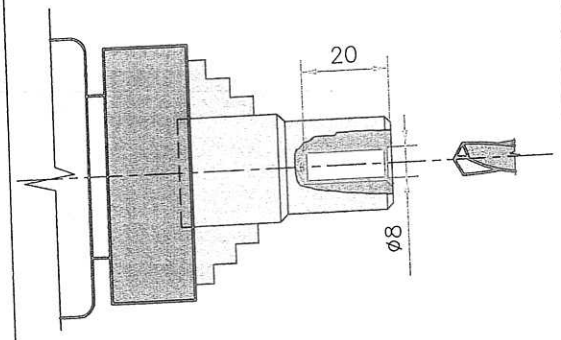
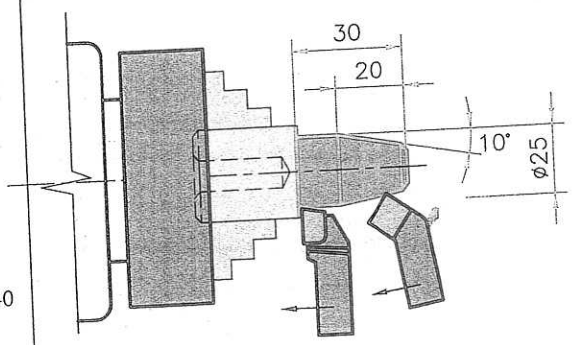


Materiale: acciaio EN 10084 - C10
Ricavato da: spezzone ø35×58
Quantità: 5 pezzi

Ra 3,2

Scala 1:1
Smussi non quotati 1×45°

N.	Descrizione operazione	Macch.	Utensili/calibri/attrezzi	Giri [giri/min]	Avanzam. [mm/giro]
10	 10.1 – Taglio degli spezzoni della barra	Banco	– Morsa da banco – Seghetto per metallo – Riga millimetrata		
20	 20.1 – Chiusura del pezzo nell'autocentrante 20.2 – Esecuzione sfacciatura 20.3 – Esecuzione tornitura cilindrica ø32×26 20.4 – Esecuzione smusso	Tornio parallelo	– Utensile piegato a destra per passata (ISO 2) – Calibro 1/20	900 " "	Manuale 0,15 Manuale

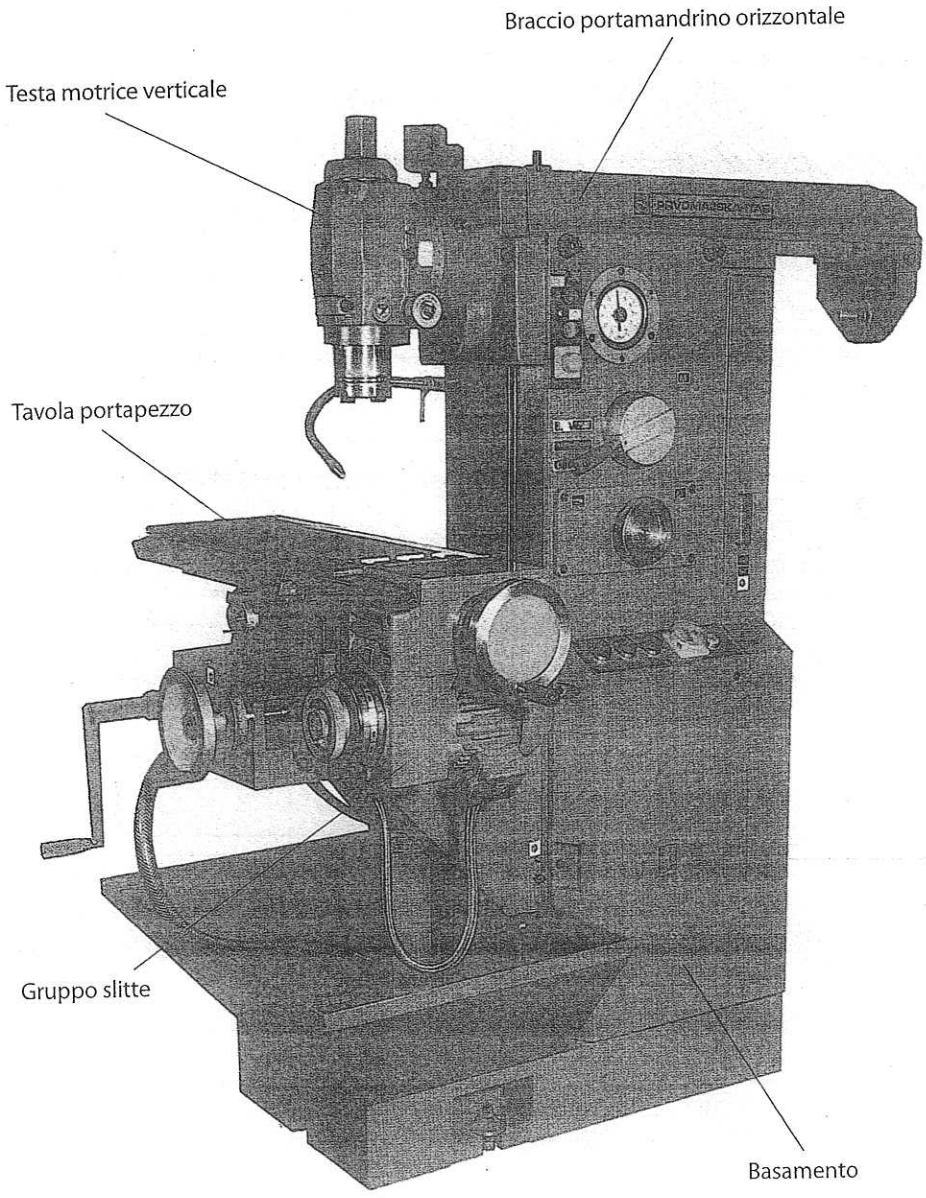
Ciclo n. 3	CICLO DI LAVORAZIONE			Foglio n. 2/2	
N.	Descrizione operazione	Macch.	Utensili/calibri/attrezzi	Giri [giri/min]	Avanzam. [mm/giro]
30		Tornio parallelo	– Punta per fori da centro A 2,5 – Punta elicoidale ø8 DIN 338 – Allargatore conico a 90° (90/12 UNI 6847) – Calibro 1/20		
	30.1 – Esecuzione centratura			1200	Manuale
	30.2 – Esecuzione foratura			"	Manuale
	30.3 – Esecuzione smusso interno			"	Manuale
40		Tornio parallelo	– Utensile piegato a destra per passata (ISO 2) – Utensile piegato a destra per spallamenti (ISO 6) – Calibro 1/20		
	40.1 – Capovolgimento del pezzo e bloccaggio nell'autocentrante sul diametro ø32			900	Manuale
	40.2 – Esecuzione sfacciatura a quota			"	0,15
	40.3 – Esecuzione tornitura cilindrica ø25×30				
	40.4 – Rotazione della slitta superiore di 10°			"	Manuale
	40.5 – Esecuzione della tornitura conica			"	Manuale
	40.6 – Esecuzione dello smusso 1×45°				
50	50.1 – Collaudo finale		– Calibro 1/20		

Fresatura

La **fresatura** è una lavorazione ad asportazione di truciolo, effettuata con una macchina (**fresatrice**) che lavora attraverso un utensile detto *fresa*.

Le operazioni di fresatura consentono di ottenere superfici diverse in funzione del tipo di macchina e di utensile. La fresa è un utensile circolare a tagliente multiplo costruito disponendo su una circonferenza diversi taglienti, che nella rotazione non risultano contemporaneamente impegnati nell'asportazione di truciolo e, pertanto, dopo un periodo di lavoro possono raffreddarsi. Per questo motivo la fresa ha una produttività più alta di quella dell'utensile monotagliente del tornio, cioè asporta più truciolo a parità di tempo.
Nella fresatrice il moto di lavoro circolare è affidato all'utensile montato sull'albero portafresa, mentre il moto di avanzamento rettilineo è affidato al pezzo fissato sulla tavola mediante staffe o morsa.
Le parti fondamentali di una fresatrice universale sono descritte di seguito [fig. C1.28].

1. **Basamento.** È costruito in *ghisa fusa* a forma di montante. Nel suo interno vengono alloggiati il *motore elettrico*, la *centralina di comando* e l'*impianto di refrigerazione*. Sulla parte anteriore sono ricavate le guide per il movimento verticale del gruppo slitte portapezzo e nella parte superiore sono ricavati gli ancoraggi delle teste motrici verticale e orizzontale.
2. **Gruppo slitte e tavola portapezzo.** È costituito dalle seguenti slitte sovrapposte, tutte dotate di avanzamento automatico e manuale:
   - *mensola o slitta inferiore*: scorre verticalmente sulle guide del montante ed è azionata da una vite verticale che la sostiene rispetto al basamento;
   - *slitta trasversale*: scorre orizzontalmente su guide ricavate sulla parte superiore della mensola;
   - *slitta superiore o tavola portapezzo*: anch'essa scorre orizzontalmente e gira su un perno centrale con un angolo limitato (±15°).
3. **Testa motrice verticale.** Viene utilizzata per il montaggio delle frese a gambo con asse verticale. Tutta la testa con mandrino girevole può ruotare su una piattaforma graduata rendendo possibile fresare superfici inclinate.
4. **Braccio portamandrino orizzontale.** Viene utilizzato per il montaggio delle frese tangenziali su albero ad asse orizzontale. L'albero portafrese può montare contemporaneamente più utensili, effettuare contemporaneamente diverse lavorazioni e raggiungere una notevole produttività.



C1.28 Fresatrice universale e sue parti principali.

Le principali lavorazioni eseguibili alla fresatrice sono [fig. C1.29]:

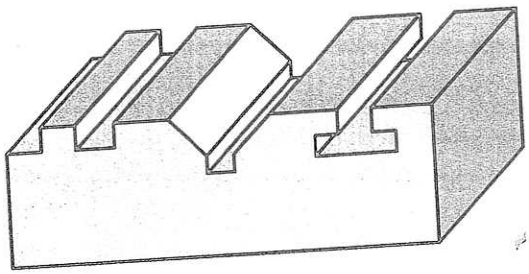
- spianatura di superfici singole o multiple;
- lavorazione di superfici inclinate a V, a coda di rondine, guide di scorrimento a U e di bloccaggio a T;
- accoppiamenti prismatici;
- taglio di sedi per linguette e chiavette di calettamento;
- costruzione di ingranaggi a denti diritti, inclinati o conici;
- lavorazioni con suddivisioni circonferenziali.

Utensili per la fresatura

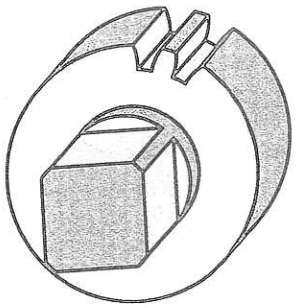
Le frese sono gli utensili più complessi tra quelli utilizzati dalle macchine ad asportazione di truciolo. Esse possono essere classificate in funzione:

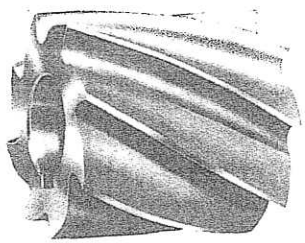
- del **tipo di taglio:**
  - *tangenziali* se i denti sono ricavati sulla parte cilindrica della fresa [fig. C1.30];
  - *frontali* quando i denti sono ricavati su una delle superfici piane;
  - *a due tagli* con denti attivi su due lati [fig. C1.31];
  - *a tre tagli* con denti attivi su tre lati [fig. C1.32];
- della **forma:**
  - *cilindriche* [figg. C1.30-C1.31];
  - *a disco* [fig. C1.32];
  - *ad angolo* [fig. C1.33];
  - *a profilo* di forma [fig. C1.34];
  - *a codolo* cilindrico o conico [fig. C1.35].

Le frese vengono costruite in **acciaio superrapido** in un sol pezzo o con **inserti riportati**. In quest'ultimo caso le lame possono essere ancora di acciaio superrapido o di carburi metallici [fig. C1.36].

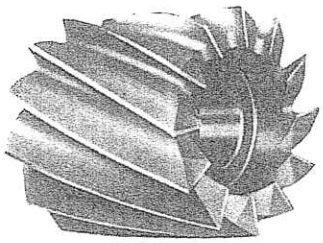


C1.29 Lavorazioni eseguibili alla fresatrice.



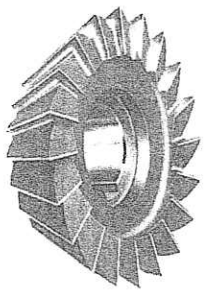


C1.30 Fresa cilindrica a denti elicoidali.

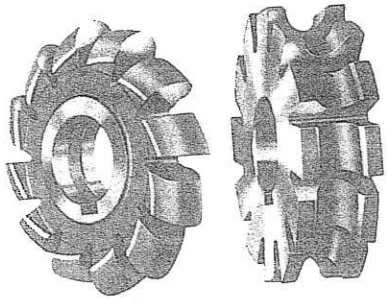


C1.31 Fresa cilindrica frontale a due tagli.

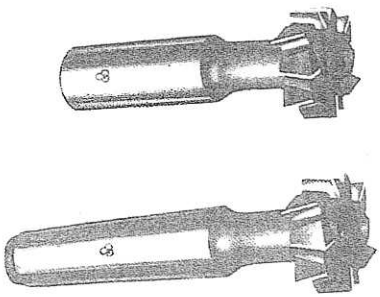
C1.32 Fresa a disco a tre tagli.



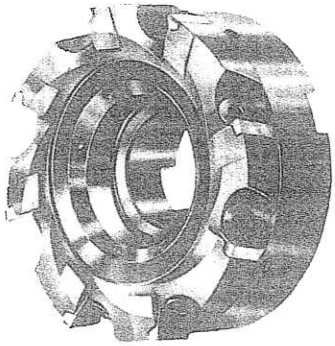
C1.33 Fresa frontale ad angolo.



C1.34 Frese a profilo di forma.



C1.35 Frese per scanalature a T con codolo cilindrico e conico.



C1.36 Fresa con taglienti a inserti riportati.

Parametri di taglio

I parametri di taglio da assumere per le lavorazioni di fresatura sono la *velocità di taglio* e la *velocità di avanzamento*.

Velocità di taglio (V_t)

La **velocità di taglio** (V_t), espressa in m/min, viene scelta dalle tabelle in funzione dei materiali del pezzo da lavorare e dell'utensile. Essa determina la **velocità della fresa** (n), espressa in giri/min, calcolata in funzione del diametro della fresa (d), espresso in mm, mediante la formula:

$$n = \frac{1000 \cdot V_t}{\pi \cdot d} \qquad \text{[giri/min]}$$

Nella tabella C1.3 sono riportati i valori consigliati della velocità di taglio (V_t) per la lavorazione dei materiali più comuni con frese in un sol pezzo di acciaio superrapido.

Velocità di avanzamento (V_a)

La **velocità di avanzamento** (V_a) per le lavorazioni di fresatura viene espressa in mm/min; essa viene assegnata al pezzo e quindi attribuita alle slitte di movimentazione della tavola portapezzo. La tabella C1.4 fornisce i valori dell'avanzamento (a_z) in millimetri per ogni dente e per ogni giro per le lavorazioni di fresatura più comuni. Occorre trasformare questo valore moltiplicandolo per il numero di denti della fresa (z) e per il numero di giri al minuto (n), ricavato dopo la scelta della velocità di taglio. Si ha perciò:

$$V_a = n \cdot z \cdot a_z \qquad \text{[mm/min]}$$

Il **ciclo numero 4** riguarda la lavorazione di una *piastra fresata*. Anche in questo caso sono stati previsti i valori dei parametri di taglio (velocità di rotazione della fresa e avanzamento del pezzo).

TABELLA C1.3 Velocità di taglio V_t [m/min] consigliate per frese in un sol pezzo di acciaio superrapido

Materiale da lavorare	Frese cilindriche e frontali	Frese a codolo frontali	Frese di forma	Frese a disco a tre tagli
Acciaio $R_m < 600$ N/mm²	16 ÷ 25	18 ÷ 25	14 ÷ 20	18 ÷ 25
Acciaio $R_m = 600 \div 1000$ N/mm²	10 ÷ 16	14 ÷ 18	10 ÷ 14	12 ÷ 16
Acciaio $R_m = 1000 \div 1200$ N/mm²	8 ÷ 10	10 ÷ 14	6 ÷ 10	8 ÷ 12
Ghisa HBW ≤ 180	13 ÷ 18	14 ÷ 20	12 ÷ 16	16 ÷ 22
Ghisa HBW > 180	8 ÷ 13	8 ÷ 14	8 ÷ 12	8 ÷ 14
Ottone-Bronzo	16 ÷ 20	16 ÷ 22	12 ÷ 16	16 ÷ 24
Rame	45 ÷ 55	40 ÷ 50	30 ÷ 40	40 ÷ 50
Leghe di alluminio HB ≤ 50	200 ÷ 280	100 ÷ 200	80 ÷ 120	200 ÷ 280
Leghe di alluminio HB > 50	100 ÷ 180	80 ÷ 120	50 ÷ 90	100 ÷ 180

TABELLA C1.4 Valori consigliati per l'avanzamento a_z [mm/(dente · giro)] per la fresatura

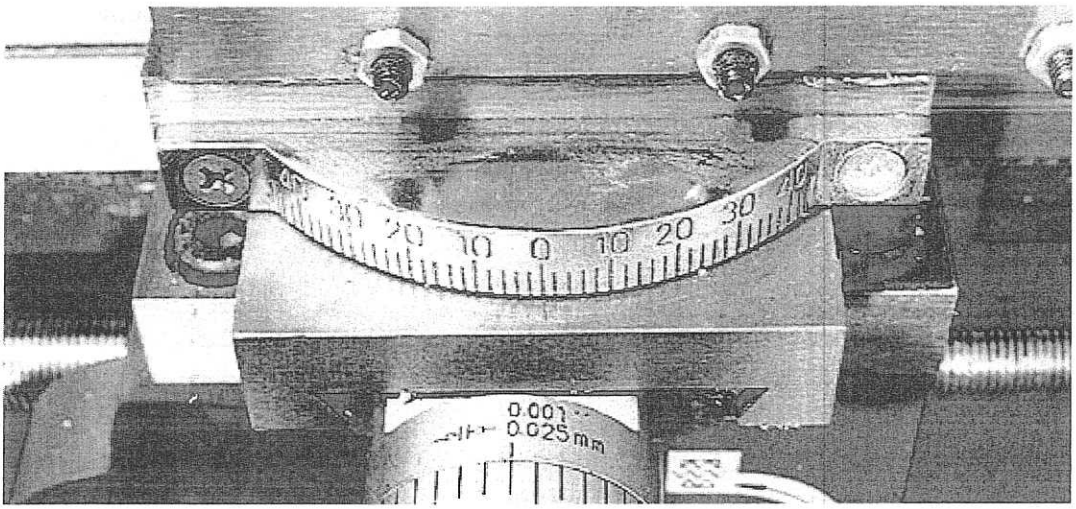
Materiale da lavorare	Frese cilindriche e frontali	Frese a disco	Frese di forma	Frese a codolo	Frese a lame riportate
Acciaio $R_m < 600$ N/mm²	0,08 ÷ 0,2	0,03 ÷ 0,07	0,02 ÷ 0,08	0,04 ÷ 0,08	0,10 ÷ 0,25
Acciaio $R_m = 600 \div 1000$ N/mm²	0,05 ÷ 0,15	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,06	0,02 ÷ 0,06	0,10 ÷ 0,20
Acciaio $R_m = 1000 \div 1200$ N/mm²	0,04 ÷ 0,1	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,06	0,02 ÷ 0,06	0,05 ÷ 0,10
Ghisa HBW ≤ 180	0,08 ÷ 0,2	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,04	0,03 ÷ 0,06	0,10 ÷ 0,30
Ghisa HBW > 180	0,04 ÷ 0,1	0,03 ÷ 0,07	0,01 ÷ 0,04	0,04 ÷ 0,05	0,10 ÷ 0,20
Ottone-Bronzo	0,08 ÷ 0,2	0,03 ÷ 0,06	0,02 ÷ 0,06	0,06 ÷ 0,10	0,10 ÷ 0,40
Rame	0,1 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,10	0,04 ÷ 0,08	0,04 ÷ 0,10	0,10 ÷ 0,30
Leghe di alluminio HB ≤ 50	0,1 ÷ 0,25	0,06 ÷ 0,12	0,08 ÷ 0,10	0,08 ÷ 0,15	0,08 ÷ 0,30
Leghe di alluminio HB > 50	0,08 ÷ 0,15	0,04 ÷ 0,10	0,04 ÷ 0,08	0,04 ÷ 0,12	0,06 ÷ 0,20

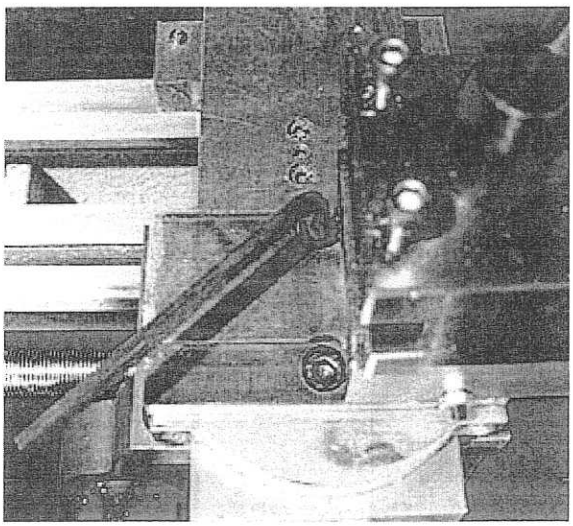
TORNITURA CONICA

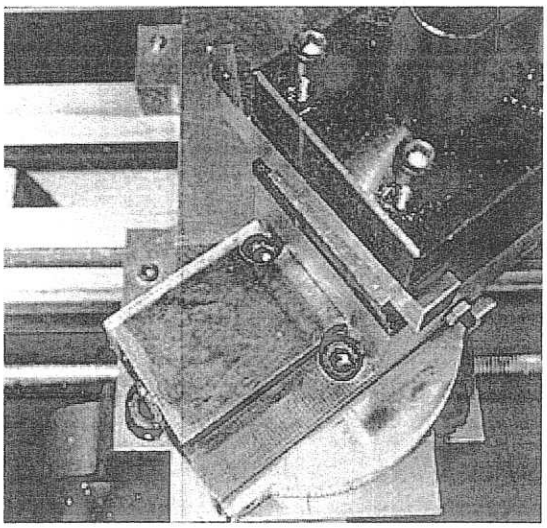
1. FASI per eseguire la tornitura conica con inclinazione del carrello superiore.

- **Tornitura del diametro esterno od interno a disegno;**

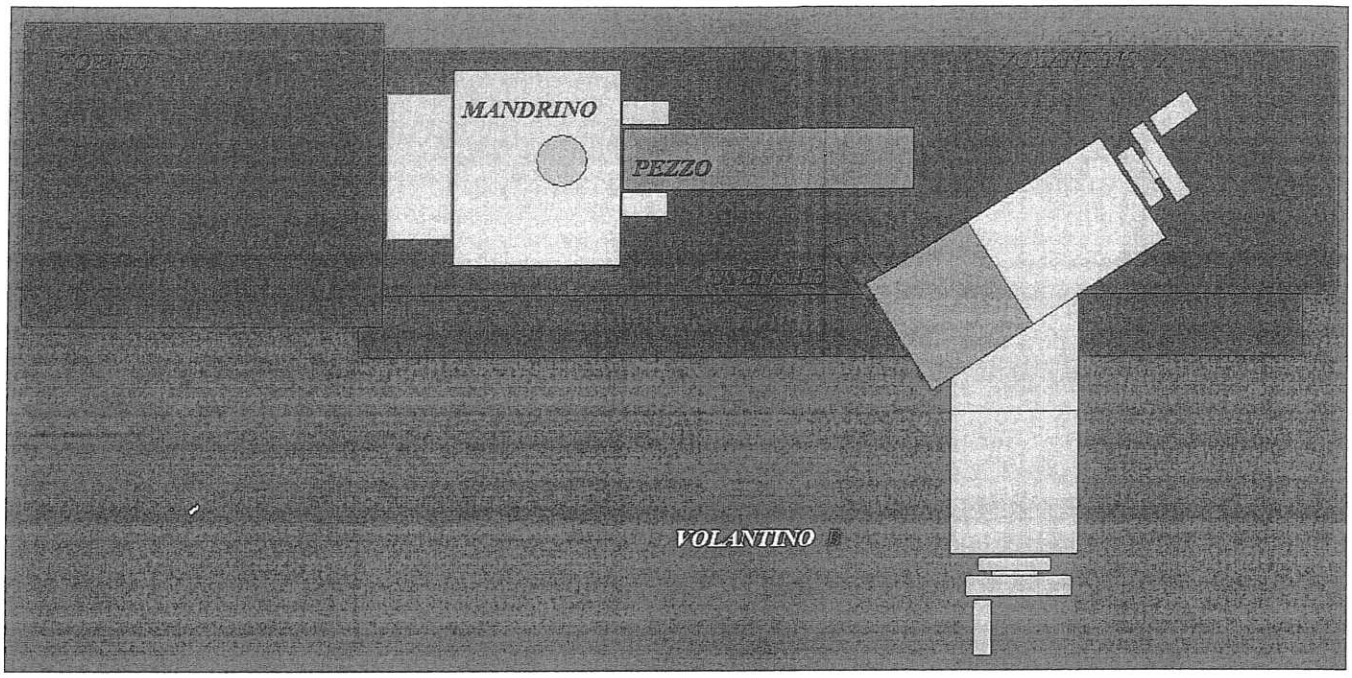
- **Inclinazione del carrello superiore, utilizzando l'apposita graduazione;**







- Esecuzione della conicità;



- Eseguire lo sfioramento utilizzando il volantino B , carrello trasversale;
- Eseguire la passata utilizzando il volantino A , carrello superiore;
- Ripetere le operazioni sopra indicate per le passate necessarie;
- Riposizionare il carrello superiore nella posizione iniziale.

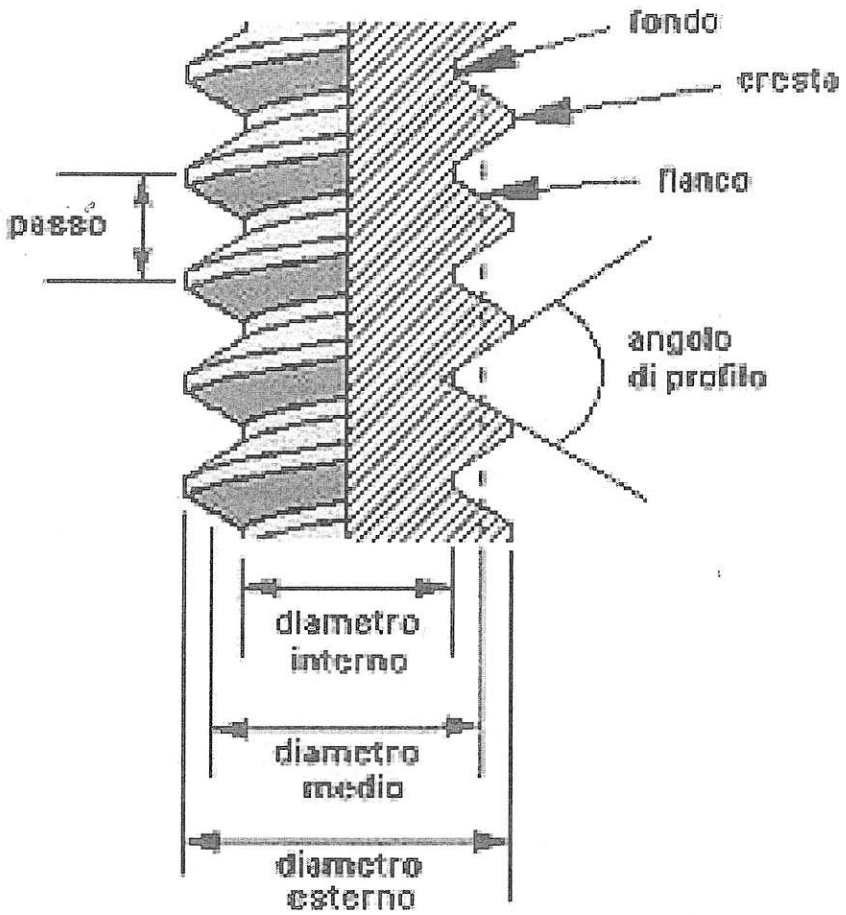
INDICAZIONI OPERATIVE :

- Utilizzare un numero di giri abbastanza alto 1000-1200 g/min , per la conicità esterna. (il pezzo è di alluminio)
  Per la conicità interna 700-800 g/min.
- L'avanzamento "**manuale**" deve essere il più omogeneo possibile, da questo movimento dipende la finitura superficiale della conicità. Una finitura scadente crea problemi all'accoppiamento conico.
- Dopo aver eseguito la prima conicità, (è indifferente eseguire per prima quella interna o quella esterna) eseguire la seconda conicità.
  In questa fase è necessario eseguire l'accoppiamento conico, modificando l'inclinazione del carrello superiore fino ad ottenere la stessa inclinazione del pezzo precedentemente costruito.

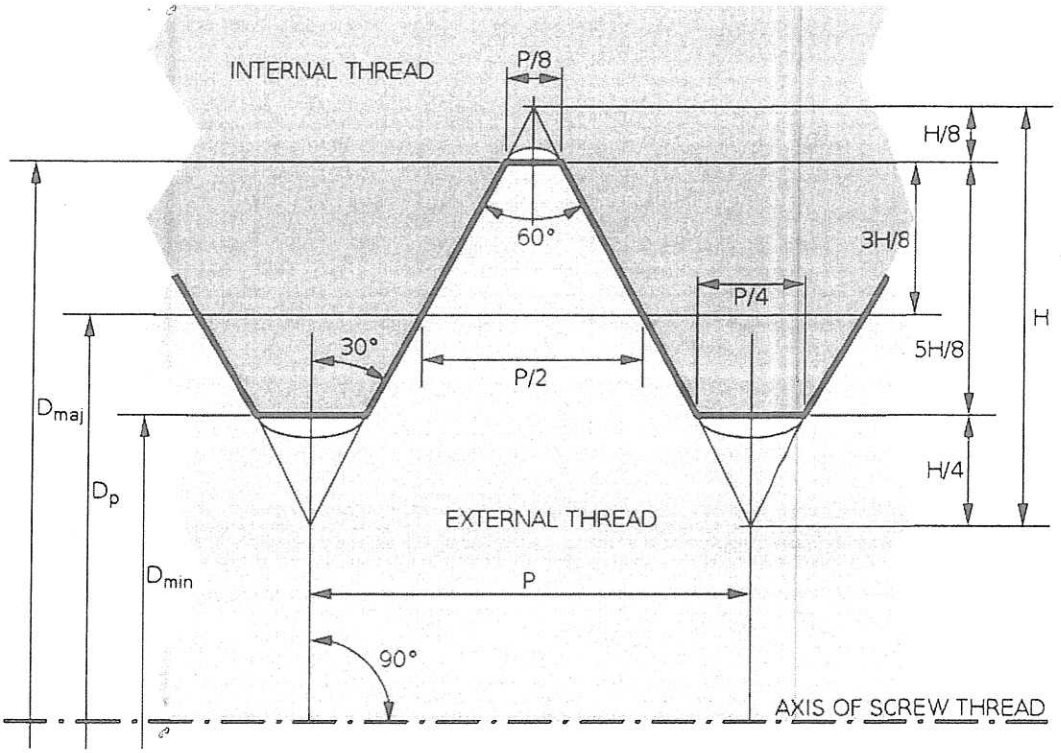
FILETTATURA al TORNIO

2. FASI per eseguire la filettatura triangolare al tornio.

- **Elementi dimensionali di una filettatura;**



- **Il rispetto degli elementi dimensionali di una filettatura permettono di ottenere un accoppiamento filettato;**



- **Preparazione del pezzo :**

A) Tornitura del diametro :

- **esterno - 0.2 mm rispetto al diametro esterno**
- **interno De - (1.19 x passo)**

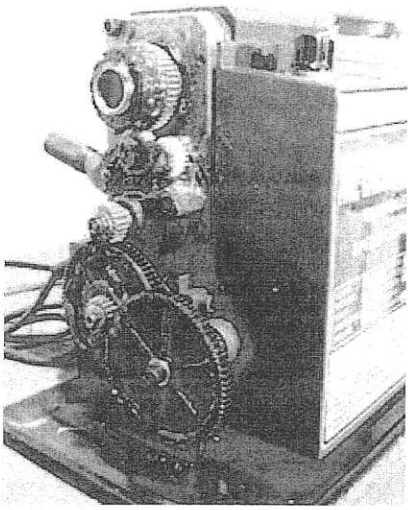
B) Tornitura della gola ;

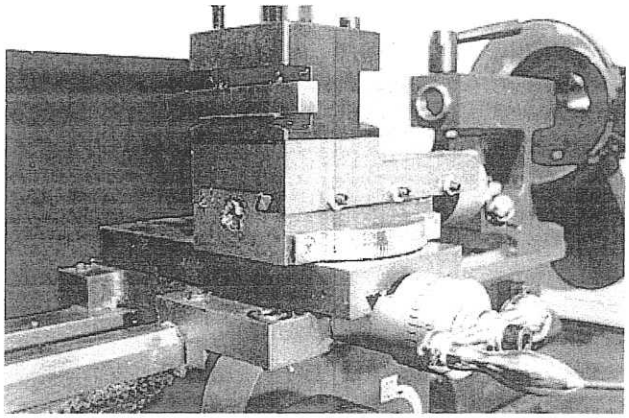
C) Tornitura degli smussi ;

- Preparazione della macchina :

A) Predisporre il numero di giri (quello minimo della macchina);

B) Predisporre il passo della filettatura;





C) Montare l'utensile :

- in altezza
- a 90° rispetto al pezzo

- Calcolo della profondità di tornitura (Pt) :

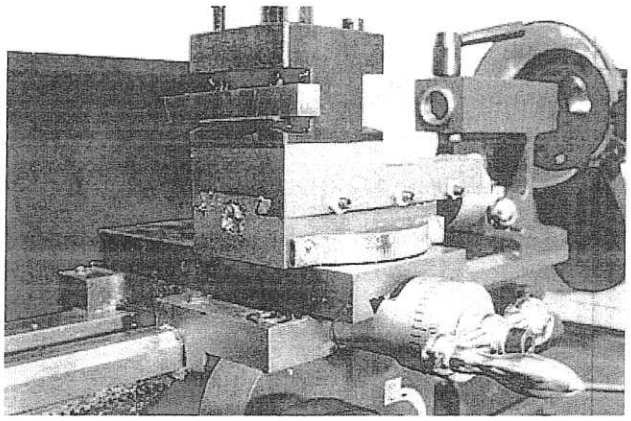
Filettatura metrica esterna : $Pt = 0{,}613 \times Passo \times 2$

Filettatura metrica interna : $Pt = 0{,}541 \times Passo \times 2$

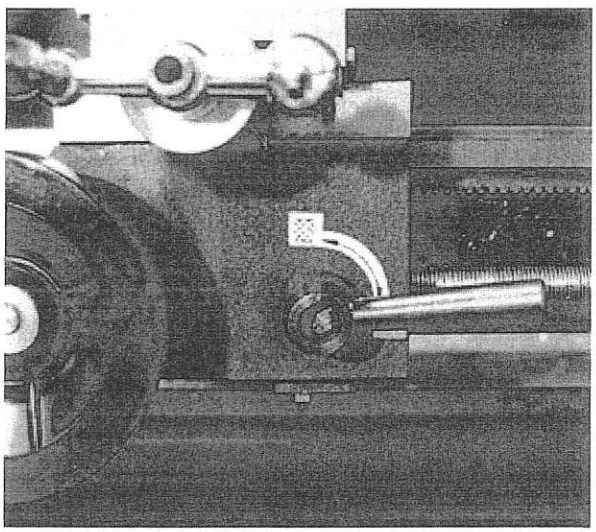
- **Esecuzione della filettatura :**

1. Sfioramento dell'utensile;

2. Azzerare il tamburo ed allontanare l'utensile;



3. Inserire la chiocciola; **(N.B. la chiocciola si disinserisce solo a filettatura ultimata, in caso contrario si perde il passo)**



4. Esecuzione di una passata con incremento di 0.1 mm ;

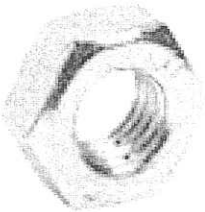
5. Controllo del passo della filettatura ;

6. Esecuzione delle passate di sgrossatura
   (indicativamente tre da 0.3 mm) ;

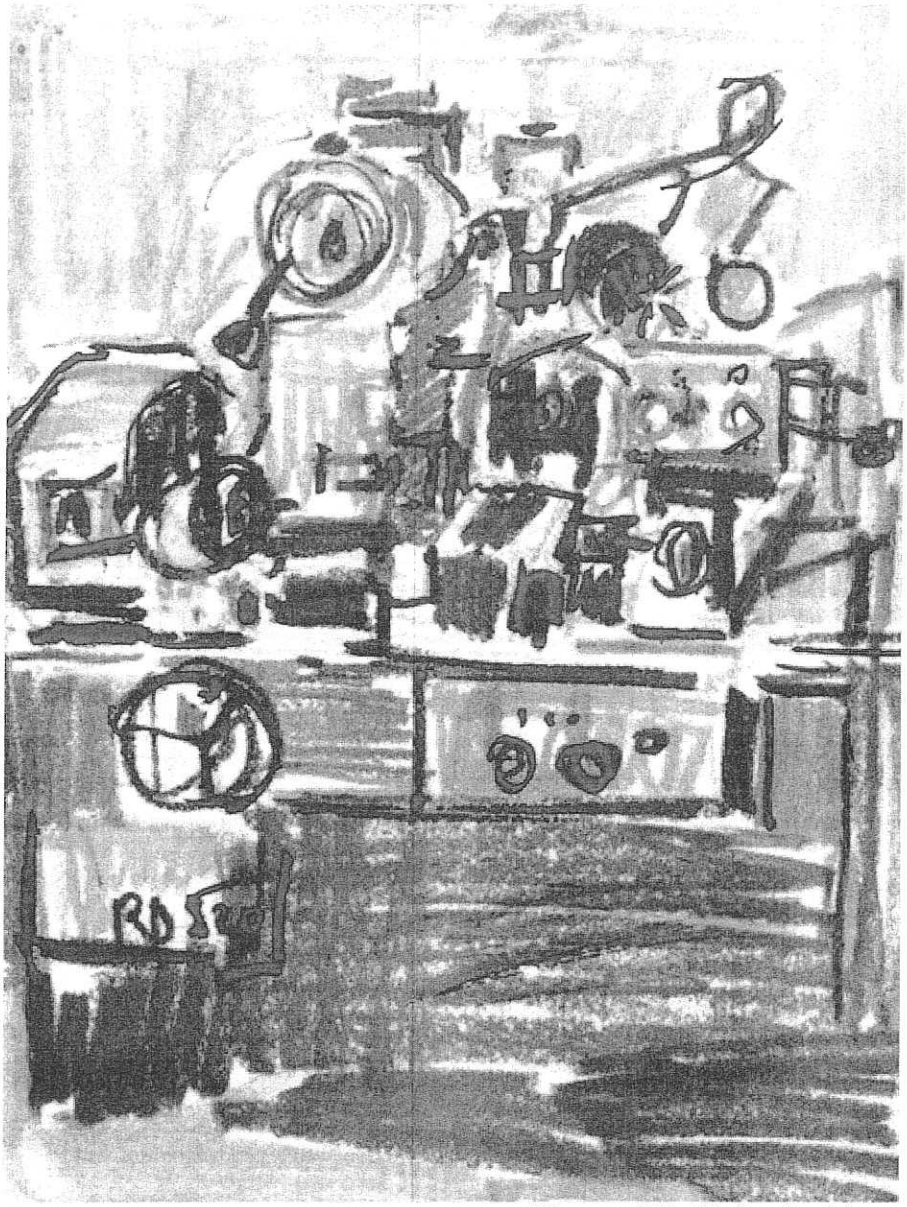
7. Esecuzione delle passate di finitura
   (indicativamente otto da 0.1 mm) ;

8. Esecuzione delle passate di lucidatura
   (indicativamente due da 0.05 mm) ;

N.B. In fase di accoppiamento filettato, durante le ultime passate di finitura, controllare ad ogni passata, l'accoppiamento filettato mediante l'apposito dado.



9. A filettatura ultimata smontare il pezzo e disinserire la chiocciola ;



Disegno di Egidio Bonfanti 1

CICLI DI LAVORAZIONE

DISPENSE REALIZZATE DA:

SARTI Roberto
SALMI Renzo
FERRARINI Giorgia

CICLI DI LAVORAZIONE

Si definisce **CICLO DI LAVORAZIONE**: la successione delle operazioni necessarie a fabbricare un particolare meccanico nel minor tempo e costo possibili.

La stesura di tale ciclo avviene attraverso un particolare foglio detto *foglio di lavorazione* che contiene:

- disegni indicanti le principali lavorazioni da eseguire;
- scelta delle macchine utilizzate per le lavorazioni;
- scelta degli utensili e relativi parametri di taglio;
- scelta degli strumenti di controllo;
- scelta delle attrezzature necessarie per la lavorazione;
- calcolo di tempi e costi relativi ad ogni singola lavorazione.

INDICAZIONI OPERATIVE

Per realizzare un ciclo di lavorazione è necessario analizzare attentamente il cosiddetto **disegno di progetto** (che noi conosciamo come disegno di particolare o disegno esecutivo che contiene viste e sezioni necessarie e sufficienti alla comprensione dell'operatore alle m.u., quote, tolleranze dimensionali e geometriche e rugosità) dell'oggetto da realizzare.

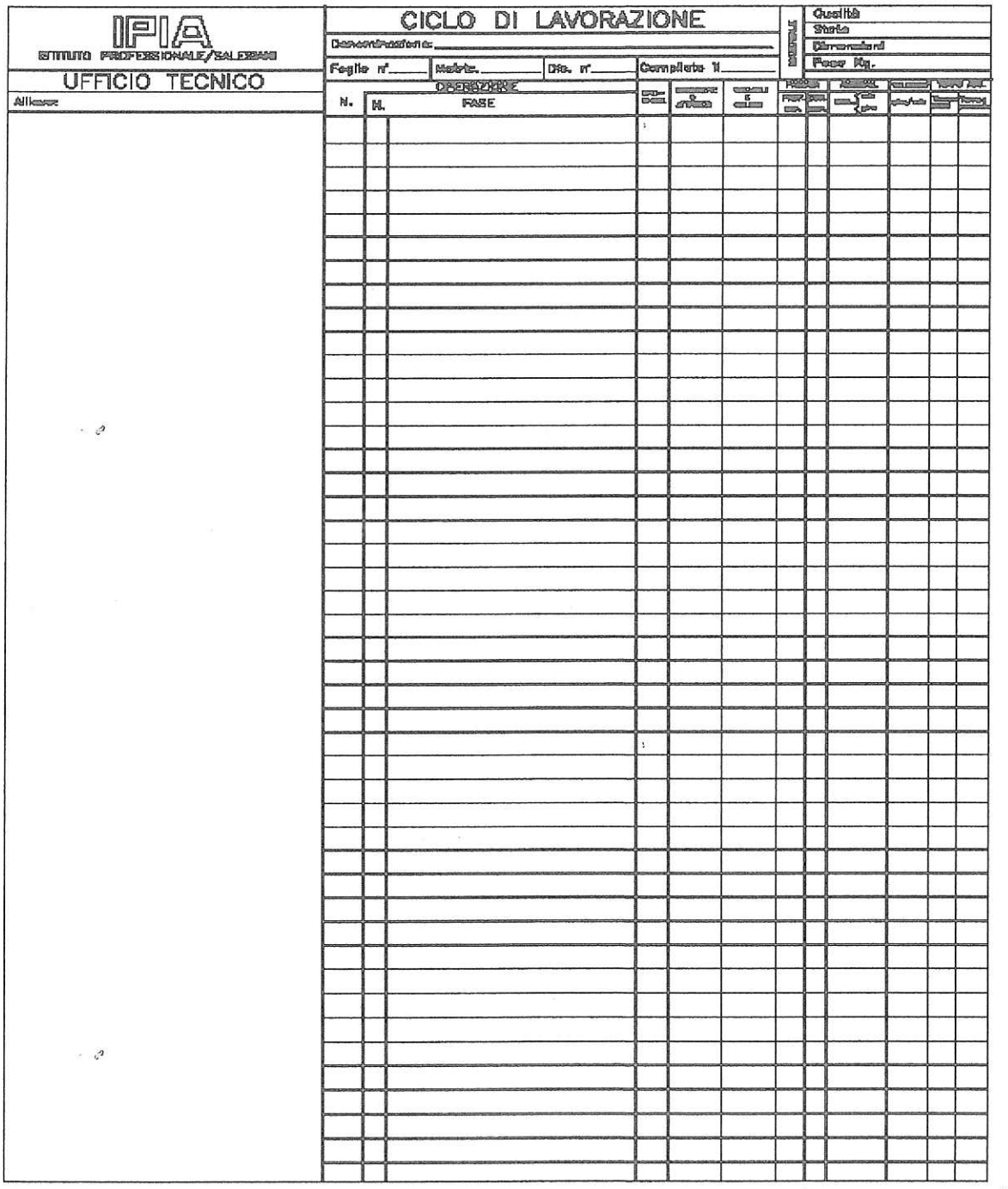
Le informazioni da tenere in considerazione per l'elaborazione del ciclo sono:

- ✓ materiale utilizzato per realizzare il pezzo;
- ✓ processo tecnologico impiegato per la realizzazione dell'oggetto (fusione, stampaggio, lavorazione alle macchine utensili, eventuali trattamenti, ecc.);
- ✓ utensili, parametri di taglio e strumenti di controllo idonei ad eseguire lavorazioni veloci ed economiche;
- ✓ dimensioni di ingombro del grezzo, tipologia di profilato commerciale o semilavorato di partenza (laminati, trafilati, rettificati, produzione diretta da barra, fusioni ecc.);
- ✓ sovrametalli per eventuali lavorazioni successive (trattamenti termici, rettifiche ecc.);
- ✓ metodologia di lavorazione e successione delle operazioni e fasi (eseguo prima le lavorazioni di tornitura o fresatura, lavoro prima la parte destra o sinistra, lavoro prima l'interno o l'esterno ecc.).

COMPILAZIONE DEL FOGLIO DI LAVORAZIONE

Il ciclo di lavorazione viene inserito all'interno di una particolare tabella, che prende il nome di *foglio di lavorazione*, che ciascuna azienda realizza sulla misura delle proprie specifiche esigenze.

La scuola ha redatto un proprio foglio di lavorazione che è qui di seguito riportato e di cui analizzeremo le singole parti spiegando come debba essere compilato.



Cartiglio

Il cartiglio, proprio come nel disegno tecnico, è quella parte del foglio di lavorazione riservata a tutte le informazioni del ciclo di lavorazione di carattere descrittivo necessarie ad identificarlo e catalogarlo.

<table>
<tr><td rowspan="2">IPIA
Istituto professionale salesiani</td><td colspan="4" rowspan="2">CICLO DI LAVORAZIONE</td><td rowspan="4">MATERIALE</td><td>Qualità</td></tr>
<tr><td>Stato</td></tr>
<tr><td>UFFICIO TECNICO</td><td colspan="4">Denominazione:</td><td>Dimensioni</td></tr>
<tr><td>Allievo:</td><td>Foglio n°</td><td>Matric.</td><td>Dis. n°</td><td>Compilato il</td><td>Peso kg</td></tr>
</table>

Le indicazioni per la compilazione sono qui di seguito riportate.

Allievo:	cognome e nome dell'allievo compilatore del ciclo.
Denominazione:	nome del particolare a cui è stato dedicato il ciclo.
Foglio n°:	numero progressivo di fogli utilizzati per la realizzazione del ciclo.
Matricola o codice:	numero attribuito al disegno del particolare a cui è dedicato il ciclo.
Disegno n°	numero di disegno del particolare riferito al complessivo.
Compilato il	data del giorno in cui si termina la compilazione del ciclo.

Materiale

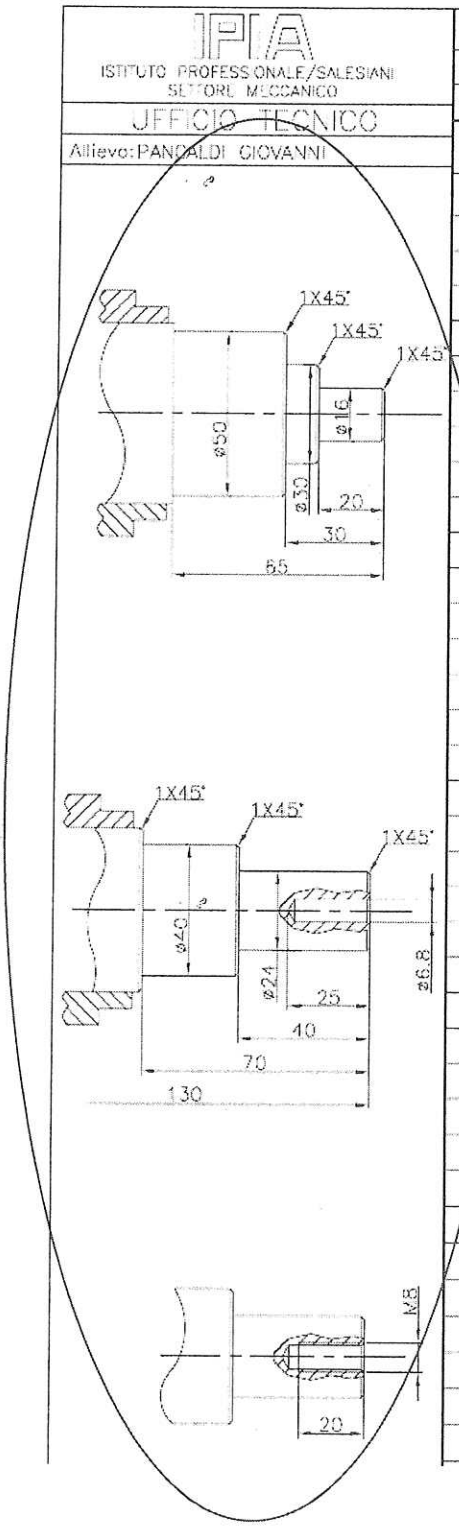
- **Qualità**: tipo di materiale usato per la costruzione del particolare (es. Fe370, C40, ecc.).
- **Stato**: lavorazione del profilato commerciale (es. laminato, trafilato, rettificato, ecc.).
- **Dimensioni**: dimensioni esterne grezze del particolare prima della lavorazione, (compreso il valore di lunghezza attribuito al taglio con relativo sovrametallo).
- **Peso Kg**: peso del pezzo grezzo già tagliato delle dimensioni sopra indicate.

Disegno

I disegni richiesti nel ciclo di lavorazione sono delle proiezioni ortogonali del pezzo raffiguranti le singole operazioni elementari eseguite su di esso. Tali disegni dovranno essere rappresentati in scala con tratto sottile evidenziando e quotando le superfici ottenute dalla singola operazione. Deve essere rappresentato inoltre il sistema di bloccaggio del pezzo: morsetti, staffe o morsa.

Il disegno verrà inserito a matita nella prima colonna a sinistra del ciclo di lavorazione su sfondo millimetrato per facilitarne la stesura.

Di norma si rappresenta un disegno per ogni operazione elementare



ISTITUTO PROFESSIONALE/SALESIANI SETTORE MECCANICO

UFFICIO TECNICO

Allievo: PANDALDI GIOVANNI

CICLO DI LAVORAZIONE

Denominazione: PERNO

Foglio n° 1 | Matric. AC44 | Dis. n° 8 | Completo il

MATERIALE: Qualità C40 | Stato LAMINATO | Dimensioni ø55X132 | Peso Kg.

N.	OPERAZIONE N.	FASE	MACCHINA	MASCHERE O ATTREZZI	UTENSILI E CALIBRI	PASSATA PROF. mm.	PASSATA CORSE mm.	AVANZAM. mm. min / giro	VELOCITA' giro/min	TEMPO ASS. Tempo FASE	TEMPO ASS. Tempo passato
1	A	SFACCIATURA DEL PARTICOLARE	T		UNI 4103	0.5	2	75 / 0.05	1448		
1	B	TORNITURA ø50X65mm.	T		UNI 4106	3	1	64 / 0.10	579		
					1/20	0.3	1	65 / 0.05	796		
1	C	TORNITURA ø30X30mm.	T		UNI 4106	3	2	9 / 0.10	636		
					1/20	0.3	2	30 / 0.05	1326		
1	D	TORNITURA ø16X20mm.	T		UNI 4106	3	1	9 / 0.10	1061		
					1/20	0.3	1	20 / 0.05	2480		
1	E	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103				1326		
2	A	SFACCIATURA A MISURA DEL PARTICLARE.	T		UNI 4103 1/20	0.3	2	75 / 0.05	1448		
2	B	TORNITURA ø40X70mm.	T		UNI 4106	3	1	69 / 0.10	579		
					1/20	0.3	1	70 / 0.05	995		
2	C	TORNITURA ø24X40mm.	T		UNI 4106	3	1	39 / 0.10	796		
					1/20	0.3	1	40 / 0.05	1658		
2	D	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103				995		
2	E	FORATURA DEL FORO DI M8	T				1	8	2123		
							1	25	937		
					1/20						
3	A	FILETTATURA A MANO DEL FORO DI M8	A				1	20			

N. Operazione elementare

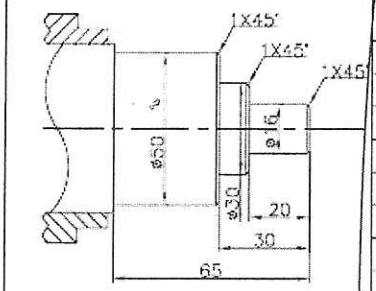
Sul foglio di lavoro le operazioni vengono indicate nella seconda colonna partendo da sinistra attraverso un numero progressivo (1,2,3,...n). Tale numero cambia ogni qualvolta il pezzo cambia REPARTO (tornitura, foratura, fresatura, ecc.) o quando viene GIRATO sulla macchina utensile o sulla morsa.

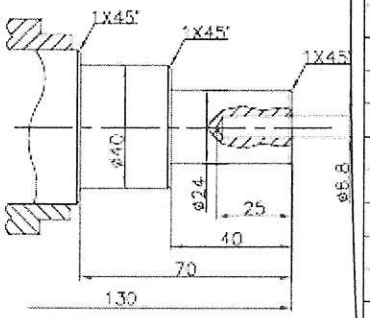
La successione delle operazioni costituisce un documento detto **cartellino del ciclo di lavorazione.**

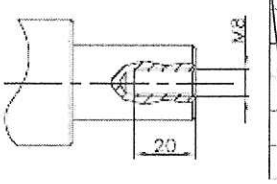
IPIA
ISTITUTO PROFESSIONALE SALESIANI
SETTORE MECCANICO
UFFICIO TECNICO
Allievo: PANCALDI GIOVANNI

CICLO DI LAVORAZIONE
Denominazione: PERNO
Foglio n° 1 | Matric. AC44 | Dis. n° 8 | Completo 1

Qualità C40
Stato LAMINATO
Dimensioni ø55X132
Peso Kg.







N.	N.	FASE	MACCHINA	MASCHERE O ATTREZZI	UTENSILI E CALIBRI	MATERIALE	PASSATA PROF. mm	PASSATA CON. mm	AVANZAM. mm/giro / mm/min	VELOCITÀ giri/min	TEMPO ASS. Tempo FASE	TEMPO ASS. Tempo parziale
1	A	SFACCIATURA DEL PARTICOLARE	T		UNI 4103		0.5	275	0.05	1448		
1	B	TORNITURA ø50X65mm.	T		UNI 4106		3	64	0.10	579		
							0.3	65	0.05	796		
1	C	TORNITURA ø30X30mm.	T		UNI 4106		3	29	0.10	836		
							0.3	30	0.05	1326		
1	D	TORNITURA ø16X20mm.	T		UNI 4106		3	19	0.10	1061		
							0.3	20	0.05	2480		
1	E	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103					1326		
2	A	SFACCIATURA A MISURA DEL PARTICLARE.	T		UNI 4103		0.3	275	0.05	1448		
2	B	TORNITURA ø40X70mm.	T		UNI 4106		3	69	0.10	579		
							0.3	70	0.05	995		
2	C	TORNITURA ø24X40mm.	T		UNI 4106		3	39	0.10	796		
							0.3	40	0.05	1858		
2	D	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103					995		
2	E	FORATURA DEL FORO Ø M8	T					8		2123		
								25		937		
3	A	FILETTATURA A MANO DEL FORO DI M8	A					20				

N. Fase

Si definisce fase del ciclo di lavorazione: l'insieme ordinato delle lavorazioni eseguite sul pezzo presso un medesimo posto di lavoro senza smontaggio pezzo.

Le fasi vengono indicate con una lettera maiuscola in ordine alfabetico a partire dalla lettera A; tale lettera dovrà essere inserita nella terza colonna del ciclo di lavorazione e dovrà cambiare ad ogni cambio di lavorazione. La fase deve essere brevemente descritta a fianco di ciascuna lettera identificativa, specificando le quote della lavorazione quando necessario.

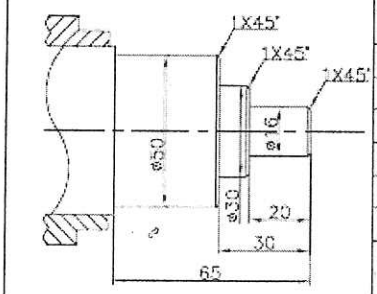
Il conteggio riparte (con la lettera A) ogni volta che cambia l'operazione elementare.

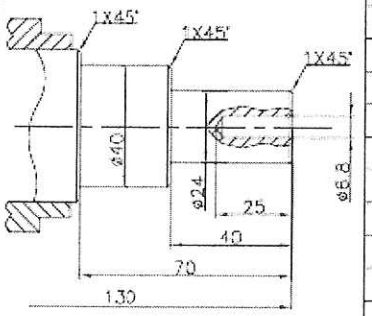
IPIA
ISTITUTO PROFESSIONALE/SALESIANI
SETTORE MECCANICO
UFFICIO TECNICO
Allievo: PANCALDI GIOVANNI

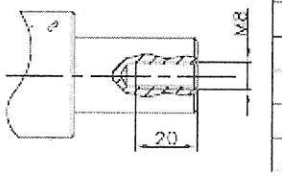
CICLO DI LAVORAZIONE
Denominazione: PERNO
Foglio n° 1 | Matric. AC44 | Dis. n° 8 | Completo 1

MATERIALE: Qualità C40 | Stato LAMINATO | Dimensioni ø55X132 | Peso Kg.

N.	N.	OPERAZIONE FASE	MACCHINA	MASCHERE E ATTREZZI	UTENSILI E CALIBRI	PASSATA mm	GIRI/min	AVANZAM. mm/giro	VELOCITA' m/min	TEMPO ASS. Tempo FASE	Tempo parziale
1	A	SFACCIATURA DEL PARTICOLARE	T		UNI 4103	0.5	275	0.05	1448		
1	B	TORNITURA ø50X65mm.	T		UNI 4106	3	64	0.10	579		
					1/20	0.3	65	0.05	796		
1	C	TORNITURA ø30X30mm.	T		UNI 4106	3	29	0.10	836		
					1/20	0.3	30	0.05	1326		
1	D	TORNITURA ø16X20mm.	T		UNI 4106	3	19	0.10	1061		
					1/20	0.3	20	0.05	2480		
1	E	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103	/	/	/	1326		
2	A	SFACCIATURA A MISURA DEL PARTICOLARE.	T		UNI 4103	0.3	275	0.05	1448		
					1/20						
2	B	TORNITURA ø40X70mm.	T		UNI 4106	3	69	0.10	579		
					1/20	0.3	70	0.05	995		
2	C	TORNITURA ø24X40mm.	T		UNI 4106	3	39	0.10	796		
					1/20	0.3	40	0.05	1658		
2	D	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103	/	/	/	995		
2	E	FORATURA DEL FORO DI M8	T			/	8	/	2123		
						/	25	/	937		
					1/20						
3	A	FILETTATURA A MANO DEL FORO DI M8	A			/	20	/	/		







Macchina

Rappresenta la quarta colonna del foglio di lavorazione e deve essere completata dalla sigla indicante il tipo di macchina utensile o del reparto utilizzati. Ciascuna azienda codifica ogni macchina utensile con un codice specifico che la identifica, noi ci limitiamo ad utilizzare le sigle riassunte nella seguente tabella:

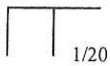
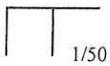
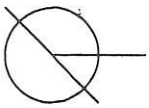
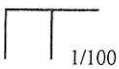
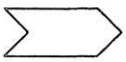
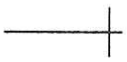
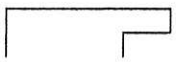
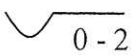
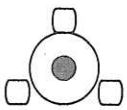
AGGIUSTAGGIO	A	LAPIDELLO	L_P
TORNIO	T	SEGHETTO A NASTRO	S_N
TORNIO CNC	T_{CNC}	SEGHETTO A DISCO	S_D
FRESATRICE	F	ALESATRICE	ALS
FRESATRICE CNC	F_{CNC}	RETTIFICATRICE	R
CENTRO DI LAVORO CNC	CDL	DENTATRICE	D
TRAPANO SENSITIVO	T_S	BROCCIATRICE	BR
TRAPANO A COLONNA	T_C	SALDATURA A FILO CONTINUO	S_{FC}
TRAPANO-FRESA	TF	SALDATURA TIG-MIG	S_{TM}

Maschere o attrezzi

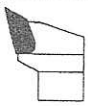
In questa colonna, la quinta, viene indicato il numero di codice assegnato dall'azienda o dalla scuola, alla maschera o attrezzatura utilizzata per quella specifica lavorazione.

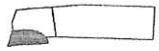
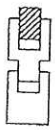
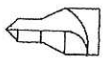
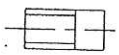
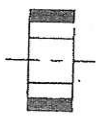
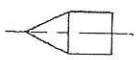
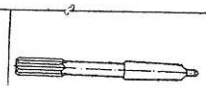
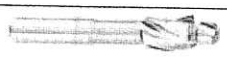
Utensili e calibri

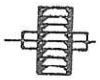
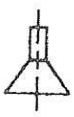
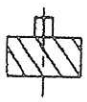
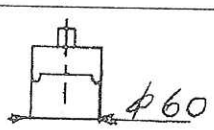
La sesta colonna deve essere completata con i simboli convenzionali o le sigle della normativa che rappresentano gli utensili utilizzati; vanno inoltre indicati gli strumenti di misura utilizzati nel controllo della lavorazione (da scegliere dalla tabella sottostante).

Strumenti di misura e controllo			
Simbolo	**Denominazione**	**Simbolo**	**Denominazione**
	Calibro a corsoio ventesimale		Squadre a 90°
	Calibro a corsoio cinquantesimale		Goniometro
	Calibro a corsoio digitale		Blocchetti Johansson
	Calibro a tampone		Sagoma per filetti
	Calibro di profondità		Contafiletti
	Micrometro da...a...		Comparatore
	Micrometro tripolare per interni		

La scelta del tipo di utensile più adatto, a seconda della macchina utensile e del tipo di lavorazione utilizzate, va fatta in base alle seguenti tabelle:

TORNIO		
Simbolo	**Denominazione**	**Normativa UNI**
	Utensile diritto per sgrossatura	4102
	Utensile piegato per sfacciare	4103
	Utensile piegato destro per cilindratura	4106
	Utensile per troncatura	4109

	Utensile piegato per interni	4110
	Utensile sagomato per gole esterne	
	Utensile sagomato per filettature esterne	
	Utensile per zigrinatura spinata	
	Utensile per zigrinatura parallela	
	Punta a centrare o centrino	
	Punta elicoidale	5622
	Maschio per filettare a mano o a macchina	
	Filiera per filettare a mano o a macchina	
	Contropunta fissa o rotante	
	Alesatore	527
	Lamatore	
	Svasatore	6856

FRESE		
Simbolo	**Denominazione**	**Normativa UNI**
	Fresa a disco a tre tagli	3905
	Fresa a disco a due tagli	3904
	Fresa a disco ad un taglio	3903
	Fresa cilindrica a denti elicuoidali	3901
	Fresa a disco sagomata convessa	3909
	Fresa a disco con angolo…	3907
	Fresa a disco modulare	3906
	Fresa a candela o candela per finitura	3912
	Fresa cilindrica ad alto rendimento per sgrossatura	3913
	Fresa cilindrica con angolo	3911
	Fresa cilindrica per scanalature a T	3909
	Fresa a spianare con inserti riportati	3903

IPIA
ISTITUTO PROFESSIONALE/SALESIANI
SETTORE MECCANICO

UFFICIO TECNICO

Allievo: PANCALDI GIOVANNI

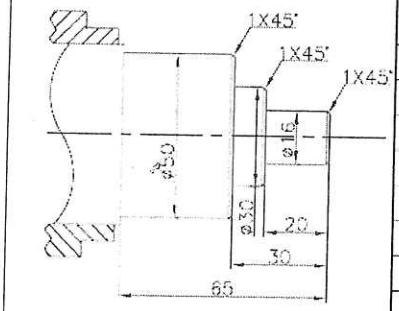
CICLO DI LAVORAZIONE

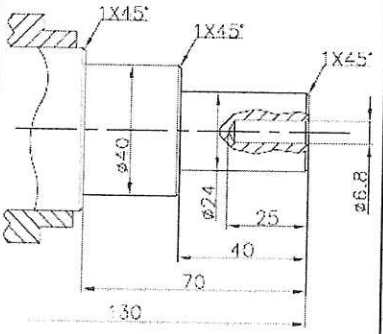
Denominazione: PERNO

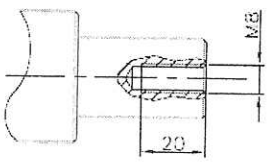
Foglio n° 1 | Matric. AC44 | Dis. n° 8 | Compilato il

MATERIALE: Qualità C40; Stato LAMINATO; Dimensioni ø55X132; Peso Kg.

N.	OPERAZIONE N.	OPERAZIONE FASE	MACCHINA	MASCHERE O ATTREZZI	UTENSILI E CALIBRI	PASSATA PROF. mm	PASSATA CORSE n°	AVANZAM. mm/giro / mm/1'	VELOCITÀ giri/min	TEMPO ASS. Tempo FASE passato
1	A	SFACCIATURA DEL PARTICOLARE	T		UNI 4103	0.5	2	0.05	1448	
1	B	TORNITURA ø50X65mm.	T		UNI 4106	3	64	0.10	579	
					1/20	0.3	65	0.05	796	
1	C	TORNITURA ø30X30mm.	T		UNI 4106	3	29	0.10	636	
					1/20	0.3	30	0.05	1326	
1	D	TORNITURA ø16X20mm.	T		UNI 4106	3	19	0.10	1061	
					1/20	0.3	20	0.05	2480	
1	E	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103				1326	
2	A	SFACCIATURA A MISURA DEL PARTICLARE.	T		UNI 4103 1/20	0.3	2	0.05	1448	
2	B	TORNITURA ø40X70mm.	T		UNI 4106	3	69	0.10	579	
					1/20	0.3	70	0.05	995	
2	C	TORNITURA ø24X40mm.	T		UNI 4106	3	39	0.10	796	
					1/20	0.3	40	0.05	1658	
2	D	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103				995	
2	E	FORATURA DEL FORO DI M8	T				8		2123	
							25		937	
					1/20					
3	A	FILETTATURA A MANO DEL FORO DI M8	A				20			







Passata, avanzamento, velocità di rotazione, tempo assegnato

Tutti questi valori verranno indicati dopo aver calcolato i parametri di lavorazione e i tempi totali ed intermedi nonché i tempi passivi di montaggio e smontaggio del pezzo e degli spazi di partenza necessari agli utensili ad ogni passata.

Consultando le seguenti tabelle è possibile assegnare a ciascuno dei suddetti parametri un opportuno valore.

Tornio		
	Cilindratura e sfacciatura	
	Sgrossatura	*Finitura*
Profondità di passata	2÷3 mm	0.3÷0.5 mm
Avanzamento	0.10÷0.13 mm/giro	0.05÷0.09 mm/giro
	Troncatura ed esecuzione gole	
Velocità di rotazione	500 giri/min	
Avanzamento	manuale	
	Filettatura	
Velocità di rotazione	50÷60 giri/min	
Profondità di passata	0.1÷0.3 mm	

Fresatrice		
	Squadratura	
	Sgrossatura	*Finitura*
Profondità di passata	2÷3 mm	0.3÷0.5 mm
Avanzamento	70÷110 mm/min	70÷110 mm/min
	Scanalature	
Velocità di rotazione	60÷80 giri/min	
Avanzamento	20÷40 mm/min	

Calcolo della velocità di rotazione (numero di giri)

La formula attraverso la quale si ricava la velocità di rotazione si ottiene come formula inversa della velocità di taglio:

$$v_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} [m/\min]$$

ovvero:

$$n = \frac{v_t \cdot 1000}{\pi \cdot D} [giri/\min]$$

dove:

V_t = velocità di taglio in m/min che si ricava dalle tabelle sottoindicate.

D = diametro del pezzo nella tornitura

- **diametro di inizio lavorazione nella sgrossatura;**
- **diametro finale nella finitura;**
- **diametro intermedio (del grezzo) nella sfacciatura.**

diametro della fresa nella fresatura;

diametro della punta nella foratura.

La scelta della velocità di taglio viene fatta consultando la seguente tabella, per consultare la quale sarà necessario tener conto di alcuni parametri:

- tipo di macchina utensile utilizzata e lavorazione;
- materiale utensile;
- materiale da lavorare.

VELOCITA' DI TAGLIO [m/min]

Tipo lavorazione		*TORNIO*						*TORNIO e TRAPANO*	
		TORNITURA ESTERNA		TORNITURA INTERNA (alesatura)		TRONCATURA	FILETTATURA	FORATURA	
		sgrossatura	finitura	sgrossatura	finitura				
Materiale utensile		W	W	W	W	HSS	W	HSS	W
Materiale pezzo	Acciai dolci (tutti gli Fe con σ_R<400N/mm^2)	120	150	55	70	50	20	25	40
	Acciai semiduri (C10÷C40)	100	130	45	60	40	15	20	30
	Acciai duri (C45÷C100)	90	120	40	65	30	10	15	25
	Acciai legati	80	100	35	60	25	12	12	20
	Ghise	70	85	35	55	20	14	22	35
	Bronzi e ottoni	200	250	50	90	60	25	70	80
	Leghe di alluminio	150	270	80	150	90	35	90	110

VELOCITA' DI TAGLIO [m/min]				
FRESATRICE				
Materiale utensile / *Materiale da lavorare*	FRESE IN HSS		FRESE IN CARBURI METALLICI	
	sgrossatura	finitura	sgrossatura	finitura
Acciai dolci (tutti gli Fe con σ_R<400N/mm^2) Acciai semiduri (C10÷C40)	12	18	100	160
Acciai duri (C45÷C100) Acciai legati	10	16	40	75
Ghise	10	16	70	90
Bronzi e ottoni	22	40	105	125
Leghe di alluminio	125	175	200	300

IPIA
ISTITUTO PROFESSIONALE/SALESIANI
SETTORE MECCANICO

UFFICIO TECNICO

Allievo: PANCALDI GIOVANNI

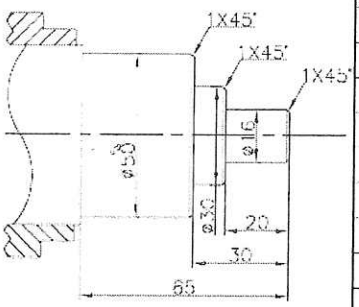
CICLO DI LAVORAZIONE

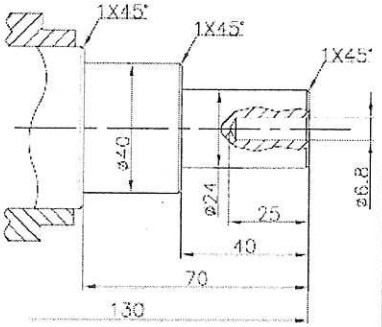
Denominazione: PERNO

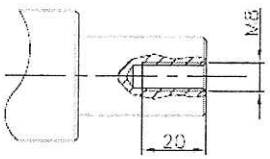
Foglio n° 1 | Matric. AC44 | Dis n° 8 | Compilato il

MATERIALE: Qualità C40 | Stato LAMINATO | Dimensioni ø55X132 | Peso Kg

N.		OPERAZIONE FASE	MACCHINA	MASCHERE O ATTREZZI	UTENSILI E CALIBRI	PASSATA PROF. mm	PASSATA GIRI	AVANZAMENTO mm/min mm/giro	VELOCITÀ giri/min	TEMPO ASS. Tempo FASE	TEMPO ASS. Tempo passato
1	A	SFACCIATURA DEL PARTICOLARE	T		UNI 4103	0.5	275	0.05	1448		
1	B	TORNITURA ø50X65mm.	T		UNI 4106	3	64	0.10	579		
					1/20	0.3	65	0.05	796		
1	C	TORNITURA ø30X30mm.	T		UNI 4106	3	29	0.10	635		
					1/20	0.3	30	0.05	1326		
1	D	TORNITURA ø16X20mm.	T		UNI 4106	3	19	0.10	1061		
					1/20	0.3	20	0.05	2480		
1	E	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103				1326		
2	A	SFACCIATURA A MISURA DEL PARTICLARE.	T		UNI 4103 1/20	0.3	275	0.05	1448		
2	B	TORNITURA ø40X70mm.	T		UNI 4106	3	69	0.10	579		
					1/20	0.3	70	0.05	995		
2	C	TORNITURA ø24X40mm.	T		UNI 4106	3	39	0.10	796		
					1/20	0.3	40	0.05	1658		
2	D	ESECUZIONE DEGLI SMUSSI A DISEGNO.	T		UNI 4103				995		
2	E	FORATURA DEL FORO DI M8	T				8		2123		
							25		937		
					1/20						
3	A	FILETTATURA A MANO DEL FORO DI M8	A				20				







COMPILAZIONE DEL CICLO DI LAVORAZIONE

La compilazione di un ciclo di lavorazione dovrà tener conto delle esigenze tecnologiche ed organizzative di ogni azienda, per questo motivo nel corso della nostra esperienza potremmo trovare cicli strutturati in maniera anche molto diversa tra loro.