

## PER LAVORARE A MANO I MATERIALI METALLICI

(aggiustaggio)

Gli attrezzi adoperati per la lavorazione a mano sono:

- 1° - Attrezzi per fissare e stringere i pezzi, e per montarli.
- 2° - Attrezzi per tracciare.
- 3° - Attrezzi di lavoro.

*Gli attrezzi per fissare e stringere i pezzi sono:*

**Il banco di aggiustaggio:** è in legno duro sostenuto da zampe in ghisa o in legno: l'altezza più opportuna è di 85-90 cm. Al banco vengono fissate con dei bulloni le morse.

**Morse:** Le morse adoperate in aggiustaggio sono del tipo parallelo: esse sono costituite da una parte fissa al banco e dalle ganasce, di cui una è fissa e l'altra scorrevole tra guide ricavate nella parte fissata al banco mediante una vite; girando questa le ganasce si avvicinano o si allontanano facendo presa o lasciando la presa. Quando si tratta di stringere pezzi con superficie già lavorata le ganasce vengono munite di copriganasce di piombo, o di rame (mordacchie).

Oltre le **morse parallele** in aggiustaggio vengono adoperate, e così in altre operazioni della meccanica d'-

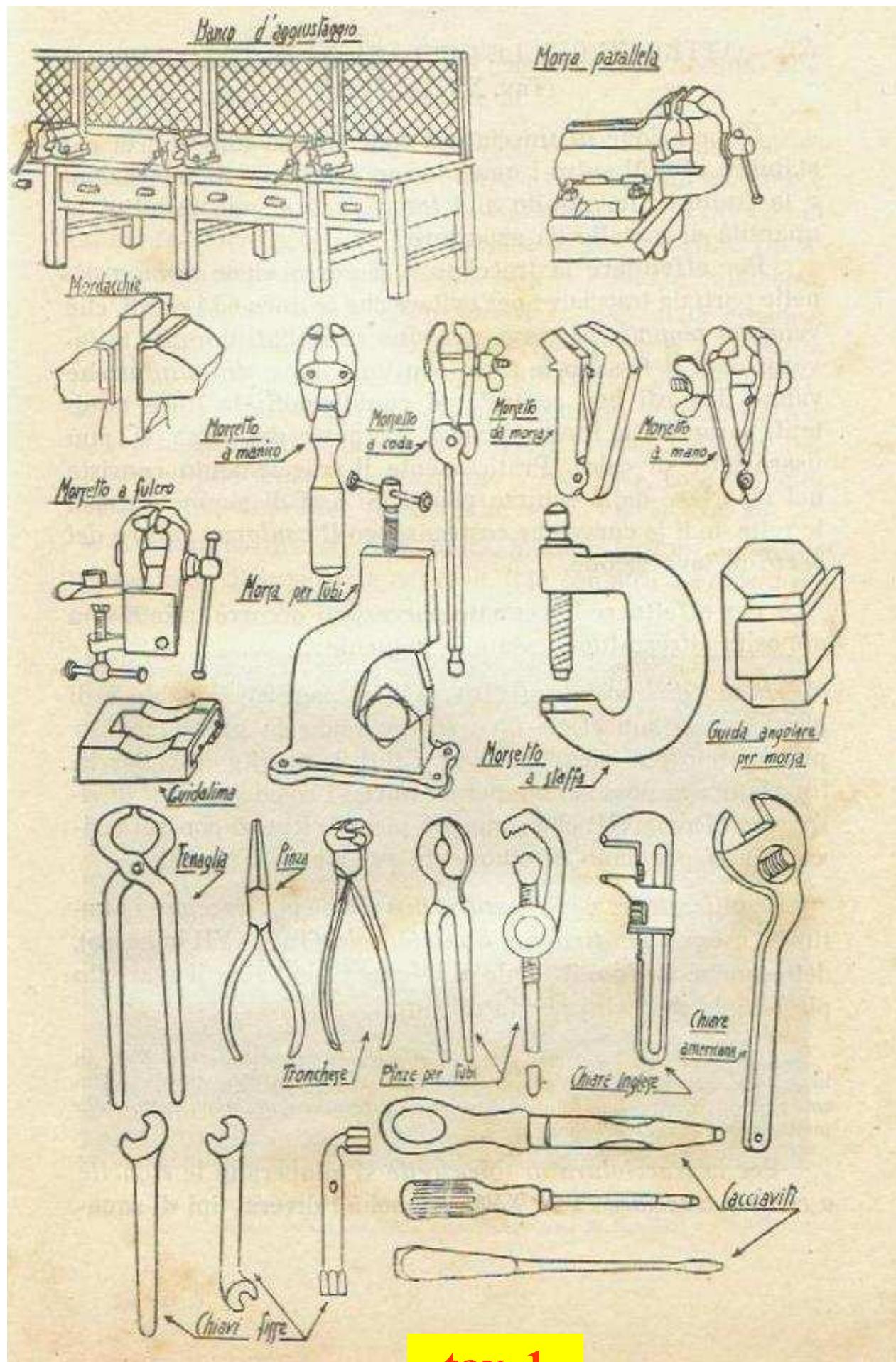
officina, altri tipi di morse più piccole;

- 1° il **morsetto da morsa** le cui ganasce vengono a loro volta serrate dalle ganasce di una morsa parallela: serve per pezzi piccoli e delicati.
- 2° il **morsetto a manico**.
- 3° il **morsetto a coda e**
- 4° il **morsetto a staffa** il quale serve a tener fermi e collegati due o più pezzi.
- 5° il **morsetto a fulcro** che viene anch'esso fissato al banco o ad un tavolo, ma è adatto a lavori modesti e non precisi.
- 6° il **morsetto a mano**.
- 7° il **morsetto per tubi** che serve a tener fissata l'estremità di un tubo per lavorarlo.

Due piccoli attrezzi sussidiari sono il **guidalima** e la **guida angolare** per morse che servono per la lavorazione di superfici angolari, specialmente esagonali.

Attrezzi per montaggio: in una officina che si rispetti non possono mancare le **tenaglie**, le **pinze**, le **tronchesi**, le **pinze per tubi**, le **chiavi a rullino** che servono a serrare dadi e sono di due tipi: **chiave inglese** e **chiave americana**, nonché le **chiavi fisse** a una o due bocche, le **chiavi a tubo** ed infine i **cacciavite**.

**Vedere tav. 1**



## ATTREZZI PER LE OPERAZIONI DI TRACCIATURA

L'operazione di tracciatura è di grande importanza per stabilire i limiti entro i quali vanno effettuate le lavorazioni e la finitura; in seguito alla tracciatura si può stabilire la quantità di materiale da asportare.

**Per effettuare la tracciatura** il pezzo viene imbiancato nelle parti da tracciare; per evitare che le linee ed i punti, che vengono segnati col gesso, vengano cancellati durante la lavorazione, si fissano le linee con una serie di puntini che vanno disposti ben centrati ed equidistanti; le linee risultanti saranno su fondo bianco. Al posto del gesso si può usare latte di calce. praticamente il tracciamento consiste nel riportare dallo schizzo prima gli assi di simmetria, poi le rette, indi le curve che costituiscono il contorno futuro del pezzo in lavorazione.

Per effettuare le accennate operazioni occorre quindi una apposita attrezzatura, che è la seguente:

**Piano di tracciatura**, in genere di ghisa, con la superficie lavorata in modo da presentare un piano liscio che viene piallato e rettificato. Per la tracciatura si possono adoperare anche i cosiddetti piani di riscontro che sono più piccoli. I pezzi con superficie piana poggiano direttamente sul piano.

**Puntizzatore**: per la puntizzazione, cioè per tracciare i puntini, si userà il puntizzatore o punteruolo, detto an-

che bulino, il quale si adopera con il martello picchiando dei colpi per fare i punti.

Senza martello, si adopera invece il **puntizzatore automatico** che essendo munito di impugnatura cava di un dispositivo a scatto con molla permette di effettuare con piccola pressione un colpo netto della punta contro il pezzo da puntizzare.

Per la tracciatura di linee rette si adoperano le righette o **righe a tracciare**, nonchè i diversi tipi di squadre, **squadra a 90°**, **squadra a 120°**, **squadra a "T"**. Accanto alla riga o alla squadra si fa scorrere la Punta a tracciare, la quale può essere piatta o cilindrica; nella punta a tracciare un estremo è ricurvo allo scopo di eseguire la tracciatura nelle cavità (ad esempio nei fori) ove non si può adoperare la punta diritta. Un tipo di punta a tracciare più complesso è la **punta a manicotto**.

Per tracciare le perpendicolari si fa uso delle squadre; oltre a quelle accennate si usa anche la **squadra a cappello** che ha una particolare importanza, perchè con essa si possono tracciare le perpendicolari ad una superficie lavorata sulla quale si appoggi la faccia interna del battente, oppure si può tenere diritta sul piano a tracciare, cosa che è di sensibile utilità pratica.

Un tipo particolare di squadra, la quale si presta a taluni usi nel caso di superfici concave, è la **squadra a braccio girevole**.

Per tracciare linee parallele ad un piano si adopera il **truschino**, detto anche **graffietto**, costituito da un basamento al quale è fissata un'asta

verticale, sulla quale può scorrere mediante un corsoio una punta detta segnatoio che può ruotare a volontà in un piano verticale. Questo è il tipo di truschino più semplice; il **truschino universale** ha anche l'asta verticale incernierata alla base.

**Altimetro** è una riga verticale graduata fissata ad un basamento.

Altimetro a truschino ha lungo la riga un corsoio scorrevole al quale è fissato un segnatoio orizzontale; con esso si possono tracciare parallele a date distanze.

Altro attrezzo indispensabile per la tracciatura è la **colonnina** che è un cilindro pieno, temperato e rettificato, con una faccia piana che si appoggia sul piano di riscontro: le generatrici della colonnina costituiscono delle perpendicolari al piano.

**Squadre articolate** le quali hanno uno dei bracci che può ruotare di un certo angolo; l'altro braccio ha una scanalatura entro la quale scorre un corsoio al quale è fissato il braccio girevole.

**Goniometri** sono semicerchi che hanno il bordo graduato da  $0^\circ$  a  $180^\circ$  e servono a misurare gli angoli.

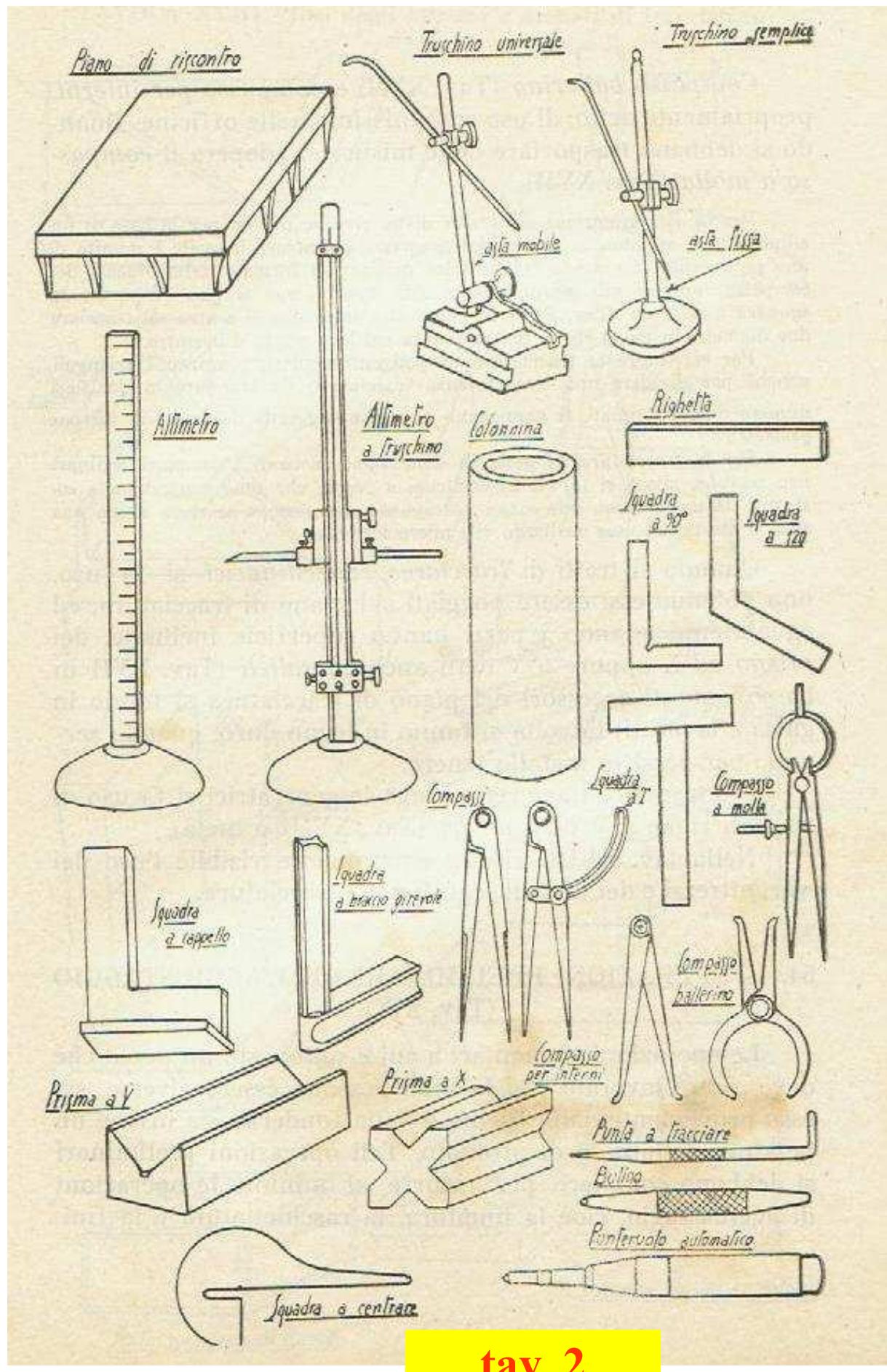
Spesso si usa il **goniometro combinato** (ved. disegno in "controllo misure") che è più complesso in quanto risulta di due parti: una fissa che porta collegato il goniometro, e l'altra costituita da un braccio o regolo scanalato con un indice di fissaggio che permette di determinare il valore dell'angolo.

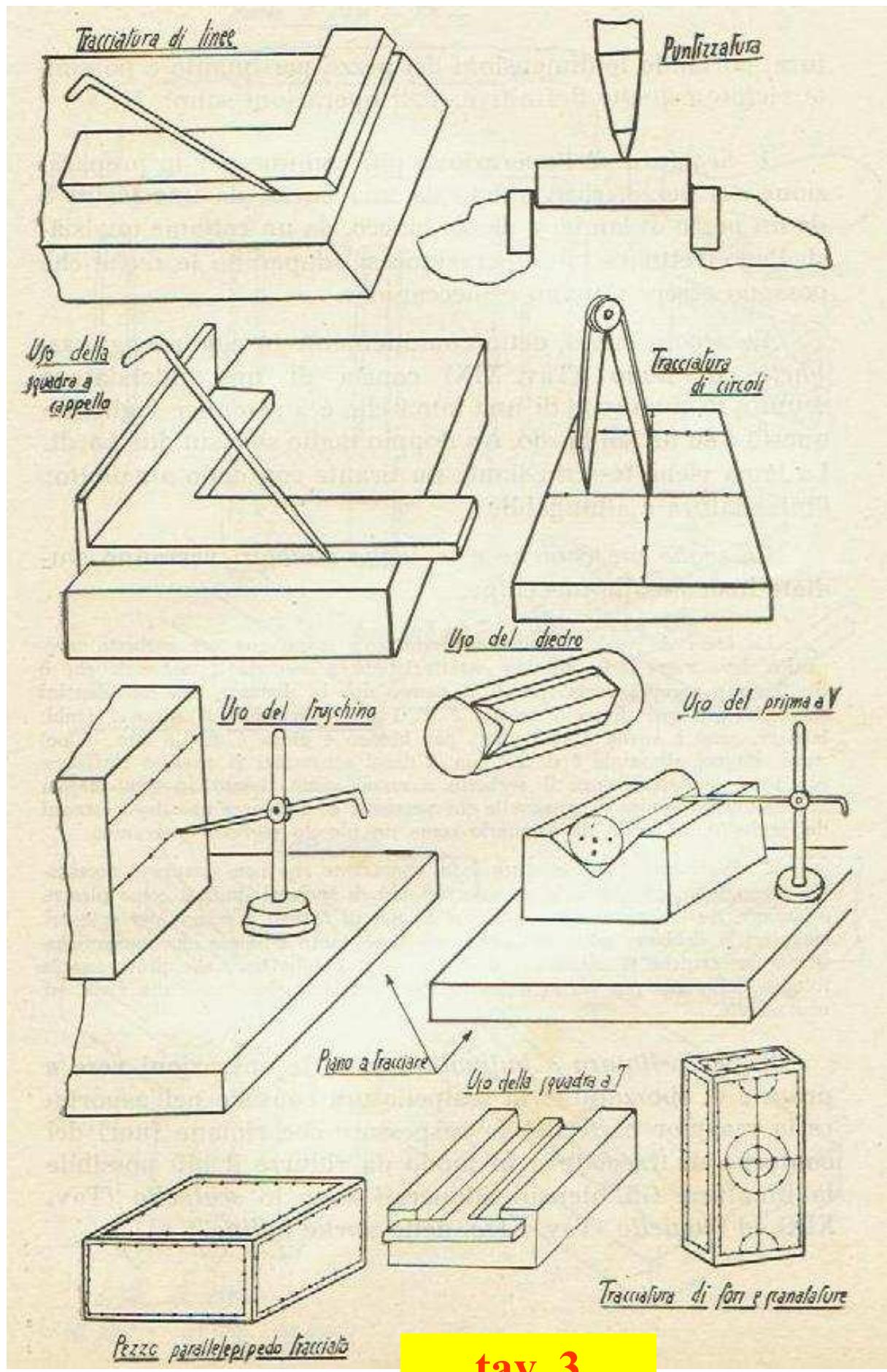
Per la tracciatura dei circoli si adopera comunemente il **compasso a punte**. Esistono anche due tipi di compassi che si prestano alle misure

per interni, e sono: Compasso ballerino e **compasso per interni**, propriamente detto, di uso comunissimo nelle officine. Quando si debbono trasportare delle misure si adopera il **compasso a molla**.

Per la determinazione dei centri di un circolo, per es. per la base di un cilindro o di un cono, si fa uso del **compasso a centrare** il quale è munito di una punta diretta secondo la bisettrice dell'angolo formato dalle braccia del compasso; oppure più semplicemente allo stesso scopo si può adoperare la **squadra a centrare** che determina il centro col tracciare due diametri in modo che il centro risulta nel loro punto d'incastro. Per la tracciatura di pezzi di dimensioni rilevanti i compassi ordinari non servono, allora si fa uso di **compassi a verga**, che sono generalmente costituiti da un'asta con due corsoi portapunte che possono scorrere lungo una asta, o fissarsi ad essa mediante viti micrometriche. Quando si tratti di tracciare pezzi cilindrici si fa uso, non potendo essere poggiati sul piano di tracciatura, ed egualmente quando i pezzi hanno superfici inclinate, **dei primi ad X oppure a V** detti anche paralleli; questi accessori del piano di tracciatura si fanno in ghisa e lavorati; talvolta si fanno in legno duro, quando servano per pezzi in metallo tenero. Per tracciare linee rette lungo le generatrici si fa uso di speciali righe a V detti diedri. Nella tavola che segue si vede l'uso dei vari attrezzi e dei metodi in uso per la tracciatura.

**ved. tav. 2-3**





## OPERAZIONI PRELIMINARI DELL'AGGIUSTAGGIO

Le operazioni elementari a cui è sottoposto un pezzo che deve essere lavorato con la lima possono essere diverse, sia esso proveniente dalla fucina o dalla fonderia, sia invece un pezzo di rottame o di profilato. Tali operazioni preliminari si debbono compiere per ridurre al minimo le operazioni di aggiustaggio, cioè la limatura, la raschiettatura e la finitura, portando le dimensioni del pezzo per quanto è possibile vicino a quelle definitive. Tali operazioni sono:

**1° Segatura:** è l'operazione più comune per la preparazione del pezzo, ricavandolo da una barra, da una lastra o da un pezzo di lamiera, da un blocco, da un rottame qualsiasi. Per effettuare tale operazione si adoperano le seghe che possono essere a mano o meccaniche.

La sega a mano, detto comunemente in aggiustaggio **seghetto a mano**, consta di una intelaiatura munita di manico e di una lama che è a semplice taglio, se questo è su un sol bordo, e a doppio taglio se è sui due bordi. La lama viene tesa mediante un tirante con dado e galletto; l'intelaiatura è allungabile.

La lama da seghetto deve avere delle speciali caratteristiche a seconda del materiale che deve segare; varia quindi il passo, cioè la distanza fra due dentini successivi che per fero o acciaio è di 1 mm.; per piccoli spes-

sori (tubi, lamiere, ecc.) è anche di 0,8 mm.; per bronzo e ghisa è di 1,6 mm., e per rame, stagno e alluminio è di 2,2 mm.. I denti consumati si possono riaffilare con lime speciali.

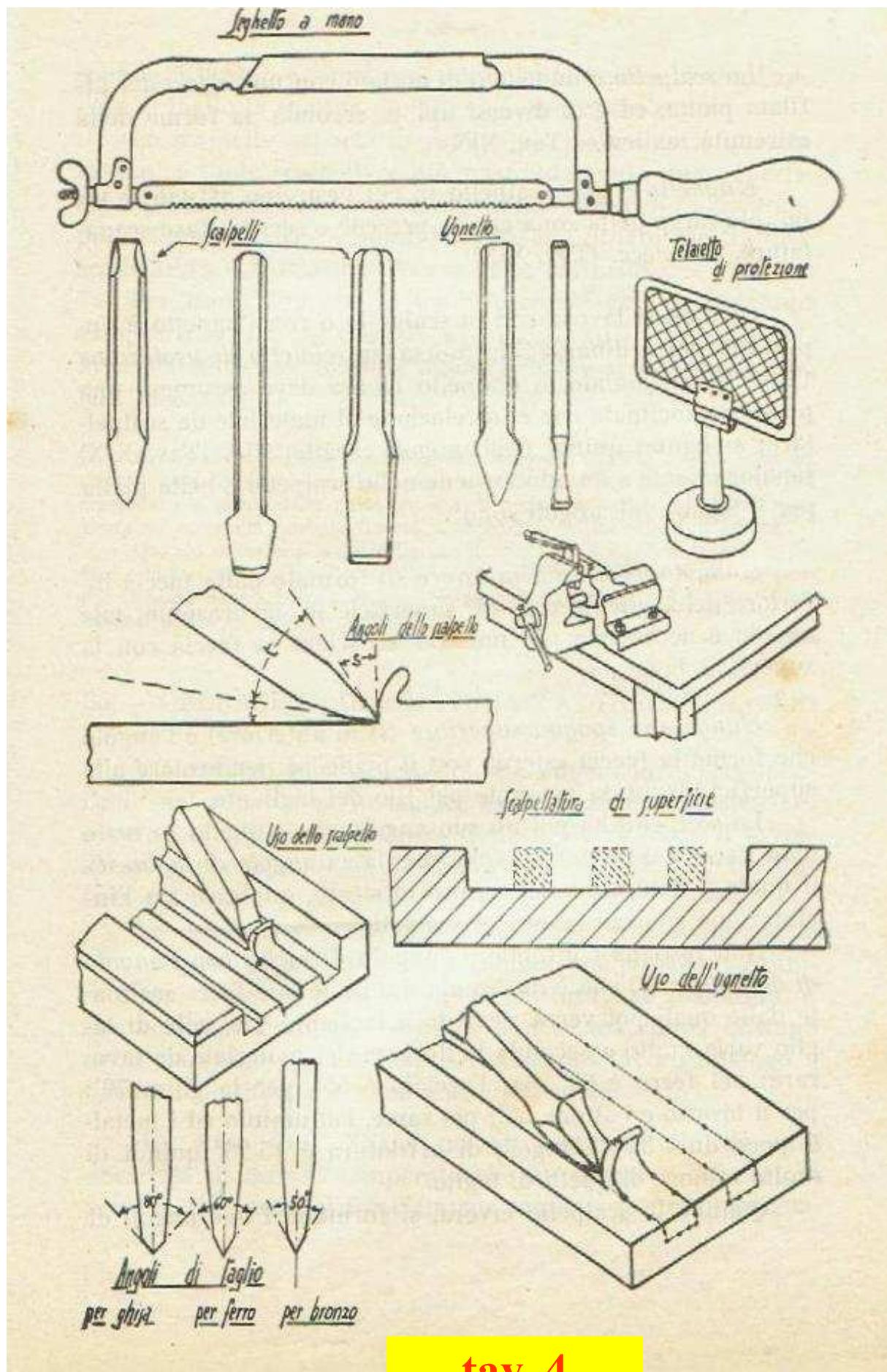
**2° Tagliatura:** la tagliatura è un'operazione che non sempre è necessaria o possibile fare, ma la si fa solo nei casi di spessori limitati come piastre o lamiere. Se le lamiere sono sottili si fa uso di forbici a mano; per spessori maggiori si debbono usare le cesoie, che sono tanto a mano che meccaniche. Quelle meccaniche si chiamano anche cesoie a ghigliottina, che provocano la rottura del pezzo per taglio o cesoiamento mediante mediante due lame una fissa e una mobile.

**3° Scalpellatura e bulinatura** sono le operazioni vere e proprie di sbozzatura: la scalpellatura consiste nell'asportare la maggior parte del sovrappiù che rimane fuori del contorno di tracciatura in modo da ridurre il più possibile la limatura. Gli utensili adoperati sono lo **scalpello** e l'**ugnetto**, detto anche bulino.

**Lo scalpello** è uno stelo di acciaio con una estremità affilata piatta, ed è di diversi tipi a seconda della forma della estremità tagliente.

**L'ugnetto** è uno scalpello in cui l'estremo affilato è un po' più largo della zona che lo precede e serve a fare scanalature, cave, ecc.

ved. tav. 4



## OPERAZIONI DI LIMATURA

Il lavoro di limatura costituisce l'operazione preponderante nel reparto aggiustaggio; esso consiste nell'asportare sotto forma di piccoli trucioli (limatura e polvere) il sovrappiù corrispondente al contorno esorbitante la tracciatura del pezzo. La limatura si effettua prevalentemente a mano con le lime. A parte le lavorazioni meccaniche che possono sostituire taluni lavori di lima, come la fresatura e la piallatura, esistono delle macchine speciali che esercitano un lavoro analogo a quello delle lime, e si chiamano limolatrici.

**La lima** è un attrezzo costituito da una sbarretta di acciaio temperato che ha forma e dimensioni varie e che viene ordinariamente tenuta con una impugnatura dalla mano; nell'**impugnatura** si pianta la parte aguzza della lima che si chiama **codo****lo**. Gli elementi caratteristici di una lima sono: **il taglio, la forma e la lunghezza**.

**Il taglio della lima** è costituito dalle incisioni che sono disposte nelle facce della sbarra a guisa di piccoli solchi paralleli; il taglio comunemente è incrociato nella lima comune, e cioè un solco per lo più ha un'angolazione di  $50^\circ$  rispetto all'asse della sbarra e l'altro di  $70^\circ$ , dimodochè risultano dall'incrocio delle scanalature tanti denti a guisa di scalpelli minutissimi, che asportano i loro truccioletti (limatura) durante la lavorazione che viene fatta in un so-

lo senso. I dentini sono piramidali a base rombica, ed il loro angolo di taglio può ammettersi che sia di  $60^\circ$ , e cioè l'angolo di taglio adeguato per lavorare l'acciaio e il ferro. La lima viene temperata: il codolo invece è rinvenuto in modo che nell'impugnare la lima essa non possa spezzarsi.

Vi sono lime a taglio semplice, dette anche a taglio diretto, le quali hanno sulla loro superficie tanti solchi paralleli inclinati di  $60^\circ$  o  $80^\circ$ ; si adoperano generalmente per lavorare metalli teneri (zinco, alluminio, piombo).

Le lime possono avere diversi tagli: **taglio grosso, bastardo, mezzo dolce, dolce, fino e finissimo**. La finezza del taglio però è relativa alla lunghezza della lima; così in una lima lunga 40 cm. si ha taglio bastardo con 7,5 tagli per 1 cm., cioè su ogni cm. di lunghezza si hanno 7 tagli e mezzo; se la lima è lunga 20 cm. il taglio bastardo è di 9,5 tagli. Solitamente in commercio le misure delle lime si danno in pollici.

Forma delle lime. Nei riguardi della forma le lime sono: piatte parallele, piatte a punta, mezzo tonde, triangolari, quadre, tonde a coltello, a mandorla, ad ago, di tipo svizzero.

### **SCELTA ED USO DELLE LIME**

Il taglio delle lime dolcissime può arrivare fino al punto che si hanno 5000 dentini in un  $\text{cm}^2$  di superficie. A seconda il grado di finezza che si vuole ottenere nelle superfici da lavorare si adoperano i diversi tagli; le lime a taglio grosso, si usano per sbozzare superfici grezze e scalpel-

late irregolarmente; quelle **bastarde** si usano per lavorare superfici fuse o fucinate; si fanno seguire poi le lime a taglio **mezzo dolce e dolce**. Per lavori precisi si usano poi le lime a taglio **fino e finissimo**.

Una dentatura particolare hanno le raspe, in cui dentini sono ricavati per incisioni separate, e non risultano dall'incontro di tagli; esse servono per lavori grossolani.

**Uso delle lime.** La lima viene maneggiata tenendola orizzontalmente; il manico viene impugnato dalla mano destra dell'operaio; la mano sinistra viene poggiata col palmo verso la punta; se triangolare viene serrata con le dita in punta. La lima lavora in un sol senso; essa avanza formando un angolo con quello del pezzo e senza eccessiva pressione da parte della mano sinistra. Quando tutta una superficie o faccia del pezzo è stata lavorata con la lima, si dice che è stata fatta una passata. La limatura si dice diritta se, dopo la prima passata, si inverte il pezzo di soli  $180^\circ$  e se si continua a limare nella stessa direzione, ma in senso opposto.

La limatura si dice **incrociata** se, nella passata successiva, si ruota la lima di  $90^\circ$  in modo da procedere perpendicolarmente alla direzione della prima passata.. Non sempre si può fare la limatura incrociata; questo accade per esempio nelle superfici cave, nei fori, nelle scanalature, nei sottosquadra. Perchè il lavoro della lima sia efficiente, **l'altezza della morsa** deve essere proporzionata alla statura dell'operaio: l'operaio poggiando il gomito sulla morsa e piegando il braccio deve poter ap-

poggiare il mento sul pugno chiuso. Un effetto dell'uso delle lime è la perdita del taglio; prima di tutto la lima va ripulita di tanto in tanto mediante l'apposita spazzola metallica. Adeguamento della forma della lima al lavoro da eseguire. Come si è visto le forme delle lime sono numerose: molti tipi di lime corrispondono poi ad usi regionali; ad es. in talune fabbriche si ha di una stessa lima il modello Roma, modello Napoli, modello America, modello Styria. Comunque la forma della lima che si adopera deve essere la più appropriata alla superficie da lavorare.

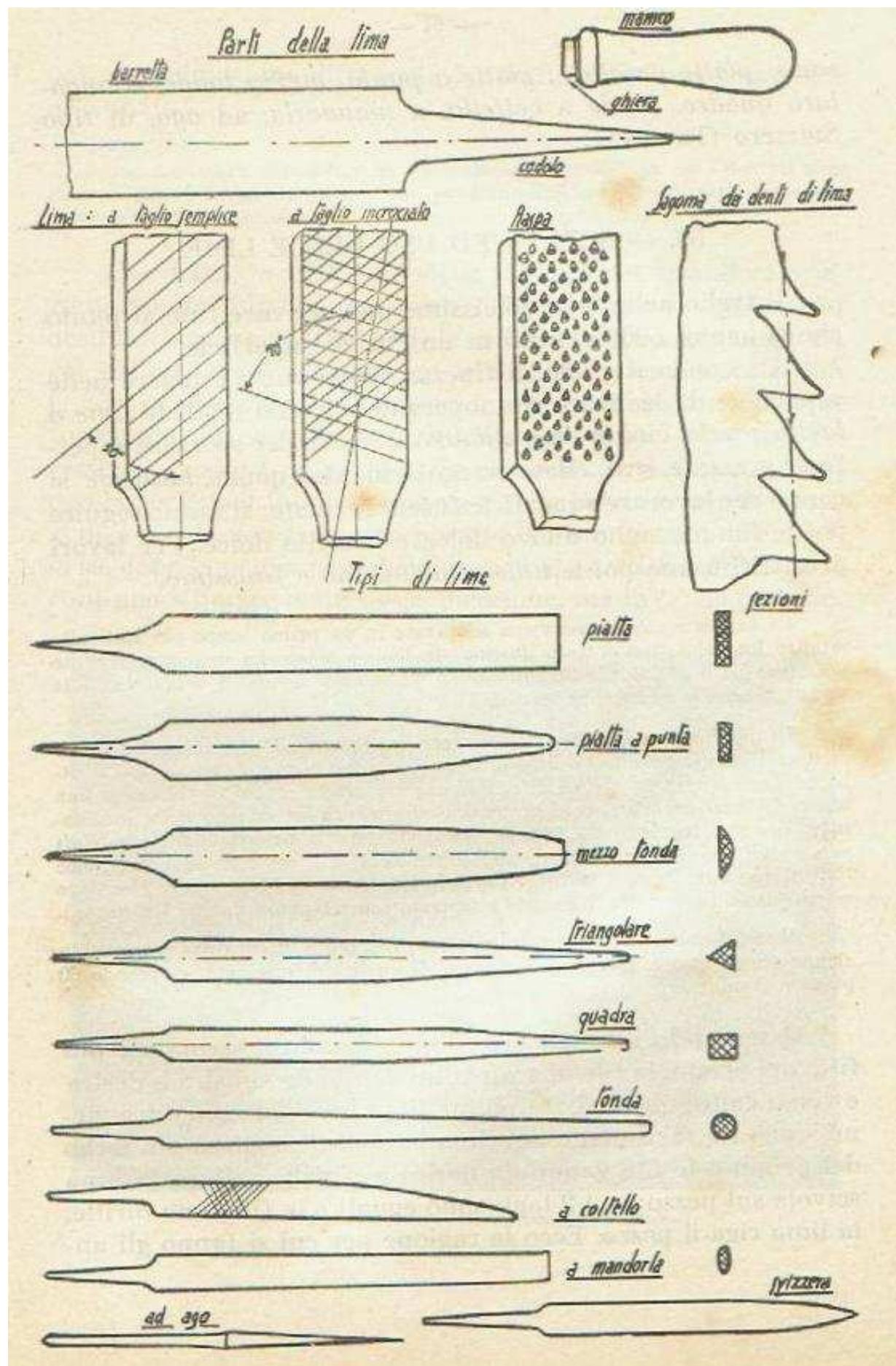
La **lima piatta** deve servire solo per lavori di spianatura, volgarmente detti di sfaccio, e talora per arrotondare.

La **lima mezzatonda** serve per lavori sagomati, per curve concave, per montaggio di telai a tubi (biciclette, moto ecc.).

Le **lime a barretta e a punta**, cioè le triangolari, le trapezoidalì (a schiena d'asino, a mandorla) e quelle **mezzotonde** che sono intagliate sulla faccia piana si prestano per gli incastri lavorando bene gli spigoli.

La **lima triangolare** a due tagli è una delle più usate; serve per lavori di calibri, per biselli, per incastri; talora può servire a sostituire la **lima piatta**; è la più indicata per i lavori di finitura.

La **lima quadra** serve per lavori di finitura di incassi, scanalature, sottosquadri, tagli di chiavette; non è però delle più adoperate.



## CONTROLLO DELLE SUPERFICI ED AT-TREZZI

Si può ammettere che la **lavorazione con la lima si svolge in 3 fasi** in cui sono adoperate le diverse categorie di lime:

**1° - Sgrossatura** che viene effettuata con le lime bastarde e se la superficie è molto irregolare con lime a taglio grosso.

**2° - Spianatura** che si effettua con la lima mezzo dolce e dolce.

**3° - Finitura** per la quale si usano le lime dolcissime, fini e finissime.

In qualunque fase, ogni 2 o 3 passate, si fa il controllo del grado di perfezione raggiunto dalla superficie durante la lavorazione con la lima relativamente al taglio di lima adoperato. Si noti che tale controllo è indipendente dal controllo delle misure poichè è solo controllo di superficie.

Per un primo controllo si usa la **riga da traguardo** che viene disposta con lo spigolo lungo la diagonale della superficie; se il lavoro è ben fatto non deve filtrare la luce. Si può avere così un'approssimazione di 5-/100 di mm., cioè di 1/20 di mm.

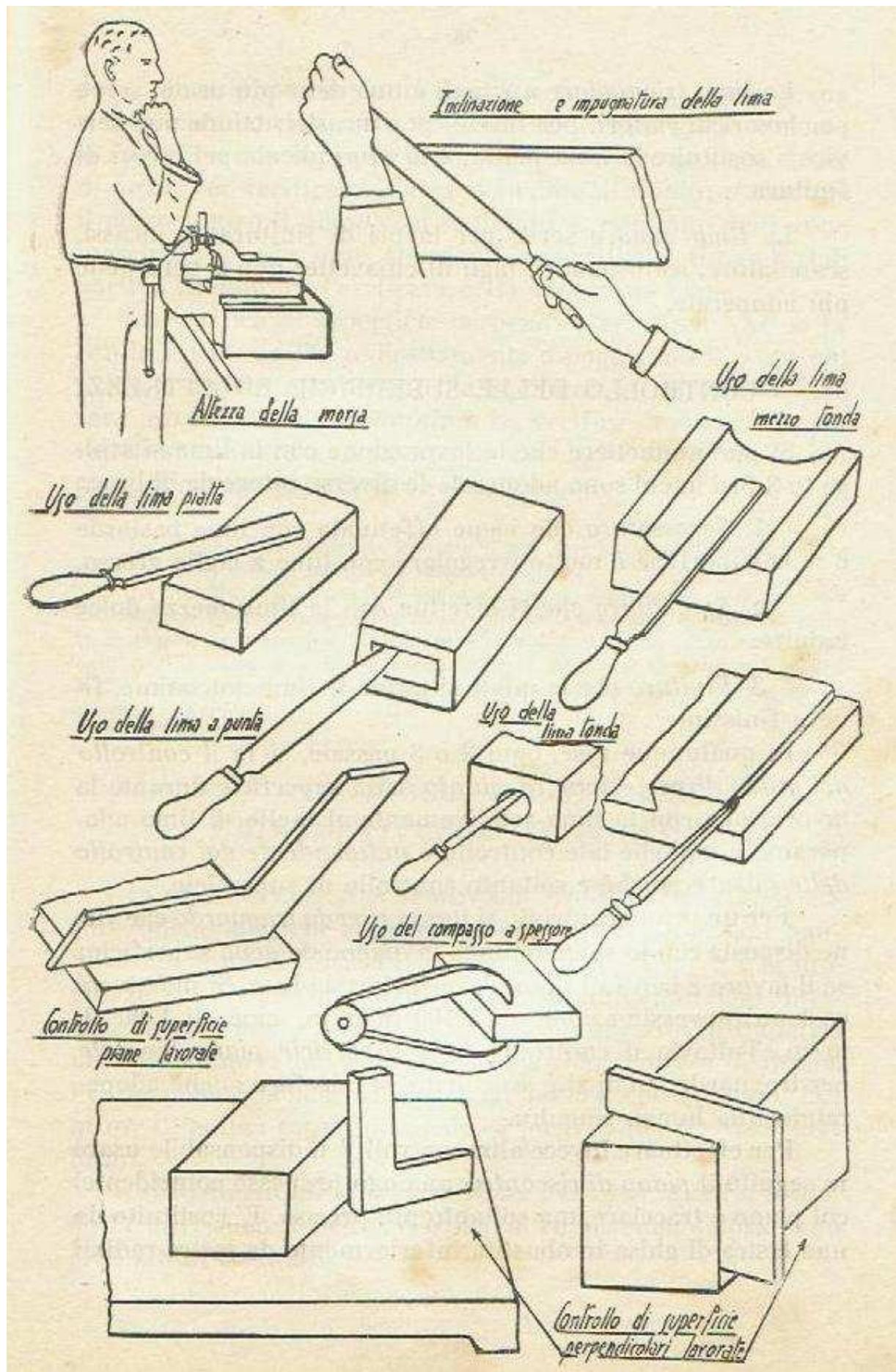
Per altri controlli è indispensabile in seguito il **piano di riscontro**, analogo (e spesso coincidente) col piano a

tracciare, ma soltanto più preciso. E' costituito da una lastra di ghisa irrobustita inferiormente da la lastre radiali per evitare l'incurvamento. La superficie deve essere piana e rettificata con un certo grado di approssimazione, e come si suol dire, con un certo **grado di tolleranza**: per es. di 1/100 di mm. Per verificare i pezzi si spalma di minio (o blu di prussia); premendo il pezzo contro il piano così spalmato se risultano delle zone macchiate queste sono sporgenti o in rilievo; limando tali parti si migliorerà l'esattezza della superficie piana.

La verifica di superfici perpendicolari si fa con la **squadra a 90°** o direttamente o poggiando il pezzo sul piano e disponendo accanto la squadra; in tal caso si può far uso anche della **colonnina**. La verifica di superfici parallele si può fare o col **compasso a spessore**, o col truschino o col ballerino, e col calibro. La verifica delle superfici lavorate si può fare anche mediante il sistema della cassetta luminosa munita di vetro smerigliato.

La verifica delle superfici concave oppure convesse si può fare con delle sagome (calibrini) opportunamente preparati a seconda dei pezzi. In genere le sagome si usano per controllare le dimensioni di un pezzo secondo un dato profilo; esse vengono costruite apposta per ogni determinato lavoro.

**ved. tav. 6**



## CONTROLLO DELLE MISURE E STRUMENTI RELATIVI

In officina spesso ci si trova di fronte a due specie di misure, quelle metriche e quelle in pollici. Quelle metriche hanno come unità di misura il metro, che come è noto, è la lunghezza del Metro campione internazionale dell'ufficio internazionale di pesi e di misure di Parigi, di cui esiste in Italia un modello analogo nel Laboratorio metrico centrale di Roma. Per le misure inglesi si parte dal pollice che è 25,4 mm.; 12 pollici fanno un piede (304,8); 3 piedi fanno un Yard (914,4 mm.).

Gli strumenti di misura possono essere graduali a seconda la provenienza dell'uno o dell'altro sistema; talora sono graduali in entrambi.

Per le misure delle lunghezze si fa uso delle **righe metalliche**, chiamate anche righe metriche, che sono spesso graduate da un lato in mm. e dall'altro in pollici; sono di lamiera di acciaio sottile, spesso flessibili per adattarsi a superfici curve oppure righe pieghevoli.

Dato che tali aste metriche sono graduate in mm. e talora almeno per qualche tratto (per lo più il 1° cm.), in mezzi mm., sorge la necessità di poter valutare le frazioni di mm. data l'esattezza richiesta nelle operazioni di aggiustaggio e cioè il decimo, il ventesimo, il cinquantesimo di mm.; quindi occorrono altri strumenti; il

più comune adoperato nelle officine è il **calibro a nonio**. Esso è detto anche a corsoio, ed è costituito da un regolo o asta millimetrata che termina ad un estremo con un becco a 90° rispetto all'asse; l'altro becco o branca è collegata ad un corsoio con feritoia o finestra e che serve a misurare le frazioni di mm: il corsoio porta una graduazione in cui 9mm. sono divisi in 10 parti, e cioè ogni divisione è 9/10 di mm.

Ponendo il pezzo in lavorazione, o un oggetto qualsiasi, tra i due becchi si leggeranno sull'asta millimetrata, il numero intero di millimetro che capitano in corrispondenza allo zero del corsoio; le frazioni di mm. sono date dalle divisioni del corsoio o nonio che viene a coincidere con una divisione dell'asta. Ad esempio se lo zero della graduazione segue subito la 21<sup>a</sup> divisione dell'asta, cioè la divisione corrispondente a 21 mm., e la 7<sup>a</sup> divisione del nonio coincide con una divisione dell'asta (è una sola divisione che coincide) il pezzo avrà la dimensione di 21,7. I **calibri a corsoio** oltre i 2 becchi inferiori che servono a misurare esternamente i pezzi hanno anche 2 becchi all'insù che servono alle misure interne; per es. dei fori, delle feritoie, delle scanalature. Talvolta è collegata al cursore una linguetta scorrevole lungo l'asta, e che sporge dall'esterno dell'asta dal lato opposto dei becchi; essa serve ad effettuare misure di profondità. L'arresto del nonio si può effettuare o con l'arresto automatico a grilletto, o con vite micrometrica. Talora sono muniti di comparatore a quadrante.

### Calibro per misure di profondità.

Esiste un tipo particolare di calibro per dette misure; l'asta graduata esce da un astuccio che, avendo una base espansa, costituisce un appoggio sul bordo del foro; una molla spinge l'asta verso il fondo del foro e può fissarsi mediante un piccolo dado.

**Micrometro (o palmer):** è uno strumento per misure di precisione a nonio, che ha una caratteristica figura a C con una impugnatura, e serve per misurare diametri e piccoli spessori. In esso vi è una vite, che avanza nel ruotare l'impugnatura detta testa, entro un astuccio fisso o bussola che ha una graduazione longitudinale in mm., e che prende il nome di contro-bussola graduata o fusto, mentre sull'astuccio rotante vi è una seconda graduazione disposta secondo una circonferenza che si chiama lembo, e che dà le frazioni di mm.

Se la vite avesse il passo di 1 mm, quindi se le divisioni fossero 100 si avrebbe l'approssimazione di 1/100 di mm.; la lettura dei millimetri interi della misura del pezzo si fa sul fusto, alla stessa maniera come nel nonio si fa sull'asta in corrispondenza allo zero del cursore. La misura delle frazioni di mm. si fa sul lembo direttamente in corrispondenza della linea di fede del fusto. I micrometri possono avere anche le divisioni in pollici.

Nella parte esterna della testa vi è un nottolino detto frizione che scatta quando la pressione di serraggio del pezzo tra l'asta e la contro asta ha raggiunto un limite conveniente. La ghiera serve a bloccare il micrometro sulla misura in modo che non si

sposti.

**Micrometro con indicatore:** è un tipo più perfezionato di micrometro essendo munito di un piccolo quadrante incorporato nel telaietto, che espone un indice il quale, mediante una leva sensibile nascosta, permette di leggere anche le differenze di 2/1000 di mm.

**Micrometri ad asta:** sono detti anche per interni, e consentono di misurare il diametro di grossi fori, di cavità, l'interspazio di scanalature: spesso le aste che sporgono alle due estremità sono ricambiabili per misure sempre più grandi (ad es.: serie da 50 a 800 mm. con differenze di 25 mm. dall'una all'altra, che permettono così di misurare anche fori assai notevoli con molta precisione).

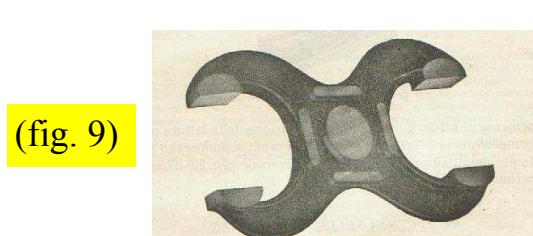
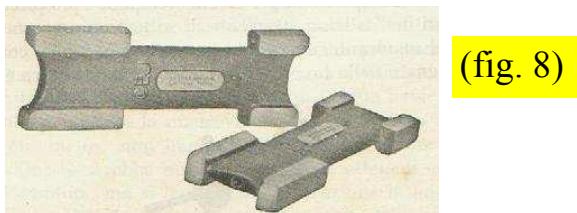
**Micrometri per misure di profondità:** hanno come i calibri di profondità una parte espansa che si appoggia sul bordo del foro, mentre un'asta scende in questo per effetto dell'avanzamento dato dalla rotazione della vite che porta il lembo. Spesso sull'espansione vi è una leva di blocco; anch'essi hanno le aste ricambiabili.

**Calibri fissi.** - Sono degli strumenti di misura fissi che servono a controllare misure predeterminate in fabbricazione, per es. i diametri, gli spessori, le filettature, i fori, ecc. Sono del tipo normale, detti piatti e a forcella e servono a misurare il diametro di un perno che deve passare in un foro, nonché il diametro interno di quel foro; quindi la forcella servirà per il perno e il piatto

semplice per il foro, così si può essere sicuri che il perno entrerà nel foro con tutta esattezza. Talora il piatto e la forcetta costituiscono, come si vede nella (tav. 7) in basso, un tutto unico, oppure sono in due pezzi diversi.

**Calibri a tampone e ad anello:** per misure interne ed esterne di diametri.

**Calibri a passa e non passa:** sono calibri che hanno una differenza di dimensioni piccolissima essendo sempre a coppia, uniti spesso in un sol pezzo: si chiamano anche calibri differenziali; la misura più piccola deve passare per il foro, quella più grande no; così si può essere sicuri che il foro costruito ha il diametro voluto salvo una differenza piccolissima detta tolleranza, e che dipende dal grado di precisione che si richiede nella lavorazione. Coi calibri quindi si possono costruire pezzi tutti uguali. I calibri differenziali possono essere tanto a tampone (tamponi lisci) che calibri piatti (fig. 8) o a forcetta (fig. 9). Talora i tamponi sono anche filettati.

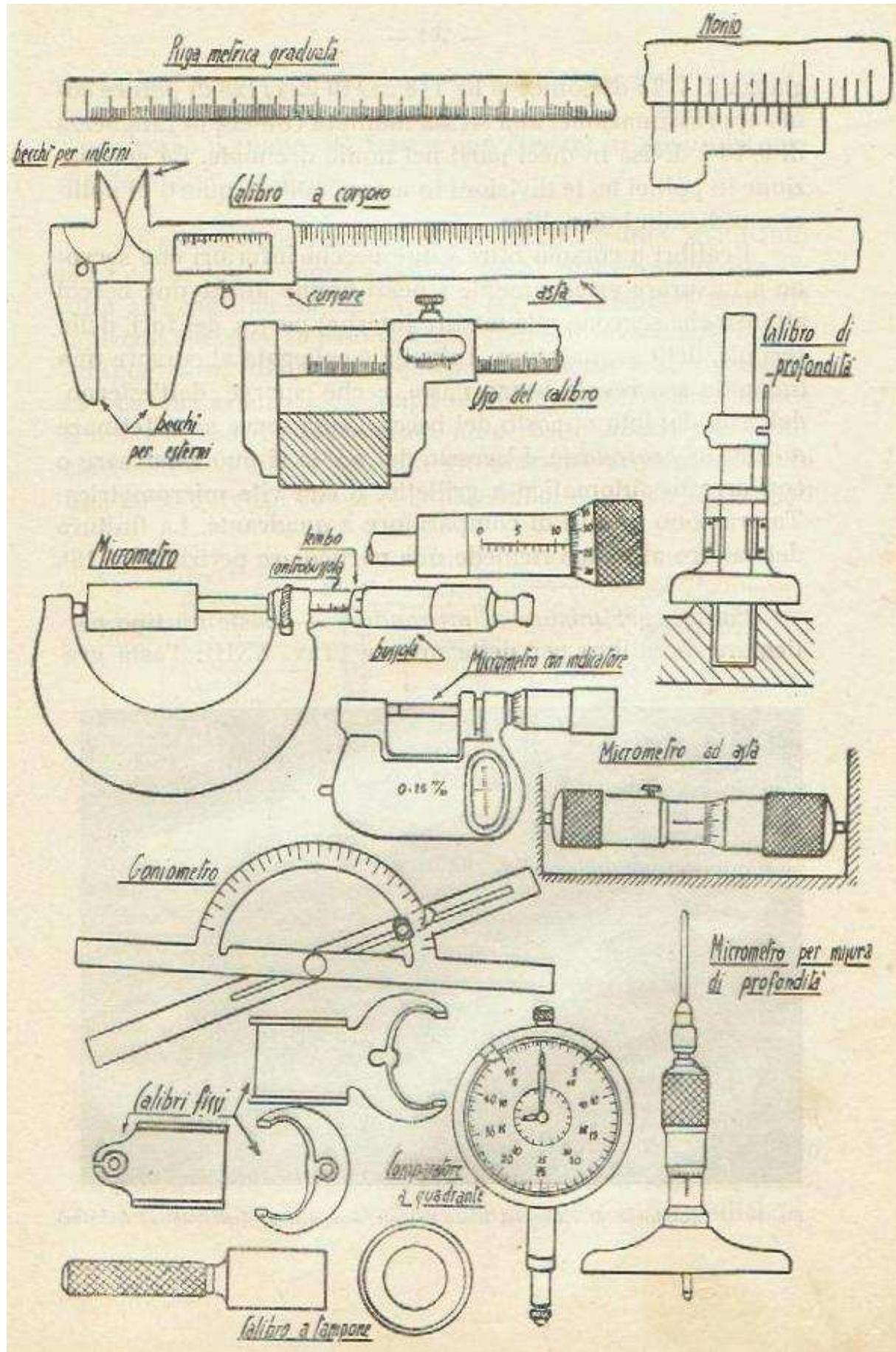


**Tali nozioni risulteranno più chiare una volta precisato il concetto di tolleranza di lavorazione.**

**Goniometri:** sono apparecchi che servono a misurare gli angoli come si vede nella (tav. 7) risultano di due pezzi.

**Comparatori:** (fig. 10) Sono strumenti di misura che hanno nell'interno un dispositivo, per effetto del quale i più piccoli spostamenti dell'asta sporgente di sotto fanno spostare l'indice del quadrante, che talora ha anche due indici come nel tipo segnato nella (tav. 7) in basso. La loro lettura è comunemente di 1/100 di mm. L'approssimazione della lettura può giungere anche a 1/1000 o a 2/1000 di mm.; si adoperano per lo più fissati ad un supporto detto universale. Si adoperano per il controllo di superfici e di diametri.





### CENNI SULLE TOLLERANZE

Se si vogliono costruire in serie, cioè in numero rilevante, pezzi meccanici eguali che debbono essere montati o accoppiati con altri ad essi relativi, per es. un albero e il relativo cuscinetto, una vite e la relativa madrevite, è necessario tener conto dell'intercambiabilità.

Questa consiste nella possibilità di poter accoppiare un pezzo della serie indifferentemente con un altro qualsiasi relativo della stessa serie, cioè un albero qualsiasi con un cuscinetto qualsiasi, purchè costruiti s'intende per le stesse dimensioni, e questo senza alcun adattamento. Basterà quindi, in base all'attuazione di un tale principio, acquistare una vite di una data misura per essere sicuri che essa si potrà avvitare, senza alcuna difficoltà, in una madrevite qualsiasi della stessa misura.

Questo avviene perchè tanto la vite che la madrevite, e così pure tanto l'albero che il cuscinetto, hanno delle misure rigorosamente uguali.

Queste sarebbe impossibile poterle ottenere con precisione assoluta; ma si lascia nella costruzione la possibilità di una piccolissima variazione nella misura dell'una e dell'altra, cioè della vite e della madrevite, o nella misura dell'albero e del foro, in modo da accoppiarli con un grado di precisione maggiore o minore, a seconda dell'esattezza richiesta e l'uso cui sono destinati. Quindi a base di tutto il sistema della produzione in serie di pezzi meccanici si trova l'intercambiabilità.

### DENOMINAZIONE PRINCIPALE DELLE TOLLERANZE

Le dimensioni fondamentali di un pezzo per le quali esso è progettato costituiscono la cosiddetta **dimensione nominale**: per es. sia l'albero da 50 mm., che deve accoppiarsi con foro anche di 50 mm., che il foro stesso hanno entrambi una dimensione nominale, appunto di 50 mm. Però non è detto che albero e foro debbono essere di 50 mm. entrambi per potersi accoppiare, anche perchè, come si è accennato, sarebbe impossibile costruirli e accoppiarli, e cioè, e cioè il foro per es. potrà avere un diametro anche leggermente superiore a 50 mm. e l'albero anche leggermente inferiore a 50 mm. Tutto sta a vedere che grado di precisione si vuole ottenere pur conservando le possibilità di intercambiabilità, per questo fatto il pezzo non ha la dimensione nominale, ma la dimensione effettiva.

Questa dimensione deve essere compresa tra due limiti appunto per poter conservare quella tale intercambiabilità: questo scarto di dimensioni effettive tra un massimo ed un minimo, più vicini se la costruzione è più precisa, più lontani se è consentita una minore precisione, costituisce il **campo di tolleranza**, o più semplicemente la **tolleranza**.

Se chiamiamo la **dimensione nominale** col nome di linea dello zero, perchè la linea di riferimento a cui riferiscono gli scarti si chiama così, rappresentando i vari diametri tante linee parallele, la differenza tra il limite superiore di tolleranza e la linea dello zero si chiama lo **scostamento superiore**, e la differenza tra il limite inferiore di tolleranza e la linea dello zero si chiama lo **scostamento inferiore**.

*Tolleranze ed accoppiamenti sistema ISO - Premessa*

*Lavorazione in tolleranza significa operare nei limiti entro i quali può variare una quota, senza pregiudicare le caratteristiche di funzionalità e di sostituibilità dell'organo meccanico cui la quota si riferisce. Nella progettazione di un complesso meccanico occorre infatti stabilire l'entità dello scostamento che potrà avere la quota effettiva rispetto a quella nominale, definendo cioè un campo di variazione accettabile o tollerato ai fini delle caratteristiche suddette. Nella definizione della precisione di progetto dovranno concorrere, oltre i fattori inerenti al pezzo come quelli di forma, di massa, di moto, di durata ecc., anche quelli inerenti alla scelta delle macchine utensili, della attrezzatura, dei calibri disponibili, ecc., per realizzare la maggiore economia di lavorazione.*

Sistema di tolleranza ISO UNI 6387-68

*Il sistema di tolleranza ISO definisce i limiti dimensionali dei pezzi destinati all'accoppiamento o isolati di qualsiasi forma. I termini foro ed albero hanno pertanto significato convenzionale. La fig. 1 illustra le definizioni di un accoppiamento (con gioco) che in seguito sarà semplificato come nello schema in fig. 2.*

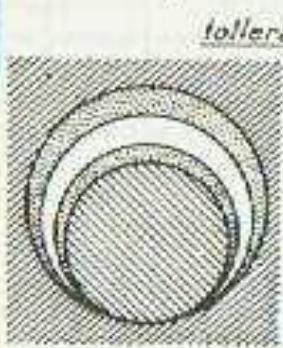


Fig. 1

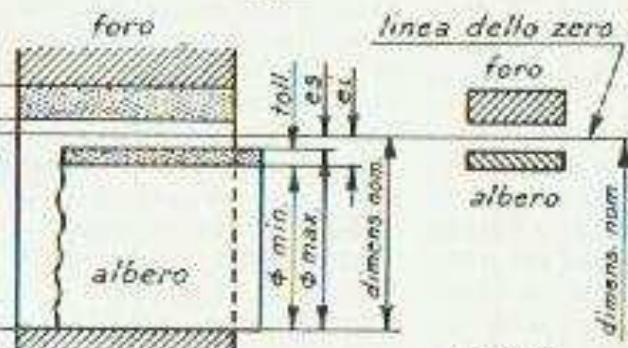


Fig. 2

*Definizioni: Es = scostamento superiore del foro. Ei = scostam. inferiore del foro. es = scost. sup. dell'albero. ei = scost. inf. dell'albero.*

*Secondo le posizioni rispettive delle zone di tolleranza del foro e dell'albero, l'accoppiamento può essere: a) accoppiam. con gioco, b) accoppiam. incerto, c) accoppi. con interferenza. Si usano comunemente i sistemi di accoppiamento: albero base (fig. 3) e foro base (fig. 4).*

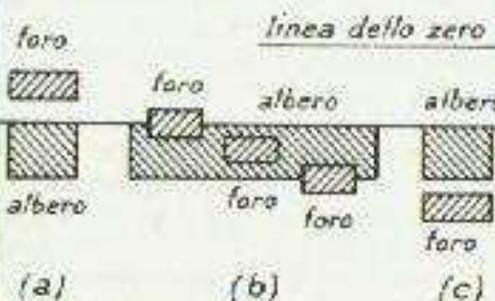


Fig. 3 - Accopp. albero base.

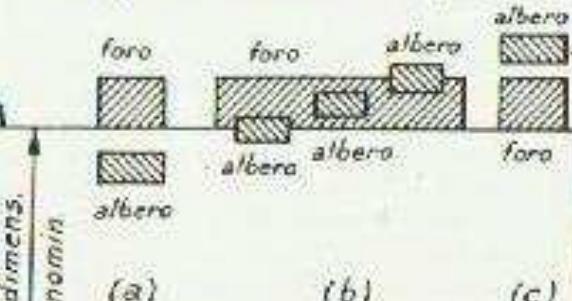


Fig. 4 - Accopp. foro base

RIF. UNI 6387-68.

segue: Tolleranze ed accoppiamenti sistema ISO. UNI 6387-68.

La qualità di tolleranza è designata da un simbolo numerico. Il valore della tolleranza, a parità di qualità, varia con la dimensione nominale. La posizione di tolleranza rispetto alla linea dello zero, funzione della dimensione nominale, è designata da lettere minuscole per gli alberi, maiuscole per i fori. La designazione è definita dal valore nominale, dalla posizione e dalla qualità. Esempio: 18 g 6 (zona di toller) oppure 18 H 7/g 6 (accoppiamento). È facoltativa l'indicazione dei valori fra parentesi. Esempio foro: 18 H 7 ( $\pm 10$ ); albero: 18 g 6 ( $\pm 17$ ).

Figura 5

Simboli per qualità e posizione di tolleranza ed accoppiamenti

