
DISEGNO DI MACCHINE

OBIETTIVI

Conoscenza e capacità di scelta/integrazione dei vari tipi di disegno nell'ambito industriale

Lettura, interpretazione e stesura di un disegno tecnico di progetto secondo la normativa UNI

Sviluppo razionale dell'iter progettuale di un dispositivo meccanico con l'uso dell'opportuna rappresentazione grafica tecnica

Propedeuticità: NESSUNA

MODALITA' D'ESAME

Uno scritto

Un orale

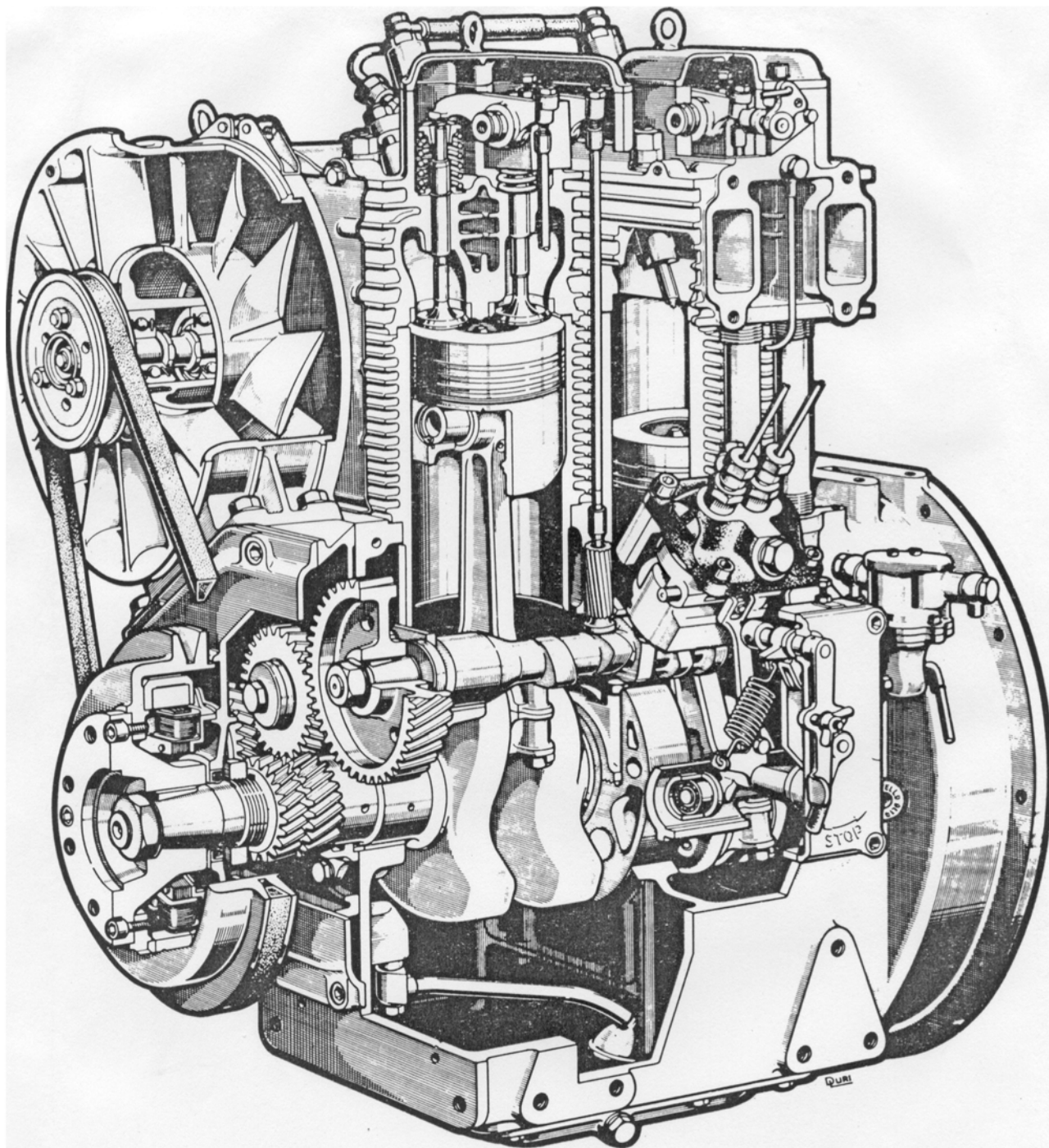
La consegna del tema scritto implica la partecipazione alla sessione d'esame

Il candidato che supera la prova scritta (votazione minima per l'ammissione all'orale: 18/30) può sostenere l'orale anche in una sessione d'esame successiva alla corrente

La prova scritta sostenuta con esito positivo permette l'ammissione alla prova orale per una durata di un anno

Per essere ammessi all'appello d'esame è necessario consegnare almeno cinque giorni prima dello scritto tutte le tavole delle esercitazioni svolte nel corso

MOTORE DIESEL LOMBARDINI LDA - 672



Motore Diesel a 2 cilindri verticali in linea, raffreddato ad aria, per azionamento di macchine operatrici in uso nell'agricoltura e nell'industria.

Le caratteristiche del motore sono:

<i>n. cilindri</i>		2
<i>alesaggio</i>	<i>mm</i>	95
<i>corsa</i>	<i>mm</i>	95
<i>cilindrata totale</i>	<i>cm³</i>	1346
<i>rapporto di compressione</i>		17,5 : 1

nella versione industriale:

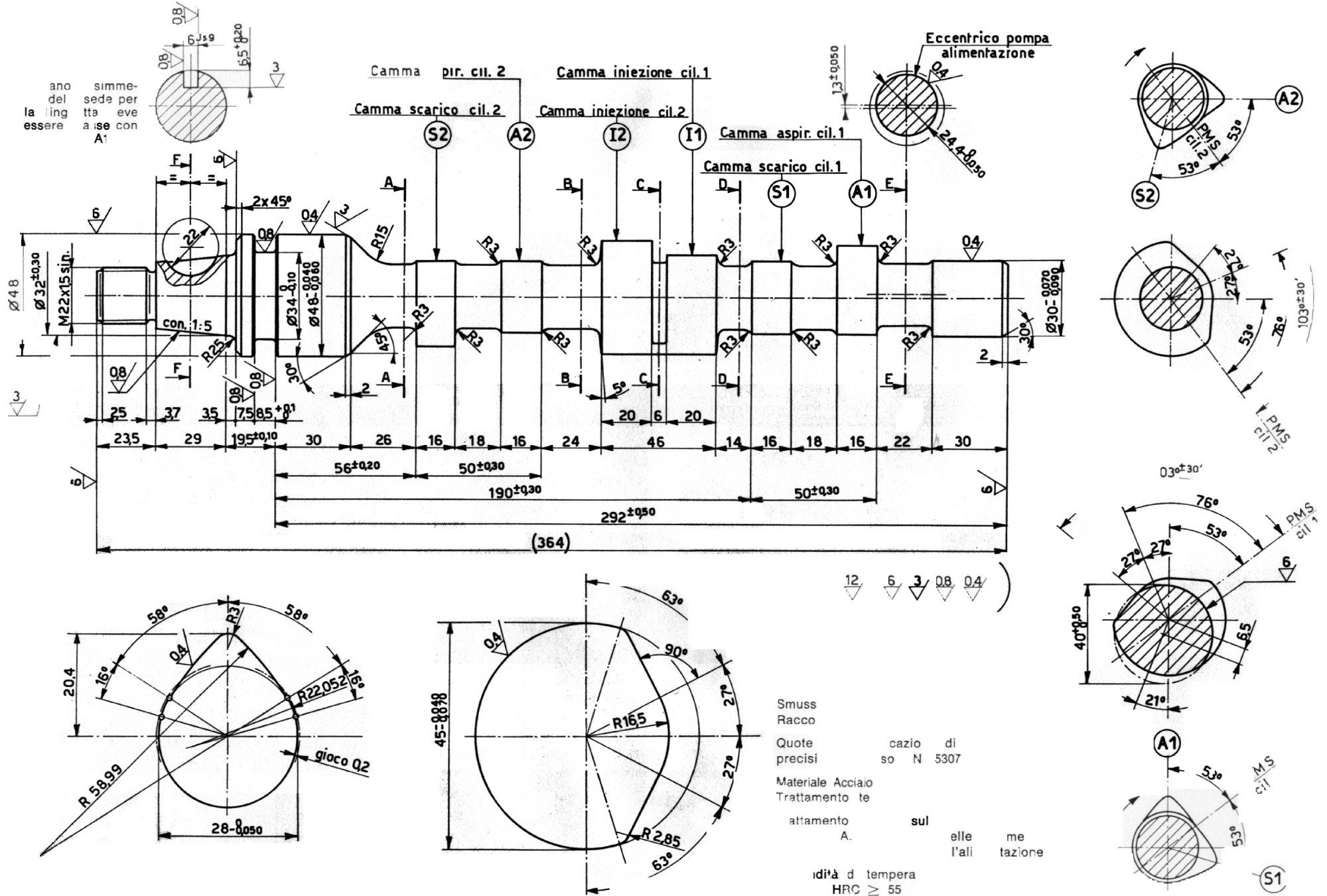
potenza continua (DIN 6270):

14,7 kW a 2 200 giri/min

coppia corrispondente: $M_1 = 62,7$ N.m

velocità media pistone: 7 m/s

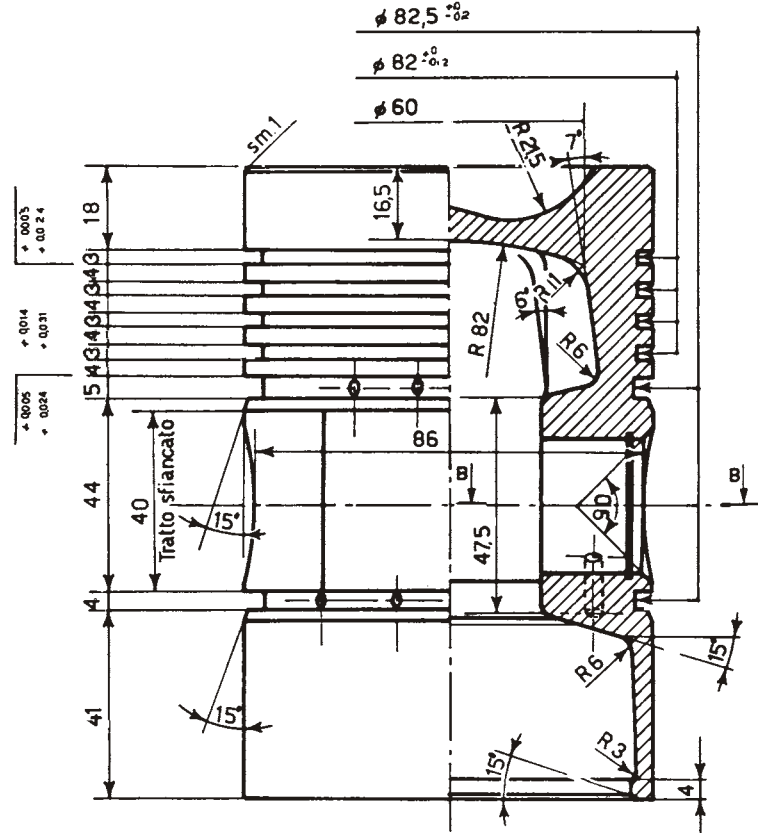
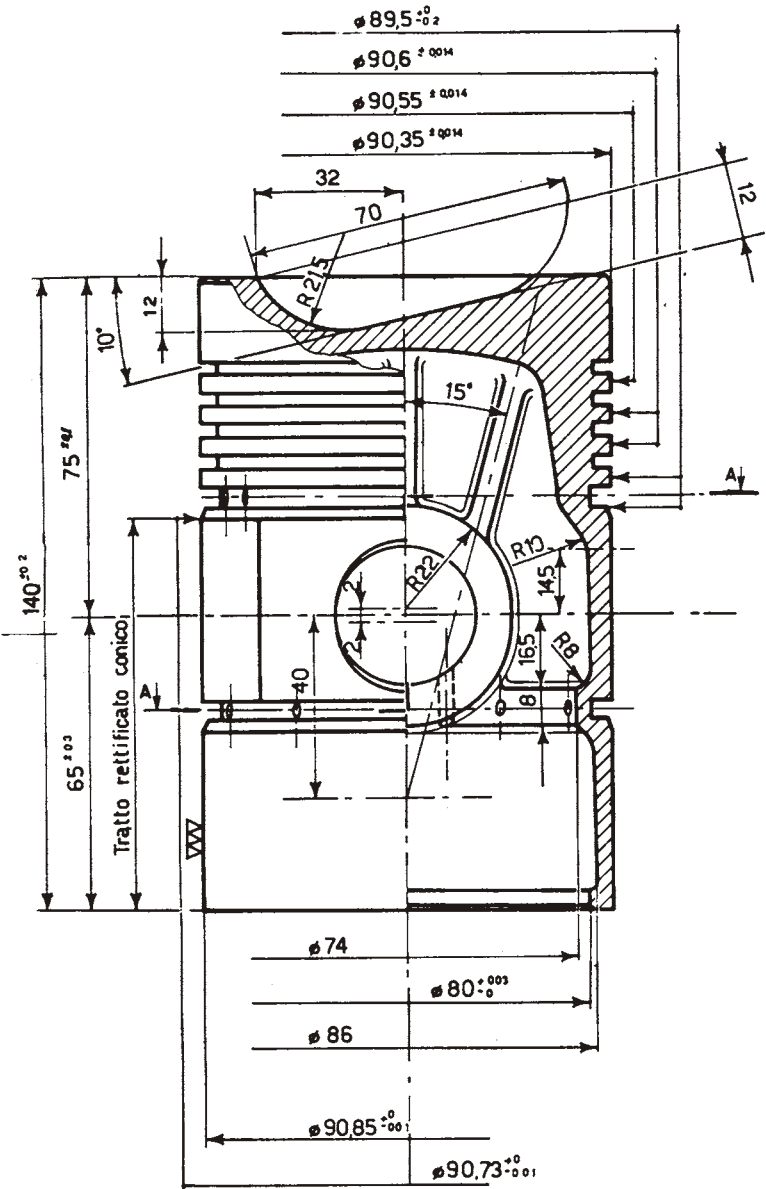
Albero a camme per motore Diesel
da un disegno LOMBARDINI per motore LDA - 672)



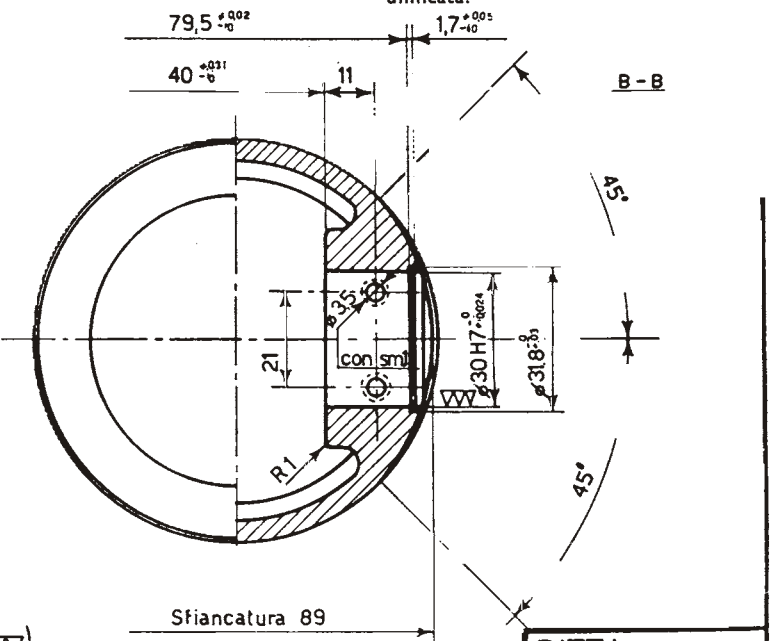
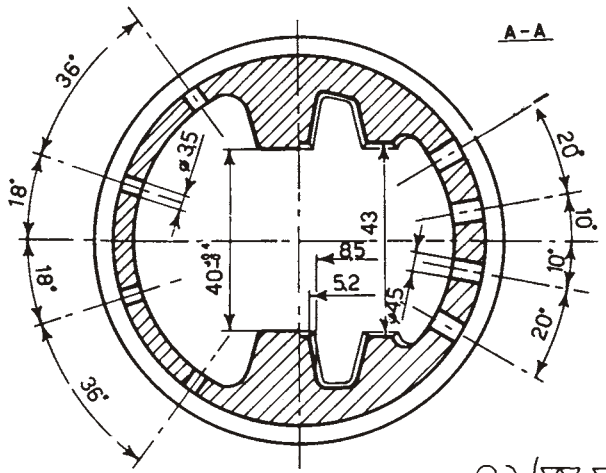
angolo del lingotto essere simmetrico per l'asse con A1

Smuss Racco
Quote precise
Materiale Acciaio
Trattamento termico
A. sul
elle me
l'ali tazione
urezza di tempera
HRC \geq 55

Pistone per motore Diesel veloce, con precamera
Alesaggio, 91 mm, corsa 120 mm, 15 CV/cil. a 2000 giri al 1'.



* Materiale Nural 142. È una lega per pistoni molto sollecitati termicamente (motori di aviazione, motori da corsa e Diesel veloci). Fa parte di una categoria di leghe di alluminio per pistoni non unificata.

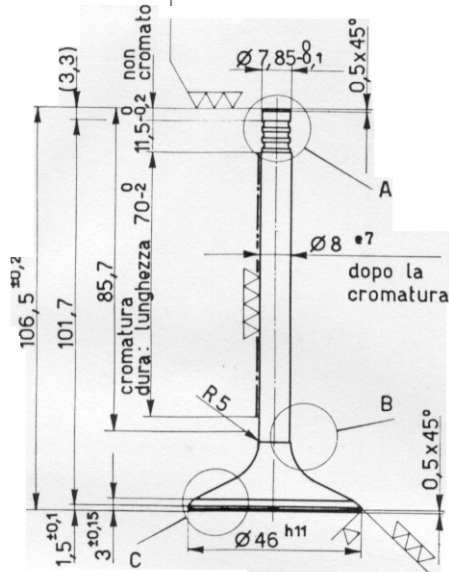


⊕ (▽▽▽)

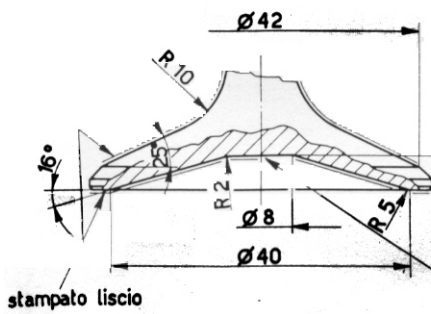
Materiale		NURAL 142 *		DITTA	
tratt.		PISTONE PER MOTORE DIESEL VELOCE		Partic. N	
Dis.	Data.	Scala	1:1	Dis. N.	

Valvola di aspirazione per motore endotermico

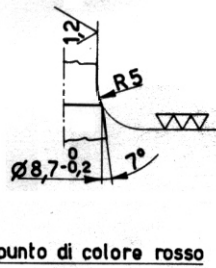
tempra a induzione HRC ≥ 54
 minima 1 mm - rettificato e lappato



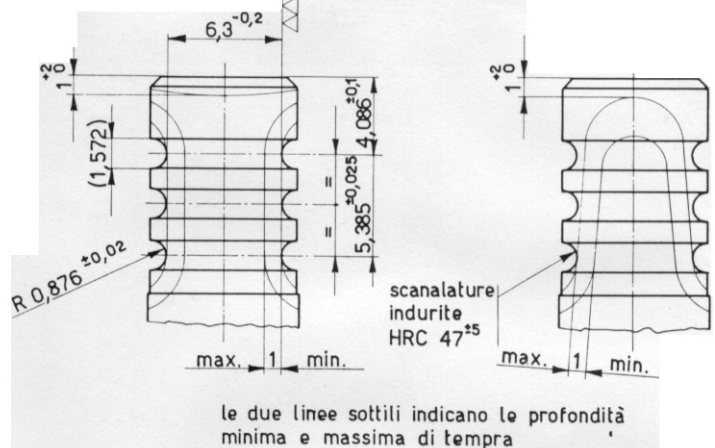
Particolare C
 scala 2:1



Particolare B
 scala 2:1



Particolare A
 scala 5:1

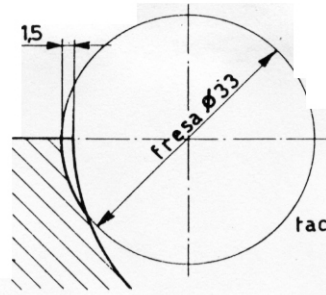


Perno cromato duro spessore 12+30 μm
 Spigoli delle scanalature sbavati
 gioco permesso tra sede valvola e stelo: 0,02 mm

Materiali: X 45 Cr Si 9 DIN 7006
 50 Cr V 4 DIN 7006

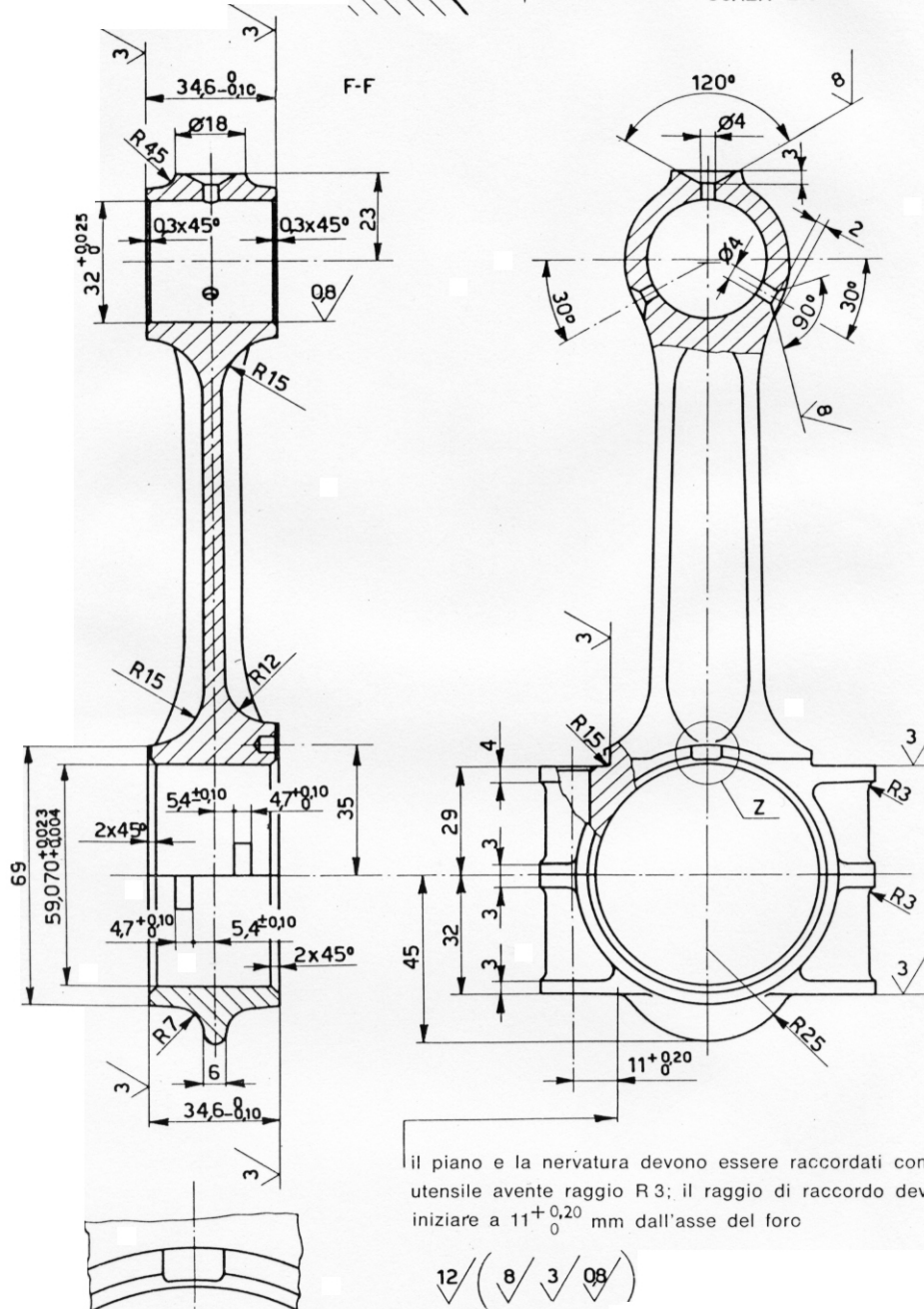
Valvola di aspirazione Ø 46 per motore endotermico

Biella per motore endotermico



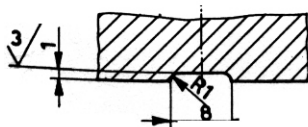
facca per arresto bronzina

SCALA 2:1



il piano e la nervatura devono essere raccordati con utensile avente raggio R3; il raggio di raccordo deve iniziare a $11^{+0,20}_0$ mm dall'asse del foro

12 / (8 / 3 / 08)



particolare Z

Quote senza indicazioni di tolleranza:
grado di precisione medio UNI 5307

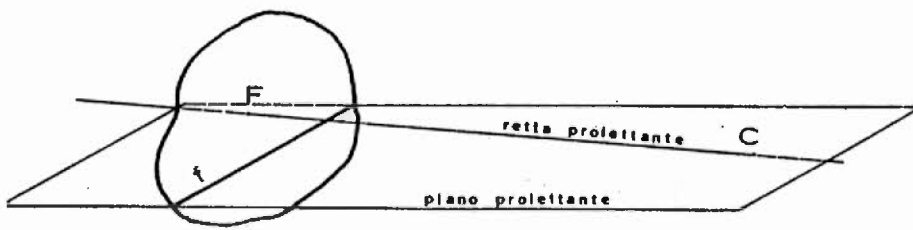
Materiale: acciaio 42CrMo 4 UNI 7845

GEOMETRIA DESCRITTIVA

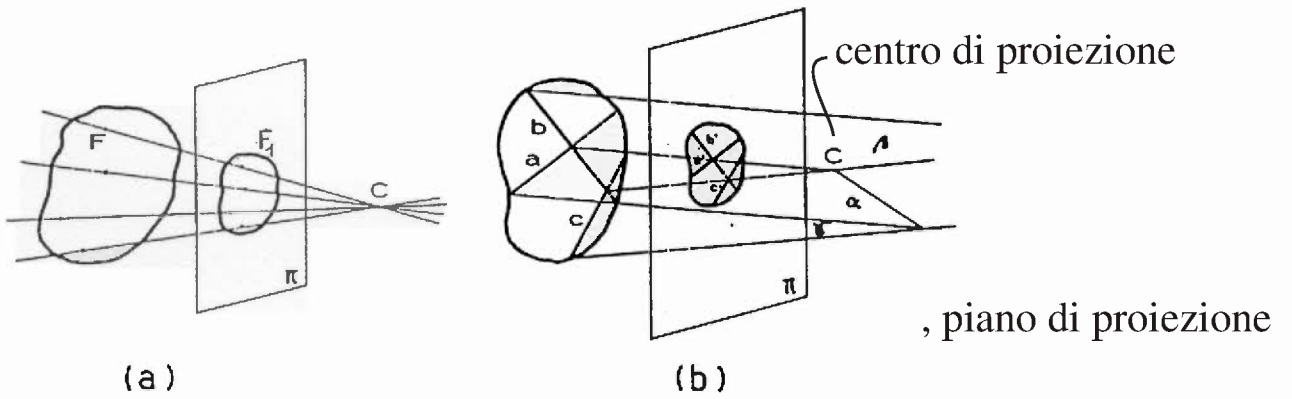
E' la scienza che permette, attraverso determinate costruzioni geometriche, di rappresentare in modo inequivocabile su uno o più piani, oggetti bidimensionali e tridimensionali.

NOZIONE
DI

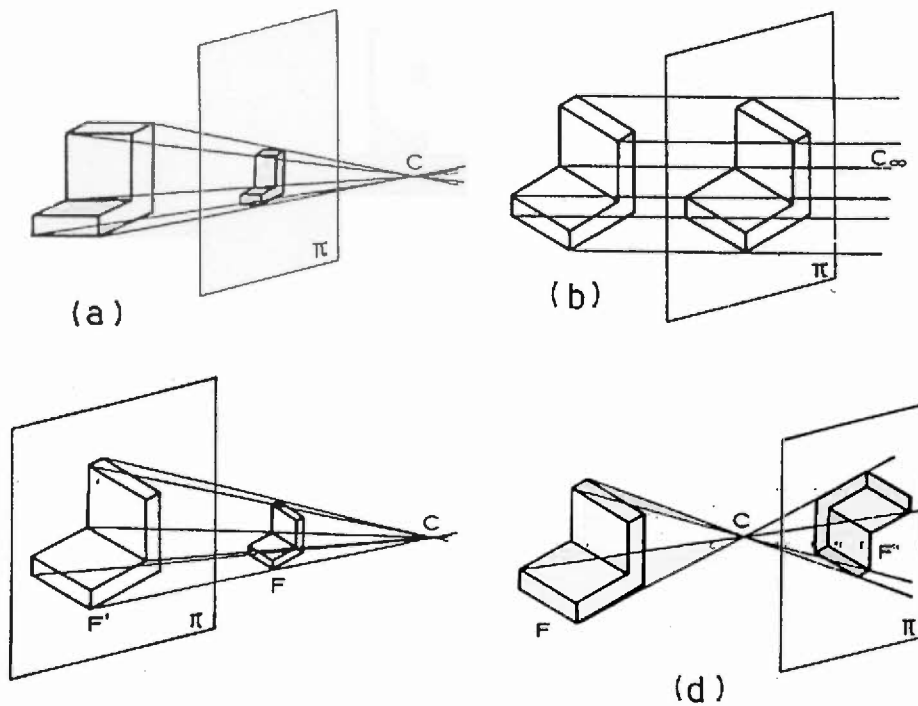
PROIEZIONE



Retta proiettante e piano proiettante.

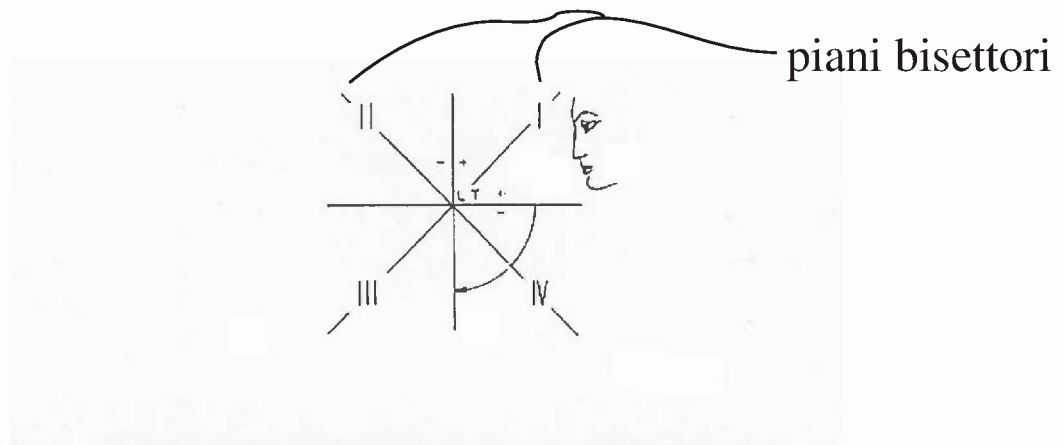
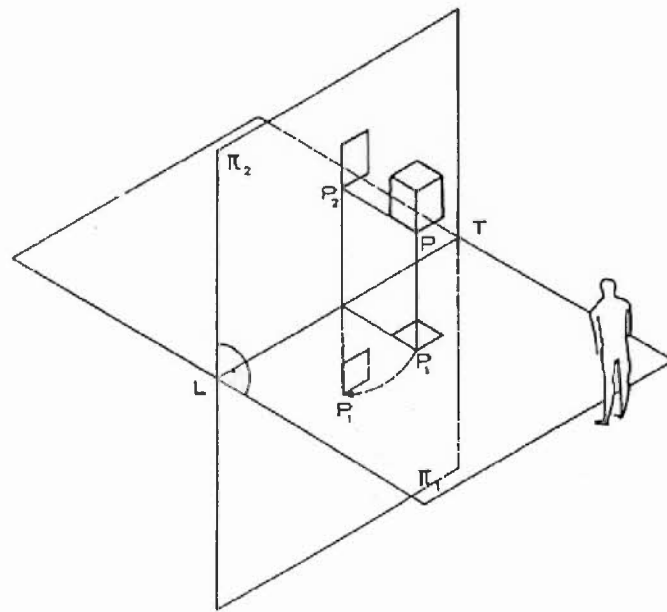
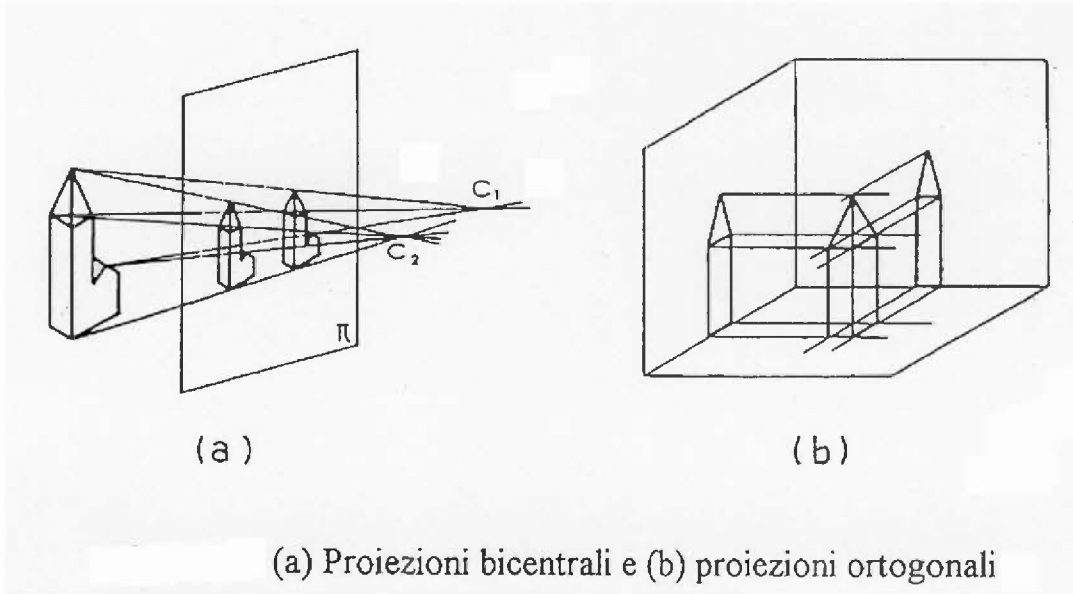


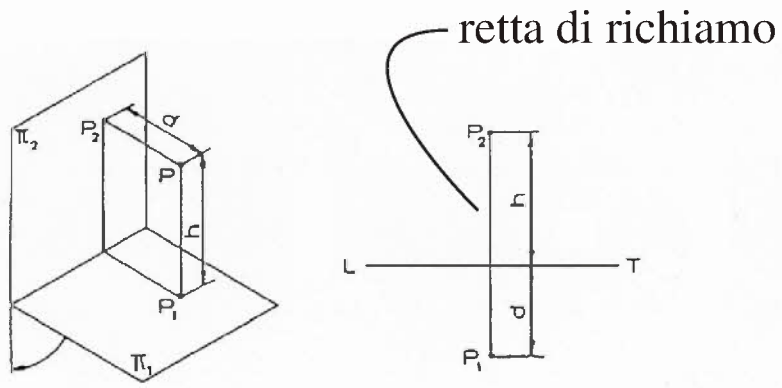
(a) Stella di rette e (b) stella di piani proiettanti.



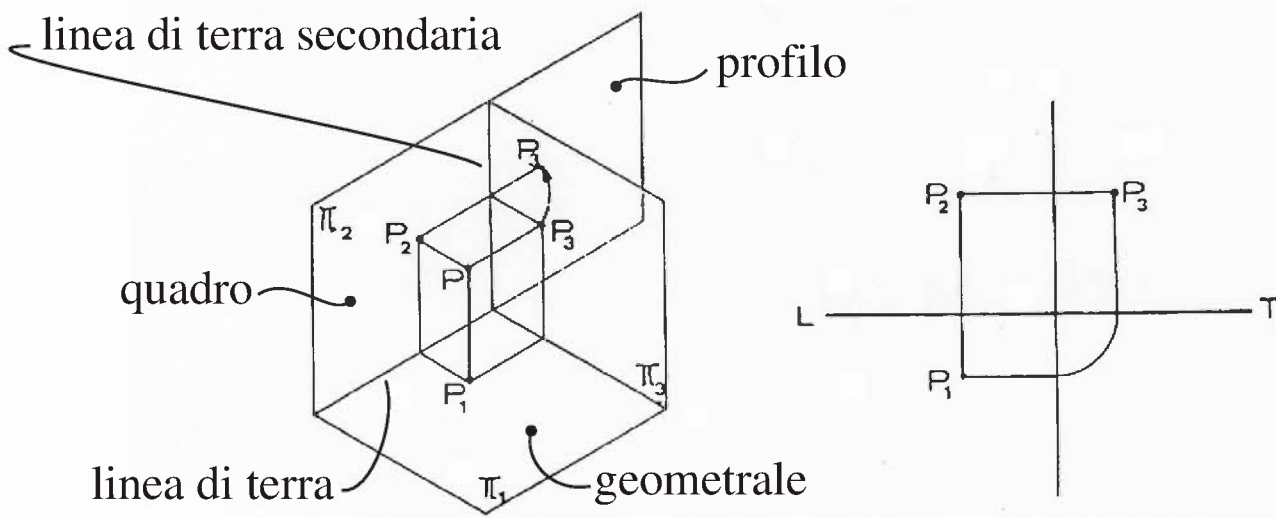
Vari tipi di proiezioni

- (a), (c), (d): centro di proiezione proprio proiezione centrale o prospettica
- (b): centro di proiezione improprio proiezione parallela o assonometrica

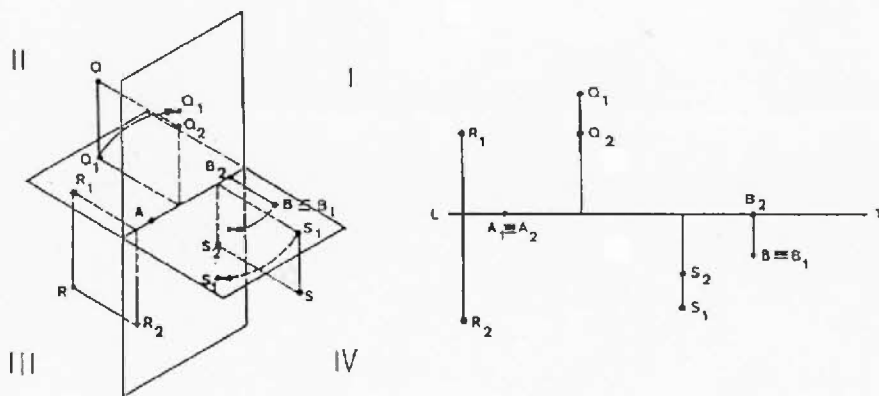




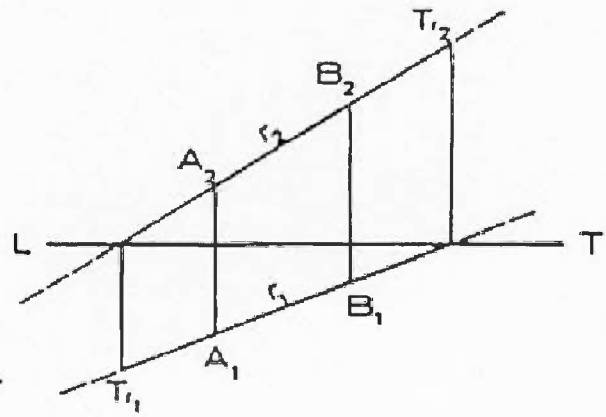
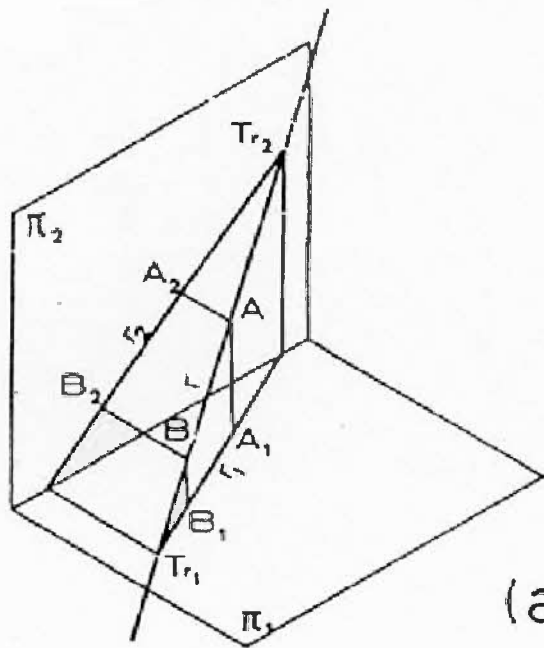
Rappresentazione di un punto nello spazio con due proiezioni



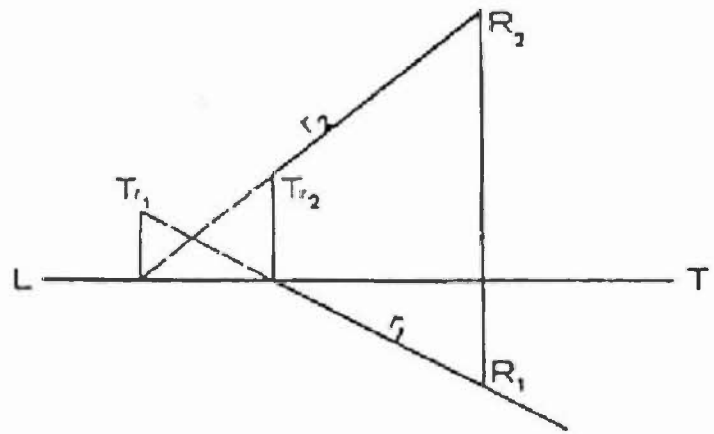
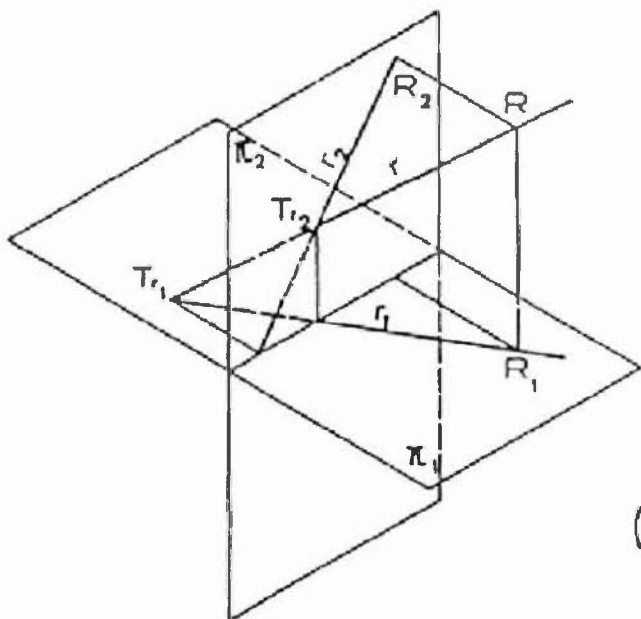
Rappresentazione di un punto nello spazio con tre proiezioni ortogonali



Proiezioni ortogonali di punti posti nello spazio

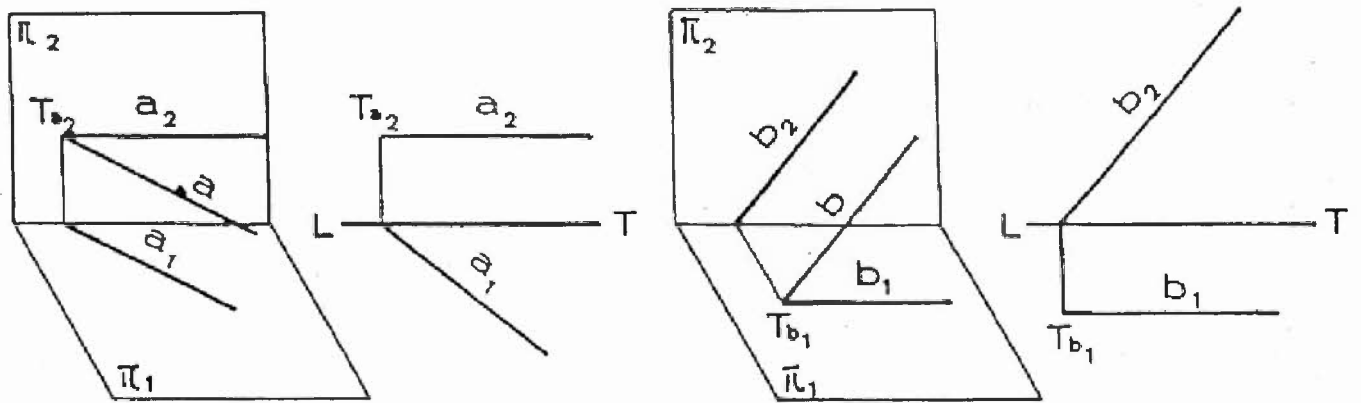


(a)

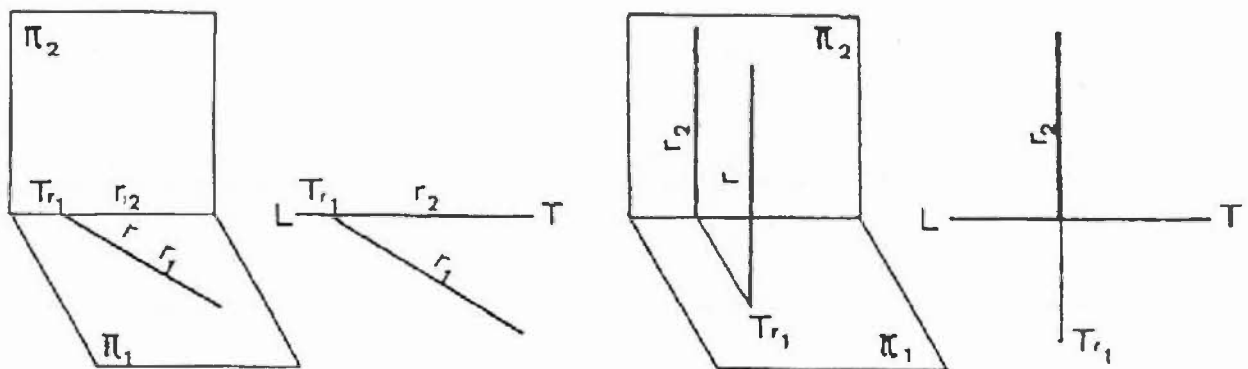


(b)

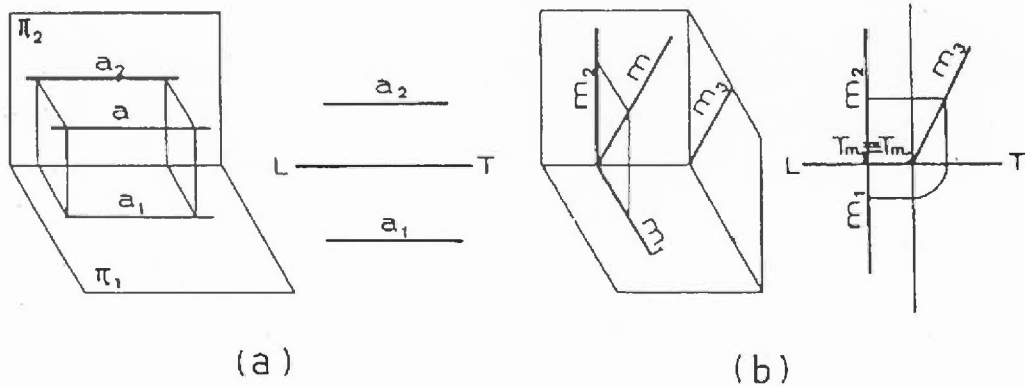
Rappresentazione di una retta con le proiezioni ortogonali



Rette orizzontali e di fronte



Rette appartenenti e rette perpendicolari ai piani di proiezione



Qui è necessaria la terza proiezione m_3 per individuare univocamente la retta m

Rette parallele o perpendicolari o passanti per la linea di terra.

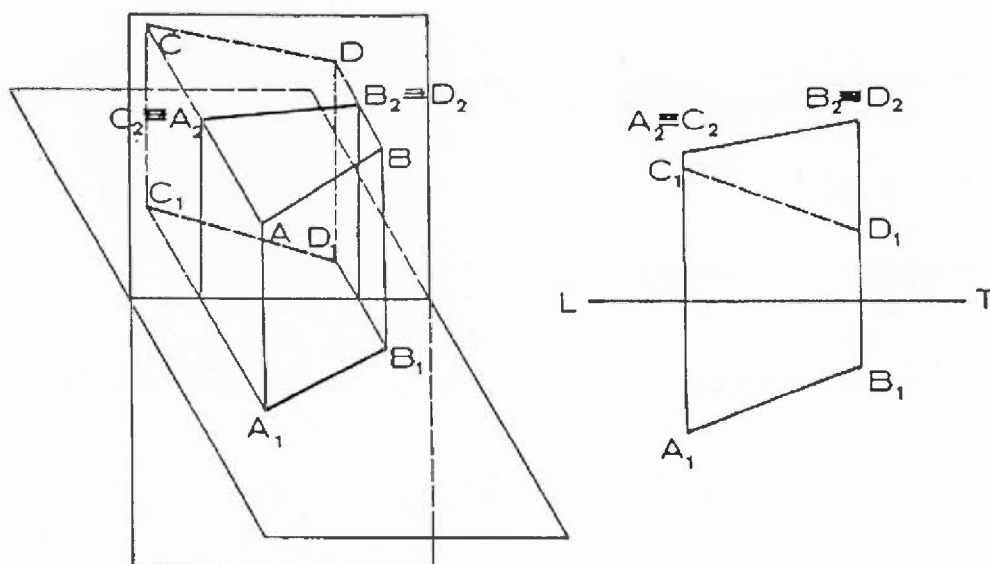
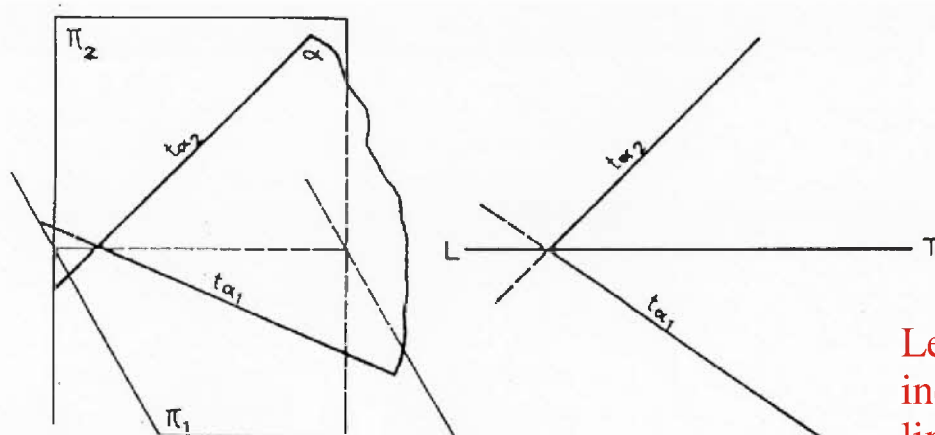


Immagine speculare di un segmento rispetto ad uno dei piani di proiezione

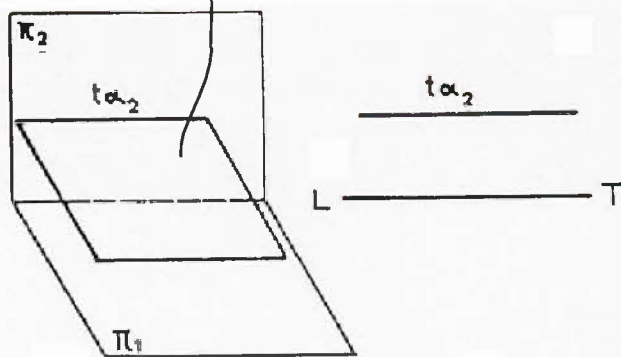


Le tracce devono incontrarsi sulla linea di terra

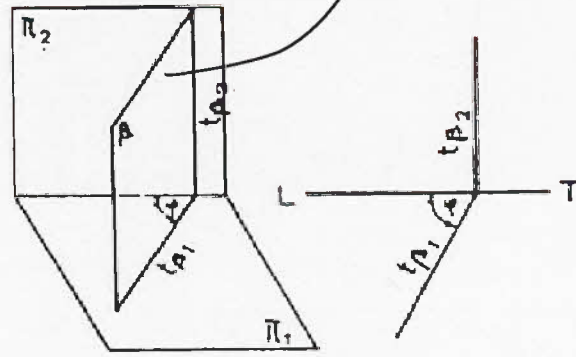
Rappresentazione del piano e tracce

un piano secondo
proiettante
ortogonale al quadro

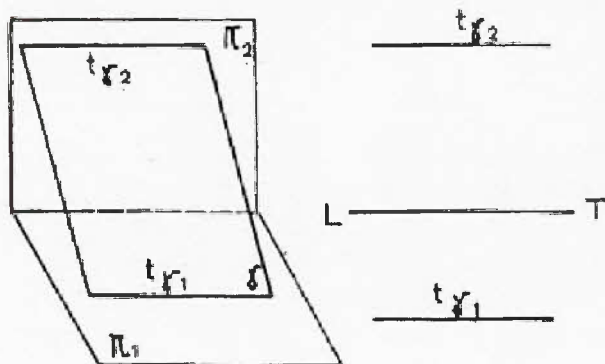
un piano primo
proiettante
ortogonale al geometrale



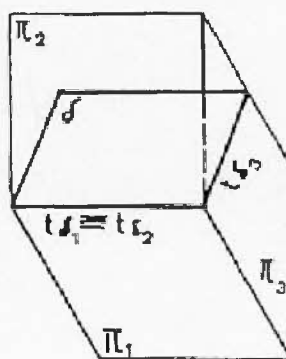
(a)



(b)



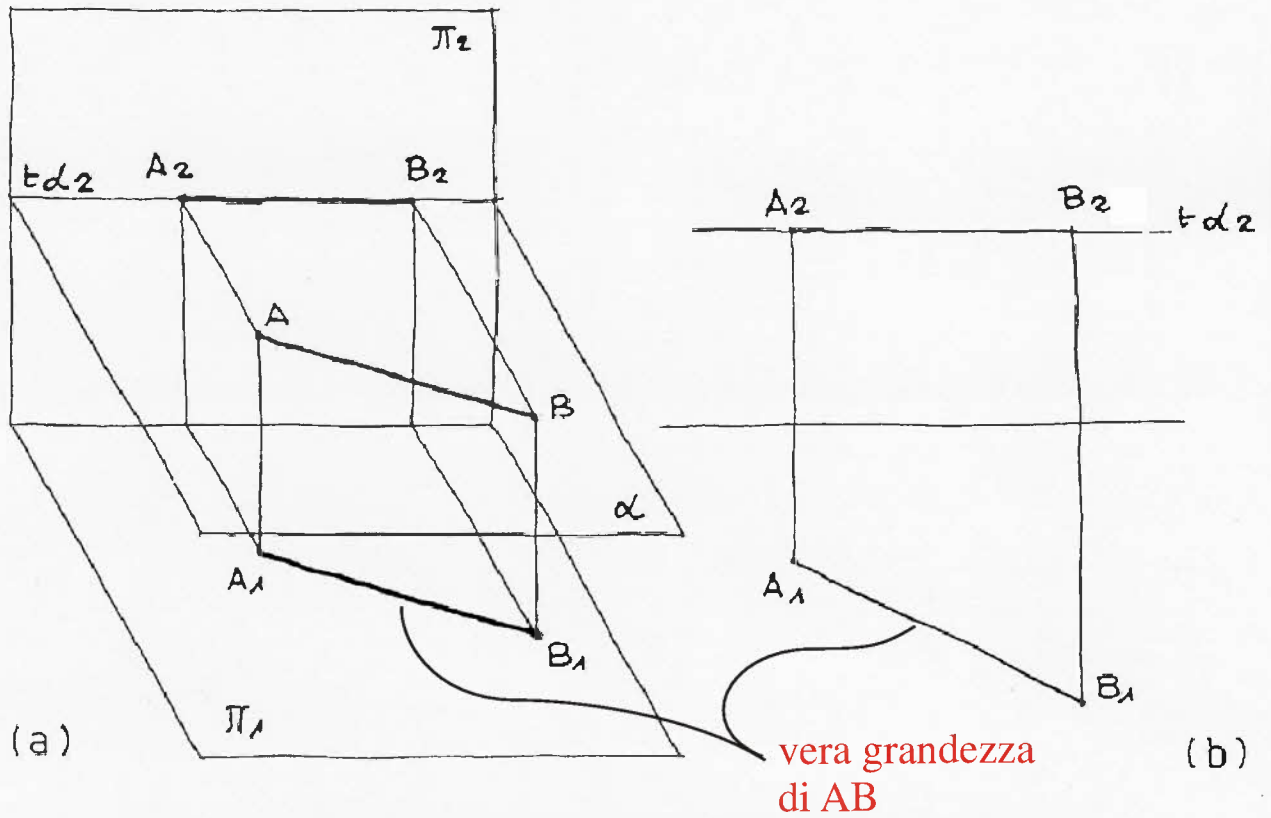
(c)



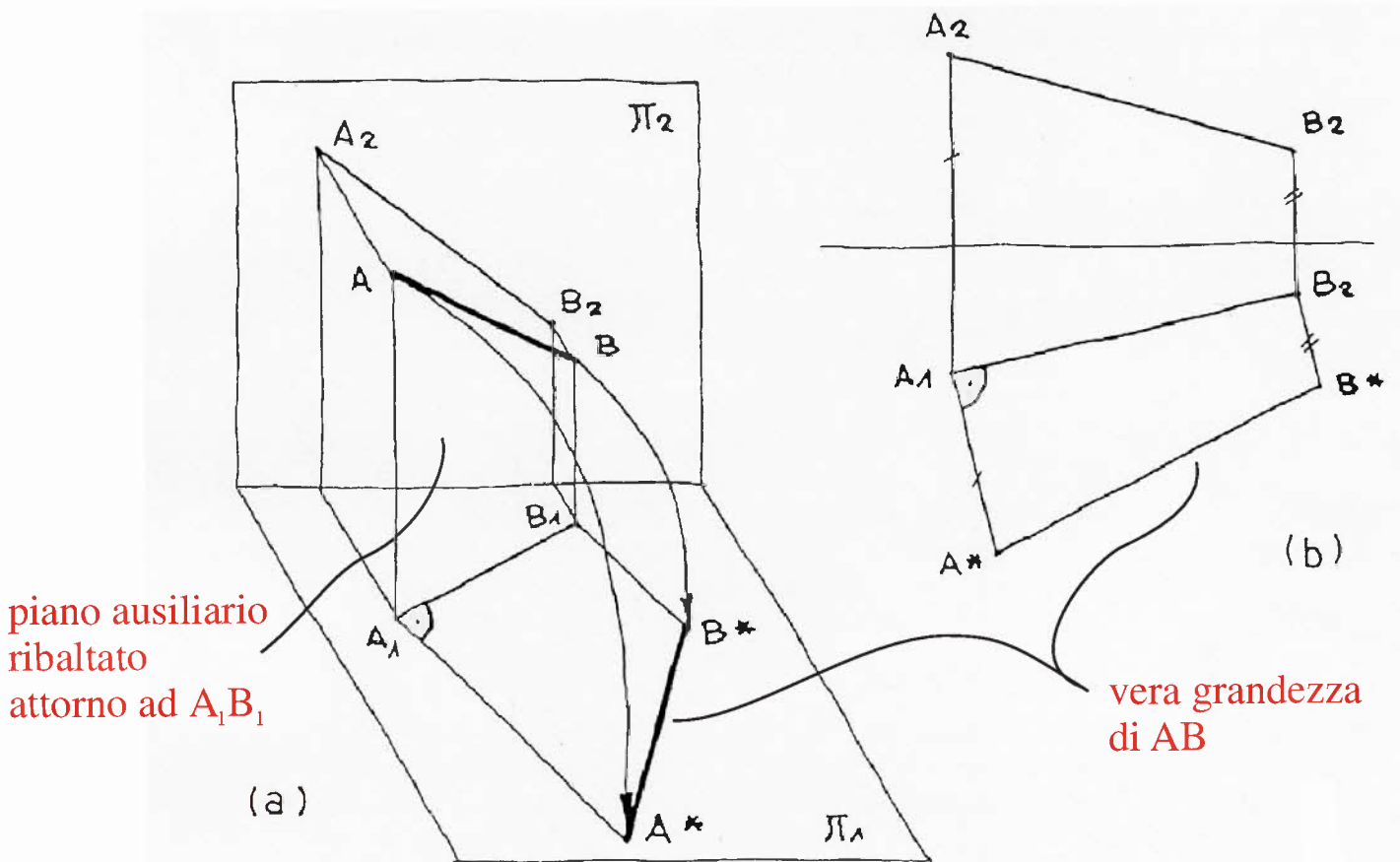
(d)

qui è necessario
conoscere la terza
traccia del
piano

Disposizioni particolari di un piano.

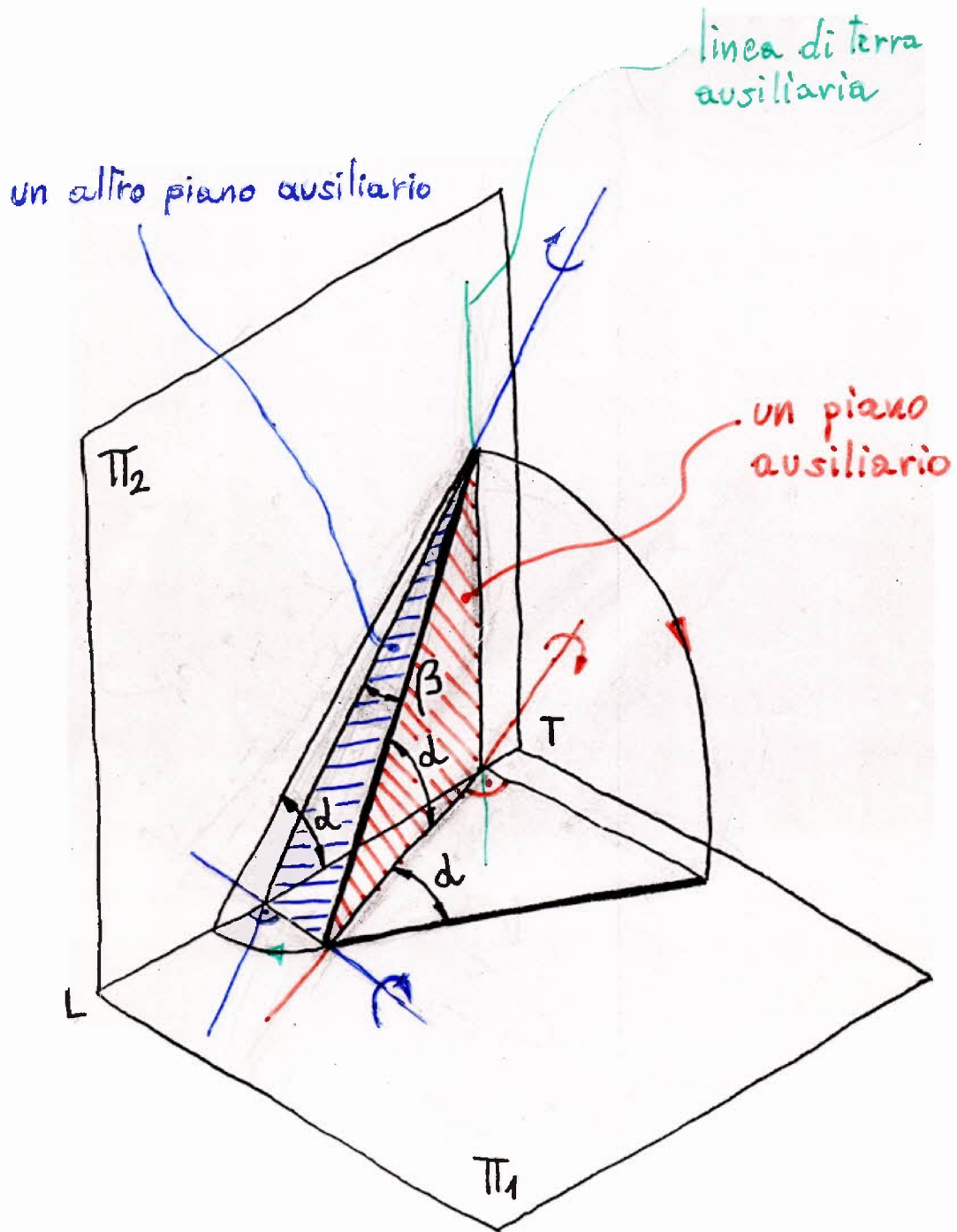


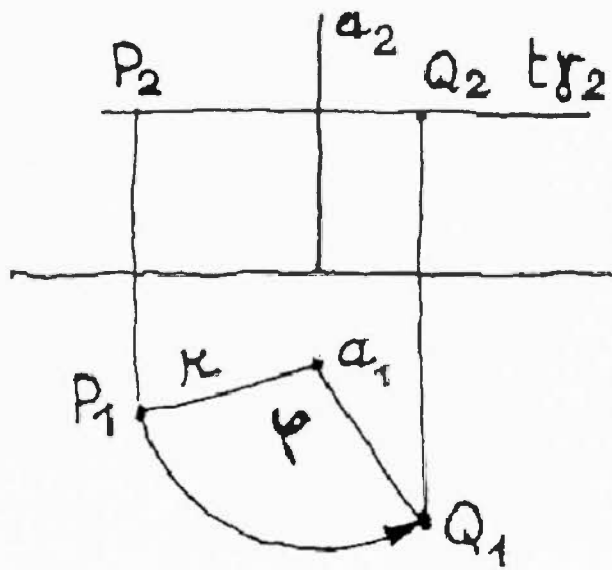
Segmenti su piani paralleli ai piani di proiezione



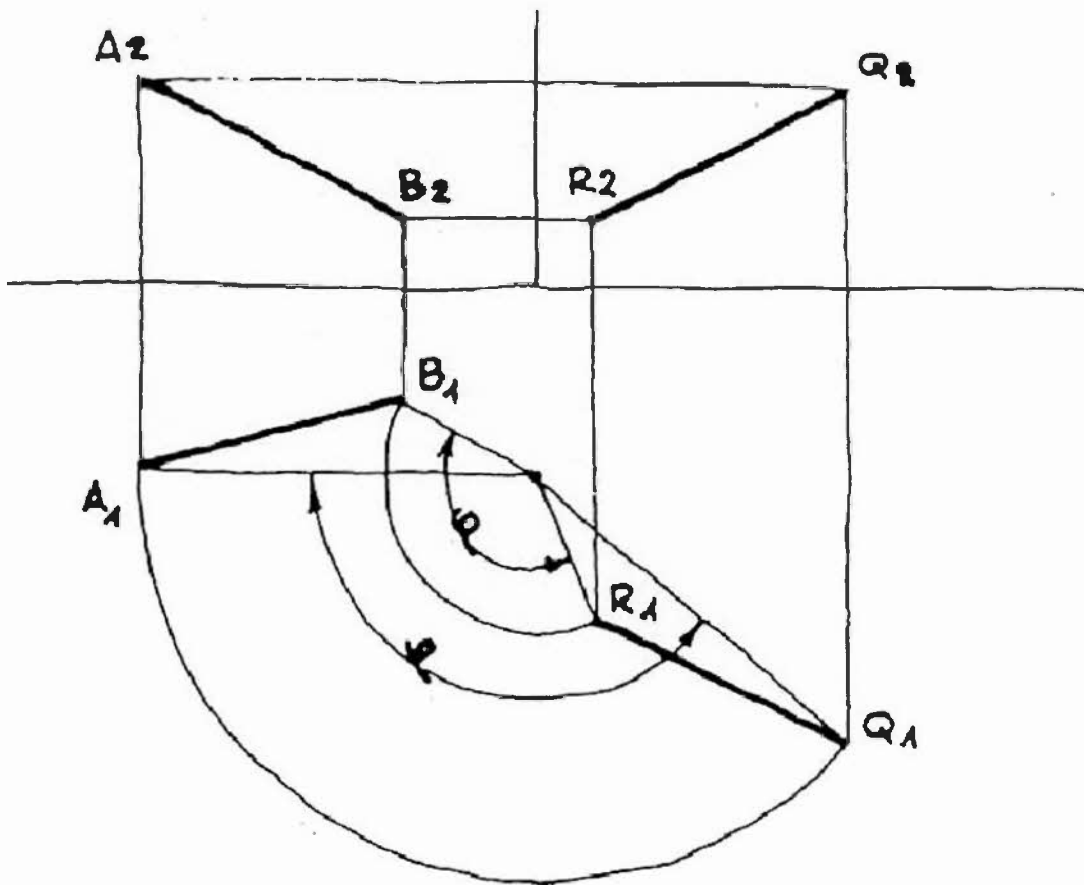
Segmenti inclinati rispetto ai piani di proiezione

DETERMINAZIONE DEGLI ANGOLI DI INCLINAZIONE DI UNA RETTA





Rotazione di un punto attorno ad un asse verticale

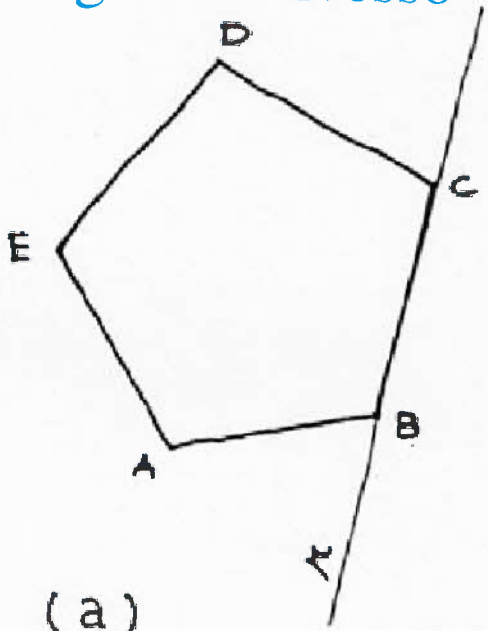


Rotazione di un segmento attorno ad un asse verticale

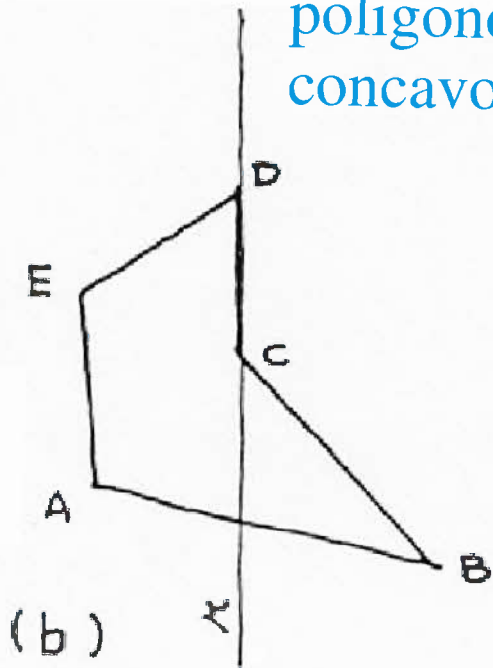
DEFINIZIONE DI **POLIGONO**

- Il poligono è una figura formata da un certo numero $n \geq 3$ di punti detti *vertici* e di segmenti detti *lati*
- Il poligono può essere rispettivamente *piano* o *sghembo* (o *gobbo*) a seconda che i vertici siano complanari o meno

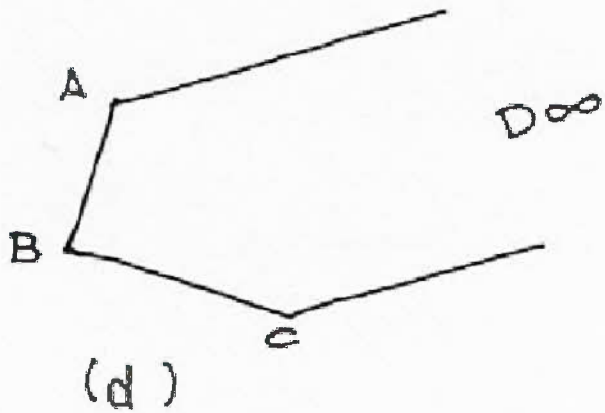
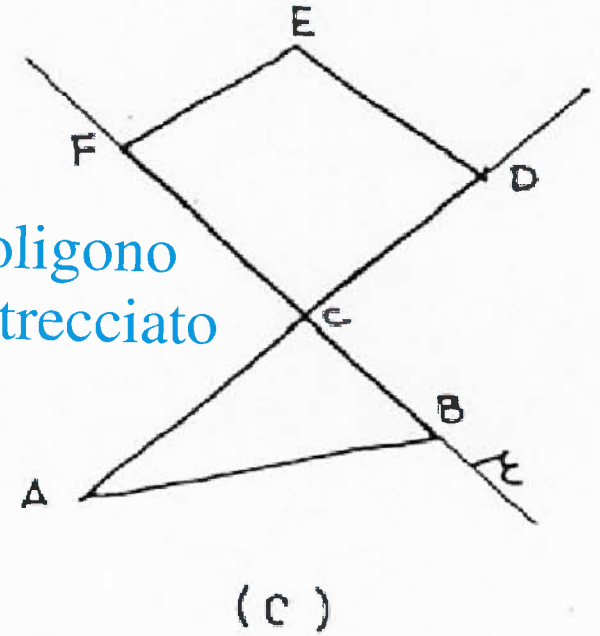
poligono convesso



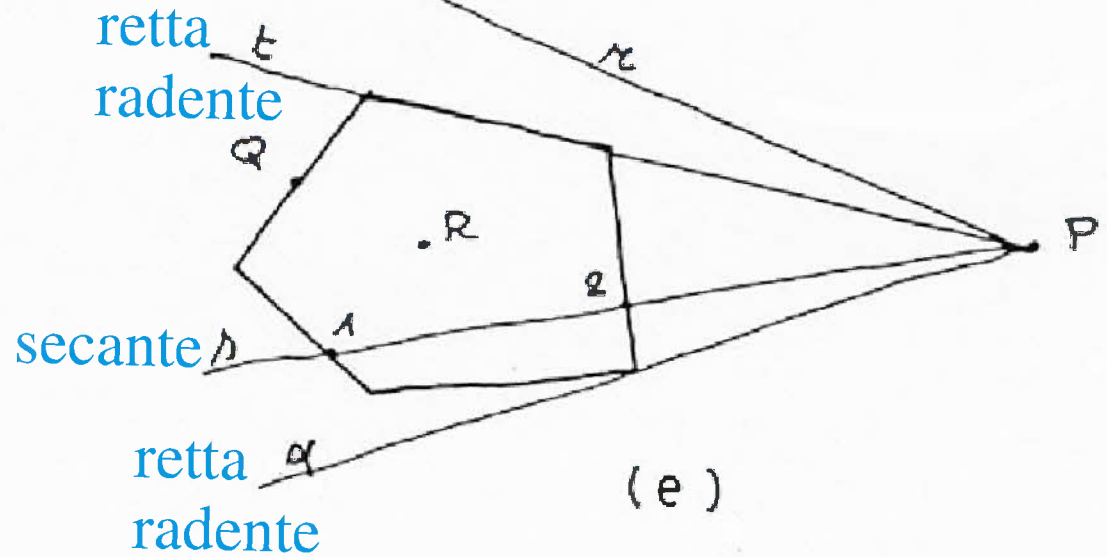
poligono concavo



poligono intrecciato

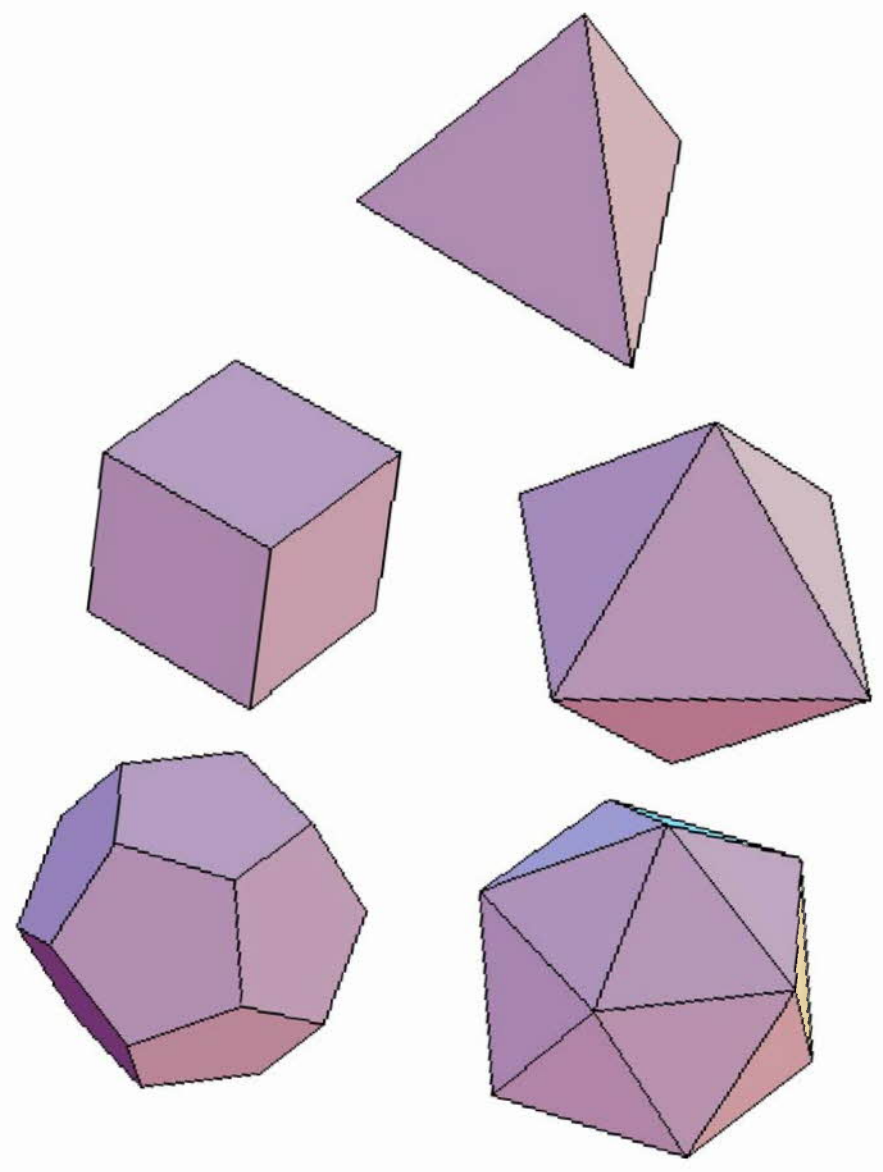
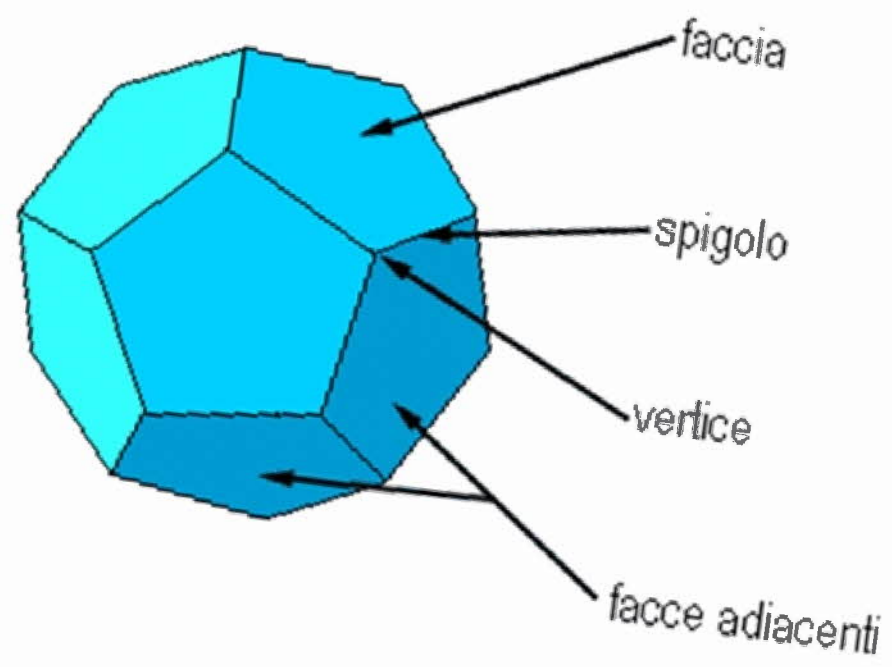


poligono con un vertice improprio



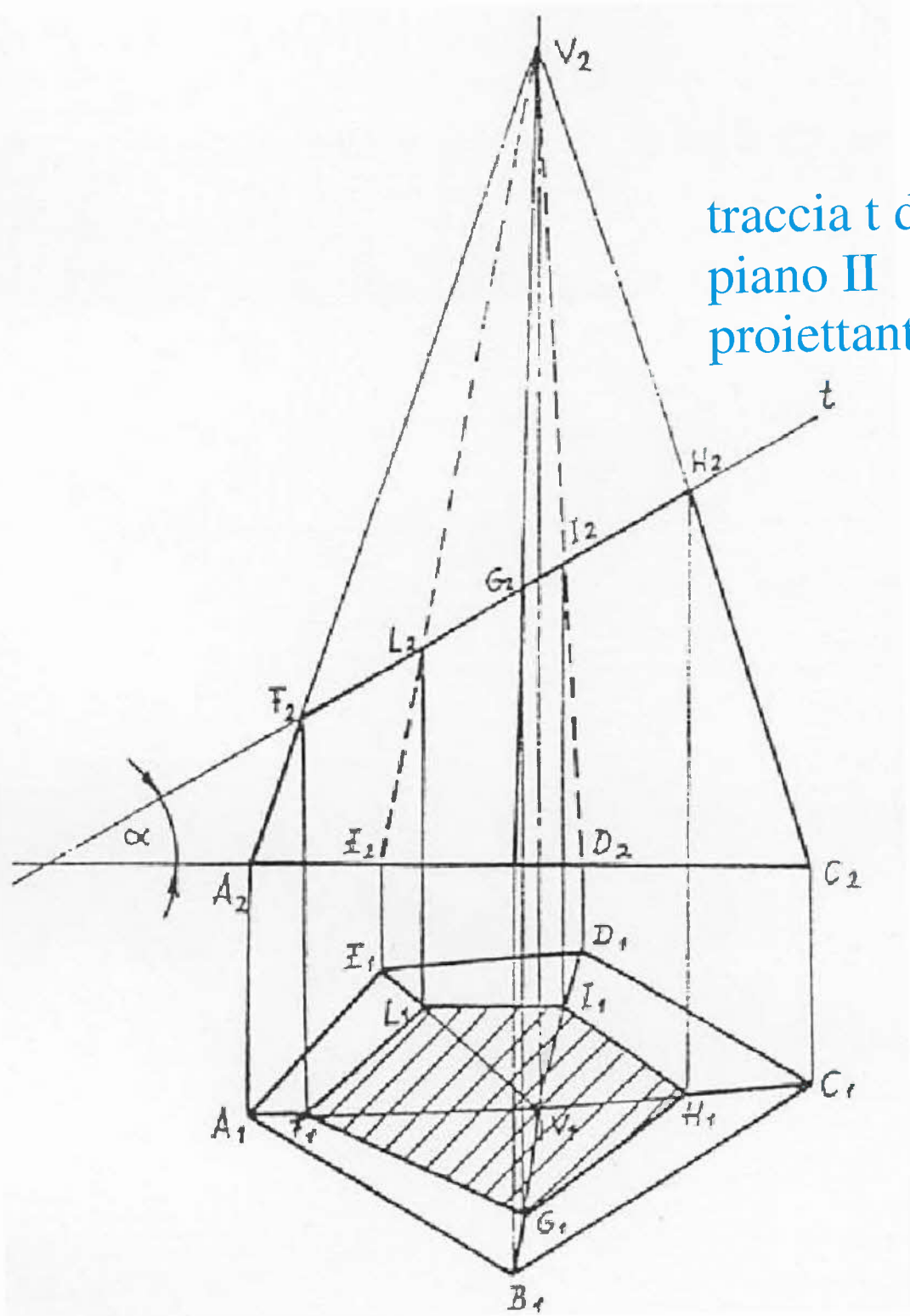
POLIEDRO

- Figura formata da un numero finito di poligoni appartenenti a piani diversi e disposti in modo che ogni lato sia comune a due poligoni adiacenti
- I poligoni sono denominati facce del poliedro, i lati del singolo poligono si dicono spigoli
- I vertici sono i punti di incontro degli spigoli



SEZIONI PIANE DI SOLIDI POLIEDRICI

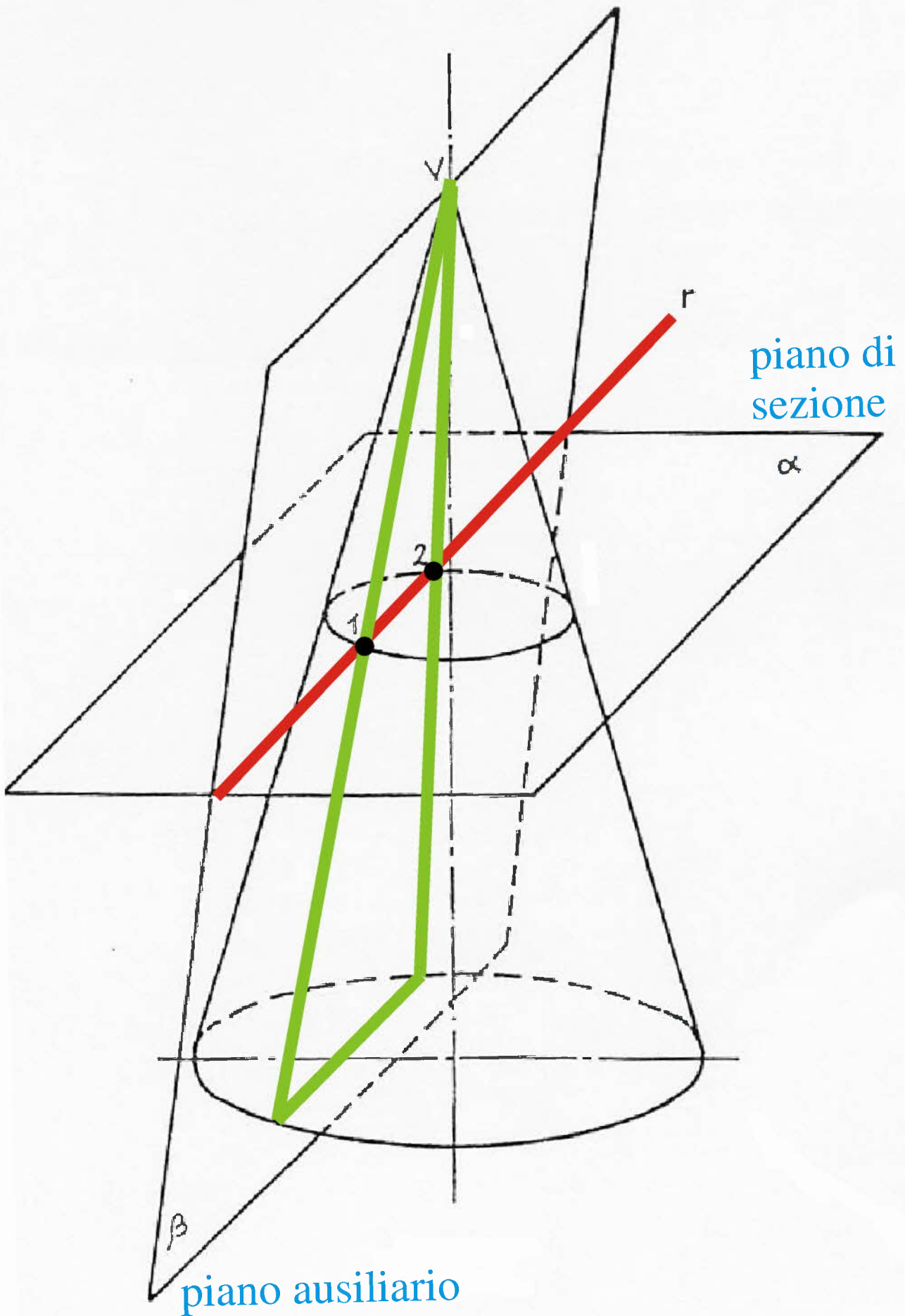
La ricerca della sezione consiste nell'individuare un appropriato numero di punti di intersezione del piano secante con gli spigoli del solido per poi collegarli tra loro con la linea di sezione



traccia t di un
piano Π
proiettante

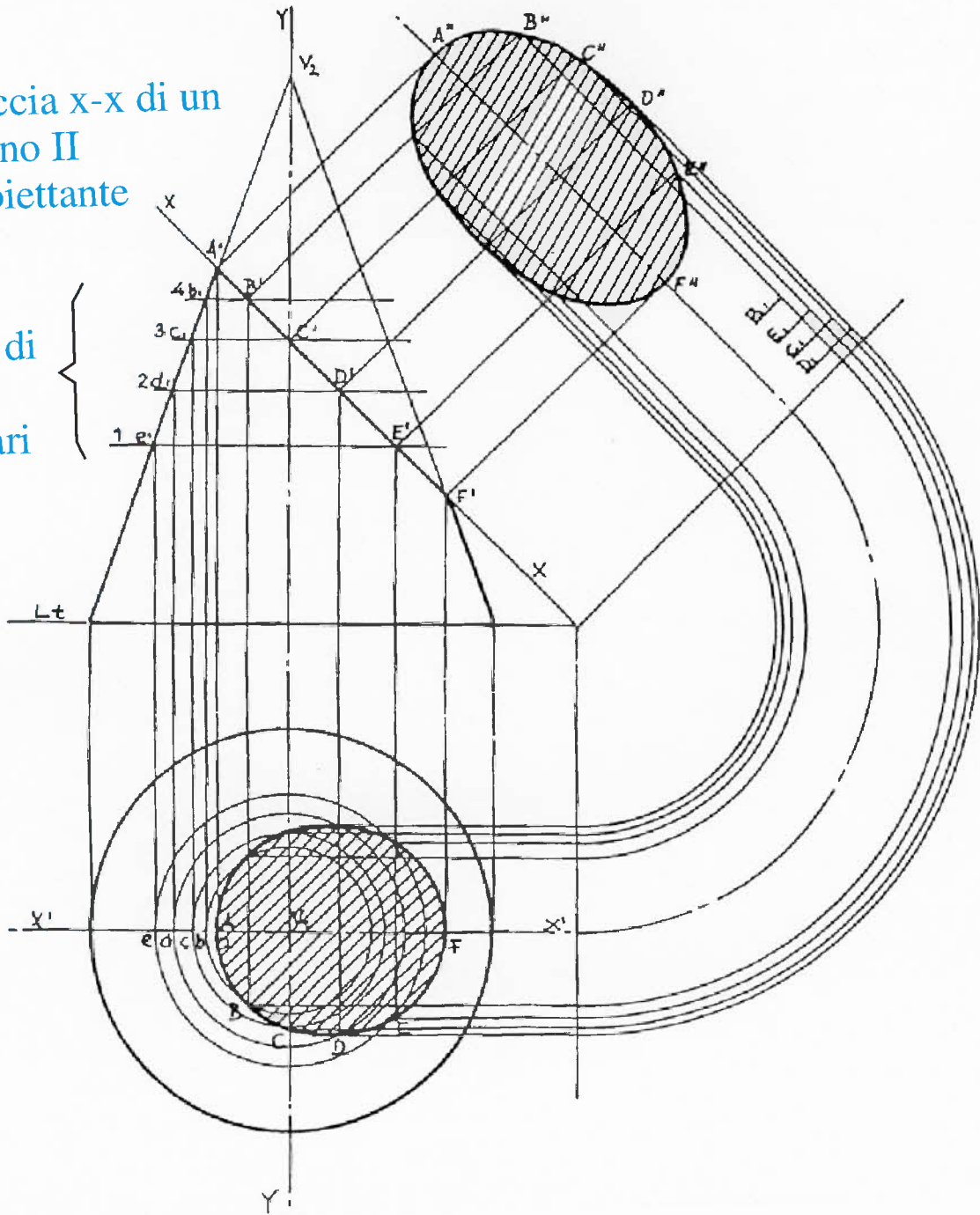
SEZIONI PIANE DI SOLIDI NON POLIEDRICI

- La ricerca della sezione con un piano α si esegue utilizzando dei *piani ausiliari*
- I piani ausiliari devono intersecare contemporaneamente il piano di sezione ed il solido
- Si definiscono: 1) la retta intersezione tra il piano ausiliario e il piano di sezione α , 2) la sezione del solido non poliedrico con il piano ausiliario
- I punti appartenenti contemporaneamente alla retta 1) e al contorno della sezione solido-piano ausiliario sono punti della linea di sezione cercata



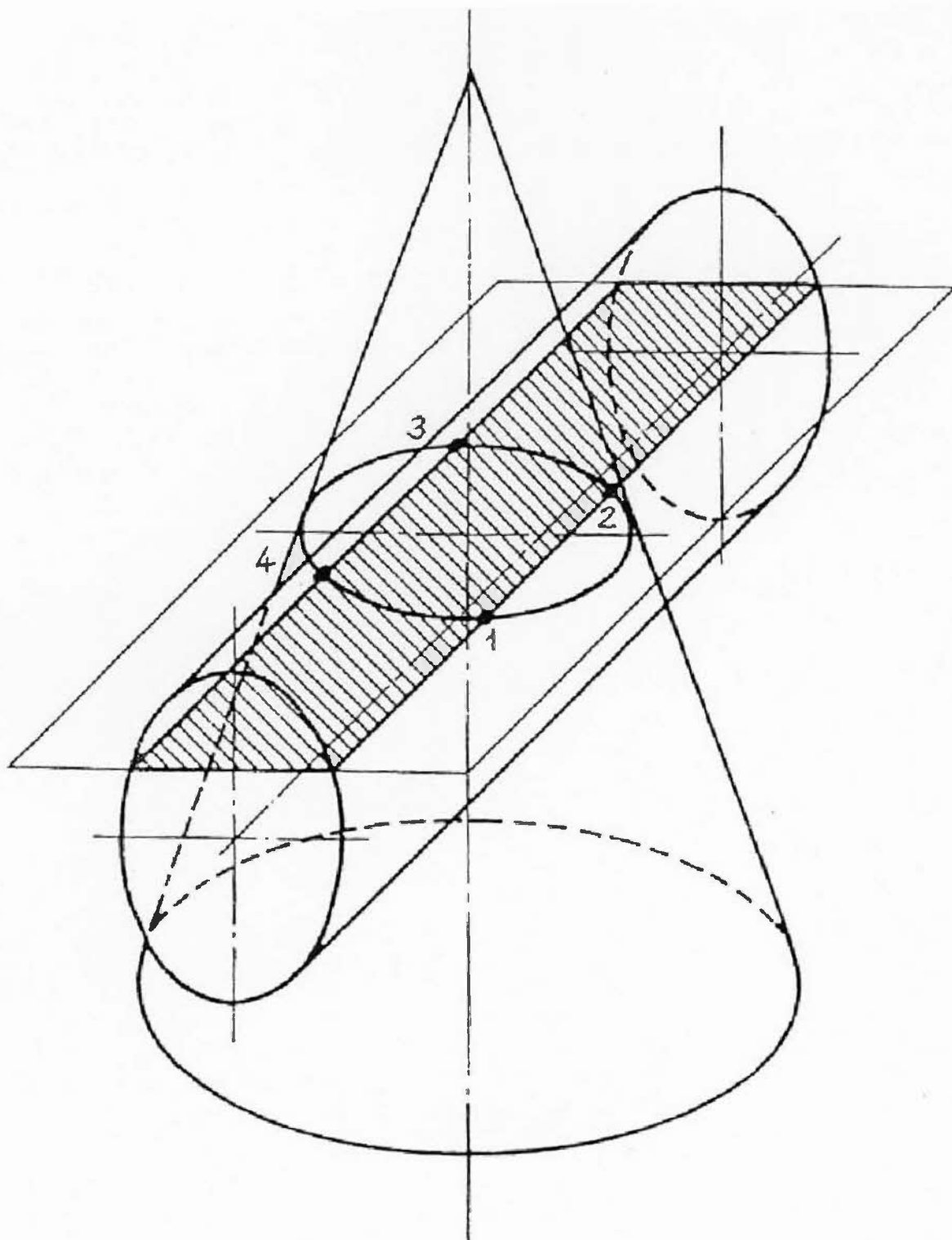
traccia x-x di un
piano II
proiettante

tracce
fascio di
piani
ausiliari

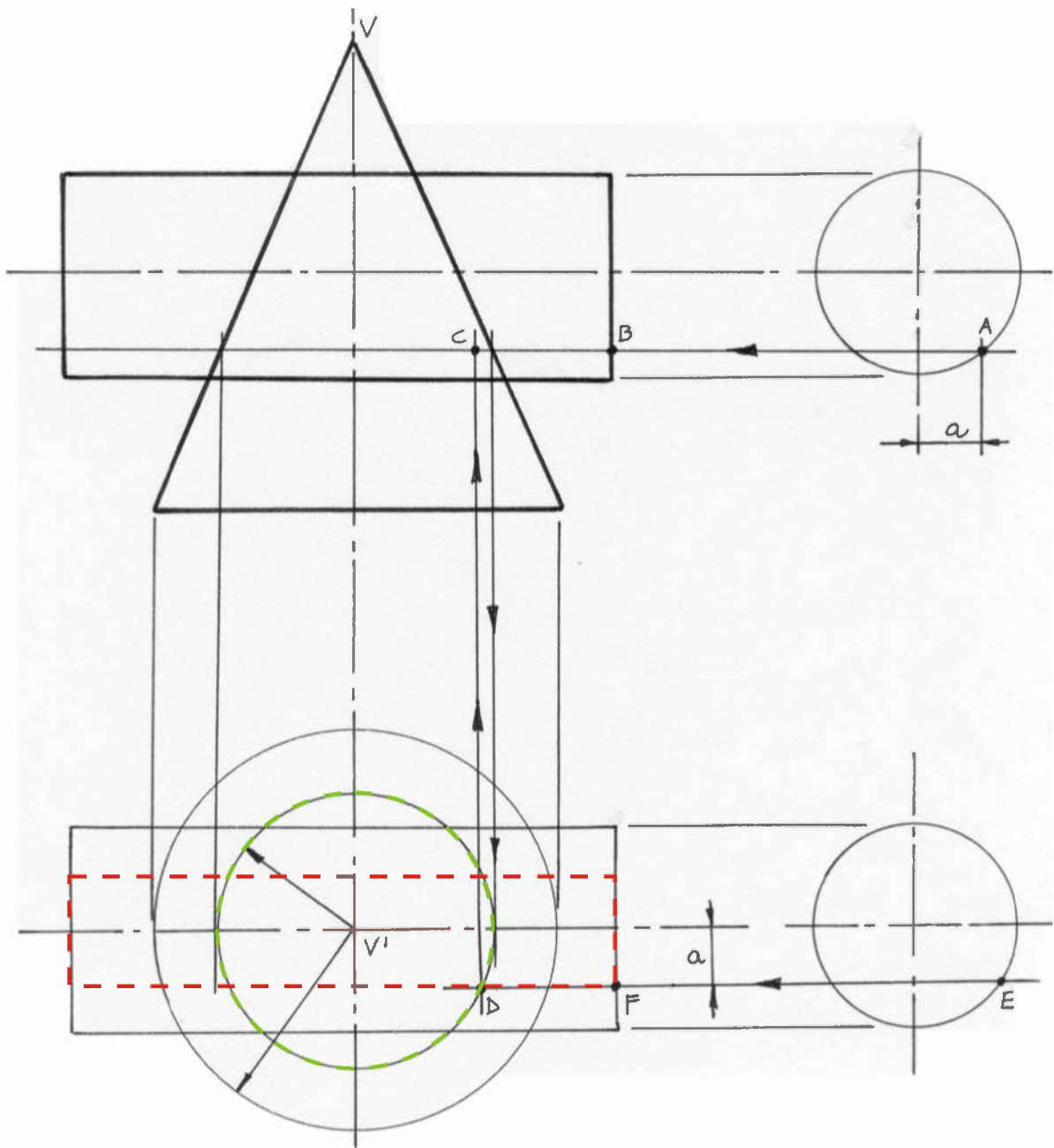


INTERSEZIONI DI SUPERFICI
NON POLIEDRICHE

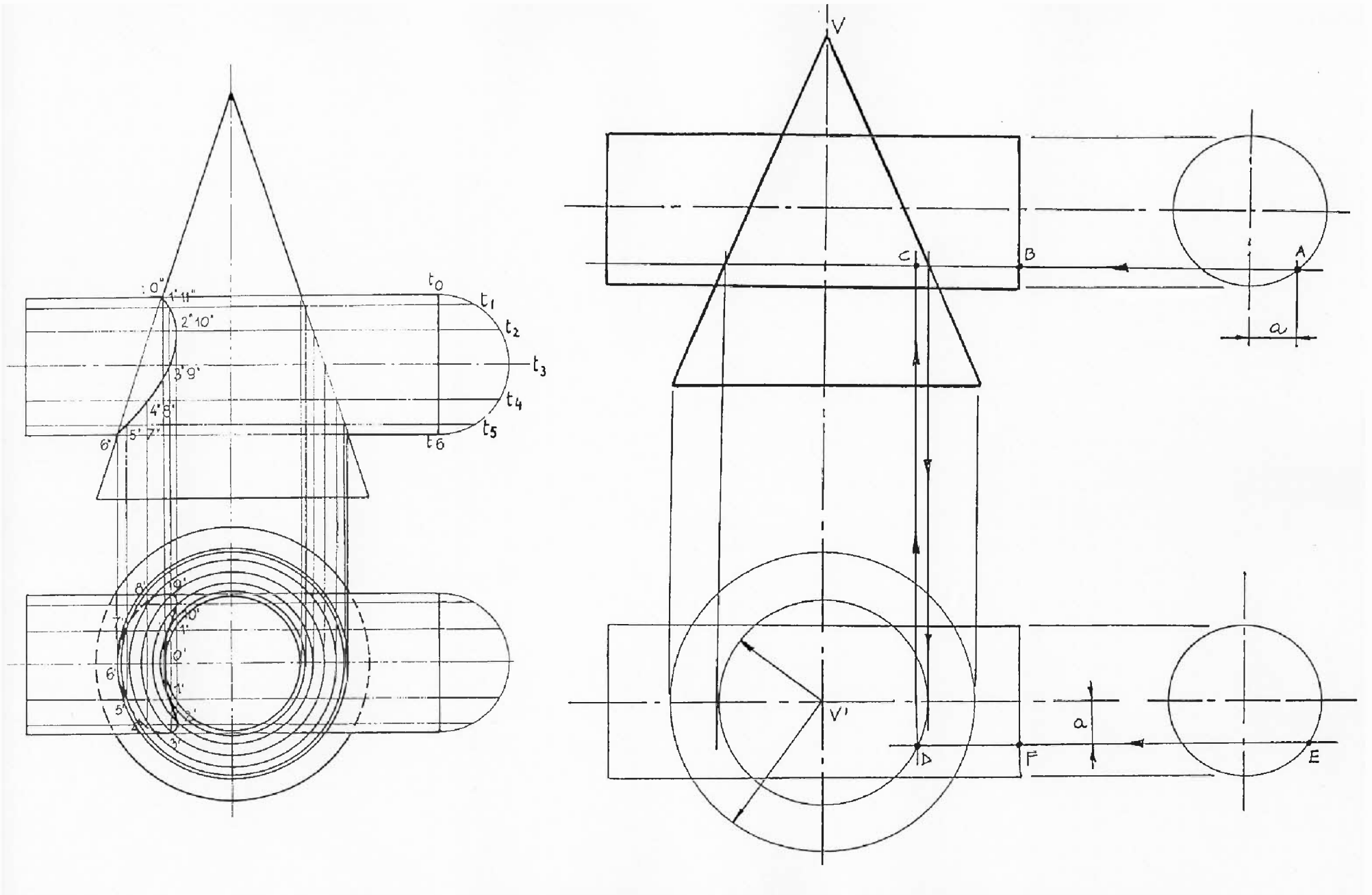
**METODO DEI PIANI
AUSILIARI**



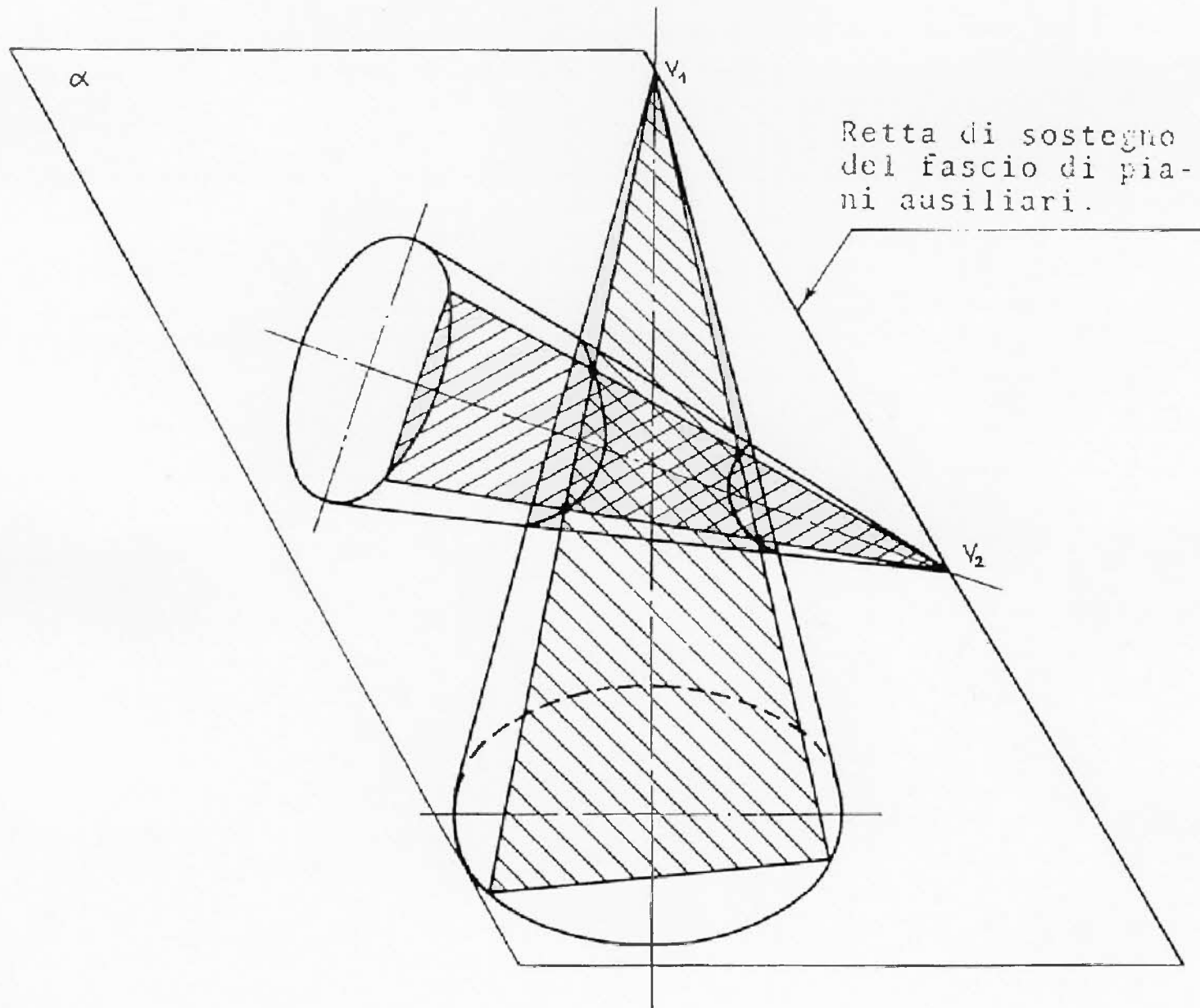
Metodo dei piani ausiliari per la determinazione della linea di intersezione dei mantelli superficiali di un cono circolare ed un cilindro a base ellittica con assi incidenti e perpendicolari



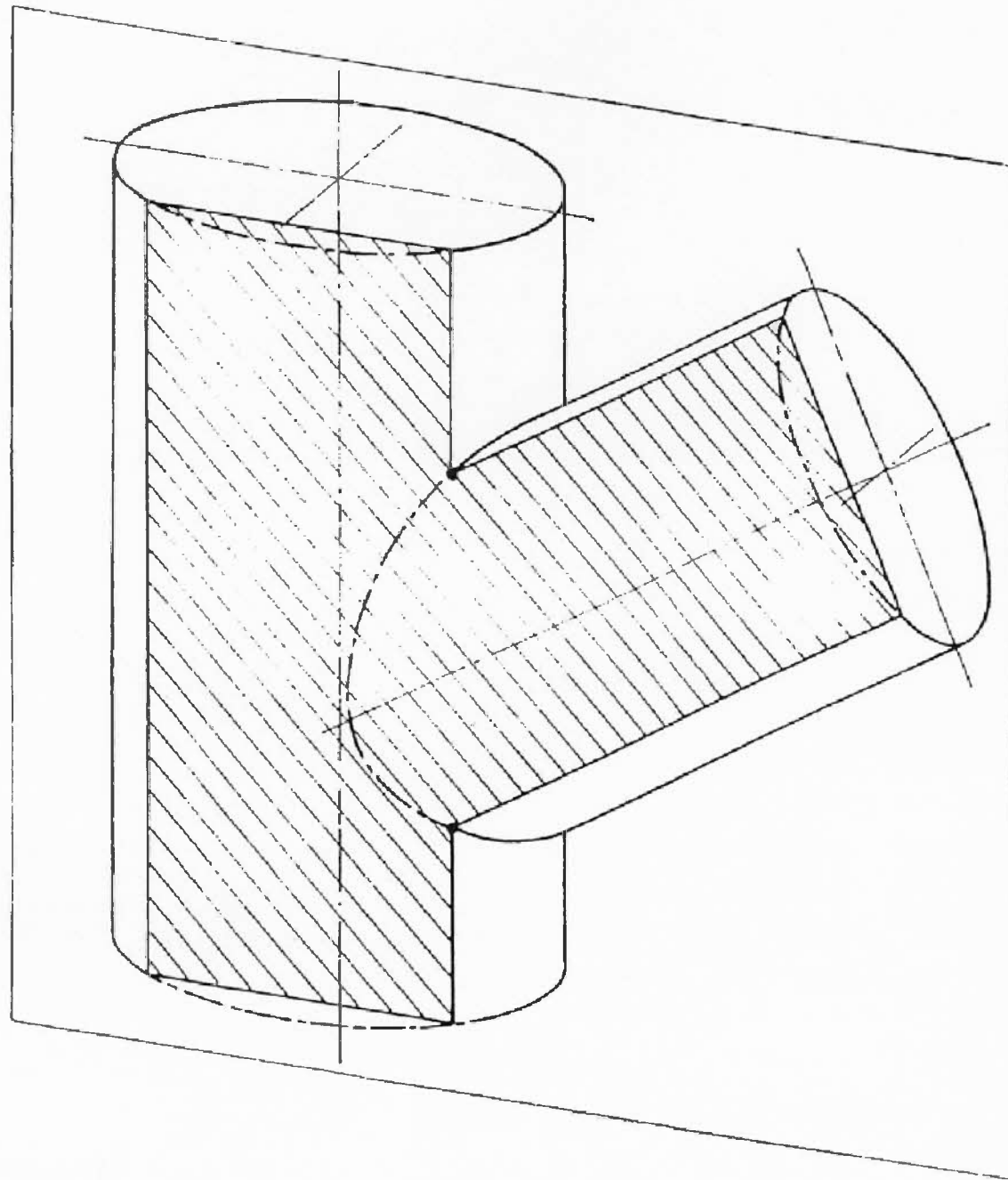
Metodo dei piani ausiliari



Metodo dei piani ausiliari

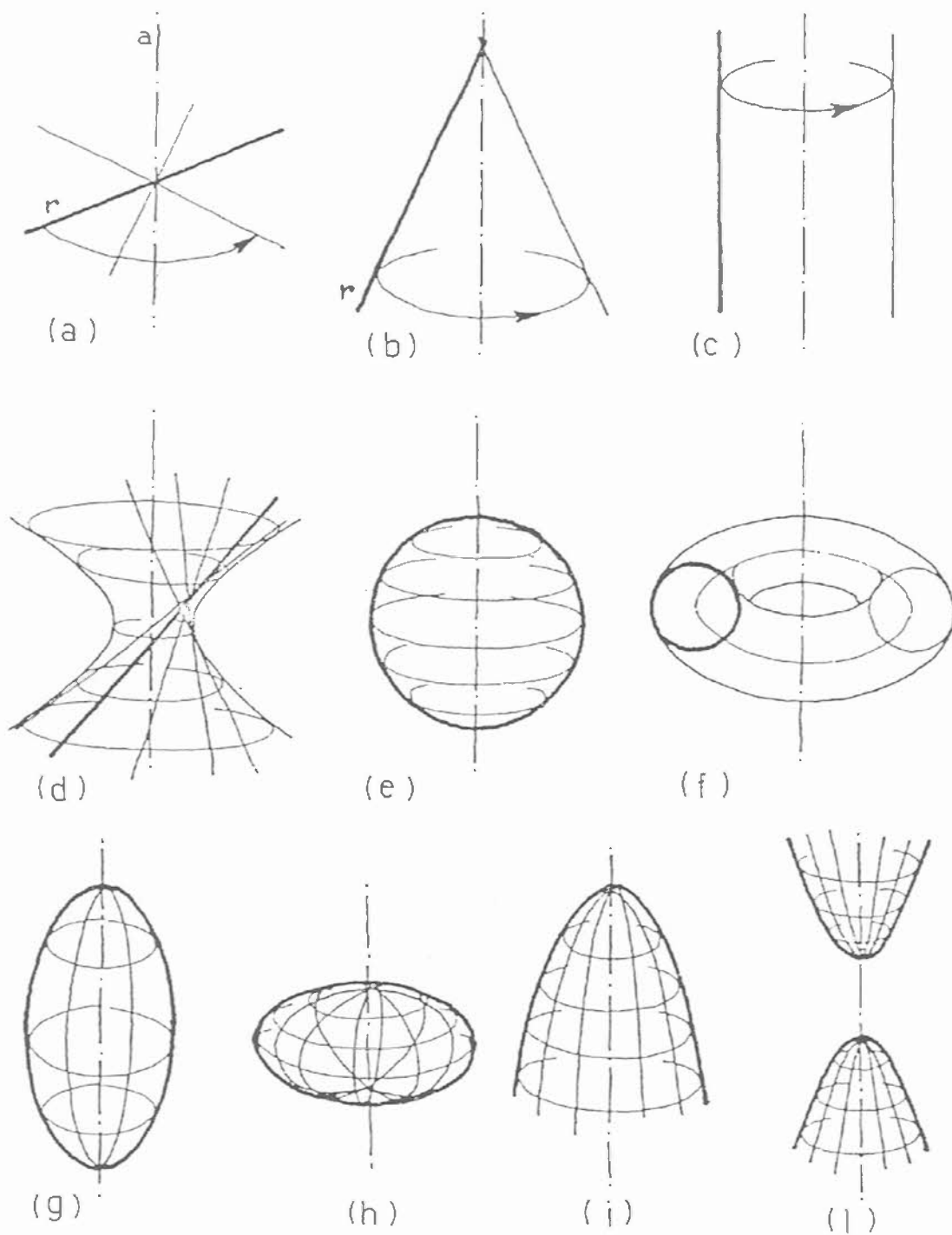


Metodo dei piani ausiliari



Metodo dei piani ausiliari (cilindri con assi sghembi)

SUPERFICI
DI
ROTAZIONE

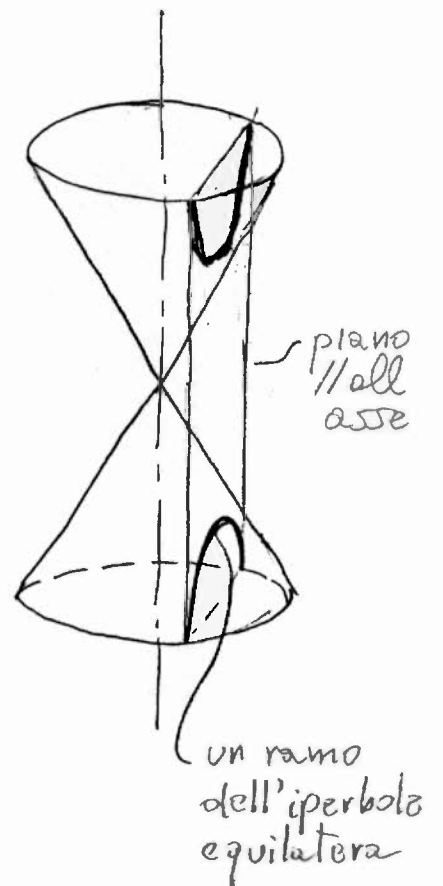
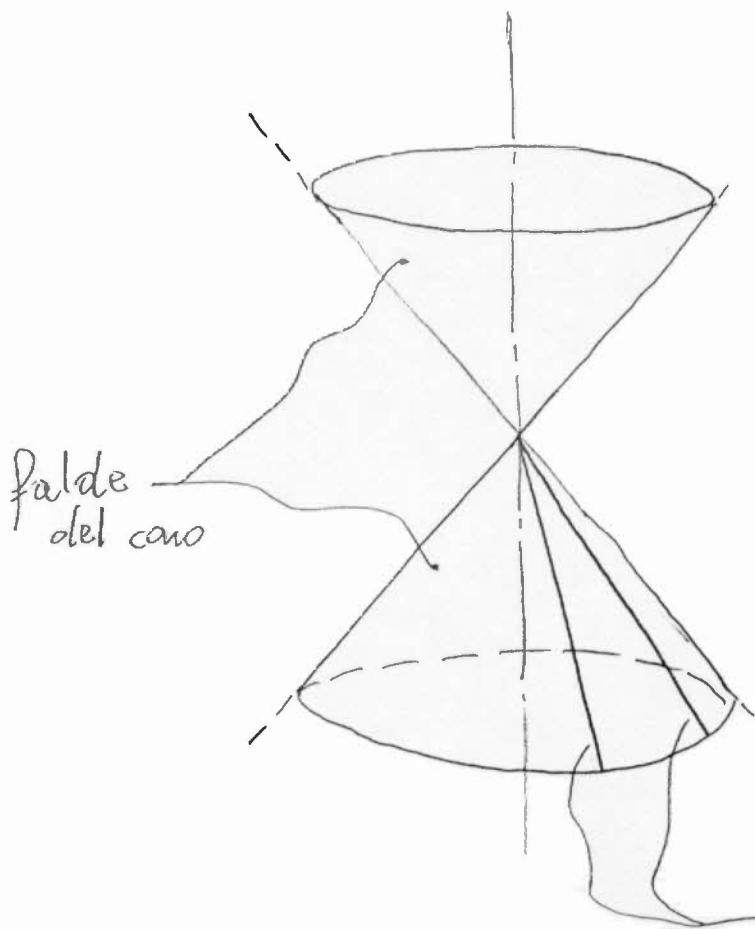
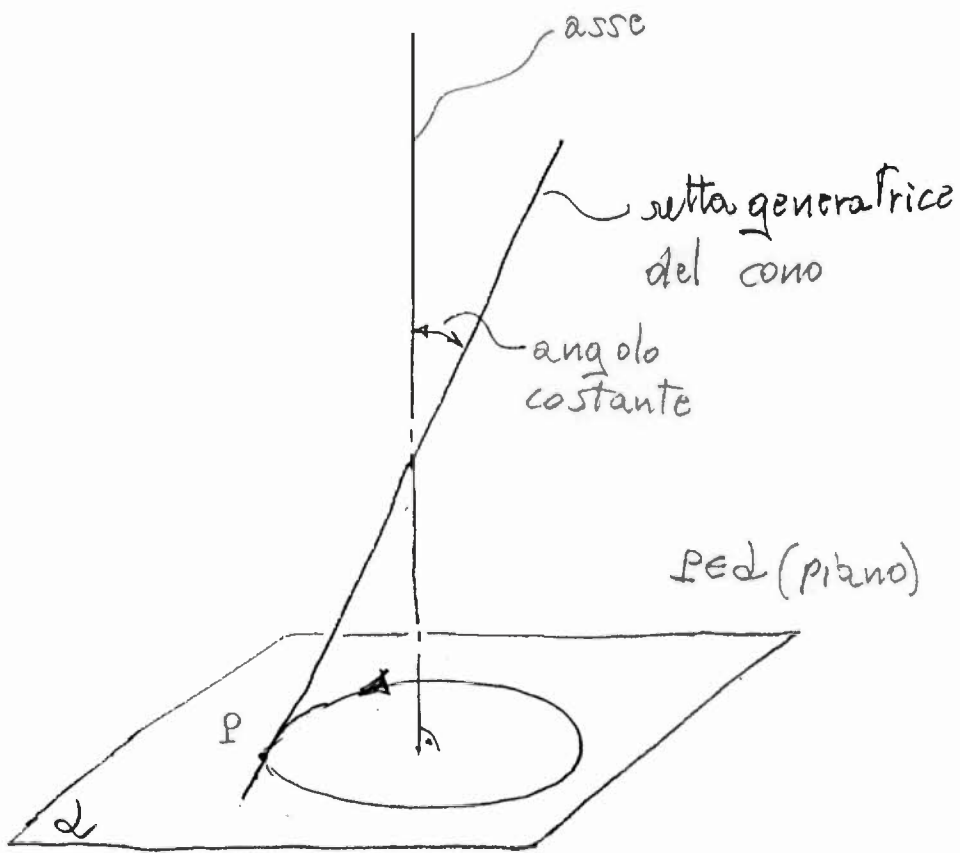


(a) piano, (b) cono circolare retto, (c) cilindro, (d) iperboloide rotondo ad una falda, (e) sfera, (f) toro, superfici quadriche di rotazione: (g) ellissoide rotondo allungato, (h) ellissoide rotondo schiacciato, (i) paraboloide rotondo ad una falda, (j) paraboloide rotondo a due falde

DEFINIZIONE DI

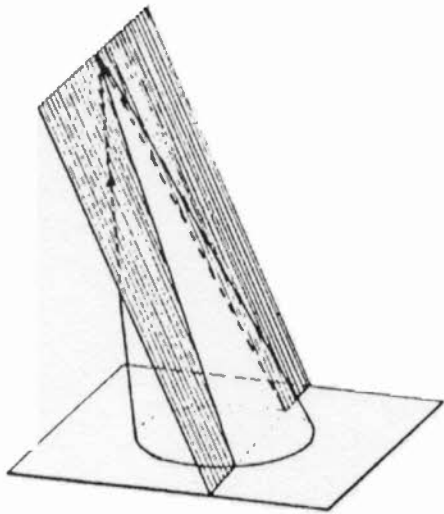
CONICHE

GEOMETRIA DESCRITTIVA

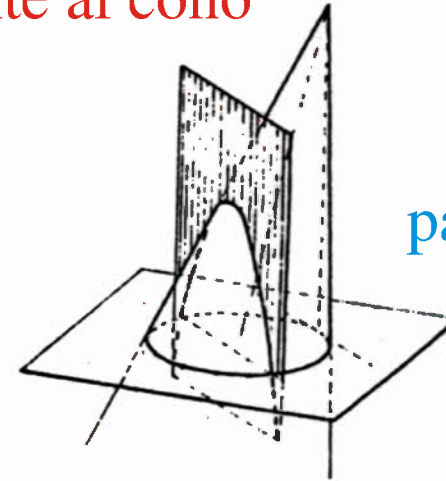
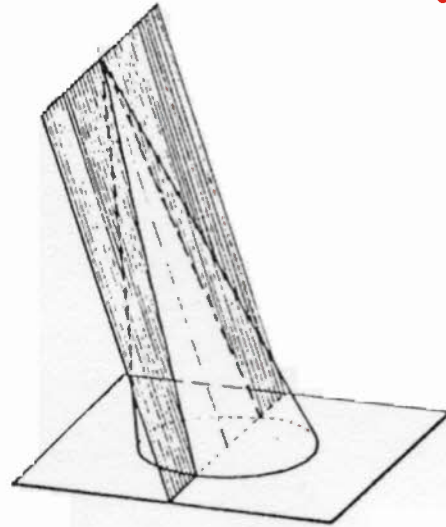


due generatrici del cono (indicate solo sulla falda inferiore)

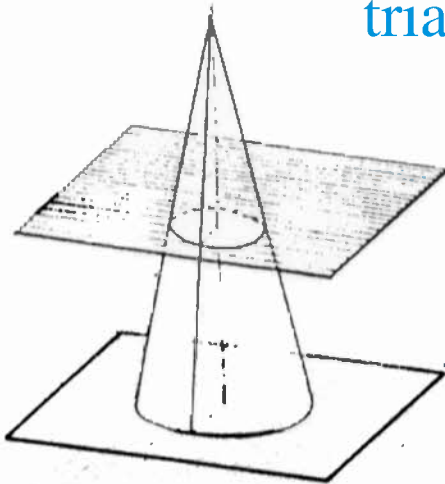
piano parallelo ad un piano
tangente al cono



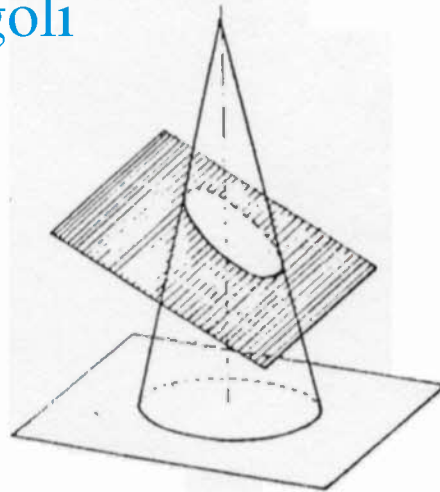
triangoli



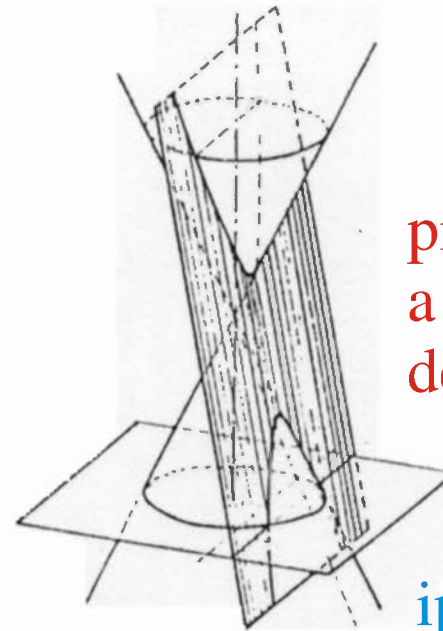
parabola



circonferenza



ellisse

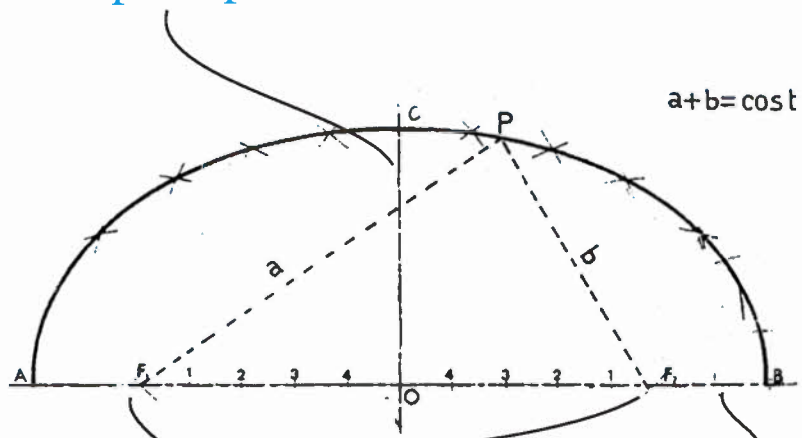


piano parallelo
a due generatrici
del cono

iperbole

Curve coniche

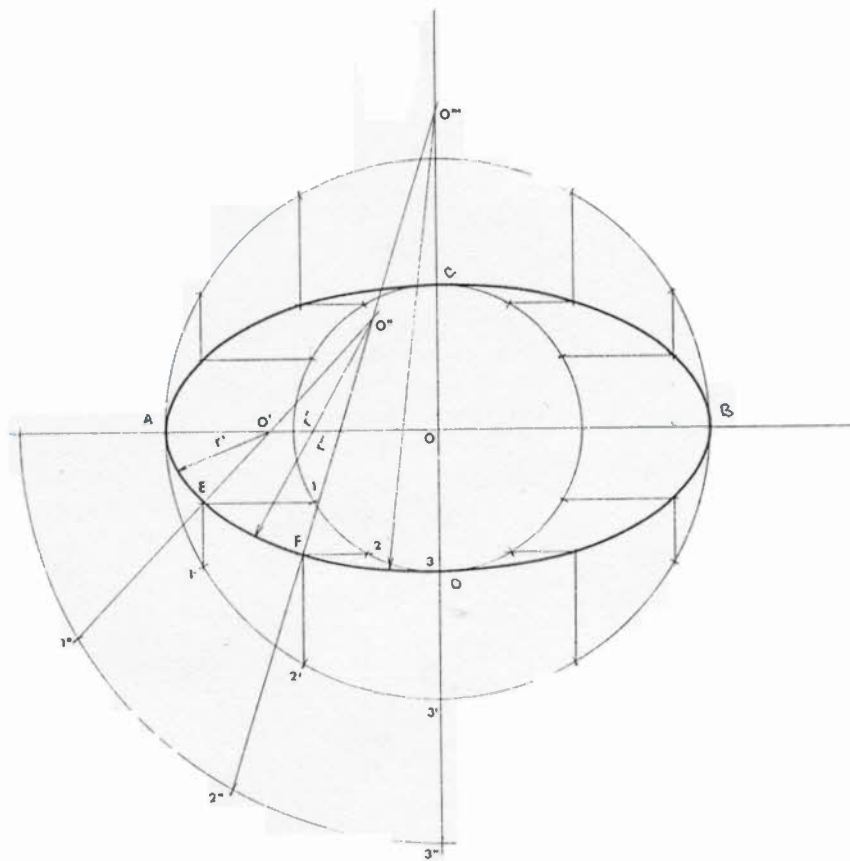
diametro principale minore



fuochi dell'ellisse

diametro principale maggiore

Metodo dei fuochi per la costruzione grafica dell'ellisse.



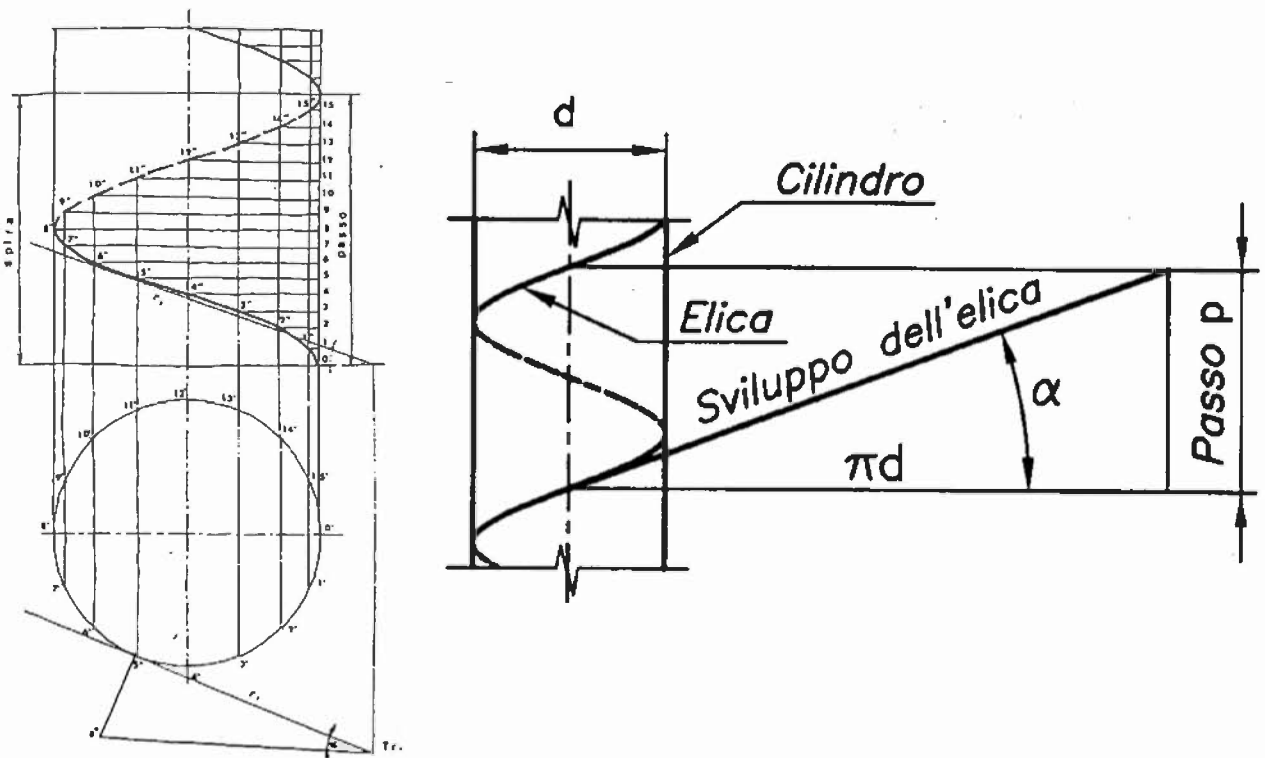
Metodo delle ordinate per la costruzione grafica dell'ellisse.

ELICHE
ED ELICOIDI

Eliche ed elicoidi

Un punto che si muove nello spazio soggetto ad un moto composto da una traslazione secondo una data direzione e ad una rotazione attorno ad un asse assegnato descrive una curva chiamata elica o spirale rampante. Esistono vari tipi di eliche. Esaminiamone alcuni.

Elica cilindrica. - Se la traslazione del punto è uniforme e parallela e la rotazione è pure uniforme ed avviene attorno alla stessa retta abbiamo l' elica circolare cilindrica . La distanza tra due punti successivi dell' elica che incontrano la stessa generatrice del cilindro si chiama passo e l' arco dell' elica che il punto descrive tra i due punti estremi del passo si chiama spira. La tangente r all' elica in un suo punto forma con il piano perpendicolare all' asse un angolo α che viene detto angolo di inclinazione. Tutte le tangenti all' elica si proiettano sul piano normale all' asse come tangenti del cerchio direttore del cilindro.



Elica cilindrica

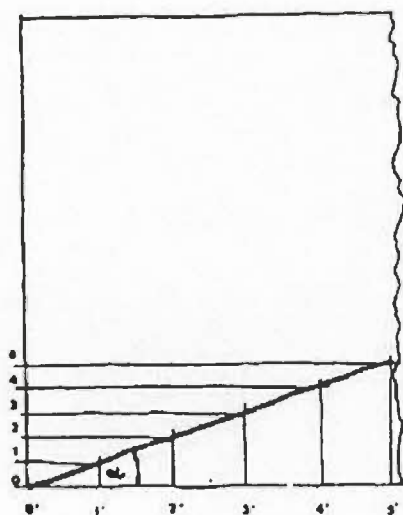
Se sviluppiamo sul piano il cilindro sul quale si muove il punto, l' elica si presenta come una retta. Da ciò si deduce che l' elica è una geodetica del cilindro, cioè la distanza più breve tra due punti della superficie cilindrica

Si dice elica destra quella definita da un punto che si muove in senso orario allontanandosi dall' osservatore che guardi nel verso dell' asse . Se invece l' osservatore vede che il punto, allontanandosi, ruota in senso antiorario si ha un' elica sinistra

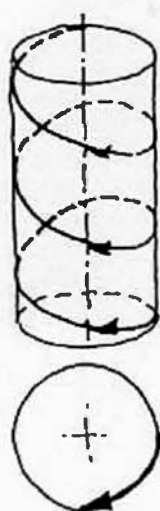
Graficamente l' elica cilindrica si costruisce, dato l' asse, il passo ed il cerchio direttore del cilindro, suddividendo il passo e il cerchio in un numero di parti uguale. Portate per i punti di divisione del passo 1, 2, 3, ... delle perpendicolari all' asse e per i punti di divisione della circonferenza 1', 2', ... 3' le parallele all' asse, si determinano nei successivi punti d' incontro delle prime con le seconde i punti 1'', 2'', 3'', ... dell' elica

Si noti che le proiezioni delle eliche cilindriche e coniche su di un piano parallelo al loro asse definiscono delle curve armoniche.

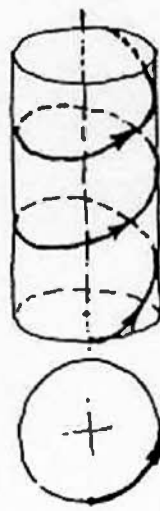
Elica destra e sinistra



(a)



(b)



(c)

Fig.2.6.2 - (a) Geodetica, (b) elica destra, (c) elica sinistra.

Si può tracciare un' elica su qualsiasi superficie di rotazione quale la sfera, il toro, gli elissoidi, ecc.. Le eliche cilindriche e coniche assumono una particolare importanza nel disegno tecnico per la rappresentazione delle superfici elicoidali mentre le eliche ricavate su superfici diverse da quella cilindrica e conica possono destare qualche interesse forse solo come geodetiche.

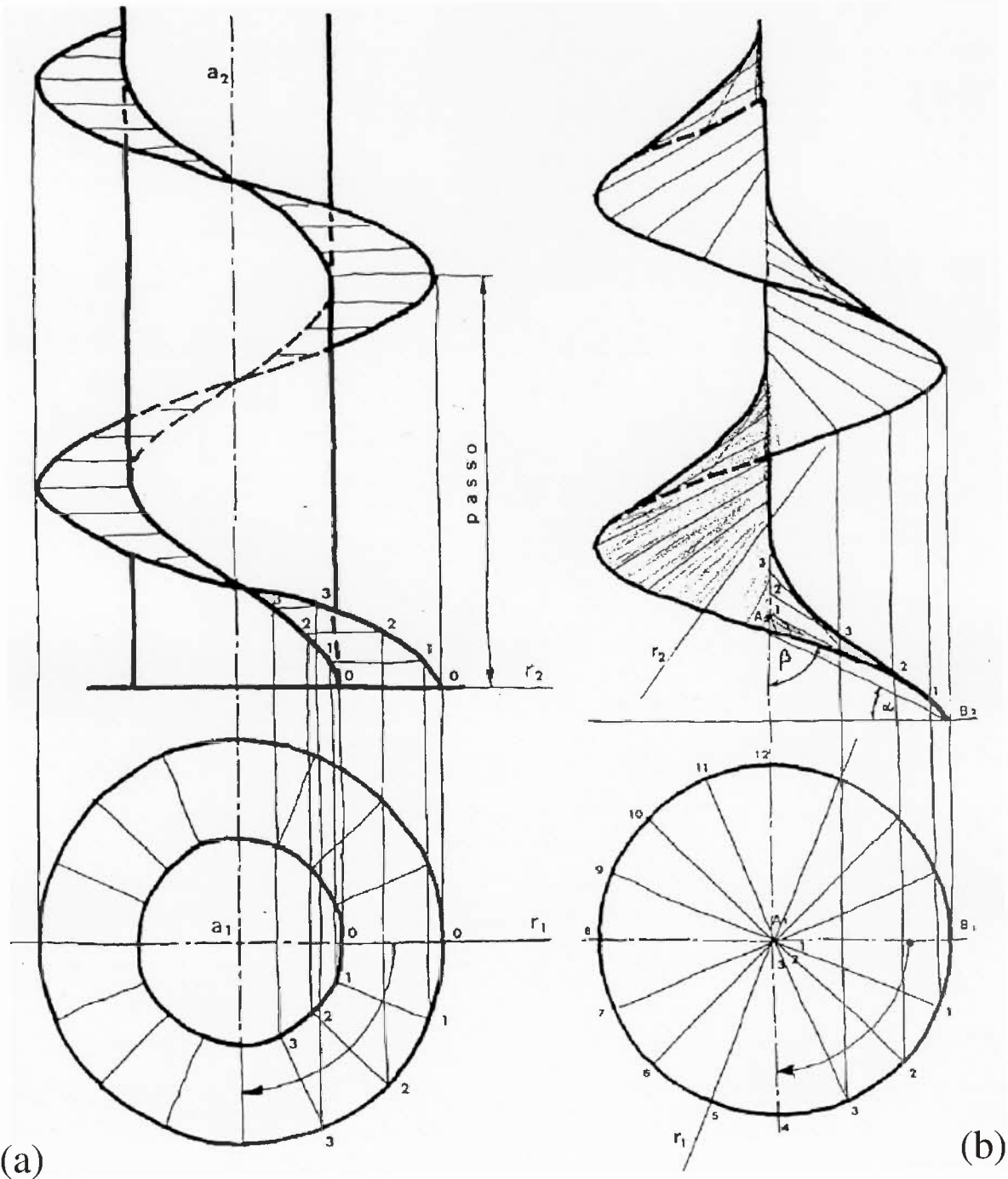
DEFINIZIONE DI SUPERFICI RIGATE

- Si definisce *rigata* ogni superficie generata dal moto continuo di una retta nello spazio
- La retta si dice *generatrice* della superficie rigata
- Ogni linea che incontra la generatrice in un solo punto è detta *direttrice* della rigata
- Le rigate sono in numero infinito e si distinguono in *sviluppabili* e *non sviluppabili* (o sghembe)

Elicoidi

Una linea animata di moto elicoidale descrive una superficie chiamata superficie elicoidale o elicoide del quale la linea stessa è la generatrice. Ogni punto della linea descrive un' elica che viene detta direttrice. Tutte le direttrici hanno lo stesso passo ma non la stessa inclinazione. Pertanto si parla di passo dell' elicoide e di inclinazione della sua direttrice media. Se la linea che genera l' elicoide ha un punto a comune con l' asse dello stesso, l' elicoide si chiama chiuso (Fig. 2.6.4), negli altri casi l' elicoide si dice aperto.

Gli elicoidi generati da rette si dicono elicoidi rigati, quelli generati da cerchi si denominano elicoidi cerchiati. I primi si distinguono in retti ed obliqui a seconda che la generatrice sia normale od obliqua rispetto all' asse. Piano direttore è il piano al quale le generatrici di un elicoide retto rimangono parallele.



(a) Elicoide rigato retto chiuso

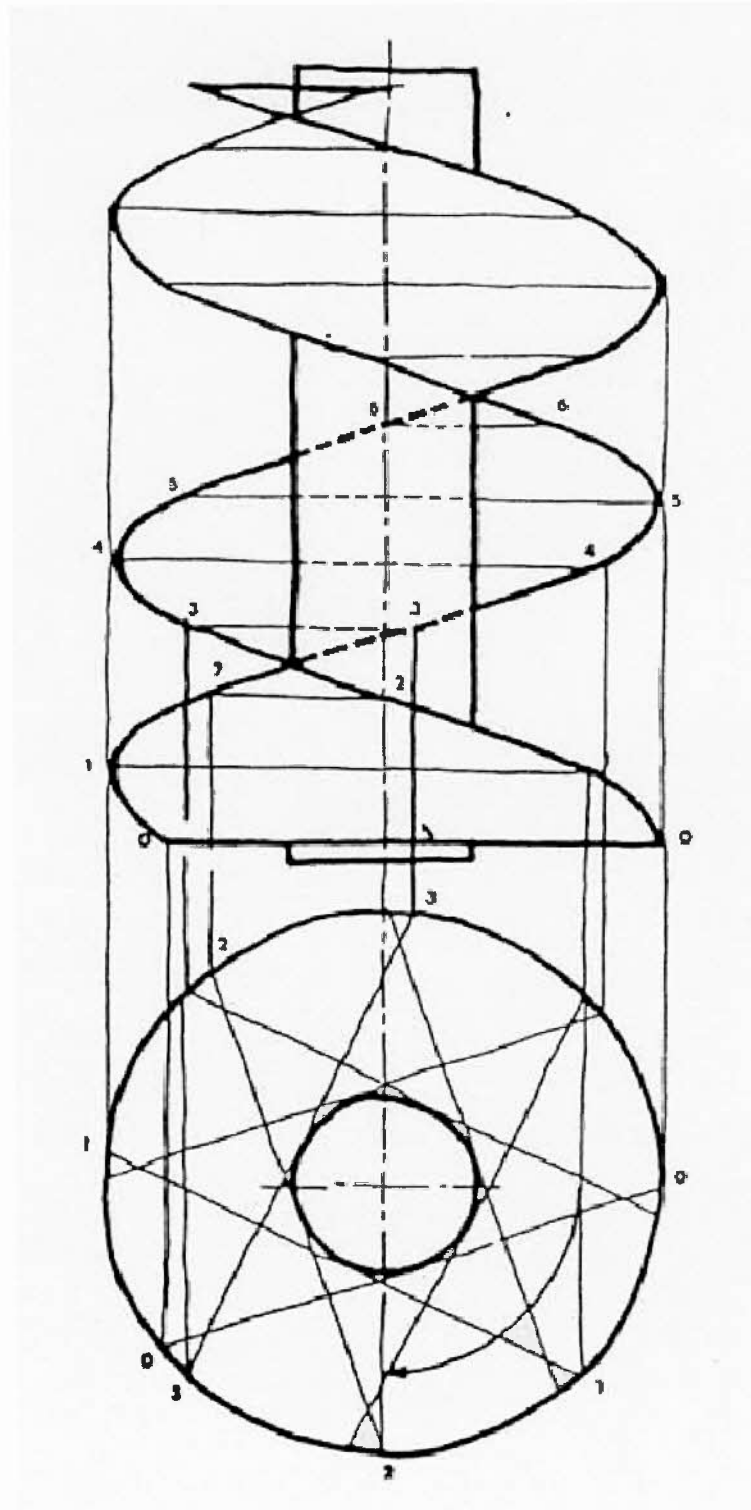
E' l' elicoide generato da una retta o da un segmento della stessa che sia perpendicolare ed incidente all' asse.

Nella figura la retta generatrice r è incidente all' asse a ed il segmento $0-0$ che le appartiene poggia con l' estremità interna su di un cilindro sul quale si svolge l' elica. Questo elicoide viene usato per esempio nella tecnica delle costruzioni edili per costruire le rampe delle autorimesse multipiano, nel qual caso la pendenza non deve superare il 20% ed il cilindro centrale può essere una struttura portante.

(b) Elicoide rigato cilindrico obliquo chiuso

E' la superficie descritta da una retta

incidente l' asse di un cilindro. Tale retta è obliqua rispetto allo stesso asse e si muove in modo che un suo punto segua un' elica cilindrica. Durante il moto la retta mantiene costante la propria inclinazione rispetto ad un piano ortogonale all' asse.



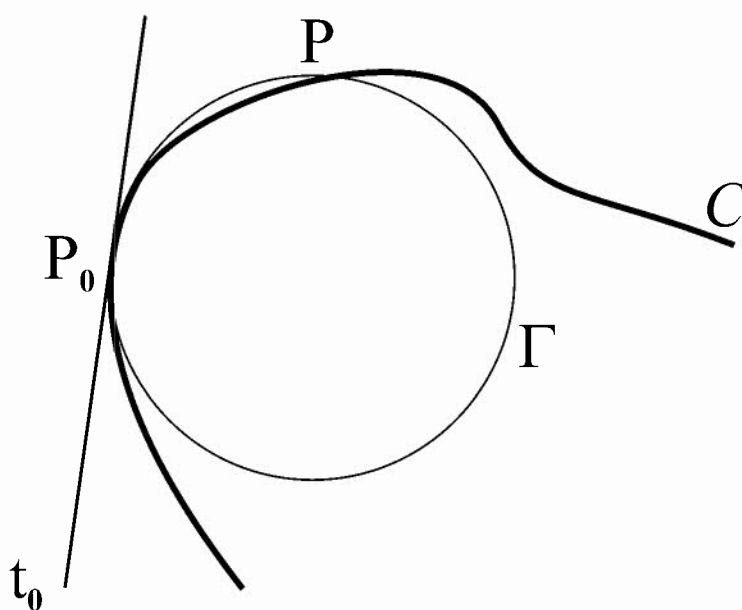
Elicoide rigato aperto

E' l' elicoide generato dal movimento di una retta perpendicolare all' asse ma non incidente l' asse stesso. Nella figura, essendo l' asse verticale, la superficie elicoidale può essere considerata come il luogo geometrico delle rette orizzontali che si appoggiano a due eliche cilindriche descritte dai due punti di estremità del segmento 0-0.

Sviluppo di superfici

Definizione di cerchio osculatore

Sia C una curva piana. Siano P e P_0 due punti distinti di C . Sia t_0 la tangente a C in P_0 . Sia Γ il cerchio passante per i punti P e P_0 . Γ sia anche tangente in P_0 a C . Al tendere di P a P_0 tale cerchio tende ad un cerchio limite denominato *cerchio osculatore* alla curva C in P_0 .



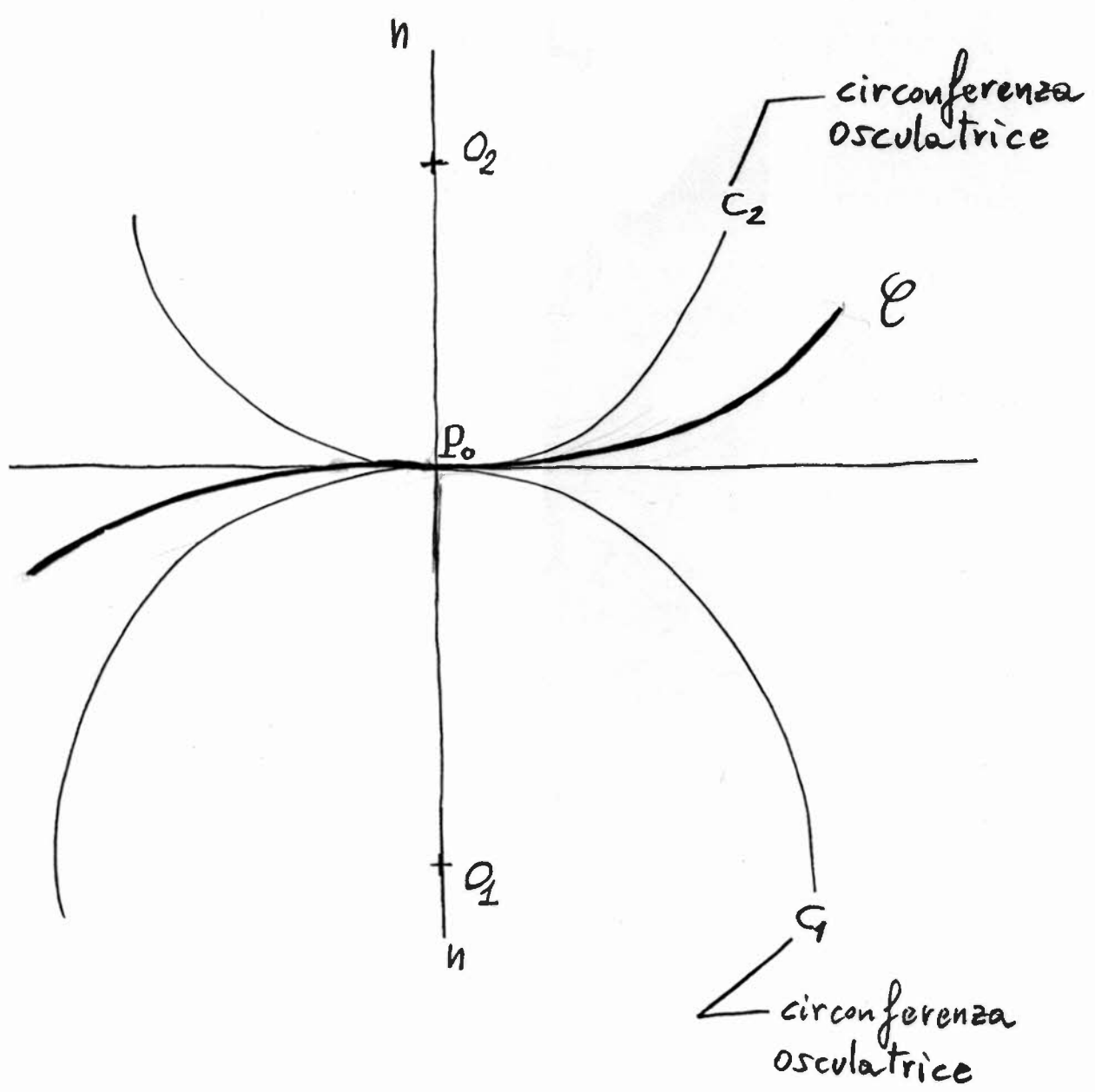
P tende a P_0 lungo C

DEFINIZIONE DI

RACCORDO

- Due linee sono raccordate in un dato punto quando hanno in quel punto la stessa normale
- Questa condizione si verifica solo quando le due linee sono complanari
- In caso contrario hanno in comune solo la tangente nel punto dato

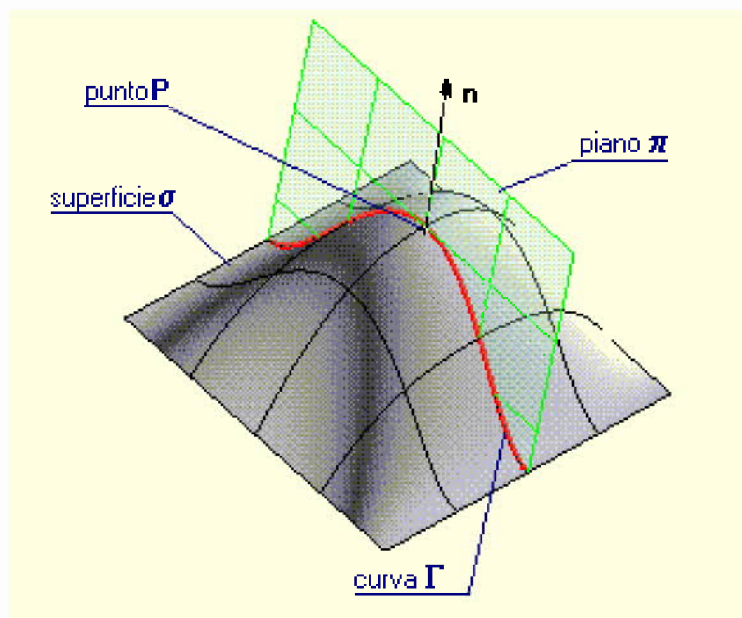
Normale e tangente nel raccordo

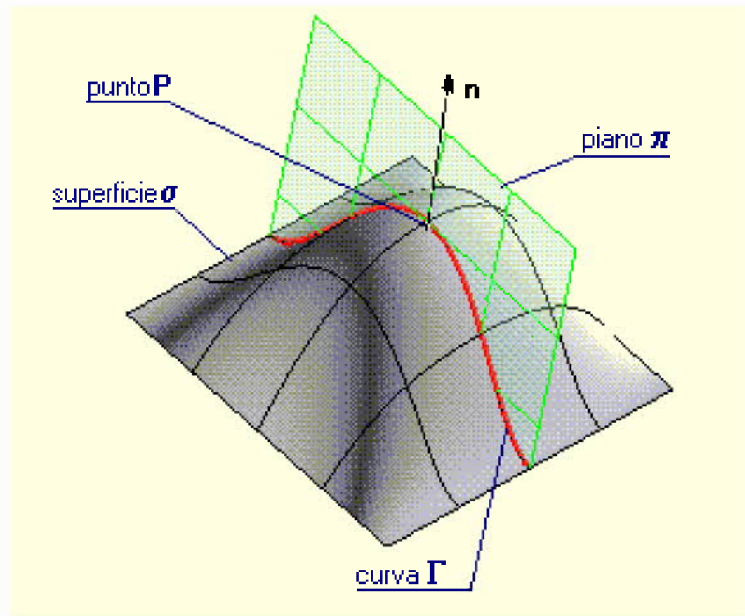


Definizione di curvatura di una superficie

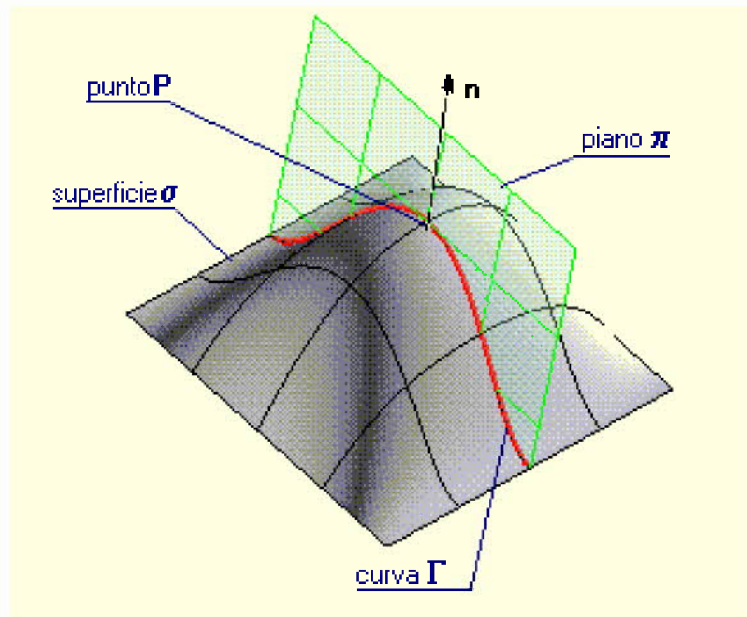
In ogni punto \mathbf{P} di una superficie σ , la curva Γ di intersezione tra σ ed un qualsiasi piano π che contiene la normale \mathbf{n} alla superficie in \mathbf{P} ha una determinata curvatura ρ ed un raggio di curvatura definito dall'equazione:

$$R = \frac{1}{\rho}$$





Naturalmente, per P passa un intero fascio di piani contenenti la normale n . Eulero ha però dimostrato che *esistono e sono uniche una direzione per la quale la curvatura è massima ed una direzione per la quale la curvatura è minima*. Le curvatures in tali direzioni sono dette *curvature principali*.



Se si indica con Θ l'angolo formato da un piano π passante per la normale n ed il piano π_2 corrispondente alla curvatura principale massima, detti rispettivamente R_2 il raggio di curvatura massima ed R_1 il raggio di curvatura minima, per il raggio di curvatura R nella direzione individuata dal piano π vale la seguente *formula di Eulero*:

$$\frac{1}{R} = \frac{\sin^2 \theta}{R_1} + \frac{\cos^2 \theta}{R_2}$$

Due combinazioni delle curvatures principali sono di particolare interesse: si tratta della semisomma delle due curvatures principali e del loro prodotto:

- la **curvatura media**:

$$H = \frac{1}{R_M} = \frac{2}{R_1 + R_2}$$

- la **curvatura Gaussiana** (o curvatura *totale*):

$$K = \frac{1}{R_G} = \frac{1}{R_1 \times R_2}$$

La curvatura gaussiana K relativamente ad un punto P è tale che:

- Quando $K < 0$
la curvatura massima e quella minima hanno segno opposto; la superficie, nelle vicinanze di P , attraversa il piano tangente assumendo *la forma di una sella* (esempio: iperboloide ad una falda)
- Quando $K = 0$
una delle due curvatures è nulla, per cui la curvatura ha sempre il medesimo segno dell'altra curvatura principale; ne segue che, nelle vicinanze di P , la superficie giace sempre dalla stessa parte del piano tangente (esempio: cono, cilindro)
- Quando $K > 0$
la curvatura massima e quella minima hanno quindi lo stesso segno: nelle vicinanze di P la superficie giace ancora tutta dalla stessa parte del piano tangente (esempio: ellissoide)

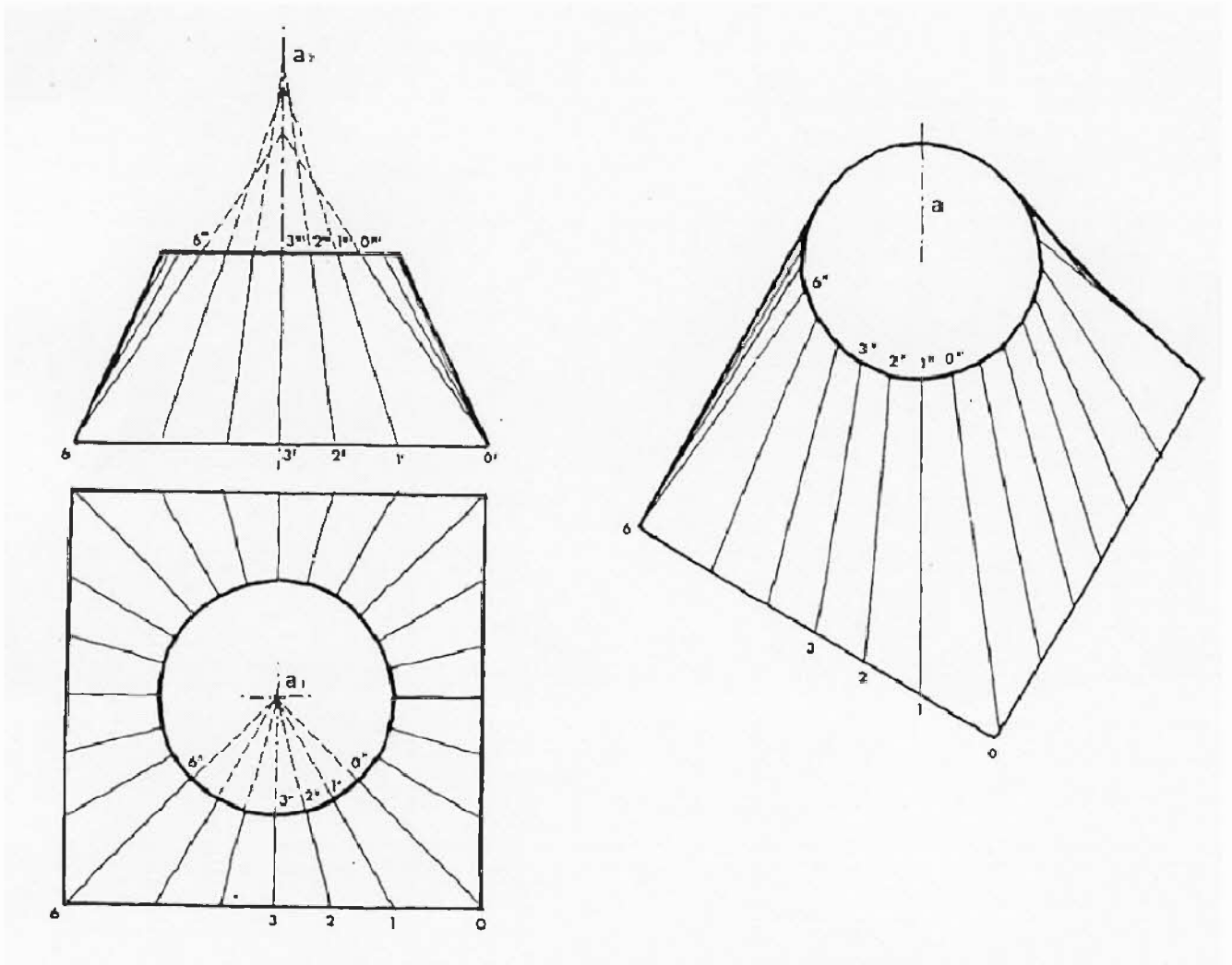
SUPERFICI RIGATE

Si definisce rigata ogni superficie generata dal moto continuo di una retta nello spazio. La retta si dice generatrice della superficie ed ogni linea che incontri la generatrice in un solo punto è detta direttrice della rigata.

Le rigate, la cui varietà può considerarsi infinita, si distinguono in rigate sviluppabili e non sviluppabili. Una rigata è sviluppabile quando, con una deformazione senza estensioni né lacerazioni, può essere distesa o sviluppata su di un piano. In questo caso un piano tangente alla superficie (sviluppabile) non varia mentre il suo punto di contatto descrive una generatrice. Per contro, una rigata è non sviluppabile (o sghemba) quando non si può distendere su di un piano. Per tale rigata il piano tangente di cui si è detto è variabile nel passare da un punto all'altro di una stessa generatrice.

Le superfici rigate vengono anche suddivise secondo una classificazione che le considera generate da retta che si muove guidata (o controllata) da tre linee direttrici.

SUPERFICI RIGATE



Raccordo tra cerchio e quadrato

SVILUPPO DI SUPERFICI CON IL METODO DEI TRIANGOLI APPROSSIMANTI

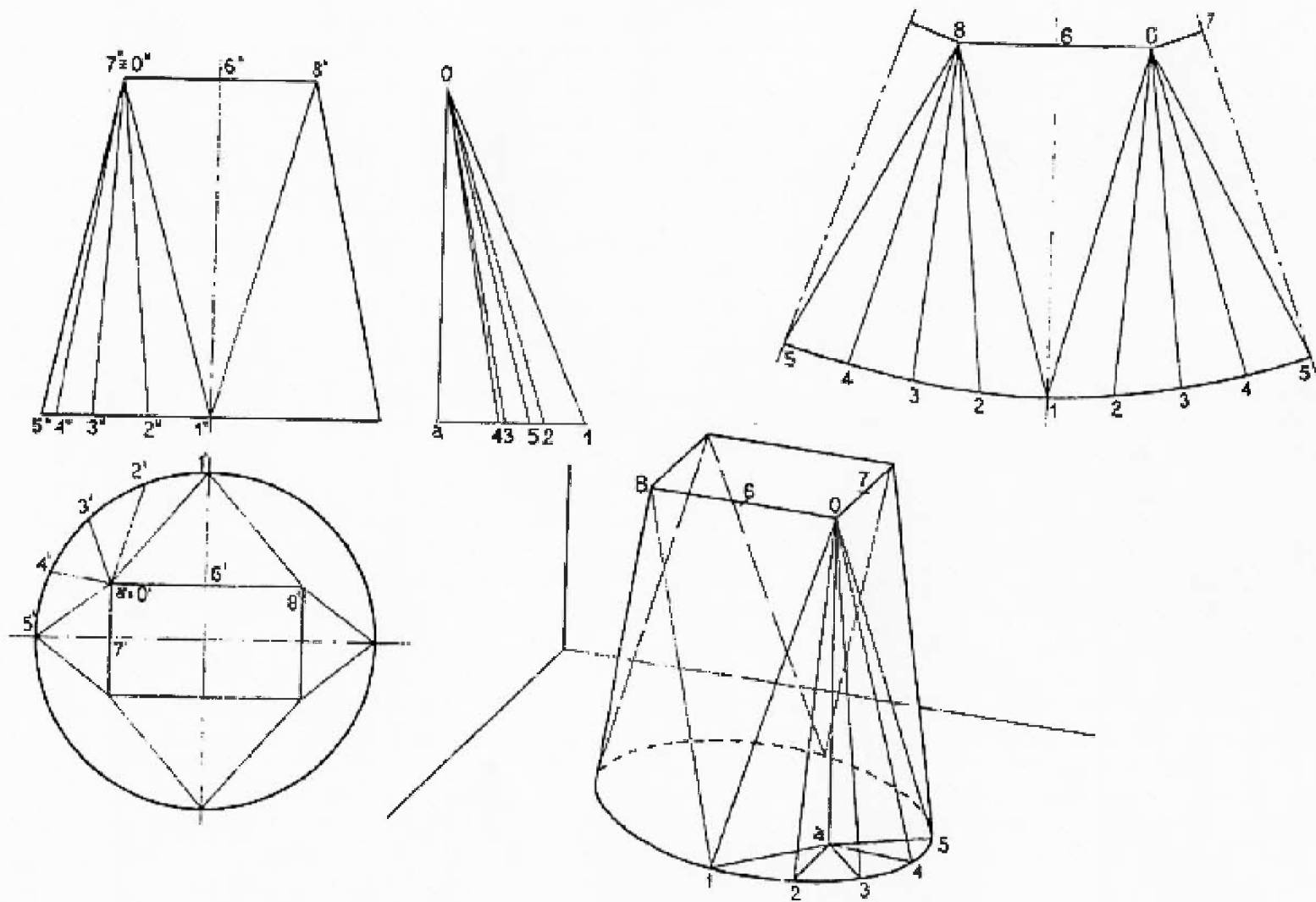
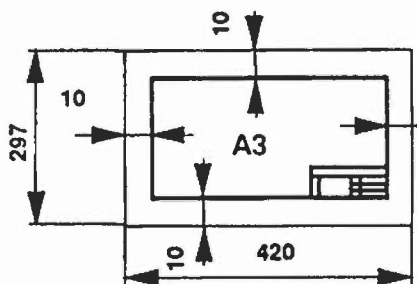


TAVOLA N.1: SVILUPPO CON METODO DEI TRIANGOLI APPROSSIMANTI



squadatura

spessore minimo squadatura

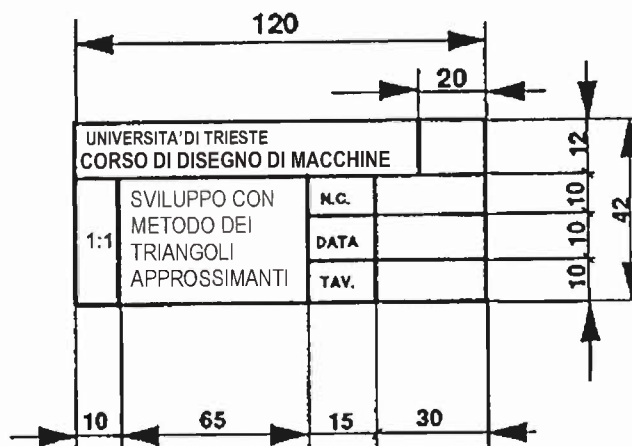
e cartiglio: 0.5 mm

linea sottile continua: vedi normativa UNI

linea grossa continua: vedi normativa UNI

altezza caratteri cartiglio: 5 e 3.5 mm

rapporto tra spessori linee sottile e grossa:



cartiglio



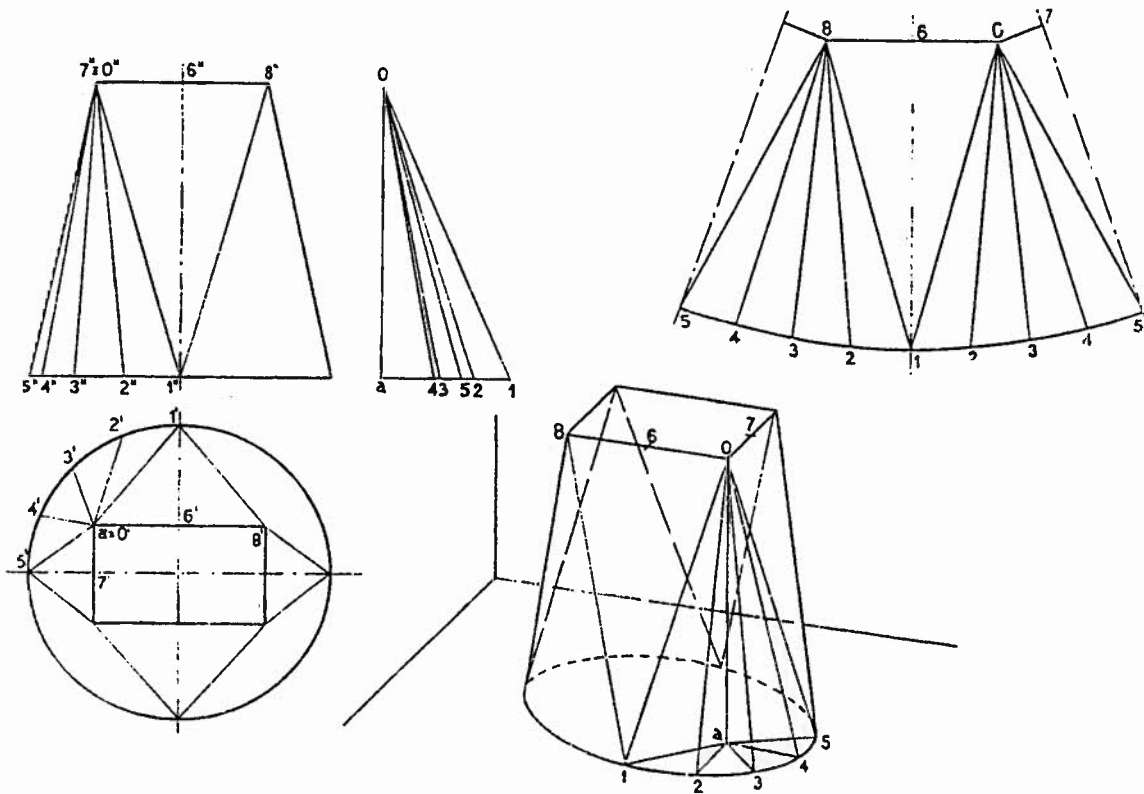
almeno 1:2

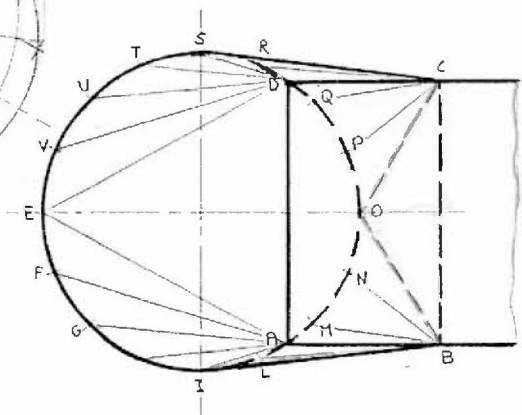
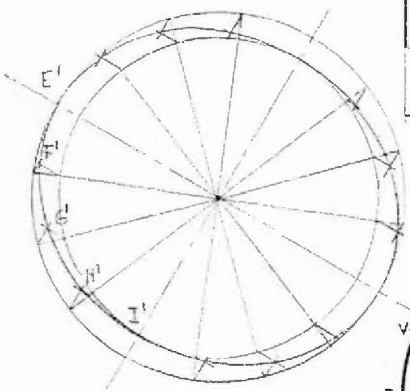
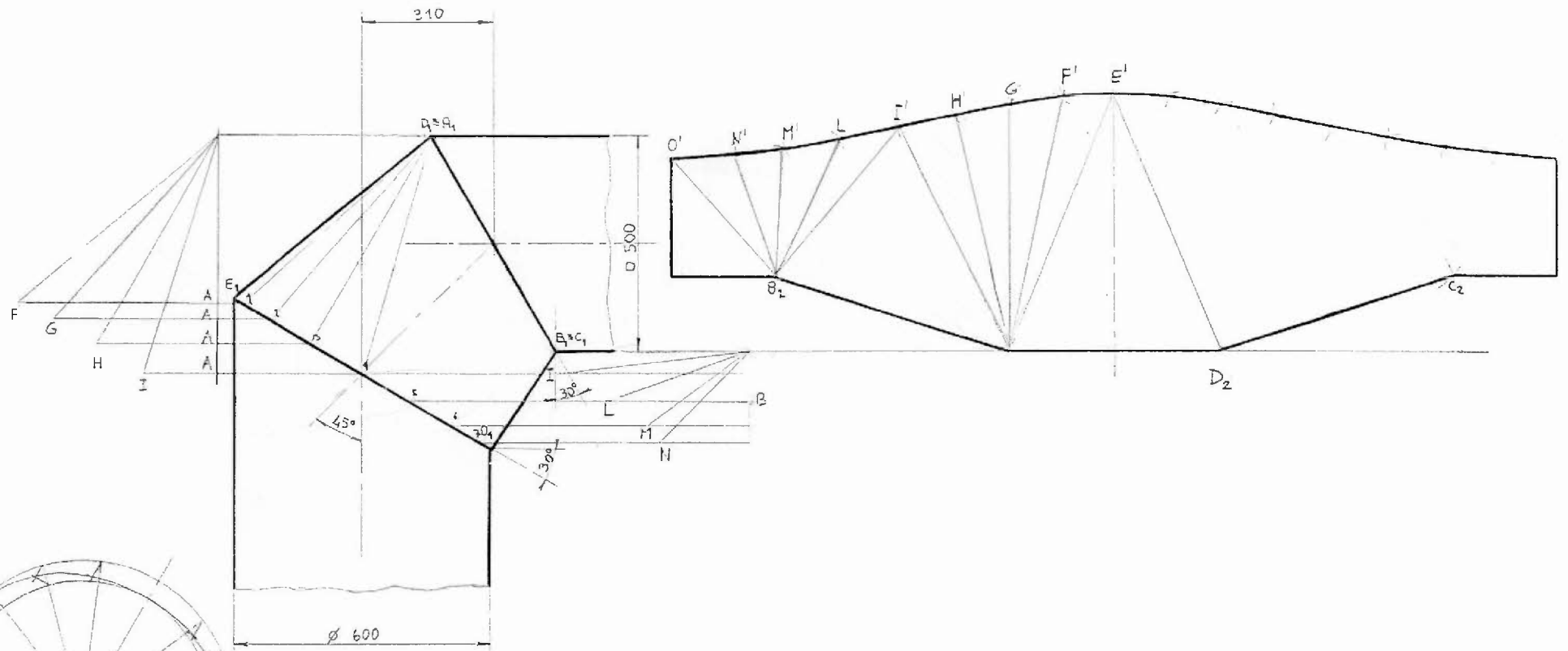


Si consideri l' esempio illustrato nella figura allegata riguardante lo sviluppo della superficie tronco-conica di raccordo tra una sezione circolare (base maggiore) ed una rettangolare (base minore), da realizzare in lamiera. Con riferimento all' assonometria che compare in figura, si nota che il perimetro di base è stato diviso in sedici parti (per semplicità uguali) dai punti 1, 2, 3, Si osserva che la costruzione è limitata, per chiarezza, ad un settore di 90° . Se ora consideriamo i segmenti ottenuti collegando ciascun punto citato con il vertice del rettangolo di base, come indicato nell' assonometria (01, 02, 03, ...), la superficie risulta divisa da tali segmenti in venti parti, delle quali quattro sono proprio triangoli piani e sedici risultano approssimabili a triangoli piani (012, 023, ...) assimilando gli archi alle rispettive corde.

Per tracciare lo sviluppo della superficie così ottenuta è necessario conoscere le vere lunghezze dei lati dei vari triangoli che la costituiscono. Sempre con riferimento alla proiezione assonometrica, indicato con a il piede della perpendicolare alla base maggiore, passante per il vertice O , si considerino i triangoli rettangoli $a01$, $a02$, Le ipotenuse di questi triangoli non sono altro che i lati dei triangoli approssimanti dei quali sono ricercate le vere lunghezze. In pratica sarà quindi sufficiente avere a disposizione due proiezioni ortogonali dalle quali si rileveranno i cateti (in vera grandezza) determinando così le corrispettive ipotenuse.

Nel caso dell' esempio, poichè tutti i triangoli rettangoli presentano uno dei cateti di lunghezza pari all' altezza del raccordo tronco-conico, accanto ad una delle proiezioni ortogonali (il prospetto, seconda proiezione) sono stati disegnati, sovrapposti, tutti i triangoli rettangoli ($0a1$, $0a2$, ...) avendo rilevato la vera lunghezza del secondo cateto dalla pianta ($a'1'$, $a'2'$, ...). Da tale figura si possono pertanto rilevare i lati maggiori dei triangoli approssimanti, i cui lati minori sono assunti uguali alle corde, sempre dalla pianta ($1'2'$, $2'3'$, ...). Disegnando ordinatamente i triangoli approssimanti uno di seguito all' altro, si ottiene lo sviluppo cercato. In figura tale sviluppo è limitato a mezza superficie del raccordo tronco-conico.





DISEGNO DI MACCHINE

Normativa

Fogli, tipi di linea e uso

IL DISEGNO TECNICO

- Documenta lo stato della conoscenza aziendale e la storia del prodotto (knowledge management)
- Supporta la distribuzione delle informazioni necessarie lungo tutto il ciclo di vita del prodotto
- Permette di definire processi e attività di verifica, validazione, misurazione e prova, specifiche per il prodotto (ISO 9000)
- Consente attività di progettazione distribuita (outsourcing nella progettazione e con i fornitori)
-

Principali norme per il disegno tecnico

ARGOMENTO	NORMA
Principi generali	
Termini relativi ai disegni tecnici: generalità e tipi di disegno	UNI ISO 10209-1
Termini relativi ai metodi di proiezione	UNI ISO 10209-2
Formati e disposizione degli elementi grafici dei fogli da disegno	UNI EN ISO 5457
Piegatura dei fogli	UNI 938
Convenzioni di base delle linee	UNI EN ISO 128-20
Linee utilizzate nei disegni di meccanica e di ingegneria industriale	UNI EN ISO 128-24
Scale	UNI EN ISO 5455
Aree dei dati nei riquadri delle iscrizioni	UNI EN ISO 7200
Scrittura	UNI EN ISO 3098-0/5
Rappresentazione	
Metodi di proiezione	UNI EN ISO 5456-1/4
Convenzioni fondamentali per le viste	UNI ISO 128-30
Viste nei disegni di meccanica ed ingegneria industriale	UNI ISO 128-34
Convenzioni fondamentali per tagli e sezioni	UNI ISO 128-40
Sezioni nei disegni di ingegneria meccanica e industriale	UNI ISO 128-44
Convenzioni generali di rappresentazione delle superfici in sezioni e tagli	UNI ISO 128-50
Quotatura	
Quotatura e indicazione delle tolleranze	UNI ISO 129-1

Elementi preliminari

- Tipi di disegno
- Il foglio
- Le linee
- I testi
- Le scale dimensionali
- Il riquadro delle iscrizioni

Tipi di disegno tecnico

La norma UNI ISO 10209-1 stabilisce e definisce i termini usati nella documentazione tecnica di prodotto relativa ai disegni tecnici in tutti i campi di applicazione.

In particolare definisce 22 tipi diversi di disegno. A titolo di esempio ecco i principali:

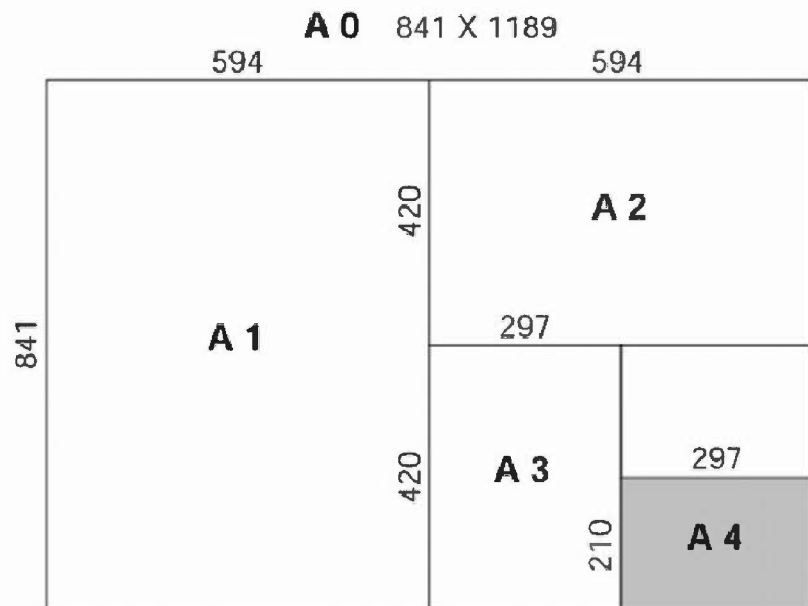
- Disegno di insieme
- Disegno di componente
- Disegno di dettaglio
- Disegno di produzione
-

Il foglio (UNI EN ISO 5457)

I disegni devono essere eseguiti sul minore formato che consenta la **chiarezza**, la **nitidezza** e l'**economia** necessari.

I formati rifilati vengono contrassegnati con la lettera A (serie ISO-A).

Il formato di riferimento è l'A0 di area circa 1m²



$$\text{Base} = \sqrt{2} * \text{Altezza}$$

$$\begin{aligned} \text{per il foglio A0} & \quad 841 \times 1189 \\ 1189 & = 841 * \sqrt{2} \end{aligned}$$

$$A1 = A0/2 \quad 594 \times 841$$

$$A2 = A1/2 \quad 420 \times 594$$

$$A3 = A2/2 \quad 297 \times 420$$

$$A4 = A3/2 \quad 210 \times 297$$

$$A_n = A0/2^n \quad (\text{area})$$

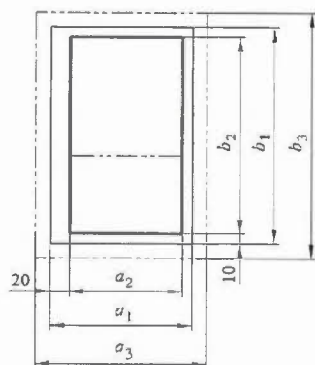
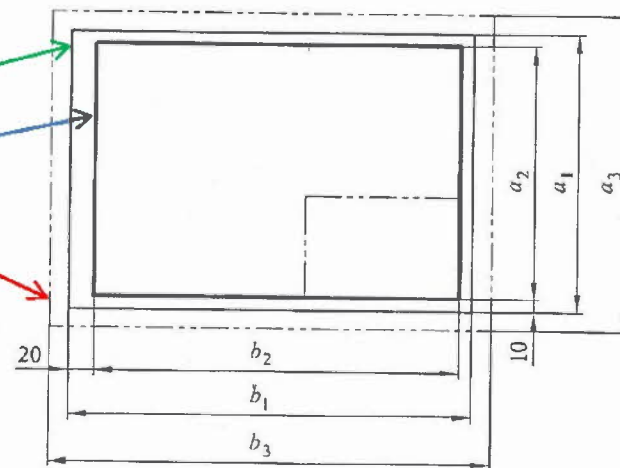
Il foglio (UNI EN ISO 5457)

Formati dei fogli rifilati e non rifilati e zona per l'esecuzione del disegno

Dimensioni in millimetri

Designazione	Figura	Foglio rifilato (T)		Zona del disegno		Foglio non rifilato (U)	
		a_1 1)	b_1 1)	a_2 $\pm 0,5$	b_2 $\pm 0,5$	a_3 ± 2	b_3 ± 2
A0	1	841	1 189	821	1 159	880	1 230
A1	1	594	841	574	811	625	880
A2	1	420	594	400	564	450	625
A3	1	297	420	277	390	330	450
A4	1 e 2	210	297	180	277	240	330

Nota Per i formati >A0, vedere ISO 216.
1) Per le tolleranze, vedere ISO 216.

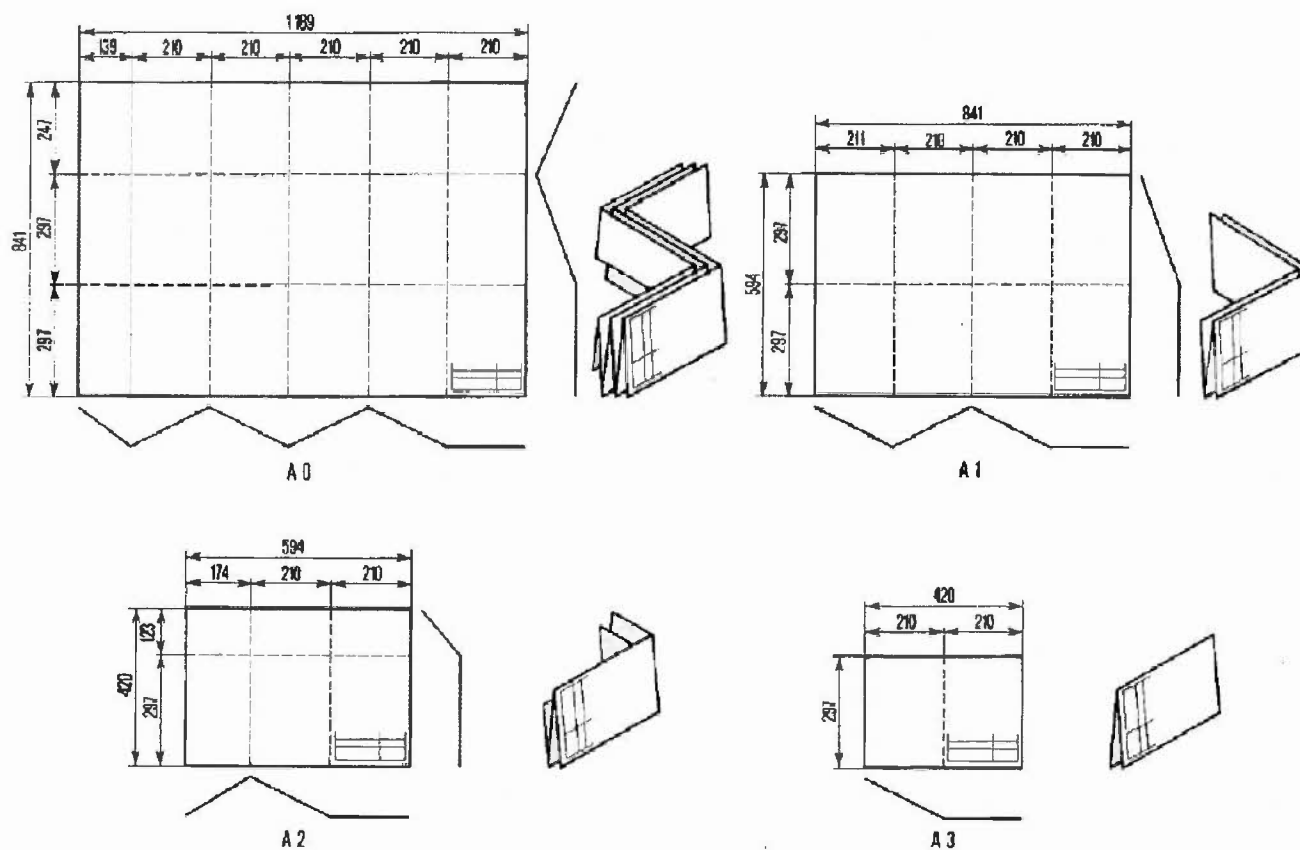


Per i formati da A0 a A3 sono consentiti solamente i fogli posizionati orizzontalmente.



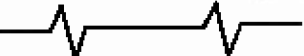






Per il formato A4 è consentito posizionare il foglio sia verticalmente che orizzontalmente.

Piegatura (UNI 938)

Si riducono i vari formati alla dimensione di un A4



Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-20)

N°	Tipo di linea	Applicazioni	
01.1	Linea continua fine 	.1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 .10 .11 .12 .13 .14 .15 .16 .17	Intersezioni fittizie Linee di misura Linee di riferimento Linee di richiamo Tratteggi contorni di sezioni ribaltate Assi brevi Fondi di filettature Origine di estremità di linee di misura Diagonali indicanti superfici piane Individuazione di spigoli fittizi Identificazione di dettagli Identificazione di dettagli ripetitivi Linee di definizione di elementi conici Collocazione di lamierini sottili Linee di proiezione Linee di griglia
	Linea continua fine irregolare 	.18	Limiti tracciati a mano di viste o sezioni interrotte che non siano assi di simmetria
	Linea continua fine a zig-zag 	.19	Limiti tracciati con sistemi assistiti dall'elaboratore di viste o sezioni interrotte che non siano assi di simmetria
01.2	Linea continua grossa 	.1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8	Spigoli in vista Contorni in vista Creste di filettatura Termine della filettatura a filetti completi Rappresentazione in diagrammi e schemi Schemi di strutture di carpenteria metallica Tracce in vista generate dalla separazione degli stampi Freccie indicative di tagli di sezioni
02.1	Linea a tratti fine 	.1 .2	Spigoli nascosti Contorni nascosti
02.2	Linea a tratti grossa 	.1	Indicazione di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio: trattamento termico
04.1	Linea mista fine a punto e tratto lungo 	.1 .2 .3 .4	Assi di simmetria Tracce di piani di simmetria Circonferenze primitive di ingranaggi Circonferenze su cui si trovano assi di fori
04.2	Linea mista grossa a punto e tratto lungo 	.1 .2	Porzioni di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio: trattamento termico Posizione di taglio e di sezione
05.1	Linea mista fine a due punti e tratto lungo 	.1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8	Contorni di pezzi adiacenti Posizioni estreme di parti mobili Contorni prima delle lavorazioni (sovrametallo) Parti situate anteriormente al piano di sezione Contorni di possibili esecuzioni alternative Contorni di parti finite sovrapposte al disegno dei grezzi Riquadri indicativi di zone particolari Zone di tolleranze proiettate

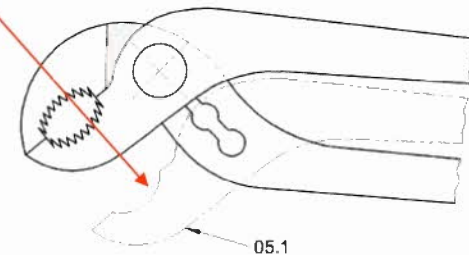
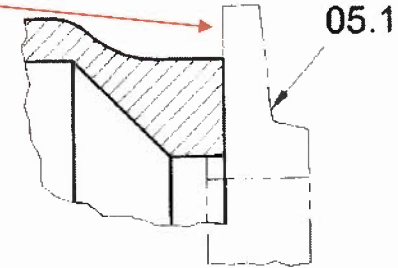
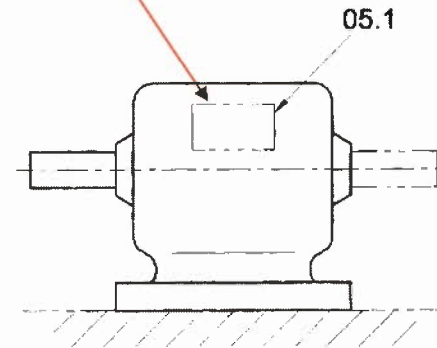
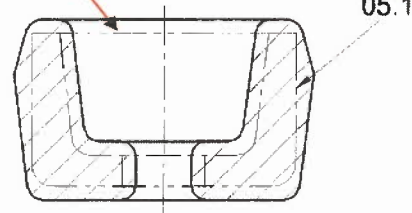
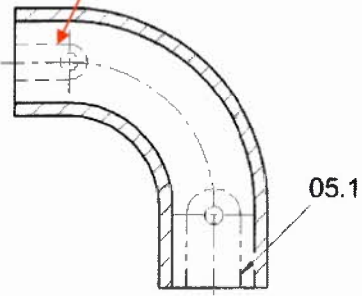
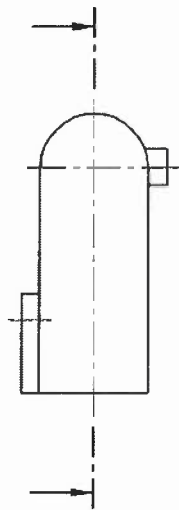
Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee – applicazioni

05.1

Linea mista fine a due punti e tratto lungo

(già linea tipo **K**
secondo UNI
3968:86)

- .1 contorni di pezzi adiacenti
- .2 posizioni estreme di parti mobili
- .3 assi o luoghi baricentrici
- .4 contorni prima delle lavorazioni (sovrametallo)
- .5 parti situate anteriormente al piano di sezione
- .6 contorni di possibili esecuzioni alternative
- .7 contorni di parti finite sovrapposte al disegno dei grezzi
- .8 riquadri indicativi di zone particolari
- .9 zona di tolleranza proiettata



Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee – applicazioni

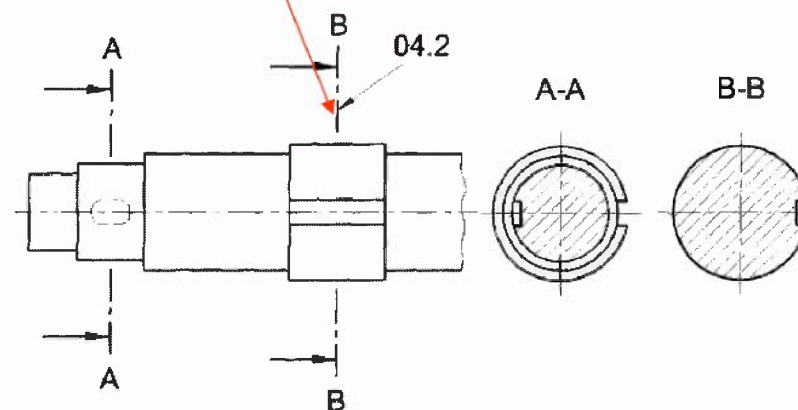
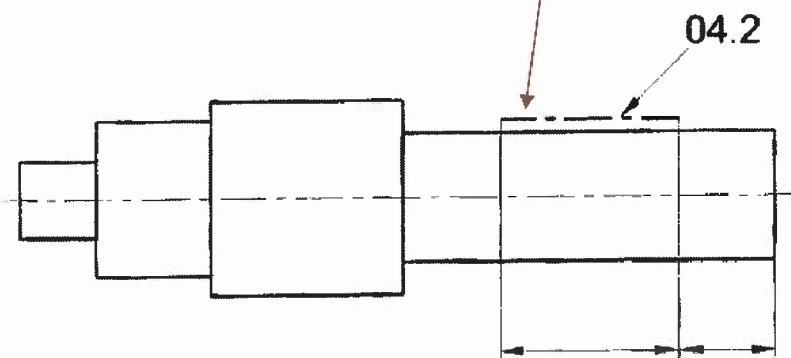
04.2 | Linea mista grossa a punto e tratto lungo



.1 | indicazioni di porzioni di superfici soggette a trattamento, per esempio trattamento termico

.2 | posizione piani di taglio e di sezione

(già linea tipo J secondo UNI 3968:86)



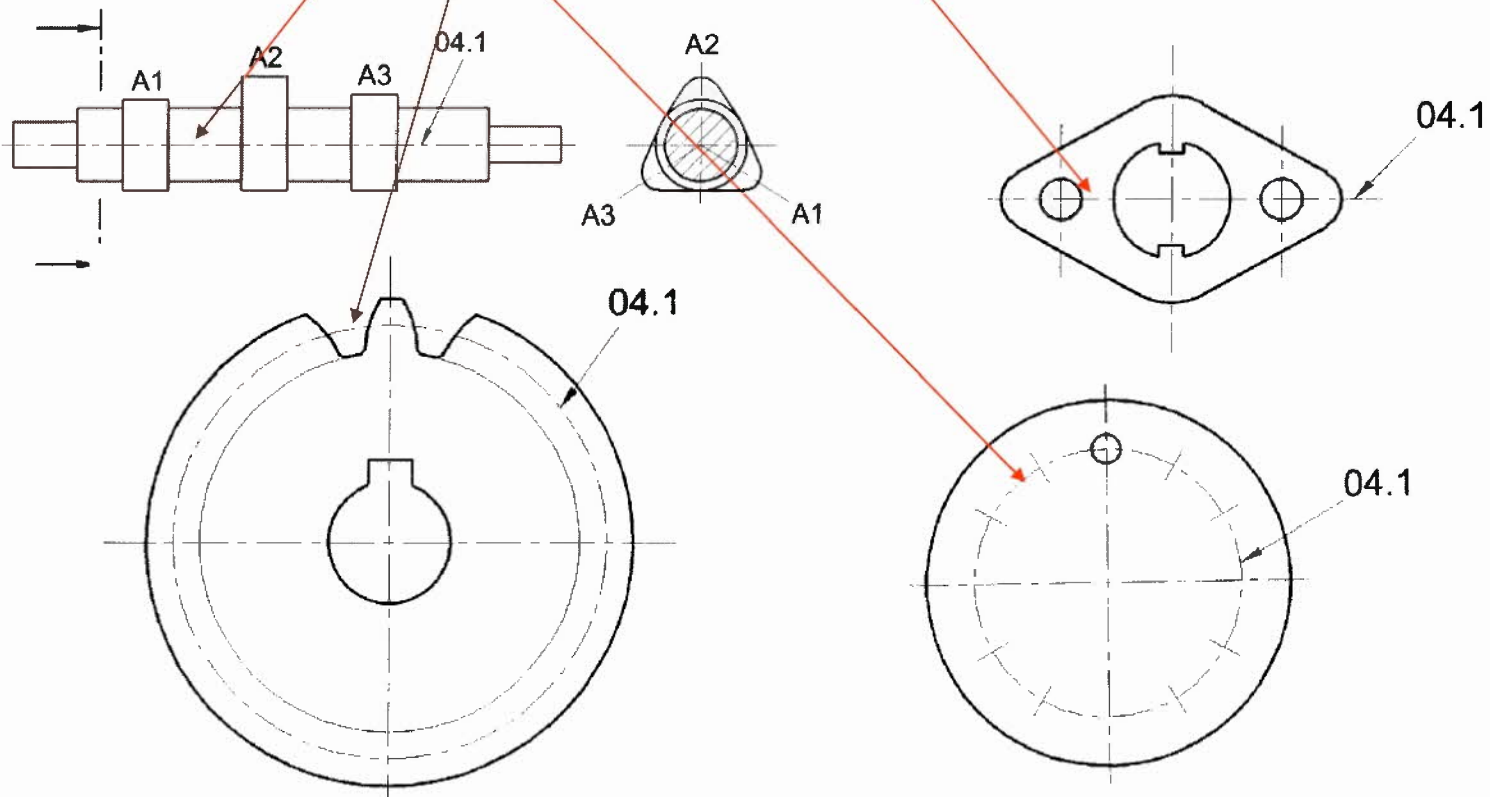
Fino ad oggi si utilizzava linea mista sottile con estremità grosse

Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee – applicazioni

04.1 Linea mista fine a punto e tratto lungo

- .1 assi di simmetria
- .2 tracce di piani di simmetria
- .3 circonferenze primitive di ingranaggi
- .4 circonferenze su cui si trovano assi di fori

(già linea tipo **G**
secondo UNI
3968:86)



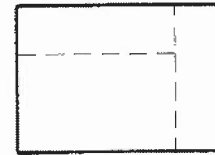
Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee – applicazioni

02.1 | Linea a tratti fine

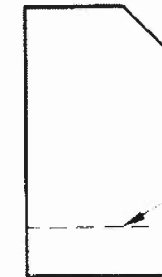
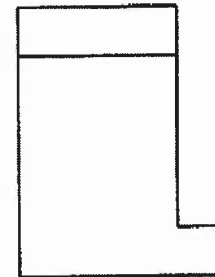


(già linea tipo **F**
secondo UNI
3968:86)

- .1 spigoli nascosti
- .2 contorni nascosti



*Secondo la normativa precedente
spigoli e contorni nascosti si
tracciavano con linea a tratti grossa
(o meno di frequente sottile)*



02.1

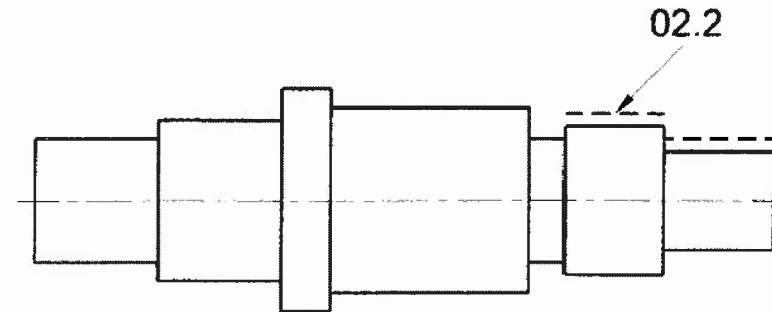
02.2 | Linea a tratti grossa



(già linea tipo **E**
secondo UNI
3968:86)

- .1 indicazione di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio trattamento termico

*Secondo la normativa precedente si
utilizzava linea mista grossa*



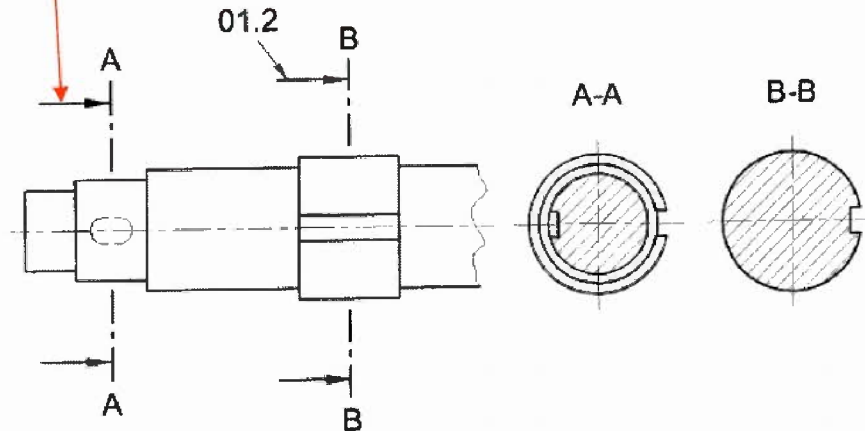
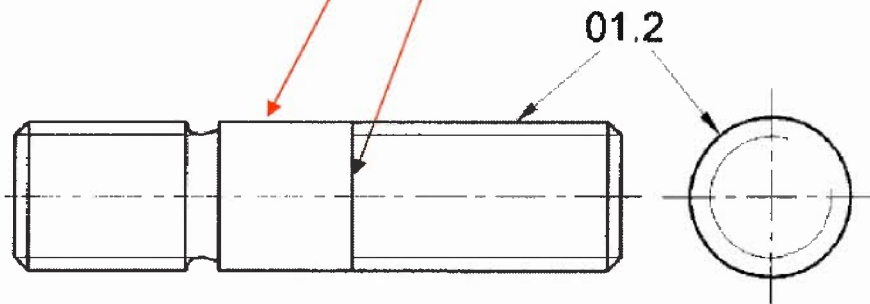
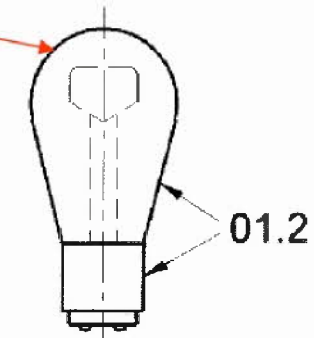
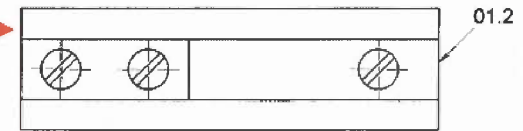
02.2

Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee – applicazioni



01.2 Linea continua grossa

(già linea tipo A secondo UNI 3968:86)

- .1 spigoli in vista
- .2 contorni in vista
- .3 creste di filettature
- .4 termine della filettatura a filetto completo
- .5 rappresentazioni principali in diagrammi e schemi
- .6 schemi di strutture di carpenteria metallica
- .7 tracce in vista generate dalla separazione degli stampi
- .8 frecce indicatrici di tagli e di sezioni

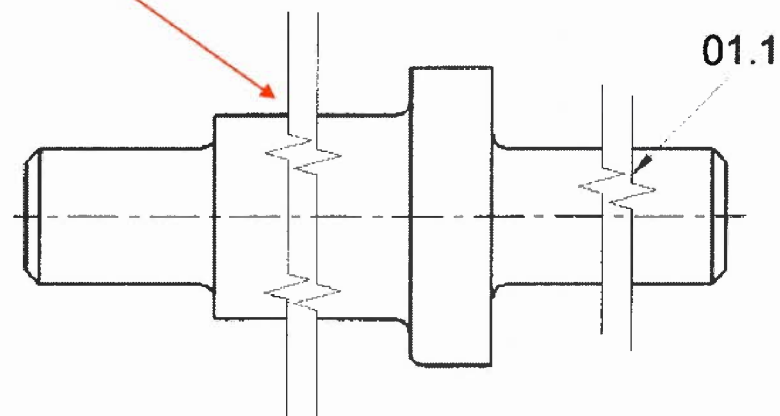
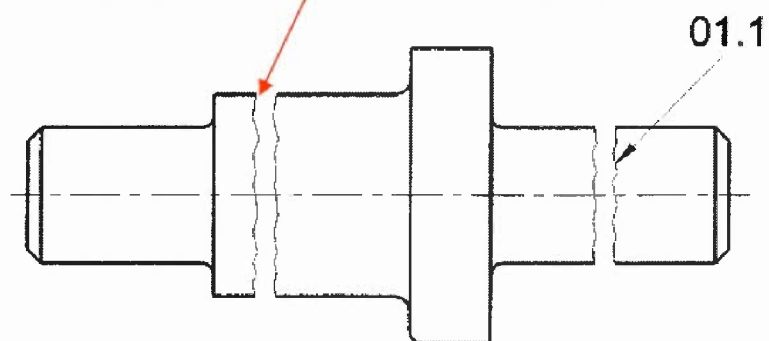


Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee – applicazioni

Linea continua fine irregolare 	.18 limiti, preferibilmente tracciati a mano libera, di viste e sezioni parziali o interrotte, quando non siano assi o tracce di piani di simmetria ^{a)}
Linea continua fine con zig-zag 	.19 limiti, tracciati con sistemi assistiti dall'elaboratore, di viste e sezioni parziali o interrotte, quando non siano assi o tracce di piani di simmetria ^{a)}

(già linea tipo **C**
secondo UNI
3968:86)

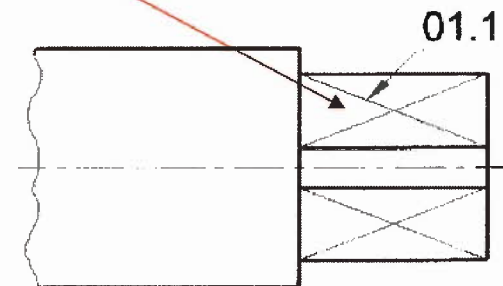
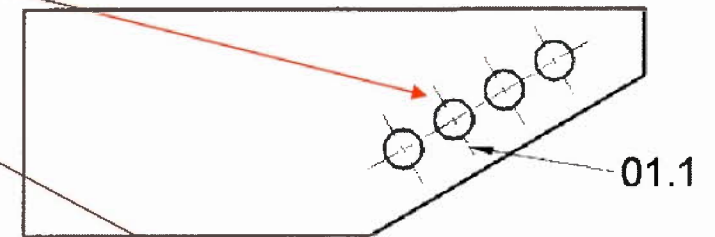
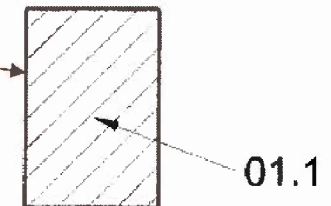
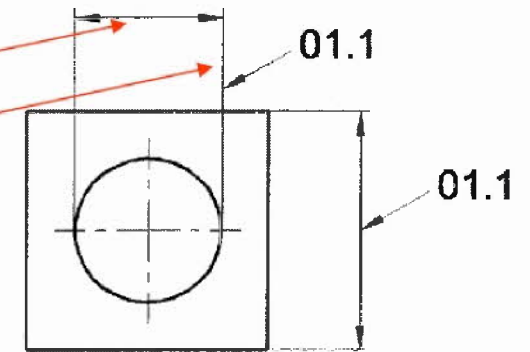
(già linea tipo **D**
secondo UNI
3968:86)



Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee – applicazioni

Applicazioni dei tipi di linea secondo UNI ISO 128-24:06

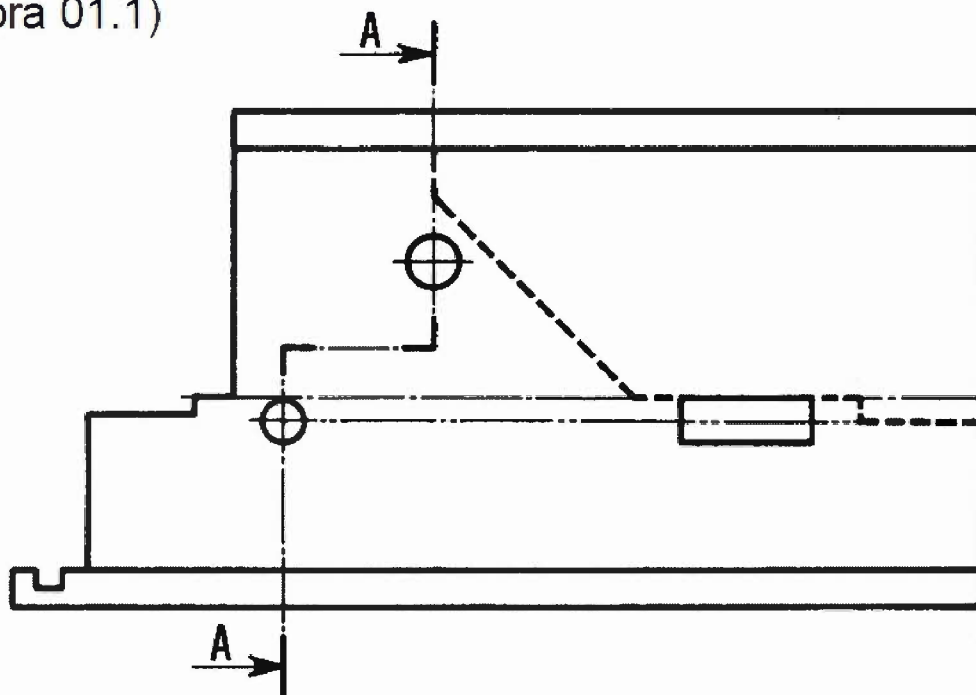
01.1	Linea continua fine (già linea tipo B secondo UNI 3968:86)	<ul style="list-style-type: none"> .1 intersezioni fittizie .2 linee di misura .3 linee di riferimento .4 linee di richiamo e linee di riferimento .5 tratteggi .6 contorni di sezioni ribaltate .7 assi brevi .8 fondi di filettature .9 origine ed estremità di linee di misura .10 diagonali indicanti superfici piane .11 linee di indicazione di spigoli fittizi e linee di piegatura .12 identificazione di dettagli .13 identificazione di dettagli ripetitivi .14 linee di definizione di elementi conici .15 collocazione di lamierini sottili .16 linee di proiezione .17 linee di griglia
------	--	---



Norme generali sul Disegno Tecnico: tipi di linee

Ordine di priorità tra le linee (secondo UNI 3968:86):

- contorni e spigoli in vista (linee tipo A, ora 01.2)
- contorni e spigoli nascosti (linee tipo E e F, ora 02.1)
- tracce dei piani di sezione (linee tipo H, ora 04.2)
- assi di simmetria (linee tipo G, ora 04.1)
- linee per applicazioni particolari (linee tipo K, ora 05.1)
- linee di riferimento (linee tipo B, ora 01.1)



Groschezza delle linee (UNI EN ISO 128-20)

La groschezza deve essere scelta nella seguente gamma (mm):

0.13; 0.18; 0.25; 0.35; 0.50; 0.70; 1.00; 1.40; 2.00

La gamma si basa sul rapporto costante:

$$1/\sqrt{2}$$

Il rapporto delle grossezze delle linee extra-grosse, grosse e fine è:

4:2:1

Nei disegni di meccanica si utilizzano due grossezze delle linee

La groschezza deve essere costante per tutta la lunghezza della linea.

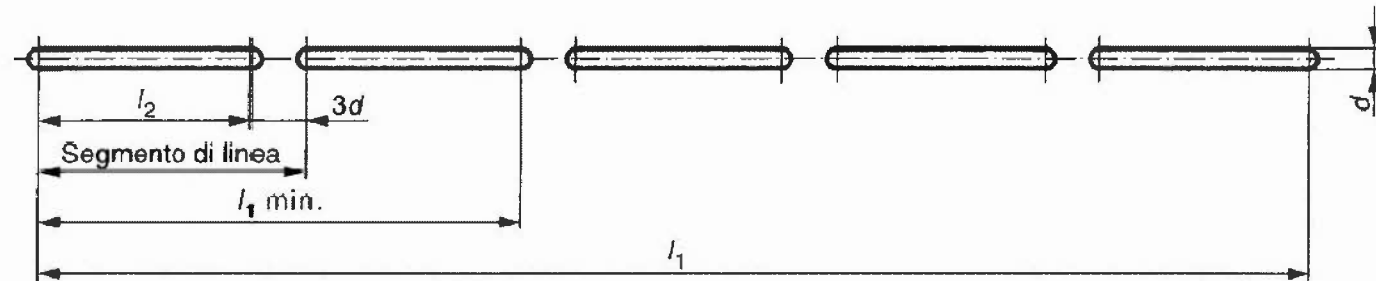
Esempio: designazione di una linea tipo 05, groschezza 0.13 colore bianco:

Linea ISO 128-20 – 05x0.13 / bianca

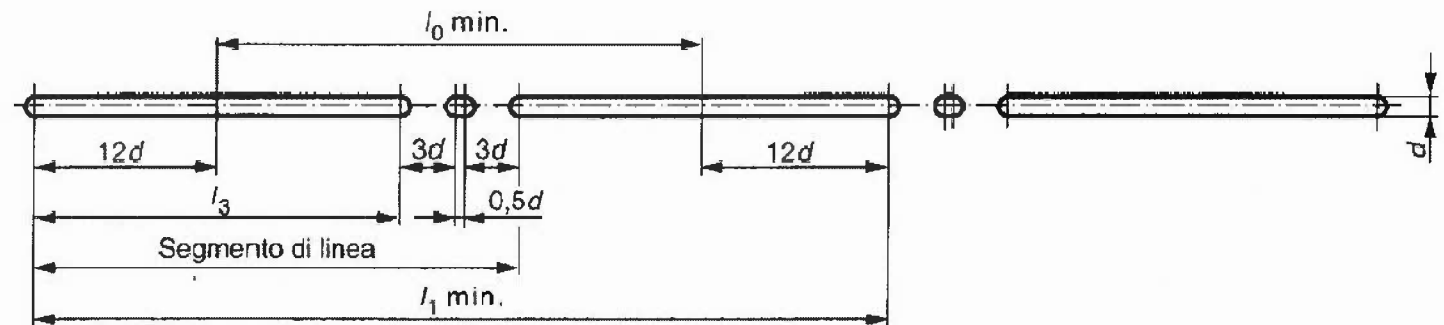
Grossezza delle linee (UNI EN ISO 128-21)

Configurazione dei principali tipi di linea

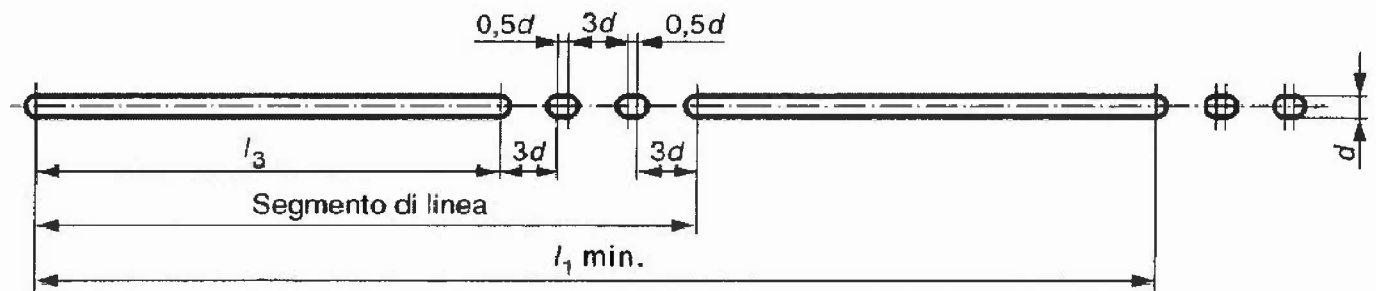
Linea tipo 02



Linea tipo 04



Linea tipo 05



La scrittura sui disegni (UNI EN ISO 3098)

Le caratteristiche principali richieste alla scrittura sono:

1. Leggibilità
2. Compatibilità con i procedimenti di riproduzione
3. Compatibilità con i sistemi di disegno computerizzato

Gamma delle dimensioni nominali (mm):

1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20

modulate da una ragione $\sqrt{2}$ (vedi progressione geometrica dei formati carta)

Groschezza dei tratti:

- Conforme alla ISO 128-20 (Convenzioni di base delle linee)
- Lettere maiuscole e minuscole hanno la stessa groschezza di tratto

Norme generali sul Disegno Tecnico

Scritture sui disegni (UNI EN ISO 3098-0/5:2000; UNI EN ISO 3098-2:2001):

Requisiti:

- leggibilità
- compatibilità con i procedimenti di riproduzione
- compatibilità con i sistemi di disegno computerizzati

Dimensioni nominali dei caratteri (mm):

1.8 2.5 3.5 5 7 10 14 20 => ragione $\sqrt{2}$

Groszezza dei tratti:

- compatibile con ISO 128-20
- uguale per lettere maiuscole e minuscole

Tipi di scrittura: Tipo A (tratto più sottile = 1/14 altezza)
 Tipo B (tratto più spesso = 1/10 altezza)

Norme generali sul Disegno Tecnico: scritture sui disegni

Dimensione nominale:
 altezza (h) delle lettere maiuscole



Esempio: scrittura tipo A

Dimensioni in mm

Caratteristica	Rapporto in funzione di h	Dimensioni								
		1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Altezza di scrittura	h	$(14/14)h$								
Altezza della lettera minuscola (altezza della lettera x)	c_1	$(10/14)h$	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Coda della lettera minuscola	c_2	$(4/14)h$	0,52	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6
Rialzo (ramo asta) della lettera minuscola	c_3	$(4/14)h$	0,52	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6
Zona interessata dai segni diacritici (lettera maiuscola)	f	$(5/14)h$	0,65	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7
Spazio fra i caratteri	a	$(2/14)h$	0,26	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Spazio minimo fra le linee di base della scrittura ¹⁾	b_1	$(25/14)h$	3,25	4,5	6,25	8,75	12,5	17,5	25	35
Spazio minimo fra le linee di base della scrittura ²⁾	b_2	$(21/14)h$	2,73	3,78	5,25	7,35	10,5	14,7	21	29,4
Spazio minimo fra le linee di base della scrittura ³⁾	b_3	$(17/14)h$	2,21	3,06	4,25	5,95	8,5	11,9	17	23,8
Spazio tra le parole	e	$(6/14)h$	0,78	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Groschezza del tratto	d	$(1/14)h$	0,13 ⁴⁾	0,18 ⁴⁾	0,25	0,35 ⁴⁾	0,5	0,7 ⁴⁾	1	1,4 ⁴⁾

Scale dimensionali (UNI EN ISO 5455)

Definizioni

Scala: rapporto tra la dimensione lineare di un elemento di un oggetto, come rappresentato in un disegno originale, e la stessa dimensione lineare dello stesso elemento del medesimo oggetto

(NB la scala di riproduzione può essere differente dalla scala del disegno originale)

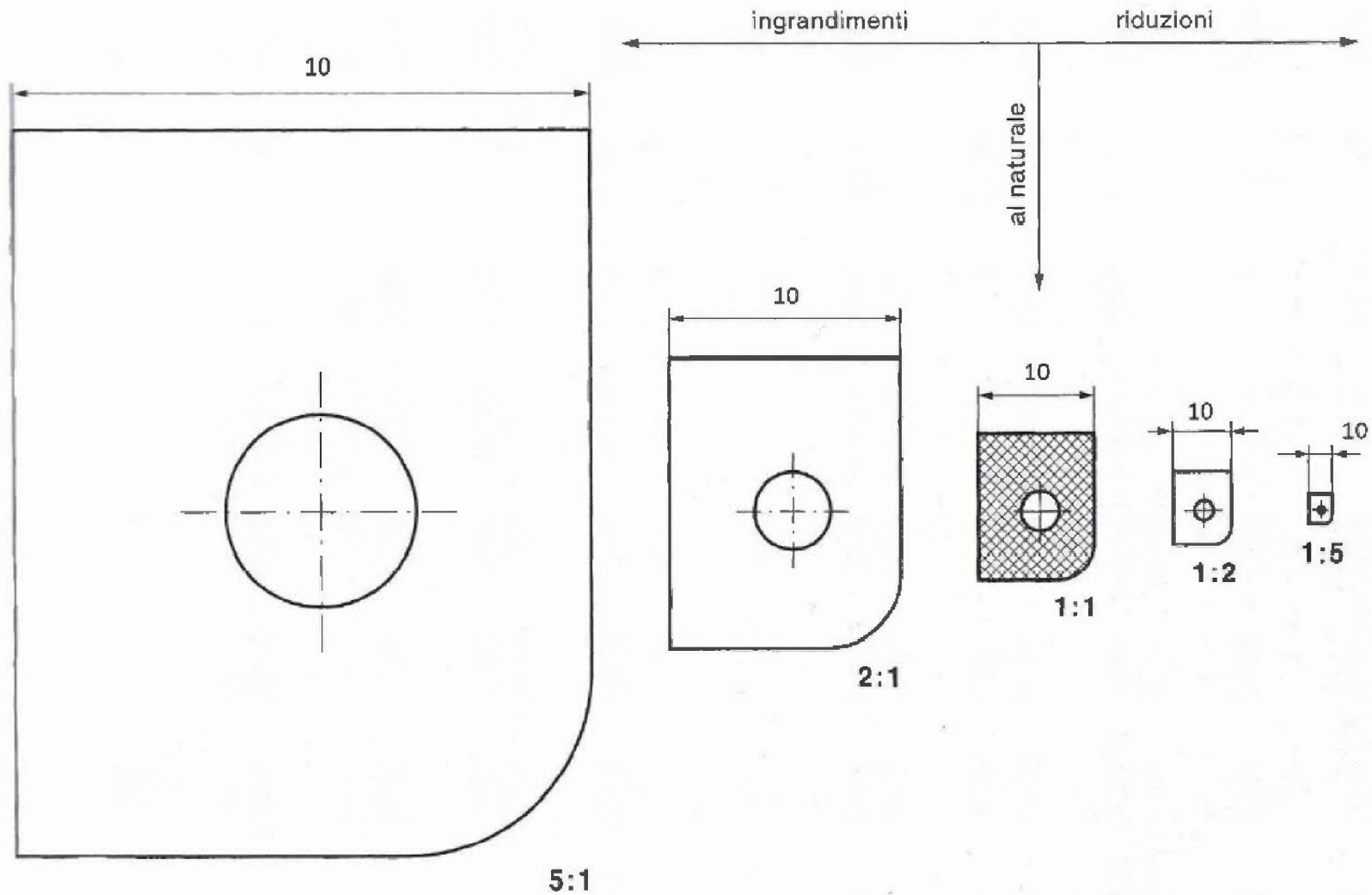
Scala al naturale: scala con rapporto 1:1

Scala di ingrandimento: scala con rapporto maggiore di 1:1 (2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1)

Scala di riduzione: scala con rapporto minore di 1:1 (1:2; 1:5;; 1:100; 1:200;

Categoria	Scale raccomandate		
Scale di ingrandimento	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1	10 : 1
Scala al naturale			1 : 1
Scale di riduzione	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2 000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5 000	1 : 10 1 : 100 1 : 1 000 1 : 10 000

Scale dimensionali (UNI EN ISO 5455)



Cartiglio (UNI EN ISO 7200)

Il **cartiglio** (o **riquadro delle iscrizioni**) contiene le informazioni idonee alla identificazione ed alla interpretazione dell'elaborato, nonché tutte le indicazioni utili per la sua corretta gestione.

- Collocazione:** in basso a destra per i formati da A0 a A3
in basso (per tutta la larghezza) su un formato A4
- Larghezza:** 180mm (corrisponde alla larghezza utile di un formato A4 con margine sinistro di 20mm e destro di 10mm)
- Campi dati:** dati di identificazione
dati descrittivi
dati amministrativi

Cartiglio (UNI EN ISO 7200)

Esempi di configurazione del riquadro delle iscrizioni sui disegni tecnici

figura 1 Riquadro delle iscrizioni con una linea supplementare, portante i campi per il contenuto fattuale del documento

Reparto responsabile ABC 2	Riferimento tecnico Patricia Johnson	Tipo di documento Disegno di sottoinsieme		Stadio del documento Pubblicato			
Proprietario legale	Autore Jane Smith	Titolo, sottotitolo Piastra d'apparecchio Assieme con supporti		AB123 456-7			
	Verificato da David Brown			Rev. A	Data di edizione 2002-05-14	Lingua en	Parte 1/5
180 mm							

figura 2 Riquadro delle iscrizioni con i campi del nome della persona in una riga aggiuntiva. Questa presentazione, libera spazio nel campo "Proprietario legale" e si ha a disposizione una zona all'angolo superiore destro, utilizzabile per una classificazione, una parola chiave, ecc.

Reparto responsabile ABC 2	Riferimento tecnico Patricia Johnson	Autore Jane Smith	Verificato da David Brown				
Proprietario legale	Tipo di documento Disegno di sottoinsieme		Stadio del documento Pubblicato				
	Titolo, sottotitolo Piastra d'apparecchio assieme con supporti		AB123 456-7				
		Rev. A	Data di edizione 2002-05-14	Lingua EN	Parte 1/5		
180 mm							

Esempio di riquadro delle iscrizioni o cartiglio secondo UNI 8187:1982

2	140 360 4412	16 Cr Ni 4 tondo 25	2	0,30	Laminato		
1	140 350 1012	Fe 37 piatto 40x12	1	0,20	Trafilato		
POSIZ.	CODICE	DESCRIZIONE	N° PEZZI	kg MASSA TOTALE	STATO MATERIALE E NOTE		
MATERIALE GREZZO — COMPONENTI							
SMUSSI NON QUOTATI 0,2 a 0,3x45°		RUGOSITÀ R_a in μm 12,5/ (0,8/ 3,2/)	TRATTAMENTO TERMICO E/O SUPERFICIALE Cementato Cm 3 UNI 5381	N° ATTREZZO A.17450/130	N° MODELLO		
MODIFICA	MOD N°	1245	1451	SOSTITUISCE 143.560.103.04	DATA 80-02-11		
	DATA	80-02-11	80-09-20		FIRMA A. Sala		
	FIRMA	A. Sala	A. Sala		DATA		
				SOSTITUITO DA	FIRMA		
	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO	VERIF. NORME	QUOTE SENZA INDICAZIONE DI TOLLERANZA	SCALA	
	DATA	79-10-10	79-10-15	79-11-10	79-11-11	Grado di precisione medio UNI 5307	1:1
	FIRMA	G. Panno	S. Neri	E. Panno	V. Panno		
DITTA		TENDICATENA COMPOSTO GRUPPO CARRUCOLA				INDICE MODIFICA	
						① 6	
		143.560.103.10				FOGLIO	② 7
3 8							
4 9							
					5 10		

Sistemi di rappresentazione

LE PROIEZIONI ORTOGONALI UNIFICATE

L'obiettivo di un sistema di rappresentazione è quello di **rappresentare su un piano un oggetto tridimensionale** rispettando tre requisiti:

- 1) Mantenere la precisione dimensionale
- 2) Permettere all'osservatore di percepire lo sviluppo dimensionale del corpo nel modo più vicino al normale sentire
- 3) Utilizzare simbolismi efficaci e di significato univoco

Definizioni

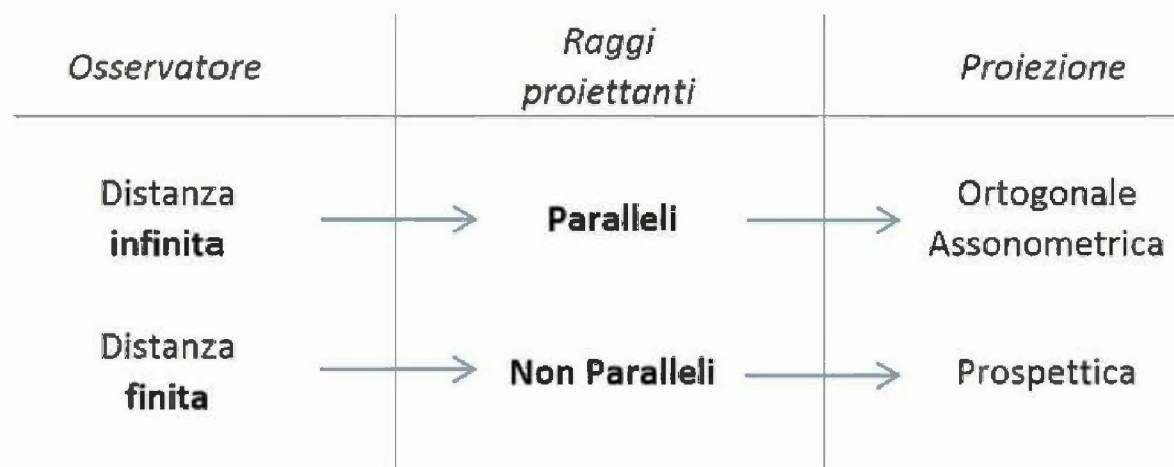
- **Vista reale:** rappresentazione di un oggetto su un piano parallelo al piano di proiezione
- **Vista principale:** vista di un oggetto nella configurazione più significativa per la progettazione, il montaggio, la vendita, la manutenzione,
- **Vista esplosa:** rappresentazione pittorica di un insieme in cui tutti i componenti sono disegnati nella stessa scala e correttamente orientati l'uno rispetto all'altro ma separati nella corretta sequenza , lungo assi comuni

I metodi di proiezioni sono definiti :

- *dal tipo di proiettanti* che possono essere parallele o convergenti;
- *dalla posizione del piano di proiezione* relativamente alle proiettanti, che può essere ortogonale od obliqua;
- *dalla posizione dell'oggetto* (delle sue parti principali), che può essere sia parallela/ortogonale, sia obliqua rispetto al piano di proiezione.

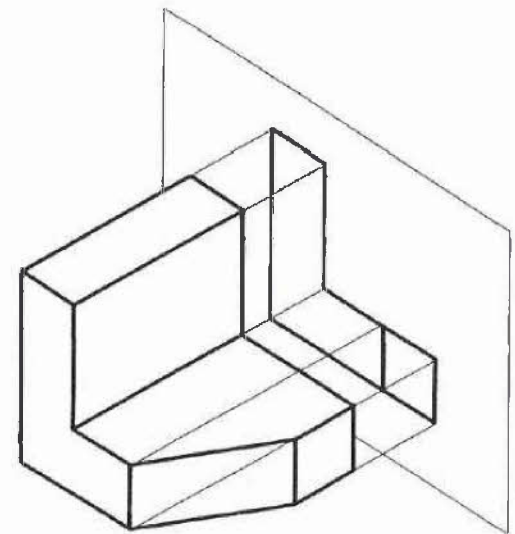
Sistemi di proiezione

Centro di proiezione	Posizione del piano di proiezione rispetto alle proiettanti	Parti principali dell'oggetto rispetto al piano di proiezione	Numero dei piani di proiezione	Tipo di vista	Tipo di proiezione
Infinito (proiettanti parallele)	Ortagonale	Parallele/ortogonali	Uno o più	Bidimensionale	Ortagonale (ISO 5456-2)
		Oblique	Uno	Tridimensionale	Assonometrica (ISO 5456-3)
	Obliqua	Parallele/ortogonali	Uno	Tridimensionale	
		Oblique	Uno	Tridimensionale	
Finito (proiettanti convergenti)	Obliqua	Oblique	Uno	Tridimensionale	Prospettica (ISO 5456-4)



Proiezioni ortogonali (PO)

L'orientazione dell'oggetto va scelta in modo da **ridurre il più possibile gli spigoli visti di scorcio**. Questo accorgimento risulta particolarmente efficace in presenza di spigoli curvi, dove una accorta scelta dell'orientamento permette di semplificare l'esecuzione del disegno.



PO: scelta della vista principale

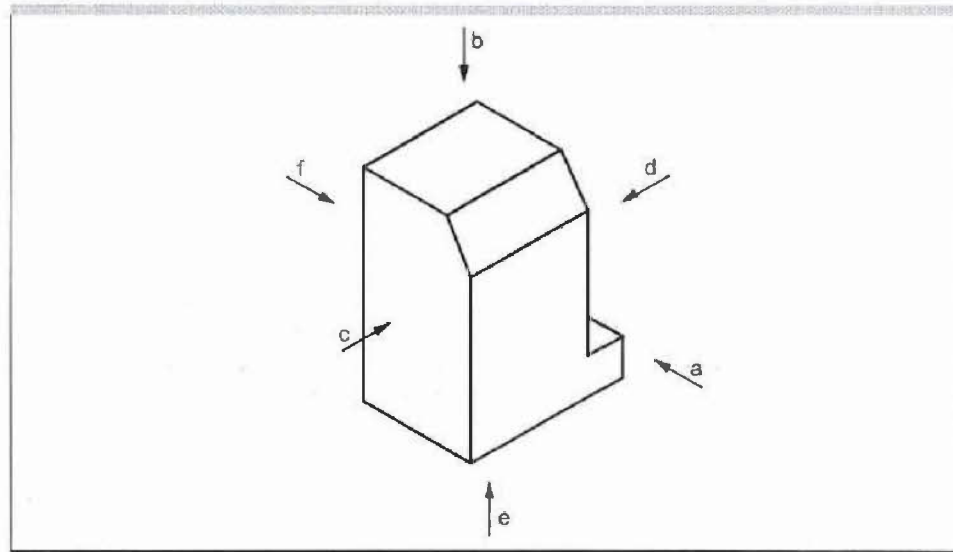
La *vista principale* va scelta secondo i seguenti criteri:

1. La più caratteristica
2. L'oggetto nella posizione di utilizzazione
3. Quella di lavorazione
4. Quella di montaggio
5. Quella che semplifica l'esecuzione del disegno

Nell'esecuzione di una PO deve essere eseguito il *minor numero di viste* che consentano di *comprendere in modo chiaro e univoco la forma dell'oggetto*.

PO: nomenclatura delle viste

figura 1



Designazione delle viste

Vedere prospetto 1.

prospetto 1

Direzione di osservazione		Designazione della vista
Vista in direzione	Vista	
a	frontale	A
b	dall'alto	B (E)¹⁾
c	da sinistra	C
d	da destra	D
e	dal basso	E
f	posteriore	F

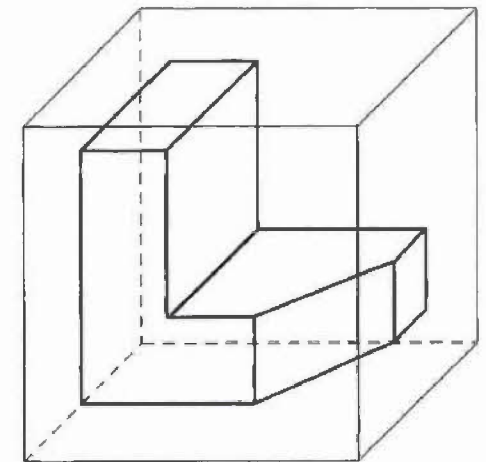
1) Vedere 5.4.

UNI EN ISO 5456-2

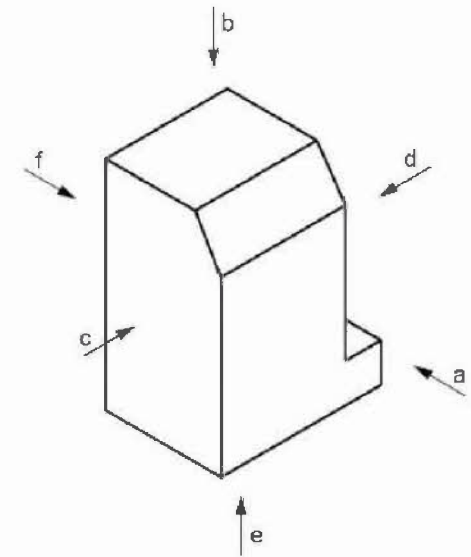
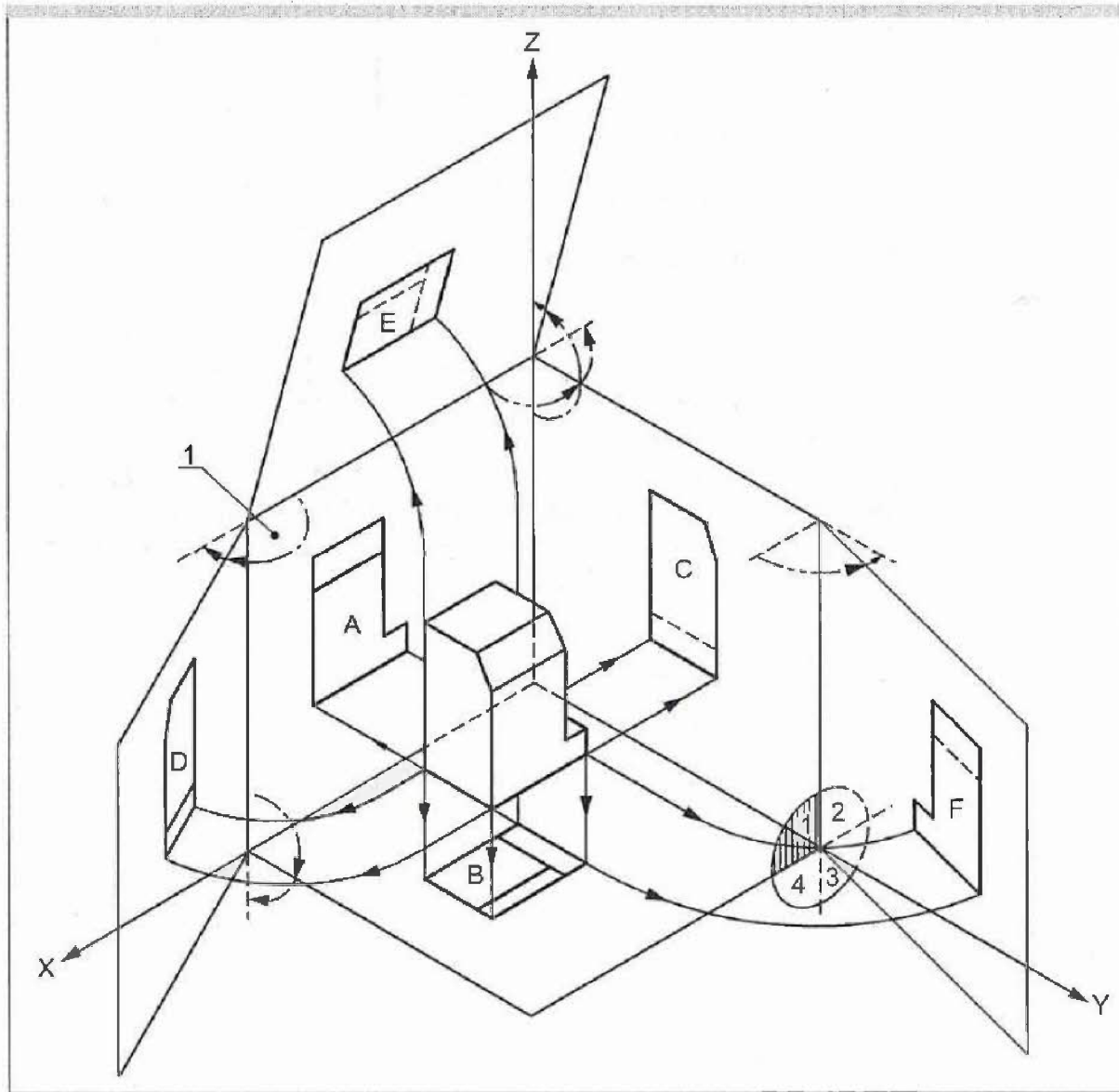
PO: creazione delle viste

Per presentare un oggetto in più proiezioni ortogonali si deve immaginare di racchiudere l'oggetto stesso in un cubo e collocare l'oggetto stesso in modo tale che le facce del cubo risultino , per quanto possibile, parallele o normali agli spigoli dell'oggetto.

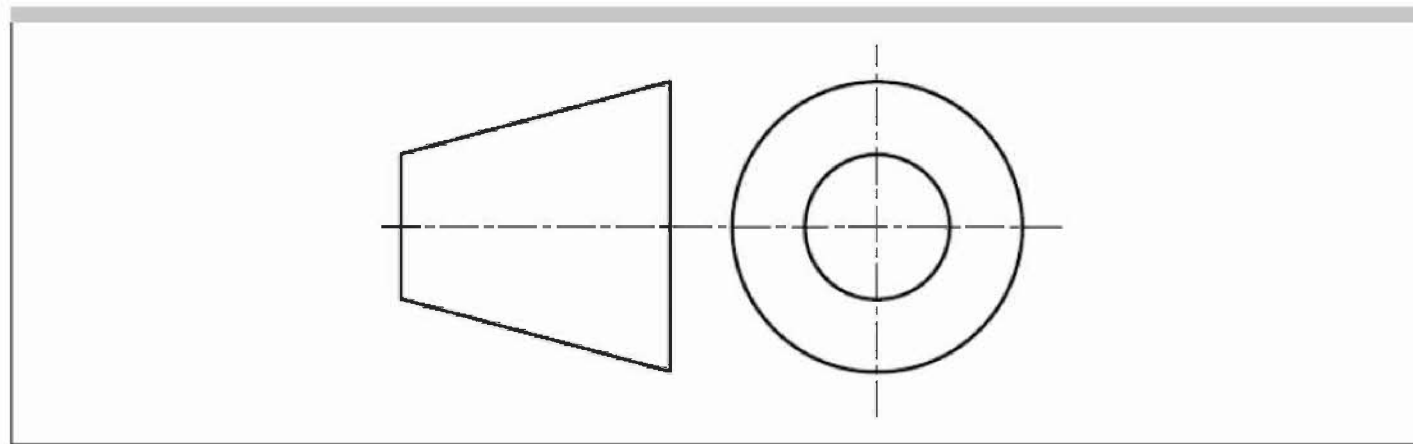
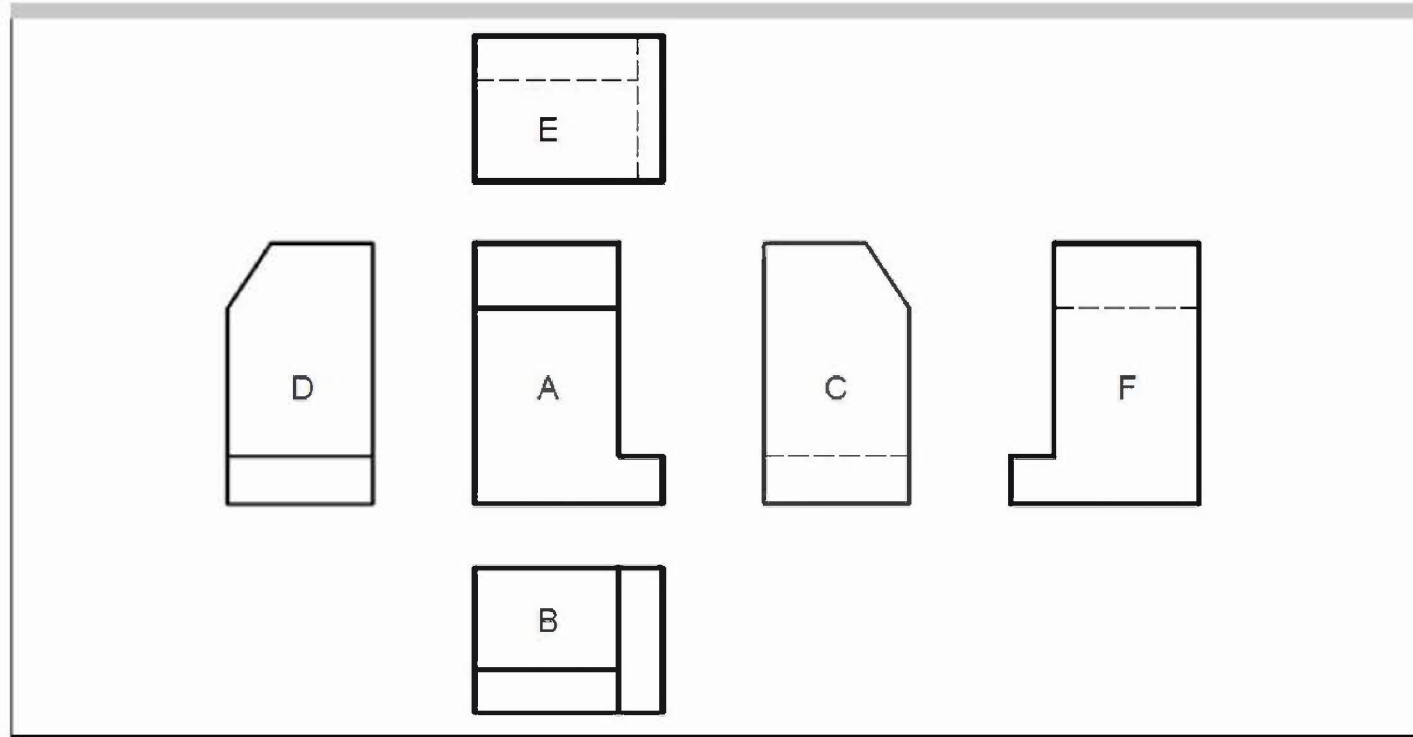
L'oggetto, così fissato nello spazio, viene quindi proiettato sulle sei facce del cubo mediante raggi proiettanti normali , di volta in volta, alle facce del cubo stesso secondo un ordine dipendente dal tipo di metodo utilizzato.



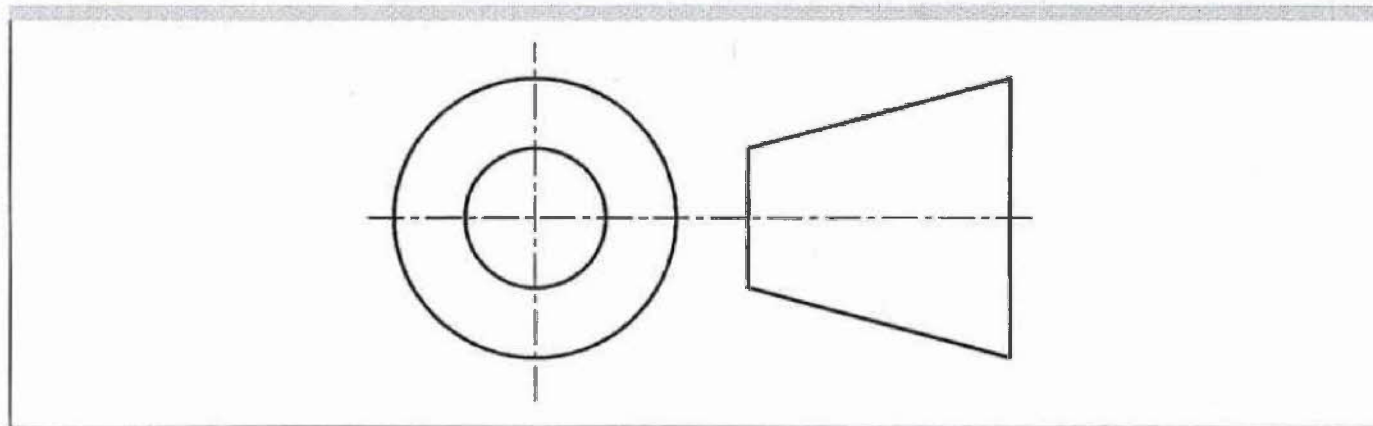
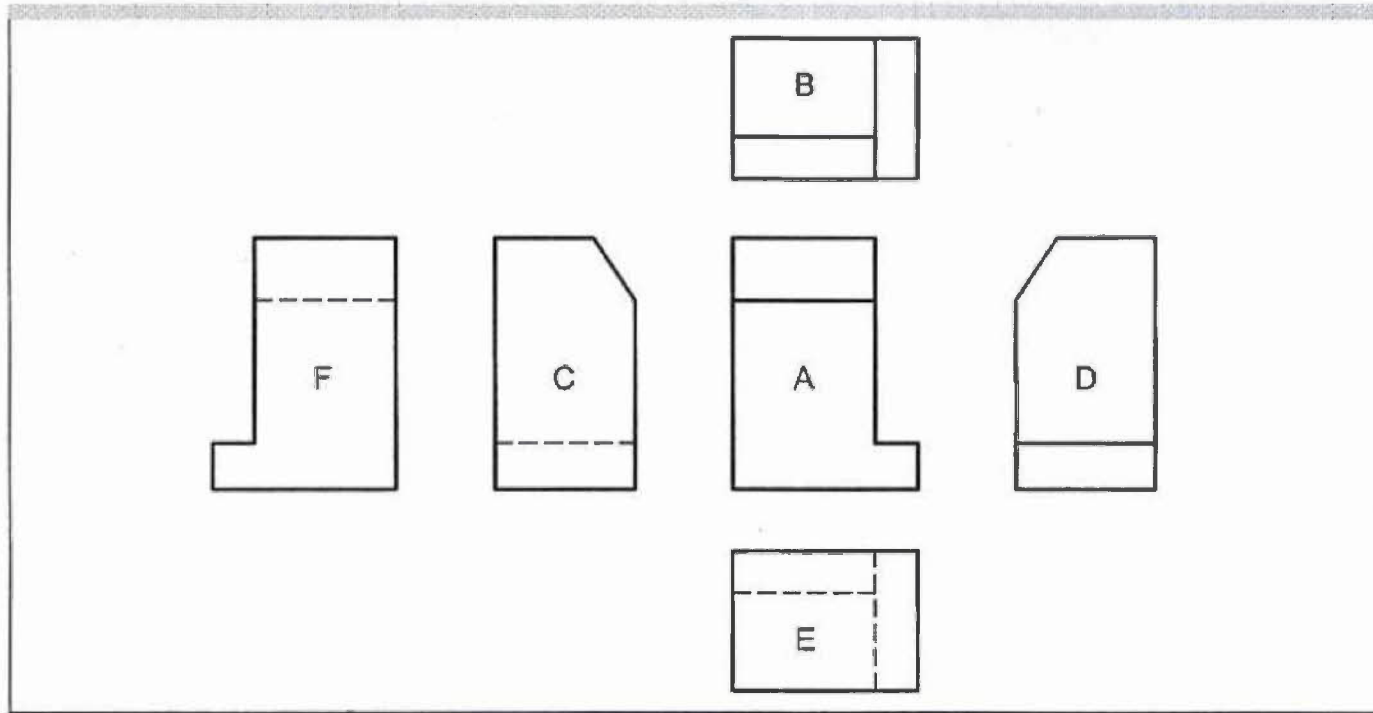
PO: metodo del primo diedro



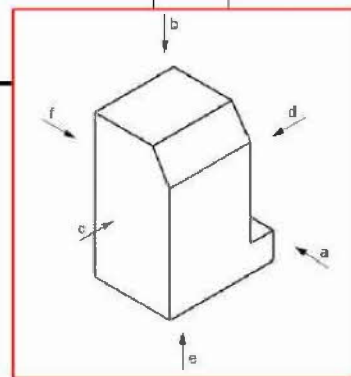
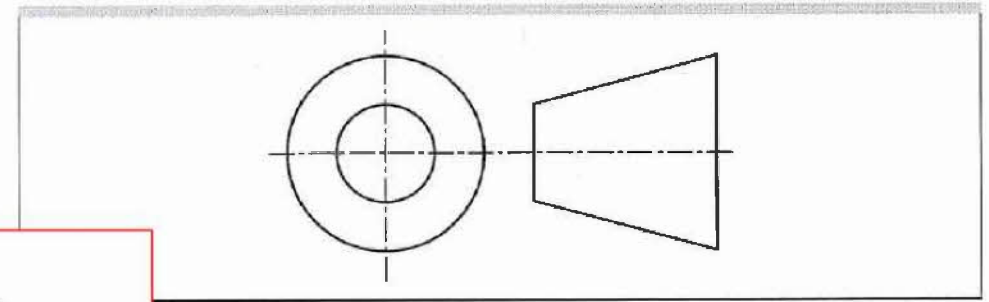
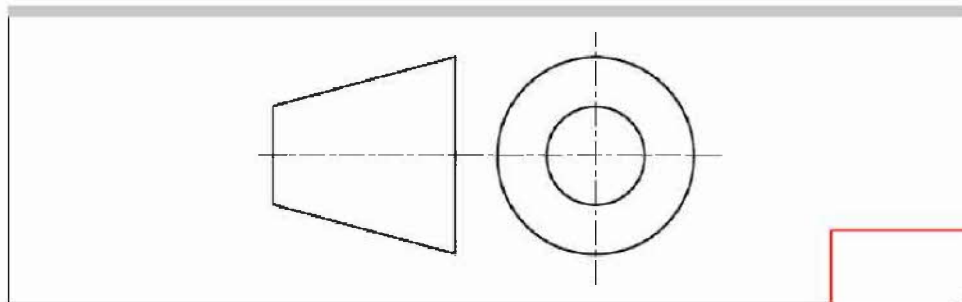
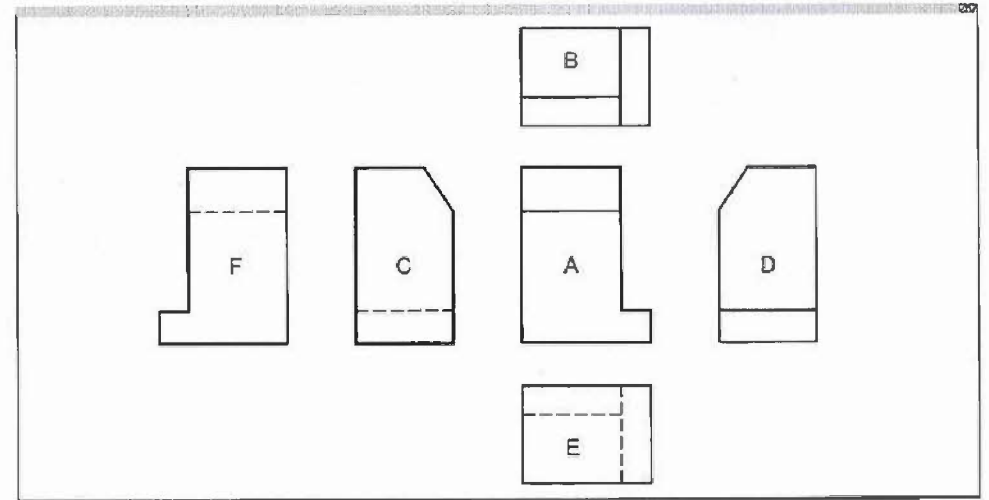
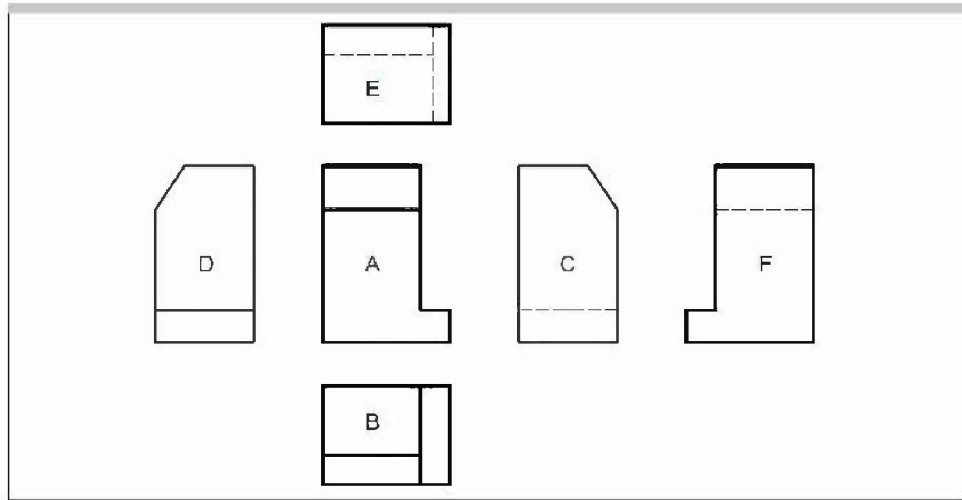
PO: metodo del primo diedro



PO: metodo del terzo diedro



1° diedro – 3° diedro



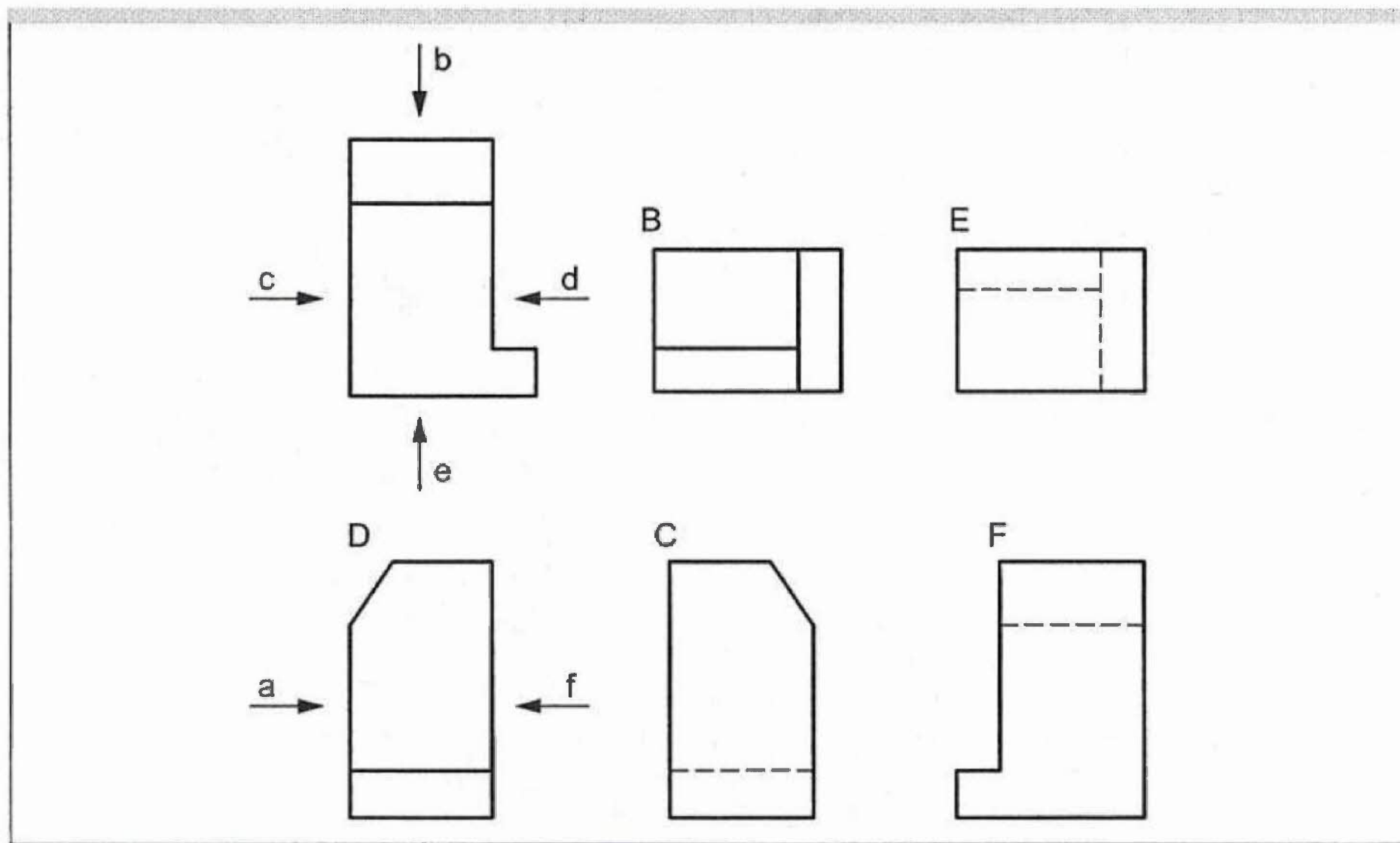
PO: metodo delle frecce

Il metodo delle frecce si usa per svincolarsi dalle regole di rappresentazione imposte dai metodi del primo e terzo diedro (metodo E e metodo A) : mediante delle frecce di riferimento e lettere identificative è possibile **disporre le viste senza vincoli di posizione rispetto alla vista principale.**

IMPORTANTE: le viste possono essere traslate ma non ruotate rispetto alla vista principale

Non è necessario nessun segno grafico per identificare questo metodo sul disegno.

PO: metodo delle frecce



PO: la scelta delle viste

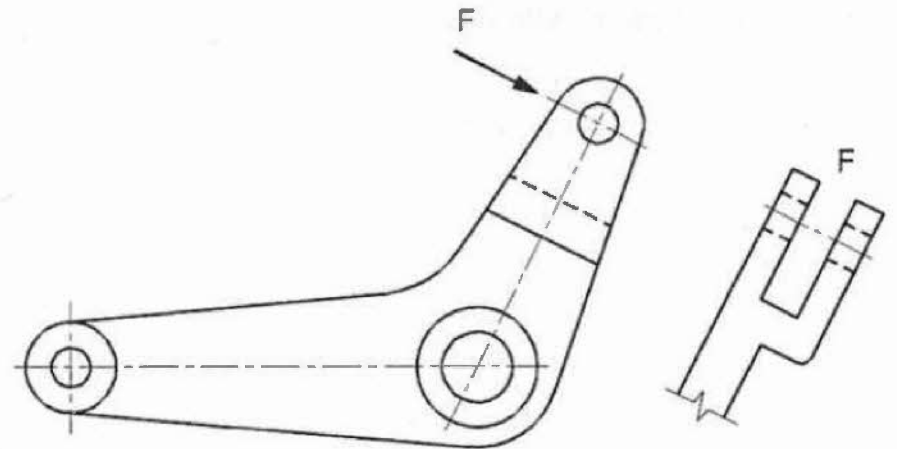
La scelta delle viste, inclusi tagli e sezioni, deve essere fatta in base ai seguenti principi:

- Limitare il numero di viste (come pure di tagli e di sezioni) al minimo necessario e sufficiente a definire completamente l'oggetto senza ambiguità
- Evitare, per quanto possibile, la rappresentazione di contorni e spigoli nascosti
- Evitare l'inutile ripetizione di dettagli

PO: viste parziali

Parti che richiedono una rappresentazione specifica ma non la vista dell'intero oggetto, possono essere rappresentate mediante una vista parziale delimitata da una linea continua fine con zig-zag.

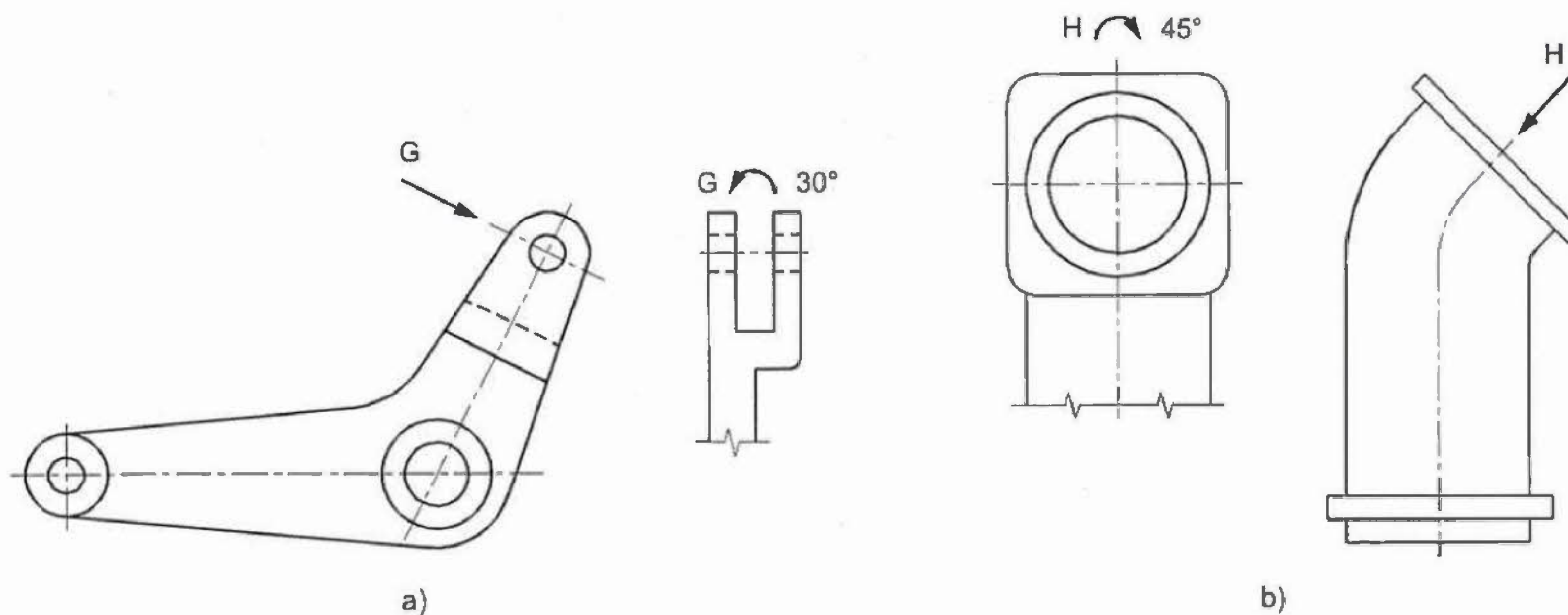
In questo modo si evitano le viste di scorcio che si possono creare usando viste standard.



PO: posizioni particolari delle viste

Quando necessario è possibile rappresentare la vista in una posizione ruotata rispetto a quella indicata dalla freccia di riferimento.

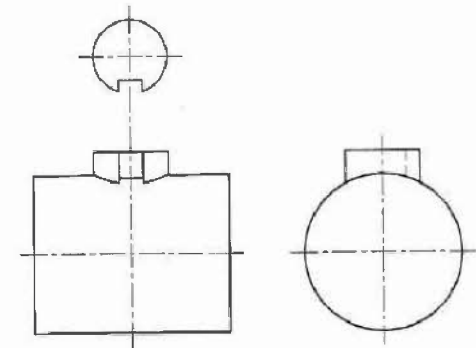
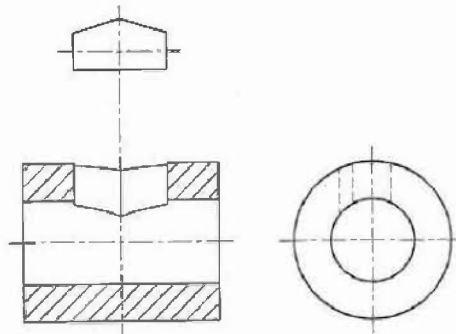
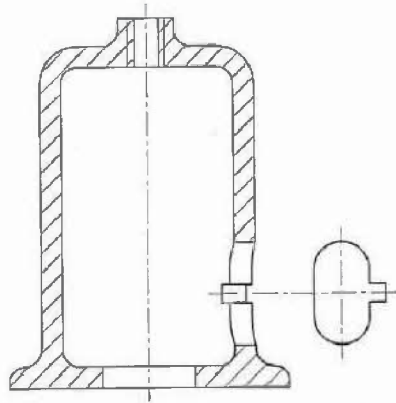
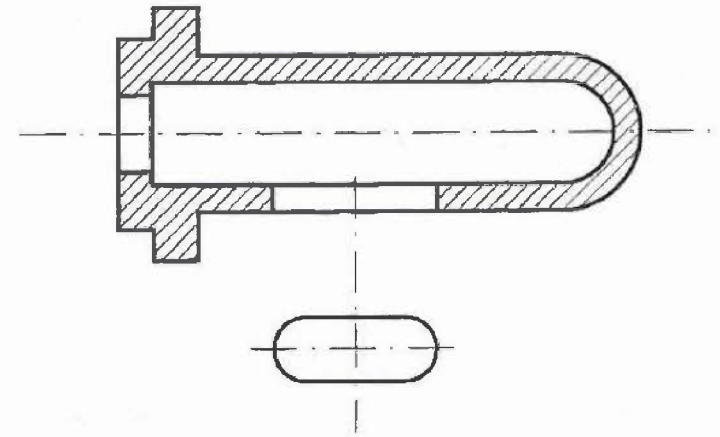
Ciò deve essere indicato da una freccia ad arco che mostra la direzione di rotazione (è ammesso indicare l'angolo di rotazione della vista)



PO: viste locali

Viste locali: si usano quando rappresentare un solo particolare non introduce ambiguità.

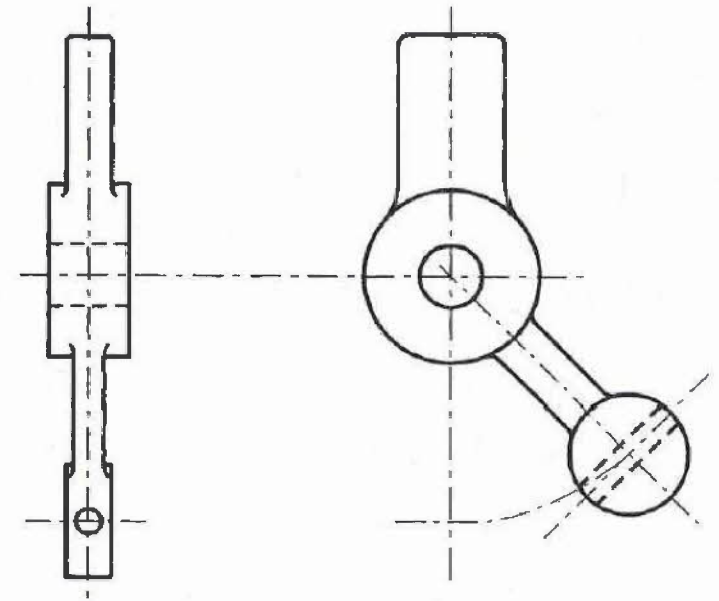
Le viste locali si rappresentano secondo il metodo del terzo diedro in modo indipendente dal metodo di proiezione usato per il disegno.



PO: ribaltamenti

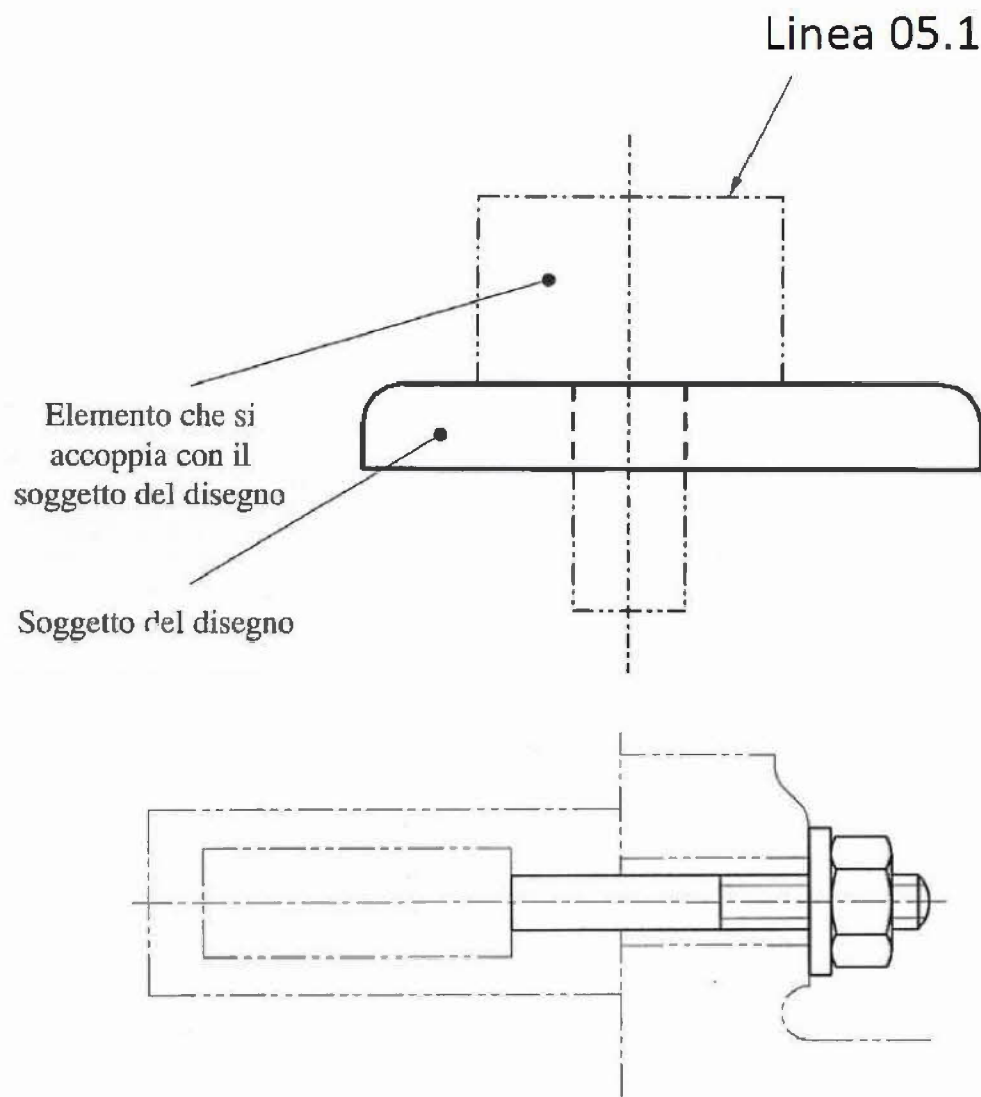
Ribaltamenti: si usano per neutralizzare viste di scorcio che non rendono chiara la comprensione

N.B. : la rotazione va individuata con un arco di cerchio



PO: convenzioni particolari

Si rappresenta con linea 05.1 il contorno di un elemento che si accoppia con il soggetto principale del disegno.



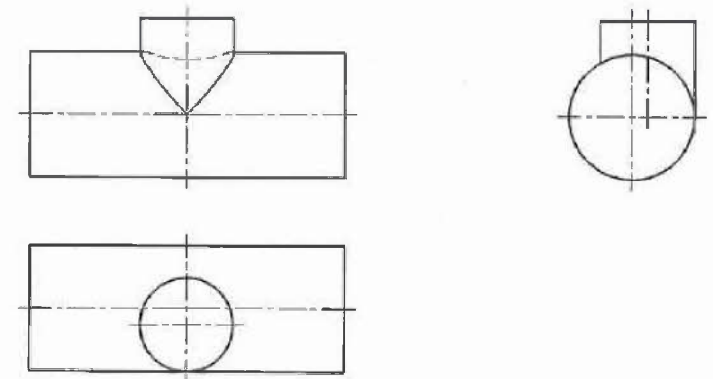
PO: convenzioni particolari

Intersezioni fra superfici

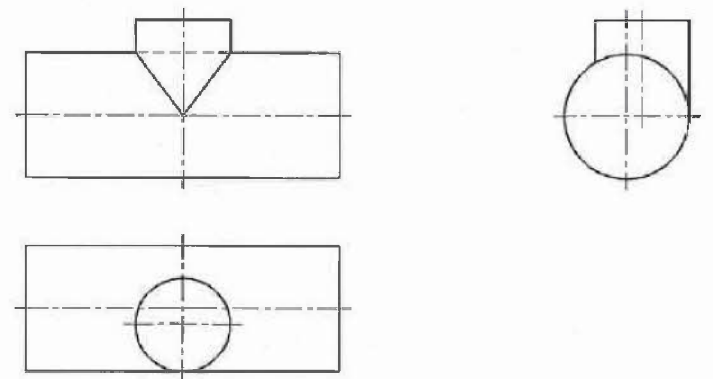
Le intersezioni reali vanno tracciate con linee di tipo 01.2 se in vista o di tipo 02.1 se non in vista.

Se non pregiudica la comprensione del disegno, può essere utilizzata una rappresentazione semplificata.

Intersezioni reali



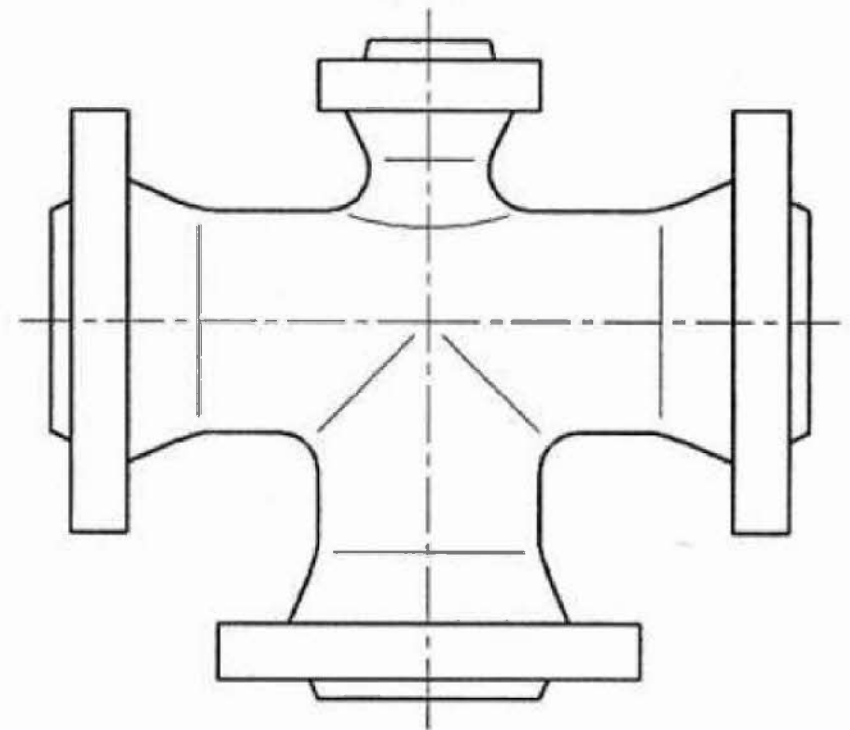
Intersezione semplificata



PO: convenzioni particolari

Intersezioni fra superfici

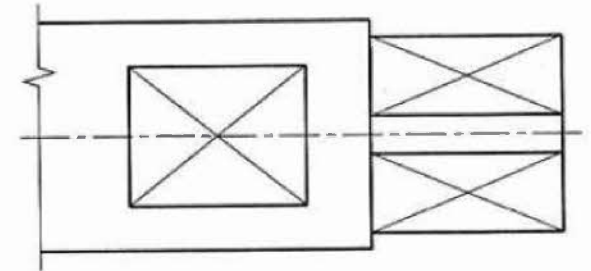
E linee di intersezione fittizie fra superfici raccordate con raccordi e arrotondamenti devono essere rappresentate con linea continua fine (**tipo 01.1**) che non tocchi i contorni.



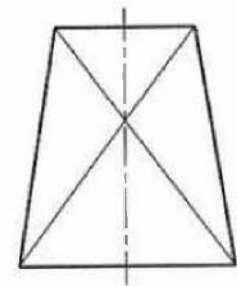
PO: convenzioni particolari

Per evitare viste o sezioni supplementari le estremità piane quadrate o rastremate e le spianature sugli alberi sono indicate mediante le diagonali tracciate con linea continua fine (**tipo 01.1**)

Estremità quadrata e spianatura



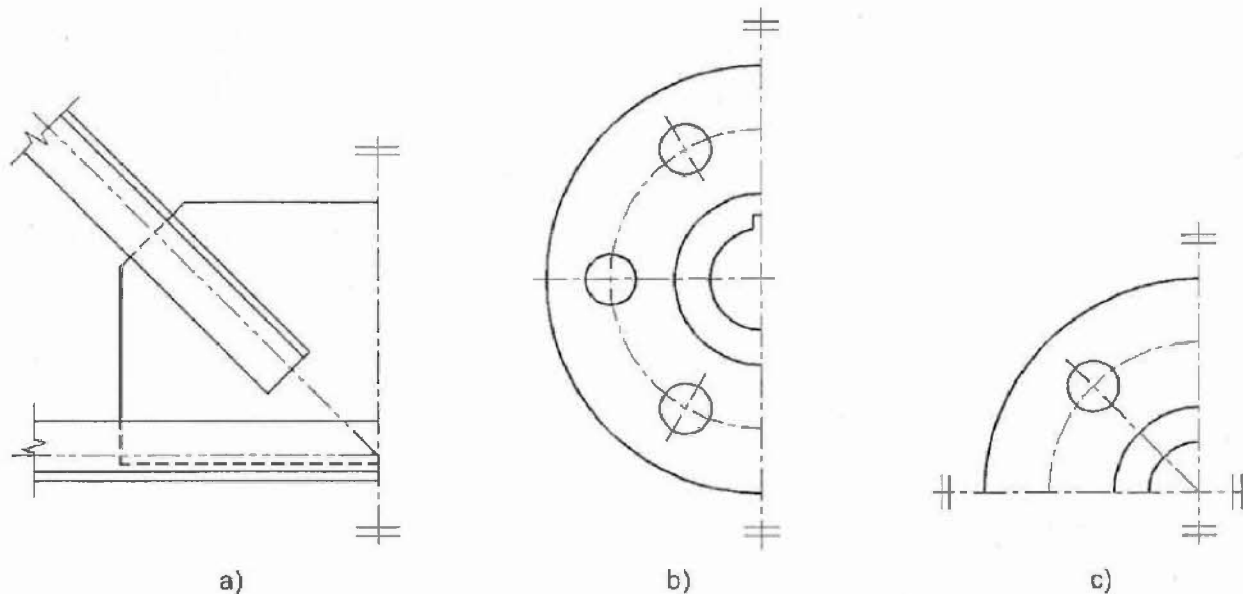
Estremità rastremata



PO: convenzioni particolari

E' possibile disegnare oggetti simmetrici sotto forma di frazioni dell'intero.

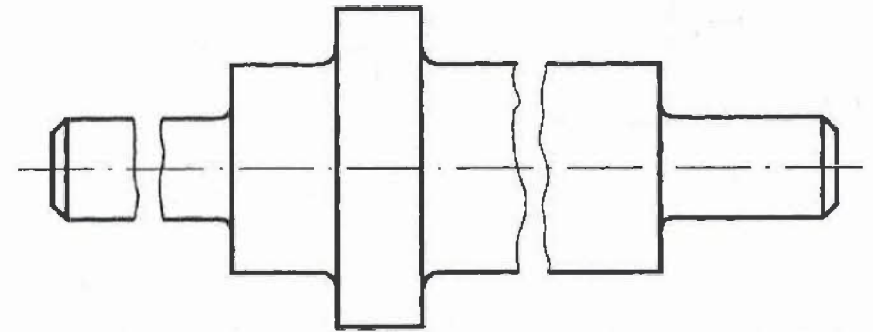
L'asse di simmetria è identificato ad entrambe le estremità da due corte linee sottili parallele tra di loro e tracciate perpendicolarmente all'asse stesso.



PO: convenzioni particolari

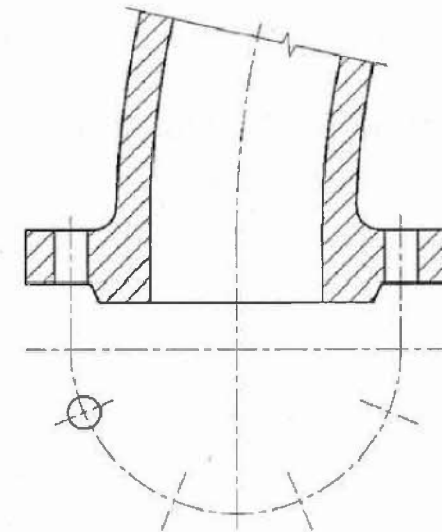
Viste interrotte

Nel disegno di un oggetto lungo, è possibile rappresentare solo le parti necessarie a definirlo. Le parti rappresentate devono essere terminate con linea continua fine irregolare (**tipo 01.1 irregolare**).



Elementi ripetitivi

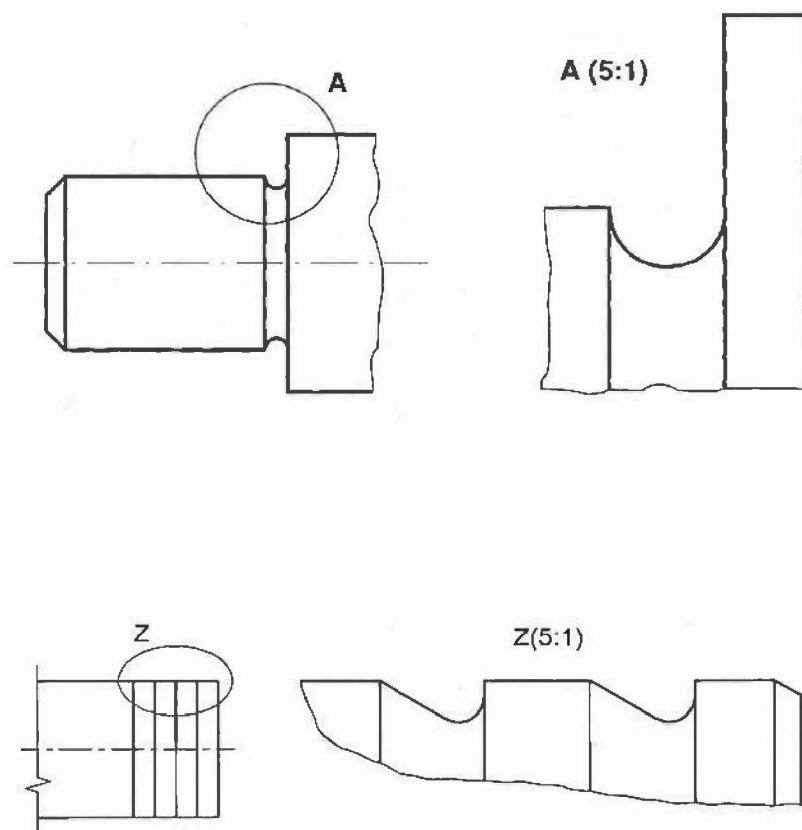
Nel caso di elementi identici disposti regolarmente si deve rappresentare solo uno di essi e la posizione degli altri (con una linea **tipo 04.1**). La quantità degli elementi viene specificata con la quotatura.



PO: convenzioni particolari

Elementi rappresentati in scala ingrandita

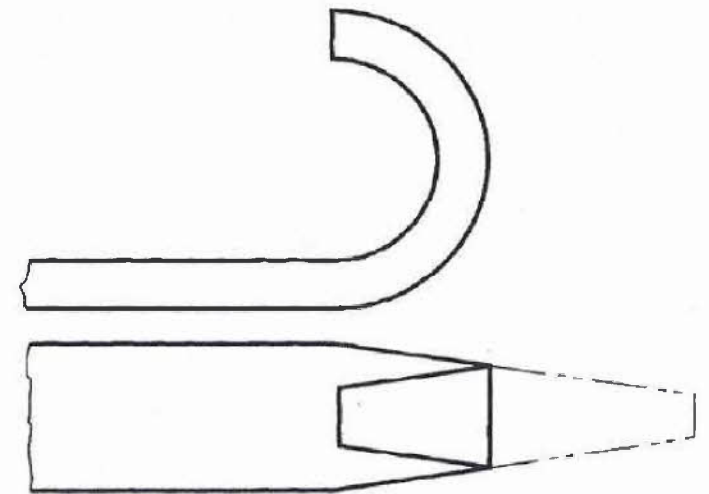
E' possibile rappresentare in uno stesso disegno un particolare ingrandito: esso va contornato (linea 01.1), identificato con una lettera maiuscola e riportato sul foglio in scala maggiorata (riportare la scala sia vicino all'ingrandimento, fra parentesi, e sia nel cartiglio)



PO: convenzioni particolari

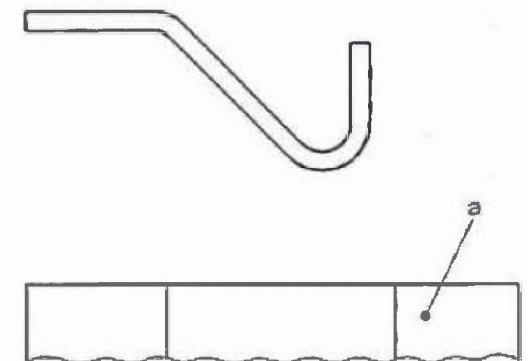
Contorno prima della lavorazione

Il contorno primitivo di un pezzo cioè prima della lavorazione, quando necessario, è rappresentato con **linea 05.1**.



Linee di piegatura

Le linee di piegatura nelle viste sviluppate sono rappresentate con **linea 01.1**.

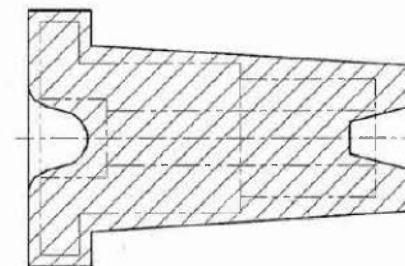


PO: convenzioni particolari

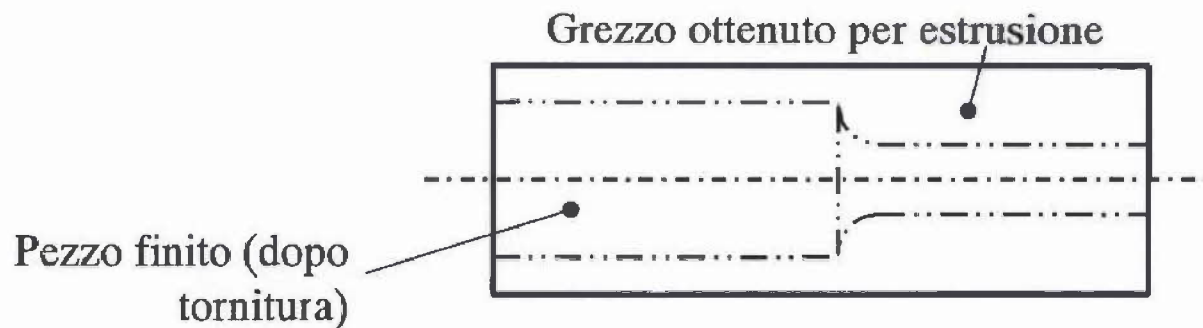
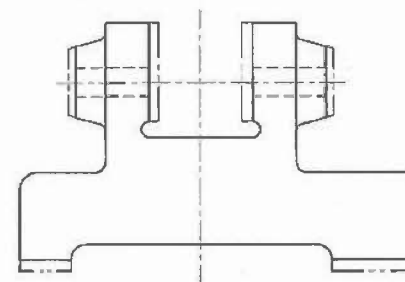
Pezzi finiti e grezzi

E' possibile rappresentare il profilo di un pezzo finito sul disegno del grezzo o il contorno del grezzo sul disegno del pezzo finito. Si utilizza la **linea 05.1**.

Rappresentazione del pezzo finito sul disegno del grezzo



Rappresentazione del contorno del grezzo sul disegno del pezzo finito



PO: convenzioni particolari

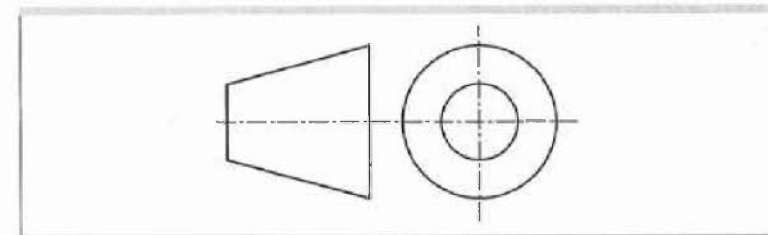
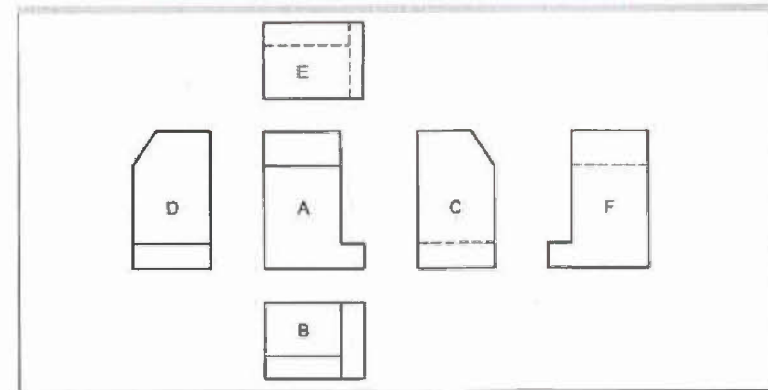
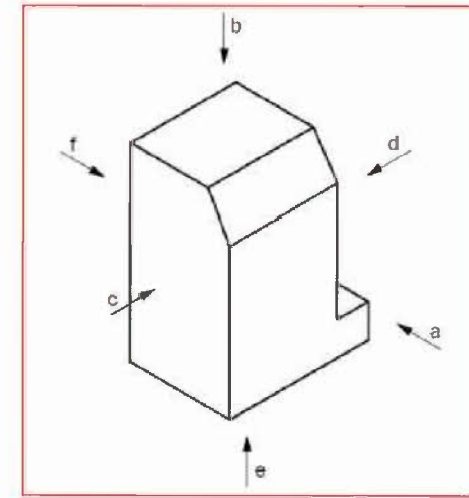
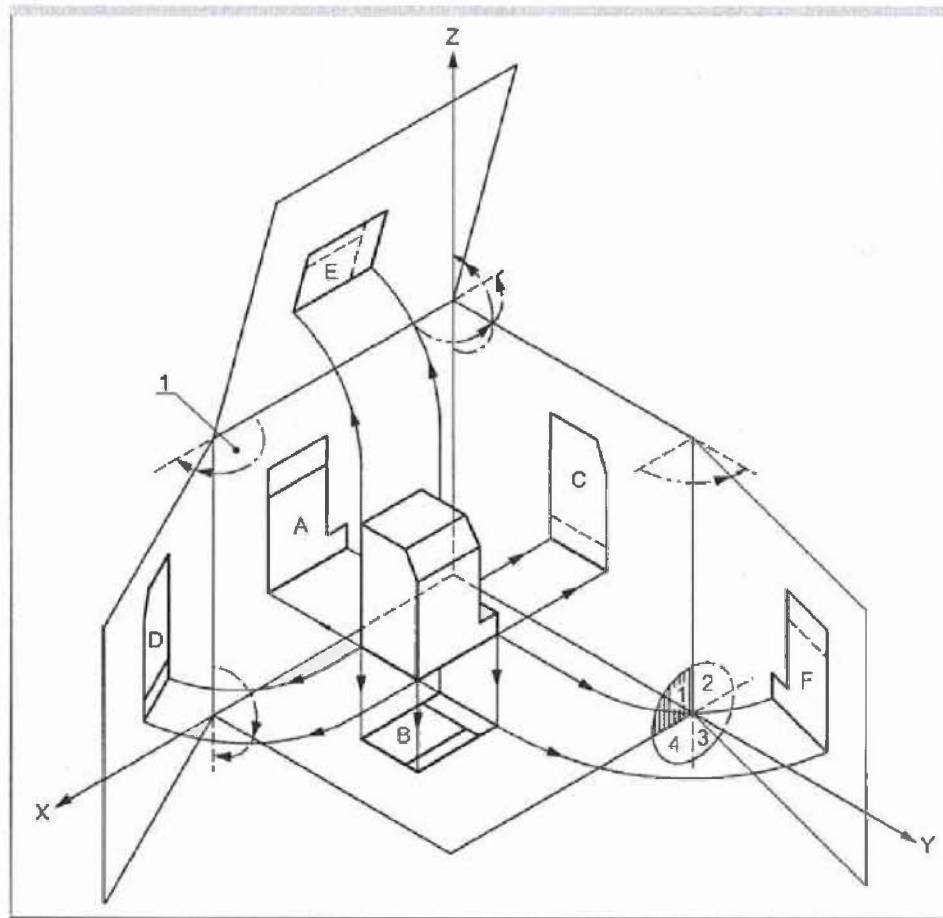
USO DEL COLORE

E' sconsigliato l'uso dei colori a meno che la loro presenza non sia assolutamente necessaria per una corretta comprensione del disegno. In caso di utilizzo dei colori:

1. è necessario indicarne i significati in una apposita legenda;
2. vanno scelti per evitare problemi di daltonismo;
3. va posta attenzione alla eventuale scarsa leggibilità nel caso di poca luce;
4. va posta attenzione ai problemi di interpretazione in caso di riproducibilità con gamma di colori alterata.

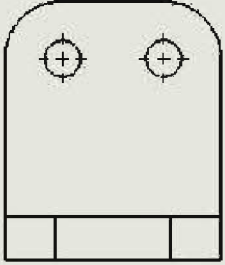
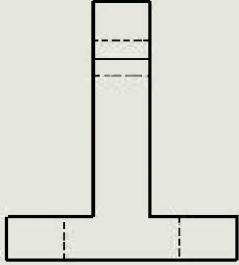
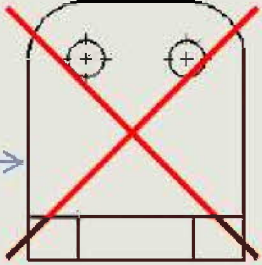
ESEMPI DI PROIEZIONE ORTOGONALE

PO: metodo del primo diedro

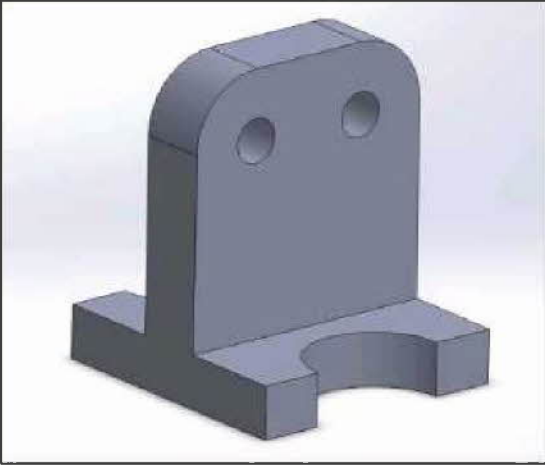
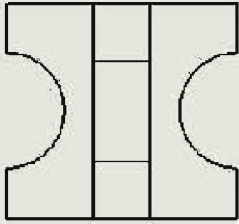


PO: scelta delle viste

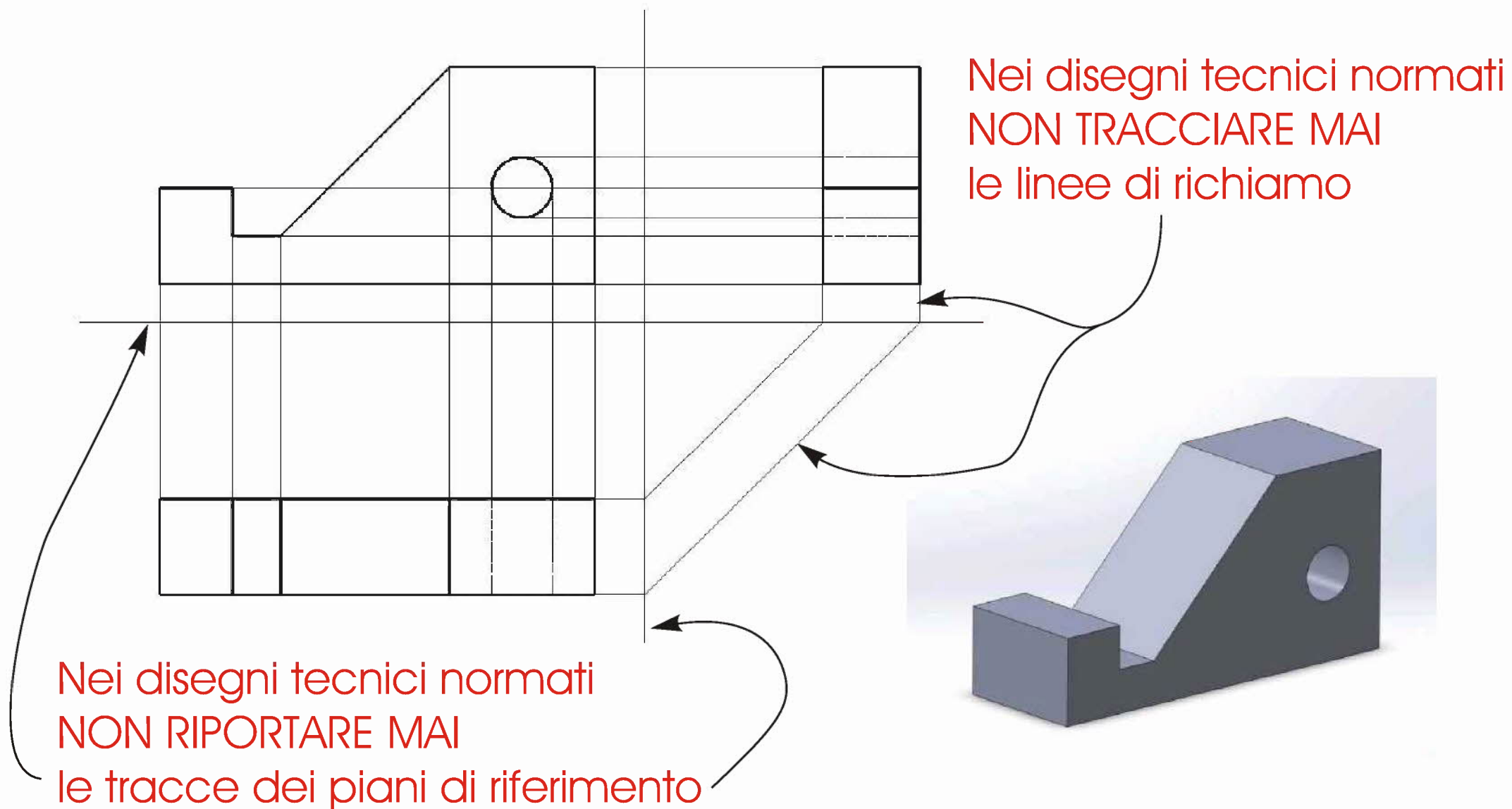
Eliminare le viste speculari



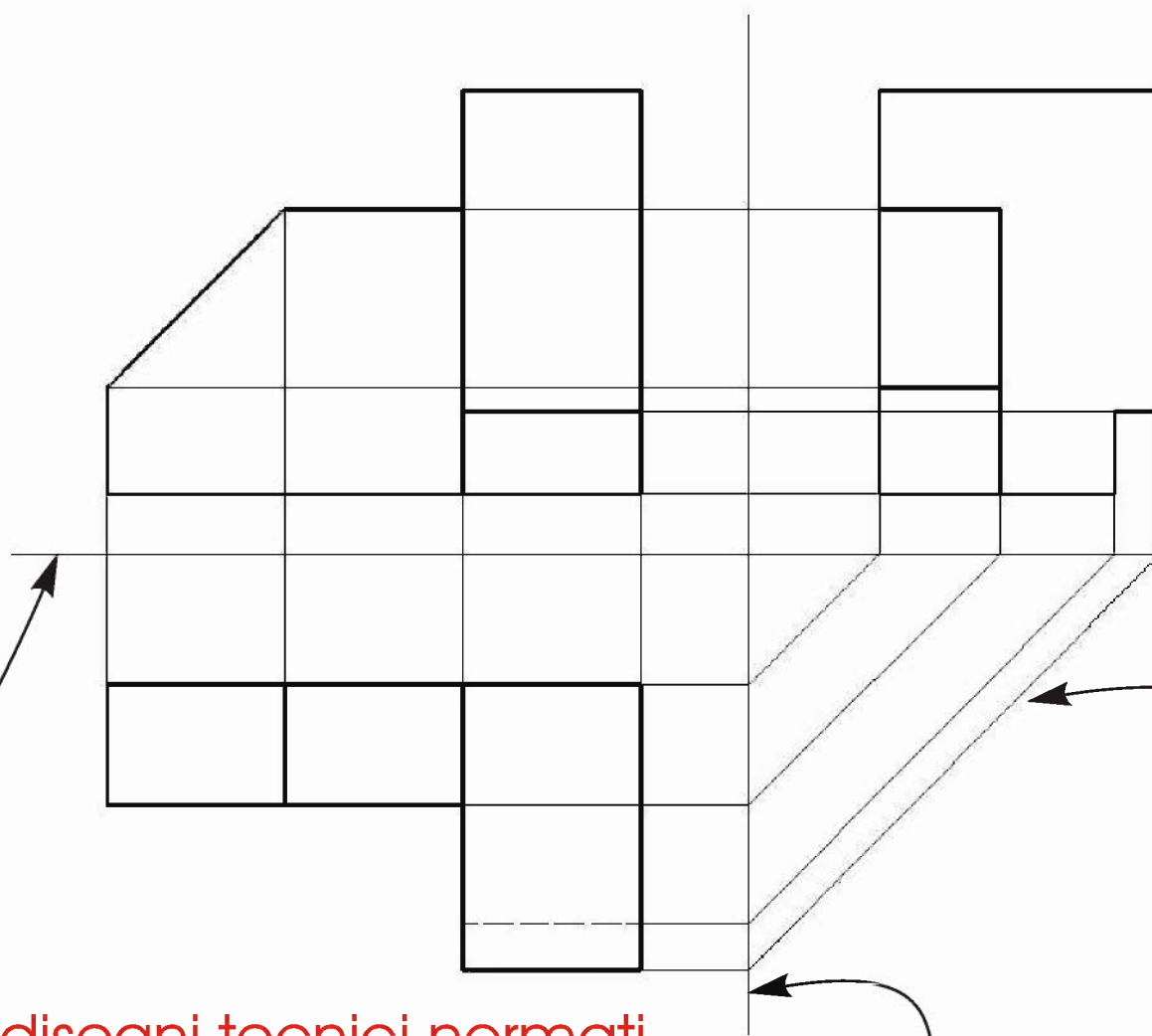
Preferire le viste con meno spigoli nascosti



PO: esempio

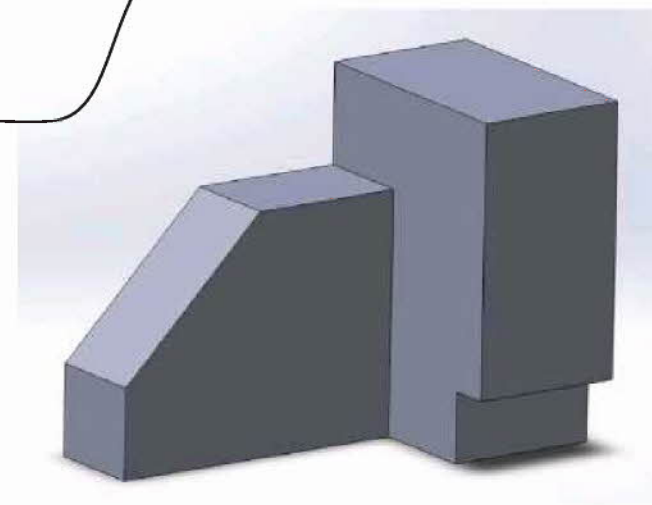


PO: esempio



Nei disegni tecnici normati
NON TRACCIARE MAI
le linee di richiamo

Nei disegni tecnici normati
NON RIPORTARE MAI
le tracce dei piani di riferimento



LE SEZIONI

Definizioni

(UNI ISO 128-40)

Piano di sezione: piano immaginario che taglia l'oggetto rappresentato

Traccia del piano di sezione: linea che indica la posizione del piano o dei piani di sezione

Sezione: rappresentazione che mostra solo i contorni dell'oggetto che giacciono su uno o più piani di sezione

Semi sezione: rappresentazione di un oggetto simmetrico che, diviso dall'asse di simmetria, è disegnato metà in vista e metà in sezione

Sezione parziale: rappresentazione in cui solo una parte dell'oggetto è disegnata in taglio o in sezione

Le sezioni nel campo delle proiezioni ortogonali servono a mettere in evidenza la geometria interna di pezzi cavi, o comunque di forma complessa.

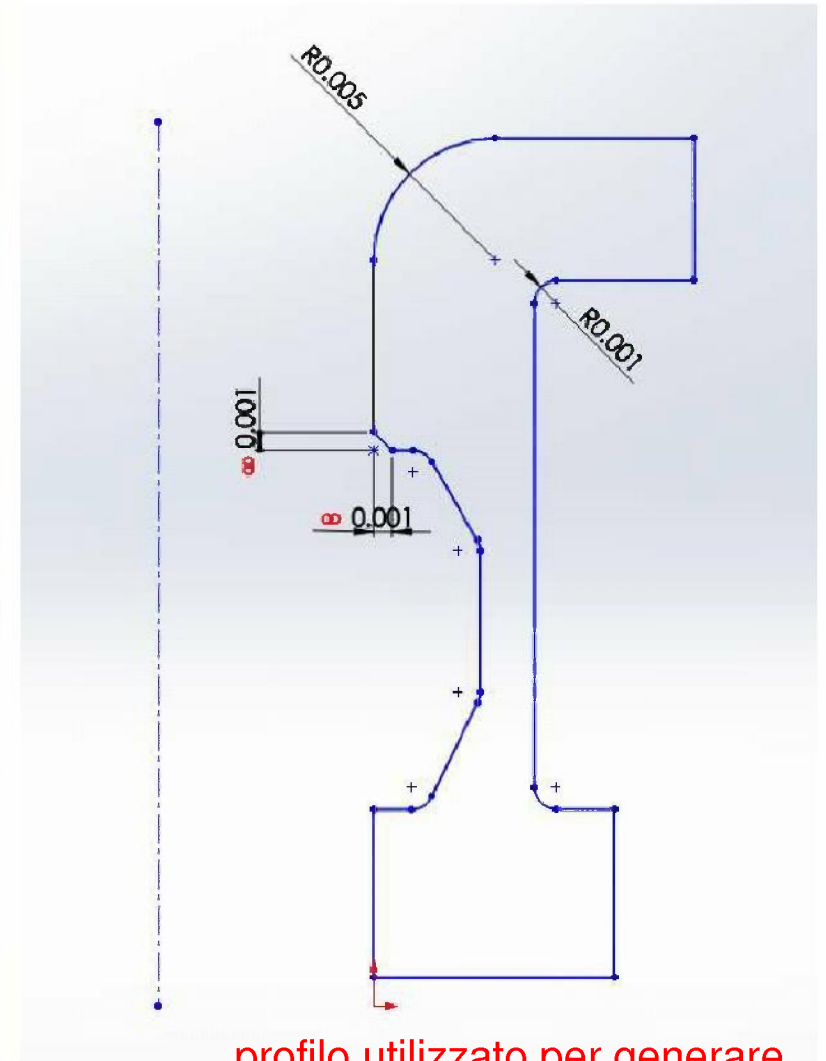
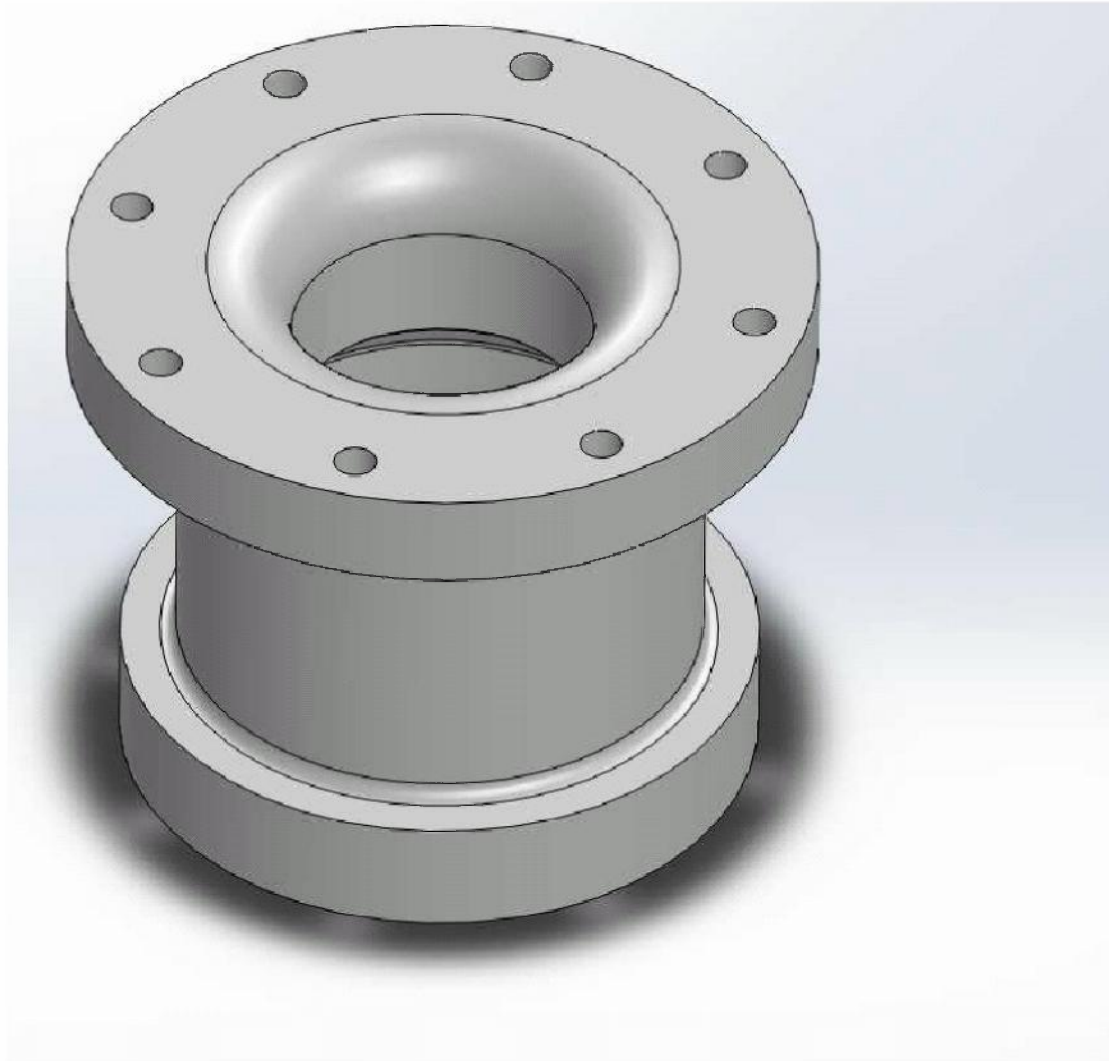
Con il termine sezione si indica la rappresentazione (o l'insieme delle rappresentazioni) della vista, o delle viste, in cui vien diviso un oggetto tagliato idealmente da uno o più piani, o secondo superfici di forma diversa.

Dal punto di vista esecutivo le sezioni possono essere:

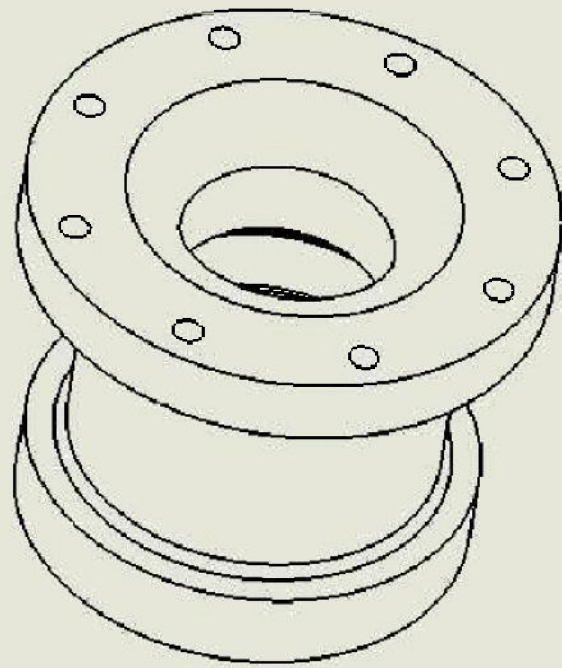
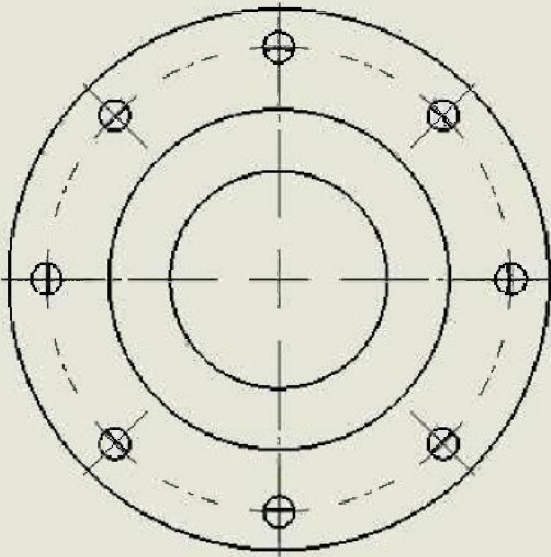
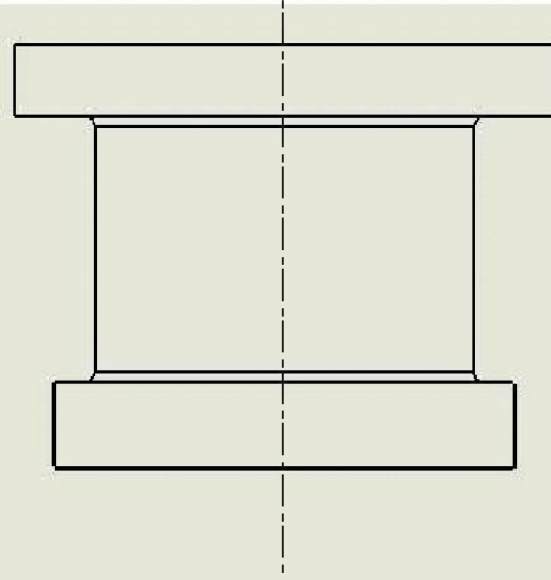
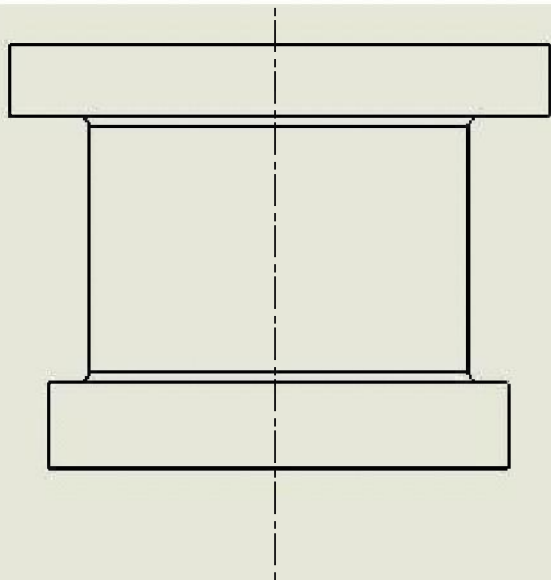
- Secondo un piano
- Secondo due o più piani consecutivi
- Secondo piani paralleli
- Secondo superfici cilindriche o coniche (*)

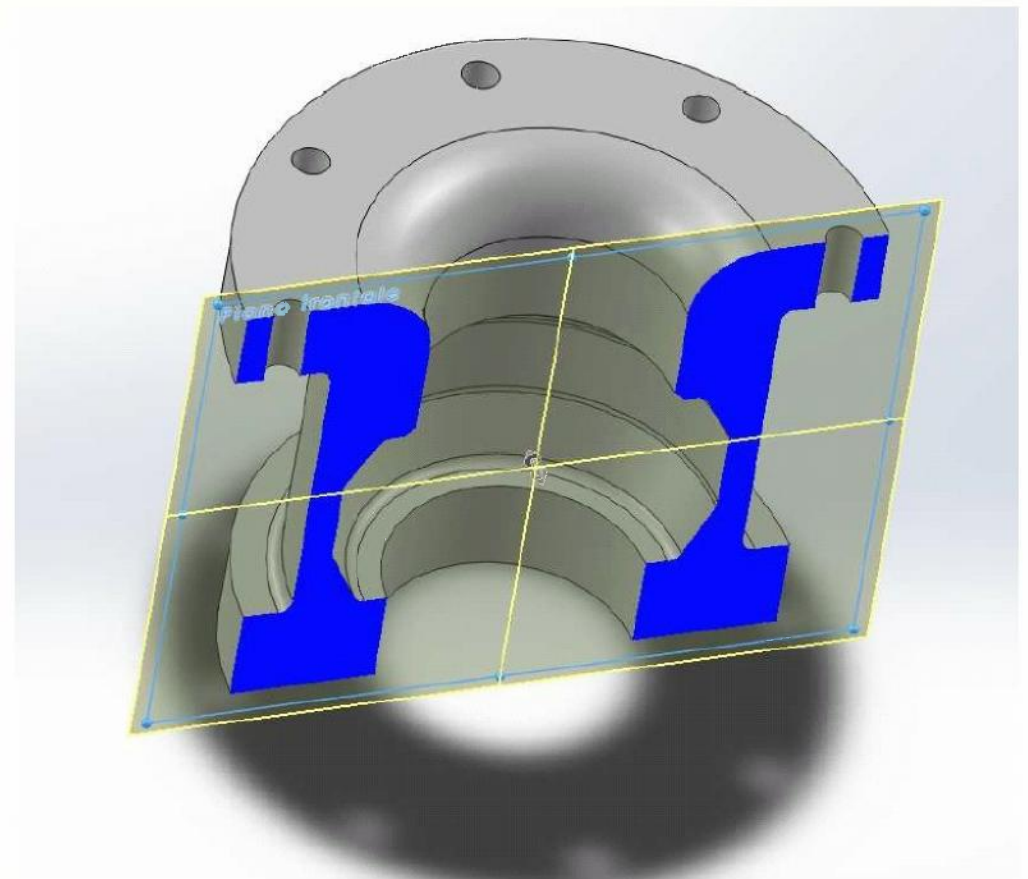
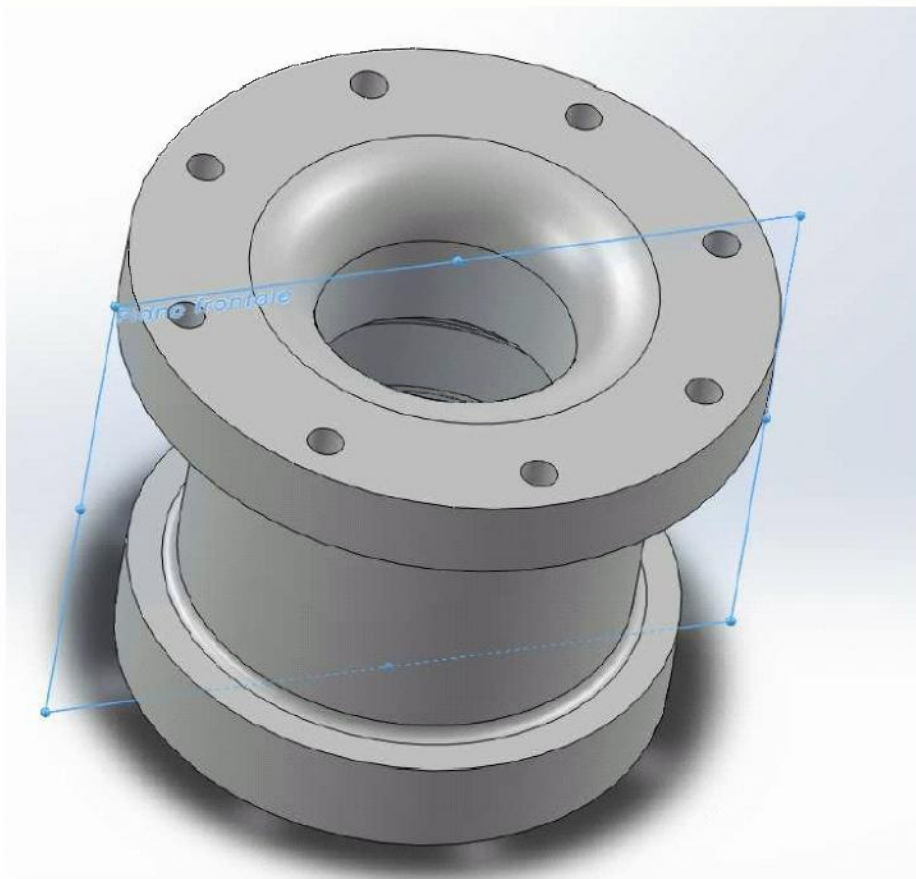
(*) Utilizzate generalmente per elementi di macchine a fluido (giranti o palette di turbine)

Esempio

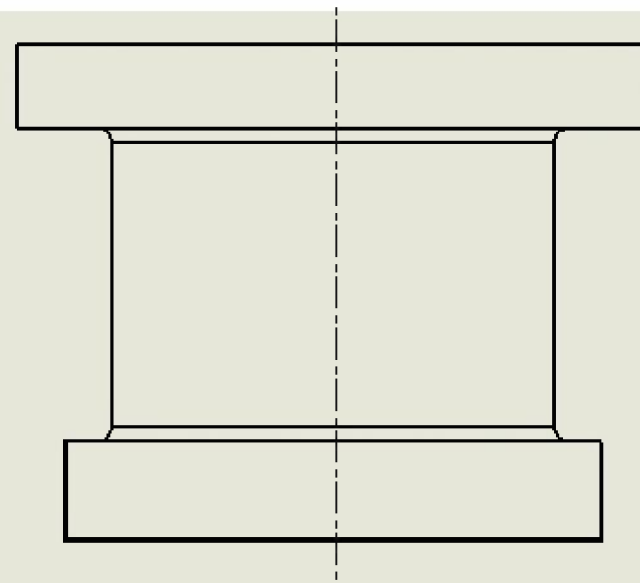
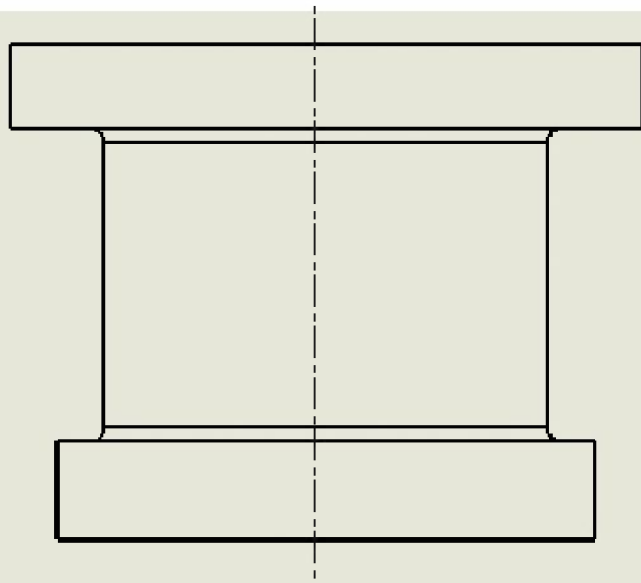


profilo utilizzato per generare
l'estrusione rotazionale

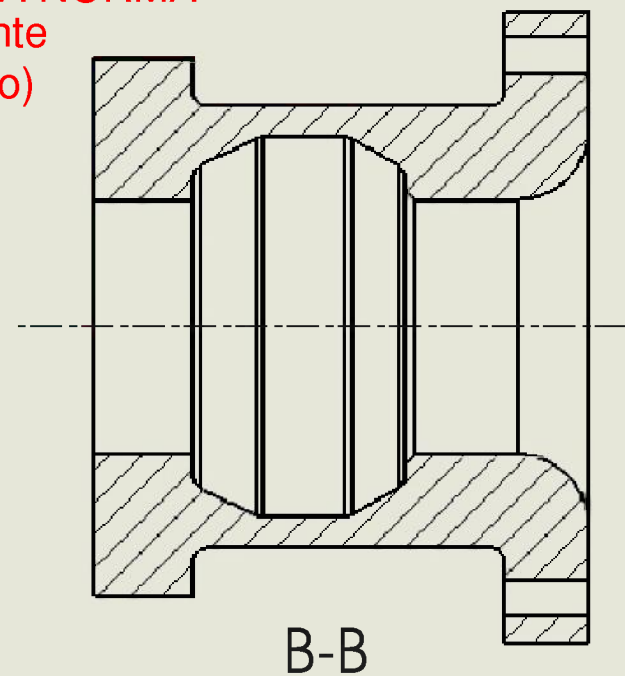
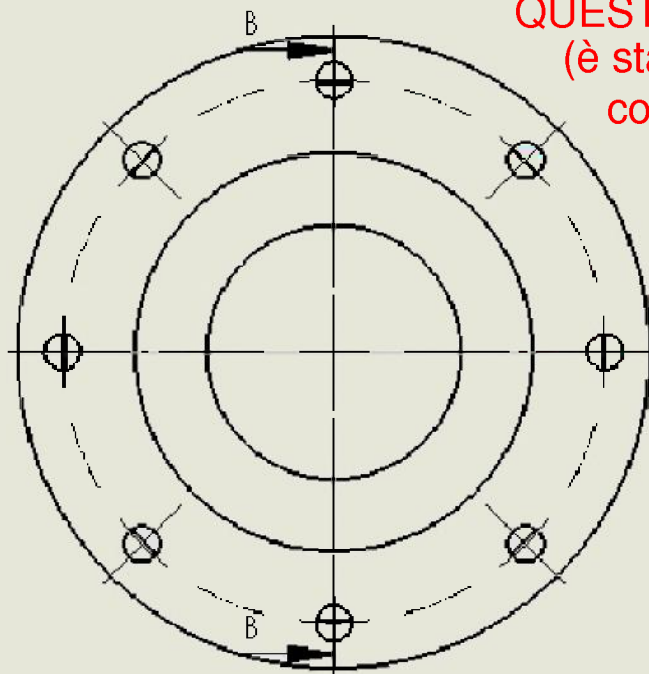




sezione ottenuta su un modello virtuale



per quel che concerne la traccia del piano di sezione,
la rappresentazione della sezione e gli spigoli fittizi
QUESTO DISEGNO NON E' A NORMA
(è stato ottenuto direttamente
con un modellatore solido)

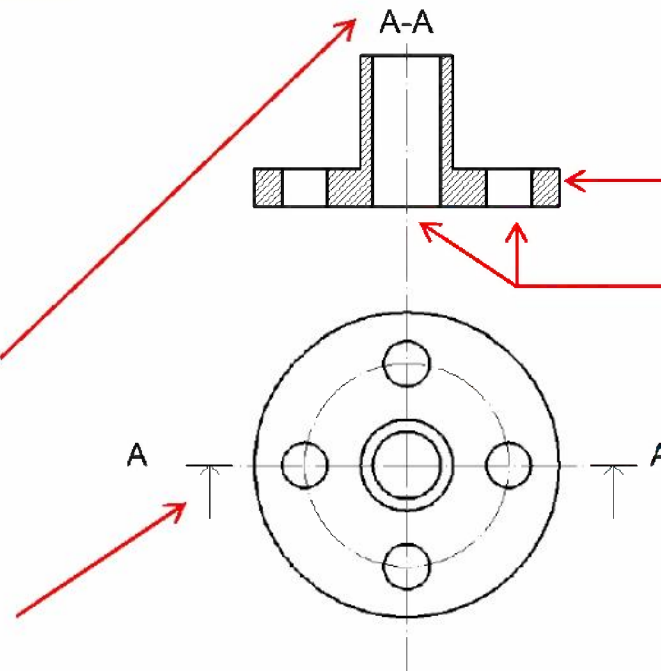


UNI 3971 - ritirata

Al disegno delle sezioni di applicano le regole generali per la disposizione delle viste.

Le sezioni devono essere chiaramente identificate tramite una doppia lettera maiuscola.

Le due frecce di riferimento indicano la direzione di osservazione e vanno posizionate alla estremità della traccia del piano di sezione.



La traccia del piano di sezione viene individuato da una linea di tipo H.

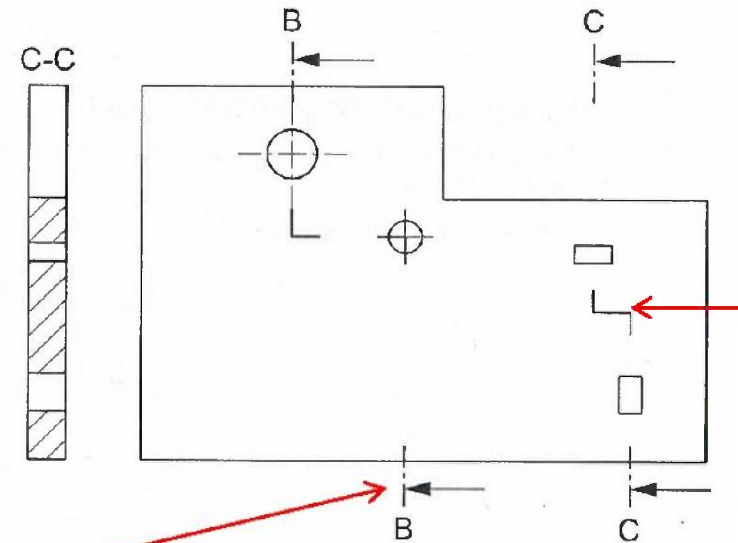
Si rappresentano le linee che rappresentano i bordi in vista sul piano di sezione e quelli disposti posteriormente a questo.

Il piano di sezione viene individuato con un tratteggio a 45° (linea tipo B) rispetto alle linee principali del contorno o agli assi di simmetria della sezione.

UNI ISO 128-40

La posizione del piano di sezione deve essere indicata mediante una linea mista grossa 04.2 (**tipo J**).

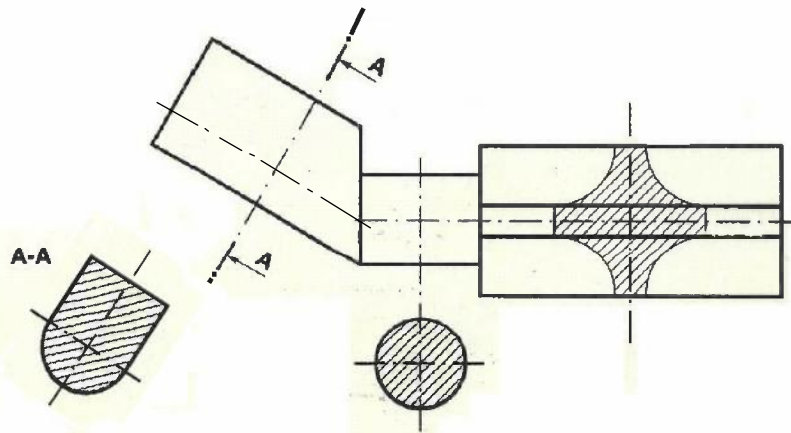
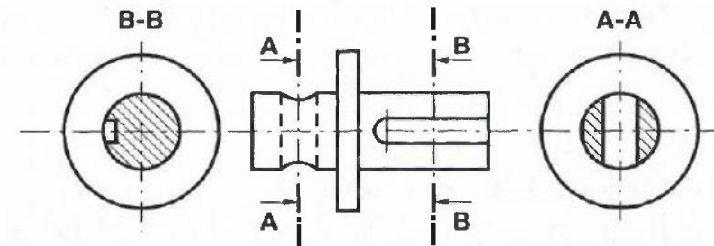
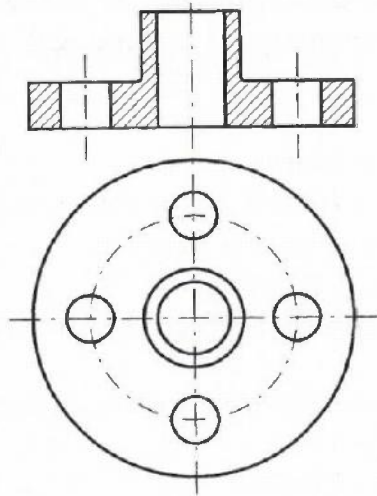
Per ragioni di leggibilità la traccia del piano di sezione può essere disegnata secondo tutta la sua lunghezza mediante una linea mista fine 04.1 (**tipo G**).



In caso di variazione del piano di sezione la traccia del piano di sezione deve essere disegnata solo alle **estremità** ed in corrispondenza dei **cambi di direzione**.

Sezioni secondo un unico piano

Se la posizione del piano di sezione è ovvia, non sono necessarie indicazioni aggiuntive. Si può quindi omettere l'indicazione della traccia del piano di sezione e le relative lettere identificative.



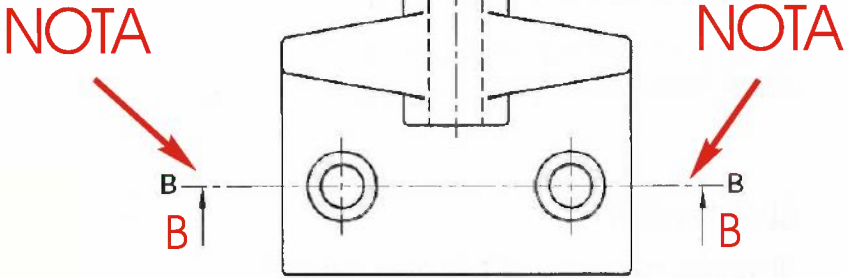
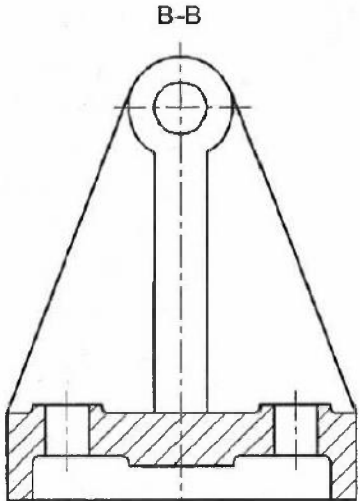
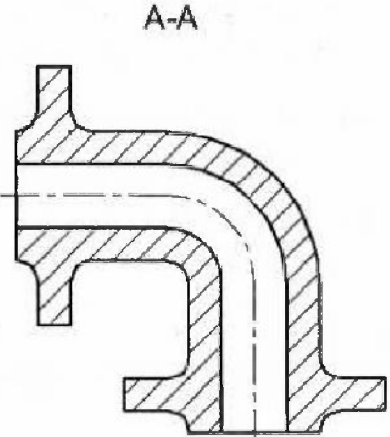
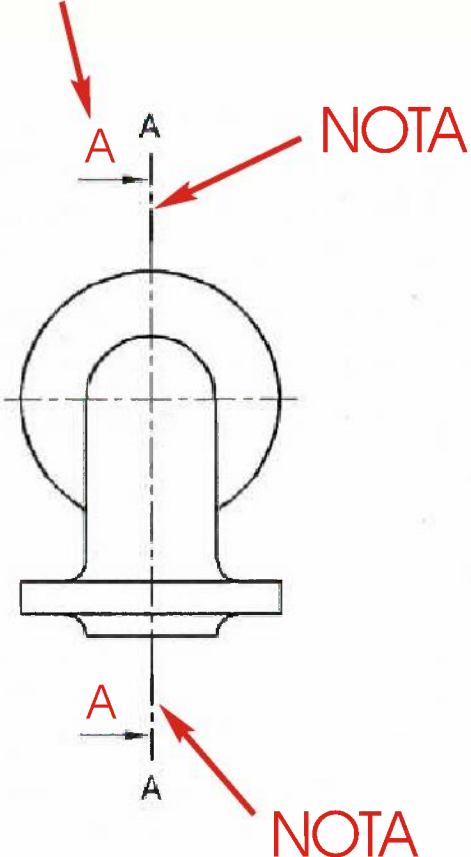
NON RUOTARE LA SEZIONE

(l'asse di simmetria della sezione deve essere parallelo alla traccia del piano di sezione)

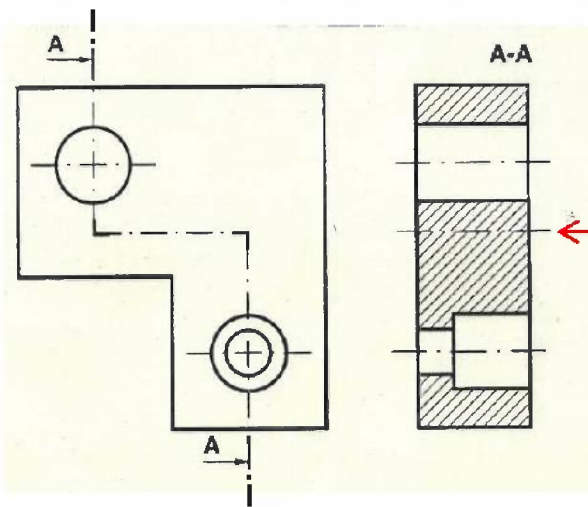
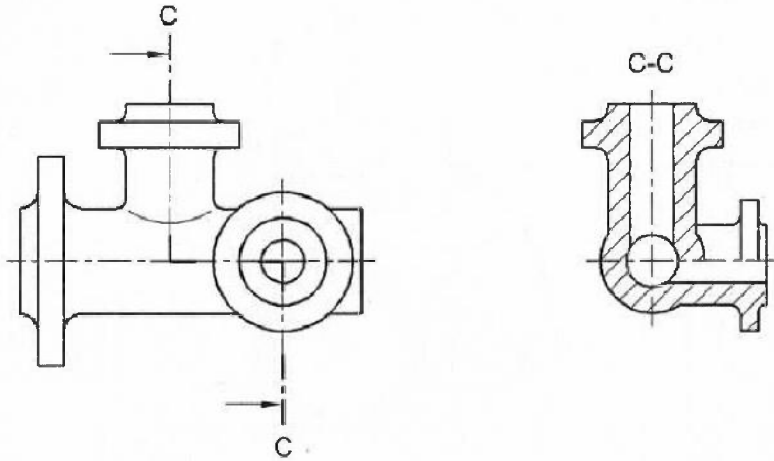
Abitualmente vengono indicate sia la traccia del piano di sezione (**tipo H**) e sia le relative lettere identificative .

Sezioni secondo un unico piano

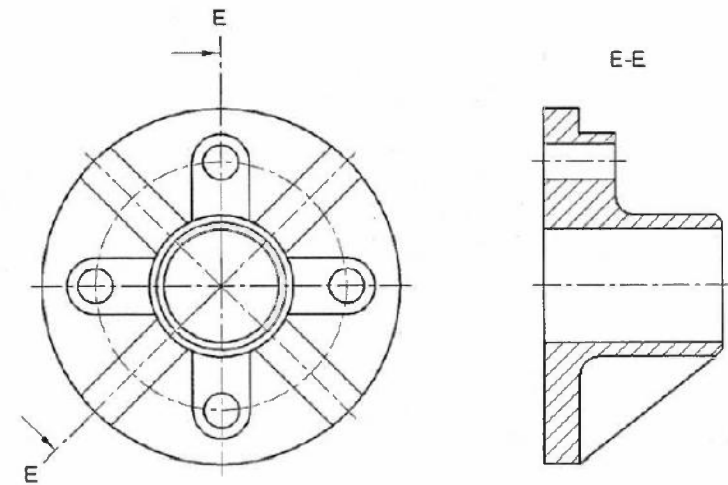
MEGLIO



Sezioni secondo due piani paralleli



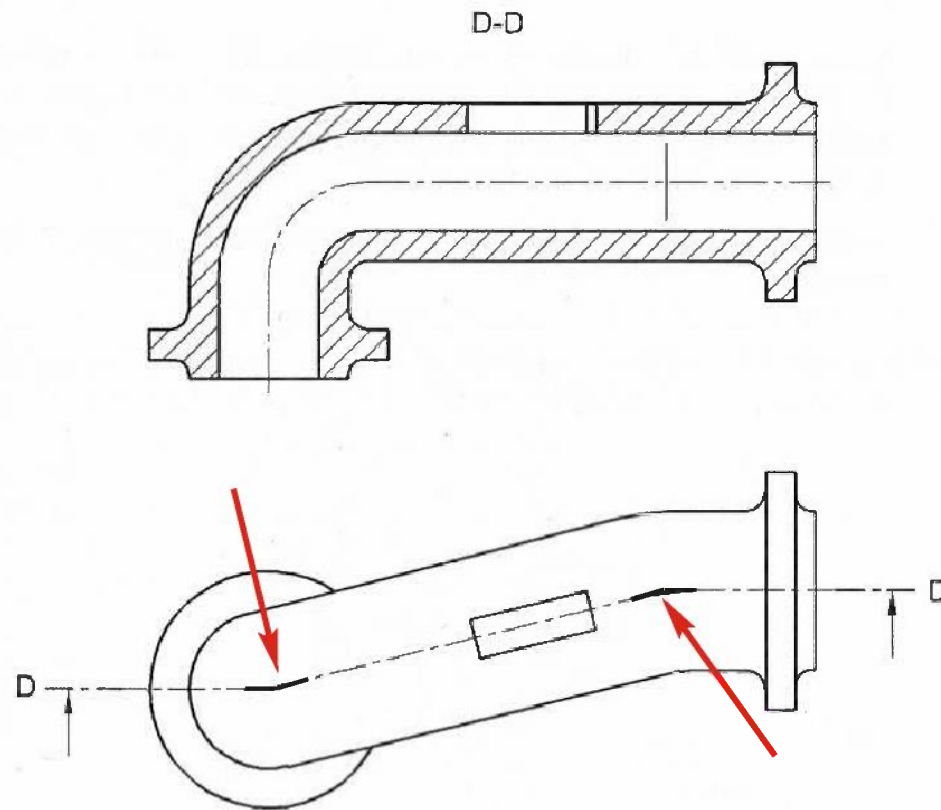
Sezioni secondo due piani concorrenti



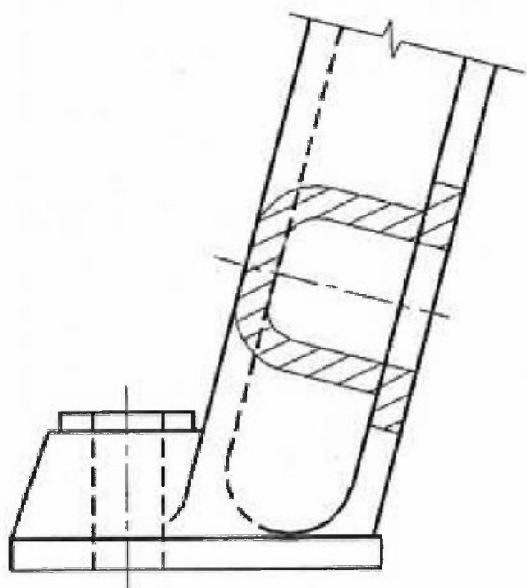
In presenza di piani di sezione paralleli, sfalsare il tratteggio della sezione migliora la leggibilità del disegno.

Sezioni secondo tre piani consecutivi

Quando per sezionare si utilizzano due o più piani consecutivi, le intersezioni delle tracce vanno evidenziate con tratti grossi.

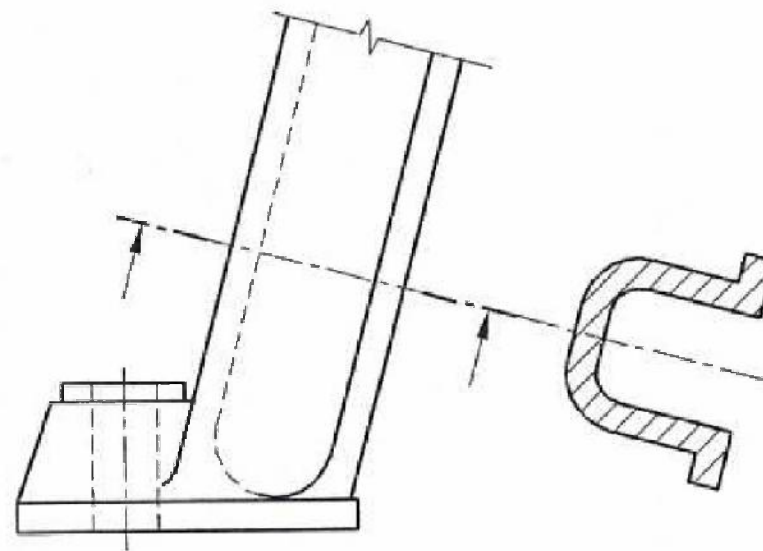


Sezioni ribaltate in luogo

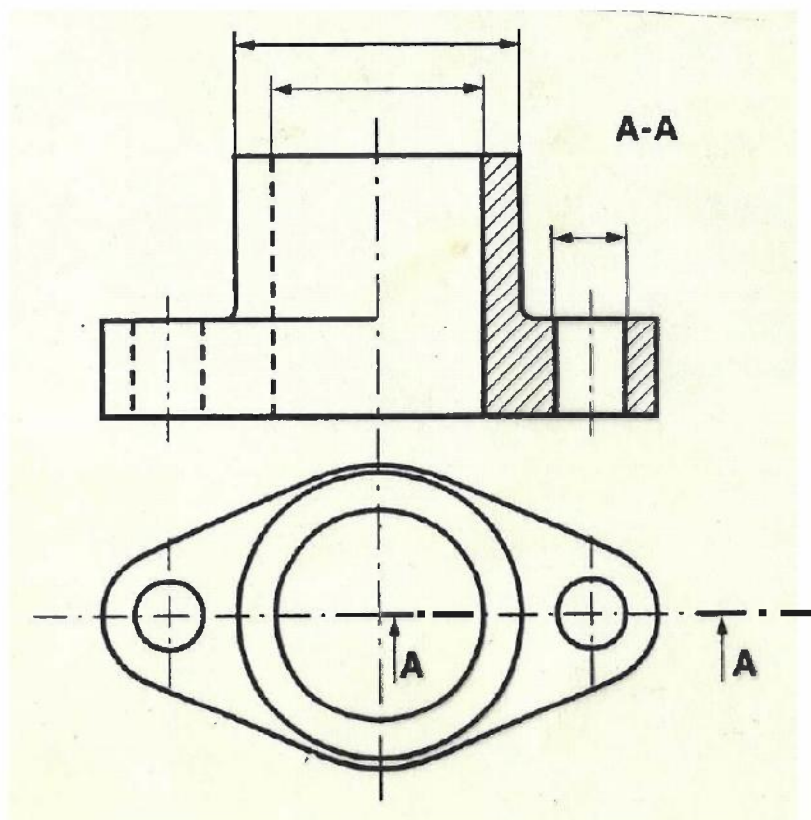


Sezioni ribaltate in luogo non vanno quotate.

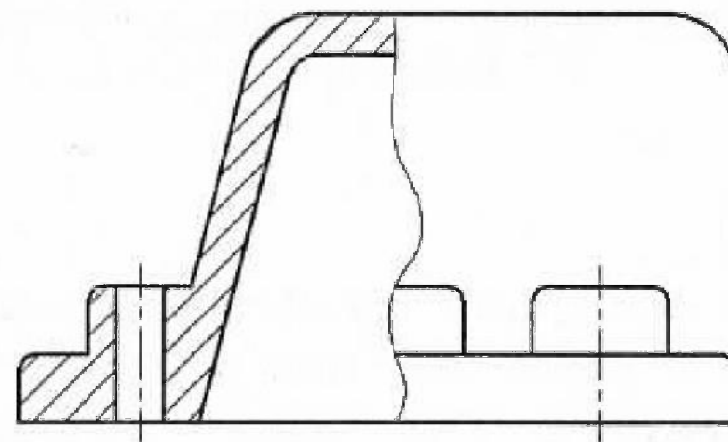
Sezioni in vicinanza



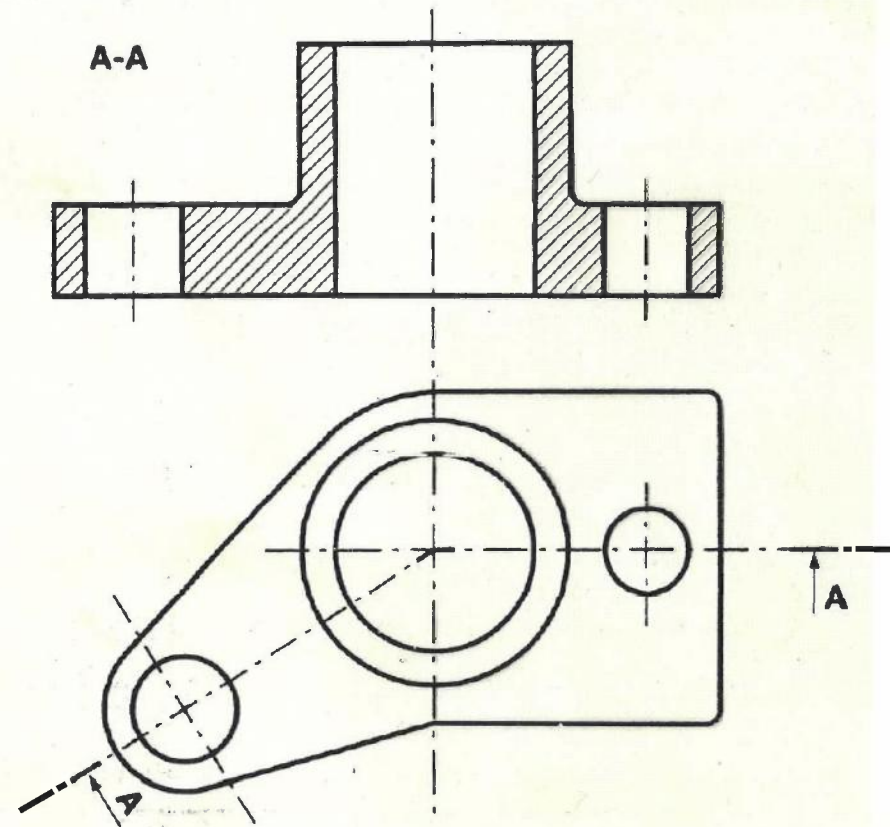
Sezioni di oggetti simmetrici



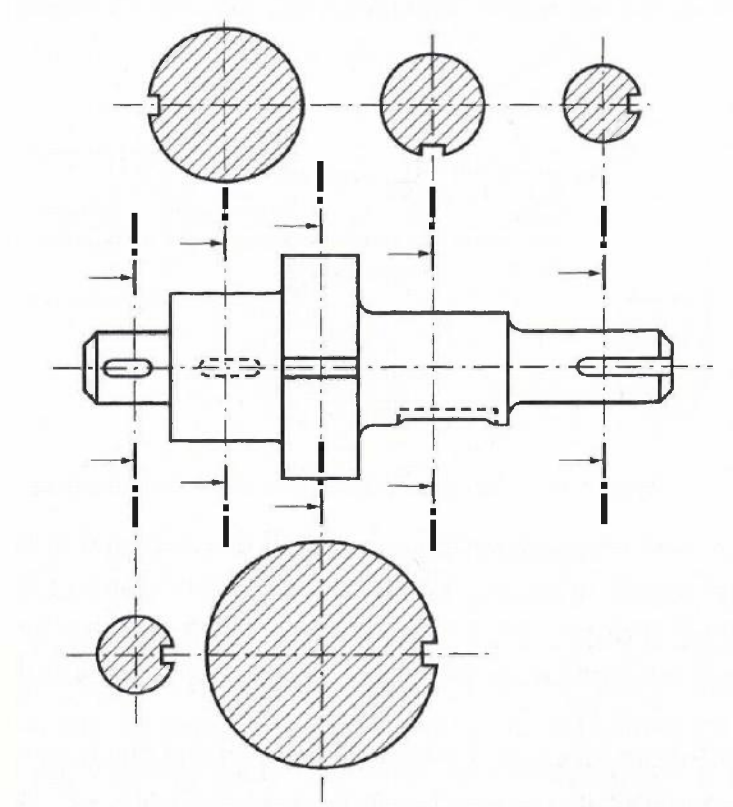
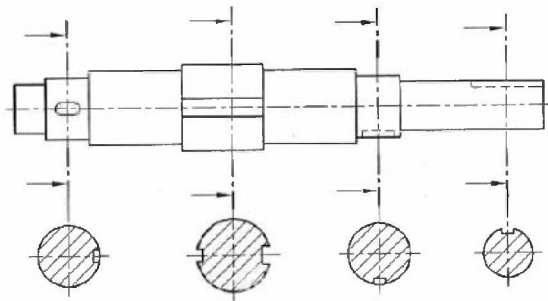
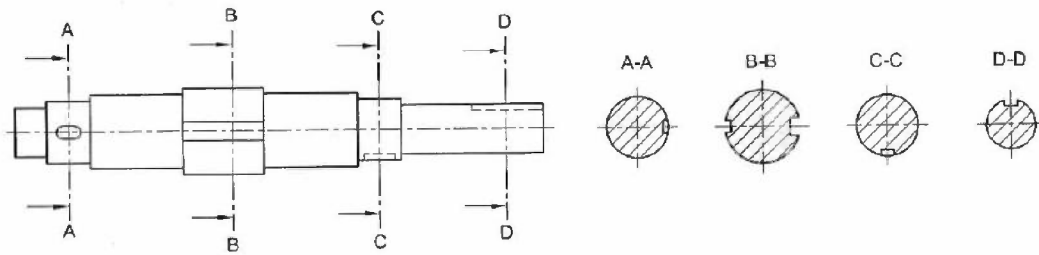
Sezioni parziali



Per neutralizzare le distorsioni legate alle viste di scorcio è possibile eseguire delle **rotazioni** in modo da rappresentare l'oggetto con le dimensioni in scala rispetto a quelle reali.

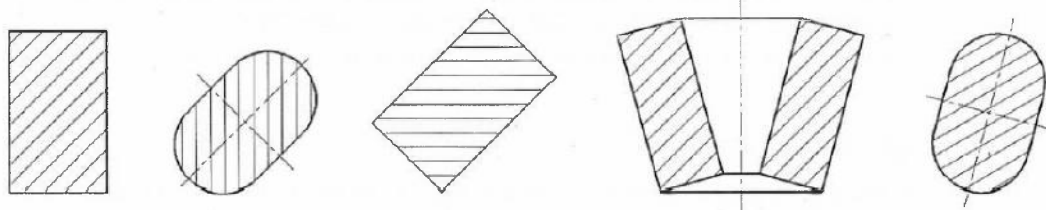


Disposizione delle sezioni successive



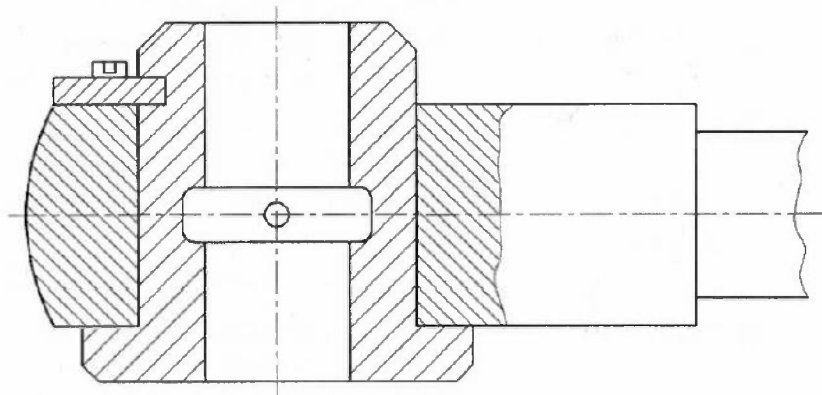
La norma UNI ISO 128-50 definisce sei modi per rappresentare le aree di sezione:

- Tratteggi
- Puntinature
- Contorni con linea extra grossa
- Annerimento di sezioni sottili
- Annerimento di sezioni sottili adiacenti
- Individuazione di materiali specifici

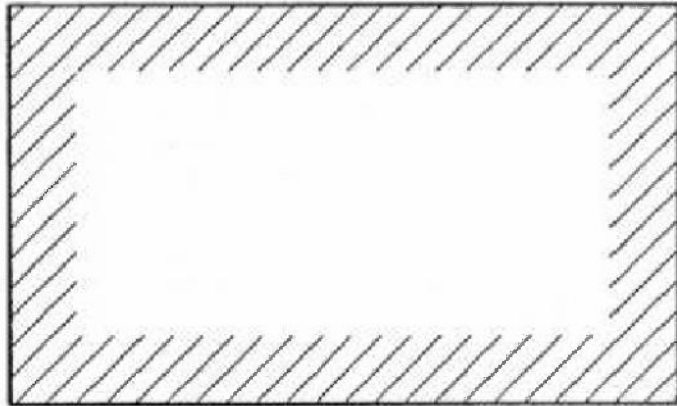


Le superfici sezionate devono essere tratteggiate con linea sottile (**tipo B**) inclinata di 45° rispetto all'asse di sezione o alle linee di contorno del disegno.

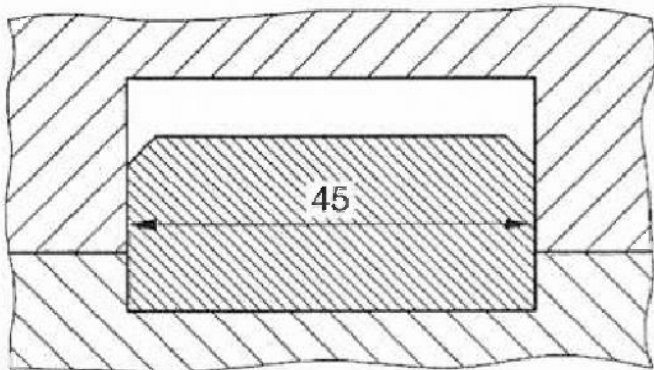
Tratteggi di aree adiacenti



Superfici diverse sezionate ed appartenenti allo stesso pezzo devono essere tratteggiate in modo identico. Pezzi diversi adiacenti devono essere individuati mediante tratteggi inclinati o spaziati in modo diverso.



Le superfici di grande ampiezza possono essere tratteggiate solo in prossimità del contorno.



Il tratteggio deve essere interrotto in corrispondenza delle scritte che si trovano sulla superficie sezionata.

Ombreggiatura utilizzando
punti o annerimenti





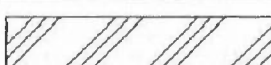
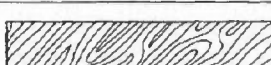

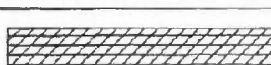
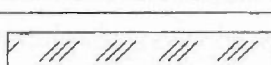
Una superficie può essere sia ombreggiata (cioè evidenziata) mediante punti più o meno spazati, sia annerita.

Sezioni sottili



Le sezioni sottili possono essere completamente annerite.

SEGNO GRAFICO	NATURA DEL MATERIALE
	Aeriformi e assimilabili (quando hanno importanza funzionale)
	Liquidi
	Solidi
	Terreno

SEGNO GRAFICO	NATURA DEL MATERIALE SPECIFICO
	Materiale predominante
	Materiale da mettere in particolare evidenza
	Materiali ausiliari (es. materie plastiche in meccanica, pietre e marmi in edilizia)
	Legno
	Avvolgimenti elettrici
	Isolanti
	Materiali trasparenti

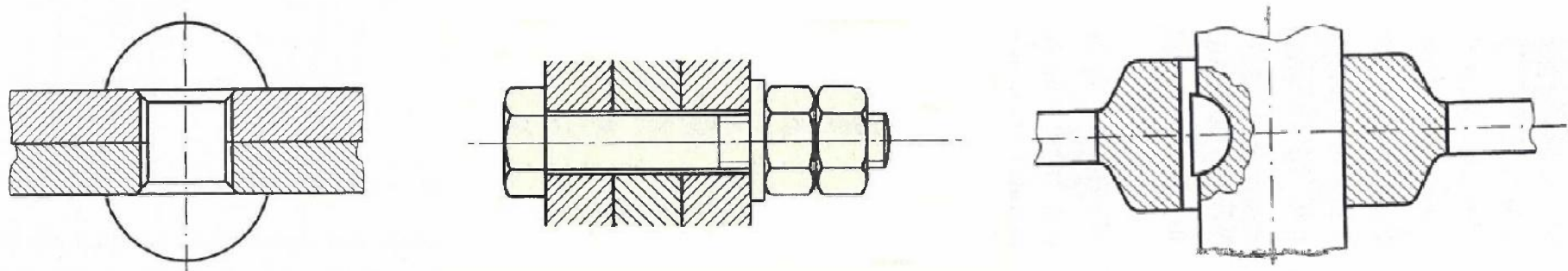
Al fine di rappresentare materiali diversi, possono essere utilizzate rappresentazioni specifiche. In tal caso il significato delle rappresentazioni deve essere chiaramente indicato sul disegno.

Parti da non sezionare (anche se attraversate dal piano di sezione)

UNI ISO 128-44: «Di regola, nervature, elementi di collegamento, alberi, razze di ruote ed elementi analoghi non devono essere sezionati longitudinalmente e quindi rappresentati in sezione».

Si ritiene infatti che il tratteggio possa falsare l'interpretazione del disegno ovvero non introduca alcun elemento migliorativo della sezione.

Fra gli elementi interessati alla regola sopra riportata vanno annoverati: viti e chiodi, sfere, rulli e altri corpi rotolanti per cuscinetti, chiavette, linguette, perni e spine, nervature di rinforzo, alberi, razze di pulegge, denti di ruote dentate.



La quotatura nei disegni tecnici

Norme

Norma di riferimento:

UNI ISO 129-1:2011

Disegni tecnici

Quotatura e indicazione delle tolleranze

Stabilisce i principi generali di quotatura applicabili a tutti i tipi di disegno tecnico.

Sostituisce:

UNI 3973 - UNI 3974 - UNI 3975 - UNI 4820

Principi generali

La rappresentazione di un oggetto secondo metodi grafici normalizzati definisce l'oggetto stesso solo in modo qualitativo.

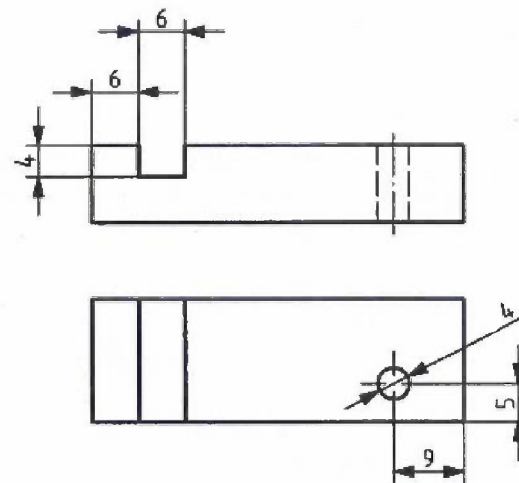
Per completare la rappresentazione tecnica è necessario aggiungere informazioni quantitative.

Quotare il disegno di un oggetto significa riportare tutte le indicazioni idonee a definire le dimensioni dell'oggetto stesso.

Principi generali

- Tutte le dimensioni, simboli grafici e annotazioni devono essere indicati in modo tale che siano leggibili dalla base o dal lato destro del disegno (direzioni principali di lettura).
- Ogni parte o relazione fra parti rappresentate nel disegno, deve essere quotata una sola volta.
- Tutte le dimensioni devono essere espresse nella stessa unità di misura. Se in uno stesso disegno si utilizzano più unità di misura queste vanno indicate con chiarezza.

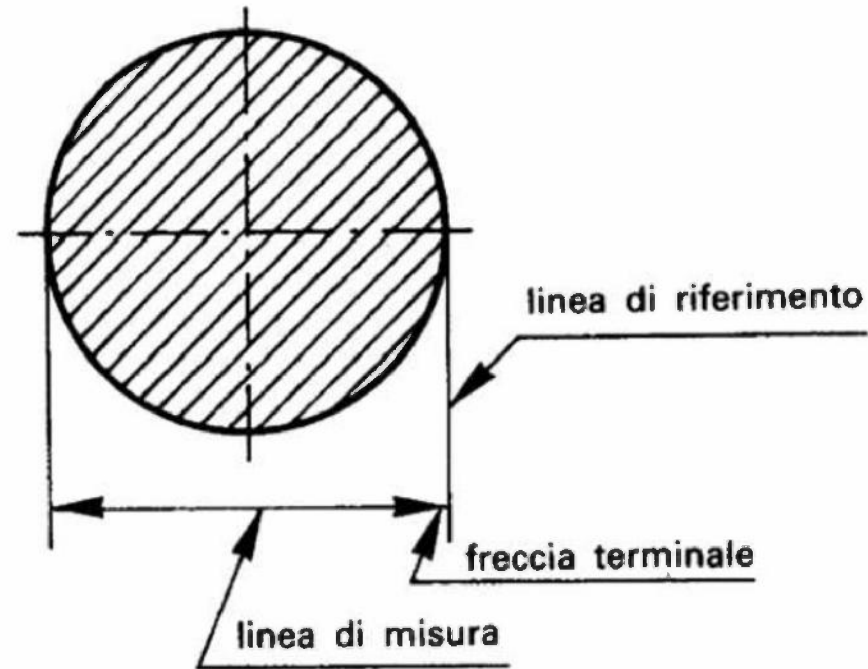
- Le quote vanno poste nelle viste o sezioni che mostrano con maggior chiarezza l'elemento da quotare.
- Quote relative ad uno stesso elemento vano raggruppate.



Principi generali

- Tutte le informazioni quantitative che assicurano la funzionalità dell'oggetto, vanno scritte sul disegno
- Non si deve ricavare una quota funzionale da altre quote
- Non si deve rilevare una dimensione dal disegno
- Le quote vanno poste dove sono più chiaramente associabili agli elementi di cui debbono esprimere le dimensioni
- Le quote non devono essere in numero maggiore di quanto non sia strettamente necessario alla compiuta definizione dell'oggetto
- Gli elementi contemplati dalla normativa e definiti geometricamente in specifiche tabelle (viti, dadi, rosette) possono non essere quotati ma debbono in ogni caso essere richiamati con la specifica designazione normalizzata.

Elementi costitutivi delle quote

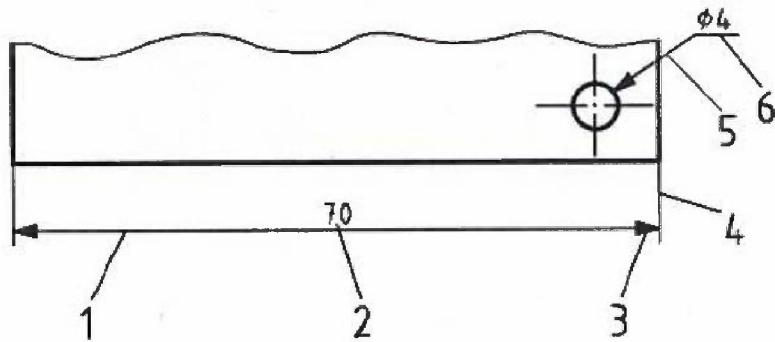


Un oggetto viene completamente definito dalla descrizione della forma, delle dimensioni, dello stato superficiale e del materiale.

Non deve essere confusa la quotatura con la scala del disegno: le quote indicano sempre le lunghezze reali dell'oggetto espresse in millimetri e sono indipendenti dalla scala.

Per quanto concerne il disegno di officina, le quote devono essere complete e prontamente utilizzabili dall'esecutore, senza che questi sia costretto a dedurle mediante calcoli o rilievi.

Elementi costitutivi delle quote

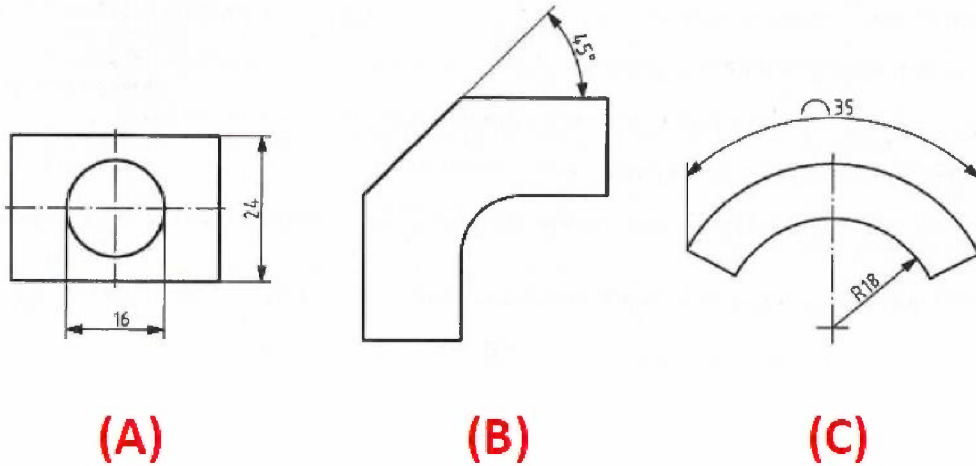


1. Linea di misura (01.1)
2. Valore della quota
3. Freccia terminale
4. Linea di riferimento – extension line (01.1)
5. Linea di richiamo (01.1)
6. Linea di riferimento – reference line (01.1)

Le linee di misura, delimitate dalle linee di riferimento, hanno lo scopo di stabilire graficamente le dimensioni la cui misura è poi definita numericamente dal valore della quota.

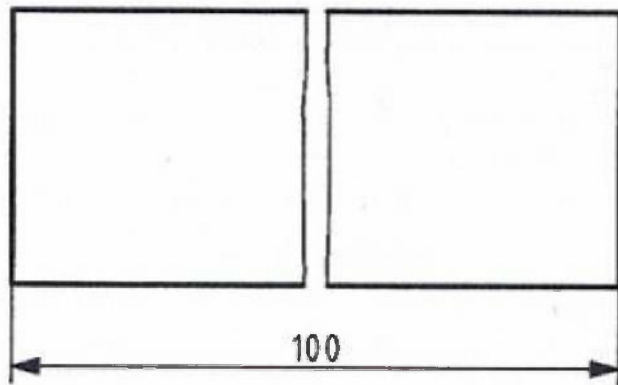
Le linee di riferimento collegano visivamente la dimensione considerata alla linea di misura rendendo quindi immediata l'interpretazione dell'informazione numerica.

Linea di misura



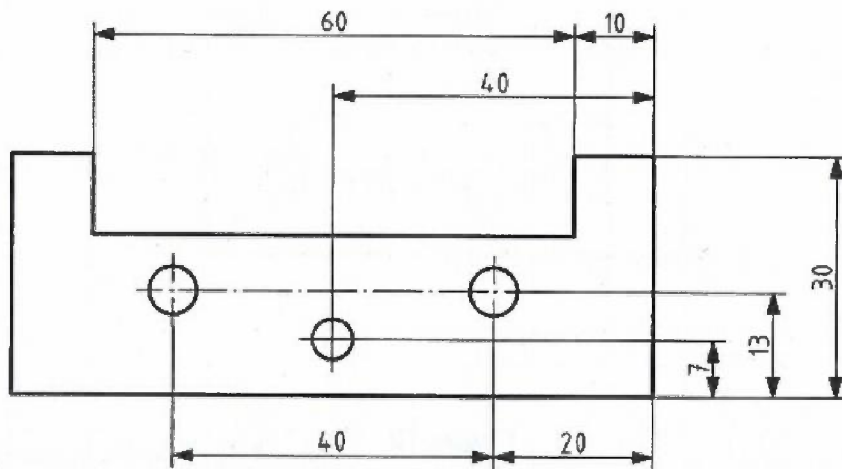
Linee di misura (01.1):

- nel caso di dimensioni lineari sono parallele alla dimensione a cui sono riferite **(A)**;
- nel caso di dimensioni angolari **(B)** o di archi **(C)** vengono tracciate ad arco;
- nel caso della quota di un raggio **(C)** la linea di misura deve passare per il centro.



Se la rappresentazione del pezzo è interrotta la corrispondente linea di misura non deve essere interrotta e la quota è quella totale.

Linea di misura

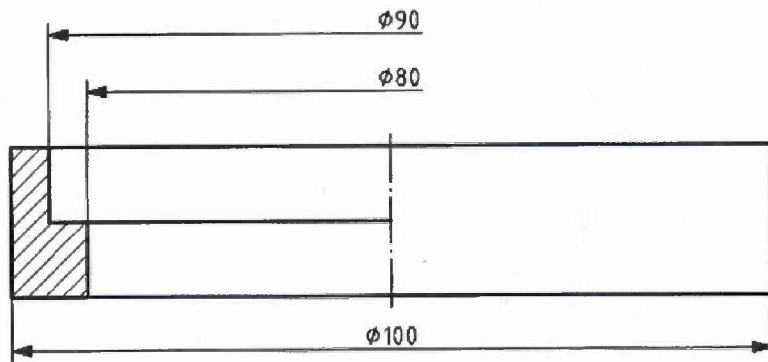


L'intersezione delle linee di misura con qualsiasi altra linea dovrebbe essere evitata. Dove questo non è possibile queste non vanno interrotte.

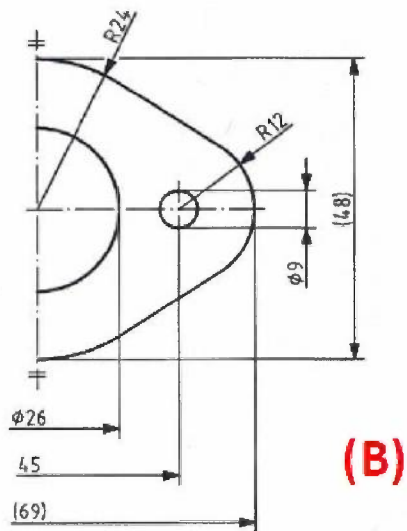
Le linee di misura vanno tracciate per quanto possibile all'esterno della figura e devono essere adeguatamente distanziate fra loro e dalle linee di contorno.

Le linee di misura non devono coincidere con assi, linee di contorno o linee di riferimento.

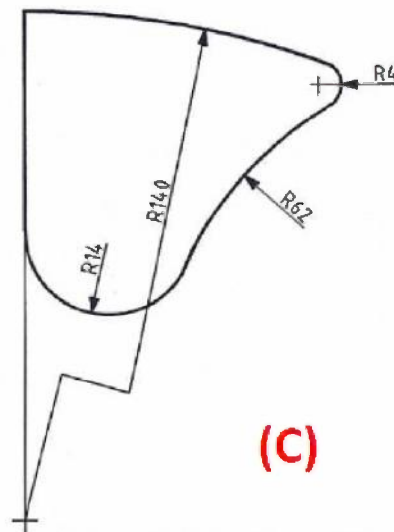
Linea di misura



(A)



(B)

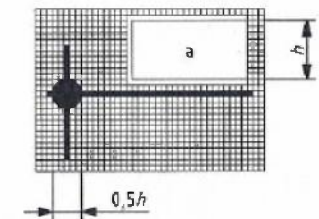
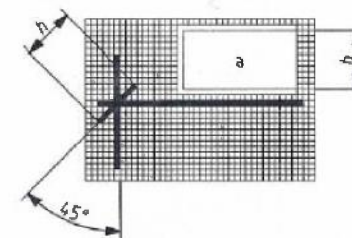
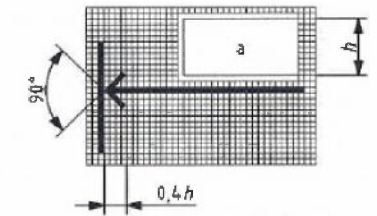
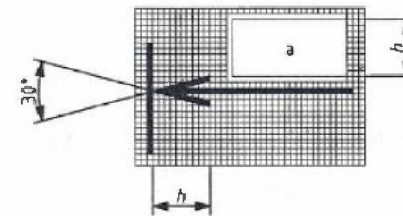
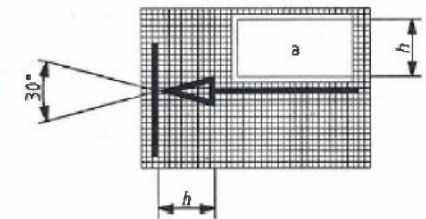
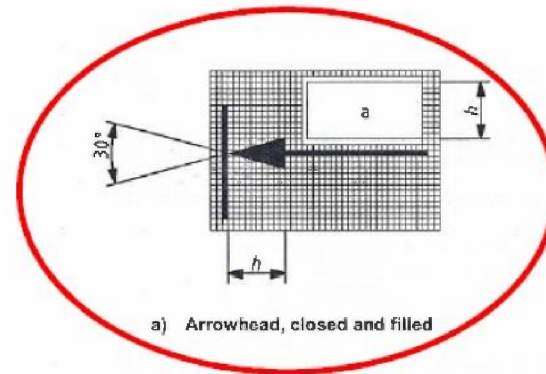
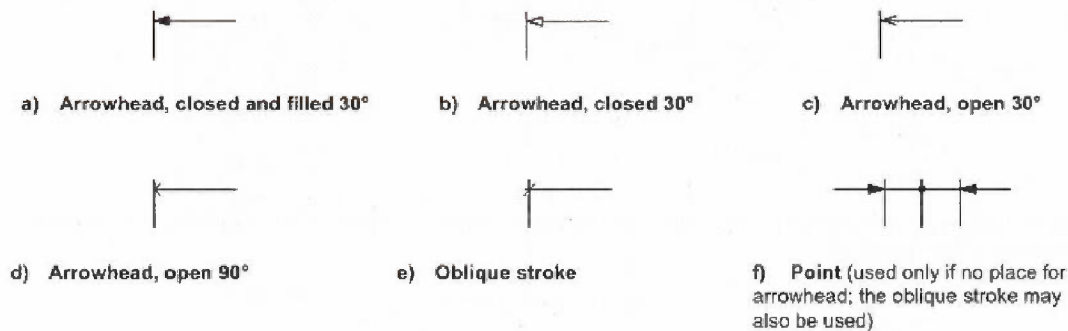


(C)

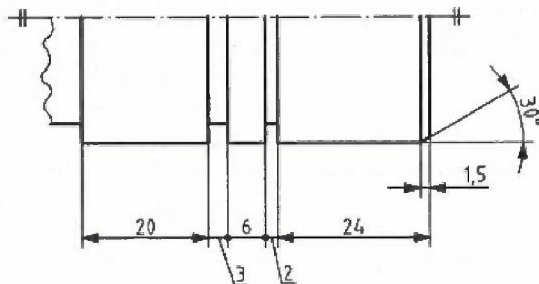
La linea di misura può essere non completa quando:

- nel caso di diametri in oggetti rappresentati in sezione parziale (A);
- se è rappresentata solo una parte di figure simmetriche (B);
- quando un riferimento della quota è fuori dal disegno (C).

Frecce terminali

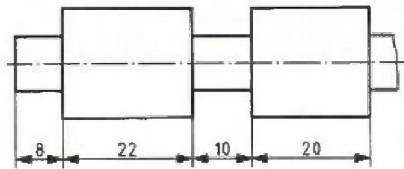


Va preferito il terminatore tipo **a**.
 Se non c'è spazio per il valore della quota si può usare il terminatore tipo **f** o riportare il terminatore all'esterno.

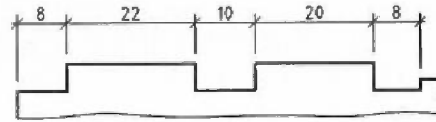


La lettera a indica la zona in cui riportare le quote ed h indica l'altezza del carattere

Linee di riferimento



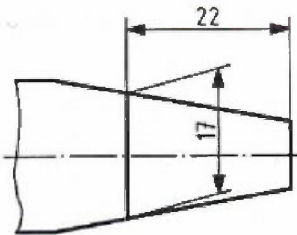
(A)



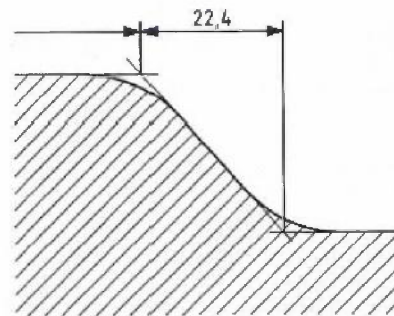
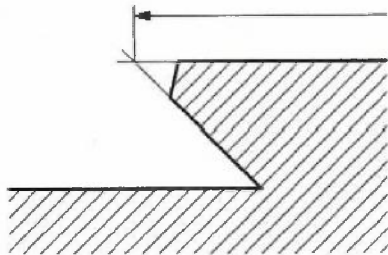
(B)

Le linee di riferimento (extension lines) :

- sono ortogonali all'elemento da misurare;
- si estendono circa 8 volte il loro spessore oltre la linea di misura;
- è possibile lasciare un gap tra l'elemento da misurare e l'inizio della linea di riferimento (pari a circa 8 volte lo spessore della linea)(B);

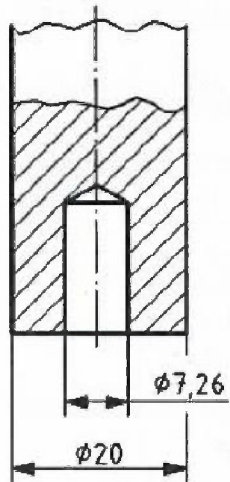


Per necessità di chiarezza le linee di riferimento possono essere oblique all'elemento da misurare ma ortogonali fra loro.

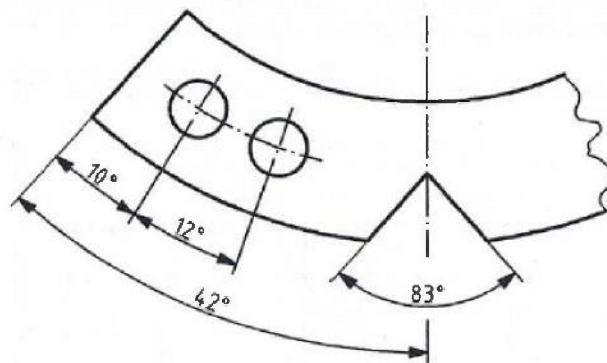


Intersezioni proiettate di contorni (smussi) o estensioni di profili fuori dai raccordi si estendono di 8 volte oltre il punto di intersezione. La linea di riferimento parte dalla intersezione.

Linee di riferimento

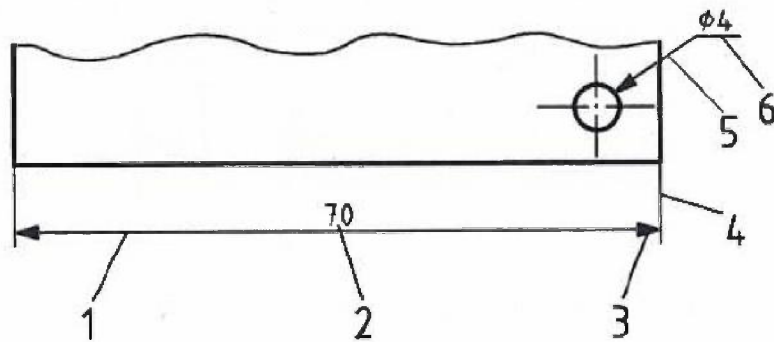


Le linee di riferimento possono essere interrotte se questo non è causa di ambiguità



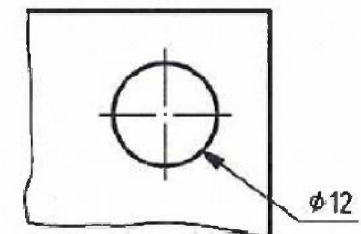
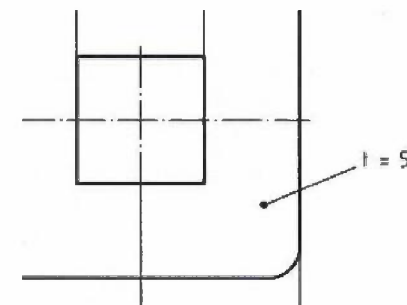
Nel caso di quote angolari, le linee di riferimento sono le estensioni dei due segmenti che formano l'angolo quotato.

Linee di richiamo



1. Linea di misura (01.1)
2. Valore della quota
3. Freccia terminale
4. Linea di riferimento – extension line (01.1)
5. Linea di richiamo (01.1)
6. Linea di riferimento – reference line (01.1)

Le linee di richiamo (5) collega elementi di disegno a cui vengono associate informazioni aggiuntive. Non deve essere più lunga del necessario e deve essere inclinata rispetto alla rappresentazione principale e non parallela a linee adiacenti (contorni, tratteggi, assi, altro).

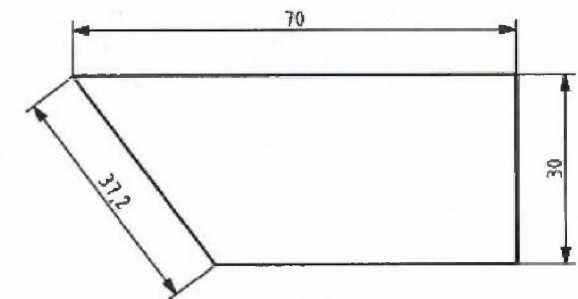
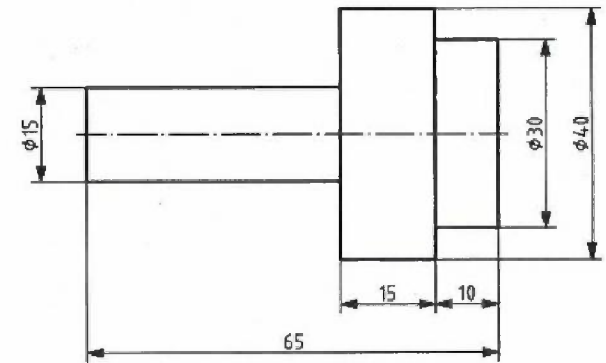


Valore della quota

Il valore della quota dovrà essere indicato nei disegni con un carattere la cui misura sia completamente leggibile nel disegno originale così come nelle sue riproduzioni.

La scrittura utilizza preferibilmente caratteri di tipo B (UNI EN ISO 3098).

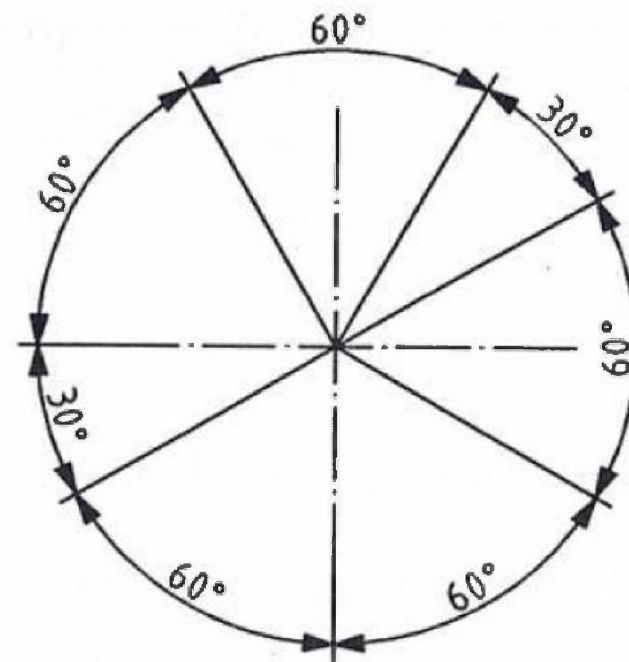
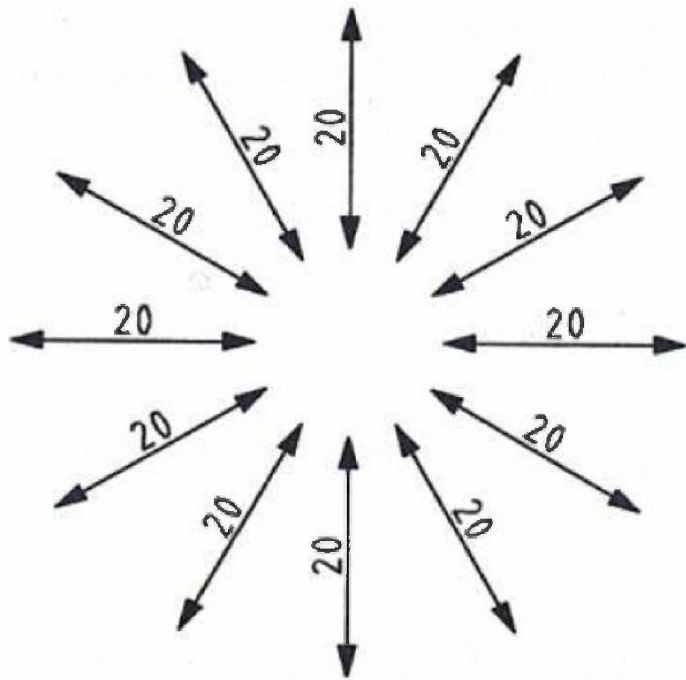
Il valore della quota deve essere posizionato parallelamente alla linea di misura, in prossimità della sua mezzeria e leggermente al di sopra di questa. Il valore della dimensione non deve essere intersecato o separato da qualsiasi altra linea.



E' il criterio A delle vecchie norme

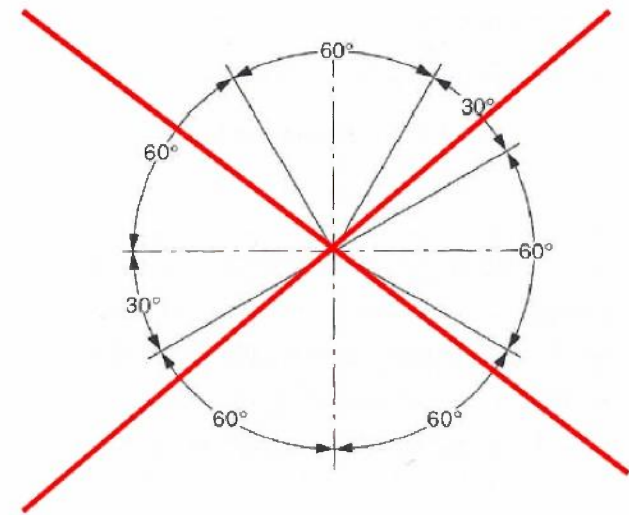
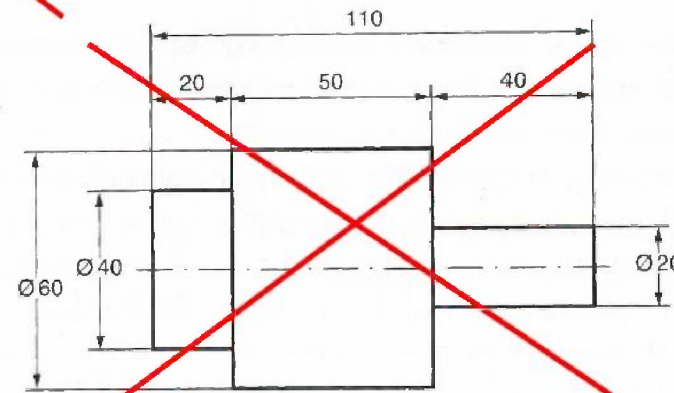
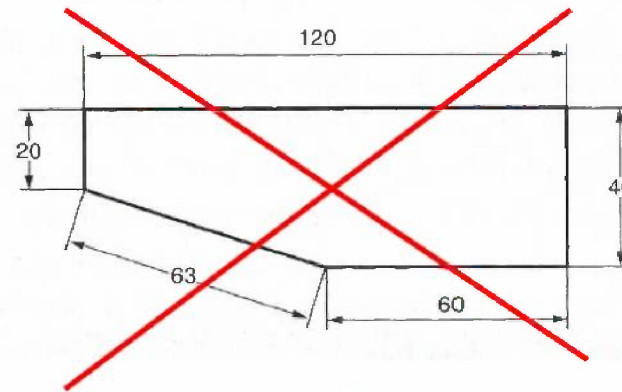
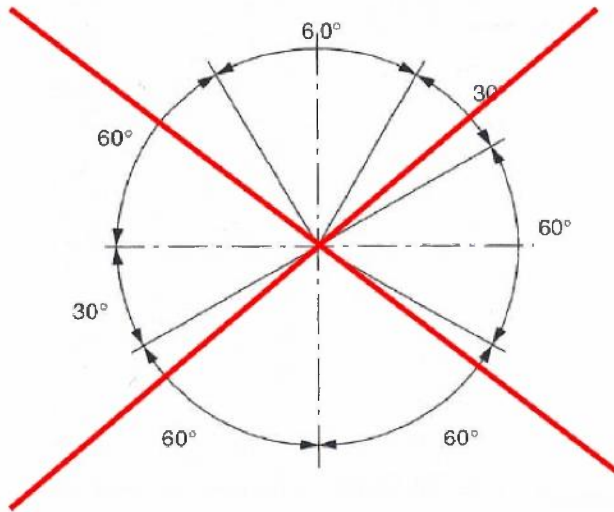
Valore della quota

Valori della quota su dimensioni oblique o valori di dimensioni angolari vanno indicati come negli schemi sottostanti.

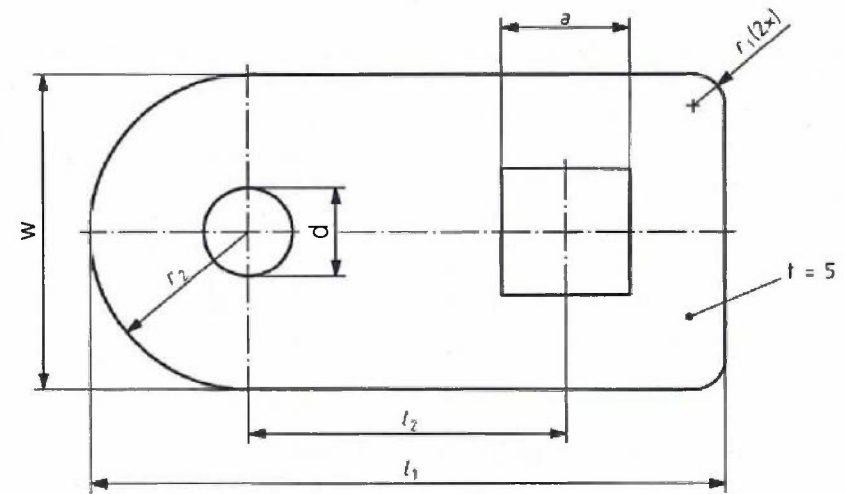
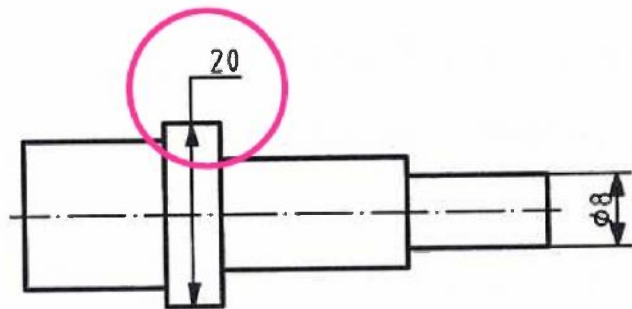
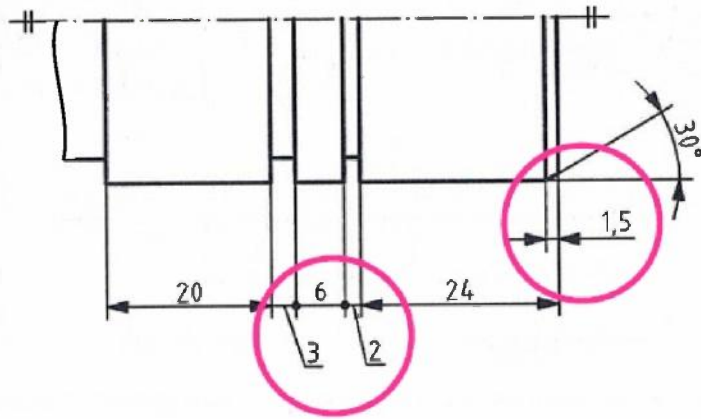


Valore della quota

Altre varianti o criteri (metodo B della vecchia norma) non sono consentiti.



Valore della quota: casi speciali



No.	a	d	l_1	l_2	r_1	r_2	w
1	□ 2	∅ 10	100	50	R6	(R16)	32
2	□ 6	∅ 16	120	64	R6	(R20)	40
3	□ 8	∅ 20	140	78	R8	(R24)	48

Quotatura tabellare: il componente ha una topologia che non cambia al variare delle dimensioni caratteristiche.

NUMERI NORMALI - DIMENSIONI NOMINALI PER ORGANI MECCANICI

Nello stabilire una progressione dimensionale è vantaggioso scegliere le grandezze in modo tale che una grandezza e quella immediatamente seguente si differenzino sempre approssimativamente nel medesimo rapporto.

NUMERI NORMALI - DIMENSIONI NOMINALI PER ORGANI MECCANICI

I **numeri normali** si prestano in modo particolare allo scalamento delle grandezze che possono essere scelte liberamente, ad esempio potenze, velocità, pressioni, capacità dimensioni di profilati, ecc. Nelle serie principali R5, R10, R20 e R40 si ottiene il risultato che il raggiungimento di un valore dieci volte più grande di quello di partenza è ottenuto rispettivamente con 5, 10, 20 e 40 intervalli che, come detto, mantengono tra un intervallo e l'altro il medesimo rapporto. La ragione è il quoziente tra il numero più grande e quello più piccolo di un intervallo.

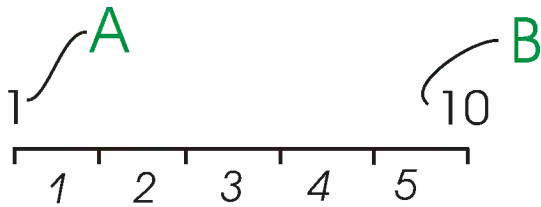
$$\sqrt[5]{10} = 1,6 \text{ nella serie R5}$$

$$\sqrt[10]{10} = 1,25 \text{ nella serie R10}$$

$$\sqrt[20]{10} = 1,12 \text{ nella serie R20}$$

SERIE DI NUMERI NORMALI

DEFINIZIONE DELLA "RAGIONE"



Ra5: ragione serie
geometrica
pari a

$$\sqrt[5]{10} \quad 1.585$$

Numero di parti in cui
si suddivide l'intervallo

Valore costante (B/A)

Altri estremi dell' intervallo:

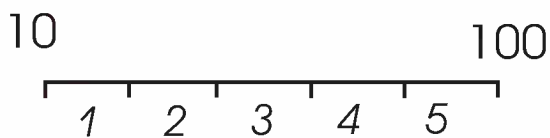


Ra10

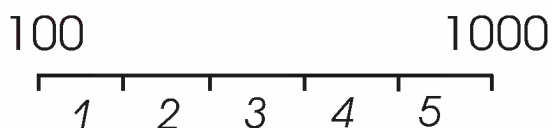
Ra20

...

...



...



Valori fondamentali			Valori complementari (prossimi alla serie R 40)
Serie Ra 5	Serie Ra 10	Serie Ra 20	
0,1	0,1	0,1	0,13
		0,11	
0,16	0,16	0,12	0,15
		0,14	
		0,16	
		0,18	
0,25	0,25	0,2	0,17
		0,22	
		0,25	
		0,28	
0,4	0,4	0,3	0,19
		0,35	
		0,4	
		0,45	
0,6	0,6	0,5	0,21
		0,55	
		0,6	
		0,7	
1	1	0,8	0,24
		0,9	
1,6	1,6	1	0,26
		1,1	
		1,2	
		1,4	
2,5	2,5	1,6	0,32
		1,8	
		2	
		2,2	
4	4	2,5	0,38
		2,8	
		3	
		3,5	
6	6	4	0,42
		5	
		5,5	
		6	
10	10	7	0,48
		8	

1.585
arrotondato a

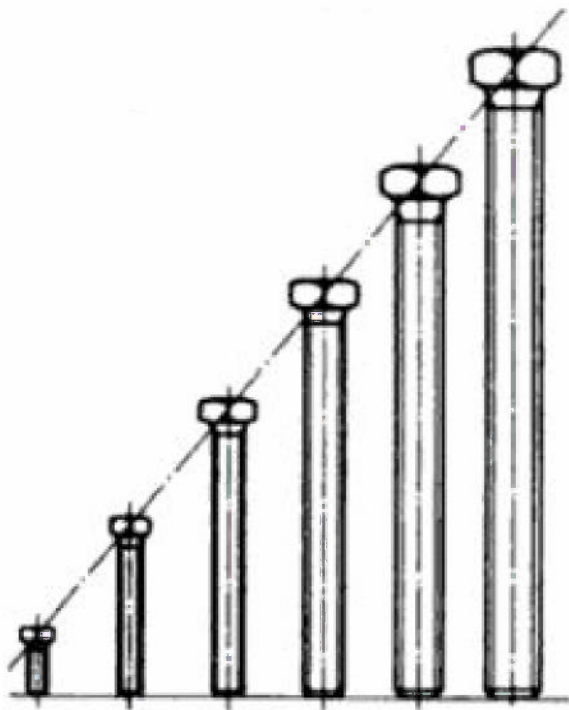
Valori fondamentali			Valori complementari (prossimi alla serie R 40)
Serie Ra 5	Serie Ra 10	Serie Ra 20	
10	10	10	13
		11	
16	16	12	15
		14	
		16	
		18	
25	25	20	17
		22	
		25	
		28	
40	40	32	19
		36	
		40	
		45	
63	63	50	21
		56	
		63	
		70	
100	100	80	24
		90	
		100	
		110	
160	160	125	26
		140	
		160	
		180	
250	250	200	30
		220	
		250	
		280	
400	400	315	34
		355	
		400	
		450	
630	630	500	38
		560	
		630	
		710	
1000	1000	800	42
		900	
		1000	
		1100	

I valori delle serie indicate corrispondono approssimativamente a quelli delle serie geometriche con ragione 1,60 per la serie Ra 5; 1,25 per la serie Ra 10; 1,12 per la serie Ra 20 - I valori complementari non sono in progressione geometrica e devono essere usati per i dimensionamenti solo in casi di assoluta necessità. Nella tab. UNI 2016 sono indicati anche gli scostamenti % dei valori delle serie R5 R10 R20 da quelli calcolati secondo l'esatta progressione geometrica: lo scostamento massimo giunge all'1,26 %.

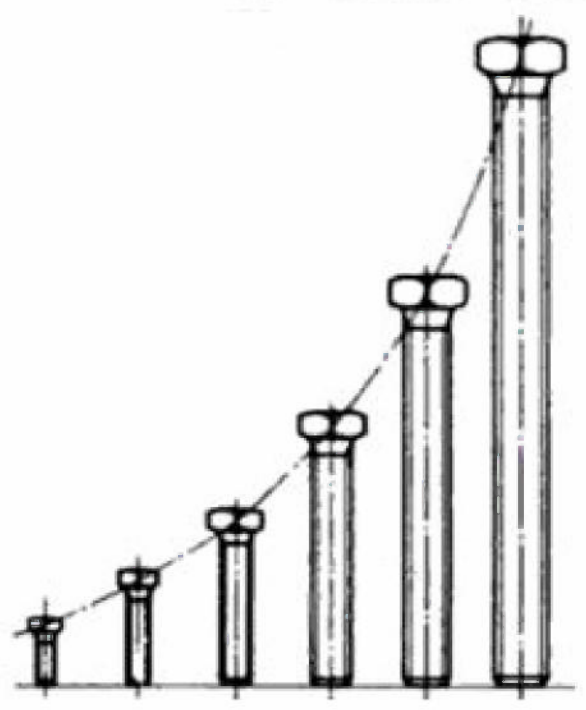
NUMERI NORMALI - DIMENSIONI NOMINALI PER ORGANI MECCANICI

Se si utilizzano i **numeri normali** per determinare serie di grandezze in una costruzione, spesso si constata che si ottengono altre grandezze appartenenti anch'esse ad una serie di **numeri normali**.

NUMERI NORMALI - DIMENSIONI NOMINALI PER ORGANI MECCANICI




Scalamenti di lunghezze secondo la progressione aritmetica (uguale progressione). Differenze troppo grandi nelle piccole lunghezze.



Scalamenti di lunghezze secondo le progressioni geometriche (progressione nel medesimo rapporto) differenze proporzionali alle dimensioni, cioè piccole differenze per piccole lunghezze.

Convenzioni particolari

Table A.1 — Examples of applications of graphical and letter symbols

Symbols and their representation	Meaning
$\varnothing 50$	Diameter 50
$\square 50$	Square 50
R50	Radius 50
S $\varnothing 50$	Spherical diameter 50
SR50	Spherical radius 50
$\frown 50$	Arc length 50
	Indication of level 12,25
<u>50</u>	Out-of-scale 50
(50)	Auxiliary dimension 50
t = 5	Thickness 5
	Symbol of symmetry

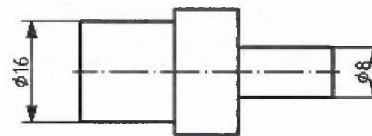


Figure 34

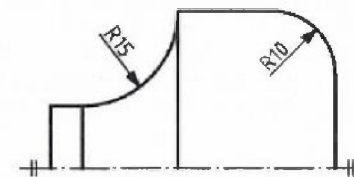


Figure 35

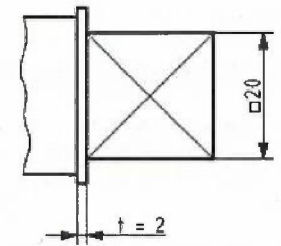


Figure 36

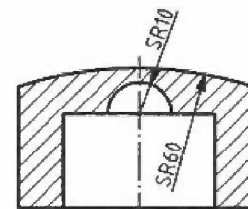


Figure 37

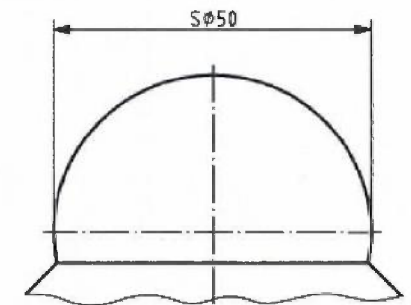
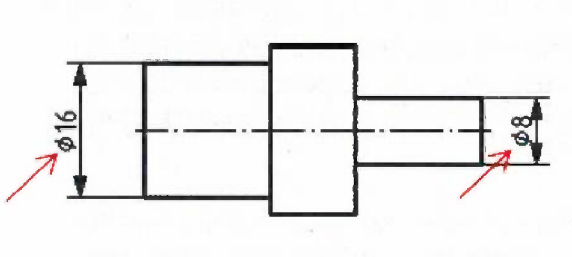
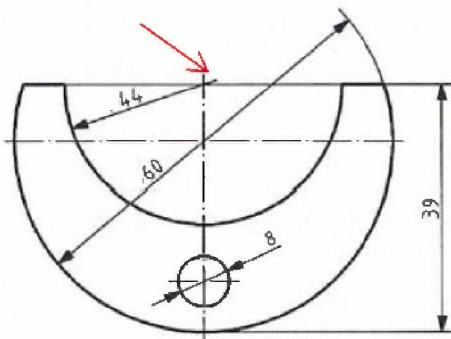


Figure 38

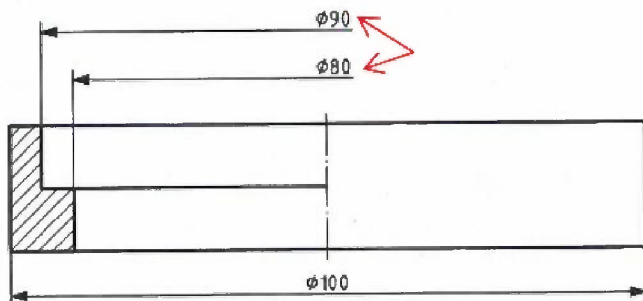
Diametri



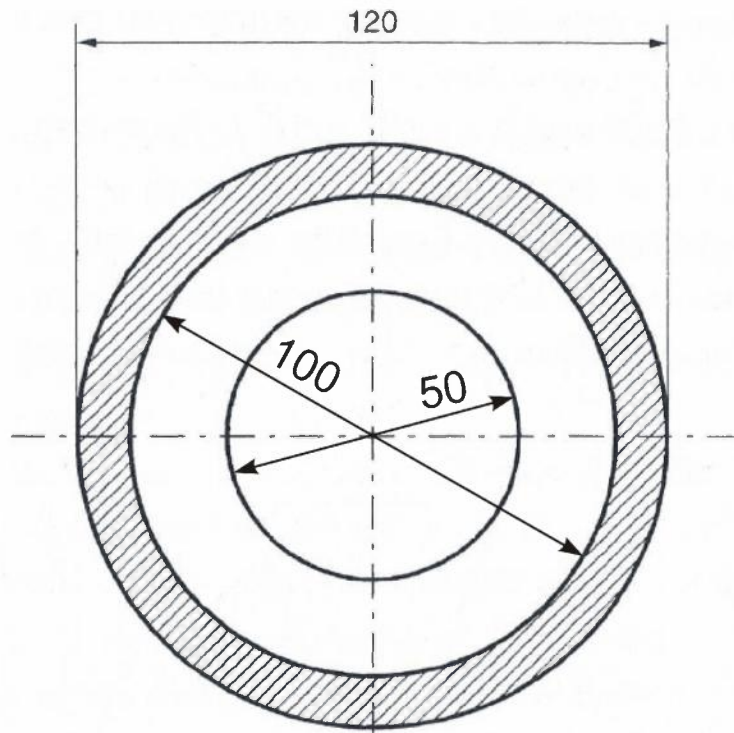
Il simbolo ϕ precede il valore della quota.



Se la quota viene indicata da una unica freccia terminale, la linea di misura si deve estendere oltre il centro.



Diametri

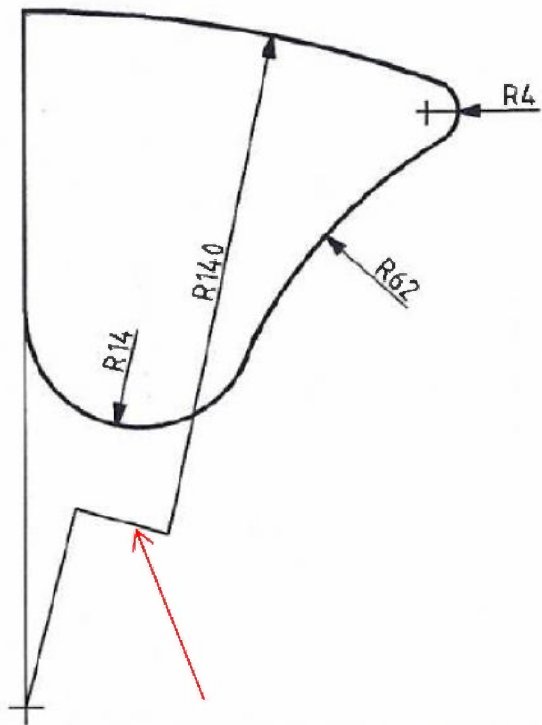


evitare l'angolo di 90° tra le quote diametrali incrociate

evitare l'angolo di 45° tra le quote diametrali e l'asse verticale/orizzontale

Quotatura di diametri su circonferenze concentriche.

Raggi

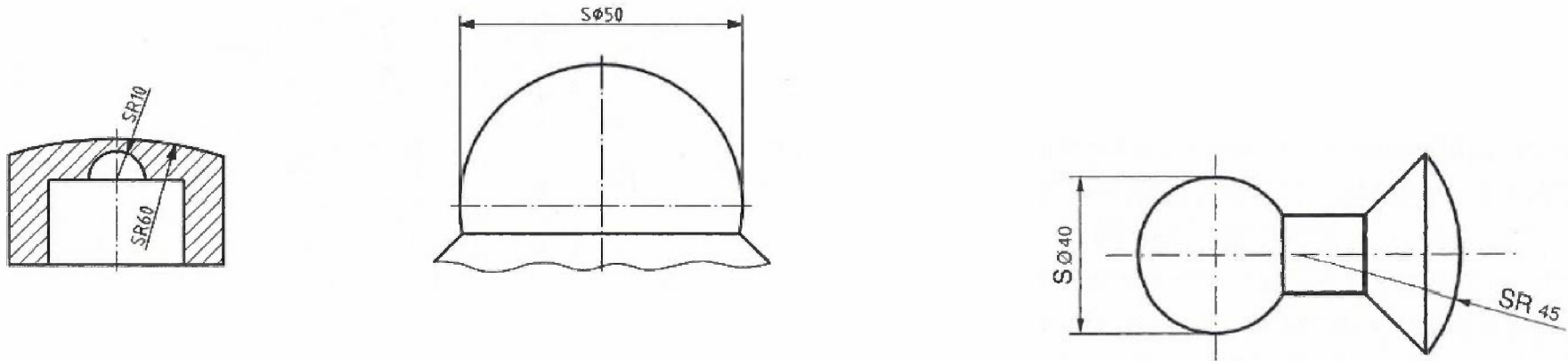


Il valore della quota è preceduto dalla lettera R.

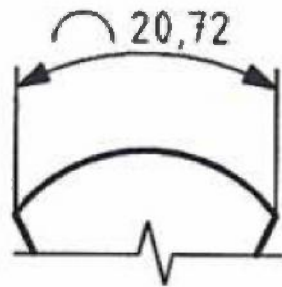
Soltanto una freccia terminale viene utilizzata.

Quando il centro di un raggio è fuori dal disegno, la linea di misura può essere interrotta o spezzata perpendicolarmente.

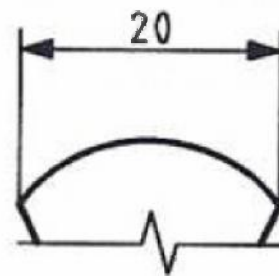
Sfere ed archi



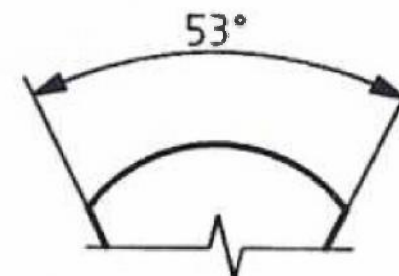
I simboli $S\phi$ ed SR precedono il valore della quota rispettivamente di diametro e raggio della sfera.



Arco

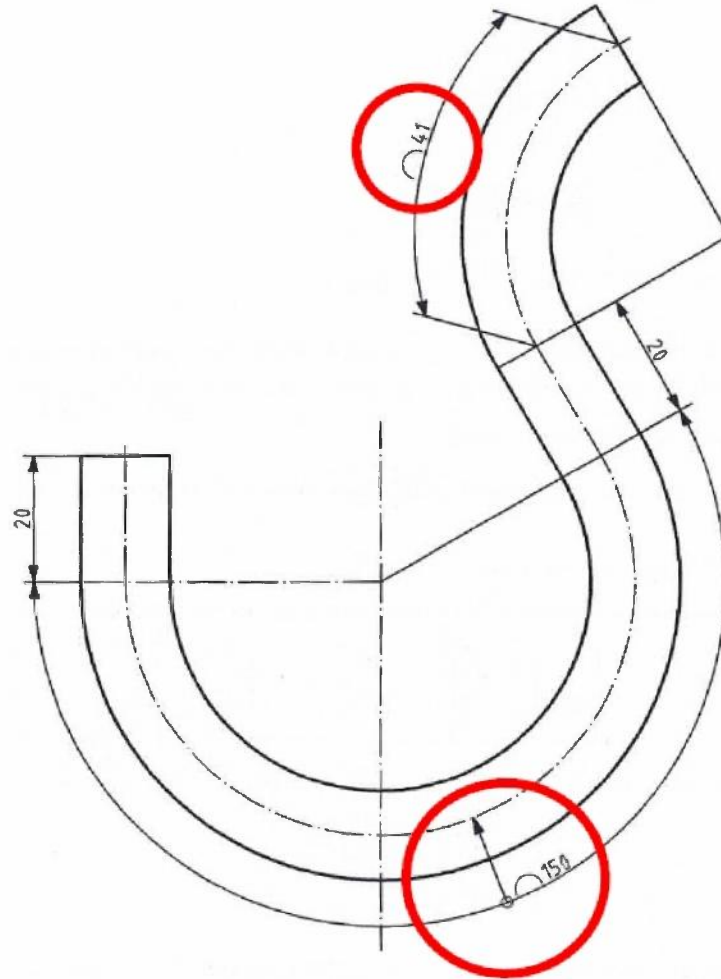


Corda

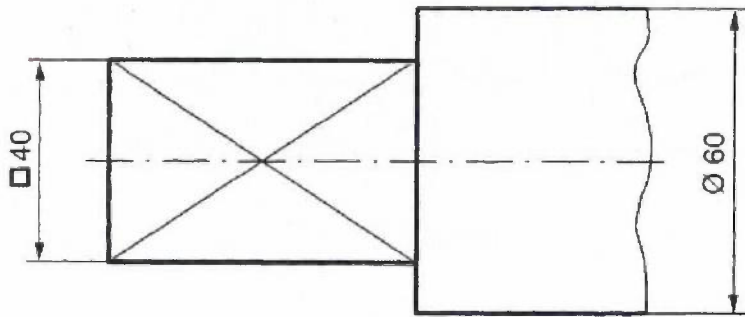


Angolo

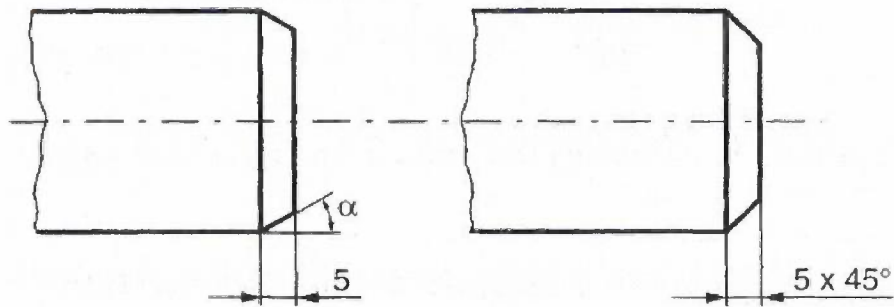
Archi



Quadri e smussi



Quotatura di terminali a facce piane (quadri).

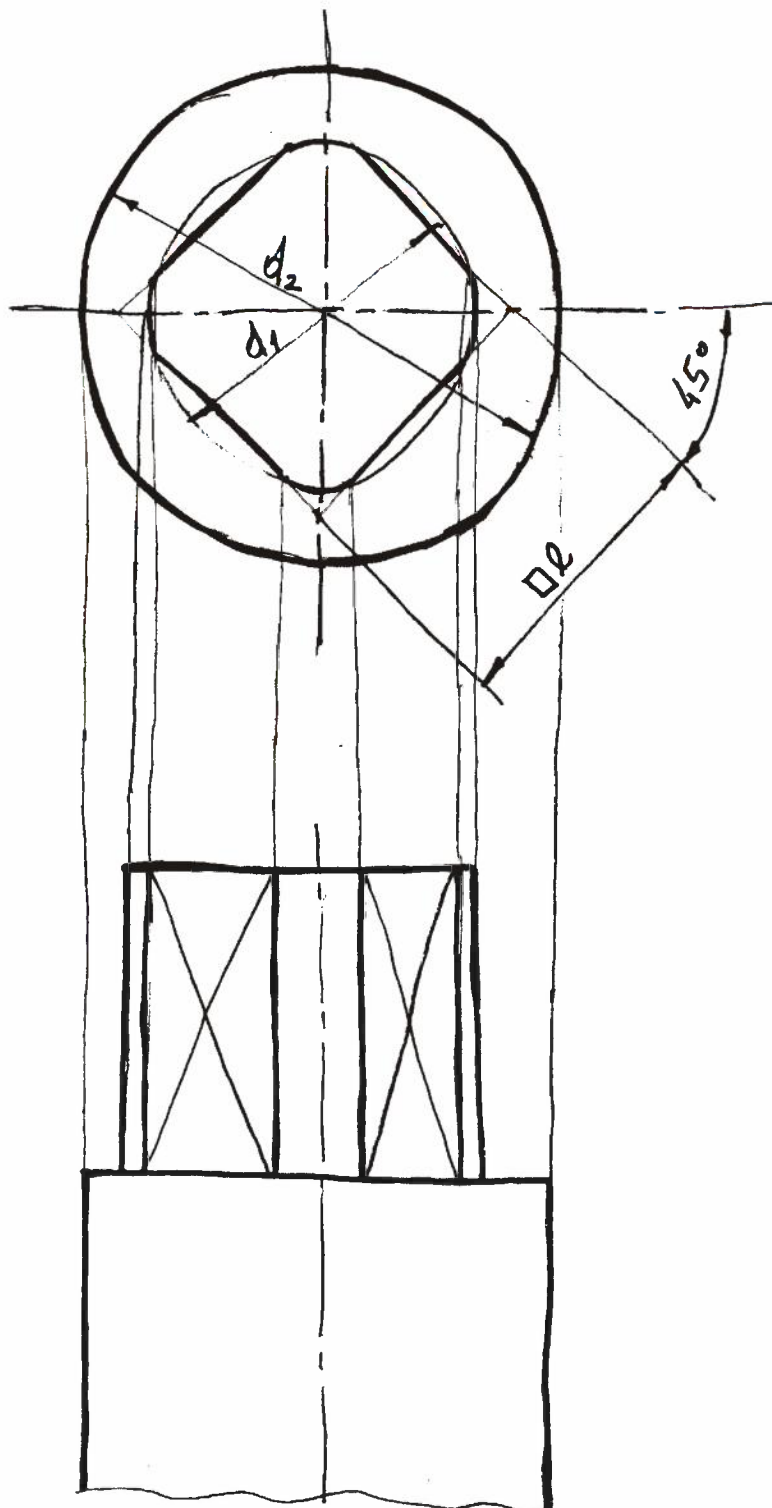


Si quotano:

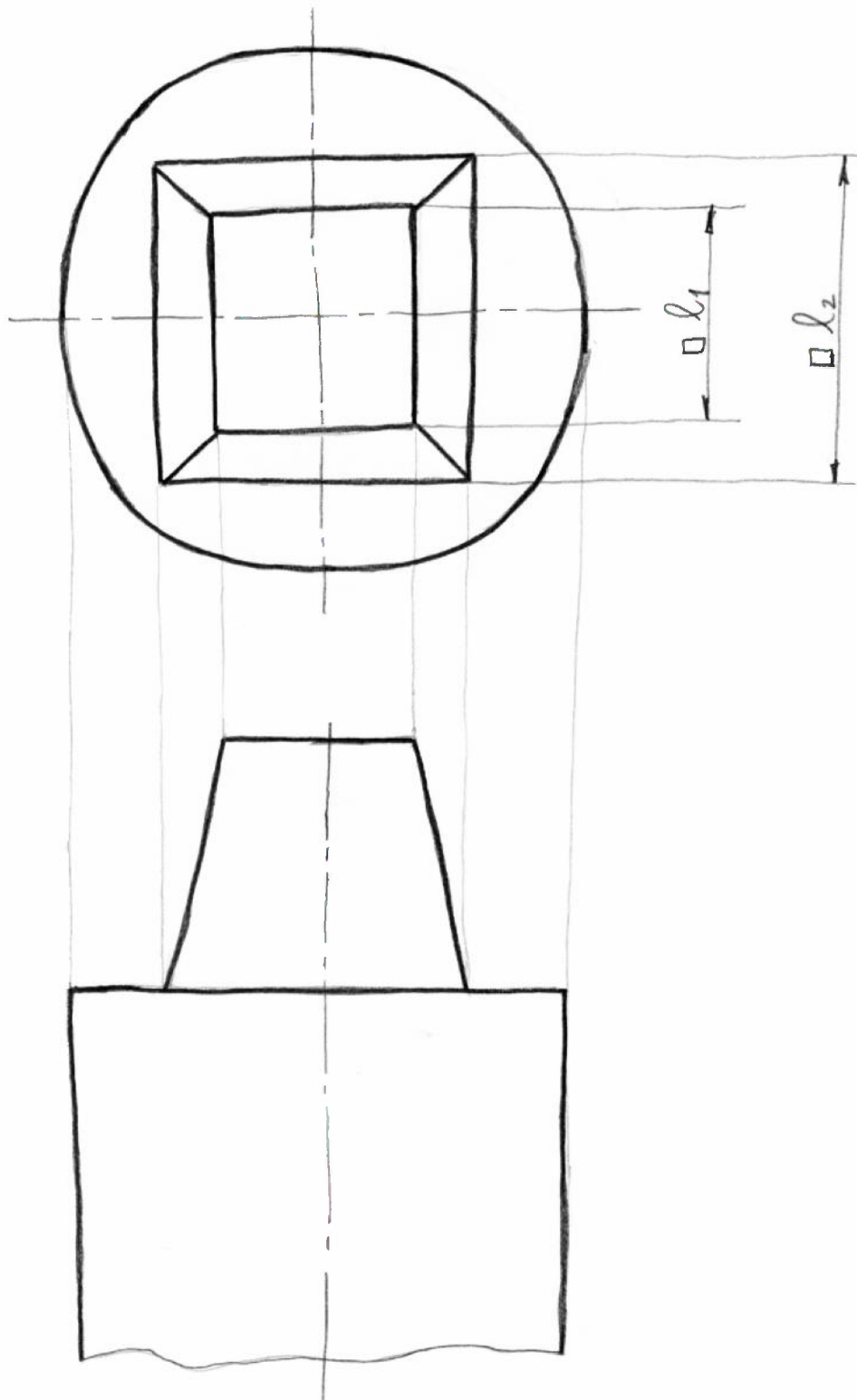
- l'ampiezza della superficie smussata
- il semiangolo al vertice

Solo smussi a 45°

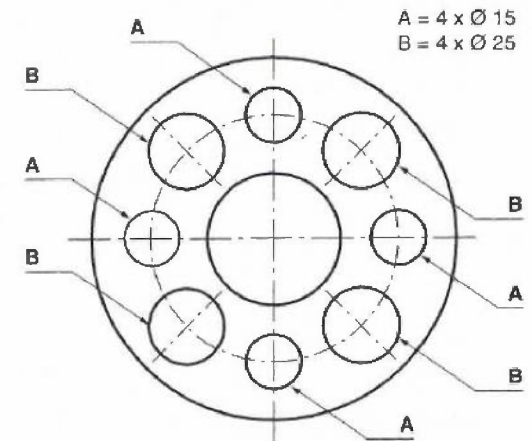
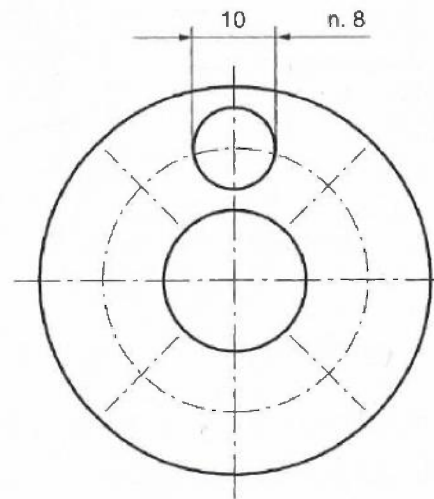
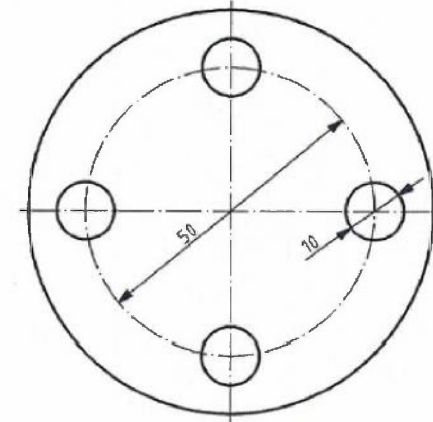
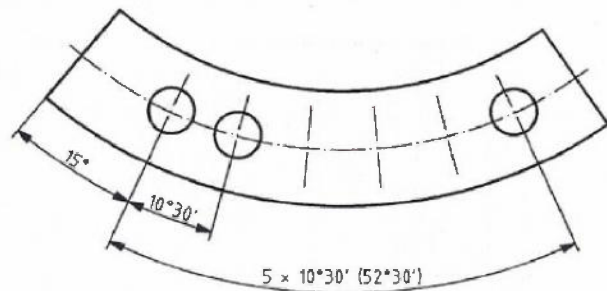
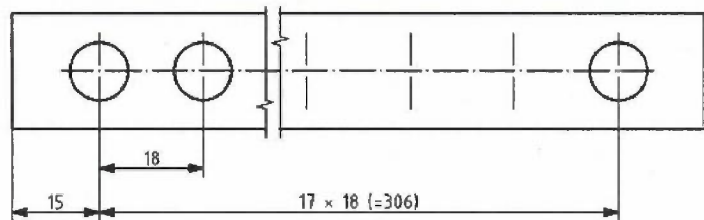
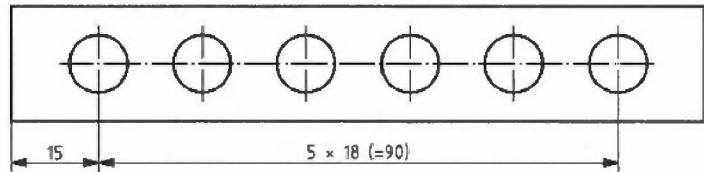
Esempio di quotatura di un codolo a sezione quadrata sfacciato



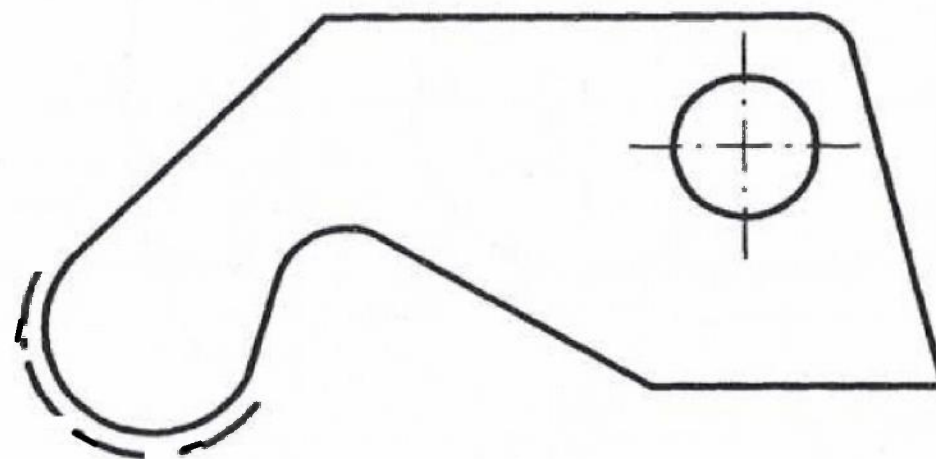
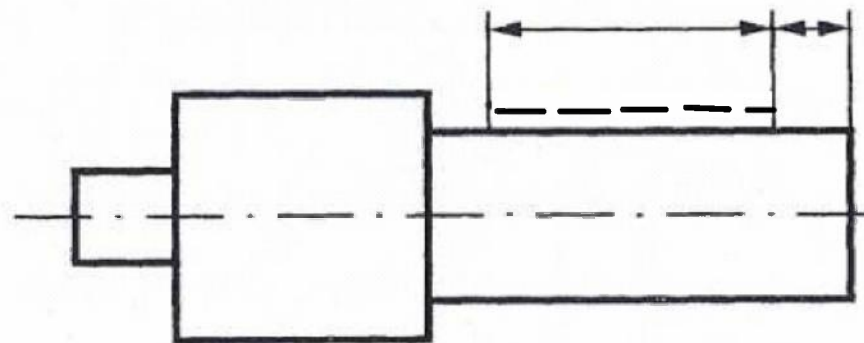
Esempio di quotatura di un codolo tronco piramidale a base quadrata



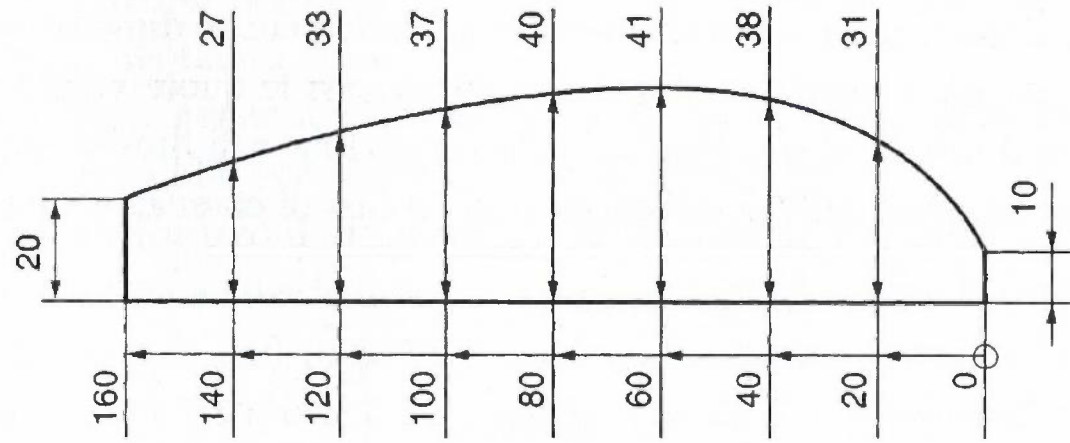
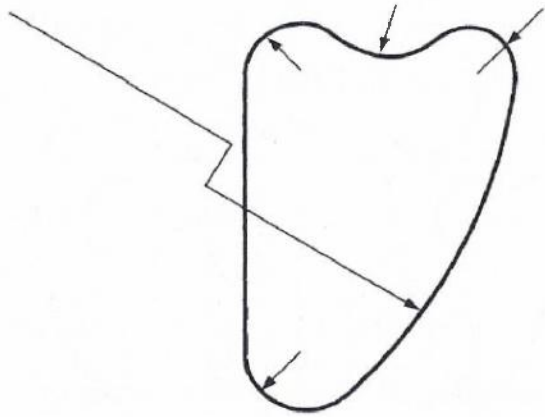
Entità equispaziate e ripetute



Caratteristiche superficiali particolari

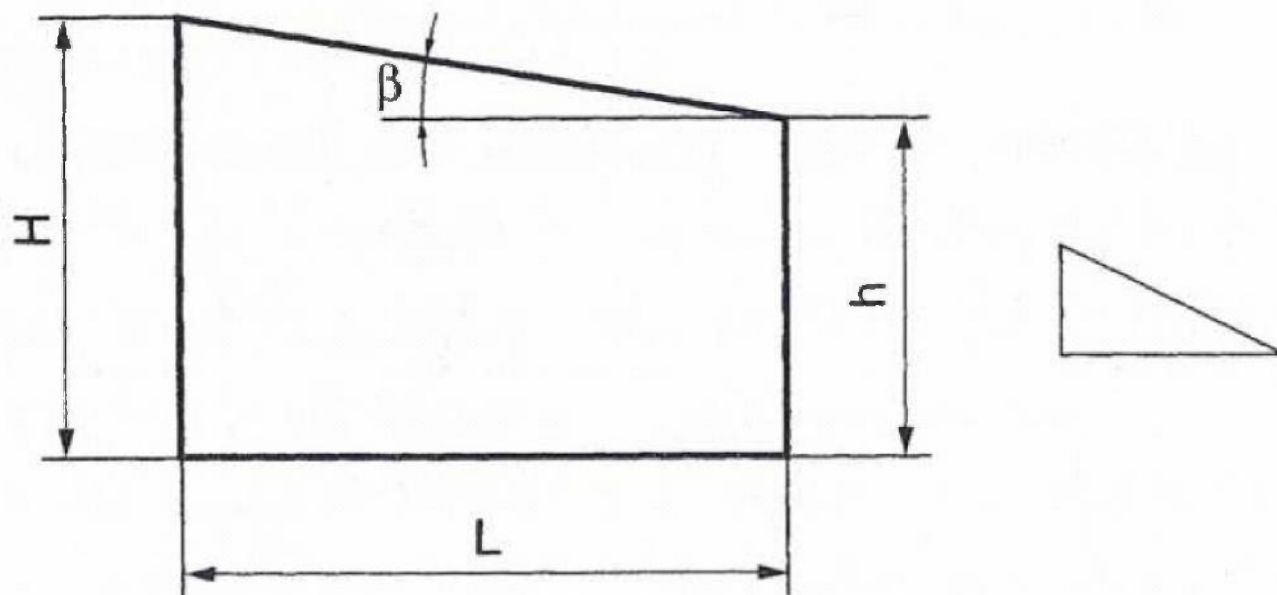


Individuazione delle curvature



Quotatura di elementi dotati di una inclinazione

$$I = \frac{H - h}{L} = \operatorname{tg}\beta$$



DEFINIZIONE DI CONICITA' NELLA TECNICA

Si definisce conicità c il rapporto tra la differenza dei diametri D e d di due sezioni di un cono con la distanza L fra le due sezioni stesse misurata in senso assiale

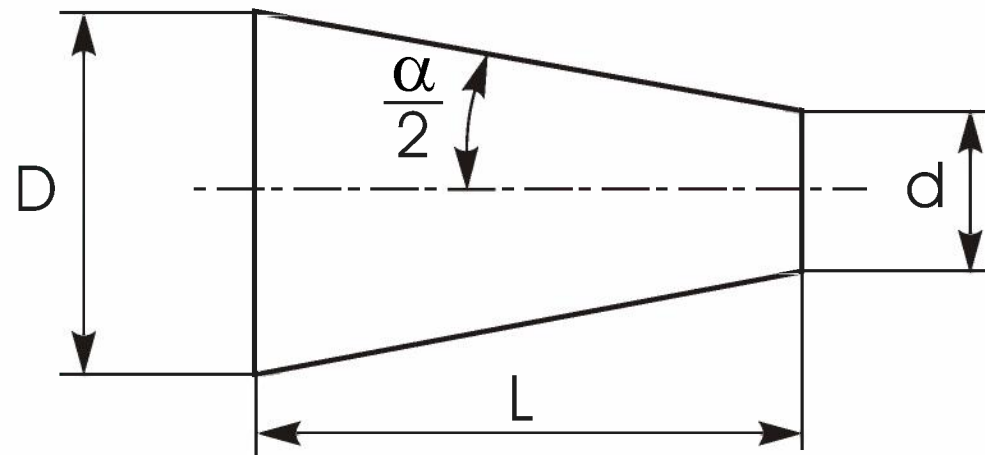
$$c = \frac{D - d}{L} = \frac{1}{K} = 1:K$$

Si rileva che la conicità è una grandezza adimensionale e può essere espressa in vari modi. Osservando l'equazione sopra si può definire c anche come la lunghezza K lungo l'asse del cono in corrispondenza alla quale il diametro della sezione trasversale dello stesso assume un valore unitario. Inoltre la conicità può essere espressa anche in termini percentuali, ovvero si trasforma la frazione in modo che il denominatore sia uguale a 100

$$c = \frac{D - d}{L} = \frac{p}{100} = p\%$$

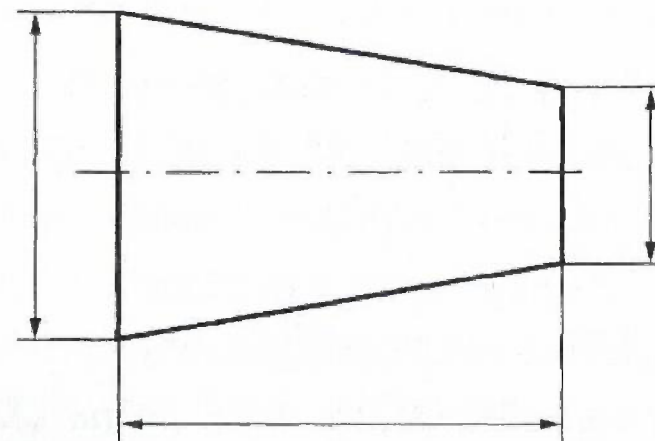
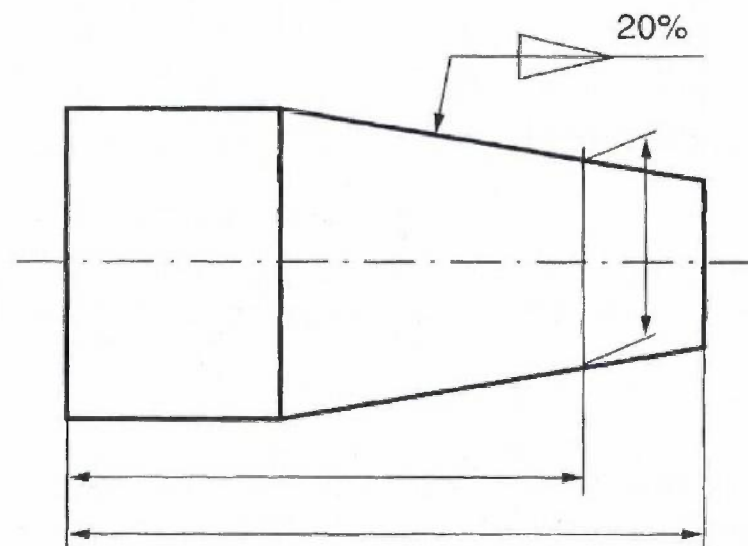
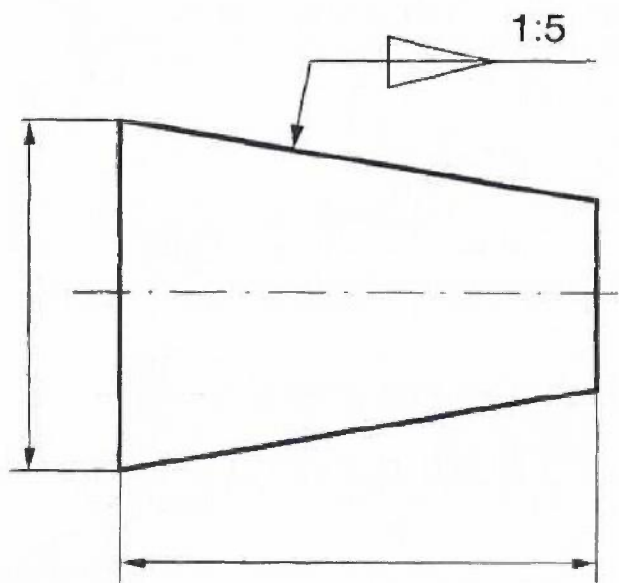
Si può anche ricorrere alla trigonometria e quindi

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

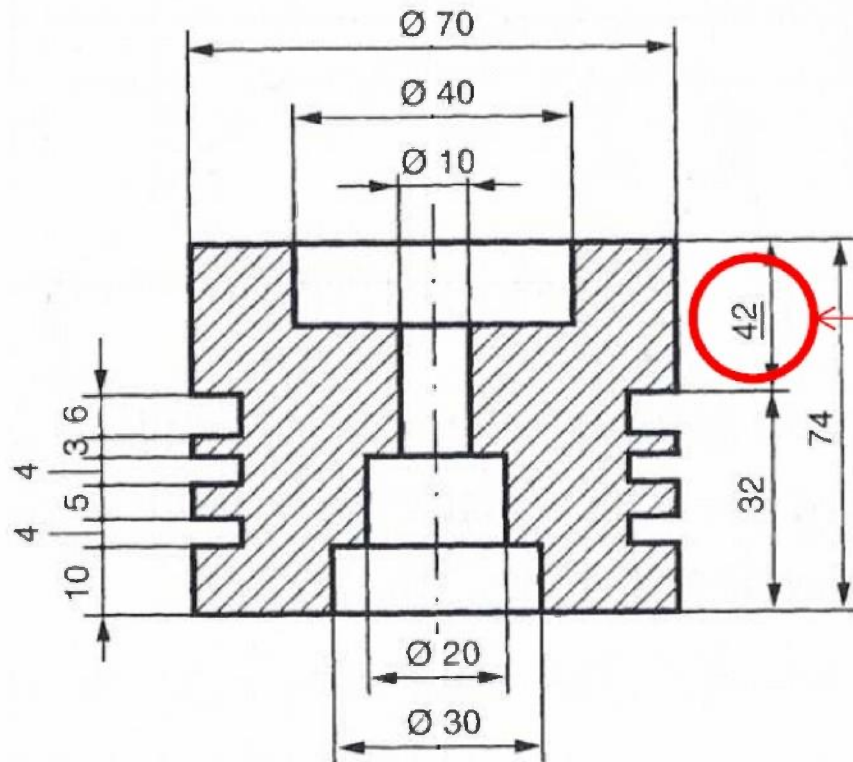


Quotatura di elementi conici

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



Dimensioni non in scala



DA EVITARE !!

Principi di quotatura

Elemento funzionale: è un elemento essenziale nel funzionamento o nell'impiego dell'oggetto a cui appartiene.

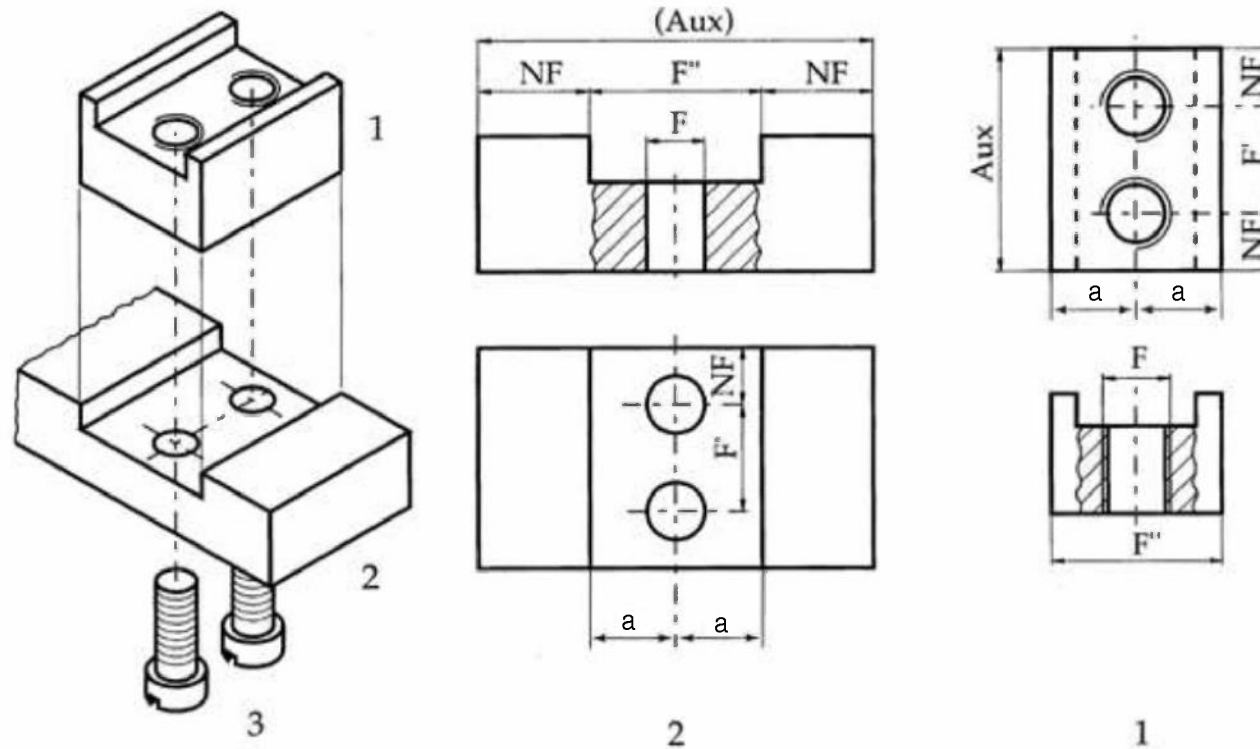
Quota funzionale: è una quota essenziale alla funzione cui un prodotto è destinato. Le quote funzionali devono essere scelte con attenzione per evidenziare le esigenze principali del prodotto

Quota non funzionale: è una quota non essenziale alla funzionalità dell'oggetto.

Quota ausiliare: è una quota che viene fornita solo a titolo informativo ed è ricavabile dalla somma di altre quote che stanno sul disegno.

Quota di fabbricazione o tecnologica: *permette di posizionare con facilità gli utensili e il pezzo per eseguire la lavorazione*

QUOTE FUNZIONALI (F) E NON FUNZIONALI (NF)

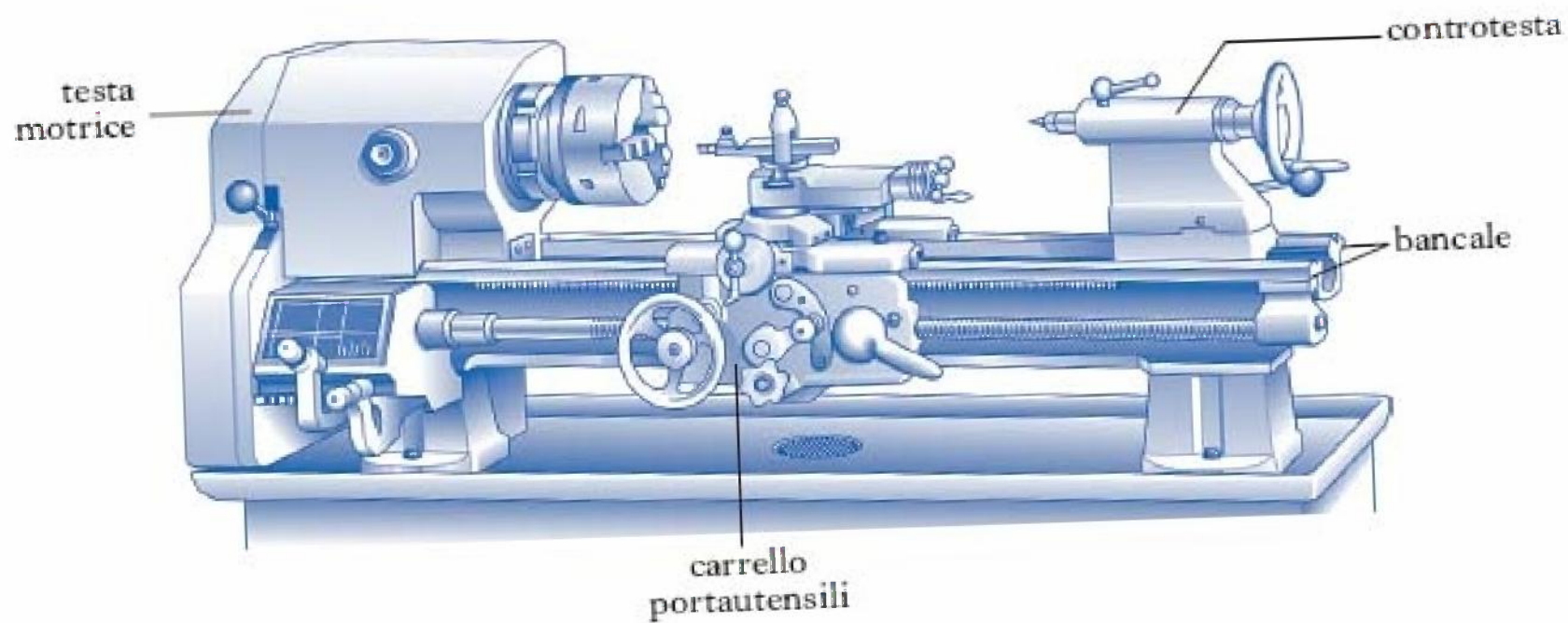


In questo esempio abbiamo un componente con due fori filettati (1) che deve accoppiarsi alla base (2) attraverso due viti (3). I requisiti funzionali di questo assieme sono i seguenti:

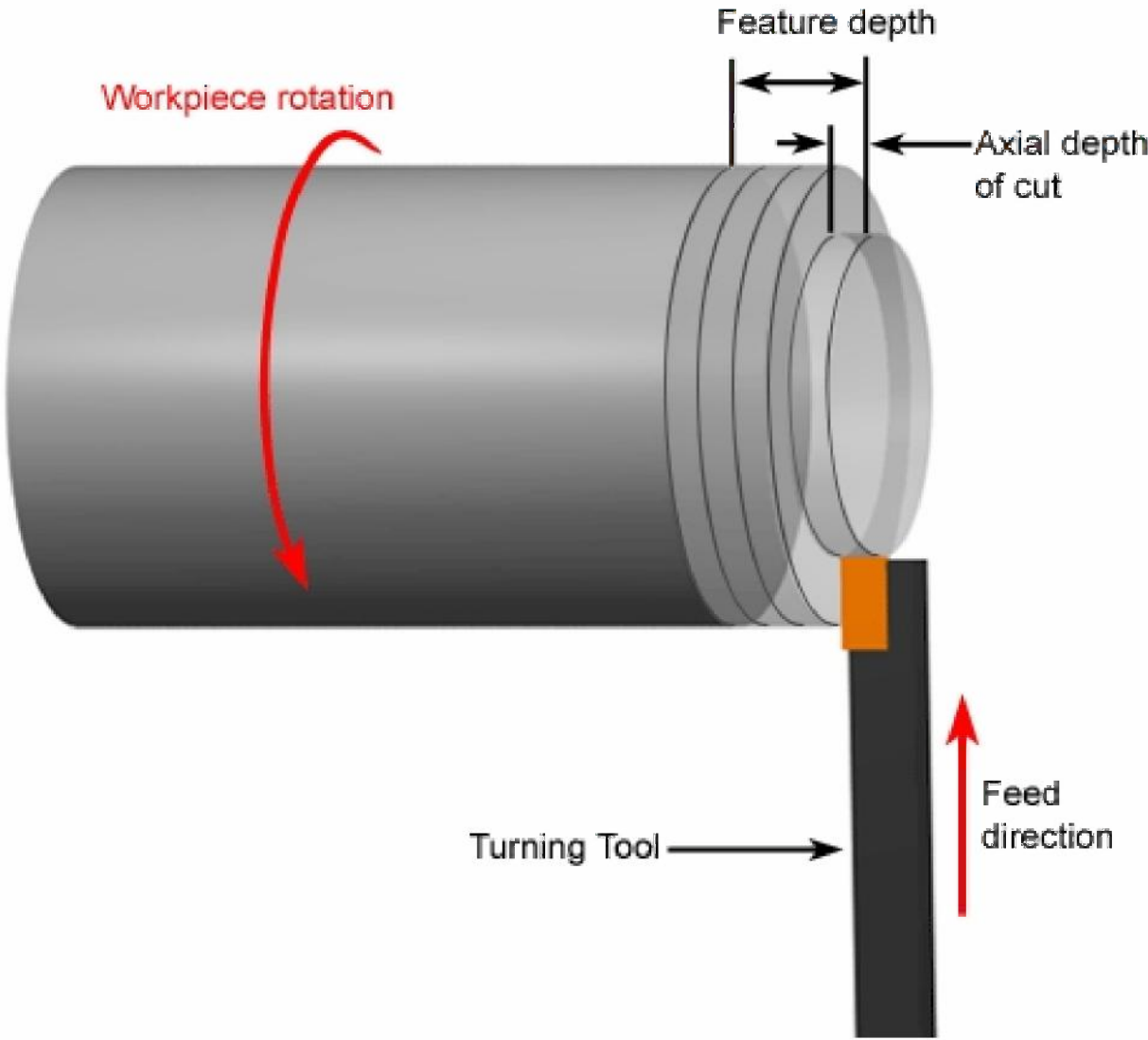
- che i fori passanti del particolare 2 consentano un agevole passaggio delle viti (la quota F è funzionale);
- che l'interasse tra i fori nei due particolari sia identico (la quota F' è funzionale);
- che la larghezza della scanalatura nel particolare 2 sia uguale alla larghezza del componente 1 (la quota F'' è funzionale)

PARENTESI SULLE LAVORAZIONI
IN RELAZIONE ALLE MODALITA' DI QUOTATURA

TORNIO PARALLELO



SFACCIATURA AL TORNIO (schema lavorazione)



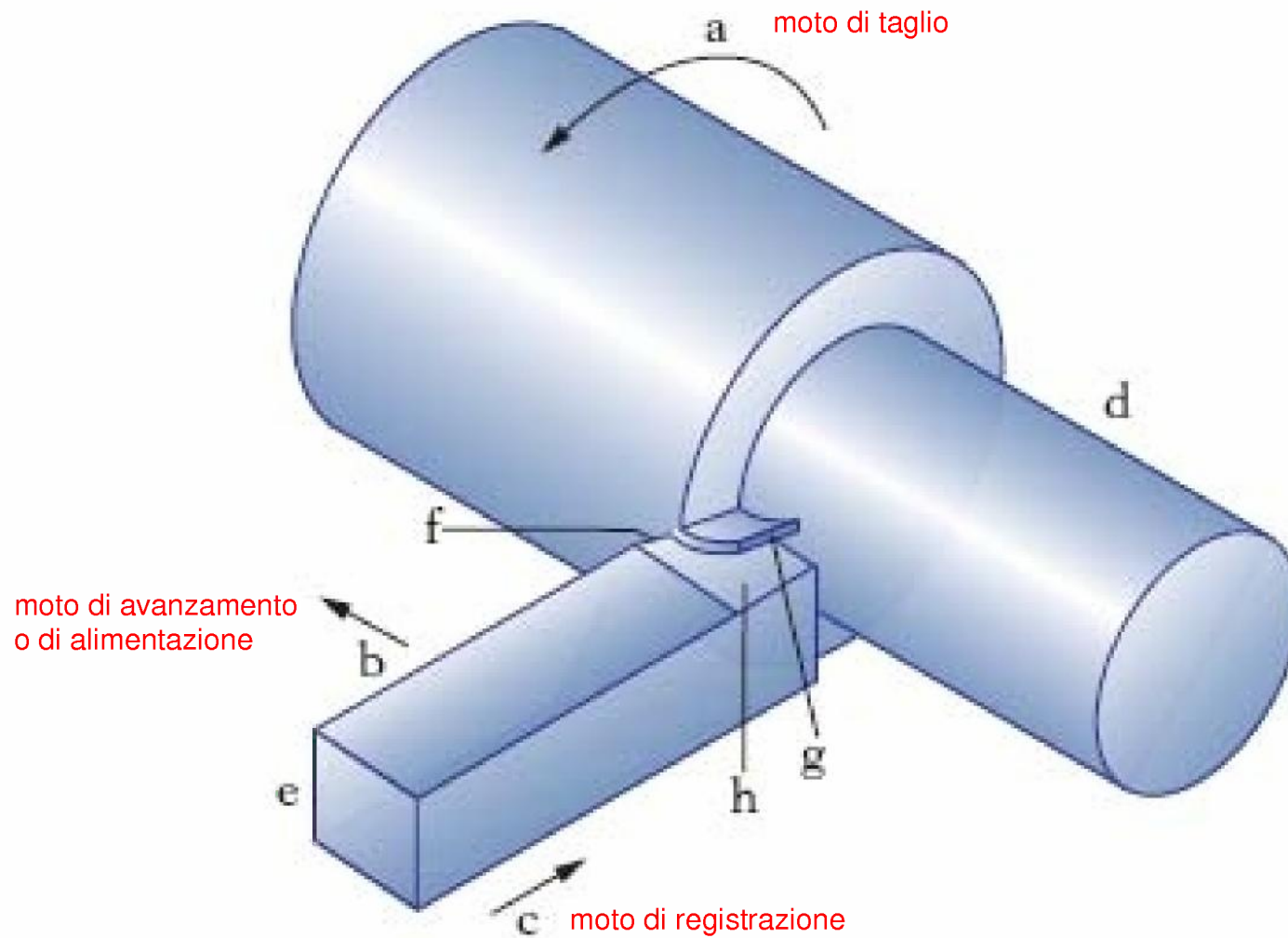
SFACCIATURA AL TORNIO



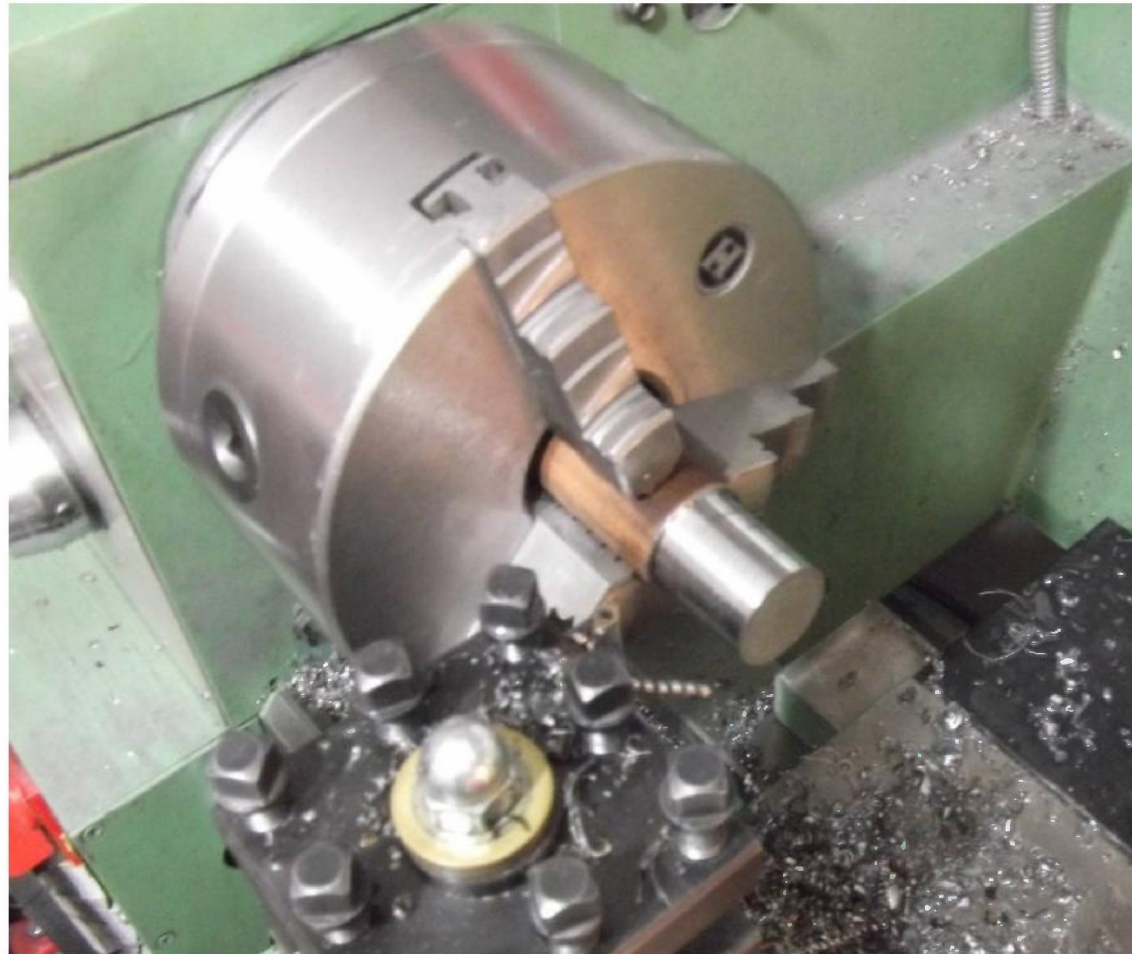
SFACCIATURA AL TORNIO

METTERE FILMATO

TORNITURA CILINDRICA (schema lavorazione)



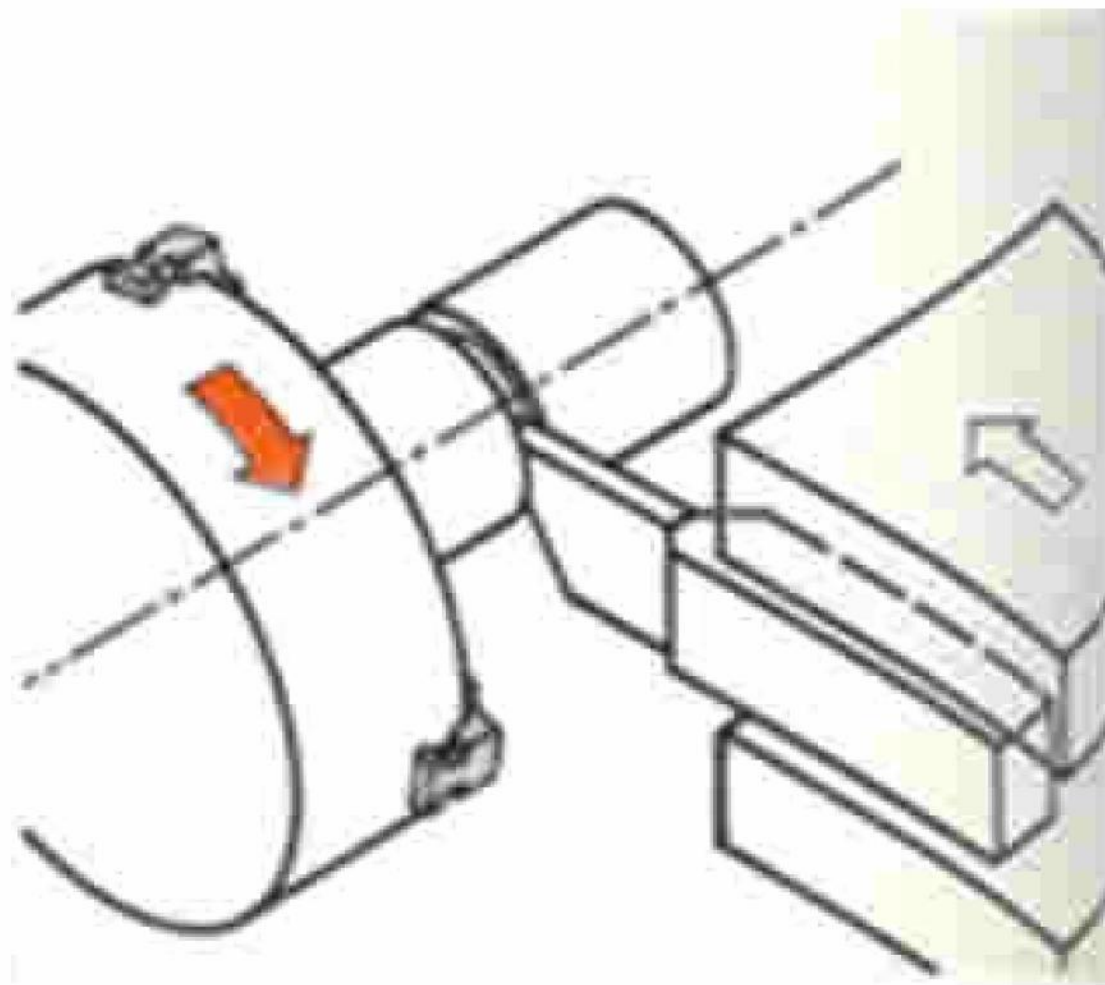
TORNITURA CILINDRICA



TORNITURA CILINDRICA

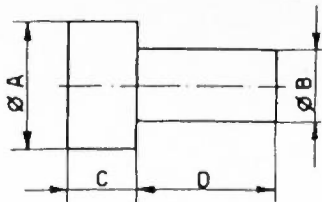
METTERE FILMATO

TRONCATURA AL TORNIO (schema lavorazione)



TRONCATURA AL TORNIO

METTERE FILMATO

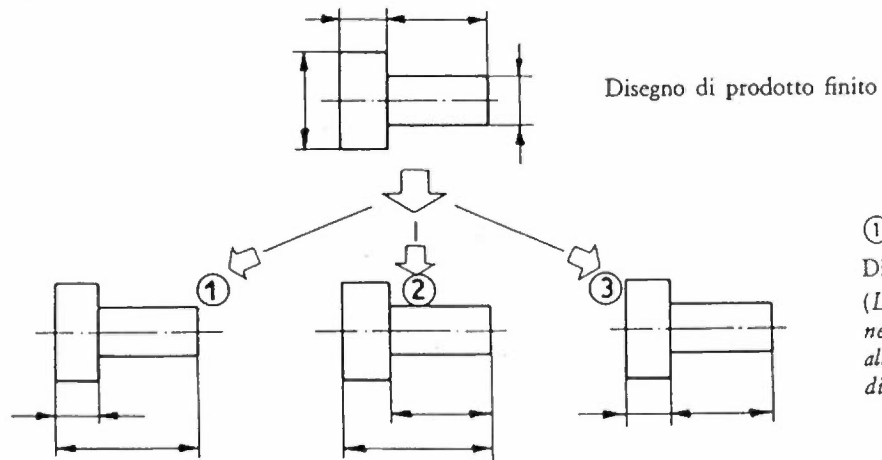


Disegno di prodotto finito

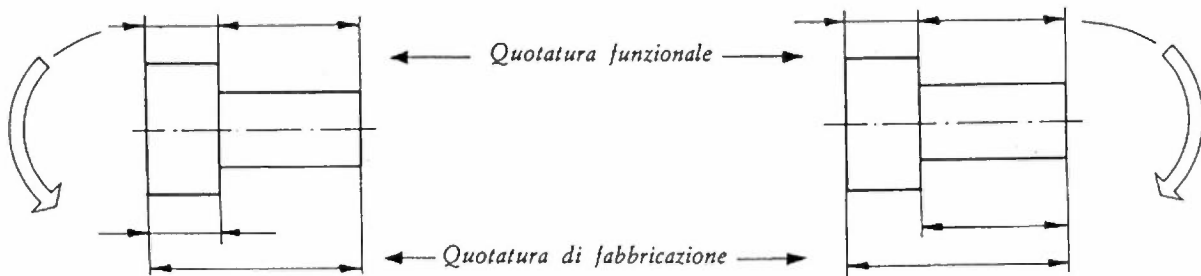
Per l'esecuzione di una serie di pezzi si considerano tre cicli differenti che condizionano in modo diverso la quotatura di fabbricazione

DA SPEZZONE	DA BARRA	
Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
<p>1) Sfacciatura 1 2) Tornitura Ø A a lunghezza > C</p> <p>Ripresa su morsetti torniti 1) Sfacciatura 2 a lunghezza C + D 2) Tornitura Ø B 3) Controllo</p>	<p>1) Sfacciatura 1 2) Tornitura Ø A a lunghezza > C + D</p> <p>3) Tornitura Ø B a lunghezza D 4) Taglio a lunghezza C + D 5) Controllo</p>	<p>1) Sfacciatura 1 2) Tornitura Ø A a lunghezza > C + D</p> <p>3) Tornitura Ø B - Lunghezza D 4) Taglio a lunghezza > C + D</p> <p>Ripresa su morsetti torniti 1) Sfacciatura 2 a lunghezza C 2) Controllo</p>
<p>S. R. = Superficie di riferimento</p>		

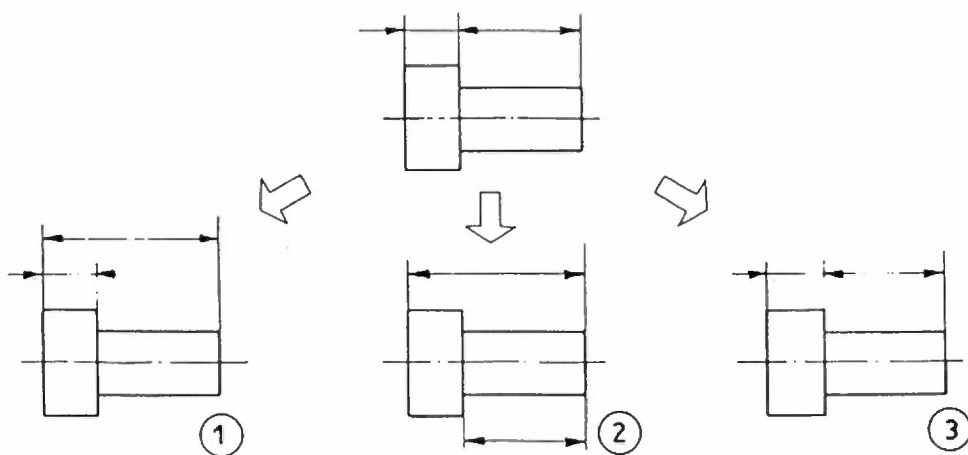
Trasformazione di un disegno di prodotto finito in disegno di fabbricazione: alcuni possibili cicli di lavorazione per ottenere sempre il medesimo pezzo.



Trasferimento per i cicli ① e ②



Trasformazione di un disegno di prodotto finito in disegno di fabbricazione: trasferimento per i cicli 1 e 2.



Il trasferimento di quote *assolute*, cioè prive di tolleranza non pone alcun problema, le quotature 1, 2 e 3 sono, in questo caso, perfettamente equivalenti.

PROBLEMA DEL TRASFERIMENTO DI QUOTE

QUOTATURA DI FABBRICAZIONE

Trasferimento di quote

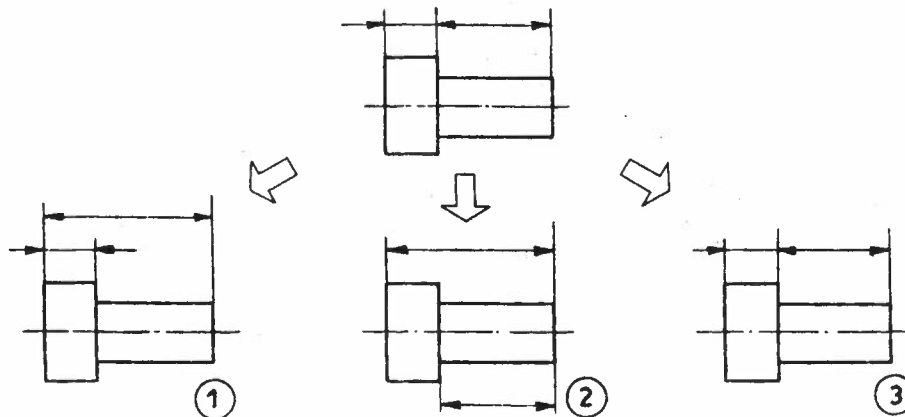
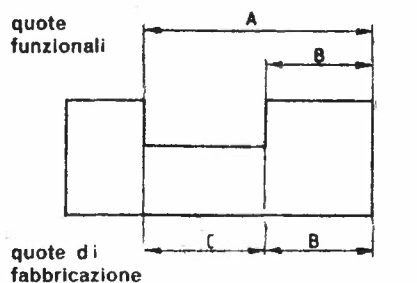


Fig. 1.63 - Il trasferimento di quote "assolute", cioè prive di tolleranze, non pone alcun problema. Le quotature ① ② e ③ sono, in questo caso, perfettamente equivalenti. Si tratta di un problema puramente ideale e si osserva che, delle tre quotature considerate, soltanto la ③ rimane uguale a quella di partenza.



quota trasferita: A

$$\left. \begin{aligned} A_{\max} &= C_{\max} + B_{\max} \\ A_{\min} &= C_{\min} + B_{\min} \end{aligned} \right\}$$

$$A_{\max} - A_{\min} = C_{\max} - C_{\min} + B_{\max} - B_{\min}$$

$$t_A = t_C + t_B$$

tolleranza della quota ottenuta per trasferimento

$$t_C = t_A - t_B$$

per $t_A > t_B$ risulta $t_C > 0$
il trasferimento è possibile;

per $t_A \leq t_B$ risulta $t_C \leq 0$
il trasferimento è impossibile

Esempio:

per $A = 40 \pm 0,1$ e $B = 15 \overset{0}{-0,1}$

il trasferimento è possibile perché:

$$t_A > t_B$$

e risulta:

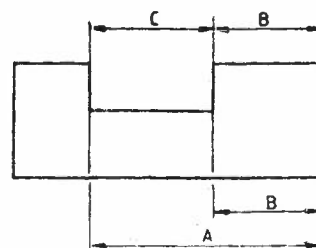
$$\left. \begin{aligned} C_{\max} &= A_{\max} - B_{\max} = 40,1 - 15 = 25,1 \\ C_{\min} &= A_{\min} - B_{\min} = 39,9 - 14,9 = 25 \end{aligned} \right\}$$

$$C = 25 \overset{0,1}{+0}$$

Per $A = 40 \pm 0,05$ e $B = 15 \overset{0}{-0,1}$

il trasferimento è teoricamente impossibile perché: $t_A = t_B$ per cui risulterebbe:

$$t_C = 0$$



quota trasferita: C

$$\left. \begin{aligned} C_{\max} &= A_{\max} - B_{\min} \\ C_{\min} &= A_{\min} - B_{\max} \end{aligned} \right\}$$

$$C_{\max} - C_{\min} = A_{\max} - A_{\min} + B_{\max} - B_{\min}$$

$$t_C = t_A + t_B$$

tolleranza della quota ottenuta per trasferimento

$$t_A = t_C - t_B$$

per $t_C > t_B$ risulta $t_A > 0$
il trasferimento è possibile;

per $t_C \leq t_B$ risulta $t_A \leq 0$
il trasferimento è impossibile

Esempio:

per $C = 25 \overset{0,2}{+0}$ e $B = 15 \overset{0}{-0,1}$

il trasferimento è possibile perché:

$$t_C > t_B$$

e risulta:

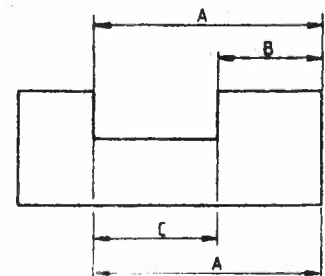
$$\left. \begin{aligned} A_{\max} &= C_{\max} + B_{\min} = 25,2 + 14,9 = 40,1 \\ A_{\min} &= C_{\min} + B_{\max} = 25 + 15 = 40 \end{aligned} \right\}$$

$$A = 40 \overset{0,1}{+0}$$

Per $C = 25 \overset{0,1}{+0}$ e $B = 15 \overset{0}{-0,1}$

il trasferimento è teoricamente impossibile perché: $t_C = t_B$ per cui risulterebbe:

$$t_A = 0$$



quota trasferita: B

$$\left. \begin{aligned} B_{\max} &= A_{\max} - C_{\min} \\ B_{\min} &= A_{\min} - C_{\max} \end{aligned} \right\}$$

$$B_{\max} - B_{\min} = A_{\max} - A_{\min} + C_{\max} - C_{\min}$$

$$t_B = t_A + t_C$$

tolleranza della quota ottenuta per trasferimento

$$t_C = t_B - t_A$$

per $t_B > t_A$ risulta $t_C > 0$
il trasferimento è possibile;

per $t_B \leq t_A$ risulta $t_C \leq 0$
il trasferimento è impossibile

Esempio:

per $A = 40 \pm 0,05$ e $B = 15 \overset{0}{-0,2}$

il trasferimento è possibile perché:

$$t_B > t_A$$

e risulta:

$$\left. \begin{aligned} C_{\min} &= A_{\max} - B_{\max} = 40,05 - 15 = 25,05 \\ C_{\max} &= A_{\min} - B_{\min} = 39,95 - 14,8 = 25,15 \end{aligned} \right\}$$

$$C = 25 \overset{0,15}{+0,05}$$

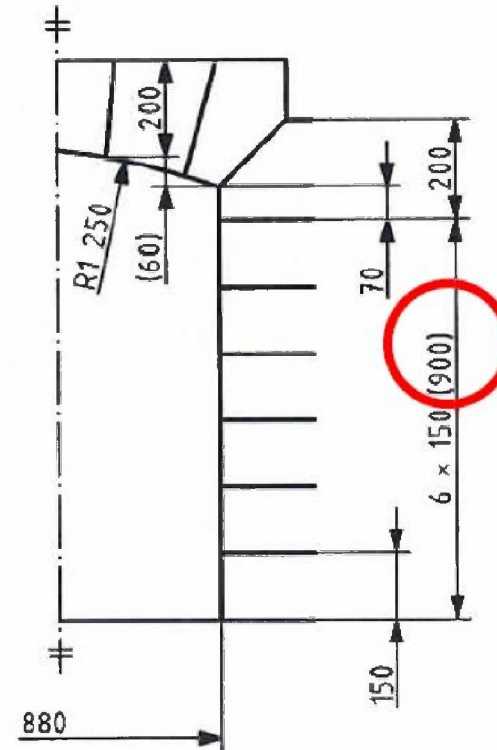
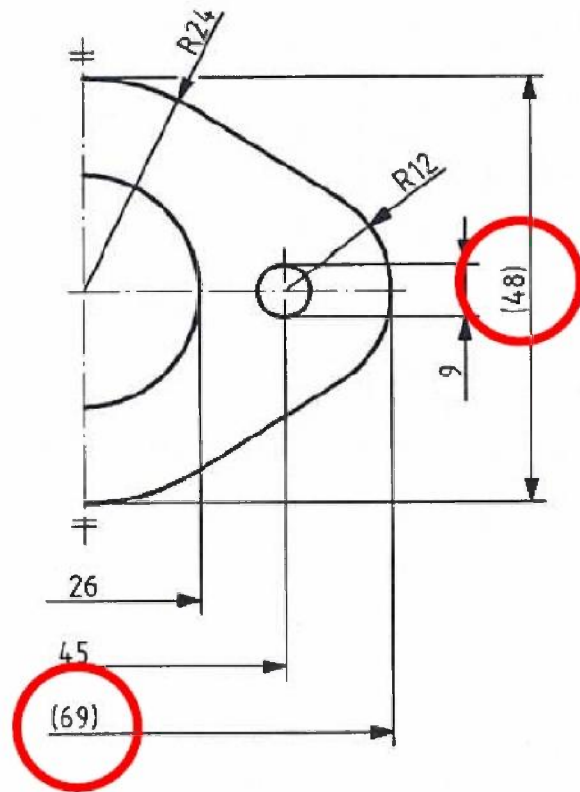
Per $A = 40 \pm 0,05$ e $B = 15 \overset{0}{-0,1}$

il trasferimento è teoricamente impossibile perché: $t_B = t_A$ per cui risulterebbe:

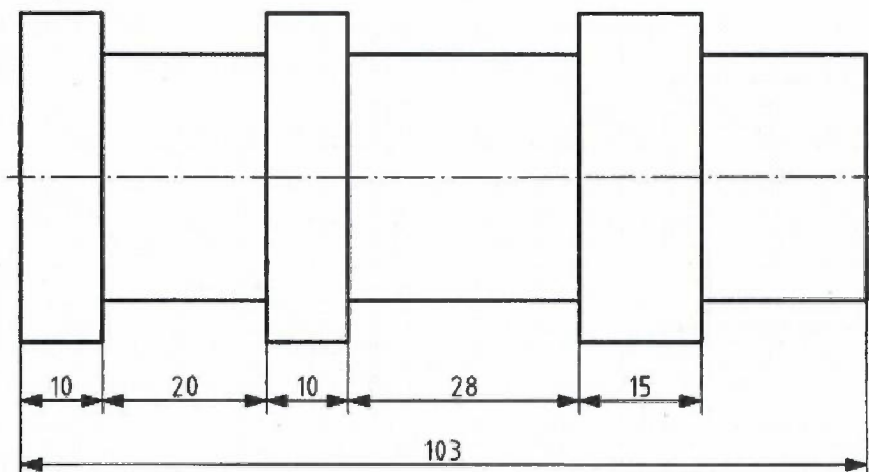
$$t_C = 0$$

Quote ausiliarie

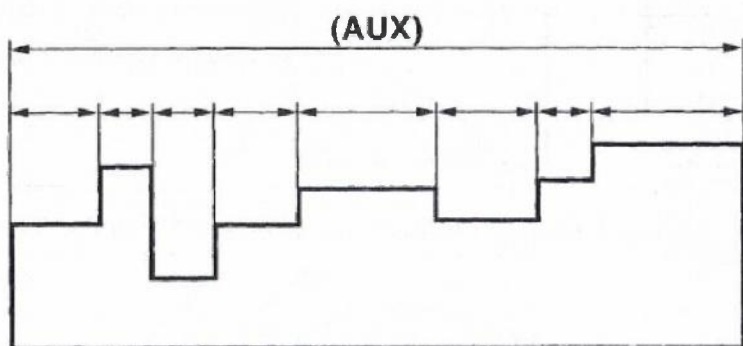
Le quote ausiliari vanno indicate *fra parentesi* e non riportano *mai tolleranze*.



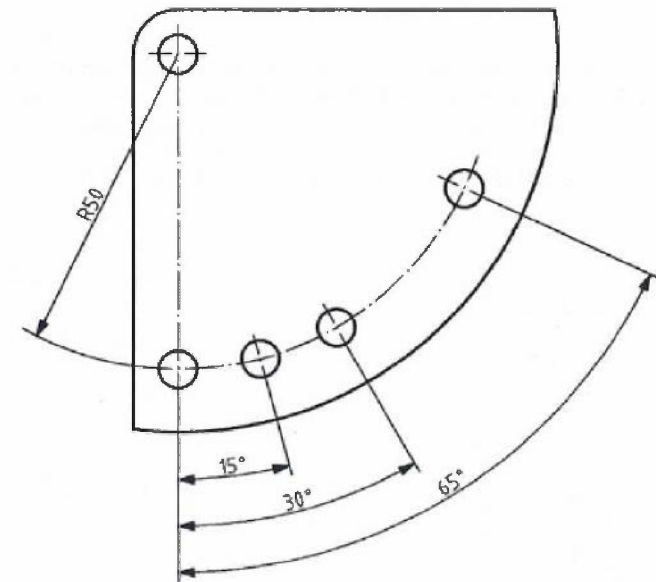
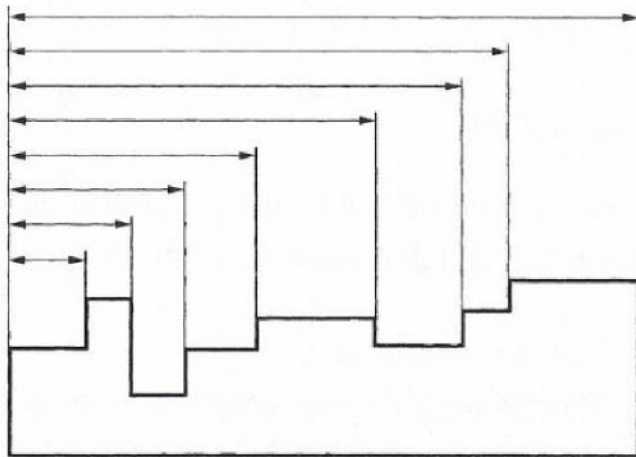
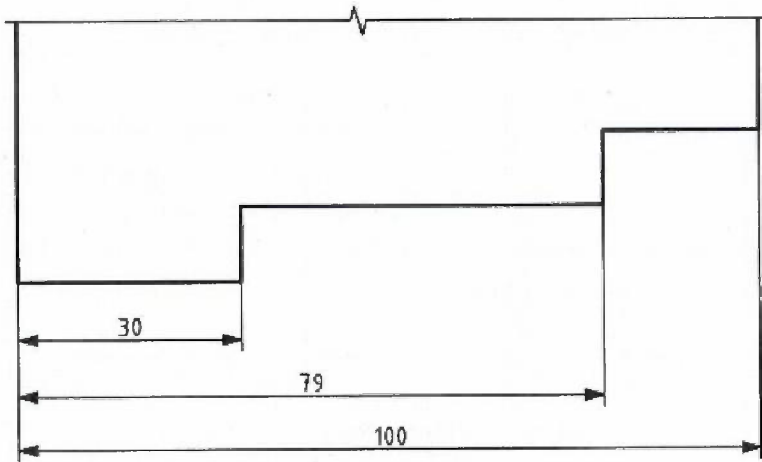
Sistemi di quotatura



Quotatura in serie o in catena

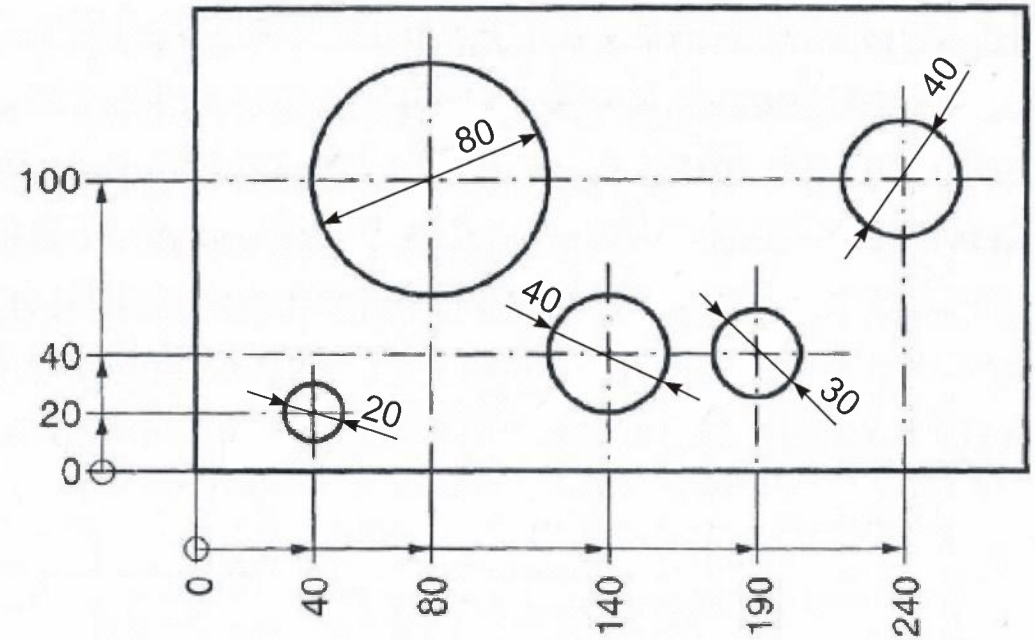
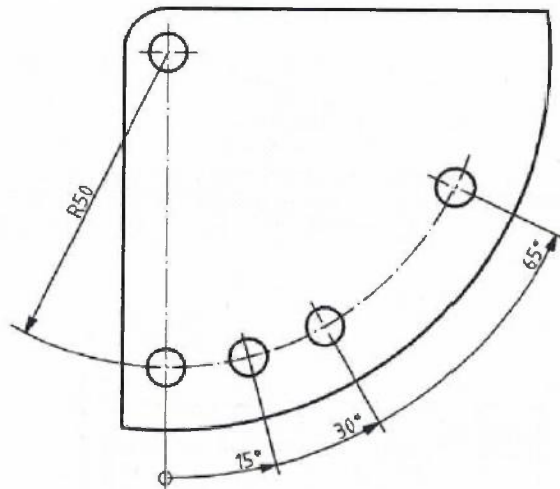
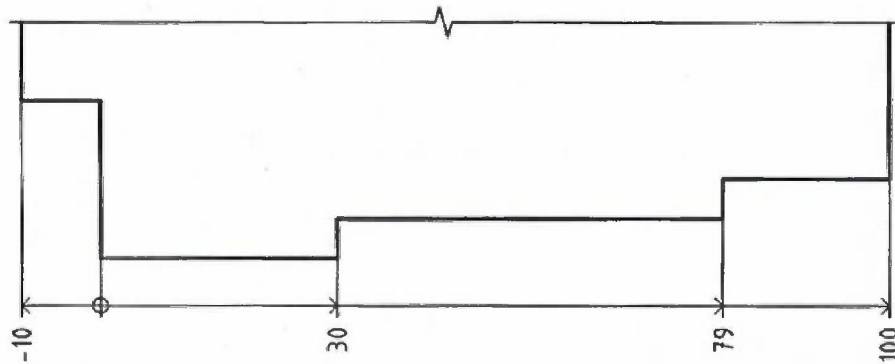


Sistemi di quotatura



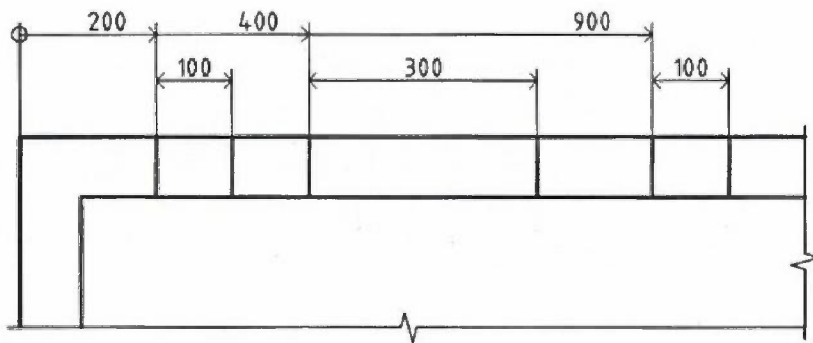
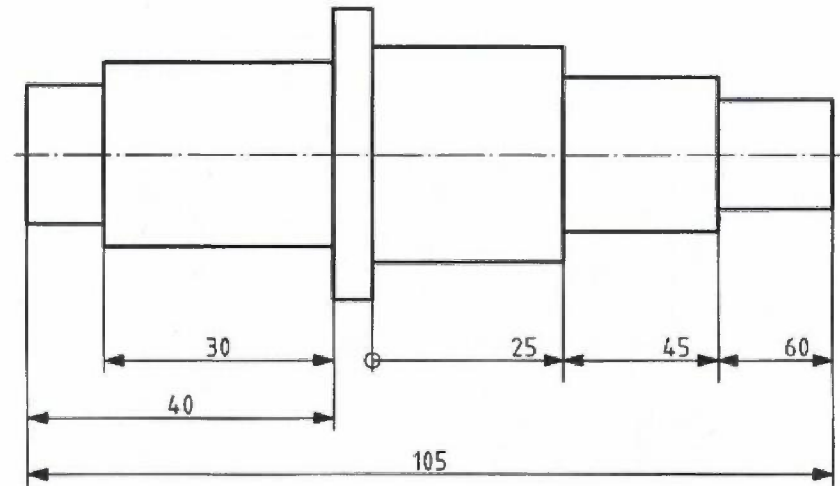
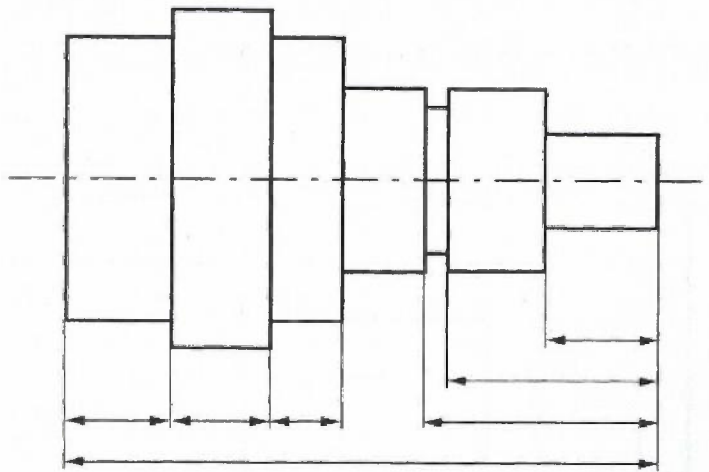
Quotatura in parallelo

Sistemi di quotatura



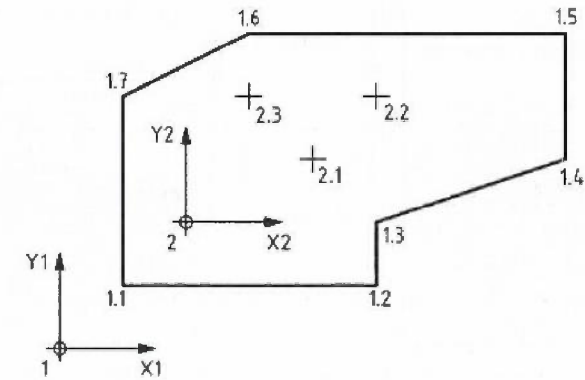
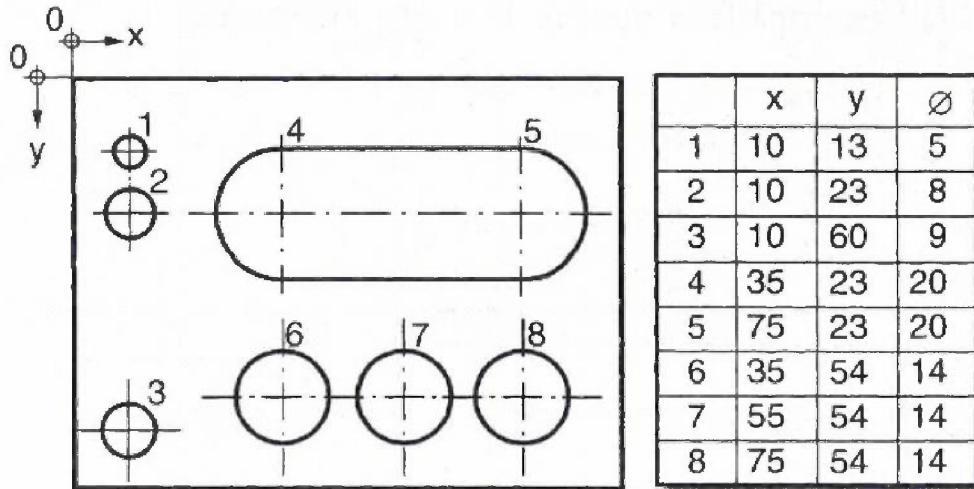
Quotatura a quote sovrapposte
(progressiva)

Sistemi di quotatura

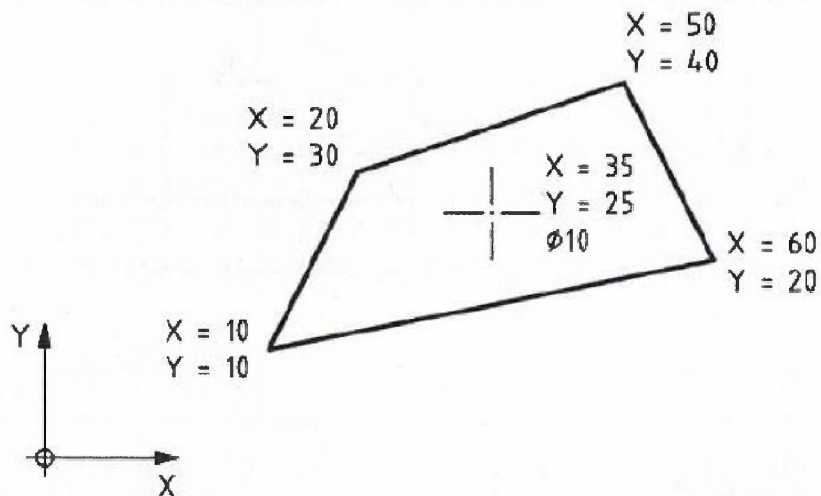


Quotatura combinata

Sistemi di quotatura



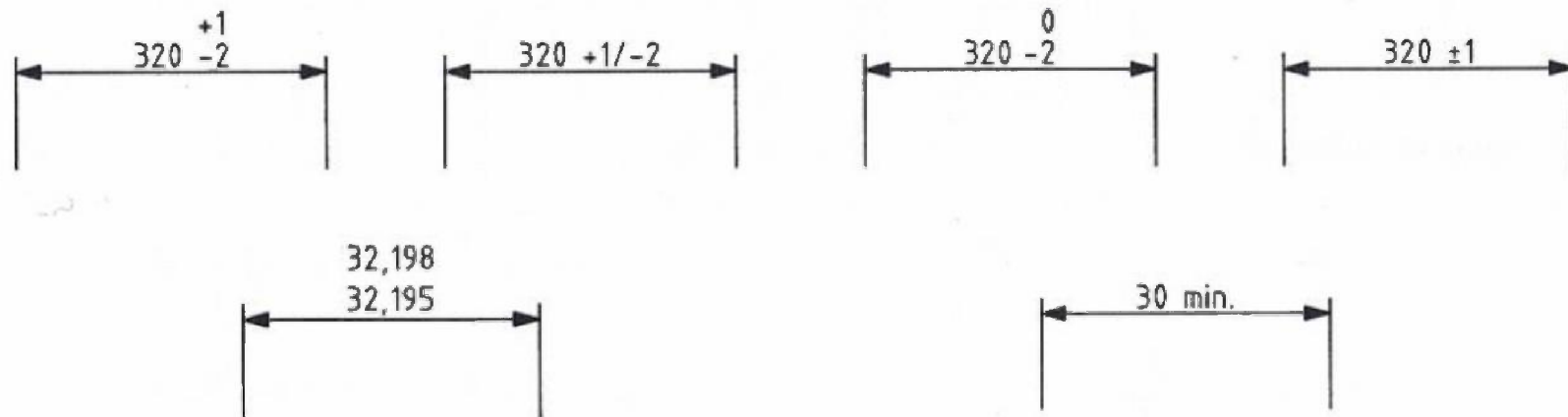
Coordinate origin	Position	X1, X2	Y1, Y2	d ₁	d ₂
1	1	0	0	—	—
1	1.1	10	10	—	—
1	1.2	50	10	—	—
1	1.3	50	20	—	—
1	1.4	80	30	—	—
1	1.5	80	50	—	—
1	1.6	30	50	—	—
1	1.7	10	40	—	—
1	2	20	20	Ø10	—
2	2.1	20	10	Ø5	—
2	2.2	30	20	—	Ø10
2	2.3	10	20	Ø5	—



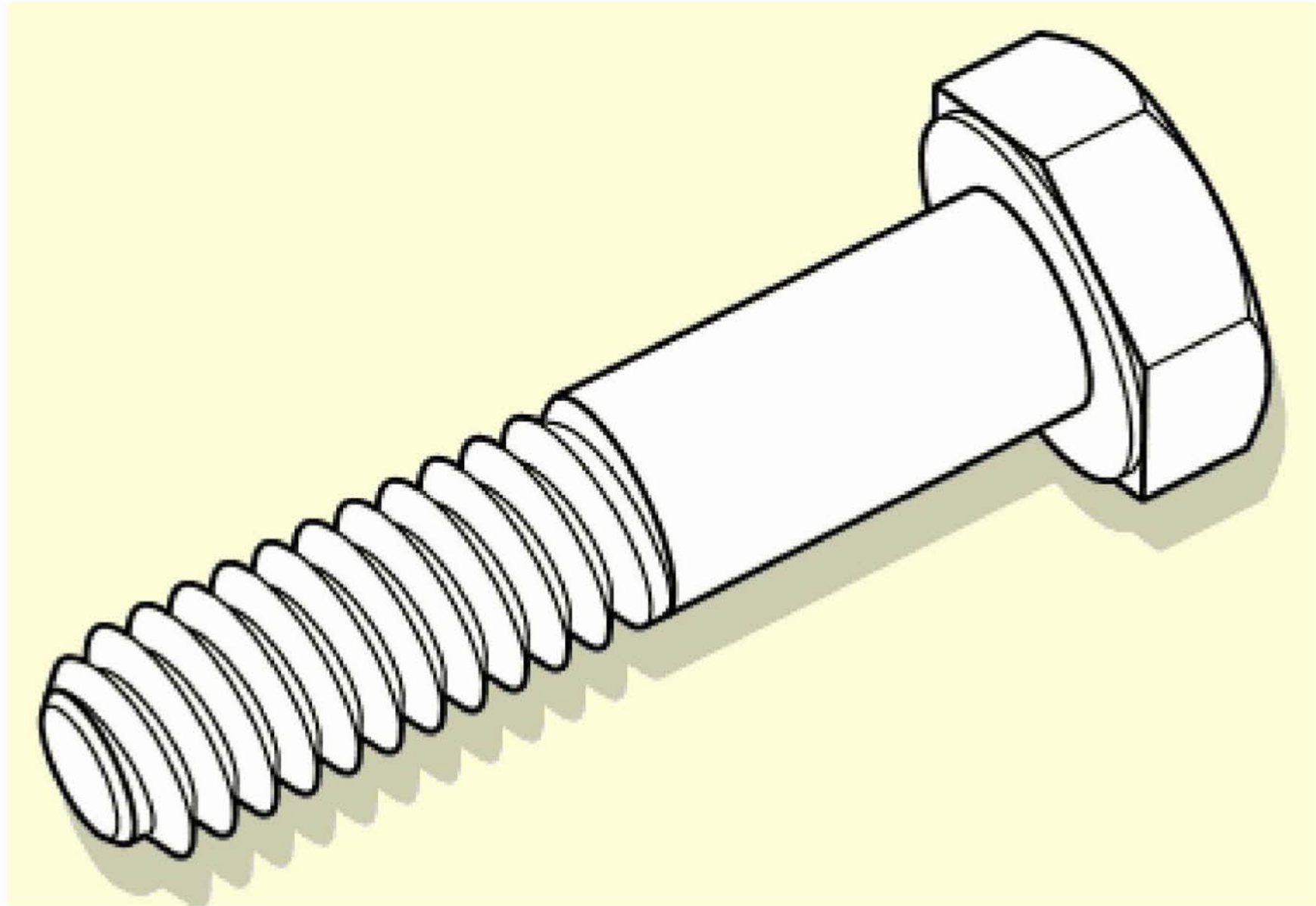
Quotatura in coordinate cartesiane

Indicazione delle tolleranze

- Le tolleranze generali (ad esempio secondo EN 22768-1 o EN 22768-2) vanno indicate nel cartiglio.
- I simboli (per esempio relativo alla classe di tolleranza) e le cifre relative che indicano le deviazioni ammissibili, devono essere scritti con la stessa altezza di carattere utilizzato per il valore della dimensione base. Si accetta l'uso di un carattere la cui dimensione è ridotta di una classe ma mai più piccolo di 2.5mm.



SISTEMI DI FILETTATURE



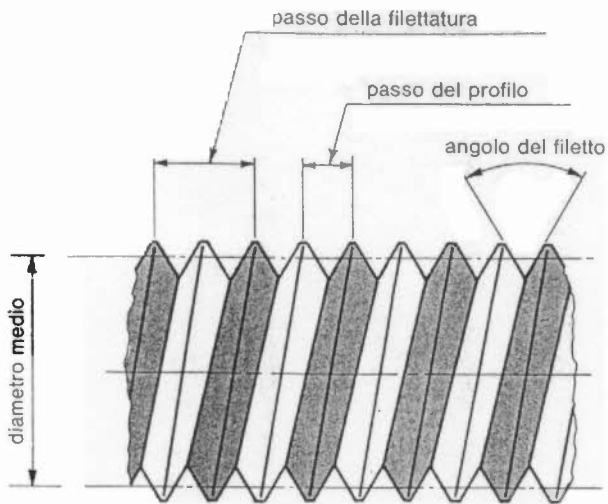
SISTEMI DI FILETTATURE

Ogni sistema di filettatura è caratterizzato dai seguenti elementi:

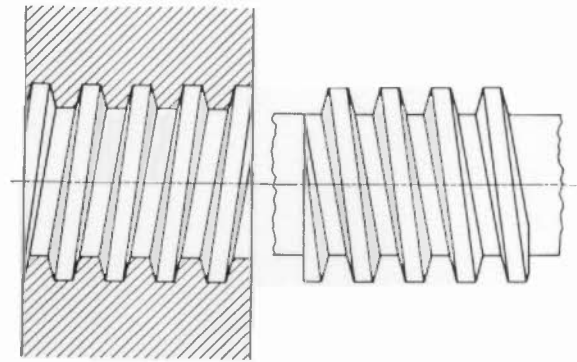
- forma del filetto
- valori dei diametri nominali scelti per vite e madrevite
- valori dei passi in relazione ai vari diametri

Con riferimento alla forma del filetto si distinguono i sistemi di filettature a profilo:

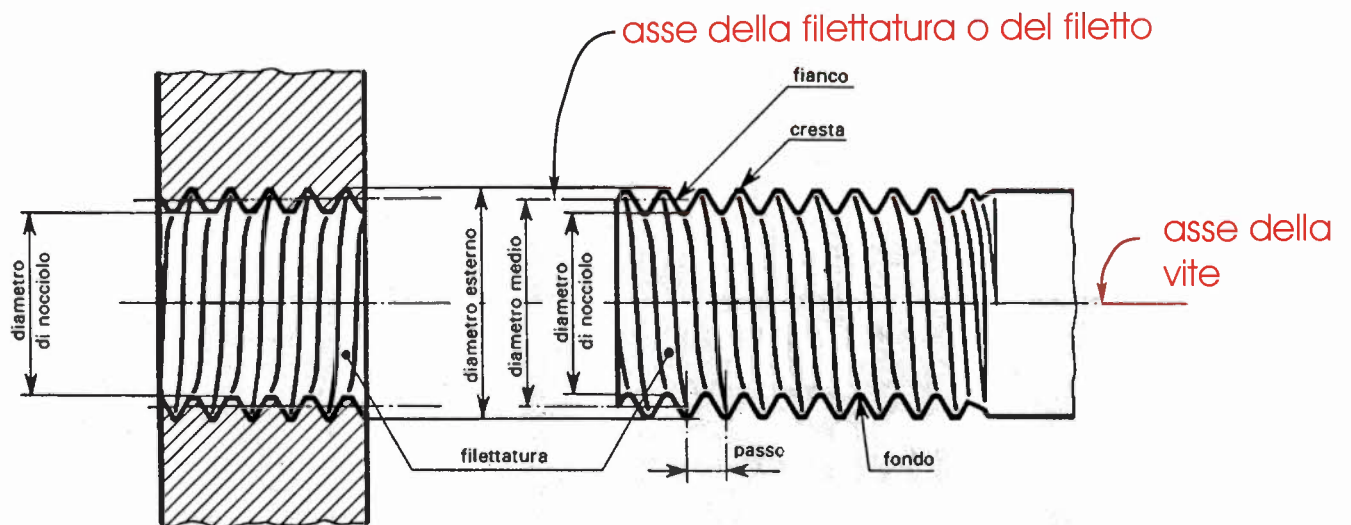
- triangolare (ISO, Whitwork, americane, ecc.)
- trapezoidale
- a denti di sega
- quadro o rettangolare
- tondo
- speciale (per legno, autofilettante, ecc.)



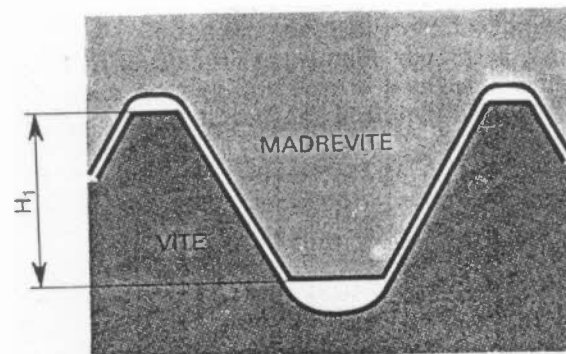
Filettatura sinistra a due principi



Madrevite sezionata e vite



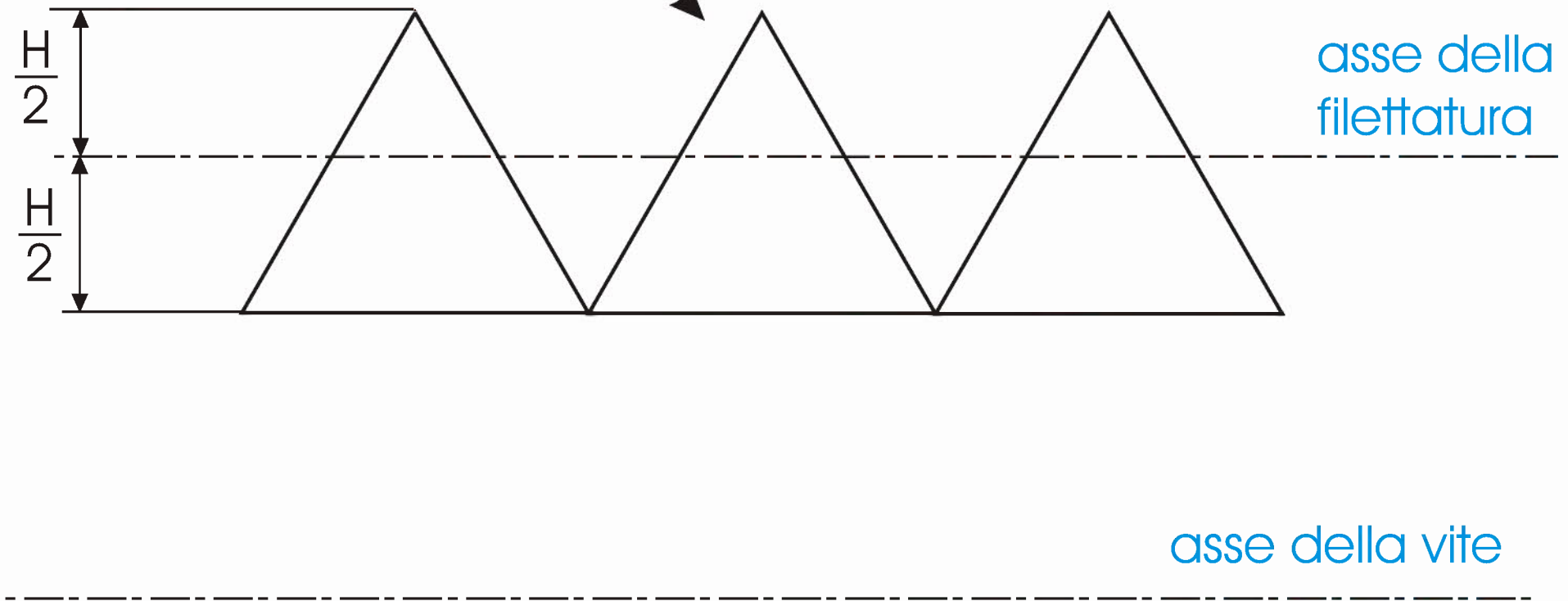
Elementi caratteristici delle filettature



Ricoprimento H_1 nelle filettature

GENERAZIONE DEL PROFILO DI UNA FILETTATURA METRICA ISO

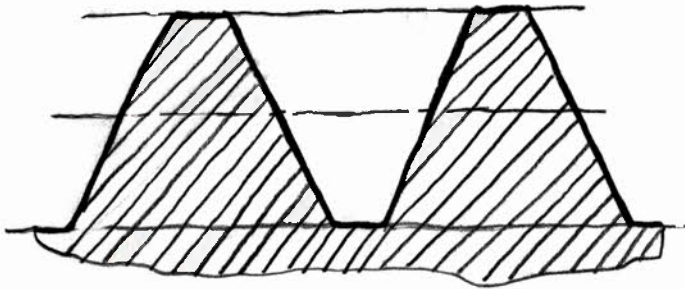
triangoli (equilateri) generatori con lato UGUALE al passo
della filettatura



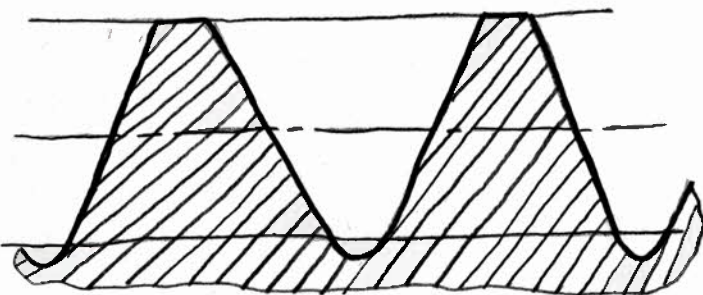
SISTEMA DI FILETTATURA METRICA ISO

VITE

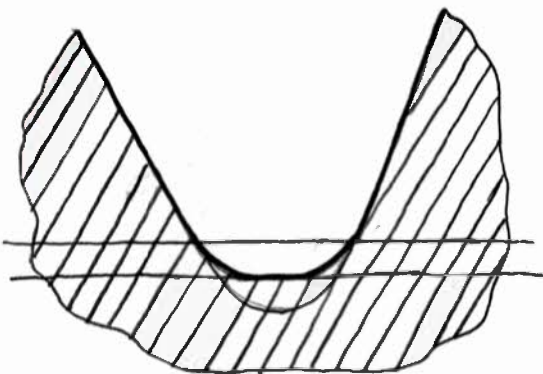
1) Profilo di base



2) Profilo nominale ottenuto da quello di base con l'aggiunta del raccordo sul fondo del filetto

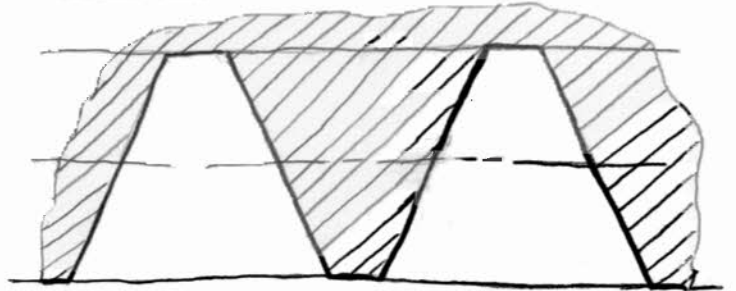


3) Profilo di esecuzione

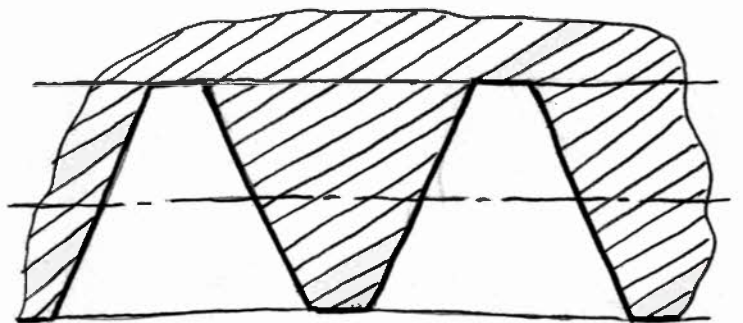


MADREVITE

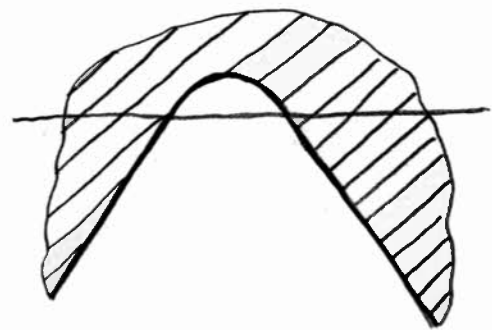
4) Profilo di base identico a quello della vite



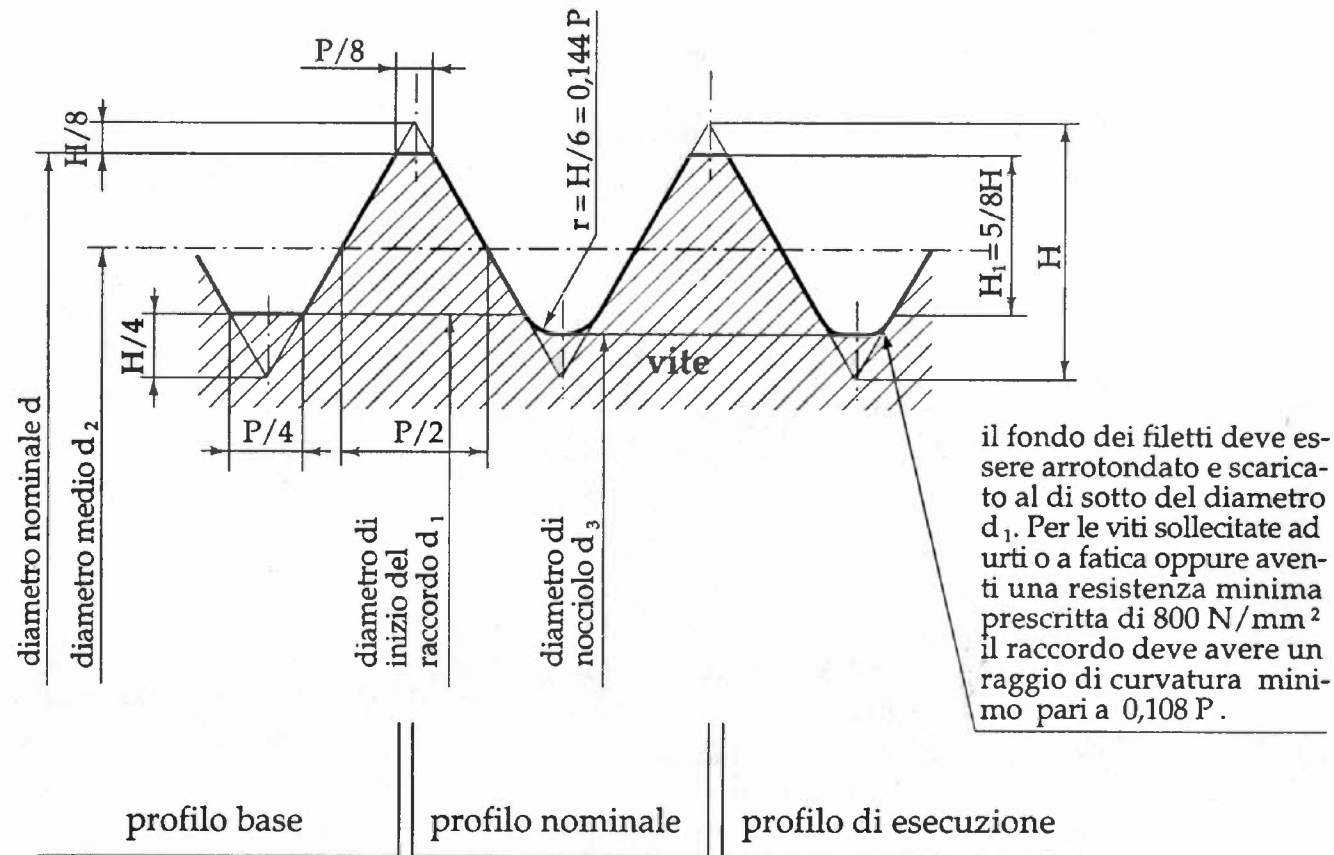
5) Profilo nominale identico a quello di base



6) Profilo di esecuzione ottenuto da quello di base con l'aggiunta del raccordo sul fondo del filetto

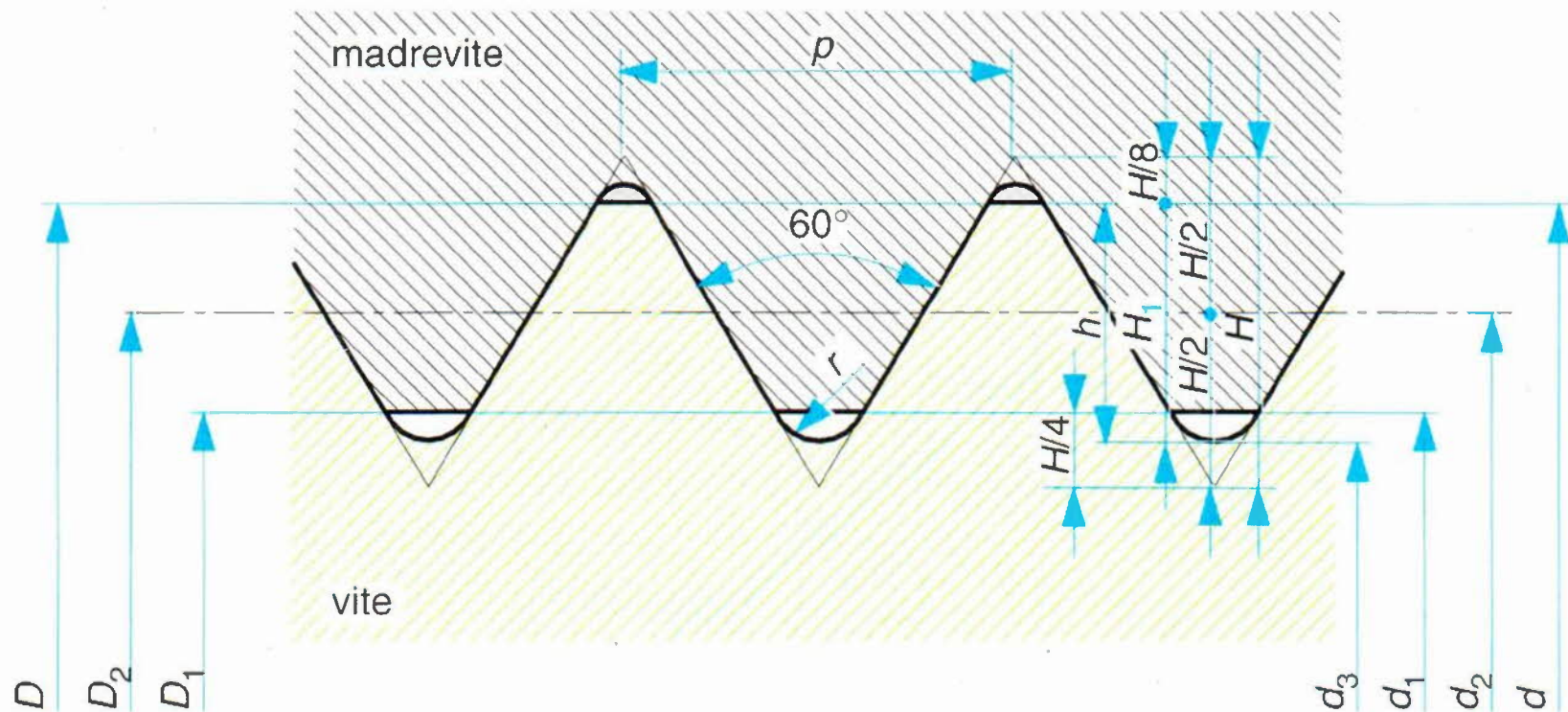


TOTALE: 6 PROFILI



Filettature metriche ISO. - Il profilo di base è derivato da un triangolo equilatero con lati uguali al passo denominato triangolo generatore. Imponendo a tale triangolo un moto elicoidale attorno all'asse della vite e considerando l'intersezione della superficie generata dai lati obliqui del triangolo stesso con due cilindri coassiali all'asse suddetto, si ottiene la nuova superficie che definisce il profilo di base della filettatura metrica ISO. Infatti questo profilo di base, comune sia alla vite che alla madrevite, si ricava intersecando la superficie appena generata con un piano passante per l'asse della vite

Il profilo nominale della vite è diverso da quello base perchè ha un arrotondamento sul fondo dei filetti con raggio $r=H/6$; quello della madrevite è uguale al profilo di base. In pratica poi le filettature hanno un profilo di esecuzione che può essere diverso da quello nominale; in particolare il fondo dei filetti delle madreviti è arrotondato.



H = altezza triangolo generatore

H_1 = ricoprimento

h_3 = profondità filetto

$d_1 = D_1 =$ diametro inizio raccordo

$d_2 = D_2 =$ diametro medio

$d_3 =$ diametro nocciolo

r = raggio di raccordo

$$H = 0,86603 p$$

$$H_1 = 5/8 H = 0,54127 P$$

$$h_3 = (d - d_3)/2 = 17/24 p = 0,61343 p$$

$$d_1 = D_1 = d - 2 H_1 = d - 1,08253 p$$

$$d_2 = D_2 = d - 3/4 H = d - 0,64952 p$$

$$d_3 = d - 2h_3 = d - 1,22687 p$$

$$r = H/6 = 0,14434 p$$

DESIGNAZIONE

Per la designazione delle filettature metriche ISO si possono presentare questi casi:

- 1) la filettatura è elencata tra quelle unificate a passo grosso. Dalla corrispondente tabella si rileva che ad ogni diametro nominale corrisponde un unico passo. Ne deriva che per designare questo tipo di filettature si utilizza il simbolo M seguito dal solo valore del diametro nominale. Es.: $M10$ significa filettatura metrica ISO a passo grosso di 1.5 mm;
- 2) la filettatura è elencata tra quelle unificate a passo fine. Si vede dalla corrispondente tabella che ad ogni diametro nominale corrisponde un passo diverso da quello grosso e spesso corrispondono due o tre passi diversi. Allora è necessario indicare accanto al simbolo M seguito dal diametro nominale anche il passo considerato preceduto dal segno di moltiplicazione x . Es.: $M10x0.75$ significa filettatura metrica ISO a passo fine di 0.75 mm. Se il passo fosse stato di 1 mm la designazione corrispondente era: $M10x1$;
- 3) la filettatura è metrica ma non unificata, cioè pur essendo dimensionata come quelle unificate, non figura tra quelle elencate dalle UNI 4535. In questo caso la si designa indicando nell'ordine: il diametro nominale, il segno x , il valore del passo e il simbolo M . Es.: $10x0.5M$ significa filettatura metrica ISO non unificata con diametro nominale di 10 mm e passo di 0.5 mm;
- 4) talvolta occorrono altre precisazioni per completare la designazione della filettatura. Se vi sono più principi, alle indicazioni fornite in 1), o in 2) o in 3), si deve aggiungerne il numero seguito dall'abbreviazione *fil*. Es.: $M18x2-3\text{ fil}$ significa che vi sono 3 principi. Se poi la filettatura ha elica sinistra anzichè destra si deve aggiungere anche l'indicazione *sin*. Es.: $M18x2-3\text{ fil sin}$.

Filettature metriche ISO a profilo triangolare
Dimensioni nominali

UNI
4535-64
(estratto)

Filettature a passo grosso

Esempio di designazione di una filettatura metrica ISO a profilo triangolare a passo grosso, avente $d = 8$ mm e $P = 1,25$ mm:
M 8

Diametro nominale di filettatura (vedere § 4.1) e diametro esterno $d = D$			Passo P	Diametro medio $d_2 = D_2$	Diametro di nocciolo della vite d_3	Diametro della vite all'inizio del raccordo d_1	Diametro di nocciolo della madrevite D_1	Profondità dei filetti della vite h_3	Ricoprimento H_1	Raggio arrotondamento fondo filetto della vite r	Sezione resistente (ved fig 4.1.1) mm ²	Sezione di nocciolo mm ²
colonna 1	colonna 2	colonna 3										
1,6*			0,35*	1,373	1,171	1,221	1,221	0,215	0,189	0,051	1,27	1,08
	1,8*		0,35*	1,573	1,371	1,421	1,421	0,215	0,189	0,051	1,70	1,48
2			0,4	1,740	1,509	1,567	1,567	0,245	0,217	0,058	2,07	1,79
	2,2*		0,45*	1,908	1,648	1,713	1,713	0,276	0,244	0,065	2,48	2,13
2,5*			0,45*	2,208	1,948	2,013	2,013	0,276	0,244	0,065	3,39	2,98
3			0,5	2,675	2,387	2,459	2,459	0,307	0,271	0,072	5,03	4,47
	3,5		0,6	3,110	2,764	2,850	2,850	0,368	0,325	0,087	6,78	6,00
4			0,7	3,545	3,141	3,242	3,242	0,429	0,379	0,101	8,78	7,75
	4,5		0,75	4,013	3,580	3,688	3,688	0,460	0,406	0,108	11,3	10,1
5			0,8	4,480	4,019	4,134	4,134	0,491	0,433	0,115	14,2	12,7
6			1	5,350	4,773	4,917	4,917	0,613	0,541	0,144	20,1	17,9
		7	1	6,350	5,773	5,917	5,917	0,613	0,541	0,144	28,9	26,2
8			1,25	7,188	6,466	6,647	6,647	0,767	0,677	0,180	36,6	32,8
		9	1,25	8,188	7,466	7,647	7,647	0,767	0,677	0,180	48,1	43,8
10			1,5	9,026	8,160	8,376	8,376	0,920	0,812	0,217	58,0	52,3
		11	1,5	10,026	9,160	9,376	9,376	0,920	0,812	0,217	72,3	65,9
12			1,75	10,863	9,853	10,106	10,106	1,074	0,947	0,253	84,3	76,2
	14		2	12,701	11,546	11,835	11,835	1,227	1,083	0,289	115	105
16			2	14,701	13,546	13,835	13,835	1,227	1,083	0,289	157	144
	18		2,5	16,376	14,933	15,294	15,294	1,534	1,353	0,361	192	175
20			2,5	18,376	16,933	17,294	17,294	1,534	1,353	0,361	245	225
	22		2,5	20,376	18,933	19,294	19,294	1,534	1,353	0,361	303	282
24			3	22,051	20,319	20,752	20,752	1,840	1,624	0,433	353	324
	27		3	25,051	23,319	23,752	23,752	1,840	1,624	0,433	459	427
30			3,5	27,727	25,706	26,211	26,211	2,147	1,894	0,505	561	519
	33		3,5	30,727	28,706	29,211	29,211	2,147	1,894	0,505	694	647
36			4	33,402	31,093	31,670	31,670	2,454	2,165	0,577	817	759
	39		4	36,402	34,093	34,670	34,670	2,454	2,165	0,577	976	913
42			4,5	39,077	36,479	37,129	37,129	2,760	2,436	0,650	1 120	1 050
	45		4,5	42,077	39,479	40,129	40,129	2,760	2,436	0,650	1 310	1 220
48			5	44,752	41,866	42,587	42,587	3,067	2,706	0,722	1 470	1 380
	52		5	48,752	45,866	46,587	46,587	3,067	2,706	0,722	1 760	1 650
56			5,5	52,428	49,252	50,046	50,046	3,374	2,977	0,794	2 030	1 910
	60		5,5	56,428	53,252	54,046	54,046	3,374	2,977	0,794	2 360	2 230
64			6	60,103	56,639	57,505	57,505	3,681	3,248	0,866	2 680	2 520
	68		6	64,103	60,639	61,505	61,505	3,681	3,248	0,866	3 060	2 890

* Queste filettature sono da adottare con particolare cautela, date le possibili confusioni con le filettature 1,7 MA, 2,3 MA e 2,6 MA, precedentemente in vigore, con cui non sono intercambiabili pur essendo difficilmente distinguibili. (segue)

Filettature a passo fine

Esempio di designazione di una filettatura metrica ISO a profilo triangolare, a passo fine, avente
 $d = 8 \text{ mm}$ e passo $P = 1 \text{ mm}$:
 $M 8 \times 1$

Diametro nominale di filettatura (vedere § 4.1) e diametro esterno $d = D$			Passo P	Diametro medio $d_2 = D_2$	Diametro di nocciolo della vite d_3	Diametro della vite all'inizio del raccordo d_1	Diametro di nocciolo della madrevite D_1	Profondità dei filetti della vite h_3	Ricoprimento H_1	Raggio arrotondamento fondo filetto della vite r	Sezione resistente (ved. fig. 4.1.1) mm^2	Sezione di nocciolo mm^2
colonna 1	colonna 2	colonna 3										
2,5*			0,35*	2,273	2,071	2,121	2,121	0,215	0,189	0,051	3,70	3,37
3			0,35	2,773	2,571	2,621	2,621	0,215	0,189	0,051	5,61	5,19
	3,5*		0,35	3,273	3,071	3,121	3,121	0,215	0,189	0,051	7,90	7,41
4			0,5	3,675	3,387	3,459	3,459	0,307	0,271	0,072	9,79	9,01
	4,5		0,5	4,175	3,887	3,959	3,959	0,307	0,271	0,072	12,8	11,9
5			0,5	4,675	4,387	4,459	4,459	0,307	0,271	0,072	16,1	15,1
		5,5	0,5	5,175	4,887	4,959	4,959	0,307	0,271	0,072	19,9	18,8
6			0,75	5,513	5,080	5,188	5,188	0,460	0,406	0,108	22,0	20,3
		7	0,75	6,513	6,080	6,188	6,188	0,460	0,406	0,108	31,1	29,0
8			1	7,350	6,773	6,917	6,917	0,613	0,541	0,144	39,2	36,0
			0,75	7,513	7,080	7,188	7,188	0,460	0,406	0,108	41,8	39,4
		9	1	8,350	7,773	7,917	7,917	0,613	0,541	0,144	51,0	47,5
			0,75	8,513	8,080	8,188	8,188	0,460	0,406	0,108	54,1	51,3
10			1,25	9,188	8,466	8,647	8,647	0,767	0,677	0,180	61,2	56,3
			1	9,350	8,773	8,917	8,917	0,613	0,541	0,144	64,5	60,5
			0,75	9,513	9,080	9,188	9,188	0,460	0,406	0,108	67,9	64,8
		11	1	10,350	9,773	9,917	9,917	0,613	0,541	0,144	79,5	75,0
			0,75	10,513	10,080	10,188	10,188	0,460	0,406	0,108	83,3	79,8
12			1,5	11,026	10,160	10,376	10,376	0,920	0,812	0,217	88,1	81,1
			1,25	11,188	10,466	10,647	10,647	0,767	0,677	0,180	92,1	86,0
			1	11,350	10,773	10,917	10,917	0,613	0,541	0,144	96,1	91,2
		14**	1,5	13,026	12,160	12,376	12,376	0,920	0,812	0,217	125	116
			1,25**	13,188	12,466	12,647	12,647	0,767	0,677	0,180	129	122
			1	13,350	12,773	12,917	12,917	0,613	0,541	0,144	134	128
		15	1,5	14,026	13,160	13,376	13,376	0,920	0,812	0,217	145	136
			1	14,350	13,773	13,917	13,917	0,613	0,541	0,144	155	149
16			1,5	15,026	14,160	14,376	14,376	0,920	0,812	0,217	167	157
			1	15,350	14,773	14,917	14,917	0,613	0,541	0,144	178	171
		17	1,5	16,026	15,160	15,376	15,376	0,920	0,812	0,217	191	180
			1	16,350	15,773	15,917	15,917	0,613	0,541	0,144	203	195
		18	2	16,701	15,546	15,835	15,835	1,227	1,083	0,289	204	190
			1,5	17,026	16,160	16,376	16,376	0,920	0,812	0,217	216	205
			1	17,350	16,773	16,917	16,917	0,613	0,541	0,144	229	221
20			2	18,701	17,546	17,835	17,835	1,227	1,083	0,289	258	242
			1,5	19,026	18,160	18,376	18,376	0,920	0,812	0,217	272	259
			1	19,350	18,773	18,917	18,917	0,613	0,541	0,144	285	277
		22	2	20,701	19,546	19,835	19,835	1,227	1,083	0,289	318	300
			1,5	21,026	20,160	20,376	20,376	0,920	0,812	0,217	333	319
			1	21,350	20,773	20,917	20,917	0,613	0,541	0,144	348	339

COLLEGAMENTI CON

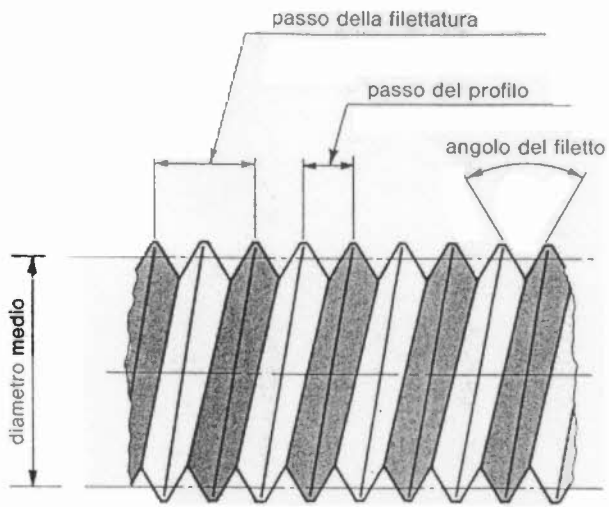
ORGANI FILETTATI

VITI E DADI

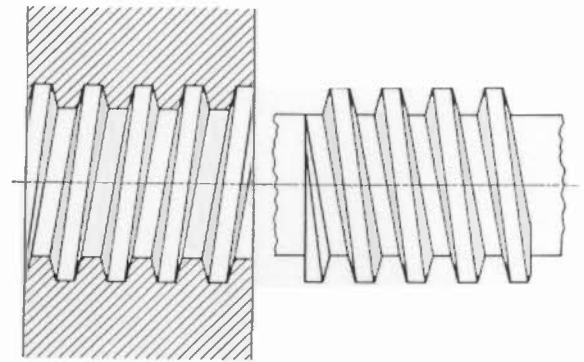


VITE, DADO E ROSETTA

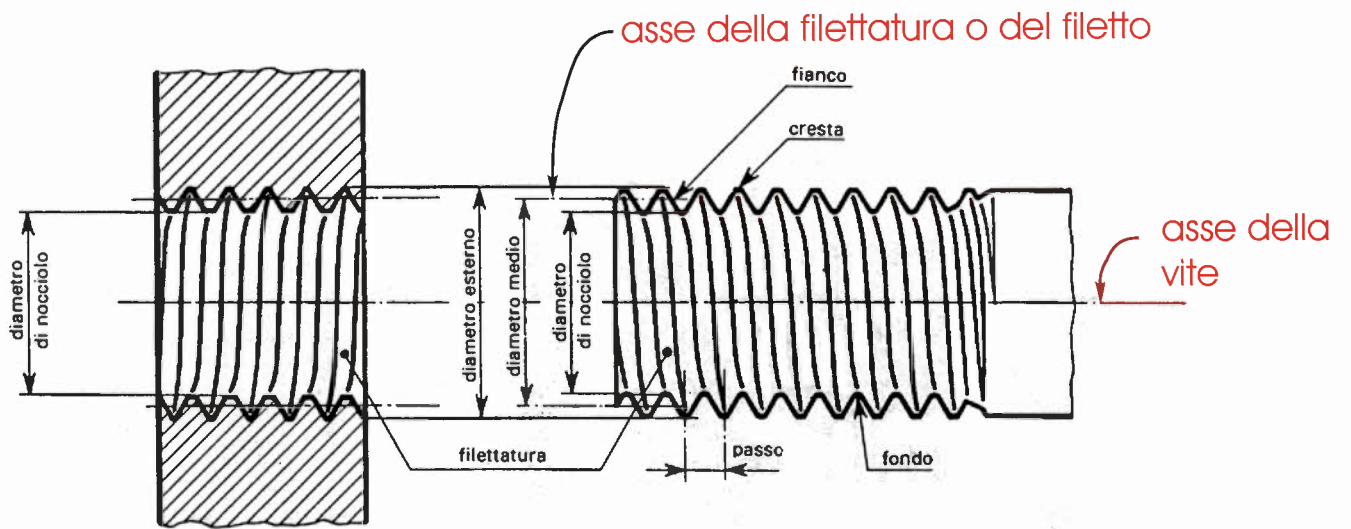




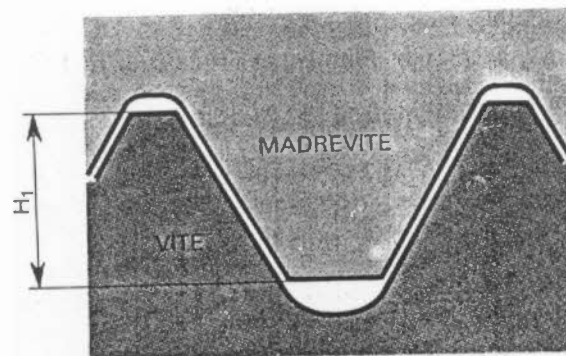
Filettatura sinistra a due principi



Madrevite sezionata e vite

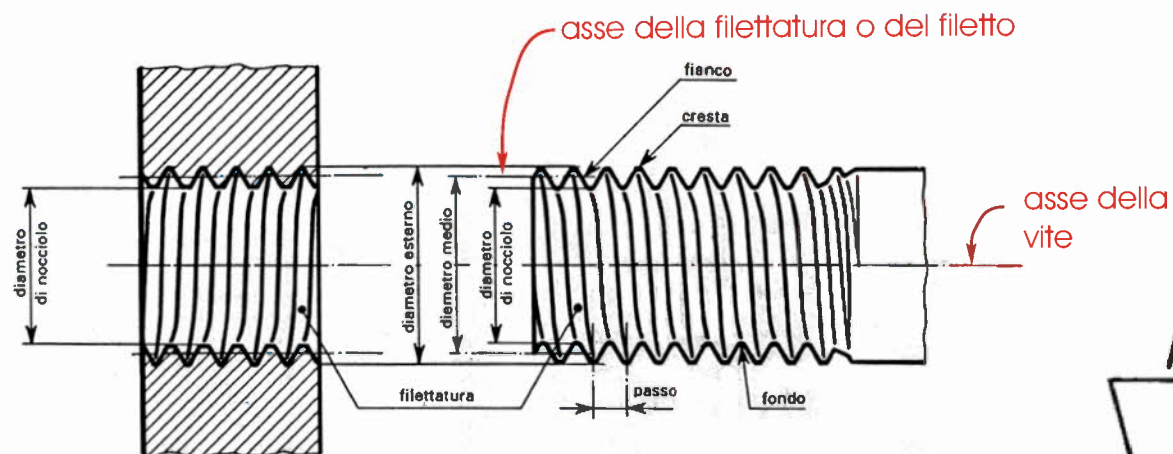


Elementi caratteristici delle filettature

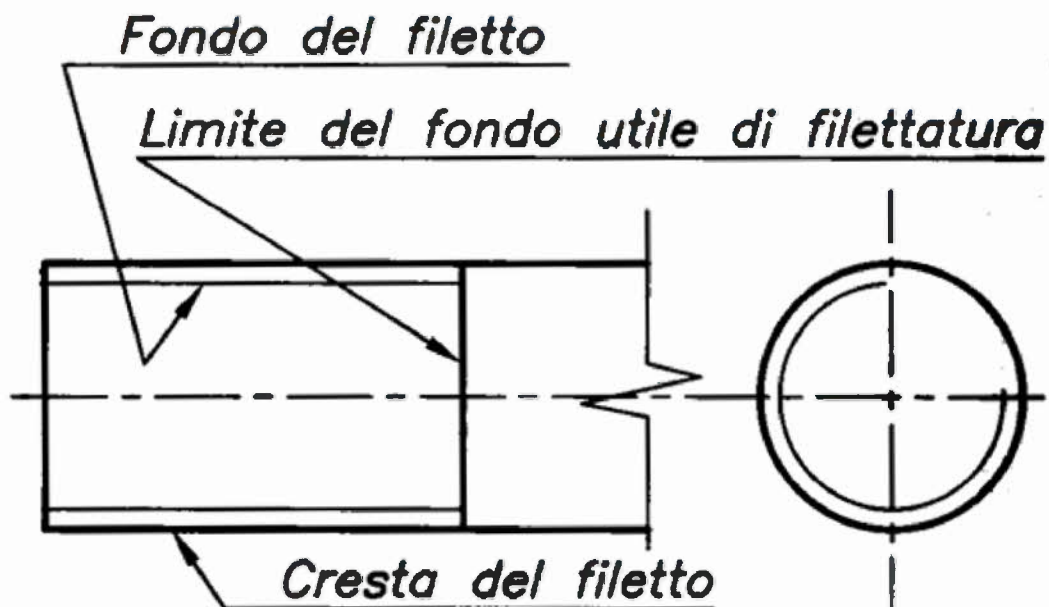


Ricoprimento H_1 nelle filettature

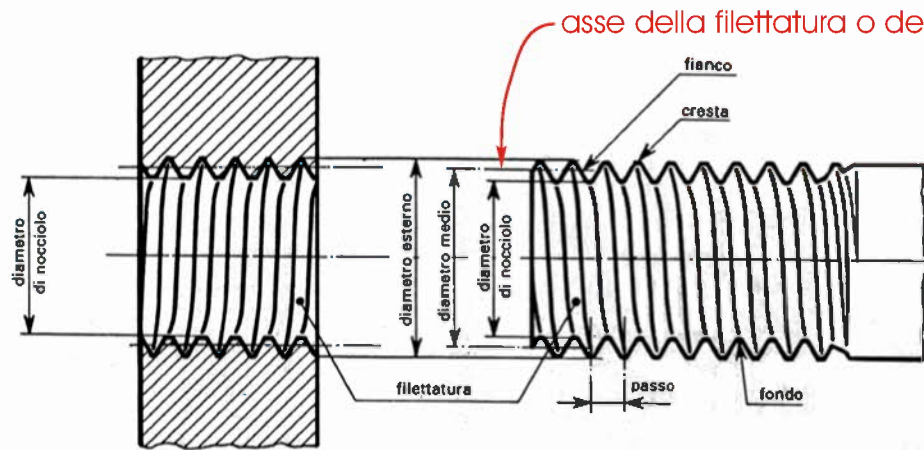
RAPPRESENTAZIONE CONVENZIONALE DELLA FILETTATURA



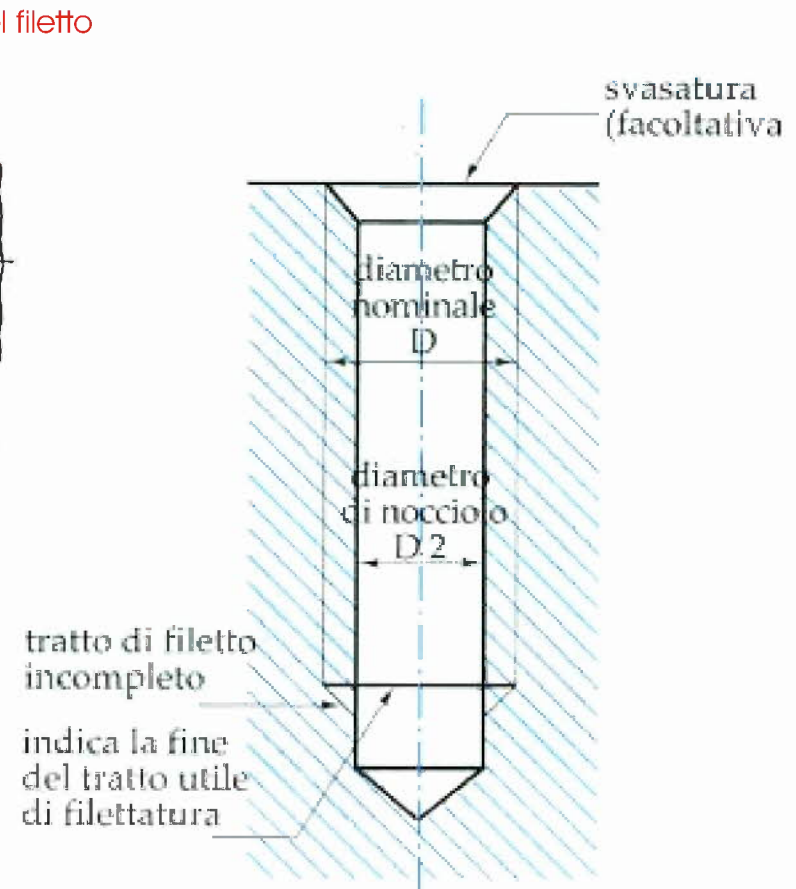
Elementi caratteristici delle filettature



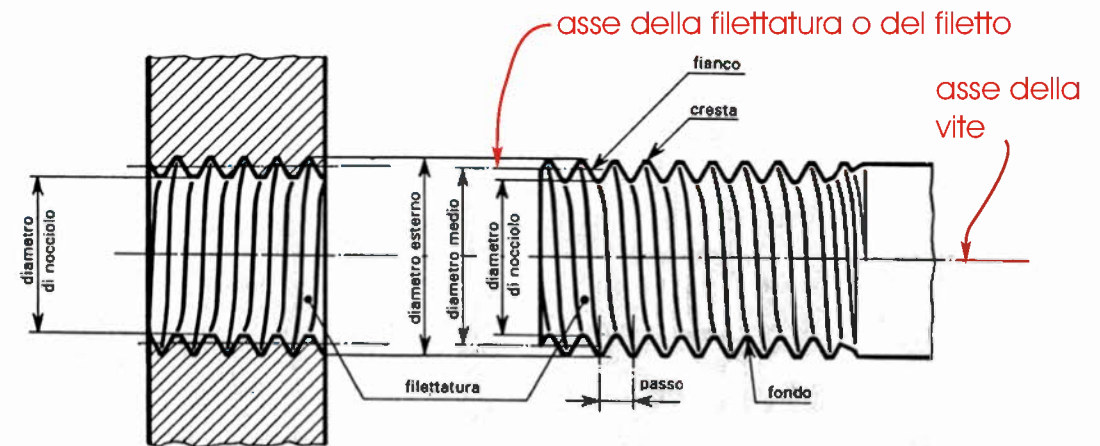
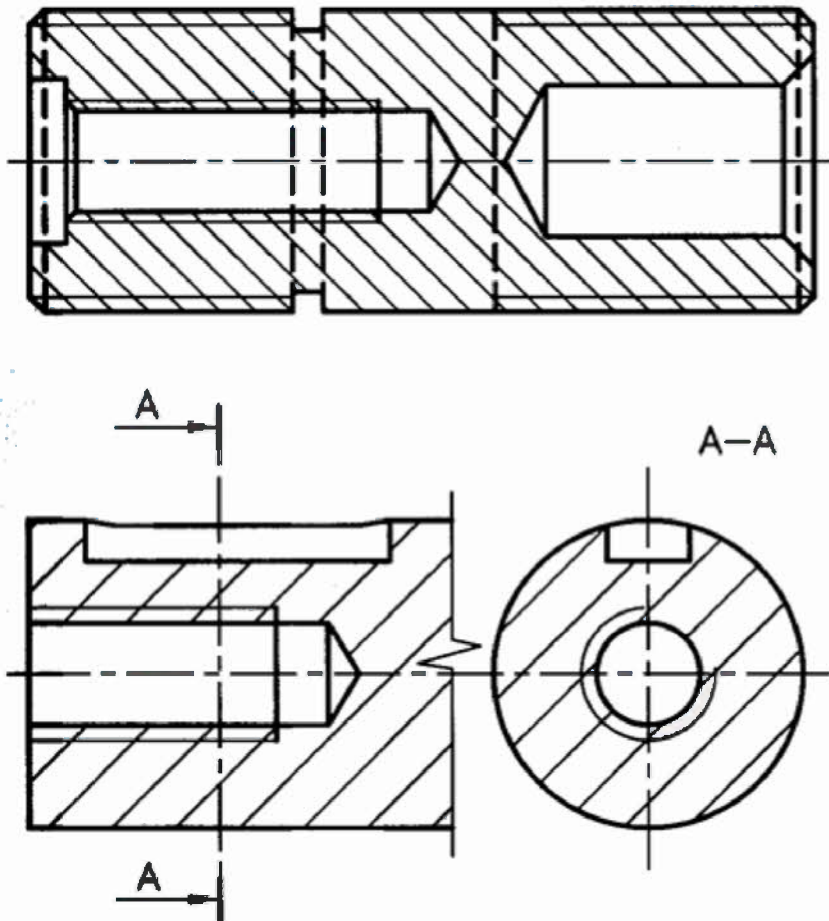
RAPPRESENTAZIONE CONVENZIONALE DELLA FILETTATURA



Elementi caratteristici della filettature

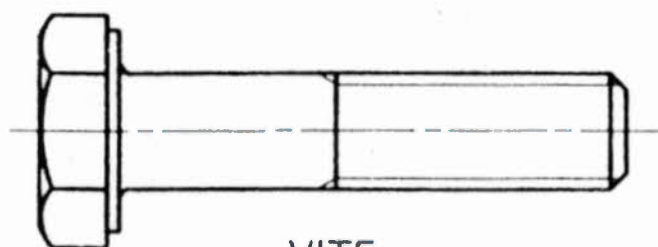


RAPPRESENTAZIONE CONVENZIONALE DELLA FILETTATURA

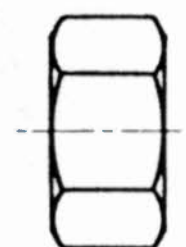


Elementi caratteristici delle filettature

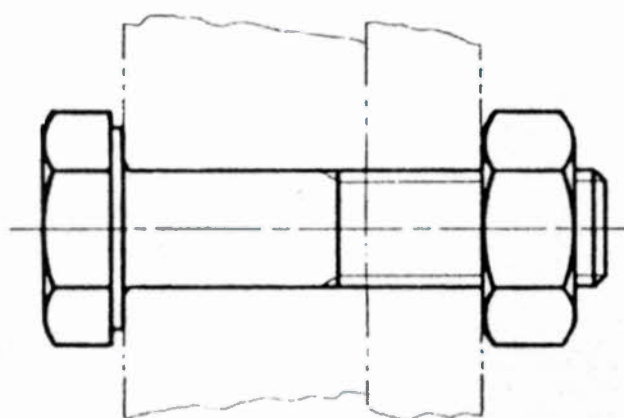
NOMENCLATURA ORGANI FILETTATI DI COLLEGAMENTO



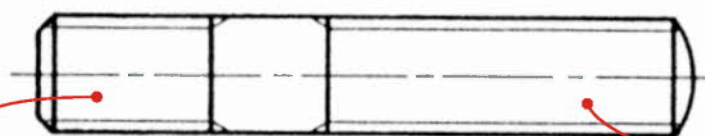
VITE



DADO



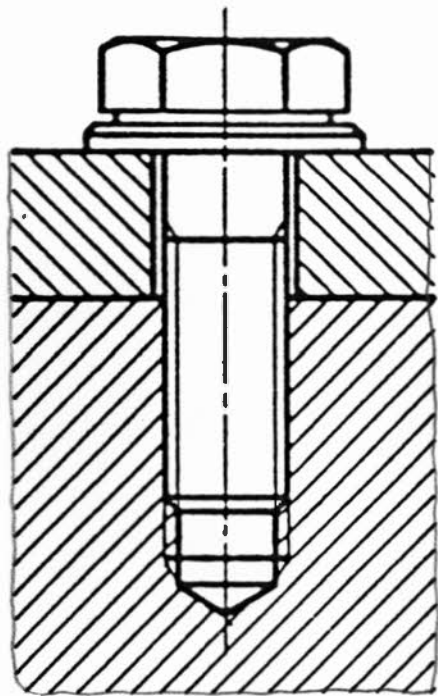
BULLONE



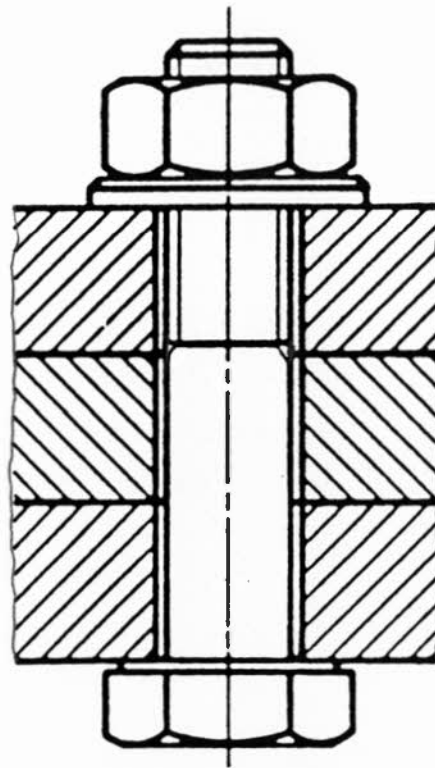
RADICE

PRIGIONIERO

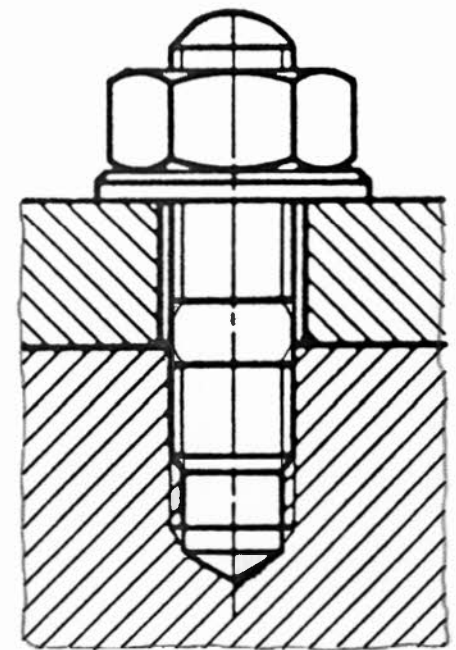
GAMBO



Collegamento
con
VITE MORDENTE

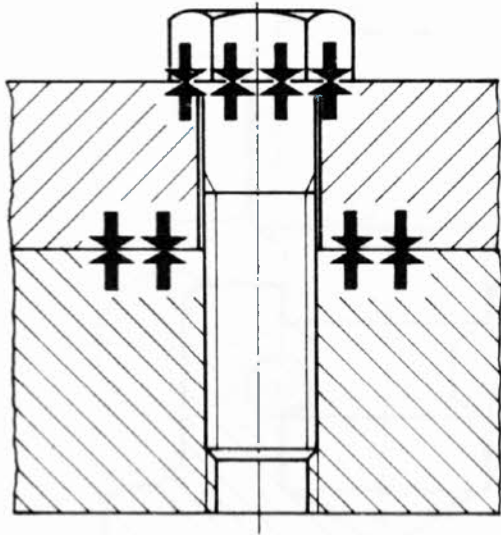


Collegamento
con
BULLONE

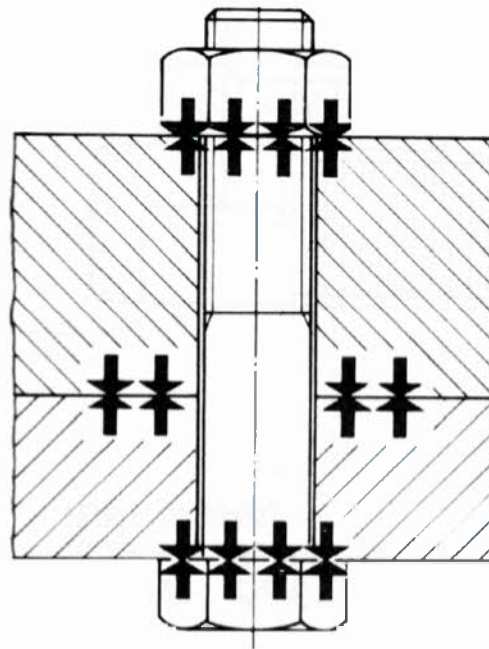


Collegamento
con
PRIGIONIERO

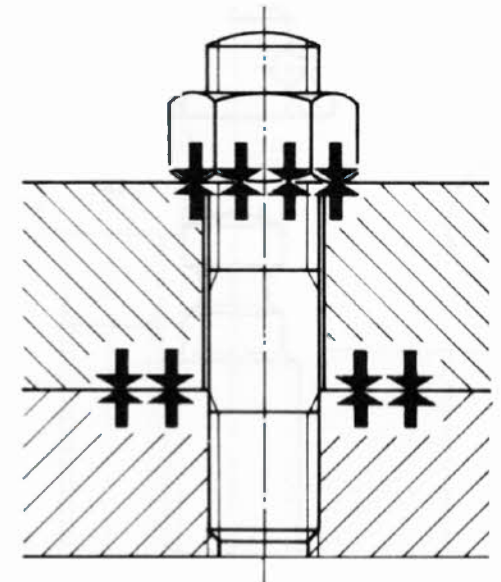
FORZE AGENTI SULLE SUPERFICI DI CONTATTO



Collegamento
con
VITE MORDENTE



Collegamento
con
BULLONE

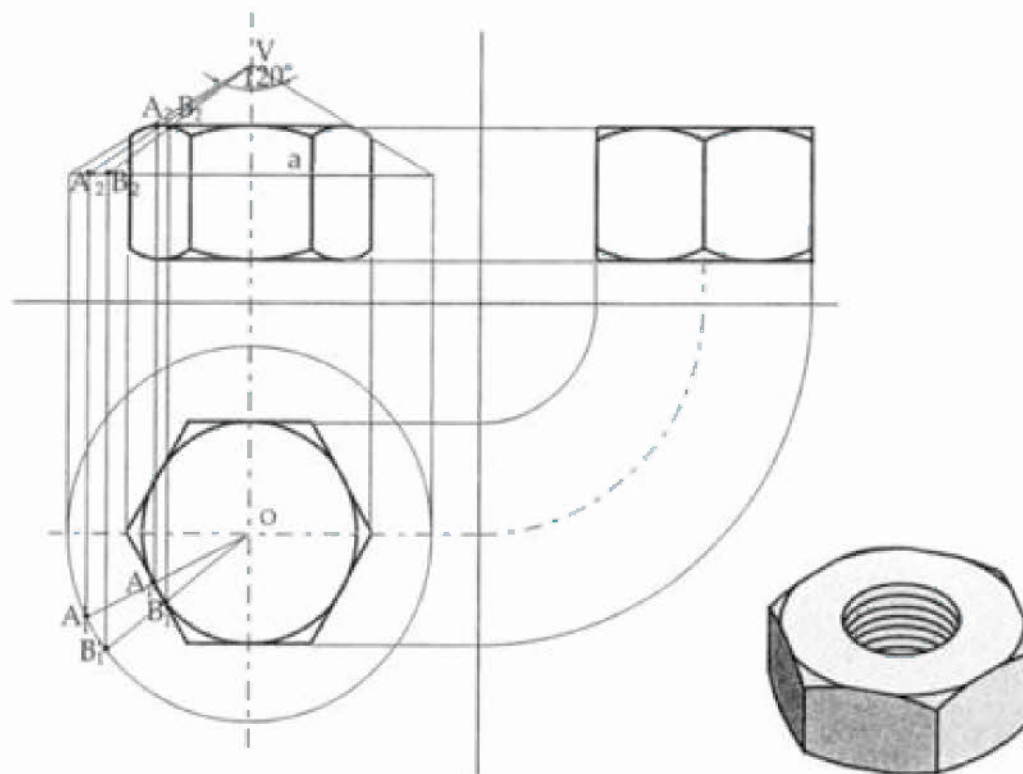


Collegamento
con
PRIGIONIERO

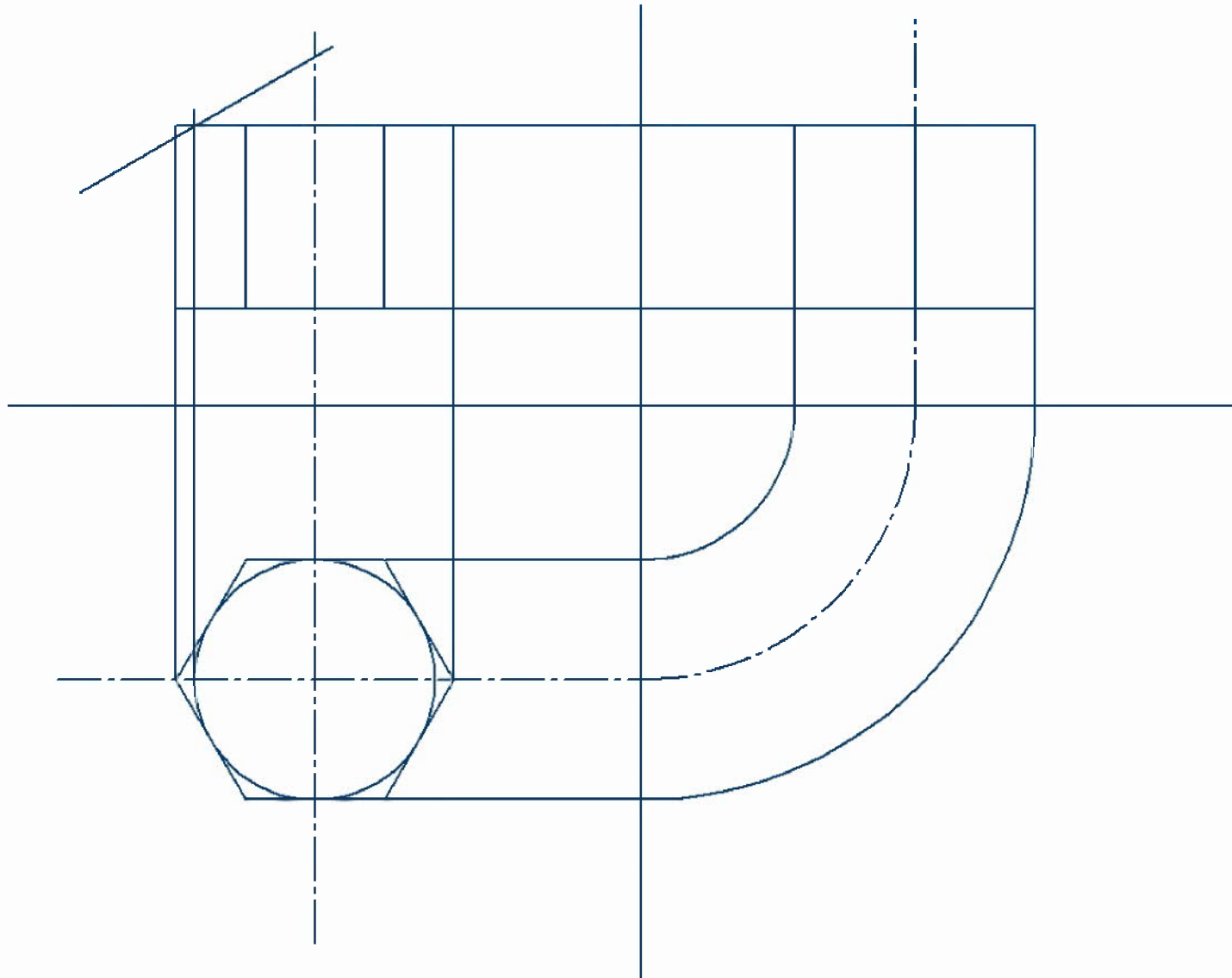
Scelta di tipo di collegamento filettato

- quando si hanno *frequenti montaggi e smontaggi* è sconsigliabile usare la vite mordente perchè si possono facilmente rovinare i filetti, specialmente quelli della madrevite quando il materiale è tenero. Invece il bullone può essere facilmente messo e tolto senza pericolo di rovinare i pezzi che hanno un semplice foro passante e la vite del bullone può essere cambiata con una piccola spesa se si è rovinato il filetto. Anche il prigioniero è adatto in questo caso perchè la radice non deve mai essere svitata nello smontaggio;
- il *costo* del collegamento è maggiore nel caso della vite mordente o del prigioniero perchè si deve preparare in uno dei pezzi un foro filettato. Col bullone invece basta fare fori passanti in tutti i pezzi;
- lo *spazio* occorrente per il bullone è maggiore perchè occorre avere una zona piana di appoggio e una zona libera di manovra su ambedue i pezzi terminali; invece per la vite mordente occorre questa zona solo dal lato della testa e per il prigioniero solo dal lato del dado.

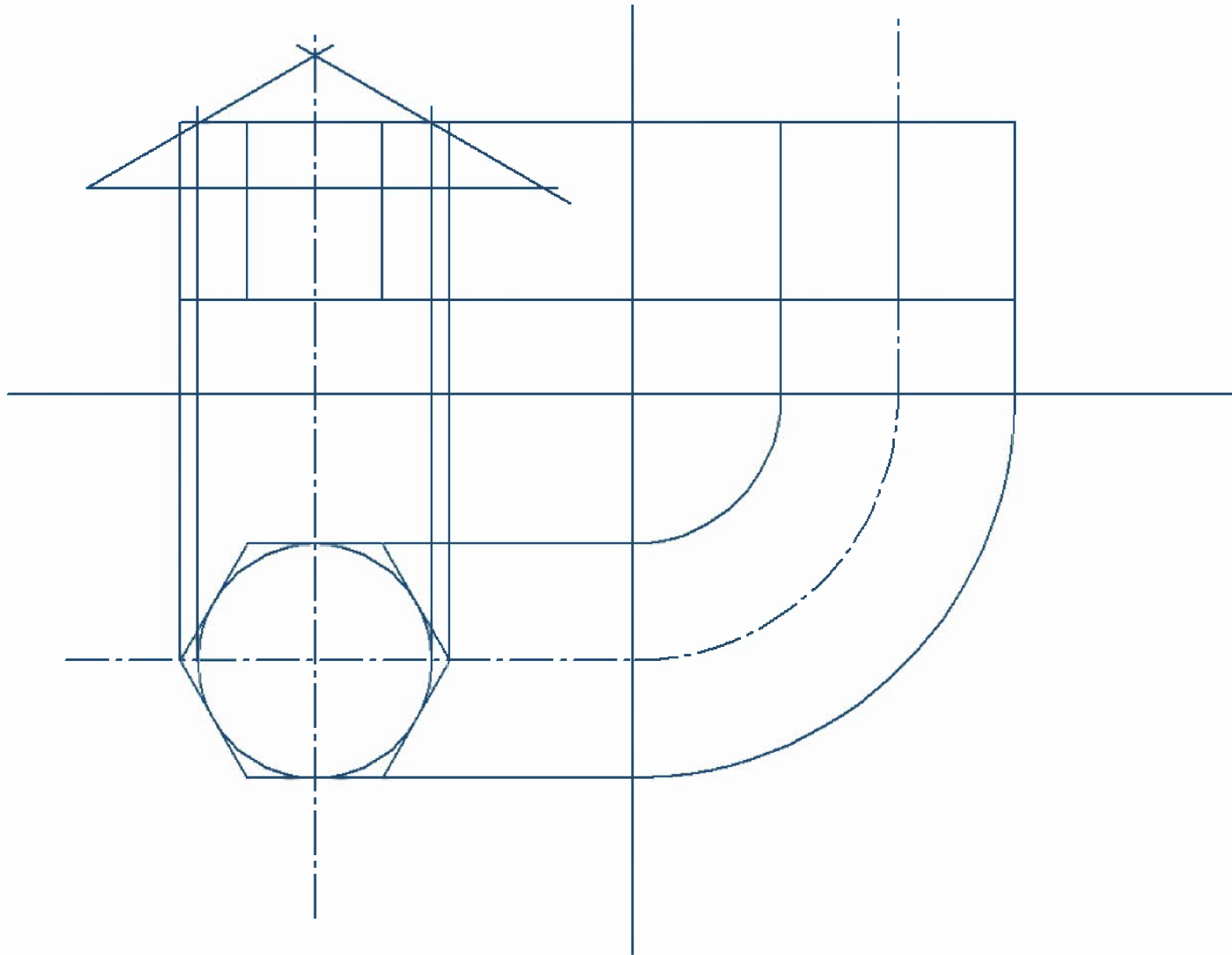
RAPPRESENTAZIONE REALE DEL DADO ESAGONALE (ED, ANALOGAMENTE, DI UNA TESTA ESAGONALE DI UNA VITE)



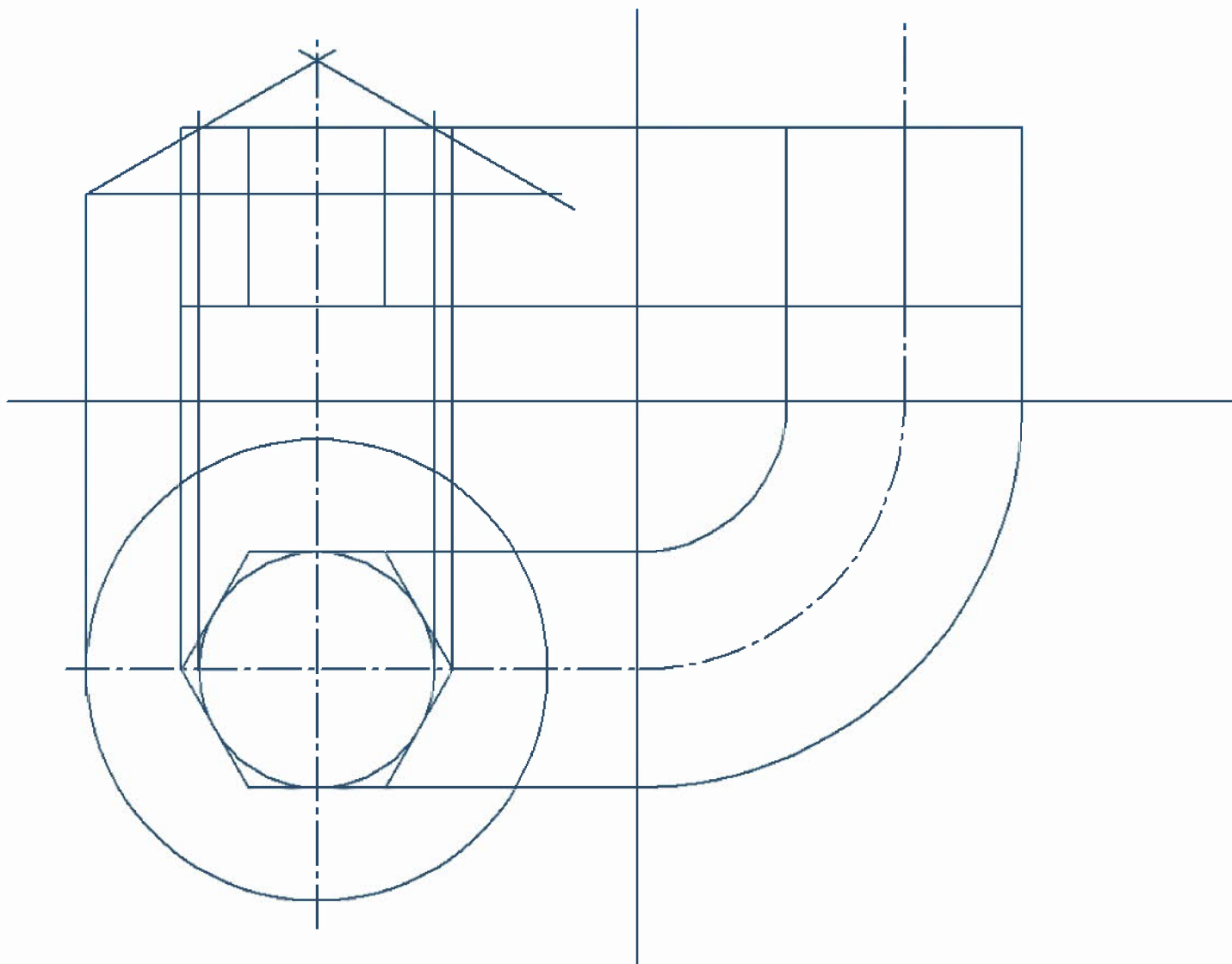
RAPPRESENTAZIONE REALE DI UN DADO:
costruzione dei rami di iperbole equilatera
(spigoli degli smussi definiti da una superficie conica)



RAPPRESENTAZIONE REALE DI UN DADO:
costruzione dei rami di iperbole equilatera
(spigoli degli smussi definiti da una superficie conica)

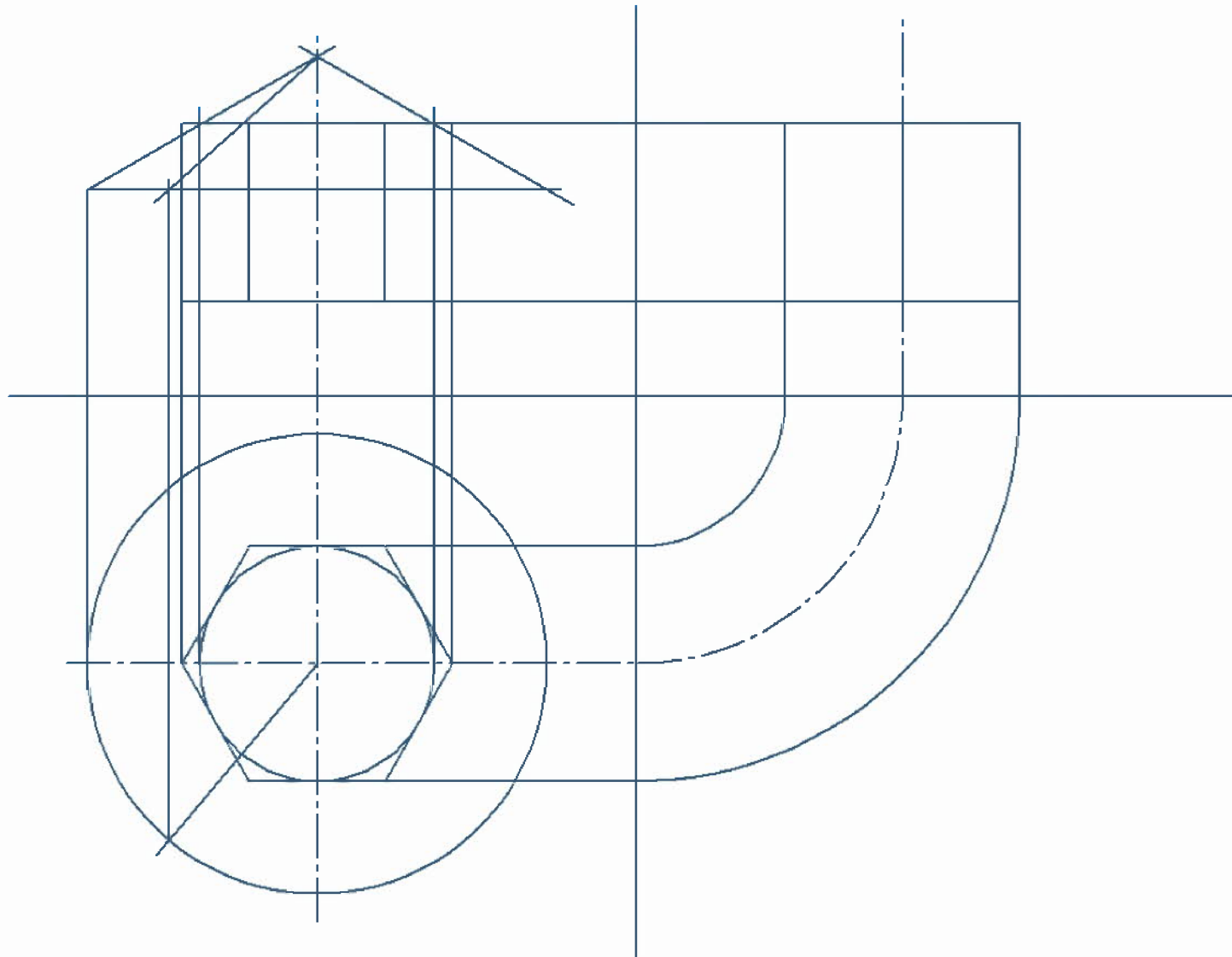


RAPPRESENTAZIONE REALE DI UN DADO:
costruzione dei rami di iperbole equilatera
(spigoli degli smussi definiti da una superficie conica)

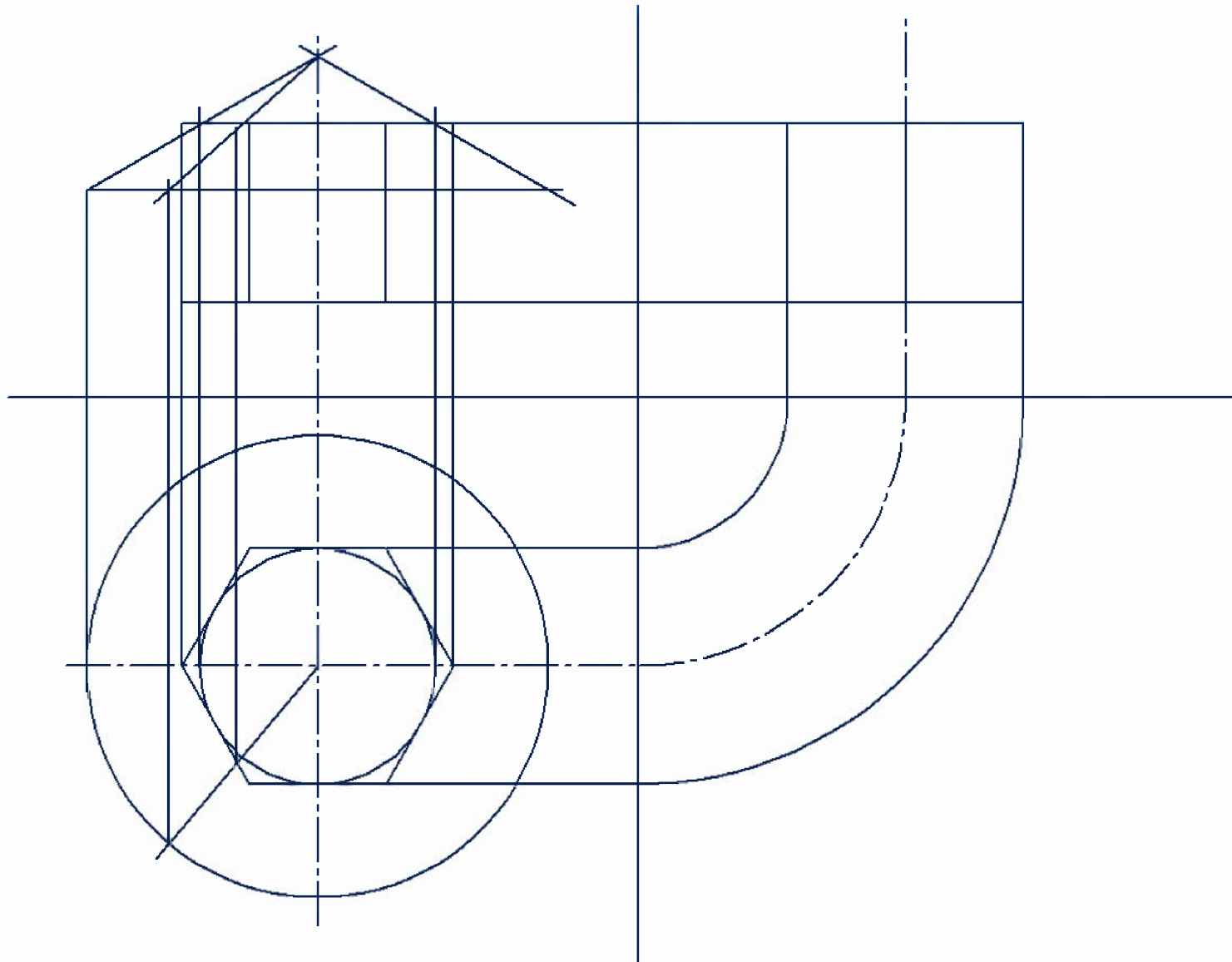


RAPPRESENTAZIONE REALE DI UN DADO:
costruzione dei rami di iperbole equilatera
(spigoli degli smussi definiti da una superficie conica)

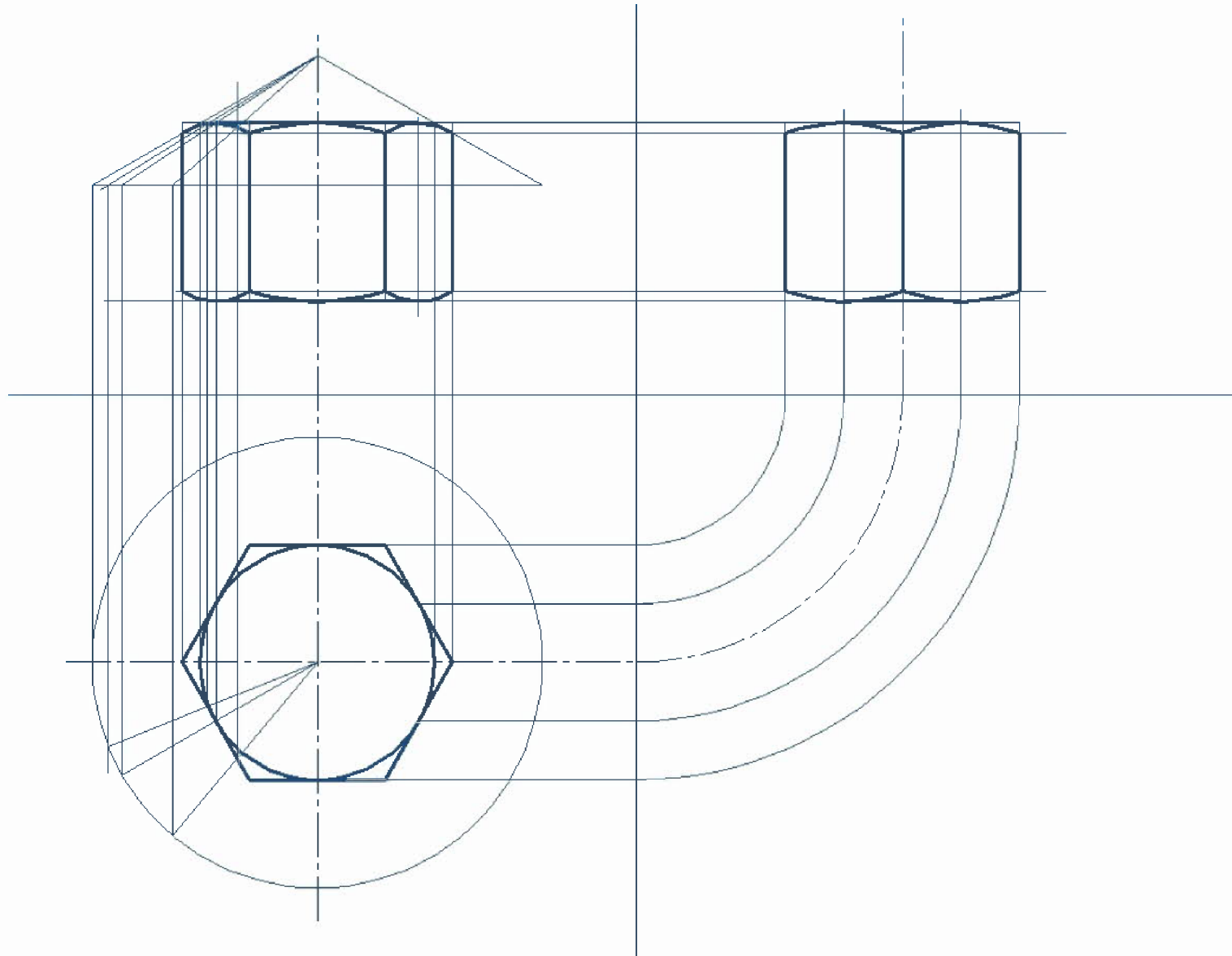
5



RAPPRESENTAZIONE REALE DI UN DADO:
costruzione dei rami di iperbole equilatera
(spigoli degli smussi definiti da una superficie conica)

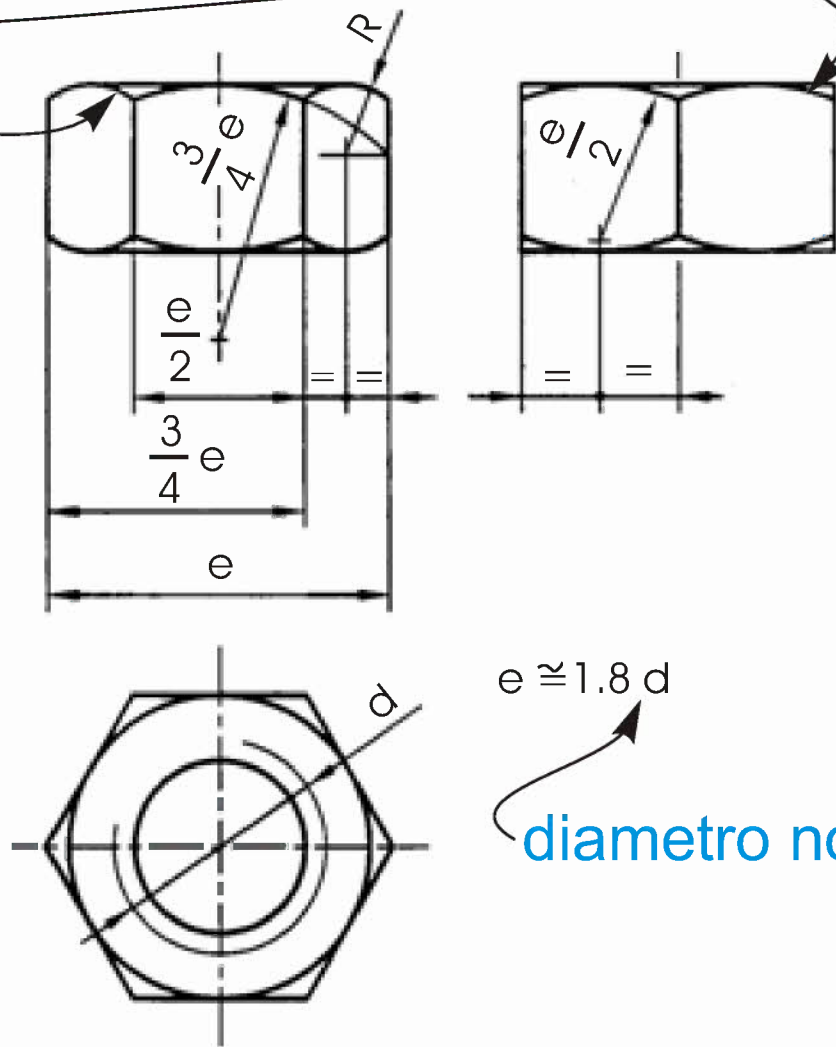


RAPPRESENTAZIONE REALE DI UN DADO:
costruzione dei rami di iperbole equilatera
(spigoli degli smussi definiti da una superficie conica)

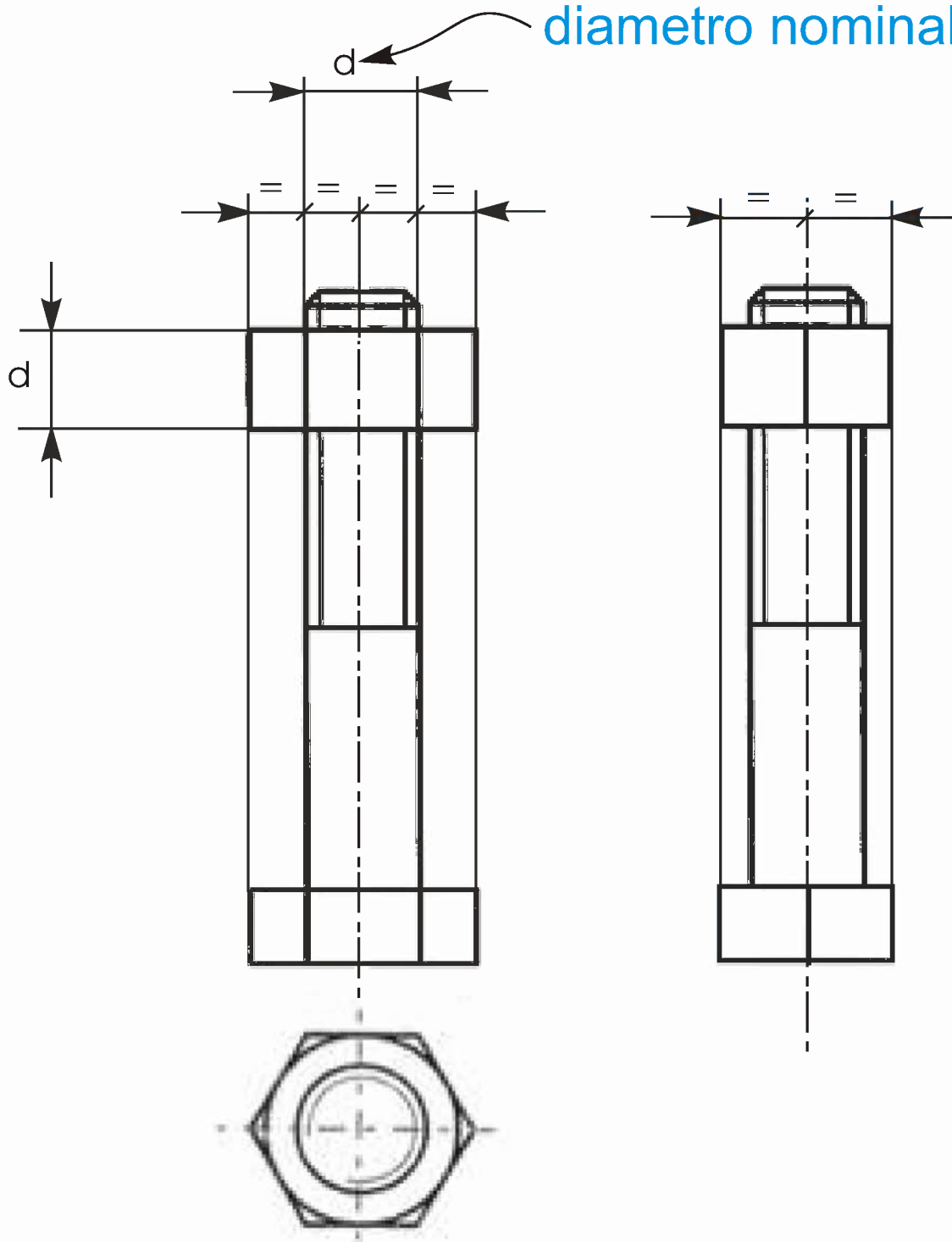


RAPPRESENTAZIONE CONVENZIONALE DEL DADO ESAGONALE (ED, ANALOGAMENTE, DI UNA TESTA ESAGONALE DI UNA VITE)

archi di circonferenza



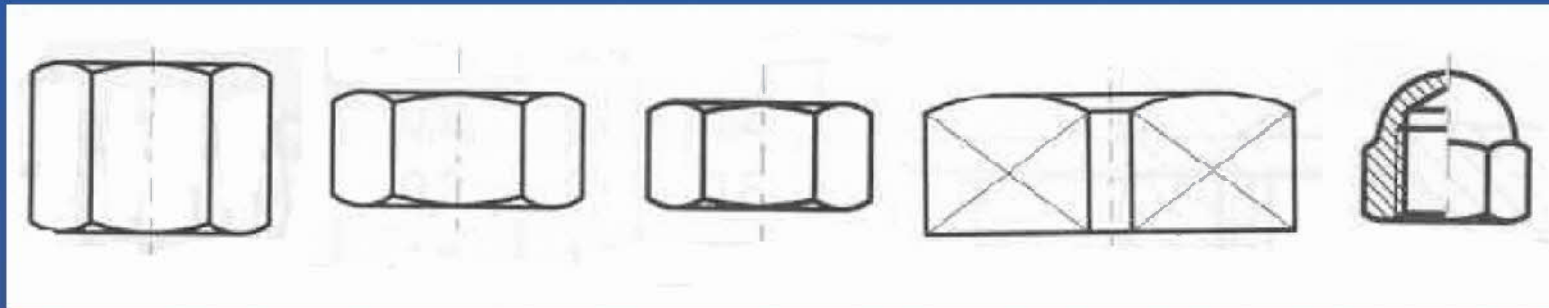
diametro nominale di filettatura



RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA
DI UN BULLONE CON
VITE A TESTA ESAGONALE E
DADO ESAGONALE

Tipologie di dadi

Il dado è un elemento con foro filettato utilizzato per realizzare collegamenti mediante bullone o prigioniero.



alto

normale

basso

quadro

a calotta

Da utilizzare per serraggio forte mediante mezzi di manovra (chiavi a forchetta, a tubo, ecc.)



zigrinato

con alette

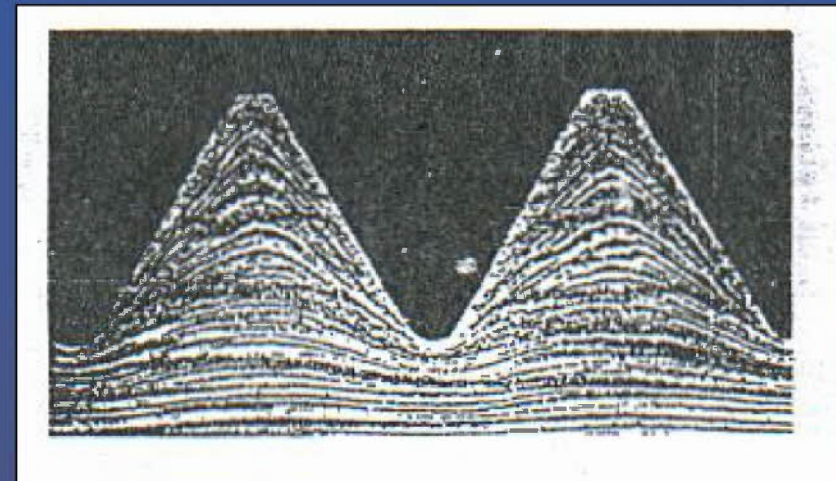
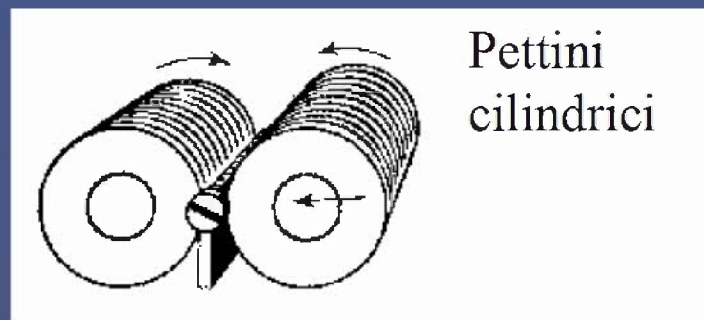
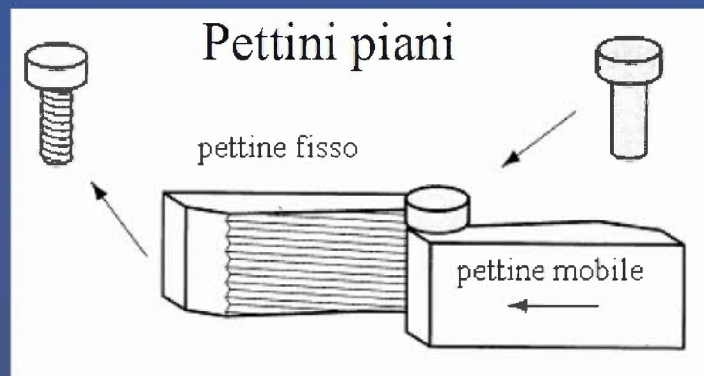
Si serrano a mano e dunque per collegamenti poco impegnativi

Lavorazione delle filettature per deformazione plastica

Le filettature possono essere realizzate sostanzialmente con due differenti tecniche:

- ✓ *per deformazione plastica*
- ✓ per asportazione di truciolo

La formatura a freddo per *deformazione plastica* permette di lavorare solo filettature su *esterni* e poco si presta quando i materiali da lavorare sono ad elevata resistenza e/o è richiesta una precisione notevole. Grazie all'incrudimento indotto dal processo il filetto risulta più resistente all'usura e alla fatica meccanica.



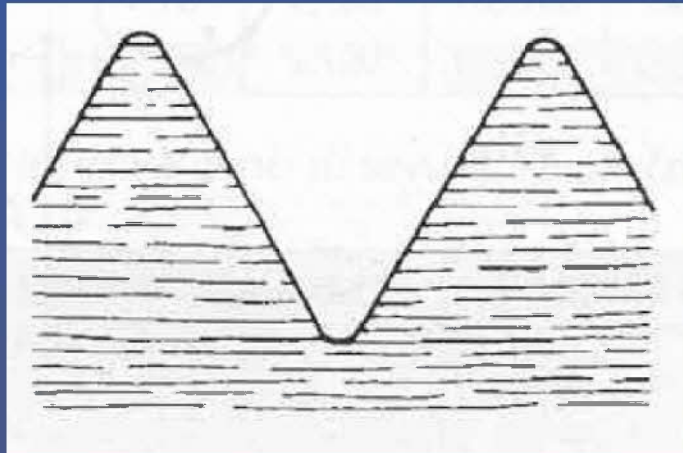
Orientamento della struttura fibrosa

Lavorazione delle filettature per asportazione di truciolo

Le filettature possono essere realizzate sostanzialmente con due differenti tecniche:

- ✓ per deformazione plastica
- ✓ *per asportazione di truciolo*

Le lavorazioni per asportazione di truciolo vengono di norma eseguite mediante *maschi e filiere, fresatura* (quando sia richiesta elevata precisione), *tornitura*.



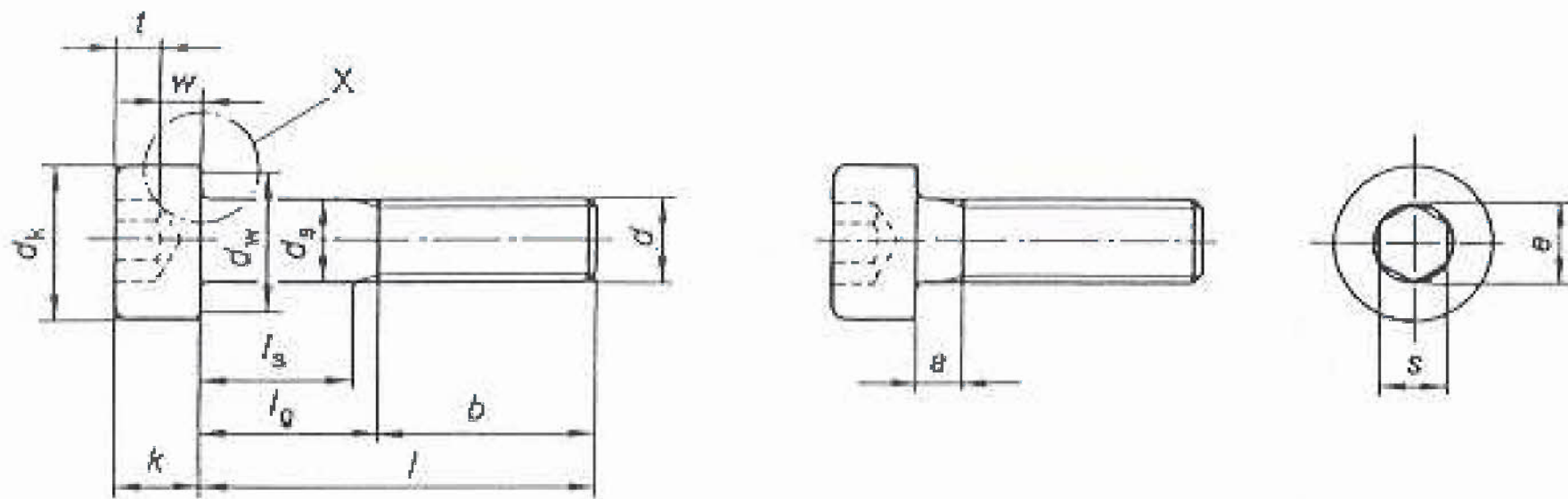
Poiché con le tecniche per asportazione di truciolo le fibre vengono “*tagliate*” e non “*compattate*” come nel caso precedente, le caratteristiche meccaniche degli elementi così ottenuti sono, in generale inferiori.

Forma della testa delle viti e impieghi

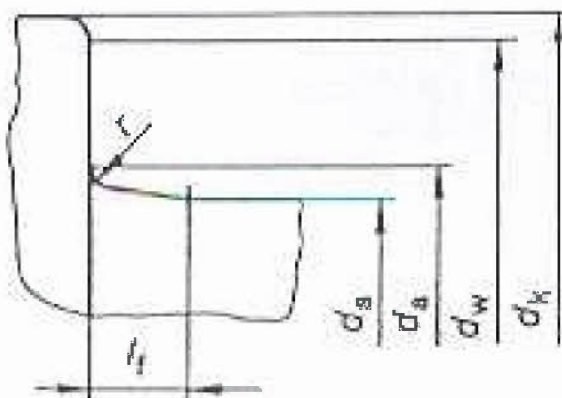
Ulteriori considerazioni interessanti riguardano le differenti *forme della testa* delle viti e i loro impieghi:

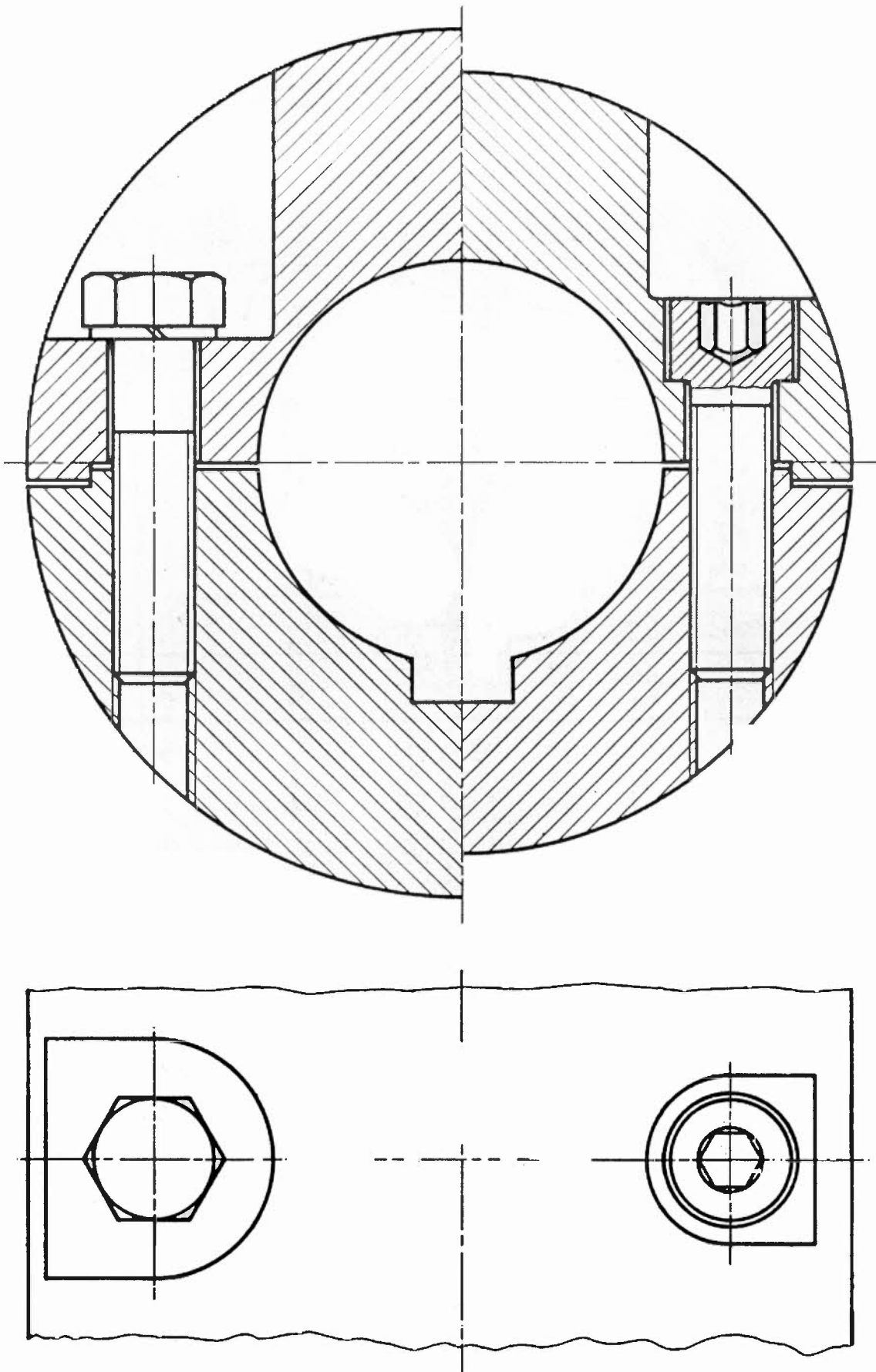
- la testa *esagonale* è la più usata e permette l' applicazione di forti momenti di serraggio. Richiede però una zona più ampia di appoggio, che deve essere pianata e perpendicolare all' asse della vite. Lo spazio di manovra necessario è più ampio che negli altri casi sia usando una chiave a forchetta o poligonale, sia usando una chiave a tubo;
- la testa *cilindrica con esagono incassato* viene utilizzata sia sporgente che completamente incassata nel pezzo. Il suo costo è maggiore ma essa permette di ridurre lo spazio di manovra e di conseguenza l' ingombro di tutto il pezzo con tutto quello che ne consegue;
- la testa *svasata* è sempre utilizzata accoppiandola con una svasatura conica corrispondente ricavata nel pezzo. Ne consegue che per un buon funzionamento gli assi delle due svasature devono poter coincidere e ciò non è sempre facilmente realizzabile se le viti e i fori sono numerosi sullo stesso pezzo o se i pezzi sono centrati tra loro in qualche altro modo; se c'è un disassamento, la testa della vite appoggia soltanto su una generatrice o deve flettersi, con conseguente aumento delle sollecitazioni nel gambo.
Si tenga comunque presente che nel collegamento tra pezzi che devono avere una posizione reciproca ben definita, come ad esempio la coppia coperchio-recipiente o le due parti di una scatola di un riduttore, ecc., per il posizionamento o il centraggio si deve ricorrere a risalti o a spine: non si deve fare affidamento sulle viti che servono solo per il bloccaggio. Il posizionamento reciproco può essere realizzato con le viti solo se queste hanno il gambo liscio calibrato che si accoppia esattamente con i fori (in tolleranza) predisposti nei pezzi;
- la testa con *intaglio* dà scarso affidamento per l' applicazione del momento di serraggio, specialmente nel caso di frequenti montaggi e smontaggi. Più sicure sono le teste con *impronta a croce* molto usata nelle viti autofilettanti o ancora di più quelle con *esagono incassato*.

Viti a testa cilindrica con esagono incassato



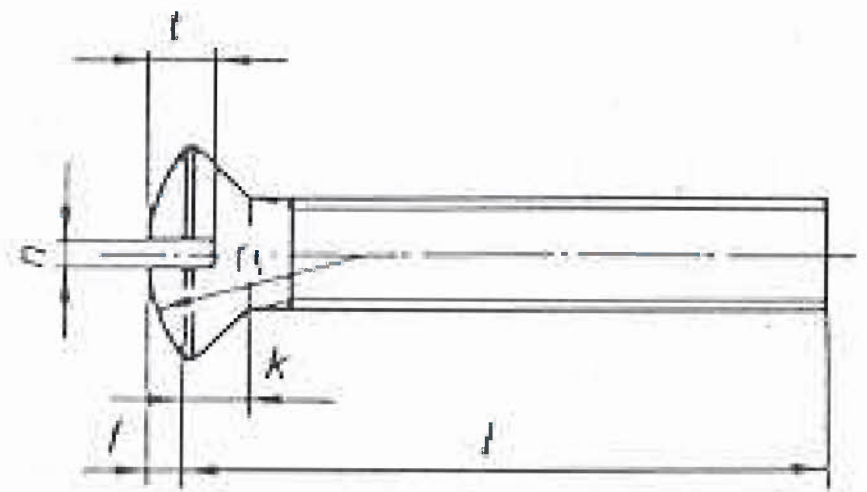
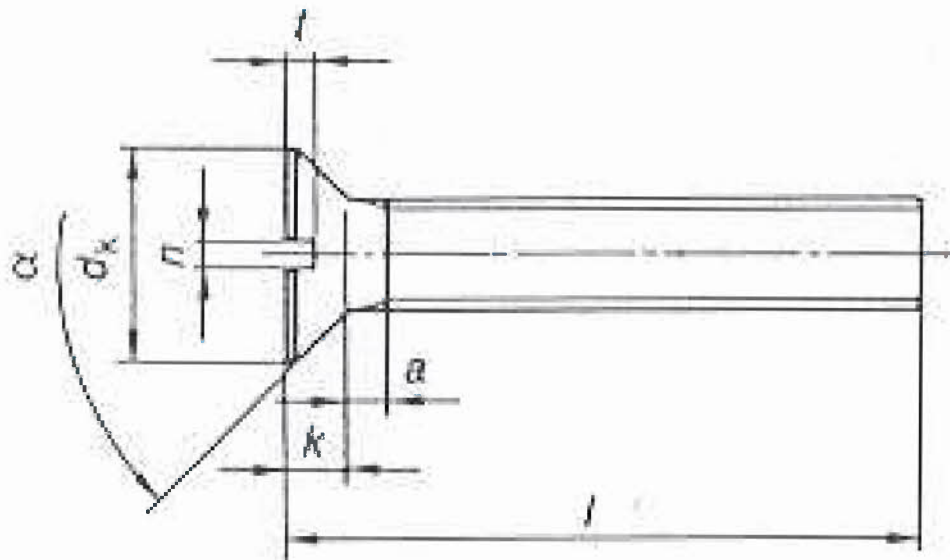
Particolare X



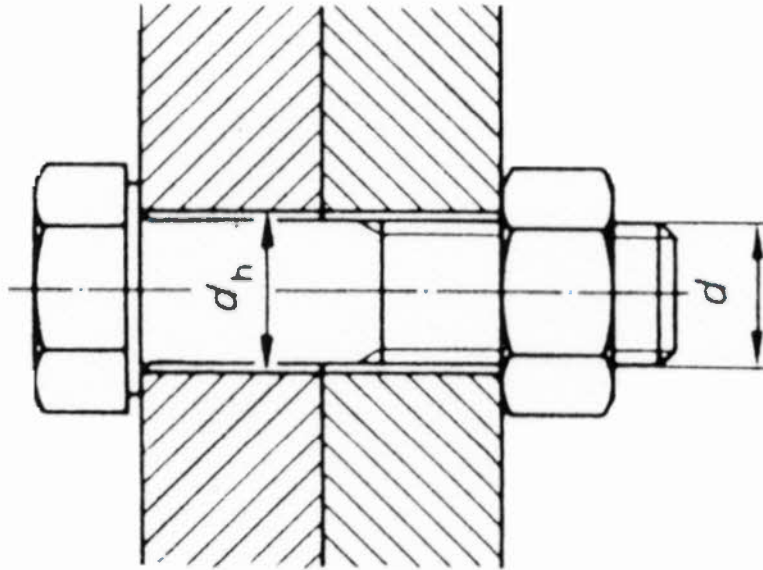


Collegamento delle due metà di un giunto, effettuato a sinistra con viti a testa esagonale e a destra con viti a testa cilindrica a cava esagonale. Queste ultime permettono una riduzione generale dell'ingombro del pezzo, oltre ad eliminare pericoli di infortunio. Si noti che il centraggio tra le due metà del giunto è affidato ad un risalto e non alle viti.

Viti a testa svasata con intaglio



Diametri dei fori passanti per viti



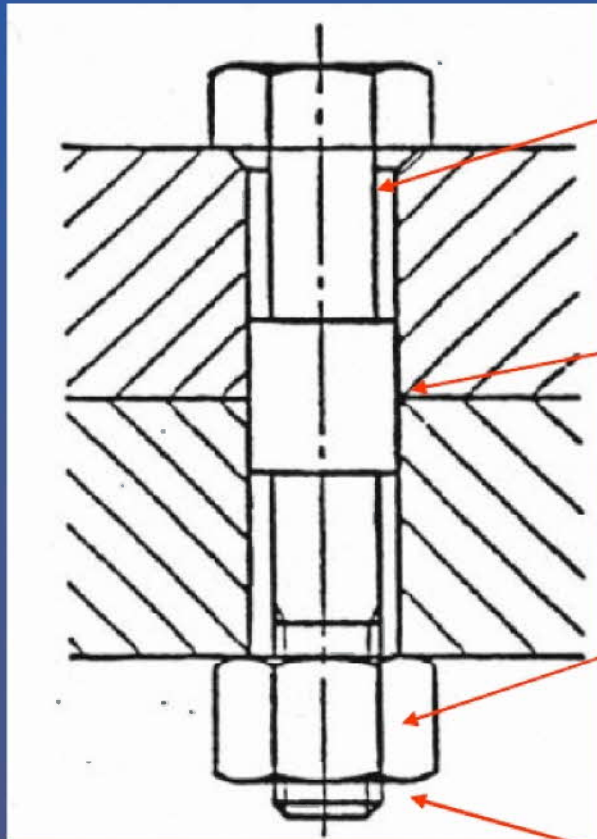
Dimensioni in millimetri

Diametro di filettatura d	fine	Serie media	grossolana
	Foro passante d_h		
1	1,1	1,2	1,3
1,2	1,3	1,4	1,5
1,4	1,5	1,6	1,8
1,6	1,7	1,8	2
1,8	2	2,1	2,2
2	2,2	2,4	2,6
2,5	2,7	2,9	3,1
3	3,2	3,4	3,6
3,5	3,7	3,9	4,2
4	4,3	4,5	4,8
4,5	4,8	5	5,3
5	5,3	5,5	5,8
6	6,4	6,6	7
7	7,4	7,6	8
8	8,4	9	10
10	10,5	11	12
12	13	13,5	14,5
14	15	15,5	16,5
16	17	17,5	18,5
18	19	20	21
20	21	22	24
22	23	24	26
24	25	26	28
27	28	30	32
30	31	33	35
33	34	36	38
36	37	39	42
39	40	42	45

Diametro di filettatura d	fine	Serie media	grossolana
	Foro passante d_h		
42	43	45	48
45	46	48	52
48	50	52	56
52	54	56	62
56	58	62	66
60	62	66	70
64	66	70	74
68	70	74	78
72	74	78	82
76	78	82	86
80	82	86	91
85	87	91	96
90	93	96	101
95	98	101	107
100	104	107	112
105	109	112	117
110	114	117	122
115	119	122	127
120	124	127	132
125	129	132	137
130	134	137	144
140	144	147	155
150	155	158	165

Collegamenti filettati mediante vite calibrata

Quando occorre una guida precisa per il collegamento filettato si usano le viti calibrate.



Il gambo della vite ha un diametro inferiore rispetto al foro

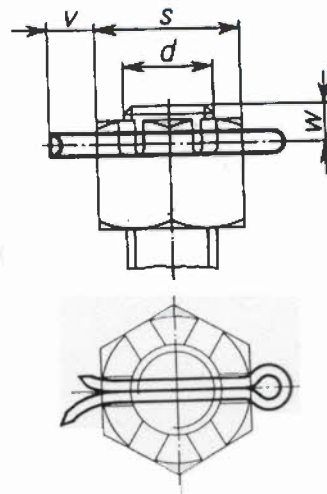
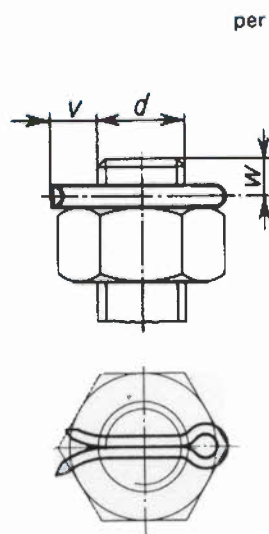
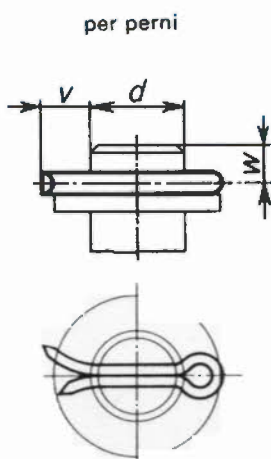
Il tratto cilindrico centrale ha diametro pari a quello del foro (a meno delle tolleranze)

Esistono diverse tipologie di dadi i più comuni sono del tipo *alto*, *normale* e *basso*, per i quali il rapporto tra l'altezza ed il diametro, H/D , vale rispettivamente ~ 1 , ~ 0.8 , ~ 0.5 .

L'estremità della vite deve sporgere oltre il dado

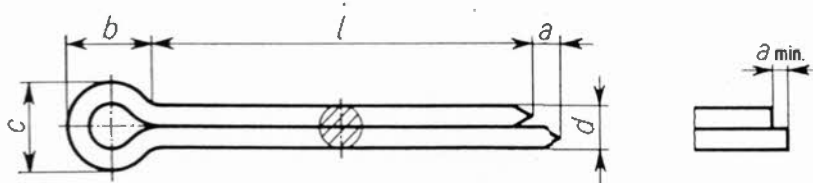
ALCUNI DISPOSITIVI ANTISVITAMENTO

COPIGLIE



COPIGLIE

$a \text{ min.} = 0,5 a \text{ max.}$



Dimensioni in mm

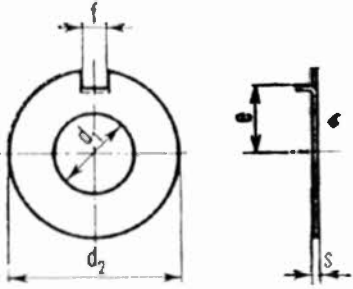
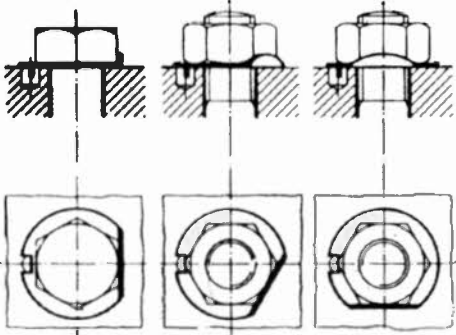
Diametro nominale *	l h 17														d		a	b	c				
	4	5	6	8	10	12	16	20	25	28	32	36	40	45	50	56	63	min.	max.	max.	=	min.	max.
0,6	4	5	6	8	10	12												0,4	0,5	1,6	2	0,9	1
0,8	5	6	8	10	12	14	16											0,6	0,7	1,6	2,4	1,2	1,4
1	6	8	10	12	14	16	18	20										0,8	0,9	1,6	3	1,6	1,8
1,2	8	10	12	14	16	18	20	22	25									0,9	1	2,5	3	1,7	2
1,6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32							1,3	1,4	2,5	3,2	2,4	2,8
2	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40						1,7	1,8	2,5	4	3,2	3,6
2,5	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50					2,1	2,3	2,5	5	4	4,6
3,2	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63				2,7	2,9	3,2	6,4	5,1	5,8
4	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	71	80				3,5	3,7	4	8	6,5	7,4
5	22	25	28	32	36	40	45	50	63	71	80	90	100					4,4	4,6	4	10	8	9,2
6,3	32	36	40	45	50	63	71	80	90	100	112	125						5,7	5,9	4	12,6	10,3	11,8
8	40	45	50	63	71	80	90	100	112	125	140	160						7,3	7,5	4	16	13,1	15
10	45	50	63	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200					9,3	9,5	6,3	20	16,6	19
13	71	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250						12,1	12,4	6,3	26	21,7	24,8
16	112	125	140	160	180	200	224	250	280									15,1	15,4	6,3	32	27	30,8
20	160	180	200	224	250	280												19	19,3	6,3	40	33,8	38,6

* Il diametro nominale della copiglia è, per convenzione, il relativo diametro del foro passante
Per quest'ultimo viene raccomandata la zona di tolleranza H12 per diametri di foro fino a 2,5 mm, la zona di tolleranza H13 per diametri di foro oltre 2,5 fino a 10 mm e la zona di tolleranza H14 per diametri di foro oltre 10 mm.

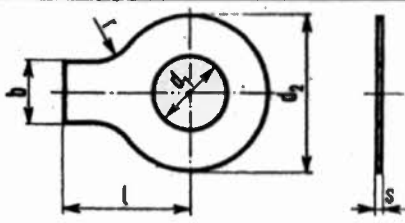
ROSETTE

Dimensioni in mm

ROSETTE DI SICUREZZA CON NASELLO

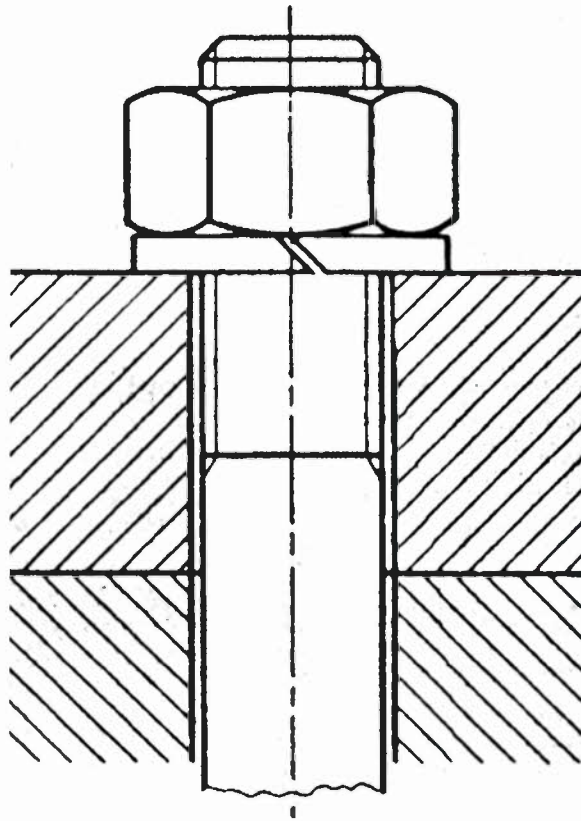
	Per bulloneria con diametro di filettatura	Indicazione per la designazione d ₁	d ₂	e	f	s
		3	3,2	11	4,5	2,5
	4	4,3	14	5,5	2,5	0,3
	5	5,3	17	7	3,5	0,4
	6	6,4	18	7	3,5	0,5
	7	7,4	19	7,5	3,5	0,5
	8	8,4	23	9	3,5	0,5
	10	10,5	26	10	4,5	0,5
	12	13	29	10,5	4,5	1
	14	15	33	12,5	4,5	1
	16	17	40	15	5,5	1
	18	19	40	15	6	1
	20	21	45	17,5	6	1
	22	23	50	20	7	1
	24	25	50	20	7	1
	27	28	57	22,5	9	1,6
	30	31	63	25,5	9	1,6
	33	34	68	28	9	1,6
	36	37	75	31	11	1,6
	39	40	82	33	11	1,6
	42	43	89	36	11	1,6
	45	46	95	38	13	1,6
	48	50	102	41	13	1,6
	52	54	107	43	13	2

ROSETTE

ROSETTE DI SICUREZZA CON LINGUETTA		E PIASTRINE DI SICUREZZA							
	Per bulloneria con diametro di filettatura	Indicazione per la designazione $d = d_1$	/	s	Rosette			Piastrine	
					b	d_2	r	b	c
	3	3,2	13	0,3	4	11	2	7	6
	4	4,3	14	0,3	5	14	2	8	7
	5	5,3	16	0,4	6	17	3	10	9
	6	6,4	18	0,5	7	18	5	12	9
	7	7,4	20	0,5	7	19	5	14	10
	8	8,4	20	0,5	8	23	5	16	12
	10	10,5	22	0,5	10	26	8	20	13
	12	13	28	1	12	29	10	22	15
	14	15	28	1	12	33	10	26	17
	16	17	32	1	15	40	10	32	20
	18	19	36	1	18	40	12	32	20
	20	21	36	1	18	45	12	38	23
	22	23	42	1	20	50	12	42	25
	24	25	42	1	20	50	15	42	25
	27	28	48	1,6	23	57	15	48	29
	30	31	52	1,6	26	63	15	54	32
	33	34	56	1,6	28	68	15	58	34
	36	37	60	1,6	30	75	15	64	38
	39	40	64	1,6	32	82	15	70	41
	42	43	70	1,6	35	89	15	75	45
	45	46	75	1,6	38	95	15	82	48
	48	50	80	1,6	40	102	18	88	51
	52	54	85	2	44	107	18	94	54

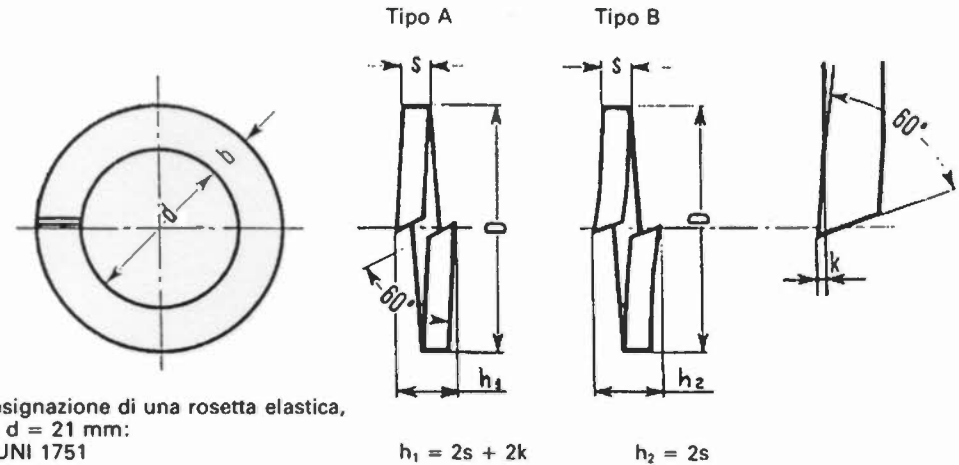
Rosette e piastrine di sicurezza.

ROSETTE



Rosetta Grower
utilizzata con vite
e dado con
filettatura destra

ROSETTE ELASTICHE - UNI 1751



Le rosette della presente unificazione sono adatte per viti con filettatura destra.

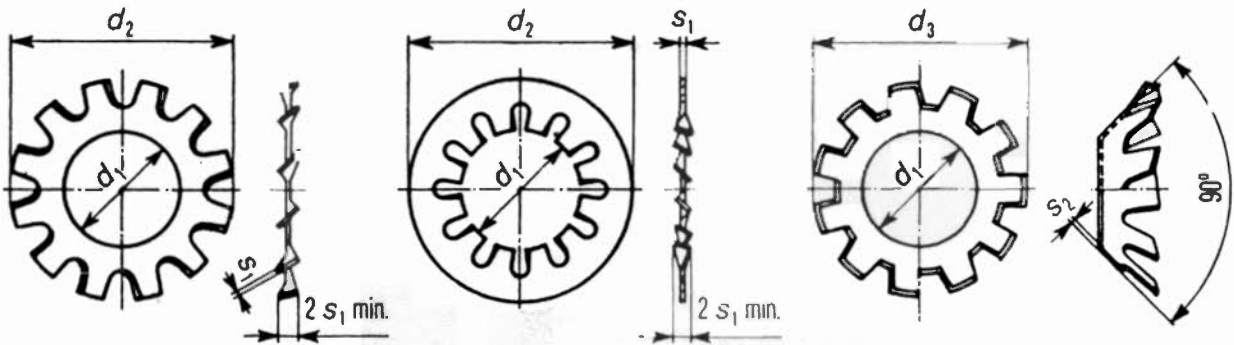
Per rosette per viti con filettatura sinistra, la designazione deve essere completata con l'indicazione: per vite sinistra.

Per viti con diametro di filettatura Whitworth			Indicazione per la designazione	d mm	b mm	s mm	k mm	D mm
metrica mm	pollici	mm						
2	—	—	2,2	2,2 ^{-0,1} _{+0,2}	0,9 ± 0,1	0,5 ± 0,1	—	4
2,3	—	—	2,5	2,5 ^{-0,1} _{+0,2}	1 ± 0,1	0,6 ± 0,1	—	4,5
2,6	—	—	2,8	2,8 ^{-0,1} _{+0,2}	1 ± 0,1	0,6 ± 0,1	—	4,8
3	—	—	3,2	3,2 ^{-0,1} _{+0,2}	1,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1	—	5,8
3,5	—	—	3,7	3,7 ^{-0,1} _{+0,2}	1,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,15	6,3
4	—	—	4,3	4,3 ^{-0,1} _{+0,2}	1,5 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,15	7,3
4,5	—	—	4,8	4,8 ^{-0,1} _{+0,2}	1,8 ± 0,1	1,2 ± 0,1	0,15	8,4
5	—	—	5,3	5,3 ^{-0,1} _{+0,2}	1,8 ± 0,1	1,2 ± 0,1	0,15	8,9
6	—	—	6,4	6,4 ^{-0,1} _{+0,3}	2,5 ± 0,15	1,6 ± 0,1	0,2	11,4
—	1/4	6,35	6,7	6,7 ^{-0,1} _{+0,3}	2,5 ± 0,15	1,6 ± 0,1	0,2	11,7
7	—	—	7,4	7,4 ^{-0,1} _{+0,3}	2,5 ± 0,15	1,6 ± 0,1	0,25	12,4
8	5/16	7,94	8,4	8,4 ^{-0,1} _{+0,3}	3 ± 0,15	2 ± 0,1	0,3	14,4
9	—	—	9,5	9,5 ^{-0,2} _{+0,3}	3 ± 0,15	2 ± 0,1	0,3	15,5

COM
Rosette elastiche dentate
**UNI
8841**

 Sostituisce UNI 3703, UNI 3704, UNI 3706 e UNI 3707¹⁾
Toothed lock washers
Dimensioni in mm
Forma A
(piana con dentatura esterna)

Forma J
(piana con dentatura interna)

Forma V
(svasata con dentatura esterna)

 Esempio di designazione di una rosetta elastica dentata, forma J
(piana con dentatura interna), per viti con diametro nominale di 6 mm:

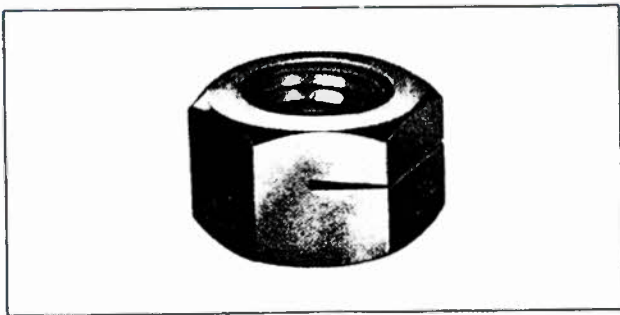
Rosetta UNI 8841-J6
(vedere anche 1, 3, 4, 6 e 7)

Diametro nominale vite	d_1 H13	d_2 h14	d_3 ≈	s_1	s_2	Forma		Carico di collaudo N (vedere 5)
						A e J	V	
						Numero di denti minimo		
1,6	1,7	3,6	—	0,3	—	6	—	450
1,8	2	4	—	0,3	—	6	—	450
2	2,2	4,5	4,2	0,3	0,2	6	6	700
2,2	2,4	5	—	0,4	0,2	6	6	1 000
2,5	2,7	5,5	5,1	0,4	0,2	6	6	1 100
3	3,2	6	6	0,4	0,2	6	6	1 500
3,5	3,7	7	7	0,5	0,25	6	6	2 700
4	4,3	8	8	0,5	0,25	8	8	4 000
5	5,3	10	9,8	0,6	0,3	8	8	6 550
6	6,4	11	11,8	0,7	0,4	8	10	9 250
7	7,4	12,5	—	0,8	—	8	—	13 600
8	8,4	15	15,3	0,8	0,4	8	10	17 000
10	10,5	18	19	0,9	0,5	9	10	27 100
12	13	20,5	23	1	0,5	10	10	39 500
14	15	24	26,2	1	0,6	10	12	54 000
16	17	26	30,2	1,2	0,6	12	12	75 000
18	19	30	—	1,4	—	12	—	90 500
20	21	33	—	1,4	—	12	—	117 000
22	23	36	—	1,5	—	14	—	145 000
24	25	38	—	1,5	—	14	—	169 000
27	28	44	—	1,6	—	14	—	221 000
30	31	48	—	1,6	—	14	—	269 000

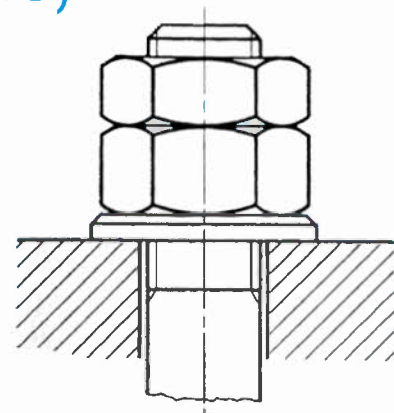
(segue)

1) Con l'emissione della presente norma, la UNI 3705 è soppressa.

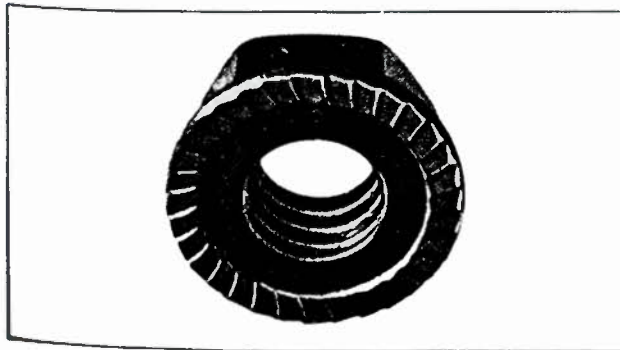
ALTRI DISPOSITIVI ANTISVITAMENTO (basati sull'attrito)



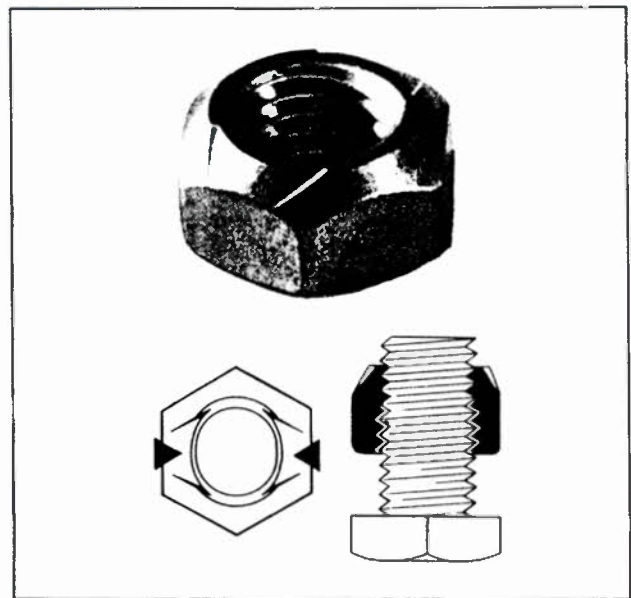
Dado con taglio trasversale: la parte superiore è piegata verso il basso e dà origine ad un maggior attrito tra i filetti. (*Dado Snep*).



Controdado. I due dadi rimangono bloccati uno contro l'altro e il forte attrito tra i filetti ne impedisce la rotazione



Dadi con bordino con dentellatura carbonitridata contro lo sbloccaggio (*Thi-Bloc*).



L'effetto autofrenante è ottenuto ovalizzando, con una deformazione controllata, la parte superiore del dado. (*Dado Thi-sert*).

COLLEGAMENTI MECCANICI NON SMONTABILI

CHIODATURE E SALDATURE

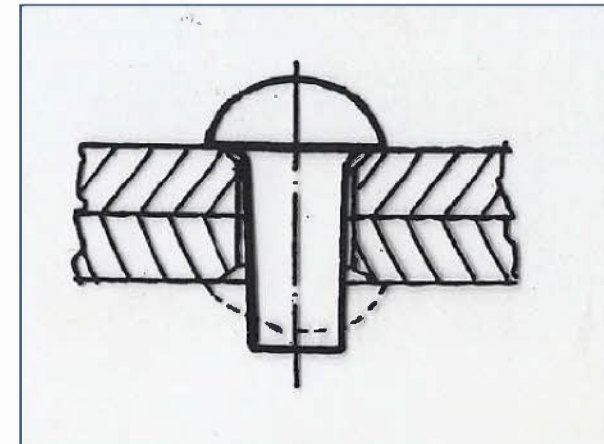
Chiodature: generalità

Oramai abbandonate e sostituite dalla saldatura possono ancora incontrarsi per manutenzioni o ripristino di carpenteria metallica già realizzata (ponti ferroviari).

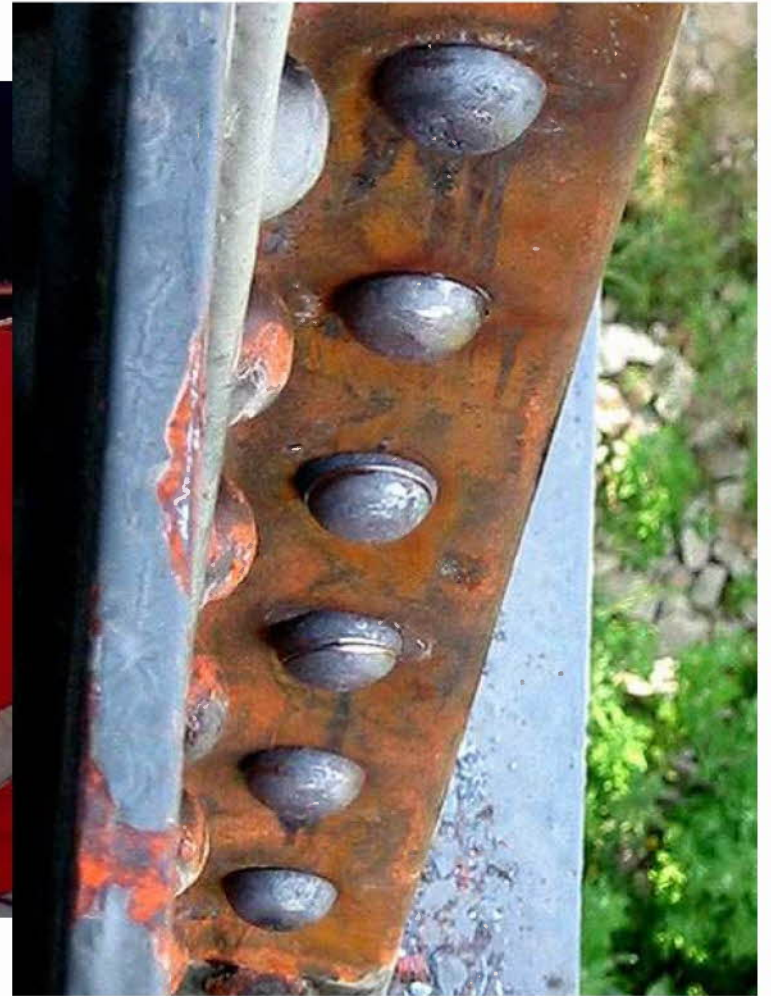
Possono distinguersi in:

- Chiodature di forza (collegamento strutturale);
- Chiodature di tenuta (recipienti contenenti fluidi);
- Chiodature di tenuta e di forza (recipienti in pressione);
- Chiodature di sicurezza (collegamenti navali).

Chiodi di diametro superiore a 8mm sono **ribattuti a caldo**; con diametro inferiore vengono **ribattuti a freddo** (ribattini – di solito in materiale non ferroso).







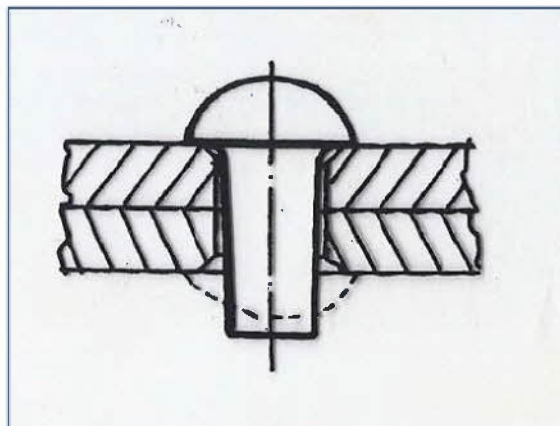
Chiodature

La chiodatura si esegue sovrappponendo in modo opportuno (lembo di chiodatura) i due lembi da unire inserendo nei fori già predisposti i chiodi che vengono messi in opera a caldo (900-1000°C).

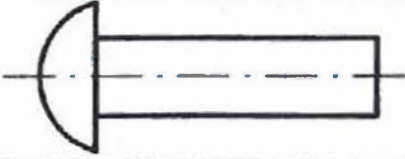
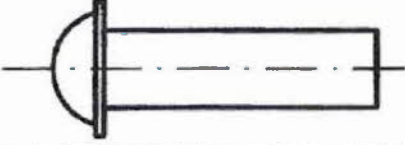


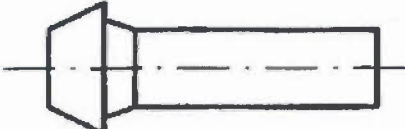
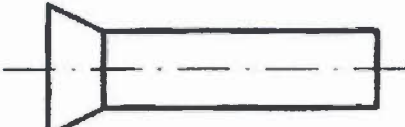

I chiodi sono costituiti da una testa (di varie forme) e da un gambo (parzialmente conico). Quando posti in opera il fusto deve sporgere dagli elementi da collegare per circa una volta e mezza il diametro.

La parte sporgente viene ribattuta così da formare una seconda testa uguale alla prima già prestampata.

Il successivo raffreddamento induce un **ritiro** del chiodo provocando la compressione delle parti accoppiate.

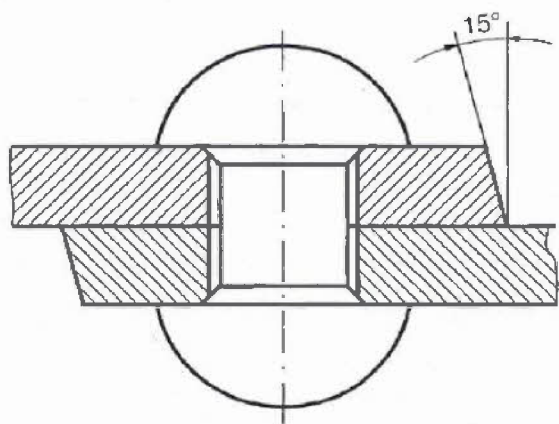


TIPI DI CHIODI

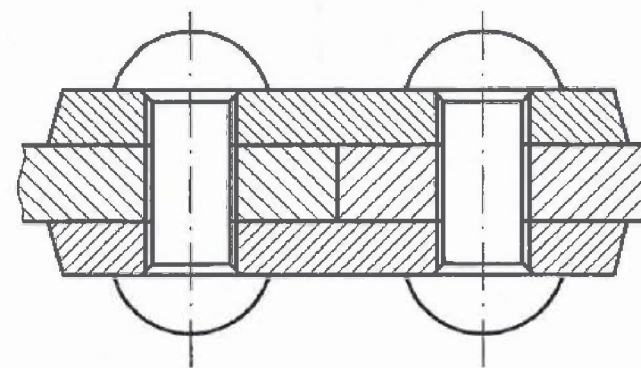
	a testa tonda larga
	a testa tonda larga con bordo
	a testa tonda stretta
	a testa troncoconica
	a testa troncoconica con colletto
	a testa svasata piana
	a testa svasata con calotta

Giunti chiodati

In relazione alla forma del giunto, le giunzioni chiodate possono essere:



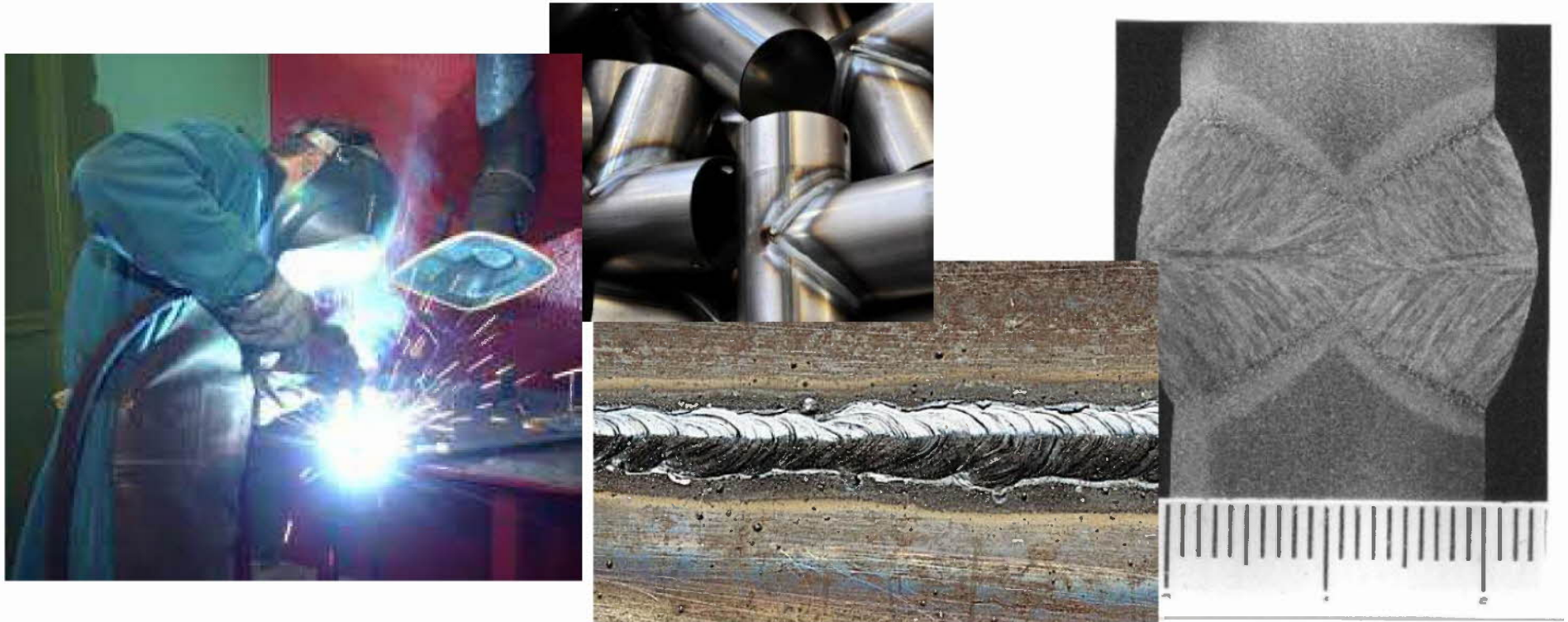
a semplice sovrapposizione



a doppio coprigiunto

Saldature: generalità

Per saldatura si intende una operazione con la quale si collegano due o più parti (giunto) mediante l'azione del calore (o calore e pressione) a creare un unico corpo. L'operazione può essere realizzata con o senza materiale di apporto.

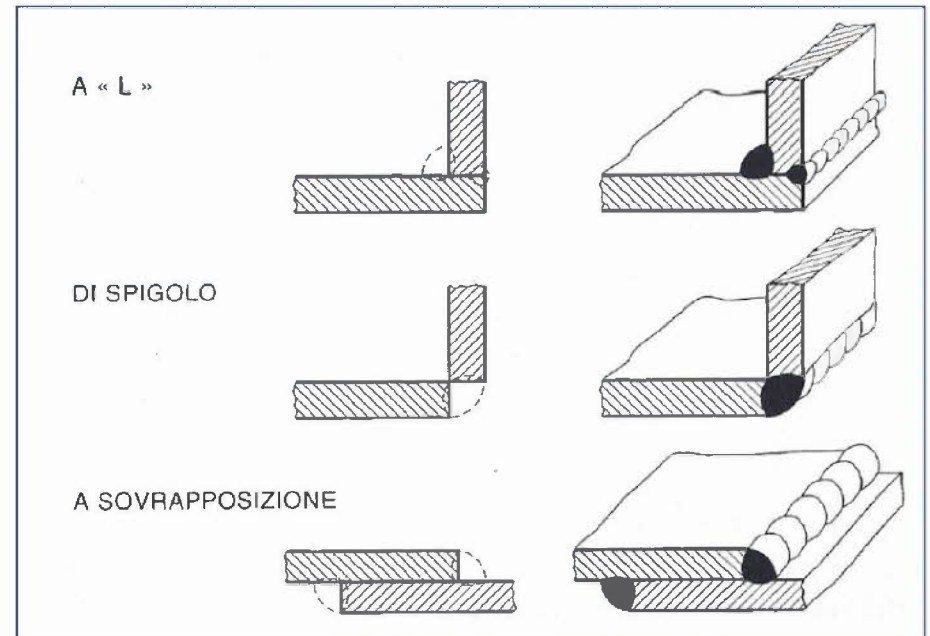
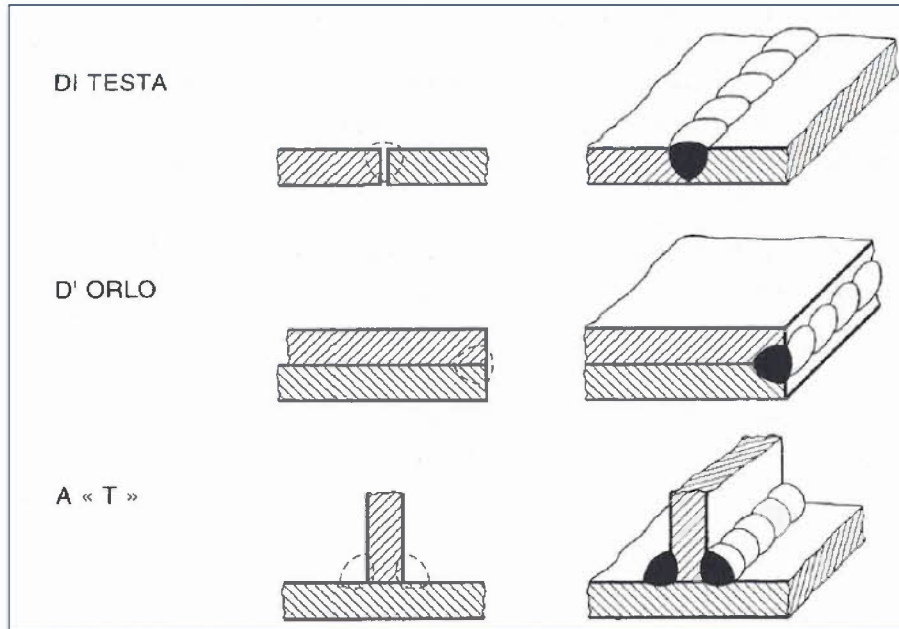


Saldature: generalità

I ***collegamenti saldati*** si distinguono in funzione delle caratteristiche del procedimento di saldatura utilizzato:

- **Saldatura per fusione**: implica una fusione localizzata del materiale base ed eventualmente l'utilizzo di materiale di apporto (non vi è pressione);
- ***Saldatura per resistenza***: i lembi da giuntare sono messi in pressione ed il riscaldamento avviene per effetto Joule (non si usa materiale di apporto);
- ***Saldatura per pressione***: la saldatura avviene per deformazione plastica localizzata;
- ***Brasatura***: la saldatura avviene mediante materiale di apporto avente temperatura di fusione inferiore a quella del materiale base (le parti da saldare non fondono).

Tipi di giunti saldati



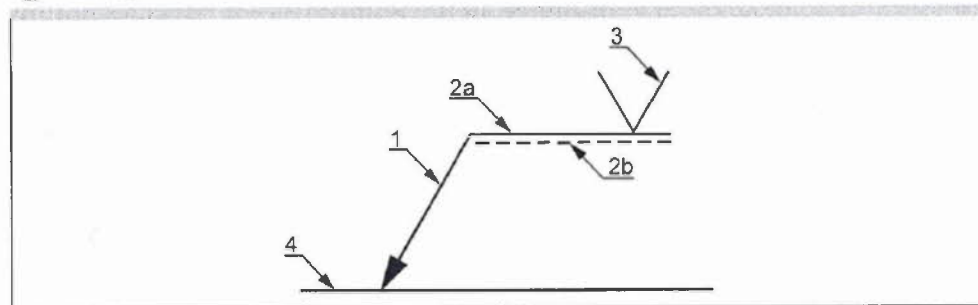
Rappresentazione simbolica delle saldature – UNI EN 22553

- La rappresentazione schematica deve fornire chiaramente tutte le indicazioni necessarie per identificare il giunto che si deve eseguire, senza sovraccaricare il disegno con note o riportare una vista aggiuntiva
- L'indicazione schematica comprende un **segno grafico elementare che può essere completato da:**
 - a) un segno grafico supplementare;
 - b) un metodo di quotatura;
 - c) altre indicazioni.







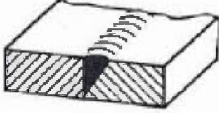









Metodo di rappresentazione

Legenda



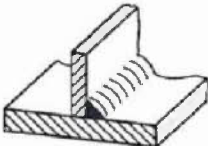



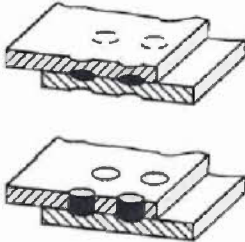

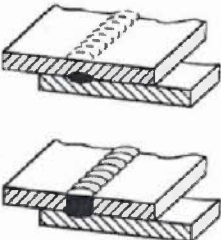
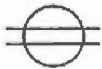
<u>1</u>	Linea di freccia
<u>2a</u>	Linea di riferimento (linea continua)
<u>2b</u>	Linea di identificazione (linea a tratti)
<u>3</u>	Segno grafico della saldatura
<u>4</u>	Giunto













Segni grafici elementari (I)

N°	Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
1	Saldatura a bordi rilevati ¹¹ (bordi rilevati completamente fusi)		
2	Saldatura a lembi retti		
3	Saldatura a V		
4	Saldatura a mezza V		
5	Saldatura ad Y		
6	Saldatura a mezza V con spalla		
7	Saldatura ad U (a fianchi paralleli o inclinati)		
8	Saldatura a J		

Segni grafici elementari (II)

N°	Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
continua dalla pagina precedente			
9	Saldatura di ripresa al rovescio		
10	Saldatura d'angolo		
11	Saldatura in foro o in asola		
12	Saldatura a punti		
13	Saldatura in linea continua		

Combinazione di segni grafici elementari

Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
Saldatura a doppia V o ad X		
Saldatura a K		
Saldatura a doppia V con spalla		
Saldatura a K con spalla		
Saldatura a doppia U		















Segni grafici supplementari

Forma della superficie della saldatura o forma della saldatura	Segno grafico
a) piana (di solito spianata di macchina)	—
b) convessa	⤴
c) concava	⤵
d) I bordi del cordone di saldatura devono essere ben raccordati	⤴⤵
e) usato un supporto al rovescio di tipo fisso	⌊ M ⌋
f) usato un supporto al rovescio di tipo asportabile	⌊ MR ⌋

I segni grafici elementari possono essere completati con segni grafici supplementari ad indicare la forma della superficie esterna o della saldatura.

L'assenza di un segno grafico supplementare significa che la forma della superficie della saldatura non richiede di essere specificata.

Esempi di applicazione dei segni grafici supplementari

Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
Saldatura testa a testa a V con cordone piano (spianato)		
Saldatura testa a testa ad X con cordoni convessi		
Saldatura d'angolo con cordone concavo		
Saldatura testa a testa a V con cordone piano (spianato) e cordone di ripresa al rovescio piano (spianato)		
Saldatura testa a testa a Y e cordone di ripresa al rovescio		
Saldatura testa a testa a V spianata di macchina		 ¹⁾
Saldatura d'angolo con bordi ben raccordati		

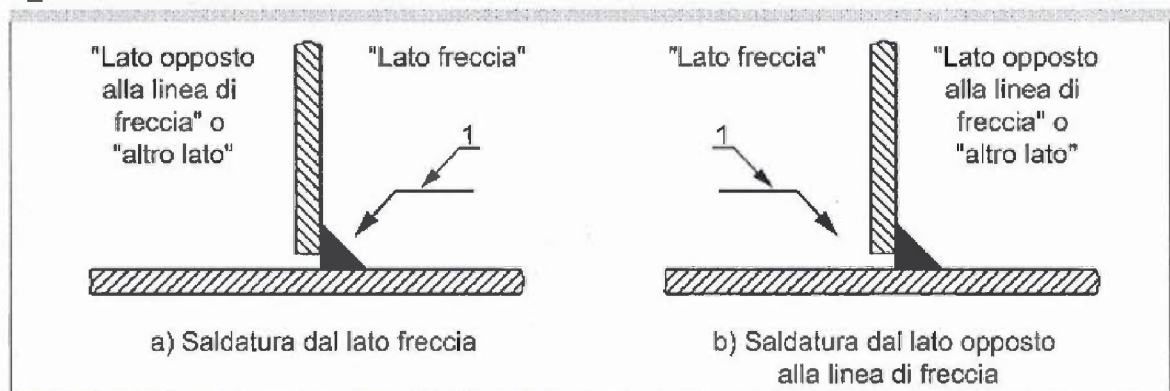
1) Segno grafico conforme alla ISO 1302: in luogo di questo segno grafico può essere usato il segno grafico principale √.

Lato freccia e lato opposto al lato freccia (altro lato)

Giunto a T con una saldatura d'angolo

Legenda

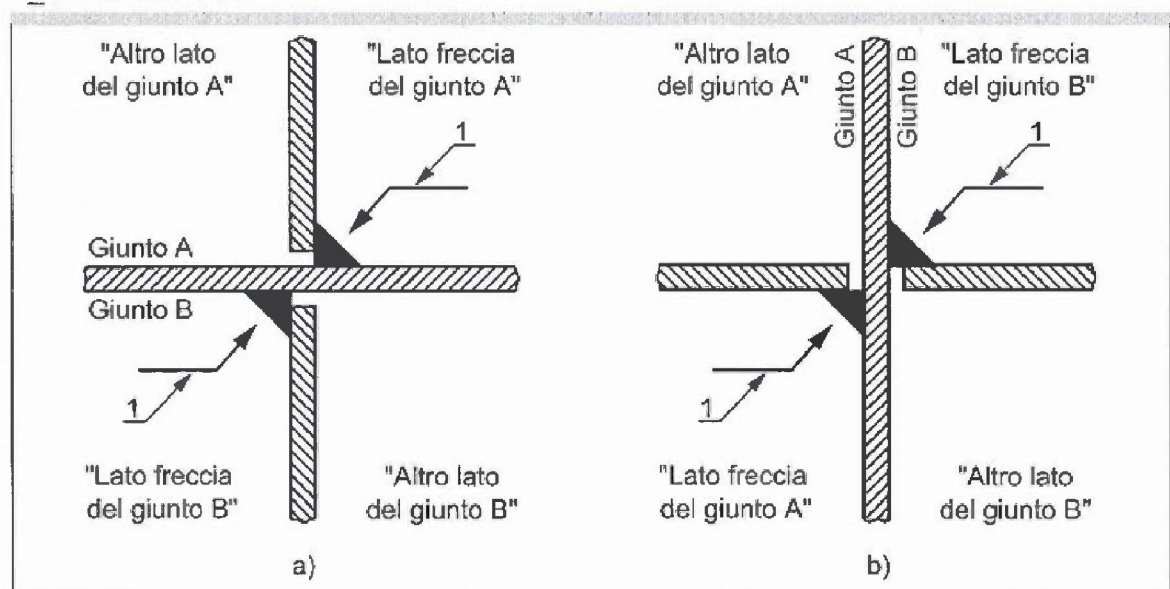
1 Linea di freccia



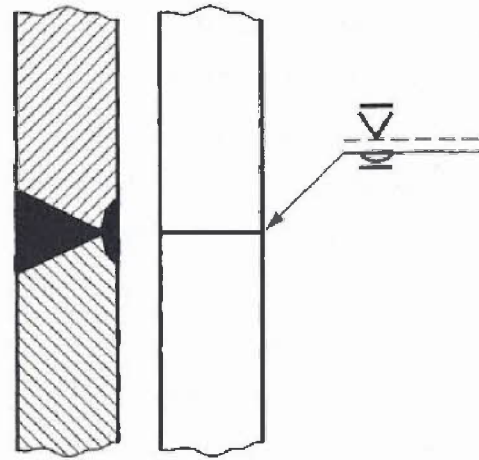
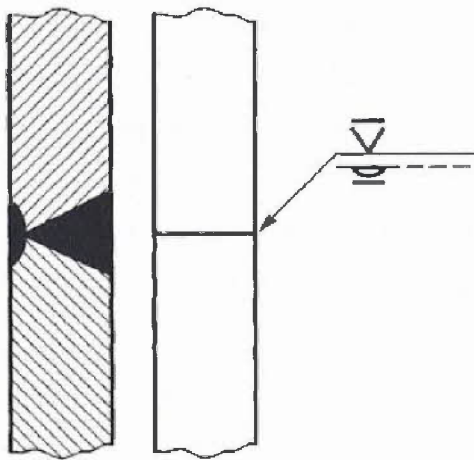
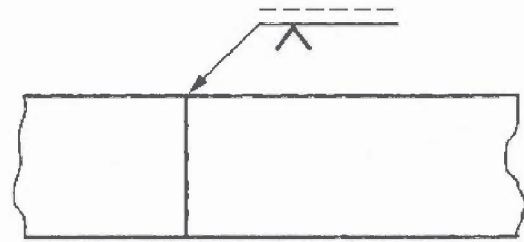
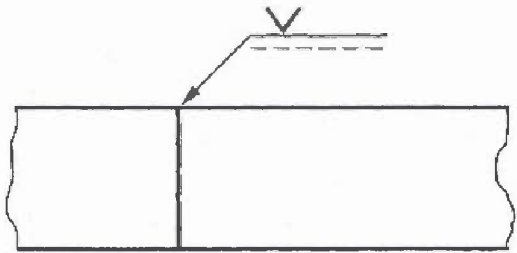
Giunto a croce con due saldature d'angolo

Legenda

1 Linea di freccia

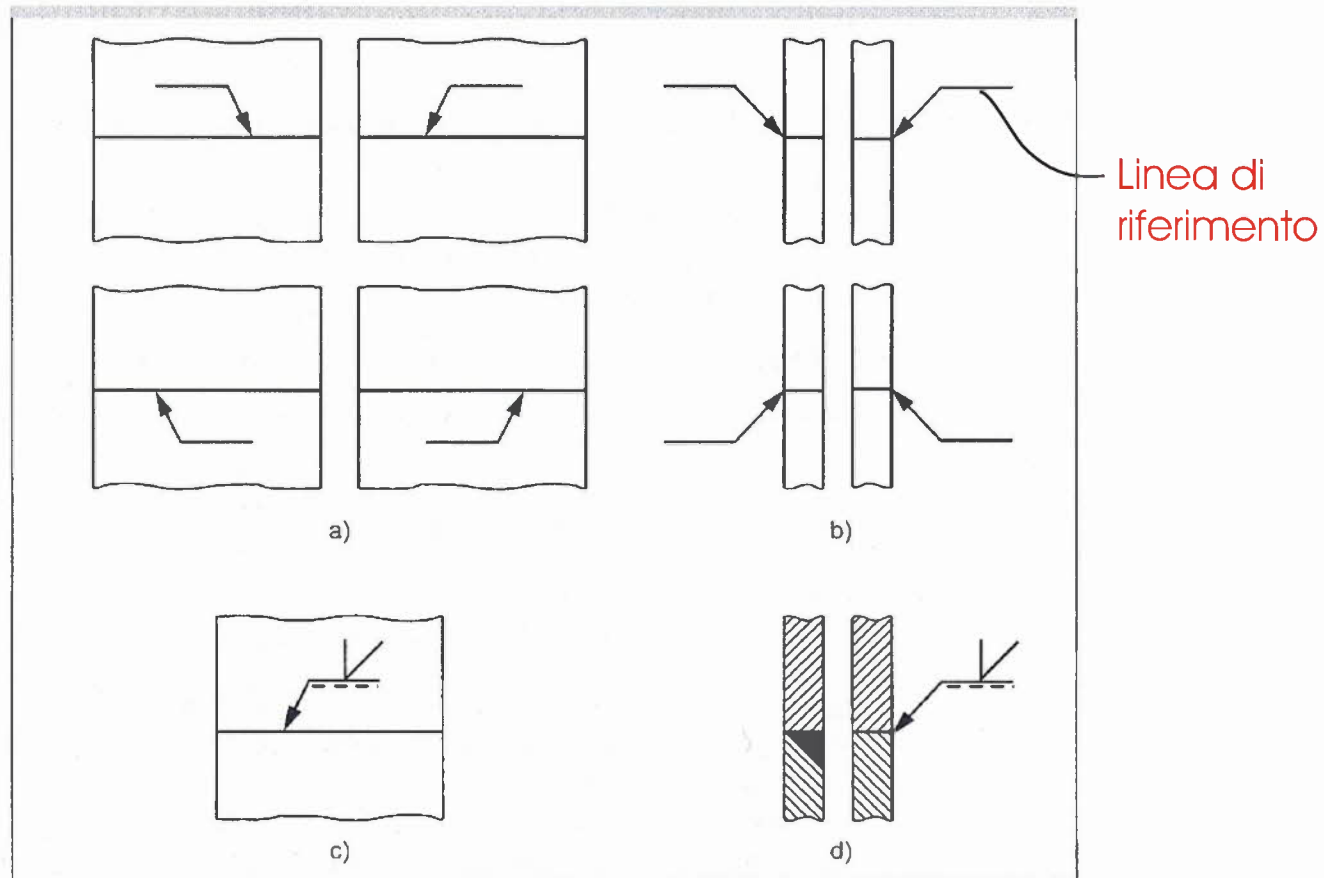


Esempio



Posizione della linea di riferimento

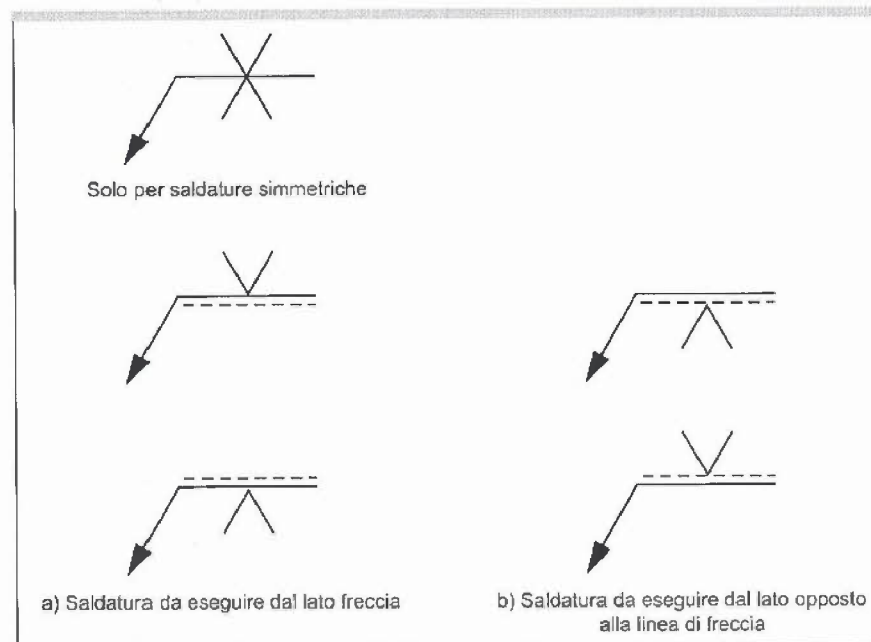
La linea di riferimento deve essere di preferenza tracciata parallelamente al bordo inferiore del disegno o, se ciò non è possibile, perpendicolarmente ad esso.



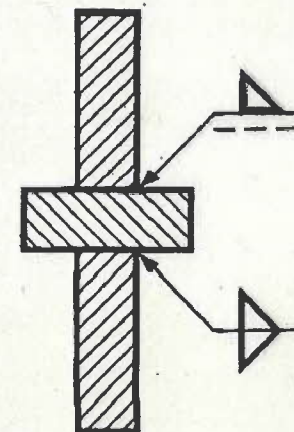
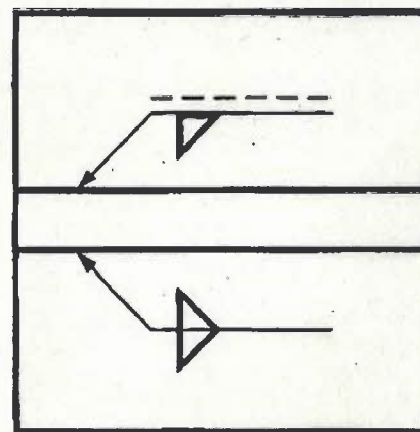
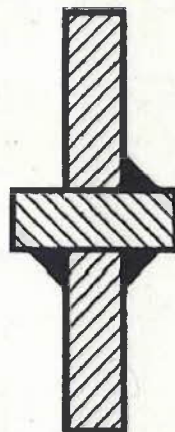
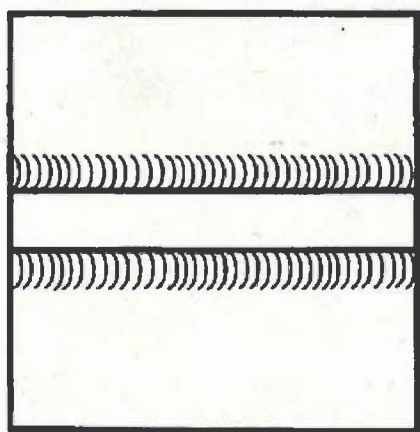
Posizione del segno grafico rispetto alla linea di riferimento

Il segno grafico deve essere posto sopra o sotto la linea di riferimento, secondo le seguenti regole:

- il segno grafico è posto **dal lato del tratto continuo** della linea di riferimento se la saldatura è dal lato della freccia del giunto;
- il segno grafico è posto **dal lato della linea a tratti** se la saldatura è dall'altro lato del giunto.



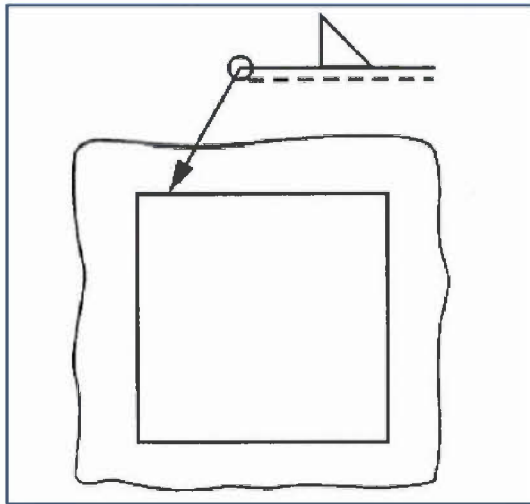
Quotatura delle saldature: saldature d'angolo



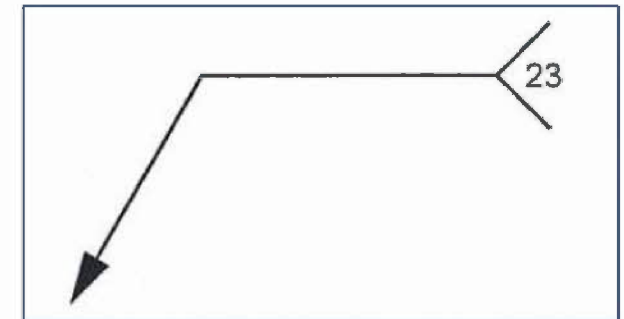
Rappresentazione
convenzionale

Rappresentazione
schematica

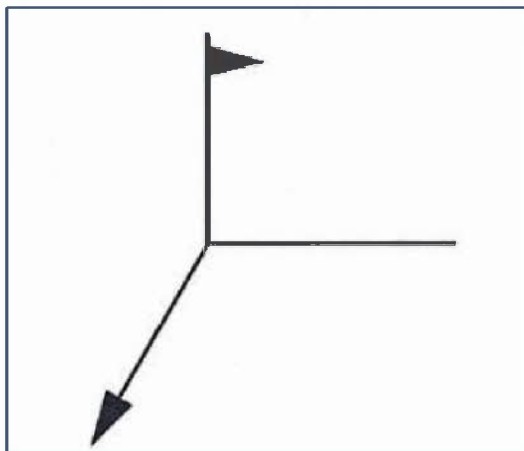
Ulteriori indicazioni



Saldatura perimetrale



Indicazione del
procedimento di
saldatura



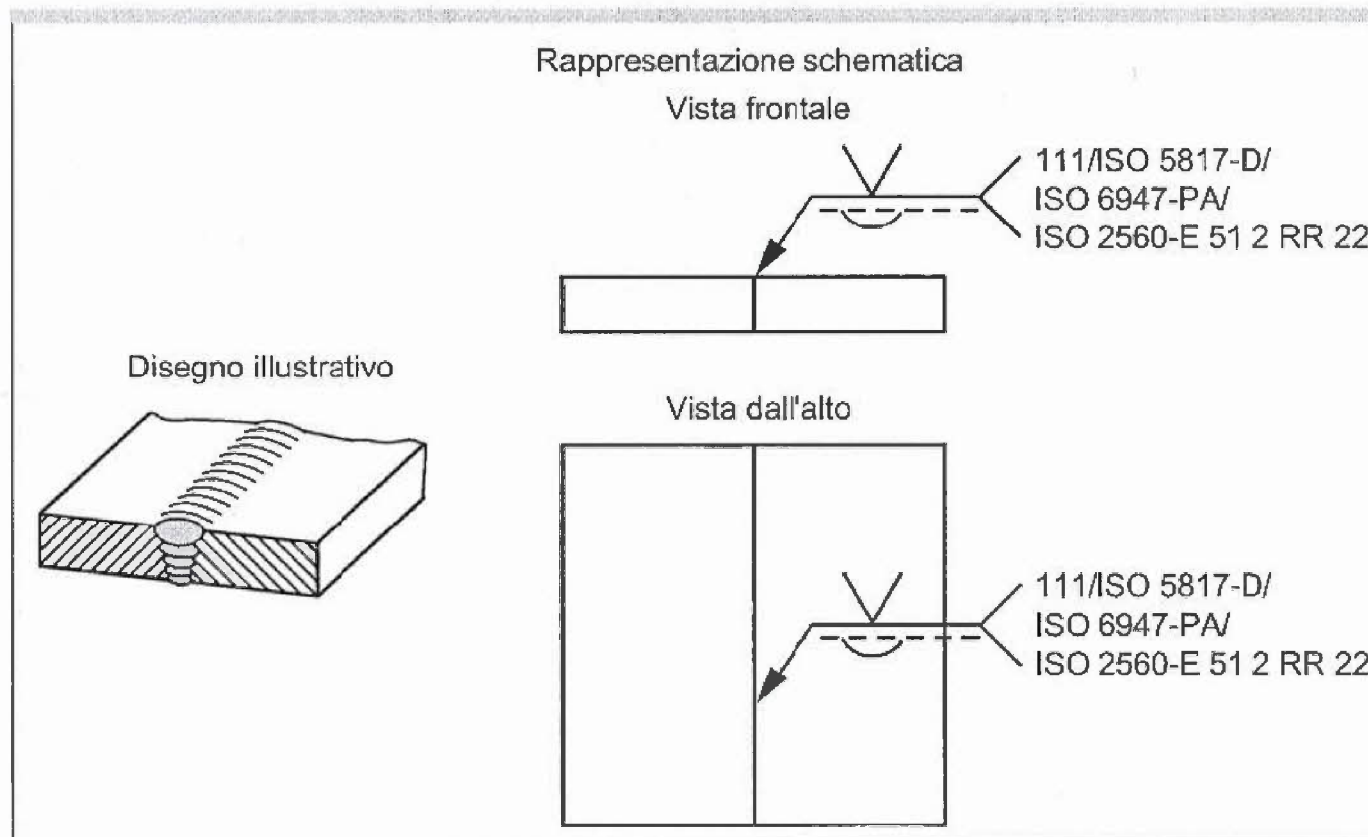
Saldatura da eseguire
in cantiere

Esempio

Esempio

Saldatura testa a testa a V con cordone di ripresa al rovescio (vedere figura 13), eseguita con il procedimento di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti (numero di riferimento 111 in conformità alla ISO 4063), livello di qualità richiesto in conformità alla ISO 5817, posizione di saldatura piano in conformità alla ISO 6947, elettrodo rivestito ISO 2560-E 51 2 RR 22.

Saldatura testa a testa a V con cordone di ripresa al rovescio



Nomenclatura dei processi UNI EN ISO 4063

1 saldatura ad arco

11 saldatura ad arco senza protezione di gas

111 saldatura con elettrodo rivestito

112 saldatura con elettrodo rivestito alimentazione a gravità

113

12 saldatura ad arco sommerso

121 saldatura con elettrodo a filo

122

13

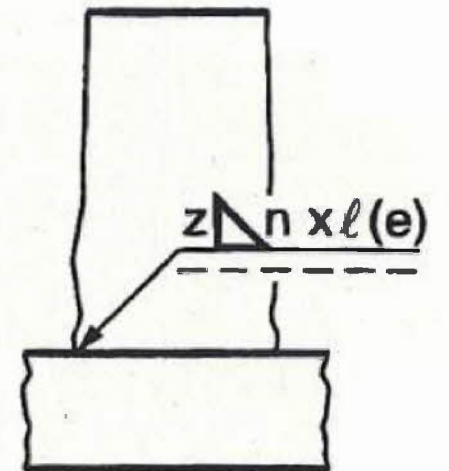
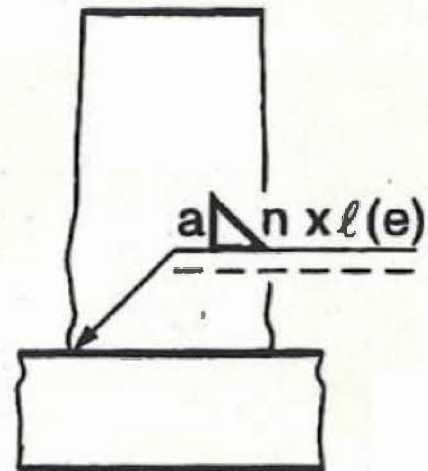
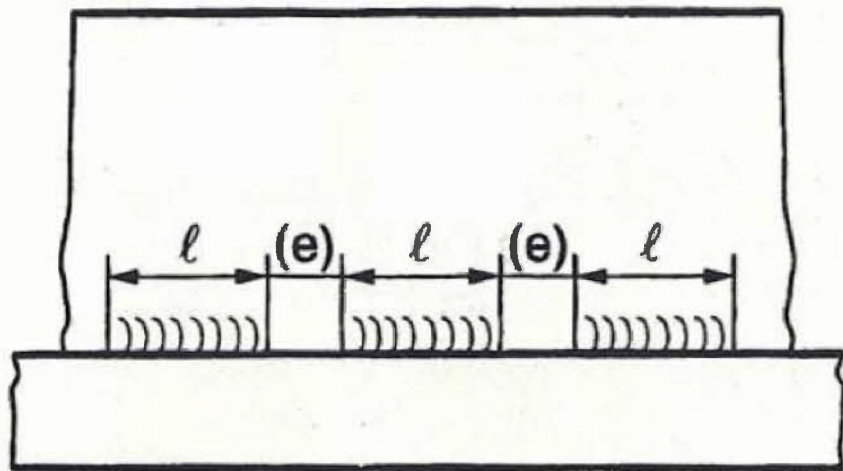
2 saldatura a resistenza

3 saldatura a gas

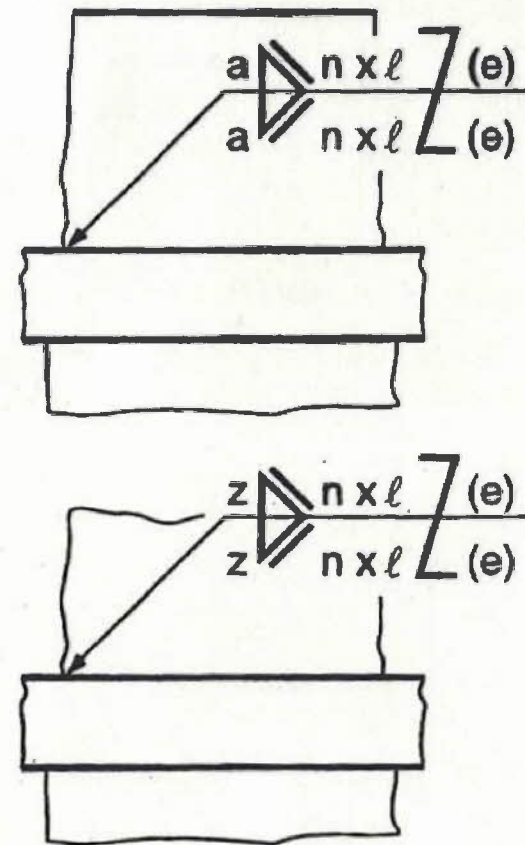
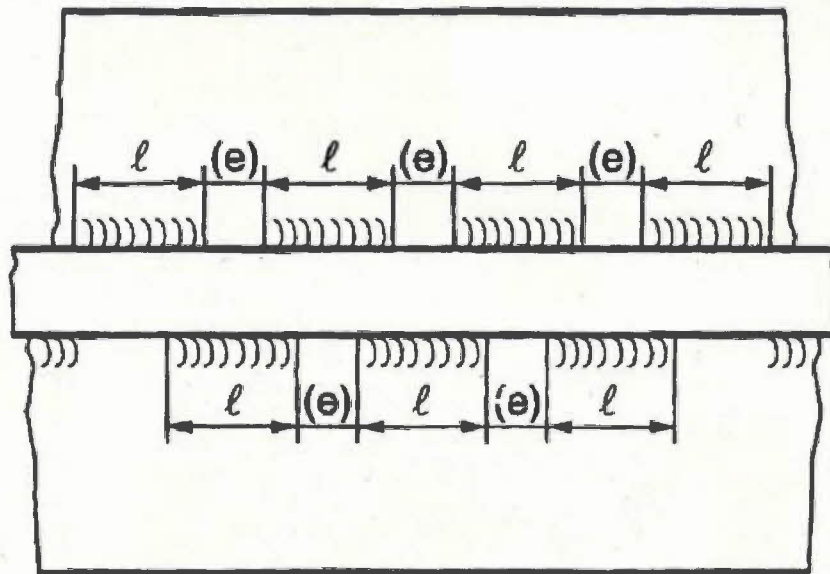
4 saldatura a pressione

5

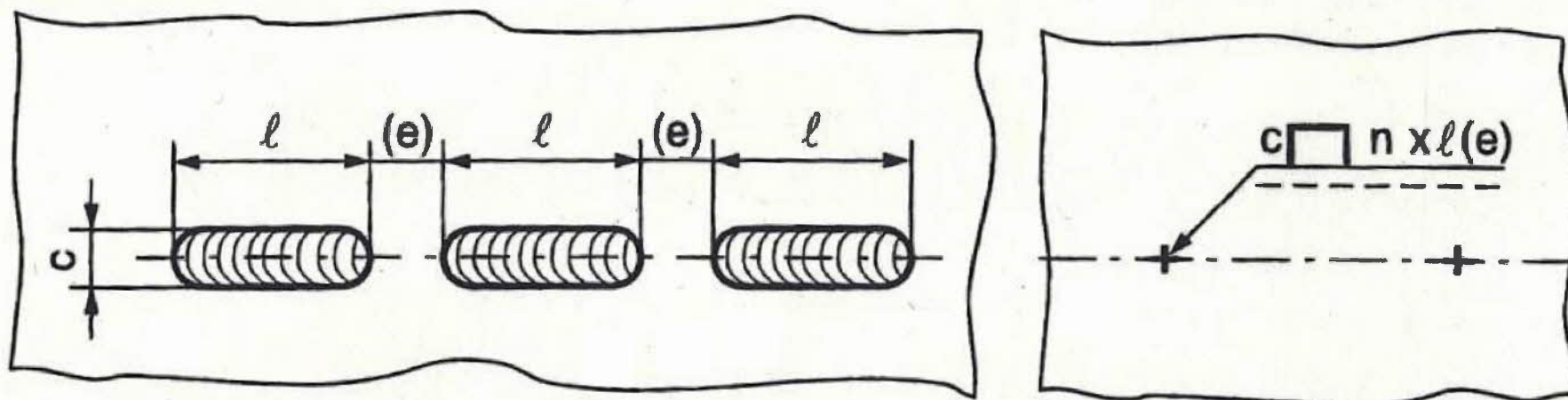
Saldatura d'angolo discontinua



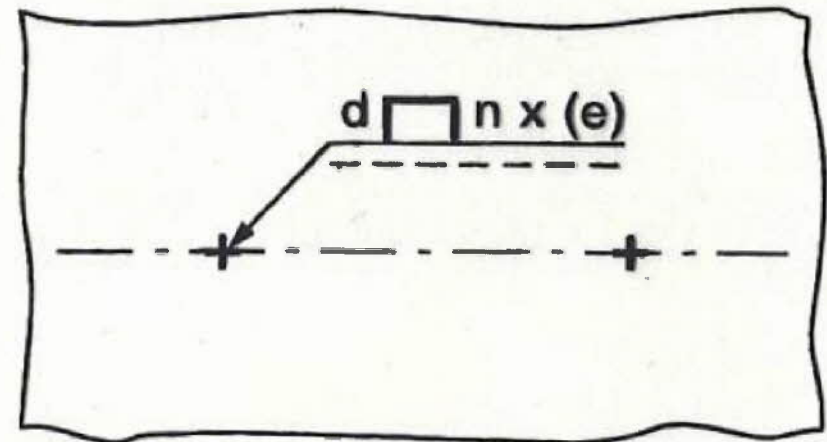
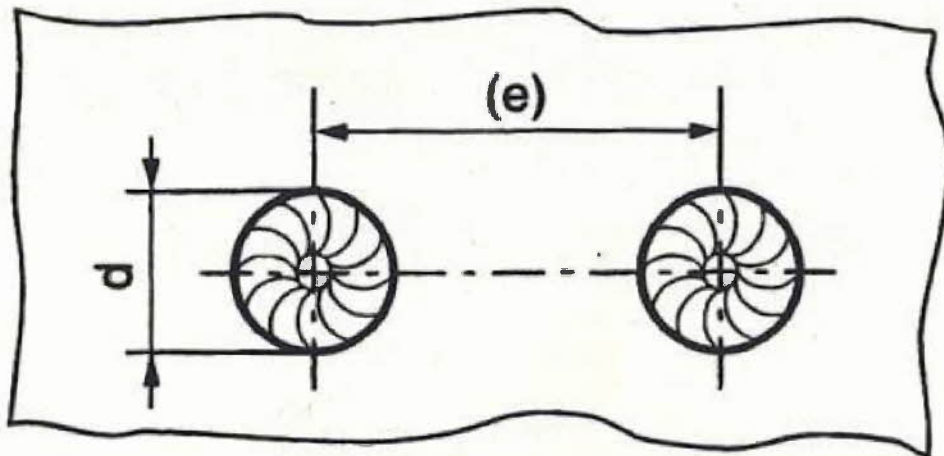
Saldatura d'angolo piana simmetrica e discontinua



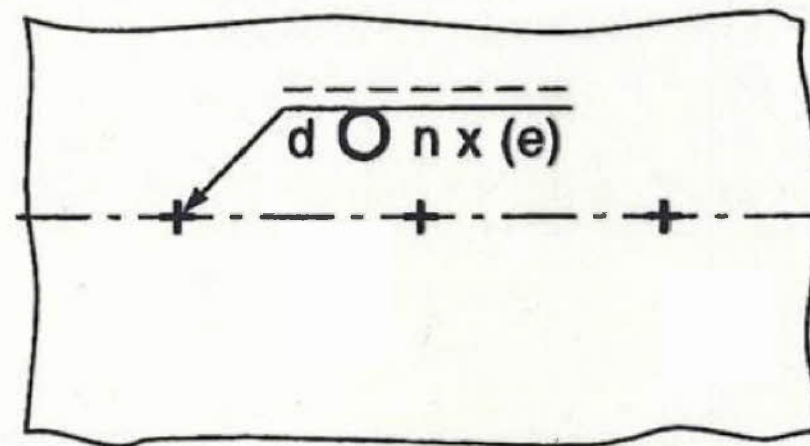
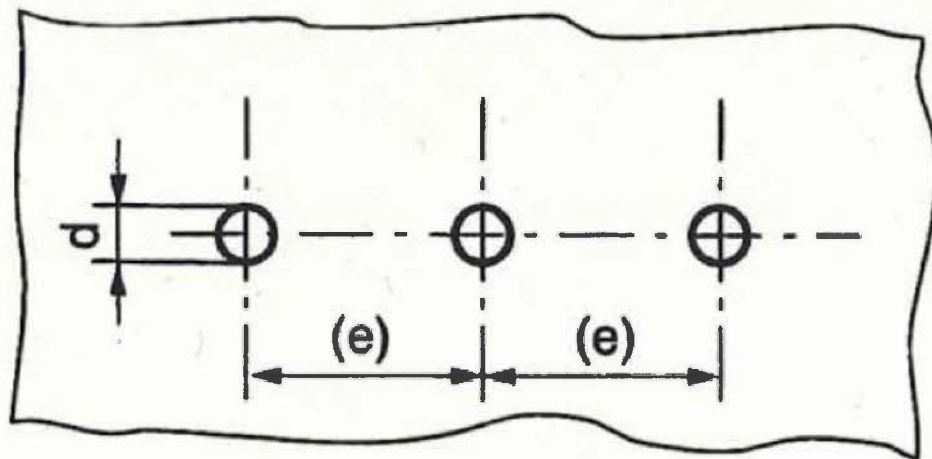
Saldatura entro intagli



Saldatura entro fori



Saldatura a punti



COLLEGAMENTI ALBERO-MOZZO CON CHIAVETTE, LINGUETTE E SPINE

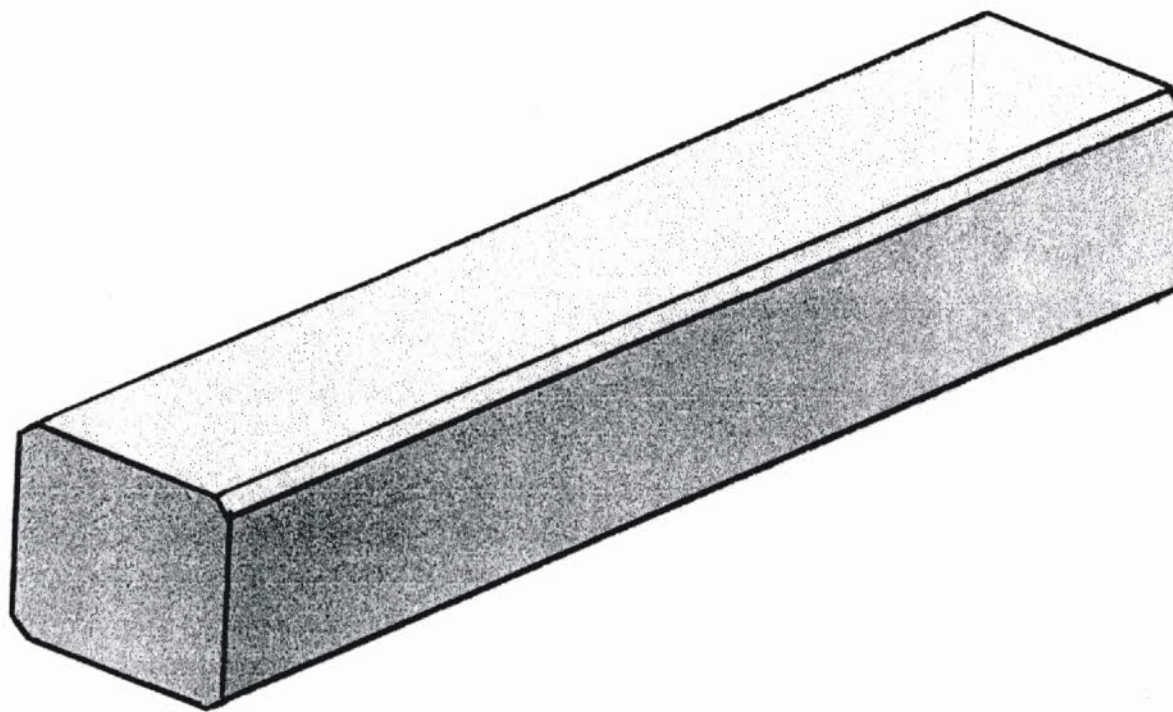
DEFINIZIONE DI ASSE

Solido solitamente di forma cilindrica, anche con variazioni di diametro, sviluppato in lunghezza, sollecitato alla sola flessione e, di regola, anche al taglio associato.

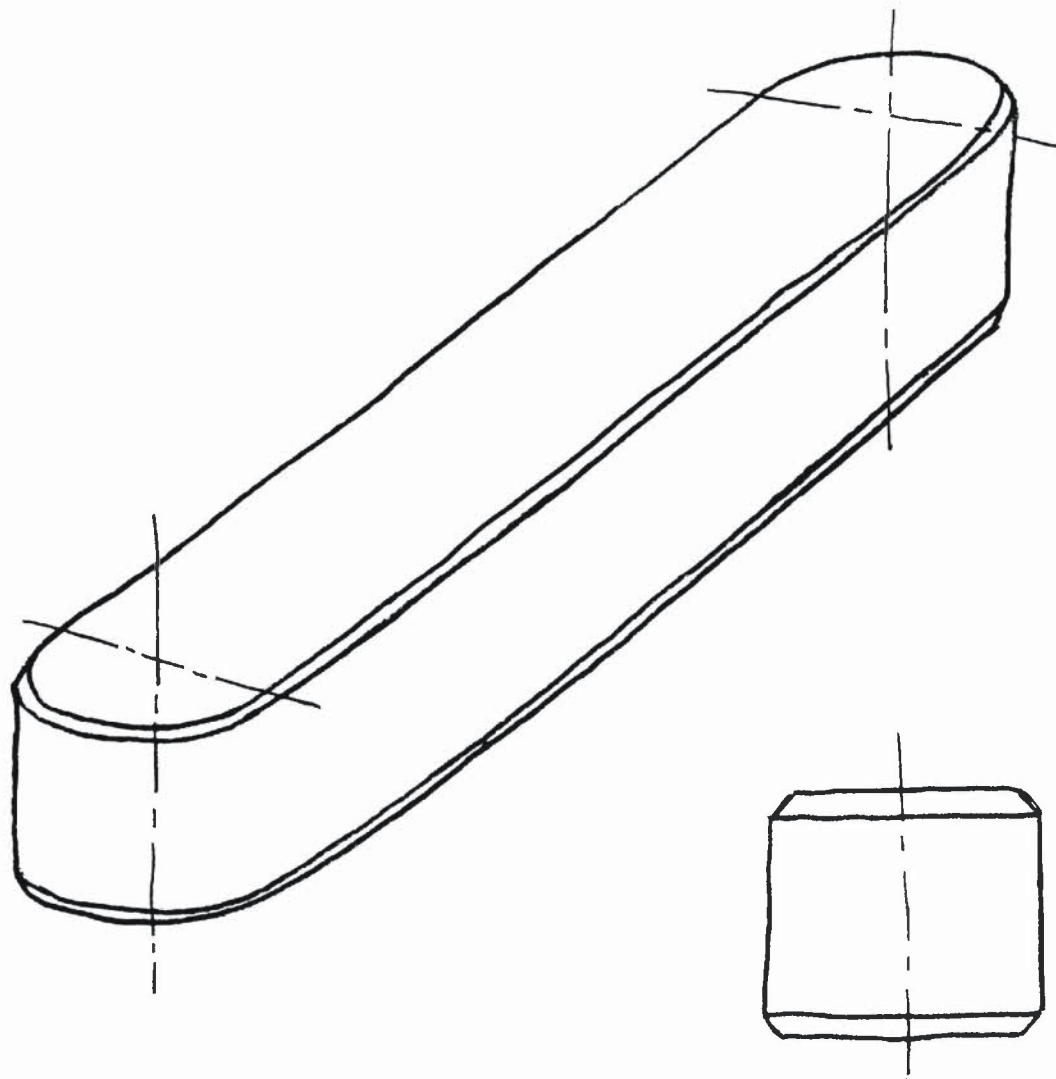
DEFINIZIONE DI ALBERO

Solido solitamente di forma cilindrica, anche con variazioni di diametro, sviluppato in lunghezza, sollecitato a torsione ed eventualmente a flessione e taglio.

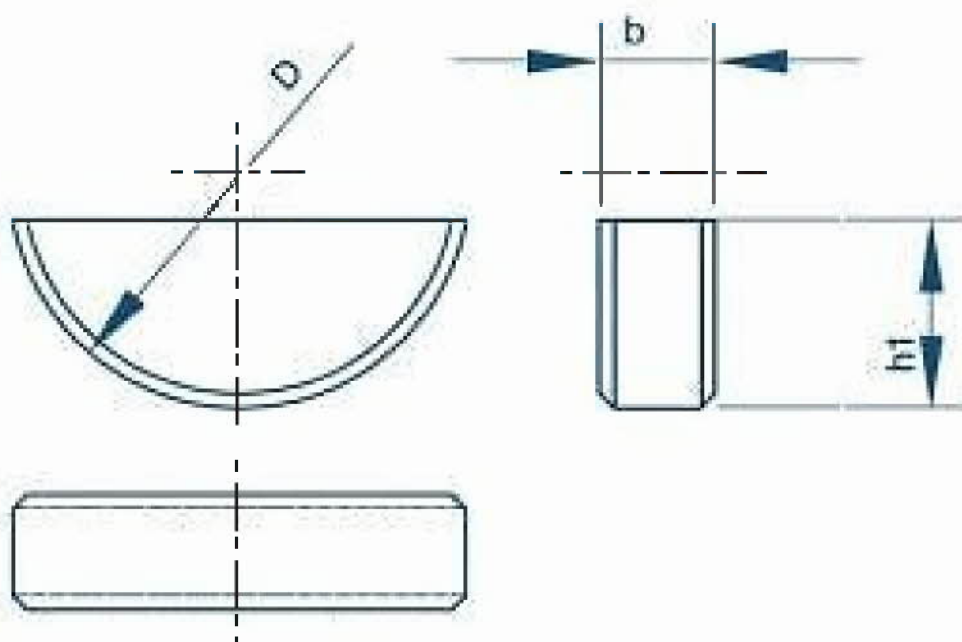
LINGUETTA DIRITTA



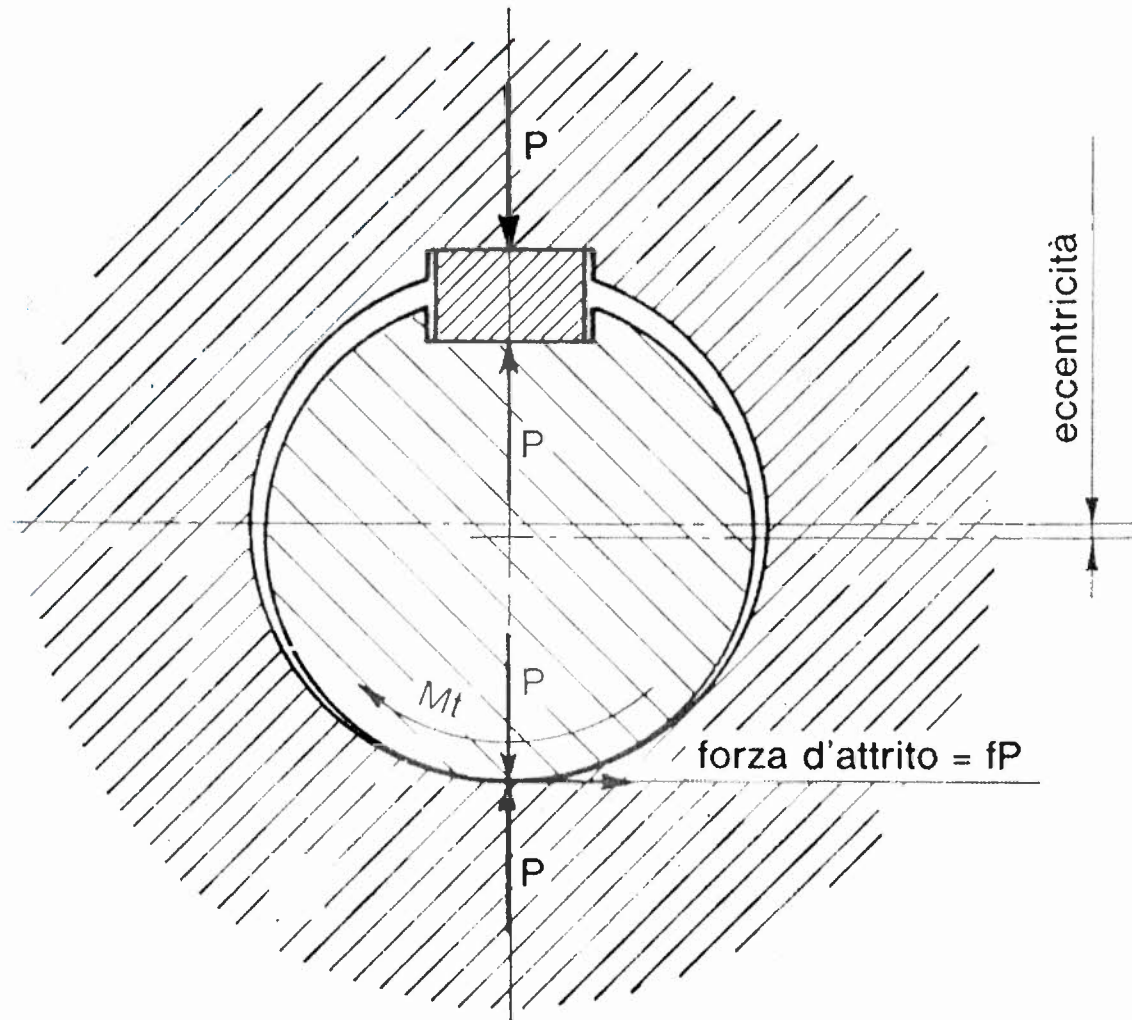
LINGUETTA ARROTONDATA



LINGUETTE A DISCO



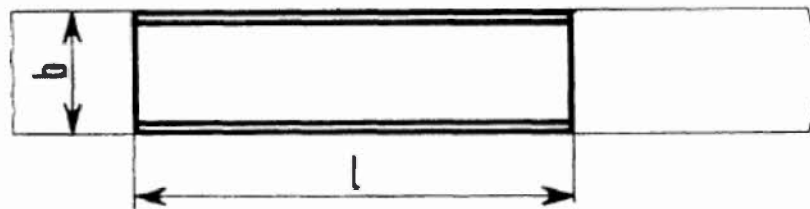
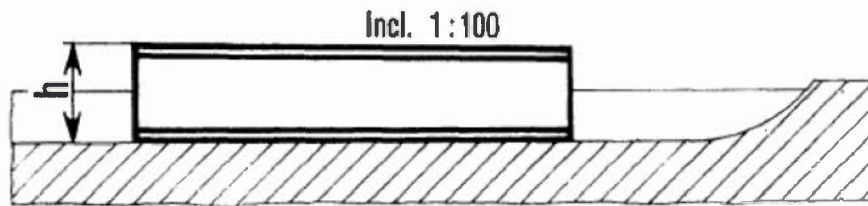
COLLEGAMENTO ALBERO-MOZZO CON CHIAVETTA



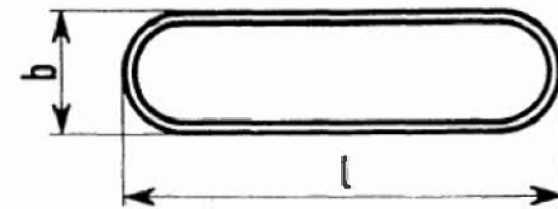
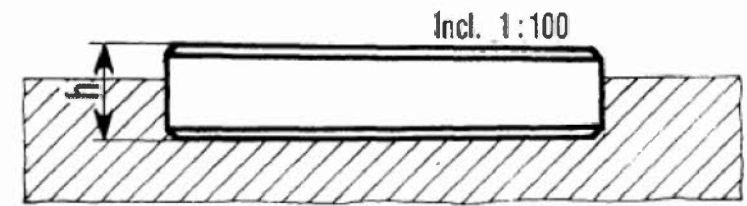
Il forzamento della **chiavetta** cuneiforme dà origine ad una forza P che tende a spostare albero e mozzo uno rispetto all'altro e a dare origine ad una eccentricità. In posizione diametralmente opposta alla chiavetta albero e mozzo sono premuti uno contro l'altro da una forza P . Quando l'albero ruota trascina con sé anche il mozzo per effetto dell'attrito, senza che vi sia scorrimento tra le due superficie a contatto.

Chiavette (UNI 6607)

Forma A
(diritta)



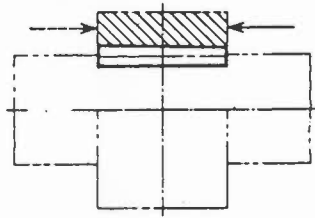
Forma B
(arrotondata)



Esempio di designazione di una chiavetta, forma **A** (diritta), avente sezione $b \times h = 22 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$ e lunghezza $l = 140 \text{ mm}$:

Chiavetta A 22 x 14 x 140 UNI 6607-69

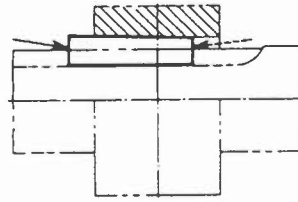
CHIAVETTE



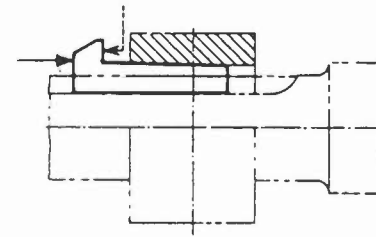
Forma A*
(arrotondata)



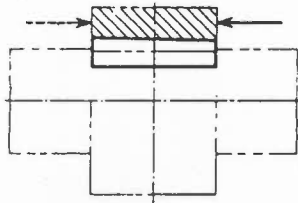
CHIAVETTE
UNI 6607



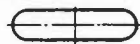
Forma B*
(diritta)



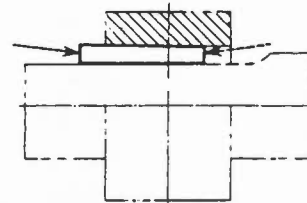
CHIAVETTE CON NASELLO
UNI 6608



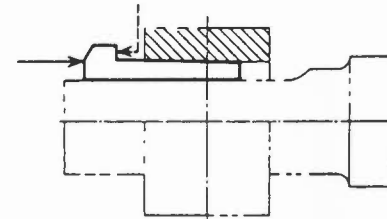
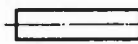
Forma A*
(arrotondata)



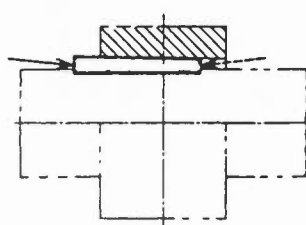
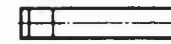
CHIAVETTE
RIBASSATE
UNI 7511



Forma B*
(diritta)

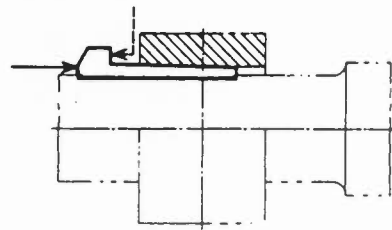


CHIAVETTE RIBASSATE CON NASELLO
UNI 7512

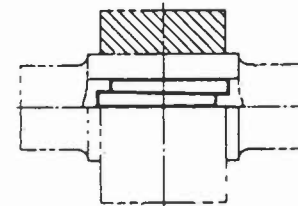


CHIAVETTE RIBASSATE CONCAVE
UNI 7513

$\frac{1}{4}Ma$



CHIAVETTE RIBASSATE
CONCAVE CON NASELLO UNI 7514



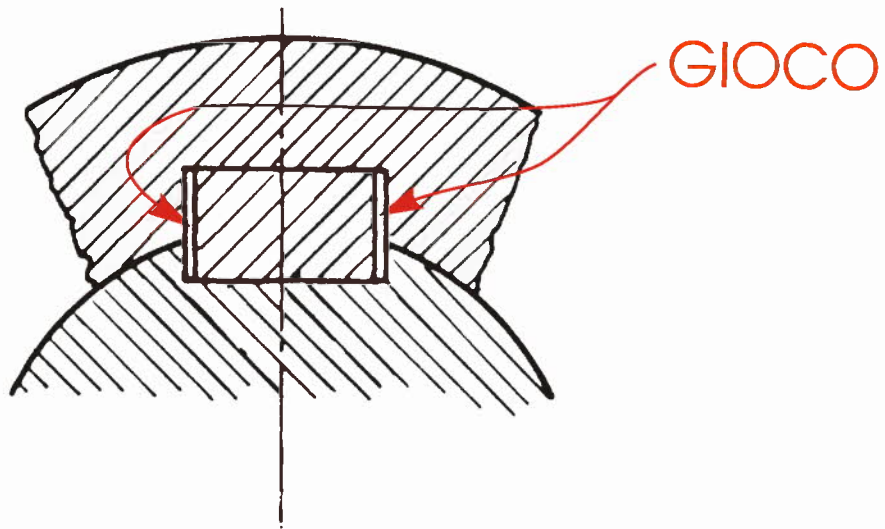
CHIAVETTE TANGENZIALI
UNI 7515

Ma

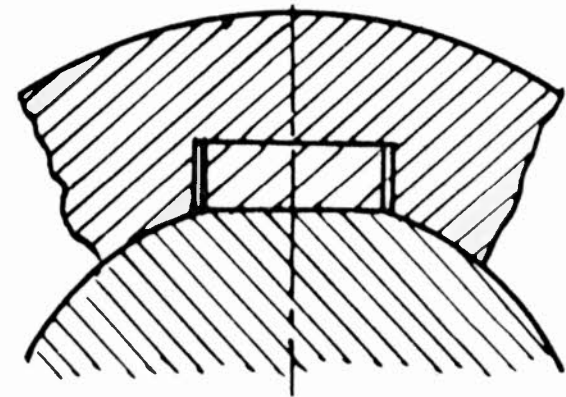
$\frac{1}{2}Ma$

Per forzare la chiave al montaggio agire secondo la freccia a tratto continuo _____
Per liberare la chiave allo smontaggio agire secondo la freccia a tratto discontinuo - - - - -

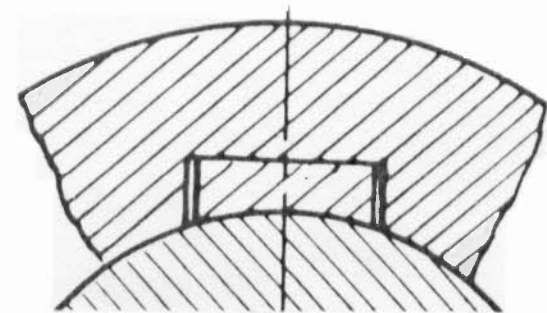
* In caso di particolari esigenze le forme A e B possono anche essere combinate: un'estremità arrotondata e l'altra diritta. In tale caso il simbolo della forma è C.



RAPPRESENTAZIONE CONVENZIONALE
DI UN COLLEGAMENTO CON
CHIAVETTA

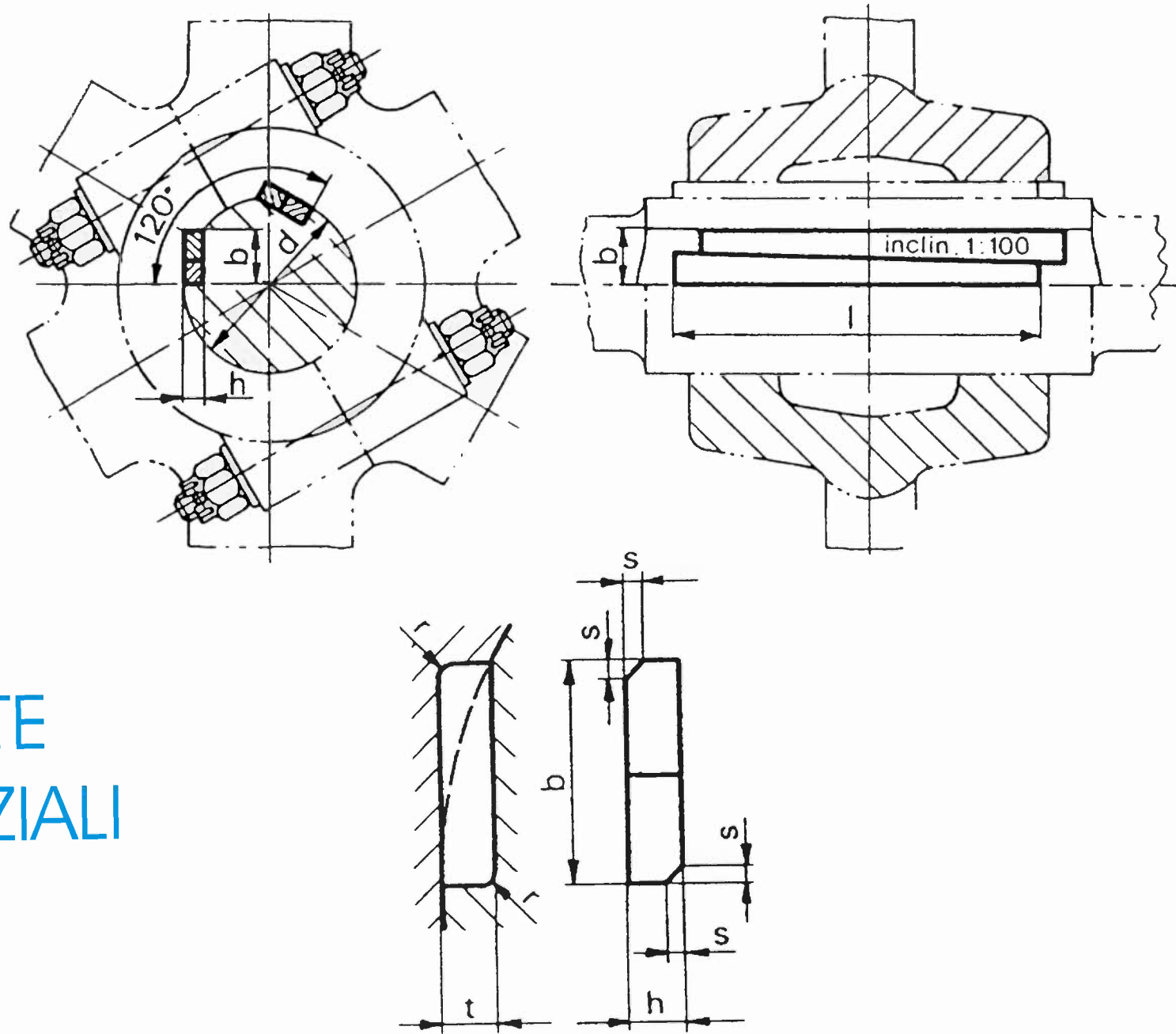


CHIAVETTA RIBASSATA

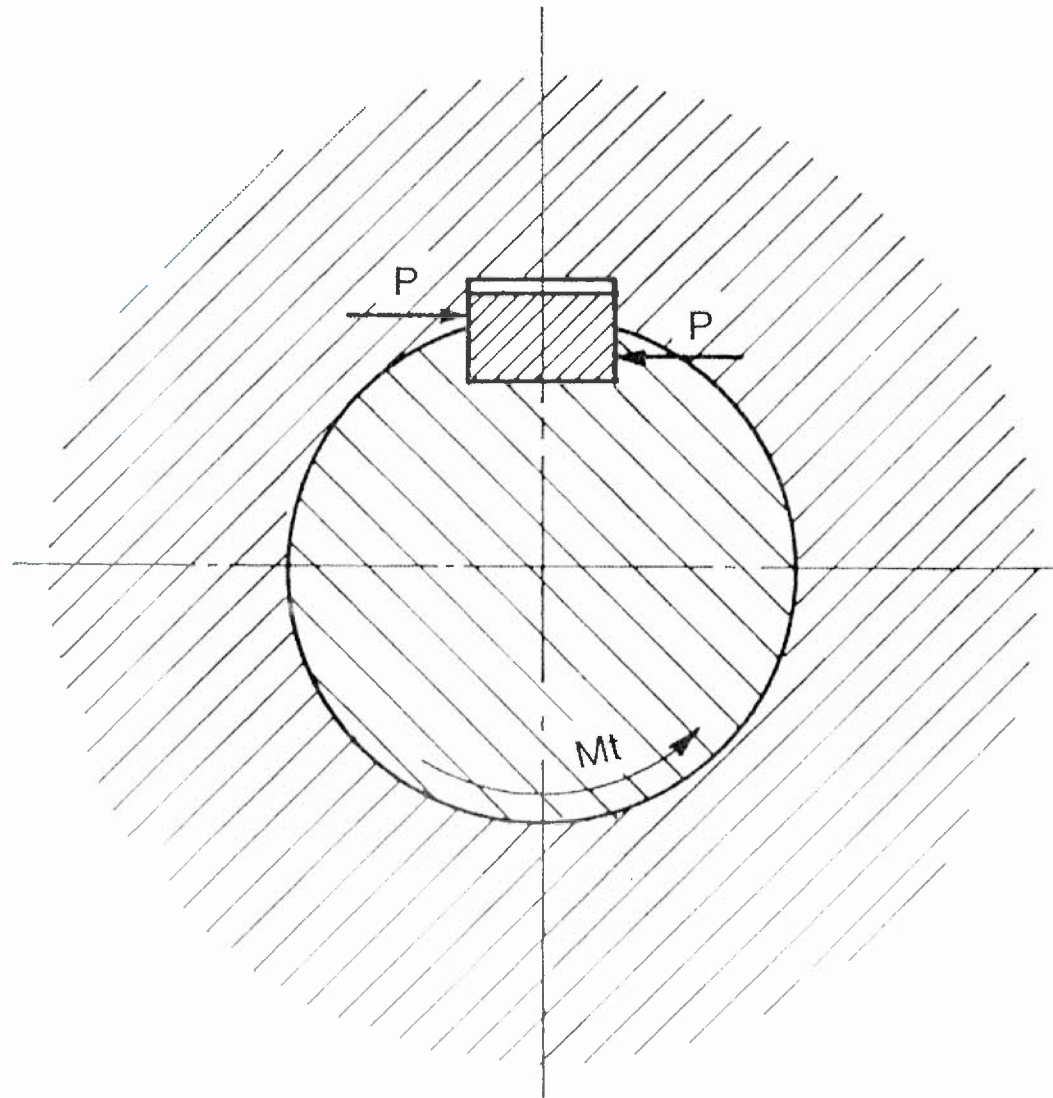


CHIAVETTA CONCAVA

CHIAVETTE TANGENZIALI

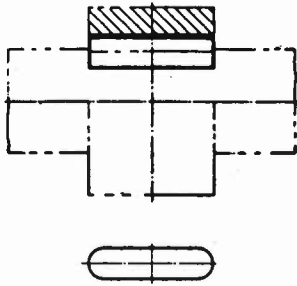


COLLEGAMENTO
ALBERO-MOZZO
CON
LINGUETTA



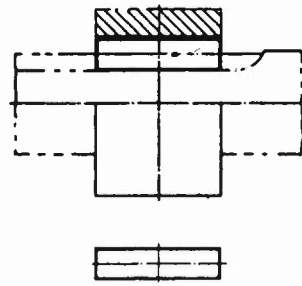
Quando si applica il momento torcente all'albero questo esercita una compressione sul fianco della **linguetta** incastrata nella cava. La parte sporgente della linguetta esercita un'analogia compressione sulla parte della cava del mozzo.

LINGUETTE

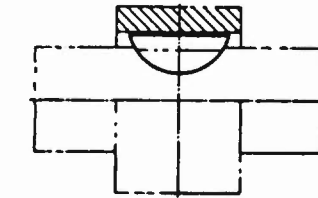


Forma A*
(arrotondata)

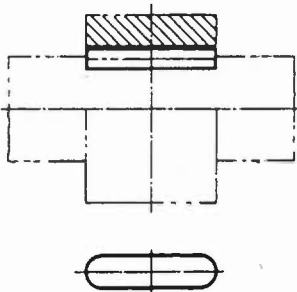
LINGUETTE
UNI 6604



Forma B*
(diritta)

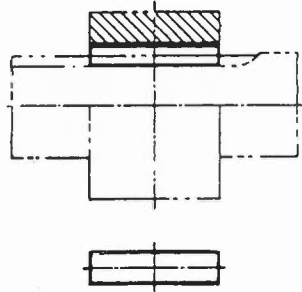


LINGUETTE A DISCO
UNI 6606



Forma A*
(arrotondata)

LINGUETTE
RIBASSATE
UNI 7510

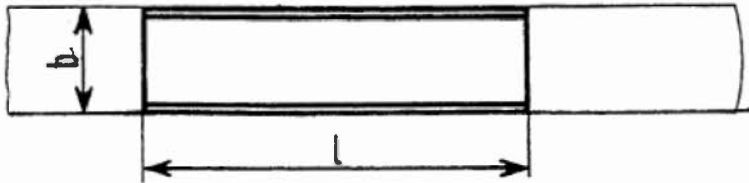
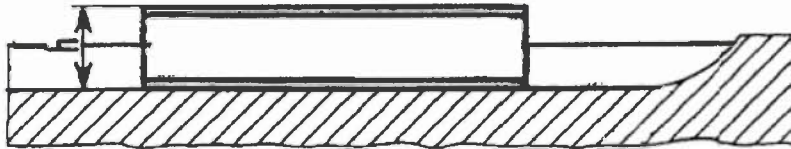


Forma B*
(diritta)

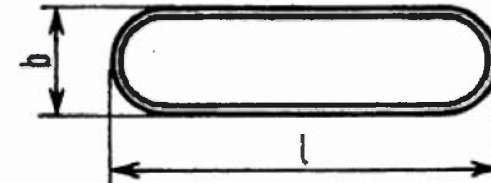
* In caso di particolari esigenze le forme A e B possono anche essere combinate: un'estremità arrotondata e l'altra diritta. In tale caso il simbolo della forma è C.

Linguette (UNI 6604)

Forma A
(diritta)



Forma B
(arrotondata)

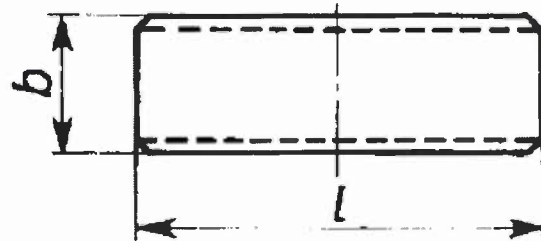
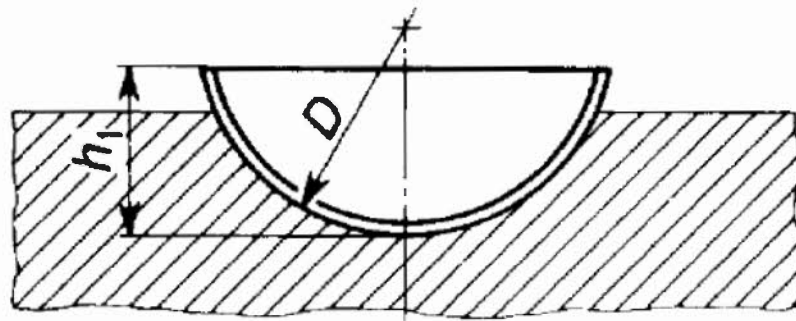


Esempio di designazione di una linguetta, forma A (diritta), avente sezione $b \times h = 22 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$ e lunghezza $l = 140 \text{ mm}$:

Linguetta A 22 x 14 x 140 UNI 6604-69

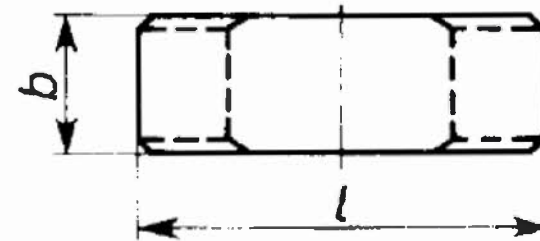
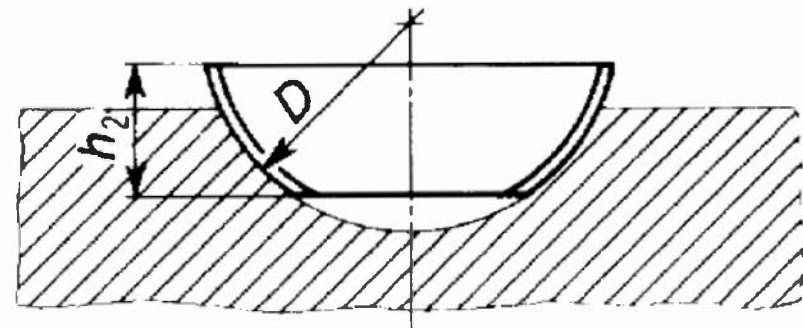
Linguette a disco (UNI 6606)

Forma normale



Forma tronca (vedere punto 2)

$$h_2 = 0,8 h_1$$



Esempio di designazione di una linguetta a disco, avente sezione $b \times h_1 = 6 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$:

Linguetta 6 × 9 UNI 6606

Linguette: vantaggi/svantaggi

Richiedono lavorazioni più precise (costose) delle chiavette.

Non ci sono disassamenti e quindi le velocità di rotazione possono essere più elevate.

Possono trasmettere coppie più elevate.

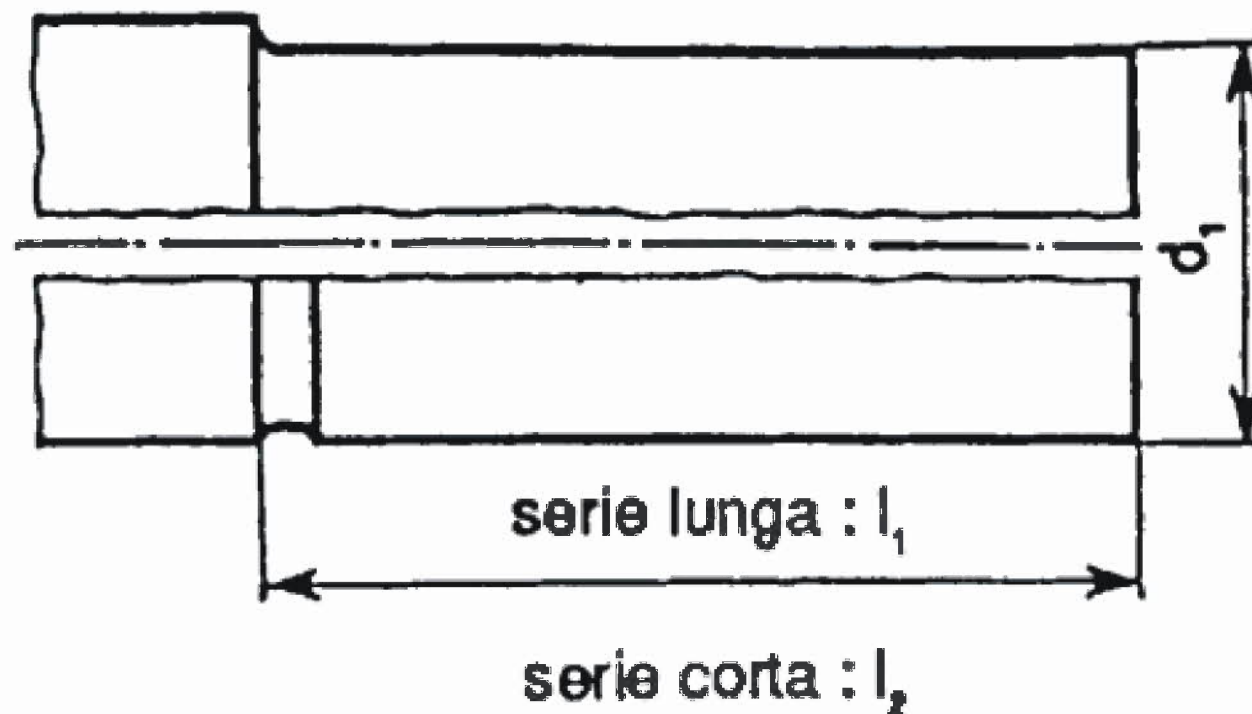
Non vincolano lo spostamento assiale relativo (si devono prevedere sistemi di arresto).



ESTREMITA' D' ALBERO CILINDRICHE UNI ISO 775

A - lunga per $d_1 = 6 \div 630$

B - corta per $d_1 = 10 \div 630$



DEFINIZIONE DI CONICITA' NELLA TECNICA

Si definisce conicità c il rapporto tra la differenza dei diametri D e d di due sezioni di un cono con la distanza L fra le due sezioni stesse misurata in senso assiale

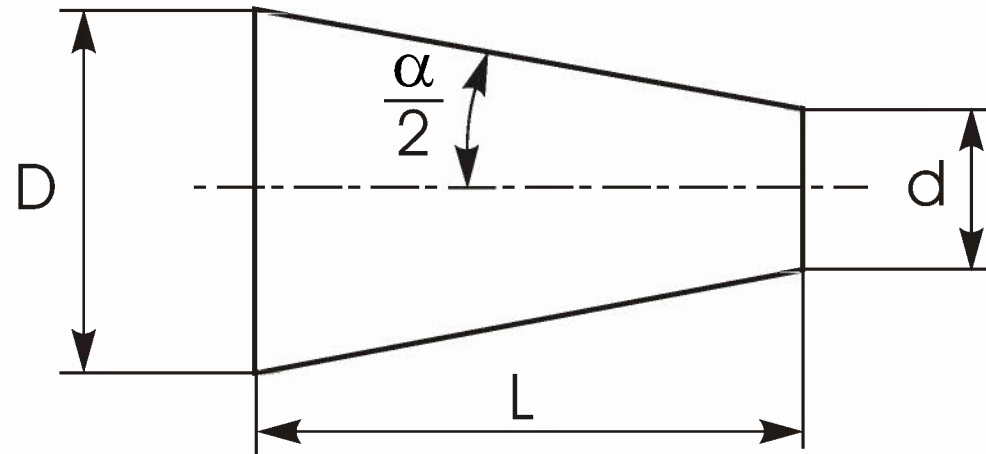
$$c = \frac{D - d}{L} = \frac{1}{K} = 1:K$$

Si rileva che la conicità è una grandezza adimensionale e può essere espressa in vari modi. Osservando l'equazione sopra si può definire c anche come la lunghezza K lungo l'asse del cono in corrispondenza alla quale il diametro della sezione trasversale dello stesso assume un valore unitario. Inoltre la conicità può essere espressa anche in termini percentuali, ovvero si trasforma la frazione in modo che il denominatore sia uguale a 100

$$c = \frac{D - d}{L} = \frac{p}{100} = p\%$$

Si può anche ricorrere alla trigonometria e quindi

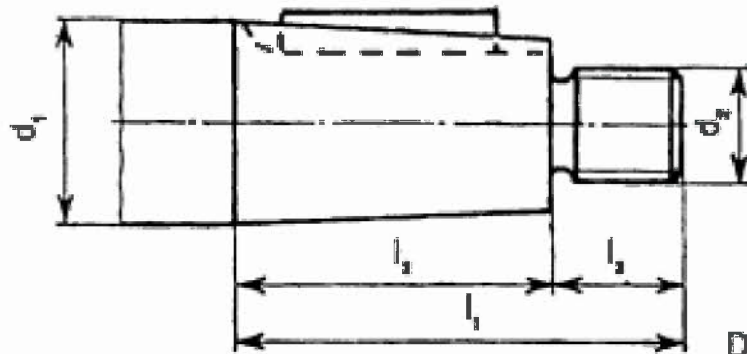
$$c = \frac{D - d}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$



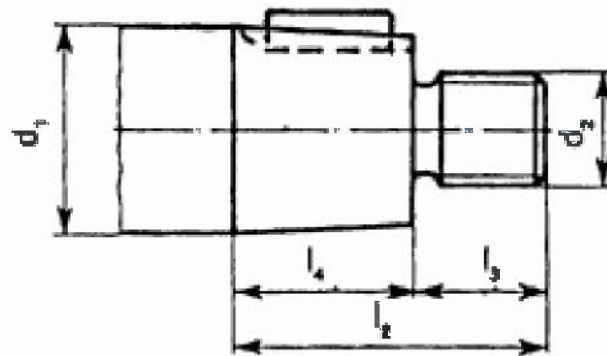
ESTREMITA' D'ALBERO CONICHE UNI ISO 775

con codolo filettato

C - lunga per $d_1 = 16 \div 220$



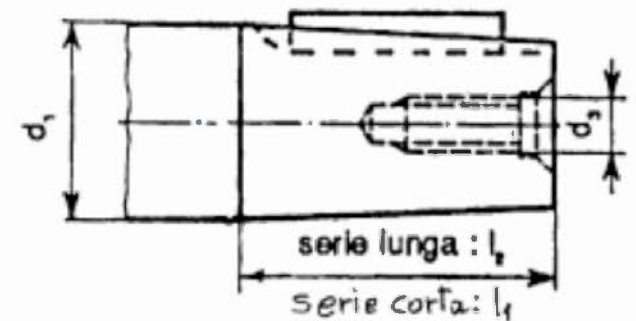
D - corta per $d_1 = 16 \div 220$



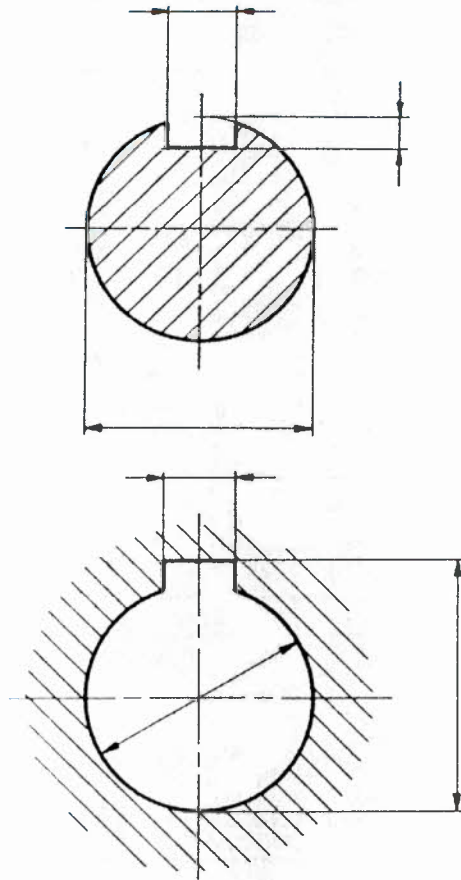
Con foro filettato

E - lunga per $d_1 = 12 \div 125$

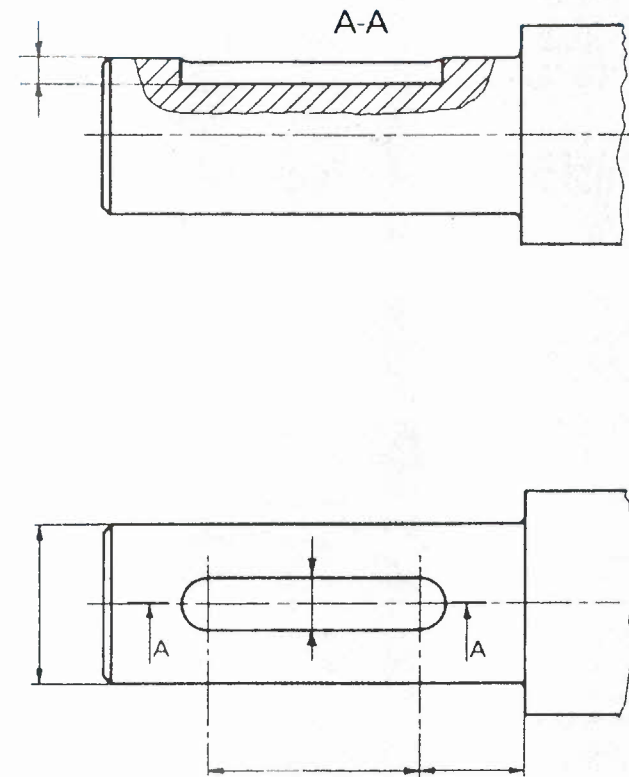
F - corta per $d_1 = 16 \div 125$



FORMA E QUOTATURA DELLE SEDI PER LINGUETTE E CHIAVETTE

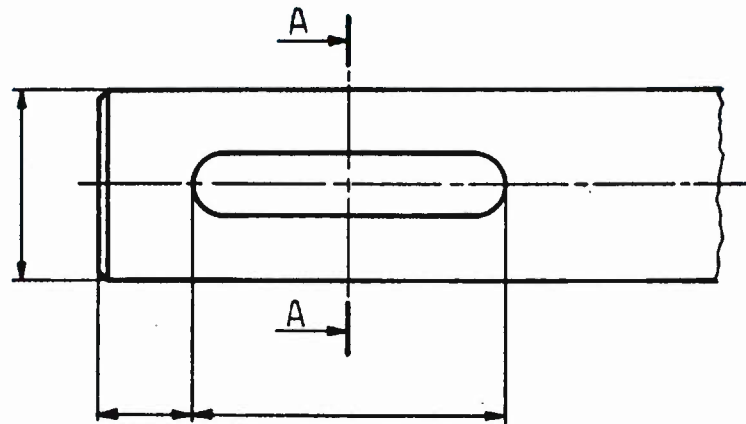


Quotatura delle sedi per chiavette o linguette in un albero e in un mozzo.

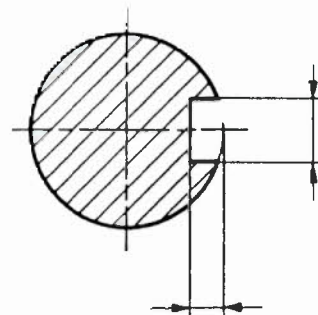


Quotatura della cava per linguetta incastrata all'estremità di un albero. Il riferimento scelto è lo spallamento.

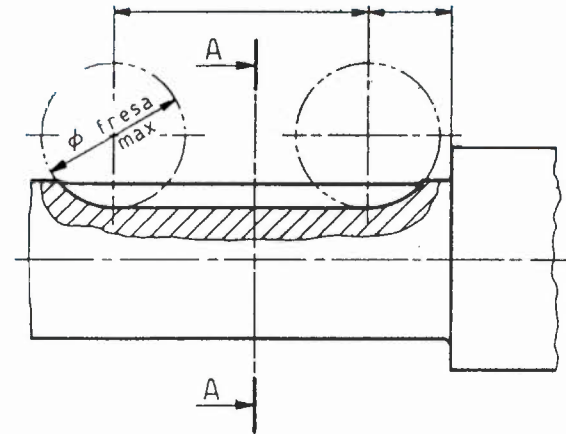
FORMA E QUOTATURA DELLE SEDI PER LINGUETTE E CHIAVETTE



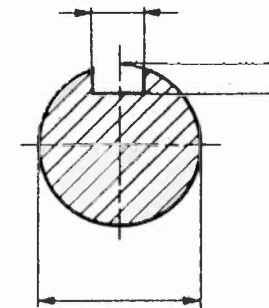
Sez. A-A



Quotatura della cava per linguetta incastrata alla estremità di un albero. Il riferimento scelto è l'estremità dell'albero.

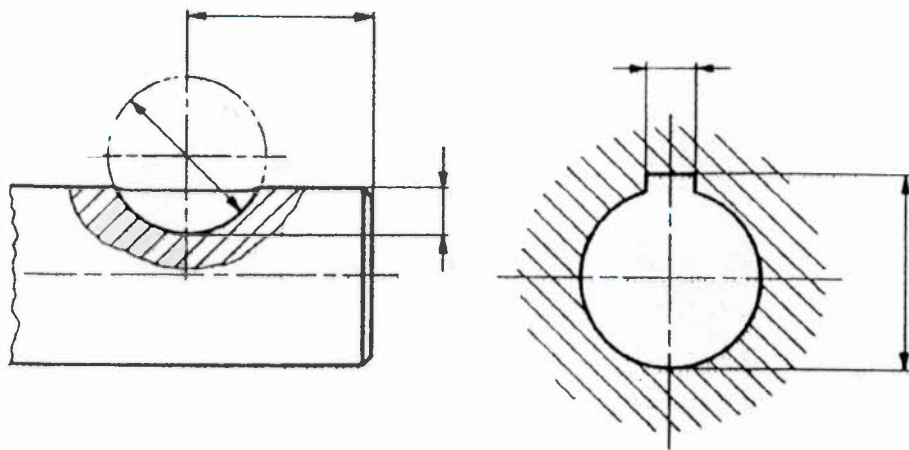


A-A

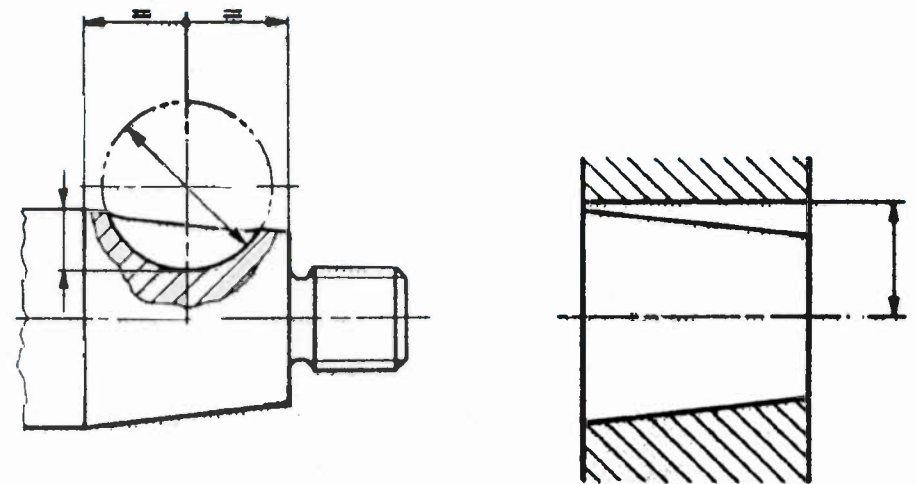


Quotatura della cava per una linguetta diritta. L'indicazione del diametro massimo della fresa a disco limita la lunghezza delle zone curve del fondo cava.

FORMA E QUOTATURA DELLE SEDI PER LINGUETTE A DISCO

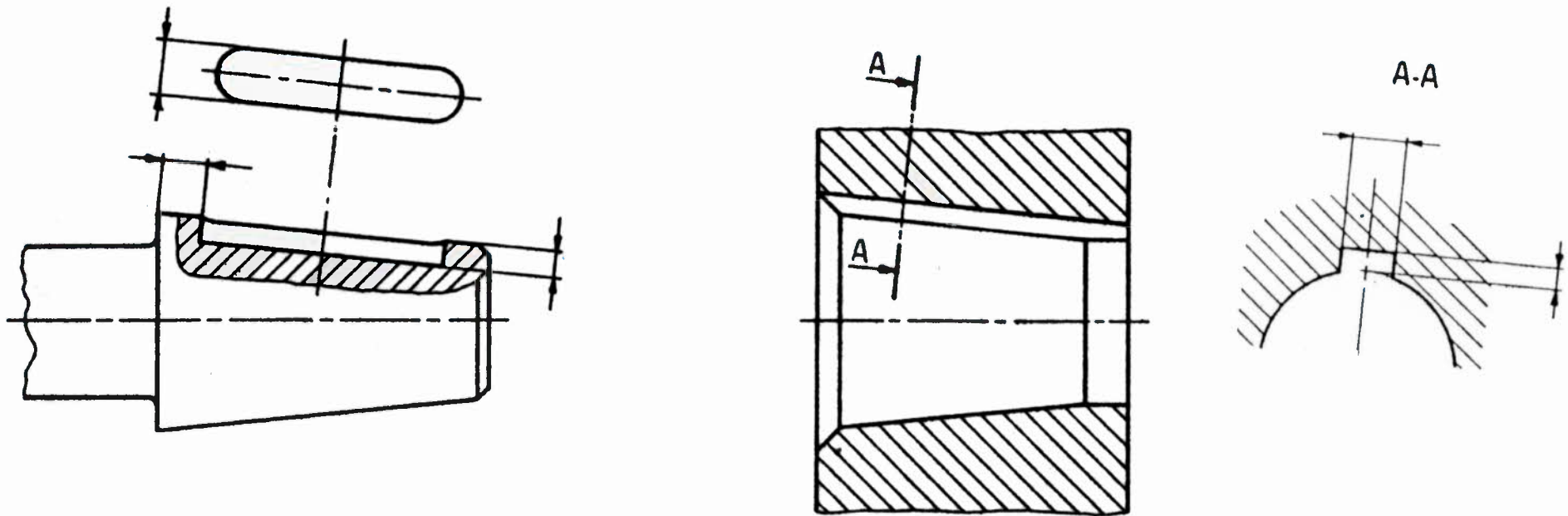


Quotatura della sede nell'albero e nel mozzo per linguetta a disco.



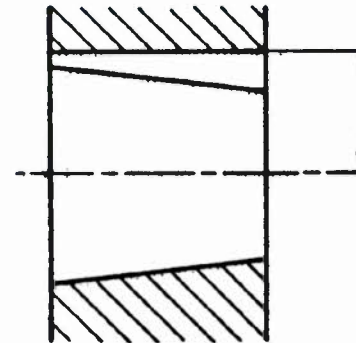
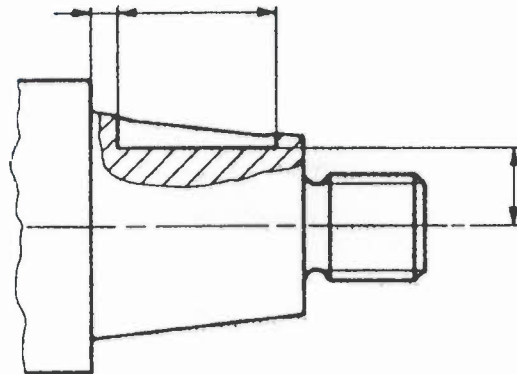
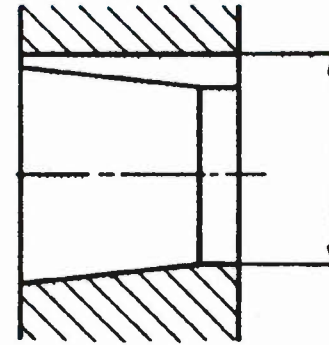
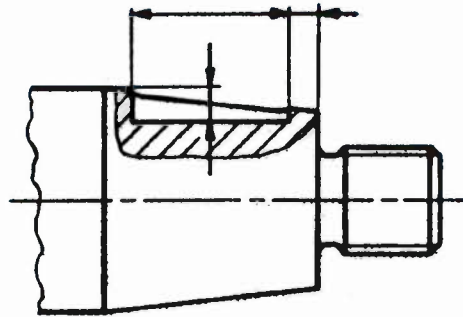
Quotatura della sede nell'albero e nel mozzo per linguetta a disco.

FORMA E QUOTATURA DELLE SEDI PER LINGUETTE



Quotatura delle cave nell'albero e nel mozzo per collegamento con linguetta incastrata.

FORMA E QUOTATURA DELLE SEDI PER LINGUETTE



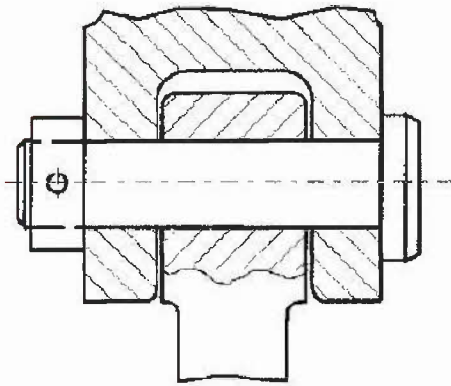
Quotatura della cava nell'estremità conica di un albero per collegamento con linguetta incastrata. Se non è

possibile riferirsi ad una superficie cilindrica, si può quotare il fondo cava rispetto all'asse come fatto nella figura inferiore.

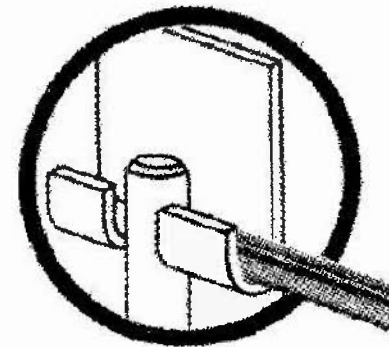
Spine e perni

Spine e perni: elementi di macchine (cilindrici o conici) con funzioni di:

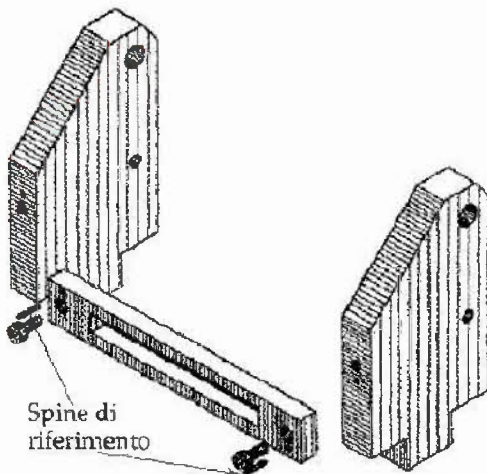
- Fulcro



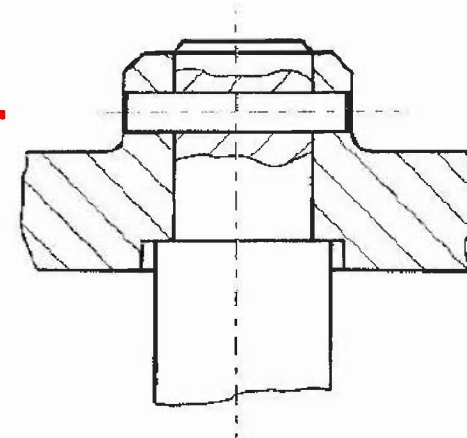
- Arresto



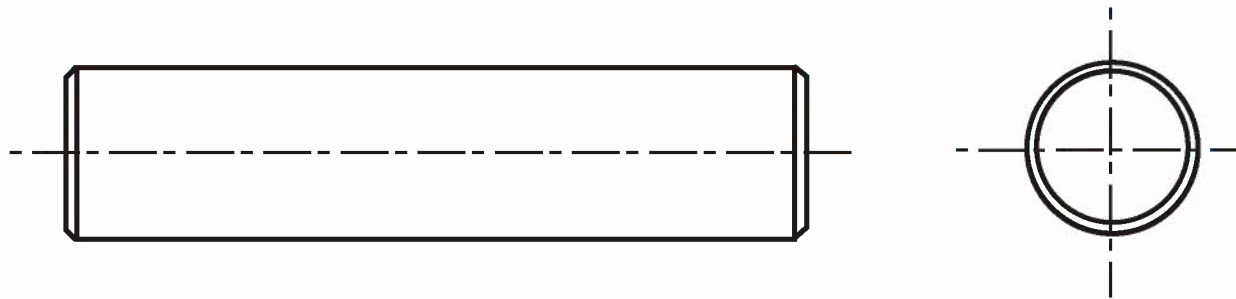
- Centraggio

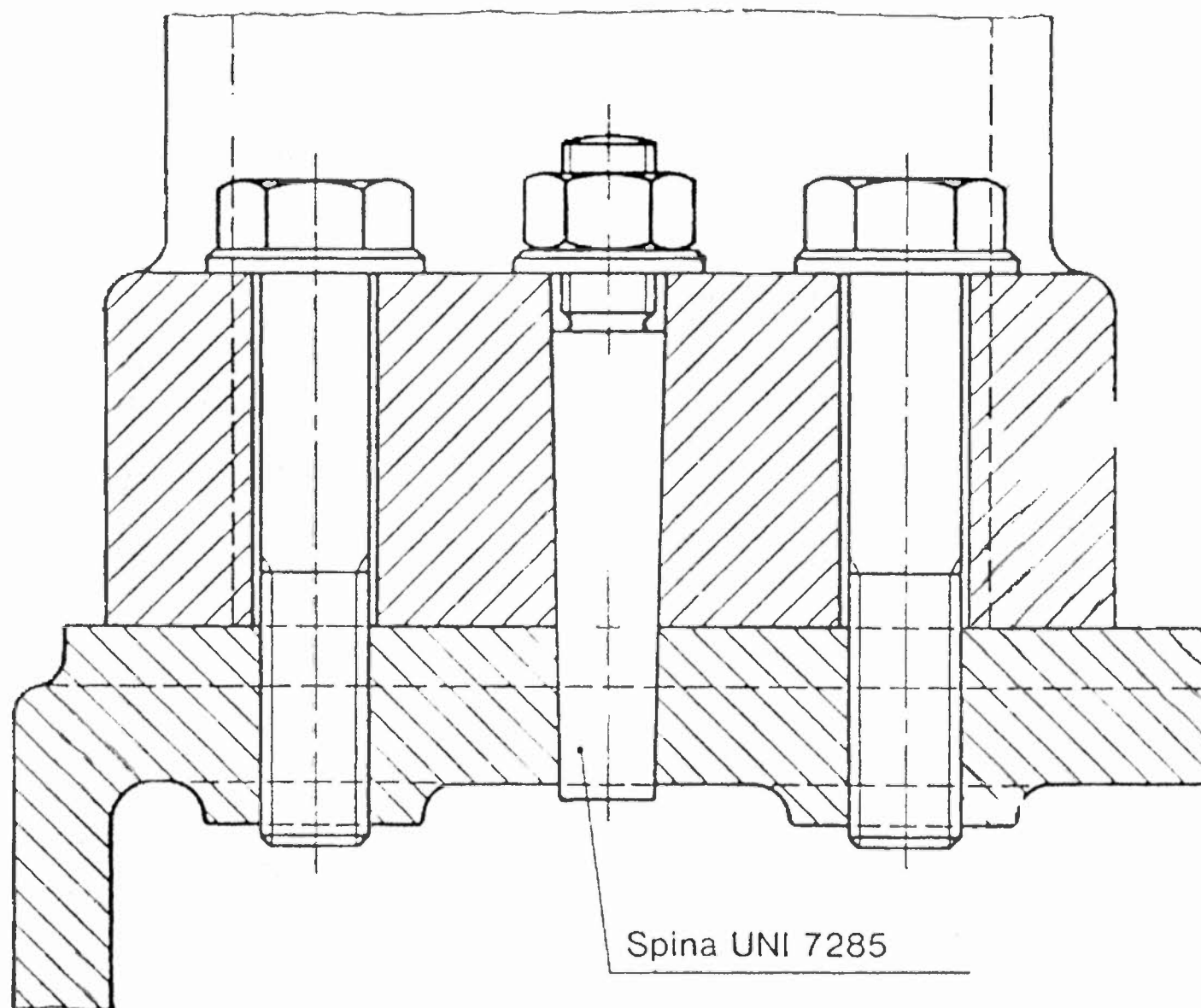


- Collegamento



SPINA CILINDRICA

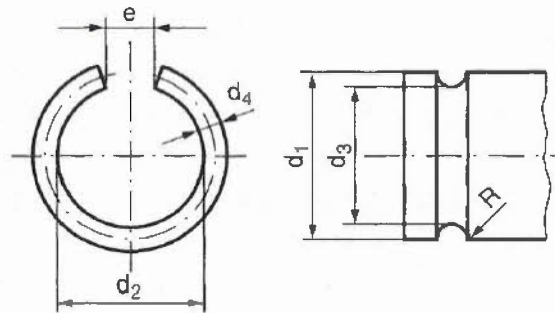




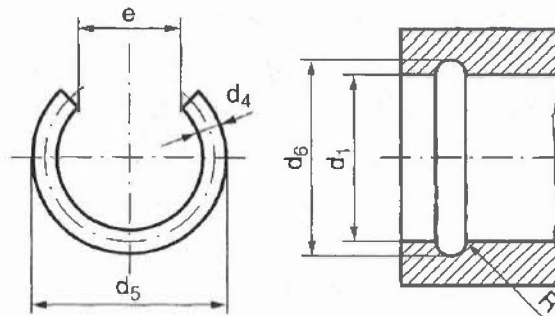
La spina conica serve come riferimento per le due parti da collegare con le viti mordenti. Agendo sul dado si estrae facilmente la spina.

Anelli elastici

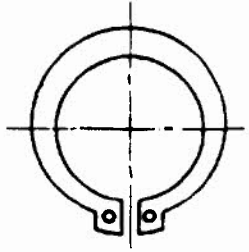
Gli ***anelli elastici*** sono realizzati con acciaio per molle, hanno forma circolare discontinua e vengono inseriti nella propria cava o sede per deformazione elastica.



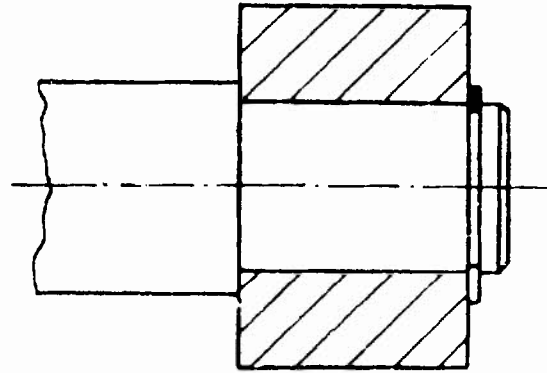
Anello di arresto
Tipo A (albero)



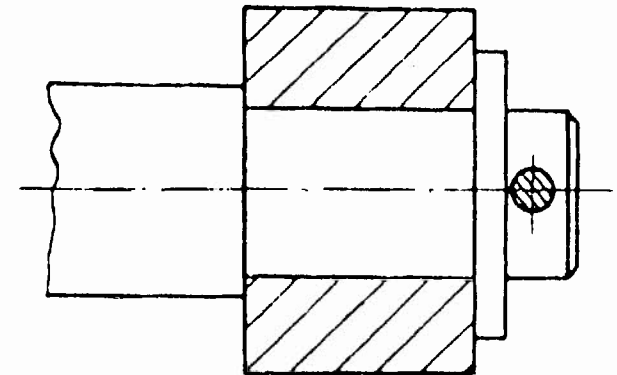
Anello di arresto
Tipo B (foro)



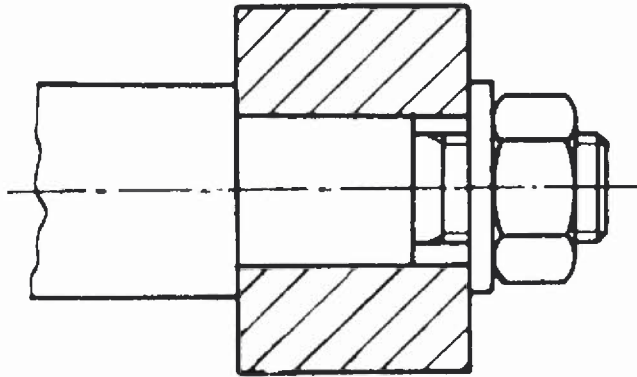
ANELLO ELASTICO



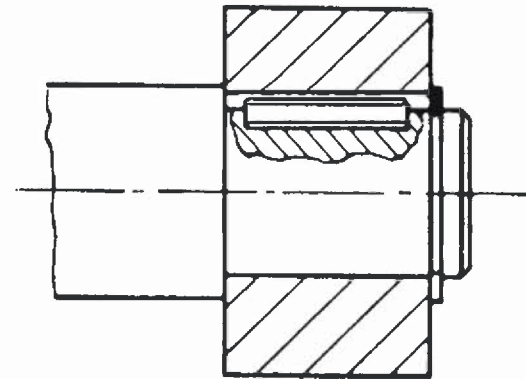
CALETTAMENTO MOZZO
SU ESTREMITA' D'ALBERO
CILINDRICA CON
ANELLO ELASTICO



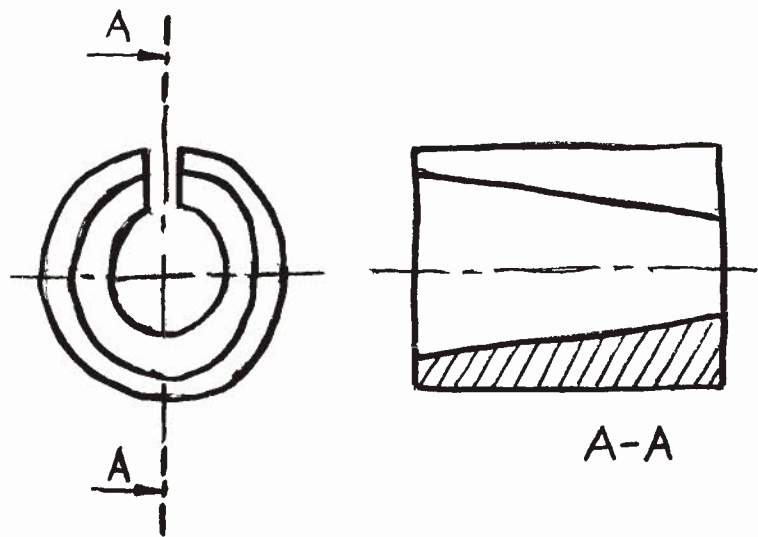
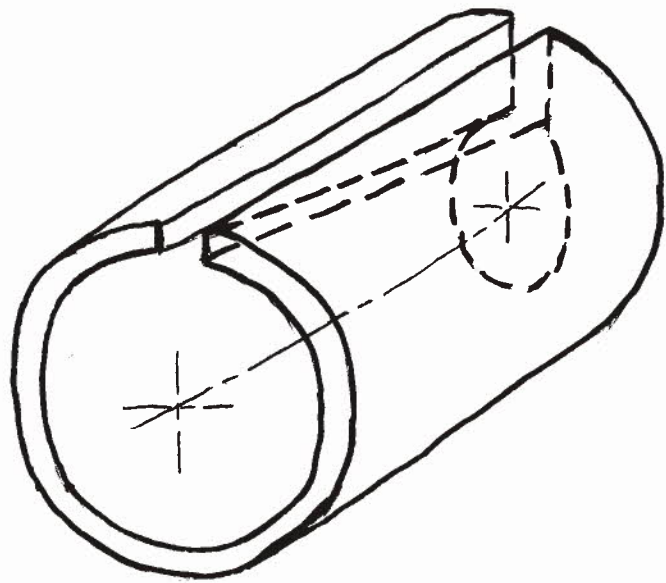
CALETTAMENTO MOZZO
SU ESTREMITA' D'ALBERO
CILINDRICA CON
ROSETTA E SPINA
CILINDRICA



CALETTAMENTO ALBERO/
MOZZO SU ESTREMITA'
D'ALBERO CILINDRICA CON
BLOCCAGGIO ASSIALE
OTTENUTO CON CODOLO
FILETTATO

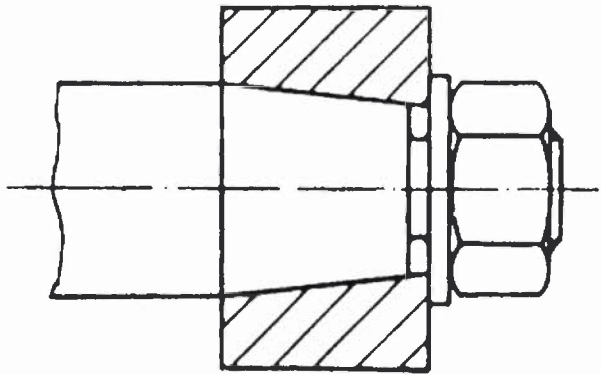


CALETTAMENTO ALBERO/
MOZZO SU ESTREMITA'
D'ALBERO CILINDRICA CON
BLOCCAGGIO ASSIALE
OTTENUTO CON ANELLO
ELASTICO E VINCOLO
TORSIONALE OTTENUTO
CON LINGUETTA
ARROTONDATA

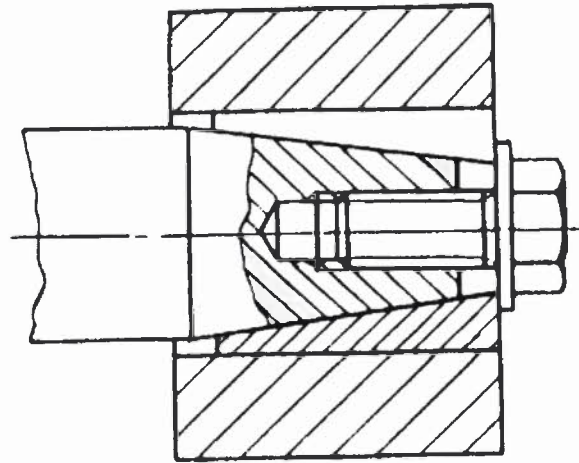


BUSSOLA ELASTICA
CILINDRICO-CONICA:
E' PRESENTE UN TAGLIO
LUNGO IL MANTELLO
DELLA BUSSOLA PER
PERMETTERE UN AUMENTO
DEL DIAMETRO ESTERNO
DELLA SUPERFICE CILINDRICA

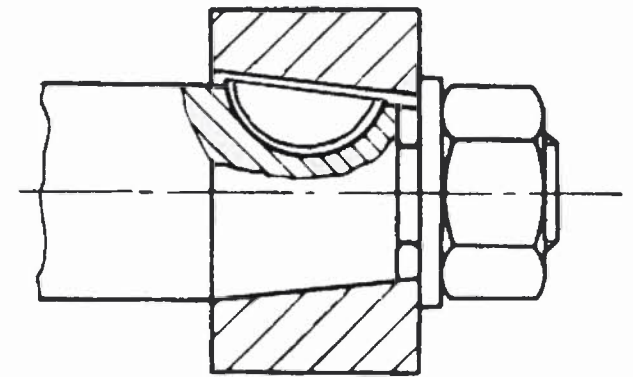
LA BUSSOLA PUO' DILATARSI
RADIALMENTE QUANDO
VIENE FORZATA SU UNA
ESTREMITA' D'ALBERO
CONICA



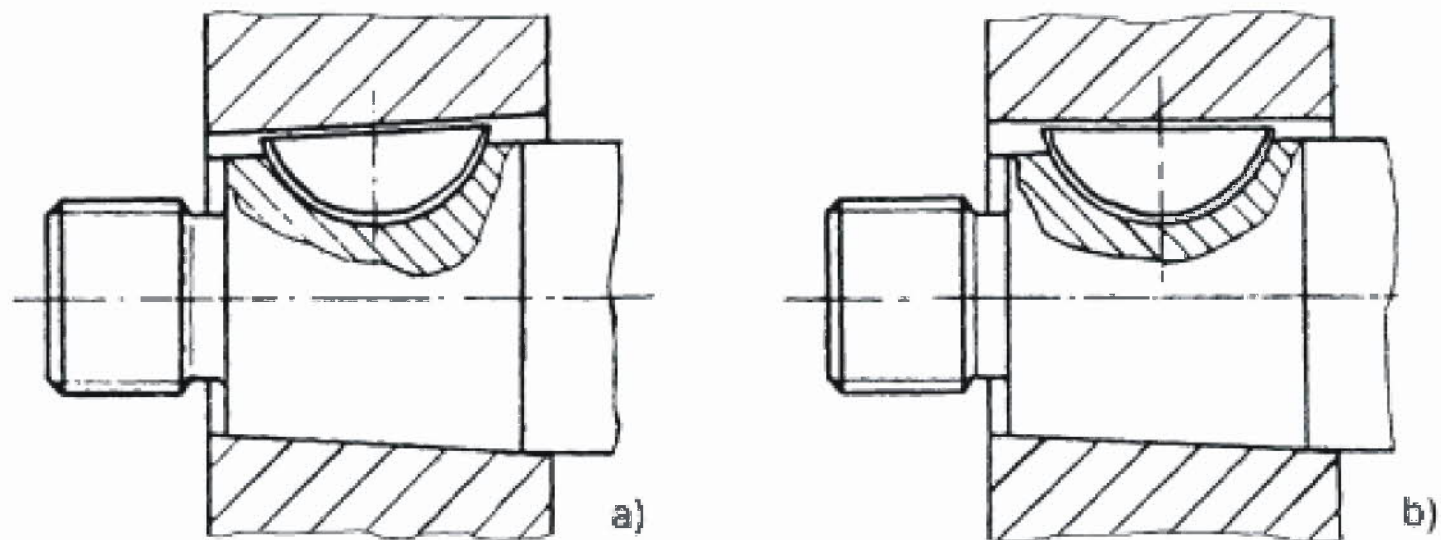
CALETTAMENTO ALBERO/
MOZZO SU ESTREMITA'
D'ALBERO CONICA CON
BLOCCAGGIO ASSIALE
OTTENUTO CON CODOLO
FILETTATO E DADO



CALETTAMENTO ALBERO/
MOZZO SU ESTREMITA'
D'ALBERO CONICA CON
BUSSOLA ESTERNAMENTE
CILINDRICA ED INTERNAMENTE
CONICA, CON TAGLIO
LUNGO UNA GENERATRICE.
USO DI UNA VITE MORDENTE

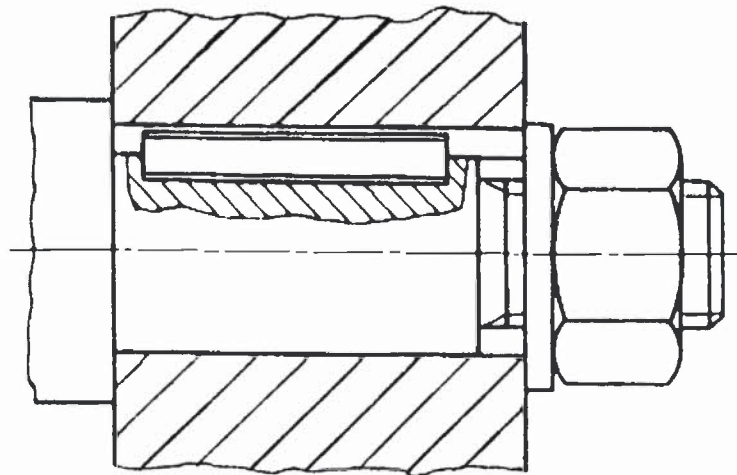
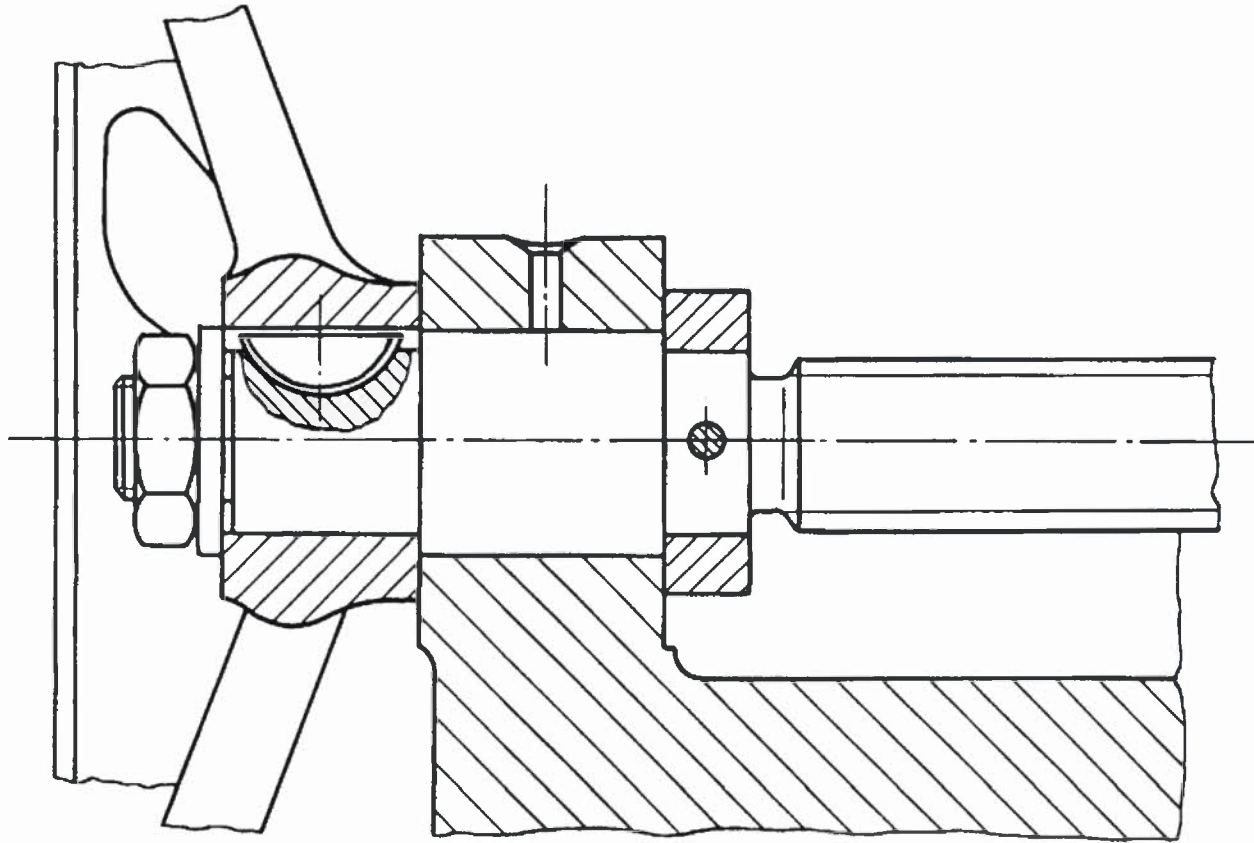


CALETTAMENTO ALBERO/
MOZZO SU ESTREMITA'
D'ALBERO CONICA CON
BLOCCAGGIO ASSIALE
OTTENUTO CON CODOLO
FILETTATO E DADO.
TRASMISSIONE DEL
TORCENTE ASSICURATA DA
UNA LINGUETTA A DISCO



L' esecuzione della cava nel mozzo nel caso della soluzione a) presenta difficoltà di piazzamento sulla stozzatrice. La soluzione b) è di più facile esecuzione.

ESEMPI DI
COLLEGAMENTO
ALBERO/MOZZO



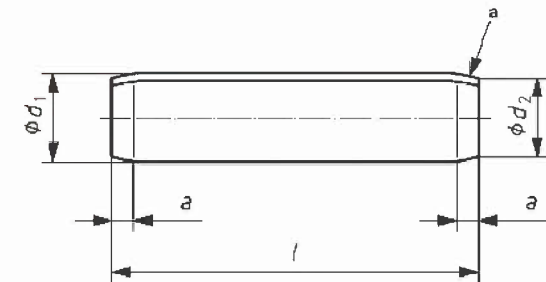
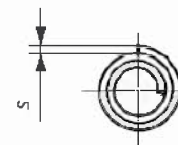
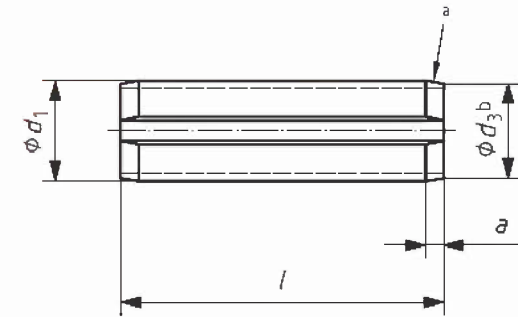
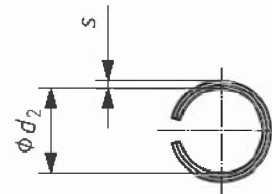
Spine elastiche

Costruite con acciai per molle (alto limite di snervamento) e utilizzate perché in grado di assorbire vibrazioni senza il rischio di estrazione spontanea. Richiedono fori con precisione di lavorazione inferiore.

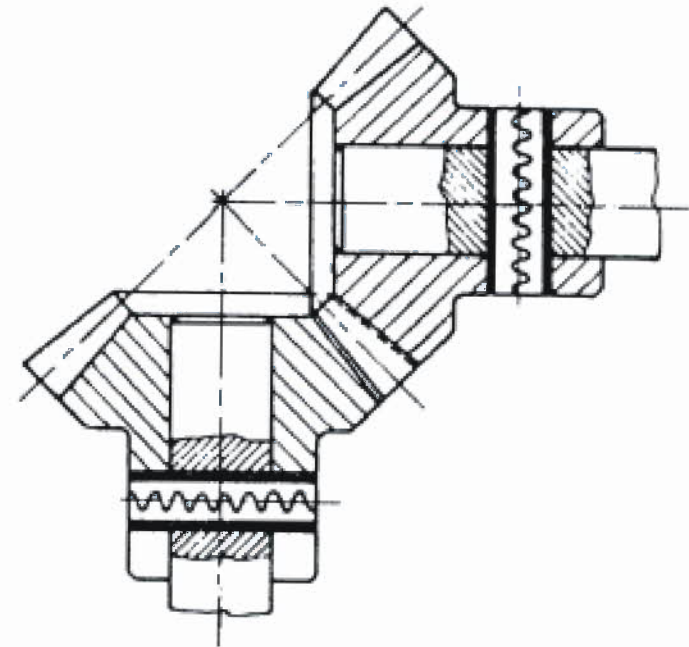
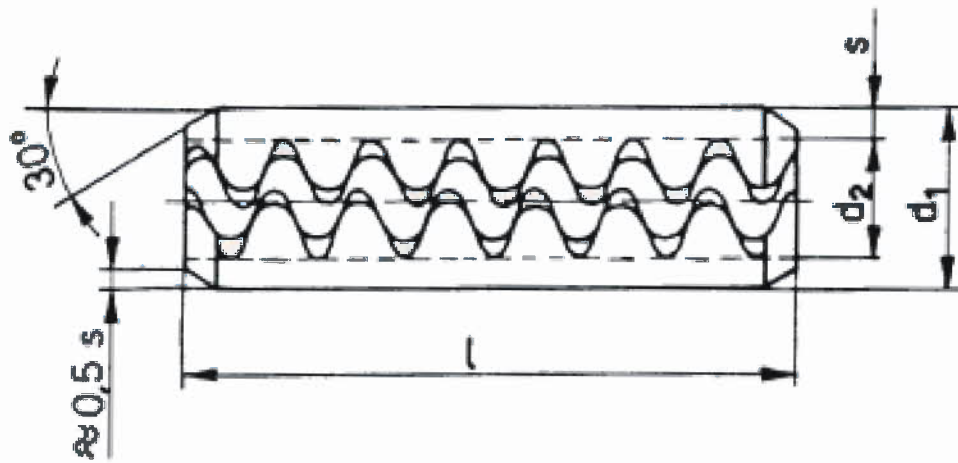


UNI EN ISO 8750
Spine elastiche a spirale

UNI EN ISO 13337
Spine tagliate



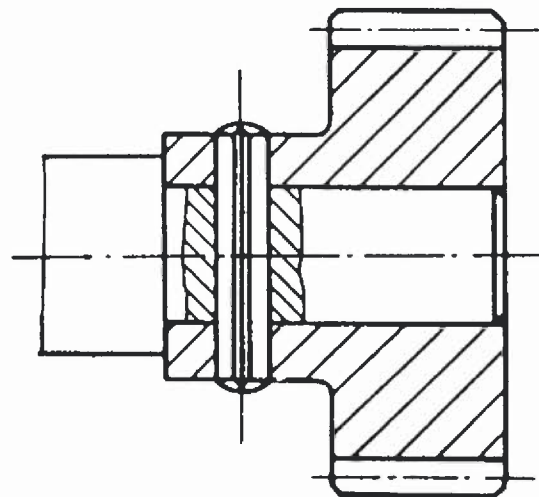
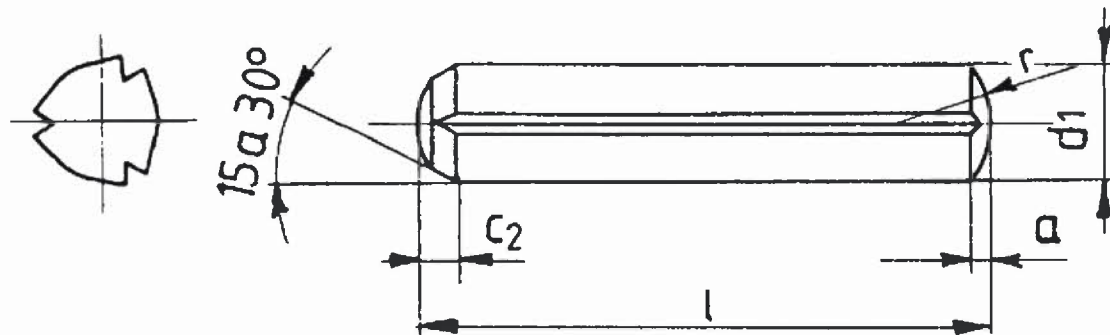
SPINA ELASTICA



SPINE AD INTAGLI

(da UNI ISO 8740 - 8741 - 8742 - 8744 - 8745)

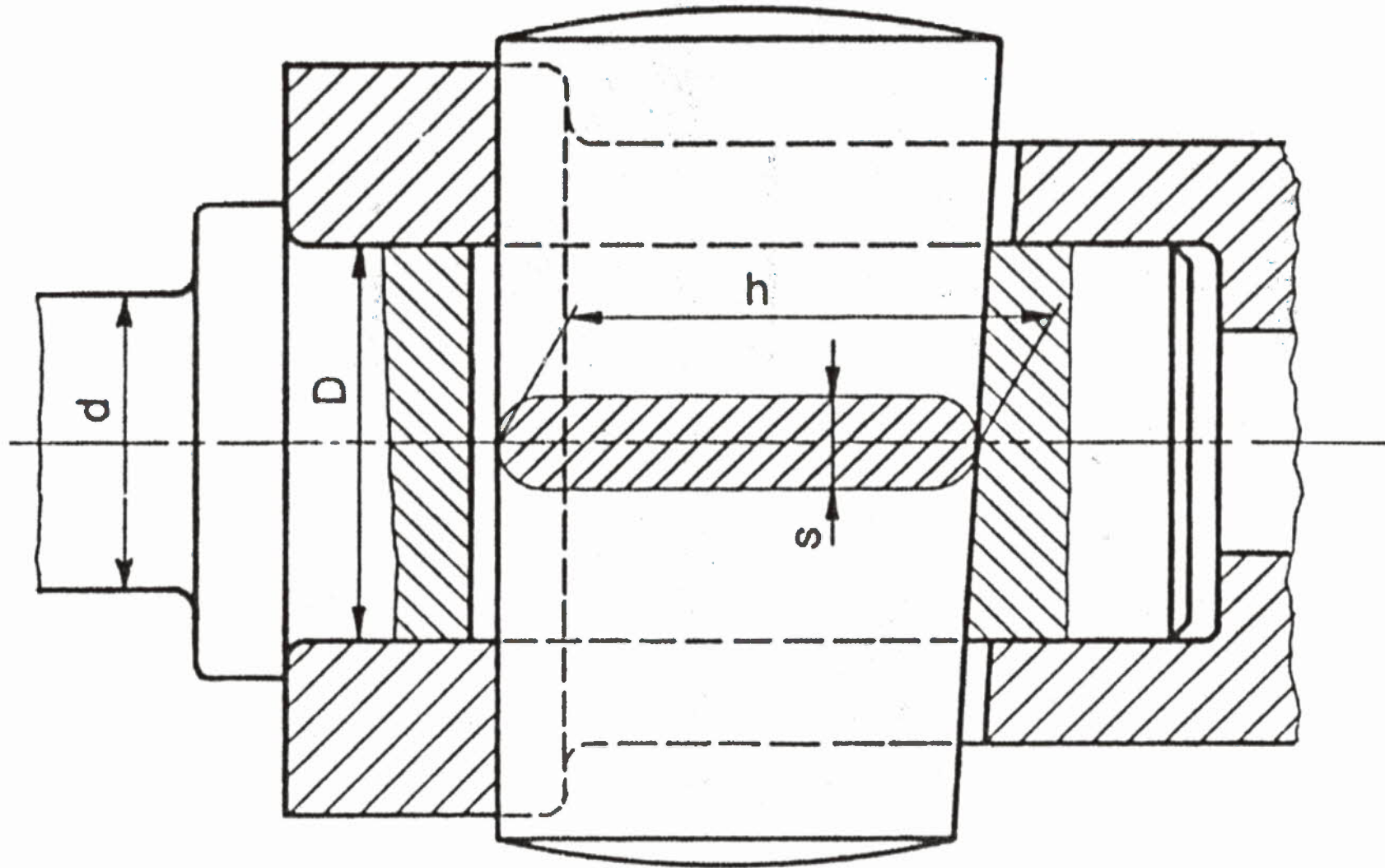
UNI ISO 8740



UN ESEMPIO
D'USO

Esempio di impiego di spina ad intagli UNI ISO 8740 più resistente della spina elastica (a parità di diametro esterno).

COLLEGAMENTO CON BIETTA

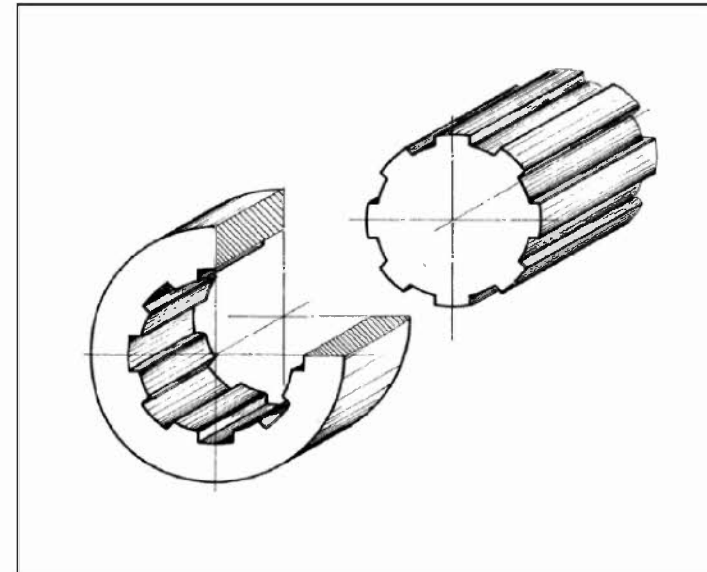


ACCOPPIAMENTI SCANALATI ALBERO-MOZZO

Profili scanalati

Nei casi di alberi fortemente sollecitati i collegamenti con chiavette o linguette sono inadeguati sia per la mancanza di un adeguato centraggio fra albero e mozzo (causa di vibrazioni) sia per gli sforzi eccessivi che si concentrano su elementi di piccole dimensioni.

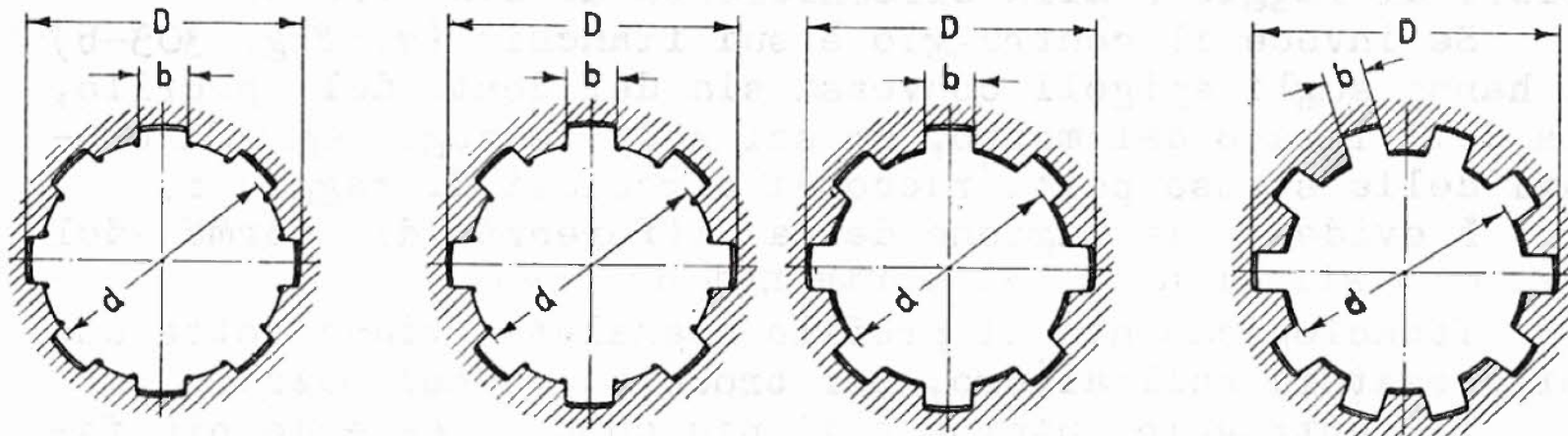
Tutti questi limiti possono venire superati ricorrendo ad alberi scanalati, in cui vengono ricavate (per asportazione di materiale) un certo numero di costole angolarmente equidistanti, che si accoppiano con corrispondenti scanalature del mozzo (ricavate per brocciatura).



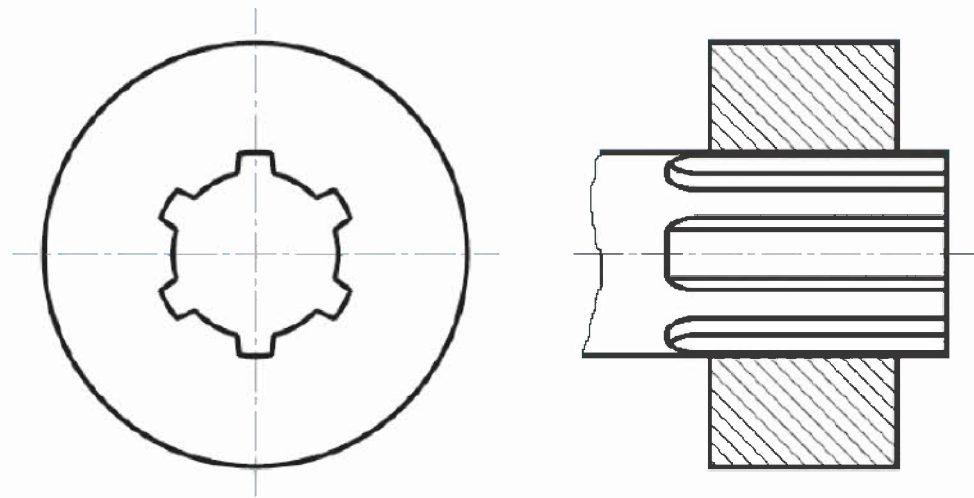
Profili scanalati

A seconda del rapporto λ fra la lunghezza radiale complessiva di appoggio ed il diametro dell'albero si distinguono:

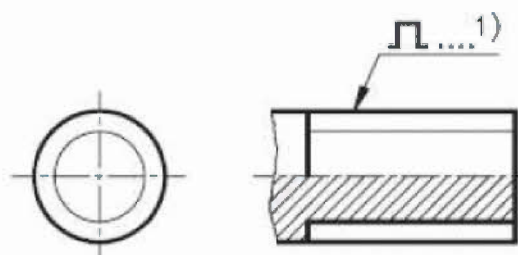
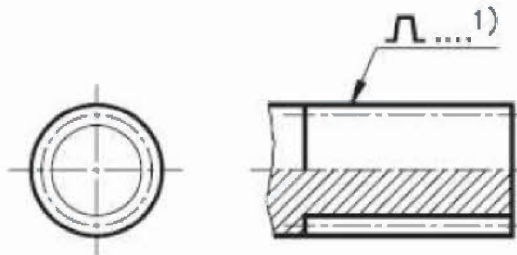
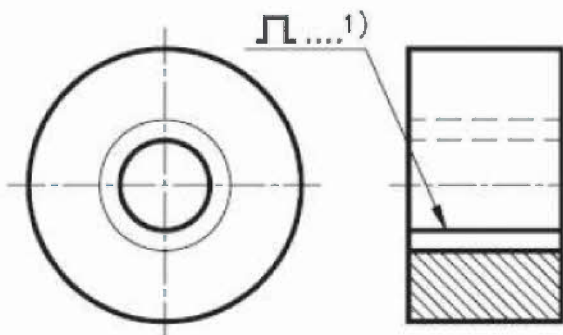
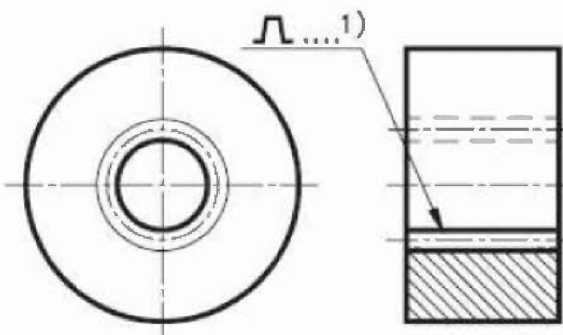
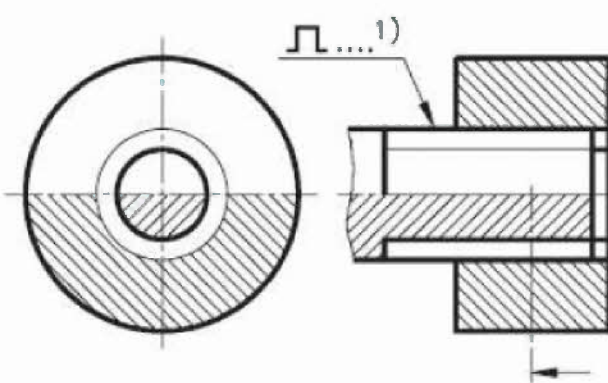
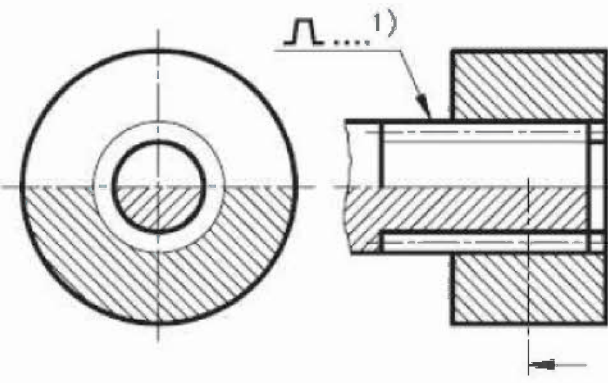
- Profili con appoggio stretto;
- Profili con appoggio medio;
- Profili con appoggio ampio.



RAPPRESENTAZIONE COMPLETA DI UN
ACCOPPIAMENTO SCANALATO A
FIANCHI PARALLELI

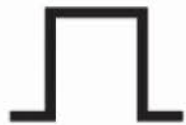


RAPPRESENTAZIONE SEMPLIFICATA DEI PROFILI SCANALATI

	Scanalature con fianchi rettilinei	Scanalature con fianchi ad evolvente e dentature
Albero		
Mozzo		
Accoppiamento scanalato		

Profili scanalati: designazione

La designazione degli accoppiamenti scanalati deve comprendere il segno grafico del tipo di scanalatura e le indicazioni relative all'accoppiamento.



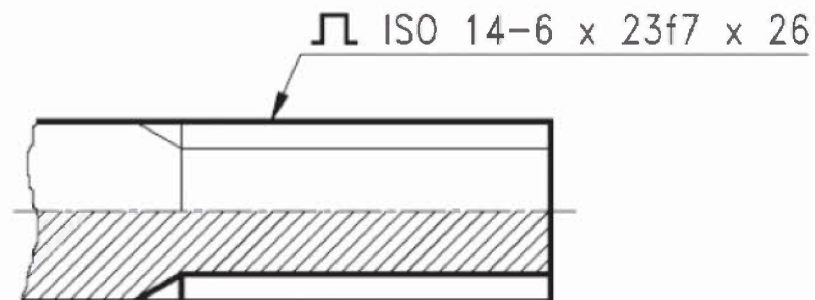
a fianchi paralleli



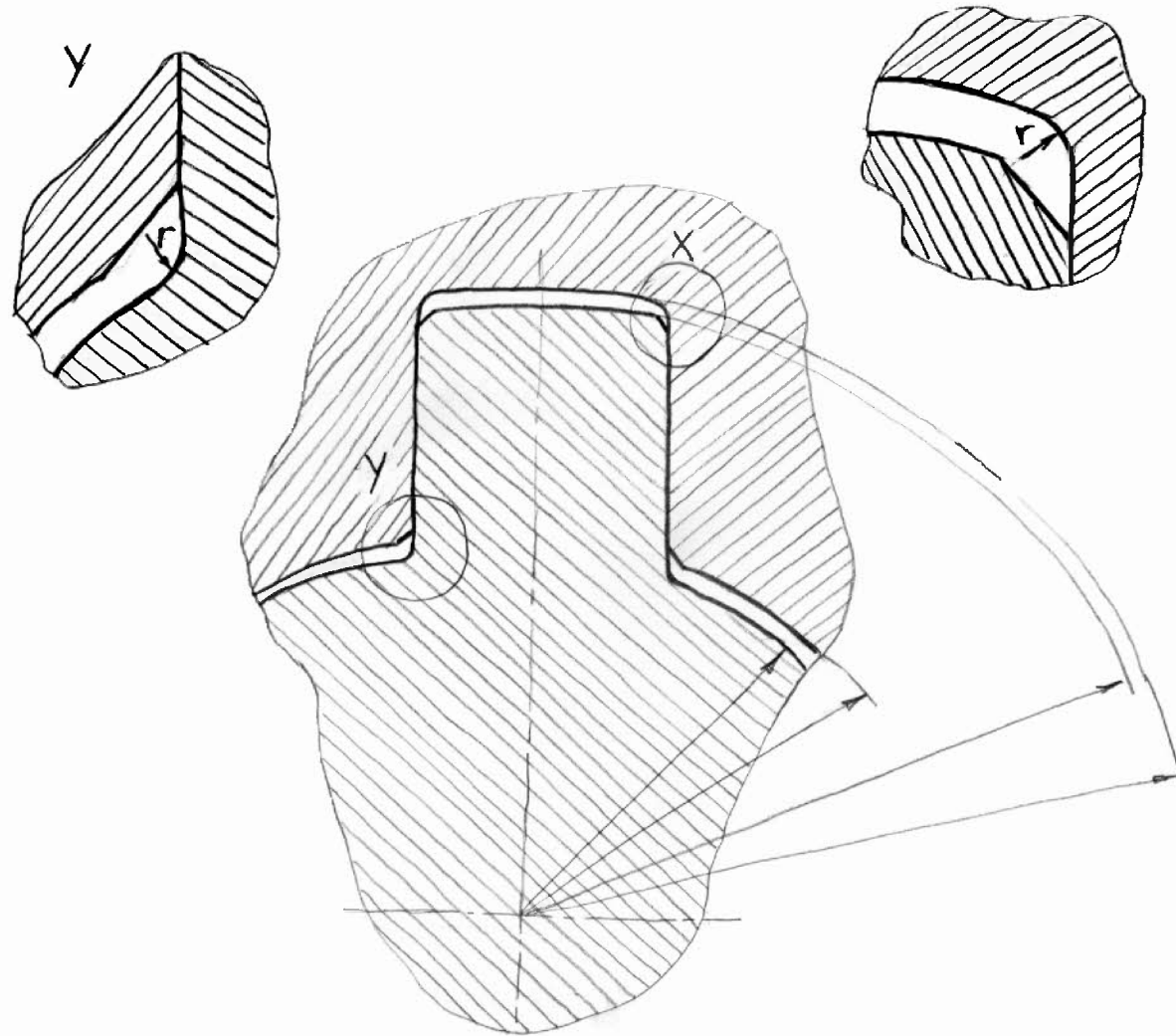
ad evolvente

UNI EN ISO 6413

[Simbolo] norma - num. profili x ϕ interno + tolleranza x ϕ esterno

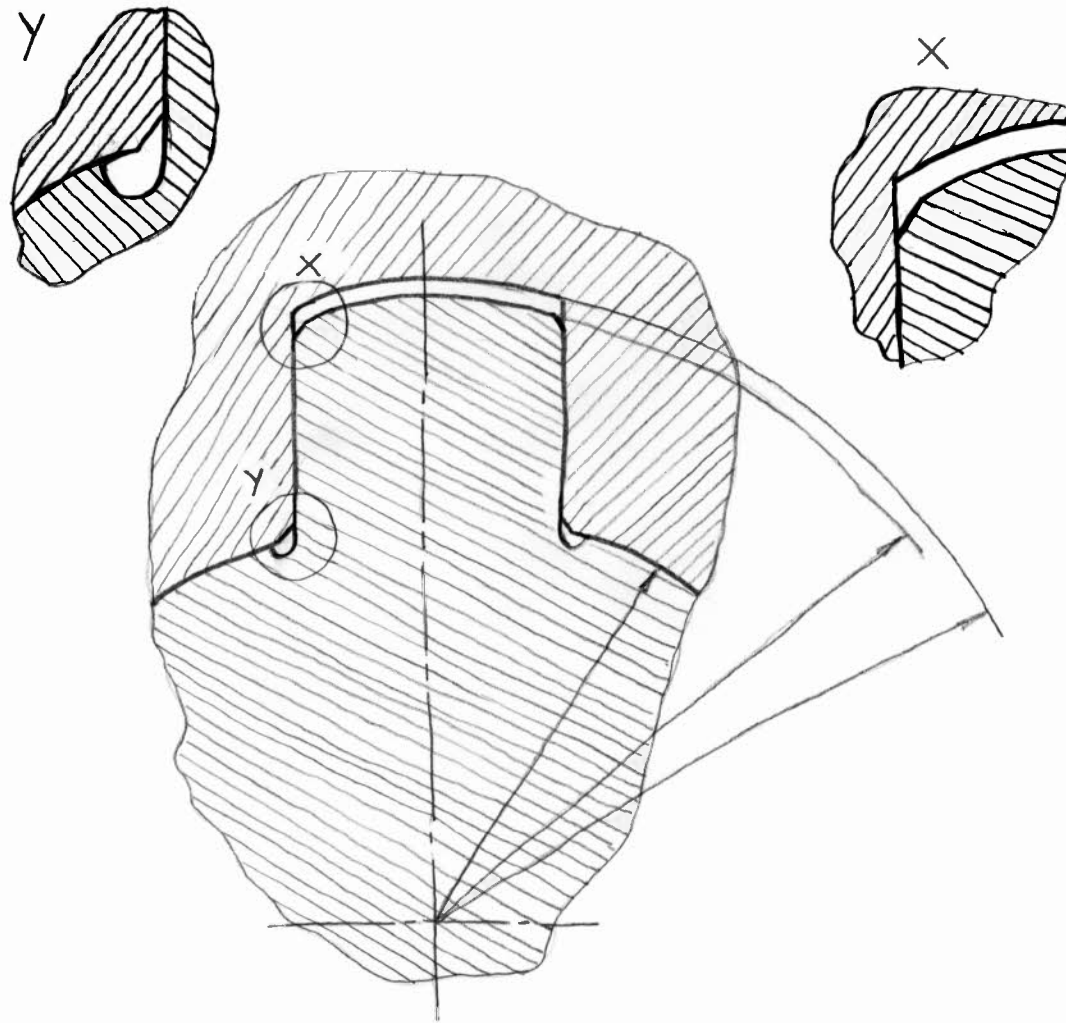


ACCOPPIAMENTO SCANALATO ALBERO MOZZO



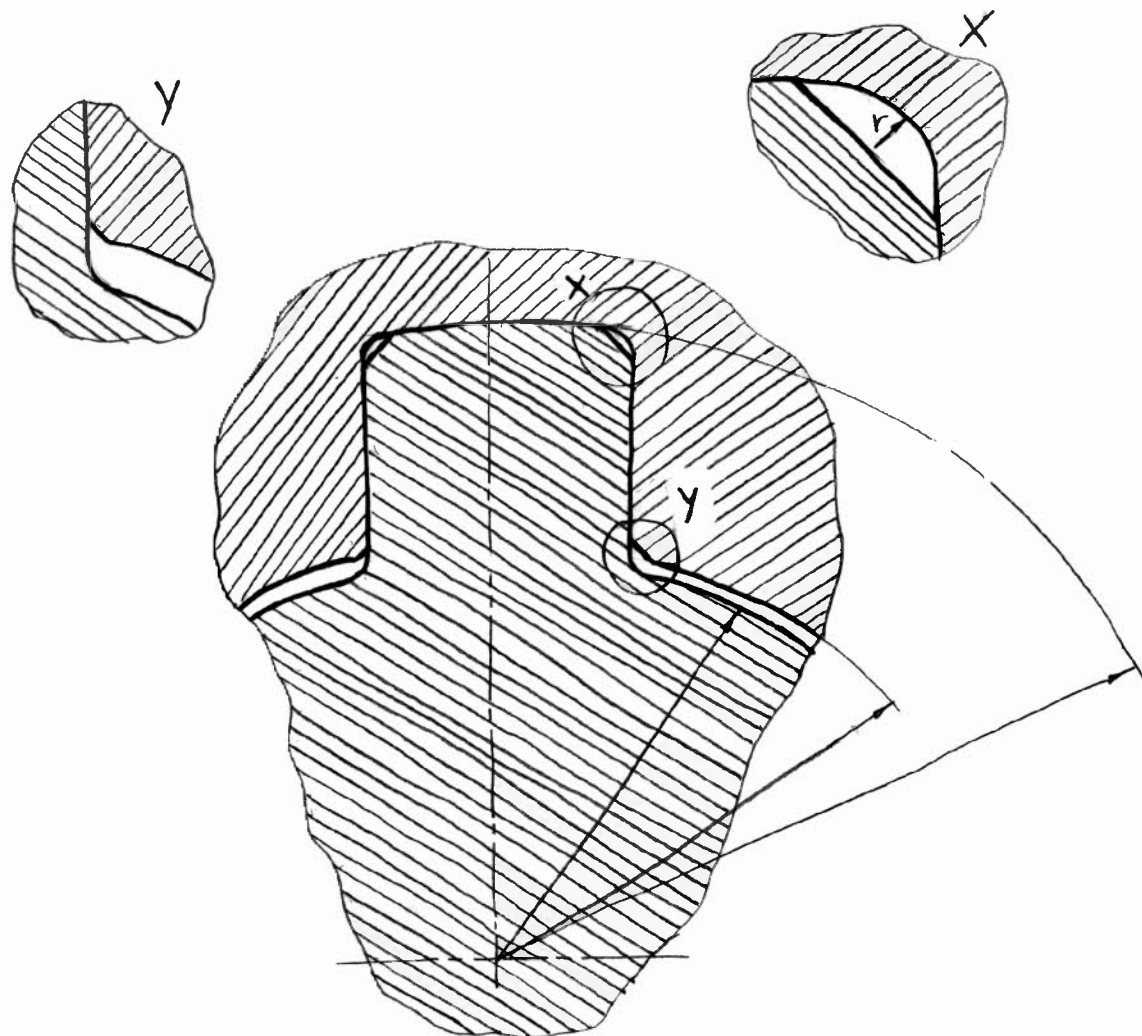
CENTRAGGIO SUI FIANCHI

ACCOPPIAMENTO SCANALATO ALBERO MOZZO



CENTRAGGIO INTERNO

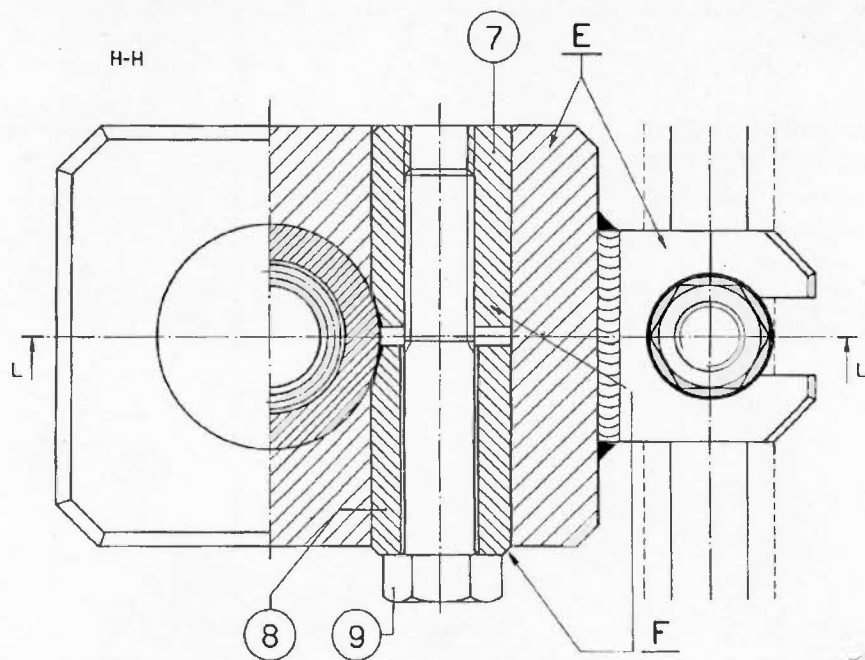
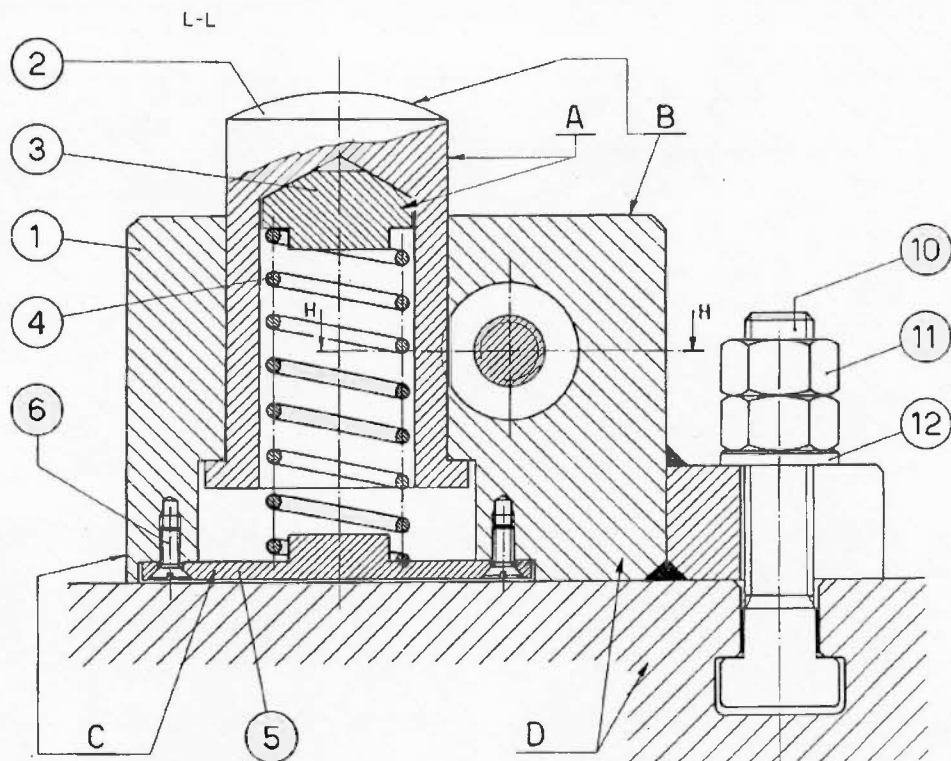
ACCOPPIAMENTO SCANALATO ALBERO MOZZO



CENTRAGGIO ESTERNO

PUNTALINO REGOLABILE

LETTURA DI UN DISEGNO TECNICO
(DEDUZIONE DELLE MODALITA' DI
FUNZIONAMENTO DI UN
DISPOSITIVO)



COLLEGAMENTO	CARATTERISTICHE
A	Rigido - Parziale - Non regolabile
B	Elastico - Regolabile
C	Rigido - Completo - Temporaneo - Non regolabile - Indiretto
D	Rigido - Completo - Temporaneo - Regolabile - Indiretto
E	Rigido - Completo - Permanente
F	Rigido - Completo - Regolabile

TOLLERANZE DIMENSIONALI

Le tolleranze: definizioni

Sistema di tolleranze: metodologie per la determinazione e l'indicazione degli **scostamenti massimi ammessi** tra le dimensioni del *componente reale* e quelle del *componente nominale* rappresentato nel disegno.

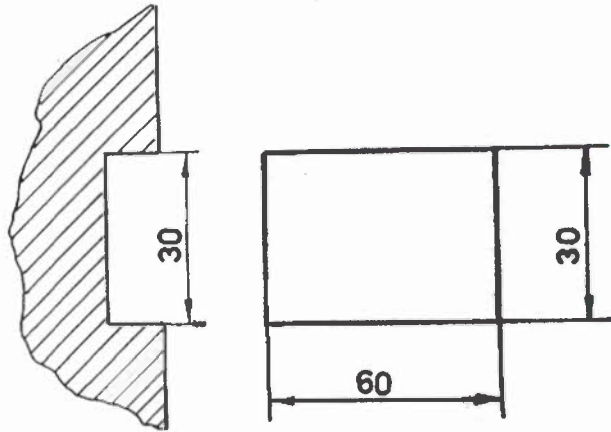
Scostamento: differenza algebrica fra una dimensione MISURATA e la corrispondente dimensione nominale.

Tolleranza: differenza algebrica fra scostamento superiore e scostamento inferiore (ovvero differenza fra dimensione massima e dimensione minima)

Le tolleranze si distinguono in:

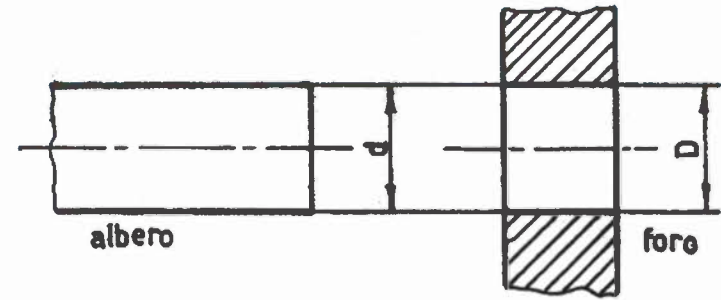
- 1) Tolleranze dimensionali
- 2) Tolleranze geometriche (di forma e posizione)

ALBERO E FORO

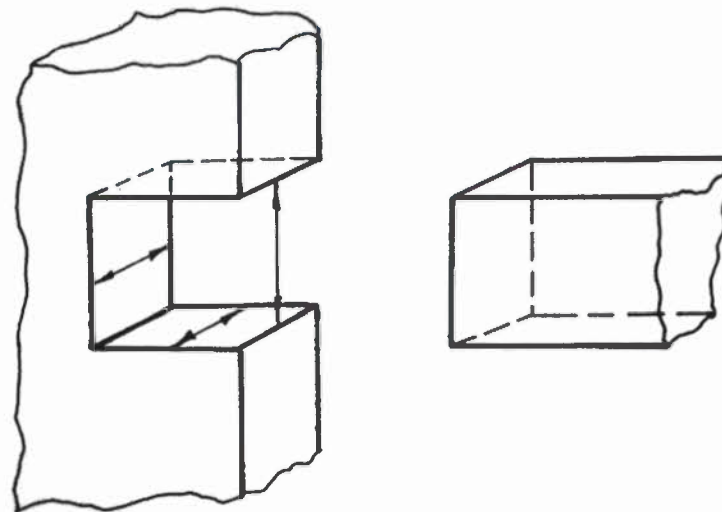


$$59.9 < 60 < 60.1$$

Intervallo dimensionale di escursione.



Definizione di dimensione nominale per un albero e un foro



Estensione del concetto di albero (pieno) e di foro (cavità)

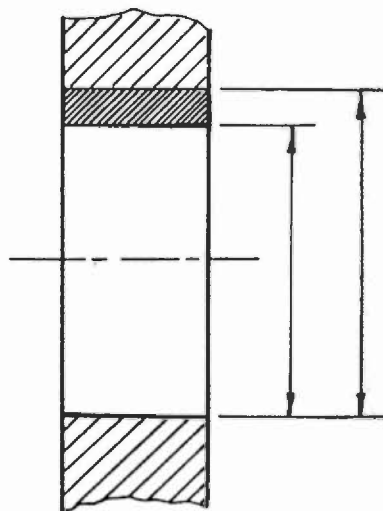
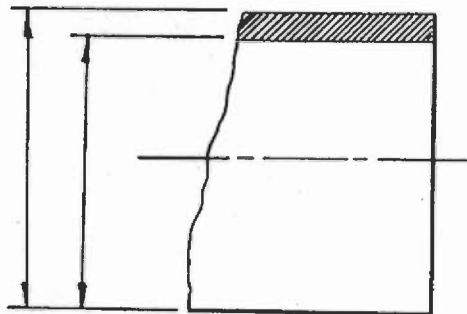
Albero e foro

Accoppiamento: è il termine con cui si esprime in generale la connessione di due pezzi o elementi in cui uno viene considerato interno rispetto all'altro che viene considerato esterno.

Albero e foro sono quindi due concetti generalizzati:

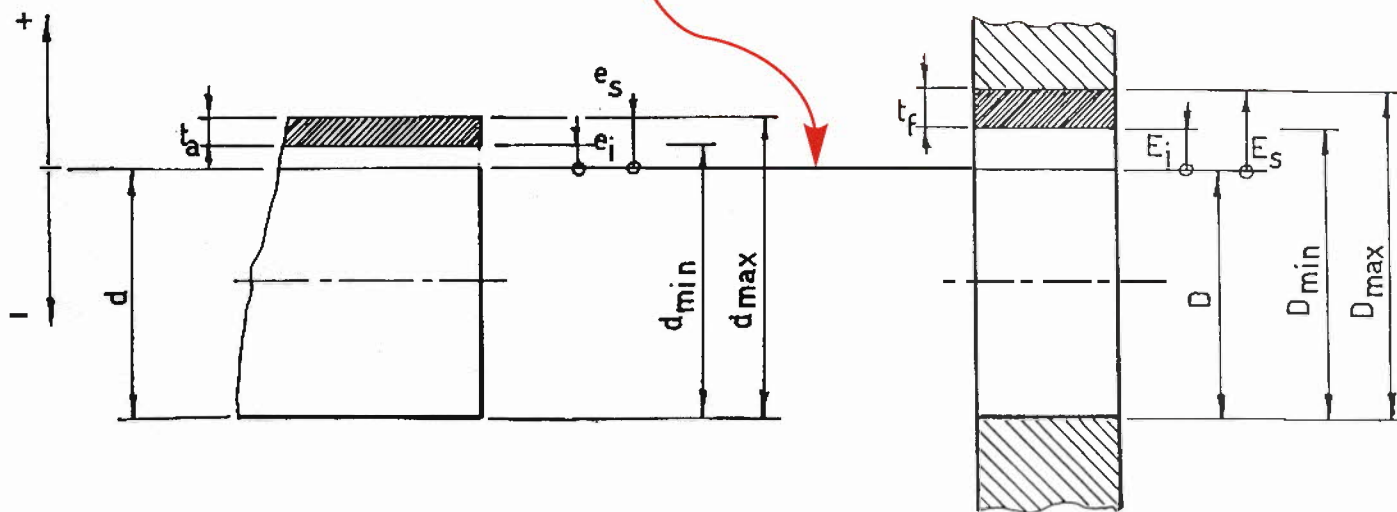
FORO: spazio contenente delimitato da superfici

ALBERO: spazio contenuto delimitato da superfici



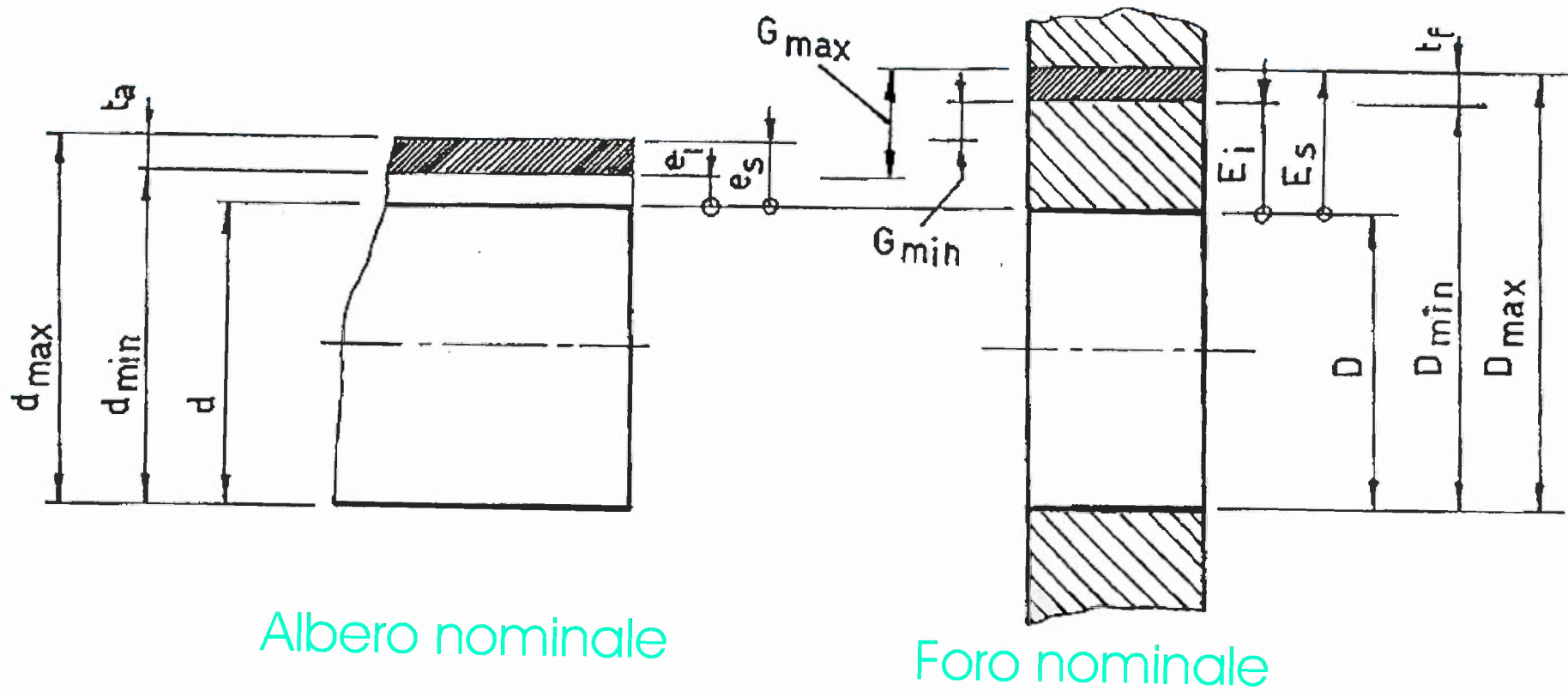
Campi di tolleranza per l'albero e il foro

LINEA DELLO ZERO (è comune all'albero e al foro)

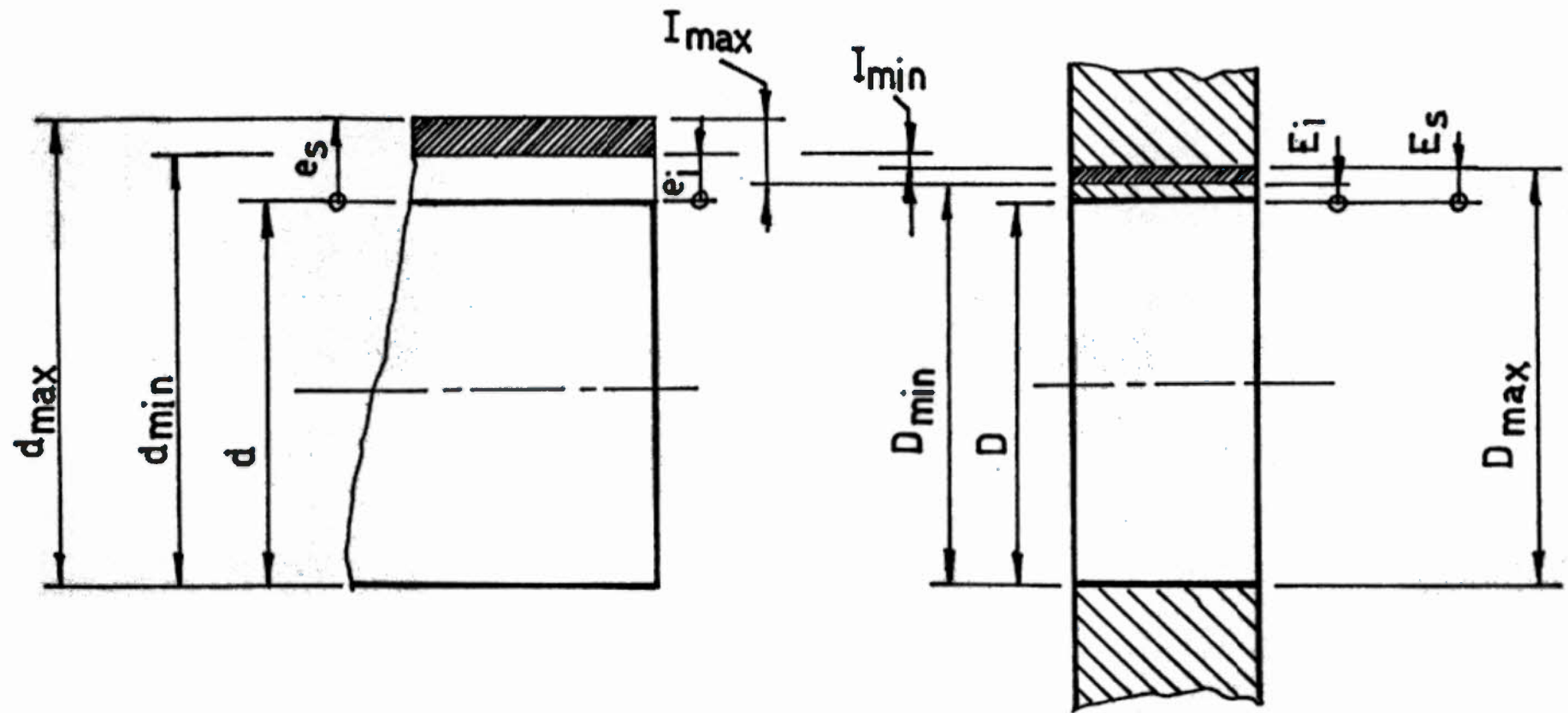


Definizione quantitativa del concetto di tolleranza

ACCOPPIAMENTO CON GIOCO E VALUTAZIONE ANALITICA DEI GIOCHI



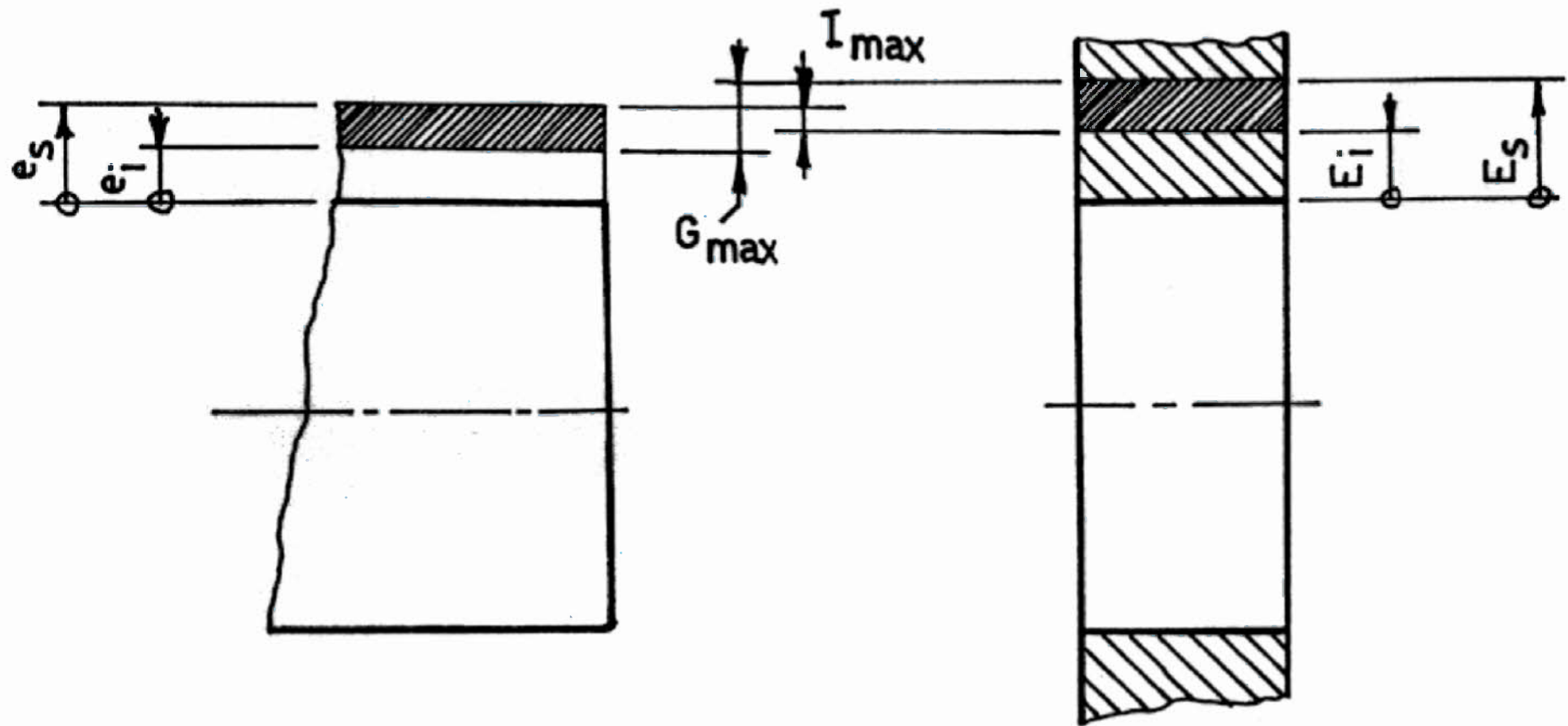
ACCOPPIAMENTO CON INTERFERENZA E VALUTAZIONE ANALITICA DELLE INTERFERENZE



Albero nominale

Foro nominale

ACCOPPIAMENTO INCERTO E VALUTAZIONE ANALITICA DEL GIOCO MASSIMO E DELL'INTERFERENZA MASSIMA



Albero nominale

Foro nominale

Sistemi di tolleranze dimensionali

UNI ISO 286:2010

Sistema di codifica ISO per tolleranze di dimensioni lineari

La precondizione per l'applicabilità del sistema ISO di tolleranze di parti formanti un accoppiamento è che la dimensione nominale del foro e dell'albero siano identiche.

- 1) Temperatura di riferimento: **20°C**
- 2) Le tolleranze sono espresse in **μm**
- 3) Il campo di tolleranze riguarda dimensioni fino a 3150 mm e viene suddiviso in due classi:
 - A. fino a 500 mm**
 - B. da 500 mm a 3150 mm**

Le classi **A** e **B** sono a loro volta suddivise in gruppi dimensionali.

Influenza della temperatura

Le dilatazioni/contrazioni termiche possono avere lo stesso ordine di grandezza delle tolleranze dimensionali

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

$$\alpha = 1.2E-5$$

$$L = 50\text{mm}$$

$$\Delta T = 60^\circ$$

$$\Delta L = 0.036\text{mm} (36\mu\text{m})$$

$$50 / H5 = 50\ 0/+0.011$$

GRUPPI PRINCIPALI		GRUPPI INTERMEDI (*)	
oltre	fino a	oltre	fino a
-	3	Nessuna suddivisione	
3	6		
6	10		
10	18	10 14	14 18
18	30	18 24	24 30
30	50	30 40	40 50
50	80	50 65	65 80
80	120	80 100	100 120
120	180	120 140 160	140 160 180
180	250	180 200 225	200 225 250
250	315	250 280	280 315
315	400	315 355	355 400
400	500	400 450	450 500

GRUPPI DIMENSIONALI NOMINALI DA 1 A 500 mm

(*) Utilizzati per gli scostamenti da **a** a **c** e da **r** a **zc** per gli alberi, da **A** a **C** e da **R** a **ZC** per i fori, nei casi dove è stato ritenuto necessario

GRUPPI PRINCIPALI		GRUPPI INTERMEDI	
oltre	fino a	oltre	(*) fino a
500	630	500 560	560 630
630	800	630 710	710 800
800	1000	800 900	900 1000
1000	1250	1000 1120	1120 1250
1250	1600	1250 1400	1400 1600
1600	2000	1600 1800	1800 2000
2000	2500	2000 2240	2240 2500
2500	3150	2500 2800	2800 3150

GRUPPI DIMENSIONALI NOMINALI DA 500 A 3500 mm

(*) Utilizzati per gli scostamenti da **r** a **u** per gli alberi, da **R** a **U** per i fori

Dimensione media geometrica

Per ogni *GRUPPO* di ogni *CLASSE* le tolleranze e gli scostamenti vengono calcolati in funzione della dimensione media geometrica D , così definita:

$$D = \sqrt{D_{max} * D_{min}} \quad [\text{mm}]$$

quindi all'interno di ogni gruppo (intervallo di misure) la tolleranza è la stessa

ESEMPIO (classe fino a 500 mm)

Gruppo 1 (fino a 3mm)

$$D = \sqrt{1 * 3} = 1.732$$

Gruppo 5 (da 18 a 30)

Sottogruppo da 18 a 24

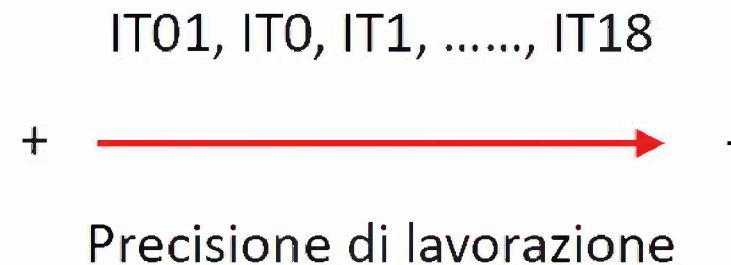
$$D = \sqrt{18 * 30} = 23.238$$

Gradi di tolleranza

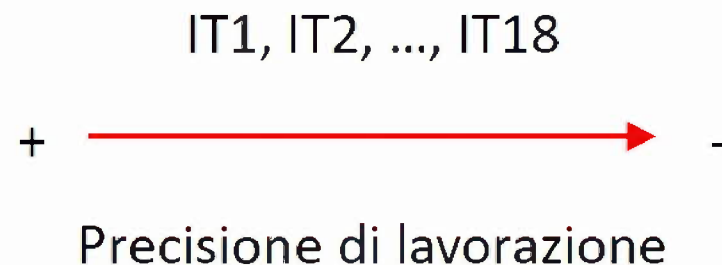
Per ogni gruppo o sottogruppo, caratterizzato dalla dimensione media geometrica D , è possibile definire diversi gradi di tolleranza indicati con la sigla **IT** (*International Tolerance*).

I gradi di tolleranza indicano la precisione della lavorazione.

- Classe fino a 500 mm (20 gradi di tolleranza IT codificati)



- Classe da 500 a 3150 mm (18 gradi di tolleranza IT codificati)



Calcolo di IT (classe fino a 500mm)

I gradi di tolleranza normalizzati da **IT01** a **IT1** si calcolano mediante le seguenti relazioni:

$$IT01 = 0.3 + 0.008 D [\mu m]$$

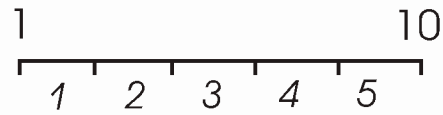
$$IT0 = 0.5 + 0.012 D [\mu m]$$

$$IT1 = 0.8 + 0.020 D [\mu m]$$

I gradi di tolleranza **IT2**, **IT3** e **IT4** non vengono calcolati ma *ripartiti in progressione geometrica* fra **IT1** e **IT5** .

SERIE DI NUMERI NORMALI

DEFINIZIONE DELLA "RAGIONE"



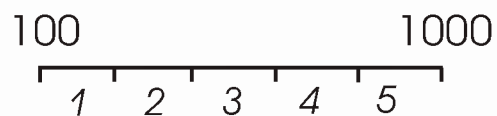
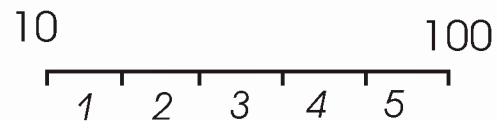
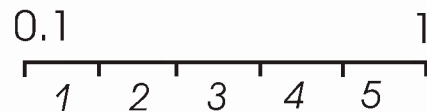
Ra5: ragione serie
geometrica
pari a

$$\sqrt[5]{10} = 1.585$$

Numero di parti in cui
si suddivide l'intervallo

Valore costante

Altri estremi dell' intervallo:



Ra10

Ra20

...

...

...

Calcolo di IT (classe fino a 500mm)

I gradi di tolleranza da **IT5** a **IT18** si calcolano come multipli dell' unità di tolleranza i , così definita:

$$i = 0.45 * \sqrt[3]{D} + 0.001 * D [\mu\text{m}]$$

Calcolo di IT (classe da 500 a 3150 mm)

I gradi di tolleranza da **IT1** a **IT18** si calcolano come multipli dell' unità di tolleranza I , così definita:

$$I = 0.004 * D + 2.1 [\mu\text{m}]$$

Calcolo di IT

Tolleranze fondamentali

GRADI DI TOLLERANZE NORMALIZZATE	DIMENSIONE NOMINALE (mm)	
	fino a 500	oltre 500 fino a 3150
IT1	-	2 I
IT2	-	2,7I
IT3	-	3,7I
IT4	-	5I
IT5	7i	7I
IT6	10i	10I
IT7	16i	16I
IT8	25i	25I
IT9	40i	40I
IT10	64i	64I
IT11	100i	100I
IT12	160i	160I
IT13	250i	250I
IT14	400i	400I
IT15	640i	640I
IT16	1000i	1000I
IT17	1600i	1600I
IT18	2500i	2500I

A parità di classe di precisione il valore della tolleranza varia a seconda della dimensione nominale.

Tolleranze fondamentali

Valori delle tolleranze fondamentali per dimensioni nominali fino a 3150mm

Table 1 — Values of standard tolerance grades for nominal sizes up to 3 150 mm

Nominal size mm		Standard tolerance grades																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Above	Up to and Inclu- ding	Standard tolerance values																			
		µm											mm								
—	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	26	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630			9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800			10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1 000			11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1 000	1 250			13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1 250	1 600			15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1 600	2 000			18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2 000	2 500			22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1 100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2 500	3 150			26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1 350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

Tolleranze / Lavorazioni / Applicazioni

Grado di tolleranza normalizzato	Classe di tolleranza		Lavorazioni meccaniche corrispondenti		Applicazioni	
	Alberi	Fori	Alberi	Fori	Alberi	Fori
IT1 - IT4			Lavorazione con macchine speciali	Lavorazione con macchine speciali	Lavorazioni di precisione di strumenti di misura, calibri, blocchetti di riscontro	
IT5	extra preciso		rettifica	rettifica speciale	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT6	preciso	extra preciso	rettifica	rettifica	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT7	preciso - medio	preciso	tornitura	rettifica alesatura tornitura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT8	medio	medio	tornitura	alesatura tornitura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT9	medio - grossolano	medio - grossolano	tornitura trafilatura	alesatura tornitura trapanatura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT10	medio - grossolano	medio - grossolano	tornitura trafilatura	alesatura tornitura trapanatura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT11	grossolano	grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT12	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT13	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT14 - IT18	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	

Esempi

$$d=24\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{18 \cdot 30} = 23.238\text{mm}$$

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{23.238} + 0.001 \cdot 23.238 = 1.307\mu\text{m}$$

$$\text{IT7} \Rightarrow \text{Tolleranza } 16i = 21\mu\text{m}$$

$$\text{IT15} \Rightarrow \text{Tolleranza } 640i = 837\mu\text{m}$$

$$d=640\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{630 \cdot 800} = 709.93\text{mm}$$

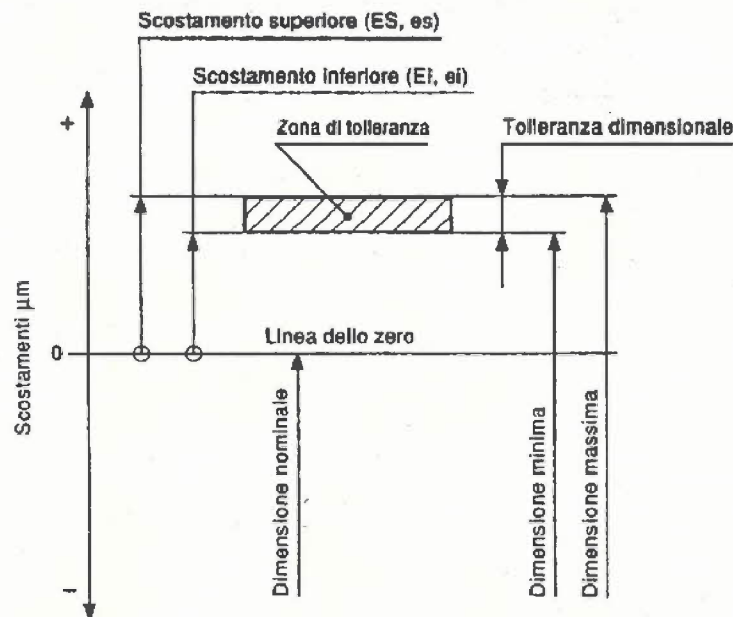
$$I = 0.004 \cdot 709.93 + 2.1 = 4.94\mu\text{m}$$

$$\text{IT3} \Rightarrow \text{Tolleranza } 3.7I = 19\mu\text{m}$$

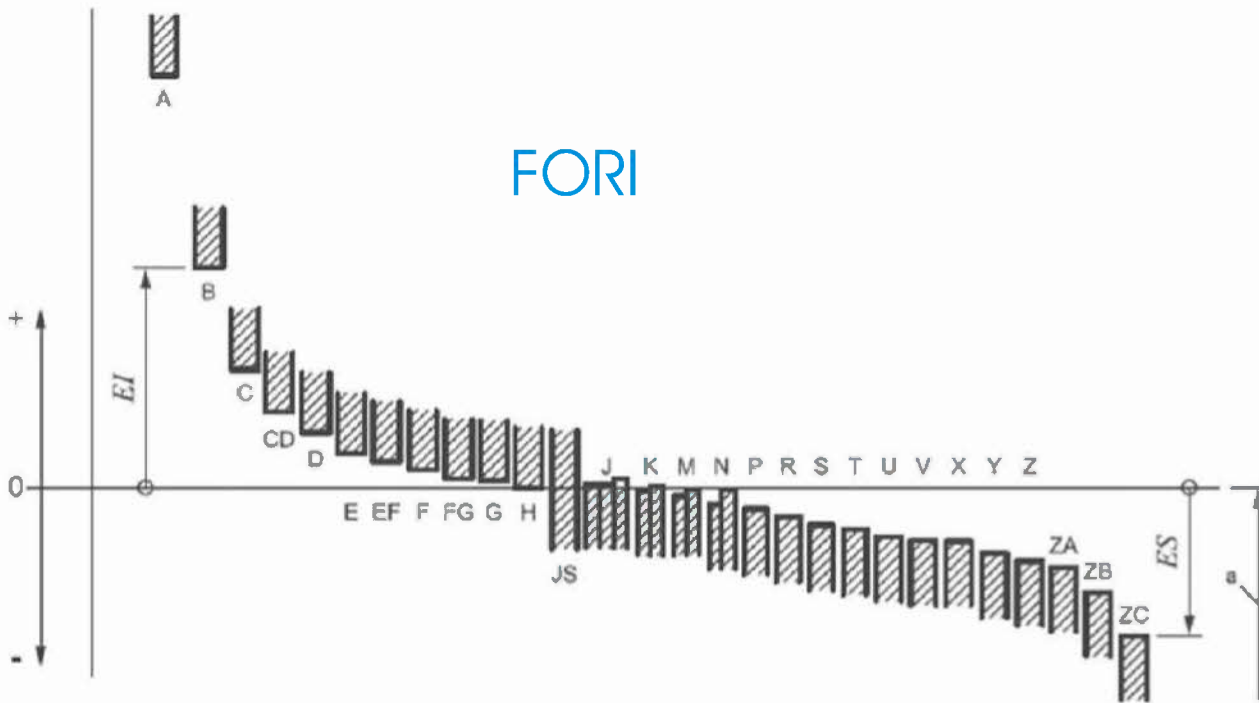
$$\text{IT12} \Rightarrow \text{Tolleranza } 160I = 791\mu\text{m}$$

Posizione della zona di tolleranza

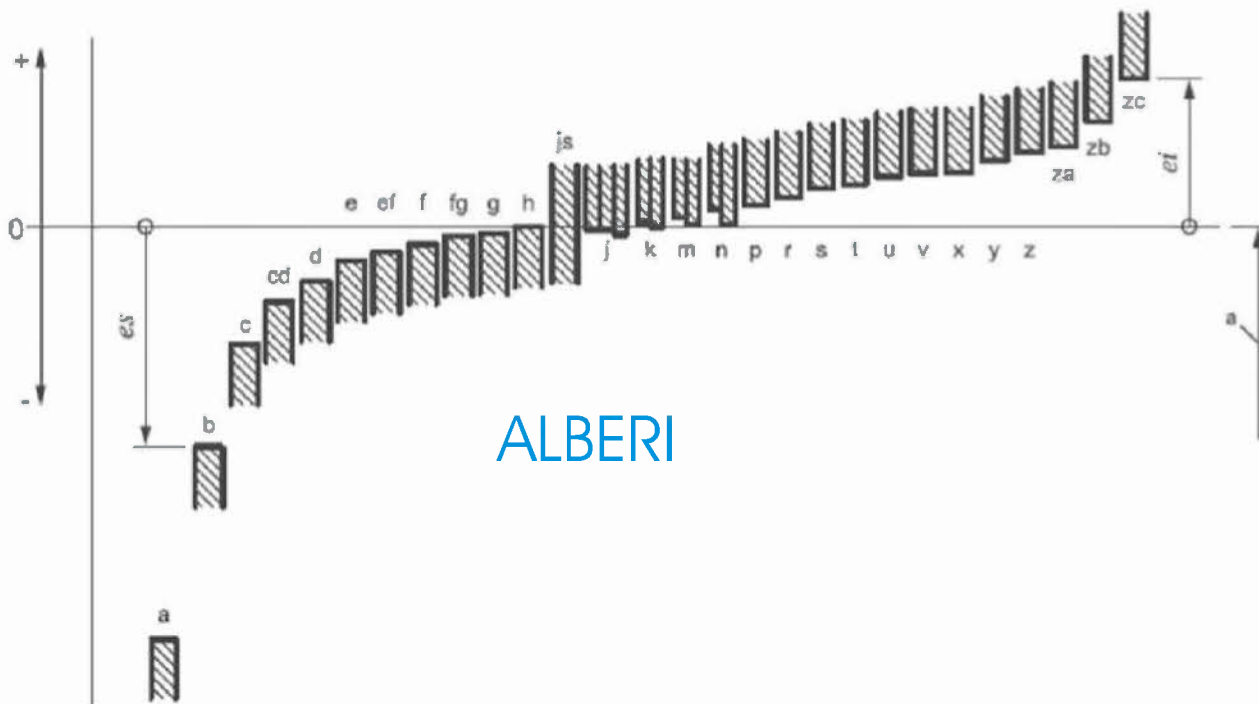
Mediante la dimensione media geometrica D , le unità di tolleranza i e I e la tolleranza fondamentale IT è stata definita l'ampiezza della zona di tolleranza ma **non** la sua posizione rispetto alla linea dello zero.



N.B.: Si definisce *scostamento fondamentale* quello **più vicino** alla *linea dello zero*.

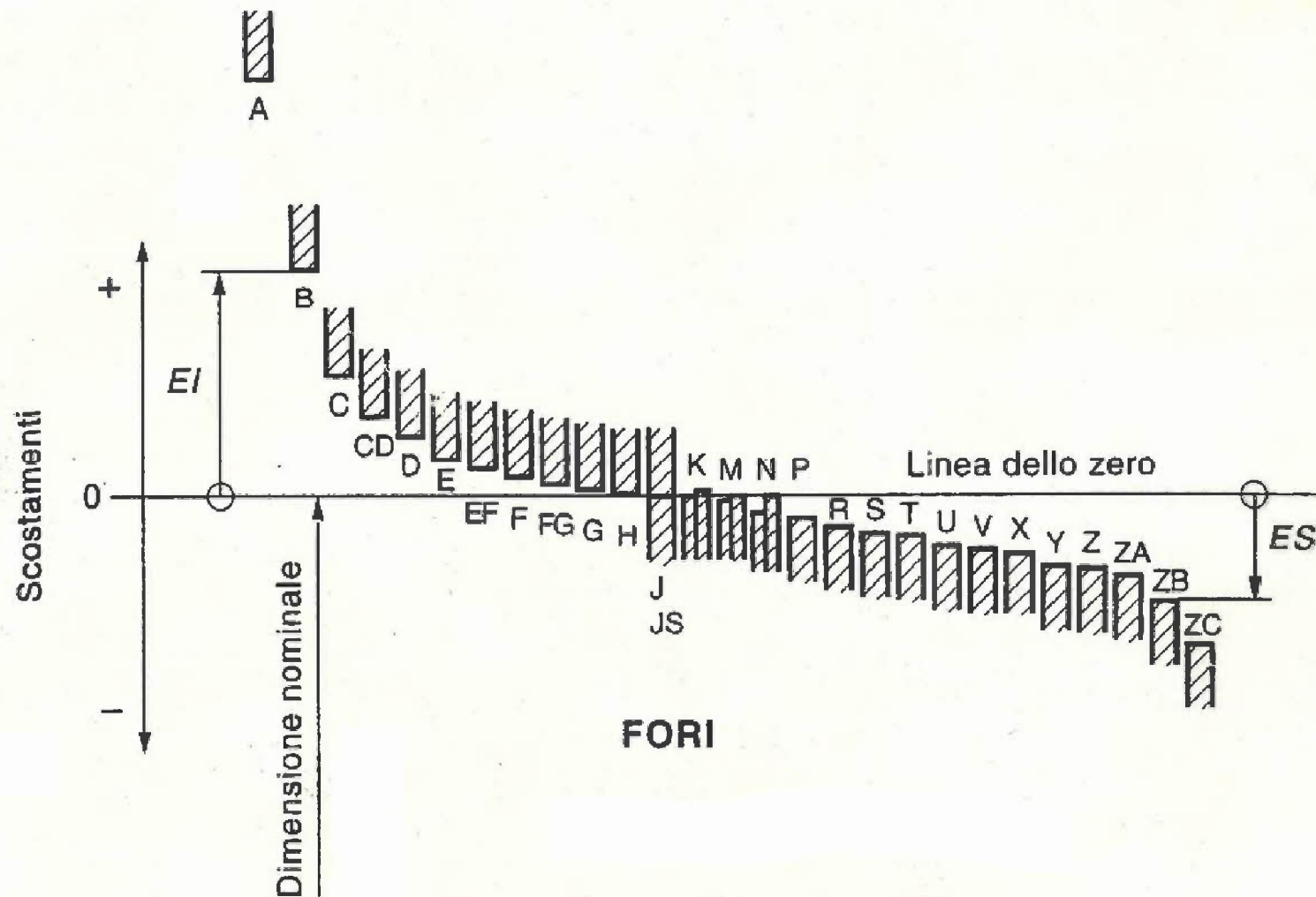


- Le lettere **maiuscole** sono relative ai **fori**
- Le lettere **minuscole** sono relative agli **alberi**



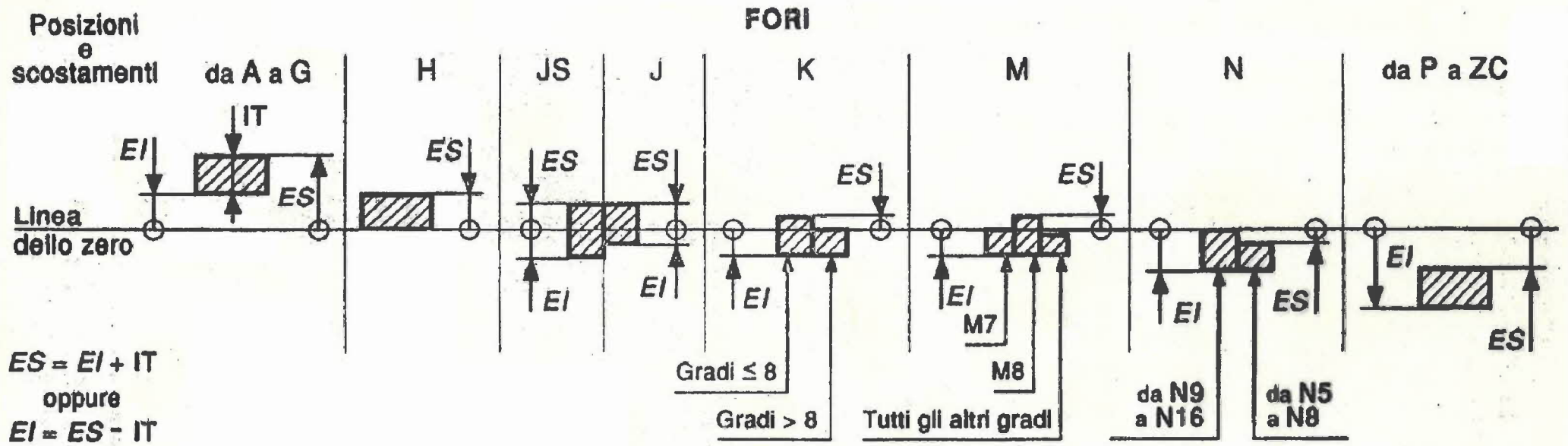
POSIZIONI DEI CAMPI DI TOLLERANZA

Schema generale – Fori

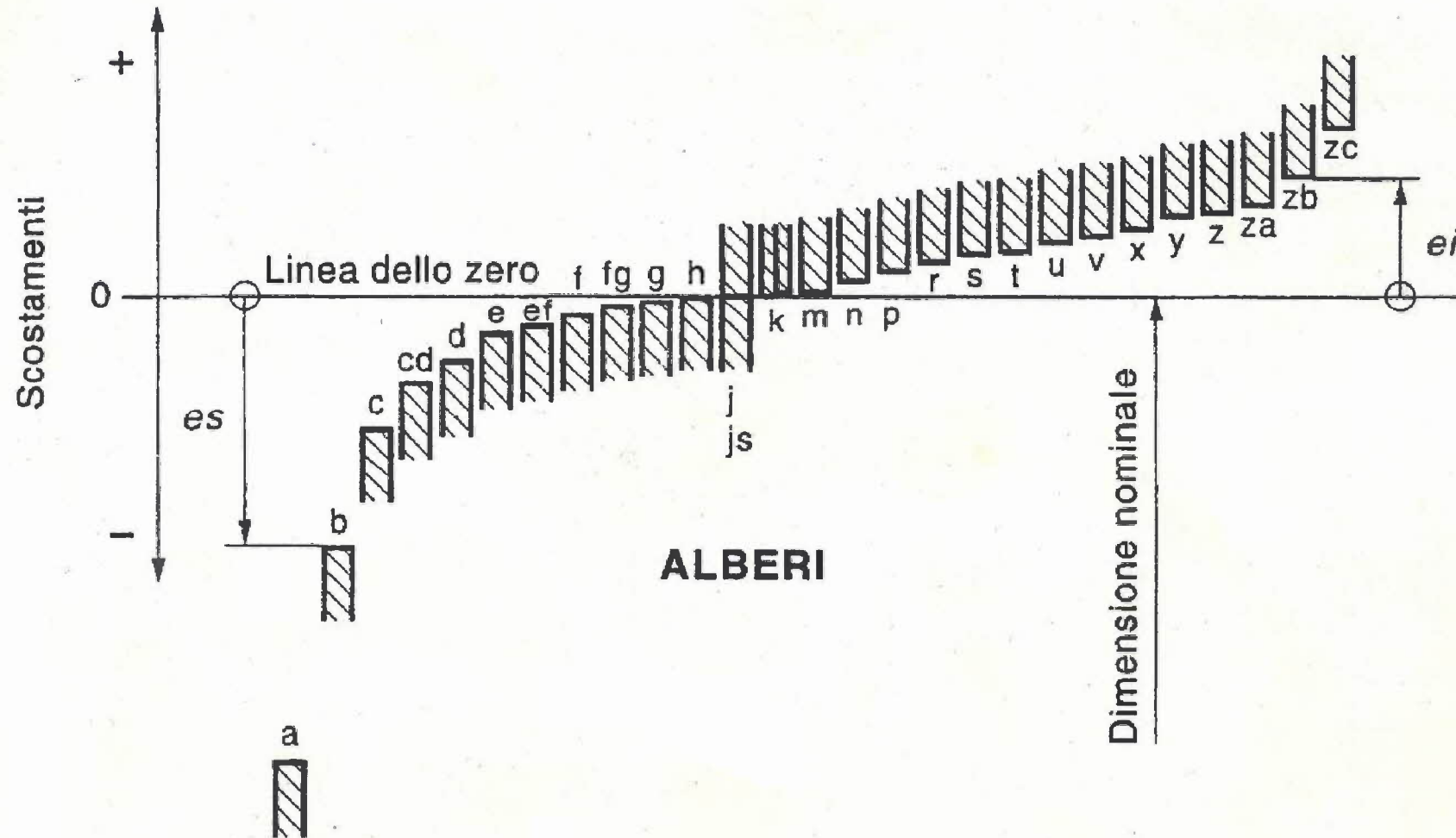


- Da A ad H dimensioni effettive maggiori delle nominali (scostamenti positivi)
- Da K a ZC dimensioni effettive minori delle nominali (scostamenti negativi)

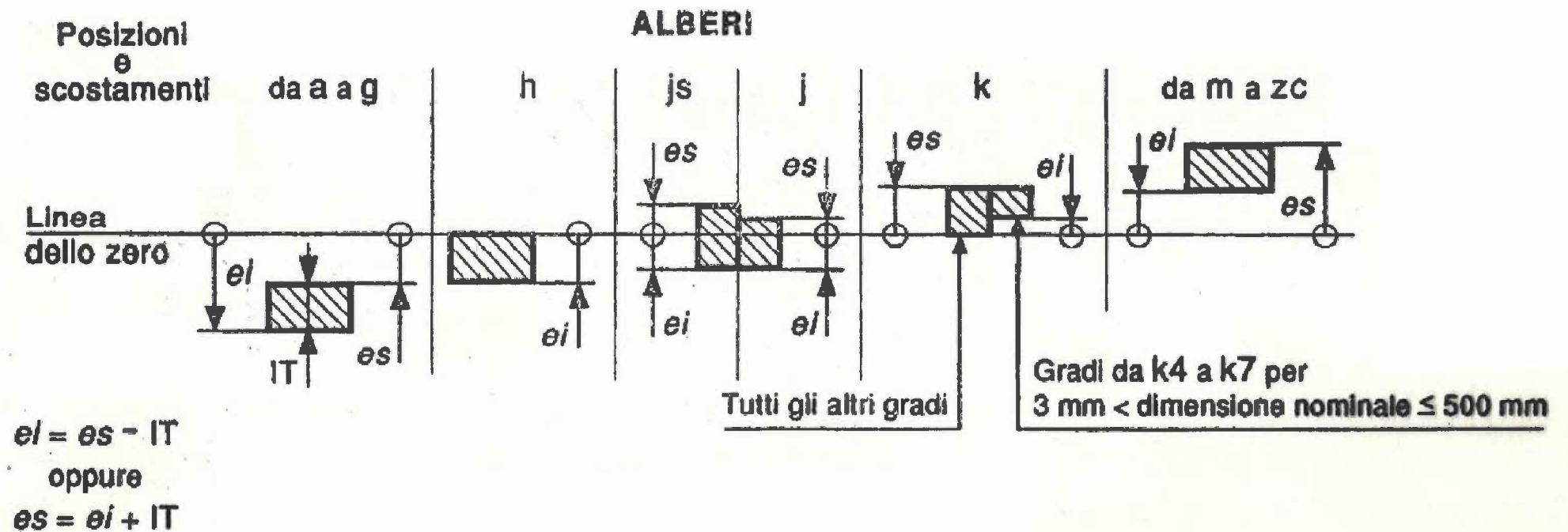
Schema generale – Fori



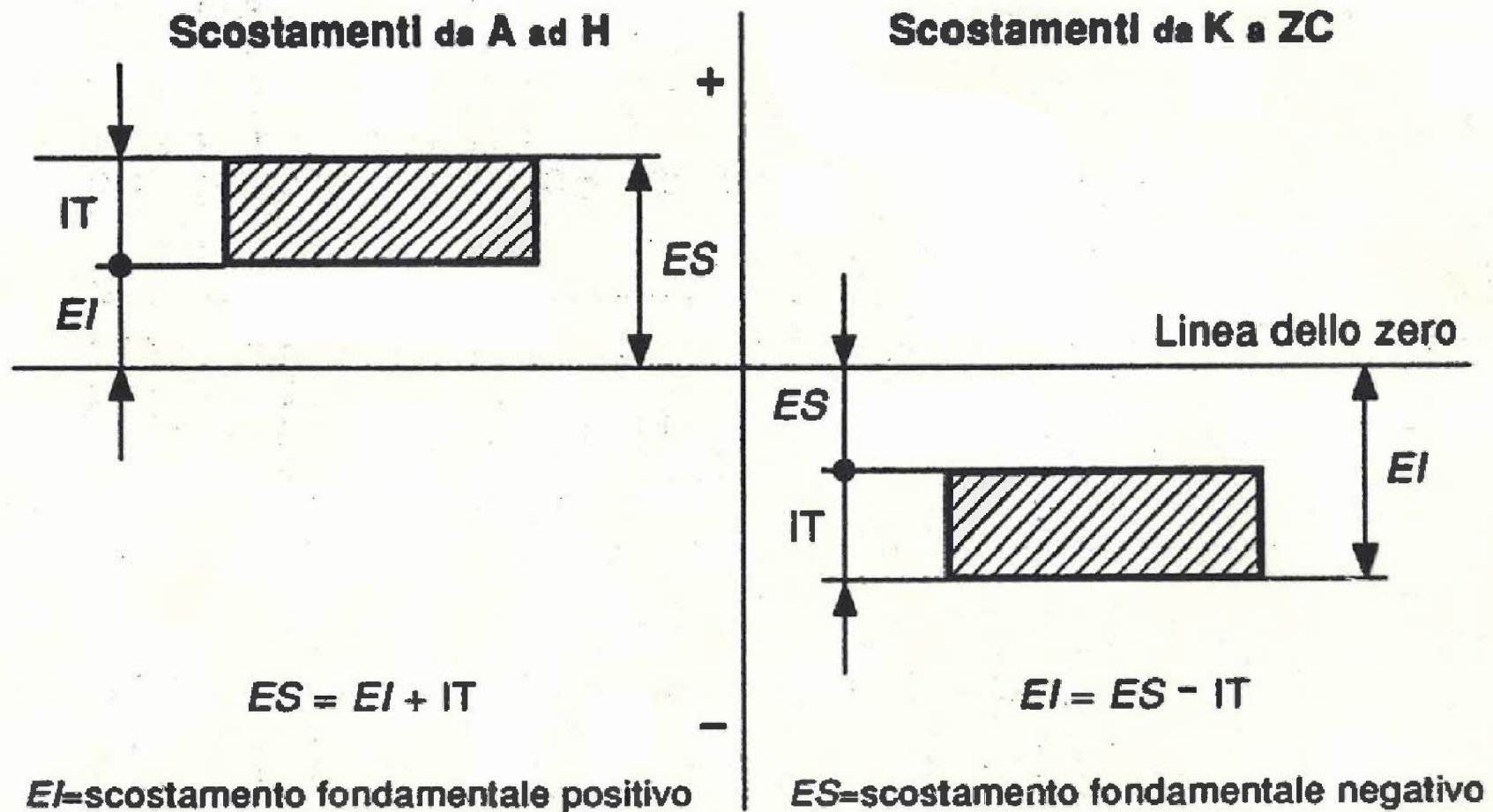
Schema generale – Alberi



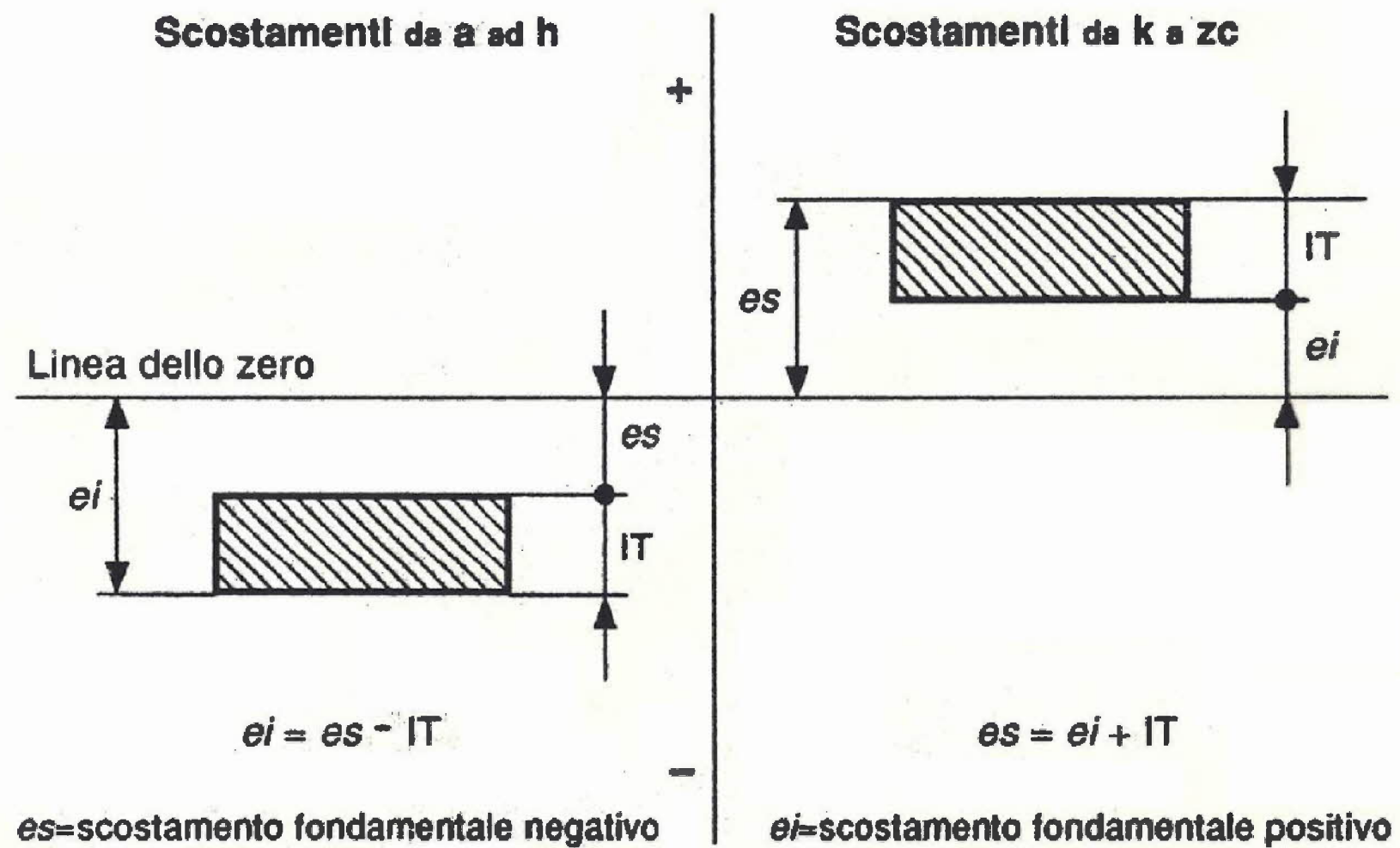
Schema generale – Alberi



Scostamenti fondamentali - Fori



Scostamenti fondamentali - Alberi



Scostamenti fondamentali – js e JS



- Per gli alberi $\Rightarrow es=ei=IT/2$
- Per i fori $\Rightarrow ES=EI=IT/2$

Scostamenti fondamentali a-js e A-JS

Dimensione nominale (mm)		ALBERO			Formula dove D è la media geometrica delle dimensioni nominali in mm	FORO			Dimensione nominale (mm)	
oltre	fino a	Scostamenti fondamentali	Segno (- oppure +)	Designazione		Designazione	Segno (-oppure +)	Scostamenti fondamentali	oltre	fino a
1	120	a	-	es	$285 + 1,3D$	EI	+	A	1	120
120	500				$3,5D$				120	500
1	160	b	-	es	$-140 + 0,85D$	EI	+	B	1	160
160	500				$=1,8D$				160	500
0	40	c	-	es	$52D^{0,2}$	EI	+	C	0	40
40	500				$95 + 0,8D$				40	500
0	10	cd	-	es	Media geometrica dei valori di "C", "c" e "D", "d"	EI	+	CD	0	10
0	3150	d	-	es	$16D^{0,44}$	EI	+	D	0	3150
0	3150	e	-	es	$11D^{0,41}$	EI	+	E	0	3150
0	10	ef	-	es	Media geometrica dei valori di "E", "e" e "F", "f"	EI	+	EF	0	10
0	3150	f	-	es	$5,5D^{0,41}$	EI	+	F	0	3150
0	10	fg	-	es	Media geometrica dei valori di "F", "f" e "G", "g"	EI	+	FG	0	10
0	3150	g	-	es	$2,5D^{0,34}$	EI	+	G	0	3150
0	3150	h	nessun segno	es	Scostamento=0	EI	nessun segno	H	0	3150
0	500	j			Nessuna formula ¹⁾			J	0	500
0	3150	js	+	es	$0,5 IT_n$	EI ES	+	JS	0	3150
			-	ei			-			

Scostamenti fondamentali k-zc e K-ZC

0	500 ²⁾	k	+	ei	$0,6\sqrt[3]{D}$	ES	-	K ³⁾	0	500 ⁴⁾
500	3150		nessun segno		Scostamento=0		nessun segno		500	3150
0	500	m	+	ei	IT7 - IT6	ES	-	M ³⁾	0	500
500	3150				$0,024D + 12,6$				500	3150
0	500	n	+	ei	$5D^{0,34}$	ES	-	N ³⁾	0	500
500	3150				$0,04D + 21$				500	3150
0	500	p	+	ei	IT7 + 0 + 5	ES	-	P ³⁾	0	500
500	3150				$0,072D + 37,8$				500	3150
0	3150	r	+	ei	Media geometrica dei valori di "P", "p" e "S", "s"	ES	-	R ³⁾	0	3150
0	500	s	+	ei	IT8 + 1 + 4	ES	-	S ³⁾	0	500
500	3150				$IT7 + 0,4D$				500	3150
24	3150	t	+	ei	$IT7 + 0,63D$	ES	-	T ³⁾	24	3150
0	3150	u	+	ei	$IT7 + D$	ES	-	U ³⁾	0	3150
14	500	v	+	ei	$IT7 + 1,25D$	ES	-	V ³⁾	14	500
0	500	x	+	ei	$IT7 + 1,6D$	ES	-	X ³⁾	0	500
18	500	y	+	ei	$IT7 + 2D$	ES	-	Y ³⁾	18	500
0	500	z	+	ei	$IT7 + 2,5D$	ES	-	Z ³⁾	0	500
0	500	za	+	ei	$IT8 + 3,15D$	ES	-	ZA ³⁾	0	500
0	500	zb	+	ei	$IT9 + 4D$	ES	-	ZB ³⁾	0	500
0	500	zc	+	ei	$IT10 + 5D$	ES	-	ZC ³⁾	0	500

1) I valori sono forniti da tabelle normalizzate.

2) La formula si applica ai gradi da IT4 a IT7. Per tutte le altre dimensioni nominali (sopra 500 mm) e per gradi di tolleranza fino a IT3 e sopra a IT7 lo scostamento fondamentale è nullo.

3) La regola per la determinazione dello scostamento fondamentale è contenuta nel testo della norma.

4) La formula si applica fino al grado IT8. Per tutte le altre dimensioni (sopra 500 mm) lo scostamento fondamentale è nullo.

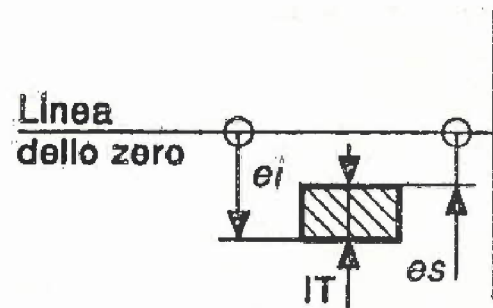
Esempi

Tolleranza 100 f6

$$d=100\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{80 \cdot 120} = 97.98\text{mm}$$

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{97.98} + 0.001 \cdot 97.98 = 2.173\mu\text{m}$$

$$IT6 \Rightarrow \text{Tolleranza } 10i = 22\mu\text{m} = 0.022\text{mm}$$



$$ei = es - IT$$

oppure

$$es = ei + IT$$

$$es = -5.5D^{0.41} = -36\mu\text{m} = -0.036\text{mm}$$

$$ei = es - IT = -58\mu\text{m} = -0.058\text{mm}$$

Pertanto

$$100f6 \equiv 100_{-0.058}^{-0.036}$$

Table 2 — Values of the fundamental deviations for holes A to M

Fundamental deviation values in micrometres

Nominal size mm		Fundamental deviation values																		
Above	Up to and including	Lower limit deviation, <i>EI</i>												Upper limit deviation, <i>ES</i>						
		All standard tolerance grades												IT6	IT7	IT8	Up to and including IT8	Above IT8	Up to and including IT8	Above IT8
		A ^a	B ^a	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J	K ^{c,d}	M ^{b,c,d}				
—	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+8	+6	+4	+2	0	+2	+4	+5	0	0	-2	-2
3	6	+270	+140	+70	+4E	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	+5	+6	+10	-1 + <i>d</i>			-4 + <i>d</i>	-4
6	10	+230	+150	+80	+5E	+40	+25	+18	+13	+6	+5	0	+5	+6	+12	-1 + <i>d</i>			-6 + <i>d</i>	-5
10	14	+230	+150	+95	+70	+50	+32	+23	+18	+10	+6	0	+6	+10	+15	-1 + <i>d</i>			-7 + <i>d</i>	-7
14	18																			
18	24	+300	+160	+110	+85	+65	+40	+28	+20	+12	+7	0	+8	+12	+20	-2 + <i>d</i>			-8 + <i>d</i>	-8
24	30																			
30	40	+310	+170	+120	+100	+80	+50	+35	+25	+15	+9	0	+10	+14	+24	-2 + <i>d</i>			-9 + <i>d</i>	-9
40	50	+320	+180	+130																
50	65	+340	+190	+140	+100	+80		+30		+10	0	+13	+18	+28	-2 + <i>d</i>			-11 + <i>d</i>	-11	
65	80	+380	+200	+150																
80	100	+380	+220	+170	+120	+72		+36		+12	0	+16	+22	+34	-3 + <i>d</i>			-13 + <i>d</i>	-13	
100	120	+410	+240	+180																
120	140	+460	+260	+200	+145	+85		+43		+14	0	+16	+26	+41	-3 + <i>d</i>			-15 + <i>d</i>	-15	
140	160	+520	+280	+210																
160	180	+580	+310	+230	+170	+100		+50		+15	0	+22	+30	+47	-4 + <i>d</i>			-17 + <i>d</i>	-17	
180	200	+660	+340	+240																
200	225	+740	+380	+260	+190	+110		+56		+17	0	+25	+36	+55	-4 + <i>d</i>			-20 + <i>d</i>	-20	
225	250	+820	+420	+280																
250	280	+900	+480	+300	+210	+125		+62		+18	0	+29	+39	+63	-4 + <i>d</i>			-21 + <i>d</i>	-21	
280	315	+1 060	+540	+330																
315	355	+1 200	+600	+360	+230	+135		+68		+20	0	+35	+49	+83	-5 + <i>d</i>			-23 + <i>d</i>	-23	
355	400	+1 350	+680	+400																
400	450	+1 500	+760	+440	+260	+145		+76		+22	0				0			-26		
450	500	+1 680	+840	+480																
500	560				+290	+160		+80		+24	0				0			-30		
560	630																			
630	710				+320	+170		+86		+26	0				0			-34		
710	800																			
800	900				+350	+195		+98		+28	0				0			-40		
900	1 000																			
1 000	1 120				+390	+220		+110		+30	0				0			-48		
1 120	1 250																			
1 250	1 400				+430	+240		+120		+32	0				0			-58		
1 400	1 600																			
1 600	1 800				+460	+260		+130		+34	0				0			-68		
1 800	2 000																			
2 000	2 240				+520	+290		+145		+38	0				0			-76		
2 240	2 500																			
2 500	2 800																			
2 800	3 150																			

Deviations = ± IT_n/2, where n is the standard tolerance grade number

VALORI DEGLI SCOSTAMENTI FONDAMENTALI DEI FORI DA A AD M SECONDO UNI ISO 286-1:2010(E)

^a Fundamental deviations A and B shall not be used for nominal sizes < 1 mm.
^b Special case: for tolerance class M6 in the range above 250 mm up to and including 315 mm, *ES* = -9 μm (instead of -11 μm according to the calculation).
^c For determining the values K and M, see 4.3.2.5.
^d For *d* values, see Table 3.

VALORI DEGLI SCOSTAMENTI FONDAMENTALI DEI FORI DA N A ZC SECONDO UNI ISO 286-1:2010(E)

Table 3 — Values of the fundamental deviations for holes N to ZC

Fundamental deviation values and Δ values in micrometres

Nominal size mm		Fundamental deviation values Upper limit deviation, ES															Values for Δ						
Above	Up to and including	Up to and including IT8	Above IT8	Up to and including IT7	Standard tolerance grades above IT7												Standard tolerance grades						
		N ^{a,b}		P to ZC ^c	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	
—	3	-4	-4	Values as for standard tolerance grades above IT7 increased by Δ	-6	-10	-14		-18		-20		-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0	
3	6	-8 + Δ	0		-12	-15	-19		-23		-28		-35	-42	-50	-80	1	1.5	1	3	4	6	
6	10	-10 + Δ	0		-15	-19	-23		-28		-34		-42	-52	-67	-97	1	1.5	2	3	6	7	
10	14	-12 + Δ	0		-18	-23	-28		-33		-40		-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9	
14	18										-39	-45		-60	-77	-108	-150						
18	24	-15 + Δ	0		-22	-28	-35		-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1.5	2	3	4	8	12	
24	30								-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-210						
30	40	-17 + Δ	0		-26	-34	-43		-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1.5	3	4	5	9	14
40	50								-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325						
50	65	-20 + Δ	0		-32	-41	-53	-66	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
65	80								-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-460				
80	100	-23 + Δ	0		-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585		2	4	5	7	13	19
100	120								-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690				
120	140								-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800				
140	160	-27 + Δ	0		-43	-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900		3	4	6	7	15	23
160	180								-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1 000				
180	200								-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1 150				
200	225	-31 + Δ	0		-50	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1 250		3	4	6	9	17	26
225	250								-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1 050	-1 350				
250	280	-34 + Δ	0		-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1 200	-1 550		4	4	7	9	20	29
280	315								-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1 000	-1 300	-1 700				
315	355	-37 + Δ	0	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1 150	-1 500	-1 900		4	5	7	11	21	32	
355	400							-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1 000	-1 300	-1 650	-2 100					
400	450	-40 + Δ	0	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1 100	-1 450	-1 850	-2 400		5	5	7	13	23	34	
450	500							-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1 000	-1 250	-1 600	-2 100	-2 600					
500	560	-44		-78	-150	-280	-400	-600															
560	630				-155	-310	-450	-660															

..... analoghe tabelle fino a 3150 mm per i fori e anche per gli alberi

SISTEMI DI ACCOPPIAMENTO ALBERO BASE E FORO BASE PER LIMITARE IL NUMERO DI ACCOPPIAMENTI POSSIBILI

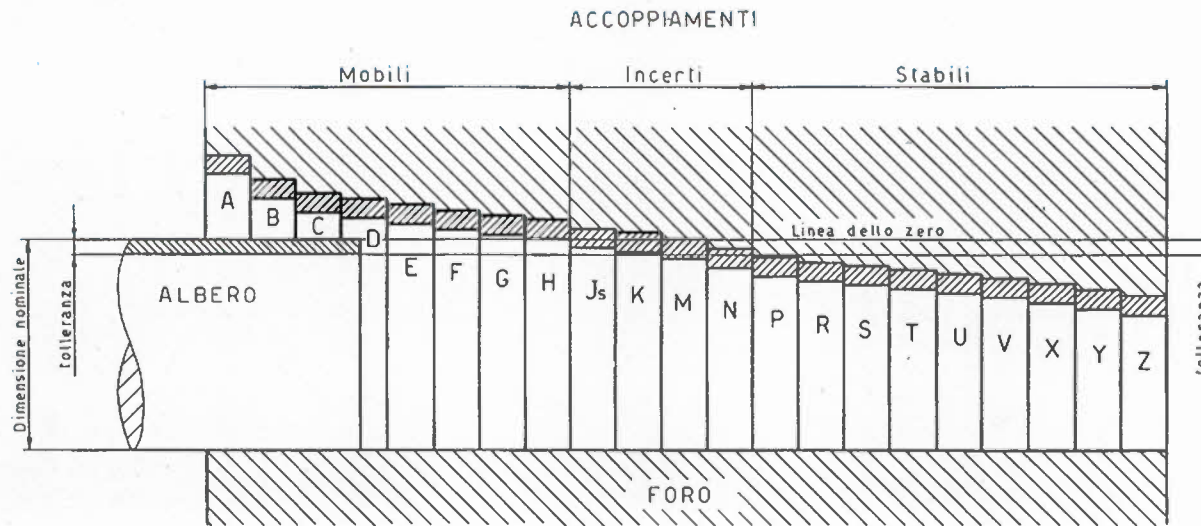
Accoppiamento albero base:

si fissa la posizione del campo di tolleranza dell'albero in modo che il campo sia appoggiato sulla linea dello zero: lo scostamento fondamentale vale zero (posizione h). I tre tipi di accoppiamento con gioco, con interferenza e incerto si ottengono variando SOLO la posizione del campo di tolleranza del foro

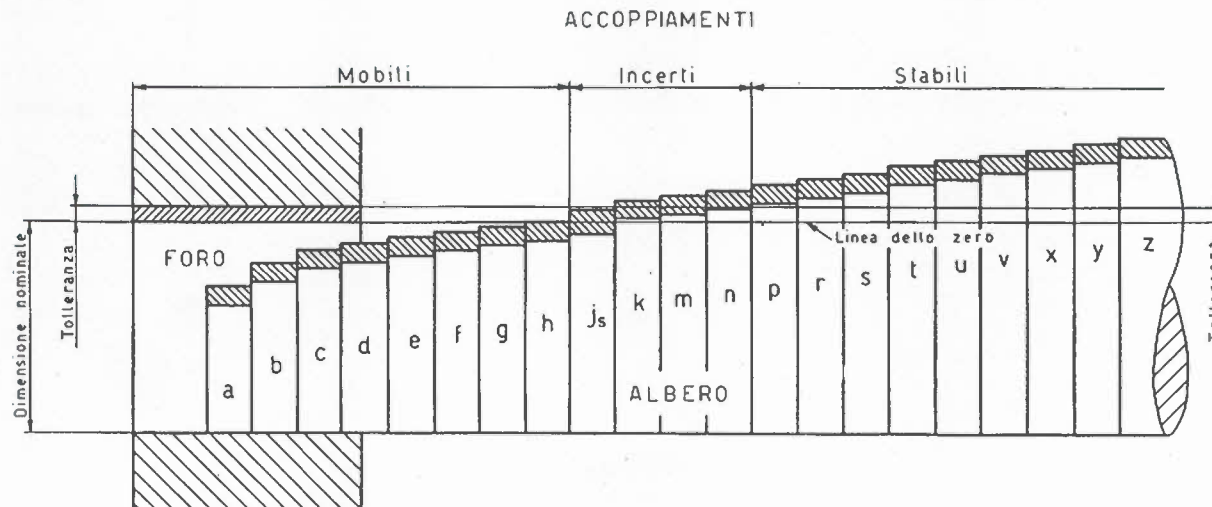
Accoppiamento foro base:

si fissa la posizione del campo di tolleranza del foro in modo che il campo sia appoggiato sulla linea dello zero: lo scostamento fondamentale vale zero (posizione H). I tre tipi di accoppiamento con gioco, con interferenza e incerto si ottengono variando SOLO la posizione del campo di tolleranza dell'albero.

CONCETTO DELL'ACCOPPIAMENTO ALBERO E FORO BASE



ALBERO BASE



FORO BASE

Albero base – Foro base

Al fine di evitare una eccessiva moltiplicazione degli accoppiamenti possibili, il sistema UNI/ISO prevede di utilizzare solo i seguenti sistemi di accoppiamento:

Albero base: mantenendo un albero in posizione h , si combinano fori con posizioni da A a ZC

Es. G7/h6 P6/h5

Foro base: mantenendo un foro in posizione H , si combinano alberi con posizioni da a a zc

Es. H7/g6 H6/p5

SISTEMA TOLLERANZE ISO - ACCOPPIAMENTI RACCOMANDATI « ALBERO-BASE » D'IMPIEGO COMUNE

ACCOPPIAMENTO

APPLICAZIONE - MONTAGGIO

N6/h7

Per organi fissi uno rispetto all'altro smontabili solo con forte pressione, devono essere assicurati contro la rotazione e lo scorrimento.

Montaggio: a mano con mazzuolo o torchietto e con differenza di temperatura.

M6/h6

Come sopra, ma smontabili senza grande pressione: i due organi devono essere assicurati contro la rotazione e lo scorrimento.

Montaggio: idem come N6/h7.

K6/h6

Per organi fissi uno rispetto all'altro, che possono essere montati o smontati facilmente: i due organi devono essere assicurati contro la rotazione e lo scorrimento.

Montaggio: a mano con martello di piombo.

J6/h6

Per organi che non devono scorrere facilmente uno rispetto all'altro ed assicurati contro la rotazione e lo scorrimento.

Montaggio: a mano con leggeri colpi di martello di legno.

H6/h6

Per organi lubrificati che possono muoversi l'uno rispetto all'altro con movimento lento.

Montaggio: a mano.

N7/h7

Per organi fissi uno rispetto all'altro ed assicurati contro la rotazione e lo scorrimento.

Montaggio: a mano con mazzuolo o torchietto e differenza di temperatura.

K7/h7

Per organi fissi uno rispetto all'altro montabili e smontabili senza esercitare pressioni notevoli ed assicurati contro la rotazione e lo scorrimento.

Montaggio: a mano con martello di piombo o con leggera pressa a mano.

J7/h7

Per organi che non devono scorrere facilmente uno rispetto all'altro, ma smontabili facilmente ed assicurati contro la rotazione e lo scorrimento.

Montaggio: con leggeri colpi di martello di legno.

SISTEMA TOLLERANZE ISO - ACCOPPIAMENTI RACCOMANDATI « ALBERO-BASE » D'IMPIEGO COMUNE

ACCOPPIAMENTO

APPLICAZIONE - MONTAGGIO

F8/h7

Per organi che debbono muoversi uno rispetto all'altro con gioco sensibile.
Montaggio: a mano.

E8/h7

Per organi che debbono muoversi uno rispetto all'altro con gioco abbondante.
Montaggio: a mano.

H9/h8

Per organi che possono essere montati senza sforzo e che, nelle condizioni normali di lavoro, possono scorrere facilmente uno sull'altro per mezzo di lubrificanti.
Montaggio: a mano.

F9/h8

Per organi che debbono muoversi uno rispetto all'altro; gioco piccolissimo od abbondante, adatto per condizioni di accoppiamento diverse.
Montaggio: a mano.

D10/h8

Idem come sopra, ma con gioco molto abbondante.
Montaggio: a mano.

H13/h11

Per organi smontabili a mano, ma con gioco limitato nonostante le ampie tolleranze di lavorazione.
Montaggio: a mano.

SISTEMA TOLLERANZÈ ISO - ACCOPPIAMENTI RACCOMANDATI « FORO-BASE » D'IMPIEGO COMUNE

ACCOPPIAMENTO

APPLICAZIONE - MONTAGGIO

Parti rotanti di alta precisione, con carichi anche forti, lubrificati razionalmente, a sustentazione idrodinamica corretta.

H6/g5

Esempi: Alberi rotanti di acciaio, bonificati e rettificati, in bronzine (da non ripassare a mano) con accoppiamento esterno H6/n5; oppure da ripassare a mano, con accoppiamento esterno H6/p5. - Mandrini di rettificatrici e di alesatrici, in bronzine registrabili (all'atto della registr.). - Ruote dentate di pompe olio alligate nella cassa, a elevato grado di precisione (in senso assiale e radiale).

Montaggio: libero a mano.

Centratura di accoppiamenti di alta precisione, scorrevoli assialmente o dotati di moto rotatorio lento od a carattere oscillatorio, con lubrificazione interna.

H6/h5

Esempi: Giunti a manicotti d'innesto, scorrevoli con linguette o su alberi scanalati (centratura o scorrimento su diametro interno). - Alberi a camme e alberi a bassissima velocità, in bronzine. Alberi per leve oscillanti (mosse da camme), in bronzine. Aste di stantuffo senza segmenti, per pompe olio, nel cilindro. Manicotti porta mandrino e mandrini per fresatrici od alesatrici di alta precisione. Perni nei pattini di comando di innesti di alta precisione. Cassetti o rubinetti a movimento alternativo longitud. od angolare per comandi idraulici di alta precisione, nella loro sede. Spine di posizione di alta precisione.

Montaggio: scorrimento a mano.

Accoppiamenti di precisione di parti reciprocamente fisse, sfilabili a mano; sedi fisse di centraggio di alta precisione; accoppiamenti stretti scorrevoli assialmente, a sede corta in genere.

H6/j5

Esempi: Ruote di ricambio, montate con chiavette o su alberi scanalati (centratura su albero interno). Grani di centratura di posizione con doppia superficie di centratura di diverso diametro nella parte smontabile.

Montaggio: a mano con leggeri colpi di mazzuolo.

Accoppiamenti bloccati, non smontabili a mano. Parti che non necessitano di essere bloccate assialmente, ma soltanto contro la rotazione forzata, da montare a caldo od a freddo alla pressa (questa operazione spesso non consente successivi montaggi).

H6/n5

Esempi: Ruote dentate montate fisse con linguette o su alberi scanalati, da smontare molto raramente. Corone di bronzo per ruote elicoidali, su mozzo di acciaio o di ghisa. Bronzine nella loro sede esterna (da smontare di frequente).

Montaggio: a mano con mazzuolo o torchietto e con differente temperatura dei pezzi.

SISTEMA TOLLERANZE ISO - ACCOPPIAMENTI RACCOMANDATI « FORO-BASE » D'IMPIEGO COMUNE

ACCOPPIAMENTO

APPLICAZIONE - MONTAGGIO

H6/p5

Accoppiamenti bloccati, non smontabili. Per parti accoppiate da considerarsi come un pezzo solo, da non smontarsi mai, e adatte a trasmettere forti carichi assiali e momenti torcenti senza l'uso di chiavette e simili, da smontare alla pressa, a caldo.

Esempi: Tenoni piantati nelle forcelle per comando pattini. Innesti di responsabilità. Bronzine nella loro sede esterna, da non smontarsi mai.

Montaggio: a mano con mazzuolo o torchietto e con differente temperatura dei pezzi.

H7/f7

Accoppiamenti rotanti molto veloci, con centratura anche imperfetta, e sustentazione anche non perfettamente idrodinamica.

Esempi: Alberi veloci, in genere, nelle relative bronzine (con accoppiamento esterno H7/n6 selezionato, da non ripassare). Mandrini di rettificatrici di precisione, nei relativi cuscinetti. Alberi (anche poco veloci), montati in bronzine lunghe più di due volte il diametro. Estremità dell'albero portafrese (lunga) direttamente montata nel cuscinetto del controsupporto. Albero per mandrino di trapanatrici. Spine di posizione di media precisione.

Montaggio: libero a mano.

H7/g6

Accoppiamenti rotanti (a velocità periferica da 2 a 4 m/s), con buona centratura.

Esempi: Mandrini di fresatrici di media precisione, nei relativi cuscinetti (all'atto della registrazione). Bussole del controsupporto e del supporto intermedio dell'albero portafrese nelle relative sedi. Estremità dell'albero portafrese (corta) direttamente montato nel cuscinetto del controsupporto. Ruote dentate delle pompe olio allogate con precisione nella cassa (in senso assiale e radiale). Cuscinetti a sfere non molto veloci e poco caricati.

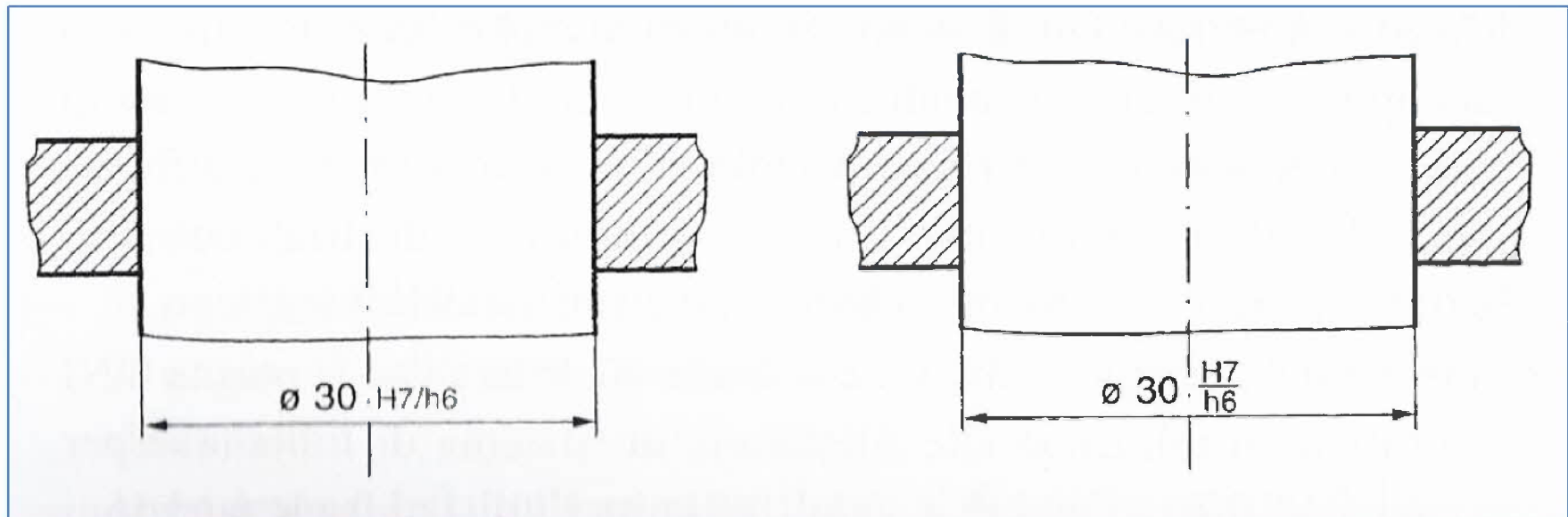
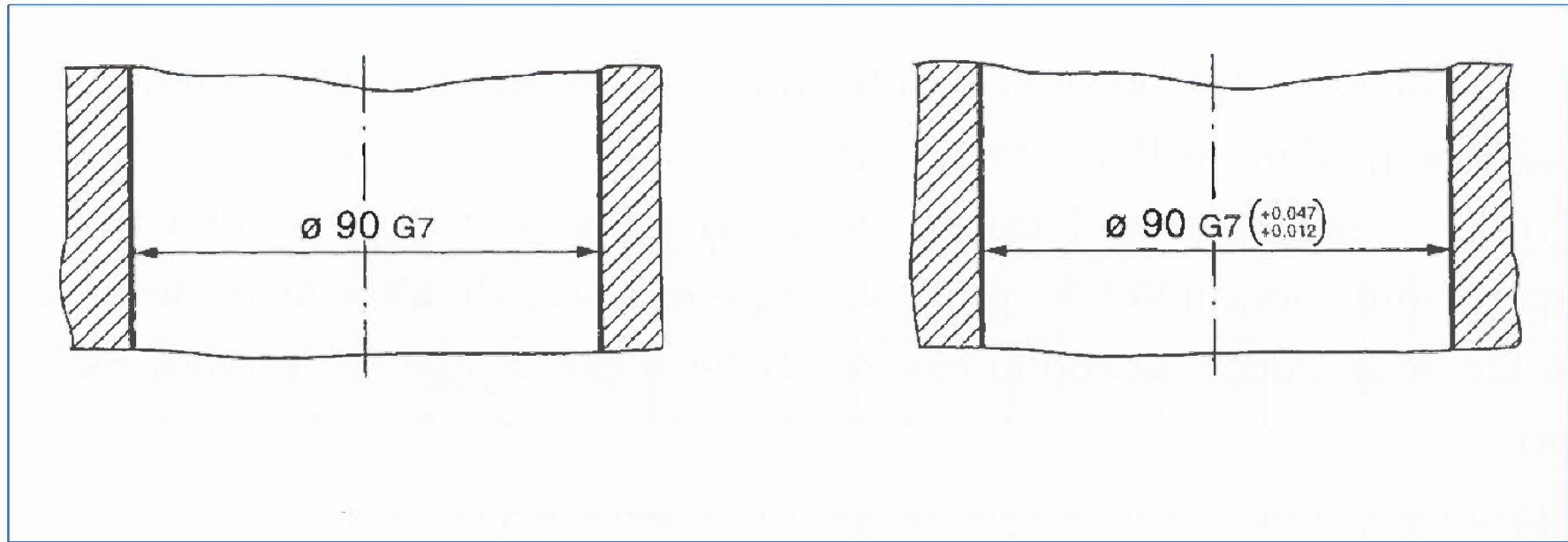
Montaggio: di scorrimento a mano.

Indicazione delle tolleranze

Le tolleranze dimensionali si indicano accanto al valore della quota mediante una lettera che indica la posizione della tolleranza e un numero che indica il grado di tolleranza. In alternativa possono essere indicati gli scostamenti massimi e minimi rispetto al valore nominale.

Esempio:	per fori	60 H7 oppure $60_0^{+0.03}$
		90 G7 oppure $90_{-0.012}^{+0.047}$
	per alberi	100 f6 oppure $100_{-0.058}^{-0.036}$
		30 h6 oppure $30_{-0.013}^0$

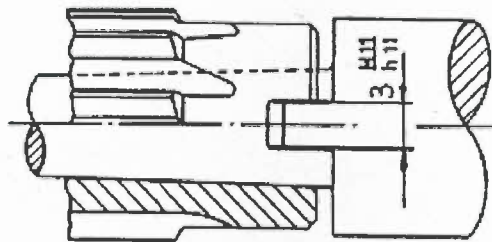
Indicazione delle tolleranze



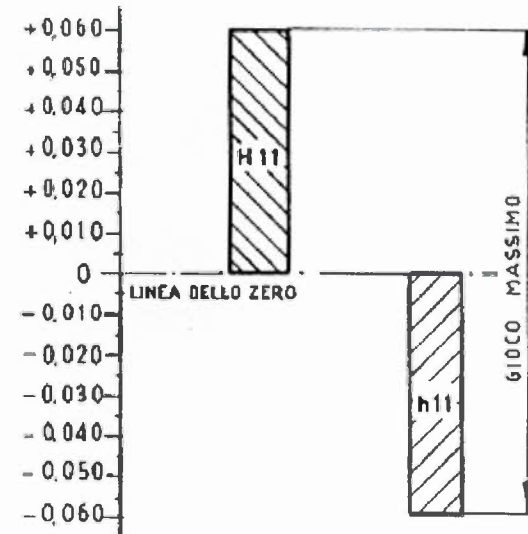
ESEMPI PRATICI DI ACCOPPIAMENTI IN TOLLERANZA

3 H11 / h11

Dimensione nominale	=	3,000 mm
Scostamento inf. foro	=	0
Scostamento sup. foro	=	+ 0,060 mm
Scostamento sup. albero	=	0
Scostamento inf. albero	=	- 0,060 mm
Gioco minimo	=	0
Gioco massimo	=	0,120 mm

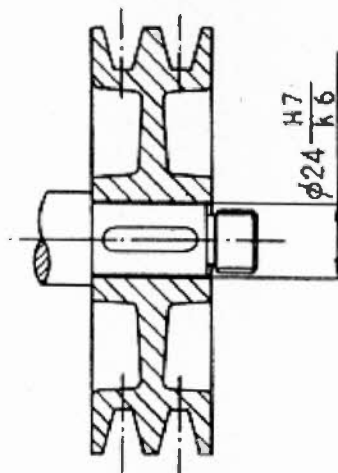


ALETTA DI TRASCINAMENTO UTENSILI

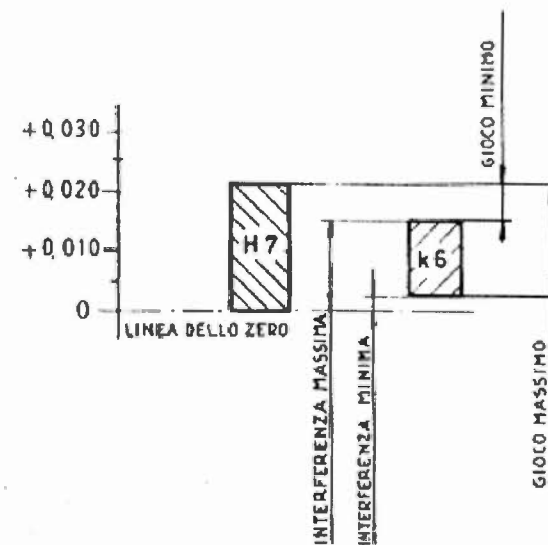


∅ 24 H7 / k6

Dimensione nominale	=	24,000 mm
Scostamento inf. foro	=	0
Scostamento sup. foro	=	+ 0,021 mm
Scostamento sup. albero	=	+ 0,015 mm
Scostamento inf. albero	=	+ 0,002 mm
Gioco minimo	=	0,006 mm
Gioco massimo	=	0,015 mm
Interferenza minima	=	0,002 mm
Interferenza massima	=	0,015 mm



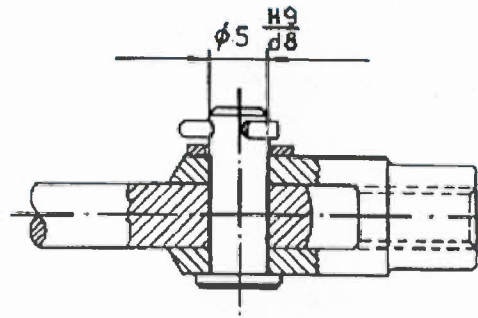
ACCOPPIAMENTO ALBERO - PULEGGIA



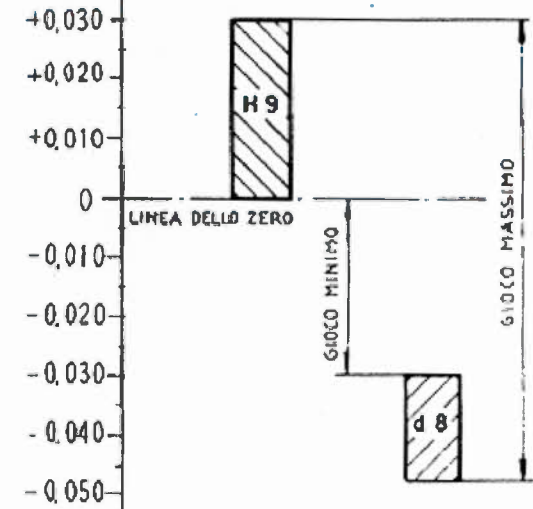
ESEMPI PRATICI DI ACCOPPIAMENTI IN TOLLERANZA

$\varnothing 5 \text{ H9 / d8}$

Dimensione nominale	=	5,000 mm
Scostamento inf. foro	=	0
Scostamento sup. foro	=	0,030 mm
Scostamento sup. albero	=	- 0,030 mm
Scostamento inf. albero	=	- 0,048 mm
Gioco minimo	=	0,030 mm
Gioco massimo	=	0,078 mm

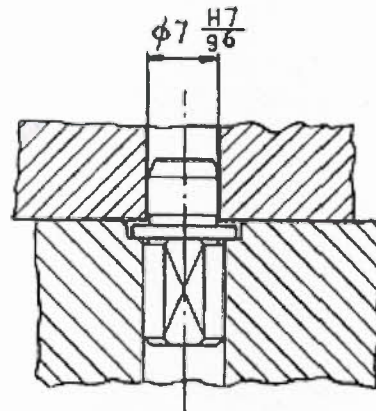


GIUNTO A FORCELLA

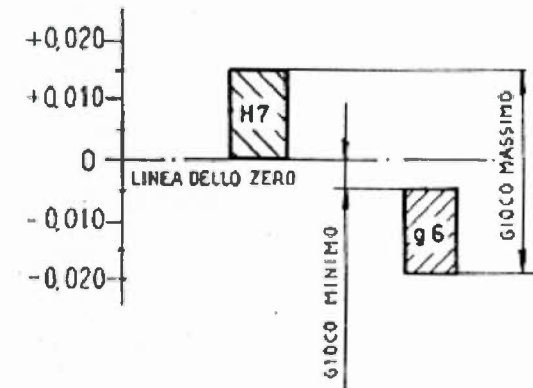


$\varnothing 7 \text{ H7 / g6}$

Dimensione nominale	=	7,000 mm
Scostamento inf. foro	=	0
Scostamento sup. foro	=	+ 0,015 mm
Scostamento sup. albero	=	- 0,005 mm
Scostamento inf. albero	=	- 0,014 mm
Gioco minimo	=	0,005 mm
Gioco massimo	=	0,029 mm

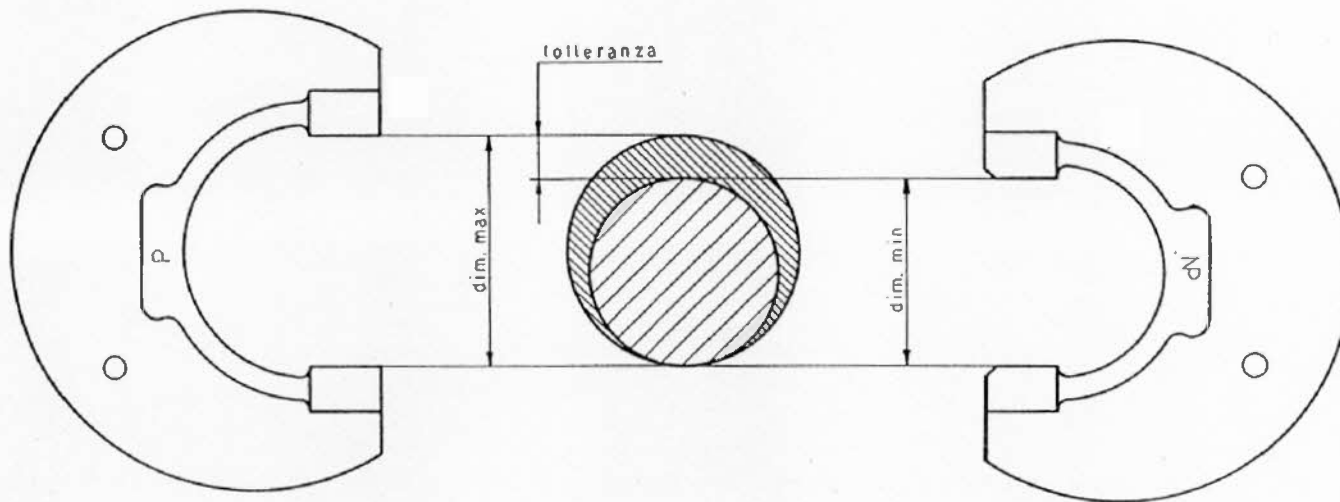


GRANO DI RIFERIMENTO

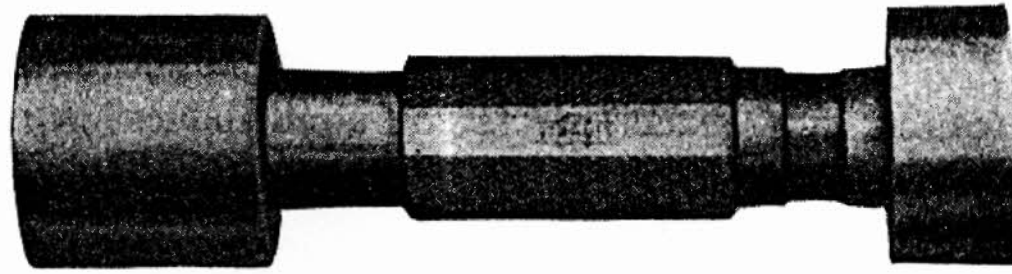




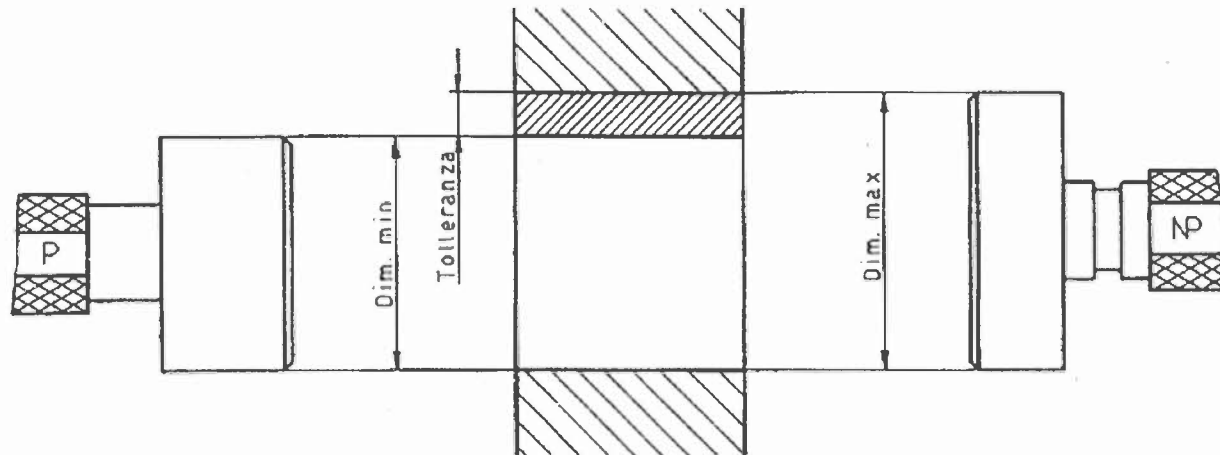
Calibro passa-non passa a forcetta



Controllo del diametro di un albero con il calibro passa - non passa a forcetta

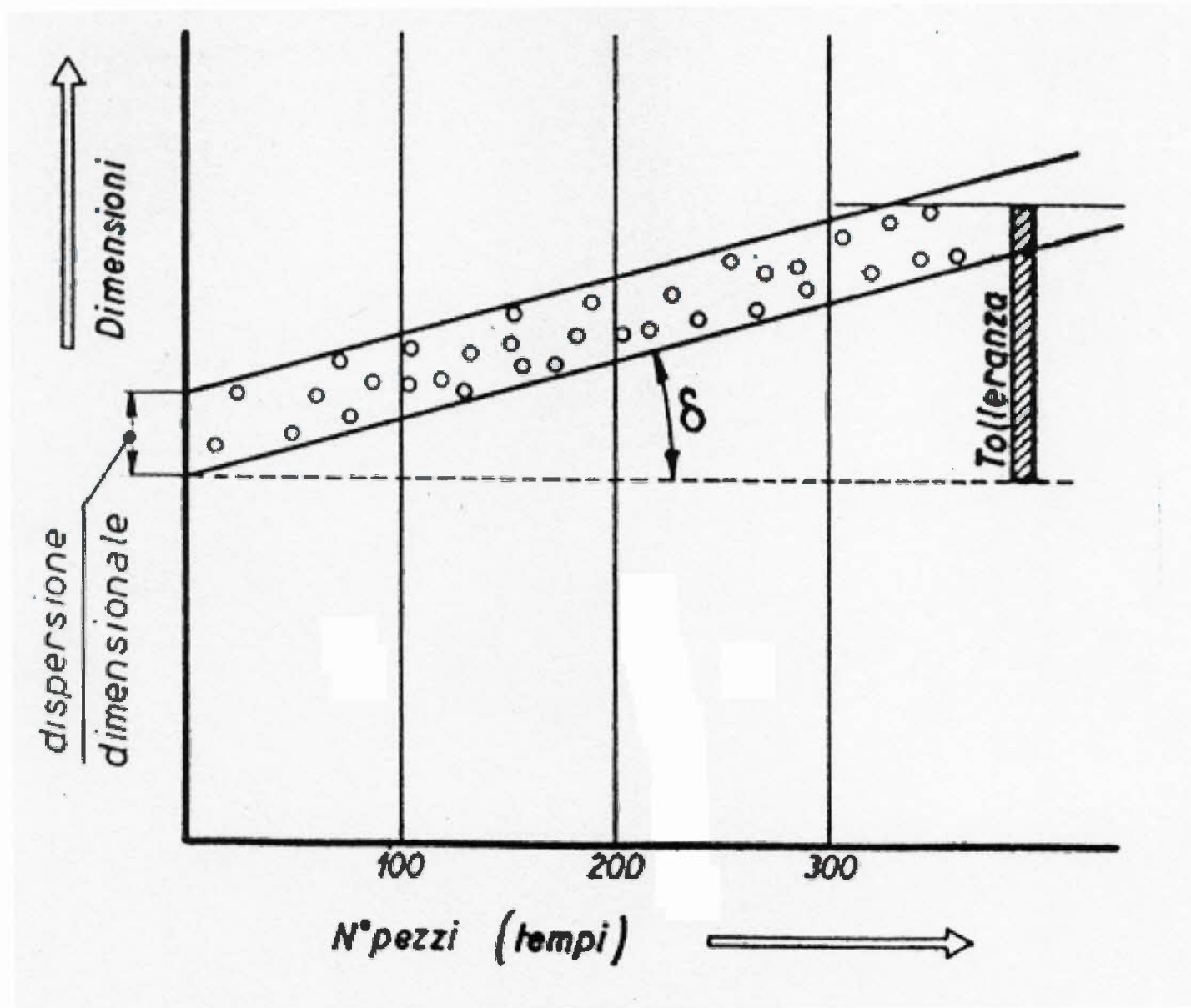


Calibro passa-non passa a tampone



Controllo del diametro di un foro con il calibro passa - non passa a tampone

DIAGRAMMA DELLA DISPERSIONE DIMENSIONALE PER PEZZI PRODOTTI IN SERIE



ALCUNI FATTORI CHE DEVONO GUIDARE LA SCELTA DELL' ACCOPPIAMENTO

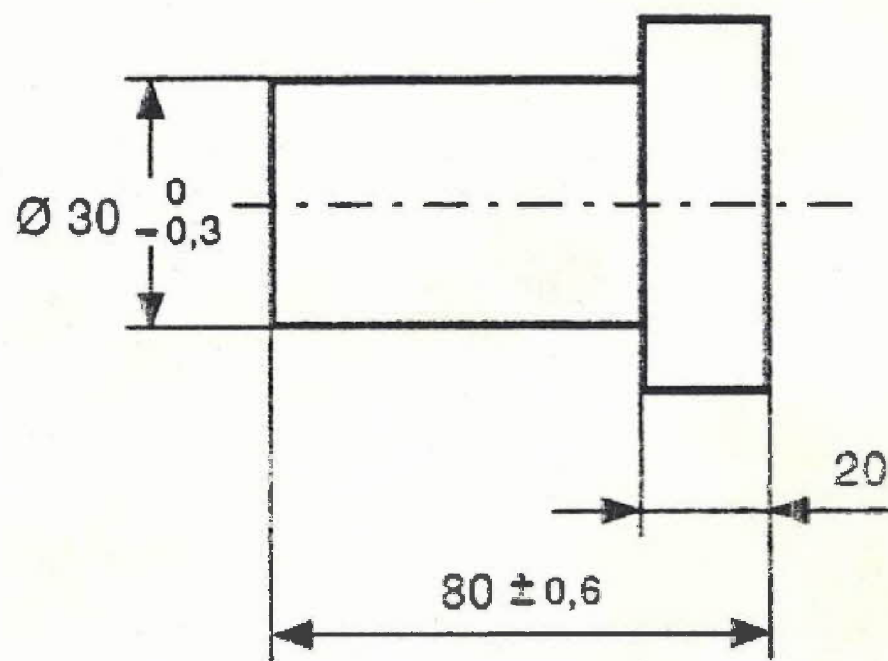
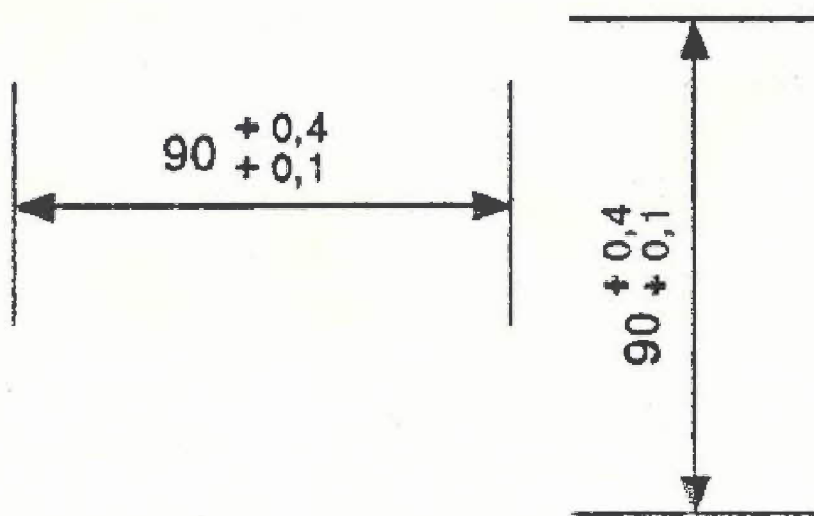
- Conoscenza esatta dei giochi e delle interferenze durante il funzionamento dell'organo
- Temperatura di esercizio
- Sollecitazioni
- Dimensioni effettive dell' accoppiamento (importanza della forma delle superfici a contatto)
- Metodi di lavorazione nella produzione di serie (dispersione dimensionale)

Albero base – Foro base

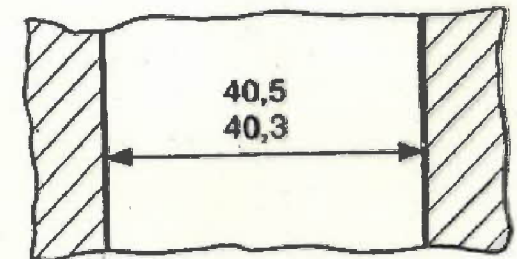
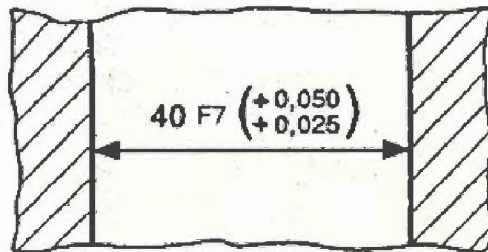
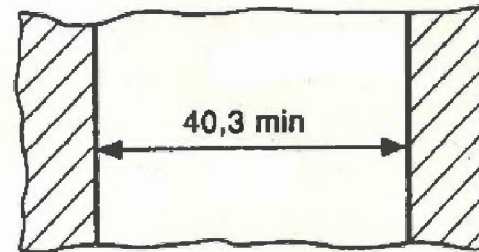
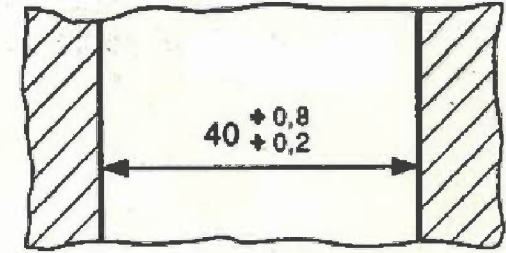
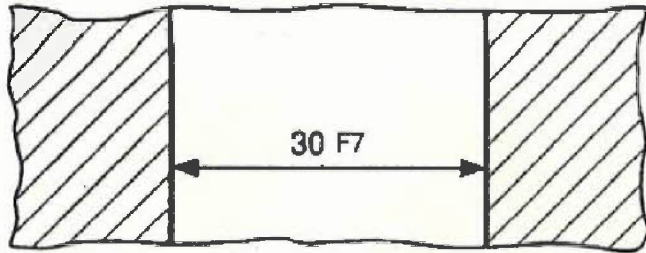
Indicazioni generali

- Il sistema albero base ed il sistema foro base sono perfettamente equivalenti
- Ragioni pratiche fanno preferire l'uno all'altro
- E' più difficile controllare la tolleranza dei fori che non su un albero di uguale diametro
- Va preferita la soluzione foro base quando si sta approntando un processo di produzione in serie con elevata industrializzazione (vengono approntanti specifici utensili calibrati)
- Preferire il sistema albero base quando la produzione è su commessa con variabilità dimensionali non tabulate
- Compatibilmente con le condizioni di lavoro previste scegliere le tolleranze di accoppiamento più ampie, assegnando al foro le tolleranze maggiori
- Fare riferimento agli accoppiamenti di uso comune (disponibilità di strumenti di controllo)

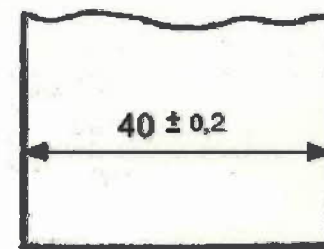
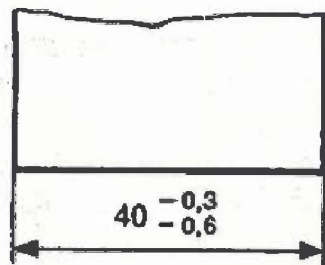
Indicazioni sui disegni



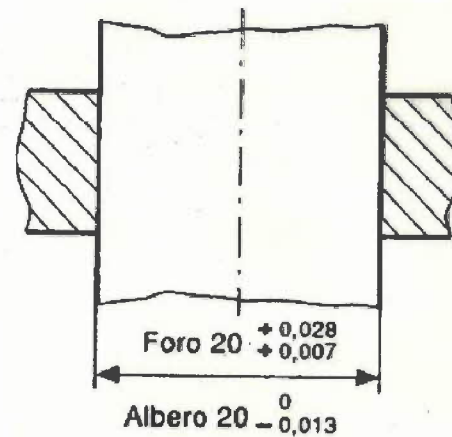
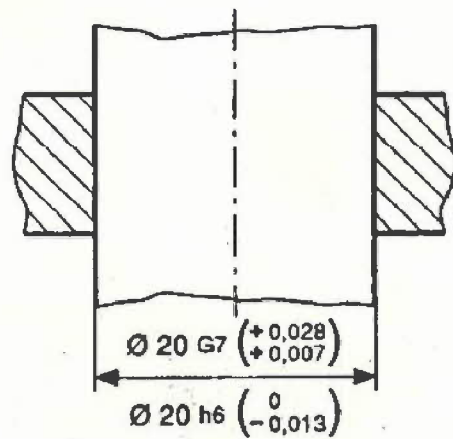
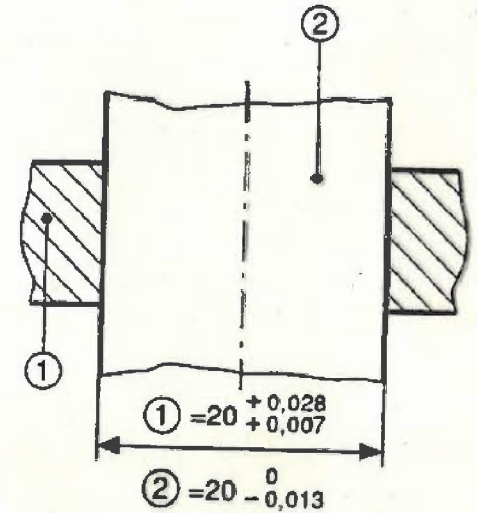
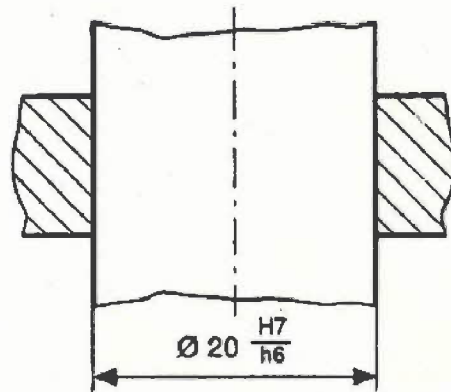
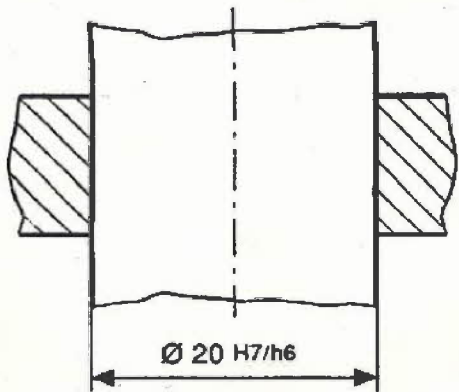
Indicazioni sui disegni - Fori



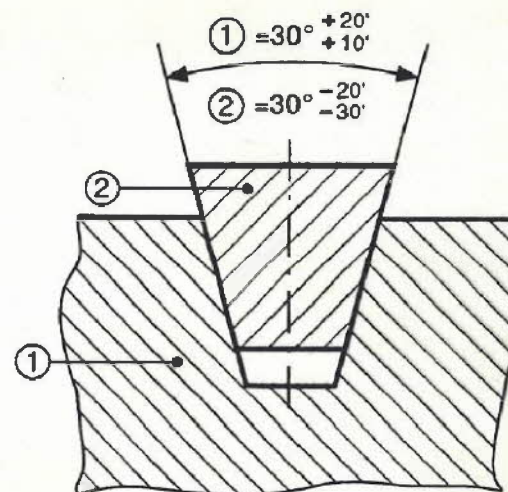
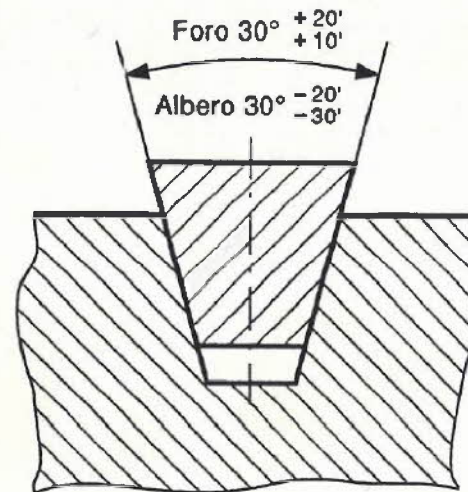
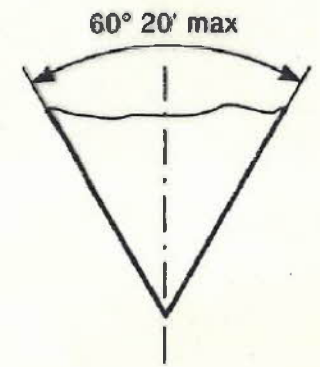
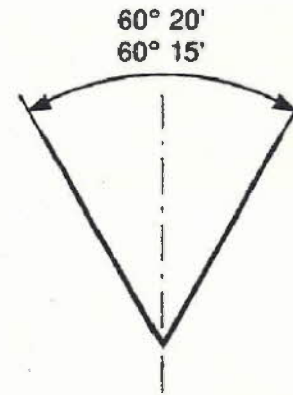
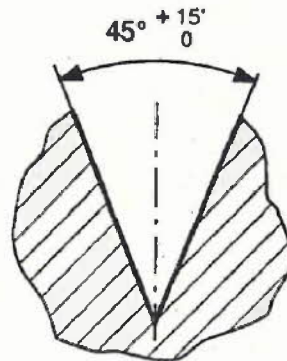
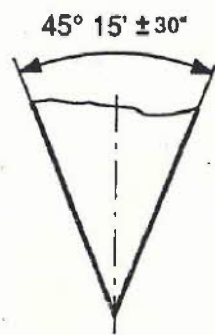
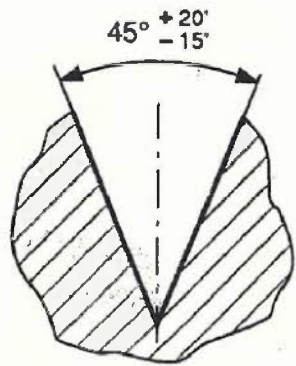
Indicazioni sui disegni - Alberi



Indicazioni sui disegni - Accoppiamenti



Indicazioni sui disegni Angoli e accoppiamenti angolari



TOLLERANZE GENERALI DI LAVORAZIONE

Le dimensioni di un pezzo sono molte e solo per alcune deve essere definita in modo specifico la tolleranza. **Per le dimensioni, lineari e angolari, che non richiedono di essere “tollerate”,** la norma UNI EN 22768-1 stabilisce delle “tolleranze generali” e, a tal fine, suddivide le dimensioni in gruppi (più ampi al crescere delle dimensioni) e prevede quattro *classi di tolleranza* o gradi di precisione di lavorazione.

TOLLERANZE GENERALI DI LAVORAZIONE

Gli scostamenti per quote senza indicazione di tolleranza variano quindi secondo i gruppi di dimensioni e in funzione delle diverse classi di tolleranza. In particolare, le tolleranze generali prevedono indicazioni di scostamenti dell'ordine dei decimi di millimetro su dimensioni di un centinaio di mm e risultano valide per pezzi che non presentano esigenze di elevata precisione negli accoppiamenti. Se per qualche elemento sono richieste delle tolleranze più strette o più ampie di quelle generali, esse devono essere indicate direttamente sul disegno, subito dopo la relativa dimensione nominale.

Le tolleranze generali non si applicano alle dimensioni ausiliarie, indicate tra parentesi.

TOLLERANZE GENERALI DI LAVORAZIONE

Scostamenti limiti ammessi per dimensioni lineari, **esclusi smussi e raccordi per eliminazione di spigoli**

Dimensioni in mm

Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni fondamentali							
Designazione	Denominazione	da 0,5 ¹⁾ fino a 3	oltre 3 fino a 6	oltre 6 fino a 30	oltre 30 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400 fino a 1 000	oltre 1 000 fino a 2 000	oltre 2 000 fino a 4 000
f	fine	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-
m	media	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grossolana	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	molto grossolana	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

1) Per le dimensioni nominali minori di 0,5 mm, gli scostamenti devono essere indicati vicino alla/e dimensione/i nominale/i relativa/e.

TOLLERANZE GENERALI DI LAVORAZIONE

Scostamenti limiti ammessi per dimensioni lineari di smussi e raccordi per eliminazione di spigoli
(per raccordi esterni ed altezze di smusso)

Dimensioni in mm

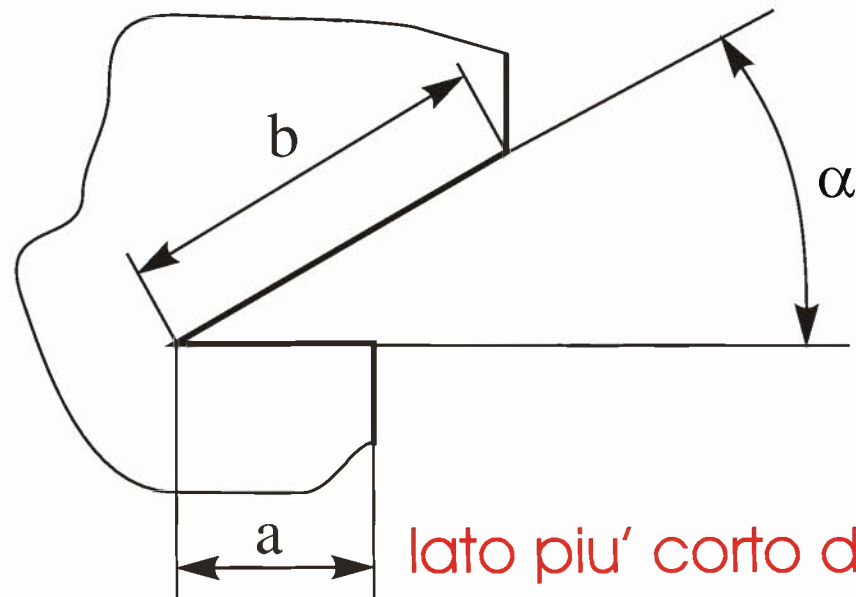
Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni fondamentali		
Designazione	Denominazione	da 0,5 ¹⁾ fino a 3	da 3 fino a 6	oltre 6
f	fine	± 0,2	± 0,5	± 1
m	media			
c	grossolana	± 0,4	± 1	± 2
v	molto grossolana			

1) Per le dimensioni nominali minori di 0,5 mm, gli scostamenti devono essere indicati vicino alla/e dimensione/i nominale/i relativa/e.

TOLLERANZE GENERALI DI LAVORAZIONE

Scostamenti limiti ammessi per dimensioni angolari

Classe di tolleranza		Scostamenti limite in funzione dei campi di lunghezza in millimetri del lato più corto dell'angolo in questione				
Designazione	Denominazione	fino a 10	oltre 10 fino a 50	oltre 50 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400
f	fine	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
m	media					
c	grossolana	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 15'$	$\pm 0^\circ 10'$
v	molto grossolana	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$



lato piu' corto dell'angolo

TOLLERANZE GENERALI DI LAVORAZIONE

Nel caso vengano specificate tolleranze generali, queste vanno indicate in prossimità del riquadro delle iscrizioni (cartiglio):

ISO 2768 - m



Norma di riferimento

Classe di tolleranza

LO STATO SUPERFICIALE DEI PEZZI MECCANICI

Processi tecnologici:

- Formatura: per mezzo di azioni termiche il materiale viene deformato per ottenere la forma voluta
- Deformazione: per mezzo di azioni meccaniche il materiale viene deformato per ottenere la forma voluta
- Sottrattivi: partendo da un blocco di materiale più grande del pezzo da realizzare, si asporta materiale fino ad ottenere la forma voluta
- Additivi: aggiunte successive di particelle o strati di materiale si ottiene la forma voluta o la finitura superficiale desiderata

Processi di formatura:

- Fonderia
- Sinterizzazione
- Injection moulding
- Compression moulding

Processi di deformazione:

- Trafilatura
- Laminazione
- Estrusione
- Forgiatura
- Tranciatura, piegatura e imbutitura
- Termoformatura

Processi sottrattivi:

- Stozzatura
- Brocciatura
- Tornitura
- Foratura
- Fresatura
- Alesatura
- Rettifica
- Dentatura
- Lappatura

- Elettroerosione (a filo – a tuffo)
- Elettrochimico
-

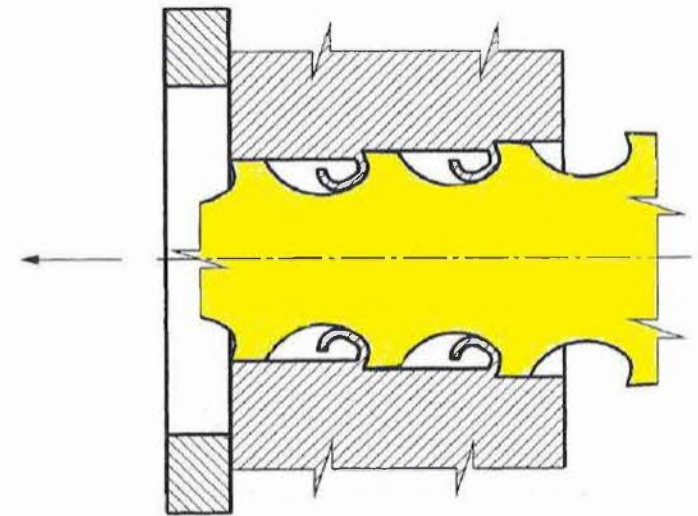
Processi additivi:

- Zincatura a caldo
- Zincatura a freddo
- Cromatura
- Verniciatura
- PVD (physical vapor deposition)
- CVD (chemical vapor deposition)
- Thermal spray (ceramic deposition)
-

Superfici reali, rilevate e nominali

La superficie reale di un componente meccanico non la rileveremo **MAI** perché via via che la tecnologia di misura progredisce aumenta la precisione con cui rileviamo la superficie. Quindi noi conosciamo **SOLO** la superficie RILEVATA misurata e non quella reale.

La superficie rilevata di un componente meccanico **differisce sempre** dalla superficie nominale rappresentata come riferimento sul disegno tecnico.



















Gli scostamenti possono essere classificati in:

- 1) Errori **MACROGEOMETRICI**
- 2) Errori **MICROGEOMETRICI**

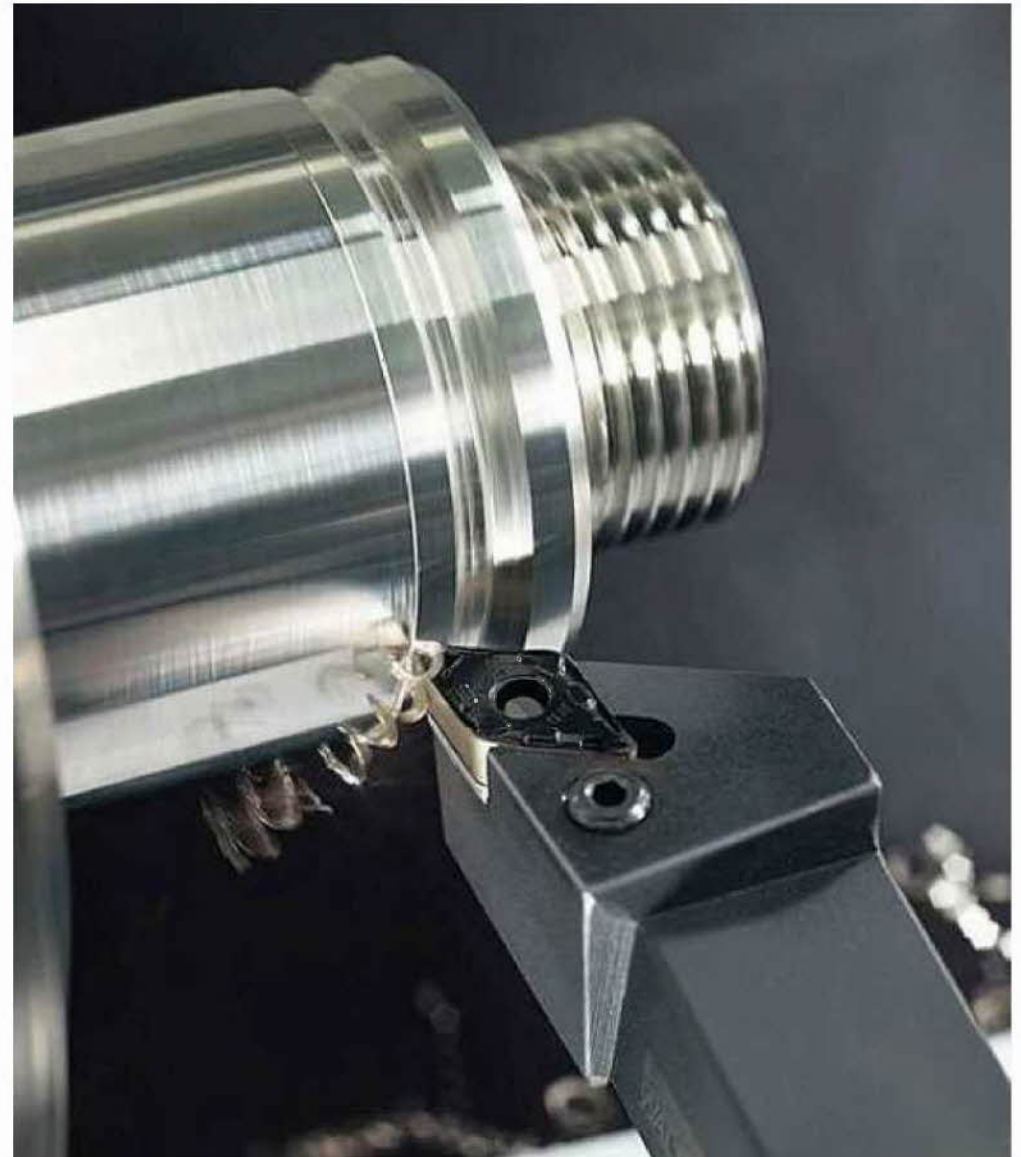
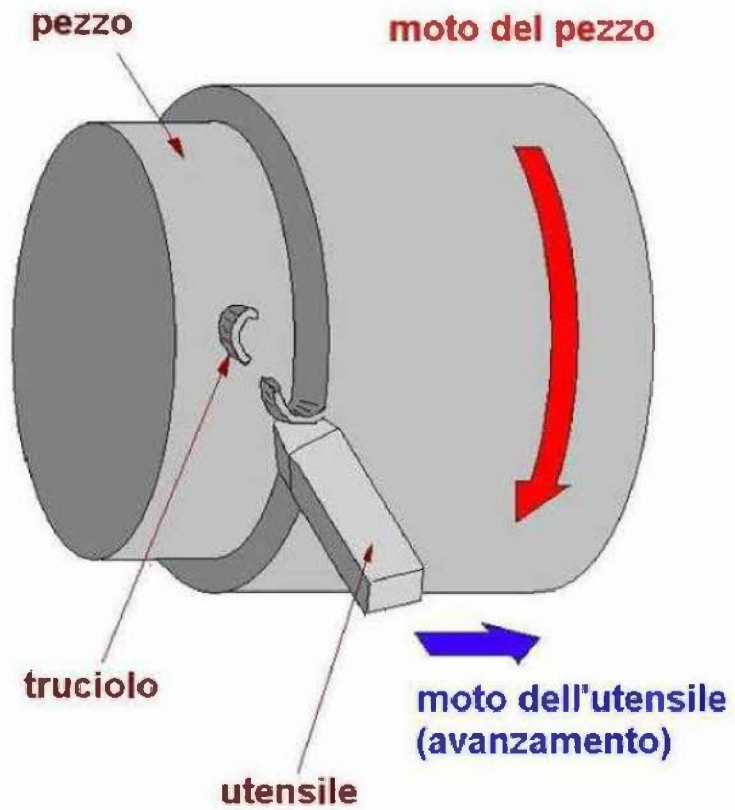
resistenza, funzionalità, estetica, processo, costi

Utensili e lavorazioni

							
							
JC840	JC850	JC860	JC870	JC871	JC870	JC871	JC880





Tornitura






Fresatura



Irregolarità delle superfici

ERRORI MACROGEOMETRICI:	POSSIBILI CAUSE
- 1° ordine: forma 	Errori di guida dell'utensile flessione dell'utensile e del pezzo errori di fissaggio del pezzo, deformazioni, usura
- 2° ordine: ondulazione 	Fissaggio eccentrico, vibrazioni

ERRORI MICROGEOMETRICI:	POSSIBILI CAUSE
- 3° ordine: rugosità 	Solchi, forma del tagliente dell'utensile avanzamento orizzontale e verticale
- 4° ordine: rugosità 	Processo di taglio (strappamento, taglio)
- 5° ordine: rugosità <i>non rappresentabile</i>	Processo di cristallizzazione, corrosione
- 6° ordine: rugosità <i>non rappresentabile</i>	Struttura cristallina

SOVRAPPOSIZIONE	
	<u>Superficie reale</u>

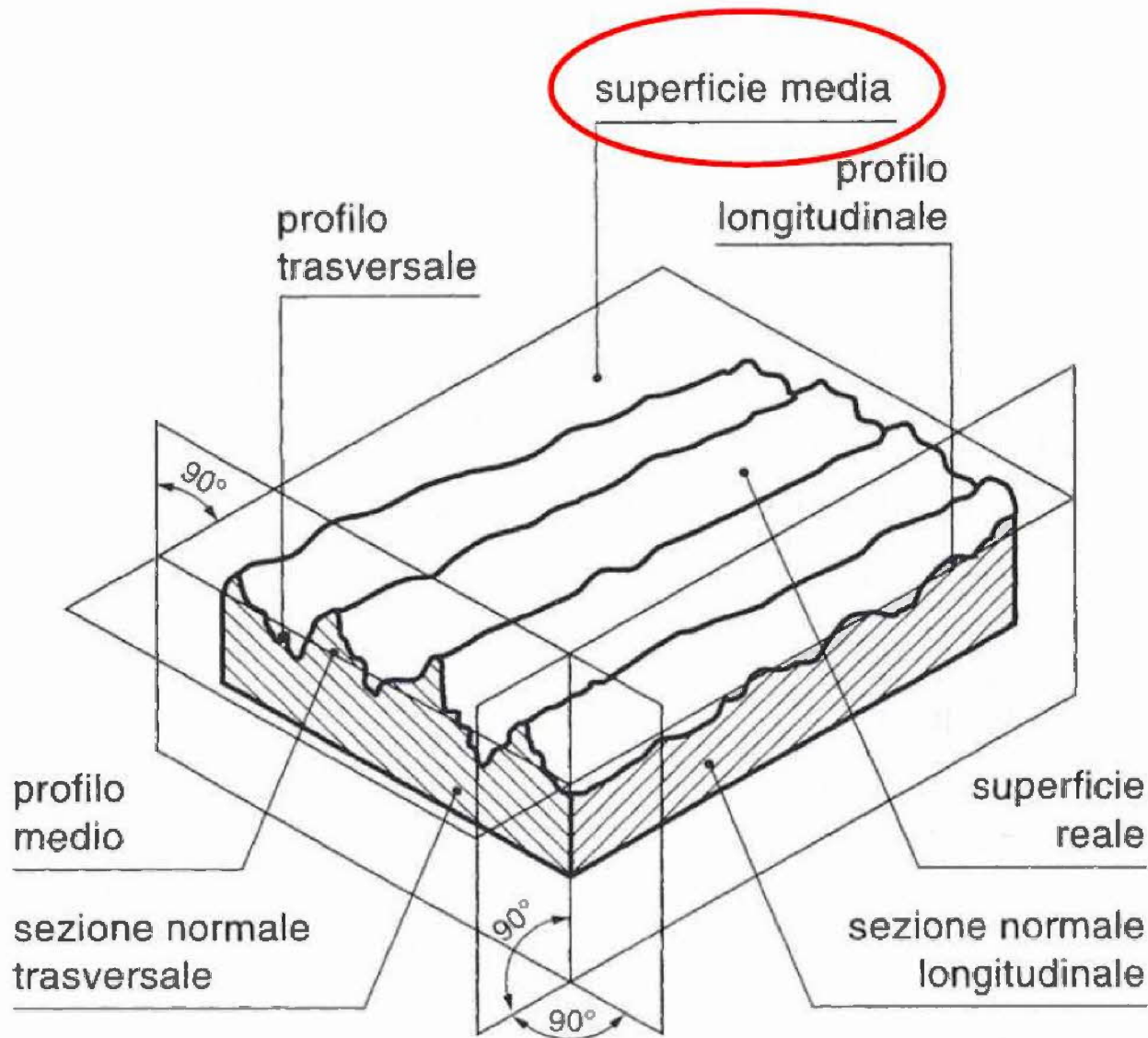
(approssimata da quella rilevata)

Classificazione delle superfici

DEFINIZIONI:

- Sup. **NOMINALE**: la superficie ideale del pezzo;
- Sup. **REALE**: la superficie che nella realtà delimita il volume del corpo;
- Sup. **DI RIFERIMENTO**: è il luogo di riferimento per il rilievo degli errori geometrici;
- Sup. **MEDIA**: interseca la superficie nominale in modo che i volumi delle parti che fuoriescono siano uguali ai volumi dei vuoti rientranti;
- Sup. **RILEVATA**: superficie misurata (con le approssimazioni date dai limiti degli strumenti di misura utilizzati);
- Sup. **INVILUPPO**: appoggiata sulla superficie reale tocca quest'ultima in almeno tre punti.

Classificazione delle sezioni e dei profili



Si fa riferimento alla superficie media ed alla direzione preferenziale delle irregolarità.

Classificazione delle sezioni e dei profili

DEFINIZIONI

Orientamento delle irregolarità: orientamento preferenziale dei solchi che caratterizzano le irregolarità

Passo delle irregolarità: distanza media fra le creste del profilo

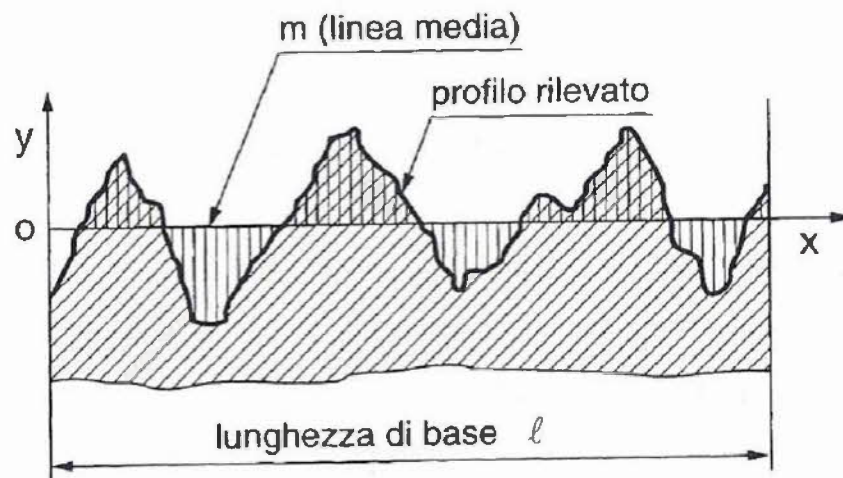
Lunghezza di base l : lunghezza lungo cui viene eseguita la misura di rugosità (correlata alla dimensione della difettosità - assume valori unificati: 0.08 – 0.25 – 0.8 – 2.5 – 8 – 25 mm)

Linea media m di un profilo rilevato

E' la linea che ha la forma del profilo nominale. Divide il profilo rilevato in modo che, entro certi limiti della lunghezza di base, la somma dei quadrati delle ordinate dei punti del profilo rilevato rispetto alla linea media sia MINIMO. Il tratto di profilo rilevato da considerare sottende la lunghezza di base l . Se la somma delle aree sottese dal profilo rilevato poste SUPERIORMENTE alla linea media é uguale alla somma delle aree sottese dal profilo rilevato poste INFERIORMENTE alla medesima linea media, la linea media prende il nome di linea centrale.

$$\int_0^l y(x) dx = 0$$

Definizione matematica
della linea centrale



Deviazione media aritmetica R_a

Il parametro con cui si prescrive la rugosità superficiale è R_a che è il valore medio delle ordinate y prese con valore assoluto e misurate sul profilo reale.

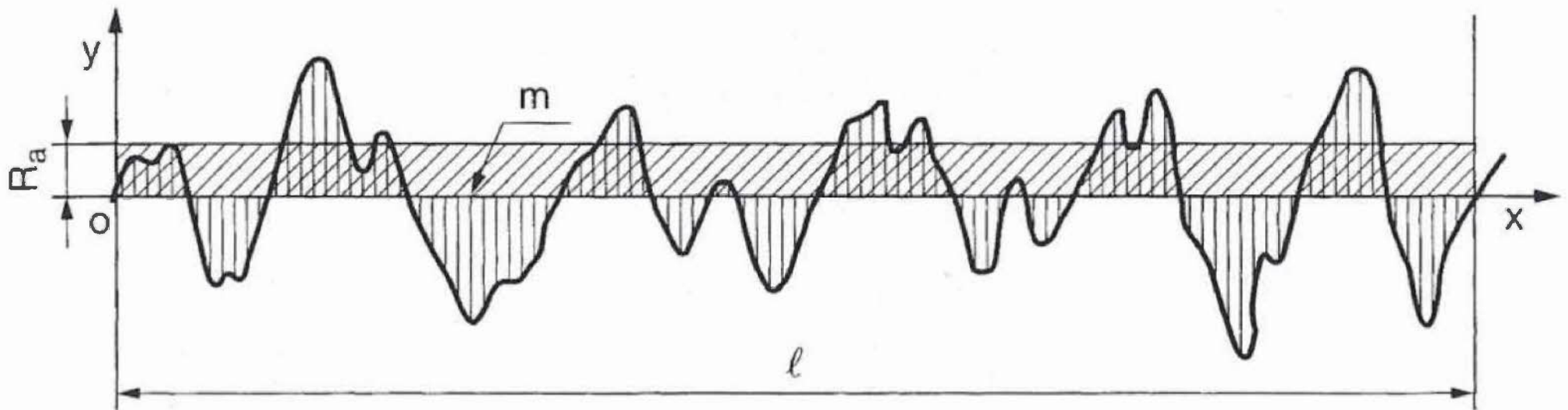
$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$

Nella pratica R_a viene generalmente espressa mediante un numero finito n di misure, ovvero:

$$R_a = \frac{\sum_{i=0}^n |y|}{n}$$

Deviazione media aritmetica R_a

Rappresentazione grafica di linea media (m), lunghezza base ed R_a

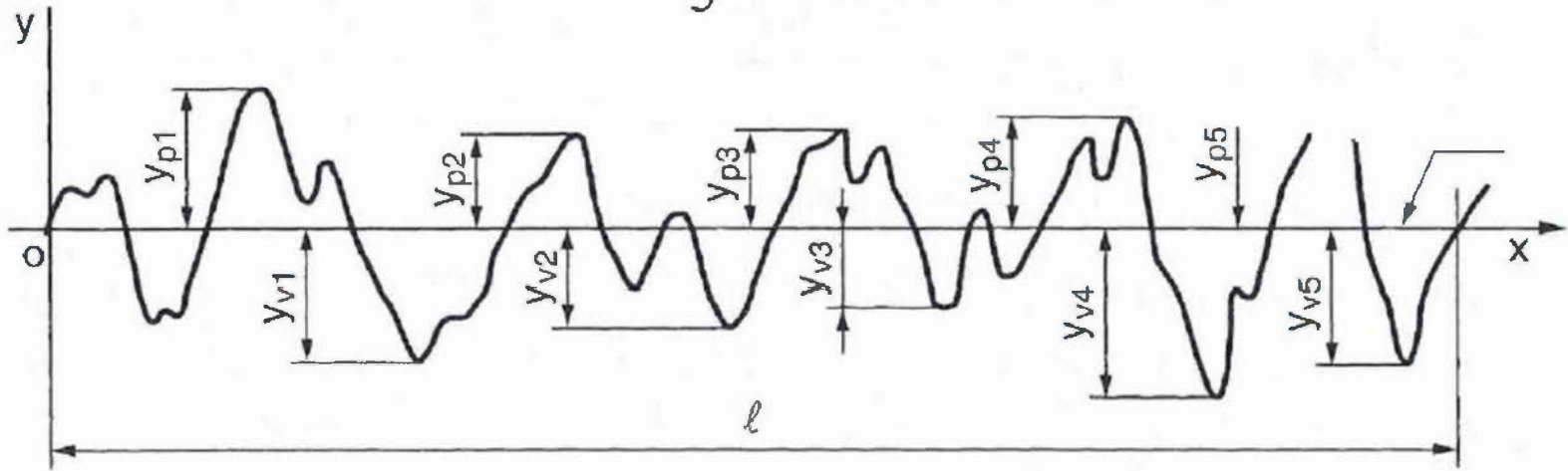


La rugosità si misura in μm

Definizione della rugosità R_z :

Altezza delle irregolarità su 10 punti

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}$$



Definizione della rugosità R_t :

E' la media dei valori assoluti dei 5 maggiori picchi e delle 5 valli più profonde.

$$R_t = \max |y_{pi}| + \max |y_{vi}|$$

Ulteriori parametri

L'altezza media delle irregolarità del profilo R_c è pari alla somma dei valori medi, in modulo, delle altezze dei picchi e delle profondità delle valli :

$$R_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{pi}| + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |y_{vj}|$$

Valore medio di un generico parametro di rugosità:

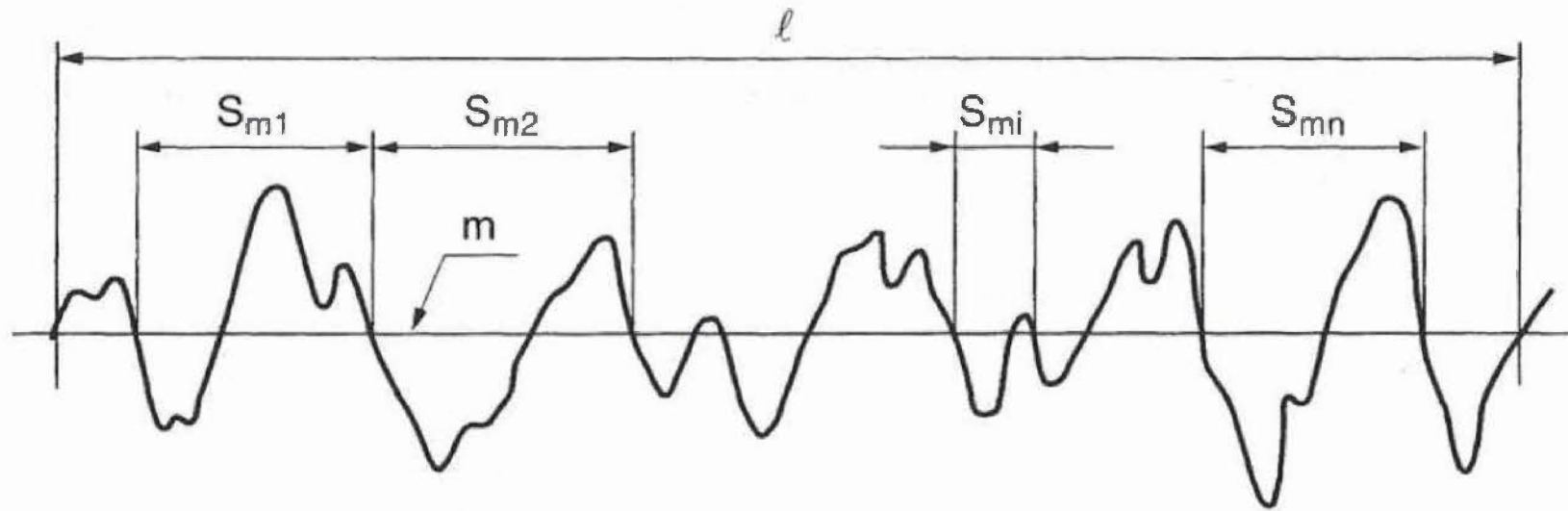
$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_{ni}$$

Scostamento medio quadratico del profilo R_q :

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} y^2(x) dx}$$

Ulteriori parametri

Intervallo delle irregolarità del profilo: lunghezza di linea media che contiene un picco e la valle adiacente.

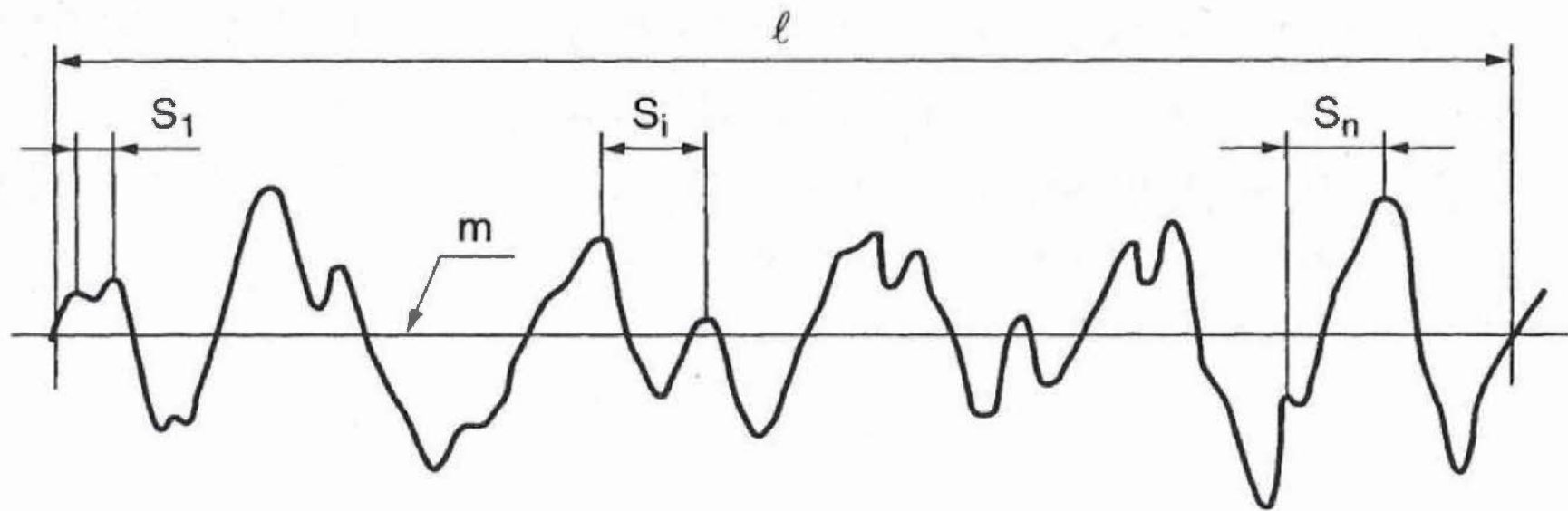


$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

Intervallo medio delle irregolarità del profilo S_m

Ulteriori parametri

Intervallo dei picchi locali del profilo: proiezione sulla linea media di due punti più alti di picchi adiacenti.



Intervallo medio S dei picchi locali:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

Densità D dei picchi del profilo :

$$D = \frac{1}{S_m}$$

Prescrizioni di rugosità

La rugosità deve essere sempre prescritta a disegno quando il suo valore condiziona in modo determinante l'efficienza in esercizio, l'integrità strutturale, l'estetica del componente.

La rugosità viene comunemente indicata mediante la **DEVIAZIONE MEDIA ARITMETICA DEL PROFILO R_a** espressa in μm (10^{-6}m). I valori raccomandati (progressione geometrica di ragione 1.25) sono:

0.025; 0.05; 0.1; 0.2; 0.4; 0.8; 1.6; 3.2; 6.3; 12.5; 25; 50 μm

Quando si prescrive un valore di rugosità questo indica il suo limite massimo fra i diversi rilevamenti effettuati. Quando necessario può essere indicato anche il valore minimo.

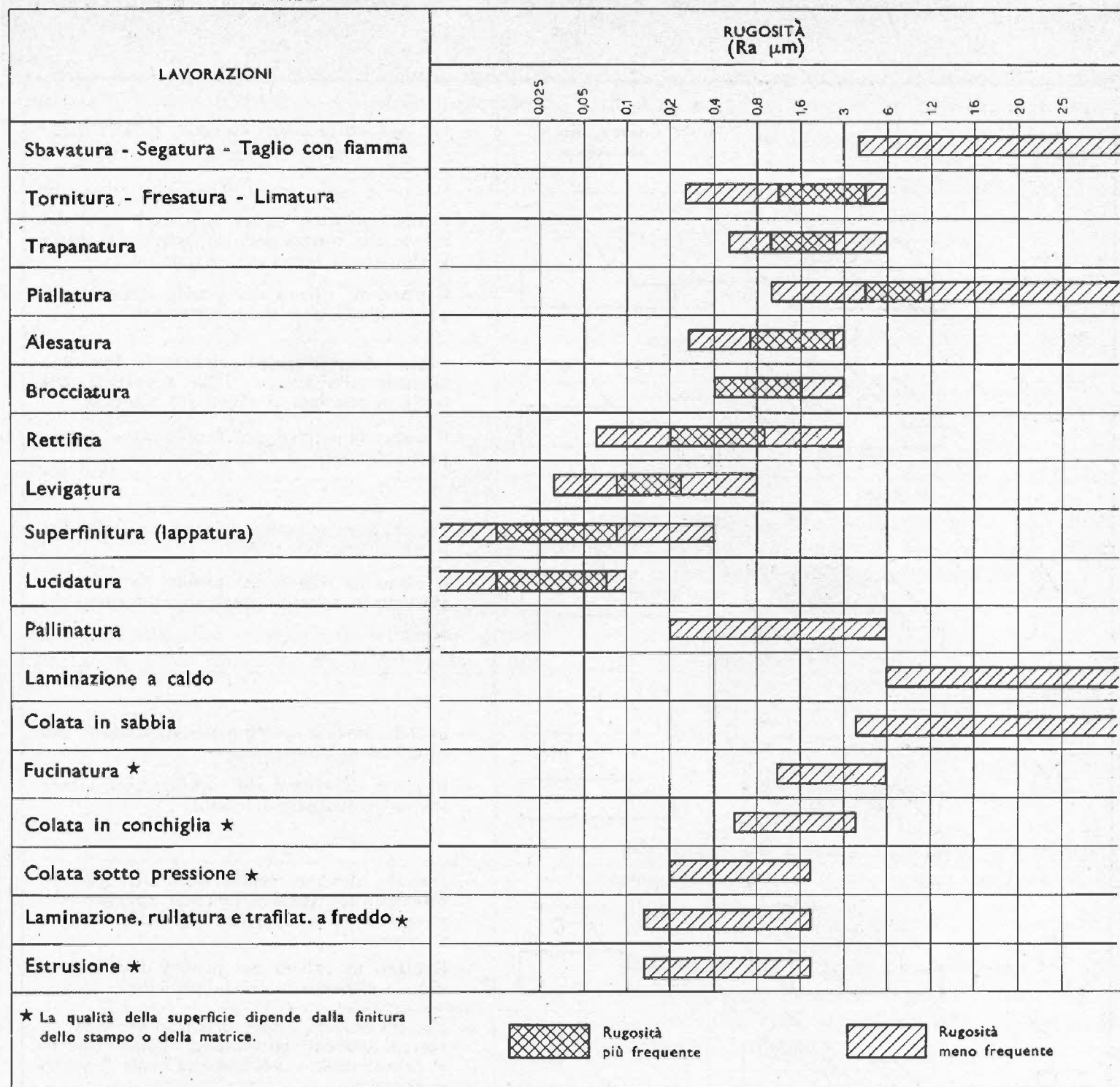
Scelta della lunghezza di base

R_a μm	l minime mm
$\leq 0,1$	0,08
$> 0,1 \div 0,2$	0,25
$> 0,2 \div 1,6$	0,8
$> 1,6 \div 6,3$	2,5
$> 6,3 \div 100$	8
> 100	25

Il valore minimo della lunghezza di base l viene prescritto in base al valore del parametro da misurare.

Valori tipici di R_a

$R_a = 0.025$	elementi di misura di alta precisione
$R_a = 0.05$	calibri da officina
$R_a = 0.1$	accoppiamenti a tenuta, utensili di precisione
$R_a = 0.2$	supporti di albero a gomiti e a camme, superfici delle camme
$R_a = 0.4$	cuscinetti, profili scanalati, pattini-guide, perni
$R_a = 0.8$	freni, ruote dentate
$R_a = 1.6$	alberi e fori di ingranaggi, teste dei cilindri



RELAZIONE TRA
METODO DI
FABBRICAZIONE
E RUGOSITA' R_a
(dati a titolo
indicativo)

RELAZIONE RUGOSITA' R_a E AMPIEZZA DEL CAMPO DI TOLLERANZA IT (valori indicativi)

Gruppi di dimensioni	Tolleranze ISO								
	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14
	Rugosità (R_a μm)								
≤ 3 mm	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8
> 3 ≤ 18 mm	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12
> 18 ≤ 80 mm	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20
> 80 ≤ 250 mm	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	—
> 250 mm	1,2	2	3	5	8	12	20	—	—

Indicazione dello stato delle superfici UNI EN ISO 1302

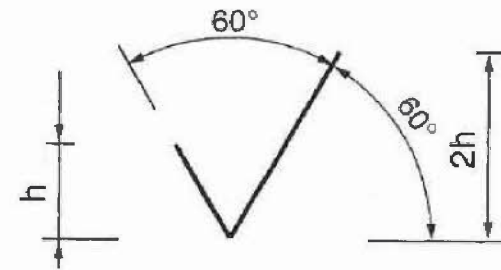
La rugosità si indica utilizzando i seguenti segni grafici:



Simbolo completo



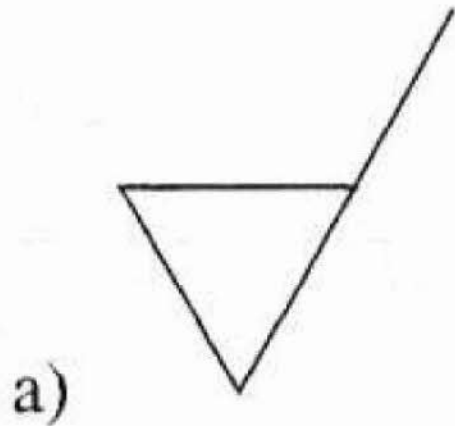
Simbolo base



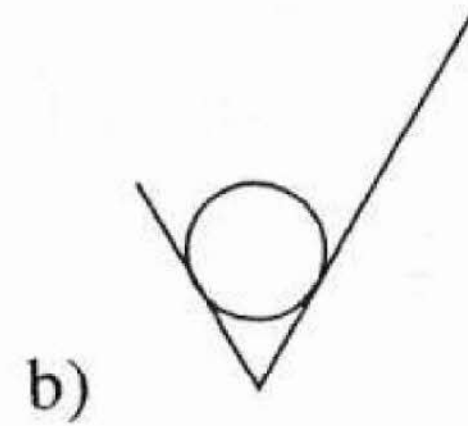
Simbolo generico che non specifica il tipo di lavorazione da eseguire.

Lo spessore della linea è uguale allo spessore della linea di quotatura

Indicazione della lavorazione



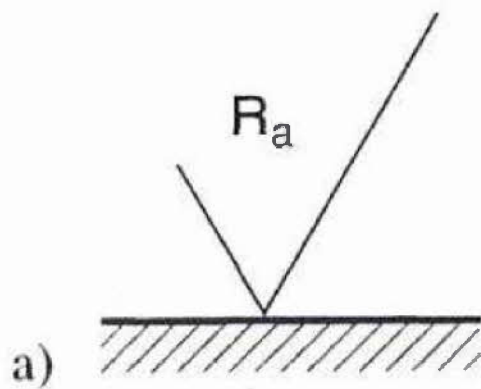
Lavorazione con asportazione di truciolo.



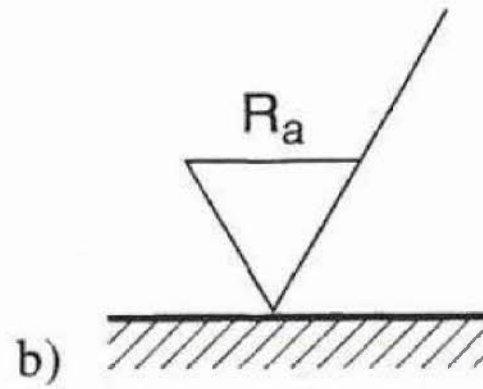
Lavorazione senza asportazione di truciolo.

La notazione b) si usa qualora la rugosità di un elemento già trattato non debba essere alterata dalle lavorazioni successive.

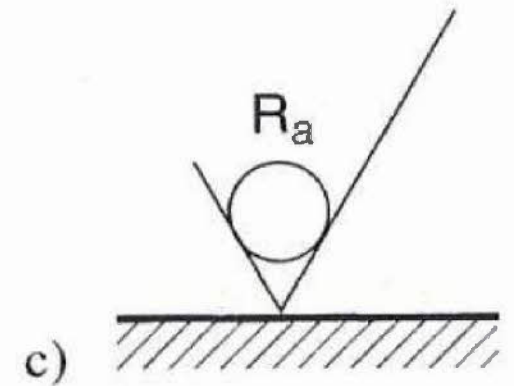
Indicazione della rugosità



Procedimento
generico



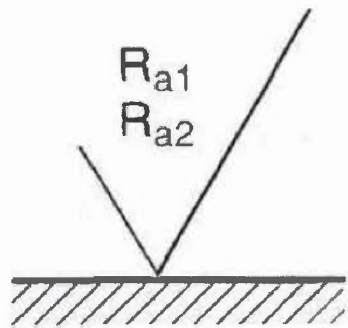
Con asportazione di
materiale



Senza asportazione
di materiale

Questa notazione prescrive il valore massimo ammissibile di R_a

Indicazione della rugosità



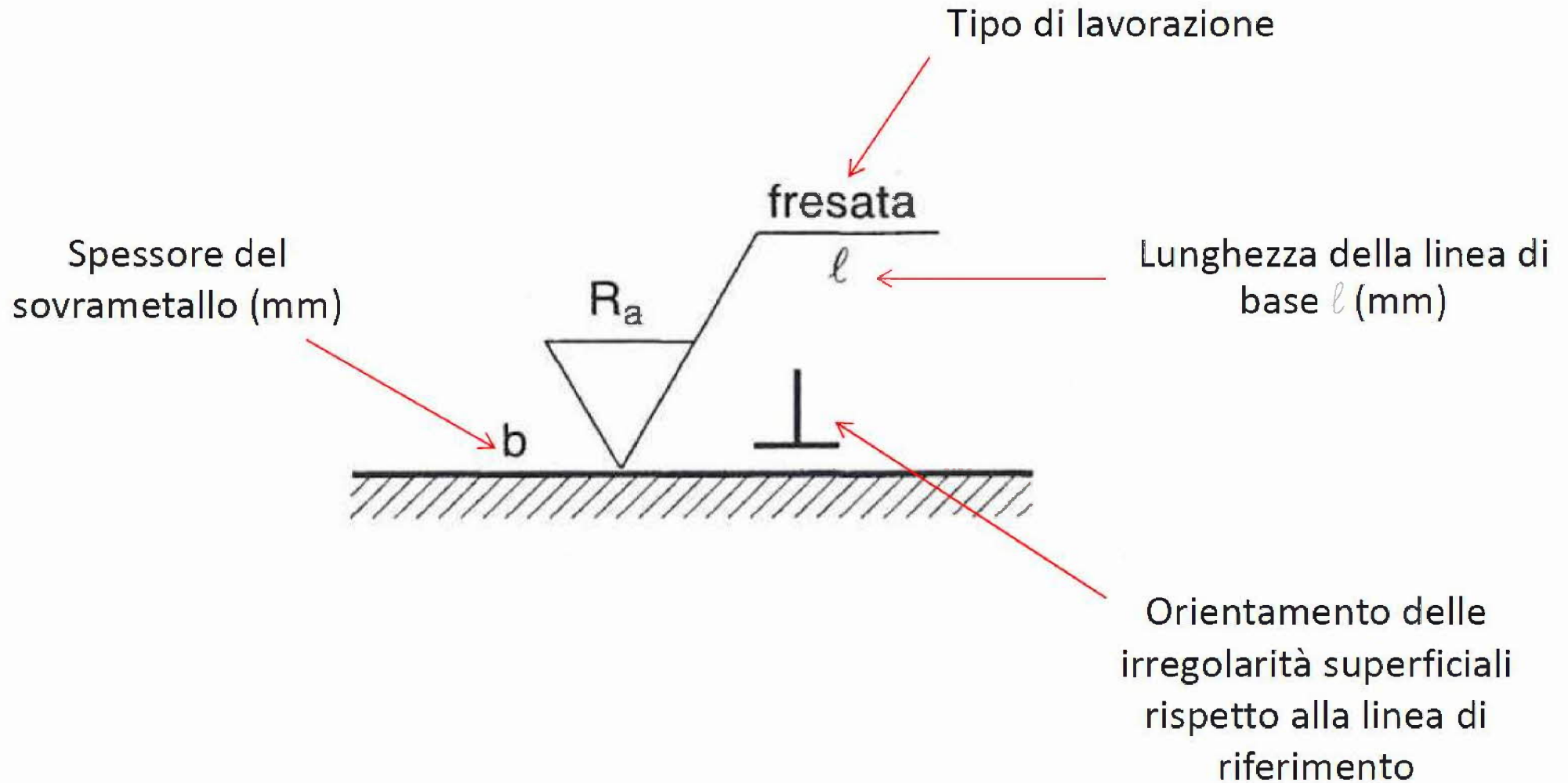
Questa notazione prescrive i valori limite estremi:

R_{a1} massimo
 R_{a2} minimo

Superficie lappata		
Superficie rettificata		
Superficie lisciata		
Superficie sgrossata		

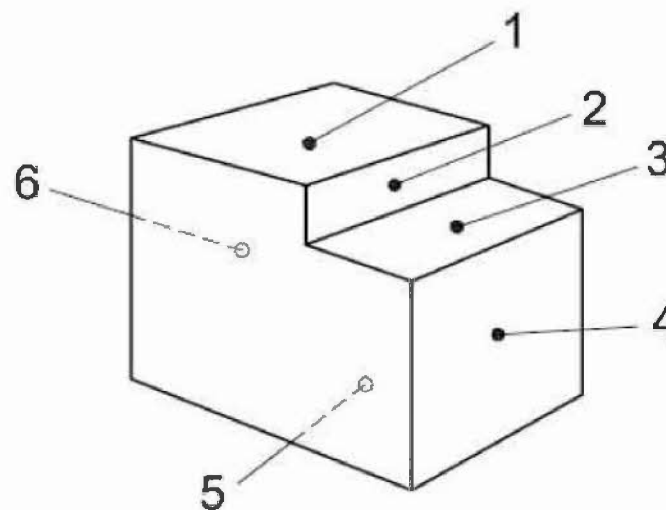
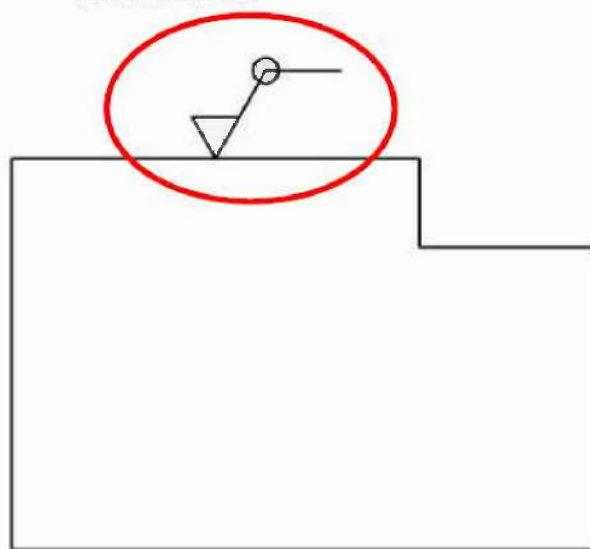
Tabella di conversione (approssimativa) fra la vecchia notazione a triangolini e la nuova notazione.

Indicazione completa




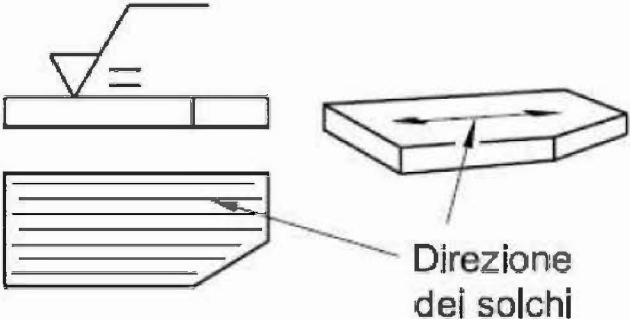

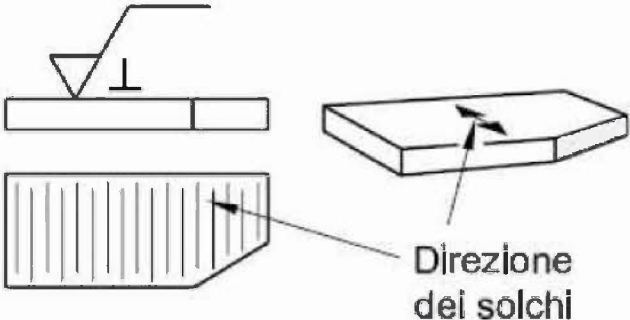
Indicazione per tutte le superfici

Requisiti per lo stato delle superfici per tutte e sei le superfici rappresentate dal profilo sul pezzo in lavorazione

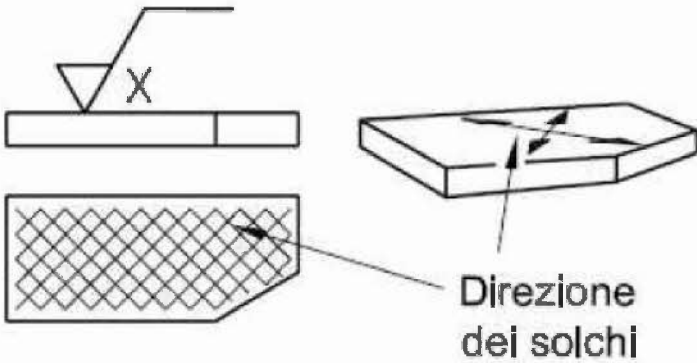
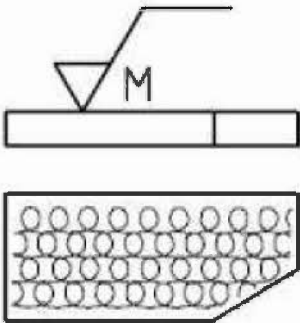


Si applica al contorno della vista in proiezione

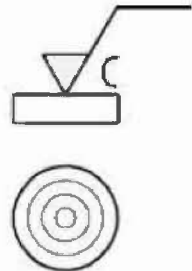
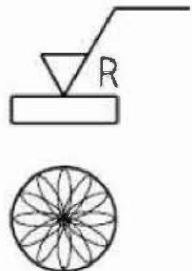
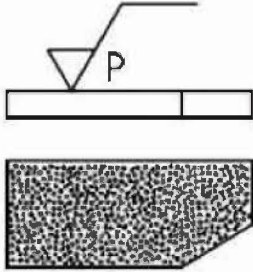
Andamento preferenziale delle irregolarità

Segno grafico	Interpretazione ed esempio	
	Paralleli al piano di proiezione della vista sulla quale è posto il segno grafico	
	Perpendicolari al piano di proiezione della vista sulla quale è posto il segno grafico	

Andamento preferenziale delle irregolarità

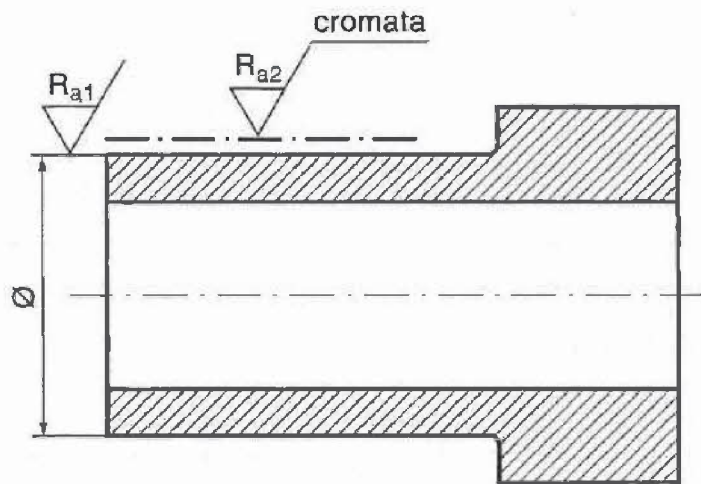
<p>X</p>	<p>Incrociati secondo due direzioni oblique al piano di proiezione della vista sulla quale è posto il segno grafico</p>	
<p>M</p>	<p>Multi-direzionali</p>	

Andamento preferenziale delle irregolarità

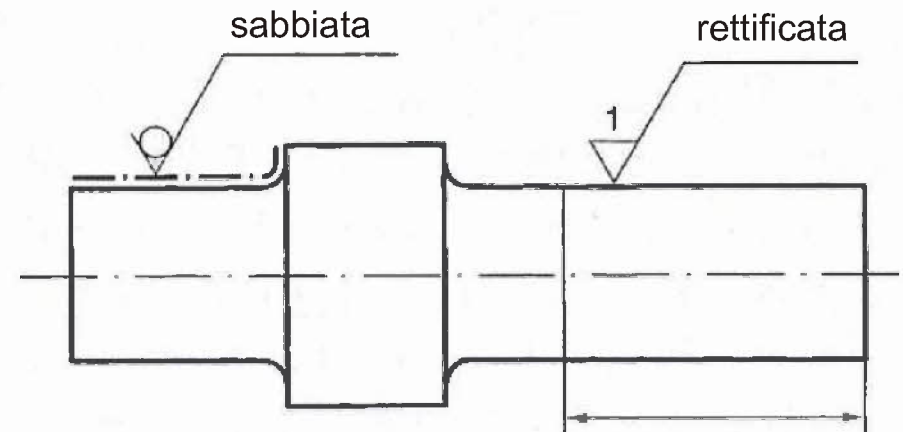
Segno grafico	Interpretazione ed esempio	
C	<p>Approssimativamente circolari in relazione al centro della superficie alla quale si applica il segno grafico</p>	
R	<p>Approssimativamente radiale in relazione al centro della superficie sulla quale è posto il segno grafico</p>	
P	<p>Solchi particolari, non direzionali, o protuberanti</p>	

Esempi

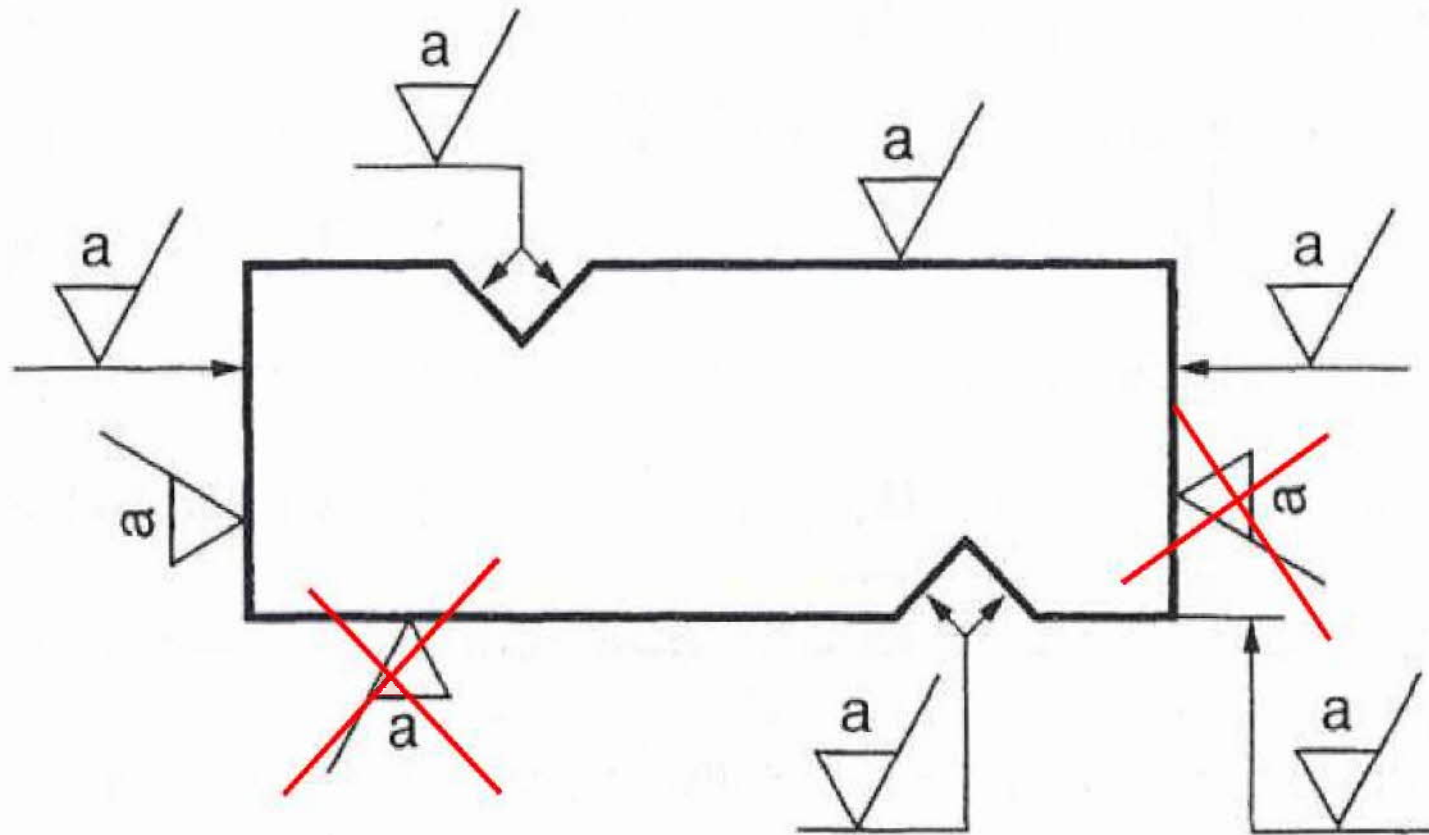
Indicazione di trattamenti
successivi



Indicazione di trattamenti
diversi in zone diverse

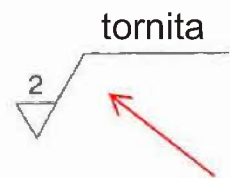
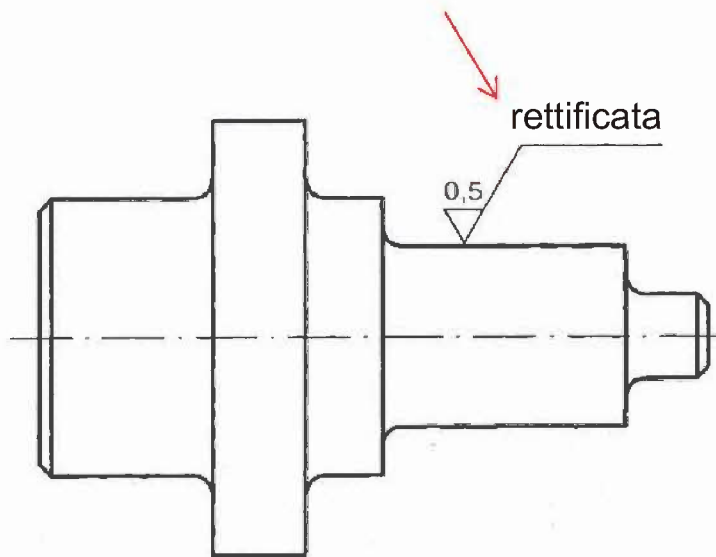


Esempi



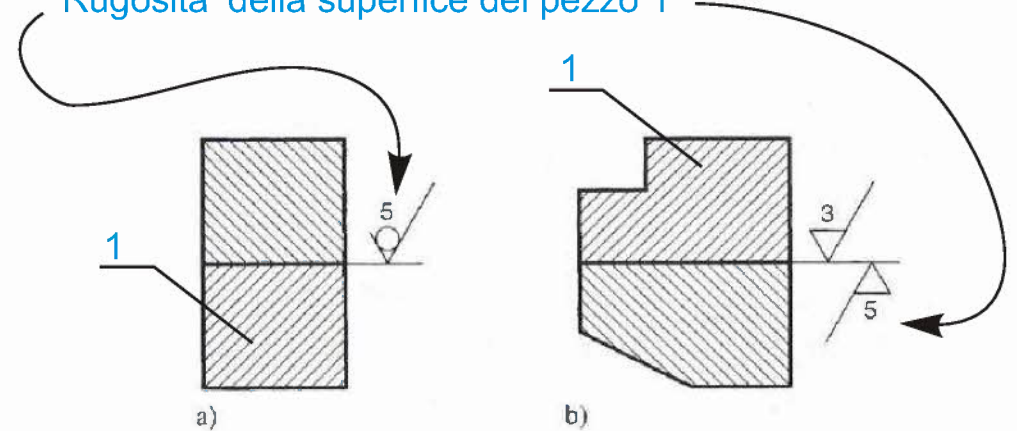
Esempi

Prescrizione locale



Prescrizione valida per tutte le superfici del corpo

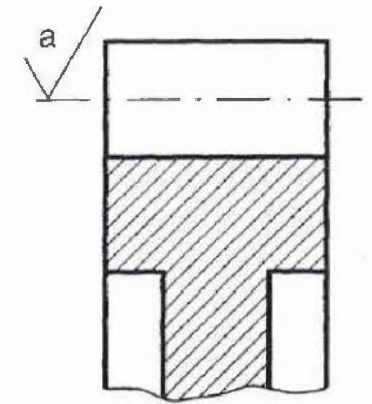
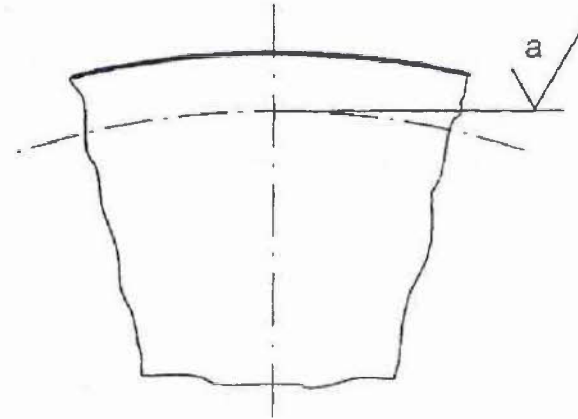
Rugosità della superficie del pezzo 1



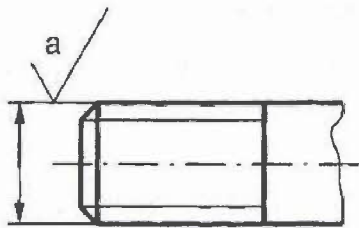
Il simbolo di rugosità DEVE essere riportato dalla parte in cui non c'è il materiale

Filetti e ruote dentate

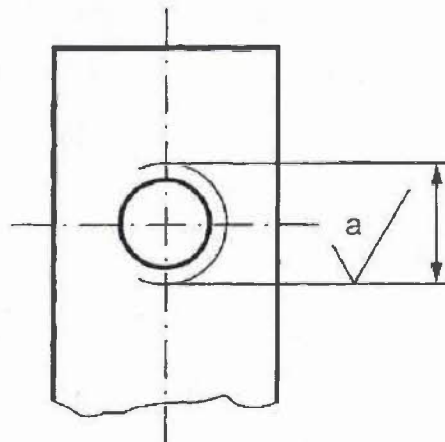
Circonferenza primitiva



Generatrice della
superficie primitiva



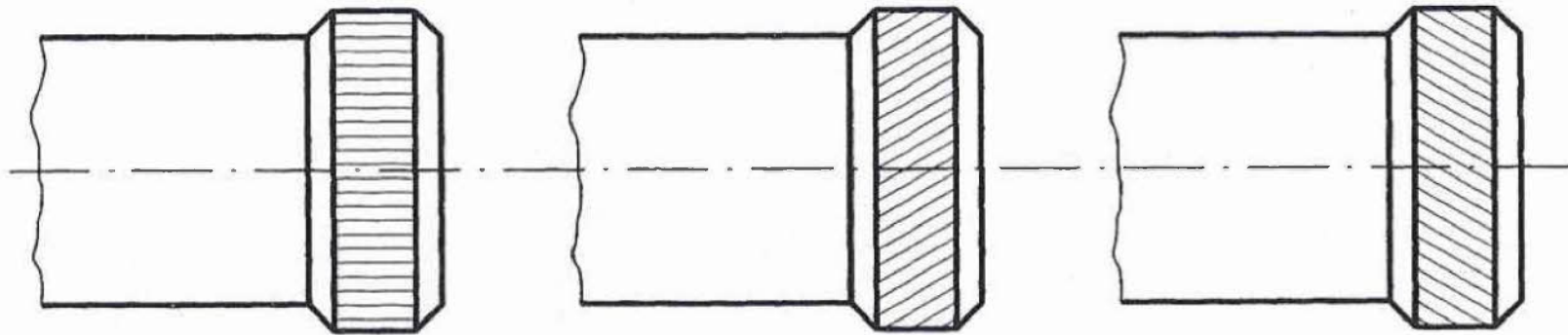
Cresta filetto



Fondo filetto

Zigrinature

Le zigrinature sono costituite da rigature superficiali, realizzate mediante un utensile a rullo (godrone), che consentono una buona presa manuale del pezzo così lavorato.



Parallela (A)

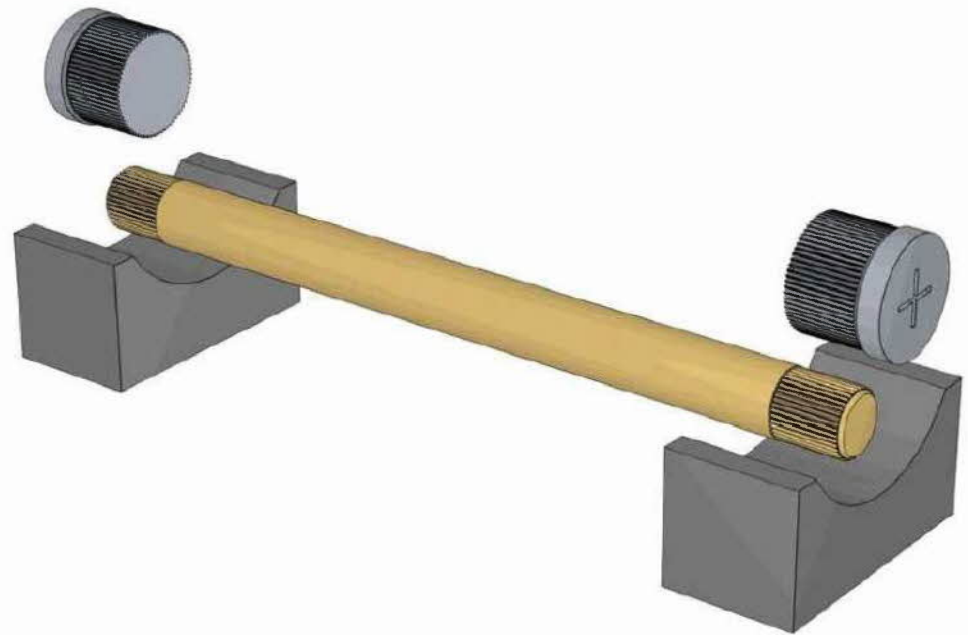


Sinistra (B)



Destra (C)

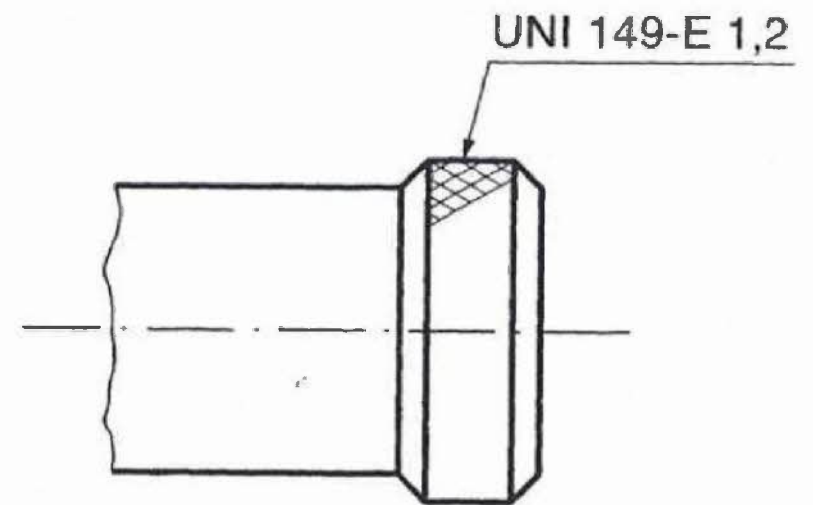
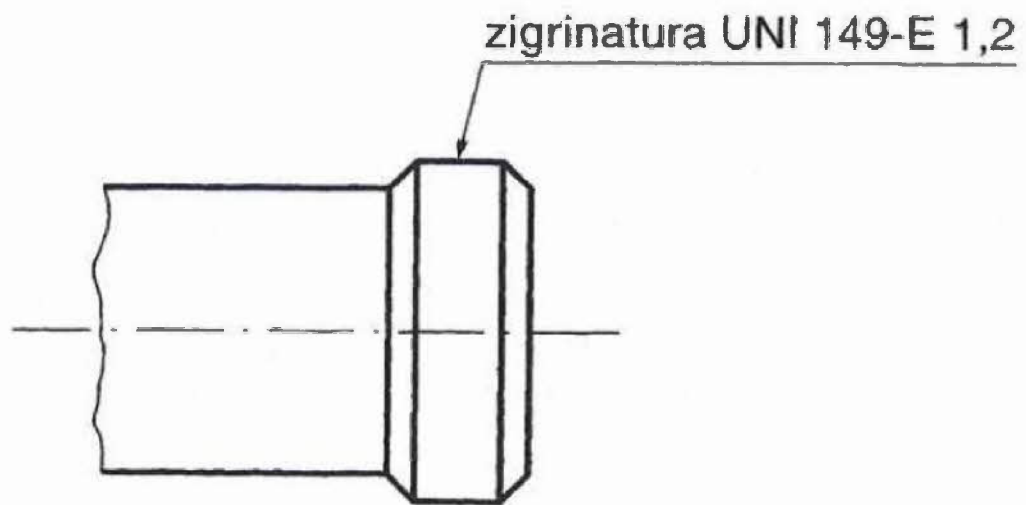
Zigrinature



Zigrinature



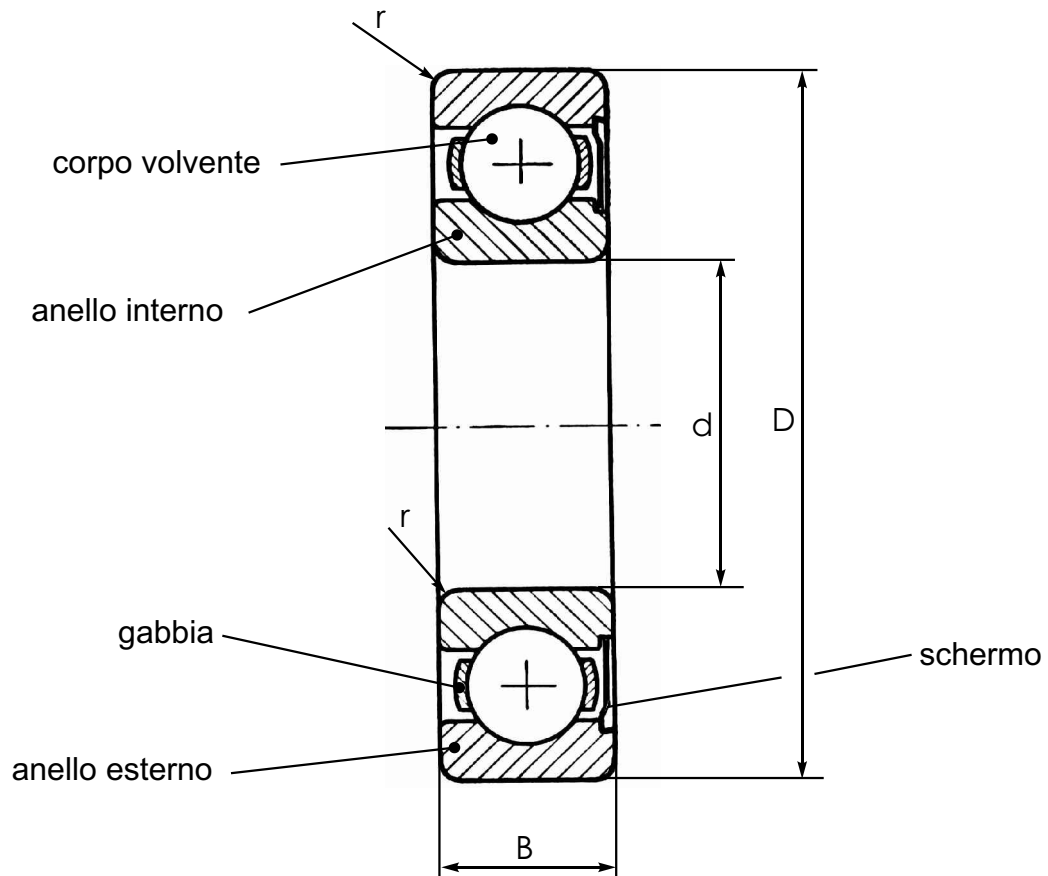
Zigrinature - rappresentazione



CUSCINETTI VOLVENTI



ESEMPI DI CUSCINETTI A SFERE



GLI ELEMENTI E LE DIMENSIONI CARATTERISTICHE
DI UN CUSCINETTO A SFERE

L' interposizione tra l' anello esterno e l' anello interno dei CORPI VOLVENTI sostituisce l' attrito VOLVENTE a quello RADENTE caratteristico dei cuscinetti a strisciamento

I cuscinetti volventi limitano al massimo le perdite di energia dovute all' attrito:

- coeff.d'attrito cuscinetti volventi

0.001-0.0025

- coeff. d'attrito cuscinetti a strisciamento in caso di sustentazione idrodinamica

0.005-0.02

MATERIALI

(in generale)

ANELLI E CORPI

VOLVENTI:

acciai al cromo
e al cromo-nichel

GABBIE:

acciai a basso tenore
di carbonio, materiali
non ferrosi, materiali
non metallici

CRITERIO GENERALE DI BLOCCAGGIO DEGLI ANELLI PER CUSCINETTI RADIALI E RADIALI- ASSIALI

Gli anelli del cuscinetto NON DEVONO MAI RUOTARE STRISCIANDO SUGLI ELEMENTI SU CUI VENGONO CALETTATI (in generale superficie dell' albero per l' anello interno e superficie della sede per l' anello esterno) PER EFFETTO DELLA ROTAZIONE DELL' ALBERO E/O DELLA SEDE.

A tale scopo occorre predisporre una opportuna interferenza nel calettamento dell' anello interno e/o esterno con le relative superfici di contatto dell' albero e/o della sede. Per impedire il mutuo strisciamento si può procedere anche utilizzando delle COLLE .

REGOLA GENERALE

SI CALETTA CON INTERFERENZA IL SOLO ANELLO CHE, SOTTO CARICO, TENDE A RUOTARE STRISCIANDO, CIOE' QUELLO SOGGETTO A CARICO ROTANTE

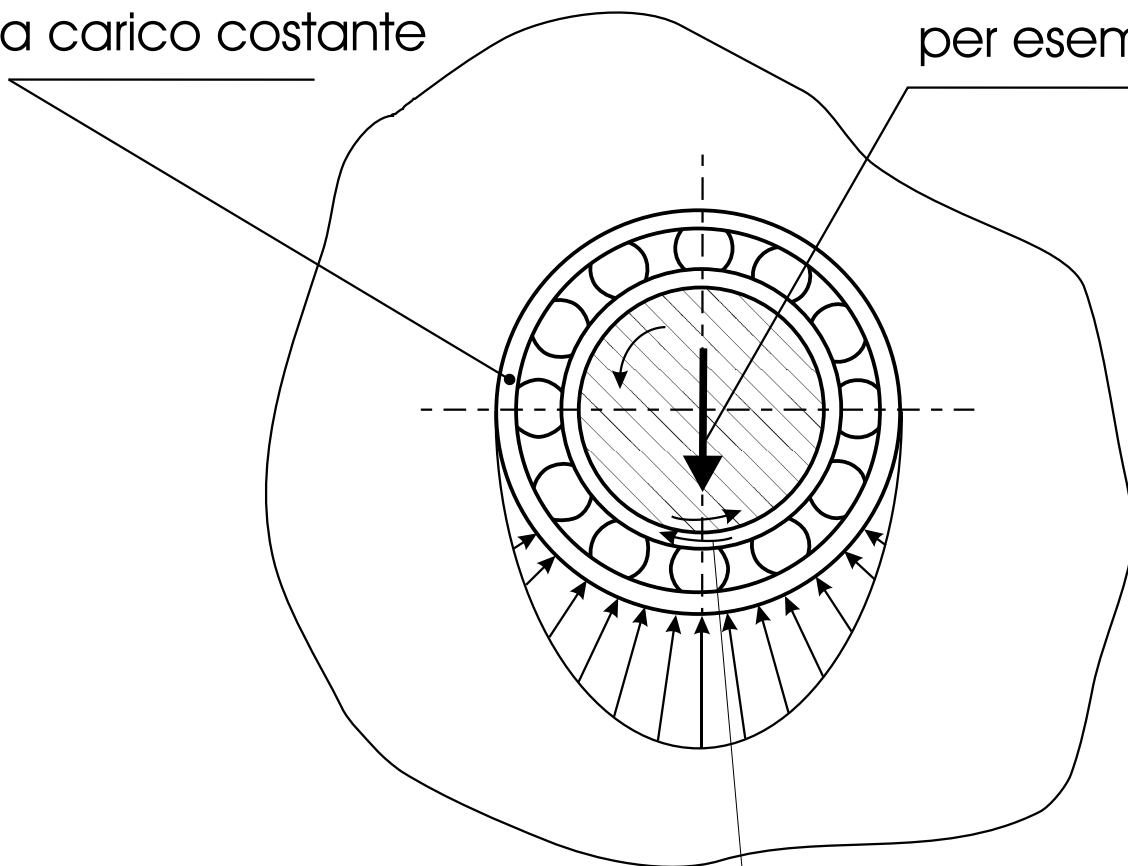
PER L' ALTRO ANELLO SI IMPORRA' UN ACCOPPIAMENTO MOBILE O INCERTO

Quando sia li anello interno che quello esterno sono soggetti a carichi rotanti è necessario bloccarli entrambi

ANELLO INTERNO SOGGETTO A CARICO ROTANTE

anello esterno soggetto
a carico costante

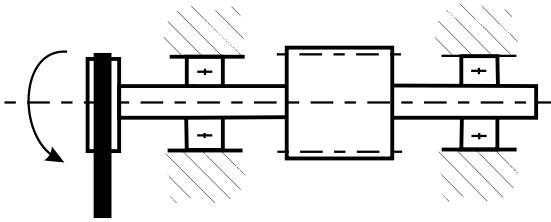
carico costante,
per esempio



azioni mutue,
microstrisciamenti,
peregrinazione
dell' anello interno

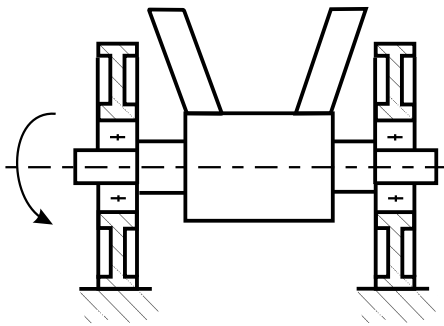
SI BLOCCA L'ANELLO SOGGETTO A CARICO ROTANTE

TRASMISSIONE A CINGHIA



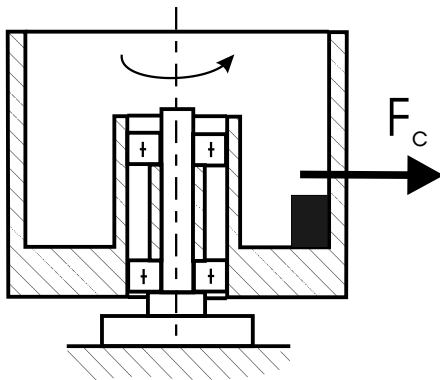
Anello interno	ruota	<-- DA BLOCCARE
Anello esterno	è fisso	<-- soggetto a carico costante
Carico	costante	

CARRELLO CON PERNI FISSI



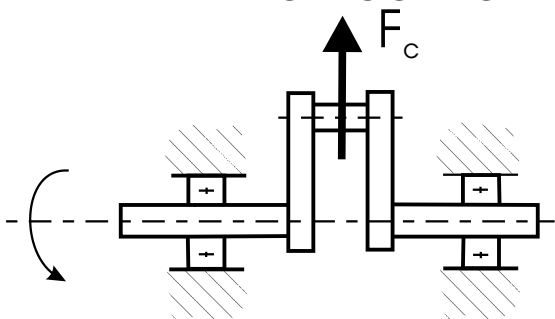
Anello interno	è fisso	<-- soggetto a carico costante
Anello esterno	ruota	<-- DA BLOCCARE
Carico	costante	

CENTRIFUGA



Anello interno	è fisso	<-- DA BLOCCARE
Anello esterno	ruota	<-- soggetto a carico costante
Carico	rotante	

ALBERO A GOMITO



Anello interno	ruota	<-- soggetto a carico costante
Anello esterno	è fisso	<-- DA BLOCCARE
Carico	rotante	