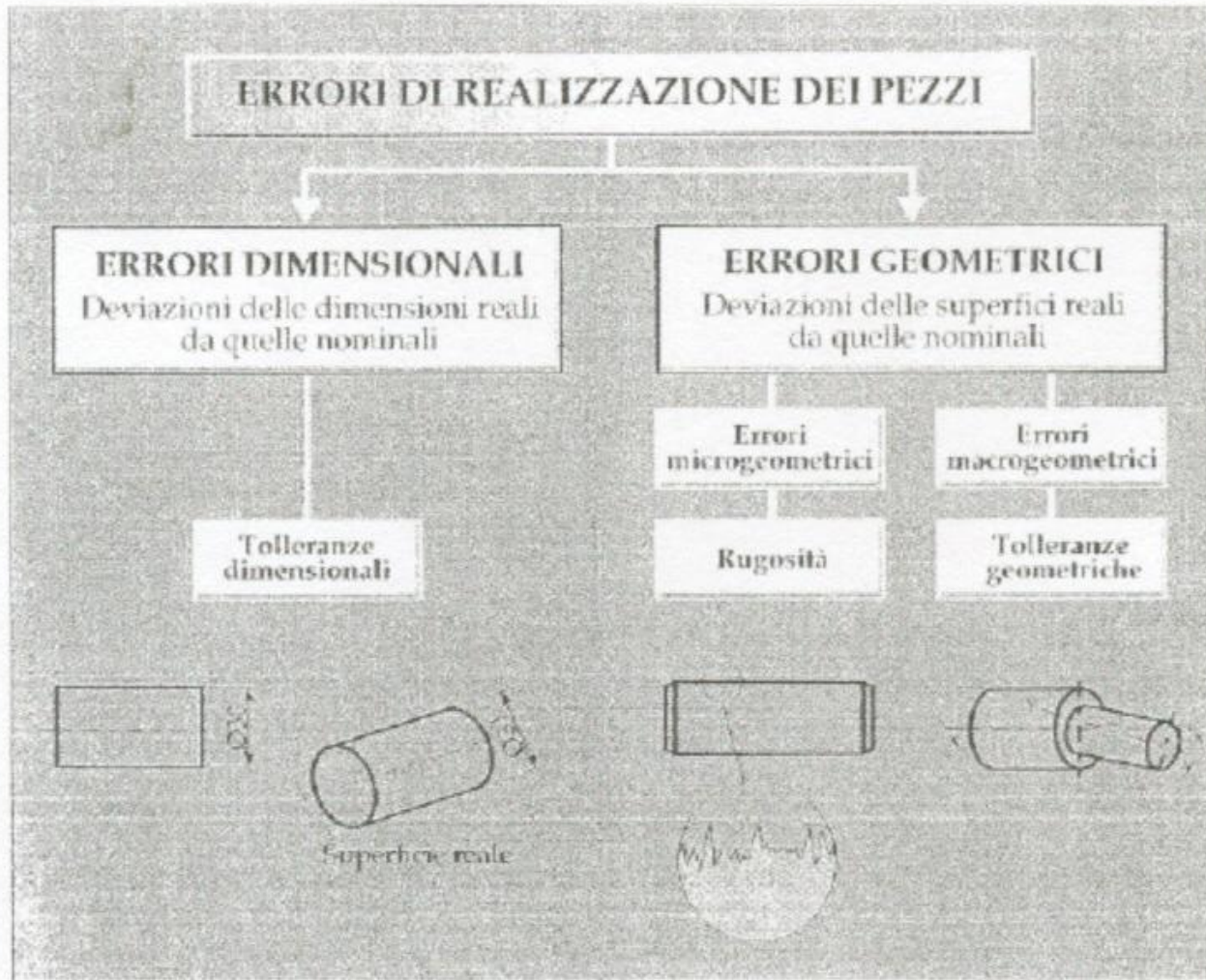


Tolleranze geometriche
Tolleranze geometriche generali
Sistemi di riferimento

INTRODUZIONE

Classificazione dei difetti (errori) di fabbricazione



ERRORI DI FORMA E ORIENTAMENTO: misura

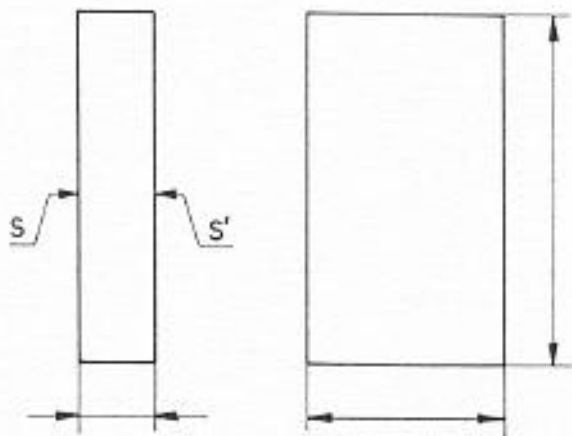


Fig. 1.12 - Parallelepipedo da controllare.

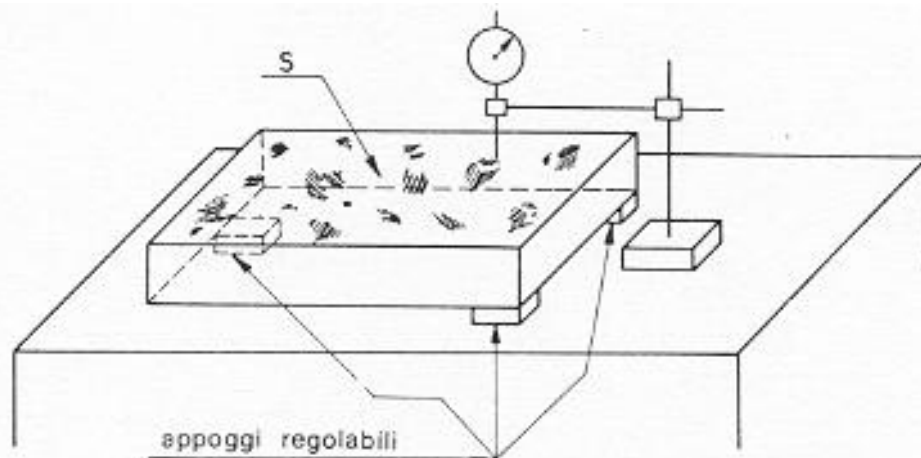


Fig. 1.13 - Rilievo dell'errore di planarità: errore di forma.

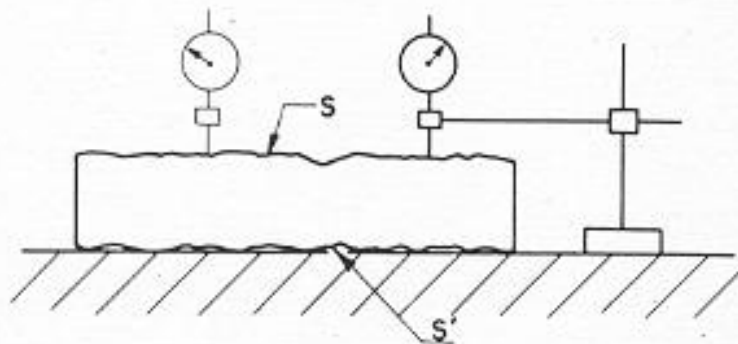


Fig. 1.14 - Rilievo dell'errore di parallelismo (comprendente anche l'errore di planarità): errore di orientamento.

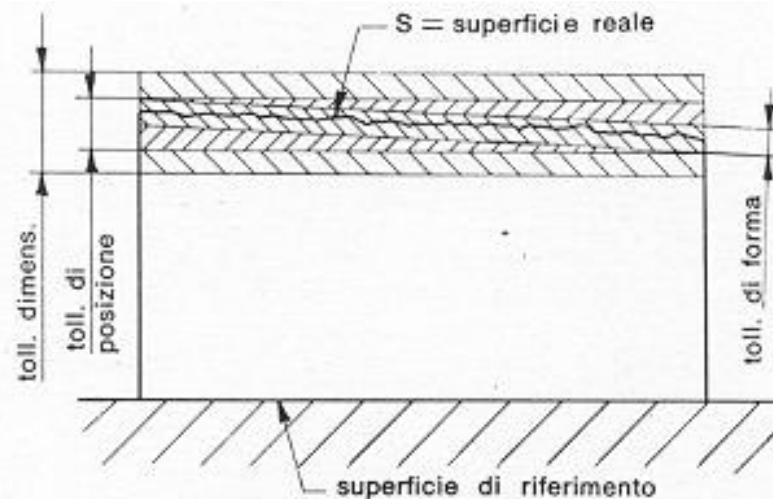


Fig. 1.15 - Rappresentazione dei tre tipi di errori riscontrabili e delle rispettive tolleranze.

ERRORI DI FORMA E ORIENTAMENTO: influenza

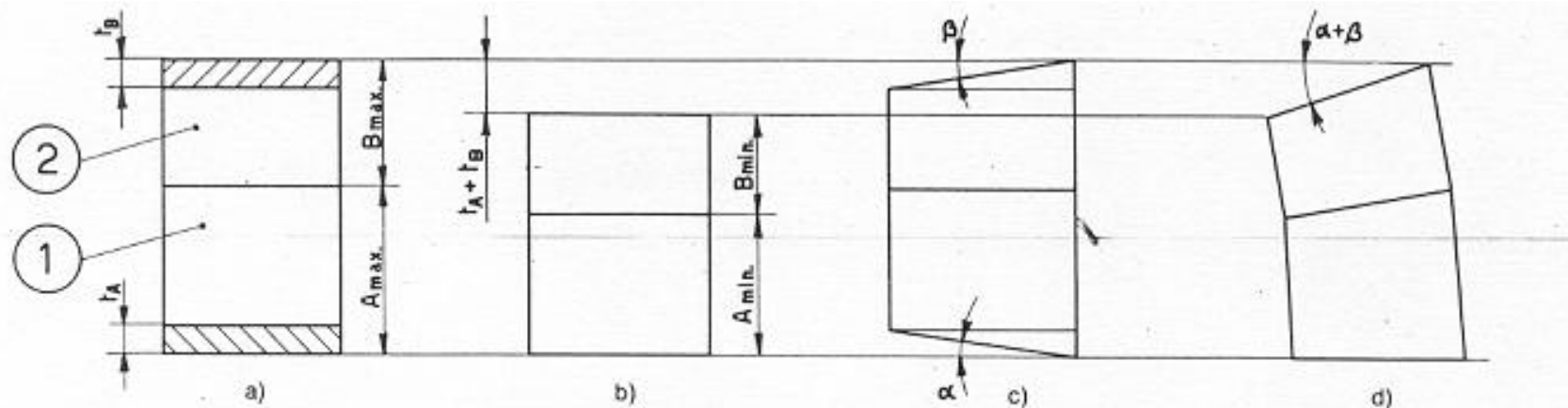


Fig. 1.16 - a) I due pezzi ① e ② assemblati sono rappresentati con le dimensioni massime; b) i due pezzi sono rappresentati con le dimensioni minime; c) α e β rappresentano gli errori geometrici massimi compatibili con le tolleranze assegnate; d) l'errore geometrico non peggiora le condizioni stabilite dall'errore dimensionale dell'insieme.

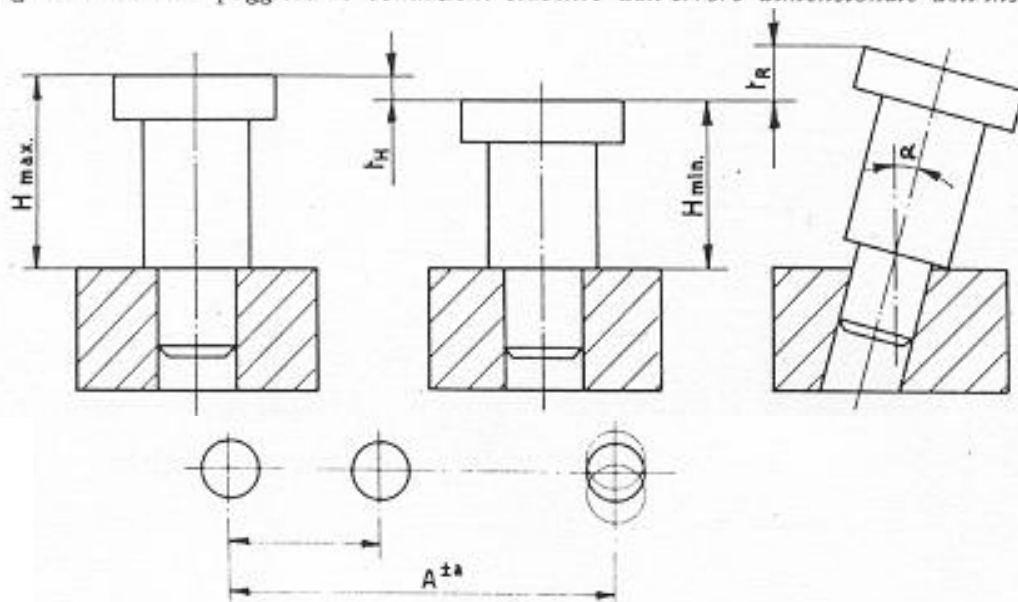


Fig. 1.18 - La quotatura di posizione dei fori non è sufficiente per definire variazioni di posizione dell'asse dei fori in direzione diversa di quella fissata dalla quotatura.

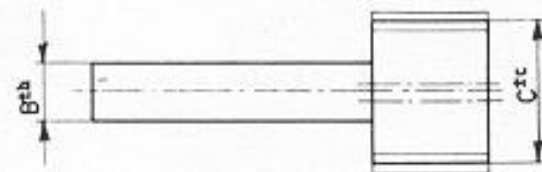



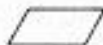













Fig. 1.19 - La coassialità teorica (posizione reciproca degli assi) di due elementi cilindrici può non esistere anche se le dimensioni sono in tolleranza.

Fig. 1.17 La tolleranza risultante t_R è maggiore di quella dimensionale. In questo caso l'errore geometrico di perpendicolarità del foro influisce in modo inaccettabile sulla funzionalità del pezzo.

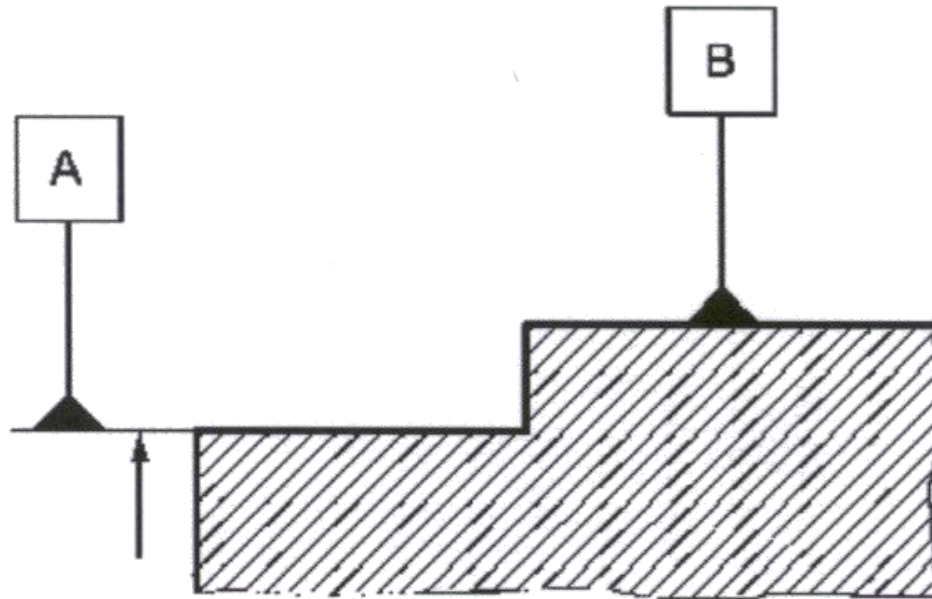
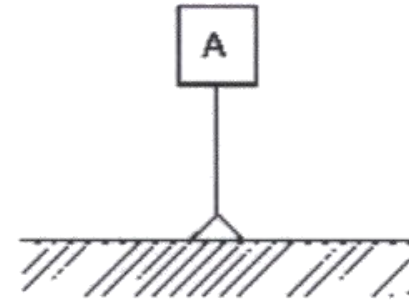
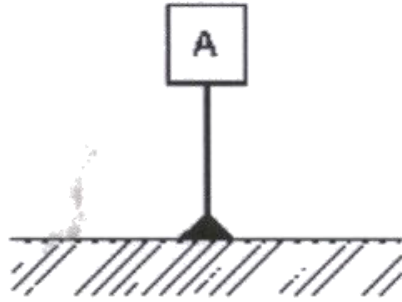
INDICAZIONE NEI DISEGNI

TOLLERANZE DI FORMA (per elementi isolati)				
di linee	Denominazione	Rettilinearità	Circolarità	Forma di linea qualunque
	Simbolo			
di superfici	Denominazione	Planarità	Cilindricità	Forma di superficie qualunque
	Simbolo			
TOLLERANZE DI ORIENTAMENTO (per elementi associati)				
Denominazione		Parallelismo	Perpendicolarità	Inclinazione
Simbolo				
TOLLERANZE DI POSIZIONE (per elementi associati)				
Denominazione		Localizzazione di un elemento	Concentricità e coassialità	Simmetria
Simbolo				
TOLLERANZE DI OSCILLAZIONE		Oscillazione circolare		Oscillazione totale
				

SEGNI GRAFICI

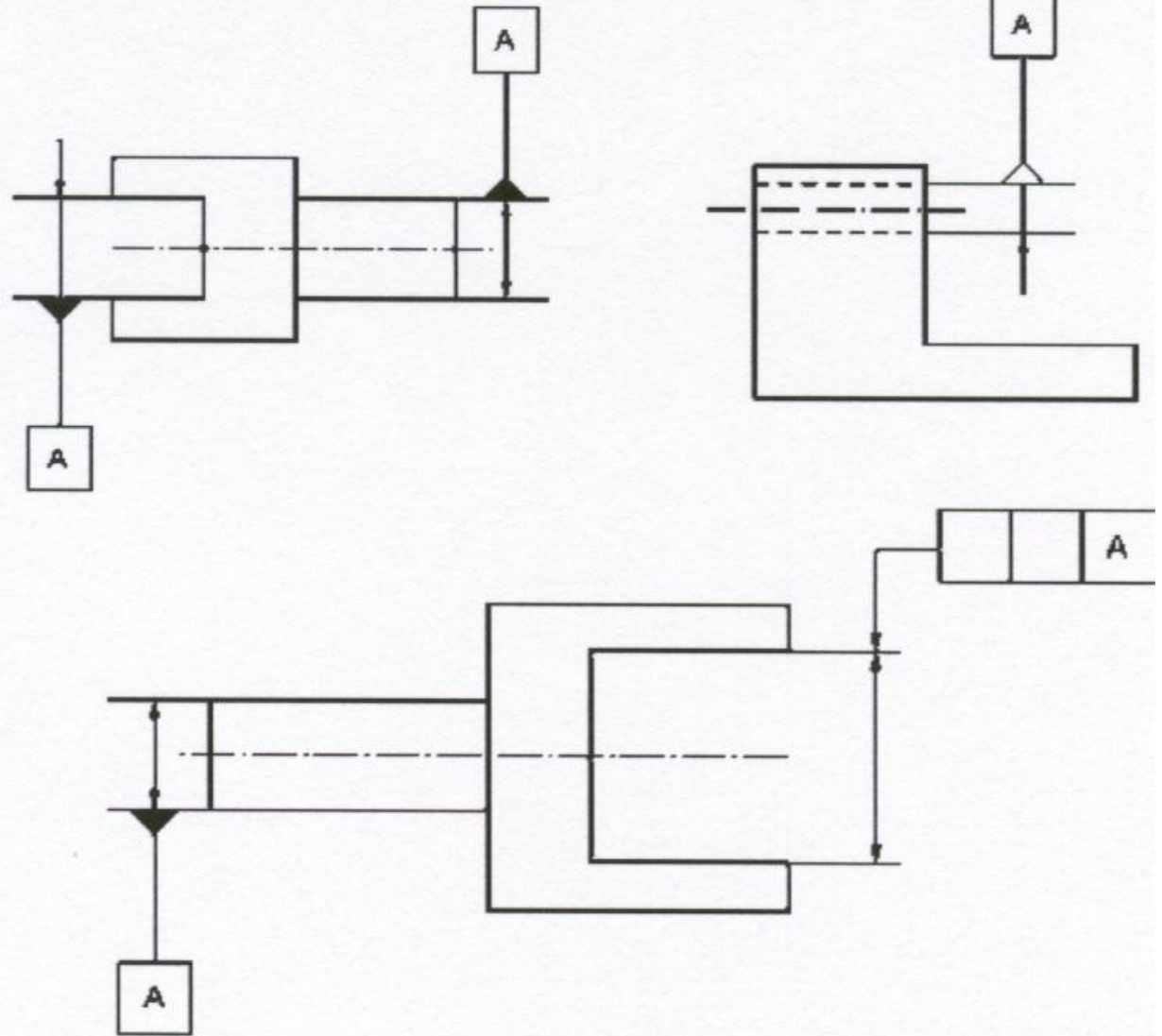
DESCRIZIONE		SEGNO GRAFICO
Indicazione di elemento con tolleranza	diretta	
	mediante lettera	
Indicazione di elemento di riferimento	diretta	
	mediante lettera	
Dimensione teoricamente esatta		
Zona di tolleranza proiettata		
Condizione di massimo materiale		

ELEMENTI DI RIFERIMENTO



ELEMENTI DI RIFERIMENTO

Quando come elemento di riferimento si sceglie un asse geometrico, questi non è fisicamente rilevabile e pertanto quale elemento di riferimento può venire adottata la corrispondente superficie cilindrica



INDICAZIONE TOLLERANZE GEOMETRICHE

Riquadri delle tolleranze geometriche

—	0,05
---	------

\oplus	$\varnothing 0,02$	A
----------	--------------------	---

//	0,5	A	B	C
----	-----	---	---	---

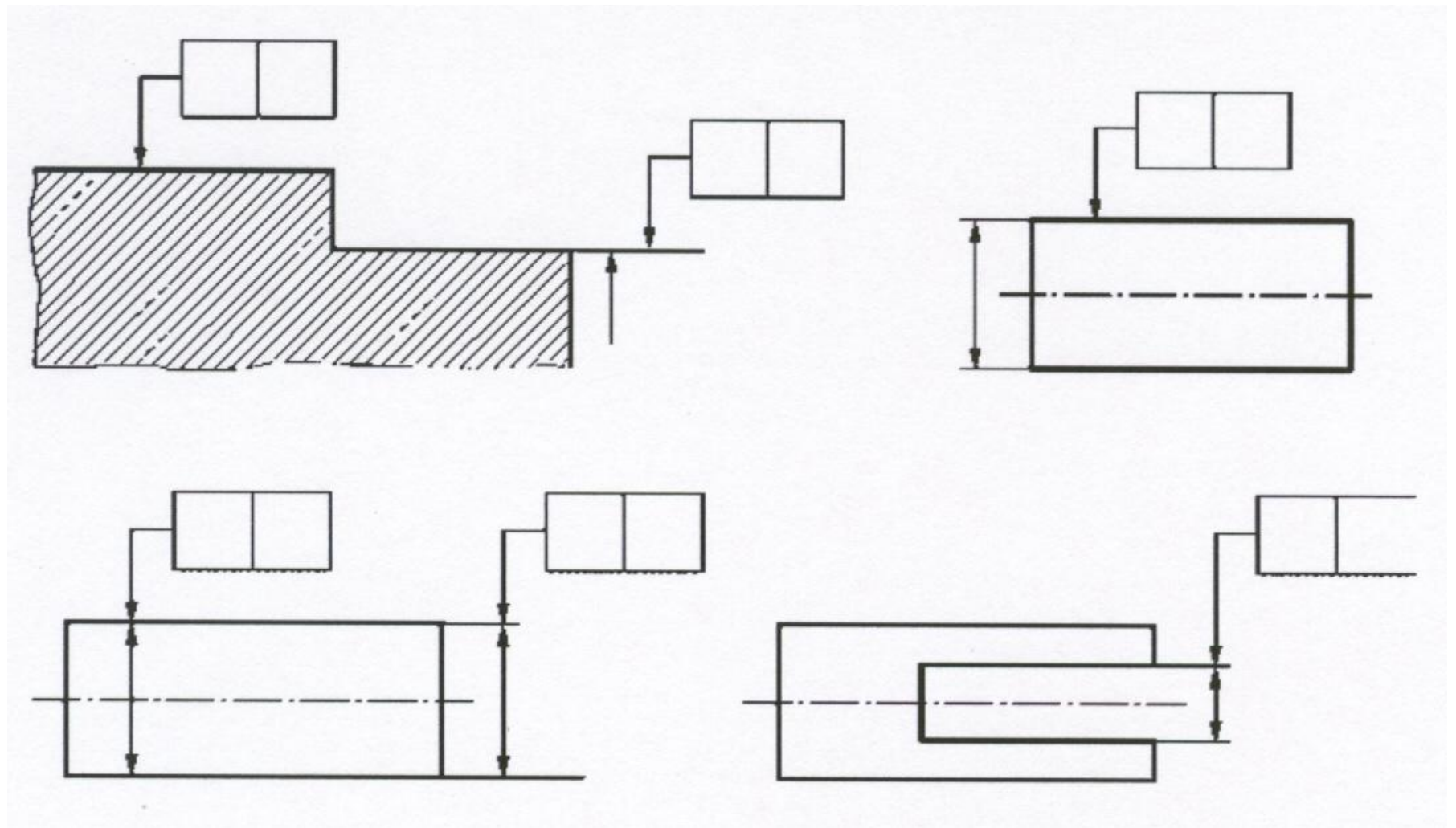
Il valore della tolleranza va espresso nell'unità di misura utilizzata sul disegno e la stessa tolleranza viene preceduta dal segno caratteristico di diametro se è circolare o cilindrica; quali lettere di riferimento si usano quelle maiuscole latine.

○	0,02	
//	0,08	A

//	0,1/100	A
----	---------	---

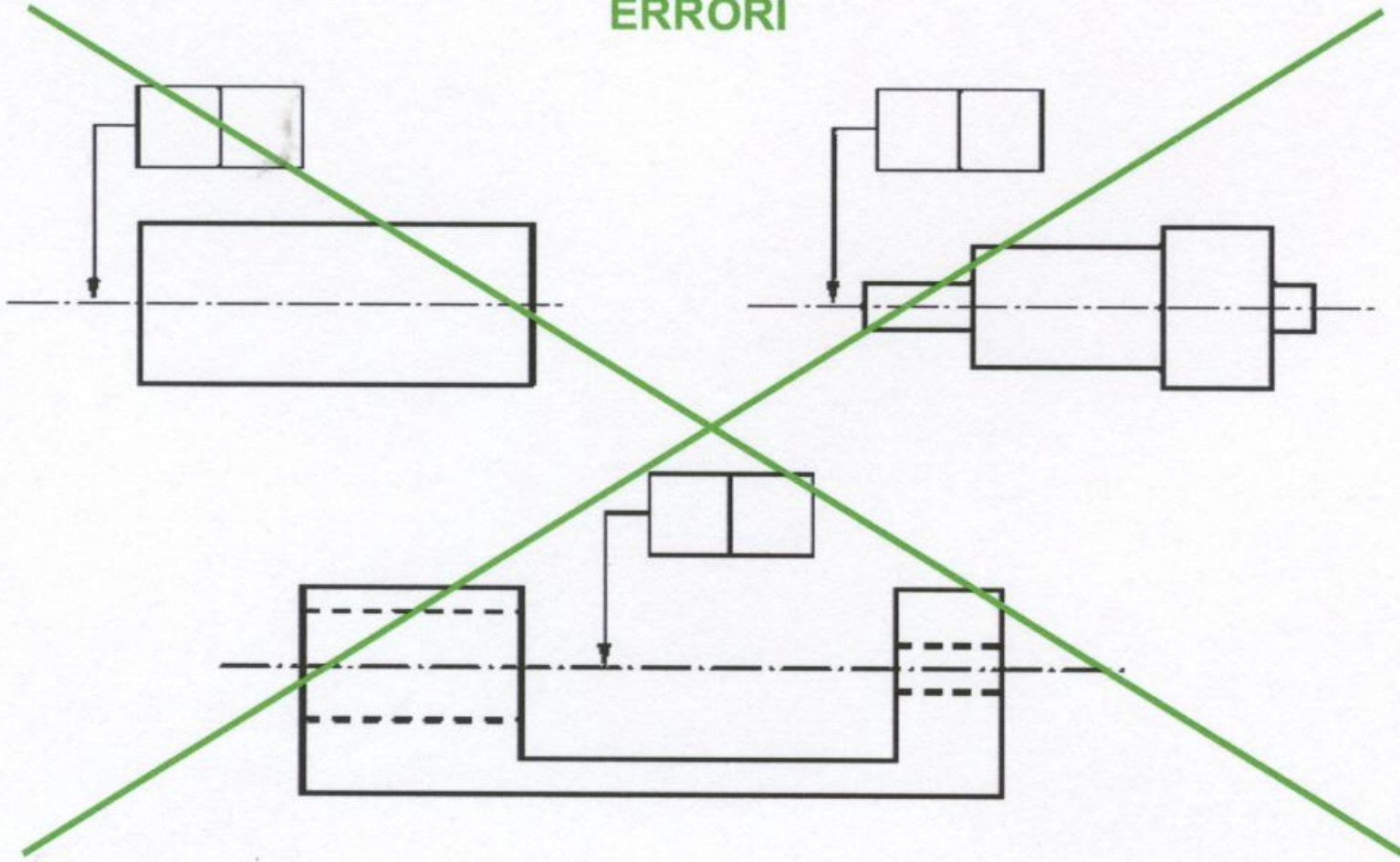
//	0,2	A
	0,1/100	

INDICAZIONE TOLLERANZE GEOMETRICHE



INDICAZIONE TOLLERANZE GEOMETRICHE

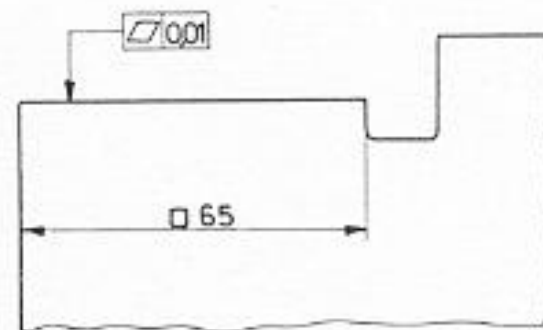
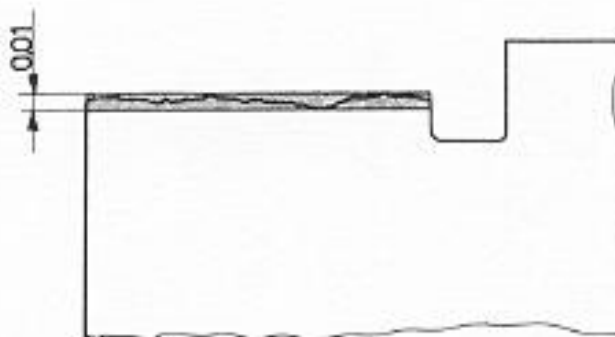
ERRORI



TIPI DI TOLLERANZA GEOMETRICA (I)

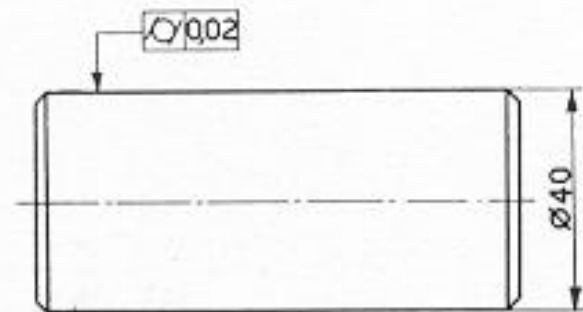
PLANARITÀ:

la superficie reale deve essere compresa tra due piani paralleli distanti al massimo, per esempio, 0,01 mm tra loro.



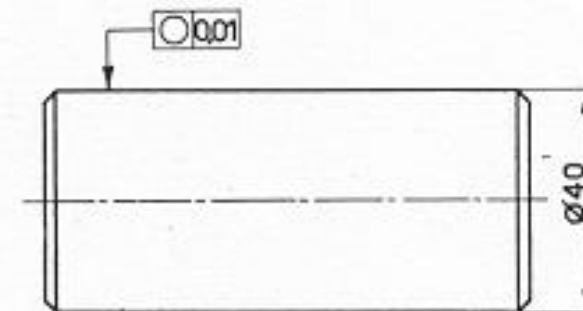
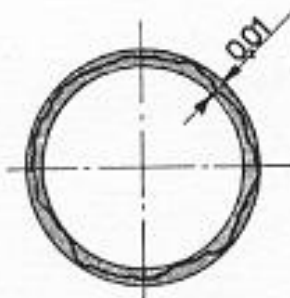
CILINDRICITÀ:

la superficie del cilindro reale deve essere compresa tra due cilindri coassiali i cui raggi differiscono, per esempio, di 0,02 mm.



CIRCOLARITÀ:

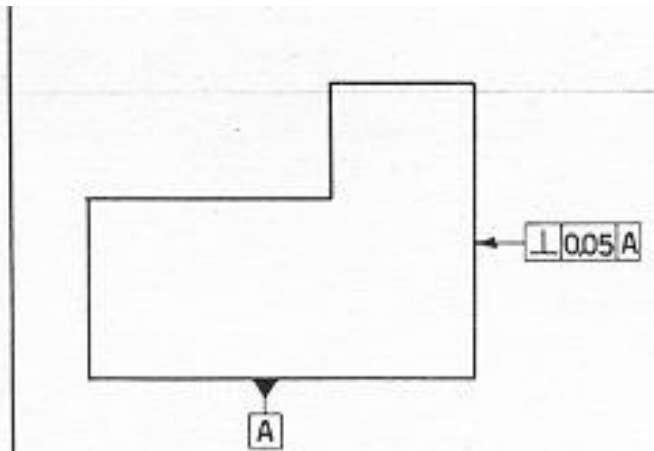
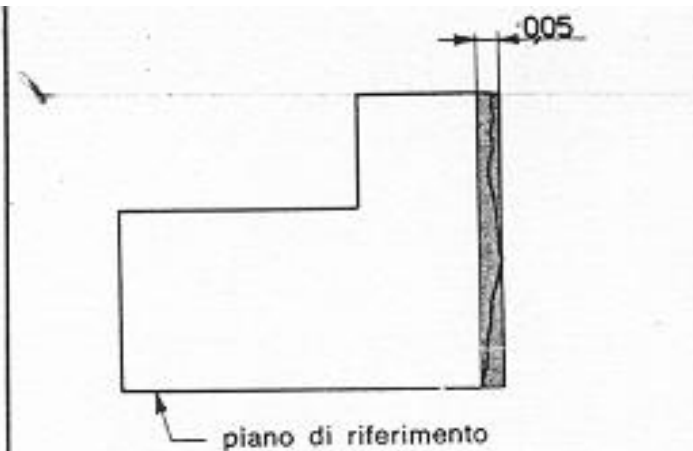
ogni sezione retta deve avere il contorno situato all'interno di una corona circolare di larghezza, per esempio, 0,01 mm.



TIPI DI TOLLERANZA GEOMETRICA (II)

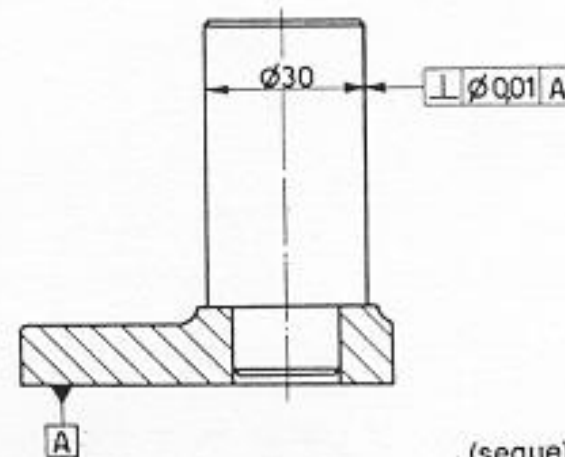
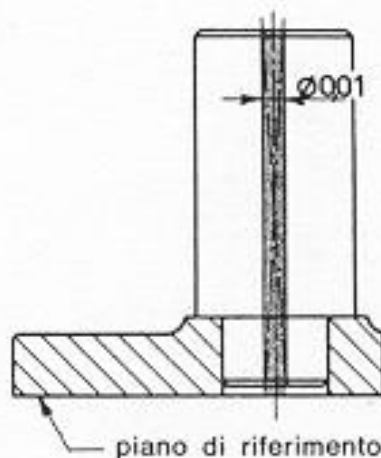
PERPENDICOLARITÀ:

la superficie verticale deve esser compresa tra due piani paralleli distanti, per esempio, 0,05 mm e perpendicolari alla superficie orizzontale di riferimento **A**.



PERPENDICOLARITÀ:

l'asse del cilindro sul cui diametro è stata indicata la tolleranza di orientamento deve risultare compreso in una zona cilindrica di diametro, per esempio, 0,01 mm perpendicolare alla superficie di riferimento **A**.

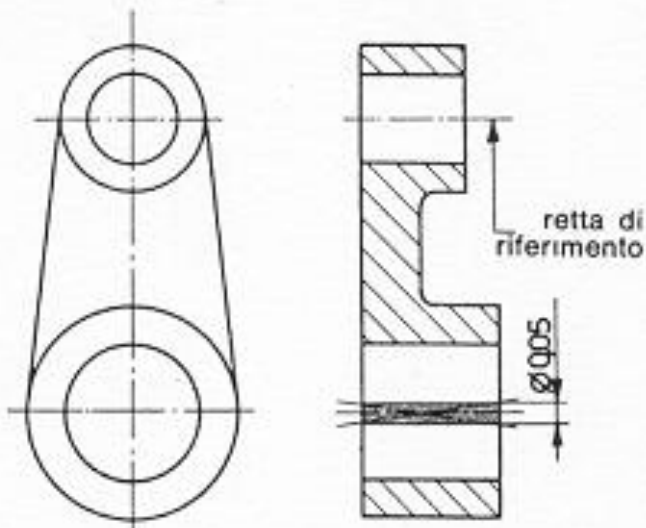


(segue)

TIPI DI TOLLERANZA GEOMETRICA (III)

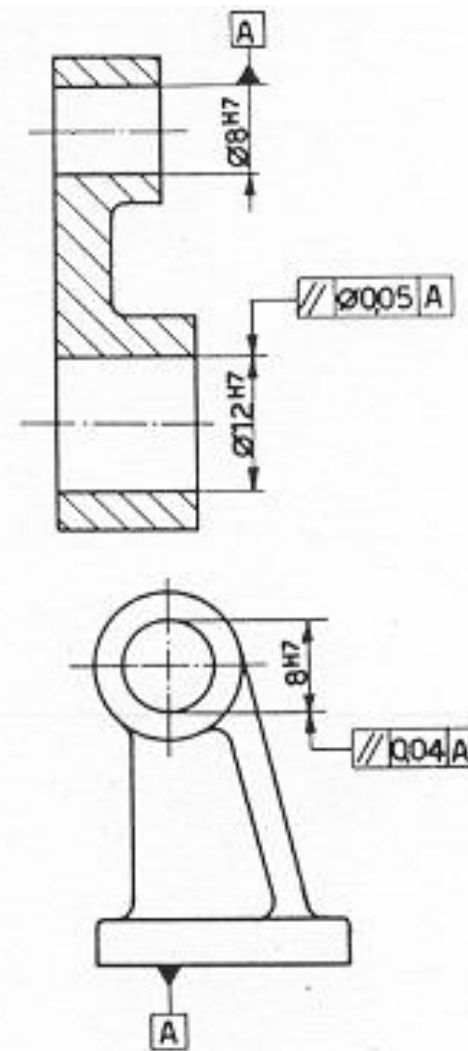
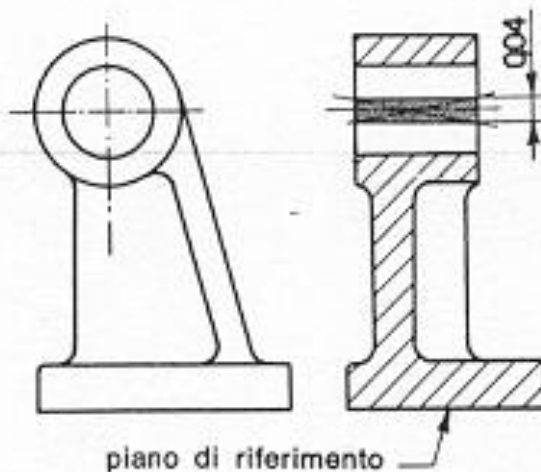
PARALLELISMO:

l'asse del foro inferiore deve essere compreso in una zona cilindrica avente diametro, per esempio, 0,05 mm parallela all'asse superiore **A** (che costituisce la retta di riferimento).



PARALLELISMO:

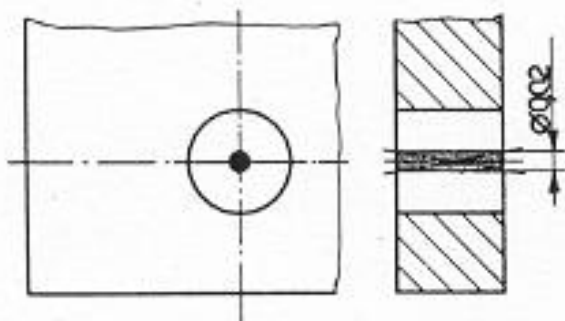
l'asse del foro deve essere compreso tra due piani distanti, per esempio, 0,04 mm e paralleli al piano di riferimento **A**.



TIPI DI TOLLERANZA GEOMETRICA (IV)

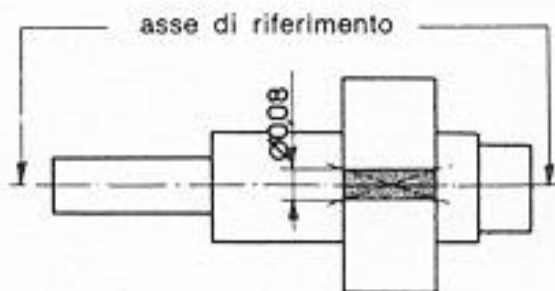
LOCALIZZAZIONE DI UN ASSE:

l'asse del foro deve essere compreso in una zona cilindrica avente diametro per esempio 0,02 mm, il cui asse coincide con la **posizione teorica** individuata dalle quote inquadrate.



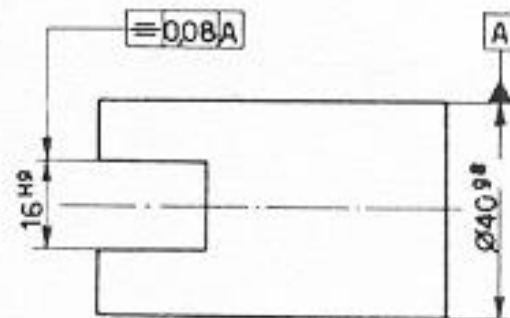
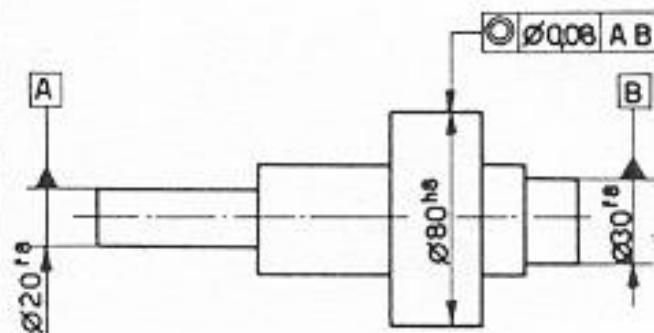
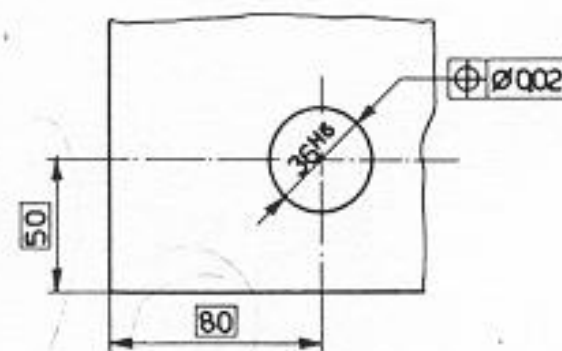
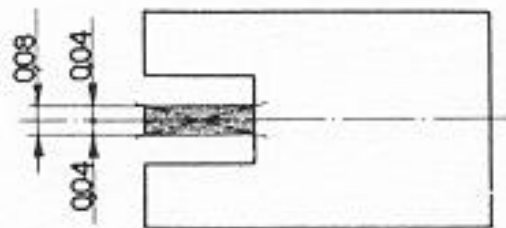
COASSIALITÀ:

l'asse del cilindro il cui diametro porta l'indicazione della tolleranza deve essere compreso in una zona cilindrica avente diametro, per esempio, 0,08 mm e coassiale all'asse di riferimento **AB**.



SIMMETRIA:

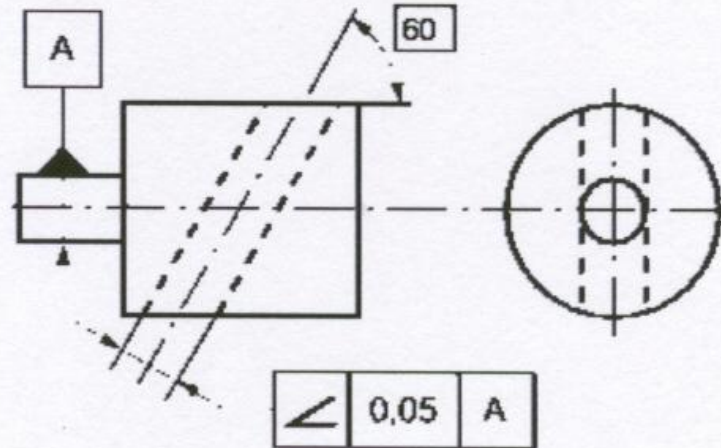
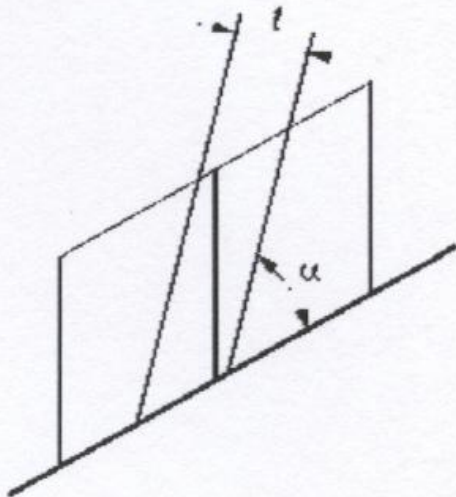
il piano di simmetria della scanalatura deve esser compreso tra due piani paralleli distanti per esempio 0,08 mm e disposti simmetricamente rispetto al piano mediano dell'elemento di riferimento **A**.



TOLLERANZE GEOMETRICHE

INCLINAZIONE (linea rispetto a retta di riferimento)

ESEMPIO: La zona di tolleranza proiettata è limitata da due rette parallele distanti t e inclinate rispetto alla retta di riferimento dell'angolo prescritto.



Altri casi:

linea rispetto a superficie di riferimento

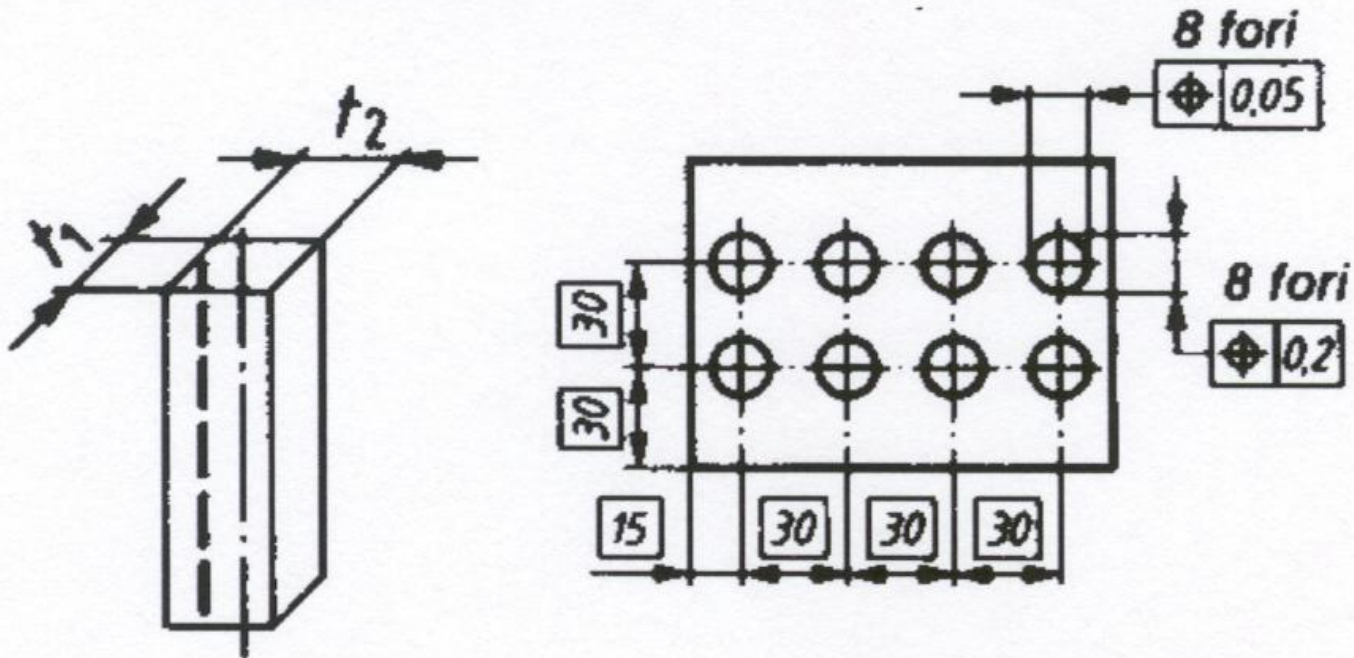
superficie rispetto a retta di riferimento

superficie rispetto a superficie di riferimento

TOLLERANZE GEOMETRICHE

LOCALIZZAZIONE (una linea)

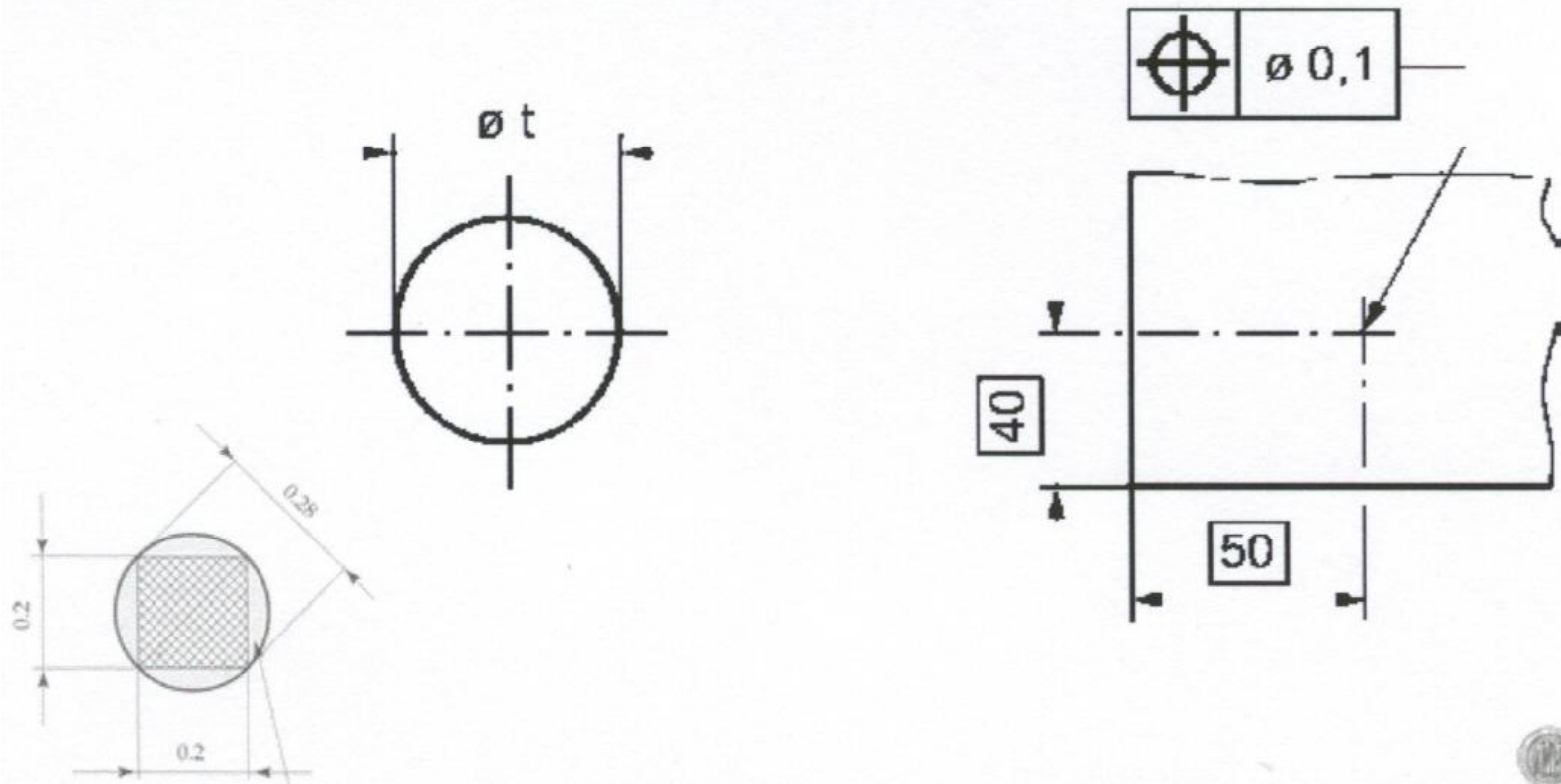
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da un parallelepipedo di sezione $t_1 \times t_2$ il cui asse è nella posizione teorica esatta della linea considerata, se la tolleranza è prescritta in due direzioni perpendicolari tra di loro.



TOLLERANZE GEOMETRICHE

LOCALIZZAZIONE (un punto)

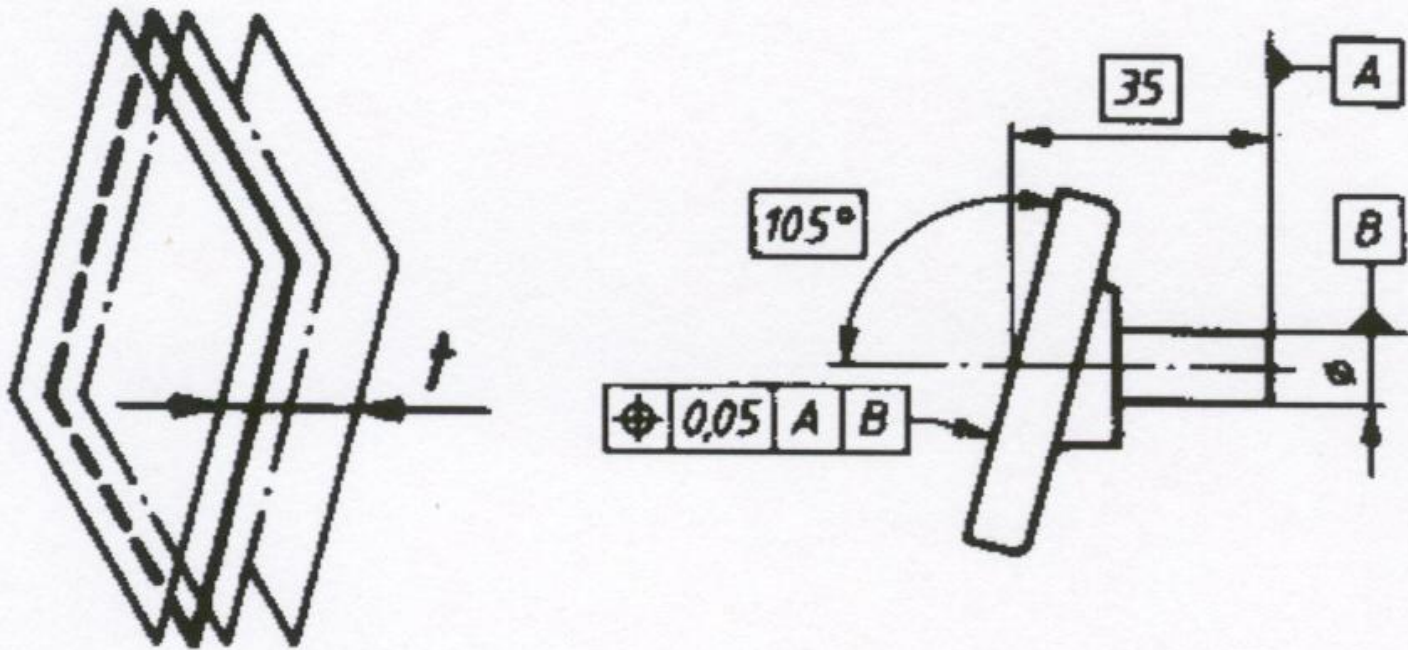
La zona di tolleranza è limitata da un cerchio di diametro t il cui centro è nella posizione teorica esatta del punto considerato.



TOLLERANZE GEOMETRICHE

LOCALIZZAZIONE (una superficie piana o un piano mediano)

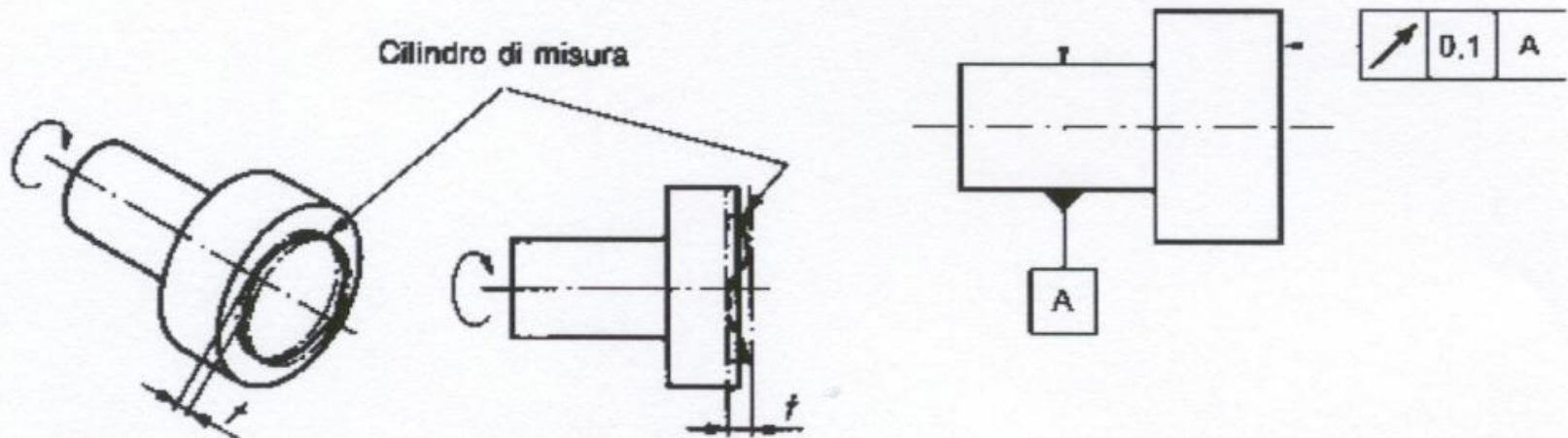
La zona di tolleranza è limitata da due piani paralleli distanti t e disposti simmetricamente rispetto alla posizione teorica esatta della superficie considerata.



TOLLERANZE GEOMETRICHE

OSCILLAZIONE CIRCOLARE ASSIALE

ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata per ogni posizione radiale, da due cerchi distanti t giacenti sul cilindro di misura avente per asse l'asse di riferimento.



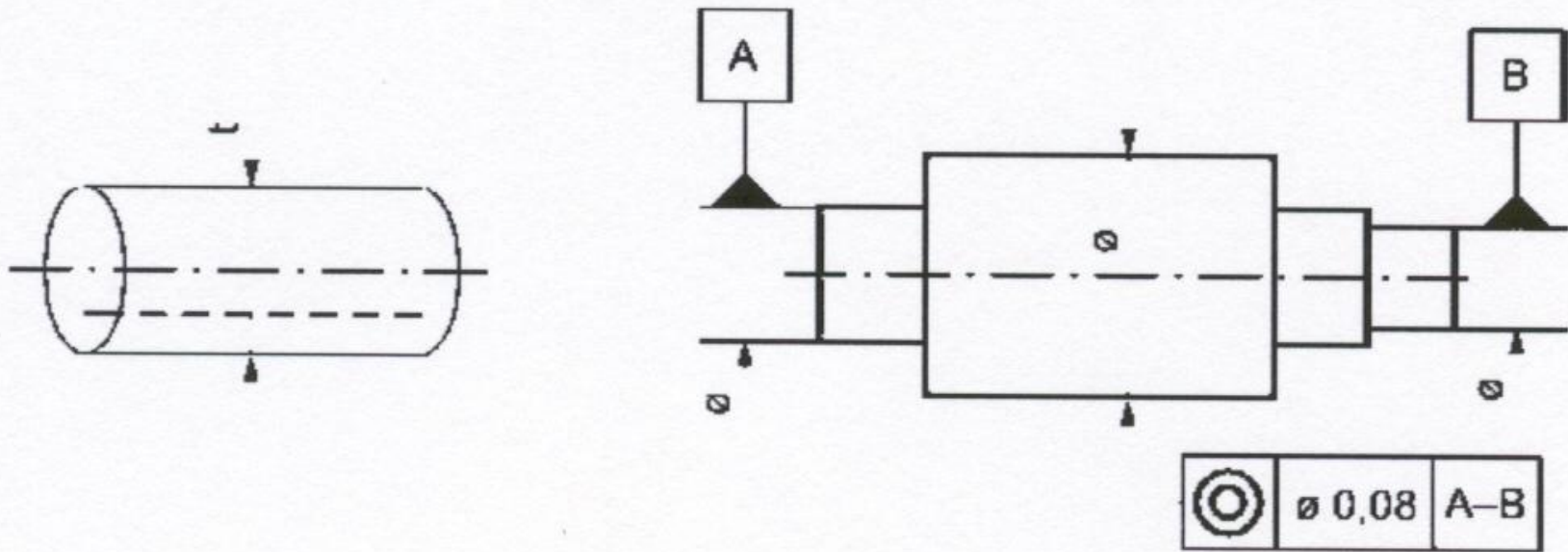
Altri casi:

circolare in tutte le direzioni
circolare in una direzione specificata
superficie rispetto a superficie di riferimento

TOLLERANZE GEOMETRICHE

COASSIALITA' (un asse)

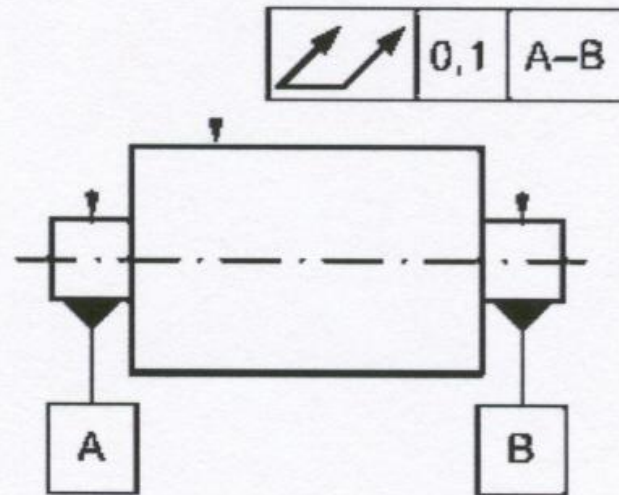
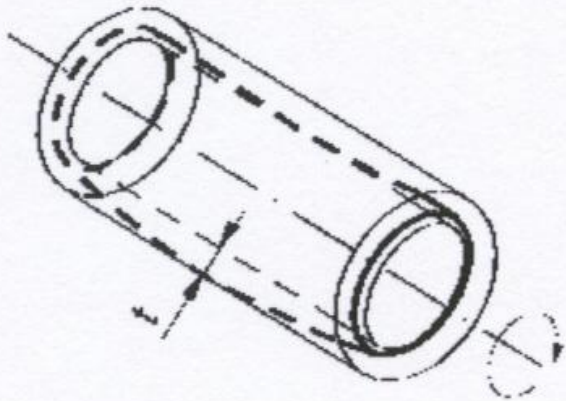
La zona di tolleranza è limitata da un cilindro di diametro t il cui asse coincide con l'asse di riferimento



TOLLERANZE GEOMETRICHE

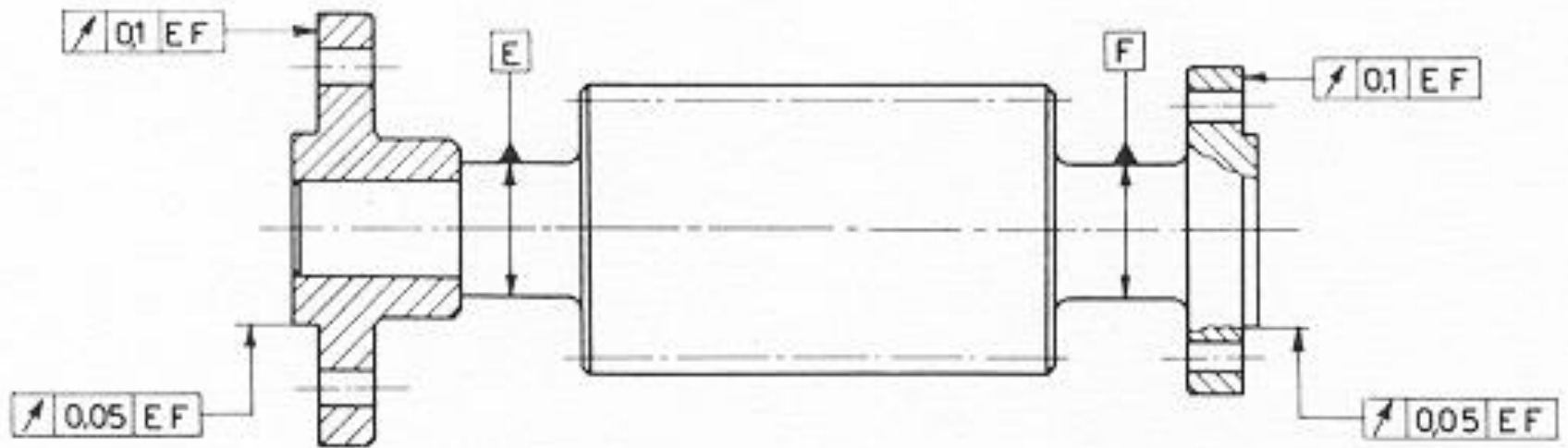
OSCILLAZIONE TOTALE RADIALE

ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata per ogni posizione radiale, da due cerchi distanti t giacenti sul cilindro di misura avente per asse l'asse di riferimento.



TIPI DI TOLLERANZA GEOMETRICA (V)

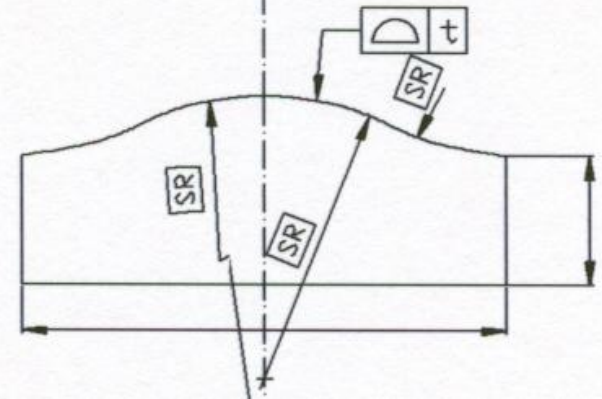
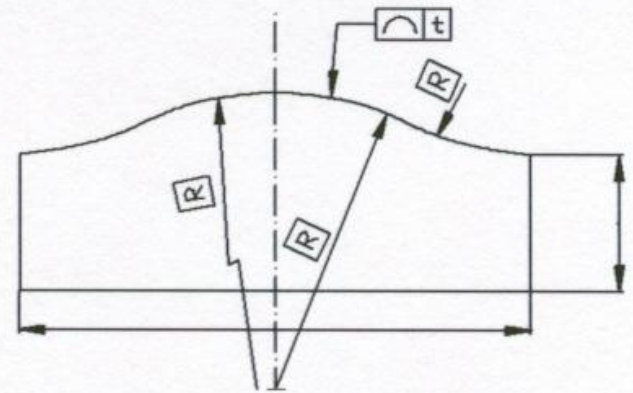
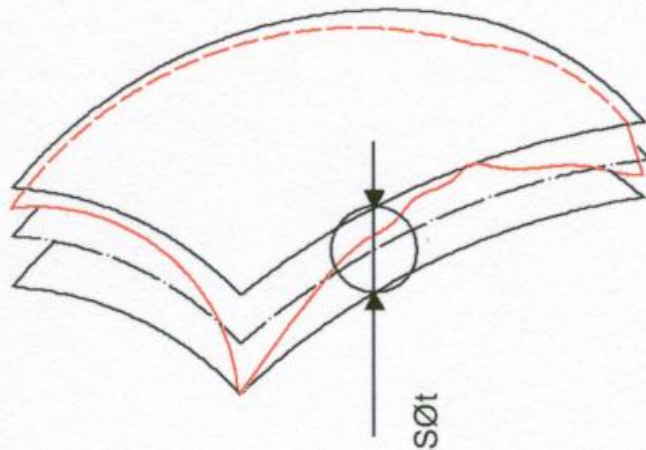
OSCILLAZIONE



TOLLERANZE GEOMETRICHE

FORMA DI UNA LINEA/SUPERFICIE QUALUNQUE (del profilo/della sup.)

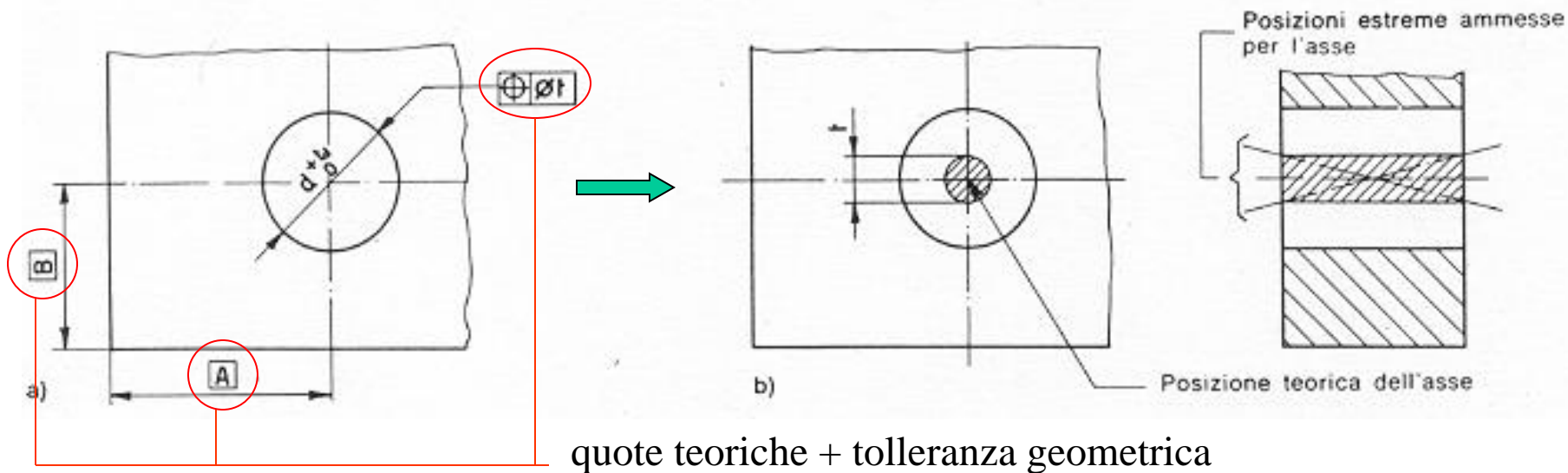
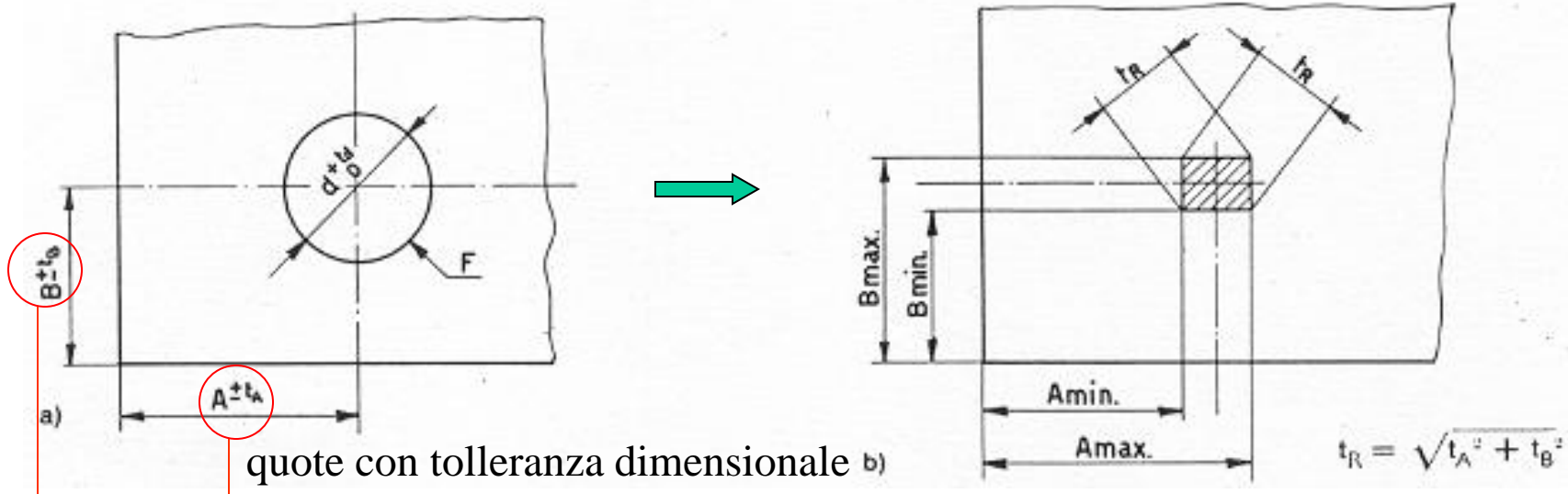
La zona di tolleranza è limitata da due linee/superfici di involuppo delle circonferenze aventi diametro t , i cui centri sono situati su una linea/superficie avente la forma geometrica corretta.



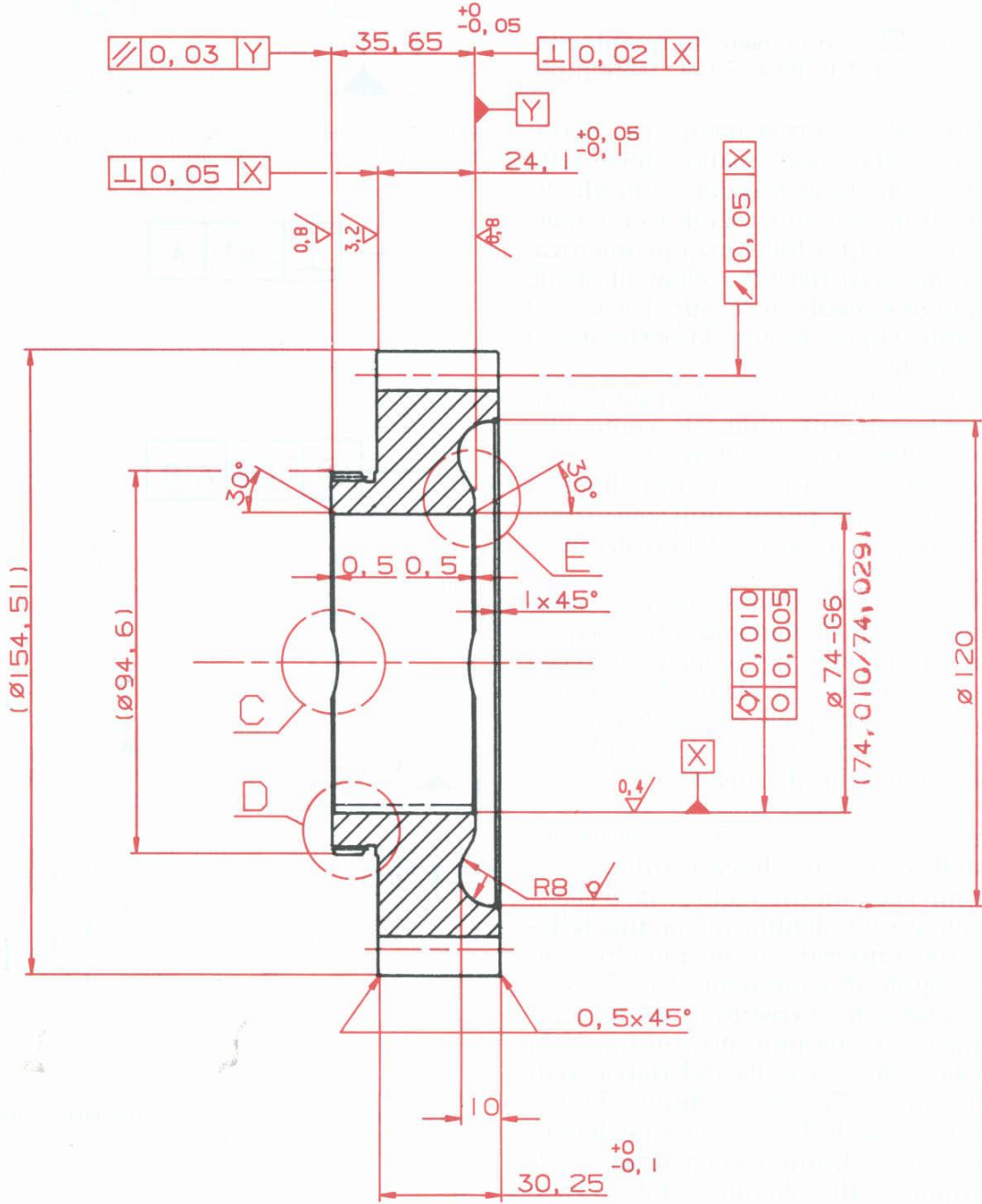
INDICAZIONE TOLLERANZE GEOMETRICHE

Tipo	Riferimento	Caratteristiche	Simbolo	2D/3D	Forma zona	Valori tipici	Applicabilità		Riferimento		Quote riquadrate
							L	M	L	M	
Forma	No	Rettilineità elemento		2D		IT	No	n/a	No	No	
		Rettilineità asse o piano mediano		3D		Funzione	Si	n/a	No	No	
		Planarità		3D		IT/2	No	n/a	No	No	
		Circolarità		2D		IT/2	No	n/a	No	No	
		Cilindricità		3D		IT/2	No	n/a	No	No	
Orientamento	Si	Parallelismo		3D		IT	Solo assi	Solo assi	No	No	
		Perpendicolarità		3D		IT	Solo assi	Solo assi	No	No	
		Inclinazione		3D		IT	Solo assi	Solo assi	Si (angoli)	No	
Oscillazione	Si	Circolare		2D		IT/2	No	No	No	No	
		Totale		3D		IT/2	No	No	No	No	
Profili	Si/No	Profilo di linea		2D		Funzione	No	Solo assi	Si	Si	
	Si	Profilo di superficie		3D		Funzione	No	Solo assi	Si	Si	
Posizione	Si	Localizzazione		3D		Funzione	Si	Solo assi	Si	Si	
		Concentricità		3D		IT	No	No	No	No	
		Simmetria		3D		Funzione	No	No	No	No	

LOCALIZZAZIONE: TOLLERANZE DIMENSIONALI O TOLLERANZE DI FORMA ?



Esempio



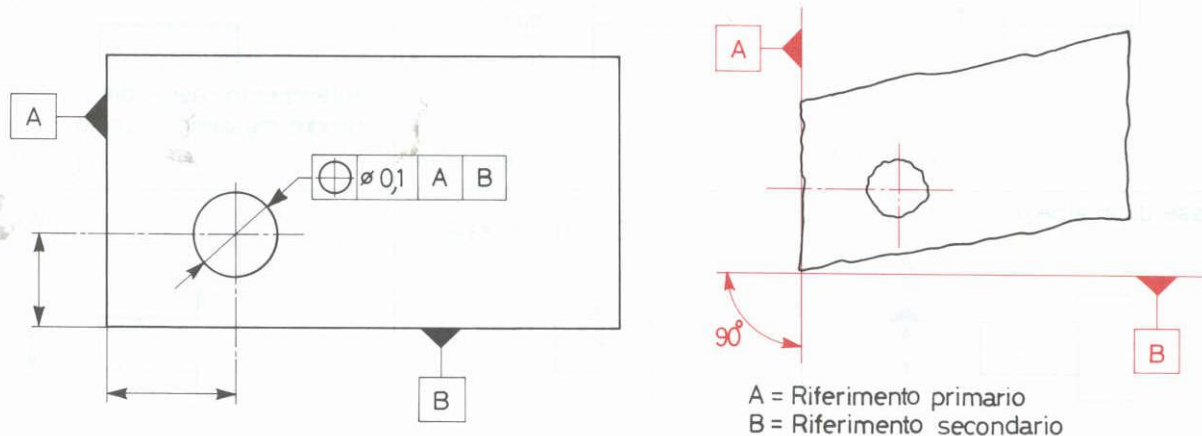
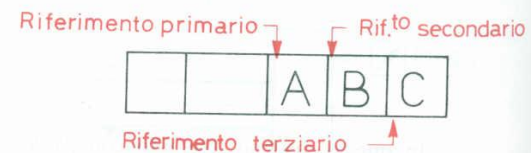
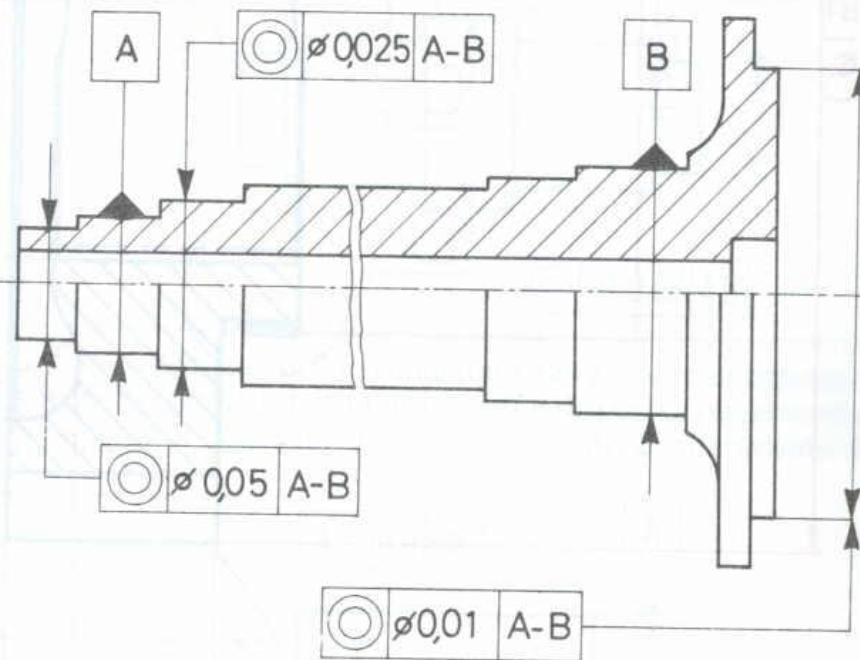
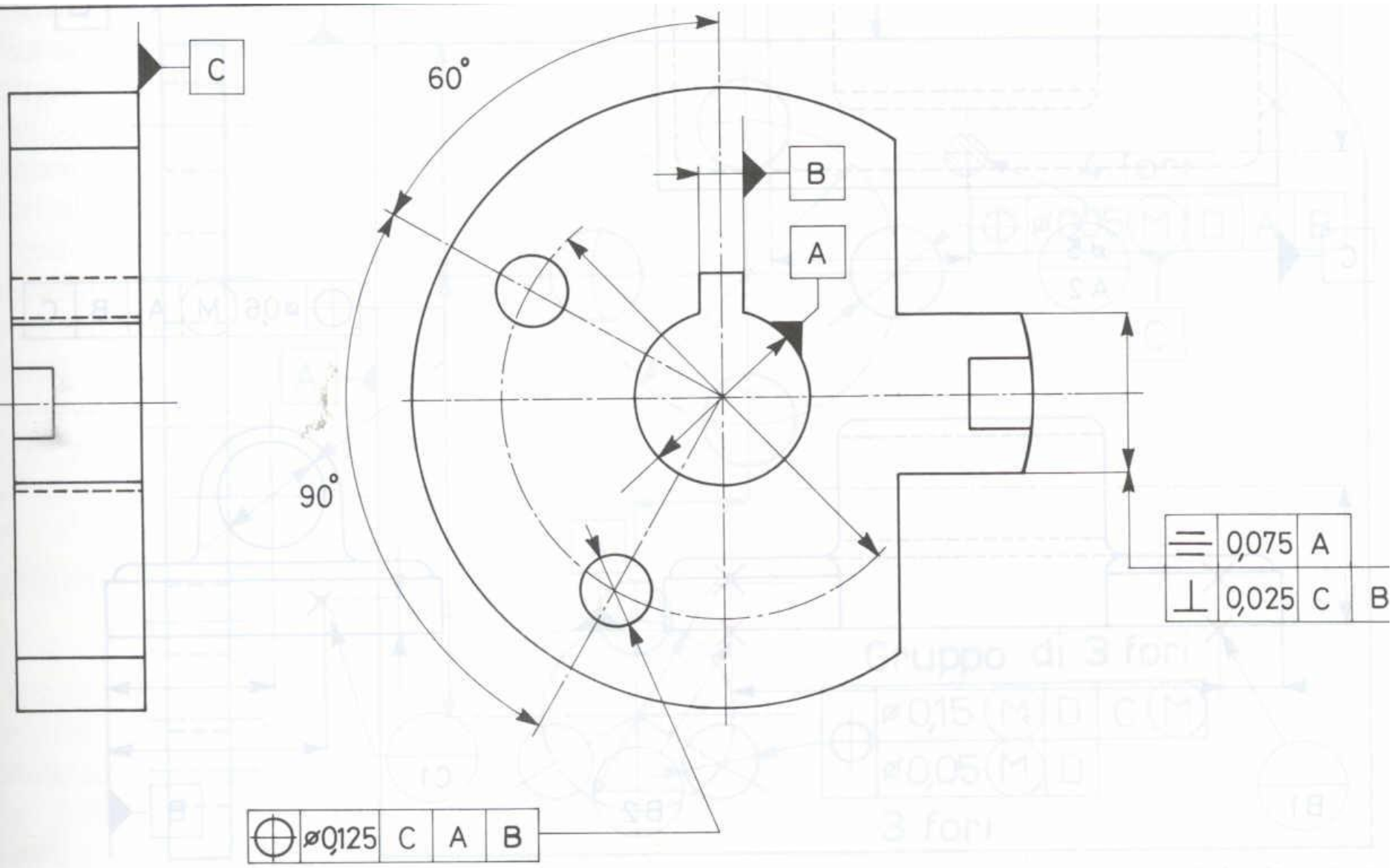


Fig. 3.87. - Nel riquadro di tolleranza il riferimento A è indicato come primario, il riferimento B è secondario. A destra è rappresentata la disposizione di collaudo conseguente a questo ordine di successione dei riferimenti.

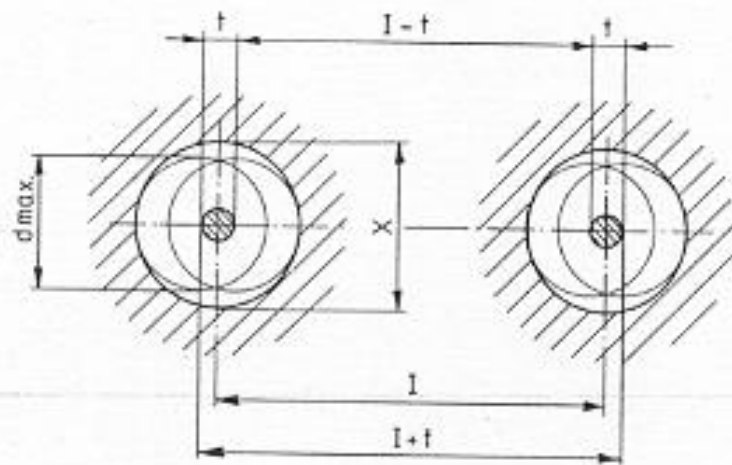
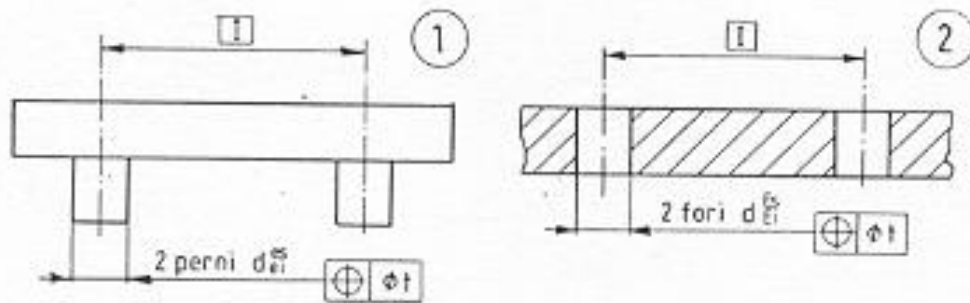


Da non confondere

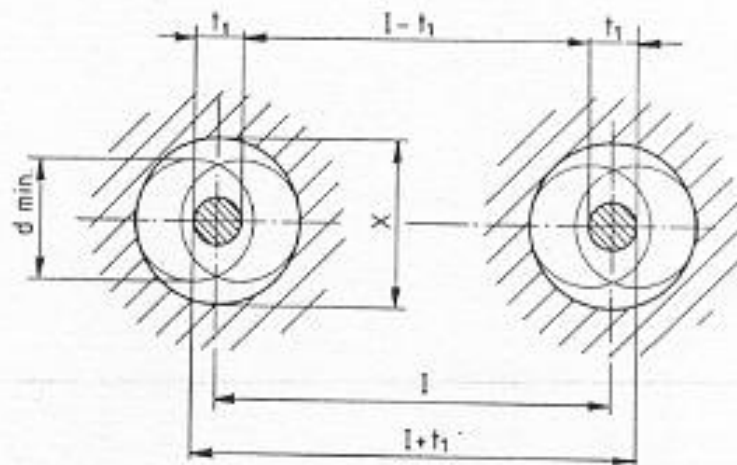




PRINCIPIO DEL MASSIMO MATERIALE (I)



Condizione di massimo materiale



Condizione non di massimo materiale

tolleranza ammissibile: $t_1 = t_d + t$

PRINCIPIO DEL MASSIMO MATERIALE (II)

•Collaudo di "alberi"

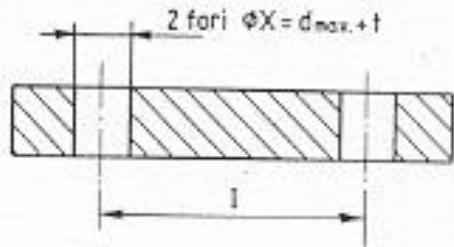


Fig. 1.40 - Per il collaudo del pezzo ① si impiega un calibro "passa" con 2 fori di diametro X , ad una distanza interassiale I pari a quella nominale. Le tolleranze di esecuzione del calibro devono risultare trascurabili rispetto alle tolleranze da controllare. Solitamente per i calibri si usa una tolleranza non superiore a 1/10 di quella dell'elemento da controllare.

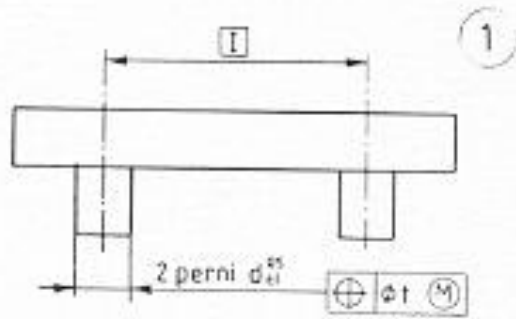
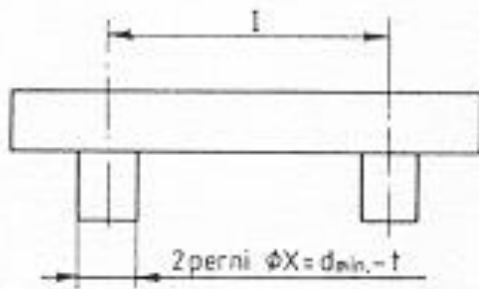


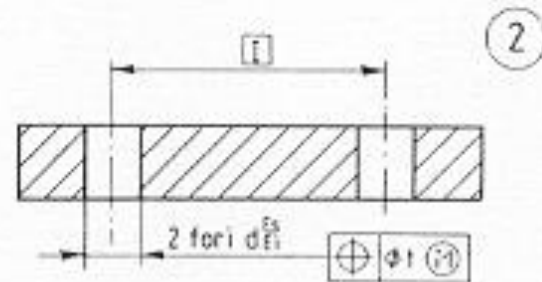
Fig. 1.41 - Esempio di quotatura in cui si tiene conto del principio del massimo materiale:



•Collaudo di "fori"

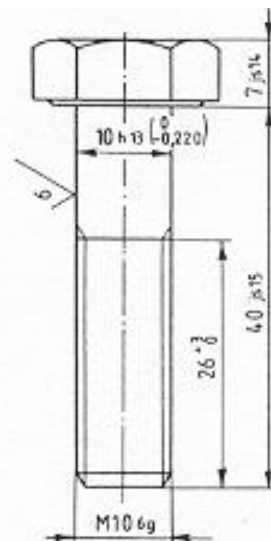
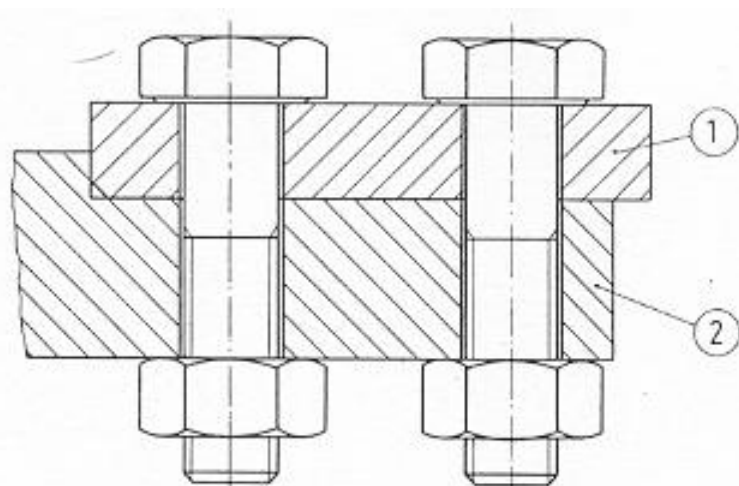


a)



b)

PRINCIPIO DEL MASSIMO MATERIALE: esempio



Vite UNI 5737 - M 10x40 - 8.8

Ø foro passante:

$$d_1 = 10,5 \text{ H12 } \left(\begin{matrix} +0,150 \\ 0 \end{matrix} \right)$$

secondo UNI ISO 273

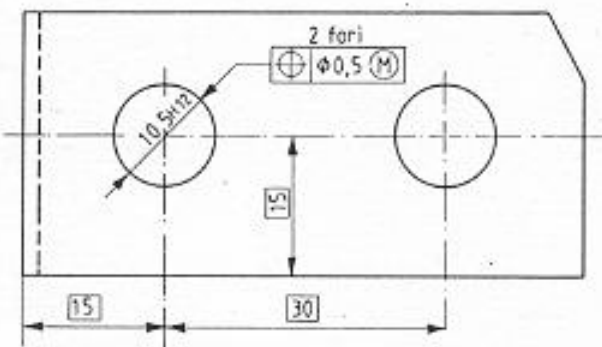
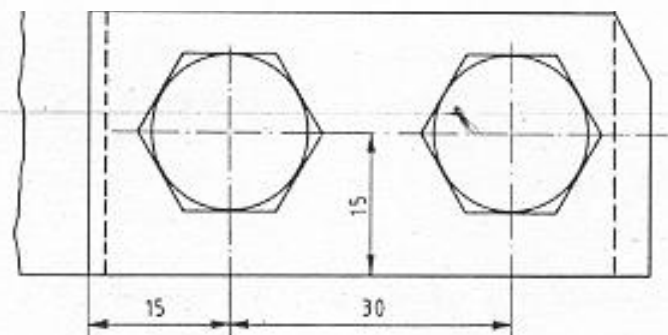


Fig. 1.45 - Esempio di insieme in cui il bloccetto 1 va fissato alla lama-supporto 2 mediante due viti 3. Il bloccetto deve essere sempre a contatto con la faccia d'appoggio del supporto 2.

Le tolleranze di posizione devono essere scelte in modo da consentire, in ogni caso, il passaggio delle viti.

La situazione peggiore si verificherà prendendo i diametri minimi dei due fori d_2 (condizione del massimo materiale) con il massimo spostamento degli assi permesso dalla tolleranza $\varnothing t$ di localizzazione.

In questa situazione deve rimanere libera di materiale, per consentirne il passaggio, una zona cilindrica avente diametro uguale a quello massimo della vite d_1 .

Applicando la: $X = d - t$

dove X = diam. max. vite

$$d = \text{diam. min. foro}$$

si ricava: $t = d - X = 10,5 - 10 = 0,5 \text{ mm}$

Applicando il principio del massimo materiale ai fori si ricava il massimo valore ammissibile per la tolleranza di localizzazione:

$$t_1 = t + t_{d2} = 0,5 + 0,15 = 0,65 \text{ mm.}$$

