

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Ingegneria dell'Innovazione del Prodotto

A.A. 2022/23

**Metodi di rappresentazione tecnica e CAD**

# **Lezione 16**

## **Tolleranze geometriche**

### **Riferimenti e Tolleranze di Posizione**

## Contenuti della lezione

### Lezione 16:

- ✓ Sintesi della Quotatura funzionale
- ✓ Procedura operativa di specificazione geometrica funzionale
- ✓ Fase 1 Identifico il Datum System
- ✓ Fase 2 Specifico le tolleranze di posizione
- ✓ Fase 3 Specifico i modificatori
- ✓ Fase 4 Specifico il Datum System
- ✓ Fase 5 Specifico i modificatori per il Datum S.
- ✓ Fase 6 Specifico le tolleranze generali
- ✓ Distance
- ✓ Ambiguità dello schema dimensionale
- ✓ Introduzione alle tolleranze geometriche
- ✓ Tolleranze di Localizzazione
- ✓ Tolleranze di Concentricità/Coassialità
- ✓ Tolleranze di Simmetria
- ✓ Calcolo delle tolleranze di localizzazione

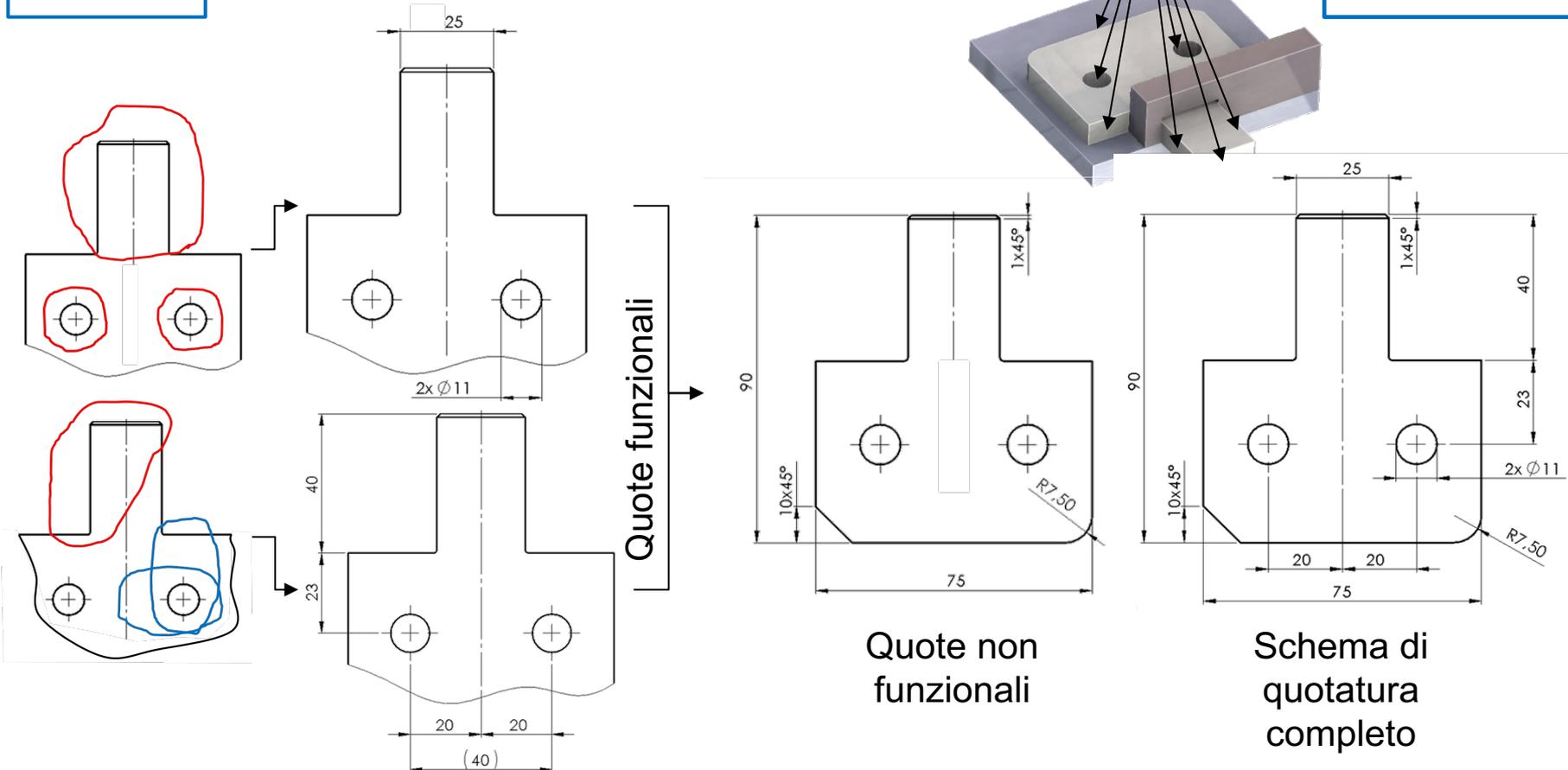
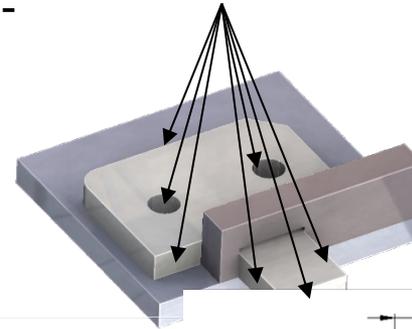
Nota: Le Tolleranze Geometriche sono trattate nel testo consigliato, al capitolo 4, del volume 2, dell'edizione 2018.



# Schema di quotatura dimensionale funzionale: sintesi

Identifico gli elementi geometrici funzionali, non funzionali, attribuisco le quote, integro gli schemi funzionale e non-funzionale e riorganizzo le quote in sistemi

Elementi geometrici funzionali



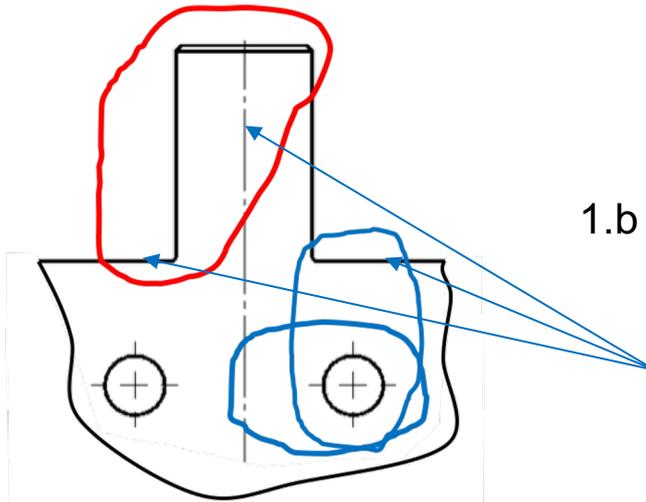
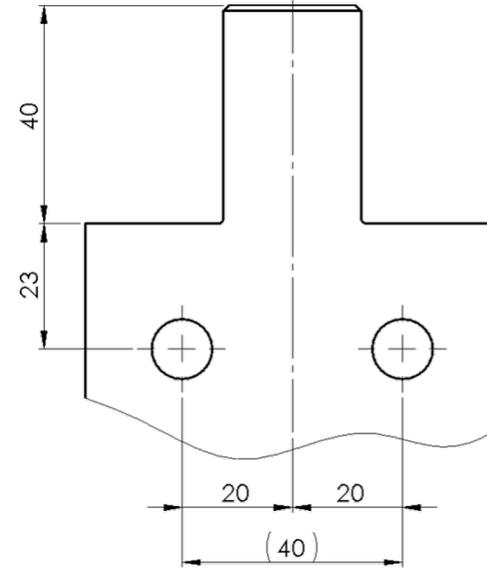
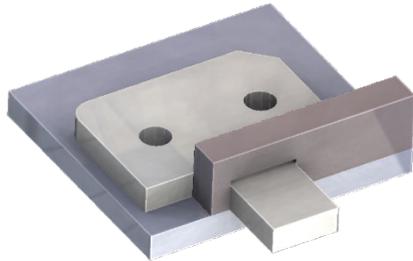
---

## Procedura operativa di specificazione geometrica funzionale



# Fase 1. Identifico i Riferimenti o Datum System

1.a Identifico le quote dimensionali di posizione (distance)

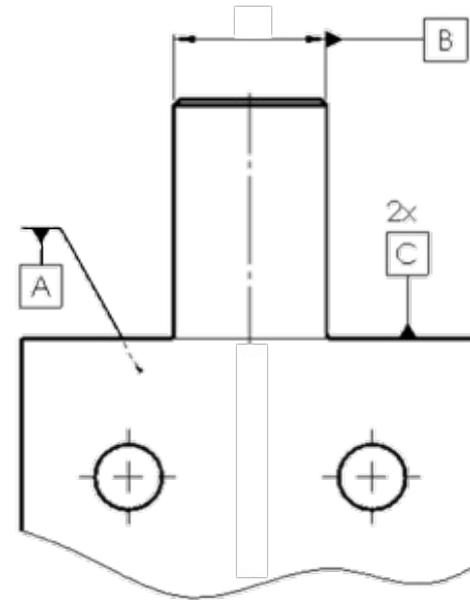
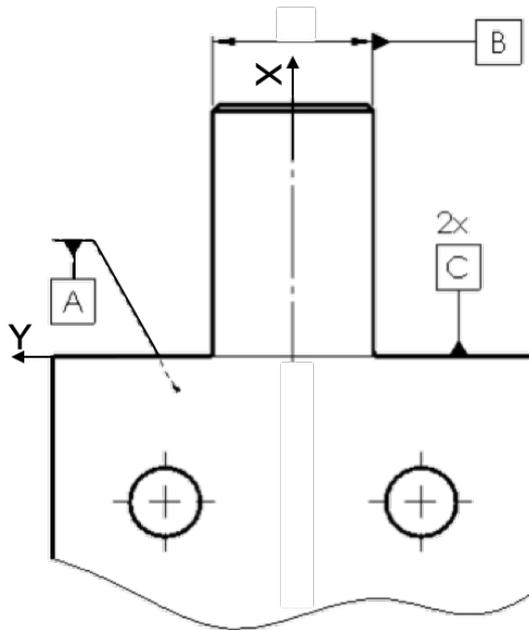


1.b Identifico gli elementi di riferimento:  
elementi geometrici di contatto/allineamento di assieme

Nota: il piano di base, non rappresentato, è un riferimento

## Fase 1. Identifico i Riferimenti o Datum System

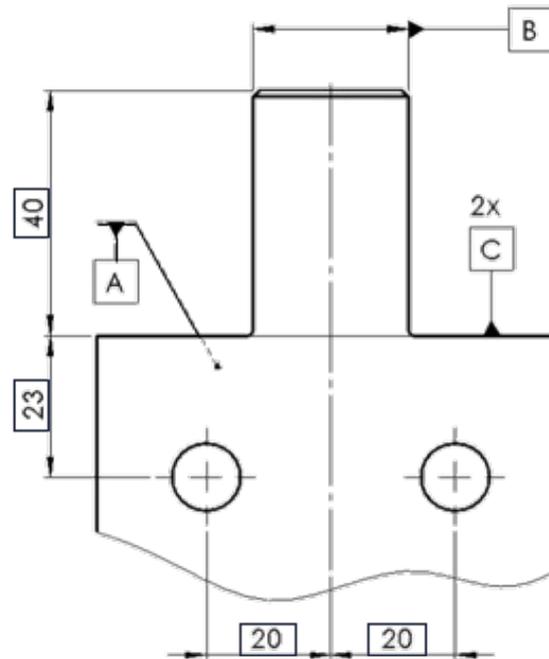
- 1.c Attribuisco una lettera identificativa ai Riferimenti (Datum) in accordo alla sequenza di assemblaggio/modellazione



- 1.d (Facoltativo)  
Rappresento il sistema di riferimento cartesiano di assieme, se necessario

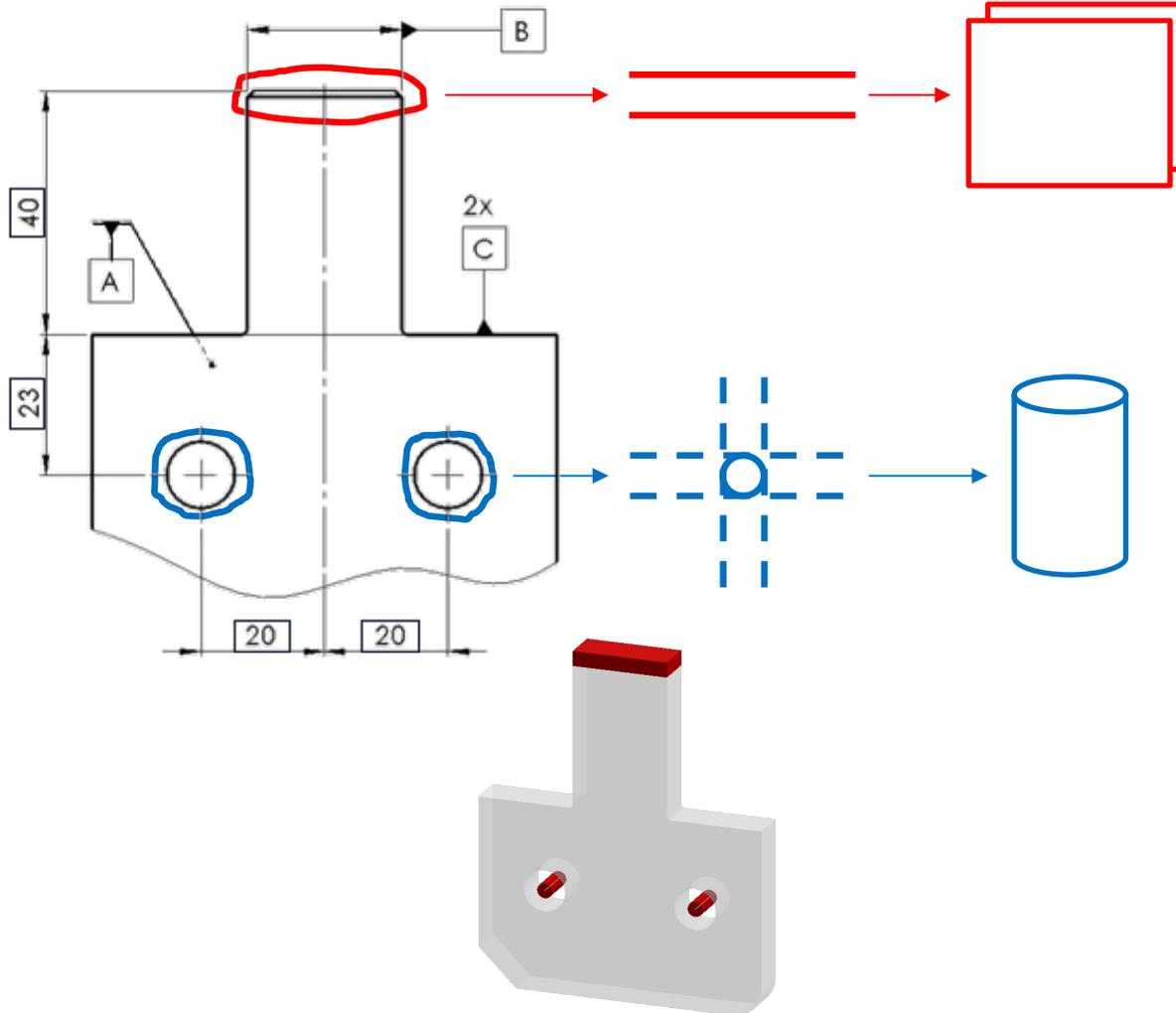
## Fase 1. Identifico i Riferimenti o Datum System

- 1.e Evidenzio le quote nominali di posizione:  
quote teoricamente esatte (TED)



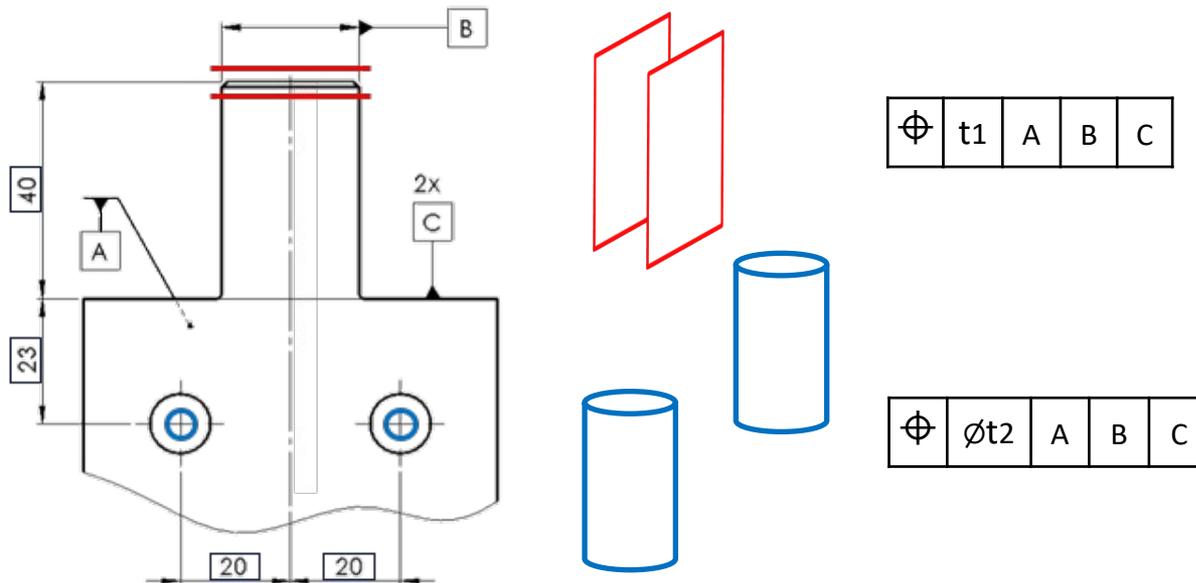
## Fase 2. Specifico le tolleranze geometriche di posizione

2.a Definisco le forme delle zone di tolleranza per le superfici funzionali di posizione



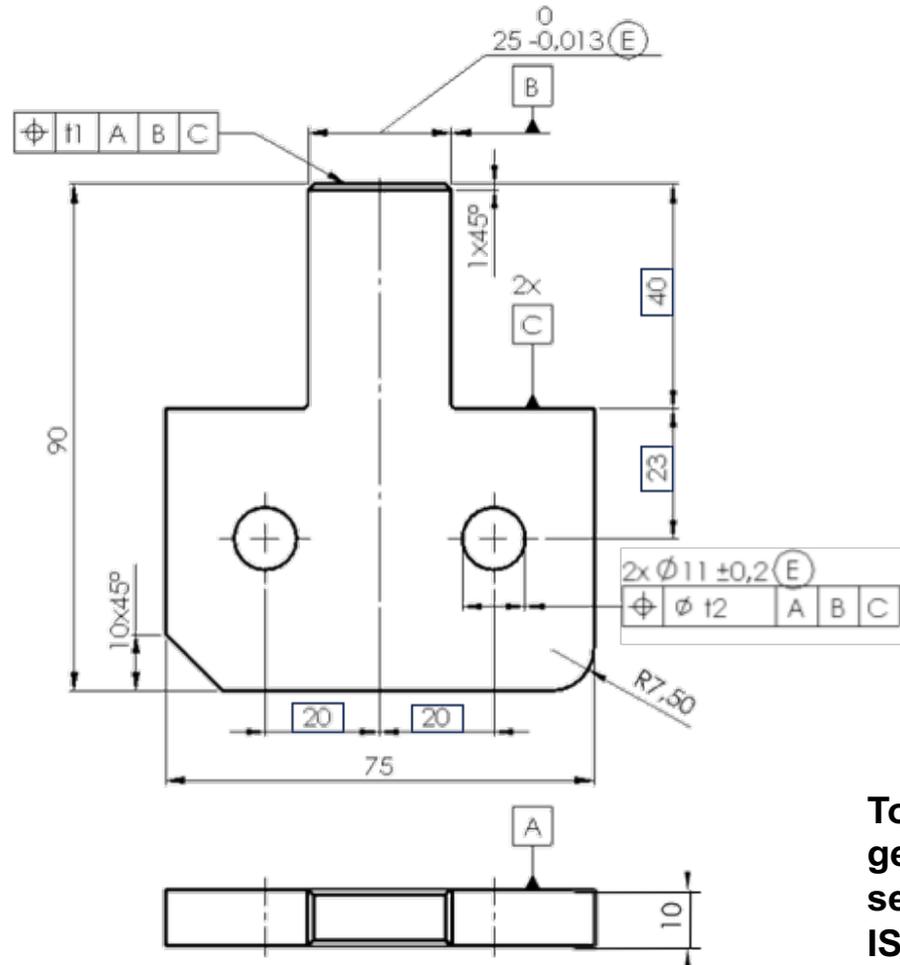
## Fase 2. Specifico le tolleranze geometriche di posizione

2.b Identifico il tipo di tolleranza geometrica di posizione in base agli elementi funzionali di posizione



## Fase 2. Specifico le tolleranze geometriche di posizione

2.c Attribuisco la tolleranza geometrica di posizione agli elementi funzionali di posizione (nello schema di quotatura e tolleranze dimensionali completo)

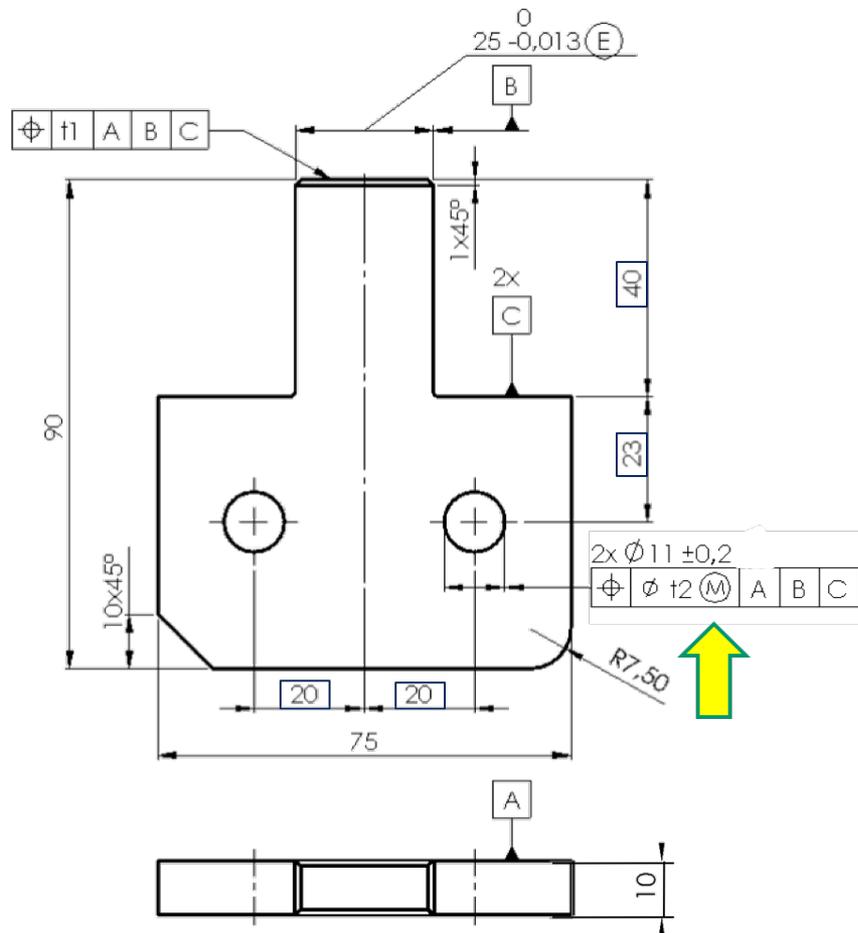


Nota: in figura sono riportate per completezza anche le tolleranze dimensionali e le quote non funzionali.

**Tolleranze generali secondo ISO 2768-m**

# Fase 3. Specifico i modificatori per le tolleranze geometriche di posizione

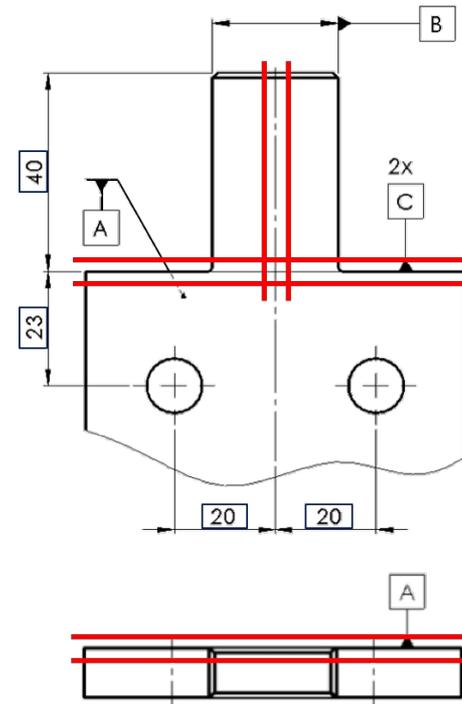
3. Attribuisco il modificatore alla tolleranza geometrica di **posizione** (nello schema di quotatura e tolleranze dimensionali completo)



**Tolleranze generali secondo ISO 2768-m**

## Fase 4. Specifico le tolleranze geometriche per il Datum System

4.a Definisco le forme delle zone di tolleranza per i Riferimenti (Datum)

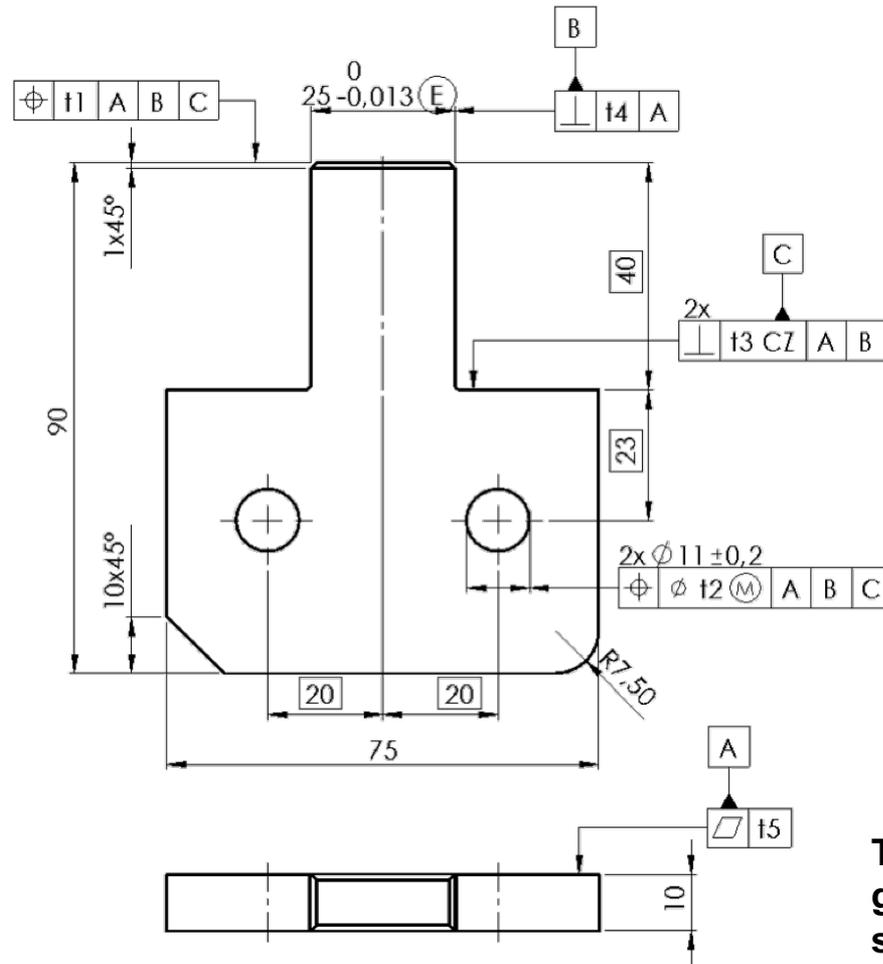


4.b Identifico il tipo di tolleranza geometrica per i Datum

Datum	Elemento	Forma Tolleranza	g.d.l. bloccati	$\oplus$	$\angle$	$\bowtie$ , $\square$
A	Piano	2 piani	-	-	-	$\square$
B	Piano mediano	2 piani	Rot X	-	$\perp$	-
C	Piano	2 piani	Rot Y, Z	-	$\perp$	-

## Fase 4. Specifico le tolleranze geometriche per il Datum System

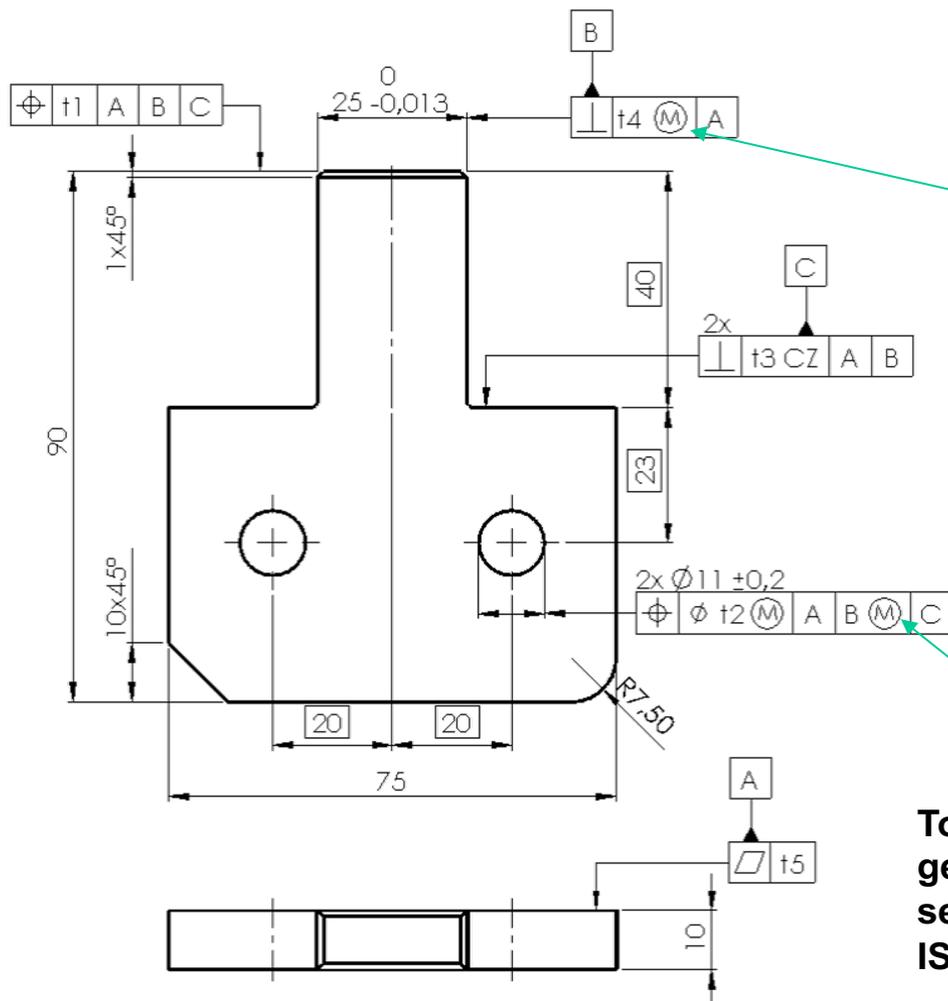
4.c Attribuisco le tolleranze geometriche



**Tolleranze  
generali  
secondo  
ISO 2768-m**

## Fase 5 – Specifico il modificatore per il Datum System

5. Attribuisco il modificatore alla tolleranza geometrica di **posizione** (nello schema di quotatura e tolleranze dimensionali completo)



Nota 1

Collegamento tra tolleranza dimensionale (di accoppiamento) del riferimento e geometrica del riferimento

Nota 2

Propagazione del modificatore di B alle tolleranze riferite

**Tolleranze generali secondo ISO 2768-m**

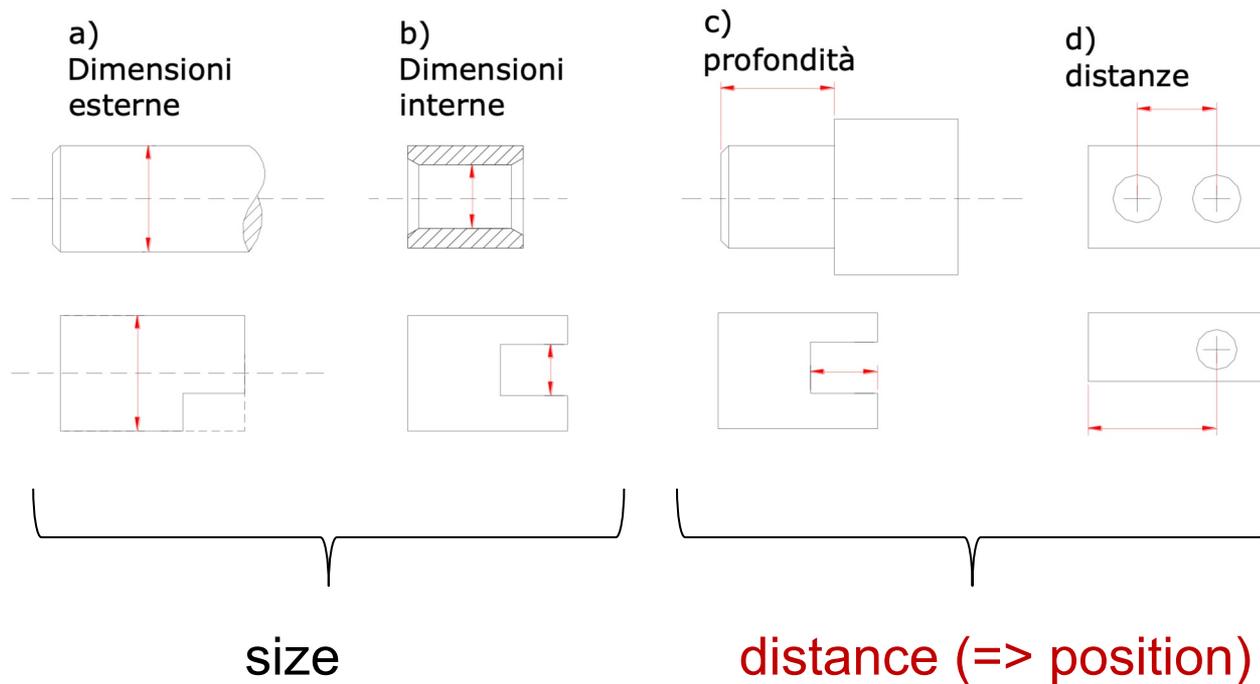


---

Distance = dimensione di posizione



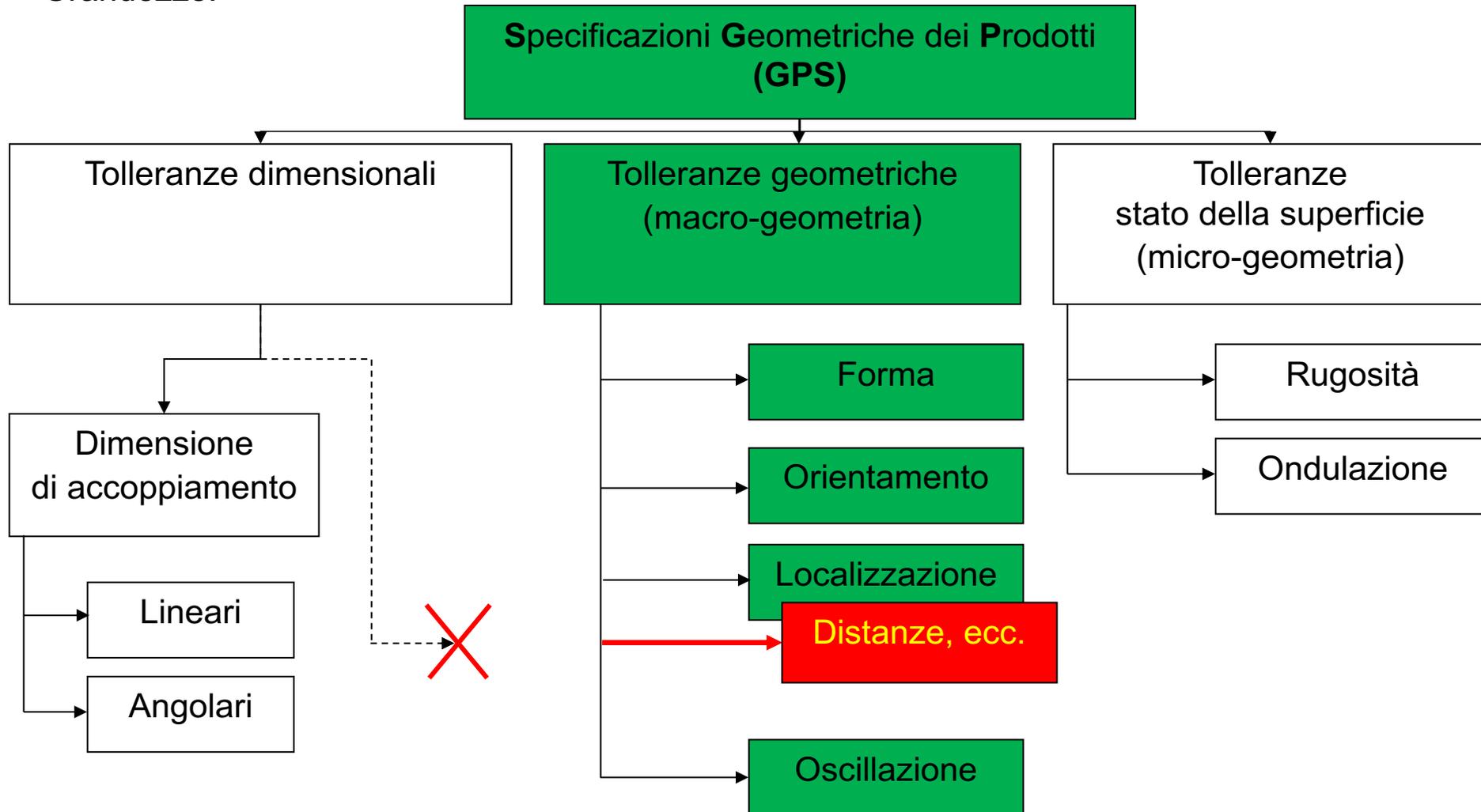
## DIMENSIONI



Differenti gruppi di dimensioni:  
a) Dimensione esterna, b) Dimensione interna,  
c) Profondità, d) Distanza.

# Specificazione Geometrica dei Prodotti

Grandezze:



---

## Ambiguità della specifica dimensionale lineare



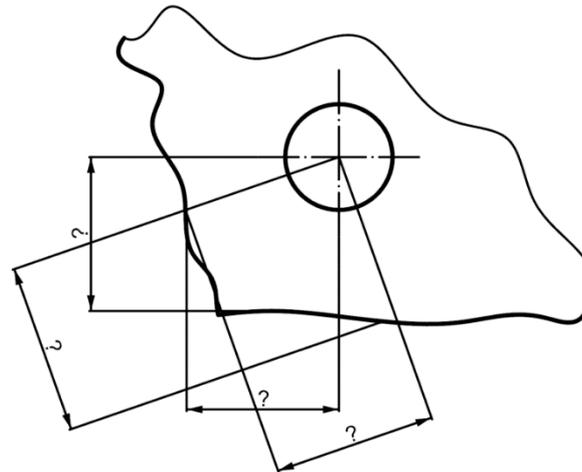
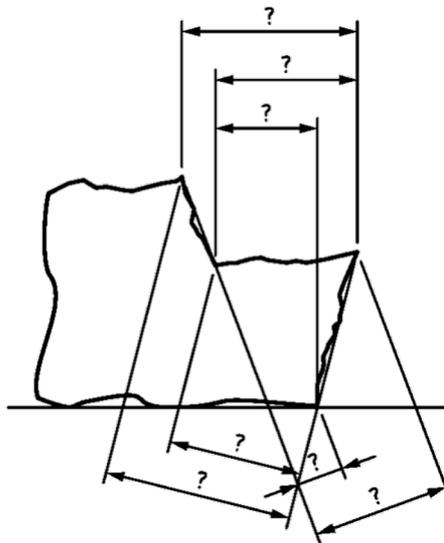
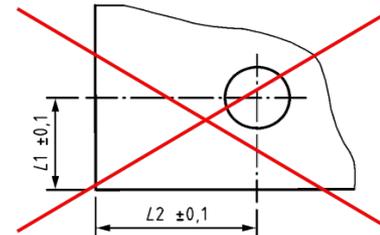
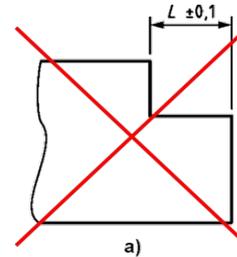
# Ambiguità dello schema dimensionale

Grandezze: Distanze nella ISO 14405-2:2011

Che dimensioni sono queste?

Sono dimensioni di accoppiamento?

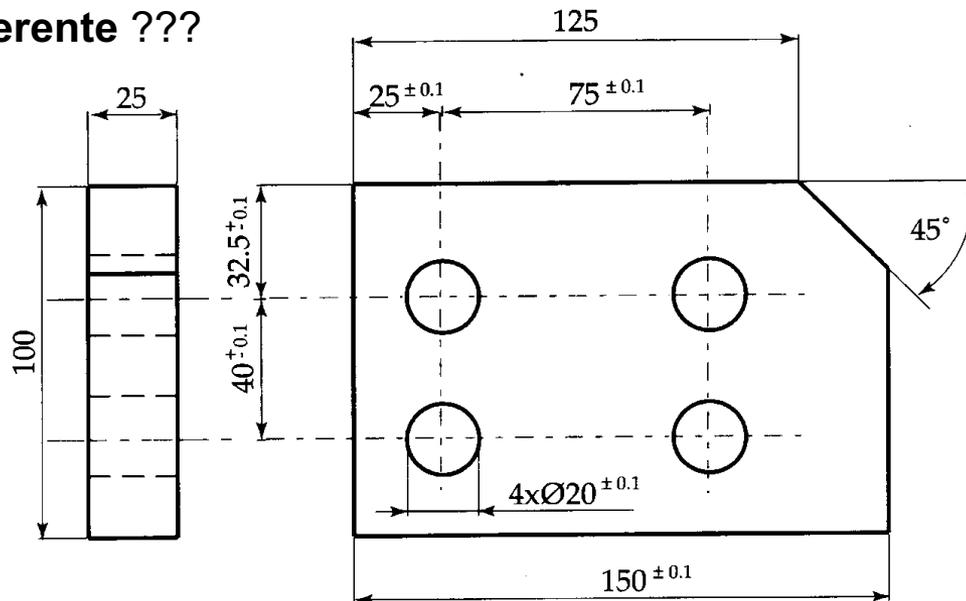
È corretto controllarle con tolleranze dimensionali?



## Ambiguità dello schema dimensionale

Una specificazione **ambigua o incompleta** può portare a **scartare il pezzo** perché non conforme alle tolleranze prescritte a disegno...**anche se** in pratica accettabile e **funzionante**...e, all'opposto, può consentire di **accettare un pezzo** perché conforme ...**sebbene non** idoneo ne **funzionante!**

Questo schema di specificazione è **completo, corretto e coerente ???**



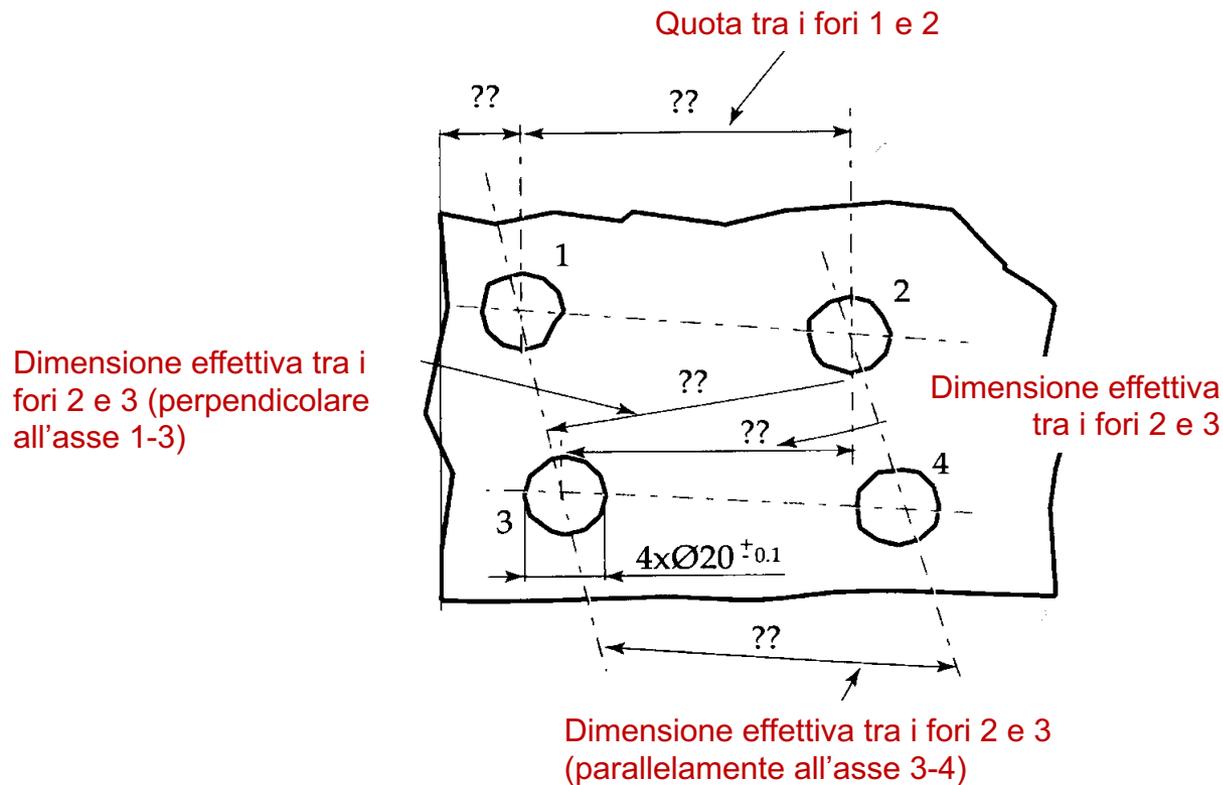
## Assenza dei riferimenti

### Problema n. 1: Gerarchia degli elementi funzionali

Gli elementi funzionali sono le superfici esterne o i fori?

Sono i bordi del pezzo ad essere localizzati rispetto ai fori o viceversa?

Come ha luogo l'assemblaggio del pezzo?



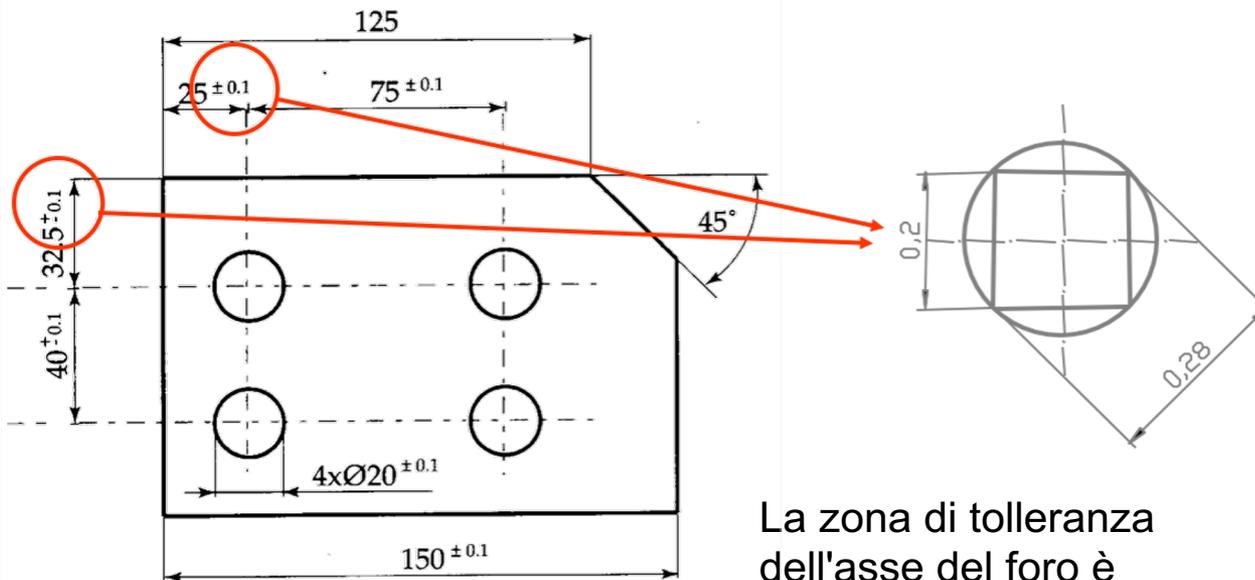
Nota  
Soluzione 1.  
Adottare un Datum  
System (completo)

## Asimmetria della zona di tolleranza

### Problema n. 2: Forma della zona di tolleranza

Qual è la dimensione critica della zona di tolleranza:  
lato del quadrato o diagonale del quadrato?

Il requisito funzionale è anisotropo o isotropo?



La zona di tolleranza dell'asse del foro è quadrata, la forma del foro circolare...non si rispetta la simmetria

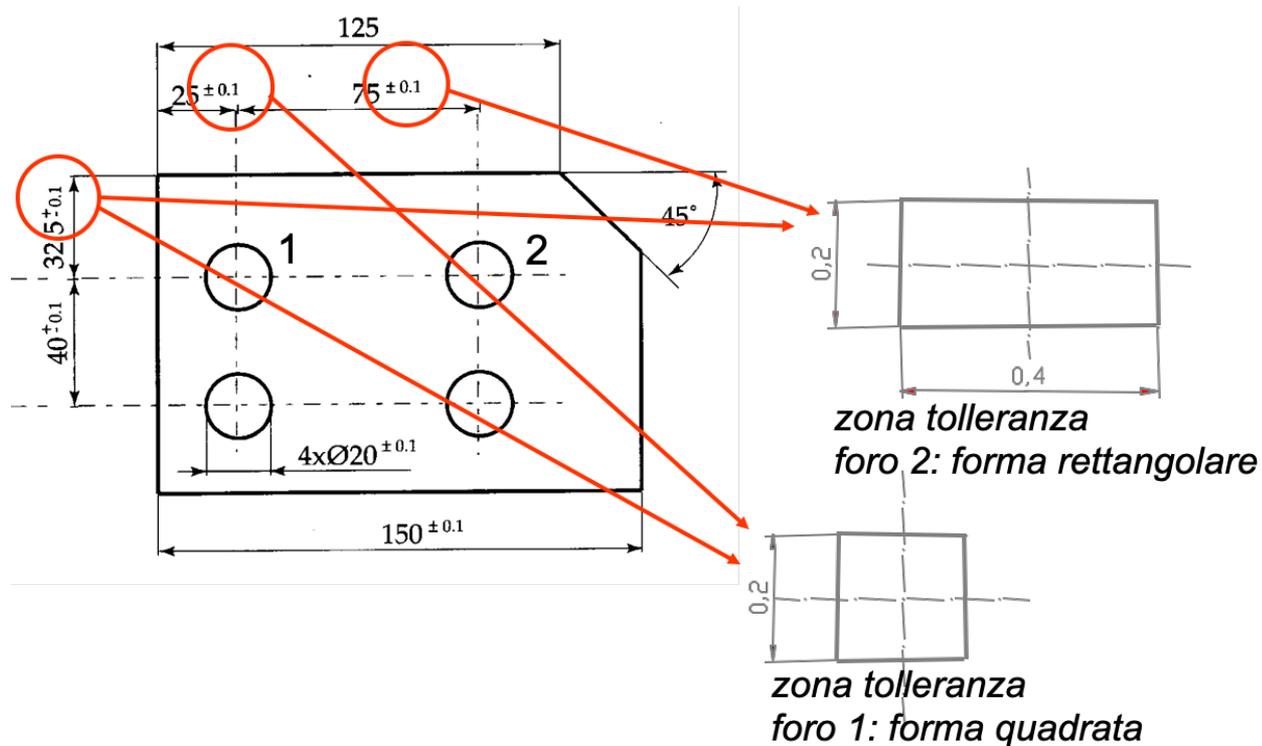
**Nota**  
Soluzione 2.  
Adottare una zona di tolleranza che preserva la forma dell'elemento in tolleranza

## Accumulo dell'errore

### Problema n. 3: Accumulo delle tolleranze

Le tolleranze relative alla posizione dei fori hanno la stessa ampiezza?

La quotatura in serie consente un accumulo dell'errore?

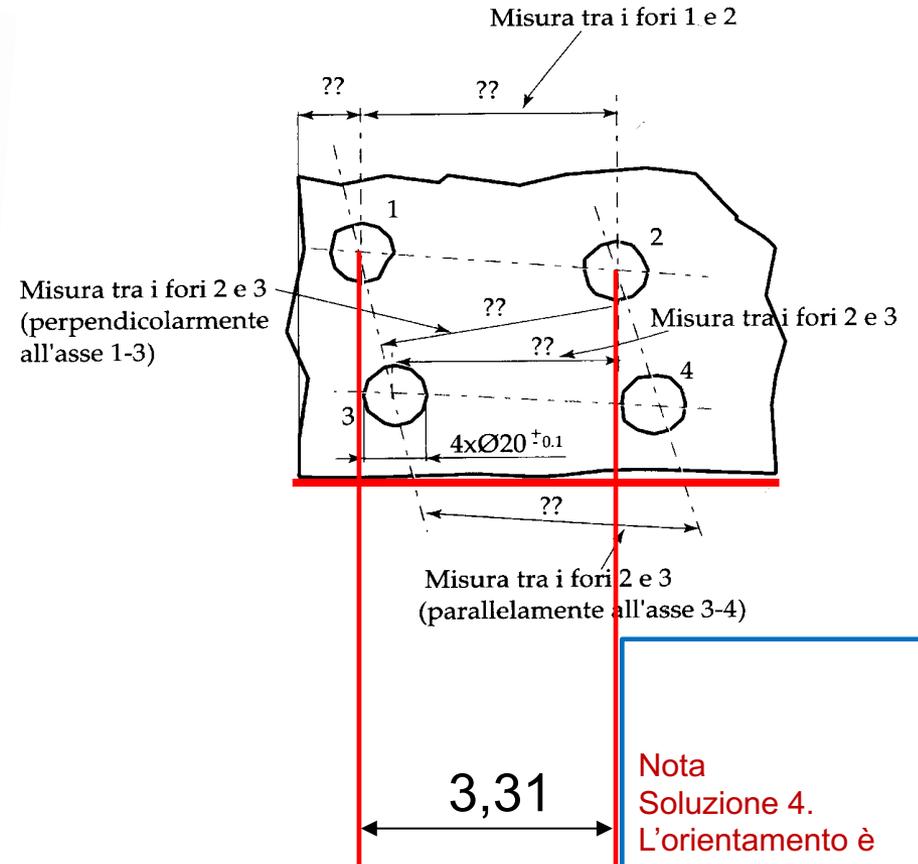
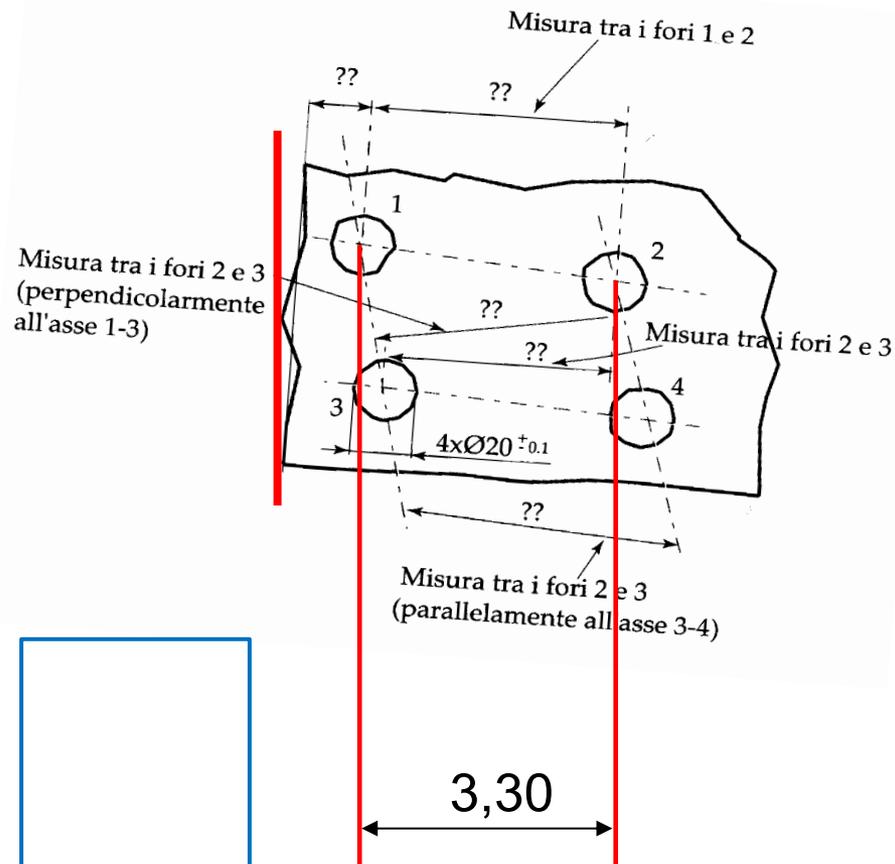


Nota  
Soluzione 3.  
Le zone di tolleranza sono localizzate dal Datum System

# Incertezza di specificazione

## Problema n. 4: Coerenza delle misure dimensionali

Quale è l'orientamento del pezzo corretto per controllare le tolleranze dimensionali?

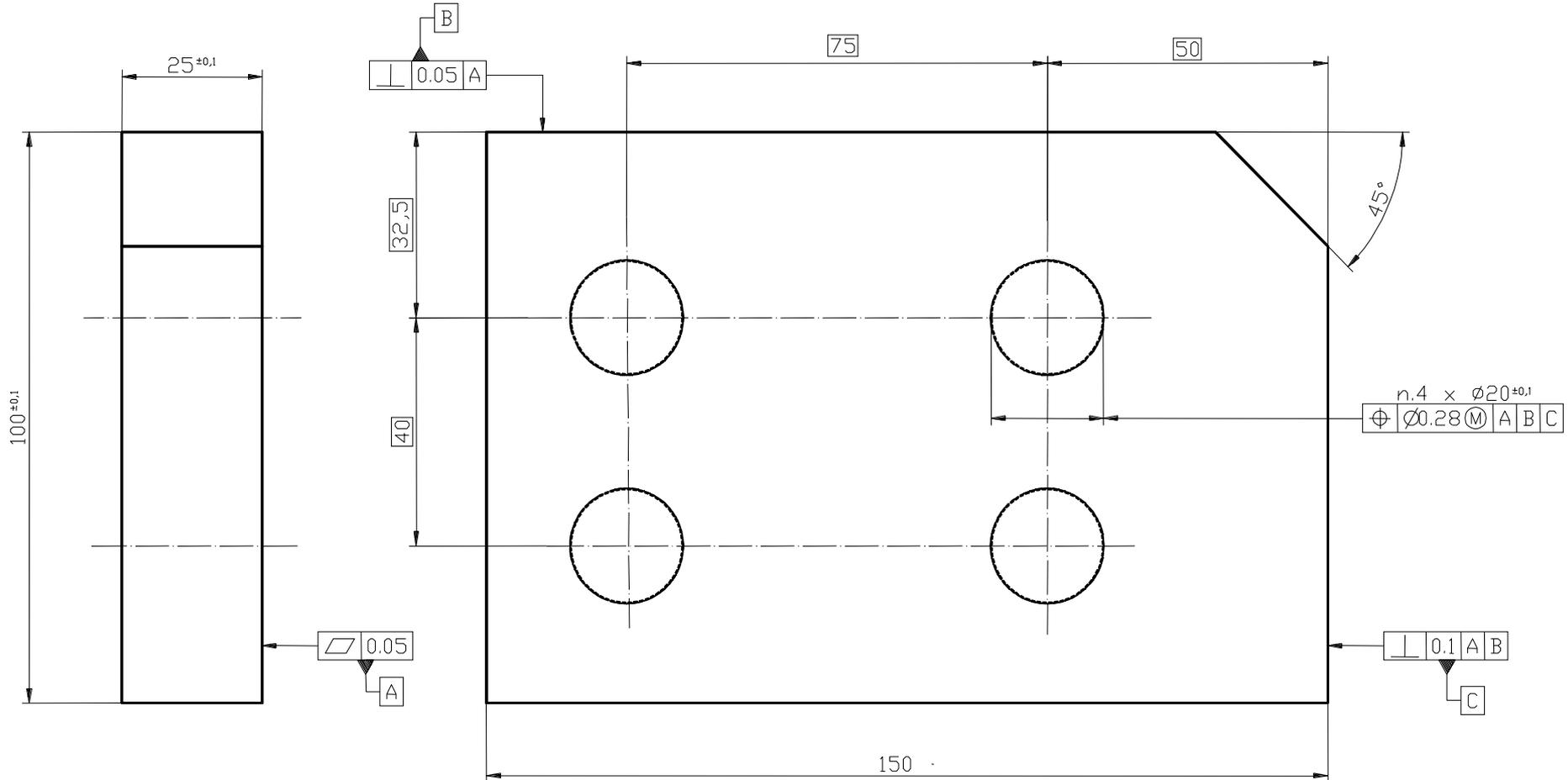


Nota  
Soluzione 4.  
L'orientamento è  
definito dal Datum  
System

# Specifica funzionale: tolleranze dimensionali e tolleranze geometriche

## Soluzione:

adottare una specificazione non ambigua mediante l'uso delle tolleranze dimensionali e geometriche...



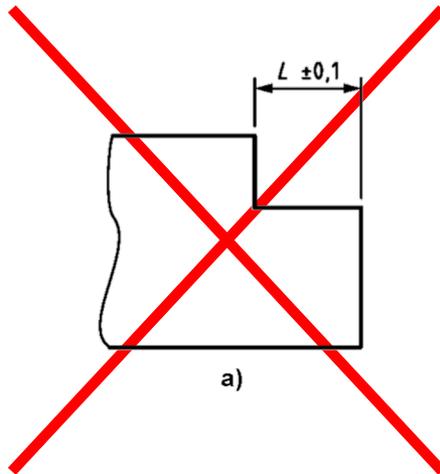
---

Specificazione Geometrica dei Prodotti  
Introduzione alle Tolleranze geometriche



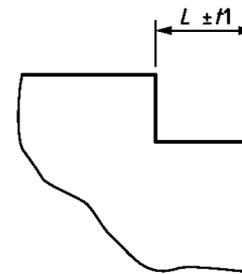
UNI EN ISO 14405-2:2012– GPS -- Tolleranze dimensionali -- Parte 2: Dimensioni diverse dalle *dimensioni di accoppiamento lineari* (linear sizes)

## SPECIFICAZIONE AMBIGUA



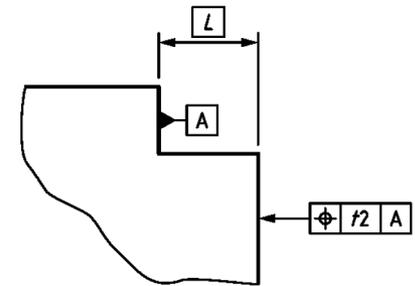
**Non basta quotare un disegno, è necessario definire la specifica geometrica !!!**

## SPECIFICAZIONI NON AMBIGUE



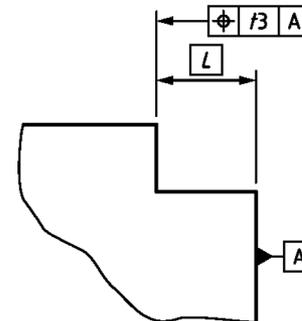
Ambiguous

a)



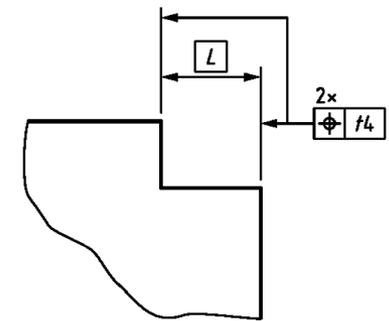
Unambiguous

b)



Unambiguous

c)



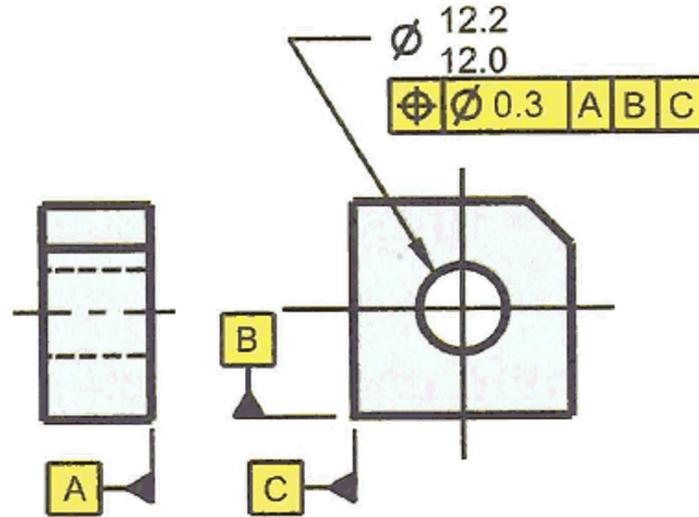
Unambiguous

d)

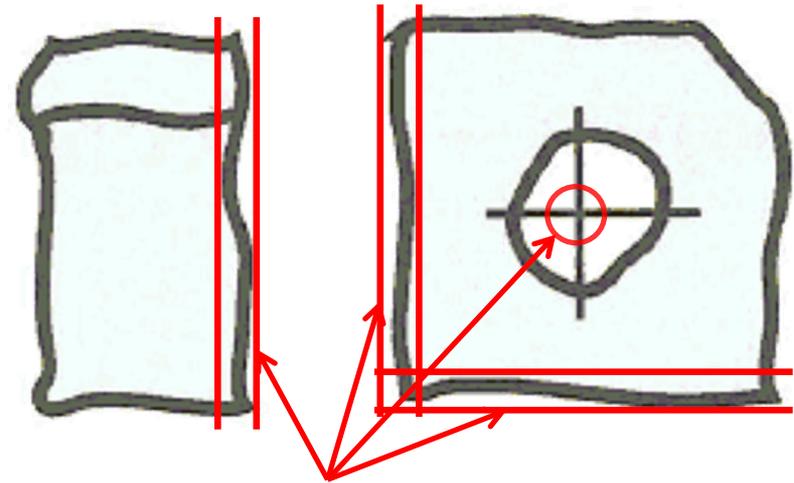
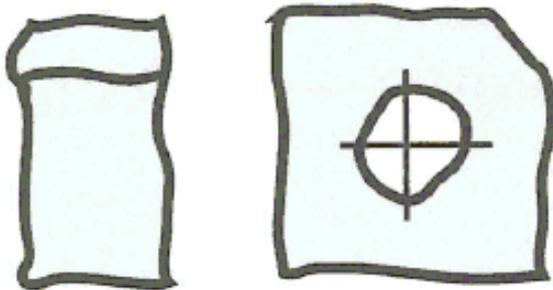
## Specificazione geometrica dei prodotti: concetti di base

Controllare lo scostamento dalla **geometria ideale** di un **elemento geometrico reale** significa individuare/delimitare la **porzione di spazio** entro cui l'elemento reale deve stare.

Geometria ideale



Componente reale



Porzioni di spazio  
(zone di tolleranza)

## Specificazione geometrica dei prodotti: concetti di base

Le **zone di tolleranza geometrica** definiscono le porzioni di spazio (in 2D o 3D) di **forma perfetta** entro cui le superfici reali devono stare per essere accettate.

L'elemento geometrico reale posto in tolleranza può assumere qualsiasi forma ed orientamento **all'interno della propria zona di tolleranza**.



Individuata l'opportuna zona di tolleranza, l'unico modo in cui si può controllare l'andamento effettivo (forma, orientamento e posizione) dell'elemento geometrico reale è **restringere la tolleranza**.

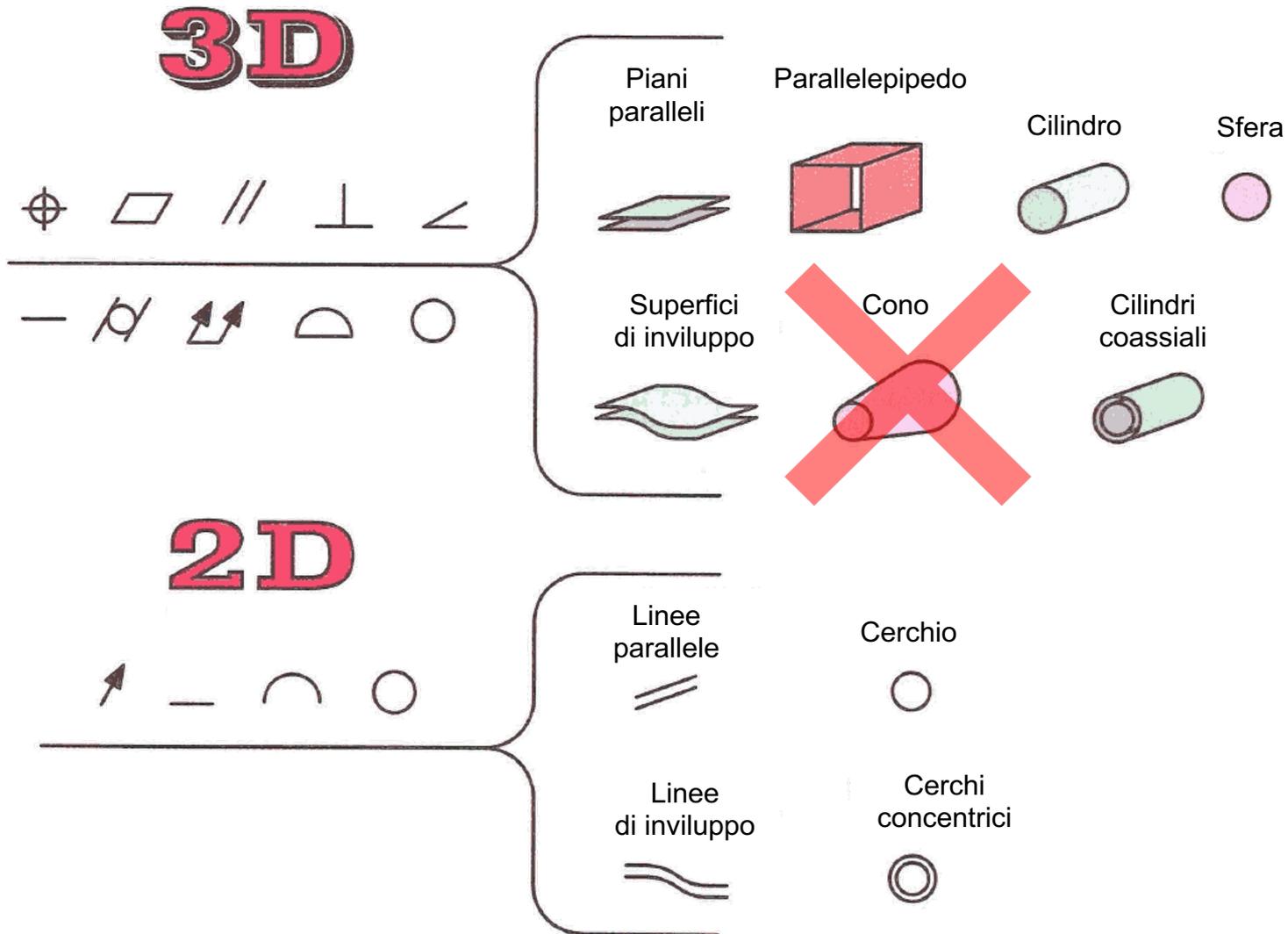


$$t_2 < t_1$$

La tolleranza si intende applicata all'intero elemento geometrico cui è riferita.

# Specificazione geometrica dei prodotti: concetti di base

La dimensione (lineare) della porzione di spazio è denominata **tolleranza**.

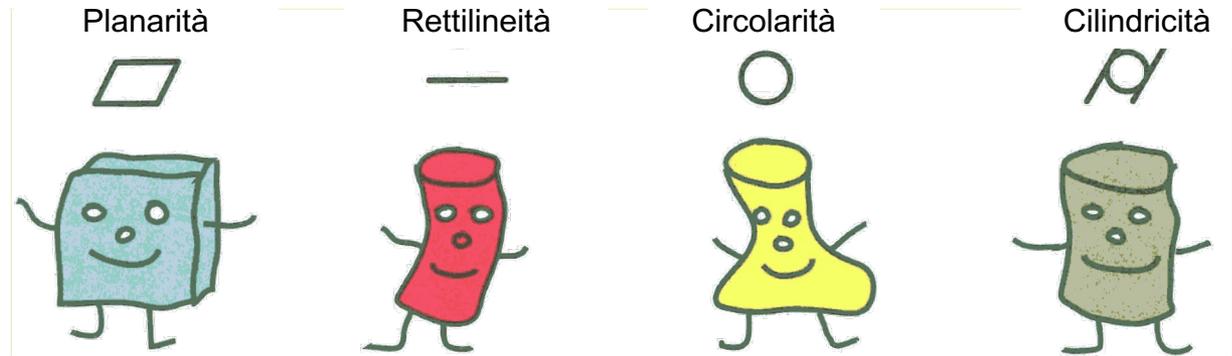


# Specificazione geometrica dei prodotti: concetti di base

## Tipi di tolleranze geometriche:

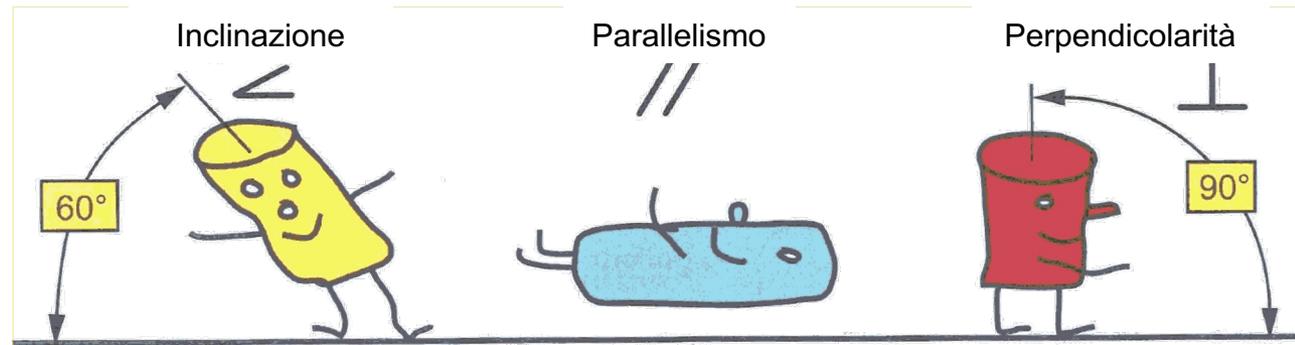
### Tolleranze di forma:

controllano la forma (shape)



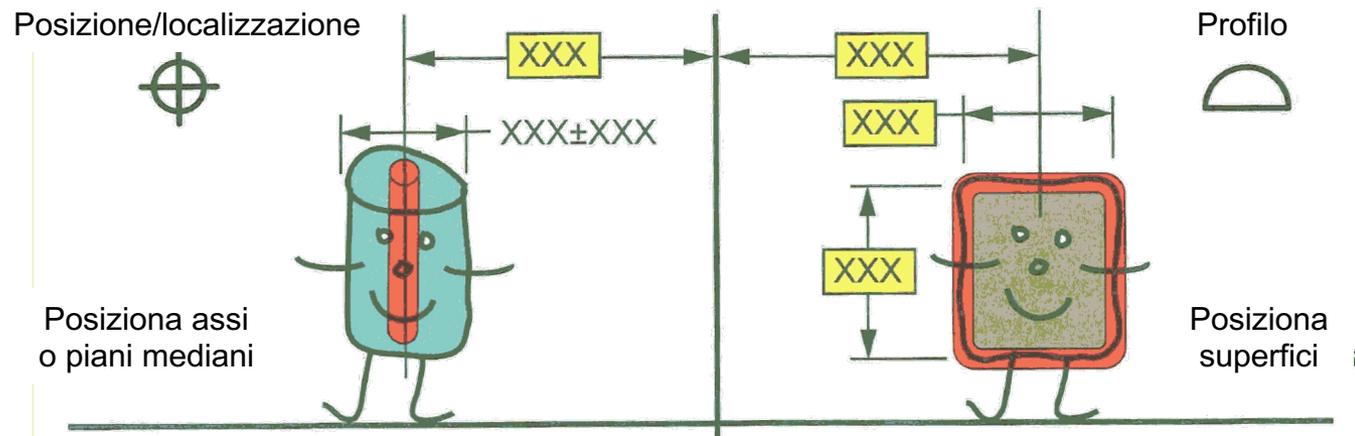
### Tolleranze di orientazione:

controllano l'inclinazione rispetto ai riferimenti



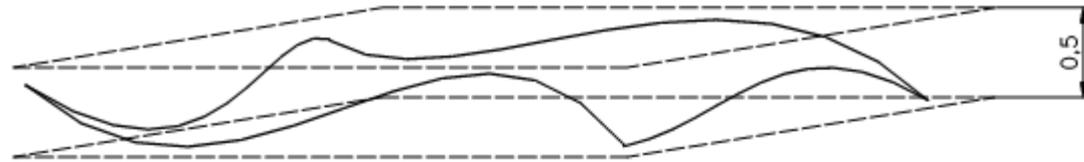
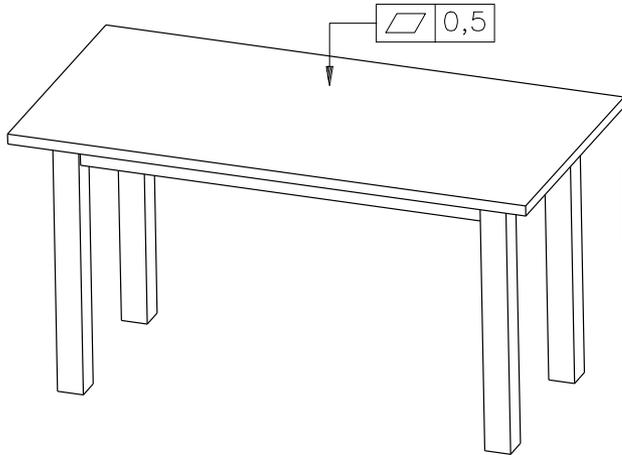
### Tolleranze di posizione:

localizzano la geometria rispetto ai riferimenti



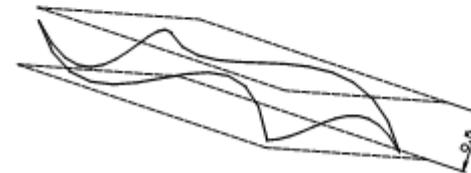
Chiariamolo con un esempio: **specificazione geometrica di un tavolo**

**Requisito 1: la superficie del tavolo deve essere piana**



Zona di tolleranza:

- coppia di piani paralleli tra loro
- distanti 0,5 mm



Nota: un piano è piano indipendentemente da come è orientato nello spazio



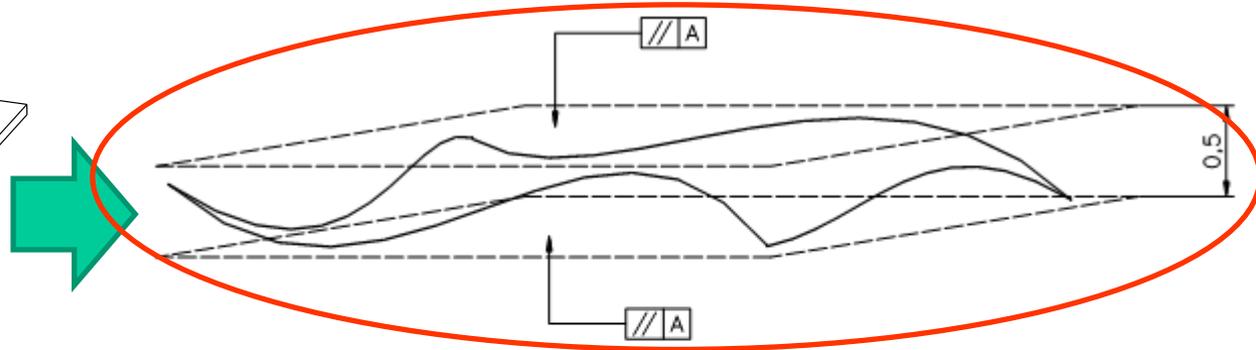
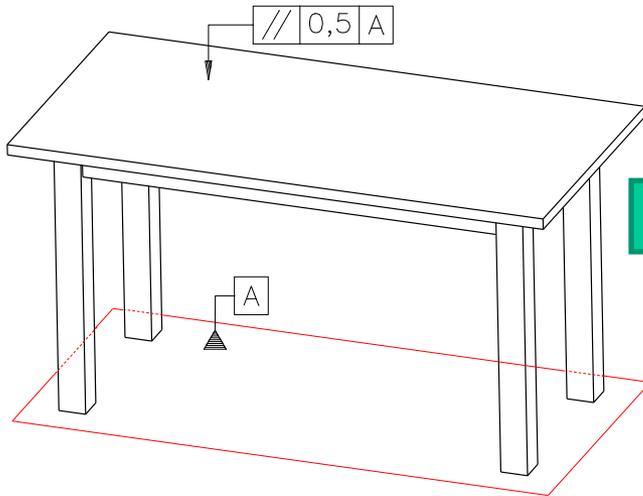
La forma è una proprietà intrinseca dell'elemento geometrico



La zona di tolleranza si "adatta" all'elemento geometrico

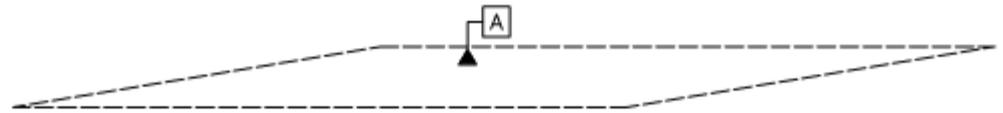
## Specificazione geometrica di un tavolo (continua)

Requisito 2: la superficie del tavolo deve essere “orizzontale”



Zona di tolleranza:

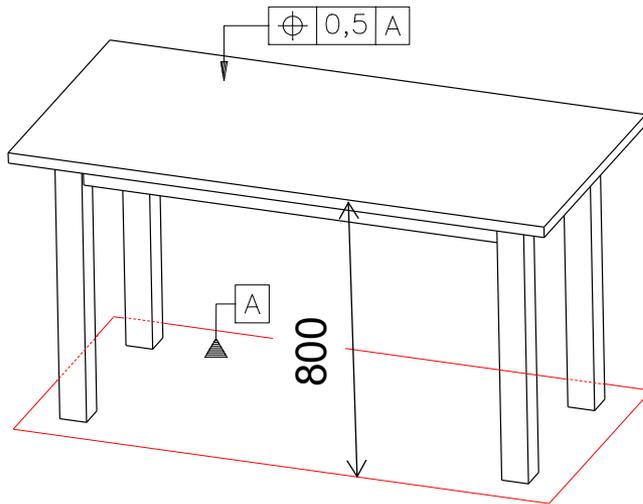
- coppia di piani paralleli tra loro
  - distanti 0,5 mm
  - **paralleli al riferimento A**
- (pavimento)**



Nota: la zona di tolleranza ha stessa forma e dimensioni di quella della planarità.  
In aggiunta ha solo il vincolo di essere parallela al pavimento.

## Specificazione geometrica di un tavolo (continua)

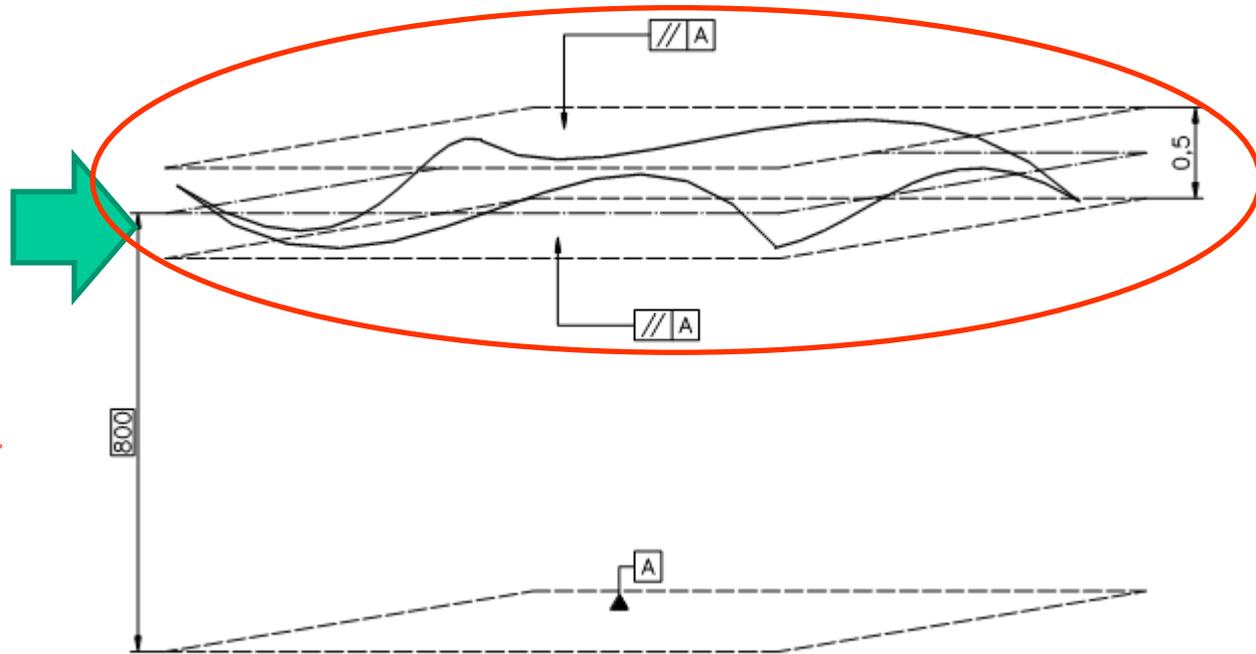
**Requisito 3: la superficie del tavolo deve essere alla distanza di 800mm dal pavimento**



Zona di tolleranza:

- coppia di piani paralleli tra loro
- distanti 0,5 mm
- paralleli al riferimento (pavimento)
- **il cui piano medio dista 800 mm**

**dal riferimento**

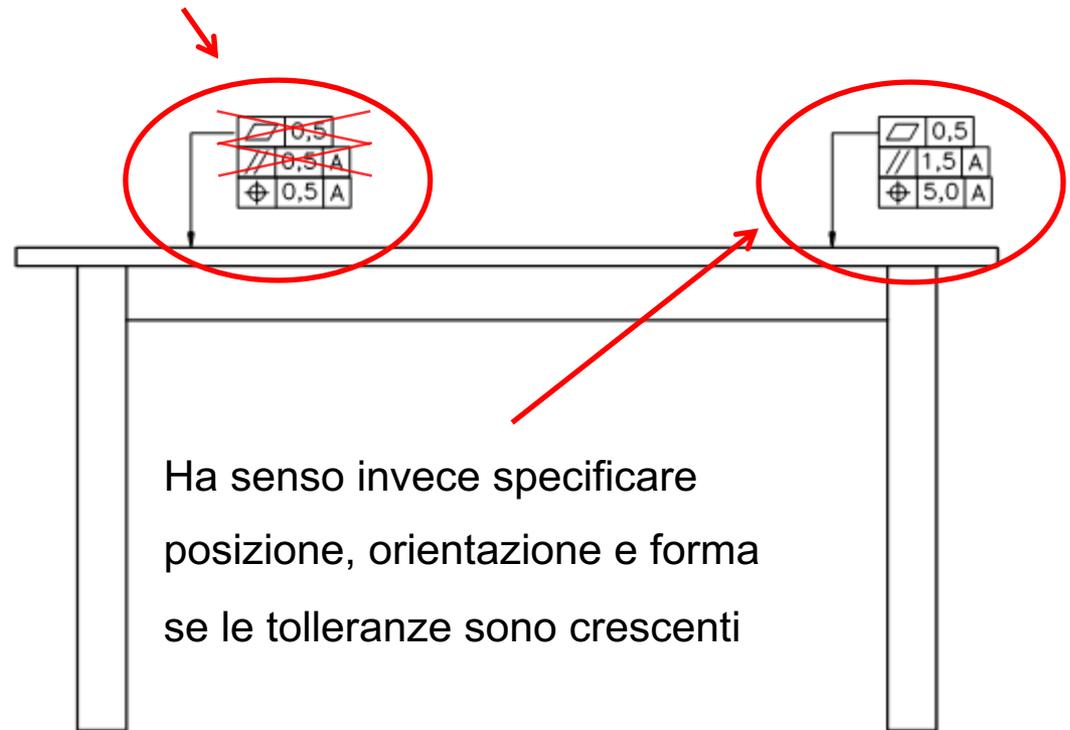
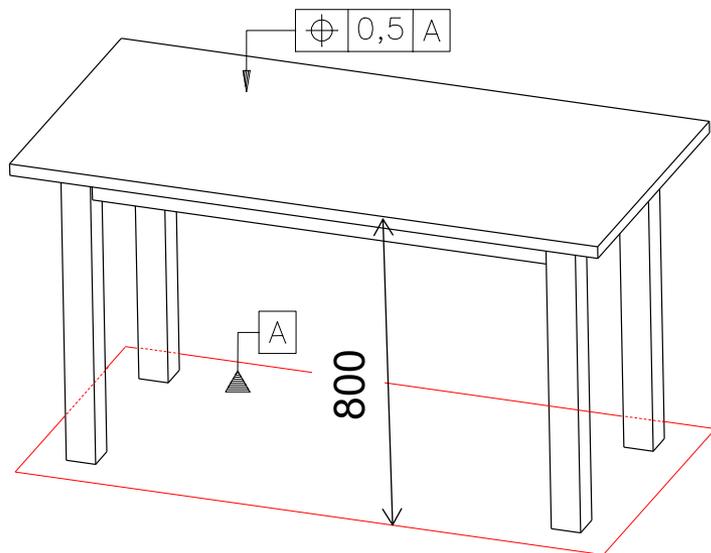


Nota: la zona di tolleranza ha stessa forma e dimensioni di quella della planarità e del parallelismo. In aggiunta ha solo il vincolo di distanza dal pavimento.

## Specificazione geometrica di un tavolo (continua)

### Riassumendo:

A parità di tolleranza (0,5 mm nell'esempio), la specifica di localizzazione vincola la posizione del piano, ma anche la sua orientazione (tolleranza di parallelismo = 0,5 mm) e la sua forma (tolleranza di planarità = 0,5 mm).



Ha senso invece specificare  
posizione, orientazione e forma  
se le tolleranze sono crescenti

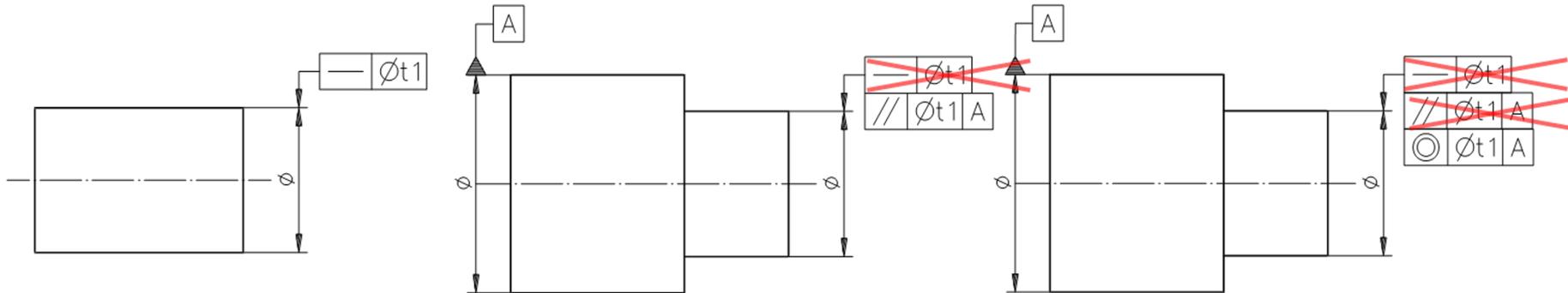
Esiste una “gerarchia” tra le diverse tolleranze geometriche !!!

Le **tolleranze di forma**:

- controllano solo la forma dell'elemento geometrico

Le **tolleranze di orientazione**:

- controllano l'orientazione dell'elemento geometrico rispetto ai riferimenti
- controllano anche la forma dell'elemento geometrico



Le **tolleranze di posizione**:

- controllano la localizzazione dell'elemento geometrico rispetto ai riferimenti
- controllano anche l'orientazione dell'elemento geometrico rispetto ai riferimenti
- controllano anche la forma dell'elemento geometrico

# Specificazione geometrica dei prodotti: introduzione

Riferimento:

**UNI EN ISO 1101:2017 - Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Indicazione delle tolleranze geometriche - Tolleranze di forma, orientamento, localizzazione e oscillazione**

Collocazione nella matrice GPS:

	Chain links						
	A	B	C	D	E	F	G
	Symbols and indications	Feature requirements	Feature properties	Conformance and non-conformance	Measurement	Measurement equipment	Calibration
Size							
Distance							
Form	•	•	•				
Orientation	•	•	•				
Location	•	•	•				
Run-out	•	•	•				
Profile surface texture							
Areal surface texture							
Surface imperfections							

## Segni grafici delle caratteristiche geometriche (ISO 1101:2017)

TOLLERANZE	CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO	RIFERIMENTO NECESSARIO
FORMA	Rettilineità	—	No
	<b>Planarità</b>		No
	Circolarità	○	No
	<b>Cilindricità</b>		No
	Forma di una linea qualunque	⤿	No
	<b>Forma di una superficie qualunque</b>		No
ORIENTAMENTO	Parallelismo	//	Si
	Perpendicolarità	⊥	Si
	<b>Inclinazione</b>		Si
	Forma di una linea qualunque	⤿	Si
	<b>Forma di una superficie qualunque</b>		Si
POSIZIONE	Simmetria	≡	Si
	Concentricità		Si
	Coassialità		Si
	<b>Localizzazione</b>		Si o No
	Forma di una linea qualunque	⤿	Si
	<b>Forma di una superficie qualunque</b>		Si
OSCILLAZIONE	Oscillazione circolare		Si
	<b>Oscillazione totale</b>		Si

# Matrice di selezione di tolleranza e caratteristica

Per identificare il tipo di tolleranza (LIV. 1) si ricorre alla quotatura ed al Datum System:

Liv. 1	Liv.2	Liv.3	Sottolivello
$\oplus$	<b>SI</b>	→	$\oplus$ ✓
			$\odot$
			$\equiv$

**NO**

In presenza di quote di posizione riquadrate (TED)

oppure

in assenza di quote

Liv. 1	Liv.2	Liv.3	Sottolivello
$\oplus$	<b>NO</b>	→	$\oplus$
			$\odot$
			$\equiv$
	$\angle$	<b>SI</b>	$\angle$ ✓
			$\parallel$
			$\perp$

**SI**

In presenza di quote angolari riquadrate (TED)

oppure

in presenza di angolazioni implicite pari a 90° o 180°

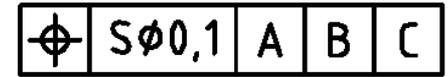
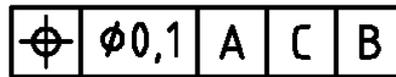
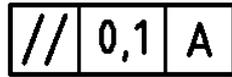
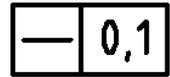
Liv. 1	Liv.2	Liv.3	Sottolivello
$\oplus$	<b>NO</b>	→	$\oplus$
			$\odot$
			$\equiv$
	$\angle$	<b>NO</b>	$\angle$
			$\parallel$
			$\perp$
	$\sphericalangle$	<b>NO</b>	$\sphericalangle$
			$\circ$
			$\equiv$
	$\square$	<b>SI</b>	$\square$ ✓
			$\equiv$

**SI**

In caso di esclusione dei LIV.1 e LIV.2

# Indicazione tolleranze geometriche: riquadro di tolleranza

Riquadri delle tolleranze geometriche:



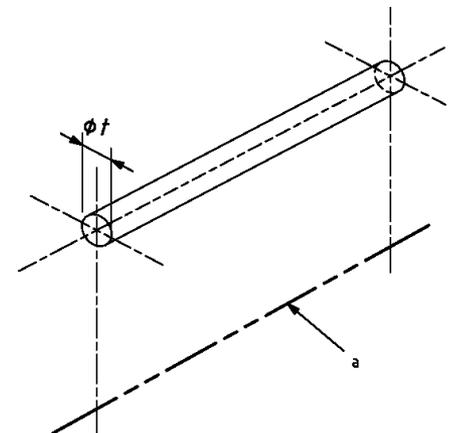
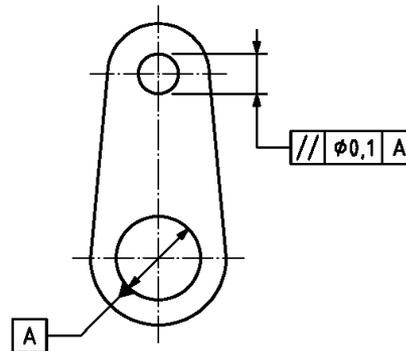
Segno grafico

Tolleranza

Identificazione del/i riferimento/i  
(se applicabile)

Il valore della tolleranza va espresso nell'**unità di misura utilizzata sul disegno**; quali lettere di riferimento si usano quelle maiuscole latine.

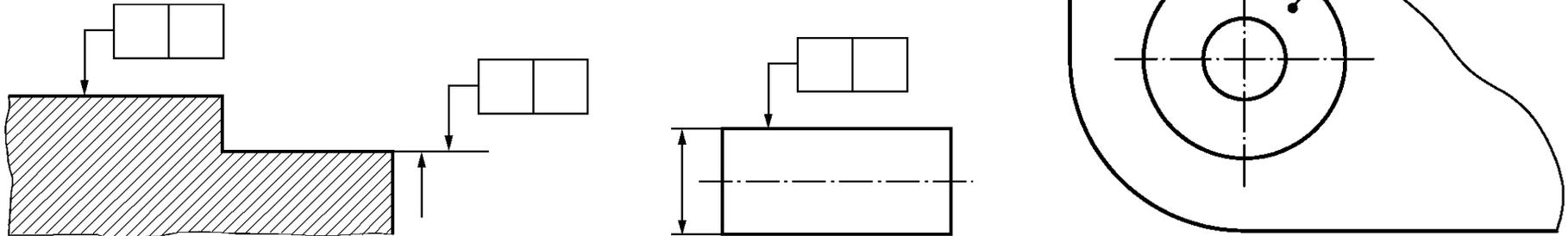
La presenza del simbolo  $\varnothing$  determina la forma della zona di tolleranza e la stessa tolleranza viene preceduta dal segno caratteristico  $\varnothing$  **se è circolare o cilindrica** e **S $\varnothing$  se è sferica**.



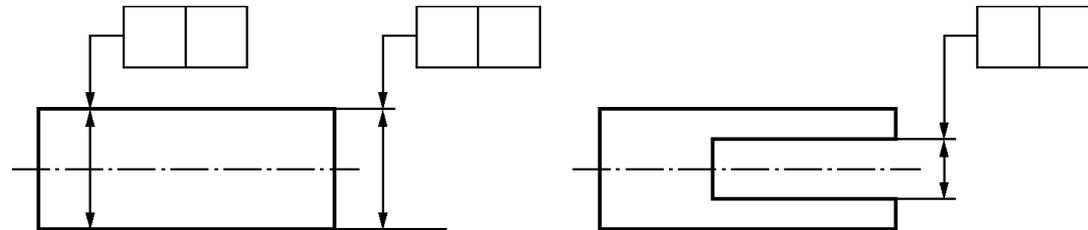
# Indicazione tolleranze geometriche: tipi di elementi geometrici

Elementi geometrici posti in tolleranza:

**Integrali:** indicazione su contorno, estensione o linea di richiamo



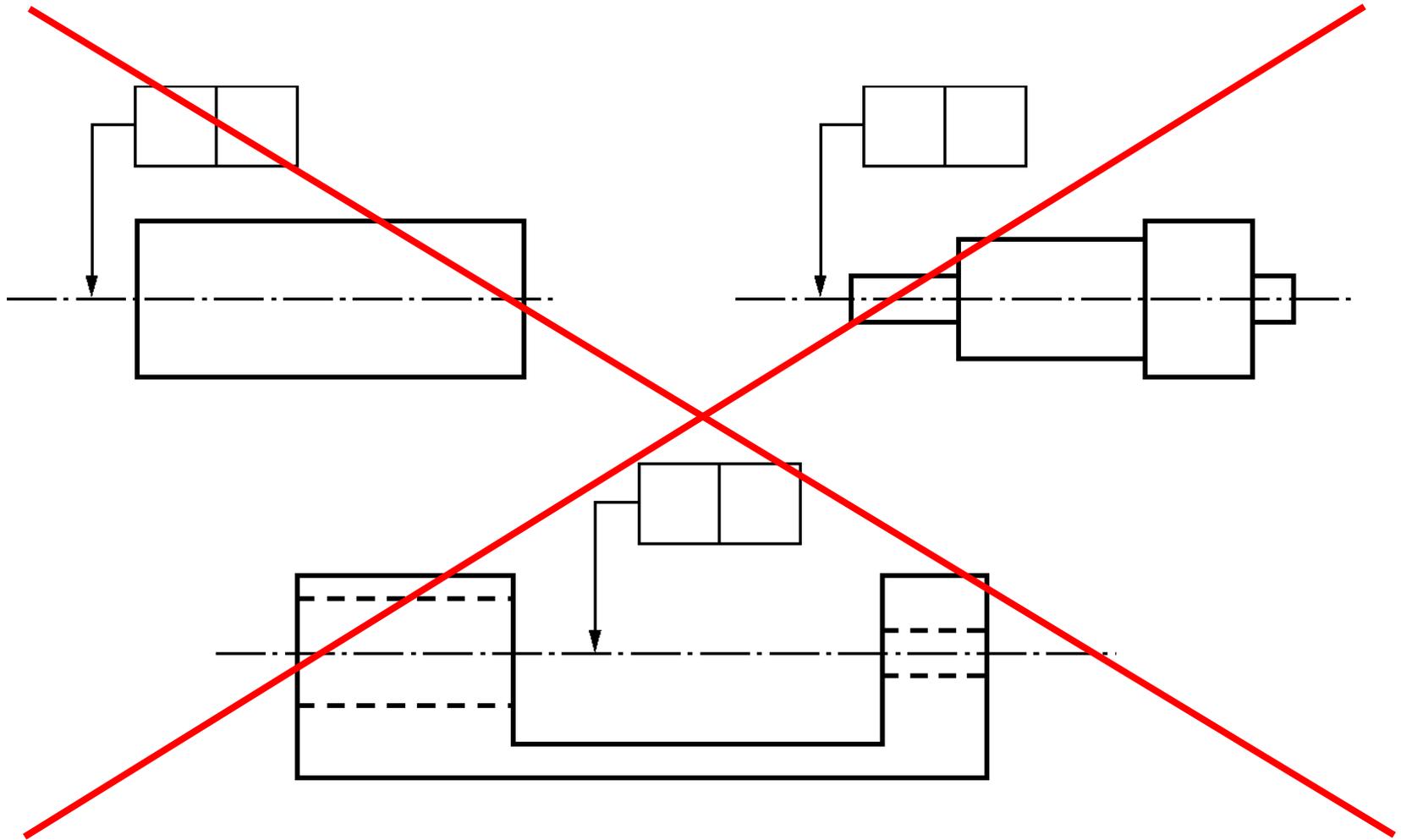
**Derivati:** indicazione su estensione della linea di misura



Nota:

- INTEGRALE: elemento fisico che può essere toccato e misurato
- DERIVATO: elemento che non può essere misurato direttamente ma viene derivato da un elemento integrale (es. l'asse di un cilindro, un piano mediano etc.)

## ERRORI di indentificazione di elementi derivati



## Indicazione tolleranze geometriche: unione di riquadri

Per un elemento geometrico possono essere definite più specifiche di tolleranza:

○	0,02	
//	0,08	A

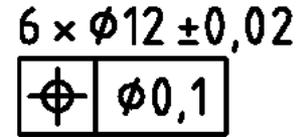
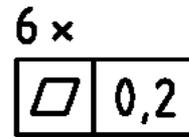
Prescrizioni restrittive:

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

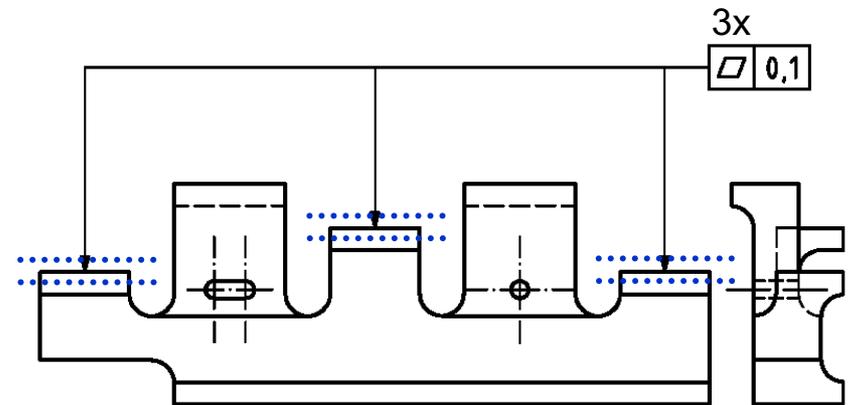
//	0,2	A
	0,1/100	

## Indicazione tolleranze geometriche: molteplicità e Zona Comune

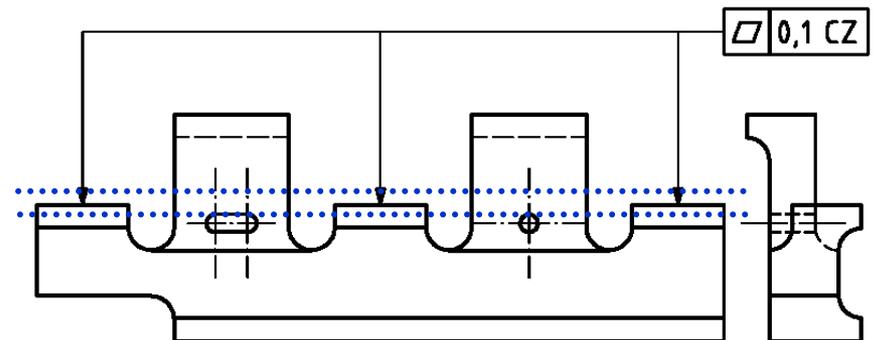
Quando la tolleranza si applica a più feature uguali in modo indipendente si utilizza il simbolo  $\times$ .



Per zone di tolleranza, di pari valore, applicate a **singole** feature uguali o differenti o si può utilizzare una specifica unica.

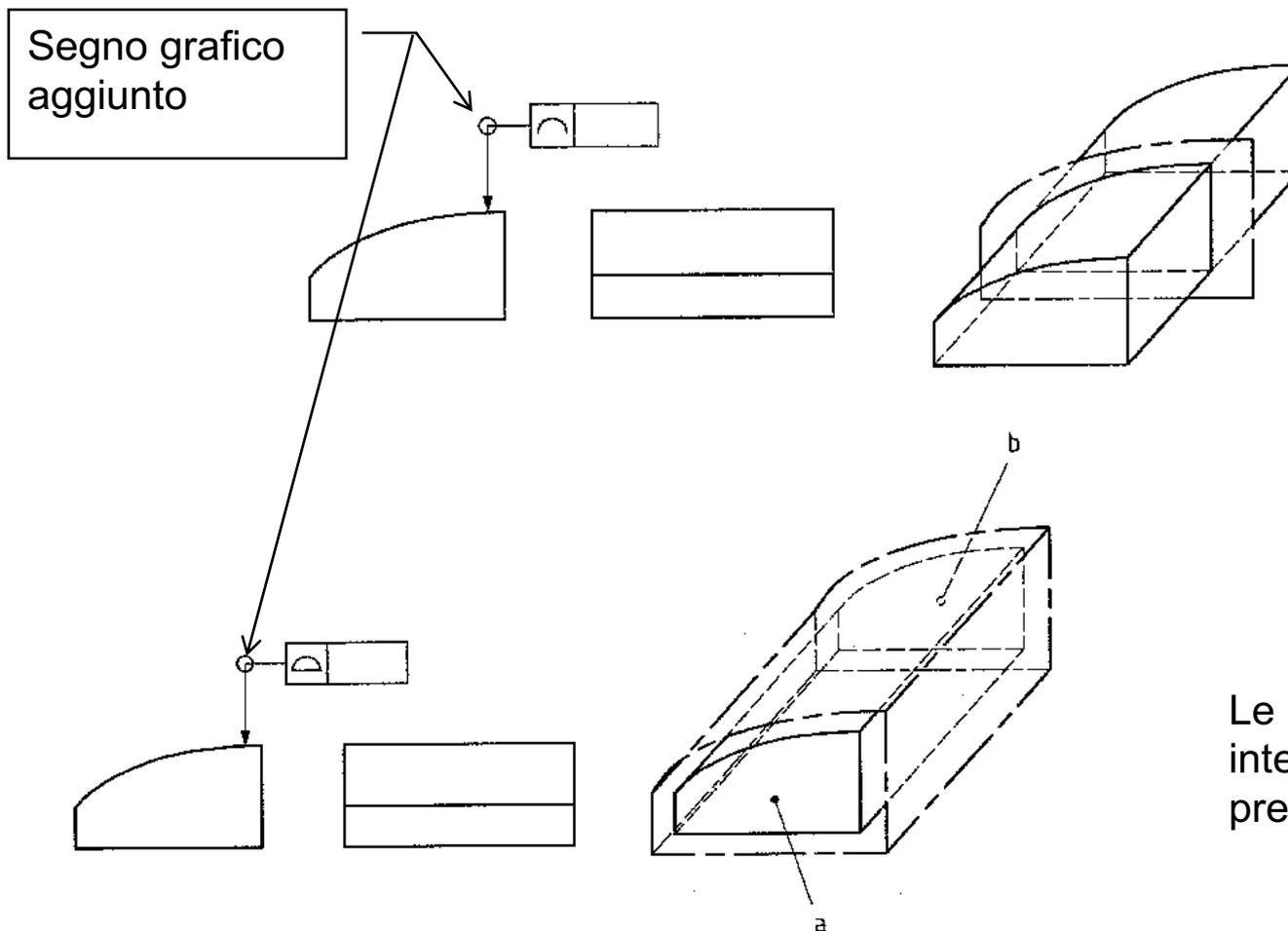


Per una **singola zona** di tolleranza applicata a singole feature considerate contemporaneamente si deve utilizzare il simbolo "CZ" (Common Zone).



## Indicazioni supplementari:

Se una prescrizione di forma è applicata all'intero profilo o superficie corrispondenti al contorno della vista rappresentata, l'indicazione si completa come segue:



Le superfici a e b non sono interessate dalla prescrizione.

---

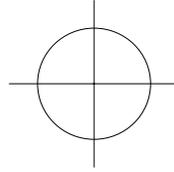
Tolleranze di posizione  
per dimensioni diverse dalle dimensioni di accoppiamento



# Tolleranze geometriche di posizione: LOCALIZZAZIONE

---

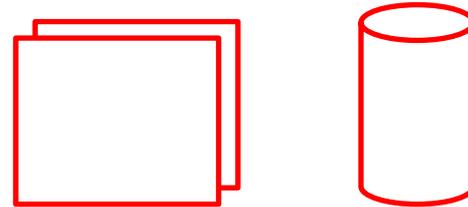
## Localizzazione:



A che elementi geometrici si applica?

- punti
- assi, linee su superfici (piani, cilindri, ecc.)
- superfici piane, piani mediani

Con quali zone di tolleranza?



A cosa serve?

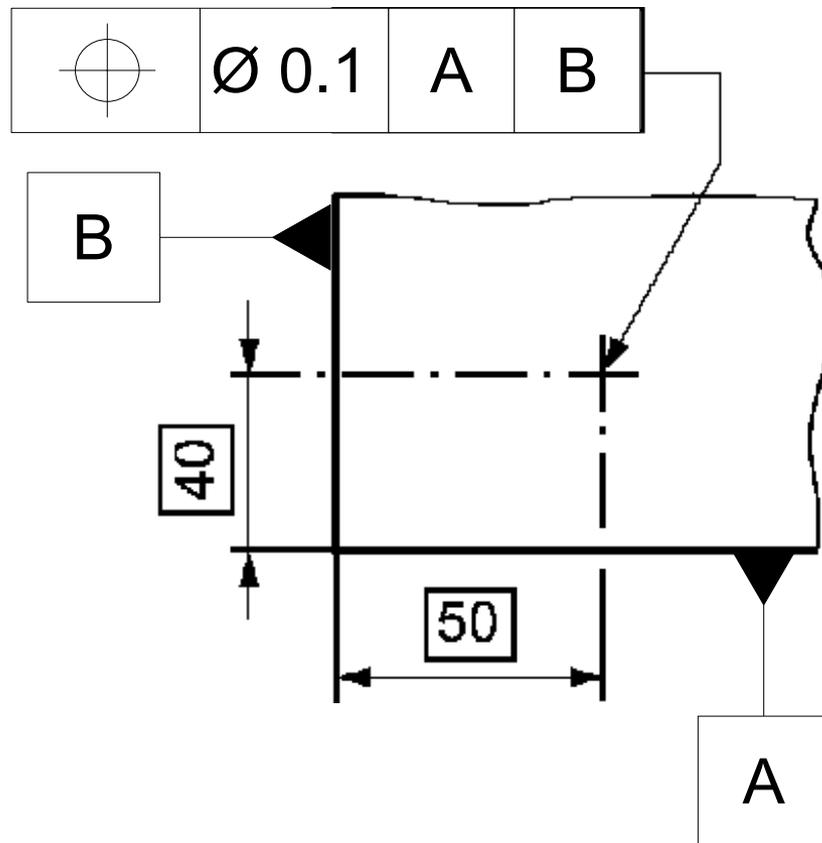
A limitare lo spostamento di punto/linea/piano rispetto alla posizione teoricamente esatta (nominale) dell'elemento tollerato.

*Nota: indirettamente controlla anche l'orientazione (e la forma) di linea/piano rispetto al riferimento.*

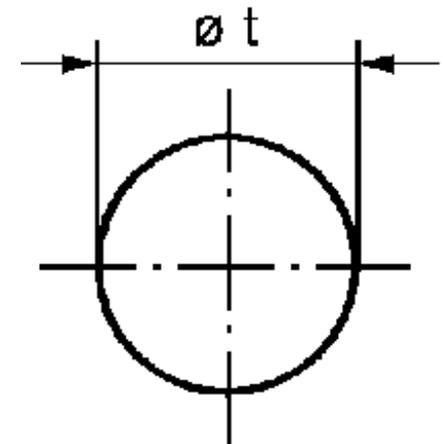
# Tolleranze geometriche di posizione: LOCALIZZAZIONE

LOCALIZZAZIONE (un punto su una superficie)

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



Forma e dimensione della zona di tolleranza di localizzazione applicata al punto

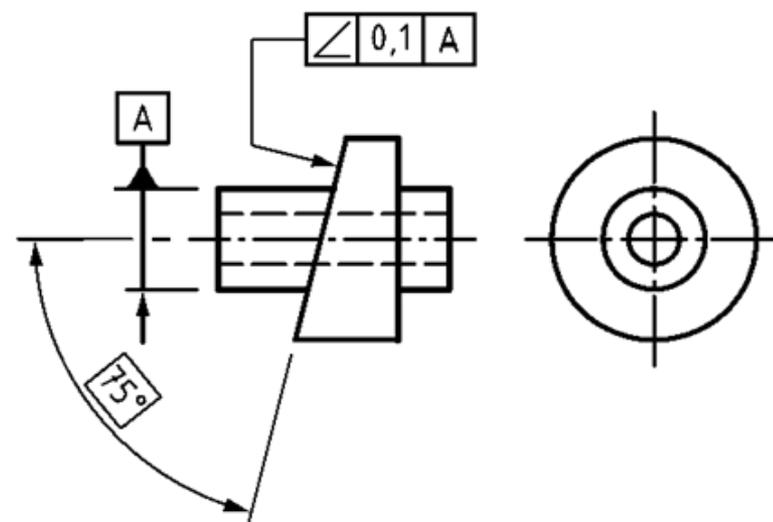
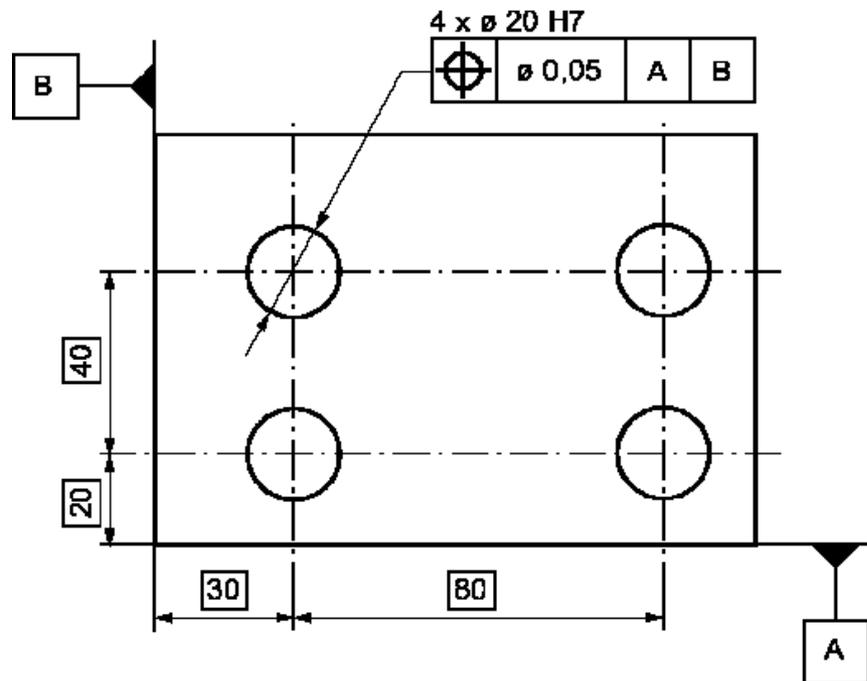


# Riferimenti (datum) e dimensioni teoricamente esatte (TED)

**Riferimenti:** elementi geometrici il cui scopo (datum) è quello di orientare e/o posizionare le zone di tolleranza e di definire le condizioni virtuali.

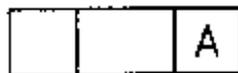
**TED:** Dimensioni che identificano la posizione lineare o l'orientazione angolare teoricamente esatta (cioè nominale) degli elementi geometrici posti in tolleranza rispetto ai riferimenti.

**Riferimenti e TED** definiscono la posizione e l'orientazione delle zone di tolleranza applicate agli elementi geometrici



# Elementi di riferimento

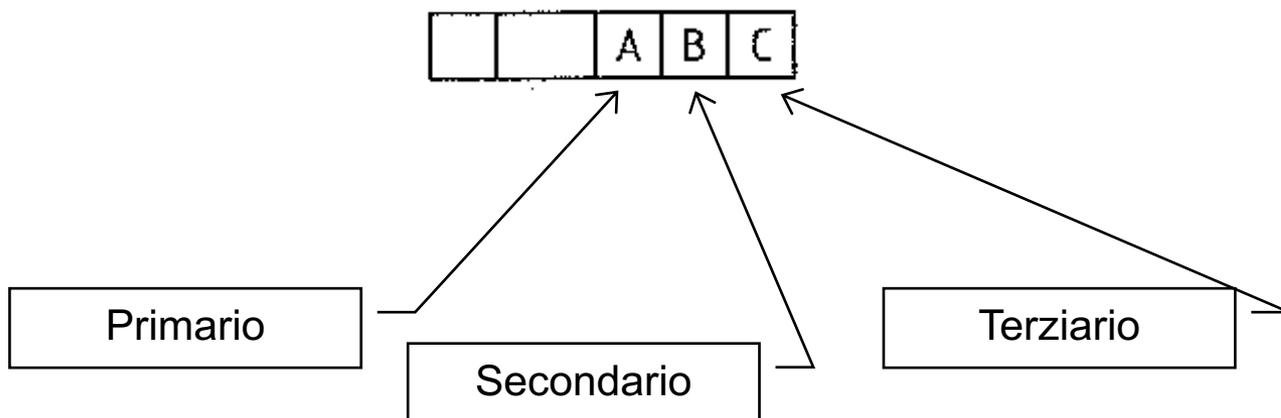
Elemento di riferimento stabilito da un singolo elemento geometrico:



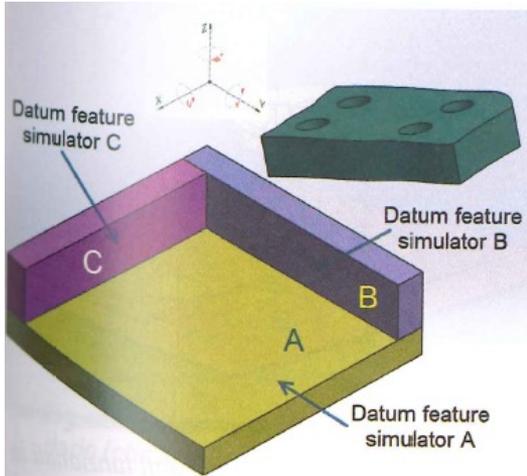
Elemento di riferimento comune stabilito da due elementi geometrici considerati contemporaneamente:



Sistema di elementi di riferimento (due o più elementi geometrici in ordine di priorità):

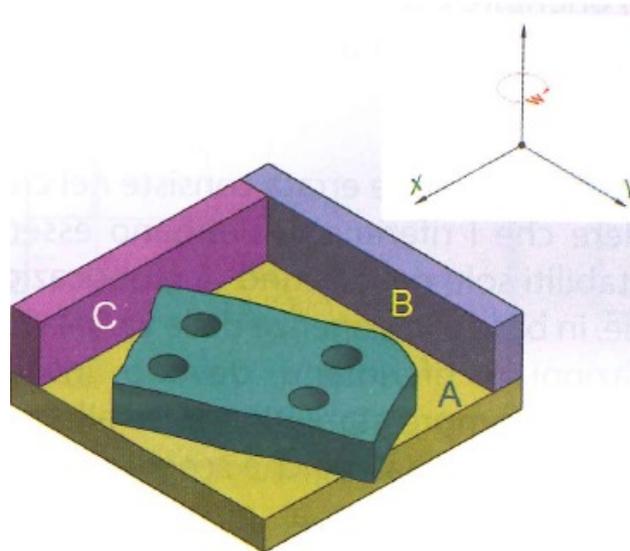


### 5. Come si posizionano le zone di tolleranza (ideali) rispetto alla geometria reale?



1. Se si appoggia un corpo su un piano (piano A) questo lo toccherà in **3 punti**, bloccando 3 gradi di libertà (gdl):
  - Traslazione in z (ortogonale al piano)
  - Rotazione in x ed y.

Il corpo può ancora ruotare attorno a z e traslare lungo x ed y

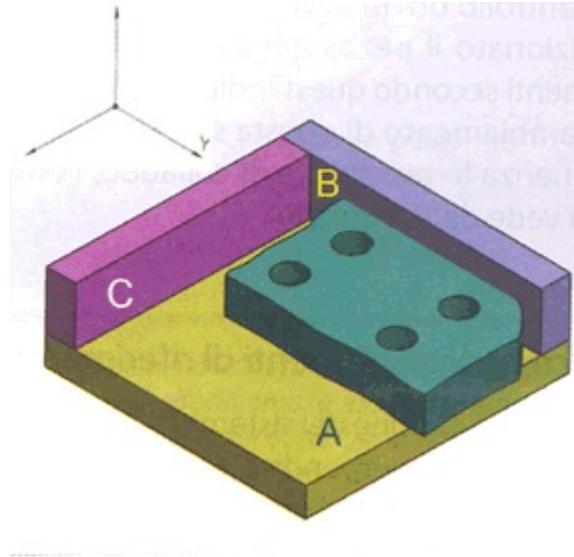


## Le basi del Metodo - 5

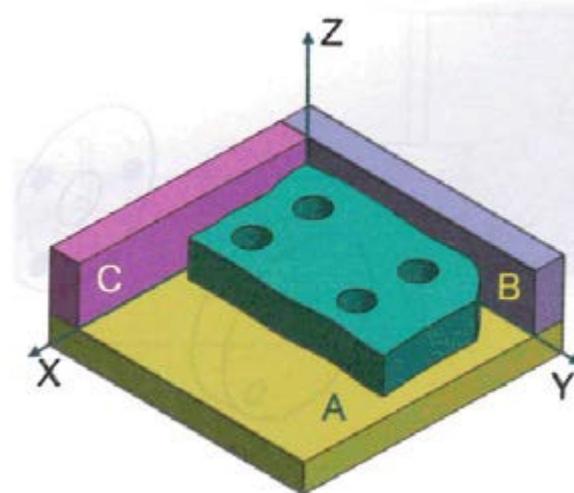
2. Se ora ci si appoggia a B, lo si tocca in **2 punti**, bloccando altri due gradi di libertà:

- Traslazione lungo x
- Rotazione attorno z

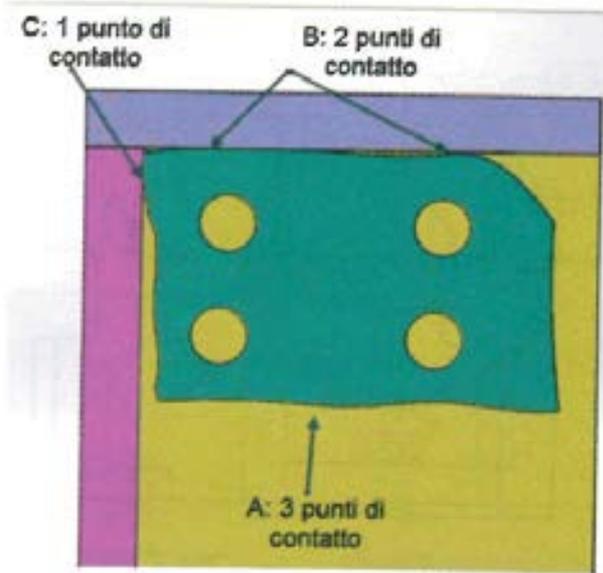
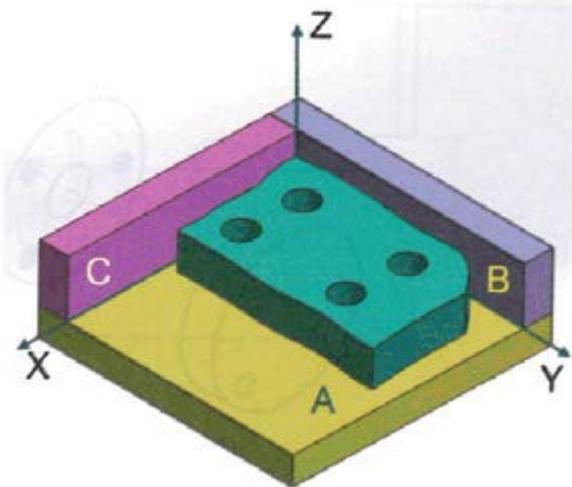
Si può ancora solo traslare lungo y



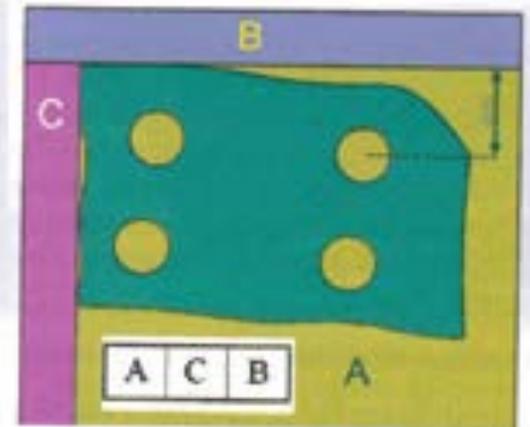
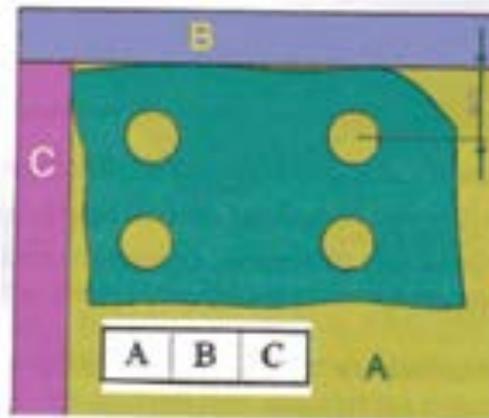
3. Infine, traslando lungo y ci si appoggia a C in **un punto** e si bloccano tutti i gdl



## Contatti tra piastra reale e DRF/Datum System

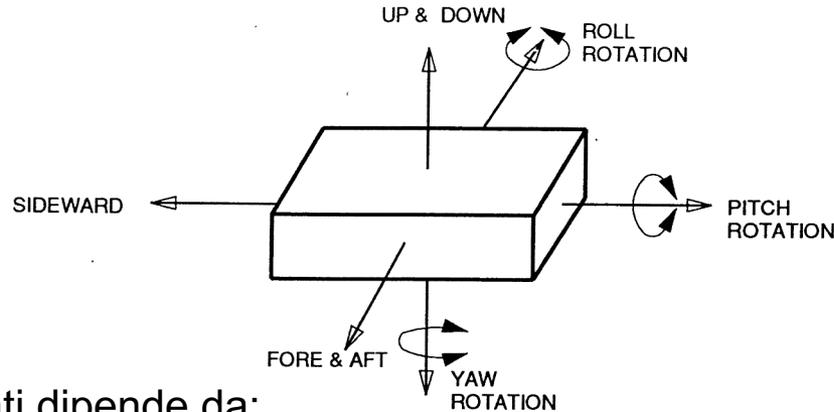


Variazione di posizione della piastra a seconda della sequenza di appoggio.



## Riferimenti (datum) e gradi di libertà

I riferimenti possono essere considerati come mezzi per bloccare i gradi di libertà (gdl) di una zona di tolleranza.



Il numero di gdl bloccati dipende da:

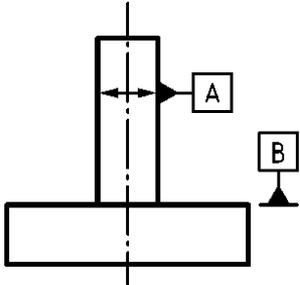
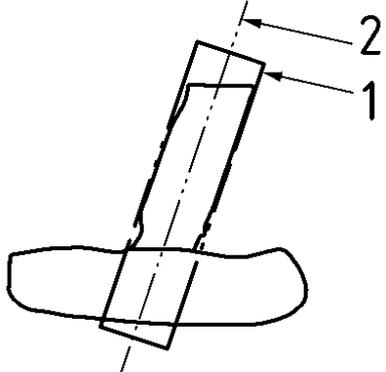
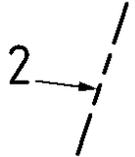
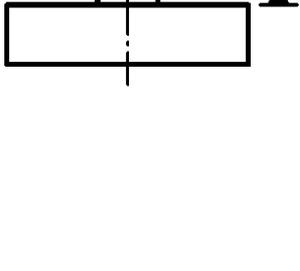
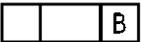
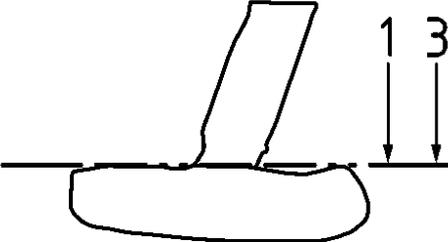
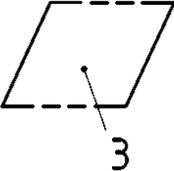
- forma nominale dell'elemento geometrico usato per stabilire il riferimento;
- se il riferimento è primario, secondario o terziario;
- dalla caratteristica posta in tolleranza indicata nel riquadro delle tolleranze.

Per default, un elemento di riferimento blocca tutti i gdl di una zona di tolleranza data la sua forma e che:

- sono richiesti dalla caratteristica geometrica indicata nel riquadro di tolleranza;
- non sono stati già bloccati dagli elementi di riferimento che precedono nel sistema di elementi di riferimento (datum system).

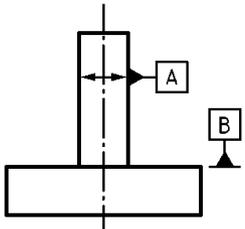
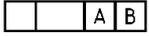
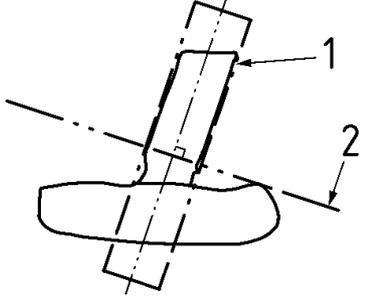
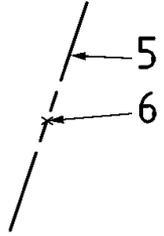
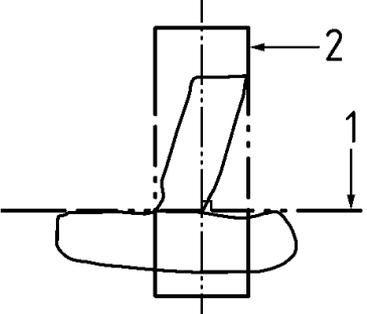
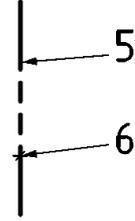
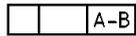
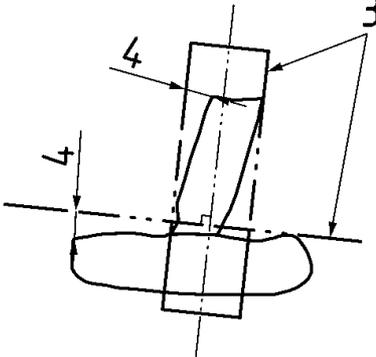
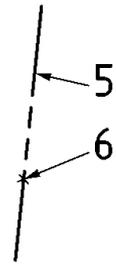
# Riferimenti (datum) singoli

## Esempio: riferimenti singoli

Indication of datum feature	Indication of datum in tolerance frame	Illustration of the meaning	Invariance class and situation feature (see Annex B)	Datum
			Cylindrical  Axis of associated cylinder	
			Planar  Associated plane	
<p><b>Key</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 associated feature (without orientation constraint)</li> <li>2 straight line which is the situation feature of the associated cylinder (its axis)</li> <li>3 plane which is the situation feature of the associated plane (the associated plane itself)</li> </ul> <p><b>NOTE</b> Association for single datums is described in Annex A.</p>				

# Riferimenti (datum) singoli

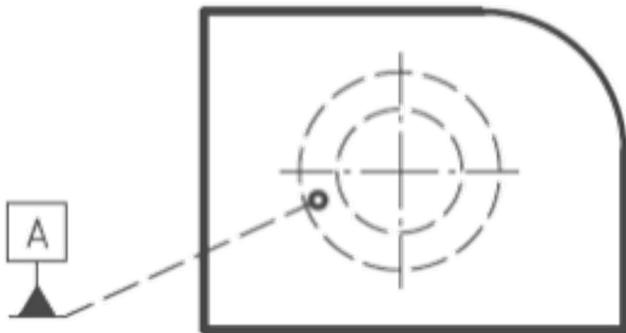
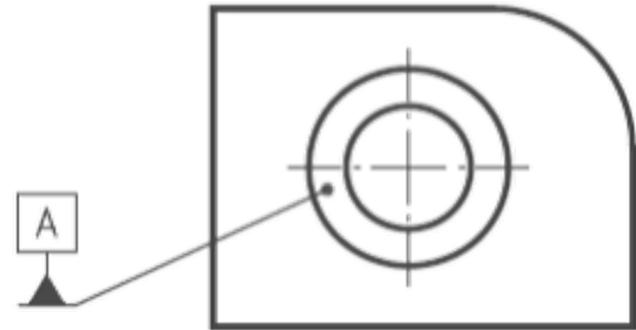
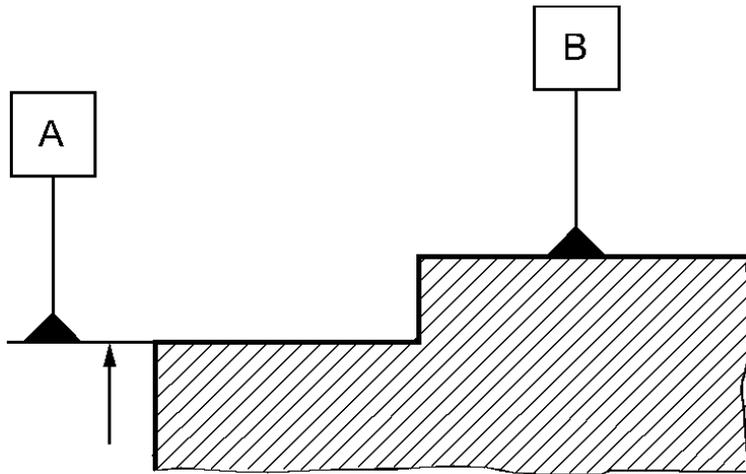
Esempi: sistema di riferimenti

Indication of datum feature	Indication of datum in tolerance frame	Meaning on workpiece	Resulting common datum or datum system
			
			
			

# Indicazione degli elementi di riferimento

## Elementi geometrici integrali:

indicazione sul contorno, su un'estensione del contorno o su una linea di richiamo



Se l'elemento di riferimento è nascosto, posso utilizzare una linea di richiamo 02.1  
*(sconsigliato)*

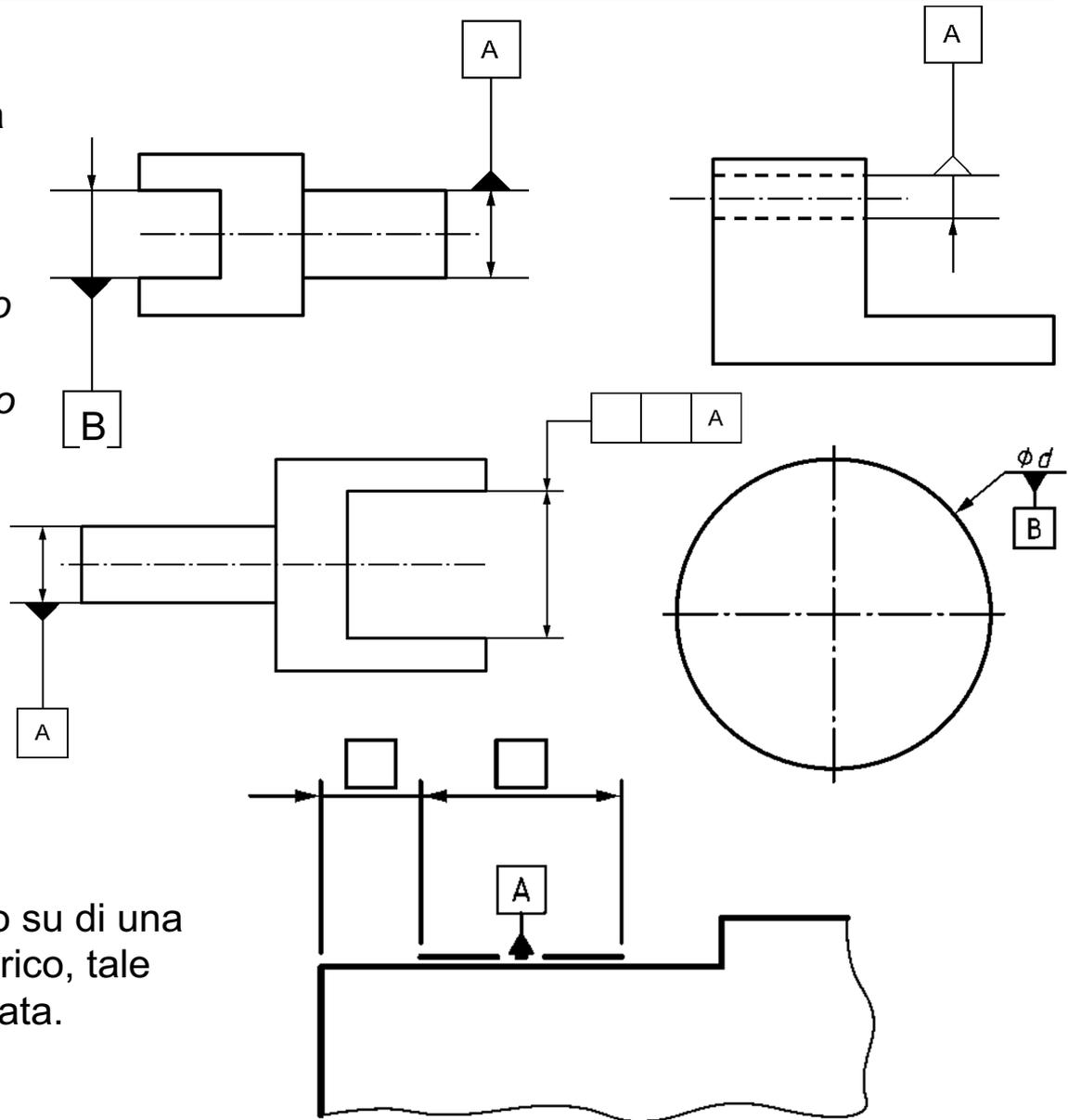
# Indicazione degli elementi di riferimento

## Elementi geometrici derivati:

indicazione sull'estensione della linea di misura

*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*

Se l'elemento di riferimento è definito su di una parte limitata di un elemento geometrico, tale parte deve essere individuata e quotata.

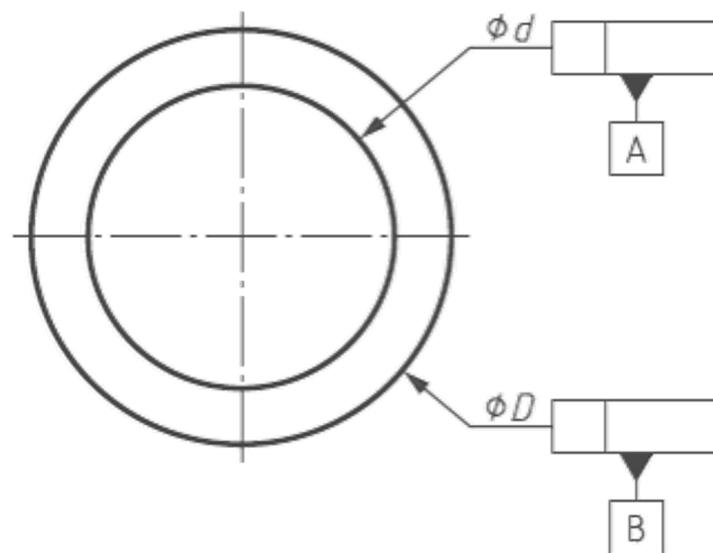
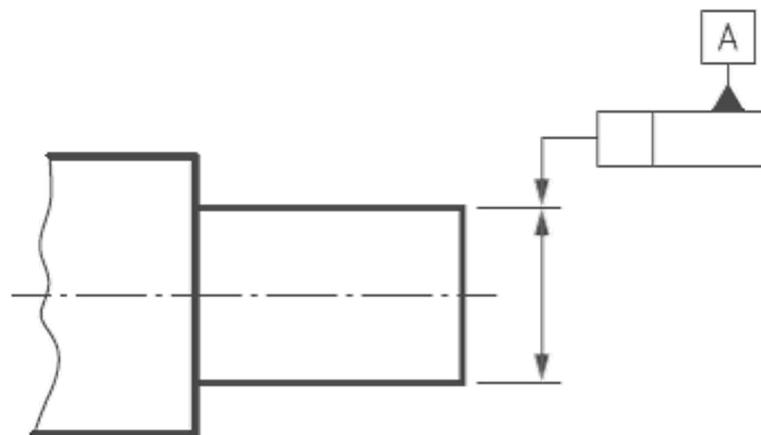


## Elementi geometrici derivati:

Se l'elemento geometrico derivato è contemporaneamente:

- oggetto di una tolleranza e
- designato come riferimento

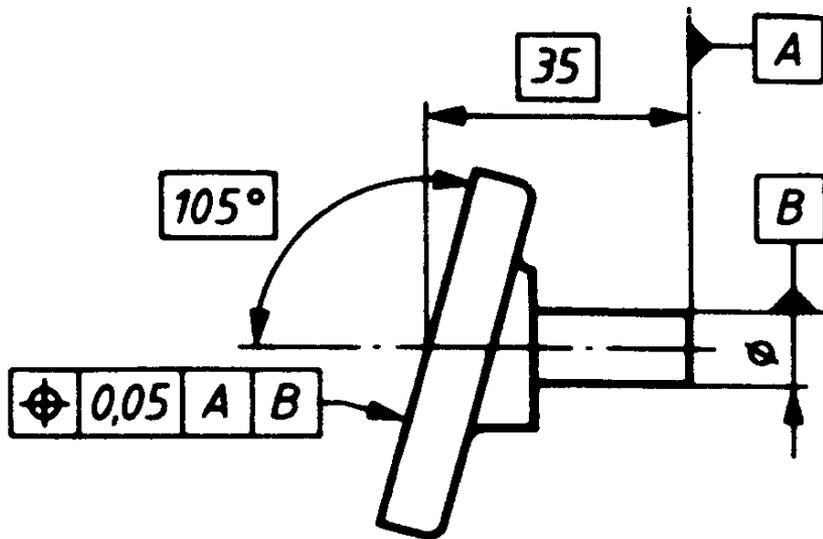
il simbolo del riferimento può essere unito, sopra o sotto, al riquadro della tolleranza e le due specificazioni devono essere considerate indipendenti



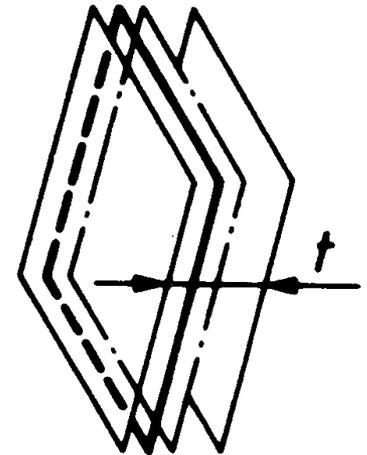
# Tolleranze geometriche di posizione: LOCALIZZAZIONE

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.



Forma e dimensione della zona di tolleranza di localizzazione applicata alla superficie piana



---

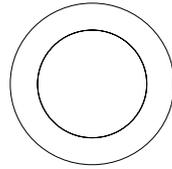
## Casi particolari di Tolleranze di Posizione



## Tolleranze di Posizione

TOLLERANZE	CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO	RIFERIMENTO NECESSARIO
FORMA	Rettilinearità	—	No
	Planarità		No
	Circolarità	○	No
	Cilindricità		No
	Forma di una linea qualunque		No
	Forma di una superficie qualunque		No
ORIENTAMENTO	Inclinazione		Si
	Parallelismo	//	Si
	Perpendicolarità		Si
	Forma di una linea qualunque		Si
	Forma di una superficie qualunque		Si
POSIZIONE	Localizzazione		Si o No
	Concentricità		Si
	Coassialità		Si
	Simmetria		Si
	Forma di una linea qualunque		Si
	Forma di una superficie qualunque		Si
OSCILLAZIONE	Oscillazione circolare		Si
	Oscillazione totale		Si

**Coassialità:**



E' una tolleranza appartenente alla famiglia delle tolleranze di posizione ed è analoga alla concentricità: si differenzia da quest'ultima in quanto è tridimensionale (cilindro).

Si applica quando la quota di posizione che definisce la distanza tra riferimento (datum) ed elemento riferito è pari a zero ( $=0$ ): questa situazione si manifesta quando i due elementi geometrici (datum e riferito) hanno la stessa posizione nominale.

A che elementi geometrici si applica?

- assi

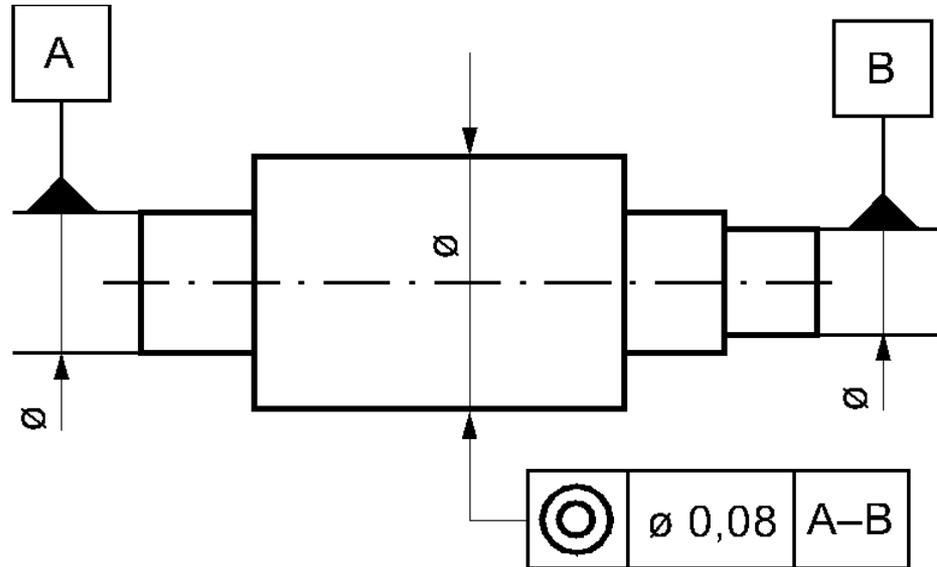
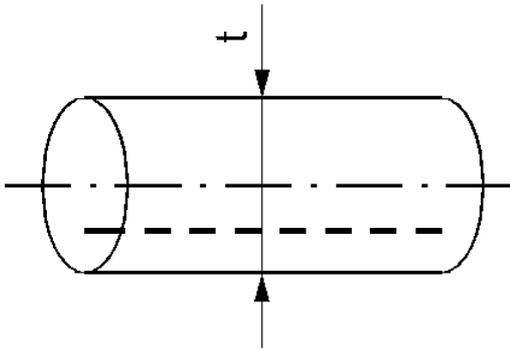
A cosa serve?

A limitare la posizione dell'asse di un cilindro rispetto all'asse di riferimento.

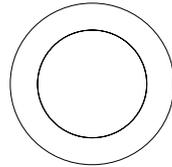
# Tolleranze geometriche

## COASSIALITA' (un asse)

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



**Concentricità:**



E' una tolleranza appartenente alla famiglia delle tolleranze di posizione ed ha la forma di un cerchio (2D).

Si applica quando la quota di posizione che definisce la distanza tra riferimento (datum) ed elemento riferito è pari a zero ( $=0$ ): questa situazione si manifesta quando i due elementi geometrici (datum e riferito) hanno la stessa posizione nominale.

A che elementi geometrici si applica?

- Punti (centri di circonferenze su elementi “sottili”)

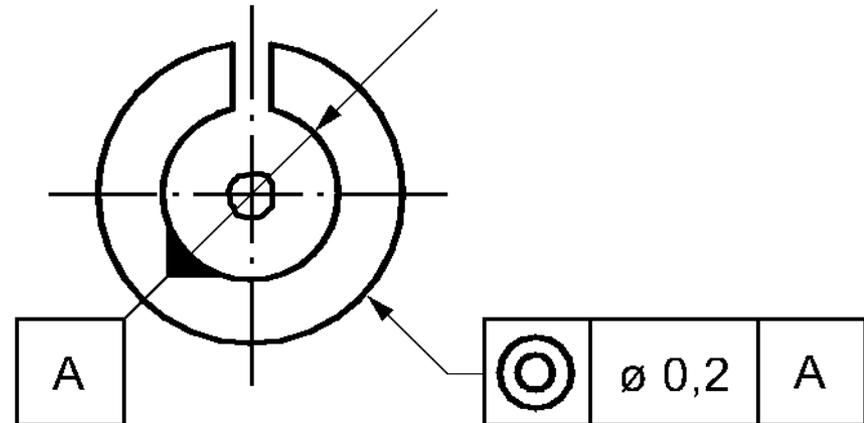
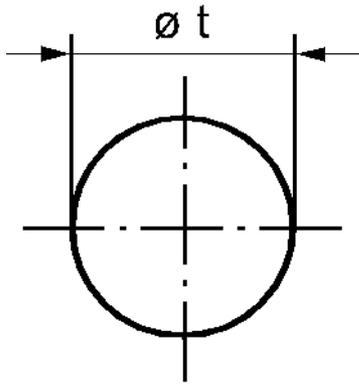
A cosa serve?

A limitare la posizione del centro di un cerchio rispetto al “centro” di riferimento.

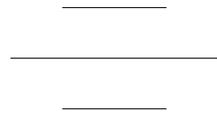
# Tolleranze geometriche di posizione: CONCENTRICITA'

## CONCENTRICITA' (un punto)

La zona di tolleranza è limitata da un cerchio di diametro  $t$  il cui centro coincide con il punto di riferimento



## Simmetria:



E' una tolleranza appartenente alla famiglia delle tolleranze di posizione e al pari di concentricità e coassialità si applica quando la quota di posizione che definisce la distanza tra riferimento (datum) ed elemento riferito è pari a zero ( $=0$ ).

La zona di tolleranza è definita da una coppia di piani.

A che elementi geometrici si applica?

- Elementi derivati (assi o piani mediani)

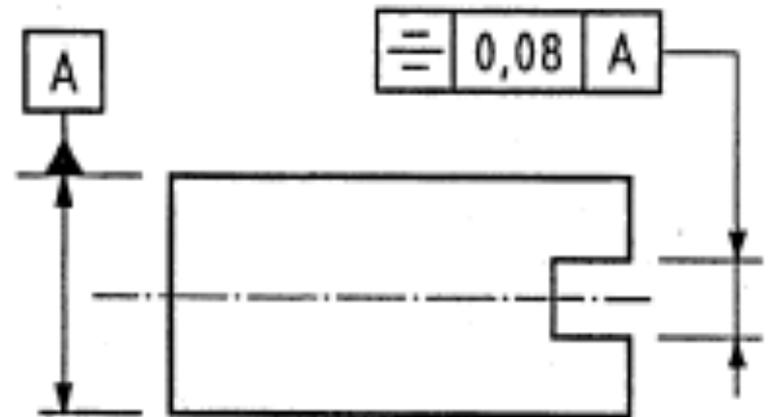
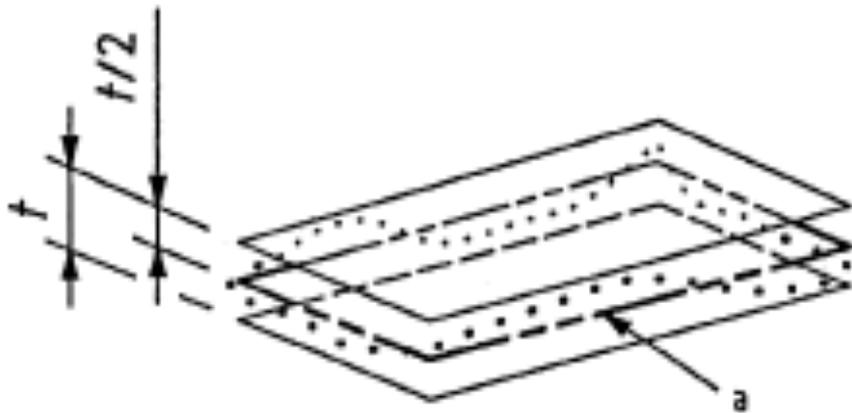
A cosa serve?

A limitare la posizione dell'elemento derivato (asse o piano medio) di due elementi opposti rispetto al piano di riferimento.

# Tolleranze geometriche di posizione: SIMMETRIA

SIMMETRIA (di un piano mediano)

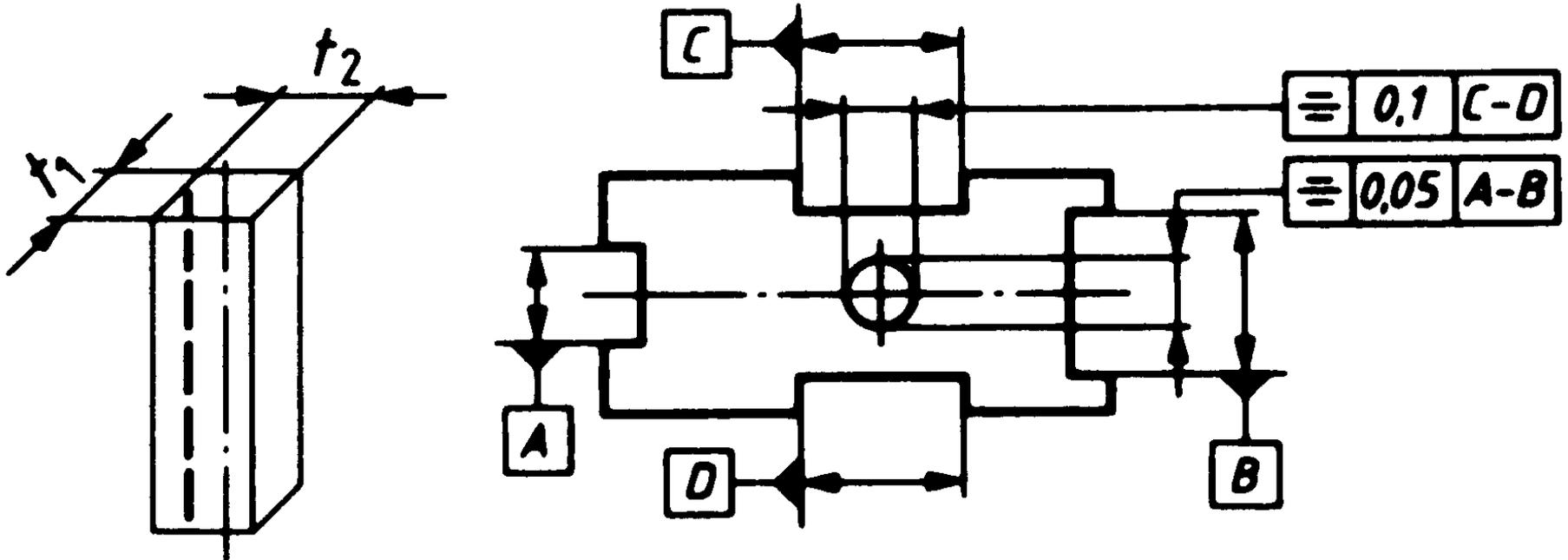
ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da due piani paralleli distanti  $t$  disposti simmetricamente rispetto al piano mediano di riferimento



# Tolleranze geometriche di posizione: SIMMETRIA

SIMMETRIA (una linea o un asse)

ESEMPIO: La zona di tolleranza è limitata da un parallelepipedo di sezione  $t_1 \times t_2$  il cui asse coincide con l'asse di riferimento, se la tolleranza è prescritta in due direzioni perpendicolari tra di loro.



---

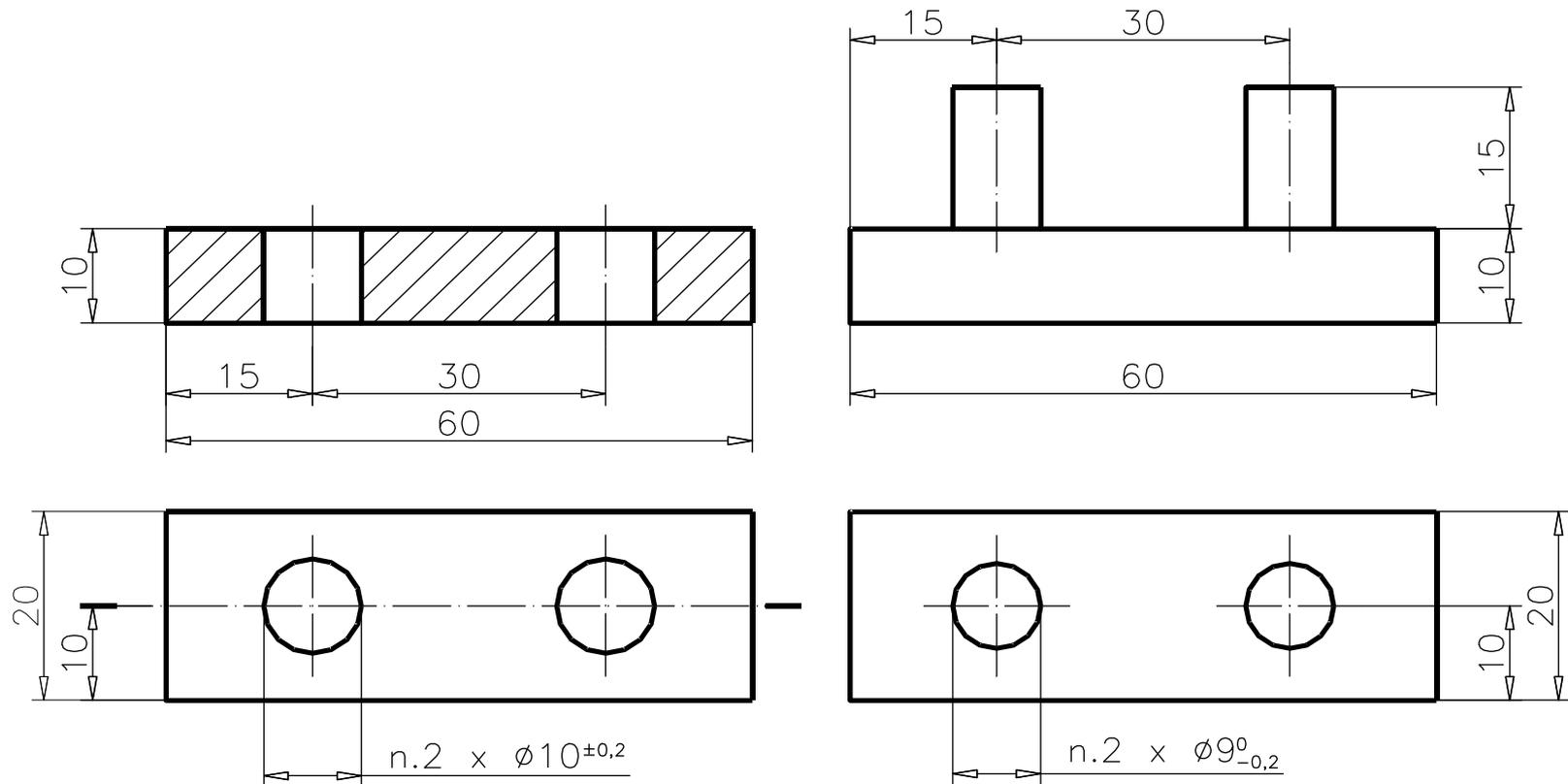
## Calcolo delle tolleranze di localizzazione



## Calcolo delle tolleranze di localizzazione

### Requisito funzionale:

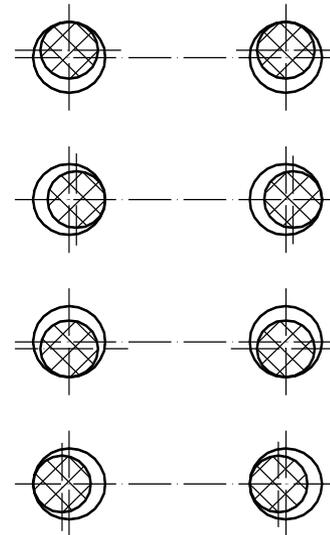
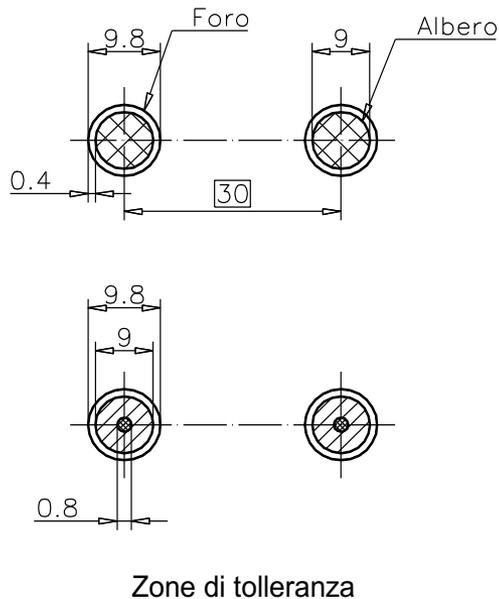
accoppiamento di una piastra con due fori e una piastra con due perni fissi



## Calcolo delle tolleranze di localizzazione

Situazione più critica per l'accoppiamento:

- **foro**: diametro minimo ( $\varnothing 9.8$ ) = condiz. di massimo materiale (MMC)
- **albero**: diametro massimo ( $\varnothing 9.0$ ) = MMC



**Massimo errore** ammissibile nella posizione reciproca di fori e alberi compatibile con l'accoppiamento:

$$\Delta_{\text{foro}} + \Delta_{\text{albero}}: \varnothing_{\text{foro MMC}} - \varnothing_{\text{albero MMC}} = 9.8 - 9.0 = \mathbf{0.8 \text{ mm}}$$

# Calcolo delle tolleranze di localizzazione

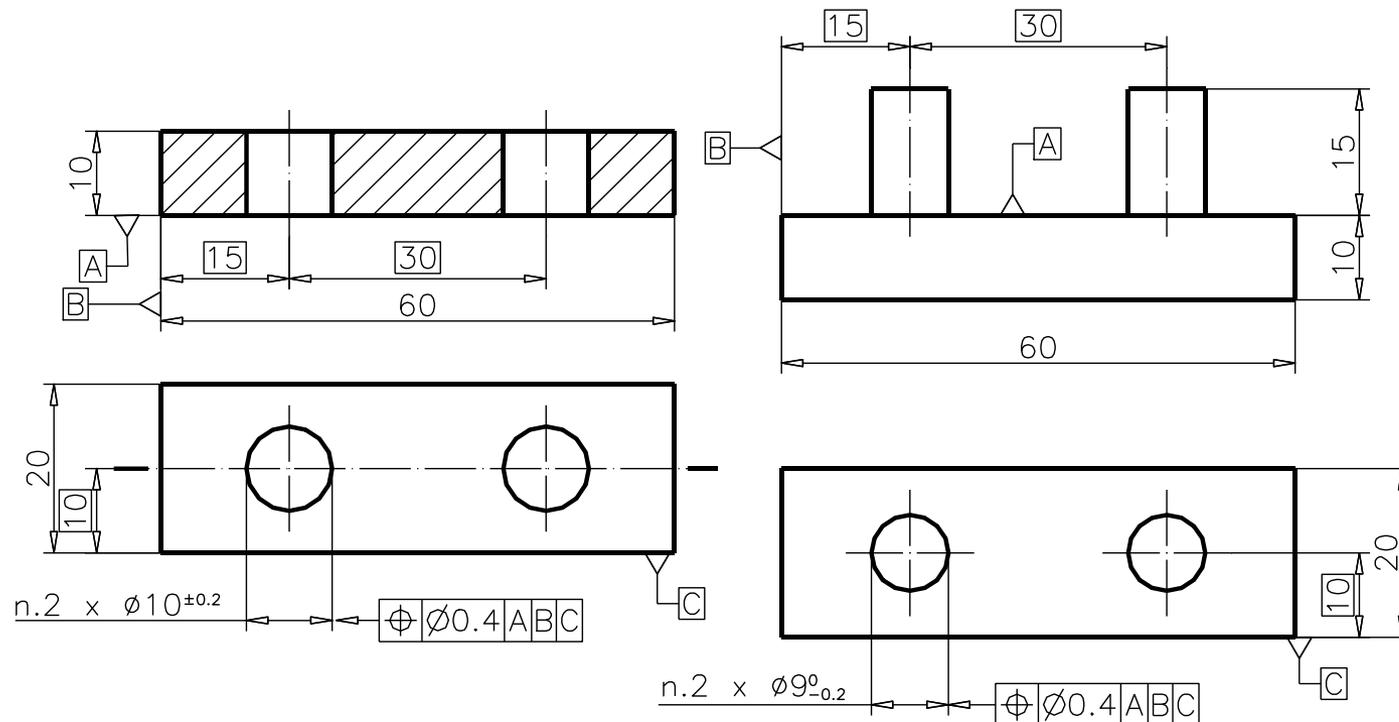
Condizione per l'accoppiamento:

**condizione virtuale foro  $\geq$  condizione virtuale albero**

$$\varnothing_{\text{foro MMC}} - \text{toll}_{\text{foro}} \geq \varnothing_{\text{albero MMC}} + \text{toll}_{\text{albero}}$$

Si assuma:  $\text{Toll}_{\text{foro}} = \text{Toll}_{\text{albero}} = \text{Toll}$

Si ricava:  $\text{Toll} = (\varnothing_{\text{foro MMC}} - \varnothing_{\text{albero MMC}}) / 2 = (9.8 - 9.0) / 2 = \mathbf{0.4 \text{ mm}}$



---

Fine

