



# **DISEGNO DI MACCHINE**

**A.A. 2025/2026**

**CdL Ingegneria Industriale/Navale**

## **La quotatura**

**Concetti di base e tecnologie di fabbricazione**

**Ph.D. Eng. Domenico Marzullo**

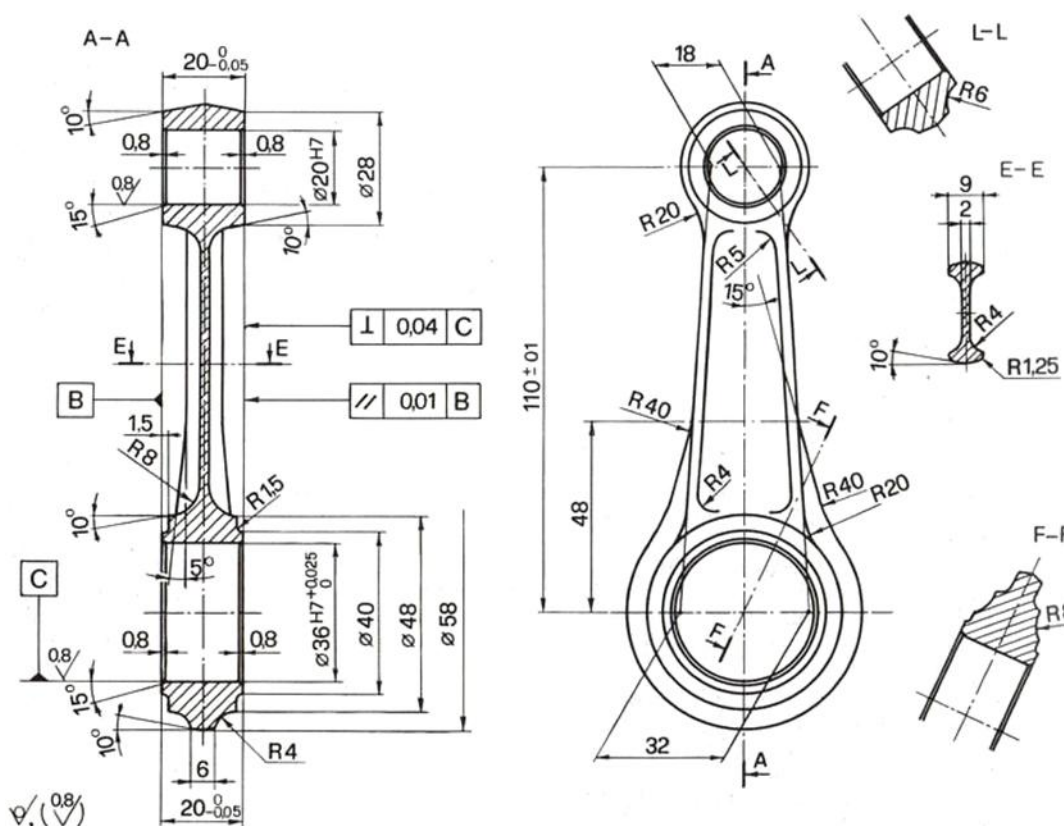


**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE**

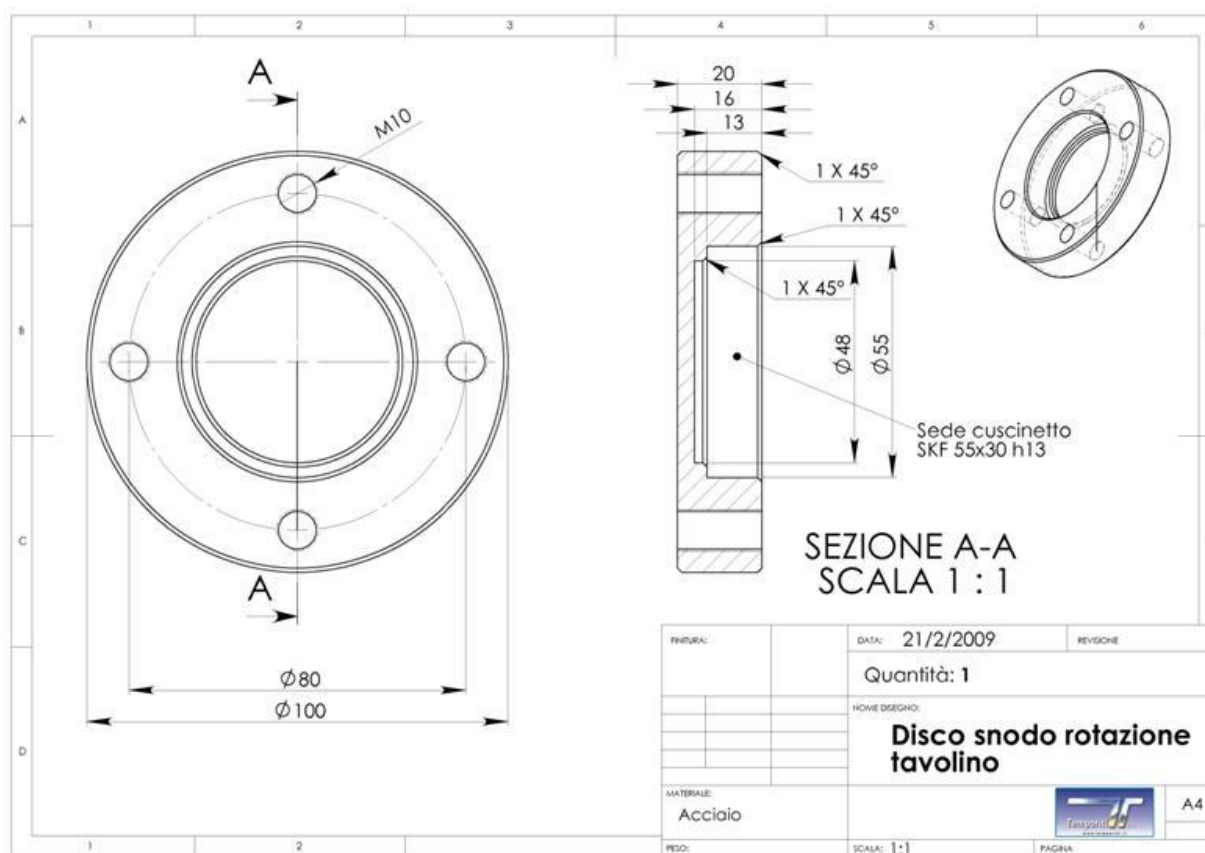
Dipartimento di Ingegneria e Architettura  
Università degli Studi di Trieste



Nell'ambito del disegno tecnico, la quotatura è l'insieme delle linee di misura, dei relativi riferimenti, dei simboli e dei valori numerici che definiscono quantitativamente le caratteristiche dimensionali e geometriche di una parte o di un assieme



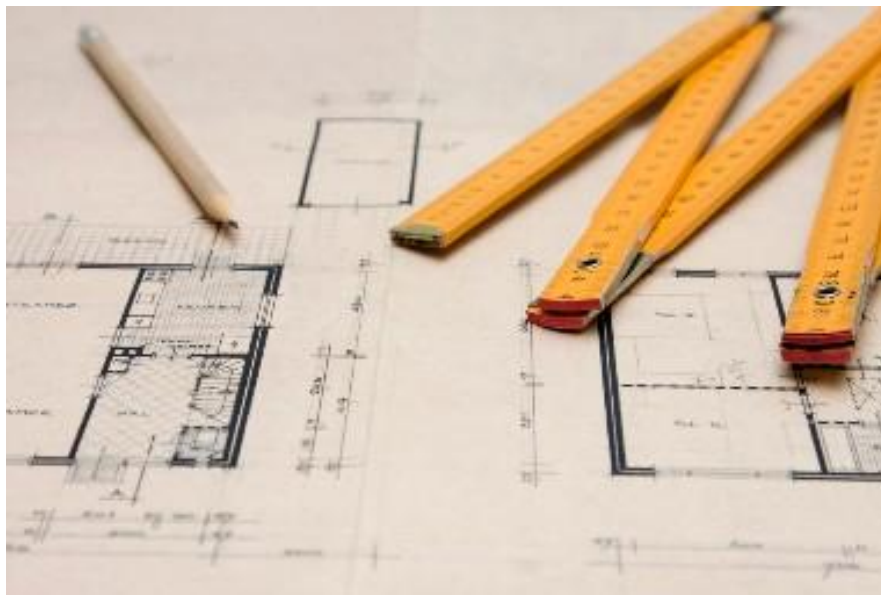
Nell'ambito del disegno tecnico, le quote sono l'insieme delle linee di misura, dei relativi riferimenti e dei valori numerici che **definiscono quantitativamente le dimensioni di una parte o di un assieme**



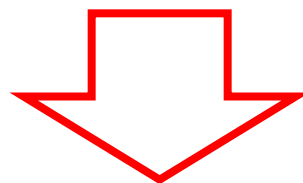


La quotatura, effettuata secondo opportune norme e criteri, fornisce ulteriori prescrizioni non solo dimensionali, ma anche geometriche e tecnologiche, come ad esempio il grado di precisione delle lavorazioni, la finitura delle superfici, il tipo di unione fra le parti di un assieme e altri requisiti di ciò che si desidera fabbricare.

**Dal momento che la scala di rappresentazione è nota, perché non rilevare le quote direttamente sul foglio di disegno o sul modello CAD?**

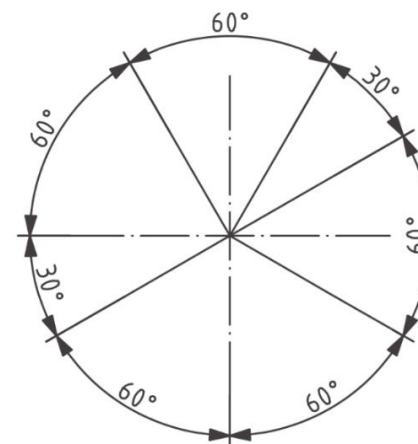
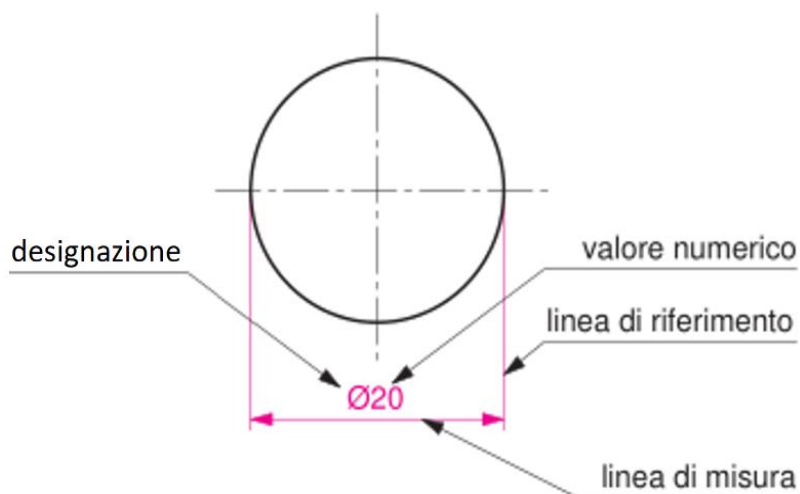


- 1) Sarebbe un'operazione inutilmente laboriosa, lenta e difficoltosa
- 2) *Le quote, apposte secondo determinati criteri, forniscono ulteriori informazioni, non solo dimensionali*



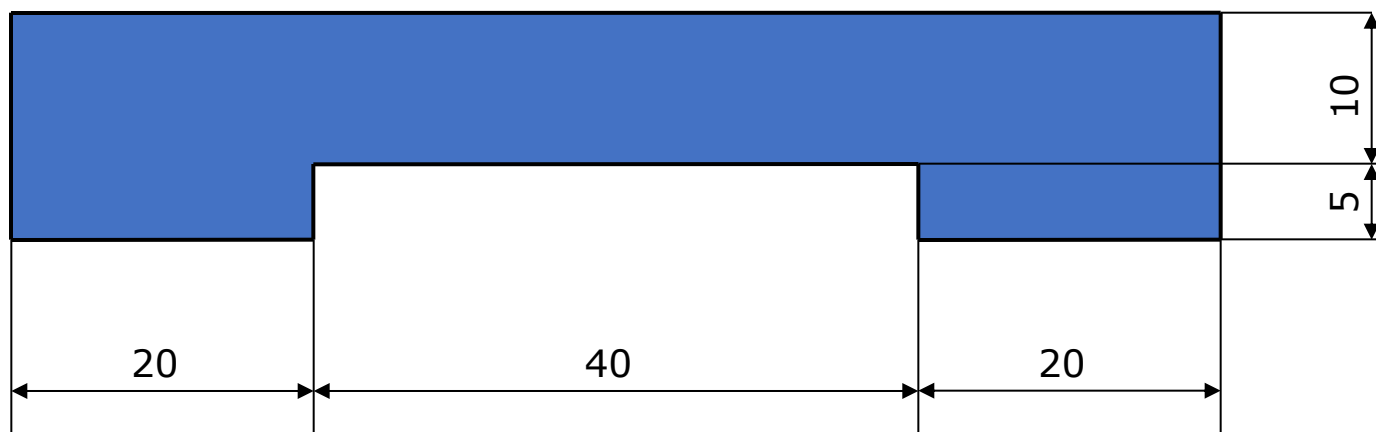
**L'indicazione delle quote è necessaria e obbligatoria**

- **Linea di riferimento**: Segmenti rettilinei che puntano gli elementi di cui si vuole indicare la quota. Sono tracciate con linee continue fini.
- **Linee di misura**: Segmenti rettilinei o archi di circonferenza (nel caso di quote angolari), delimitati da opportuni terminatori (es. frecce o altri simboli approvati) che rappresentano la dimensione che si vuole prescrivere. Sono tracciate anch'essi con linee continue fini.
- **Designazione della quota**: Simbolo che precede il valore numerico della quota e che caratterizza la caratteristica quotata (es. superficie cilindrica o spianata, filettatura, ecc.)



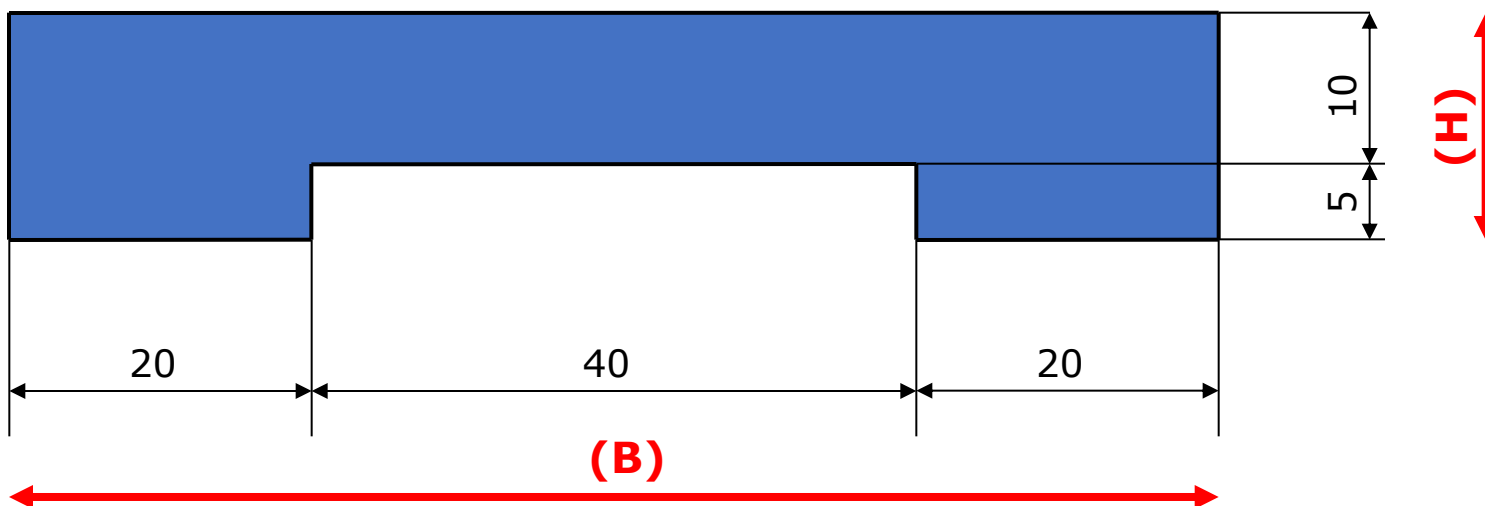
La quotatura è la modalità di assegnazione delle *quote*, che in generale non è univoca

## Esempio 1 - Quotatura "in serie"



La quotatura è la modalità di **assegnazione delle quote**, che in generale **non è univoca**

## Esempio 1 – Quotatura “in serie”



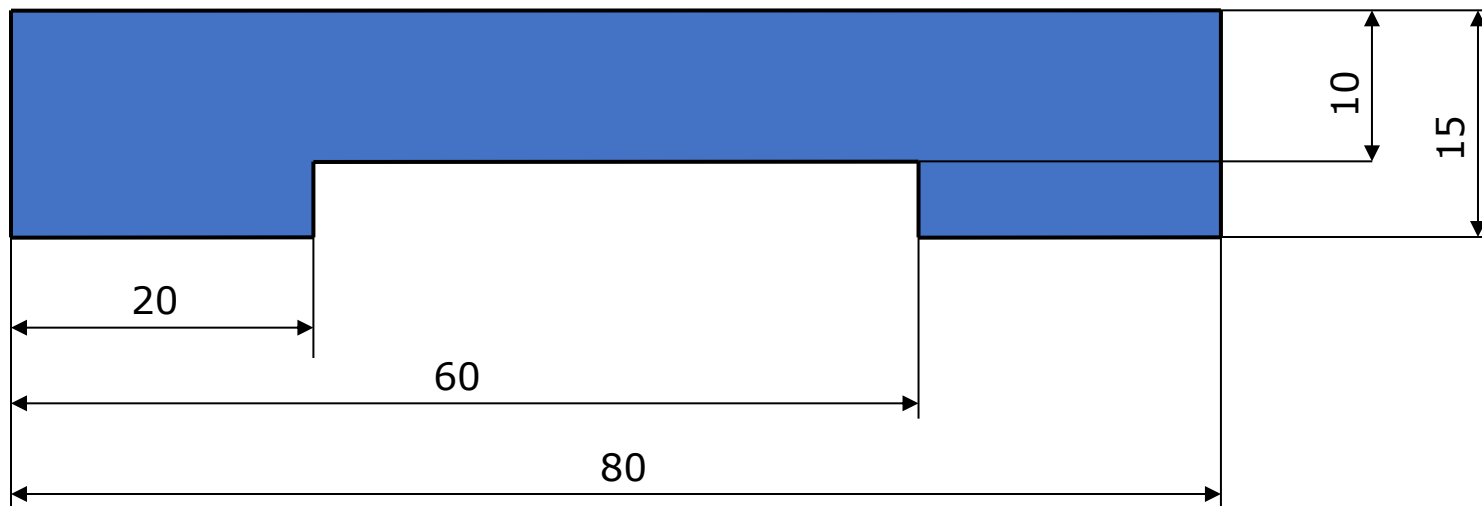
L'ingombro complessivo si ricava indirettamente come:

$$B = 20 + 40 + 20 = \mathbf{80} \text{ [mm]}$$

$$H = 5 + 10 = \mathbf{15} \text{ [mm]}$$

La **quotatura** è la modalità di **assegnazione delle quote**, che in generale **non è univoca**

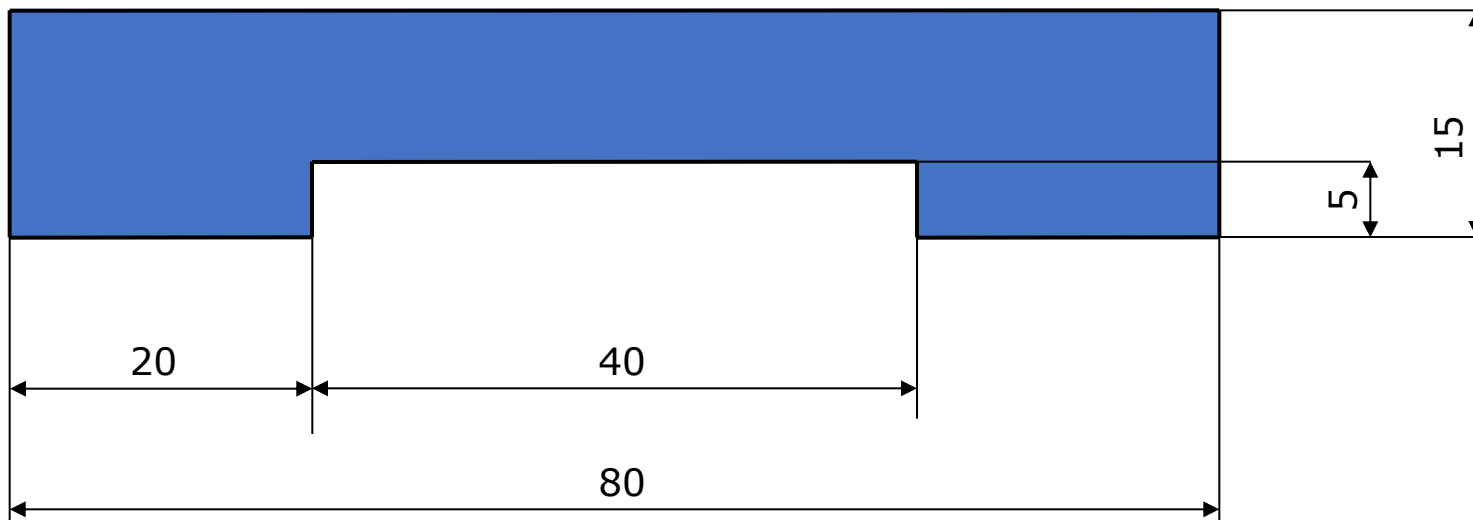
## Esempio 2 – Quotatura “in parallelo”





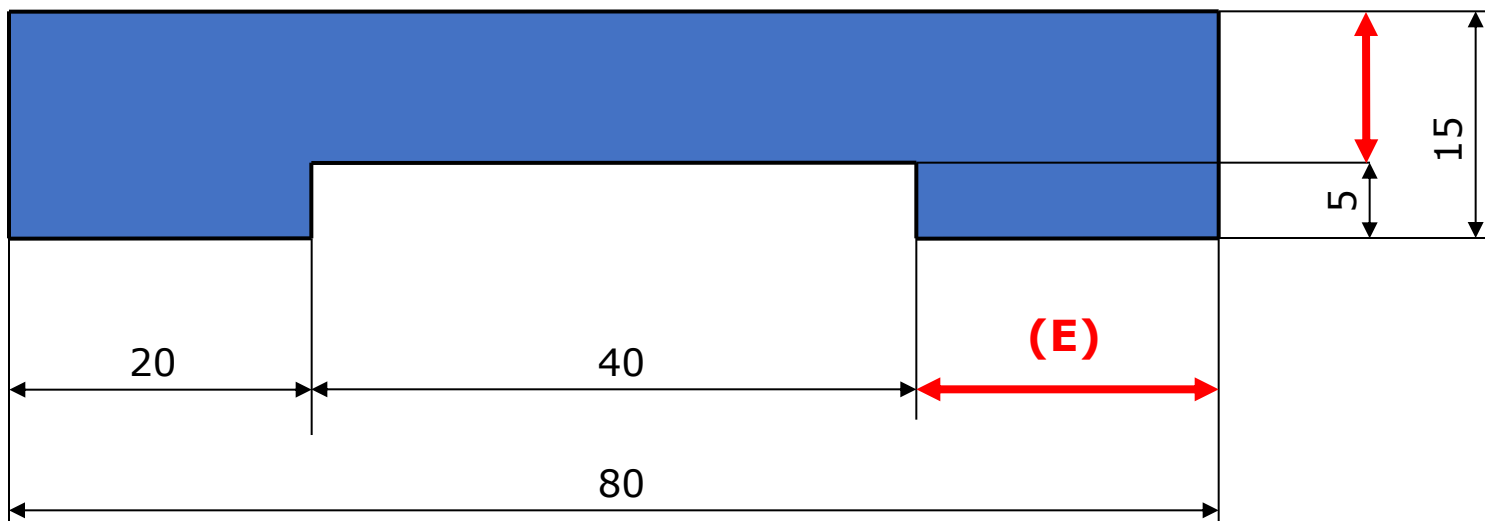
La **quotatura** è la modalità di **assegnazione delle quote**, che in generale **non è univoca**

## Esempio 3 – Quotatura “combinata”



La **quotatura** è la modalità di **assegnazione delle quote**, che in generale **non è univoca**

## Esempio 3 – Quotatura “combinata”



**l'ampiezza del dente (E) si ricava per differenza:**

$$E = 80 - 40 - 20 = \mathbf{20} \text{ [mm]}$$

Le quote "mancanti" possono essere derivate da quelle esplicite.

Dunque una quotatura vale l'altra?

Le quote "mancanti" possono essere derivate da quelle esplicite.

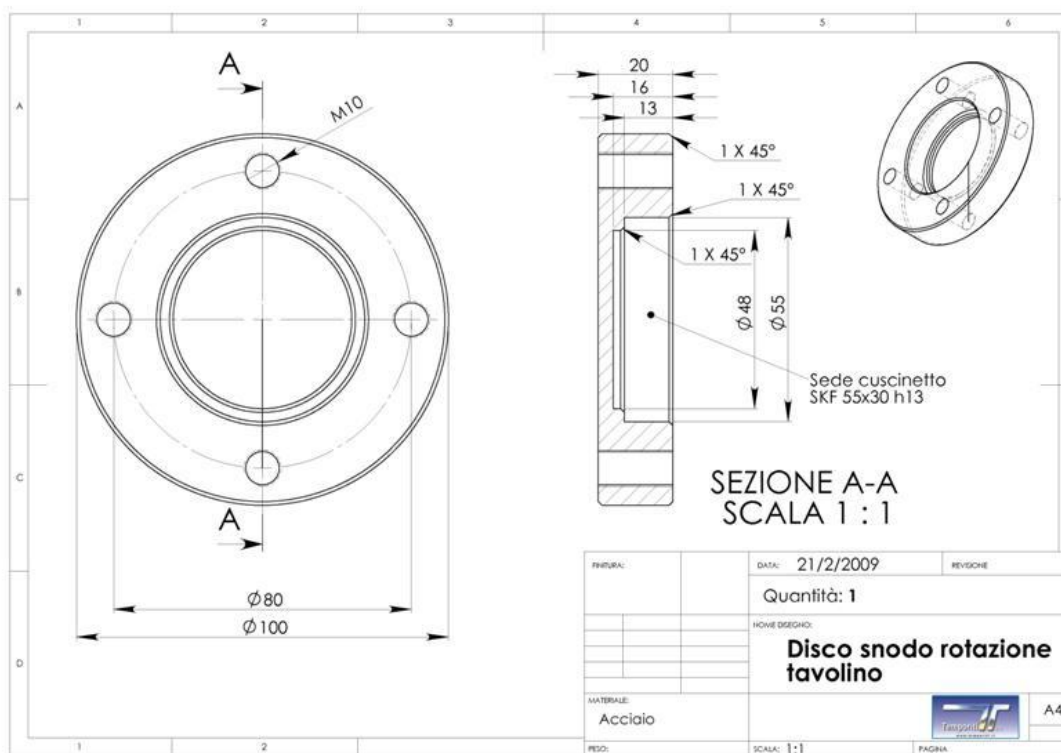
Dunque una quotatura vale l'altra?

**Assolutamente NO**

Nell'assegnare le quote dobbiamo tenere conto CONTEMPORANEAMENTE di:

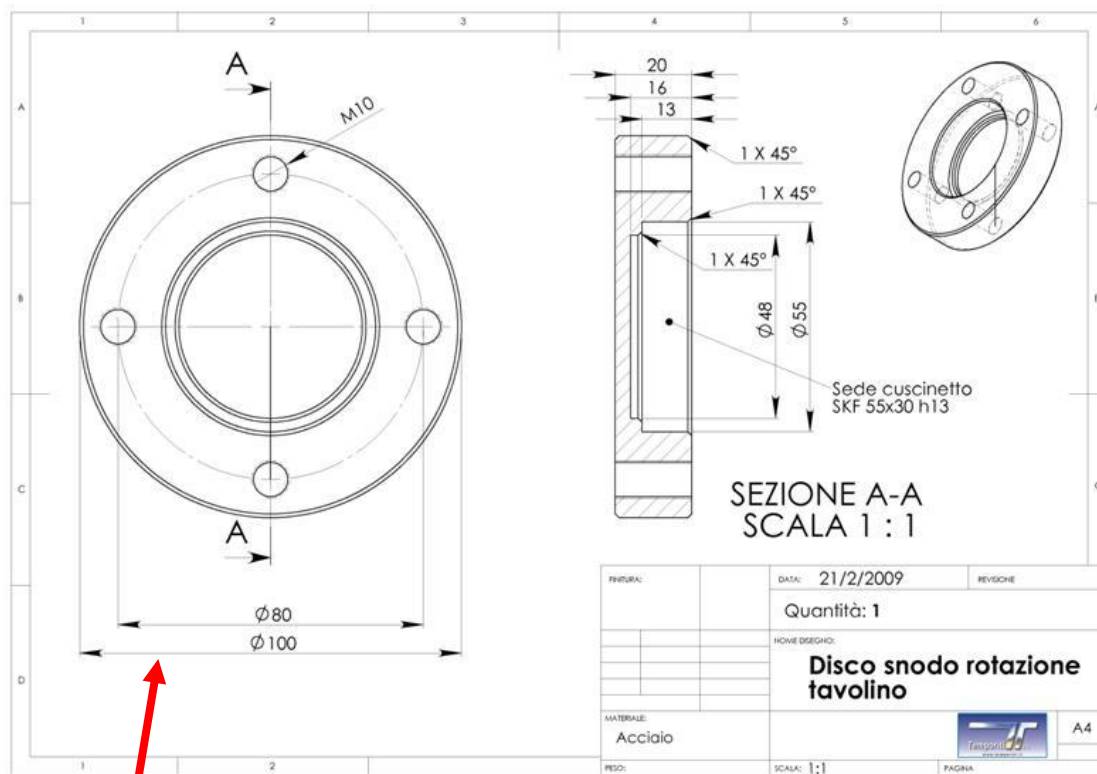
1. Variabilità nei processi di fabbricazione
2. Funzionalità della parte nell'assieme
3. Tecnologie di fabbricazione

Il disegno tecnico è una rappresentazione della forma ideale (*nominale*) del pezzo o dell'assieme



Si parla dunque di *dimensioni nominali* e di *geometria nominale*

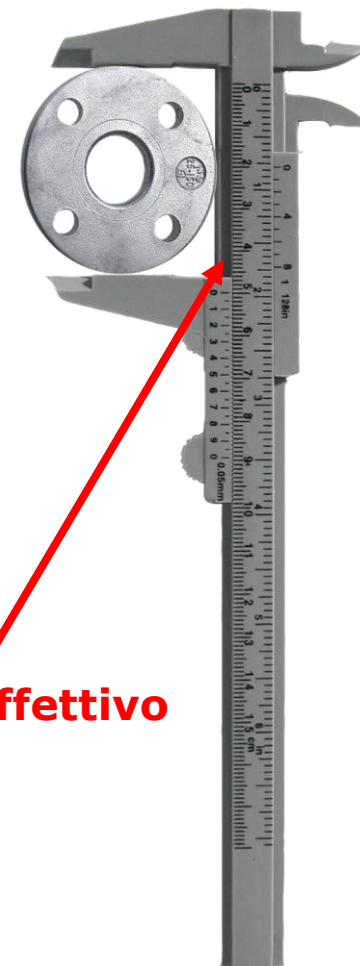
In realtà, il pezzo effettivamente fabbricato sarà sempre affetto da un certo scostamento dimensionale e geometrico (più o meno grande) rispetto a quello assegnato



**Diametro nominale**



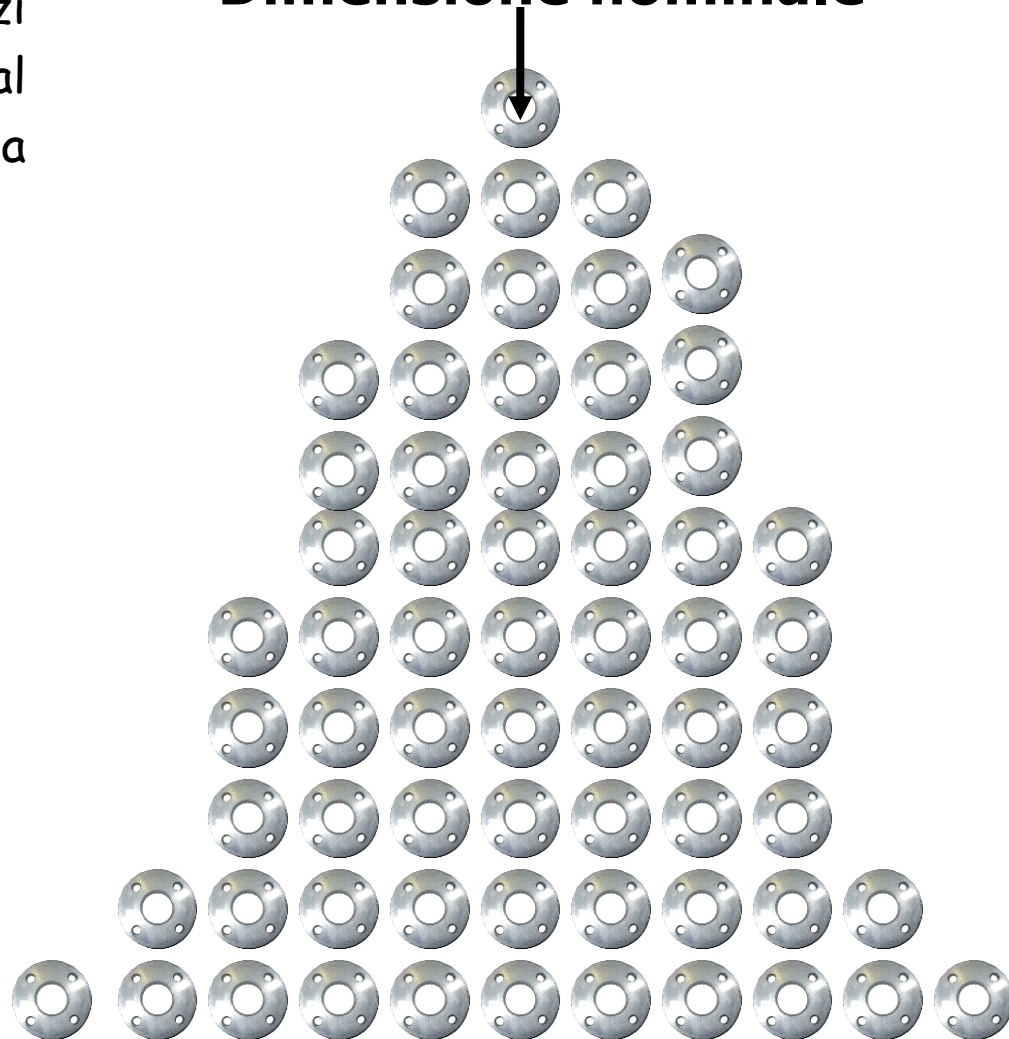
**Diametro effettivo**

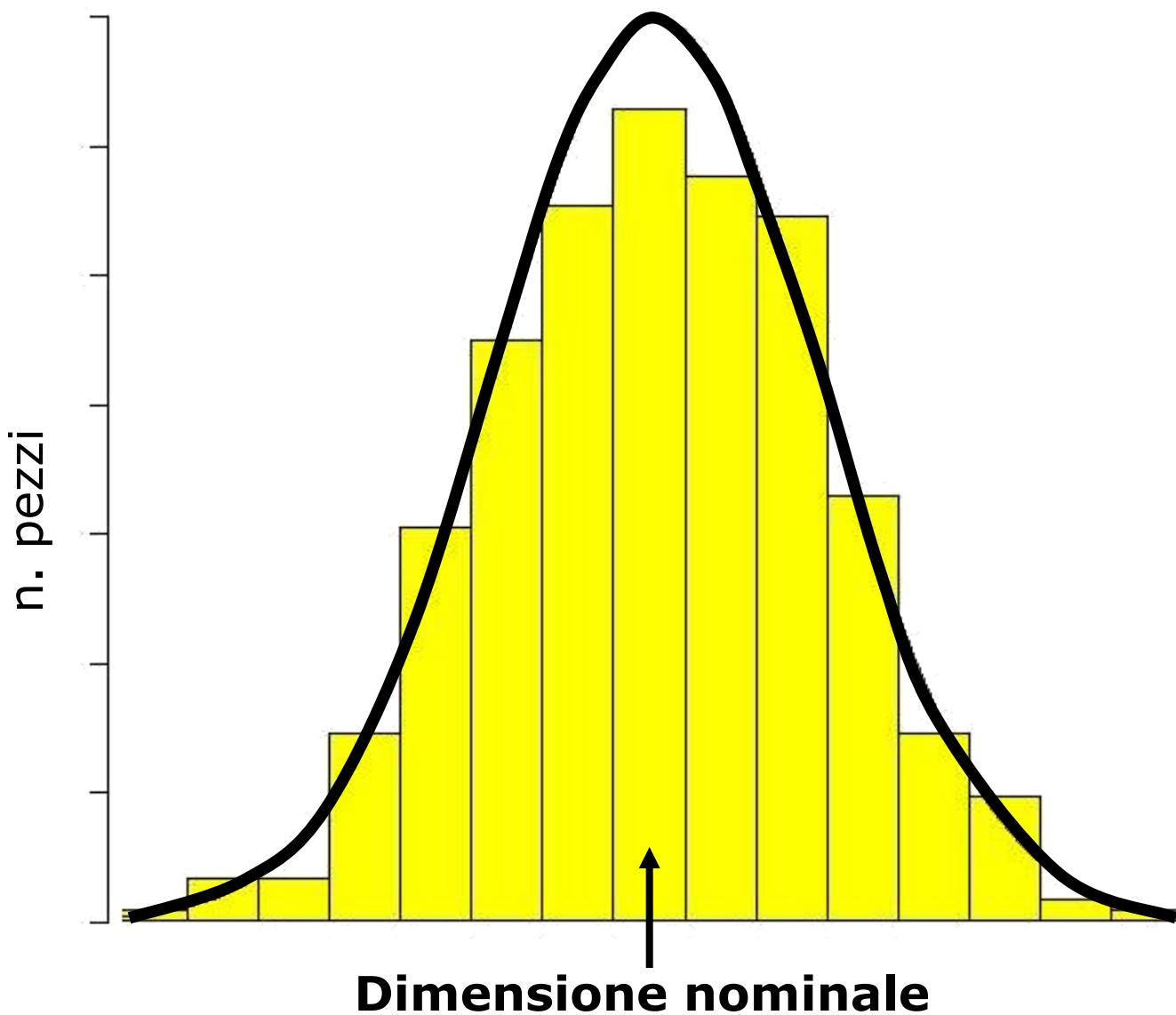


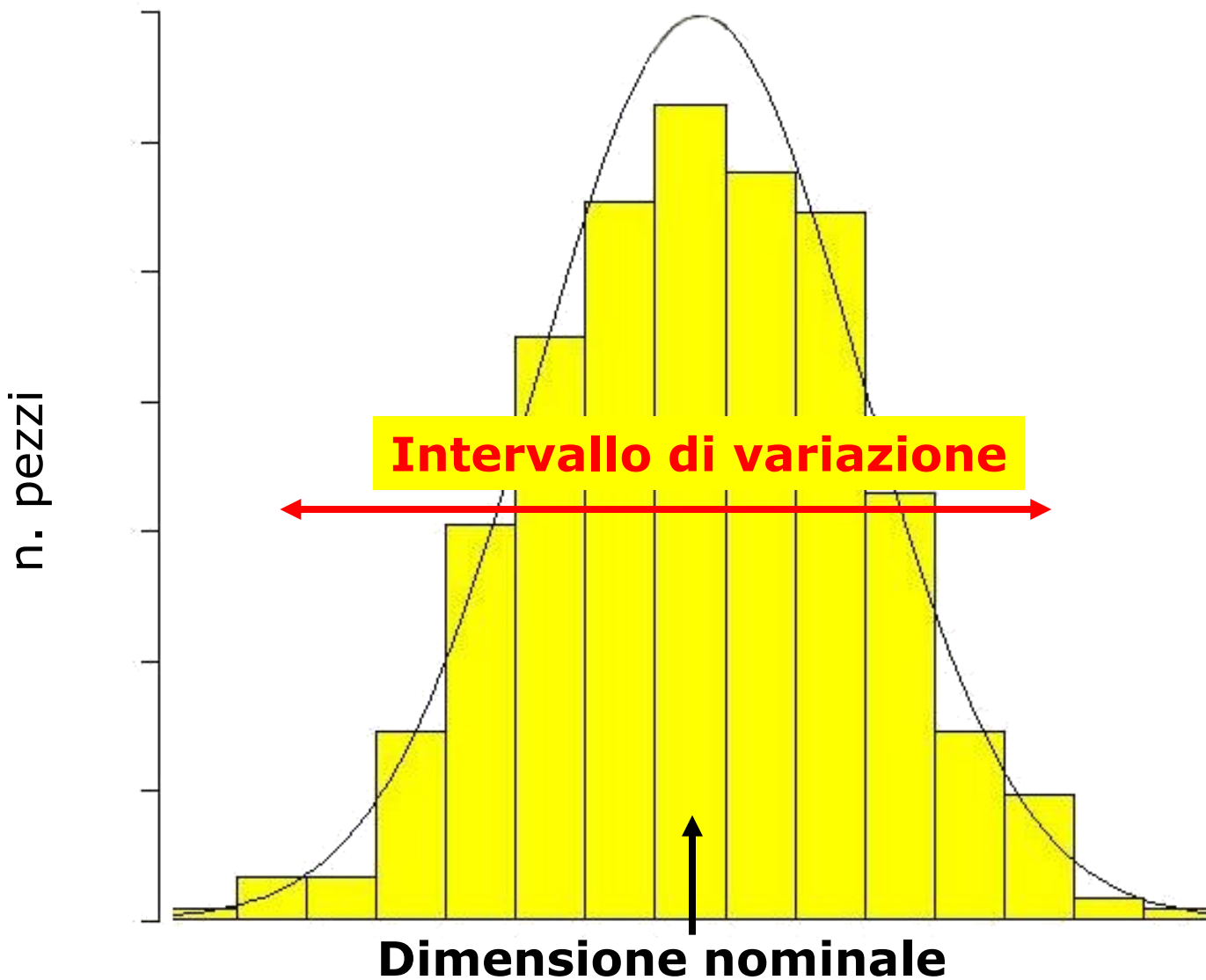
Se immaginiamo di "impilare" i pezzi prodotti in base, ad esempio, al diametro effettivo, otterremo una situazione del genere:

In altre parole, il diametro effettivo della nostra flangia sarà affetto da una certa variabilità intorno al valore nominale

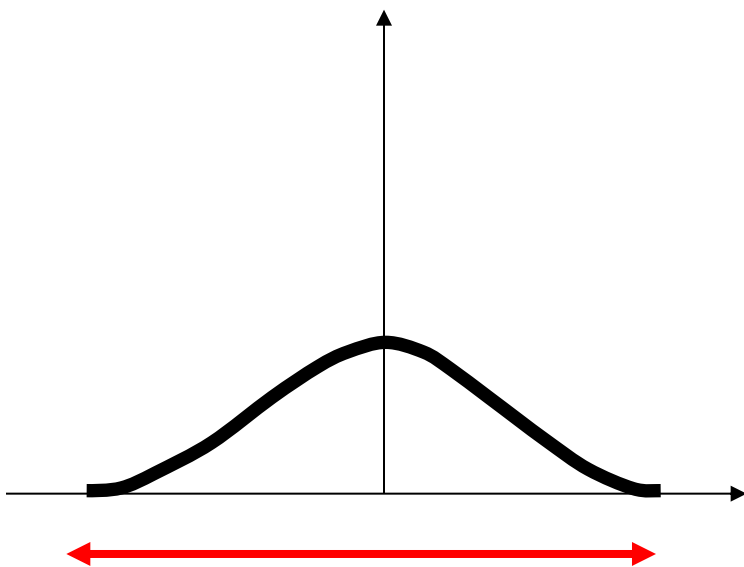
**Dimensione nominale**



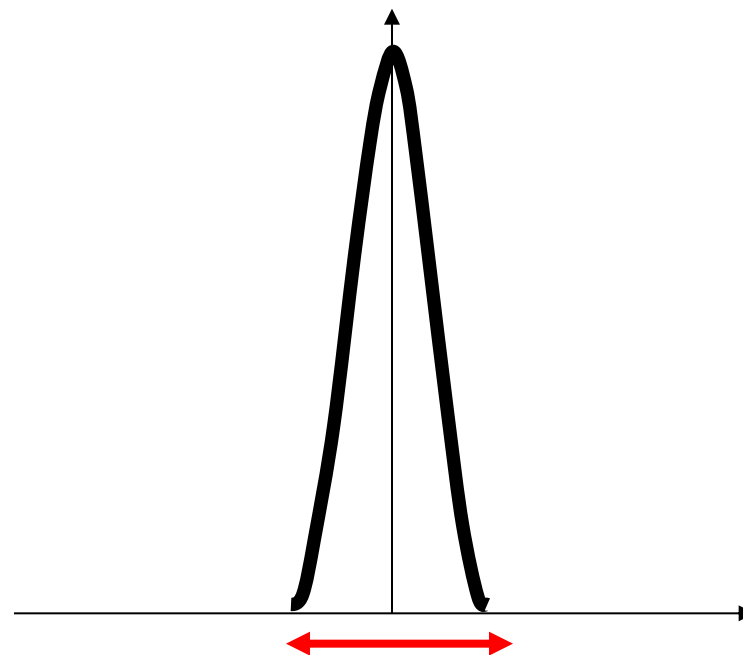




A migliore precisione di lavorazione corrisponderà una minore variabilità delle parti prodotte (minor intervallo di variazione)

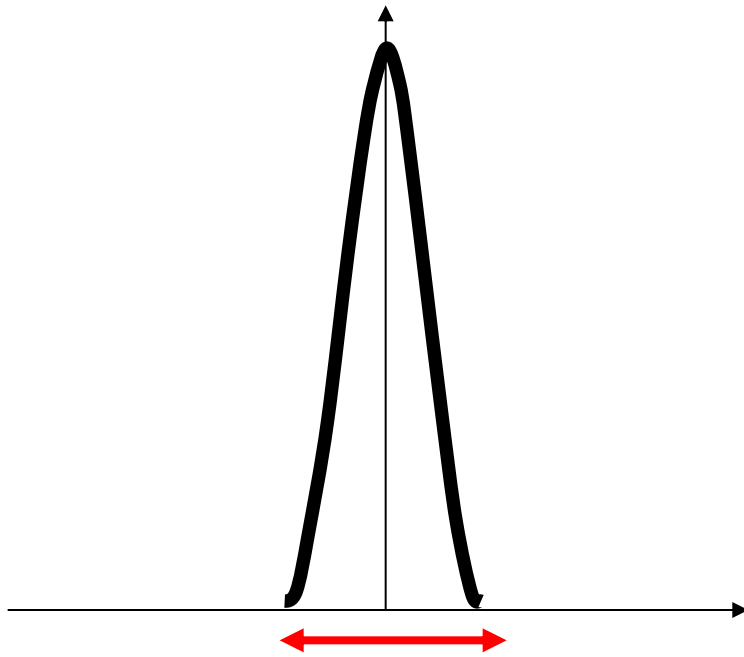


Grande variabilità



Piccola variabilità

Migliore precisione di lavorazione significa minore variabilità delle parti (minor intervallo di variazione)



**Maggiore precisione**

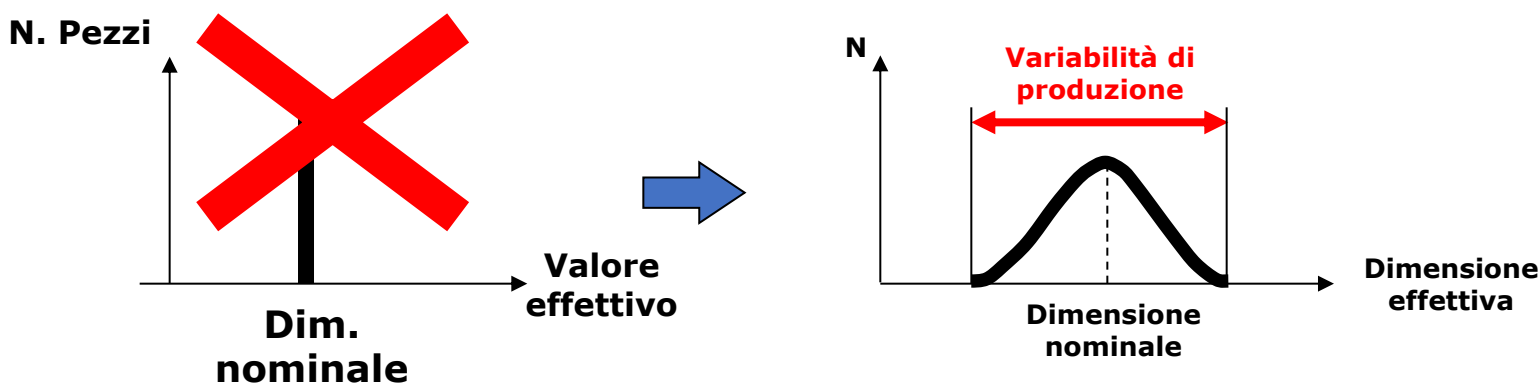
=



**Maggiore costo**

Nell'assegnare le quote, il progettista deve essere sempre consapevole che

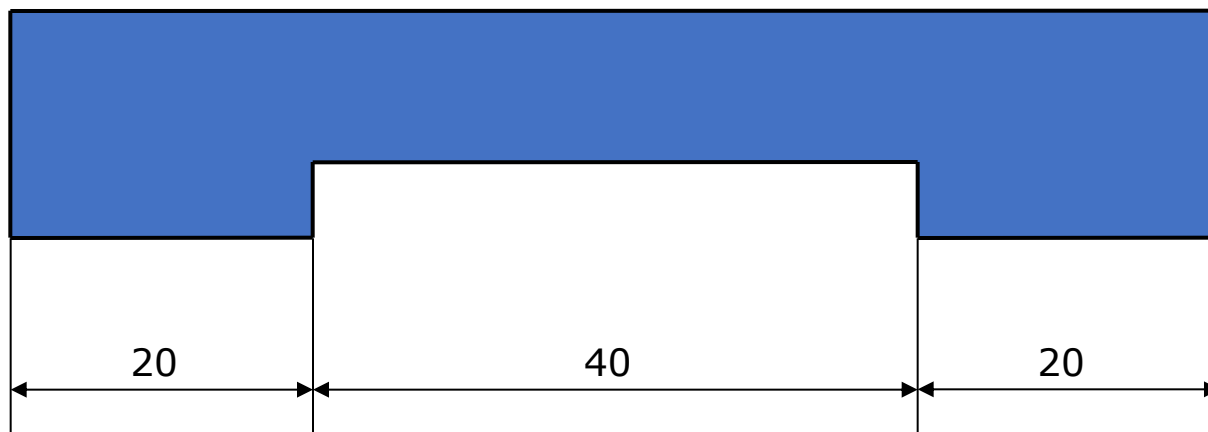
il pezzo effettivamente fabbricato avrà dimensioni che si trovano in un intorno del valore assegnato (nominale)



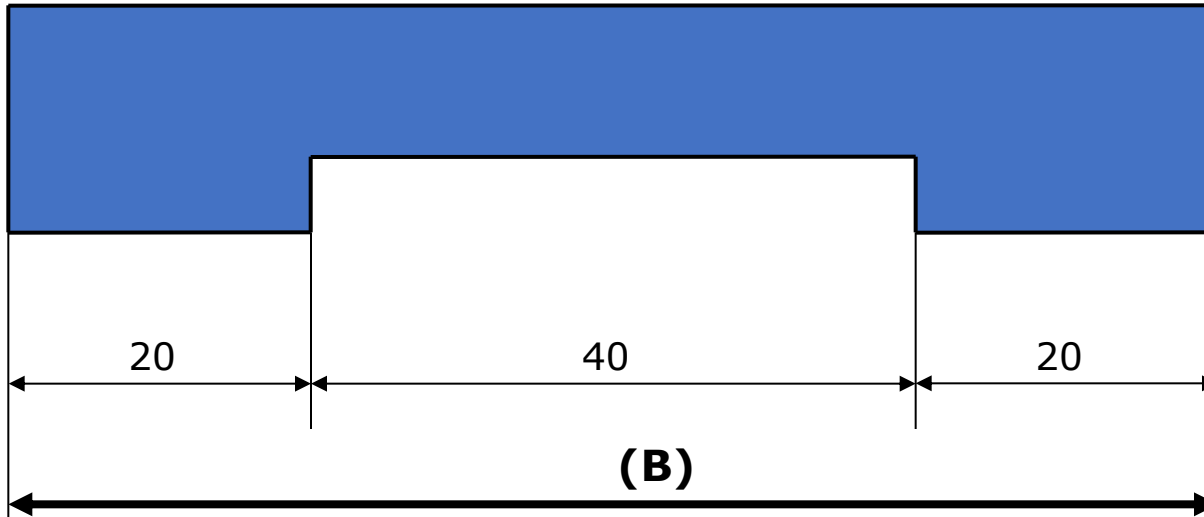


**Cosa c'entra tutto questo con la  
quotatura?**

## Esempio - Quotatura in serie

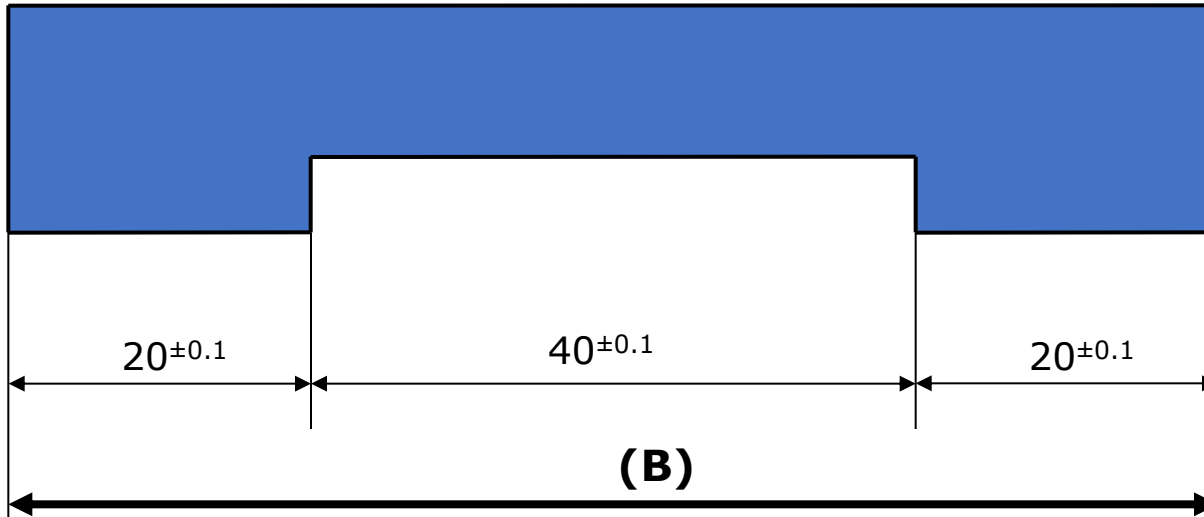


## Esempio - Quotatura in serie



*Il progettista vuole **precisare le dimensioni delle singole features a scapito dell'ingombro complessivo (B)***

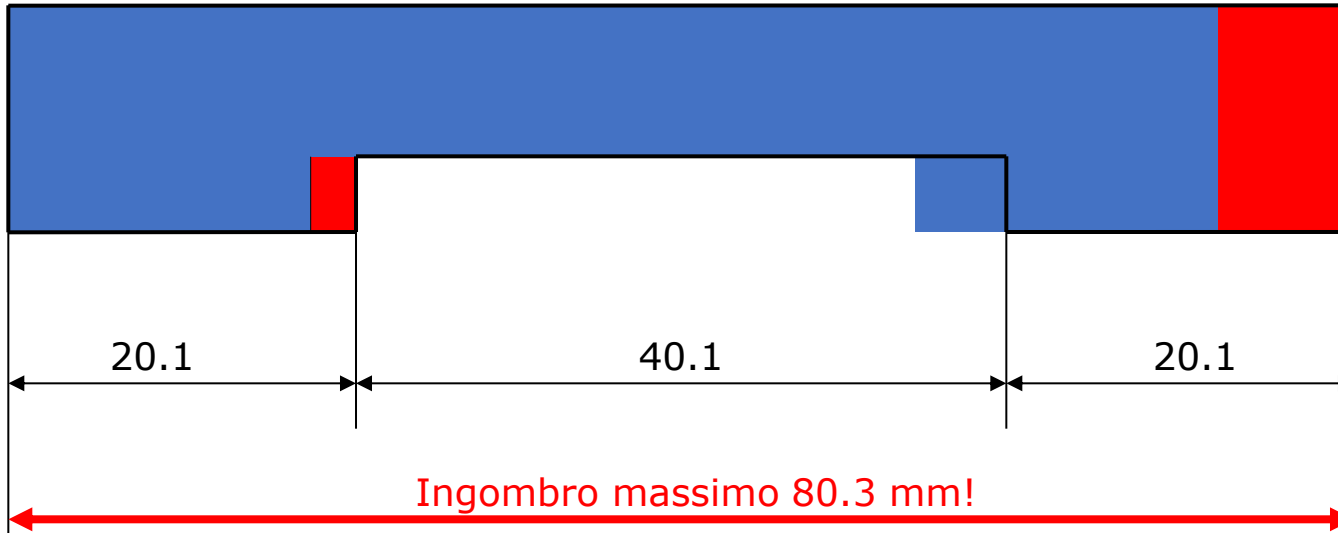
## Esempio - Quotatura in serie



*Il progettista vuole **precisare le dimensioni delle singole features a scapito dell'ingombro complessivo (B)***

*Immaginiamo che, per qualche motivo, la lavorazione della parte comporti sempre un **errore in eccesso di 0.1mm rispetto alle dimensioni indicate dalle quote***

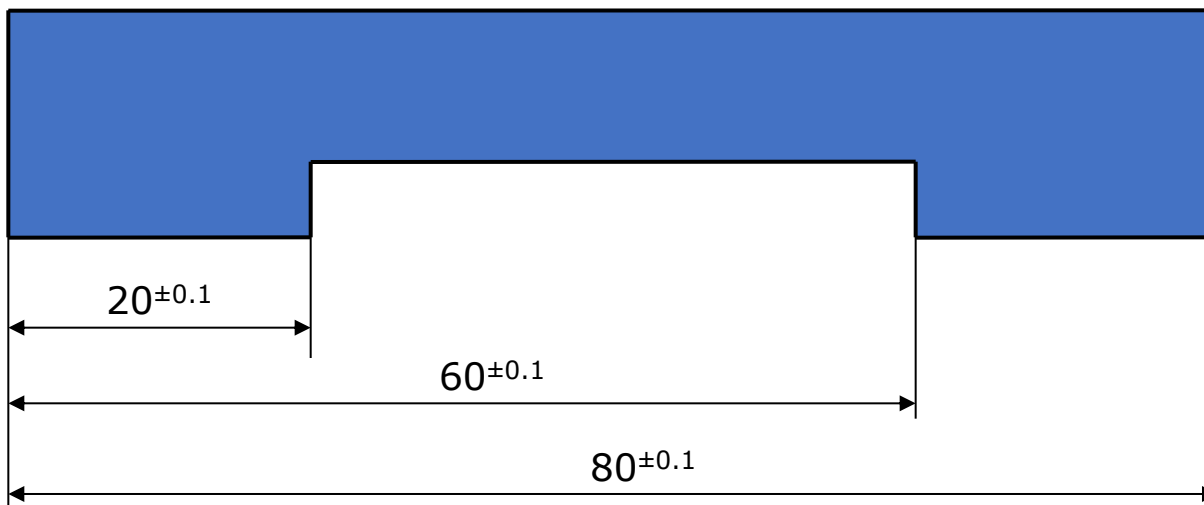
## Esempio - Quotatura in serie – dimensioni effettive



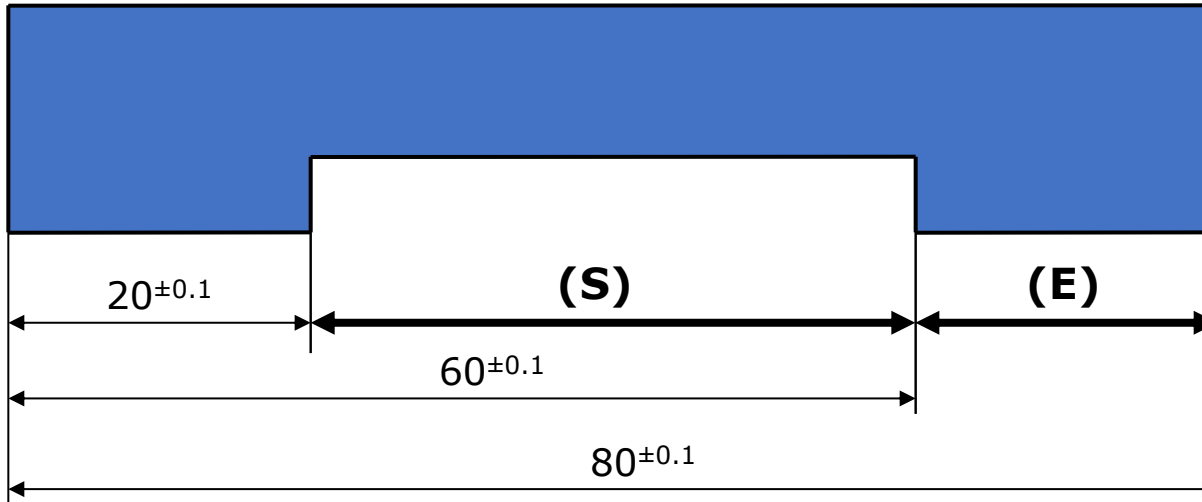
Lo scavo centrale è largo 40.1 mm, **ma ogni riferimento è affetto da un errore cumulato** con quello relativo alla quota precedente

In particolare **l'ingombro complessivo cresce di 0.3mm!**  
(contro +0.1mm di errore supposto in lavorazione)

## Esempio - Quotatura in parallelo

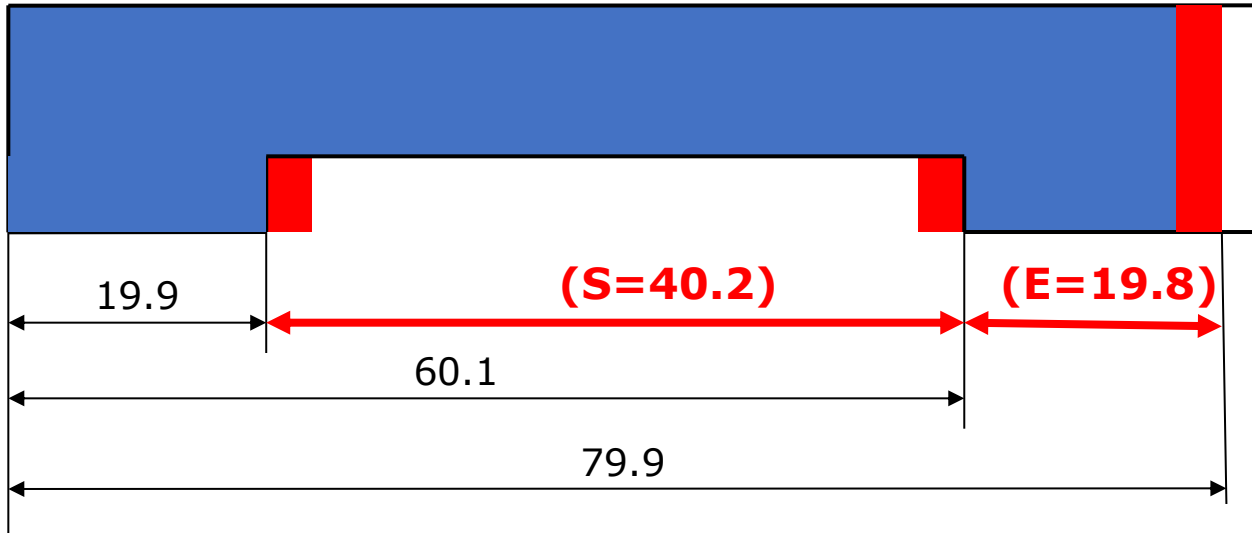


## Esempio - Quotatura in parallelo



*Il progettista vuole **precisare l'ingombro complessivo** e la posizione delle superfici di riferimento **a scapito delle dimensioni dello scavo (S) e del dente (E)***

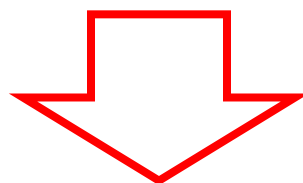
## Esempio - Quotatura in parallelo – dimensioni effettive



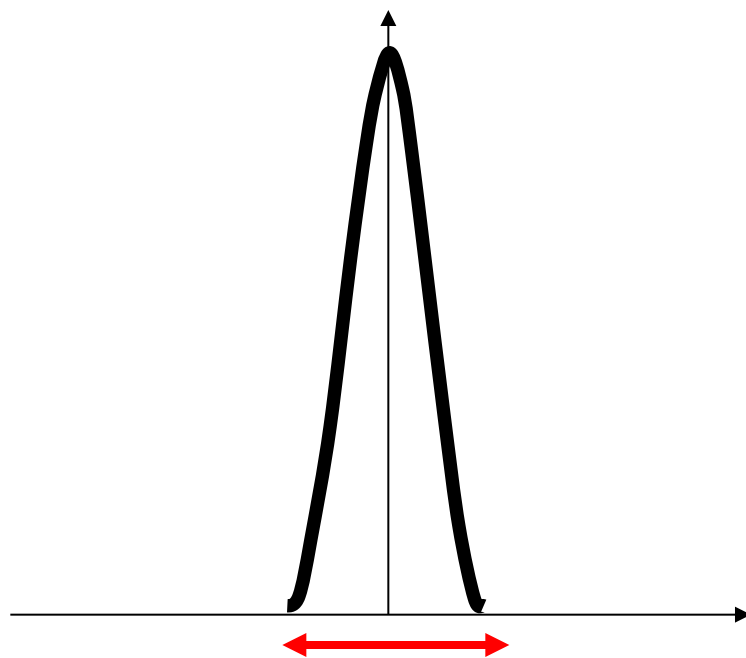
***Le quote indicate sono affette da un errore ( $\pm 0.1\text{mm}$ ) indipendente quello delle altre***

***Lo scavo (S) è affetto da un errore di 0.2mm, nonostante la tolleranza generale fosse di  $\pm 0.1\text{mm}$  !***

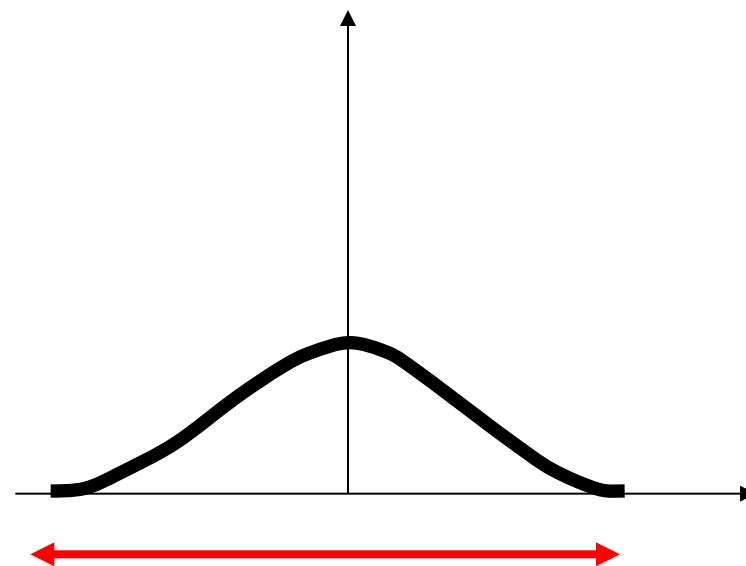
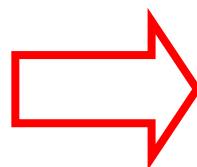
1) Una quota "derivata" è soggetta ad un errore che dipende da quelli delle singole quote esplicite da cui essa deriva



A parità di precisione di lavorazione, le grandezze derivate presenteranno un intervallo di variazione maggiore rispetto a quelle esplicitamente definite



Dimensione **esplicita**

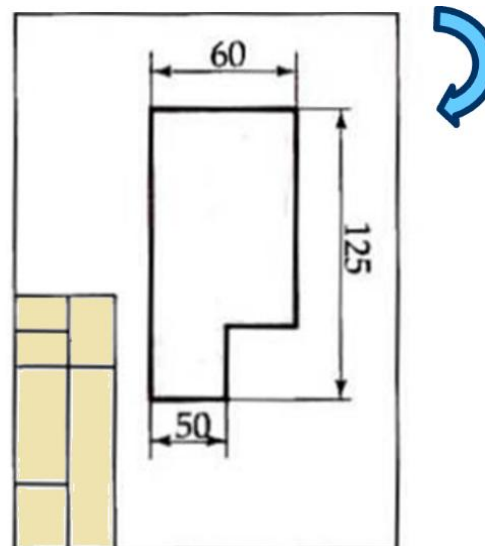
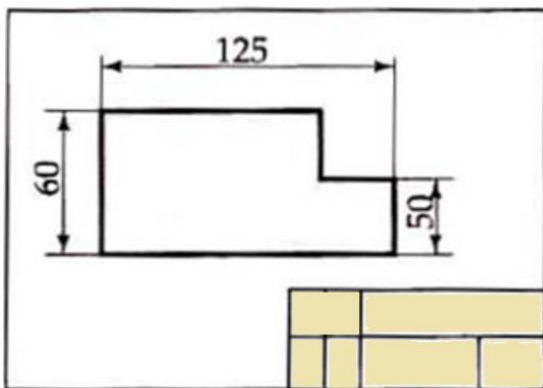


Dimensione **derivata**

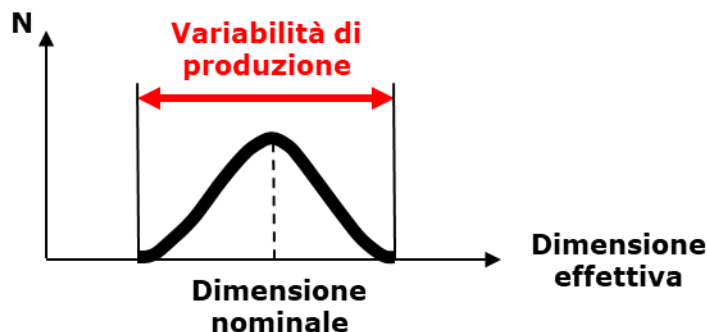
Dunque

Quotare bene significa anche assegnare  
al pezzo la minore precisione (ovvero  
**minor costo**) possibile, compatibile con  
la sua funzionalità

- L'insieme delle quote nelle varie viste deve essere **strettamente necessario e sufficiente** alla caratterizzazione completa e senza ambiguità dell'oggetto rappresentato.
- **Non vi devono essere quote ripetute per lo stesso elemento geometrico**, anche in viste differenti
- Le quote devono essere disposte in modo che, anche ruotando il foglio da disegno di  $90^\circ$  in senso orario, **possano essere lette sempre al di sopra della linea di misura**

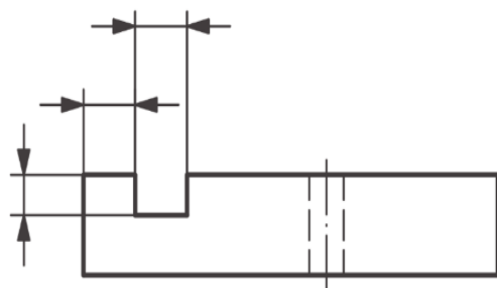


- Il disegno deve essere completo rispetto al suo scopo (es. fabbricazione, montaggio, ecc.): solo i requisiti indicati sul disegno o sulla documentazione ad esso associato sono realizzati e verificati
- Le quote si indicano sempre dimensioni nominali, cioè valori ideali. Il progettista deve tenere bene a mente che a, causa dell'inevitabile variabilità legata alla produzione, la dimensione effettivamente realizzata si troverà sempre discosta dal valore nominale prescritto

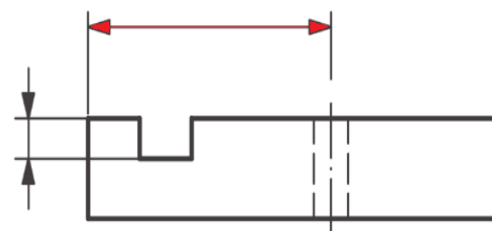


- Per essere completo il disegno dovrà specificare, direttamente o indirettamente, per ogni dimensione nominale non ausiliaria, gli scostamenti minimi e massimi ammissibili (cd. tolleranza).
- Il valore delle **dimensioni nominali NON dipende dalla scala di esecuzione del disegno!**

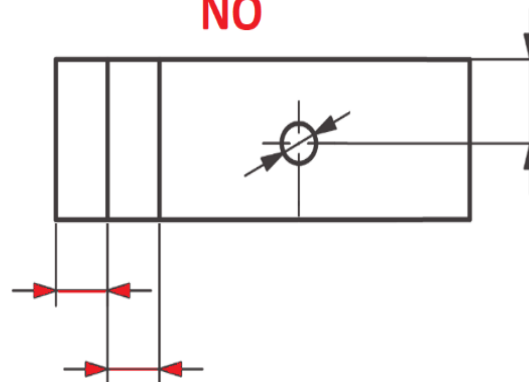
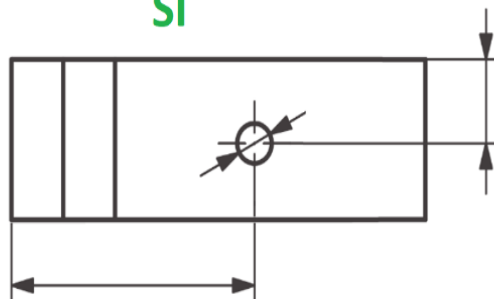
- Le quote relative ad un elemento geometrico (es. foro, cava, ecc.) devono essere poste sulla vista che meglio lo caratterizza in termini di **posizione e grandezza**.



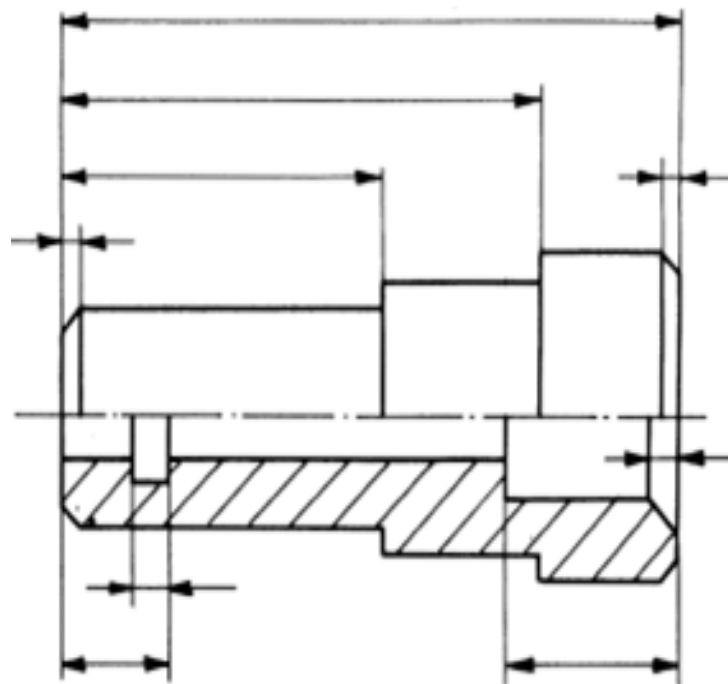
SI



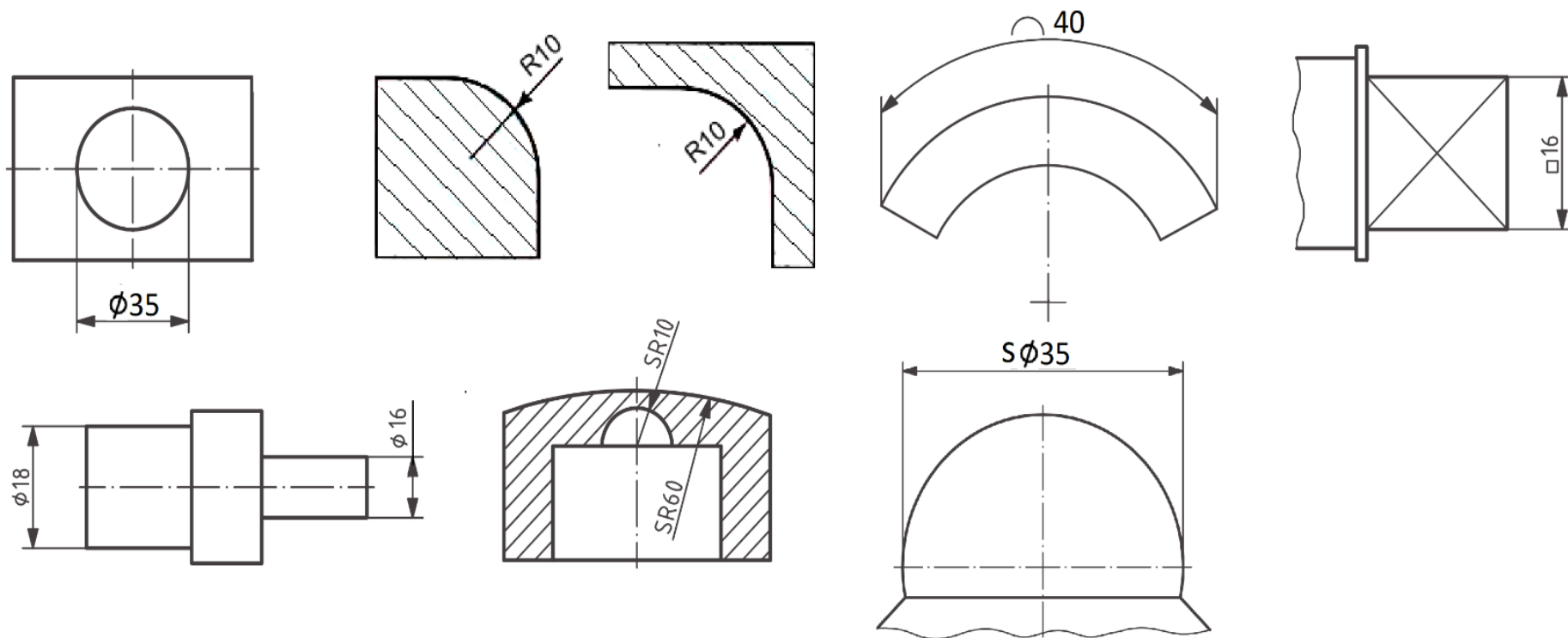
NO



- Bisogna evitare, per quanto possibile, che le linee di riferimento si intersechino.
- In una semi-vista semi-sezione, è opportuno disporre da una parte le linee che si riferiscono alle dimensioni interne e dall'altra quelle relative alle dimensioni esterne



In molti casi il valore della quota è preceduto da un simbolo che *designa* la geometria dell'elemento quotato



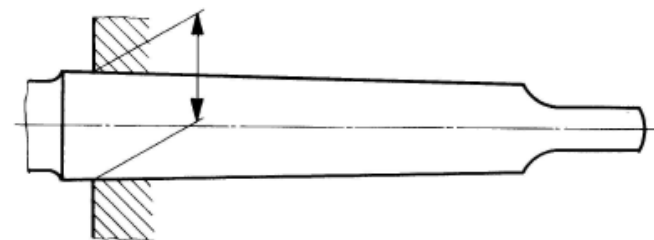
- **Tutte le quote relative al diametro di circonferenze devono essere precedute dal simbolo  $\emptyset$ .** Tale simbolo indica che il valore numerico prescritto è riferito agli infiniti diametri passanti per il centro della circonferenza e non solo alla distanza individuata fra le linee di riferimento.
- Le quote riferite a raggi sono precedute dalla lettera R
- **Dei raccordi si quota sempre il raggio. Di un foro si quota sempre il diametro.**

Simbolo	Interpretazione
$\emptyset$ 10	Circonferenza di diametro 10mm
$\square$ 10	Sezione quadrata di lato 10mm
R 10	Raggio di curvatura 10mm
$S\emptyset$ 10	Superficie sferica di diametro 10mm
SR 10	Superficie sferica con raggio di curvatura 10mm
 20	Arco di lunghezza 20mm
t=5	Spessore 5mm
 2	Profondità lavorazione 2mm
 15	Lamatura di diametro 15mm
 10x90°	Svasatura diametro 10mm e apertura 90°
$\mathcal{Q}$ 100	Lunghezza sviluppata 100mm
A $\longleftrightarrow$ B	Prescrizione ristretta alla zona compresa fra i riferimenti A e B

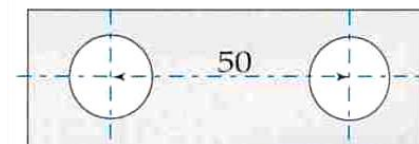
## LINEE DI RIFERIMENTO

Le linee di riferimento hanno direzione perpendicolare alla dimensione da misurare. Solo in casi particolari si ricorre a linee di riferimento oblique parallele.

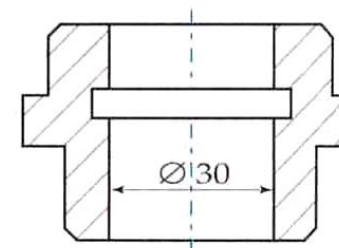
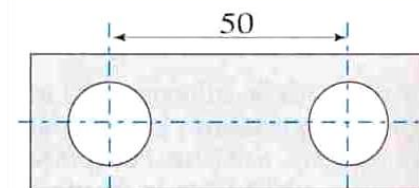
Assi di simmetria, tracce di piani e linee di contorno del pezzo, possono essere usate come **linee di riferimento**, non come linee di misura



**ERRATO**

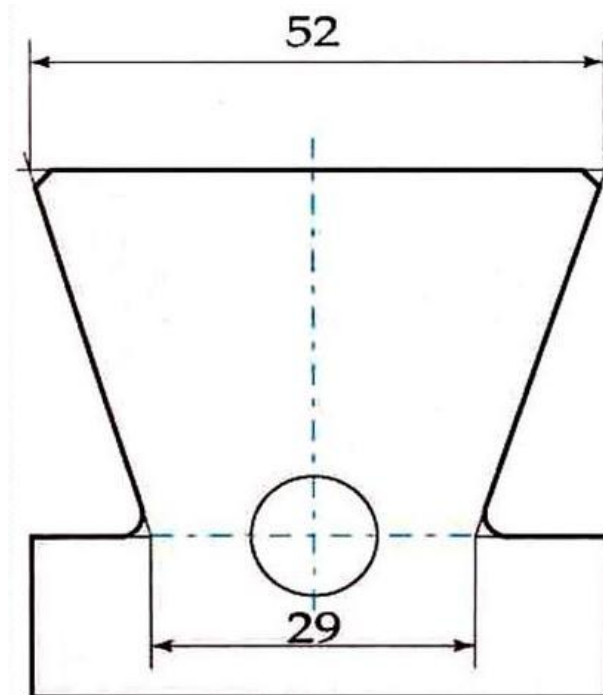
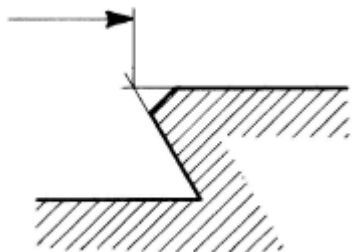


**CORRETTO**



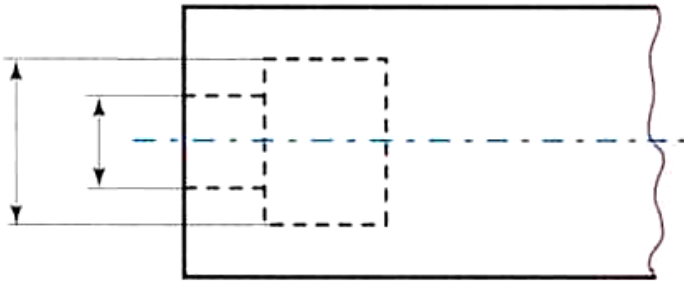
## LINEE DI RIFERIMENTO

In presenza di raccordi o smussi le linee di riferimento sono tracciate con l'origine nelle intersezioni fittizie dei pezzi raccordati o smussati ottenute prolungando le due linee di contorno concorrenti, mediante linee continue fini che proseguono poco oltre l'incrocio virtuale.



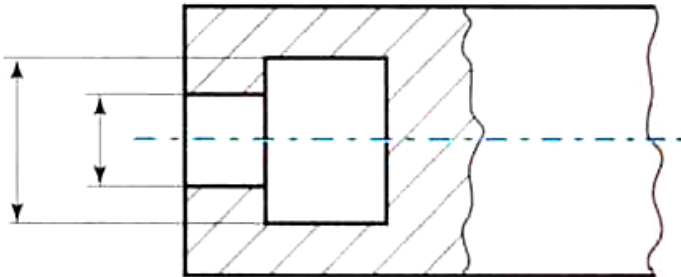
## LINEE DI RIFERIMENTO

NO



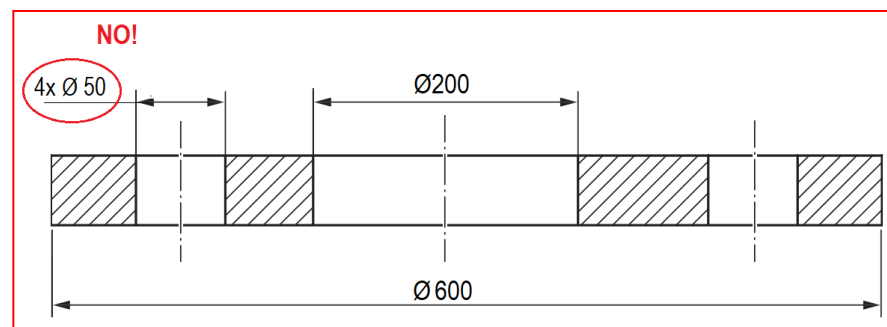
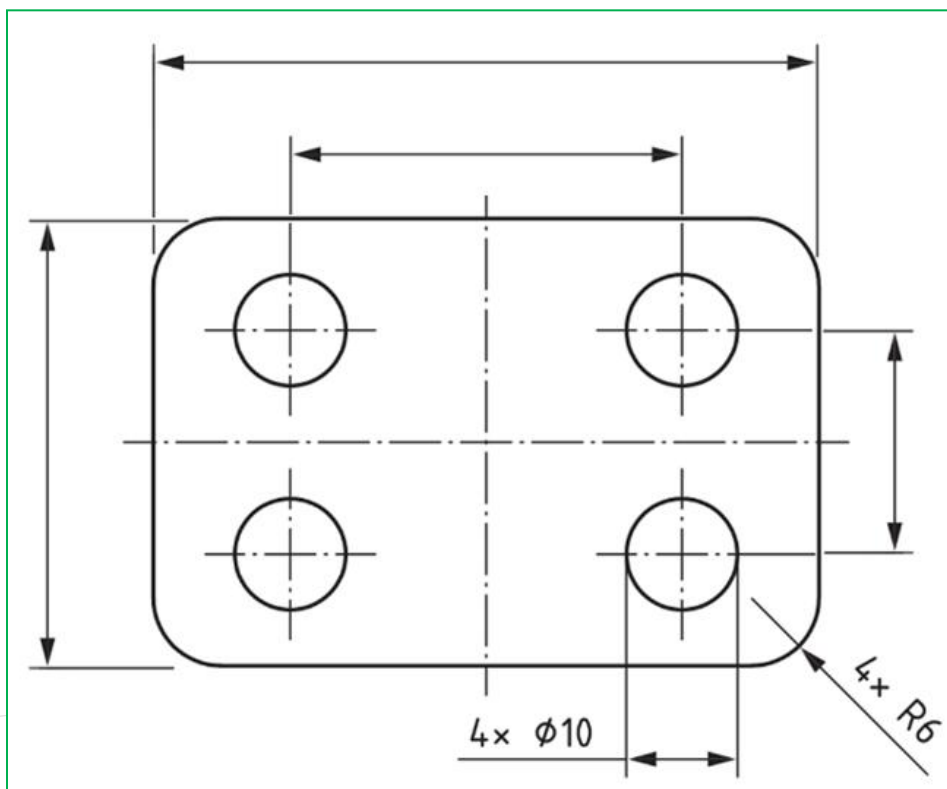
Le quote non dovrebbero mai essere riferite ad elementi non in vista (spigoli e parti nascoste del pezzo).

SI



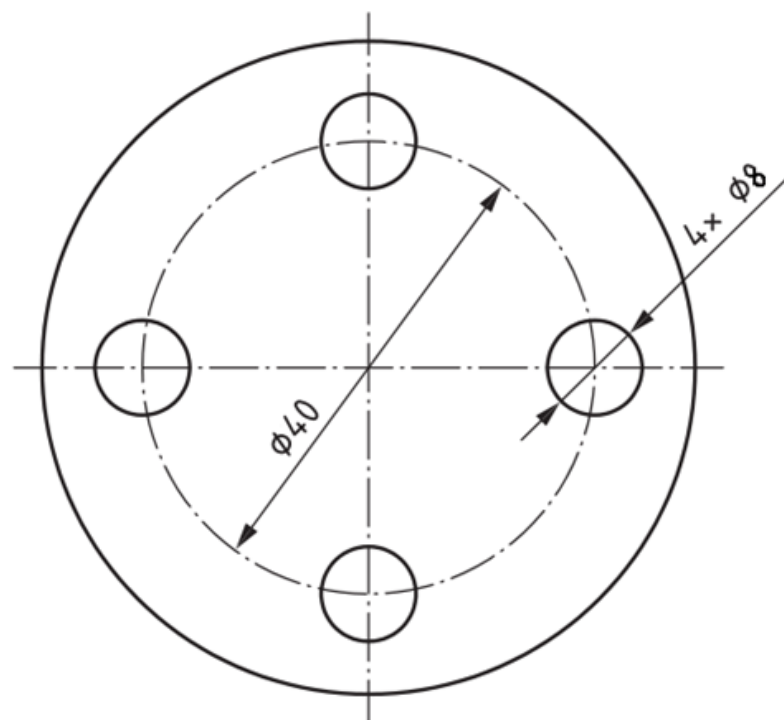
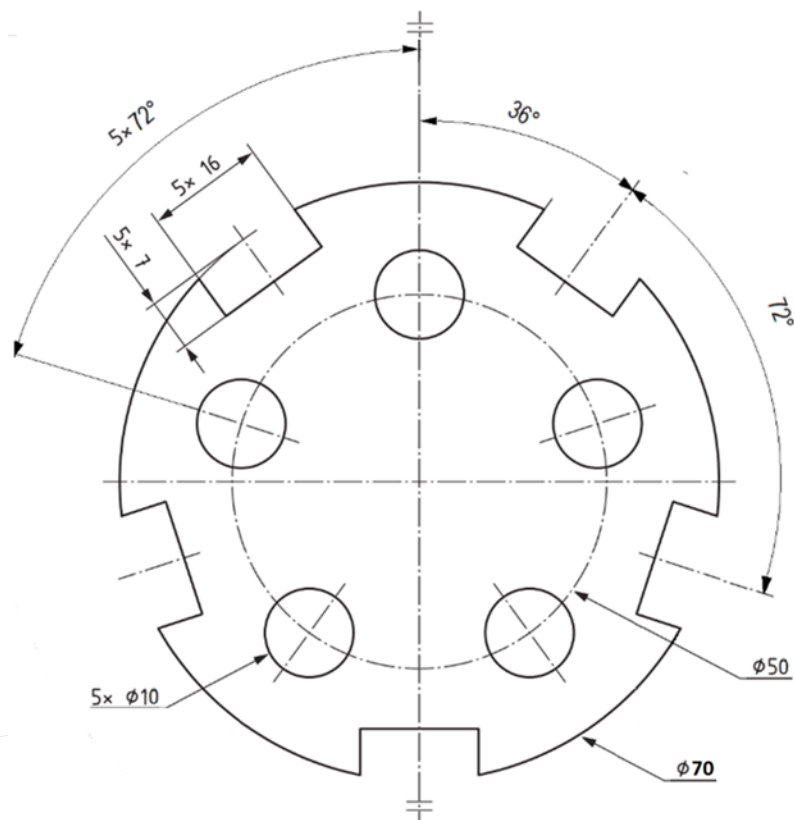
Eventualmente è preferibile sezionare il pezzo in modo che tali parti risultino in vista nella sezione.

Quando non esiste pericolo di ambiguità, la dimensione di elementi identici nella medesima vista può essere quotata una sola volta antepoendo alla quota del singolo elemento il numero di ripetizioni seguito dal simbolo "x". La posizione di tutti degli elementi ripetuti deve essere comunque univocamente determinata.



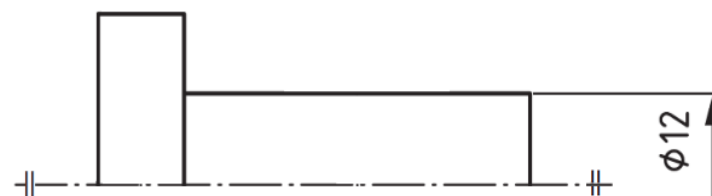
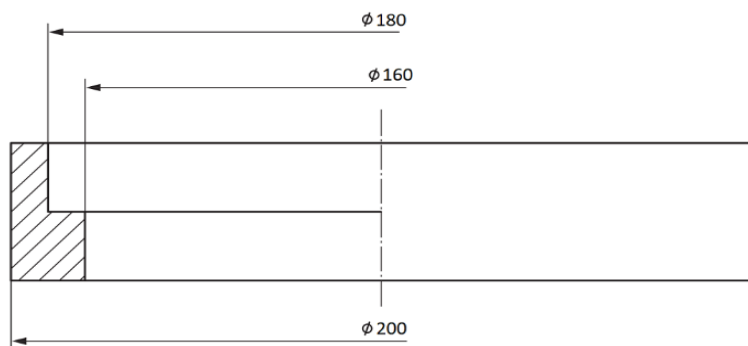
Ambigua e dunque da evitare perché nella sezione sono visibili solo due fori e non quattro!

La quota di posizione degli elementi ripetitivi deve essere sempre univocamente determinata. Per elementi equispaziati lungo una circonferenza è possibile omettere le quote angolari solo quando la loro posizione relativa è evidente di per sé (es. fori praticati in corrispondenza di assi di simmetria)

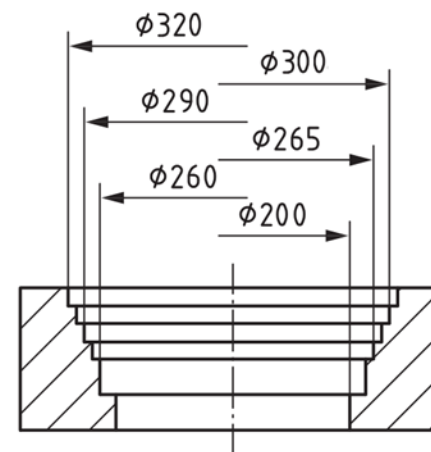


Le linee di quota possono essere rappresentate per metà nei seguenti casi:

- Quote riferite a diametri
- Quote di caratteristiche simmetriche rispetto all'asse
- Quote di cui uno dei riferimenti non è presente sul disegno o è implicito



In tali casi, l'estremità monca della linea di quota deve oltrepassare l'asse in maniera visibile. Per esigenze di chiarezza è possibile anche alternare le linee di quota

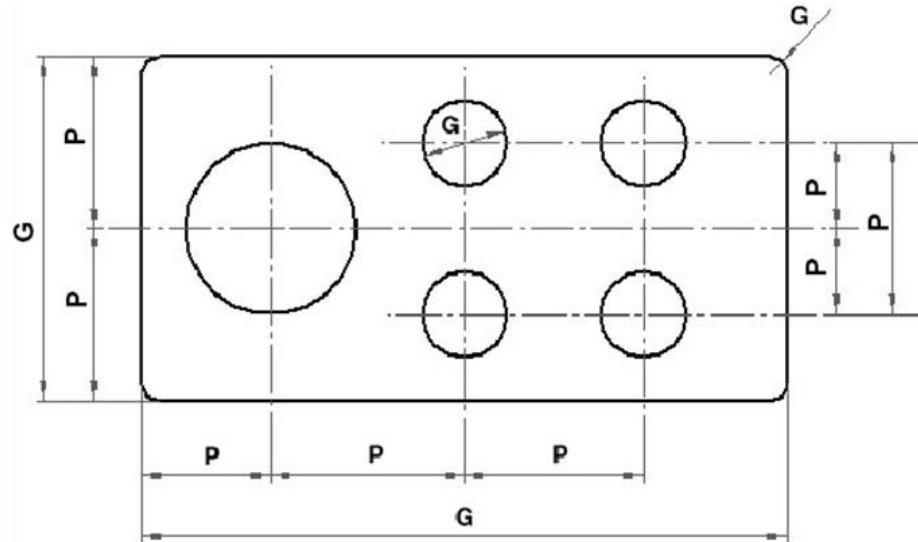


## Quote di grandezza

Indicano la dimensione voluta per una caratteristica (*feature*) del manufatto (es. diametro di un foro, raggio di raccordo, lunghezza di uno smusso, cava, angolo di spoglia, ecc.). Per quotare correttamente la grandezza di una *feature* è bene conoscere **la tecnologia con la quale esso verrà realizzato** (es. di un foro si quota sempre il diametro e non il raggio perché gli utensili di forma per realizzare un foro sono normalizzati in funzione del diametro nominale).

## Quote di posizione

Indicano la posizione di una caratteristica del manufatto rispetto ad un riferimento di riscontro (superficie, asse, ecc.), il quale *dovrebbe essere precisamente individuabile al momento della realizzazione della caratteristica quotata*. Pertanto, le quote di posizione sono in relazione con il **ciclo di lavorazione della parte**.

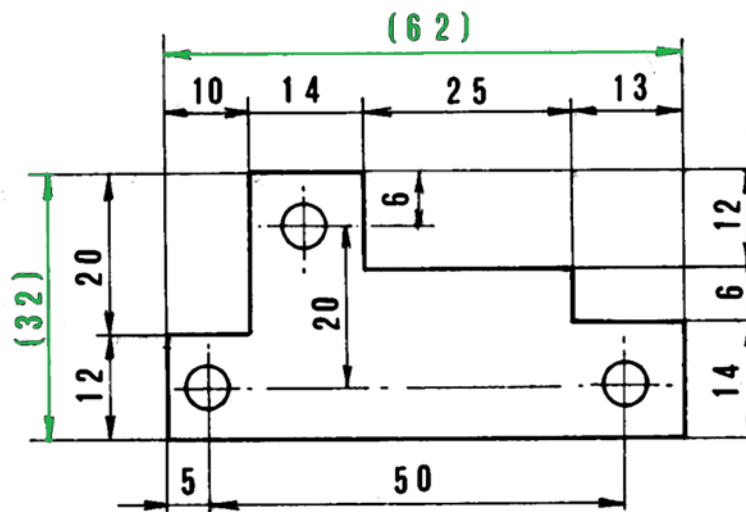


## Quote di ingombro

Particolari quote di grandezza che indicano le dimensioni "fuori tutto" dell'oggetto rappresentato (particolare o assieme)

## Quote ausiliarie

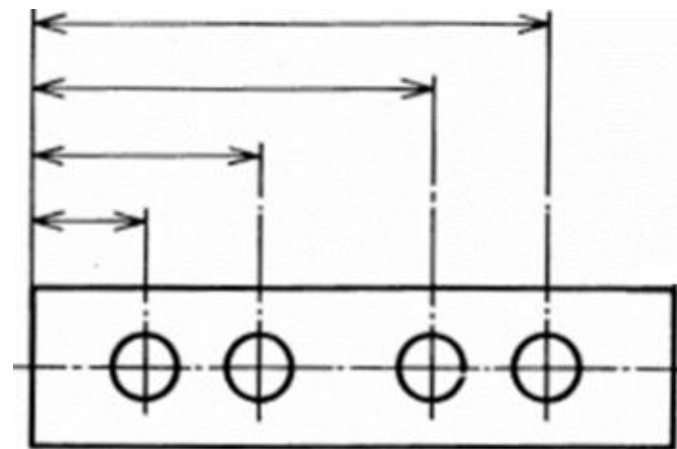
quote indicate fra parentesi tonde, solo se necessario a scopo informativo, ma tecnicamente sovrabbondanti perché deducibili dalle altre quote esplicite. Spesso le quote di ingombro nei disegni di assieme sono indicate come quote ausiliarie, per evitare di conferire un carattere prescrittivo alle stesse



Le quote di posizione di una caratteristica della parte possono essere disposte in due modi:

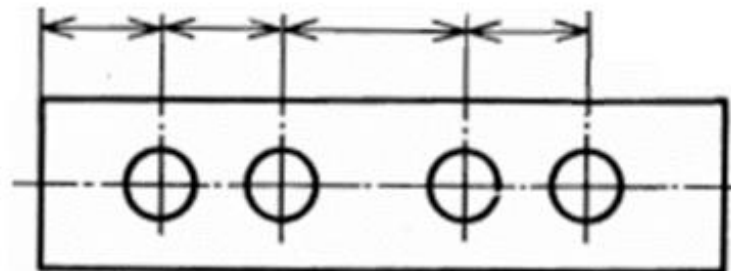
## in parallelo

le quote condividono uno stesso riferimento. La posizione effettivamente realizzata della caratteristica quotata rispetto ad un riferimento di riscontro è indipendente dalla quella delle altre caratteristiche



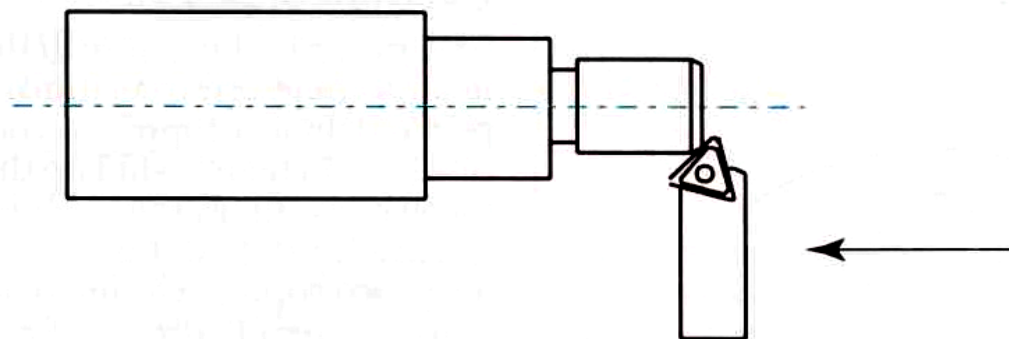
## in serie

le quote sono disposte in catena, pertanto l'una definisce il riferimento per la successiva. In questo caso, se non diversamente indicato tramite l'apposizione di quote teoricamente esatte, la posizione effettiva delle caratteristiche rispetto ad un riferimento di riscontro comune dipende da quella delle singole quote della catena.



## Quotatura di smussi

Gli smussi sono definiti indicando l'**angolo** e la **lunghezza in direzione assiale**, poiché durante l'operazione di tornitura il movimento dell'utensile avviene in senso assiale.

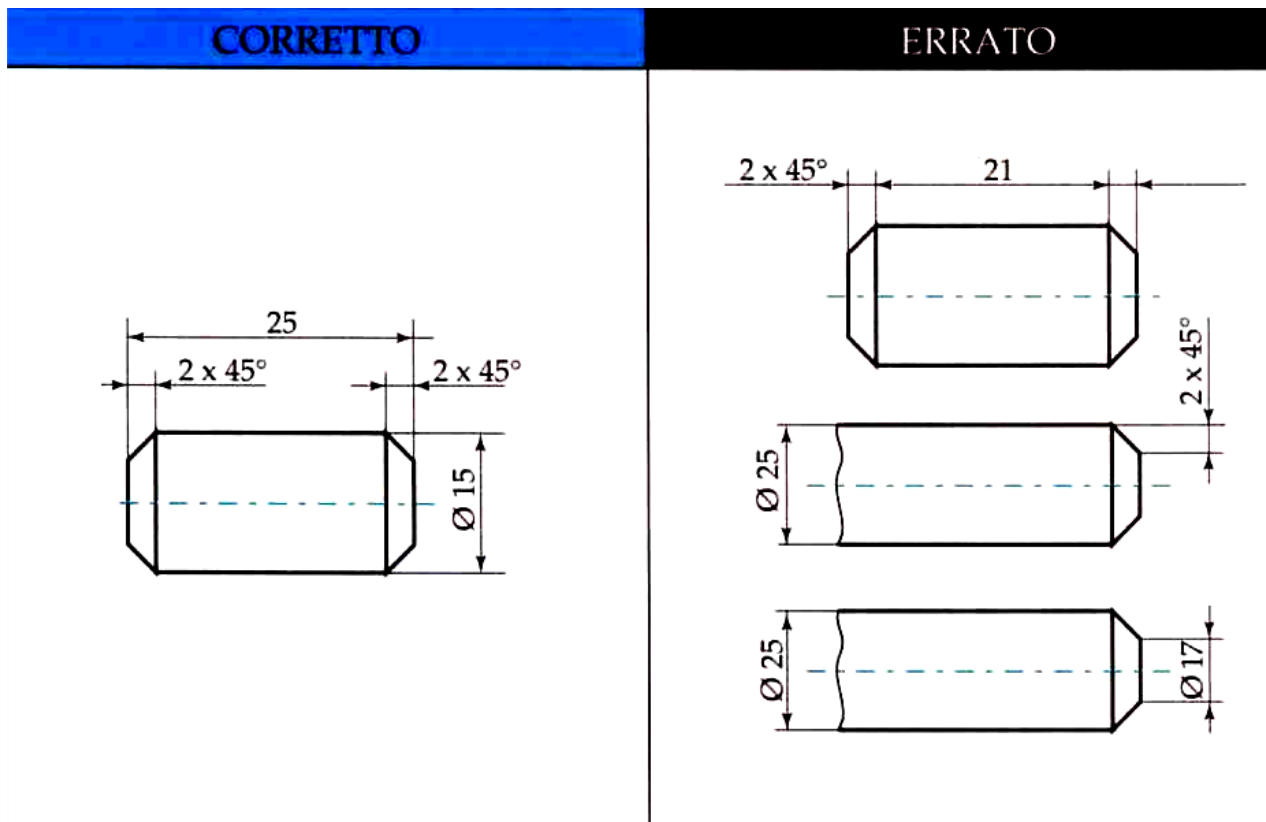


Come nel caso della quotatura dei raccordi, è possibile riportare l'indicazione scritta "smussi non quotati".

Non si quotano mai gli smussi in serie con altre quote (poiché vengono ottenuti indipendentemente, alla fine della lavorazione).

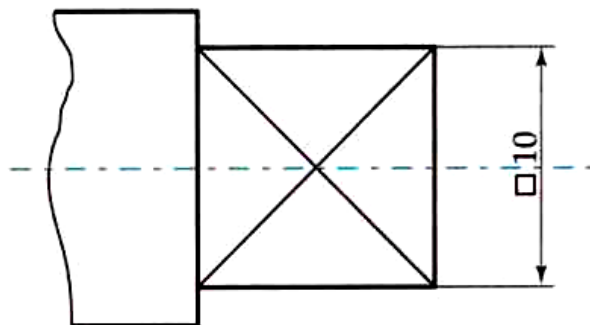
## Quotatura di smussi

### Tipici errori di quotatura di smussi

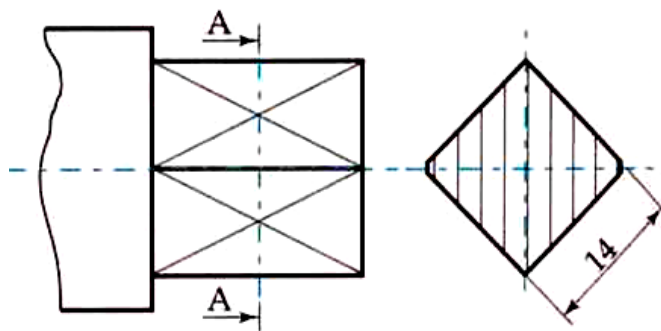


## Quotatura di quadri

Per quotare elementi a sezione quadrata si usa un simbolo a forma di quadrato posto prima della dimensione.



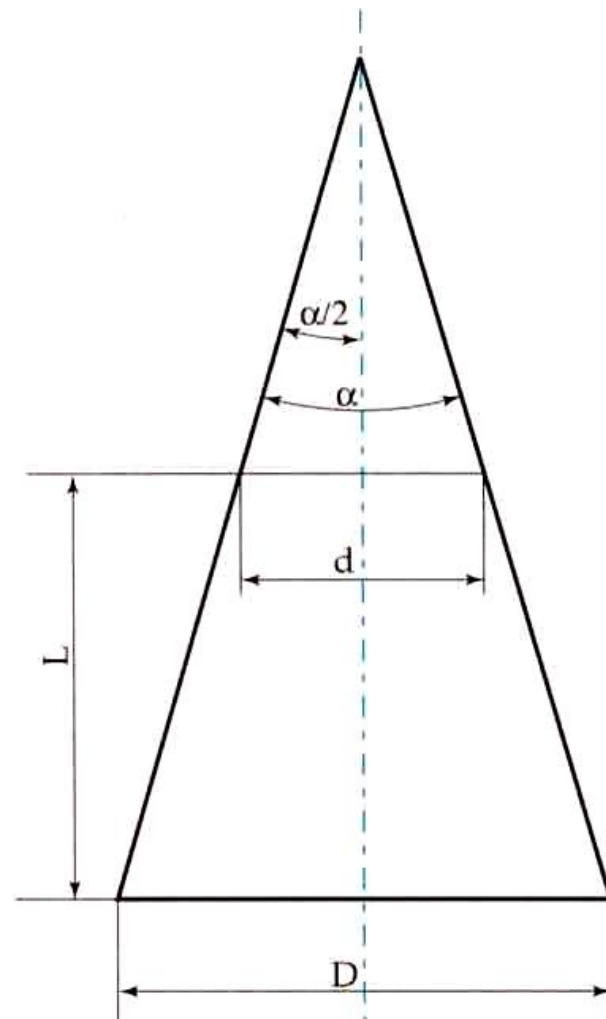
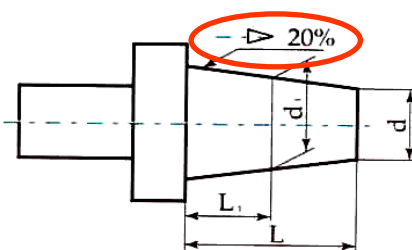
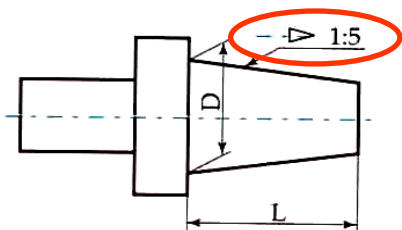
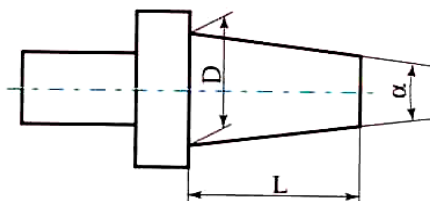
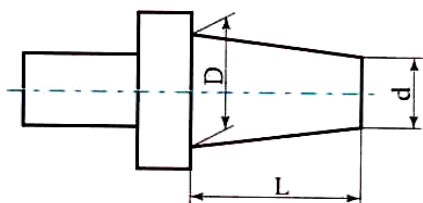
Quando tali elementi sono posti perpendicolarmente all'asse longitudinale, non si deve usare il suddetto simbolo.



## Conicità

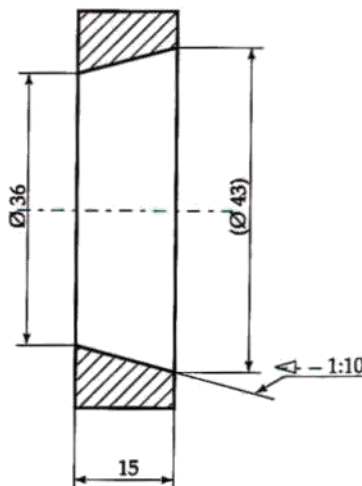
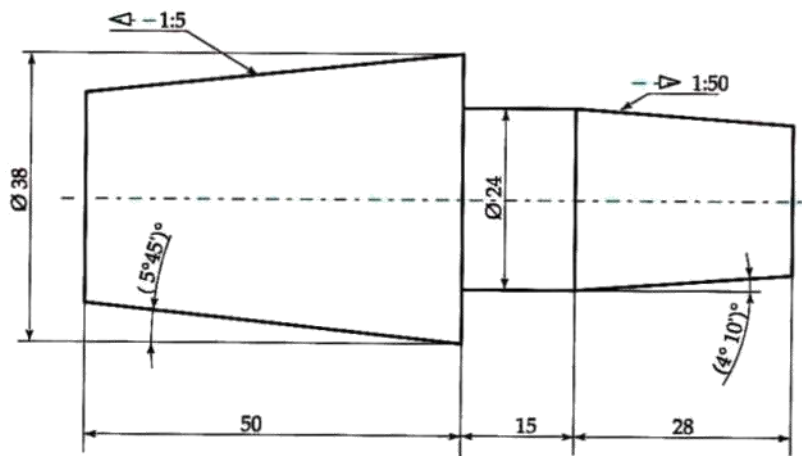
Rapporto tra la differenza tra i diametri  $D$  e  $d$  di due sezioni di un cono e la distanza  $L$  tra di esse misurata in senso assiale.

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 1/K = P\%$$



Quattro diversi modi di indicare la conicità nei disegni

## Conicità



utilizzo	1/K	$\alpha$
svasature	–	120°
teste e sedi viti	–	90°
teste di chiodi	–	75°
coni ritegno molle valvole	1/3	–
coni di calettamento, innesti	1/5	–
rubinetteria	1/6	–
attacco morsetti batterie (rif. UNEL)	1/9	–
estremità d'albero	1/10	–
bussole di trazione, cuscinetti	1/12	–
coni metrici fissaggio utensili	1/20	–
coni metrici fissaggio utensili	(1/30)	–
spine coniche	1/50	–

**Valori di conicità di comune impiego**

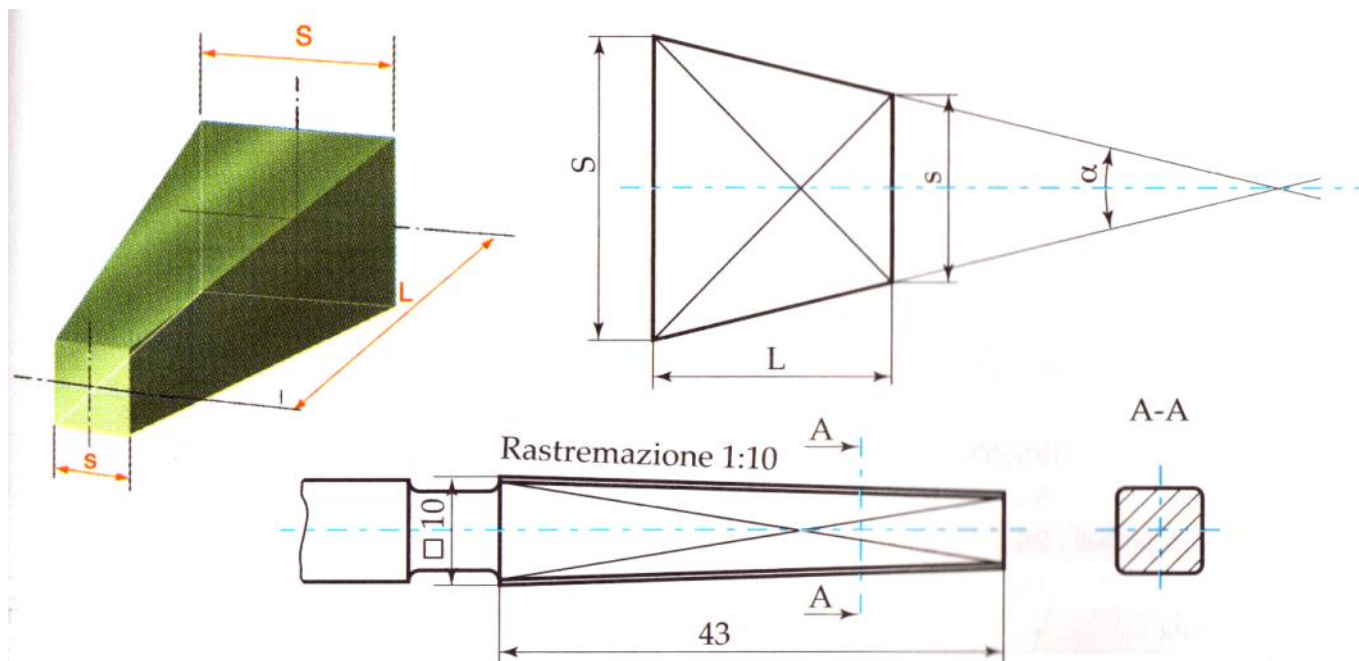
VALORI NOMINALI	
SERIE 1	SERIE 2
120°	
90°	
	75°
60°	
45°	
30°	
1:3	
	1:4
1:5	
	1:6
	1:7
	1:8
1:10	
	1:12
	1:15
1:20	
	1:30
1:50	
1:100	
1:200	
1:500	

**UNI EN ISO 1119**

## Superfici rastremate

Rapporto tra la differenza delle dimensioni  $S$  e  $s$  di due sezioni di una piramide o tronco di piramide a base quadrata o poligonale e la distanza  $L$  tra di esse misurata in senso assiale.

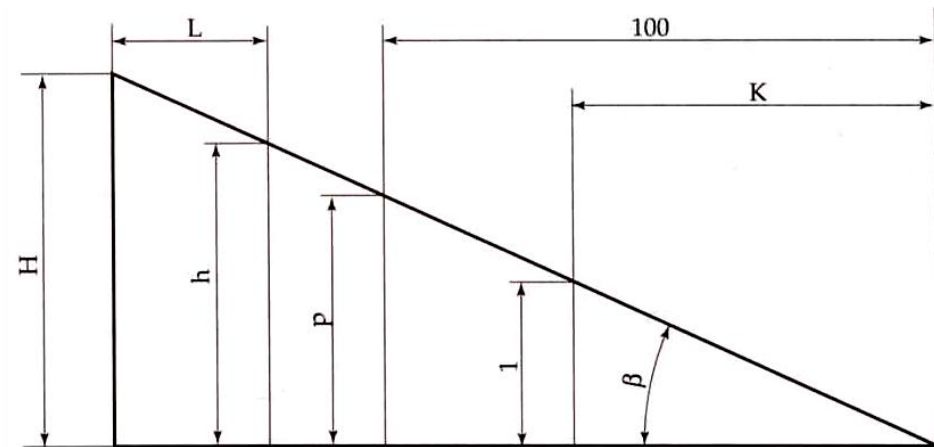
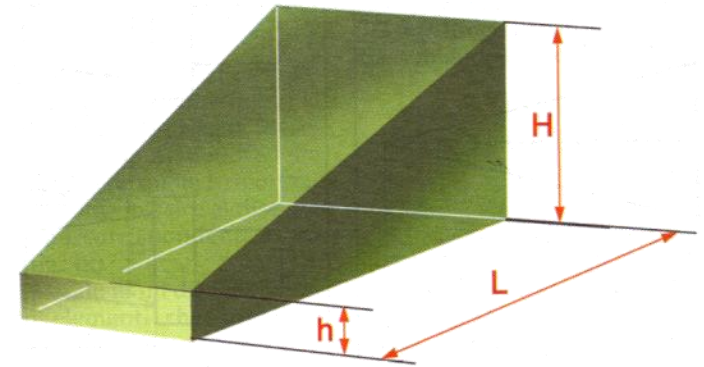
$$R = \frac{S - s}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 1/K$$



## Superfici inclinate

Rapporto tra la differenza delle dimensioni  $H$  e  $h$  (misurate perpendicolarmente ad una data direzione) in due punti di una superficie o di una linea, e la distanza  $L$  tra le posizioni in corrispondenza delle quali sono stati misurati i valori di  $H$  e  $h$ .

$$I = \frac{H-h}{L} = \operatorname{tg}\beta = 1/K$$



impiego	p%	1/K	$\beta$
smussi	-	-	30°, 45°
dentiere	-	-	20°
chiavette rotonde	10%, 5%	1/10, 1/20	-
biette	5%	1/20	-
chiavette tangenziali, profilati	2%	1/50	-
chiavette	1%	1/100	-
angoli di sformatura	-	-	5° ÷ 8°

Nell'assegnare le quote dobbiamo tenere conto CONTEMPORANEAMENTE di:

1. Variabilità dei processi di fabbricazione
2. Funzionalità della parte nell'insieme
3. Tecnologie di fabbricazione

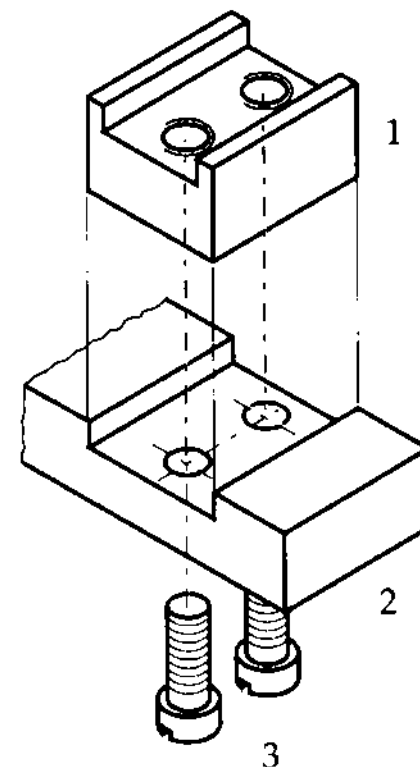
Nella pratica industriale non è sufficiente che la quotatura di una parte sia completa da un punto di vista dimensionale/geometrico

La quotatura delle singole parti deve innanzitutto assicurare la **funzionalità dell'assieme** finito nonostante la variabilità dei processi di fabbricazione

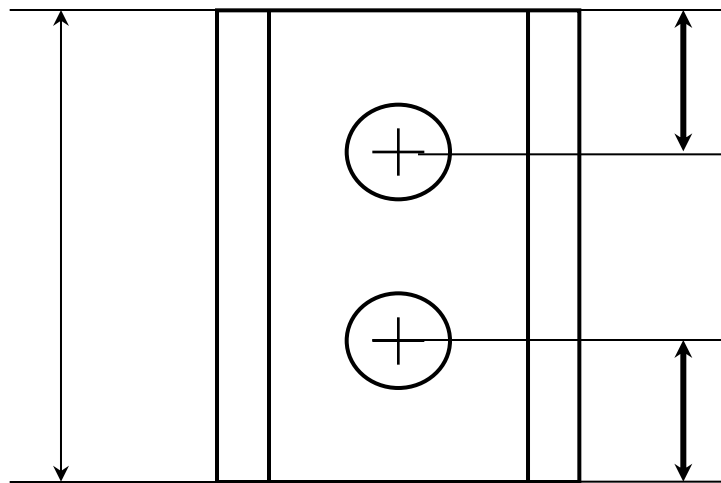
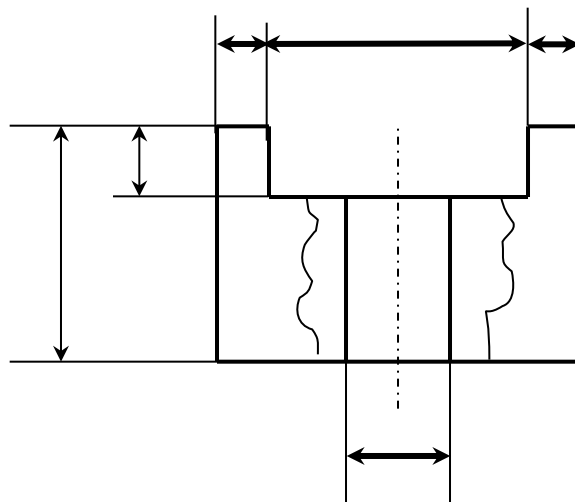
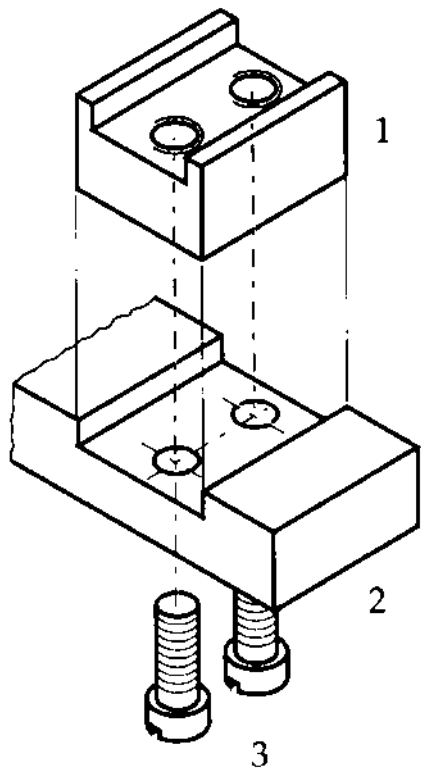
Si definiscono **quote funzionali** le quote **essenziali alla funzionalità dell'oggetto**.

In pratica si tratta delle **quote relative ad accoppiamenti** fra le parti del prodotto

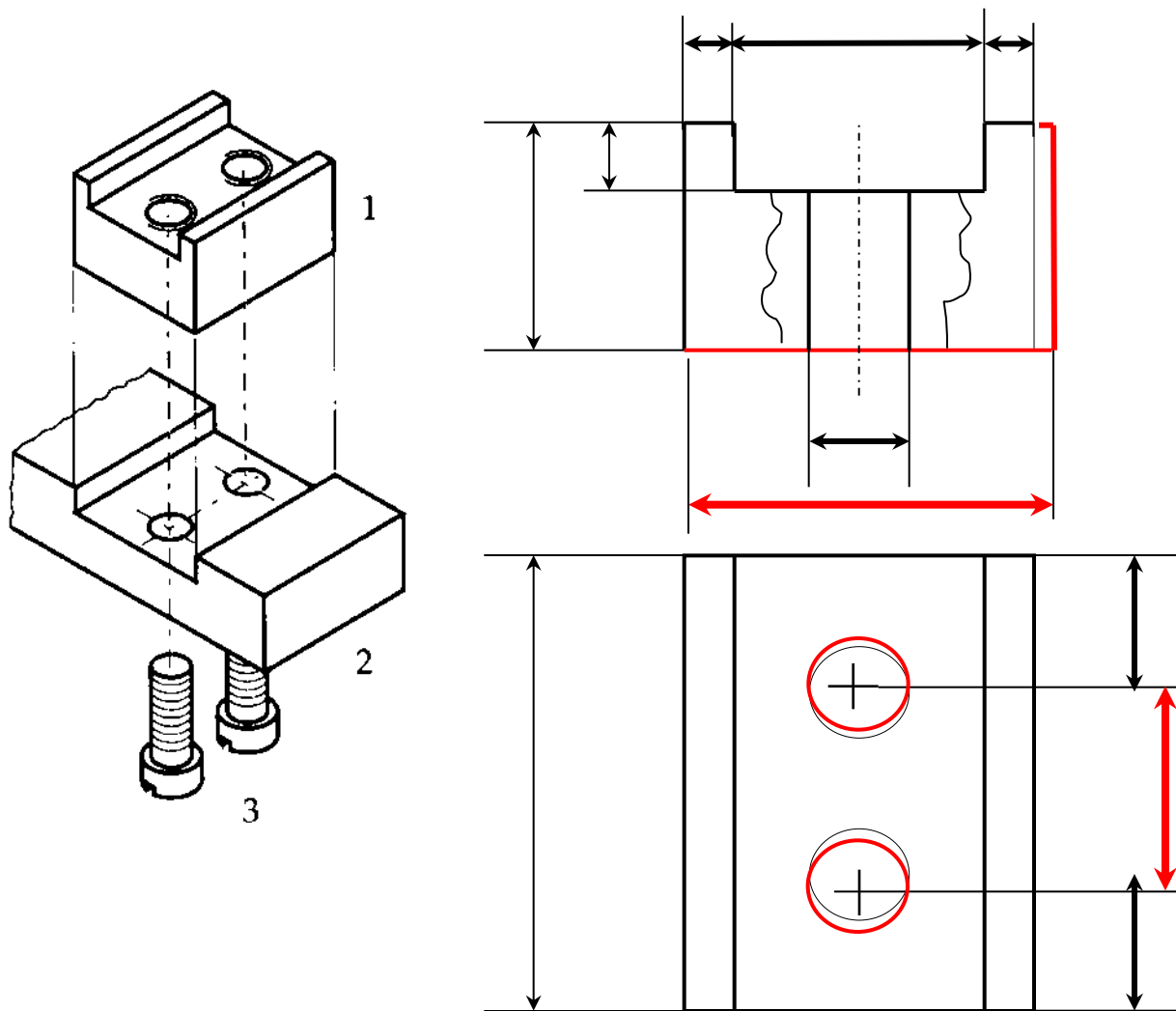
Ove necessario, il progettista **specifica esplicitamente** degli opportuni intervalli di **tolleranza** per l'inevitabile variabilità dimensionale.



## Pezzo n. 1 - Quotatura sbagliata

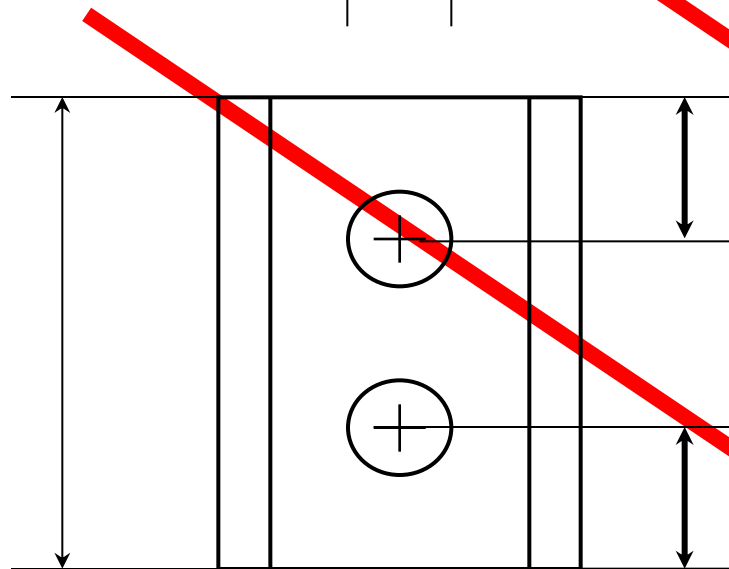
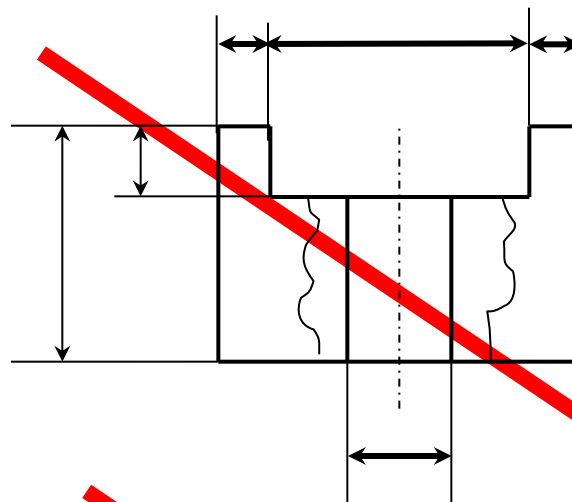
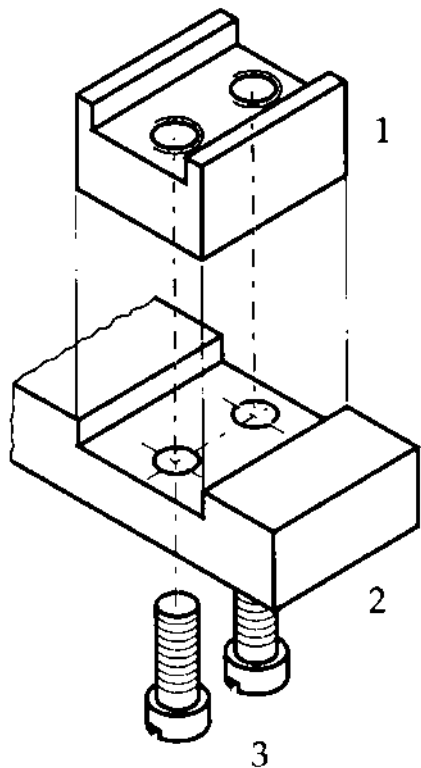


## Pezzo n. 1 - Quotatura sbagliata

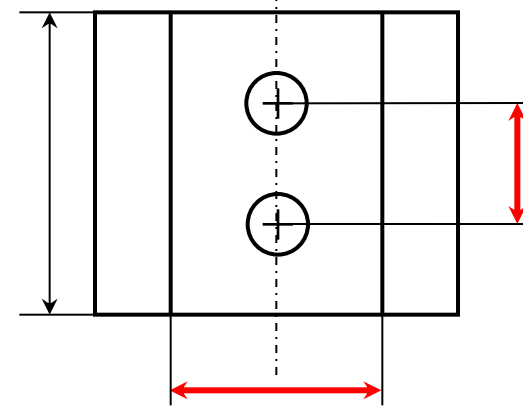
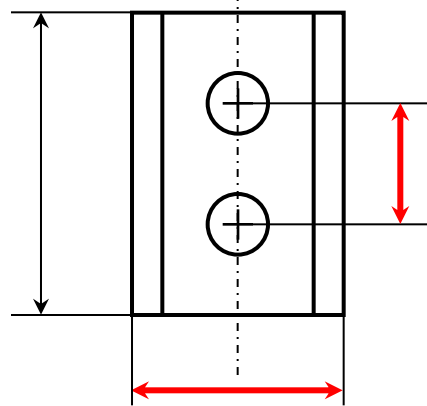
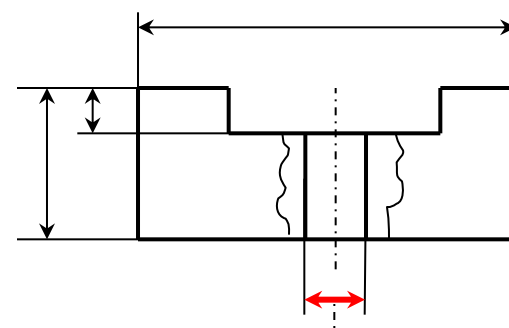
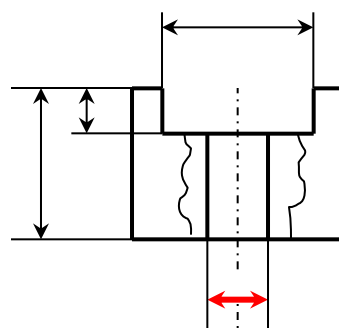
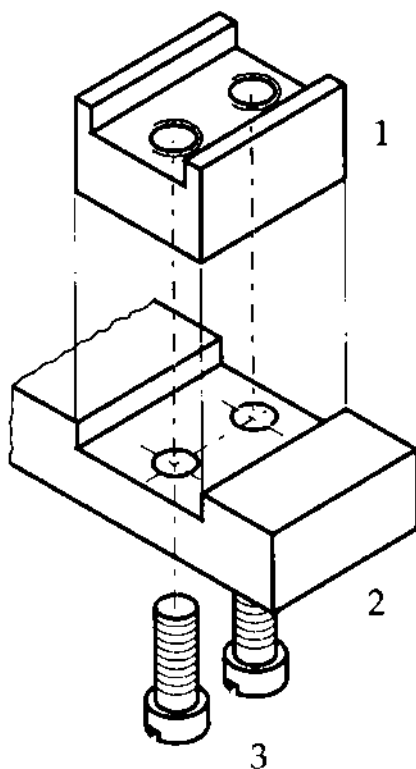


**L'interasse dei fori e la larghezza dello scavo sono funzionali all'accoppiamento delle parti!**

## Pezzo n. 1 - Quotatura sbagliata



## Quotatura corretta



In **rosso** sono evidenziate le quote **funzionali** all'accoppiamento delle due parti



# Funzionalità della parte e quotatura



La norma usa distinguere le quote in:

- **Quote funzionali**: essenziali alla funzionalità **dell'oggetto** (es. quote relative ad accoppiamenti). **Non devono mai essere dedotte da altre quote**
- **Quote non funzionali** (*toll. generale*): non indispensabili a garantire la funzione dell'*assieme*, ma necessarie a definire completamente la **forma della parte**. *Vanno assegnate nel modo più significativo rispetto al loro scopo (es. in un disegno esecutivo, le quote non funzionali saranno scelte coerentemente con il ciclo tecnologico di realizzazione del singolo pezzo).*
- **Quote ausiliarie** (*senza prescrizione di toll.*): derivabili dalle altre quote, facilitano la lettura, vengono indicate tra parentesi



UNI 4820 (**ormai ritirata in favore del sistema GD&T**)



# QUOTE "FUNZIONALI"



Quote esplicite per le quali il progettista può prescrivere dei limiti di variazione tollerati (cd. "tolleranza").

L'osservanza di tali prescrizioni garantisce la *funzionalità* della parte nell'assieme

Generalmente si tratta di quote relative ad **accoppiamenti**

## QUOTATURA "FUNZIONALE"

consiste nel pensare il pezzo come parte di un assieme e dunque quotare ed eventualmente assegnare opportune tolleranze tutte quelle dimensioni essenziali per la funzionalità dell'assieme

**Come individuare le dimensioni "funzionalmente essenziali"?**



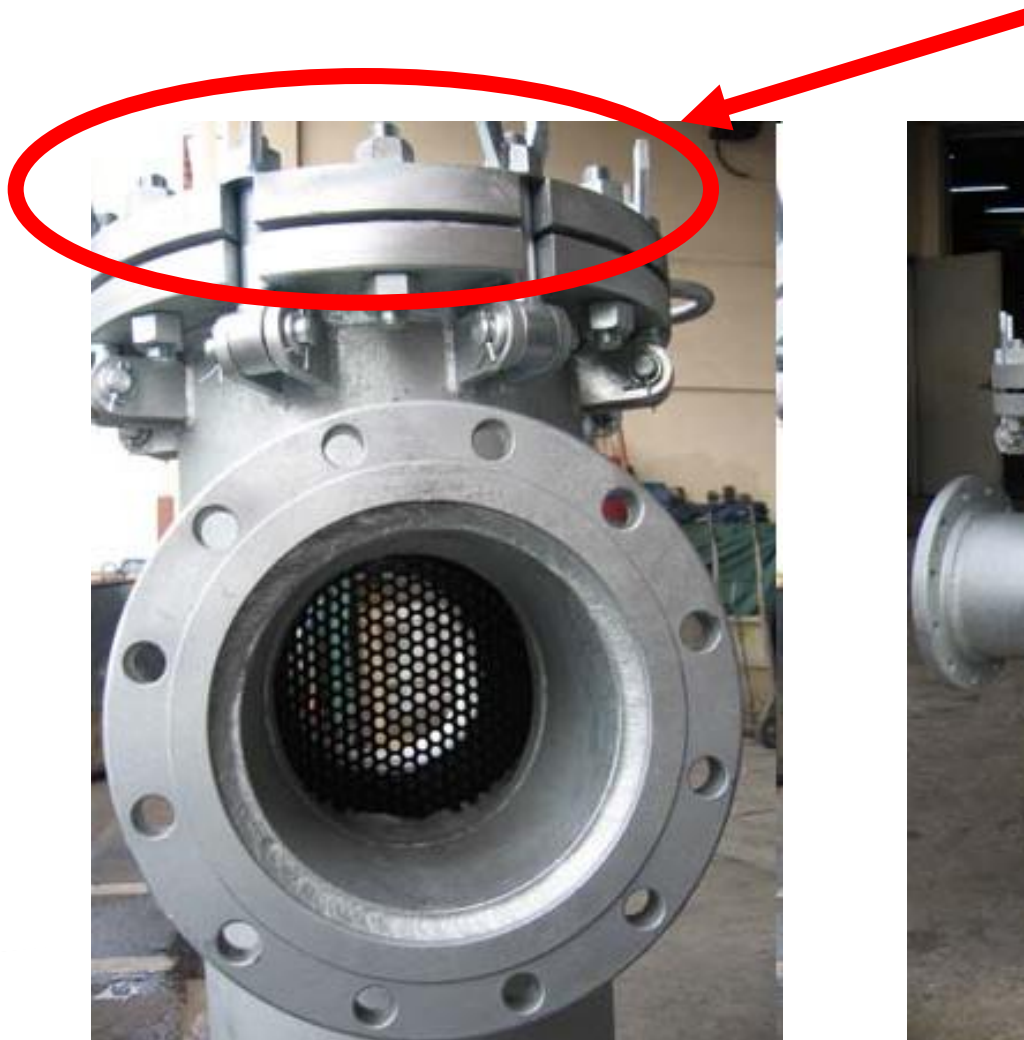
Per determinare i riferimenti ***funzionalmente significativi*** ed attribuire le relative ***quote funzionali*** al disegno seguiamo la seguente **procedura mentale**:

- a) Verbalizziamo un determinato ***requisito funzionale (RF)***
- b) Individuiamo **sul disegno d'assieme** uno o più parametri (***G***) da condizionare rispetto al requisito funzionale (es. *G* è la dimensione di un *gioco*)
- c) **Traduciamo il requisito funzionale in una relazione dimensionale  $\mathcal{R}(\mathbf{G})$**  (es.  $\mathbf{G} > 0$ )
- d) **Identifichiamo l'insieme minimo di dimensioni** (cd. ***dimensioni funzionali***) **dei pezzi** che compongono l'assieme che permettono l'espressione della relazione  $\mathcal{R}(\mathbf{G})$  individuata al punto precedente

## Quotatura Coperchio



## Flangia cieca

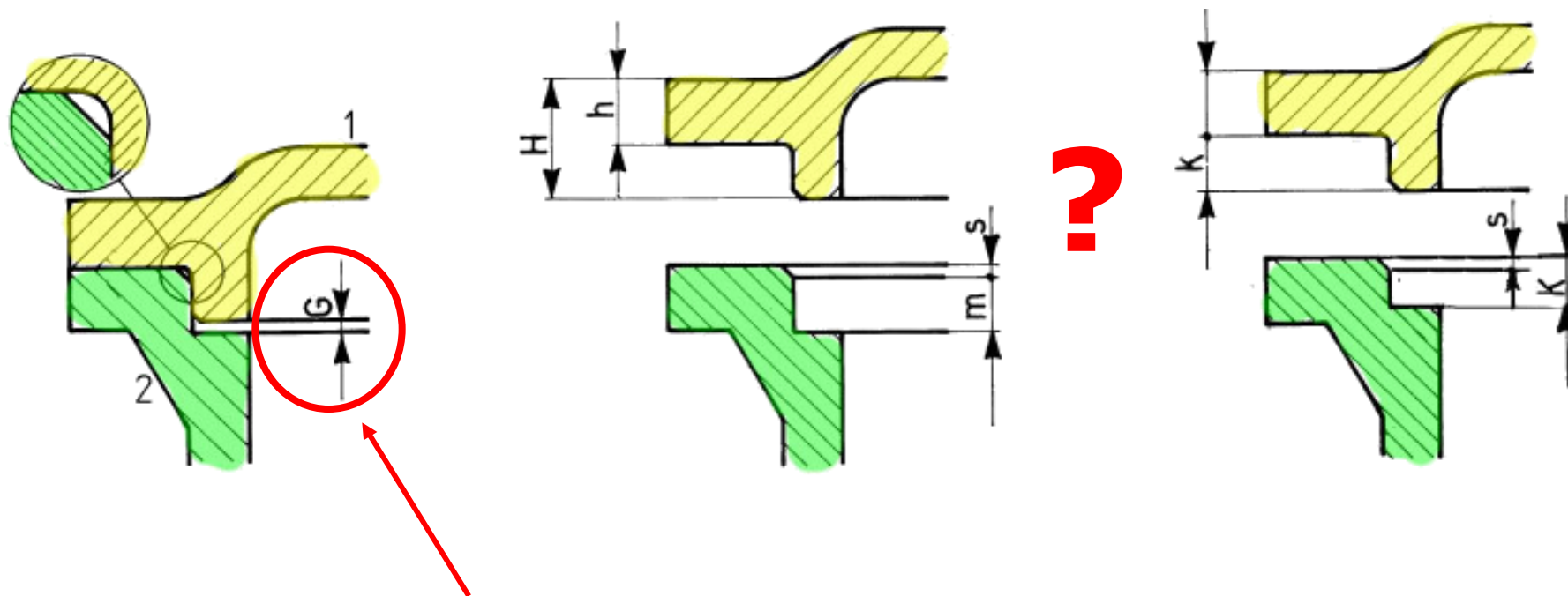




**Flangia cieca**

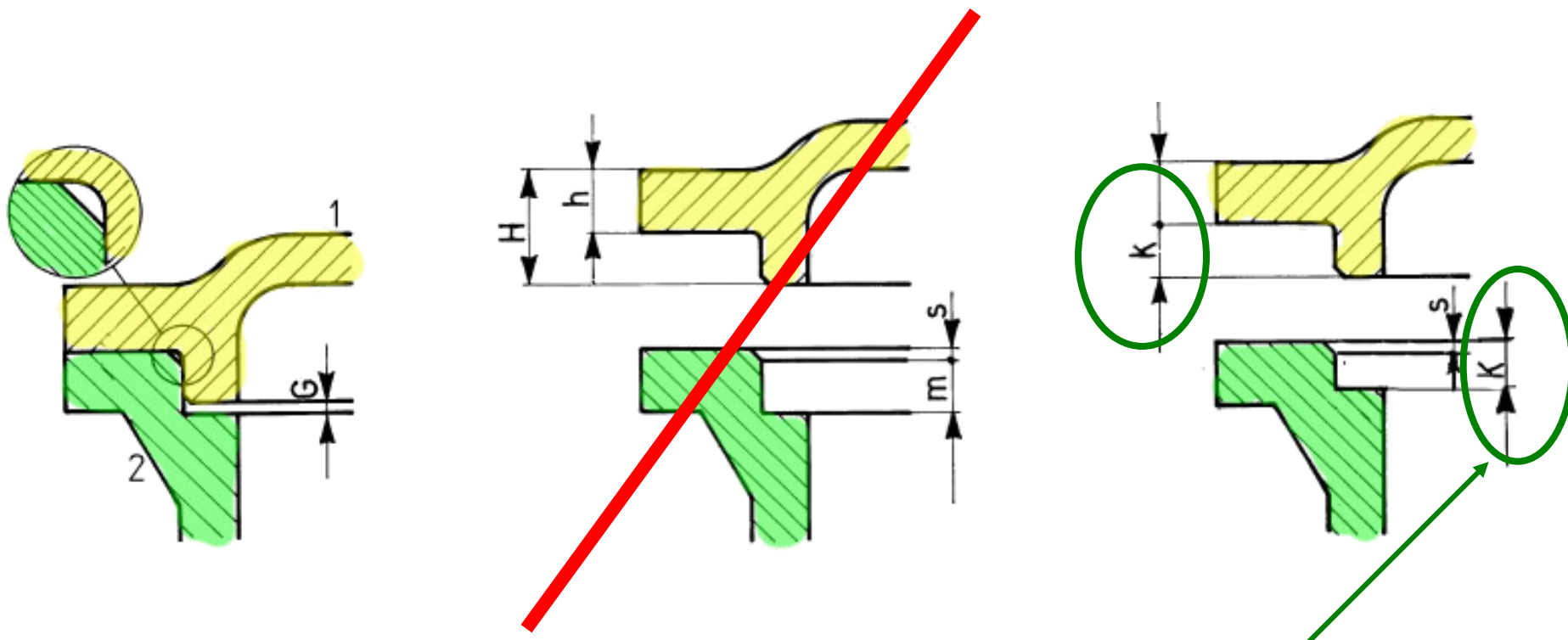


## Quotatura Coperchio



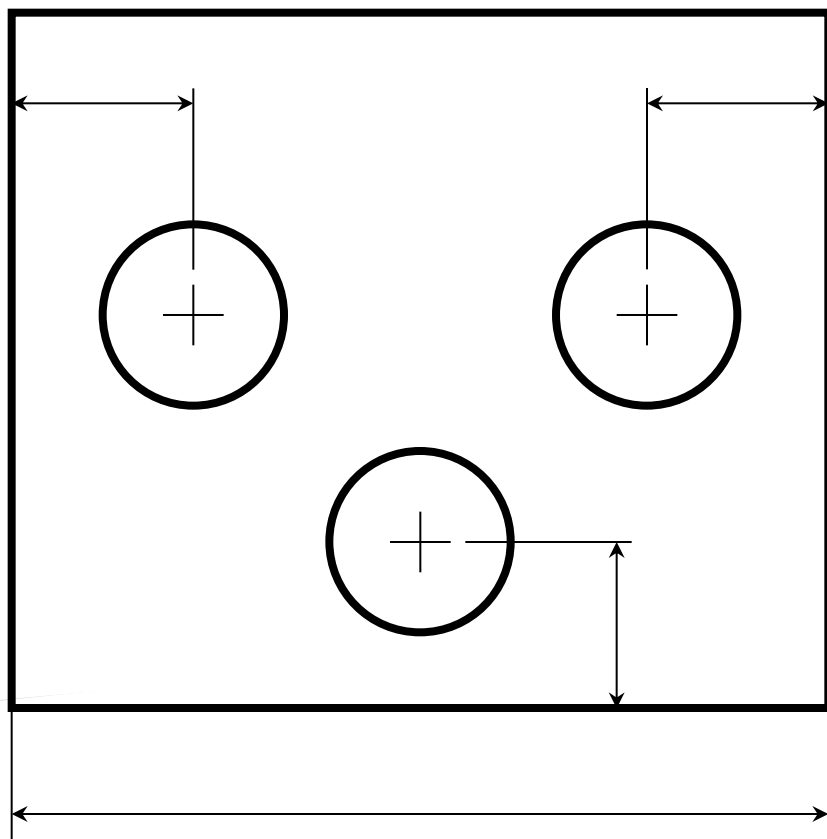
**Dimensione funzionale** (*non corrisponde ad alcuna quota sui singoli pezzi!*)

## Quotatura Coperchio

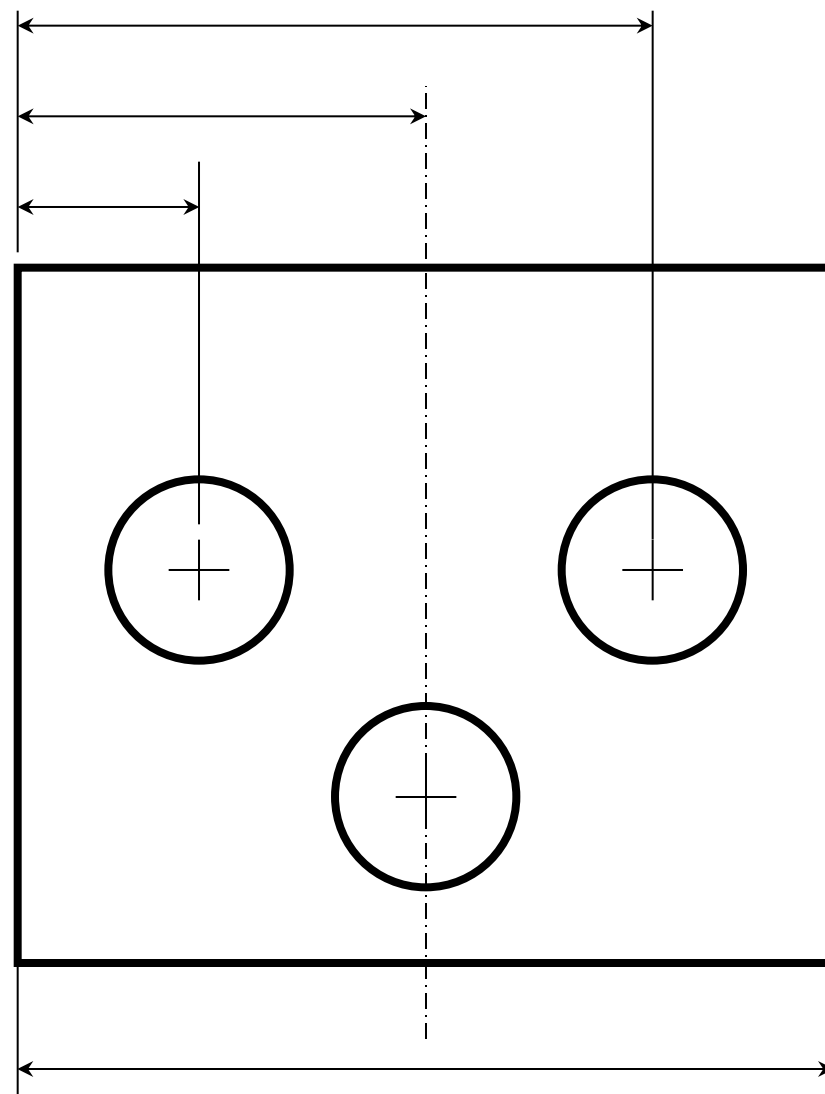


La quota comune  $k$  (*quota funzionale*) deve essere indicata esplicitamente su entrambi i pezzi

## Quotatura posizione fori multipli

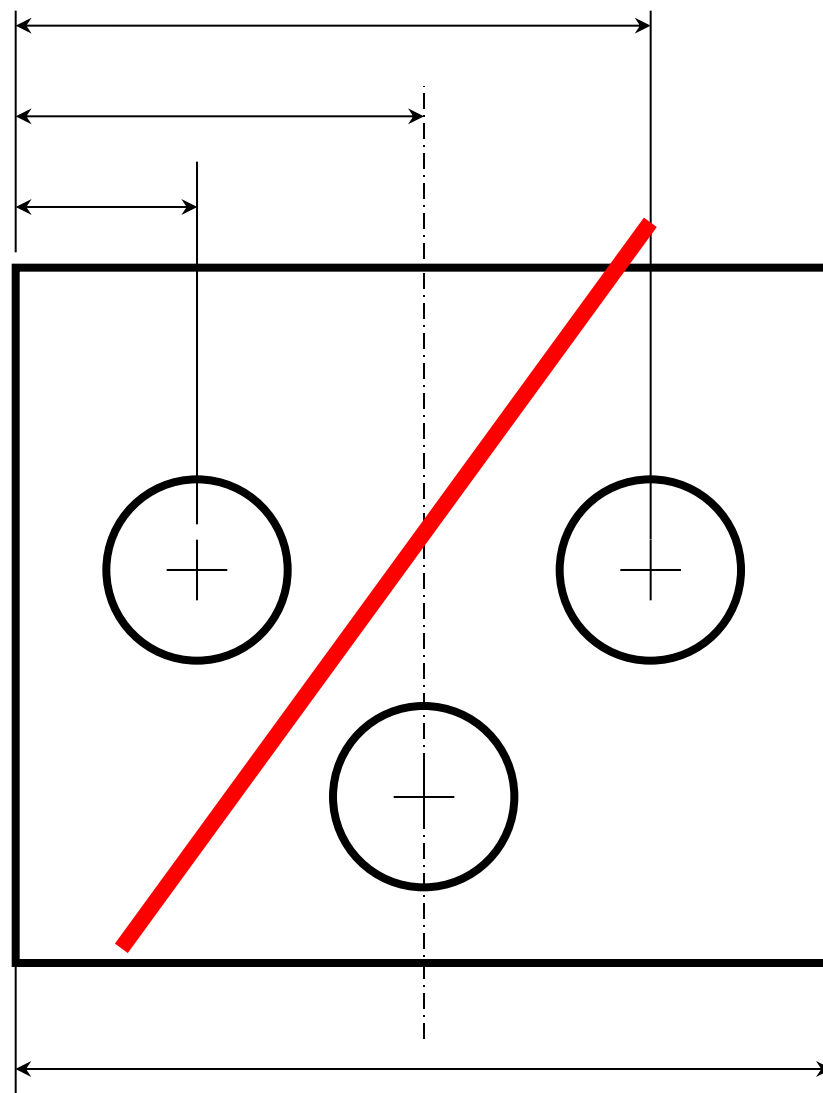
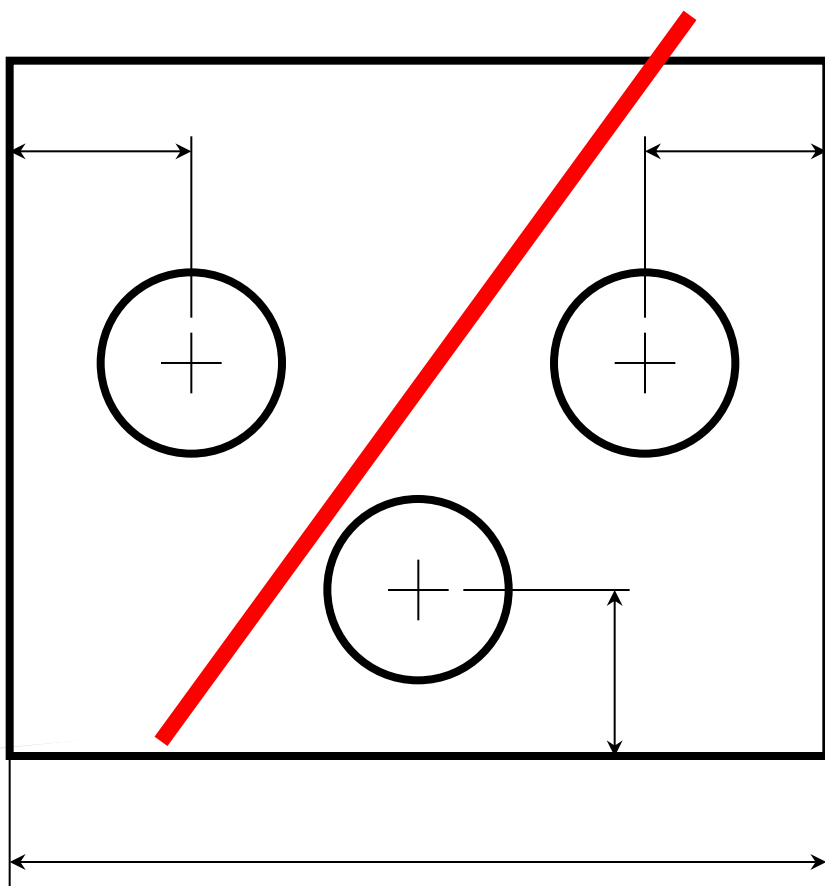


?

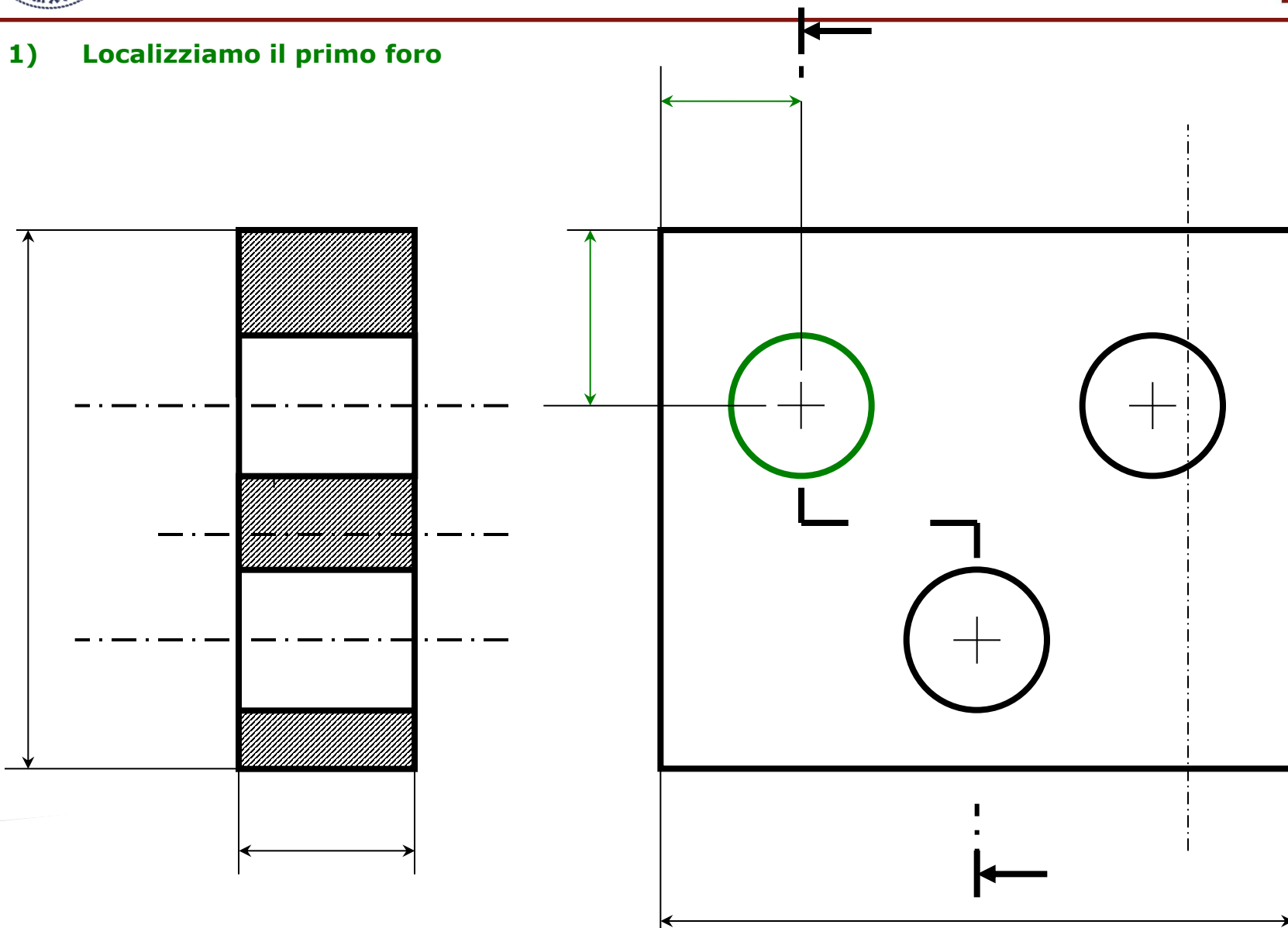


## Quotatura posizione fori multipli

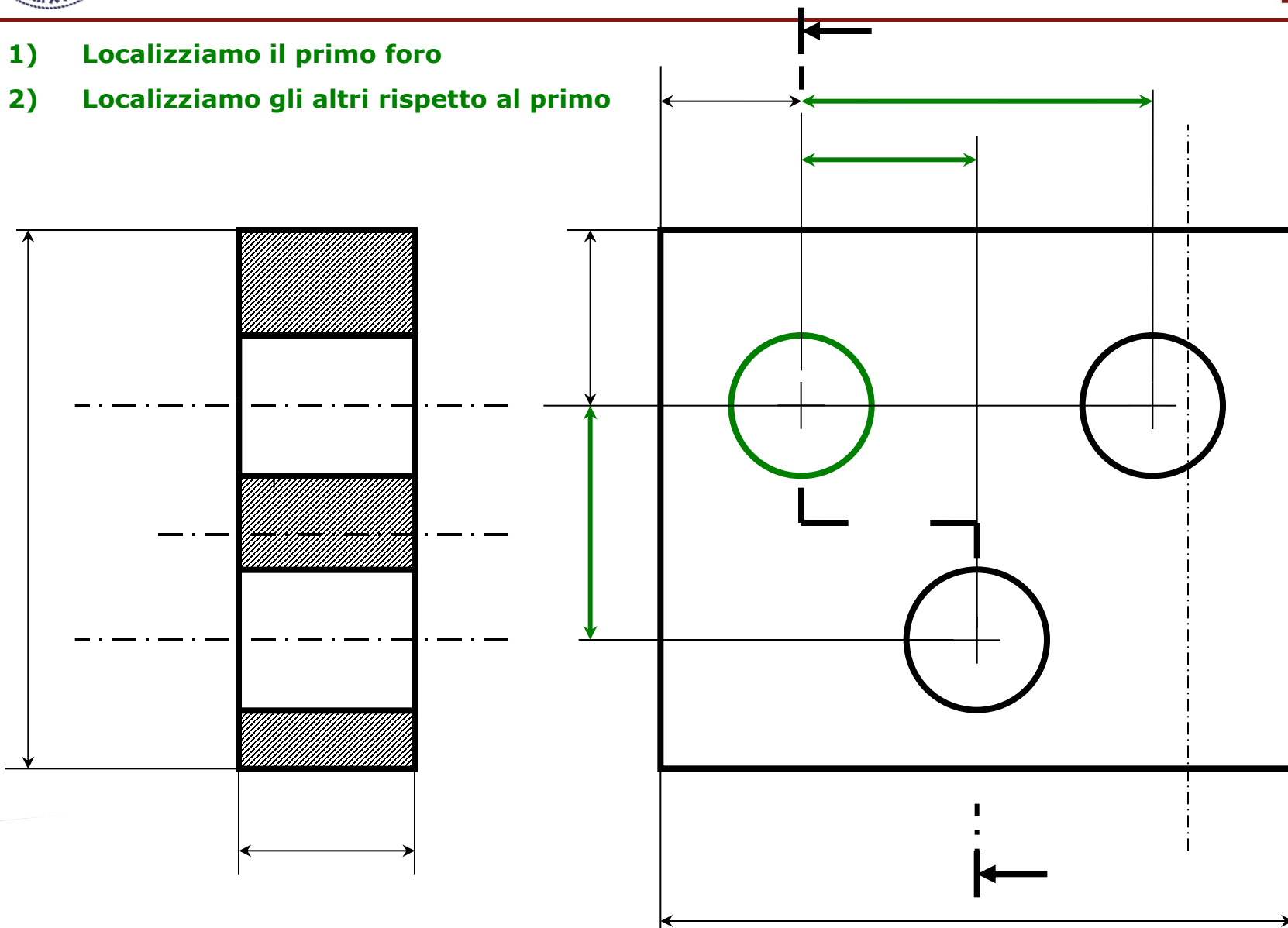
**SBAGLIATO: Gli interassi non sono esplicitamente assegnati !!!**



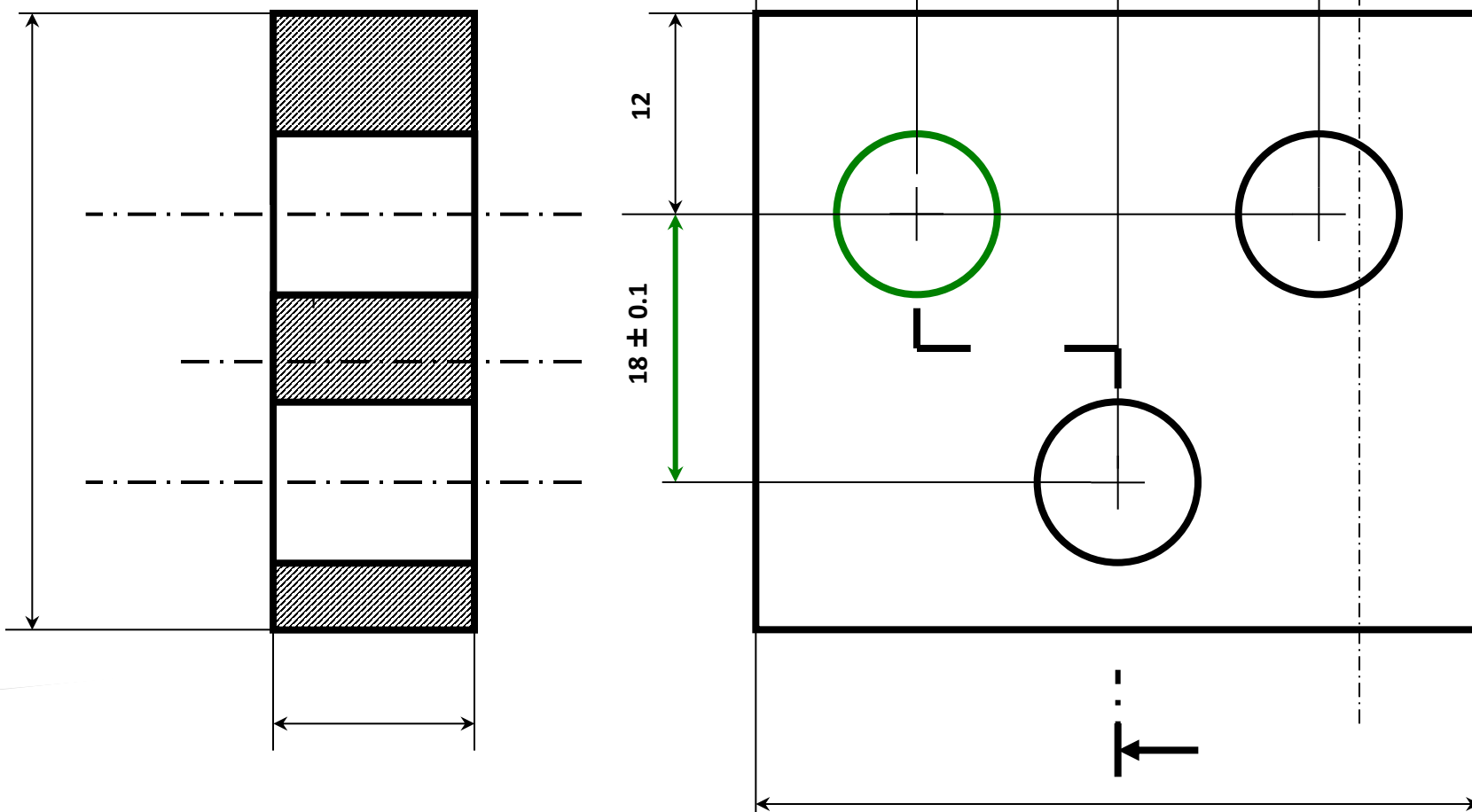
## 1) Localizziamo il primo foro



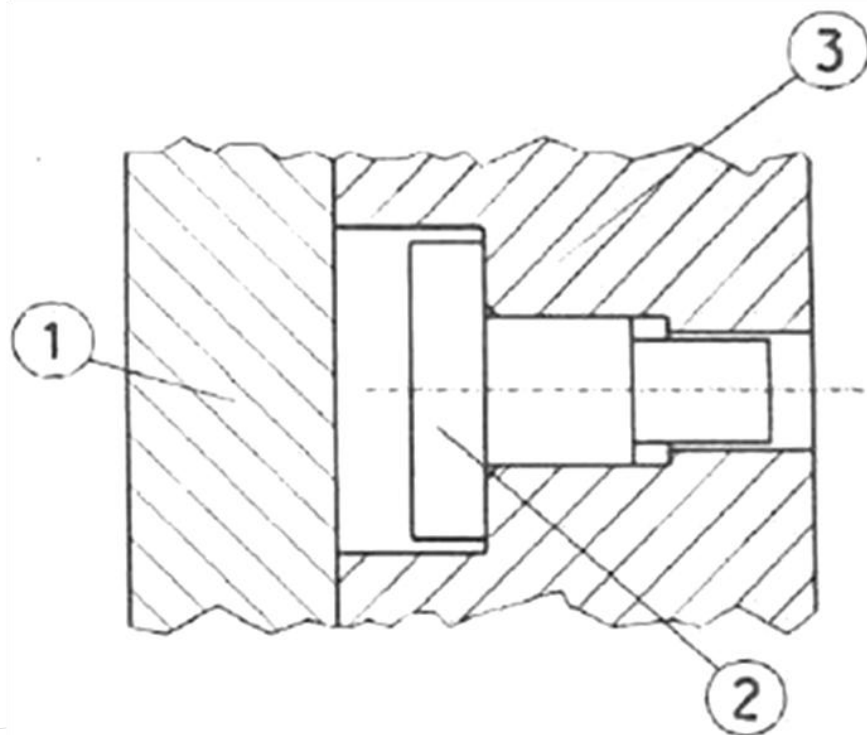
- 1) Localizziamo il primo foro
- 2) Localizziamo gli altri rispetto al primo



- 1) Localizziamo il primo foro
- 2) Localizziamo gli altri rispetto al primo
- 3) Assegniamo le *tolleranze* alle quote funzionali



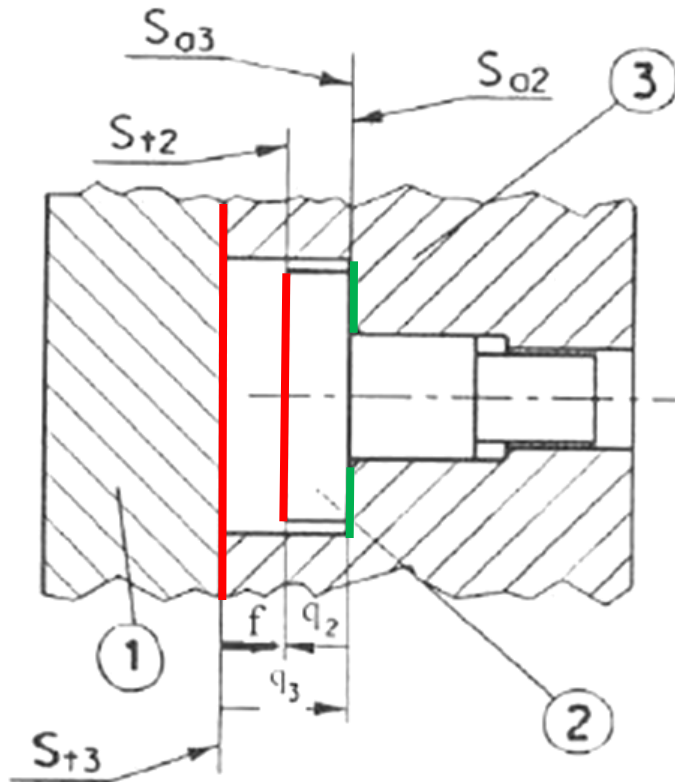
Complesso composto da: un pezzo (1), un perno (2) e un pezzo (3).  
 La testa del perno 2, costituito da tre cilindri coassiali, poggia su uno spallamento del particolare 3 che, a sua volta, poggia su 1.



Requisiti funzionali:

- a) La testa del perno deve poter consentire l'appoggio dell'elemento 3 sull'elemento 1.
- b) per consentire l'appoggio della testa di 2 sullo spallamento di 3, il tratto cilindrico intermedio di 2 non deve poggiare direttamente sullo spallamento di 3
- c) l'estremità destra del perno non deve fuoriuscire dal particolare 3.

Complessivo composto da: un pezzo (1), un perno (2) e un pezzo (3).  
 La testa del perno 2, costituito da tre cilindri coassiali, poggia su uno spallamento del particolare 3 che, a sua volta, poggia su 1.



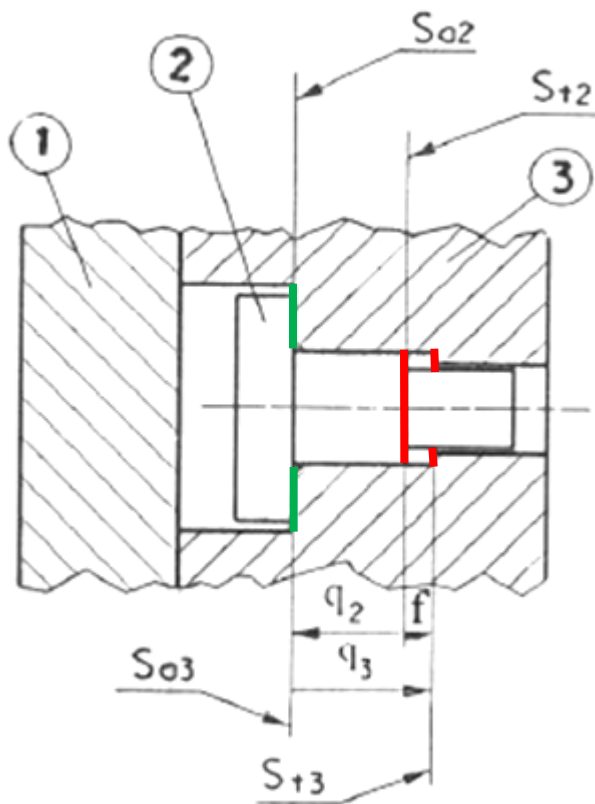
Requisiti funzionali:

- La testa del perno deve poter consentire l'appoggio dell'elemento 3 sull'elemento 1.
- per consentire l'appoggio della testa di 2 sullo spallamento di 3, il tratto cilindrico intermedio di 2 non deve poggiare direttamente sullo spallamento di 3
- l'estremità destra del perno non deve fuoriuscire dal particolare 3.

**q: quota funzionale**

**f: condizione funzionale**

Complessivo composto da: un pezzo (1), un perno (2) e un pezzo (3).  
La testa del perno 2, costituito da tre cilindri coassiali, poggia su uno spallamento del particolare 3 che, a sua volta, poggia su 1.

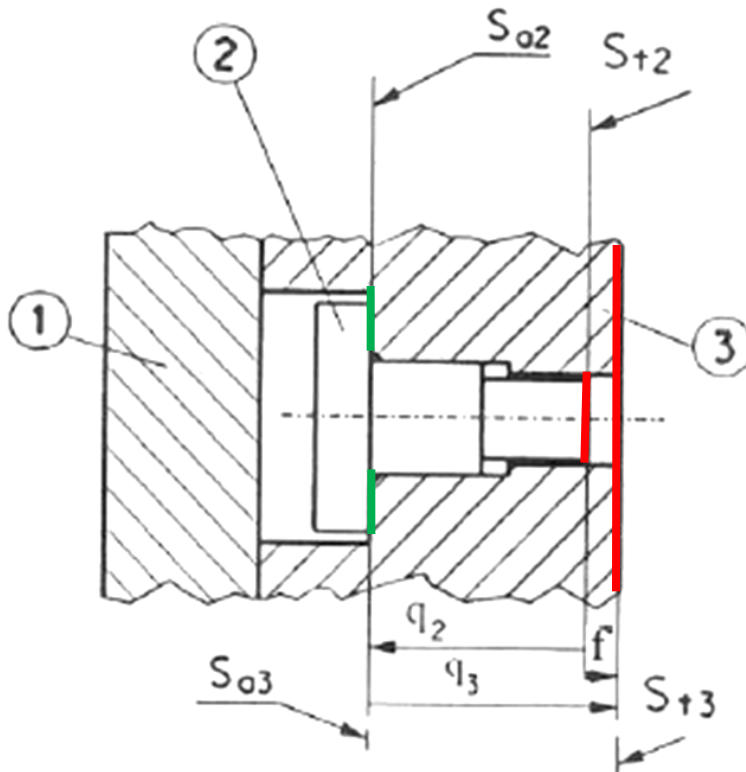


Requisiti funzionali:

- La testa del perno deve poter consentire l'appoggio dell'elemento 3 sull'elemento 1.
- per consentire l'appoggio della testa di 2 sullo spallamento di 3, il tratto cilindrico intermedio di 2 non deve poggiare direttamente sullo spallamento di 3
- l'estremità destra del perno non deve fuoriuscire dal particolare 3.

q: quota funzionale  
f: condizione funzionale

Complesso composto da: un pezzo (1), un perno (2) e un pezzo (3).  
La testa del perno 2, costituito da tre cilindri coassiali, poggia su uno spallamento del particolare 3 che, a sua volta, poggia su 1.

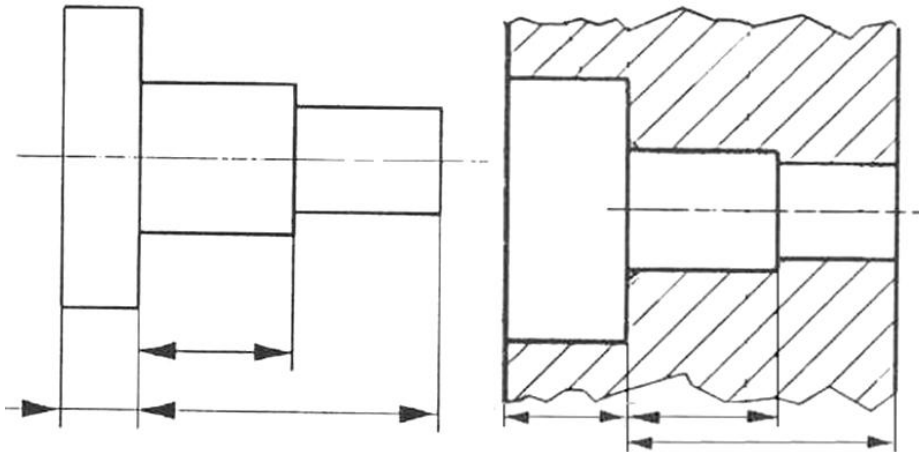


**Requisiti funzionali:**

- La testa del perno deve poter consentire l'appoggio dell'elemento 3 sull'elemento 1.
- per consentire l'appoggio della testa di 2 sullo spallamento di 3, il tratto cilindrico intermedio di 2 non deve poggiare direttamente sullo spallamento di 3
- l'estremità destra del perno non deve fuoriuscire dal particolare 3.

**q:** quota funzionale  
**f:** condizione funzionale

Complessivo composto da: un pezzo (1), un perno (2) e un pezzo (3).  
La testa del perno 2, costituito da tre cilindri coassiali, poggia su uno spallamento del particolare 3 che, a sua volta, poggia su 1.



**quote funzionali**

Requisiti funzionali:

- La testa del perno deve poter consentire l'appoggio dell'elemento 3 sull'elemento 1.
- per consentire l'appoggio della testa di 2 sullo spallamento di 3, il tratto cilindrico intermedio di 2 non deve poggiare direttamente sullo spallamento di 3
- l'estremità destra del perno non deve fuoriuscire dal particolare 3.

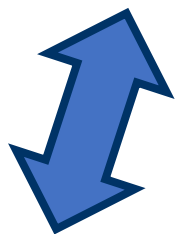
Nell'assegnare le quote dobbiamo tenere conto CONTEMPORANEAMENTE di:

1. Variabilità dei processi di fabbricazione
2. Funzionalità della parte nell'assieme
3. Tecnologie di fabbricazione

Per poter dimensionare correttamente un oggetto è bene che il progettista abbia contezza, almeno in linea generale, delle tecnologie di lavorazione col le quali il manufatto verrà realizzato

In mancanza, potrebbe capitare di assegnare dimensioni e geometrie in pratica non realizzabili o la cui realizzazione è inutilmente costosa

# Tecnologie di fabbricazione



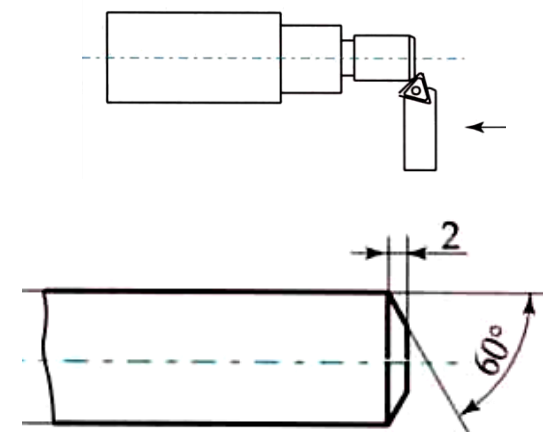
Proprietà del  
materiale



Forma del  
manufatto



Quotatura



- ✓ *La forma e le dimensioni* dell'oggetto devono essere coerenti con la tecnologia di fabbricazione
- ✓ Geometria e quotatura **dipendono** quindi dal particolare **ciclo di lavorazione** ipotizzato per produrre un componente (*fusione, tornitura, fresatura, foratura, stampaggio, ecc.*)



- Il processo di lavorazione di un assieme e dei vari particolari è definito da un tecnico (tecnologo di produzione) sulla base dei **disegni di progetto** e delle **tecnologie di produzione effettivamente disponibili**.
- Il "ciclo di lavorazione" è descritto in un documento nel quale viene indicata la **successione delle operazioni** che devono essere effettuate per realizzare il pezzo
- Sono indicati reparti, macchine, **utensili**, strumenti di **misura e di controllo**, **parametri di taglio**, tempi di lavoro e altro.

Ciclo n.	CICLO DI LAVORAZIONE		Foglio n. 1/1
Piastra forata e filettata	Relatore:	Data:	
<p>Acciaio EN 10084 - C16 Semilavorato di partenza: piastra fresata a dimensione</p>			
N.	Descrizione operazione	Macchina/reparto	Utensili/calibri/atrezzi
10	<p>10.1 - Tracciatura e bulinatura dei centri dei fori</p>	Laboratorio di disegno e tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piano di riscontro</li> <li>- Diedro</li> <li>- Punta a tracciare</li> <li>- Truschino universale</li> <li>- Bulino</li> </ul>
20	<p>20.1 - Esecuzione foro <math>\phi</math> 6,5 20.2 - Esecuzione lamatura <math>\phi</math> 10x6 20.3 - Esecuzione foro <math>\phi</math> 8,5 20.4 - Esecuzione svasatura a 120°</p>	Laboratorio di disegno e tecnologia Trapano sensitivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morsa universale</li> <li>- Punta elicoidale <math>\phi</math> 6,5 (6,5 N UNI 5619)</li> <li>- Allargatore cilindrico con guida fissa (10x6,5 UNI 6841)</li> <li>- Punta elicoidale <math>\phi</math> 8,5 (8,5 N UNI 5619)</li> <li>- Punta elicoidale <math>\phi</math> 12 (12 N UNI 5619)</li> </ul>
30	<p>30.1 - Esecuzione filettatura</p>	Laboratorio di disegno e tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morsa parallela da banco</li> <li>- Serie di maschi M10 (Maschi M10 UNI 7457)</li> <li>- Giramaschi</li> <li>- Squadretta di controllo a 90°</li> <li>- Olio da taglio</li> </ul>
40	40.1 - Collaudo finale	Laboratorio di disegno e tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibro 1/20</li> <li>- Calibro di riferimento M10</li> </ul>

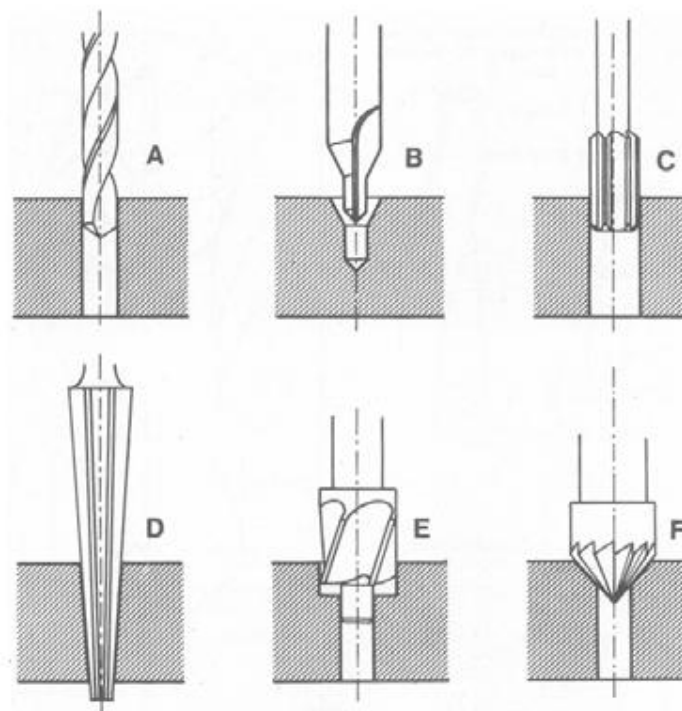
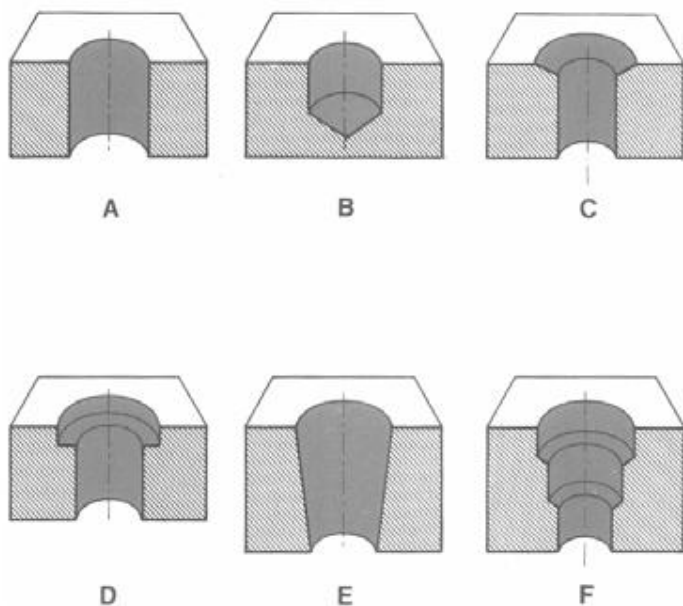
Nell'operare la **quotatura delle dimensioni non funzionali** è opportuno che il progettista tenga conto delle tecnologie con le quali verrà effettivamente realizzato il pezzo

In caso contrario, la produzione sarebbe costretta a ricavare le quote di suo interesse indirettamente o, peggio, modificarle, **mettendo a rischio il criterio di quotatura e la funzionalità dell'oggetto**



La conoscenza delle tecnologie di fabbricazione consente di pensare il manufatto come un insieme di *caratteristiche realizzative*, dette **feature**, frutto delle diverse lavorazioni.

Esempi di feature comuni sono **fori**, **smussi**, **fori asolati**, sedi per linguette e chiavette, **cave**, denti, gole, ecc.

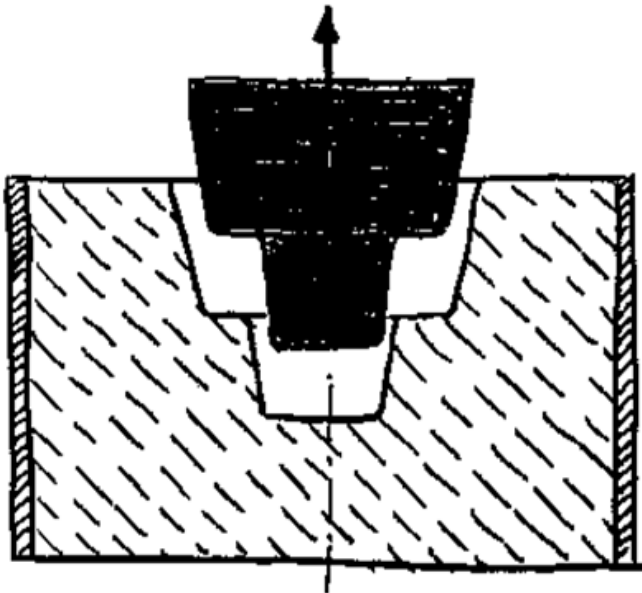
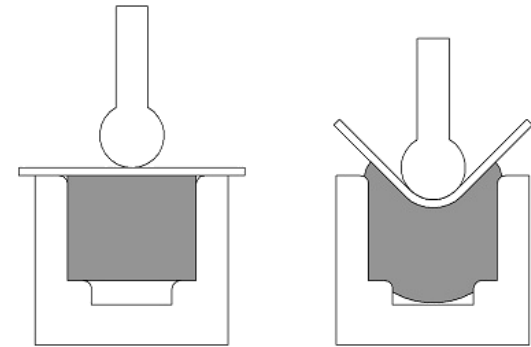


La conoscenza delle tecnologie di fabbricazione consente di pensare il manufatto come un insieme di **caratteristiche realizzative**, dette **feature**, frutto delle diverse lavorazioni.

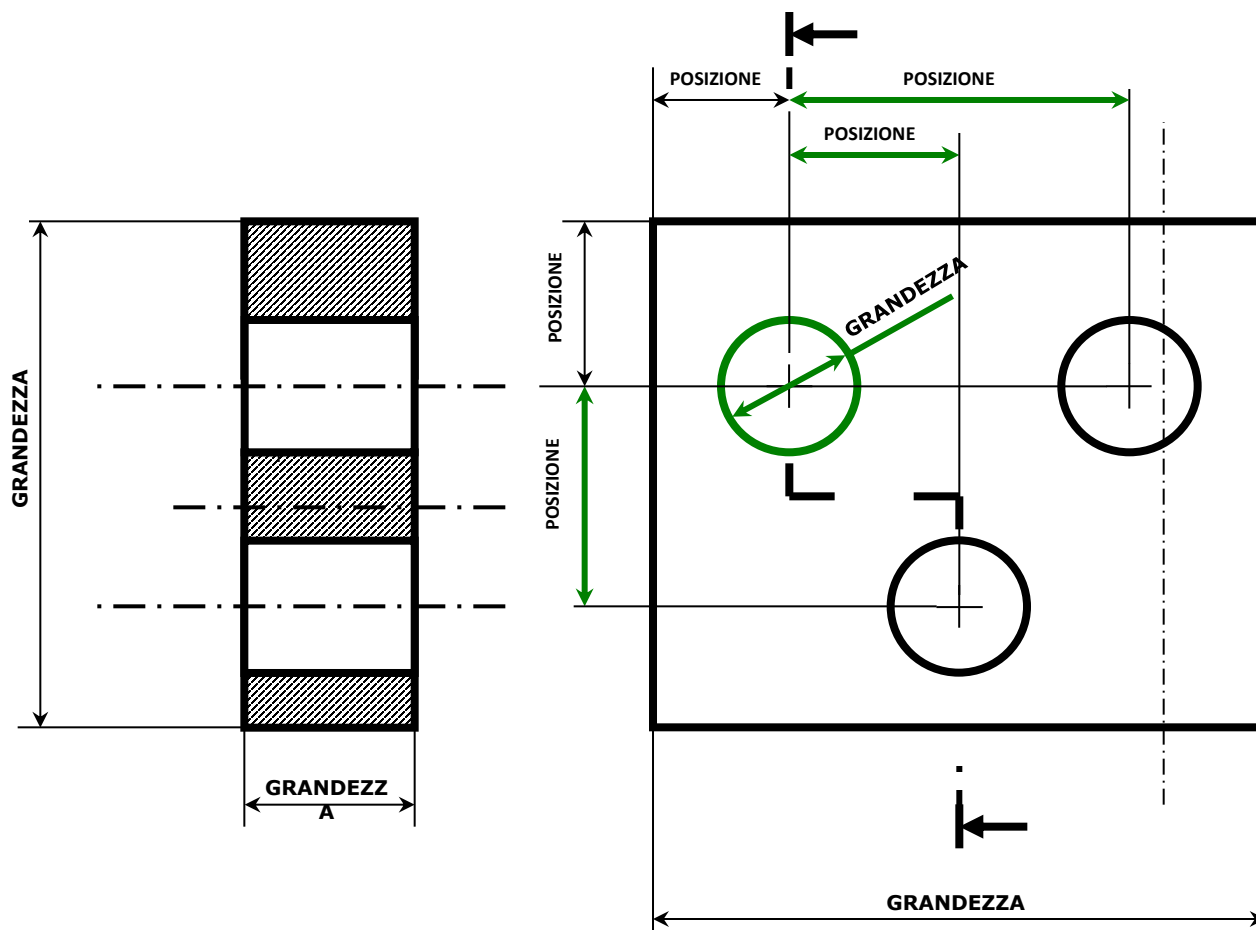
Esempi di feature comuni sono **fori**, **smussi**, **fori asolati**, sedi per linguette e chiavette, **cave**, denti, gole, ecc.



Altre feature non sono “standardizzate” e richiedono **utensili di forma** specifica, **stampi** o procedimenti particolari per essere realizzate.



Ogni feature ha comunque una funzione che dovrà essere caratterizzata in termini di **posizione** e **grandezza**.





**Quote di grandezza** Indicano la dimensione voluta per una caratteristica (*feature*) del manufatto (es. diametro di un foro, raggio di raccordo, lunghezza di uno smusso, cava, angolo di spoglia, ecc.). *Per quotare correttamente la grandezza di una feature è bene conoscere la tecnologia con la quale esso verrà realizzato* (es. di un foro si quota sempre il diametro e non il raggio perché gli utensili di forma per realizzare un foro sono normalizzati in funzione del diametro nominale).

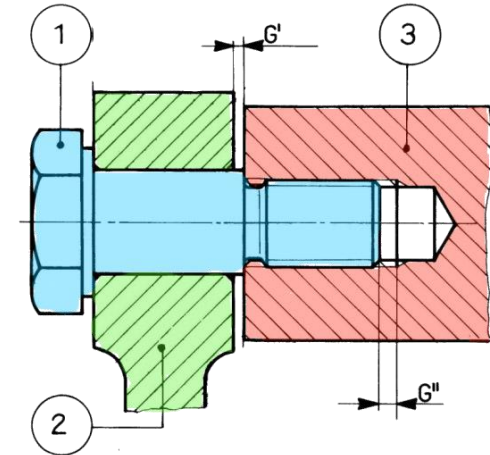
## Quote di posizione

Indicano *la posizione di una caratteristica del manufatto rispetto ad un riferimento di riscontro (superficie, asse, ecc.), il quale dovrebbe essere precisamente individuabile al momento della realizzazione della caratteristica quotata*. Pertanto, le quote di posizione sono in relazione con il *ciclo di lavorazione della parte*.

La scelta delle tecnologie di fabbricazione di un pezzo attiene alle competenze del progettista ed esula dallo scopo del presente corso. Tuttavia si sottolineano i seguenti aspetti che impattano sul disegno meccanico:

- Esiste una stretta correlazione fra **materiale** da utilizzare ed il **metodo di fabbricazione**. Per esempio: una biella, essendo un pezzo molto sollecitato, deve essere di acciaio ed è realizzata per stampaggio; il carter della scatola ingranaggi invece è fatto in ghisa per poter essere ottenuto per fusione. **Talvolta quindi si dà priorità alle caratteristiche meccaniche e al materiale, talvolta al metodo di lavorazione.**
- Esiste una relazione tra il **disegno di progetto e la lavorazione alle macchine utensili**: la precisione di lavorazione richiesta. Sul disegno, oltre le quote, devono essere indicate **tolleranze** e grado di finitura delle superfici che realizzano gli accoppiamenti. Tolleranze sulle quote e finitura superficiale, oltre a dipendere direttamente dal tipo di macchina utensile utilizzata, sono legate fra di loro: non è possibile ottenere una tolleranza ristretta sulle quote di un pezzo senza prevedere anche un'adeguata lavorazione superficiale

- Quotare bene significa assegnare dimensioni all'oggetto rappresentato e prescrivere opportune tolleranze, tenendo conto di:
  - **Funzionalità** della parte nell'assieme
  - **Tecnologia** di fabbricazione
  - **Modalità** di verifica delle dimensioni prescritte
  - **Costo** del manufatto





# Conclusioni



Il progettista userà:

**Quote funzionali** (*di posizione o grandezza*): per tutti gli accoppiamenti di precisione con altre parti per i quali è necessario garantire un preciso requisito funzionale (incastro, leggero gioco, ecc.)

**Quote non funzionali** (*di posizione o grandezza*): da disporre in maniera opportuna tenendo conto delle tecnologie di lavorazione e in modo da minimizzare il costo del manufatto.

**Quote ausiliarie**: Fra parentesi, ove necessario per maggiore chiarezza.

In ogni caso le quote esplicite (funzionali e non) dovranno essere **necessarie e sufficienti** a definire univocamente le dimensioni del pezzo.

**Le dimensioni esplicite rappresentano l'autorità ingegneristica ai fini della verifica dimensionale.**

# Conclusioni

Da quanto detto è chiaro che la collocazione delle quote sul disegno esecutivo di un particolare dipenderà dall'intento del progettista (*design intent*) e sarà effettuata secondo la seguente procedura:

- Si individuano i **referimenti ideali iniziali** che sono in relazione con caratteristiche certe del pezzo (assi, superfici sfacciate, gole, ecc.). Rispetto a tali riferimenti si definiranno le quote di posizione.
- **Si cominciano ad indicare le quote funzionali**, ovvero le quote di grandezza e posizione relative ad accoppiamenti sulle quali il progettista vuole aver il più stretto controllo dimensionale e geometrico, specificando, se necessario, opportune tolleranze dimensionali.
- Esauriti gli accoppiamenti, **il progettista procederà ad assegnare tutte le quote non funzionali** ovvero dimensioni non relative ad accoppiamenti, ma necessarie a definire completamente la forma di ogni parte coerentemente con il ciclo tecnologico ipotizzato dal progettista (es. fori asolati, quote relative all'ingombro spaziale del pezzo, ecc.)
- Infine, ove ritenuto utile per **chiarezza comunicativa** (es. ingombri di assieme, ampiezza di escursione leveraggi e cinematismi, ecc.), è possibile indicare **quote ausiliarie** fra parentesi tonde.



**FINE**