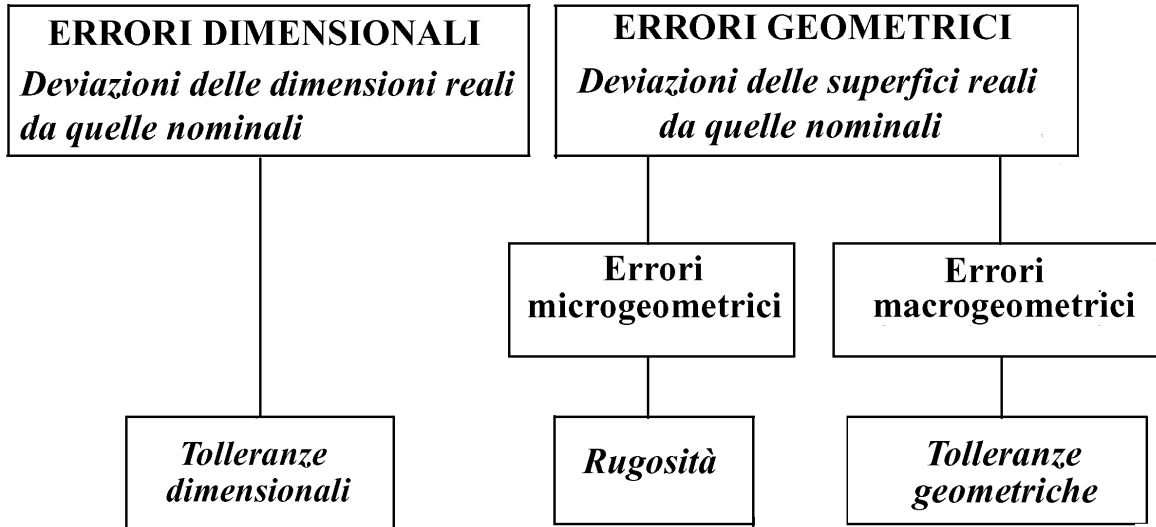


TOLLERANZE DI LAVORAZIONE

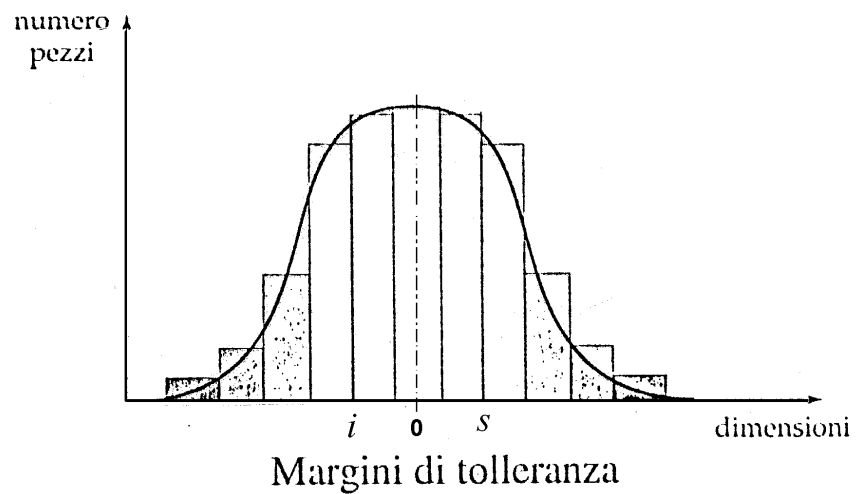
Argomenti

- Dimensioni nominali e dimensioni reali
- Errori di realizzazione accettati
- Controllo delle dimensioni
 - Calibri differenziali a forcella e a tampone
- Definizione e concetti di:
 - Tolleranza
 - Scostamenti
- Tolleranze libere
- Sistema ISO di tolleranze
- Concetto di accoppiamento
 - Mobile
 - Incerto
 - Stabile
- Sistemi di accoppiamento ISO

DAL DISEGNO ALLA REALIZZAZIONE



Distribuzione teorica dei pezzi realizzati



I valori della precedente tabella derivano dal seguente calcolo:

1 - Calcolare l'UNITA' DI TOLLERANZA

- UNITA' DI TOLLERANZA ($D_2 \leq 500$)

$$[D] = \text{mm}$$

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001 \cdot D$$

$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2} \quad \left[\frac{D-D_1}{D_1} = \frac{D_2-D}{D} \right]$$

$$[0.45] = \left[L^{\frac{2}{3}} \right]$$

$$[I] = [i] = \mu\text{m}$$

- UNITA' DI TOLLERANZA
($500 < D_2 \leq 3.150$)

$$I = 0.004 D + 2.1$$

$$i = 0.45 \cdot D^{1/3} + 0.001 \cdot D \rightarrow \text{tg} \alpha = \left. \frac{di}{dD} \right|_{D=447} \approx 0.004$$

La retta tangente a i per $D = 447$ vale allora:

$$I = 0.004 D + c \quad c = \text{cost.}$$

c può essere calcolata uguagliando

$I = i$ quando $D = 447$

$c \approx 2.1$ per cui: $I = 0.004 \cdot D + 2.1$

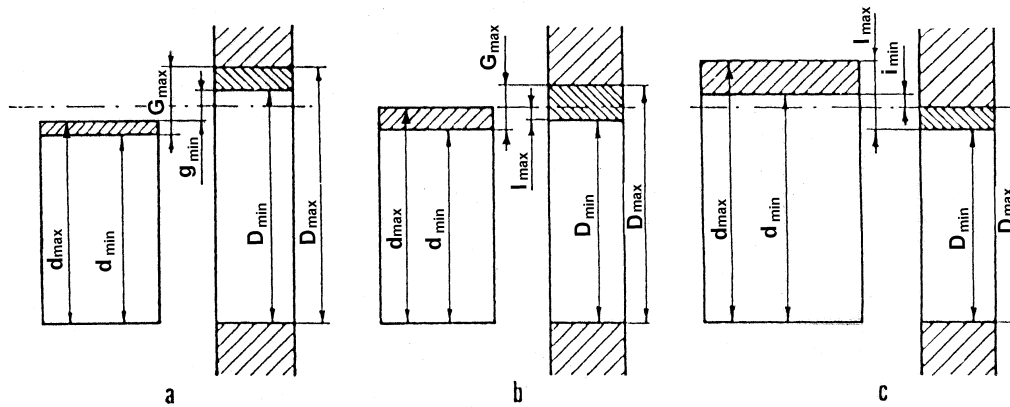
2 - Moltiplicare il valore dell'unità di tolleranza trovato per il numero di unità riportato nella tabella sottostante in funzione del grado di tolleranza

Gradi di tolleranza normalizzati	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Moltiplicare i per	2'	2.7'	3.7'	5'	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

* Solo per dimensioni da 500 a 3150 mm.

Accoppiamenti albero-foro

- a) MOBILE (con gioco)
- b) INCERTO
- c) STABILE (con interferenza)



MINIMO MATERIALE

- A) $g_{max} = D_{max} - d_{min} = (D + s_f) - (D + i_a) = s_f - i_a;$
- B) $g_{max} = D_{max} - d_{min} = s_f - i_a;$
- C) $i_{min} = d_{min} - D_{max} = i_a - s_f;$

MASSIMO MATERIALE

- A) $g_{min} = D_{min} - d_{max} = s_a - i_f$
- B) $i_{max} = d_{max} - D_{min} = s_a - i_f$
- C) $i_{max} = d_{max} - D_{min} = s_a - i_f$

Extra Precisi								Precisi								Medio Precisi								Grossolani											
Foro		Albero						Foro		Albero						Foro		Albero						Foro											
H6	p5	n5	k6	js6	h6	g5	f6	H7	u7	s6	r6	p7	n6	m6	k7	h6	g6	f7	H8	n8	k7	js7	h7	h8	f7	f8	e8	d8	H11	h11	c11				
Tipo di accoppiamento		Bloccato alla pressa	Bloccato serrato	Bloccato Leggero	Bloccato di spinta	Con scorrimento	Libero stretto	Libero normale	Tipo di accoppiamento		Bloccato a caldo	Bloccato a caldo	Bloccato alla pressa	Bloccato serrato	Bloccato serrato	Bloccato Normale	Bloccato Leggero	Con scorrimento	Libero stretto	Libero normale	Tipo di accoppiamento		Bloccato serrato	Bloccato Leggero	Bloccato di spinta	Con scorrimento	Con scorrimento	Libero normale	Libero normale	Libero largo	Libero ampio	Tipo di accoppiamento		Con scorrimento	Libero amplissimo
Rettificazione, alta precisione Montaggio cuscinetti, tenute idrauliche								Rettificazione, media precisione Rettificazione alberi, alesatura								Lavorazioni alle macchine utensili Tornitura, fresatura, alesatura								Qualsiasi tipo di macchina											
Bloccato di spinta: montaggio a mano forzando leggermente Bloccato leggero: montaggio a pressione con torchietto Bloccato normale: montaggio a pressione con torchietto Bloccato serrato: montaggio a pressione eventualmente con differenza di temperatura Bloccato alla pressa: montaggio a pressione eventualmente con differenza di temperatura																	Bloccato a caldo: con differenza di temperatura tra i due pezzi Con scorrimento: parti rotanti o scorrevoli con buona lubrificazione Libero stretto: accoppiamenti mobili a bassa velocità Libero normale: pezzi rotanti ad alta velocità Libero largo e ampio: pezzi che richiedono molto gioco																		

Materiale	Tipo di montaggio	Gruppi di dimensioni mm	Differenza di temperatura in °C tra i due pezzi per accoppiamento				
			H6	H6	H7	H7	H7
			n5	p5	m6	n6	r6
Acciaio	A mano	fino a 18	160	220	160	300	320
		sopra 18 a 50	130	180	130	240	280
		sopra 50	90	125	90	140	160
	Con mazzuolo o torchietto	fino a 18	100	150	100	190	200
		sopra 18 a 50	80	110	80	150	180
		sopra 50	50	80	60	90	100
Leghe leggere	A mano	fino a 18	80	-	-	-	-
		sopra 18 a 50	60	-	70	-	-
		sopra 50	40	-	60	-	-
	Con mazzuolo o torchietto	fino a 18	50	-	60	-	-
		sopra 18 a 50	40	-	40	-	-
		sopra 50	30	-	40	-	-

1 **Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari, esclusi smussi e raccordi per eliminazione di spigoli (per raccordi esterni ed altezze di smusso, vedere prospetto 2)**

Dimensioni in mm

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

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

2 **Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari di smussi e raccordi per eliminazioni di spigoli (per raccordi esterni ed altezze di smusso)**

Dimensioni in mm

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

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

3 **Scostamenti limite ammessi per dimensioni angolari**

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

Esercizio: Calcolare la quota risultante Q

$$Q_1 + Q_2 - Q_3 - Q_4 + Q = 0$$

$$Q = (Q_3 + Q_4) - (Q_1 + Q_2) = \Sigma Q^+ - \Sigma Q^-$$

$$* Q + s = (Q_3 + s_3 + Q_4 + s_4) - (Q_1 + i_1 + Q_2 + i_2)$$

Sottraendo membro a membro si ha:

$$s = (s_3 + s_4) - (i_1 + i_2) = \Sigma s^+ - \Sigma i^-$$

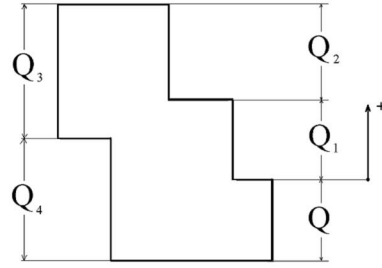
Con analogo procedimento si trova:

$$i = \Sigma i^+ - \Sigma s^-$$

$$T = s - i = \Sigma s^+ - \Sigma i^- - \Sigma i^+ + \Sigma s^- =$$

$$= \Sigma s^+ - \Sigma i^+ + \Sigma s^- - \Sigma i^- =$$

$$T = \Sigma t^+ + \Sigma t^-$$



* Si consideri che la quota risultante sarà massima quando le quote che si sommano (Q^+) sono massime e le quote che si sottraggono (Q^-) sono minime. Inversamente per la quota risultante minima.

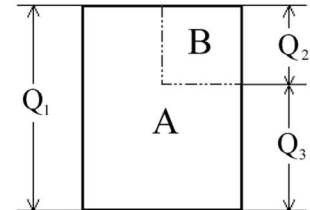
La tolleranza della quota risultante è pari alla somma delle tolleranze delle singole quote

ESERCIZI

1 - Data la piastra A di altezza $Q_1 = 130^{+0,050}_{-0,040}$ eseguire il taglio B di altezza $Q_2 = 50^{+0,030}_{-0,020}$. Calcolare la quota Q_3 ($Q_3 = 80^{\pm 0,070}$)

2 - Data la piastra A di altezza $Q_1 = 130^{+0,050}_{-0,040}$ calcolare la quota Q_2 sapendo che $Q_3 = 80^{\pm 0,070}$ ($Q_2 = 50^{+0,120}_{-0,110}$)

3 - Data la piastra A di altezza $Q_1 = 130^{+0,050}_{-0,040}$ calcolare la quota Q_3 in modo che risulti $Q_2 = 50^{+0,030}_{-0,020}$ (?)

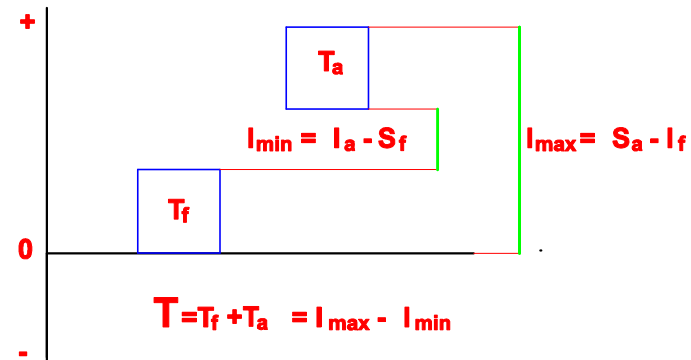
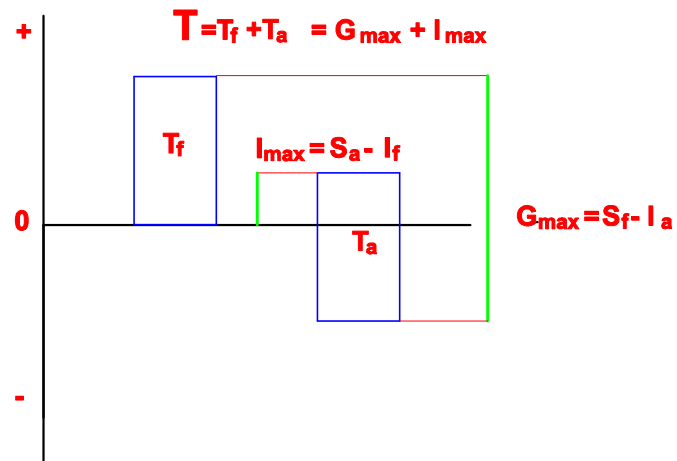
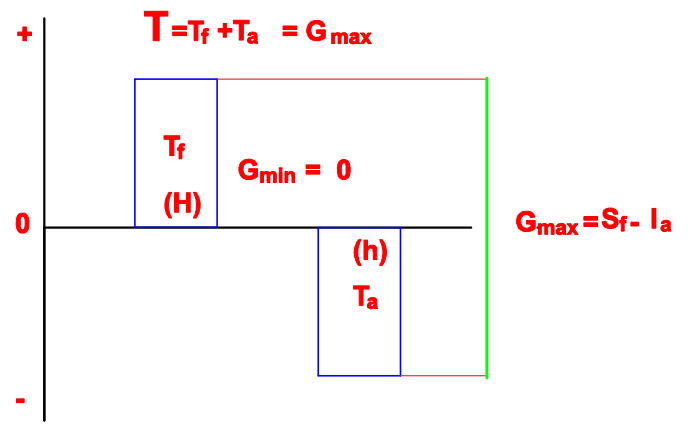
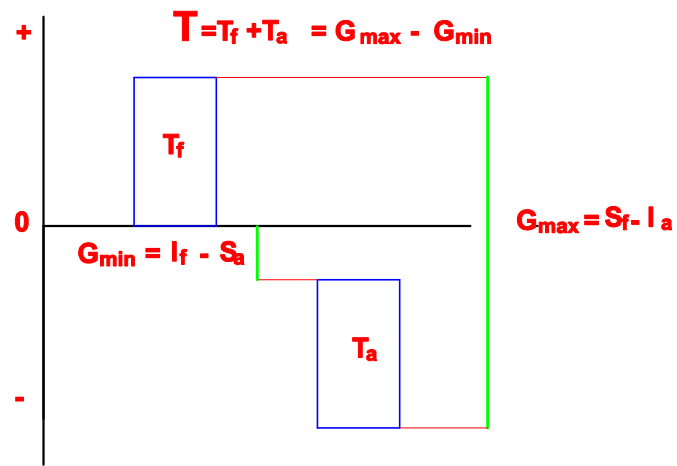


4 - Trovare la classe di tolleranza ISO per un albero $\varnothing 80^{+0,095}_{-0,030}$ [f8]

5 - Si vuol realizzare un accoppiamento albero-foro $\varnothing 30$ con gioco massimo $80 \mu\text{m}$ e gioco minimo $20 \mu\text{m}$. Trovare la classe di tolleranza di albero e foro. (H8/f7)

6 - Si vuol realizzare un accoppiamento albero-foro $\varnothing 30$ con gioco massimo $80 \mu\text{m}$ e interferenza massima $30 \mu\text{m}$. Trovare la classe di tolleranza di albero e foro. (H9/j8)

7 - Si vuol realizzare un accoppiamento albero-foro $\varnothing 30$ con interferenza massima $50 \mu\text{m}$ e interferenza minima $10 \mu\text{m}$. Trovare la classe di tolleranza di albero e foro. (H7/s6)



**DETERMINARE LA CLASSE DI TOLLERANZA
DI ALBERO E FORO DI DIAMETRO 24mm
CHE DEVONO ACCOPPIARSI CON GIOCO MASSIMO
DI 80 MICRON E GIOCO MINIMO DI 20 MICRON**

- 1 - Calcolare la tolleranza dell'accoppiamento
(errore totale ammesso)**
- 2 - Calcolare l'unità di tolleranza per la
dimensione di 24 mm**
- 3 - Calcolare il numero di unità di
tolleranza disponibili**
- 4 - Decidere quante unità di tolleranza assegnare
al foro e quante all'albero in funzione
della tabella dei gradi di tolleranza**
- 5 - Calcolare la tolleranza del foro e dell'albero**
- 6 - Stabilire il sistema di accoppiamento
(foro o albero base)**
- 7 - Stabilire la posizione della tolleranza di foro
e albero (e quindi dei relativi scostamenti)**
- 8 - Definire la posizione (lettera) dell'elemento
non base (albero o foro)**
- 9 - Quotare ciascun elemento con la propria classe
di tolleranza trovata**
- 10- Ricordarsi che ai fini dell'esame si richiede
sempre di quotare l'accoppiamento**