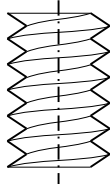


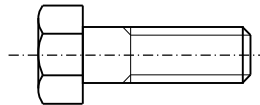
Viti, bulloni e serraggi

Nomenclatura:

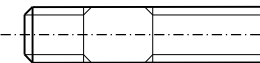
Vite:



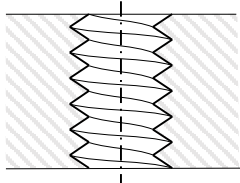
Viti mordenti



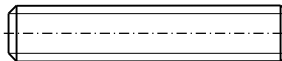
Viti prigioniere (prigionieri)



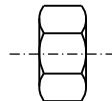
Madrevite:



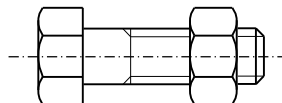
Barre filettate



Dadi



Bulloni (vite + dado)



Tipologie delle filettature:

Triangolari

ISO

UNI

Whitworth

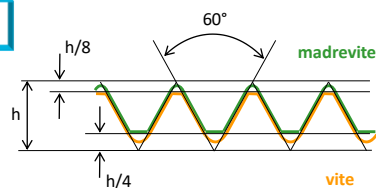
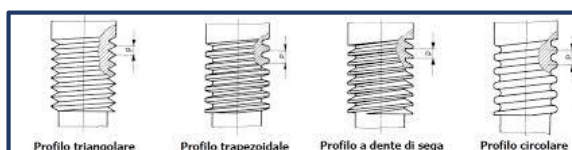
Gas (cilindriche e coniche)

Rettangolari

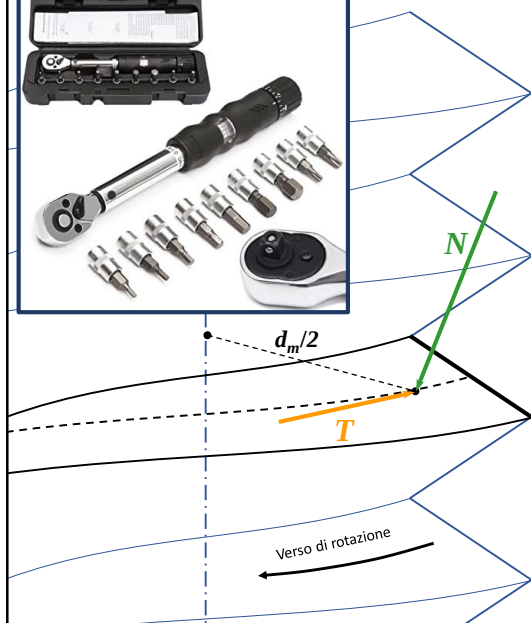
Trapezoidali

A denti di sega

Utilizzate per le viti di manovra



Carichi agenti sulle viti:



L'insieme delle forze scambiate tra vite e madrevite durante l'avvitamento può essere studiato pensando tali carichi agenti solo sull'elica media del filetto e composti da due sole azioni:

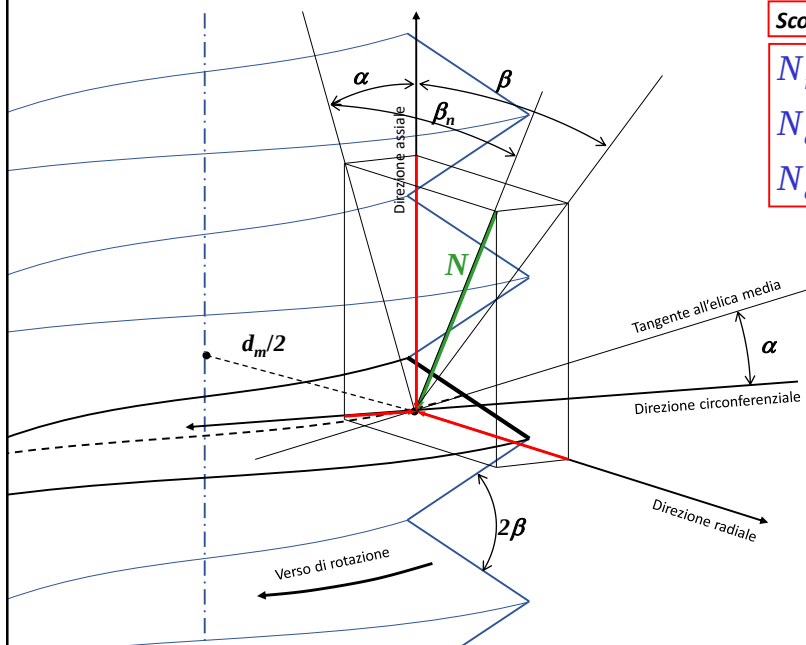
- la forza N , diretta secondo la normale alla superficie di interfaccia
- la forza T , dovuta all'attrito radente, diretta secondo la tangente all'elica media in verso tale da opporsi alla rotazione relativa vite-madrevite.

Le componenti T ed N sono legate dalla relazione:

$$T = f N$$

dove f è il coefficiente di attrito radente che normalmente vale $0.15 \sim 0.2$

Carichi agenti sulle viti: componente N



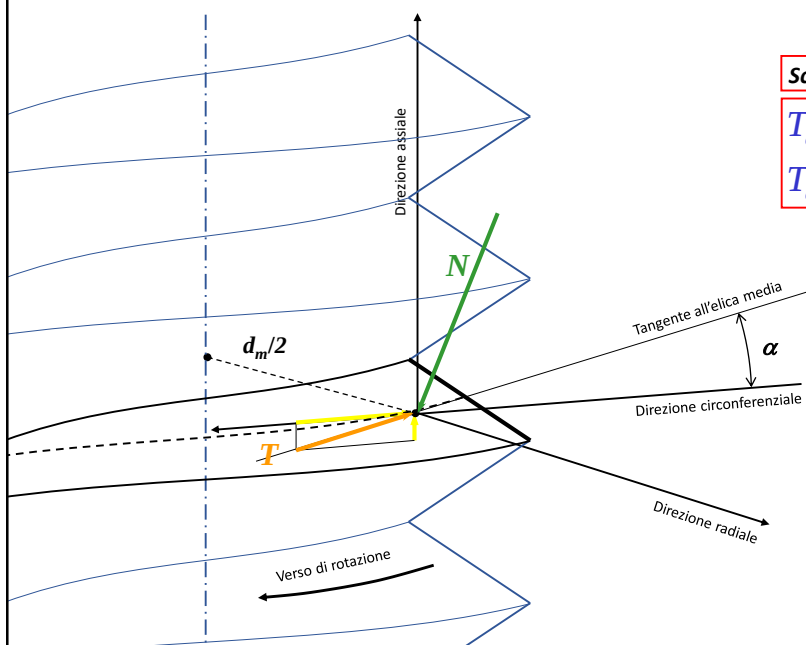
Scomposizione di N :

$$N_{rad} = -N \sin \beta_n$$

$$N_{ass} = -N \cos \beta_n \cos \alpha$$

$$N_{cir} = -N \cos \beta_n \sin \alpha$$

Carichi agenti sulle viti: componente T



Scomposizione di T :

$$T_{ass} = T \sin \alpha$$

$$T_{cir} = -T \cos \alpha$$

Carichi agenti sulle viti:

Indicando con R_{ass} e R_{cir} le risultanti secondo le direzioni assiale e circonferenziale delle forze studiate, potremo scrivere:

$$R_{ass} = N_{ass} + T_{ass} = -N \cos \beta_n \cos \alpha + T \sin \alpha$$

$$R_{cir} = N_{cir} + T_{cir} = -N \cos \beta_n \sin \alpha - T \cos \alpha$$

Sostituendo a T l'espressione fN , potremo ricavare dalle equazioni precedenti la seguente relazione tra R_{ass} e R_{cir} :

$$R_{cir} = R_{ass} \frac{\cos \beta_n \sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \beta_n \cos \alpha - f \sin \alpha}$$

Si noti che la risultante delle azioni radiali agenti su un numero intero di spire è nulla.

Carichi agenti sulle viti:

$$R_{cir} = R_{ass} \frac{\cos \beta_n \sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \beta_n \cos \alpha - f \sin \alpha}$$

Sebbene β_n sia esprimibile in funzione di α e β :

$$\tan \beta_n = \tan \beta \cos \alpha$$

molto spesso si considera accettabile porre $\beta_n = \beta$.

Invertendo il verso di rotazione, cambiano di segno le componenti di T :

$$R'_{cir} = R'_{ass} \frac{\cos \beta_n \sin \alpha - f \cos \alpha}{\cos \beta_n \cos \alpha + f \sin \alpha}$$

La filettatura risulta irreversibile quando:

$$\frac{R'_{cir}}{R'_{ass}} < 0 \quad \Leftrightarrow \quad \cos \beta_n \sin \alpha - f \cos \alpha < 0 \quad \Leftrightarrow \quad f > \cos \beta_n \tan \alpha$$

Carichi agenti sulle viti:

Dalle relazione precedente segue immediatamente il legame tra il momento di serraggio M_1 ed il carico assiale sulla vite R_{ass} :

$$M_1 = R_{cir} \frac{d_m}{2} = R_{ass} \frac{d_m}{2} \frac{\cos \beta \sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \beta \cos \alpha - f \sin \alpha}$$

Infine, considerando l'interazione tra la testa della vite e la sua superficie di appoggio avremo anche il contributo M_2 :

$$M_2 = \frac{f R_{ass} D_m}{2}$$

dove D_m è il diametro medio della testa della vite.

Per una vite **ISO M10** a cui si vuole dare una tensione di serraggio di **20 kN** sarà necessario applicare la somma dei momenti M_1 ed M_2 così calcolati:

$$\begin{aligned} \alpha &\cong 2.73^\circ \\ \beta &= 30^\circ \\ d_m &\cong 9 \text{ mm} \\ D_m &\cong 13 \text{ mm} \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \begin{aligned} M_1 &= R_{ass} \frac{d_m}{2} \frac{\cos \beta \sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \beta \cos \alpha - f \sin \alpha} \cong 22.5 \text{ Nm} \\ M_2 &= \frac{f R_{ass} D_m}{2} \cong 22 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Verifica delle viti: classi di resistenza

In un collegamento bullonato le viti possono lavorare a trazione, taglio, flessione e torsione:

- La sollecitazione di trazione è sempre quella da preferire.
- La sollecitazione a taglio è sconsigliata ma accettabile. Si deve fare in modo che la sezione più sollecitata capiti nella zona non filettata della vite.
- La sollecitazione di flessione va sempre evitata curando che le aree di contatto della testa e del dado siano perfettamente parallele.
- La sollecitazione di torsione è, in genere, presente solo durante la fase di serraggio.

La tensione limite a cui una vite può essere sollecitata è data in termini di classe di resistenza. Le classi più comuni sono: **8.8**, **10.8** e **12.9** che vanno interpretate come segue:

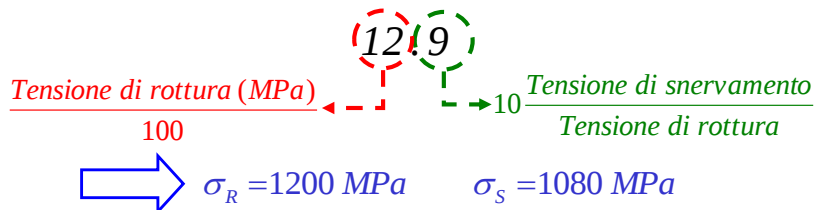


Diagramma del serraggio (1)

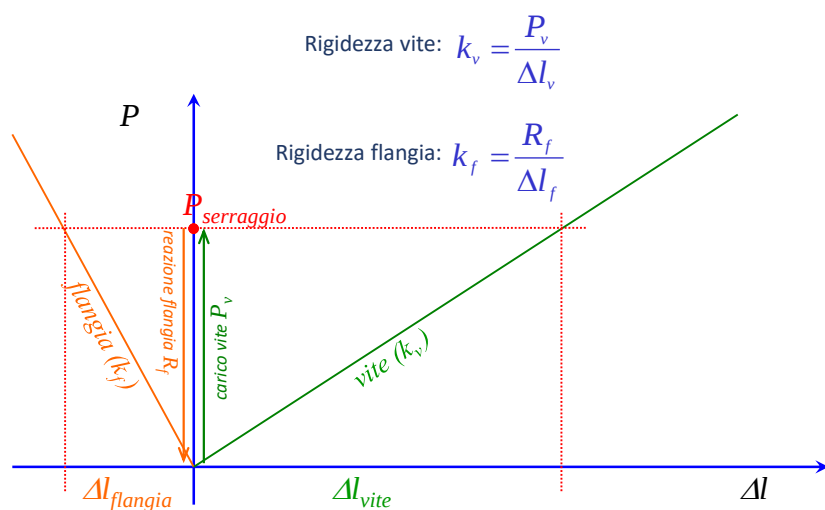


Diagramma del serraggio (2)

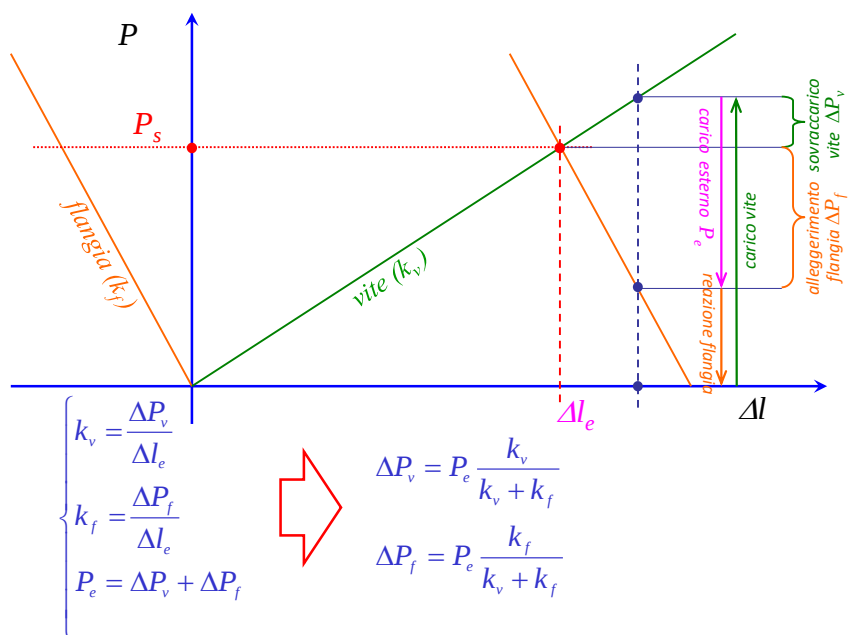


Diagramma del serraggio (3)

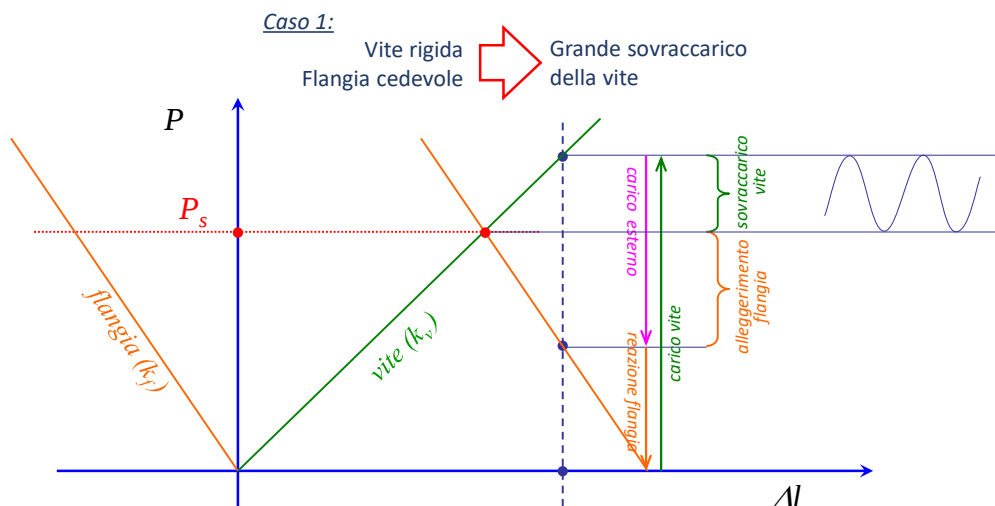


Diagramma del serraggio (4)

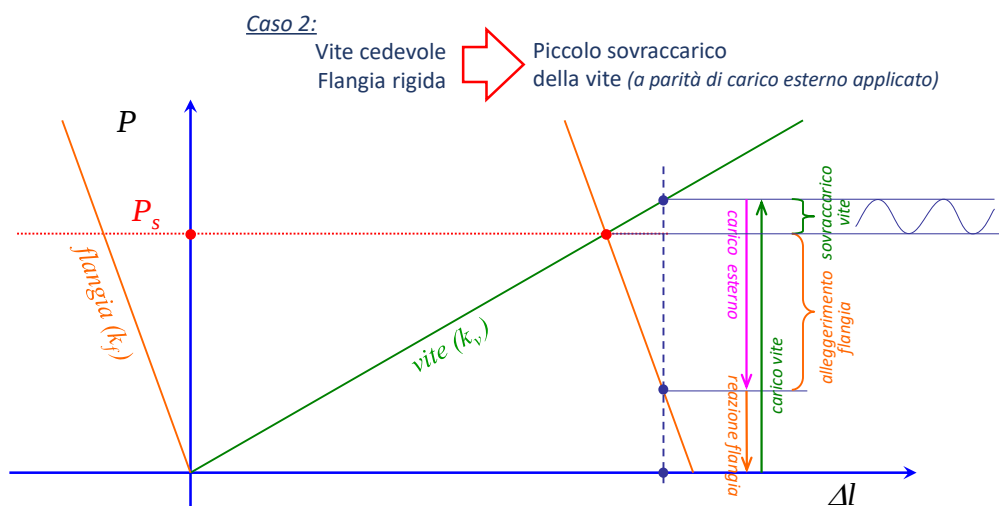


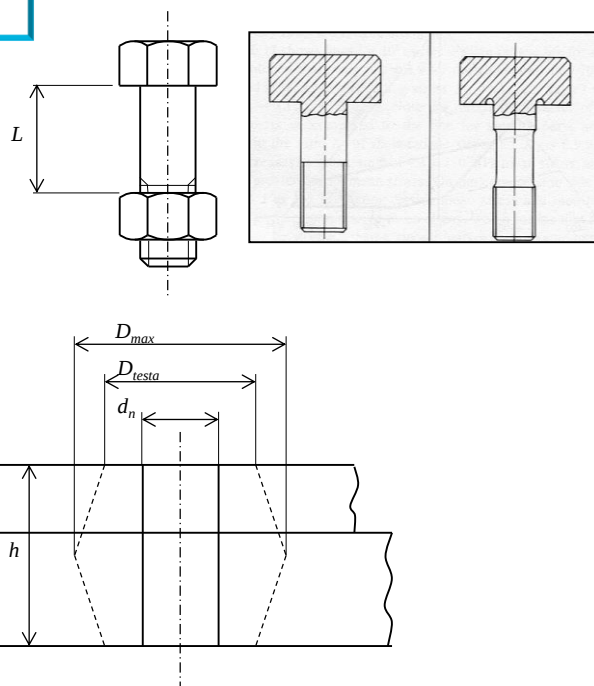
Diagramma del serraggio (5)

Rigidezza vite: $k_v = \frac{E_v A}{L}$

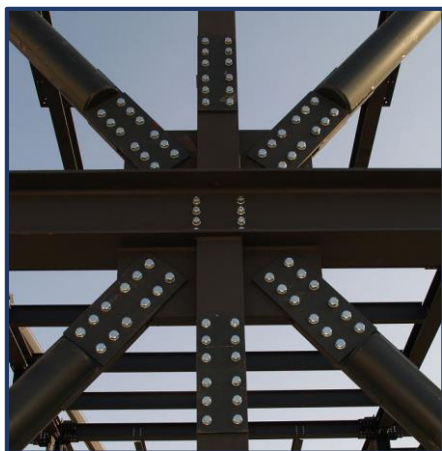
Rigidezza flangia: $k_f = \frac{E_f A_{eq}}{h}$

$$A_{eq} = \frac{\pi}{4} \left[\left(\frac{D_{max} + D_{testa}}{2} \right)^2 - d_n^2 \right]$$

$$D_{max} = D_{testa} + h \tan(30^\circ)$$



Esercizio 1: giunzioni ad attrito



Esercizio 1: giunzioni ad attrito

In figura è rappresentata in sezione una giunzione tra lamiere che deve essere realizzata mediante un collegamento bullonato "ad attrito".

In base ai dati forniti si chiede di scegliere i bulloni (diametro e classe di resistenza) e di calcolare il momento ottimale di serraggio.

Dati:

Carico complessivo $F = 40 \text{ kN}$

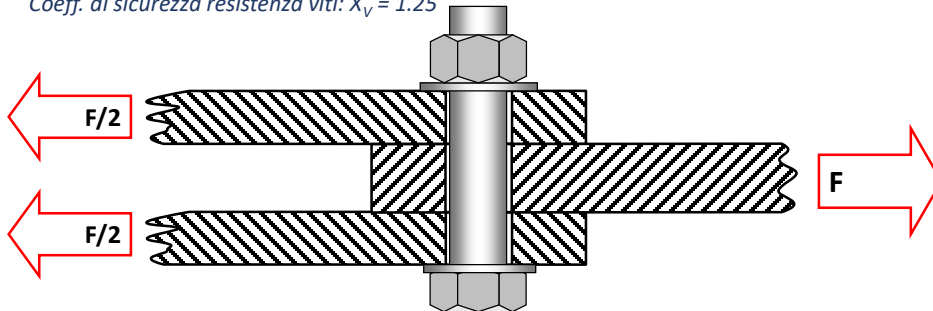
Numero viti: 5

Coeff. attrito tra le lamiere: $f_L = 0.2$

Coeff. attrito filettatura: $f_F = 0.15$

Coeff. di sicurezza collegamento: $X_C = 1.5$

Coeff. di sicurezza resistenza viti: $X_V = 1.25$



Esercizio 2:

Il coperchio di un serbatoio è tenuto serrato da 16 bulloni analoghi a quello rappresentato in figura.

Si stimi il momento di serraggio ottimale per garantire al serbatoio la tenuta alla più alta pressione possibile con un coefficiente di sicurezza rispetto allo snervamento pari a 1.5

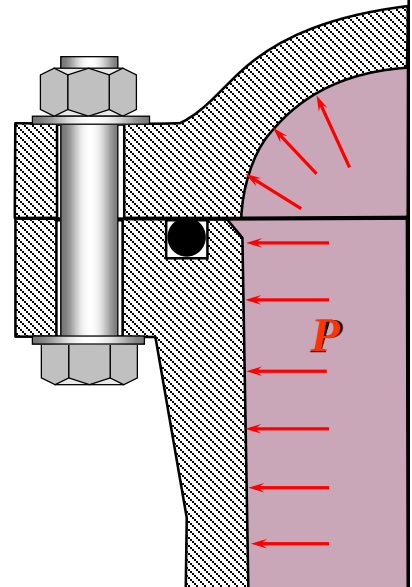
Dati:

diametro coperchio: $D = 600 \text{ mm}$

bulloni: $M18 \times 2.5$

classe di resistenza: 10.8

altezza della flangia: $h = 90 \text{ mm}$



Esercizio 3:

Il serbatoio per alte pressioni mostrato in figura è composto da due gusci in alluminio serrati tra loro da una corona di **12 bulloni M12×1.75** di classe di resistenza **8.8**.

Sapendo che i bulloni sono serrati al **65%** del loro carico di snervamento, si calcoli:

- 1) il momento di serraggio M_{serr} da prescrivere per ciascuna vite;
- 2) la pressione massima di esercizio P_{max} in modo che le viti non superino la loro tensione ammissibile e che non si abbia perdita di tenuta tra le flange;
- 3) nell'ipotesi che il serbatoio sia messo in pressione con un liquido alla temperatura di **45 °C**, si calcoli infine di quanto si deve ridurre o si può aumentare la pressione massima di esercizio.

Dati: Serbatoio in alluminio: $E_{Al} = 70 \text{ GPa}$, $\alpha_{Al} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Viti in acciaio: $E_{Fe} = 200 \text{ GPa}$, $\alpha_{Fe} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Coefficiente di attrito per filettature e flange: $f = 0.14$
Coefficiente di sicurezza: $X = 1.25$

