

COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE
ESAME DEL 23/07/2014

Esercizio 1

E' dato un anello in teflon mostrato nella Fig. 1.1, nel quale viene forzato un perno in acciaio che può considerarsi rigido. Dopo il montaggio, viene misurata sulla superficie esterna del mozzo la deformazione circonferenziale $\varepsilon_{\theta\theta}$. Noto il valore di tale deformazione, determinare:

1. la pressione di contatto sulla superficie di accoppiamento
2. se è stata superata la tensione ammissibile dell'anello
3. la capacità del collegamento di trasmettere contemporaneamente un valore dato di forza assiale e di coppia

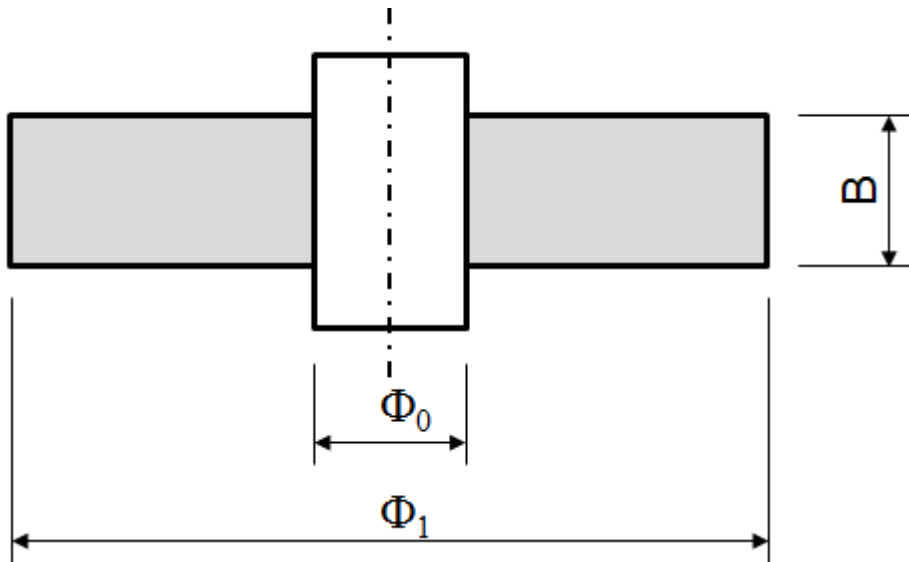


Fig. 1.1

$E := 2000 \cdot \text{MPa}$ $\nu := 0.3$ $\sigma_{\text{amm}} := 25 \cdot \text{MPa}$ $\alpha := 45^\circ$
 $\Phi_0 := 30 \cdot \text{mm}$ $B := 30 \cdot \text{mm}$ $\Phi_1 := 100 \cdot \text{mm}$ $m_A := 250 \cdot \text{kg}$
 $\varepsilon_{\theta\theta} := 0.001$ Deformazione circonferenziale misurata dopo il montaggio
 $F_0 := 4 \cdot \text{kN}$ Forza assiale da trasmettere
 $M_0 := 0.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ Momento attorno all'asse del perno da trasmettere
 $f_0 := 0.3$ Coefficiente di attrito tra perno ed anello

Quesito 1

Si pone:

$$R_i := \frac{\Phi_0}{2} \quad R_e := \frac{\Phi_1}{2}$$

Si ha:

$$\varepsilon_{\theta\theta_Re} := \frac{\sigma_{\theta\theta_Re} - \nu \cdot \sigma_{rr_Re}}{E}$$

Essendo poi:

$$\sigma_{rr_Re} := 0$$

$$\sigma_{\theta\theta_Re} := \frac{2 \cdot p_i \cdot R_i^2}{R_e^2 - R_i^2}$$

Si ottiene subito:

$$p_{con} := \varepsilon_{00} \cdot E \cdot \frac{(R_e^2 - R_i^2)}{(2 \cdot R_i^2)} = 10.111 \cdot \text{MPa}$$

Quesito 2

La tensione ideale massima si verifica al raggio interno ed è data da:

$$\sigma_{id_max} := \frac{2 \cdot R_e^2}{R_e^2 - R_i^2} \cdot p_{con} = 22.222 \cdot \text{MPa}$$

Per cui la tensione ammissibile non viene superata.

Quesito 3

Le tensioni tangeziali sulla superficie di contatto prodotte dai carichi da trasmettere sono:

$$\tau_{\theta\theta} := \frac{2M_0}{\pi \cdot \Phi_0^2 \cdot B} = 2.358 \cdot \text{MPa}$$

$$\tau_{zz} := \frac{F_0}{\pi \cdot \Phi_0 \cdot B} = 1.415 \cdot \text{MPa}$$

$$\tau_{\text{tot}} := \sqrt{\tau_{zz}^2 + \tau_{\theta\theta}^2} = 2.75 \cdot \text{MPa} < f_0 \cdot p_{\text{con}} = 3.033 \cdot \text{MPa}$$

Verifica OK

Esercizio 2

La vela rigida mostrata in Fig. 2.1 è soggetta ad una pressione del vento uniforme in direzione orizzontale e variabile linearmente in direzione verticale (valore max p_0). Verificare ad attrito il collegamento bullonato che fissa la vela al relativo supporto.

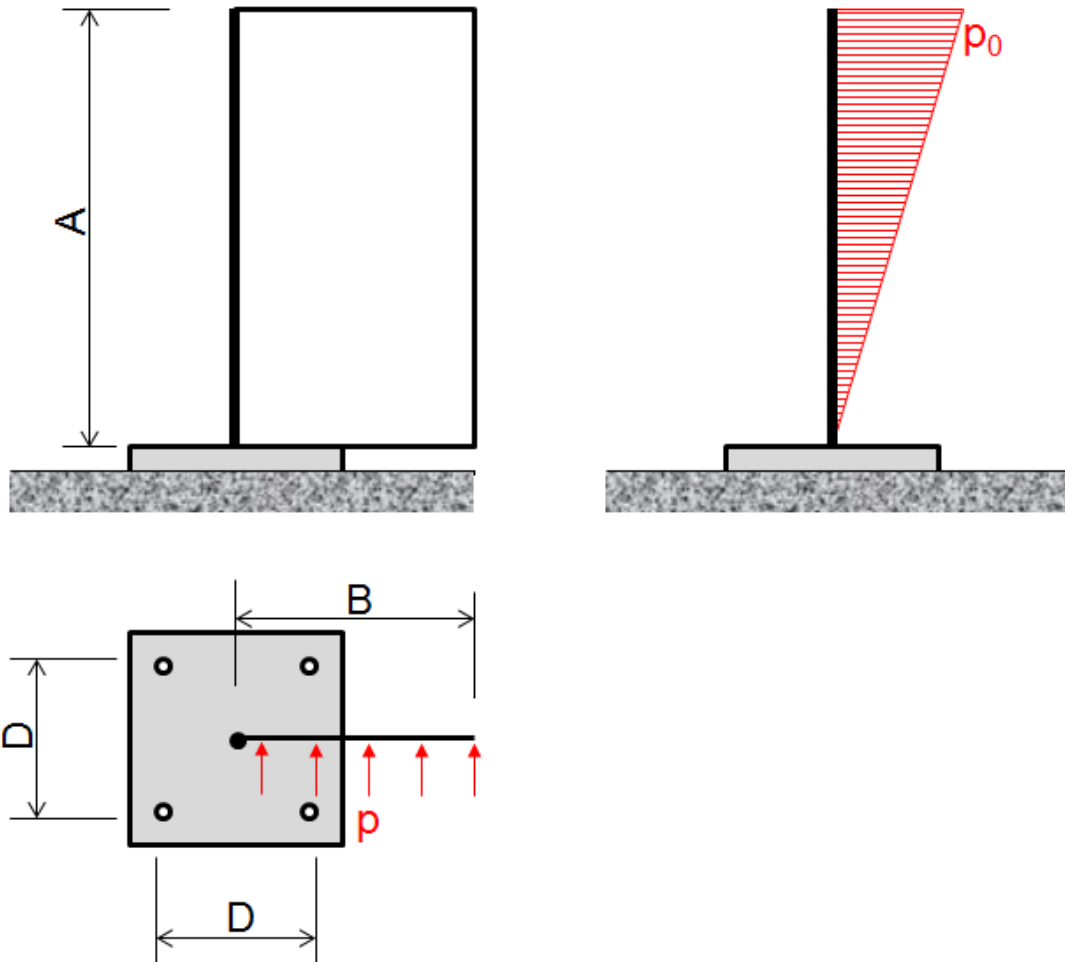


Fig. 2.1

$$A := 3 \cdot \text{m}$$

$$B := 1.5 \cdot \text{m}$$

$$D := 500 \cdot \text{mm}$$

$$\phi_b := 8 \cdot \text{mm}$$

Diametro bulloni

$$f_1 := 0.3$$

Coefficiente di attrito

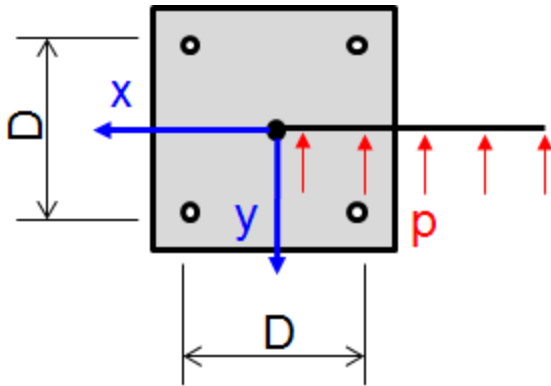
$$\sigma_{\text{amb}} := 800 \cdot \text{MPa}$$

Tensione ammissibile materiale bullone

$$p_0 := 0.01 \cdot \text{bar}$$

Pressione del vento

Forze e momenti agenti sul giunto, fissato il SR seguente:



$$F_y := p_0 \cdot \frac{A}{2} \cdot B = 2.25 \times 10^3 \text{ N}$$

$$M_x := p_0 \cdot \frac{A \cdot B}{2} \cdot \frac{2A}{3} = 4.5 \times 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$M_z := p_0 \cdot \frac{A \cdot B}{2} \cdot \frac{B}{2} = 1.688 \times 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Azioni agenti sui bulloni

$$N_x := \frac{M_x}{4 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} \cdot \frac{D}{2} = 4.5 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{Forza normale da momento } M_x$$

$$T_y := \frac{F_y}{4} = 562.5 \text{ N} \quad \text{Taglio da } F_y$$

$$T_z := \frac{M_z}{4 \cdot \left(\frac{D}{\sqrt{2}}\right)^2} \cdot \frac{D}{\sqrt{2}} = 1.193 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{Taglio da } M_z$$

Verifica

$$N_0 := 0.8 \cdot \sigma_{\text{ambb}} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_b^2}{4} = 3.217 \times 10^4 \text{ N}$$

$$N_x = 4.5 \times 10^3 \text{ N} < 0.8 \cdot N_0 = 2.574 \times 10^4 \text{ N} \quad \text{OK}$$

$$T_{\text{tot}} := T_z + T_y = 1.756 \times 10^3 \text{ N} < f_1 \cdot (N_0 - N_x) = 8.301 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{OK}$$

Esercizio 3

La trave portante di un ponte è soggetta ai carichi dovuti al passaggio dei veicoli. Si conduca la verifica a fatica su un periodo di esercizio di 20 anni tenendo conto della entità dei carichi riportata nel seguito. Nel calcolo si consideri trascurabile il peso proprio del ponte e si ipotizzi che il carico dovuto al veicolo sia applicato al centro.

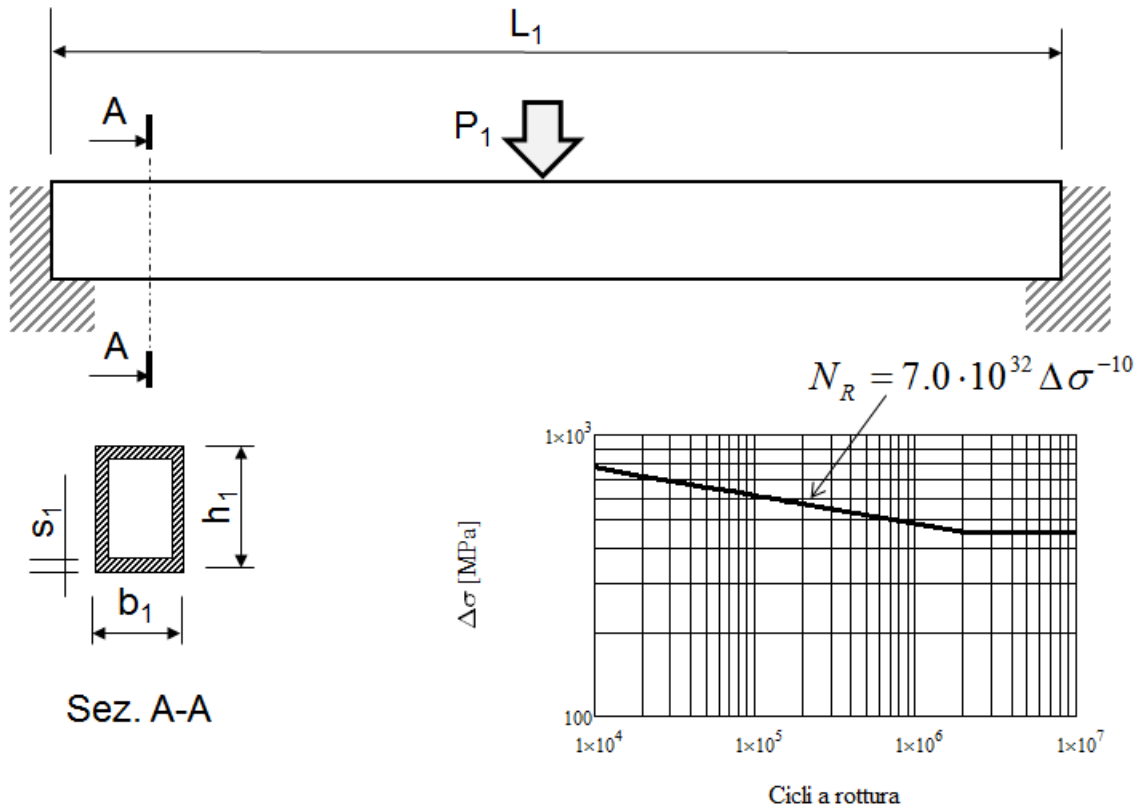


Fig. 3.1

Dati:

$L_1 := 25 \cdot \text{m}$	$h_1 := 820 \cdot \text{mm}$	$b_1 := 500 \cdot \text{mm}$	$s_1 := 25 \cdot \text{mm}$
$P_1 := 800 \cdot \text{kN}$	Nel 5% dei casi		$\varphi_2 := 0.9$
$P_1 \cdot \varphi_2 = 720 \cdot \text{kN}$	Nel 50% dei casi		$\varphi_3 := 0.8$
$P_1 \cdot \varphi_3 = 640 \cdot \text{kN}$	Nel 45% dei casi		
$f_p := 10$	Numero medio di veicoli all'ora.		
$\sigma_s := 500 \cdot \text{MPa}$			

Dati sezione

$$J_x := \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} - \frac{(b_1 - 2 \cdot s_1) \cdot (h_1 - 2 \cdot s_1)^3}{12} = 5.854 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$$

Caratteristiche di sollecitazione

$$M_x := \frac{P_1 \cdot L_1}{4} = 5 \times 10^3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tensioni

$$\sigma_z := \frac{M_x}{J_x} \cdot \frac{h_1}{2} = 350.207 \cdot \text{MPa}$$

Parametri del ciclo di fatica (Carico 1)

$$\Delta\sigma := \sigma_z$$

$$\sigma_m := \frac{\sigma_z}{2}$$

$$\Delta\sigma_{\text{eq}} := \Delta\sigma \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_s - \sigma_m} = 538.952 \cdot \text{MPa}$$

Cicli a rottura

Carico 1

$$N_{R1} := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{eq}}{\text{MPa}} \right)^{-10} = 3.385 \times 10^5$$

Carico 2

$$\Delta\sigma_{eq2} := \Delta\sigma \cdot \varphi_2 \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_s - \sigma_m \cdot \varphi_2} = 460.251 \cdot \text{MPa}$$

$$N_{R2} := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{eq2}}{\text{MPa}} \right)^{-10} = 1.641 \times 10^6$$

Carico 3

$$\Delta\sigma_{eq3} := \Delta\sigma \cdot \varphi_3 \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_s - \sigma_m \cdot \varphi_3} = 389.209 \cdot \text{MPa}$$

$$N_{R3} := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_{eq3}}{\text{MPa}} \right)^{-10} = 8.776 \times 10^6 \quad \text{Infinito}$$

Verifica durata

Numero di cicli totale

$$N_{op} := f_p \cdot 24 \cdot 365 \cdot 20 = 1.752 \times 10^6$$

$$\frac{0.05 \cdot N_{op}}{N_{R1}} + \frac{0.50 \cdot N_{op}}{N_{R2}} = 0.793 \quad \text{OK}$$