



DICEA

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE E AMBIENTALE**

**Corso di Costruzioni in zona sismica
Lezione del 5 giugno 2020**

Mensole tozze – riferimenti normativi

Prof.ssa Ing. Gloria Terenzi

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Firenze

Mensole tozze – riferimenti normativi

NTC 2018

4.1.2.3.7 Resistenza di elementi tozzi, nelle zone diffusive e nei nodi

Per gli elementi per cui non valgono i modelli meccanici semplici, le verifiche di sicurezza possono essere condotte con riferimento a schematizzazioni basate sull'individuazione di tiranti e puntoni.

Le verifiche di sicurezza dovranno necessariamente essere condotte nei riguardi di:

- resistenza dei tiranti costituiti dalle sole armature (R_s)
- resistenza dei puntoni di calcestruzzo compresso (R_c)
- ancoraggio delle armature (R_b)
- resistenza dei nodi (R_n)

Deve risultare la seguente gerarchia delle resistenze $R_s < (R_n, R_b, R_c)$

Per la valutazione della resistenza dei puntoni di calcestruzzo, si terrà conto della presenza di stati di sforzo pluriassiali.

Le armature che costituiscono i tiranti devono essere adeguatamente ancorate nei nodi.

Le forze che agiscono sui nodi devono essere equilibrate; si deve tener conto delle forze trasversali perpendicolari al piano del nodo.

I nodi si localizzano nei punti di applicazione dei carichi, agli appoggi, nelle zone di ancoraggio dove si ha una concentrazione di armature ordinarie o da precompressione, in corrispondenza delle piegature delle armature, nelle connessioni e negli angoli delle membrature.

Particolare cautela deve essere usata nel caso di schemi iperstatici, che presentano meccanismi resistenti in parallelo.

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

C4.1.2.1.5 Resistenza di elementi tozzi, nelle zone diffuse e nei nodi

Con riferimento ai modelli fatti di tiranti e puntoni descritti al §4.1.2.1.5 delle NTC, nel seguito si riporta un esempio di applicazione di detto metodo di verifica con riferimento al caso della mensola tozza di Figura C4.1.7.

In questo caso il meccanismo resistente è costituito da un tirante orizzontale superiore, corrispondente all'armatura tesa, e da un puntone di calcestruzzo inclinato di ψ , che riporta il carico P_{Ed} entro il bordo del pilastro. Con le dimensioni geometriche indicate nella Figura C4.1.7, attraverso l'equilibrio del nodo caricato si ottiene la portanza della mensola in termini di resistenza dell'armatura:

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad (C4.1.5)$$

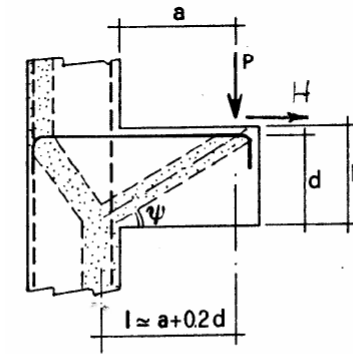
con $\lambda = \cotg \psi \cong l / (0,9d)$. Per la verifica dovrà risultare

$$P_R \geq P_{Ed} \quad (C4.1.6)$$

Dovrà inoltre risultare una resistenza P_{Rc} del puntone di calcestruzzo non minore di quella correlata all'armatura con

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs} \quad (C4.1.7)$$

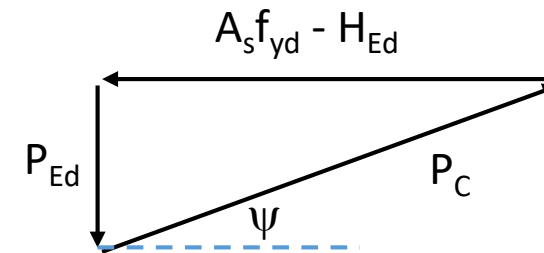
con $c=1$ per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura e $c=1,5$ per sbalzi di travi provvisti di staffatura.



$$\cotg \psi \cong l / 0,9d$$

Figura C4.1.7 Esempi di modello a puntoni e tiranti con tirante orizzontale per mensole tozze

A quello sopra presentato può aggiungersi un secondo meccanismo funzionante in parallelo, costituito da un tirante inclinato ed un puntone inferiore come rappresentato in Figura C4.1.8.



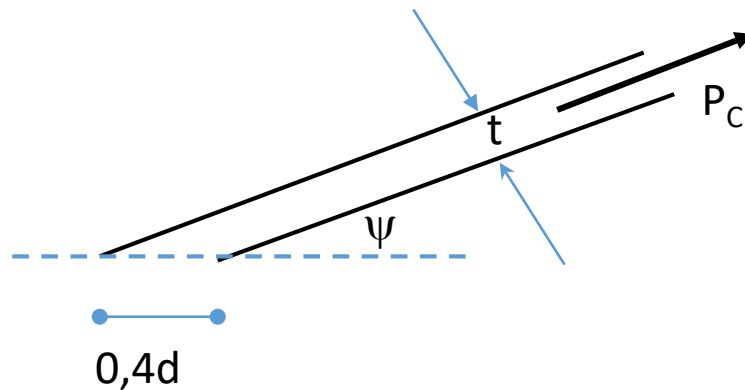
$$P_{ed} = P_c \sin \psi$$

$$P_{ed} / (A_s f_{yd} - H_{Ed}) = 1 / \cotg \psi$$

$$A_s f_{yd} - H_{Ed} = P_c \cos \psi$$

$$P_{RS} = P_R = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) 1 / \lambda$$

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008



$$P_{RC} \geq P_{RS}$$

$$P_{RC} = P_C \sin \psi = f_{cd} b 0,4d \sin^2 \psi = 0,4d b d f_{cd} (1/\cotg \psi)$$

C = 1 per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura;

C = 1,5 per sbalzi di travi provviste di staffatura.

$$P_{RC} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{RS} \quad (C4.1.7)$$

con c=1 per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura e c=1,5 per sbalzi di travi provvisti di staffatura.

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

A quello sopra presentato può aggiungersi un secondo meccanismo funzionante in parallelo, costituito da un tirante inclinato ed un puntone inferiore come rappresentato in Figura C4.1.8.

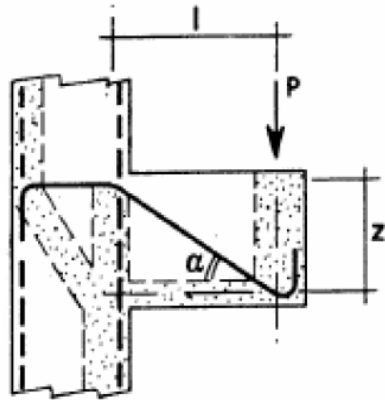


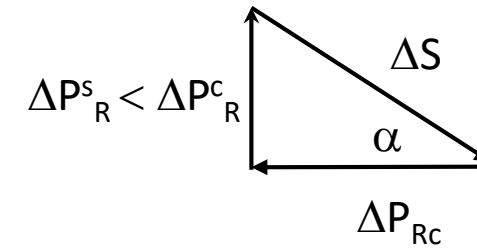
Figura C4.1.8 Esempi di modello a puntoni e tiranti con tirante obliquo per mensole tozze

Attraverso l'equilibrio del nodo sul quale viene trasmessa la quota parte di carico si ottiene il corrispondente contributo di portanza in termini di resistenza dell'armatura

$$\Delta P_R = A'_s f_{sd} \sin \alpha \quad (C4.1.8)$$

che deve risultare non maggiore della resistenza del puntone compresso:

$$\Delta P_{Rc} = 0,2 b d f_{cd} \text{tg} \alpha \geq \Delta P_{Rs} \quad (C4.1.9)$$



$$\Delta S \cos \alpha = \Delta P_{Rc}$$

$$\Delta S \sin \alpha = \Delta P_{R^s}$$

$$\Delta P_{R^s} = A'_s f_{sd} \sin \alpha = \Delta P_{Rs}$$

$$\Delta P_{R^c} / \Delta P_{Rc} = \text{tg} \alpha$$

$$\Delta P_{R^c} = \text{tg} \alpha \Delta P_{Rc} = 0,2 b d f_{cd} \text{tg} \alpha$$

$$\Delta P_{Rs} = \Delta P_{R^s} < \Delta P_{R^c}$$

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

$$\Delta P_{Rc} = 0,2 b d f_{cd} \operatorname{tg}\alpha \geq \Delta P_{Rs} \quad (\text{C4.1.9})$$

La capacità portante globale della mensola provvista dei due ordini d'armatura può calcolarsi, a partire dal contributo di ciascun meccanismo resistente, come

$$P_R = P_{Rs} + 0,8 \Delta P_R \quad (\text{C4.1.10})$$

considerando un contributo aggiuntivo dell'armatura inclinata ridotto del 20%.

Per contenere l'entità della fessurazione, occorre in ogni caso disporre un'adeguata staffatura.

Esempio di disposizione dell'armatura di un baggiolo

