

PROGETTO Passerella pedonale

COMMITTENTE Comune di Giovinazzo

COMUNE Giovinazzo (BA)

OGGETTO Passerella pedonale

NORMATIVA DI RIFERIMENTO E FORMULE DI VERIFICA TRAVI IN LEGNO

La verifica viene effettuata in base alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (DM 14 gennaio 2008)

Legenda dei simboli adottati

G_1	= azione permanente peso proprio trave + arcarecci (KN/m ²)
G_2	= carichi permanenti non strutturali (KN/m ²)
Q_{1K}	= azione variabile principale (KN/m ²)
Q_{iK}	= azione variabile di combinazione (KN/m ²)
$\gamma_{G_1}, \gamma_{G_2}, \gamma_Q, \psi_i$	= coefficienti relativi alle azioni
i	= interasse (metri)
L	= luce di calcolo trave (in metri asse-asse appoggio)
B	= base larghezza trave (in cm)
H	= altezza della sezione in mezzzeria (in cm)
H_1	= altezza minima della trave all'estremità (in cm)
H_2	= altezza massima della trave all'estremità o al colmo (in cm)
D	= distanza massima del colmo dall'appoggio (lunghezza della falda più lunga nella trave a due falde in metri)
r	= raggio di curvatura minimo della fibra più interna alla curva (in cm)
α	= pendenza della falda di maggiore lunghezza (in gradi con segno)
$l(app)$	= lunghezza appoggio (cm)
f_K	= valori caratteristici di resistenza del materiale (N/mm ²)
γ_M	= coefficiente parziale di sicurezza del materiale
K_{mod}	= coefficiente di correzione delle proprietà del materiale che tiene conto delle condizioni di servizio

Formule e verifiche effettuate

$$z_d = [\gamma_{G_1} \cdot G_1 + \gamma_{G_2} \cdot G_2 + \gamma_Q \cdot (Q_{1K} + \psi_0 Q_{iK})] \cdot i \quad \text{carico uniformemente ripartito compreso peso proprio trave (KN/m)}$$

– Sollecitazioni SLU

$$T = z_d \cdot \frac{L}{2} \quad \text{taglio massimo agli appoggi (in KN)}$$

$$M = z_d \cdot \frac{L^2}{8} \quad \text{momento massimo in mezzzeria (in KNm)}$$

$$X = \frac{H_1 \cdot L}{2 \cdot H_2} \quad \text{ascissa della sezione in cui si ha la tensione massima a flessione (m)}$$

$$M_x = T \cdot X - z_d \cdot \frac{X^2}{2} \quad \text{momento nella sezione di ascissa x (KNm)}$$

VERIFICHE SLU

$$f_d = \frac{K_{mod} f_K}{\gamma_M}$$

valori di calcolo della resistenza del legno

$$W = \frac{B \cdot H^2}{6}$$

modulo di resistenza a flessione della sezione in mezzeria (cm³)

$$\sigma_f = \frac{M}{W}$$

tensione a flessione in mezzeria (N/mm²);verifica SLU: $\frac{\sigma_f}{f_{m,d}} \leq 1$

$$\sigma_f(x) = \frac{Mx}{Wx}$$

tensione a flessione nella sezione più sollecitata (N/mm²);verifica SLU: $\frac{\sigma_f(x)}{f_{m,d}} \leq 1$

$$\tau = \frac{1,5 \cdot T}{B \cdot H}$$

tensione di scorrimento da taglio (N/mm²);verifica SLU: $\frac{\tau}{f_{v,d}} \leq 1$ – *Verifica delle zone curve e rastremate*

a) tensioni longitudinali

$$A_l = 1 + 1,4 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) + 5,4 \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha) \quad B_l = 0,35 - 8 \cdot \operatorname{tg}(\alpha)$$

$$C_l = 0,6 - 8,3 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) - 7,8 \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha) \quad D_l = 6 \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha)$$

$$X_l = A_l + B_l \cdot \left(\frac{H_m}{r_m}\right) + C_l \cdot \left(\frac{H_m}{r_m}\right)^2 + D_l \cdot \left(\frac{H_m}{r_m}\right)^3$$

dove:
 r_m = raggio dell'asse della trave (cm)
 H_m = altezza della sezione curva (cm)

$$\sigma_l = X_l \frac{M}{W}$$

tensione longitudinale al lembo inferiore della trave (N/mm²);verifica SLU: $\frac{\sigma_l}{f_{m,d}} \leq 1$

b) tensioni di trazione ortogonali all'asse della trave

$$A_t = 0,2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) \quad B_t = 0,25 - 1,5 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) + 2,6 \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha)$$

$$C_t = 2,1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) + 4 \cdot \operatorname{tg}^2(\alpha)$$

$$X_t = A_t + B_t \cdot \left(\frac{H_m}{r_m}\right) + C_t \cdot \left(\frac{H_m}{r_m}\right)^2$$

$$\sigma_{t,\perp} = X_t \frac{M}{W}$$

tensione trasversale di trazione (N/mm²);

$$\text{verifica SLU: } \frac{\sigma_{t,\perp}}{f_{t,90,d}} \leq 1$$

- Verifica lunghezza appoggio della trave

$$\sigma_{c,\perp} = \frac{(T)^{SLU}}{B \cdot I_{APPOGGIO}}$$

tensione di compressione ortogonale alle fibre;

$$\text{verifica SLU: } \frac{\sigma_{c,\perp}}{f_{c,90,d}} \leq 1$$

VERIFICA SLE (deformazioni)

- Deformazione istantanea u_{ist} :

$$K_m = \left(\frac{H1}{H2} \right)^3 \cdot \frac{1}{0,15 + 0,85 \cdot (H1/H2)} \quad K_t = \frac{1}{1 + \sqrt[3]{\left(\frac{H2}{H1} \right)^2}}$$

$$I1 = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H1^3$$

$$z'_d = z_d^{(SLE)} = (G_1 + G_2 + Q_{1K} + \psi_0 Q_{iK}) \cdot i$$

$$u_m = \frac{5 \cdot z'_d \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I1} \cdot K_m \quad u_t = \frac{1,2 \cdot z'_d \cdot L^2}{8 \cdot G_{mean} \cdot (B \cdot H1)} \cdot K_t$$

$$u_{ist} = u_m + u_t$$

- Deformazione differita dovuta al fluage: (utilizzando le stesse formule)

$$\text{con } z'_d = (G_1 + G_2 + \psi_2 Q_{iK}) \cdot i \rightarrow u'_{ist} \rightarrow u_{dif} = u'_{ist} \cdot K_{def}$$

K_{def} coefficiente di deformazione differita

- Freccia totale:

$$u_{fin} = u_{ist} + u_{dif} \leq \frac{L}{200}$$

VERIFICA DI STABILITÀ LATERALE

$$S_\lambda = \frac{M/W}{K_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1 \quad K_{crit} \begin{cases} 1 & \lambda < 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_f & \text{per } 0,75 \leq \lambda_f \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_f^2} & \lambda > 1,4 \end{cases}$$

$$\lambda_f = \sqrt{\frac{a \cdot H \cdot f_{m,K}}{\pi \cdot B^2 \cdot \sqrt{E_{0,mean} \cdot G_{mean}}}}$$

dove

a = distanza massima tra i puntoni di irrigidimento (cm);

$E_{0,mean}$ = modulo di elasticità nella direzione delle fibre;

G_{mean} = modulo di elasticità tangenziale

– *Spostamento orizzontale dell'appoggio della trave*

$$e = \frac{4 \cdot t}{L} \cdot u_{fin} \leq \frac{t}{50} \quad \text{Spostamento orizzontale appoggio carrello (cm)}$$

" t " distanza dell'asse della trave al colmo rispetto all'asse della trave agli appoggi (m)

VERIFICA RESISTENZA AL FUOCO

(in base alle norme EC-5)

metodo della resistenza e rigidezza ridotte

– *Calcolo sezione residua*

$R = t$ (minuti di resistenza al collasso)

$\vartheta_c =$ velocità di carbonizzazione (mm/min)

$d = \vartheta_c \cdot t$ riduzione della sezione

$$\left. \begin{array}{l} B_r = B - 2d \\ H_r = H - 2d \end{array} \right\} \quad \text{sezione efficace ridotta}$$

– *Verifica capacità portante (resistenza al fuoco)*

$$f_{fi,d} = K_{mod,fi} \cdot K_{fi} \cdot \frac{f_K}{\gamma_{M,fi}} \quad (\text{valori per le resistenze di calcolo per la verifica al fuoco})$$

$$K_{mod,fi} = 1,0 - \frac{1}{200} \frac{P}{Ar} \quad \text{coefficiente di riduzione dei parametri di resistenza per effetto della temperatura}$$

p = perimetro in metri della sezione residua

Ar = area in metri quadrati della sezione residua

$$K_{fi} = \begin{cases} 1,25 & \text{per legno massiccio} \\ 1,15 & \text{per legno lamellare} \end{cases}$$

– *Azioni di calcolo per la verifica della resistenza al fuoco*

$$F_{d(fuoco)} = G_1 + G_2 + \psi_{1,i} Q_{1,i} + \psi_{2,i} Q_{2,i}$$

2. VERIFICHE TRAVI IN LEGNO

2. 1 TRAVE GL

Trave ad una falda - Intradosso dritto

AZIONI		Coeff. S L U		Coeff. S L E	
Pesi propri strutturali G1	1,10 KN/mq		1,30		1,00
Carichi permanenti non strutturali G2	0,42 KN/mq		1,50		1,00
Azione variabile principale Q1k	5,00 KN/mq		1,50		1,00
Azione variabile di combinazione Qil	0,10 KN/mq		0,60		0,60
Interasse		0,60 m	Luce di calcolo	12,00 m	
Zd (SLU)	5,79 KN/ml				

SOLLECITAZIONI

		M (SLU)	104,22	KN x m	T (SLU)	34,74	KN
x	6,00 m	H(x)	60,00	cm	M(x) (SLU)	104,22	KN x m

VERIFICHE

Trave di qualità GL 24h

Caratteristiche di resistenza del materiale (N/mm²)
 $f_{m,k} = 24,00$ $f_{v,k} = 2,70$ $f_{t,90,k} = 0,35$ $f_{c,90,k} = 2,70$ $E_{long} = 11.600,00$ $G_t = 720,00$
Coefficienti del materiale $\gamma_M = 1,45$ $K_{mod} = 0,70$ $K_{def} = 2,00$ Resistenze di calcolo (N/mm²)
 $f_{m,d} = 11,59$ $f_{v,d} = 1,30$ $f_{t,90,d} = 0,17$ $f_{c,90,d} = 1,30$

Caratteristiche geometriche della trave

L_{tot} 12,120 m

Sezione	H1	60,00	cm	H2	60,00	cm	B	24,00	cm
D (colmo)	0,00	m		α	0,00	gradi	raggio r	0,00	cm

VERIFICHE SLU

Verifiche a flessione

$\sigma_f / f_{m,d}$	0,624	$\sigma_f(x) / f_{m,d}$	0,624	$\sigma_{t,\perp} / f_{t90,d}$	$\sigma_{\parallel} / f_{m,d}$	0,624
----------------------	-------	-------------------------	-------	--------------------------------	--------------------------------	-------

Verifiche a taglio

$\tau / f_{v,d}$	0,277
------------------	-------

VERIFICA SLE

Verifica deformazioni $K_{def} = 2,00$ Z_d (SLE) 5,77 KN/ml $K_m = 1,00$ $K_{\tau} = 1,00$

U _m	3,10	cm	U _{τ}	0,12	cm	U _{fin}	3,23	cm
----------------	------	----	--------------------------------	------	----	------------------	------	----

Spostamento orizzontale appoggio carrello

e	0,00	cm
---	------	----

VERIFICA INSTABILITA' LATERALE

a	100,00	cm	λ	0,11	s (λ)	0,62
---	--------	----	-----------	------	-----------------	------

VERIFICA APPOGGIO

l (app.)	12,00	cm	$\sigma_{c,\perp} / f_{c,90,d}$	0,925
----------	-------	----	---------------------------------	-------

LEGENDA

- ① TRAVI PRINCIPALI (sez. trasversale dimensione 60cm x 25cm)
IN LEGNO LAMELLARE AUTOCLAVATO - essenza abete
- ② TRAVI SECONDARIE (sez. trasversale dimensione 40cm x 20cm)
IN LEGNO LAMELLARE AUTOCLAVATO - essenza abete
- ③ TAVOLATO IN DOGHE DI LEGNO AUTOCLAVATO
- essenza yellow balau - (sez. trasversale dimensione 10/15cm x 4cm)
- ④ RINGHIERA DI PROTEZIONE
IN PROFILI DI ACCIAIO ZINCATO

