



Si vuole analizzare la deformabilità della trave a sbalzo più sollecitata nel solaio di carpenteria preso in considerazione. La trave più sollecitata è quella dell'interasse B, che presenta le seguenti caratteristiche:

Luce: 3 m
 Interasse: 5 m
 Area d'influenza: 15 mq

LEGNO

Caratteristiche del solaio in legno:

- $q_s = 0,51 \text{ KN/mq}$ (escluso il peso proprio della trave)
- $q_p = 3,215 \text{ KN/mq}$
- $q_a = 2 \text{ KN/mq}$ (edificio per uffici non aperto al pubblico)

Inserendo questi valori in un foglio Excel, si ricava il carico ultimo $q_u = (1,3 \cdot q_s + 1,5 \cdot q_p + 1,5 \cdot q_a) \cdot i$

Conoscendo il valore del carico e della luce, si ricava il $M_{max} = q_u \cdot l^2 / 2$ della mensola.

interasse (m)	q_s (kN/mq)	q_p (kN/mq)	q_a (kN/mq)	q_u (kN/m)	luce (m)	M_{max} (kN*m)
5	0,51	3,215	2,00	42,4275	3	190,92375

Si sceglie di utilizzare un legno lamellare GL24C, con una resistenza caratteristica $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$, con una classe di durata lunga e una classe di servizio 2, quindi il $k_{mod} = 0,70$.

Si calcola poi la resistenza di progetto, definita dal prodotto della resistenza caratteristica del legno $f_{m,k}$ per il coefficiente di degrado nel tempo k_{mod} diviso il coefficiente di sicurezza $\gamma_m = 1,45$:

$$f_d = (24 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,7) / 1,45 = 11,59 \text{ N/mm}^2$$

Si imposta una base di 30 cm e si ricava $h_u = (6 \cdot M / (b \cdot f_d))^{0,5} = 57,41 \text{ cm}$. Si ingegnerizza scegliendo un'altezza di 60 cm.

$f_{m,k}$ (N/mm ²)	k_{mod}	γ_m	f_d c	b (cm)	h_{min} (cm)	H (cm)
24	0,7	1,45	11,59	30	57,41	60

Terminata la fase di progetto si passa alla **verifica di deformabilità** della mensola allo SLE, controllando l'abbassamento massimo, che si avrà nell'estremo libero della mensola.
 La verifica si effettua allo Stato Limite di Esercizio perché si deve controllare che non vi siano abbassamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza dell'edificio.

$$q_e = (q_s + q_p + 0,5 \cdot q_a) \cdot i$$

Nel legno il peso proprio della trave viene trascurato, considerando la leggerezza del materiale.

A questo punto si calcola:

$$I_x = b \cdot h^3 / 12$$

$$v_{max} = (q_e \cdot l^4) / (8 \cdot E \cdot I)$$

In questo caso la **sezione è verificata** in quanto $l/v_{max} > 250$.

b (cm)	h _{min} (cm)	H (cm)	E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	q _e (kN/m)	v _{max} (cm)	l/v _{max}	
30	57,41	60	8000	540000	24	0,55	541,80	Si

Se usassi un legno di classe GL28C, con un $k_{mod} = 0,8$ e un $\gamma_m = 1,5$ e scegliessi una base di 30 cm, andrebbe sempre bene un'altezza di 60 cm, ma a questo punto la sezione non sarebbe verificata perché $l/v_{max} < 250$.

f _{mk} (N/mm ²)	k _{mod}	γ _m	f _d C	b (cm)	h _{min} (cm)	H (cm)	E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	q _e (kN/m)	v _{max} (cm)	l/v _{max}	
24	0,7	1,45	11,59	30	57,41	60	8000	540000	24	0,55	541,80	Si
28	0,8	1,50	14,93	30	50,57	55	8000	415938	24	1,29	232,38	No

ACCIAIO

Caratteristiche solaio in acciaio:

$$q_s = 1,66 \text{ KN/mq (escluso il peso proprio della trave)}$$

$$q_p = 5,73 \text{ KN/mq}$$

$$q_a = 2 \text{ KN/mq}$$

Inserendo i valori nella tabella Excel si ottiene un $M_{max} = 309,44 \text{ KN} \cdot \text{m}$.

Si sceglie di utilizzare un acciaio s235 e si ottiene un $W_x = M/f_d = 1382,62 \text{ cm}^3$

interasse (m)	q _s (kN/mq)	q _p (kN/mq)	q _a (kN/mq)	q _e (kN/m)	luce (m)	M _{max} (kN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _d (N/mm ²)	W _{x,min} (cm ³)
5	1,66	5,73	2,00	68,765	3	309,4425	235	223,81	1382,62

Si sceglie un IPE450 con $W_x = 1500 \text{ cm}^3$ e $I_x = 33740 \text{ cm}^4$ e peso = $77,6 \text{ kg/m} = 0,776 \text{ KN/m}$.

M _{max} (kN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _d (N/mm ²)	W _{x,min} (cm ³)	I _x (cm ⁴)	peso (kN/m)
309,4425	235	223,81	1382,62	33740	0,776

Una volta terminata la fase progettuale si passa alla **verifica** allo SLE.

Nel carico di esercizio (q_e) si considera anche il peso della trave, in quanto il peso dell'acciaio è rilevante.

$$q_e = (q_s + q_p + 0,5 \cdot q_a) \cdot i + \text{peso trave}$$

