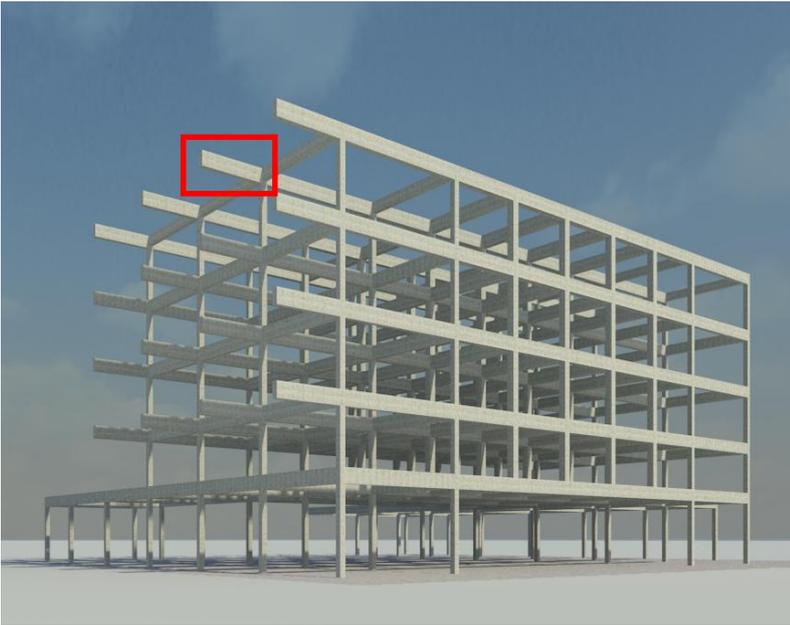


Per questa seconda esercitazione vogliamo dimensionare la sezione di una trave a sbalzo di un struttura a telaio nelle tre diverse tecnologie: legno, acciaio e cemento armato.

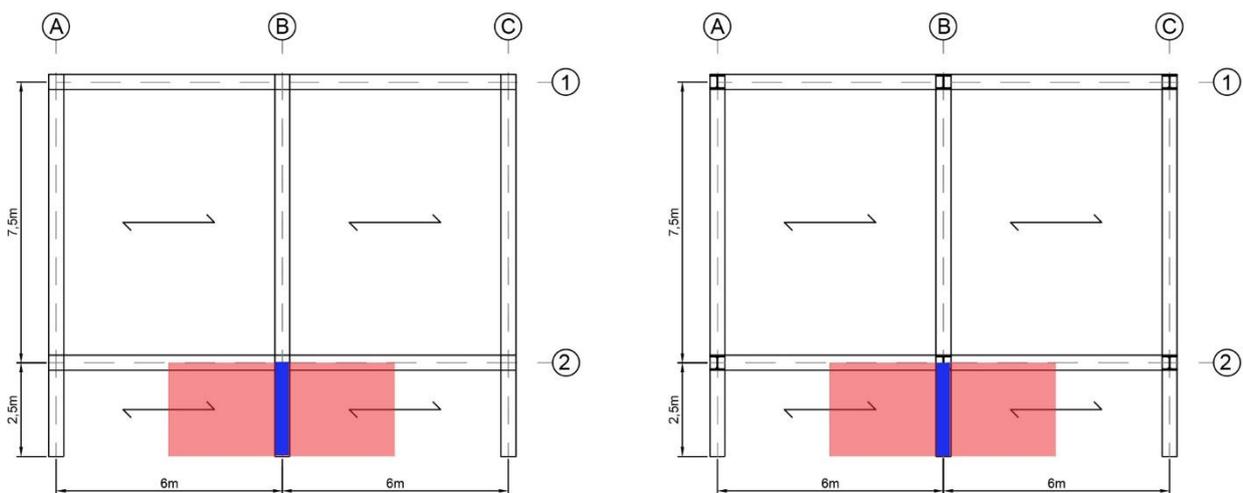
Nel caso della mensola, dopo aver dimensionato la sezione attraverso lo stesso procedimento adottato nel caso della prima esercitazione, analizzo il comportamento della trave nell'estremo libero. Affinchè l'elemento sia verificato è necessario effettuare la verifica a deformabilità controllando che l'abbassamento massimo ( $V_{max}$ ) nel punto più lontano dall'incastro non superi  $1/250$  della luce ( $L / V_{max} > 250$ ).

Il procedimento è identico in ognuna di queste tre tecnologie ed è effettuato allo SLE (Stato Limite d'Esercizio). Ci troviamo dunque nella fase elastica, nella quale le azioni cinematiche della struttura sono ancora reversibili; questo perché non vogliamo che deformazioni o spostamenti possano limitare l'uso, l'efficienza e l'aspetto della costruzione.

-Prendo come sistema di riferimento la struttura del progetto del corso di Progettazione Architettonica 1M.



Come si nota dalla pianta sottostante, la trave presa in esame è quella maggiormente sollecitata, cioè quella centrale (in blu), con un'area di influenza di 15 mq (in rosso), 6 m di interasse per 2,5 m di luce.



## LEGNO

Utilizziamo gli stessi valori dei solai della prima esercitazione e procediamo con il dimensionamento della trave in legno. Inserisco i valori nel foglio di calcolo excel e a partire dal  $q_s$ , dal  $q_p$  e dal  $q_a$  ricaverò  $q_u$  (kN/m), considerando un fattore di accrescimento pari a 1,3 per i carichi permanenti strutturali e non strutturali ( $q_s$  e  $q_p$ ) e 1,5 per i carichi accidentali ( $q_a$ ) e dell'interasse pari a 6m.

Conoscendo il carico gravante sulla trave e la luce di questa si può facilmente ricavare il momento che è pari a 149 KN\*m dato dalla formula del momento massimo nella mensola  $M = q \times l^2/2$

interasse (m)	$q_s$ (kN/mq)	$q_p$ (kN/mq)	$q_a$ (kN/mq)	$q_u$ (kN/m)	luce (m)	$M_{max}$ (kN*m)	$f_{m,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$k_{mod}$	$\gamma_m$	$f_d$ c	b (cm)	$h_{min}$ (cm)	H (cm)	E (N/mm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$q_e$ (kN/m)	$v_{max}$ (cm)	$l/v_{max}$	
6	0,71	3,12	2,00	47,874	2,5	149,60625	24	0,8	1,50	12,80	25	52,96	55	8000	346615	29	0,51	489,90	Si

A questo punto scegliamo un legno lamellare **GL24c** con resistenza caratteristica  $f_{m,k}$  pari a 24 MPa, coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_m$  e un coefficiente  $k_{mod}$  che introduce gli effetti a lungo termine dovuti a classe di servizio (umidità) e che considera il tempo di permanenza del carico.

Ora possiamo calcolare la tensione di progetto  $f_{ac}$  pari a 12,8 MPa e dimensionare la sezione. Imponiamo il valore della base (**b**) della sezione e ricaviamo un'altezza minima pari a 52,96 cm che ingegnerizzata diventa di 55cm (**H**).

Inseriamo il valore del modulo di Young del legno **E** e calcoliamo il valore del momento d'inerzia  $I_x = b \times H^3/12$ .

Il valore dell'abbassamento dell'estremo libero della trave ( $v_{max}$ ) è pari a 0,51cm, dato dalla formula  $v_{max}=q_e l^4 / 8 E I_x$ , in cui  $q_e$  rappresenta la combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili, che tiene conto anche del peso proprio della trave, che nel caso del legno è trascurabile perché il legno è considerato un materiale leggero:

$$q_e = (G_1 + G_2 + \psi_{11} \times Q_1) \times i$$

Il rapporto tra la luce e l'abbassamento dell'estremo libero  $l/v_{max}$  è pari a 489,90 che è maggiore di 250, in accordo alla normativa.

**La sezione in legno lamellare GL24c 25x55 è verificata.**

## CALCESTRUZZO ARMATO

interasse (m)	$q_s$ (kN/mq)	$q_p$ (kN/mq)	$q_a$ (kN/mq)	$q_u$ (kN/m)	luce (m)	$M_{max}$ (kN*m)	$f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta$	r
6	3,38	1,47	2,00	57,58	2,5	179,93	235	204,35	40	26,67	0,66	1,97
				61,23	2,50	191,36	235,00	204,35	40,00	22,67	0,62	2,01

Per una trave in calcestruzzo armato scelgo un acciaio per le armature con resistenza caratteristica  $f_y$  pari a 235 MPa e un calcestruzzo con resistenza a compressione  $f_{ck}$  pari a 40 MPa e ipotizzando la base della sezione della trave pari a 25 cm, ricaveremo un'altezza utile  $h_u$  pari a 32,35 cm che diventa pari a 37,35 cm con l'aggiunta del  $\delta$  (spazio tra il bordo compresso della sezione e l'armatura della trave). Portiamo la dimensione dell'altezza della sezione della trave a 55cm.

b (cm)	$h_u$ (cm)	$\delta$ (cm)	$H_{min}$ (cm)	H (cm)	area (m <sup>2</sup> )	peso (kN/m)	$q_e$	E (N/mm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$v_{max}$ (cm)	$l/v_{max}$	
25	32,35	5	37,35	45	0,11	2,81	37,90	21000	189844	0,46	538,57	Si
25,00	36,95	5,00	41,95	verificata								

Considerando il peso proprio della trave pari a 2,81 KN/m aggiunto al valore totale dei carichi  $q_e$ , si nota che l'altezza minima della sezione diventa 41,95 cm che arrotondiamo a 45 cm.

Il rapporto tra la luce e l'abbassamento dell'estremo libero  $l/v_{max}$  è pari a 538,57 che è maggiore di 250, in accordo con la normativa.

**La sezione di calcestruzzo armato 25x45 cm è verificata.**

## ACCIAIO

interasse (m)	$q_s$ (kN/mq)	$q_p$ (kN/mq)	$q_a$ (kN/mq)	$q_d$ (kN/m)	luce (m)	$M_{max}$ (kN*m)	$f_{y,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	$W_{x,min}$ (cm <sup>3</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	peso (kN/m)	$q_s$ (kN/m)	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$v_{max}$ (cm)	$I/V_{max}$	
6	1,56	1,45	2,00	43,218	2,5	135,05625	235	204,35	660,91	11770	4,91	28,97	210000	0,572	436,835	Si

Anche per l'acciaio, scelgo un tipo di classe del materiale con resistenza a flessione  $f_{yk}$  pari a 235 MPa e dopo aver inserito i valori dei diversi carichi scelgo un profilato che abbia un modulo di resistenza a flessione maggiore di quello minimo  $W_{x,min} = 660 \text{ cm}^3$ .

Per tale motivo scelgo un profilato **IPE330** con  $W_x = 713,1 \text{ cm}^3$ , momento d'inerzia  $I_x = 11770 \text{ cm}^4$ , area della sezione pari a  $62,62 \text{ cm}^2$  e peso pari a  $4,91 \text{ KN/m}$ .

Anche per questa tecnologia calcoliamo il peso proprio della trave in esame e calcoliamo il rapporto tra la luce e l'abbassamento dell'estremo libero  $I/V_{max}$  che è pari a 436,83 che è maggiore di 250, in accordo alla normativa.

**La sezione in acciaio con profilato IPE330 è verificata.**