

## Legno

### Trave

Come nel Cls, parto dalle dimensioni impostate in pianta per prima cosa mi ricavo l'area d'influenza della trave più sollecitata, ovvero quella che porta il solaio e l'interasse.

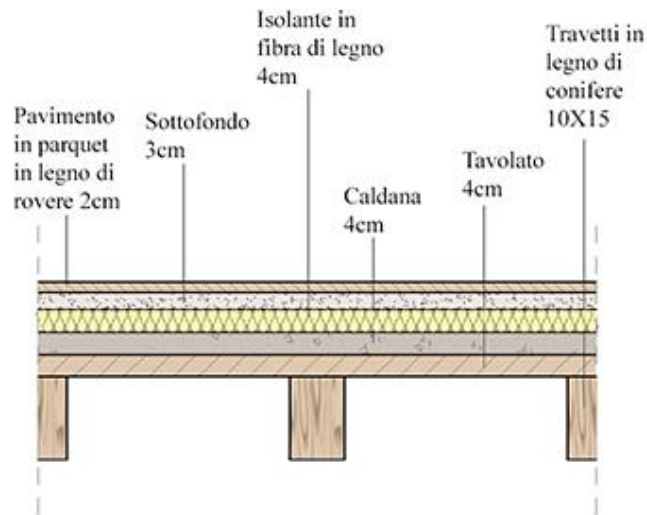
$$A_{\text{influenza}} = 15 \text{ m}^2$$

Seconda cosa poi, ci calcoliamo i carichi che scaricano sulla trave:

**q<sub>s</sub>** : carico strutturale dato da tutti gli elementi che hanno funzione strutturale;

**q<sub>p</sub>** : carico permanente dato da tutti gli elementi presenti nel solaio ma che non hanno funzione strutturale;

**q<sub>a</sub>** : carico accidentale, dato dalla normativa, in questo caso **q<sub>a</sub> = 2kN/m<sup>2</sup>** perché si prende in considerazione la destinazione d'uso abitativa (Albergo).



$$q_s = 0,4 \text{ KN/m}^2 \text{ (Travetti } 0,18 \text{ KN/m}^2; \text{ Assito } 0,21 \text{ KN/m}^2 \text{ )}$$

$$q_p = 2,60 \text{ KN/m}^2 \text{ (Pavimento } 0,16 \text{ KN/m}^2; \text{ Sottofondo } 0,54 \text{ KN/m}^2; \text{ Isolante } 0,08 \text{ KN/m}^2; \text{ Caldana } 0,28 \text{ KN/m}^2; \text{ Tramezzi } 1 \text{ KN/m}^2; \text{ Impianti } 0,5 \text{ KN/m}^2 \text{ )}$$

$$q_a = 2 \text{ KN/m}^2$$

Inserendo i valori sopra indicati il foglio calcolerà il carico ultimo  $q_u$  in base all'equazione:

$$q_u = ( \gamma_s q_s + \gamma_p q_p + \gamma_a q_a ) i$$

e, successivamente, inserendo la luce,  $M_{max}$

$$M_{max} = ql^2/8$$

interasse (m)	$q_s$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_p$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_a$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_u$ (KN/m)	luce (m)	$M_{max}$ (KN*m)
3,00	0,40	2,60	2,00	22,26	5,00	69,56

Ora scelgo la classe di resistenza del materiale, **C27** con una resistenza caratteristica a flessione  $F_{m,k} = 27 \text{ N/mm}^2$ .

Si passa alla resistenza caratteristica di progetto aggiungendo alcuni fattori, uno è il  $k_{mod}$ , un coefficiente tabellare che diminuisce la resistenza del materiale che assumiamo sia **0,80** (da normativa); ed un coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_m$  che dipende dal tipo di legno scelto e che assumiamo sia **1,45**.

$$F_d = k_{mod} F_{m,k} / \gamma_m$$

**Proprietà meccaniche**  
\_ in conformità alla UNI EN 338

Classi di resistenza	Conifere											
	C14	C16 (S7)*	C18	C20	C22	C24 (S10)*	C27	C30 (S13)*	C35	C40	C45	C50
$\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
$f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
$f_{t,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
$f_{t,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
$f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
$f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8
$E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	7000	8000	9000	9500	10000	11000	11000	12000	13000	14000	15000	16000
$E_{90,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	230	270	300	320	330	370	380	400	430	470	500	530
$E_{0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	4700	5400	6000	6400	6700	7400	8000	8000	8700	9400	10000	10700
$G_{mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	440	500	560	590	630	690	720	750	810	880	940	1000

\* ... classi corrispondenti secondo ÖNORM DIN 4074-1

Possiamo adesso dimensionare la sezione rettangolare della trave semplicemente scegliendo una base di progetto e quindi determinando l'altezza minima che deve avere la trave  $h_{min}$ , che andrà ovradimensionato.

$f_{m,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$k_{mod}$	$\gamma_m$	$f_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	$b$ (cm)	$h_{min}$ (cm)	$H$ (cm)
27,00	0,80	1,45	14,90	35,00	28,29	30,00

### Pilastro

Parto di nuovo dalla pianta ricavo l'area d'influenza del pilastro più sollecitato, ovvero quello del piano terra che porta il peso di tutti i piani superiori.

$$A_{influenza} = 15 \text{ m}^2$$

Calcolo i pesi che il pilastro deve sostenere.

Il primo carico è proprio quello relativo alle travi, dato dalla moltiplicazione del peso unitario della trave, per l'area di influenza del pilastro, per il fattore di sicurezza 1,3.

Per fare ciò calcolo il peso unitario della trave:

$$P = 370 \text{ Kg/m}^3 = 3,63 \text{ KN/m}^3 \quad A = 0,11 \text{ m}^2 \quad P_s = 0,40 \text{ KN/m}$$

Poi sommo i contributi di ogni trave.

Il secondo invece è il carico  $q_u$  relativo al solaio e dato da  $q_u = (\gamma_s q_s + \gamma_p q_p + \gamma_a q_a) A_{influenza}$ .

$L_1$	$L_2$	Area	trave <sub>p</sub>	trave <sub>s</sub>	$q_{trave}$	$q_s$	$q_p$	$q_a$	$q_{solaio}$
m	m	m <sup>2</sup>	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN
3,00	5,00	15,00	0,36	0,36	3,74	0,40	2,60	2,00	111,30

Con questi dati posso calcolarmi la forza di compressione N data da :

$$N = (q_{trave} + q_u) nr \text{ piani}$$

$n_{\text{piani}}$	N	$f_{c0,k}$	$k_{\text{mod}}$	$\gamma_m$	$f_{c0d}$	$A_{\text{min}}$
	kN	Mpa			Mpa	cm <sup>2</sup>
4	460	22,00	0,80	1,45	12,14	379,1

Nella parte successiva definisco la classe di resistenza del materiale, scelgo la stessa usata per la trave, **C27** con una resistenza caratteristica a flessione  $F_{c0,k} = 22 \text{ N/mm}^2$  ed i valori di  $k_{\text{mod}}$  ed  $\gamma_m$  come nella trave, per trovare la resistenza caratteristica di progetto.

Inserisco poi il valore del modulo di elasticità  $E = 8000 \text{ N/mm}^2$ , il valore di  $\beta$  (che è legato ai vincoli a cui è soggetto il pilastro), ed  $l$  cioè l'altezza del pilastro.

Determino con questi dati il valore massimo della snellezza che può avere l'elemento che stiamo dimensionando e il valore minimo del raggio di inerzia secondo le equazioni:

$$\lambda_{\text{max}} = \pi \sqrt{\frac{E}{f_{cd}}} \quad \text{e} \quad \rho_{\text{min}} = \frac{l_0}{\lambda_{\text{max}}}$$

Entrambi servono per calcolare infine i due valori di base ed altezza minima della sezione del pilastro che saranno ingegnerizzati, trovando  $b_{\text{design}}$ ,  $h_{\text{design}}$  ed infine  $A_{\text{design}}$  e il momento d'inerzia  $I_{\text{design}}$ .

Inserendo questi ultimi dati possiamo ricavarci la prima dimensione, cioè la base minima della sezione, che dobbiamo ingegnerizzare.

Mentre l'altra dimensione, l'altezza minima, la ricaviamo dividendo l'area (precedentemente trovata dal dimensionamento a resistenza) per la base; anche questa andrà ingegnerizzata.

E,005	$\beta$	l	$\lambda_{\text{max}}$	$\rho_{\text{min}}$	$b_{\text{min}}$	b	$h_{\text{min}}$	h	$A_{\text{design}}$	$I_{\text{design}}$
Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>
8000	2,0	4,00	80,61	9,92	34,38	35,00	10,83	30,00	1050	107188

## Mensola

Anche nel dimensionamento della mensola in legno si inizia impostando l'interasse, i carichi relativi al solaio ( $q_s$ ,  $q_p$ ,  $q_a$ ) e il carico complessivo  $q_u = (\gamma_s q_s + \gamma_p q_p + \gamma_a q_a)$ ; imposto anche la luce della mensola e così trovo il  $M_{\text{max}} = q_u L^2 / 2$ .

Scelgo la classe di resistenza del materiale, **C27** la stessa usata per trave e pilastro, ed i valori di  $k_{\text{mod}}$  ed  $\gamma_m$  quindi ricavo la tensione di progetto del materiale :  $F_{dc}$ .

interasse (m)	$q_s$ (kN/mq)	$q_p$ (kN/mq)	$q_a$ (kN/mq)	$q_u$ (kN/m)	luce (m)	$M_{\text{max}}$ (kN*m)	$f_{m,k}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$k_{\text{mod}}$	$\gamma_m$	$f_{dc}$
2,8	0,4	2,6	2,00	20,776	2	41,552	27	0,6	1,50	10,80

Continuo con lo stesso procedimento usato nel dimensionamento della trave; con questi dati, fissando la base della sezione, trovo l'altezza minima della sezione  $H_{\text{min}}$ ; infine la ingegnerizzo.

Trovandoci ad analizzare la mensola, sappiamo che dimensionando la sezione è necessario effettuare la verifica a deformabilità controllando l'abbassamento massimo della stessa in rapporto alla sua luce. Quindi vanno ricombinati i carichi incidenti sulla struttura secondo l'equazione :

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

Infine inserendo il modulo elastico **E** del Legno pari a 8000 N/mm<sup>2</sup>, con i dati descritti sopra, ricavo il momento d'inerzia **I<sub>x</sub>** = bh<sup>3</sup>/12 mi ricavo l'abbassamento massimo :

$$v_{max} = q_e l^4 / 8EI_x$$

e verificare che il rapporto tra la luce della trave e il suo spostamento massimo sia maggiore di 250, come imposto dalla normativa in base al tipo di elemento strutturale considerato.

$$l / v_{max} > 250$$

b (cm)	h <sub>min</sub> (cm)	H (cm)	E (N/mm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	q <sub>e</sub> (kN/m)	v <sub>max</sub> (cm)	l/v <sub>max</sub>	
30	27,74	35	8000	107188	11	0,26	765,63	Si