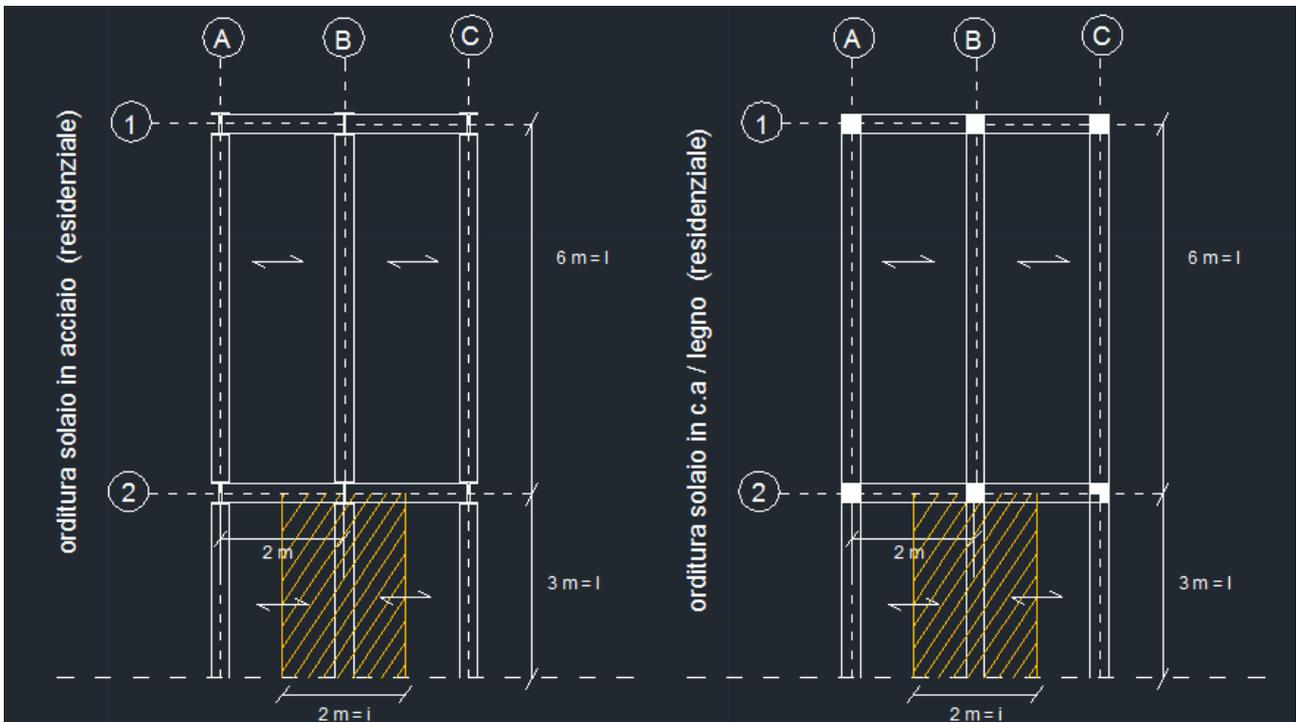
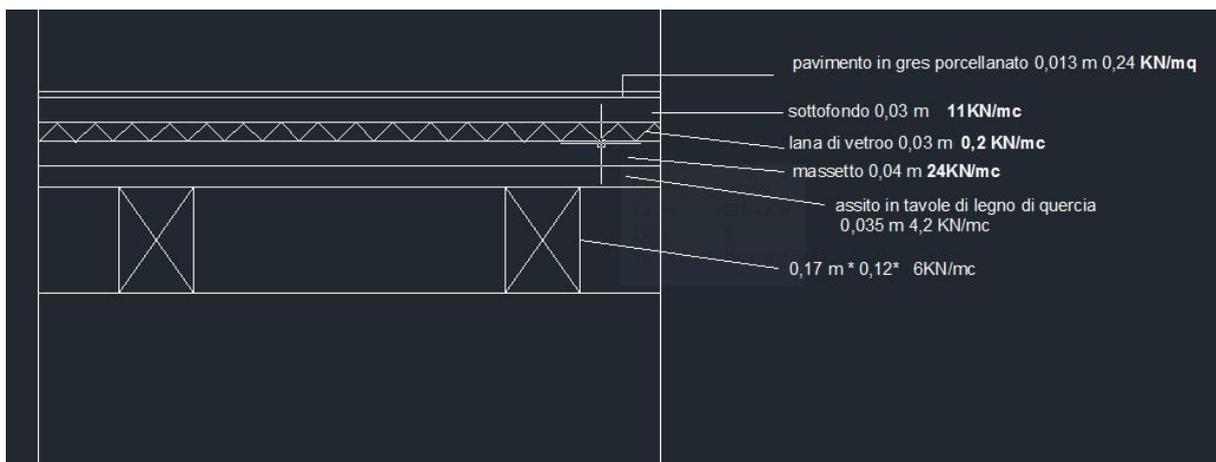


DIMENSIONAMENTO DI UNA TRAVE A SBALZO (MENSOLA)

si consideri una trave a sbalzo (mensola) di un solaio con la seguente orditura per ciascuna delle tre tecnologie: legno/ acciaio/ cls.



DIMENSIONAMENTO DI UNA TRAVE A SBALZO (MENSOLA)_ **LEGNO**



1_ individuo la trave maggiormente sollecitata e ne vado a progettare l' H (altezza della sezione):

la mensola su cui grava più carico è quella centrale:

luce= 3 m

interasse= 2m

Area di influenza= 2*3= 6 m²

2_ In riferimento al solaio in legno analizzato nella prima esercitazione, vado ad inserire nel foglio Excel i carichi e l' interasse:

q_s_ carichi strutturali (tavolato/travetti)

q_s = 0,39 KN/m²

q_p_ carichi permanenti (pavimento/sottofondo/isolante/massetto/intonaco/ impianti/tramezzi)

q_p = 3,80 KN/m²

q_a_ carichi accidentali (normativa)

q_a = 2 KN/m²

3_ Il foglio Excell ha calcolato **q_u** (tot carichi lineari che gravano sulla trave)

q_u = 18,41 KN/m

A	B	C	D	E
interasse (m)	q _s (kN/mq)	q _p (kN/mq)	q _a (kN/mq)	q _u (kN/m)
2	0,39	3,8	2,00	18,414

4_ inserendo la **luce(lo sbalzo della trave in esame)= 3m** il foglio Excel ricaverà **M_{max}**

M_{max}= (q_u x l)² / 2 (secondo il modello semplice della mensola)

F	G
luce (m)	M _{max} (kN*m)
3	82,863

PROGETTO

1_ scelgo la tecnologia, la classe e ricavo dalle tabelle la resistenza caratteristica a flessione **f_{m,k}**

Nella prima esercitazione ho scelto il legno **lamellare di classe GL24h**;

f_{m,k} =24 KN/mm² (Mpa)

2_ora inserisco alcune informazioni relative alla geometria e al materiale che ho scelto inserendo i tre parametri:

$$f_{m,k} = 24 \text{ KN/mm}^2 \text{ (Mpa)}$$

$k_{mod} = 0,8$ (ricavato dalle tabelle in base alla durata del carico, classe di durata/ classe di servizio)

$$\gamma_m = 1,45 \text{ (coefficiente parziale di sicurezza)}$$

grazie a questi il foglio Excel calcola la tensione di progetto

$$f_d \text{ (N/mm}^2\text{)} = K_{mod} * f_{m,k} / \gamma_m$$

H	I	J	K
$f_{m,k} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	k_{mod}	γ_m	$f_d \text{ c}$
24	0,8	1,45	13,24

3_ ipotizzando una base $b = 20 \text{ cm}$ ricavo l' altezza minima $h_{min} = 43,33 \text{ cm}$,

essendo un predimensionamento di minima posso ingegnerizzare scegliendo un valore maggiore: $H = 45 \text{ cm}$.

L	M	N
$b \text{ (cm)}$	$h_{min} \text{ (cm)}$	$H \text{ (cm)}$
20	43,33	45

Non considero il peso proprio della trave in legno in quanto leggera e quindi trascurabile. Considero la sezione $20 \times 35 \text{ cm}$.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

1_ Impostando il modulo elastico $E = 8000 \text{ Mpa}$, si ricavano:

$$I_x = b * h^3 / 12 \text{ [cm}^4\text{]} = 151875 \text{ cm}^4$$

$$q_e = (q_s + q_p + q_a * 0,5) * \text{interasse} = 0,39 + 3,80 + * 0,5 = 10 \text{ KN/m} \text{ (carico totale)}$$

ora il foglio Excel ha tutti gli strumenti per calcolare l' abbassamento massimo v_{max} e il suo rapporto con la luce l/v_{max} :

$$v_{max} = q_e * l^4 / 8 E * I_x = 0,87 \text{ cm}$$

$$l / v_{max} = 346,$$

O	P	Q	R	S	T
E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	q _e (kN/m)	v _{max} (cm)	I/v _{max}	
8000	151875	10	0,87	346,82	Si

CONCLUSIONE

La sezione è VERIFICATA in quanto il rapporto tra la luce e l'abbassamento

$$I/v_{\max} \geq 250 = 346,82 \geq 250 \text{ _ SI}$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	interasse (m)	q _g (kN/mq)	q _z (kN/mq)	q _o (kN/mq)	q _o (kN/m)	luce (m)	M _{max} (kN*m)	f _{max} (N/mm ²)	k _{ed}	v _o	f _g c	b (cm)	h _{min} (cm)	H (cm)	E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	q _e (kN/m)	v _{max} (cm)	I/v _{max}	
2																				
3	2	0,39	3,8	2,00	18,414	3	82,883	24	0,8	1,45	13,24	20	43,33	45	8000	151875	10	0,87	346,82	Si

OSSERVAZIONI

si noti nella formula il rapporto tra V e I_x/ V e q:

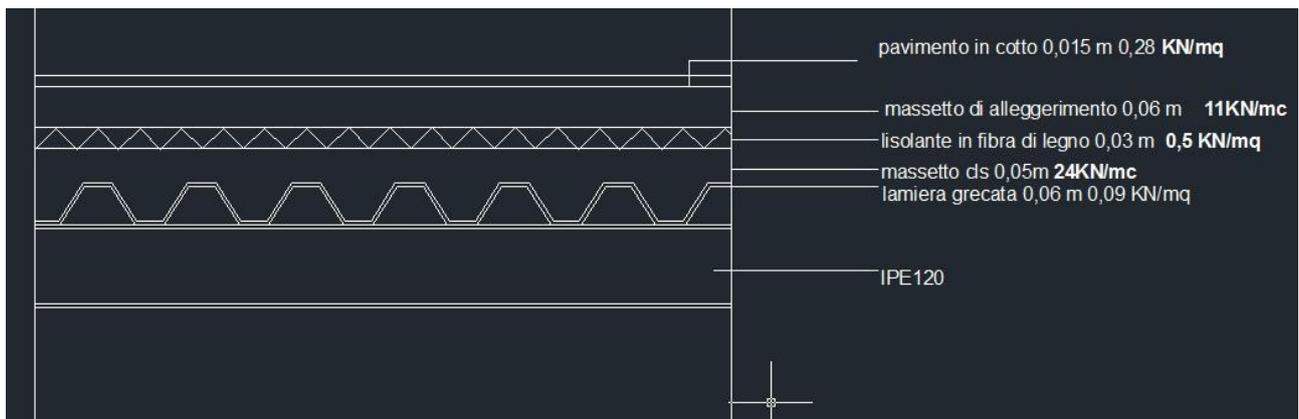
I_x è inversamente proporzionale a V ,quindi più aumenta il momento d'inerzia e più diminuisce l'abbassamento!

Mentre q è direttamente proporzionale a V , quindi più aumenta il carico e maggiore sarà l'abbassamento della trave a sbalzo!

Posso utilizzare una trave meno invasiva con un' altezza H pari a 42 cm.

L	M	N	O	P	Q	R	S	T
b (cm)	h _{min} (cm)	H (cm)	E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	q _e (kN/m)	v _{max} (cm)	I/v _{max}	
20	43,33	42	8000	123480	10	1,06	281,98	Si

DIMENSIONAMENTO DI UNA TRAVE A SBALZO (MENSOLA)_ ACCIAIO



1_ In riferimento al solaio in acciaio analizzato nella prima esercitazione, vado ad inserire nel foglio Excel i carichi e l'interasse (orditura sovraindicata):

q_s_ carichi strutturali (travatura secondaria IPE120/massetto cls/lamiera grecata)

$$q_s = 1,03 \text{ KN/m}^2$$

q_p_ carichi permanenti (pavimento/mass. di alleggerimento /isolante/ impianti/tramezzi)

$$q_p = 2,49 \text{ KN/m}^2$$

q_a_ carichi accidentali (normativa)

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

3_ Il foglio Excel ha calcolato **q_u** (tot carichi lineari che gravano sulla trave)

$$q_u = 16,148 \text{ KN/m}$$

A	B	C	D	E
interasse (m)	q _s (kN/mq)	q _p (kN/mq)	q _a (kN/mq)	q _u (kN/m)
2	1,03	2,49	2,00	16,148

2_ inserendo la **luce(lo sbalzo della trave in esame)= 3m** il foglio Excel ricaverà **M_{max}**

$$M_{\max} = (q_u \times l)^2 / 2 = 72,666 \text{ KNm (secondo il modello semplice della mensola)}$$

F	G
luce (m)	M _{max} (kN*m)
3	72,666

PROGETTO

1_ scelgo la tecnologia e dalle tabelle ne ricavo la resistenza caratteristica f_{yk}

Nella prima esercitazione ho scelto la trave Fe 235N/mm² con $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$

il foglio Excel trova così un modulo di resistenza $W_{x,min} = 324,68 \text{ cm}^3$

H	I	J
$f_{y,k} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_d \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$W_{x,min} \text{ (cm}^3\text{)}$
235	223,81	324,68

2_ ingegnerizzo: consultando le tabelle di produzione di travi standard vado a scegliere la mia trave in base al modulo di resistenza trovato.

La trave che sceglierò dovrà avere un $W_x > W_{xmin}$ ovvero $W_x > 324,68$

Designazione profilo h mm	b mm	s_a mm	e mm	Sezione cm ²	Peso kg/m	Valori statici relativi agli assi xx-yy					
						J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	W_x cm ³	W_y cm ³	e_x cm	e_y cm
IPe 80	46	3,8*	5,2	7,64	6,0	80,1	8,49	20,0	3,69	3,24	1,05
IPe 100	55	4,1	5,7	10,30	8,1	171,0	15,90	34,2	5,79	4,07	1,24
IPe 120	64	4,4	6,3	13,20	10,4	318,0	27,70	53,0	8,65	4,90	1,45
IPe 140	73	4,7	6,9	16,40	12,9	541,0	44,90	77,3	12,30	5,74	1,65
IPe 160	82	5,0	7,4	20,10	15,8	869,0	68,30	109,0	16,70	6,58	1,84
IPe 180	91	5,3	8,0	23,90	18,8	1317,0	101,00	146,0	22,20	7,42	2,05
IPe 200	100	5,6	8,5	28,50	22,4	1943,0	142,00	194,0	28,50	8,26	2,24
IPe 220	110	5,9	9,2	33,40	26,2	2772,0	205,00	252,0	37,30	9,11	2,48
IPe 240	120	6,2	9,8	39,10	30,7	3892,0	284,00	324,0	47,30	9,97	2,69
IPe 270	135	6,6	10,2	45,90	36,1	5790,0	420,00	429,0	62,20	11,20	3,02
IPe 300	150	7,1	10,7	53,80	42,2	8356,0	604,00	557,0	80,50	12,50	3,35
IPe 330	160	7,5	11,5	62,60	49,1	11770,0	788,00	713,0	98,50	13,70	3,55

Considero il profilo **IPe 270**.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

3_ come indicato, nella tabella trovo anche il momento d' inerzia I_x e il peso che inserisco nel foglio di calcolo che ricava q_e , il carico totale comprensivo del peso proprio della trave:

$$I_x = 5790 \text{ cm}^4$$

$$P = 36,1 \text{ Kg/m} = 0,361 \text{ KN/m}$$

K	L	M
$I_x \text{ (cm}^4\text{)}$	peso (kN/m)	$q_e \text{ (kN/m)}$
5790	0,361	9,401

4_ inserisco il modulo elastico **$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$**

Il fogli Excel ha ora tutti gli strumenti per calcolare l' abbassamento massimo V_{\max} e il suo rapporto con la luce I/ v_{\max}

$$v_{\max} = q_e \cdot l^4 / 8 E \cdot I_x = \mathbf{0,783 \text{ cm}}$$

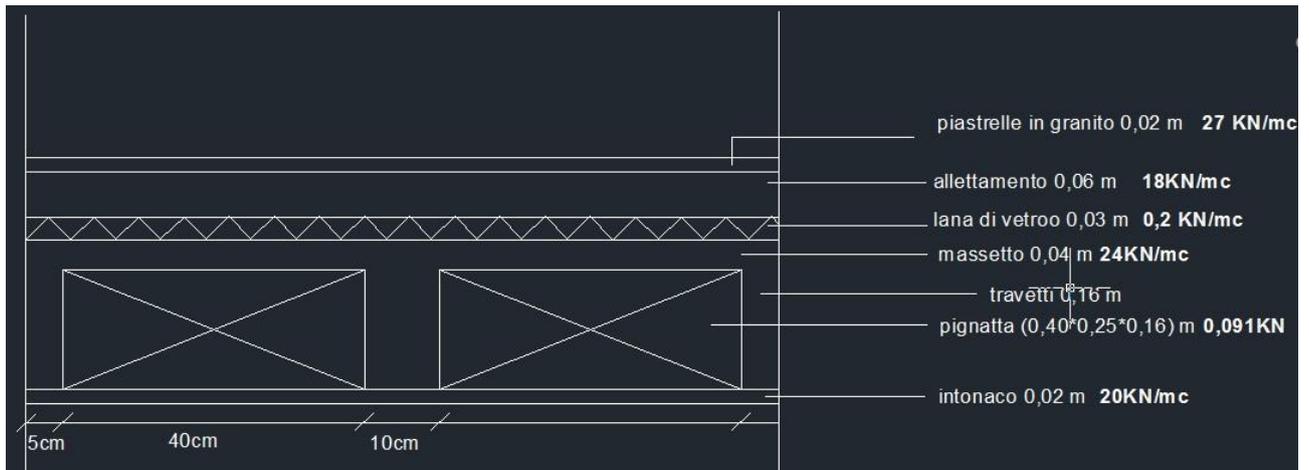
$$I/ v_{\max} = \mathbf{383,22}$$

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
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_{1x} (N/mm ²)	f_2 (N/mm ²)	$W_{x, \min}$ (cm ³)	I_x (cm ⁴)	peso (kN/m)	q_e (kN/m)	E (N/mm ²)	v_{\max} (cm)	I/v_{\max}	
2	1,03	2,49	2,00	16,148	3	72,666	235	223,81	324,68	5790	0,361	9,401	210000	0,783	383,222	SI

CONCLUSIONE

Il profilo IPE270 è VERIFICATO in quanto il rapporto tra la luce e l'abbassamento è **$I/v_{\max} \geq 250 = 383,22 \geq 250_SI$**

DIMENSIONAMENTO DI UNA TRAVE A SBALZO (MENSOLA)_ CLS



1_ In riferimento al solaio in cls analizzato nella prima esercitazione, vado ad inserire nel foglio Excel i carichi e l' interasse (orditura sovraindicata):

q_s_ carichi strutturali (travetti/ pignatte/ soletta)

$$q_s = 2,45 \text{ KN/m}^2$$

q_p_ carichi permanenti (pavimento/allettamento /isolante/intonaco/ impianti/tramezzi)

$$q_p = 3,53 \text{ KN/m}^2$$

q_a_ carichi accidentali (normativa)

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

3_ Il foglio Excell ha calcolato **q_u** (tot carichi lineari che gravano sulla trave)

$$q_u = 22,99 \text{ KN/m}$$

A	B	C	D	E
interasse (m)	q _s (kN/mq)	q _p (kN/mq)	q _a (kN/mq)	q _u (kN/m)
2	2,45	3,54	2,00	22,99

2_ inserendo la **luce(lo sbalzo della trave in esame)= 3m** il foglio Excel ricaverà **M_{max}**

$$M_{\max} = (q_u \times l)^2 / 2 = 103,46 \text{ KNm (secondo il modello semplice della mensola)}$$

F	G
luce (m)	M _{max} (kN*m)
3	103,46

PROGETTO

1_ scelgo le resistenze caratteristiche dell' acciaio f_{yk} e del cls f_{ck} che permetteranno al foglio Excel di calcolare le rispettive tensioni di progetto f_{yd} e f_{cd} , dove:

$$f_{yd} = f_{yk} / 1,5$$

$$f_{cd} = f_{ck} * \alpha_{cc} / 0,85$$

quindi, inserisco

per l' acciaio B450 C , la resistenza caratteristica a flessione $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

per il cls ,resistenza caratteristica a compressione $f_{ck} = 60 \text{ N/mm}^2$

H	I	J	K	L	M
f_{yk} (N/mm ²)	f_{yd} (N/mm ²)	f_{ck} (N/mm ²)	f_{cd} (N/mm ²)	β	r
450	391,30	60	34,00	0,57	2,09

Oltre a calcolare le f_d il foglio ha calcolato anche i parametri che permettono di calcolare l' altezza utile h_u :

$$\beta = 0,53$$

$$r = 2,14$$

2_ ipotizzo ora che la base della mia trave possa essere di 20 cm

$$b = 20 \text{ cm}$$

il foglio Excel ricava ora l' H_{min} (= $h_u + \delta$) con δ = distanza compresa tra il baricentro dei tondini di armatura e l' estremo inferiore della trave , si trova

$$H_{min} = 30,74 \text{ cm che ingegnerizzo a un } H = 35 \text{ cm}$$

N	O	P	Q	R
b (cm)	h_u (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H (cm)
20	25,74	5	30,74	35
20,00	26,99	5,00	31,99	verificata

Considero la sezione **20X 35 cm** .

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

1_ inserisco il modulo elastico $E = 21000 \text{ N/mm}^2$

