

Esercitazione n°3 – Graticcio

Studenti: Alessio Nicolai, Francesco Severino

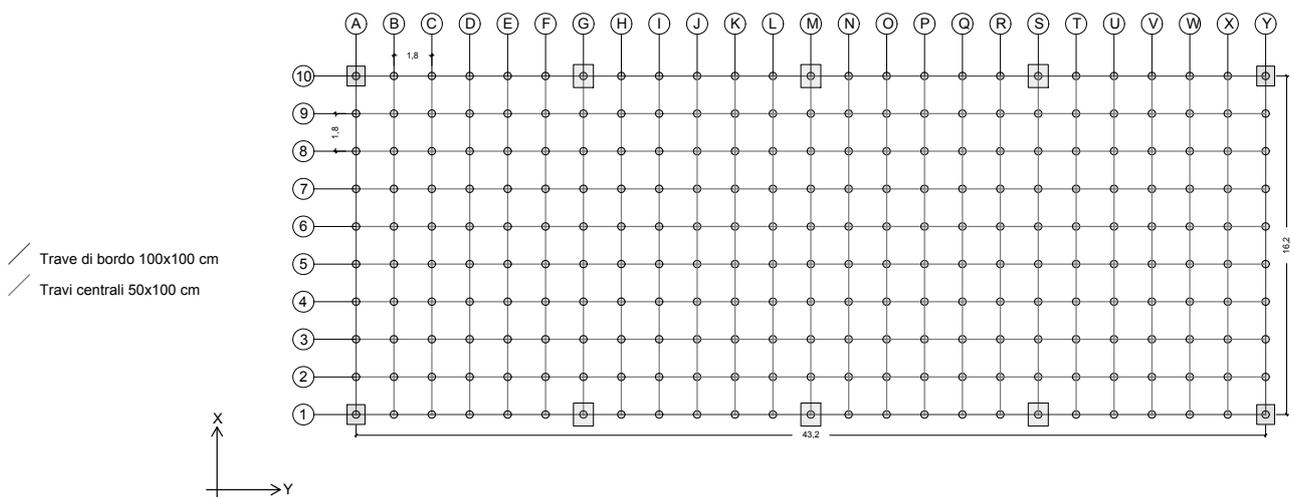
Definizione geometria

Il graticcio è una struttura costituita da un reticolo di travi di egual sezione, quindi priva di gerarchia; i nodi formati dall'intersezione delle travi sono rigidi il che significa che non consentono la rotazione.

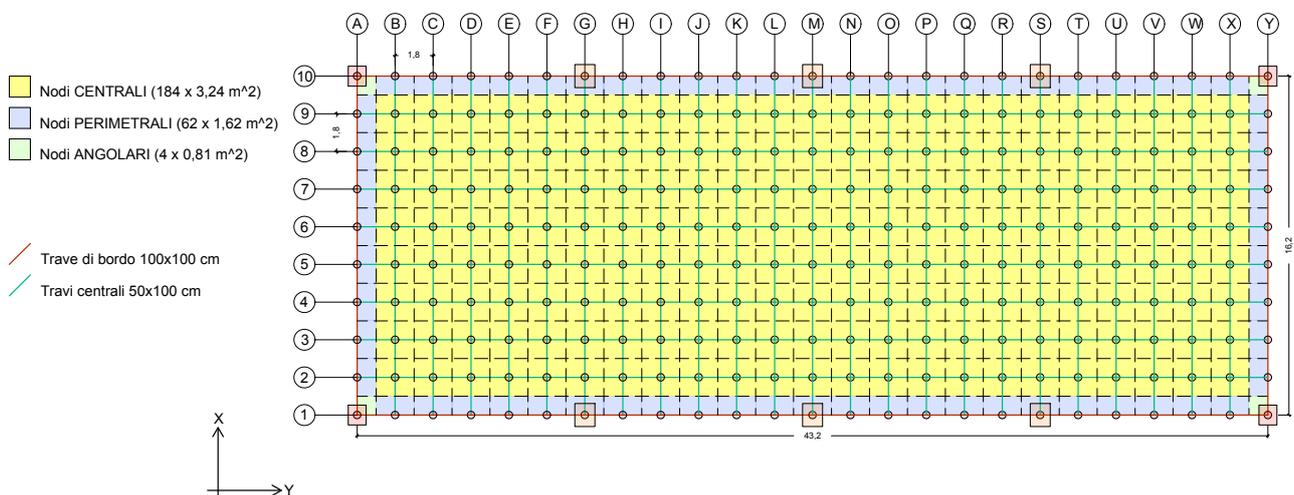
Un graticcio può avere maglie quadrangolari o anche radiali; in ogni caso è bene, per un funzionamento ottimale, che la maglia abbia una geometria il più regolare possibile: ad esempio, una maglia quadrangolare può essere sia quadrata sia rettangolare purché, nel secondo caso, non ci sia troppa differenza tra i due lati.

Un altro aspetto importantissimo di questa tipologia strutturale è che gli appoggi che sorreggono il reticolo siano posizionati solo in corrispondenza dei nodi.

In questa esercitazione si sceglie di progettare un graticcio a maglia quadrata 43,2m x 16,2m con modulo base di 1,8m.



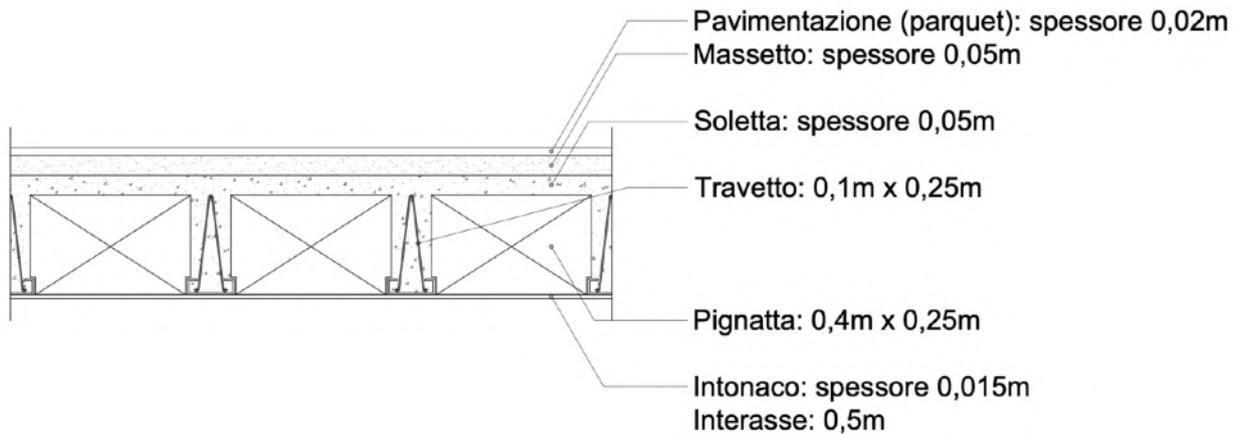
Si suddividono, poi, i nodi costitutivi del reticolo in base alla loro area d'influenza in modo da poter successivamente assegnare le forze agenti in modo proporzionato.



Analisi dei carichi

Classe calcestruzzo strutturale: **cls 40/50**

Definizione pacchetto **soffitto in laterocemento**:



Volume a metro quadro:

- - Intonaco: $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0,015\text{m} = 0,015\text{m}^3/\text{m}^2$
- - Pignatte: $0,4\text{m} \times 0,25\text{m} \times 1\text{m} \times 2 = 0,2\text{m}^3/\text{m}^2$
- - Travetti: $0,1\text{m} \times 0,25\text{m} \times 1\text{m} \times 2 = 0,05\text{m}^3/\text{m}^2$
- - Soletta: $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0,05\text{m} = 0,05\text{m}^3/\text{m}^2$
- - Massetto: $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0,05\text{m} = 0,05\text{m}^3/\text{m}^2$
- - Parquet $1\text{m} \times 1\text{m} \times 0,02\text{m} = 0,02\text{m}^3/\text{m}^2$

Peso a metro quadro carichi strutturali:

- - p Pignatte: $0,05\text{m}^3/\text{m}^2 \times 25\text{KN}/\text{m}^3 = 1,25\text{KN}/\text{m}^2$
 - - p Travetti: $0,05\text{m}^3/\text{m}^2 \times 25\text{KN}/\text{m}^3 = 1,25\text{KN}/\text{m}^2$
 - - p Soletta: $0,2\text{m}^3/\text{m}^2 \times 8\text{KN}/\text{m}^3 = 1,6\text{KN}/\text{m}^2$
- Qs = 4,1KN/m²**

Peso a metro quadro carichi permanenti:

- - p Intonaco: $0,015\text{m}^3/\text{m}^2 \times 20\text{KN}/\text{m}^3 = 0,3\text{KN}/\text{m}^2$
 - - p Massetto: $0,05\text{m}^3/\text{m}^2 \times 18\text{KN}/\text{m}^3 = 0,9\text{KN}/\text{m}^2$
 - - p Parquet: $0,02\text{m}^3/\text{m}^2 \times 7,5\text{KN}/\text{m}^2 = 0,15\text{KN}/\text{m}^2$
 - - p incidenza Tramezzi (normativa) = $1,2\text{KN}/\text{m}^2$
- Qp = 2,55KN/m²**

Peso a metro quadro carichi accidentali:

- - p civile abitazione (da normativa) = $2\text{KN}/\text{m}^2$
- Qa = 2KN/m²**

Dopo aver definito i carichi e scelta la classe del calcestruzzo, si ipotizza che il graticcio debba sostenere 4 piani, incluso quello di copertura per cui si procede con il calcolo delle combinazioni di carico agli Stati Limite di Esercizio per verificare gli abbassamenti ed agli Stati Limite Ultimi per verificare la resistenza.

Combinazione SLE:

$$Q_e = \gamma_s Q_s + \gamma_p Q_p + \gamma_a Q_a \rightarrow Q_e = 1 \times 4,1 + 0,7 \times 2,55 + 0,7 \times 2 \rightarrow Q_e = 7,3 \text{ KN/m}^2$$

Combinazione SLU:

$$Q_e = \gamma_s Q_s + \gamma_p Q_p + \gamma_a Q_a \rightarrow Q_e = 1,3 \times 4,1 + 1,5 \times 2,55 + 1,5 \times 2 \rightarrow Q_e = 12,2 \text{ KN/m}^2$$

Area di un piano = 700m²

Area di 4 piani = 2800m²

Calcolo delle forze agenti:

$$F_{SLE} = 7,3 \text{ KN/m}^2 \times 2800 \text{ m}^2 = 20440 \text{ KN}$$

$$F_{SLU} = 12,2 \text{ KN/m}^2 \times 2800 \text{ m}^2 = 34160 \text{ KN}$$

Aree d'influenza nodi strutturali:

- Nodi CENTRALI: n°184 x 3,24 m²
- Nodi PERIMETRALI: n°62 x 1,62 m²
- Nodi ANGOLARI: n°4 x 0,81 m²

$$F_{tot} = N_C F + N_P F/2 + N_A F/4 \rightarrow F_{tot} = 184 F + 62 F/2 + 4 F/4 \rightarrow F_{tot} = 216 F$$

$$F_{SLE} = 20440 \text{ KN}/216 \rightarrow F_{SLE} = 94,65 \text{ KN}$$

$$F_{SLU} = 34160 \text{ KN}/216 \rightarrow F_{SLU} = 158,15 \text{ KN}$$

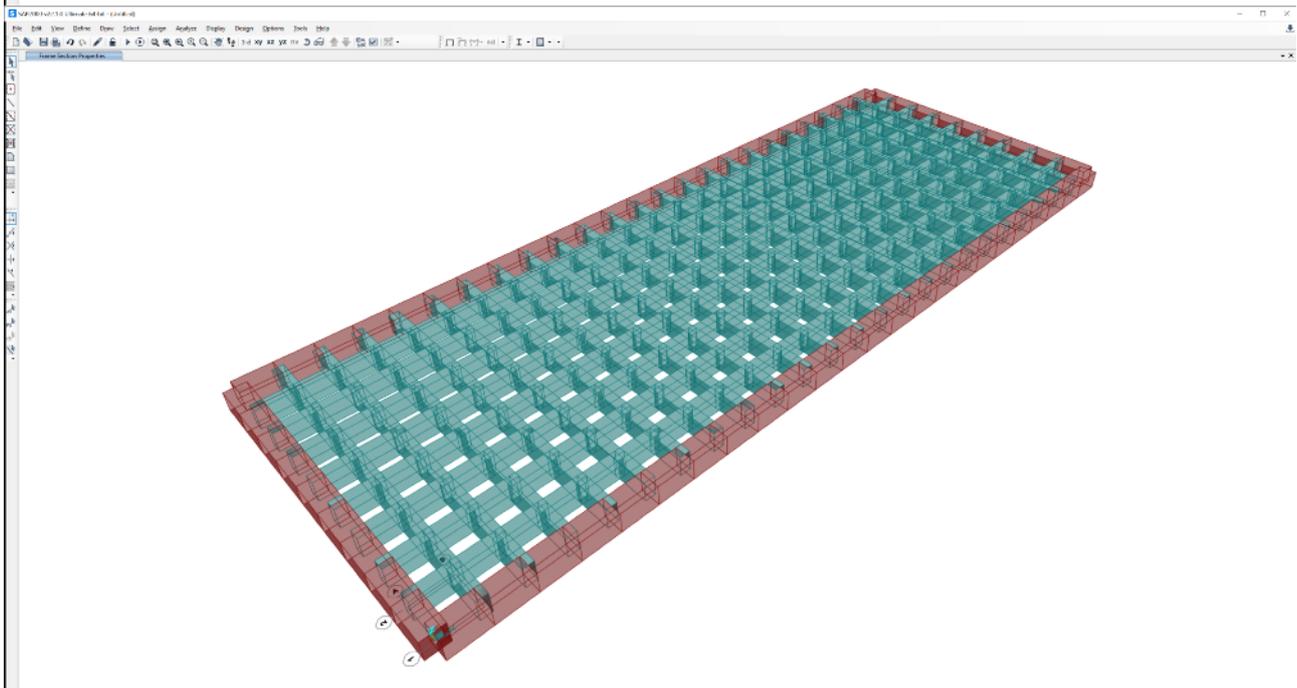
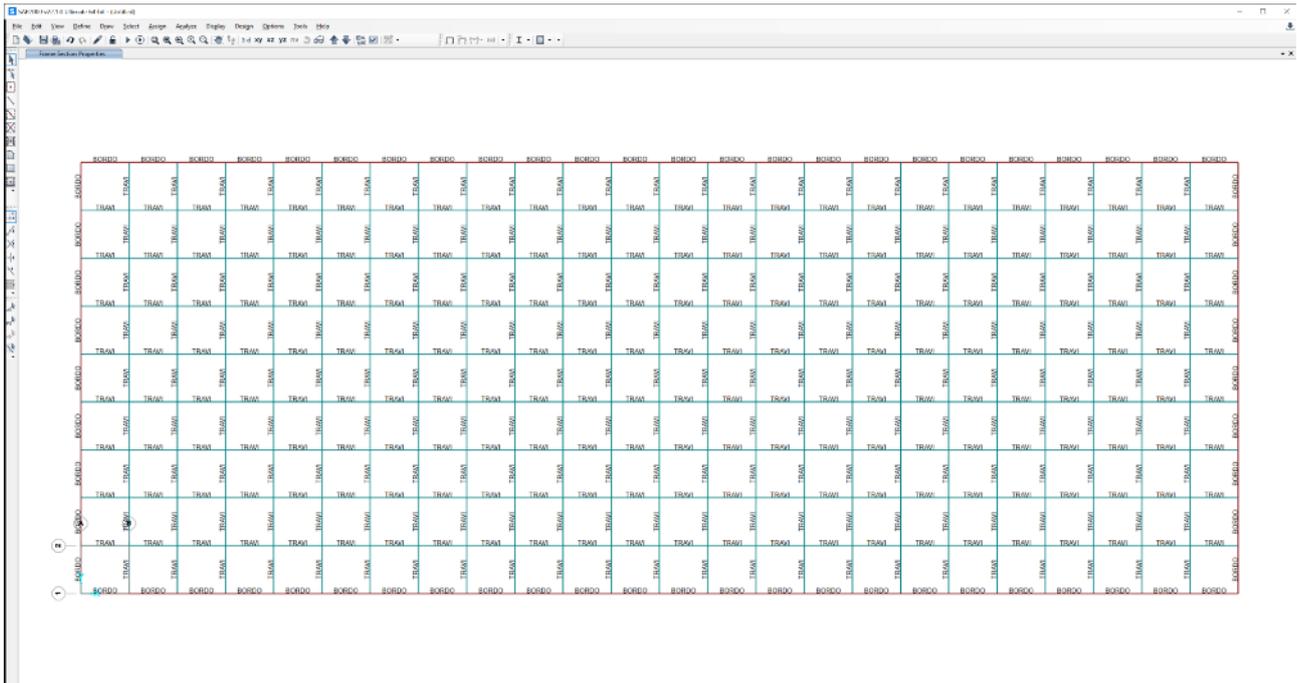
Ripartizione delle forze:

	SLU	SLE
Nodi CENTRALI	158,15 KN	94,65 KN
Nodi PERIMETRALI	79,075 KN	47,325 KN
Nodi ANGOLARI	39,54 KN	23,66 KN

A questo punto, si scelgono delle sezioni di tentativo per, poi, procedere alla modellazione su SAP2000:

- TRAVI: 50x100 cm
- BORDO: 100x100 cm

Modellazione SAP2000:



S Define Load Patterns

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
DEAD	Dead	1	
DEAD	Dead	1	
F SLU	Dead	1	
F SLE	Dead	1	

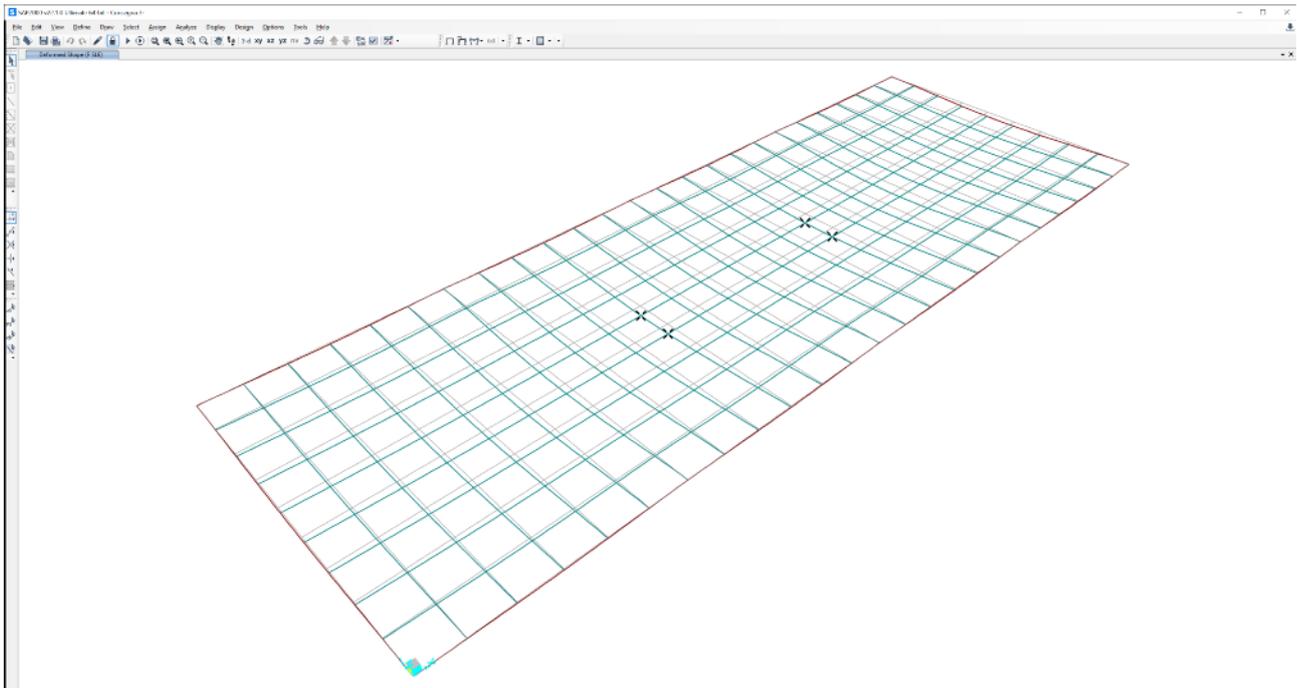
Click To:

- Add New Load Pattern
- Add Copy of Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

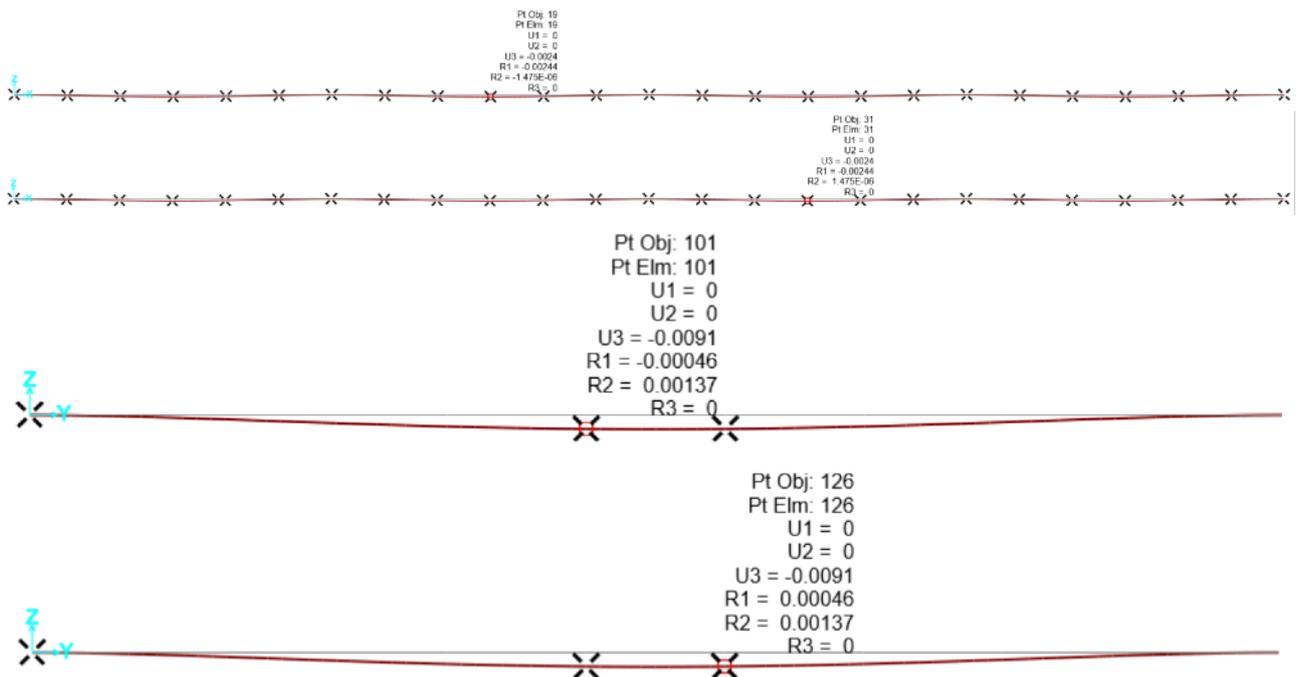
OK Cancel

Ultimata la moderazione e definite le forze coi rispettivi valori, si dà il voi alle analisi.

Analisi SLE (abbassamenti):



Deformate trave di BORDO: lato lungo e lato corto



In corrispondenza degli appoggi, l'abbassamento è ovviamente pari a 0. Riguardo il lato lungo, gli abbassamenti massimi si riscontrano nella 2^a e nella 3^a campata, in corrispondenza del 3° nodo dopo gli appoggi:

$$v_{\max} = -0,0024 \text{ m}$$

$$\text{La luce tra un appoggio e l'altro è pari a } 10,8 \text{ m} \rightarrow L/250 = 0,0432 \text{ m} \rightarrow v_{\max} < L/250$$

VERIFICA SODDISFATTA

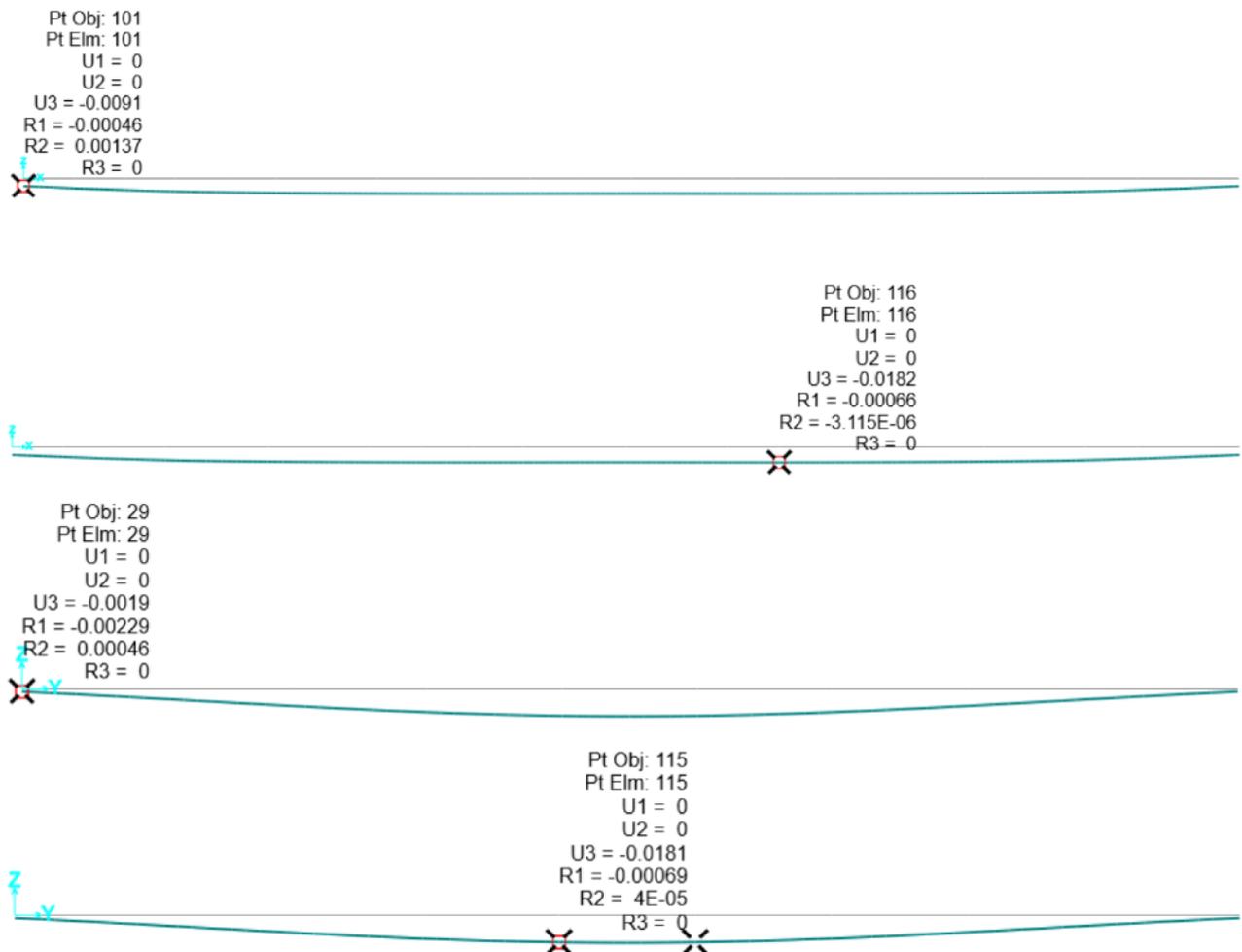
Riguardo il lato corto, gli abbassamenti massimi si riscontrano nel 4° e 5° nodo tra i due appoggi:

$$v_{\max} = -0,0091 \text{ m}$$

$$\text{La luce tra i due appoggi è pari a } 16,2 \text{ m} \rightarrow L/250 = 0,0648 \text{ m} \rightarrow v_{\max} < L/250$$

VERIFICA SODDISFATTA

Deformate TRAVI: lato lungo e lato corto



Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
110	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018153	-0,000656	0,000003115	0
116	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018153	-0,000656	-0,000003115	0
135	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018153	0,000656	0,000003115	0
141	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018153	0,000656	-0,000003115	0
111	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018116	-0,000687	-0,000038	0
115	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018116	-0,000687	0,000038	0
136	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018116	0,000687	-0,000038	0
140	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018116	0,000687	0,000038	0
109	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018098	-0,000685	0,000064	0
117	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018098	-0,000685	-0,000064	0
134	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018098	0,000685	0,000064	0
142	F SLE	LinStatic	0	0	-0,018098	0,000685	-0,000064	0

Riguardo il lato lungo, gli abbassamenti ai bordi corrispondono ovviamente a quelli riscontrati nel lato corto della trave di BORDO e quindi pari a -0,0091 m; gli abbassamenti massimi si riscontrano nel 10° e 16° nodo, proprio in corrispondenza degli abbassamenti massimi del lato lungo della trave di BORDO:

$$v_{\max} = -0,0182 \text{ m}$$

$$\text{La luce tra un appoggio e l'altro è pari a } 43,2 \text{ m} \rightarrow L/250 = 0,1728 \text{ m} \rightarrow v_{\max} < L/250$$

VERIFICA SODDISFATTA

L'abbassamento massimo è circa il doppio di quello al bordo e ciò significa che si tratta di due grandezze paragonabili; in una situazione simile, qualora dovesse essere necessario, si dovrebbe intervenire considerando la FLESSIONE riguardo la trave di BORDO.

Riguardo il lato corto, gli abbassamenti ai bordi corrispondono ovviamente all'abbassamento massimo del lato lungo della trave di BORDO e quindi pari a -0,0024 m; gli abbassamenti massimi si riscontrano nel 4° e 5° nodo tra i due appoggi, proprio come nel lato corto della trave di BORDO:

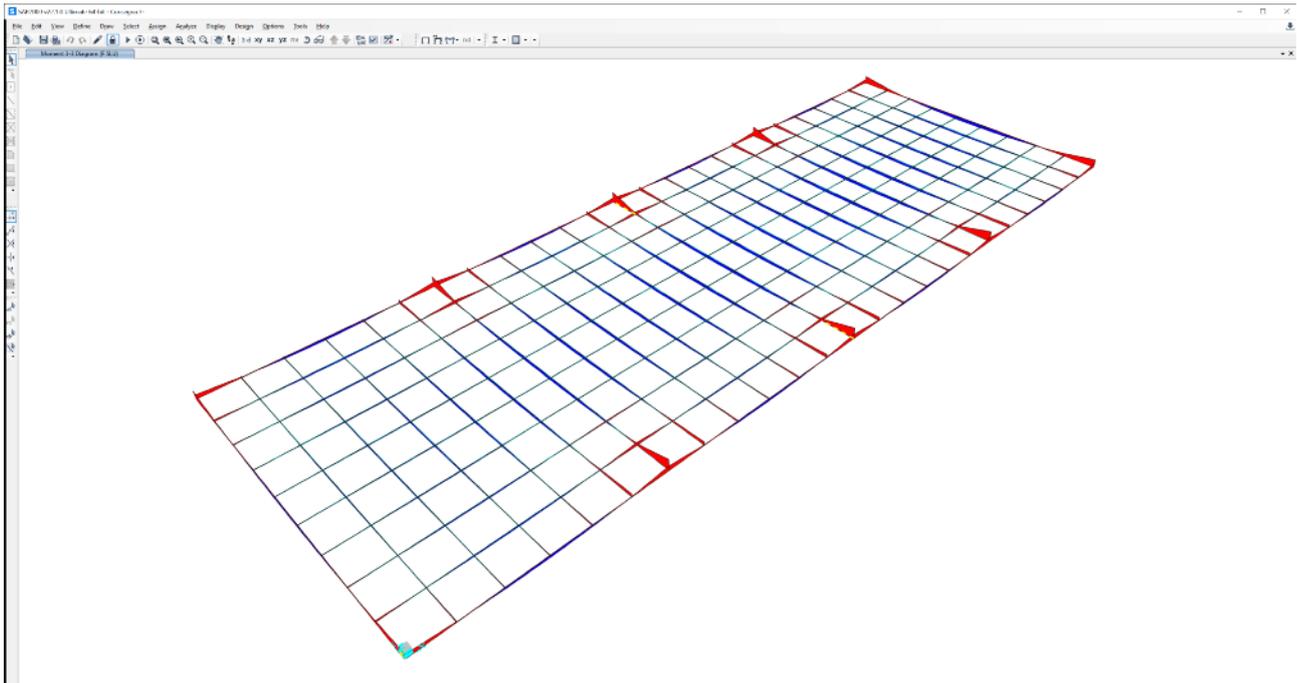
$$v_{\max} = -0,0182 \text{ m}$$

$$\text{La luce tra i due appoggi è pari a } 16,2 \text{ m} \rightarrow L/250 = 0,0648 \text{ m} \rightarrow v_{\max} < L/250$$

VERIFICA SODDISFATTA

L'abbassamento massimo è oltre 7 volte quello al bordo e ciò significa che si tratta di due grandezze NON paragonabili; in una situazione simile, qualora dovesse essere necessario, si dovrebbe intervenire considerando la TORSIONE riguardo la trave di BORDO.

Analisi SLU (resistenza):



01 Element forces frame SLU.xlsx - Microsoft Excel

1	TABLE: Element Forces - Frames											
2	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
3	35	0	F SLU	LinStatic	0	-3084,234	0	1,276E-12	0	-6442,3001	35-1	0
4	440	1,8	F SLU	LinStatic	0	3084,234	0	1,353E-12	0	-6442,3001	440-1	1,8
5	17	0	F SLU	LinStatic	0	-3025,235	0	22,9325	0	-6310,8834	17-1	0
6	53	0	F SLU	LinStatic	0	-3025,235	0	-22,9325	0	-6310,8834	53-1	0
7	428	1,8	F SLU	LinStatic	0	3025,235	0	-22,9325	0	-6310,8834	428-1	1,8
8	452	1,8	F SLU	LinStatic	0	3025,235	0	22,9325	0	-6310,8834	452-1	1,8
9	35	0,45	F SLU	LinStatic	0	-3078,61	0	1,276E-12	0	-5055,6601	35-1	0,45
10	440	1,35	F SLU	LinStatic	0	3078,61	0	1,353E-12	0	-5055,6601	440-1	1,35
11	17	0,45	F SLU	LinStatic	0	-3019,611	0	22,9325	0	-4950,793	17-1	0,45
12	53	0,45	F SLU	LinStatic	0	-3019,611	0	-22,9325	0	-4950,793	53-1	0,45
13	428	1,35	F SLU	LinStatic	0	3019,611	0	-22,9325	0	-4950,793	428-1	1,35
14	452	1,35	F SLU	LinStatic	0	3019,611	0	22,9325	0	-4950,793	452-1	1,35
15	1	0	F SLU	LinStatic	0	-1776,859	0	1377,0449	0	-4868,6729	1-1	0
16	71	0	F SLU	LinStatic	0	-1776,859	0	-1377,0449	0	-4868,6729	71-1	0

Si procede, dunque, alla verifica di resistenza:

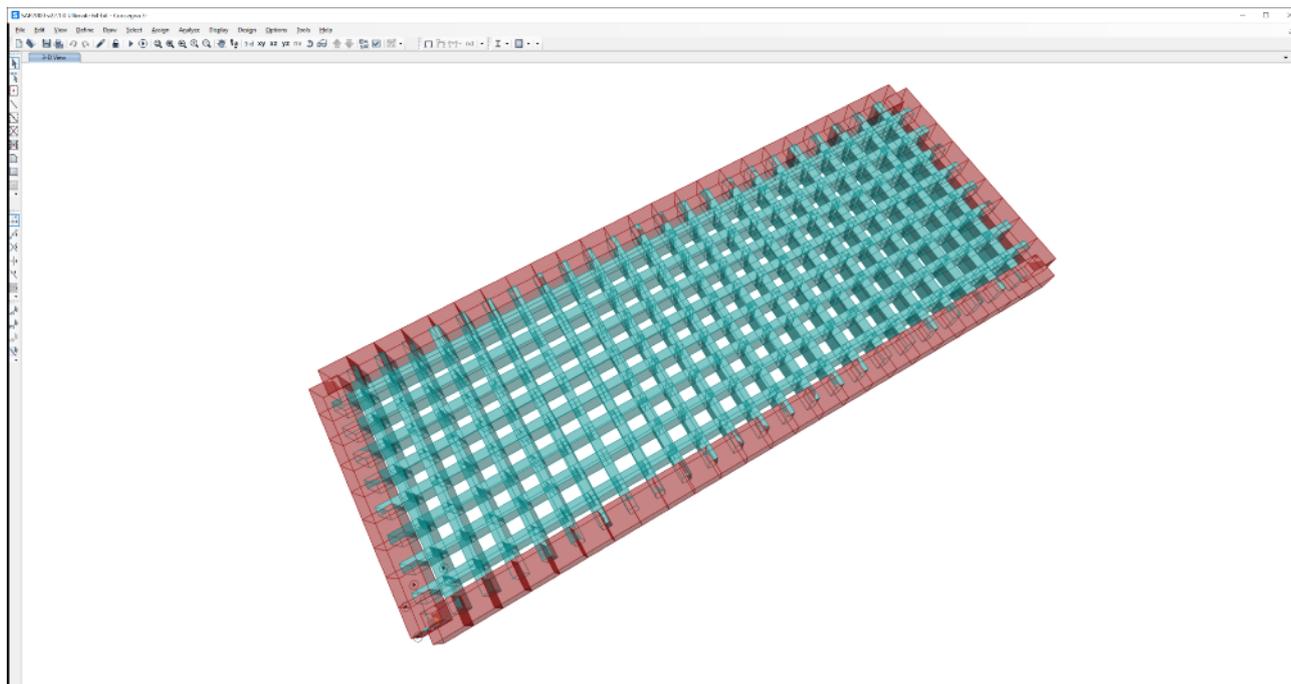
esercitazione_travi_7_11_2014.xls [modalità compatibilità] - Microsoft Excel

1	interasse (m)	q_k (kN/m ²)	q_k (kN/m ²)	q_k (kN/m ²)	q_k (kN/m)	luce (m)	M_{max} (kNm)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{td} (N/mm ²)	ρ	r	b (cm)	h ₀ (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H	H/I	area (m ²)	peso unitario (kN/m)			
2	4,00	3,42	2,56	2,00	45,14	8,00	6443,00	450,00	391,30	40,00	22,87	0,46	2,26	50,00	170,12	5,00	175,12	55,00	0,22	0,28	6,88	
3					54,08	8,00	432,65	450,00	391,30	40,00	22,87	0,46	2,26	50,00	44,08	5,00	49,08	verificata				

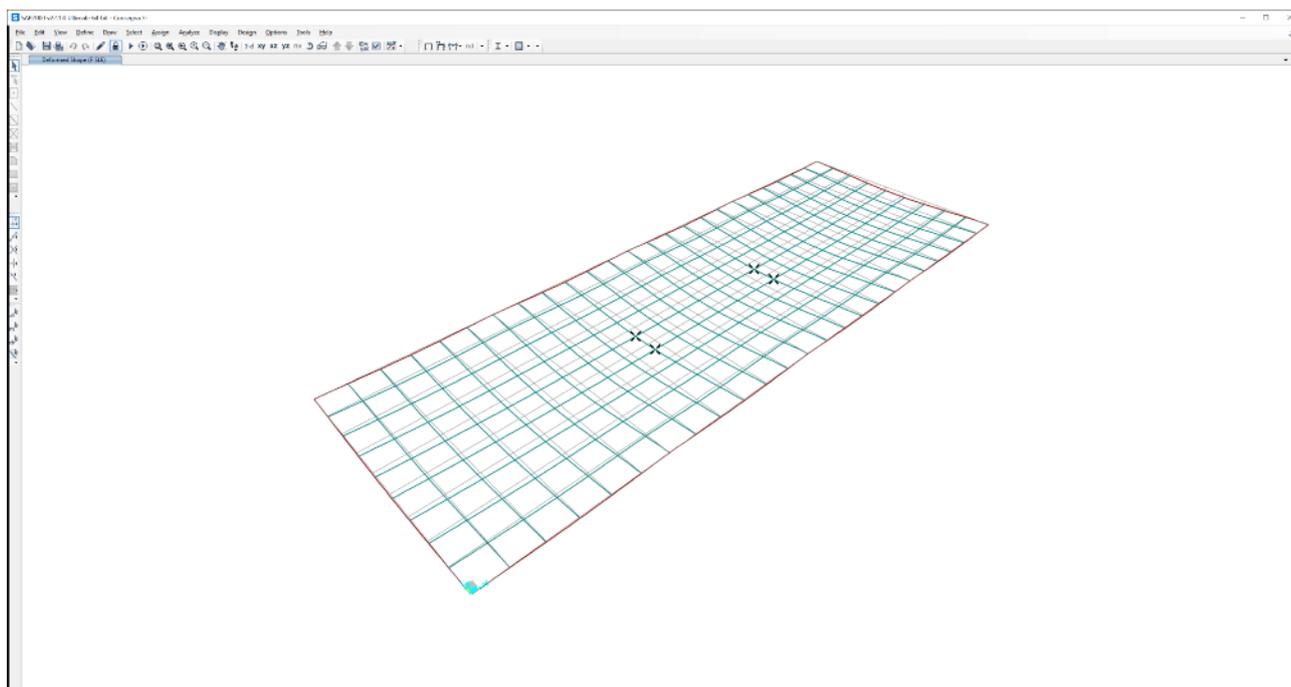
Con un momento massimo $M_{max} = 6443 \text{ kNm}$ e una base scelta di 50 cm, l'altezza minima per far fronte a tale sollecitazione supera 175 cm, maggiore a quella di progetto.

E' necessario, quindi, aumentare le sezioni del graticcio e svolgere nuovamente le analisi:

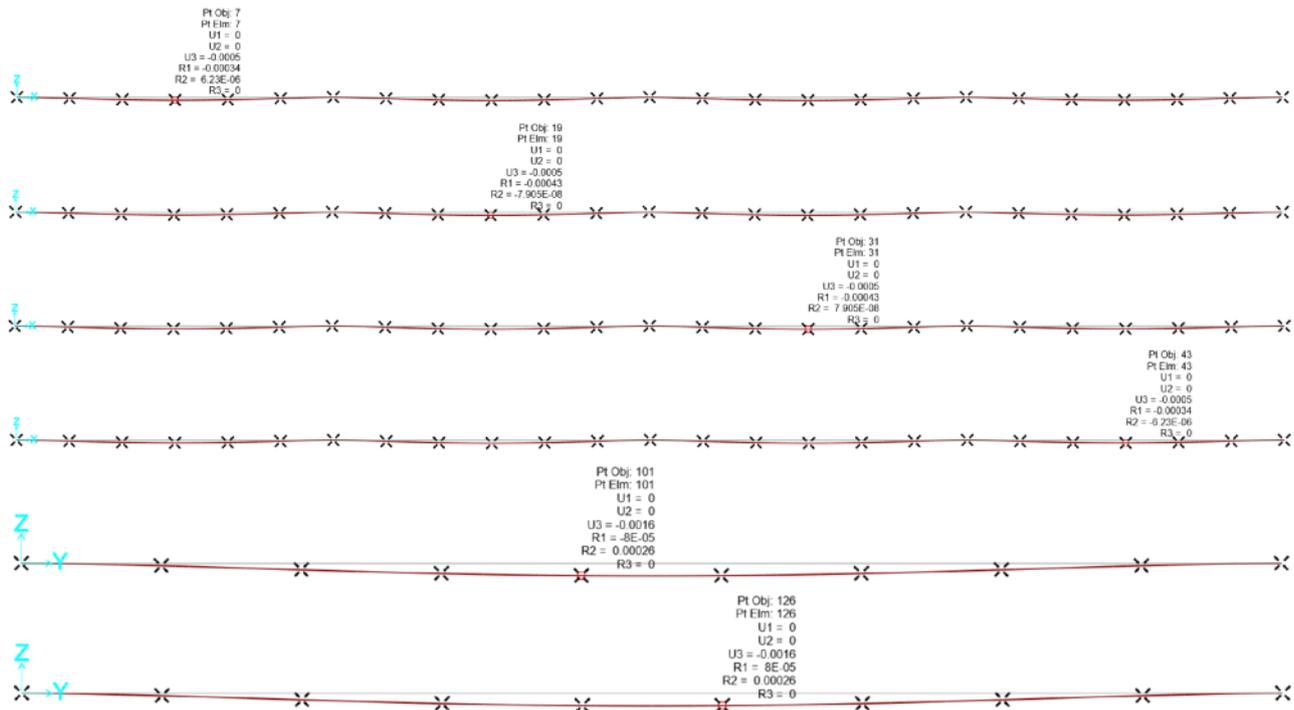
- TRAVI: 60x100 cm
- BORDO: 100x100 cm



Analisi SLE (abbassamenti):



Deformate trave di BORDO: lato lungo e lato corto



Rispetto il caso precedente, la situazione resta pressoché invariata se non per il fatto che gli abbassamenti massimi del lato lungo si riscontrano anche nella 1^a e nella 2^a campata (oltre alla 2^a e la 3^a) ed in corrispondenza del 4° nodo dopo ogni appoggio e non nel 3°; inoltre, i valori sono diminuiti:

$$v_{\max} = -0,0005 \text{ m}$$

$$\text{La luce tra un appoggio e l'altro è pari a } 10,8 \text{ m} \rightarrow L/250 = 0,0432 \text{ m} \rightarrow v_{\max} < L/250$$

VERIFICA SODDISFATTA

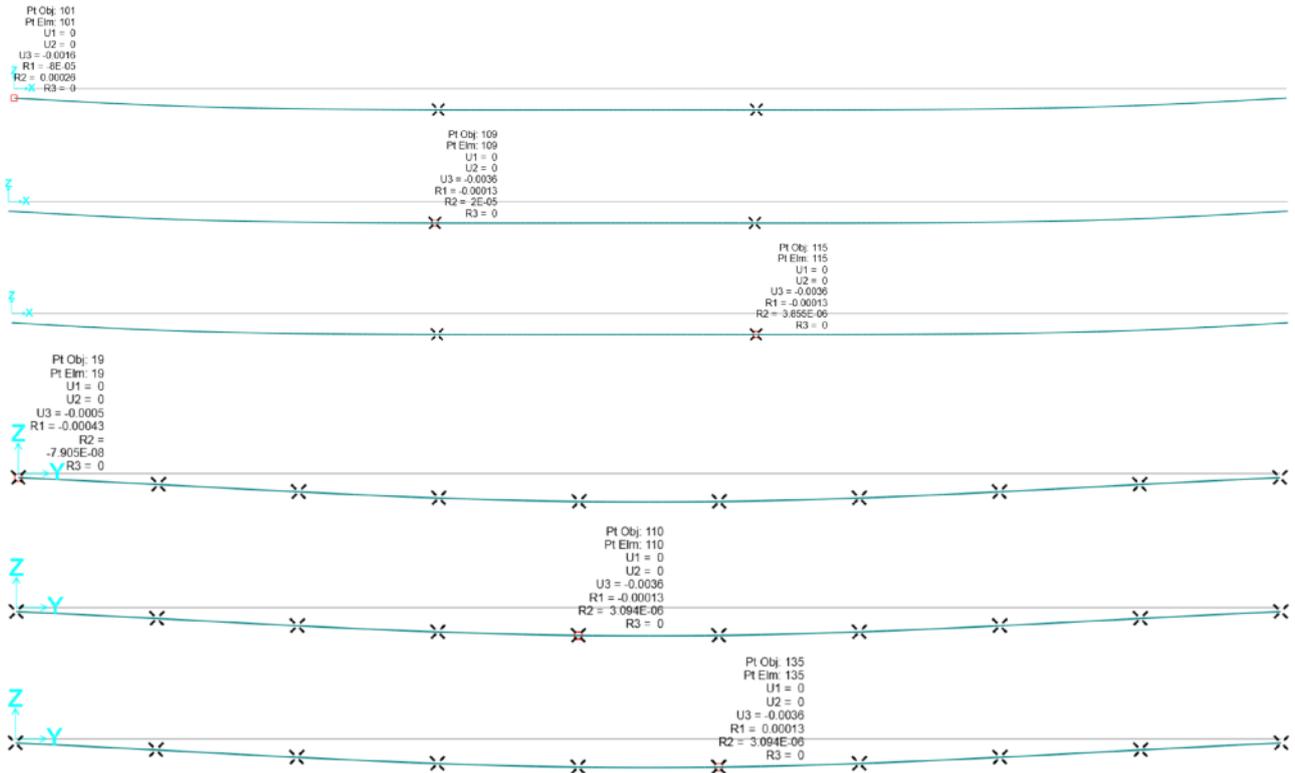
Il lato corto, invece, presenta una situazione identica alla precedente ma anche qui con valori inferiori:

$$v_{\max} = -0,0016 \text{ m}$$

$$\text{La luce tra i due appoggi è pari a } 16,2 \text{ m} \rightarrow L/250 = 0,0648 \text{ m} \rightarrow v_{\max} < L/250$$

VERIFICA SODDISFATTA

Deformate TRAVI: lato lungo e lato corto



02 Joint displacement SLE.xlsx - Microsoft Excel

Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
110	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003629	-0,000125	0,000003094	0
116	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003629	-0,000125	-0,000003094	0
135	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003629	0,000125	0,000003094	0
141	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003629	0,000125	-0,000003094	0
111	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003625	-0,000131	-0,000003855	0
115	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003625	-0,000131	0,000003855	0
136	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003625	0,000131	-0,000003855	0
140	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003625	0,000131	0,000003855	0
112	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003616	-0,000142	-0,000003989	0
114	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003616	-0,000142	0,000003989	0
137	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003616	0,000142	-0,000003989	0
139	F SLE	LinStatic	0	0	-0,003616	0,000142	0,000003989	0

Lo stesso discorso vale per le TRAVI infatti gli abbassamenti ai bordi del lato lungo corrispondono ovviamente a quelli riscontrati nel lato corto della trave di BORDO e quindi pari a $-0,0016$ m; gli abbassamenti massimi si riscontrano sempre in corrispondenza degli abbassamenti massimi del lato lungo della trave di BORDO:

$$v_{\max} = -0,0036 \text{ m}$$

La luce tra un appoggio e l'altro è pari a $43,2$ m $\rightarrow L/250 = 0,1728$ m $\rightarrow v_{\max} < L/250$

VERIFICA SODDISFATTA

L'abbassamento massimo è nuovamente poco più del doppio di quello al bordo e ciò significa che si tratta di due grandezze paragonabili; in una situazione simile, qualora dovesse essere necessario, si dovrebbe intervenire considerando la FLESSIONE riguardo la trave di BORDO.

Anche il lato corto presenta una situazione analoga al caso precedente infatti gli abbassamenti ai bordi corrispondono all'abbassamento massimo del lato lungo della trave di BORDO e quindi pari a $-0,0005$ m; gli abbassamenti massimi si riscontrano sempre nel 4° e 5° nodo tra i due appoggi:

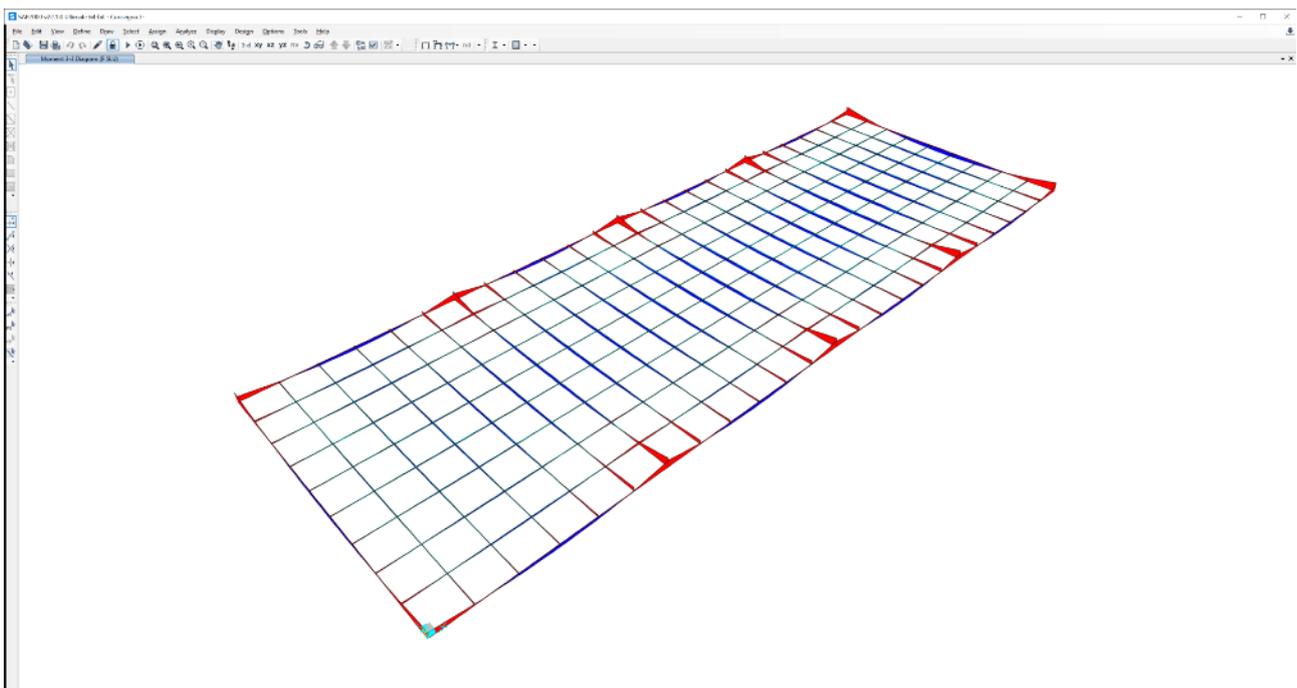
$$v_{\max} = -0,0036 \text{ m}$$

La luce tra i due appoggi è pari a $16,2$ m $\rightarrow L/250 = 0,0648$ m $\rightarrow v_{\max} < L/250$

VERIFICA SODDISFATTA

Anche qui, l'abbassamento massimo è oltre 7 volte quello al bordo e ciò significa che si tratta di due grandezze NON paragonabili; in una situazione simile, qualora dovesse essere necessario, si dovrebbe intervenire considerando la TORSIONE riguardo la trave di BORDO.

Analisi SLU (resistenza):



02 Element forces frame SLU.xlsx - Microsoft Excel

TABLE: Element Forces - Frames	frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
1	1	0	F SLU	LinStatic	0	-2524,098	0	2102,554	0	-7071,5941	1-1	0
4	71	0	F SLU	LinStatic	0	-2524,098	0	-2102,554	0	-7071,5941	71-1	0
5	417	1,8	F SLU	LinStatic	0	2524,098	0	-2102,554	0	-7071,5941	417-1	1,8
6	464	1,8	F SLU	LinStatic	0	2524,098	0	2102,554	0	-7071,5941	464-1	1,8
7	35	0	F SLU	LinStatic	0	-2901,052	0	1,052E-12	0	-6696,6669	35-1	0
8	440	1,8	F SLU	LinStatic	0	2901,052	0	-1,149E-12	0	-6696,6669	440-1	1,8
9	17	0	F SLU	LinStatic	0	-2809,089	0	22,4362	0	-6483,7233	17-1	0
10	53	0	F SLU	LinStatic	0	-2809,089	0	-22,4362	0	-6483,7233	53-1	0
11	428	1,8	F SLU	LinStatic	0	2809,089	0	-22,4362	0	-6483,7233	428-1	1,8
12	452	1,8	F SLU	LinStatic	0	2809,089	0	22,4362	0	-6483,7233	452-1	1,8
13	1	0,45	F SLU	LinStatic	0	-2487,659	0	2102,554	0	-5943,9489	1-1	0,45
14	71	0,45	F SLU	LinStatic	0	-2487,659	0	-2102,554	0	-5943,9489	71-1	0,45
15	417	1,35	F SLU	LinStatic	0	2487,659	0	-2102,554	0	-5943,9489	417-1	1,35

Si procede, dunque, alla verifica di resistenza:

esercitazione_travi_7_11_2014.xls [modalità compatibilità] - Microsoft Excel

interasse (m)	q_d (KN/m ²)	q_s (KN/m ²)	q_d (KN/m)	q_s (KN/m)	luce (m)	M_{max} (KNm)	f_{td} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h_v (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H	S	H/I	area (m ²)	peso unitario (KN/m)			
4.00	3.42	2.56	2.00	45.14	8.00	7072.00	450.00	391.30	40.00	22.87	0.46	2.26	60.00	182.70	5.00	167.70	55.00	0.21	0.33	8.25	
				55.87	8.00	446.95	450.00	391.30	40.00	22.87	0.46	2.26	60.00	40.90	5.00	45.90	verificata				

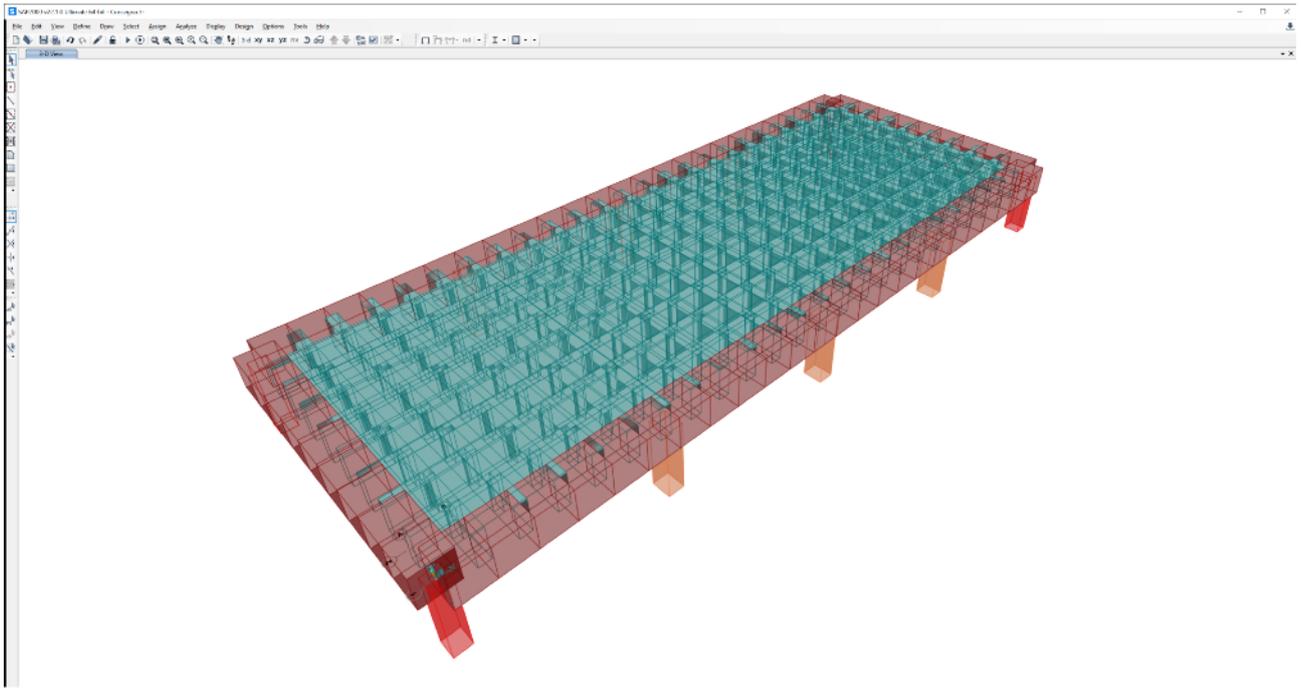
Con un momento massimo $M_{max} = 7072 \text{ KNm}$ e una base scelta di 60 cm, l'altezza minima per far fronte a tale sollecitazione è poco inferiore a 170 cm, minore a quella di progetto per cui la verifica è SODDISFATTA.

Si procede, a questo punto, ad inserire i pilastri nel modello e ad effettuare un primo dimensionamento, distinguendoli in base alle aree d'influenza.

esercitazione_pilastri_0.xls [modalità compatibilità] - Microsoft Excel

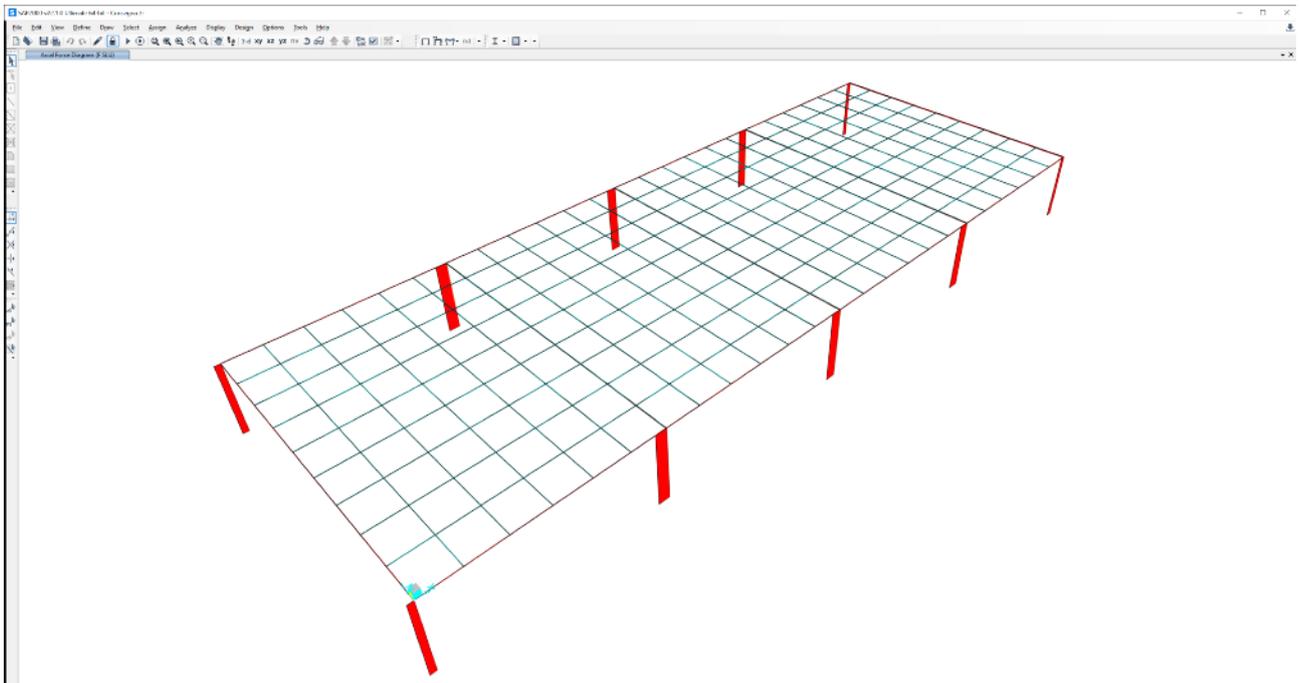
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
L_y	L_x	Area	q_{trave}	q_{trave}	q_{trave}	q_d	q_d	q_d	q_{totale}	N	f_{td}	f_{td}	f_{td}	A_{inf}	b_{min}	E	β	I	λ^*	P_{max}	b_{min}	b	h_{max}	h	A_{asson}		
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN	kN	Mpa	Mpa	Mpa	cm ²	cm	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm ²		
8.10	5.40	43.74	81.00	81.00	1421.55	4.10	2.55	2.00	531.66	4	7813	40.0	22.7	11.3	8893.7	83.0	21000	1.00	4.00	95.62	4.18	14.49	85.00	81.10	95.00	8075	PILASTRI ANGOLARI
10.80	8.10	87.48	81.00	27.00	1421.55	4.10	2.55	2.00	1063.32	4	9939	40.0	22.7	11.3	8770.1	93.6	21000	1.00	4.00	95.62	4.18	14.49	95.00	82.32	110.00	10450	PILASTRI PERIMETRALI

- Pilastri ANGOLARI ($A_{inf} = 43,74 \text{ m}^2$) 85x95 cm
- Pilastri PERIMETRALI ($A_{inf} = 87,48$) 95x110 cm

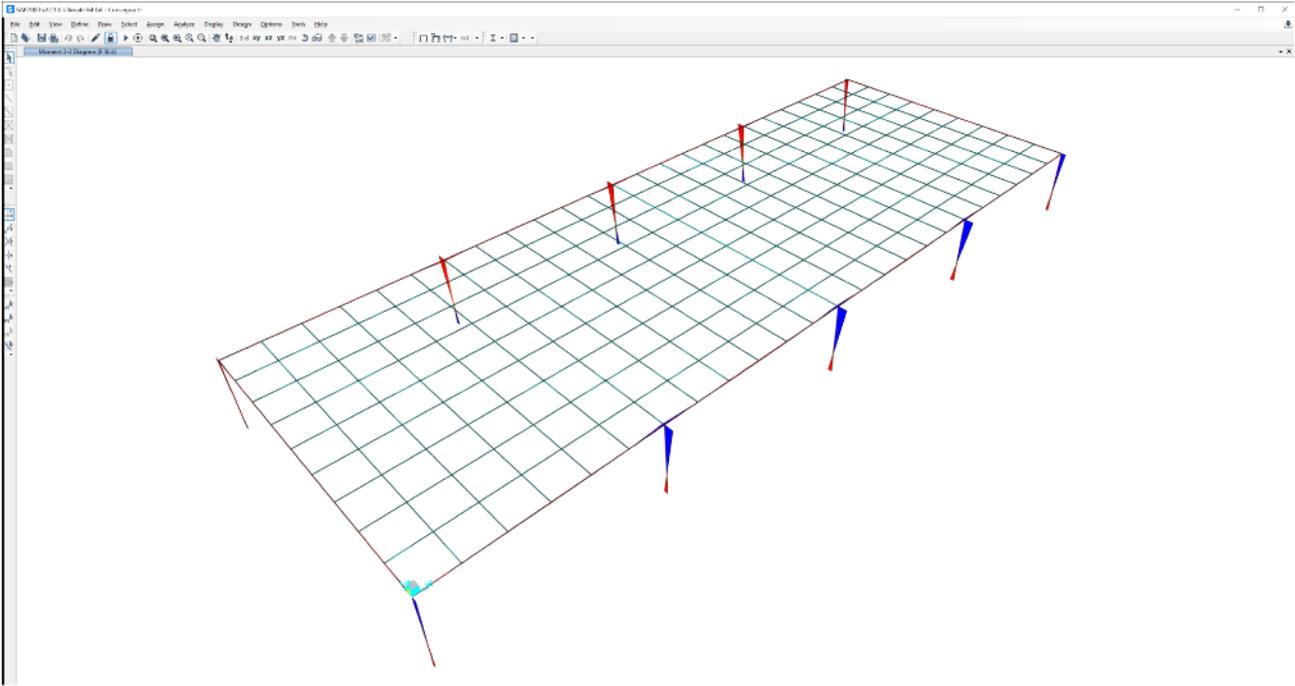


Si svolge l'analisi agli Stati Limite Ultimi e si esportano le tabelle excel tenendo in considerazione lo sforzo assiale e i momenti in entrambe le direzioni.

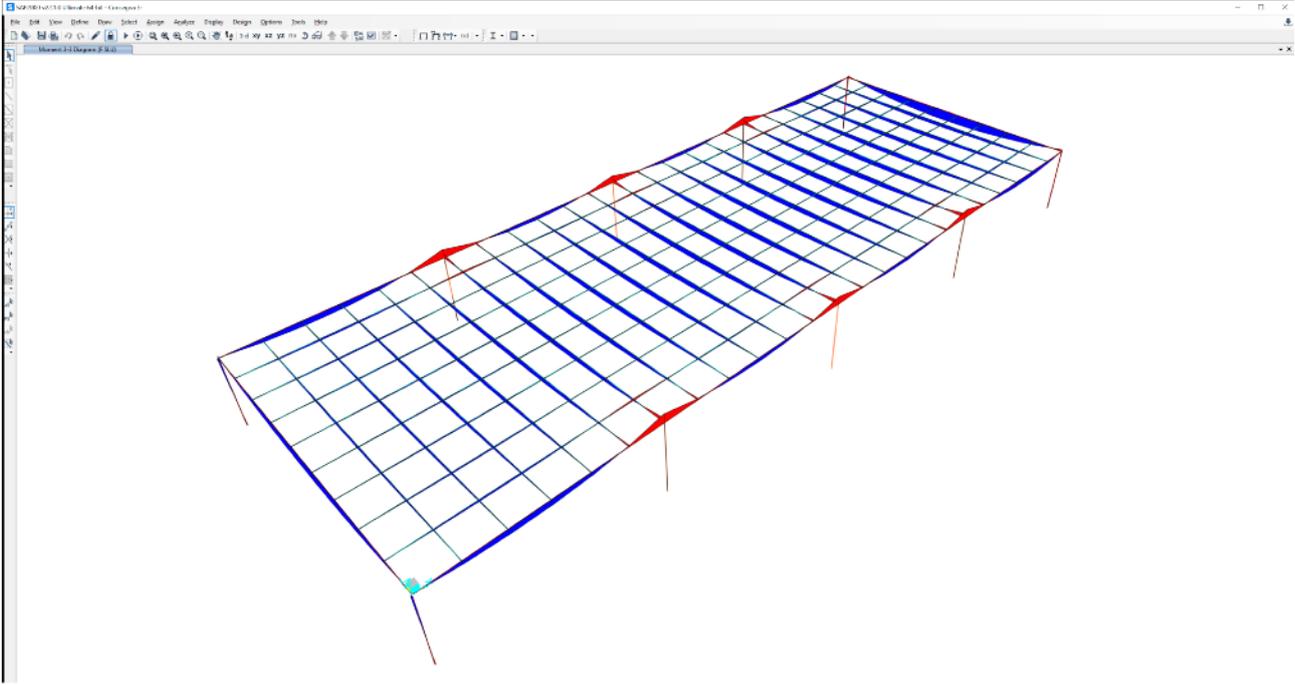
Sforzo assiale



Momento asse 2-2



Momento asse 3-3



Esaminando i diagrammi e consultando le tabelle, si tengono in considerazione sia lo sforzo assiale che il momento flettente e si nota come nei pilastri, quest'ultimo sia significativamente superiore lungo l'asse 2-2 per cui nella verifica a presso-flessione si farà riferimento a questo.

03 Element forces frame PILASTRI ANGOLARI SLU.xlsx - Microsoft Excel

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
471	4	F SLU	LinStatic	-3798,295	241,02	853,11	-1,7565	-2379,8895	-668,8174	471-1	4
466	4	F SLU	LinStatic	-3798,295	-241,02	853,11	1,7565	-2379,8895	668,8174	466-1	4
467	0	F SLU	LinStatic	-3879,021	-241,02	-853,11	-1,7565	-1032,5517	-295,2629	467-1	0
472	0	F SLU	LinStatic	-3879,021	241,02	-853,11	1,7565	-1032,5517	295,2629	472-1	0
471	2	F SLU	LinStatic	-3838,658	241,02	853,11	-1,7565	-673,6689	-186,7773	471-1	2
466	2	F SLU	LinStatic	-3838,658	-241,02	853,11	1,7565	-673,6689	186,7773	466-1	2
472	2	F SLU	LinStatic	-3838,658	241,02	-853,11	1,7565	673,6689	-186,7773	472-1	2
467	2	F SLU	LinStatic	-3838,658	-241,02	-853,11	-1,7565	673,6689	186,7773	467-1	2
466	0	F SLU	LinStatic	-3879,021	-241,02	853,11	1,7565	1032,5517	-295,2629	466-1	0
471	0	F SLU	LinStatic	-3879,021	241,02	853,11	-1,7565	1032,5517	295,2629	471-1	0
472	4	F SLU	LinStatic	-3798,295	241,02	-853,11	1,7565	2379,8895	-668,8174	472-1	4
467	4	F SLU	LinStatic	-3798,295	-241,02	-853,11	-1,7565	2379,8895	668,8174	467-1	4
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m

03 Element forces frame PILASTRI PERIMETRALI SLU.xlsx - Microsoft Excel

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
477	4	F SLU	LinStatic	-7630,425	1,717E-12	1761,406	1,272E-14	-5010,8554	-4,92E-12	477-1	4
476	4	F SLU	LinStatic	-8178,003	-38,947	1680,412	-0,0772	-4780,8394	104,4732	476-1	4
478	4	F SLU	LinStatic	-8178,003	38,947	1680,412	0,0772	-4780,8394	-104,4732	478-1	4
474	0	F SLU	LinStatic	-7729,395	4,514E-13	-1761,406	3,27E-15	-2034,7668	2,011E-13	474-1	0
473	0	F SLU	LinStatic	-8276,974	38,947	-1680,412	-0,0772	-1940,8093	51,3134	473-1	0
475	0	F SLU	LinStatic	-8276,974	-38,947	-1680,412	0,0772	-1940,8093	-51,3134	475-1	0
477	2	F SLU	LinStatic	-7679,91	1,717E-12	1761,406	1,272E-14	-1488,0443	-1,487E-12	477-1	2
476	2	F SLU	LinStatic	-8227,489	-38,947	1680,412	-0,0772	-1420,0151	26,5799	476-1	2
478	2	F SLU	LinStatic	-8227,489	38,947	1680,412	0,0772	-1420,0151	-26,5799	478-1	2
473	2	F SLU	LinStatic	-8227,489	38,947	-1680,412	-0,0772	1420,0151	-26,5799	473-1	2
475	2	F SLU	LinStatic	-8227,489	-38,947	-1680,412	0,0772	1420,0151	26,5799	475-1	2
474	2	F SLU	LinStatic	-7679,91	4,514E-13	-1761,406	3,27E-15	1488,0443	-7,018E-13	474-1	2
476	0	F SLU	LinStatic	-8276,974	-38,947	1680,412	-0,0772	1940,8093	-51,3134	476-1	0
478	0	F SLU	LinStatic	-8276,974	38,947	1680,412	0,0772	1940,8093	51,3134	478-1	0
477	0	F SLU	LinStatic	-7729,395	1,717E-12	1761,406	1,272E-14	2034,7668	1,947E-12	477-1	0
473	4	F SLU	LinStatic	-8178,003	38,947	-1680,412	-0,0772	4780,8394	-104,4732	473-1	4
475	4	F SLU	LinStatic	-8178,003	-38,947	-1680,412	0,0772	4780,8394	104,4732	475-1	4
474	4	F SLU	LinStatic	-7630,425	4,514E-13	-1761,406	3,27E-15	5010,8554	-1,605E-12	474-1	4
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m

03 Pressoflessione_pilastri_0.xls [modalità compatibilità] - Microsoft Excel

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

A8 f_c 40

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$

	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	N	Mx	e	h/6	σ_N	σ_M	σ_{max}	
	Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa	
5	40,0	22,7	85	95	8075	6073073	127854	3879,02	1032,55	26,62	15,83	4,80	8,08	12,88	ANGOLARI
6	40,0	22,7	85	95	8075	6073073	127854	3798,30	2379,89	62,66	15,83	4,70	18,61	23,32	ANGOLARI
7	40,0	22,7	95	110	10450	10537083	191583	8276,97	1940,81	23,45	18,33	7,92	10,13	18,05	PERIMETRALI
8	40,0	22,7	95	110	10450	10537083	191583	7630,43	5010,86	65,67	18,33	7,30	26,15	33,46	PERIMETRALI

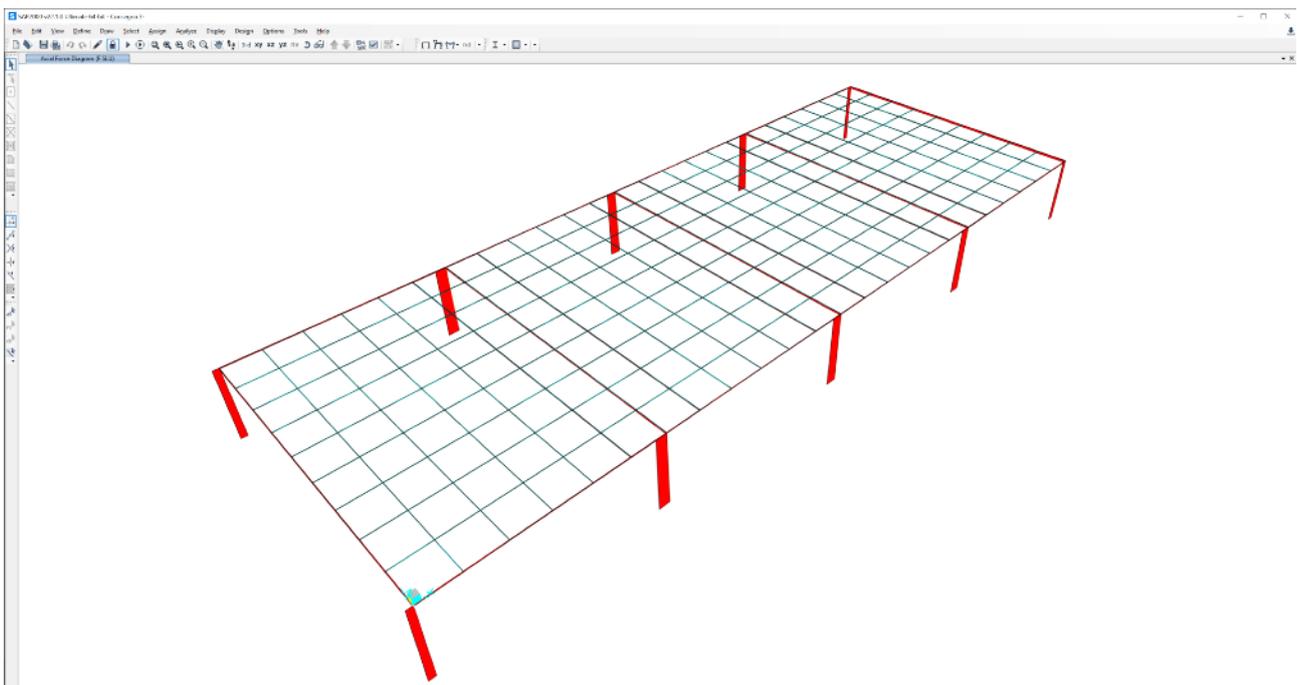
legno / acciaio / cls armato

Le tabelle excel riportano valori massimi di sforzo assiale e momento flettente in separatamente il che significa che ci sono pilastri con sforzo assiale massimo ma con un momento flettente contenuto e vice versa, ci sono pilastri con valore massimo solo nel momento flettente e non nello sforzo assiale per cui vanno esaminati entrambi i casi.

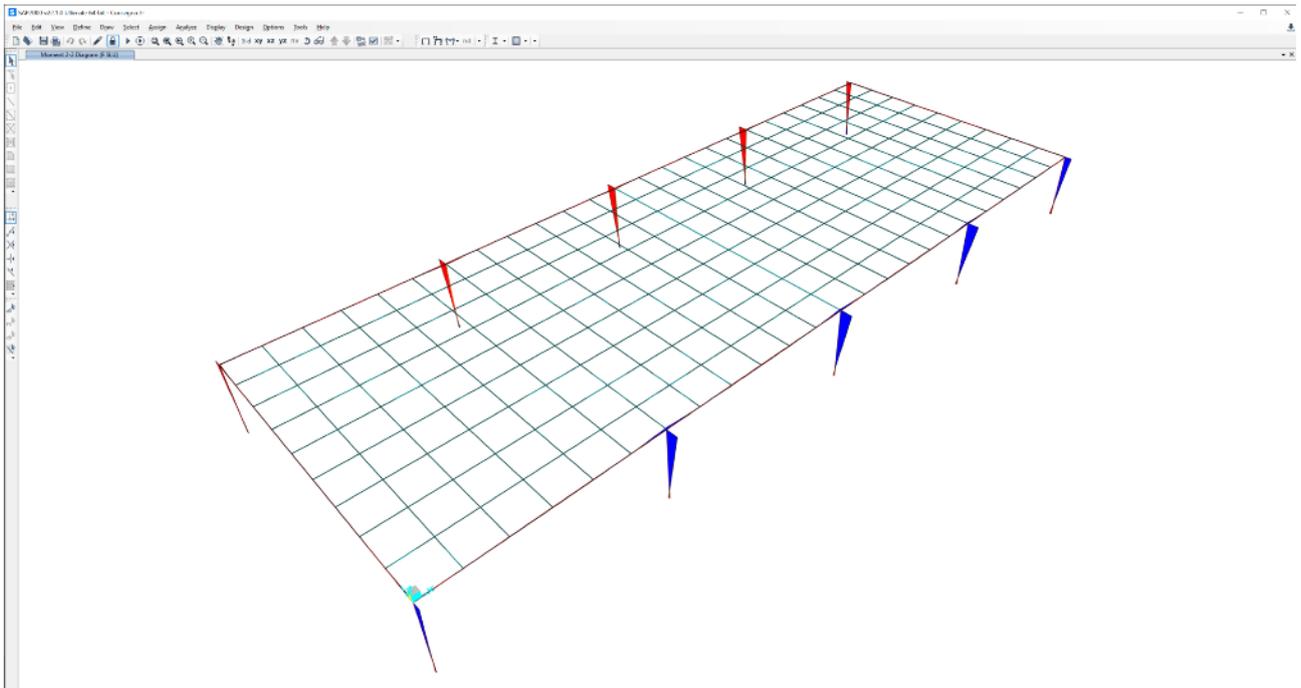
La verifica mostra come i pilastri, sia angolari che perimetrali, non siano verificati a presso-flessione in piccola eccentricità per cui si sceglie di aumentare le sezioni e svolgere nuovamente le analisi:

- Pilastri ANGOLARI: 160x180 cm
- Pilastri PERIMETRALI: 180x200 cm

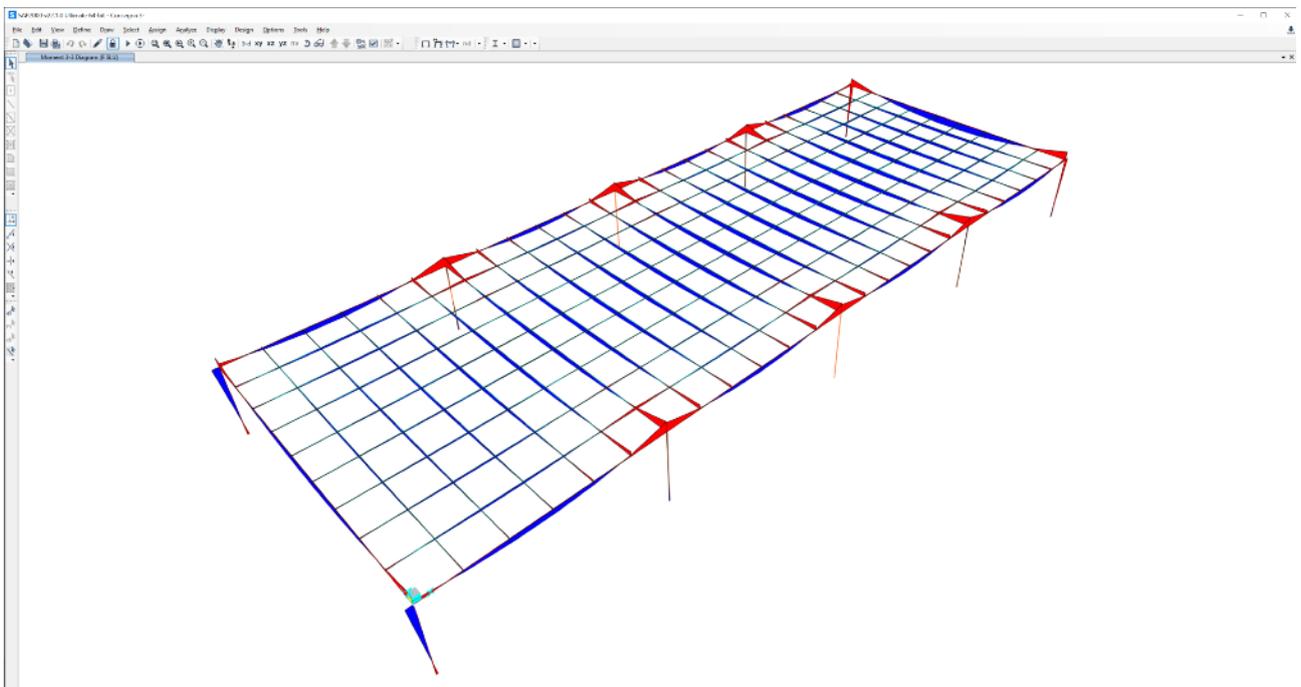
Sforzo assiale



Momento asse 2-2



Momento asse 3-3



Successivamente si estraggono nuovamente le tabelle excel che, a meno di valori prevedibilmente diversi, presentano un quadro delle sollecitazioni invariato.

04 Element forces frame PILASTRI ANGOLARI SLU.xlsx - Microsoft Excel

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Calibri 11

Generale

Incolla

B I U

Formattazione condizionale

Formatta come tabella

Stili cella

Inserisci

Elimina

Formato

Ordina e filtra

Trova e seleziona

Modifica

J3 -2939,6327

1	TABLE: Element Forces - Frames											
2	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
3	471	4	F SLU	LinStatic	-4004,394	904,981	2275,645	-42,1821	-7376,8052	-2939,6327	471-1	4
4	472	4	F SLU	LinStatic	-4004,394	904,981	-2275,645	42,1821	7376,8052	-2939,6327	472-1	4
5	471	2	F SLU	LinStatic	-4148,352	904,981	2275,645	-42,1821	-2825,5151	-1129,6708	471-1	2
6	472	2	F SLU	LinStatic	-4148,352	904,981	-2275,645	42,1821	2825,5151	-1129,6708	472-1	2
7	467	0	F SLU	LinStatic	-4292,309	-904,981	-2275,645	-42,1821	-1725,7751	-680,2911	467-1	0
8	466	0	F SLU	LinStatic	-4292,309	-904,981	2275,645	42,1821	1725,7751	-680,2911	466-1	0
9	472	0	F SLU	LinStatic	-4292,309	904,981	-2275,645	42,1821	-1725,7751	680,2911	472-1	0
10	471	0	F SLU	LinStatic	-4292,309	904,981	2275,645	-42,1821	1725,7751	680,2911	471-1	0
11	466	2	F SLU	LinStatic	-4148,352	-904,981	2275,645	42,1821	-2825,5151	1129,6708	466-1	2
12	467	2	F SLU	LinStatic	-4148,352	-904,981	-2275,645	-42,1821	2825,5151	1129,6708	467-1	2
13	466	4	F SLU	LinStatic	-4004,394	-904,981	2275,645	42,1821	-7376,8052	2939,6327	466-1	4
14	467	4	F SLU	LinStatic	-4004,394	-904,981	-2275,645	-42,1821	7376,8052	2939,6327	467-1	4
15	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m

Element Forces - Frames Program Control Foglio3

Pronto

04 Element forces frame PILASTRI PERIMETRALI SLU.xlsx - Microsoft Excel

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Calibri 11

Generale

Incolla

B I U

Formattazione condizionale

Formatta come tabella

Stili cella

Inserisci

Elimina

Formato

Ordina e filtra

Trova e seleziona

Modifica

J3 -440,7362

1	TABLE: Element Forces - Frames											
2	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
3	478	4	F SLU	LinStatic	-7927,911	195,632	3395,073	1,8088	-12037,1159	-440,7362	478-1	4
4	473	4	F SLU	LinStatic	-7927,911	195,632	-3395,073	-1,8088	12037,1159	-440,7362	473-1	4
5	475	0	F SLU	LinStatic	-8287,804	-195,632	-3395,073	1,8088	-1543,1744	-341,7912	475-1	0
6	476	0	F SLU	LinStatic	-8287,804	-195,632	3395,073	-1,8088	1543,1744	-341,7912	476-1	0
7	478	2	F SLU	LinStatic	-8107,858	195,632	3395,073	1,8088	-5246,9707	-49,4725	478-1	2
8	473	2	F SLU	LinStatic	-8107,858	195,632	-3395,073	-1,8088	5246,9707	-49,4725	473-1	2
9	477	4	F SLU	LinStatic	-7718,411	2,757E-12	3531,334	8,477E-13	-12510,6642	-1,075E-11	477-1	4
10	474	4	F SLU	LinStatic	-7718,411	2,508E-12	-3531,334	8,931E-13	12510,6642	-9,076E-12	474-1	4
11	477	2	F SLU	LinStatic	-7898,358	2,757E-12	3531,334	8,477E-13	-5447,9953	-5,238E-12	477-1	2
12	474	2	F SLU	LinStatic	-7898,358	2,508E-12	-3531,334	8,931E-13	5447,9953	-4,06E-12	474-1	2
13	477	0	F SLU	LinStatic	-8078,305	2,757E-12	3531,334	8,477E-13	1614,6736	2,771E-13	477-1	0
14	474	0	F SLU	LinStatic	-8078,305	2,508E-12	-3531,334	8,931E-13	-1614,6736	9,561E-13	474-1	0
15	476	2	F SLU	LinStatic	-8107,858	-195,632	3395,073	-1,8088	-5246,9707	49,4725	476-1	2
16	475	2	F SLU	LinStatic	-8107,858	-195,632	-3395,073	1,8088	5246,9707	49,4725	475-1	2
17	473	0	F SLU	LinStatic	-8287,804	195,632	-3395,073	-1,8088	-1543,1744	341,7912	473-1	0
18	478	0	F SLU	LinStatic	-8287,804	195,632	3395,073	1,8088	1543,1744	341,7912	478-1	0
19	476	4	F SLU	LinStatic	-7927,911	-195,632	3395,073	-1,8088	-12037,1159	440,7362	476-1	4
20	475	4	F SLU	LinStatic	-7927,911	-195,632	-3395,073	1,8088	12037,1159	440,7362	475-1	4
21	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m

Element Forces - Frames Program Control Foglio3

Pronto

04 Pressoflessione_pilastri_0.xls [modalità compatibilità] - Microsoft Excel

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Carattere Allineamento Numeri Stili Celle Modifica

A9

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$

	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	N	M_x	e	h/6	σ_N	σ_M	σ_{max}	
	Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa	
5	40,0	22,7	160	180	28800	77760000	864000	4292,31	1725,78	40,21	30,00	1,49	2,00	3,49	ANGOLARI
6	40,0	22,7	160	180	28800	77760000	864000	4004,39	7376,81	184,22	30,00	1,39	8,54	9,93	ANGOLARI
7	40,0	22,7	180	200	36000	120000000	1200000	8287,80	1543,17	18,62	33,33	2,30	1,29	3,59	PERIMETRALI
8	40,0	22,7	180	200	36000	120000000	1200000	7718,41	12510,66	162,09	33,33	2,14	10,43	12,57	PERIMETRALI

legno / acciaio cls armato

Risultano verificati a piccola eccentricità i pilastri PERIMETRALI solo in caso di sforzo assiale massimo e momento flettente contenuto; si sceglie di aumentare nuovamente le sezioni:

- Pilastri ANGOLARI: 180x200 cm
- Pilastri PERIMETRALI: 200x220 cm

Si svolge nuovamente l'analisi e si estraggono le relative tabelle excel

05 Element forces frame PILASTRI ANGOLARI SLU.xlsx - Microsoft Excel

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Carattere Allineamento Numeri Stili Celle Modifica

J3 -3431,4498

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
471	4	F SLU	LinStatic	-4059,532	982,747	2330,359	-59,8317	-7999,9559	-3431,4498	471-1	4
472	4	F SLU	LinStatic	-4059,532	982,747	-2330,359	59,8317	7999,9559	-3431,4498	472-1	4
471	2	F SLU	LinStatic	-4239,479	982,747	2330,359	-59,8317	-3339,237	-1465,9556	471-1	2
472	2	F SLU	LinStatic	-4239,479	982,747	-2330,359	59,8317	3339,237	-1465,9556	472-1	2
467	0	F SLU	LinStatic	-4419,426	-982,747	-2330,359	-59,8317	-1321,4818	-499,5385	467-1	0
466	0	F SLU	LinStatic	-4419,426	-982,747	2330,359	59,8317	1321,4818	-499,5385	466-1	0
472	0	F SLU	LinStatic	-4419,426	982,747	-2330,359	59,8317	-1321,4818	499,5385	472-1	0
471	0	F SLU	LinStatic	-4419,426	982,747	2330,359	-59,8317	1321,4818	499,5385	471-1	0
466	2	F SLU	LinStatic	-4239,479	-982,747	2330,359	59,8317	-3339,237	1465,9556	466-1	2
467	2	F SLU	LinStatic	-4239,479	-982,747	-2330,359	-59,8317	3339,237	1465,9556	467-1	2
466	4	F SLU	LinStatic	-4059,532	-982,747	2330,359	59,8317	-7999,9559	3431,4498	466-1	4
467	4	F SLU	LinStatic	-4059,532	-982,747	-2330,359	-59,8317	7999,9559	3431,4498	467-1	4

Text m Text Text KN KN KN KN-m KN-m KN-m Text m

05 Element forces frame PILASTRI PERIMETRALI SLU.xlsx - Microsoft Excel

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Calibri 11

Generale

Incolla Incolla

B I U

Formattazione condizionale Formatta come tabella Stili cella

Inserisci Elimina Formato

Ordina e filtra selezione

J3 -441,2267

1	TABLE: Element Forces - Frames											
2	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
3	475	0	F SLU	LinStatic	-8301,225	-217,628	-3305,939	2,5046	-537,976	-441,2267	475-1	0
4	476	0	F SLU	LinStatic	-8301,225	-217,628	3305,939	-2,5046	537,976	-441,2267	476-1	0
5	478	4	F SLU	LinStatic	-7861,355	217,628	3305,939	2,5046	-12685,779	-429,2834	478-1	4
6	473	4	F SLU	LinStatic	-7861,355	217,628	-3305,939	-2,5046	12685,779	-429,2834	473-1	4
7	476	2	F SLU	LinStatic	-8081,29	-217,628	3305,939	-2,5046	-6073,9015	-5,9717	476-1	2
8	475	2	F SLU	LinStatic	-8081,29	-217,628	-3305,939	2,5046	6073,9015	-5,9717	475-1	2
9	477	0	F SLU	LinStatic	-8181,117	-1,674E-13	3448,888	6,095E-13	574,6454	-4,333E-12	477-1	0
10	477	2	F SLU	LinStatic	-7961,182	-1,674E-13	3448,888	6,095E-13	-6323,1304	-3,998E-12	477-1	2
11	477	4	F SLU	LinStatic	-7741,247	-1,674E-13	3448,888	6,095E-13	-13220,9063	-3,663E-12	477-1	4
12	474	0	F SLU	LinStatic	-8181,117	-1,482E-12	-3448,888	7,373E-13	-574,6454	-3,315E-12	474-1	0
13	474	2	F SLU	LinStatic	-7961,182	-1,482E-12	-3448,888	7,373E-13	6323,1304	-3,504E-13	474-1	2
14	474	4	F SLU	LinStatic	-7741,247	-1,482E-12	-3448,888	7,373E-13	-13220,9063	2,615E-12	474-1	4
15	478	2	F SLU	LinStatic	-8081,29	217,628	3305,939	2,5046	-6073,9015	5,9717	478-1	2
16	473	2	F SLU	LinStatic	-8081,29	217,628	-3305,939	-2,5046	6073,9015	5,9717	473-1	2
17	476	4	F SLU	LinStatic	-7861,355	-217,628	3305,939	-2,5046	-12685,779	429,2834	476-1	4
18	475	4	F SLU	LinStatic	-7861,355	-217,628	-3305,939	2,5046	12685,779	429,2834	475-1	4
19	473	0	F SLU	LinStatic	-8301,225	217,628	-3305,939	-2,5046	-537,976	441,2267	473-1	0
20	478	0	F SLU	LinStatic	-8301,225	217,628	3305,939	2,5046	537,976	441,2267	478-1	0
21	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m

Element Forces - Frames Program Control Foglio3

05 Pressoflessione_pilastri_0.xls [modalità compatibilità] - Microsoft Excel

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Arial 10

Numero

Incolla Copia Copia formattato

B I U

Formattazione condizionale Formatta come tabella Stili cella

Inserisci Elimina Formato

Ordina e filtra selezione

Q34 ANGOLARI

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$														Classe	
f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	N	M_x	e	h/6	σ_N	σ_M	σ_{max}		
Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa		
40,0	22,7	180	200	36000	12000000	1200000	4419,43	1321,48	29,90	33,33	1,23	1,10	2,33	ANGOLARI	
40,0	22,7	180	200	36000	12000000	1200000	4059,53	7999,96	197,07	33,33	1,13	6,67	7,79	ANGOLARI	
40,0	22,7	200	220	44000	177466667	1613333	8301,23	537,98	6,48	36,67	1,89	0,33	2,22	PERIMETRALI	
40,0	22,7	200	220	44000	177466667	1613333	7741,25	13220,91	170,79	36,67	1,76	8,19	9,95	PERIMETRALI	
Pressoflessione in casi di moderata eccentricità: $h/6 < e=M/N < h/2$															
f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	N	M_x	e	h/6	h/2	u	σ_{max}		
Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	cm	cm	Mpa		
40,0	22,7	180	200	36000	12000000	1200000	4059,53	7999,96	197,07	33,33	100,00	-97,07	-1,55	ANGOLARI	
40,0	22,7	200	220	44000	177466667	1613333	7741,25	13220,91	170,79	36,67	110,00	-60,79	-4,25	PERIMETRALI	
Pressoflessione in casi di grande eccentricità: $e=M/N > h/2$															
f_{yk}	f_{yd}	f_{ck}	f_{cd}	b	h	N	M_x	e	h/2	β	r	h_u	δ	H_{min}	H
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	cm	cm	KN	KNm	cm	cm			cm	cm	cm	cm
450	391,30	40	22,67	180	200	4059,53	7999,96	197,07	100,00	0,46	2,26	99,91	5	104,91	180,00
450	391,30	40	22,67	200	220	7741,25	13220,91	170,79	110,00	0,46	2,26	121,85	5	126,85	200,00

legno acciaio cls armato

Le nuove sezioni risultano per la prima volta verificate entrambe a piccola eccentricità nel caso di sforzo assiale massimo e momento flettente contenuto per cui si decide di mantenerle e controllare se rientrano in un caso di moderata eccentricità oppure grande eccentricità; rientrando in quest'ultimo caso, si procede alla verifica a FLESSIONE:

Pilastri ANGOLARI:

$$\sigma_M = M/W \rightarrow W = bh^2/6 \rightarrow W = 1200000 \text{ cm}^3 \rightarrow$$
$$\sigma_M = 7999,96 \times 10^6 \text{ Nmm} / 1200000 \times 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \sigma_M = 6,67 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_m \times \alpha \rightarrow f_{cd} = 40/1,5 \times 0,85 \rightarrow f_{cd} = 22,67 \text{ MPa}$$

$\sigma_M < f_{cd}$ VERIFICA SODDISFATTA

Pilastri PERIMETRALI:

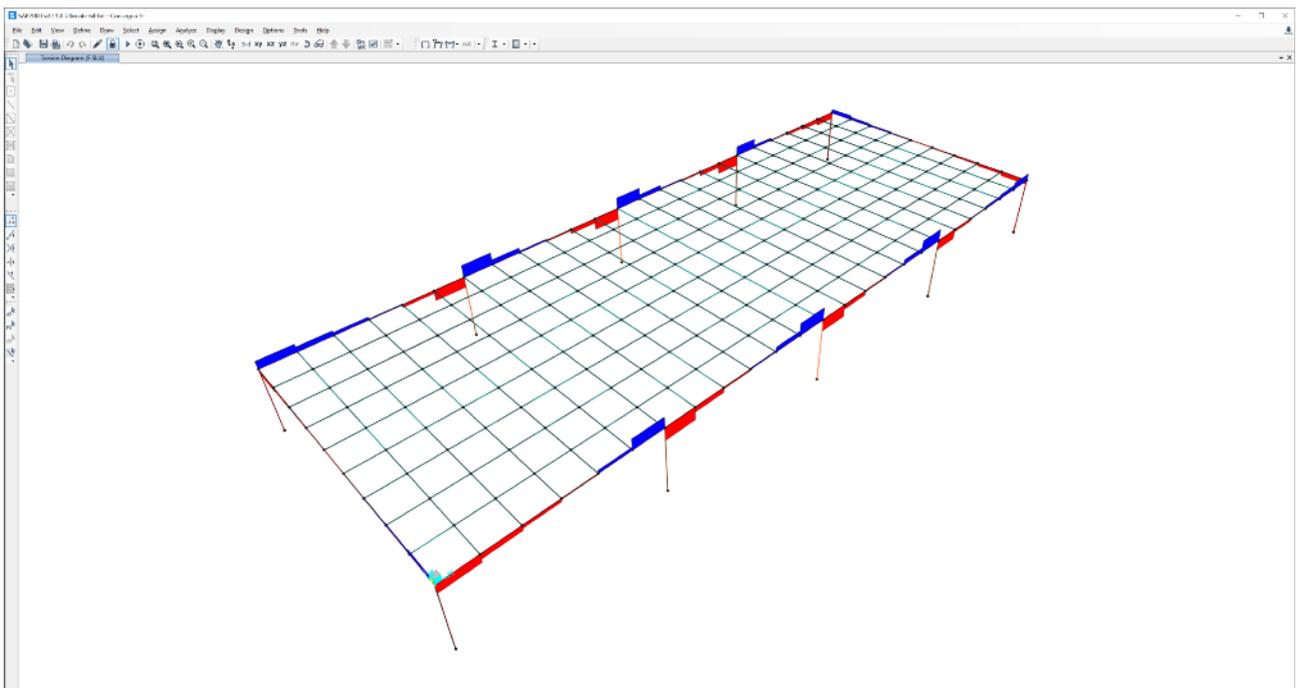
$$\sigma_M = M/W \rightarrow W = bh^2/6 \rightarrow W = 1613334 \text{ cm}^3 \rightarrow$$
$$\sigma_M = 13220,91 \times 10^6 \text{ Nmm} / 1613334 \times 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \sigma_M = 8,2 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_m \times \alpha \rightarrow f_{cd} = 40/1,5 \times 0,85 \rightarrow f_{cd} = 22,67 \text{ MPa}$$

$\sigma_M < f_{cd}$ VERIFICA SODDISFATTA

Resta da esaminare la trave di BORDO che, in un graticcio, è fisiologicamente soggetta a tensione torsionale.

Momento torcente



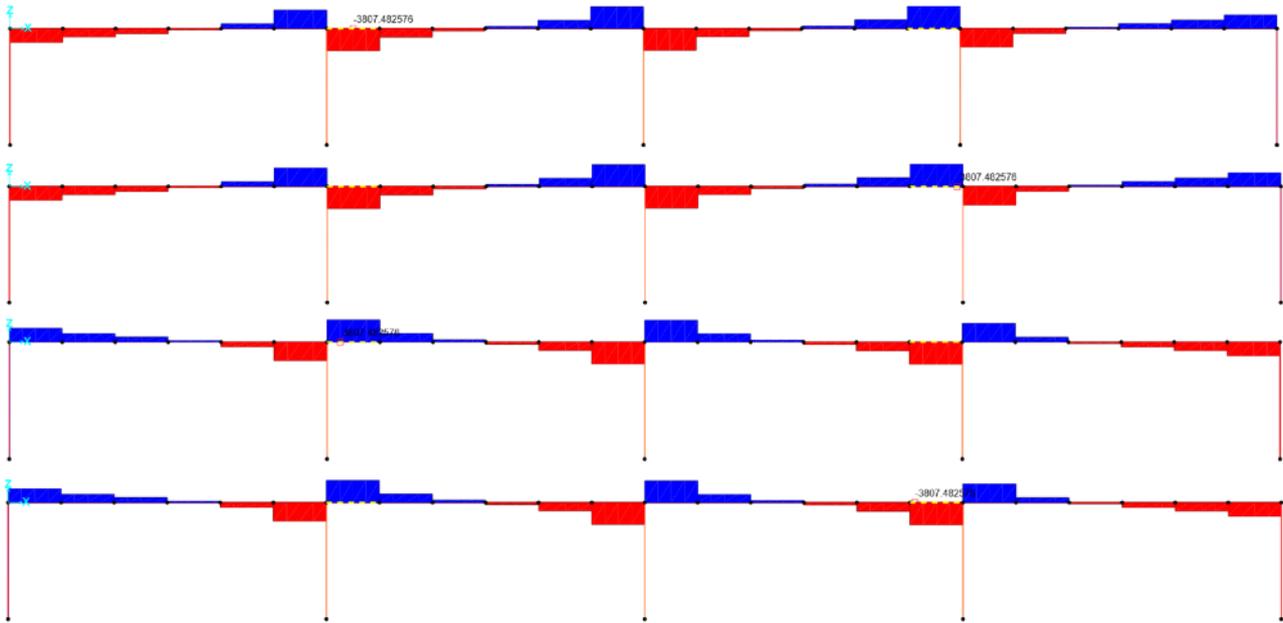
05 Element forces frame BORDO SLU.xlsx - Microsoft Excel

1	TABLE: Element Forces - Frames											
2	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
3	21	0	F SLU	LinStatic	-506,732	-2473,256	972,481	-3807,4826	1641,643	-4752,9835	21-1	0
4	21	0,45	F SLU	LinStatic	-506,732	-2436,817	972,481	-3807,4826	1204,0267	-3648,2171	21-1	0,45
5	21	0,9	F SLU	LinStatic	-506,732	-2400,378	972,481	-3807,4826	766,4105	-2559,8484	21-1	0,9
6	21	1,35	F SLU	LinStatic	-506,732	-2363,938	972,481	-3807,4826	328,7942	-1487,8773	21-1	1,35
7	21	1,8	F SLU	LinStatic	-506,732	-2327,499	972,481	-3807,4826	-108,822	-432,3039	21-1	1,8
8	453	0	F SLU	LinStatic	-506,732	2327,499	972,481	-3807,4826	108,822	-432,3039	453-1	0
9	453	0,45	F SLU	LinStatic	-506,732	2363,938	972,481	-3807,4826	-328,7942	-1487,8773	453-1	0,45
10	453	0,9	F SLU	LinStatic	-506,732	2400,378	972,481	-3807,4826	-766,4105	-2559,8484	453-1	0,9
11	453	1,35	F SLU	LinStatic	-506,732	2436,817	972,481	-3807,4826	-1204,0267	-3648,2171	453-1	1,35
12	453	1,8	F SLU	LinStatic	-506,732	2473,256	972,481	-3807,4826	-1641,643	-4752,9835	453-1	1,8
13	39	0	F SLU	LinStatic	-504,475	-2477,833	1005,066	-3736,4232	1704,5277	-4767,4548	39-1	0
14	39	0,45	F SLU	LinStatic	-504,475	-2441,393	1005,066	-3736,4232	1252,2481	-3660,6289	39-1	0,45
15	39	0,9	F SLU	LinStatic	-504,475	-2404,954	1005,066	-3736,4232	799,9685	-2570,2007	39-1	0,9

05 Element forces frame BORDO SLU.xlsx - Microsoft Excel

1	TABLE: Element Forces - Frames											
2	Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
3	21	0	F SLU	LinStatic	-506,732	-2473,256	972,481	-3807,4826	1641,643	-4752,9835	21-1	0
322	443	1,8	F SLU	LinStatic	-504,475	-2332,076	-1005,066	3736,4232	104,5906	-438,5373	443-1	1,8
323	54	0	F SLU	LinStatic	-506,732	2327,499	-972,481	3807,4826	-108,822	-432,3039	54-1	0
324	54	0,45	F SLU	LinStatic	-506,732	2363,938	-972,481	3807,4826	328,7942	-1487,8773	54-1	0,45
325	54	0,9	F SLU	LinStatic	-506,732	2400,378	-972,481	3807,4826	766,4105	-2559,8484	54-1	0,9
326	54	1,35	F SLU	LinStatic	-506,732	2436,817	-972,481	3807,4826	1204,0267	-3648,2171	54-1	1,35
327	54	1,8	F SLU	LinStatic	-506,732	2473,256	-972,481	3807,4826	1641,643	-4752,9835	54-1	1,8
328	431	0	F SLU	LinStatic	-506,732	-2473,256	-972,481	3807,4826	-1641,643	-4752,9835	431-1	0
329	431	0,45	F SLU	LinStatic	-506,732	-2436,817	-972,481	3807,4826	-1204,0267	-3648,2171	431-1	0,45
330	431	0,9	F SLU	LinStatic	-506,732	-2400,378	-972,481	3807,4826	-766,4105	-2559,8484	431-1	0,9
331	431	1,35	F SLU	LinStatic	-506,732	-2363,938	-972,481	3807,4826	-328,7942	-1487,8773	431-1	1,35
332	431	1,8	F SLU	LinStatic	-506,732	-2327,499	-972,481	3807,4826	108,822	-432,3039	431-1	1,8
333	Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m

Le tabelle mostrano come i momenti torcenti massimi riguardino 4 sezioni poste nei lati lunghi del graticcio, in corrispondenza del 2° e del 4° pilastro, 2 con valori positivi, 2 con valori negativi ma con un identico valore assoluto pari a 3807,4826 KNm.



Verifica a torsione

$$M_t = 3807,4826 \text{ KNm}$$

$$\tau_{\max} = (M_t / (1/\psi)ba^3)a$$

$$\psi \text{ dipende dal rapporto } a/b \quad a = 180 \text{ cm} \quad b = 180 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad a/b = 1$$

a / b	1	1,5	1,75	2	3	4	5	6	10	20	$\rightarrow \infty$
ψ	4,80	4,33	4,18	4,07	3,74	3,55	3,43	3,35	3,20	3,10	3

$$\tau_{\max} = 3,13 \text{ MPa}$$

$$\tau_{c1} = 1,4 + (r_{ck} - 3,5)/14 \quad \rightarrow \quad \tau_{c1} = 1,4 + (50 - 3,5)/14 \quad \rightarrow \quad \tau_{c1} = 4,72$$

$\tau_{c1} > \tau_{\max}$ VERIFICA NON SODDISFATTA

Seppur di poco, la verifica non è soddisfatta. Si potrebbe procedere aumentando la sezione oppure ricorrendo ad una sezione rettangolare, ma comunque quadratozza, in modo da aumentare il valore della tensione massima; a quel punto si dovrebbe però, verificare nuovamente l'intera struttura in quanto risulterebbero delle sollecitazioni diverse oppure, in ultima analisi, si potrebbe ricorrere ad un profilo cavo che garantirebbe una buona resistenza torsionale senza, però, gravare eccessivamente sul peso complessivo della struttura.