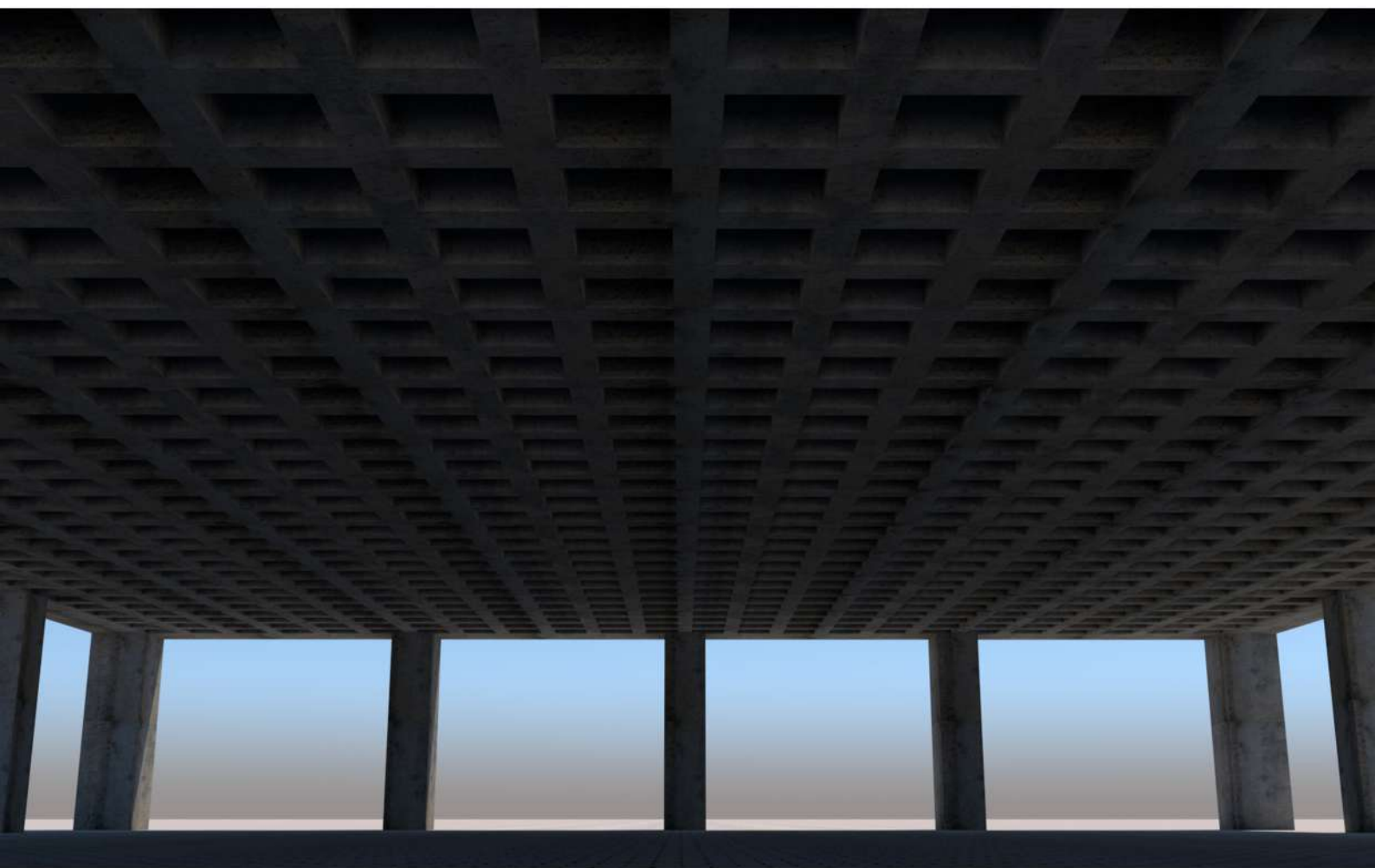


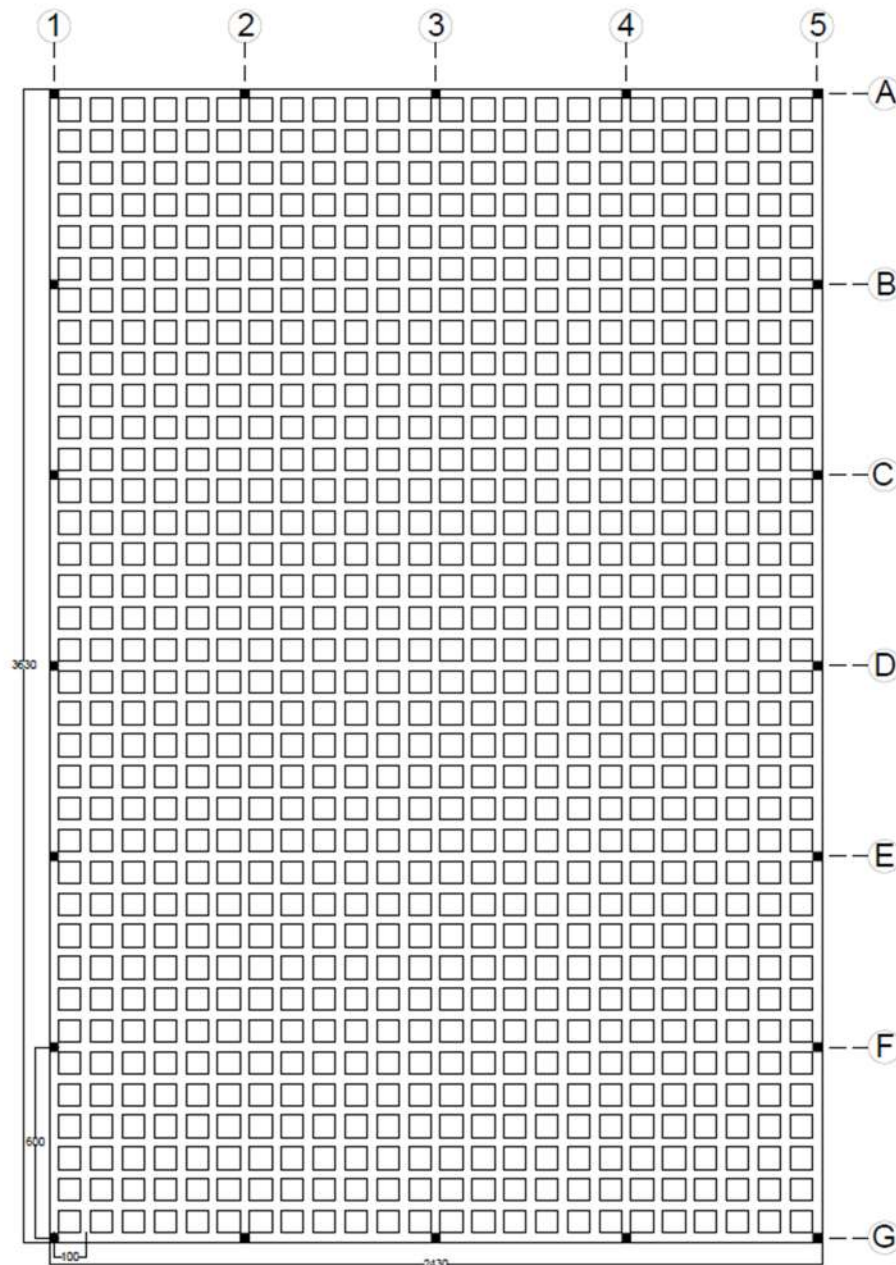
Es. 5
Dimensione e verifica di un graticcio di travi inflesse
Studenti: Tabelli, Tomei, Zampano



Descrizione della struttura

il progetto prevede inizialmente un corpo di dimensioni di lati 24m x 36m con i pilastri posti tra loro con un interasse di 6 m e le travi del graticcio distanti ciascuna 1m dall'altra.

Il graticcio sosterrà il peso di 5 piani e quindi la sua struttura andrà dimensionata per sopportare il grande carico.



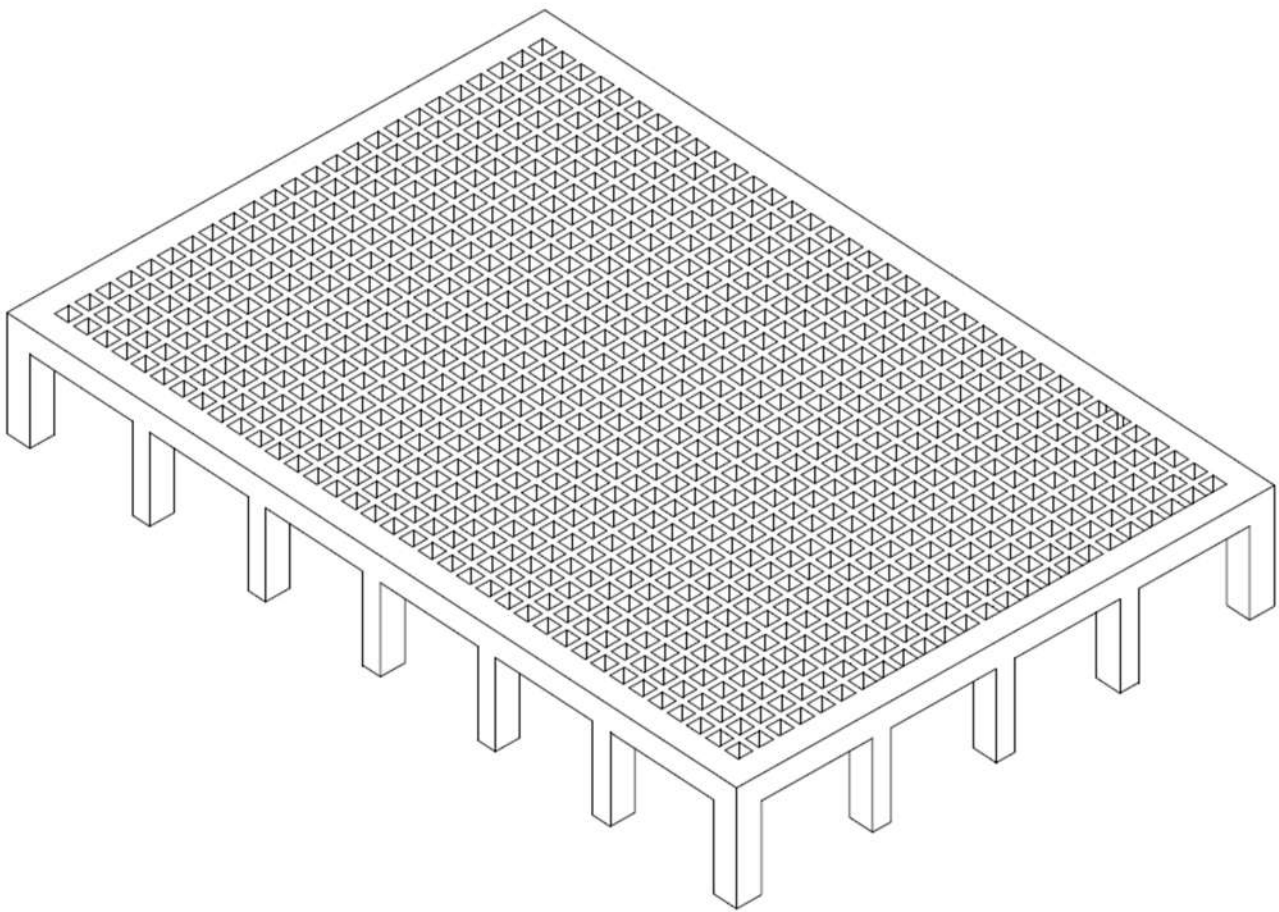
Pianta dello schema interassi

Il graticcio è sorretto da 5 pilastri sui lati corti e da 7 pilastri sui lati lunghi e non è presente nessun altro pilastro al di fuori del perimetro.

L'altezza del piano è complessivamente di 5,5 m.

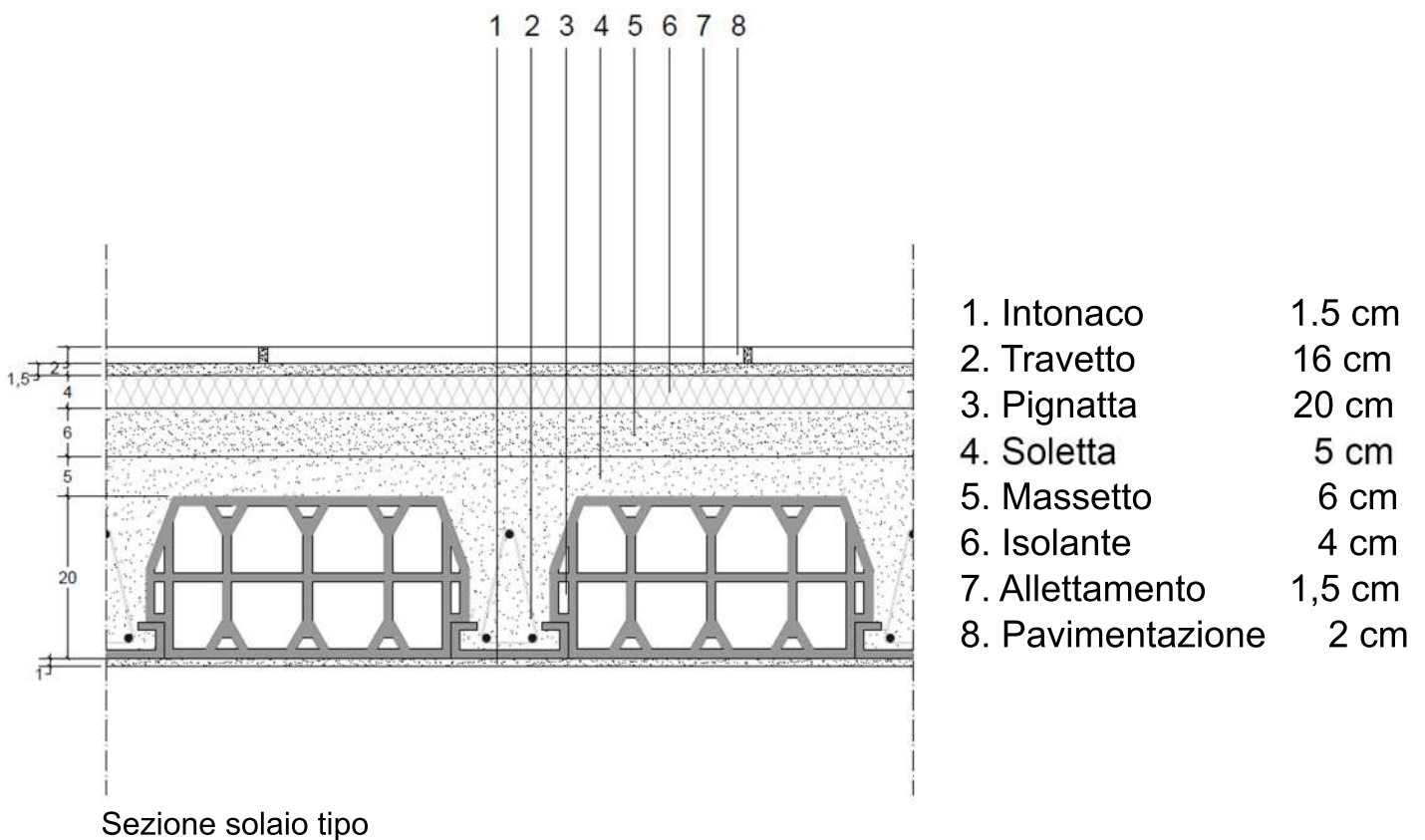
Calcestruzzo utilizzato C50/60.

Tutti questi dati verranno riportati nel modello di SAP 2000 per poter dimensionare e verificarne la struttura.



Analisi dei carichi

Il primo passo per il dimensionamento è l'individuazione del carico allo stato limite ultimo, considerando come destinazione d'uso dell'edificio quella di ufficio ($q_a = 2 \text{ KN/m}^2$, NTC 2018). Il carico verrà moltiplicato per il numero dei piani.

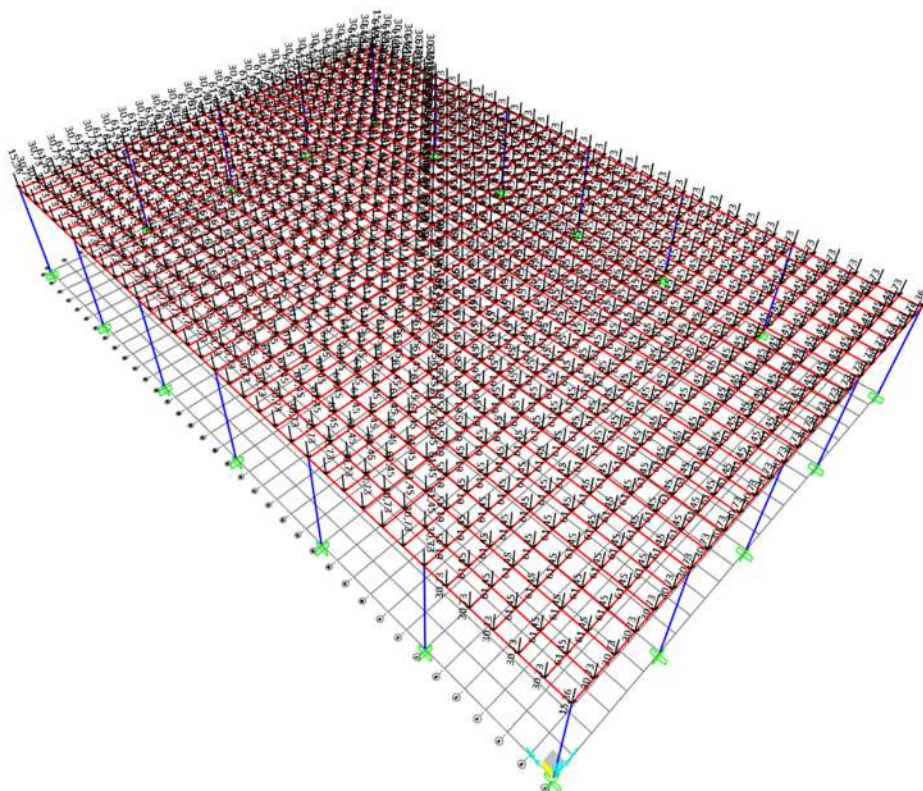


Qs CARICO PERMANENTE STRUTTURALE (SOLAIO)						
MATERIALI	LARGH.(m)	LUNGH.(m)	SPESS.(m)	N°	Ps(KN/m ³)	Pp(KN/m ²)
TRAVETTI	0,08	1	0,16	2	25	0,64
PIGNATTE	0,40	0,25	0,20	8	5,5	0,88
SOLETTA	1	1	0,05	1	25	1,25
						2,77
Qp CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE (SOLAIO)						
MATERIALI	LARGH.(m)	LUNGH.(m)	SPESS.(m)	N°	Ps(KN/m ³)	Pp(KN/m ²)
MASSETTO	1	1	0,06	1	21	1,26
ALLETTAMENTO	1	1	0,015	1	21	0,315
ISOLANTE	1	1	0,04	1	0,5	0,02
PAVIMENTAZIONE	1	1	0,02	1	20	0,4
INTONACO	1	1	0,015	1	20	0,3
INCID. IMPIANTI	0,5					
INCID. TRAMEZZI	1					
						3,795
Qa CARICO ACCIDENTALE (USO UFFICI)						
UFFICI						2
Qu(KN/mq)						12,29

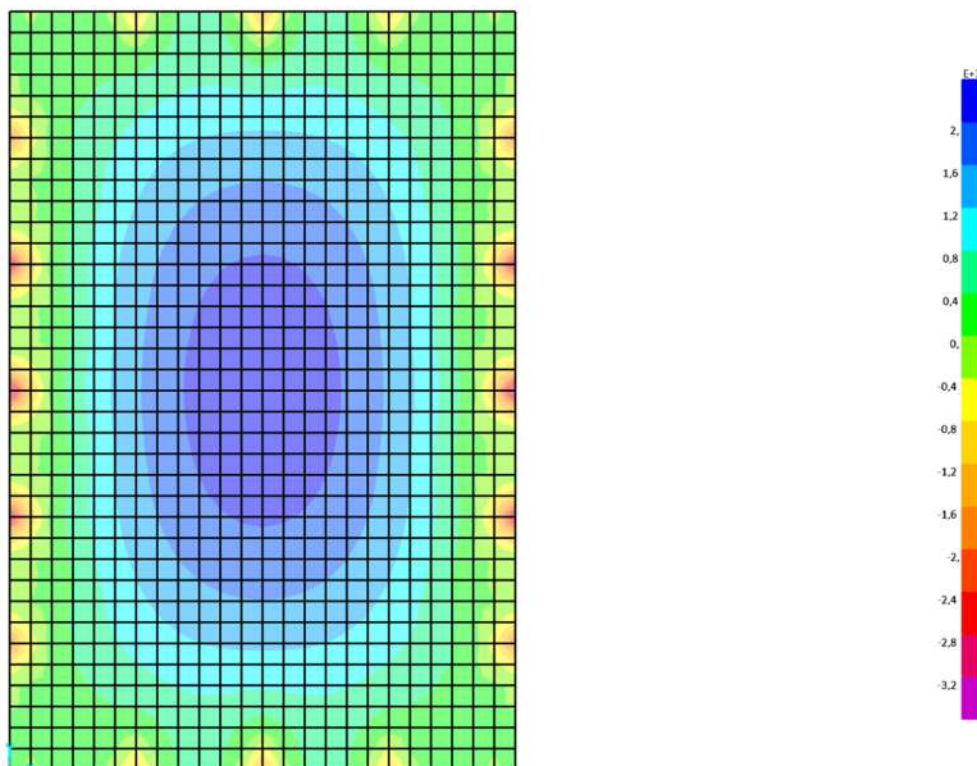
I carichi sono stati assegnati come forze agenti su ogni nodo.

Per nodo si intendono tutti gli incroci tra le travi del graticcio e i collegamenti fra le travi del graticcio e quelle di bordo che saranno considerati come nodi rigidi.

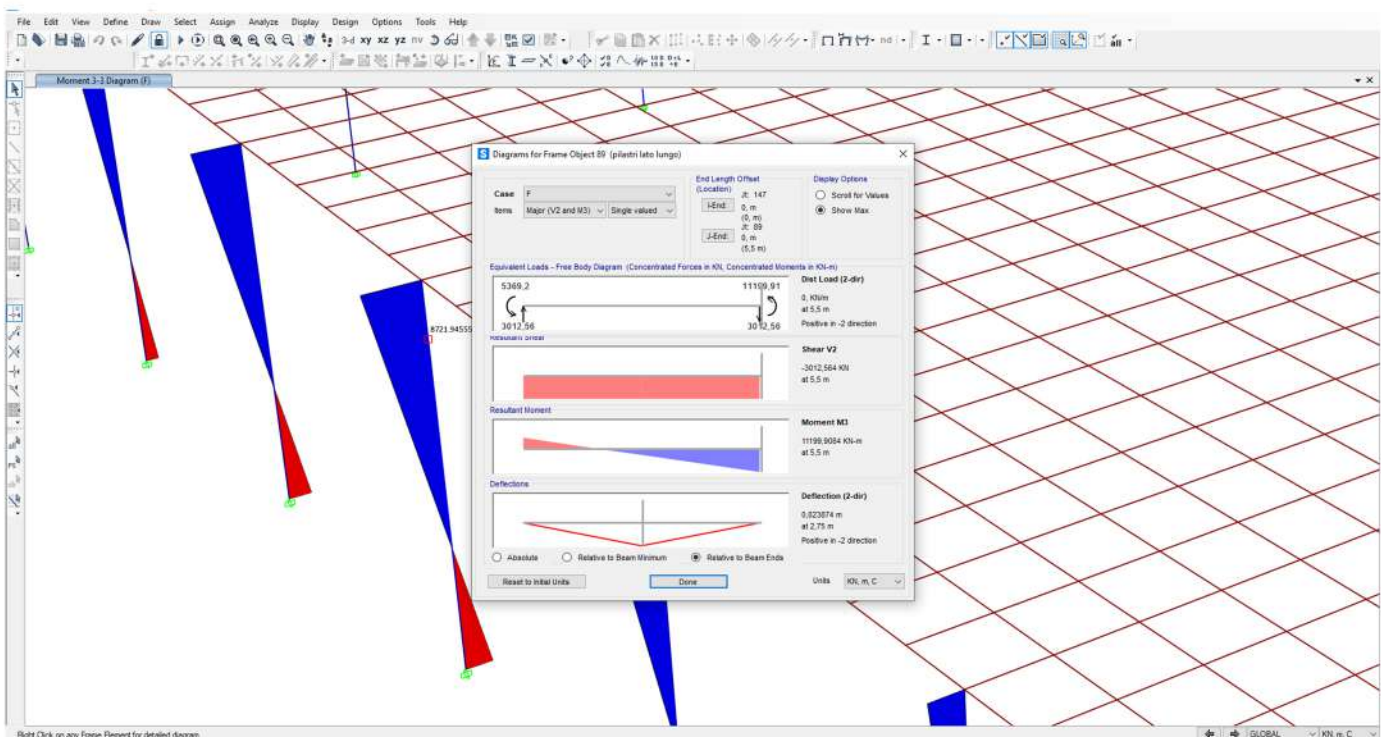
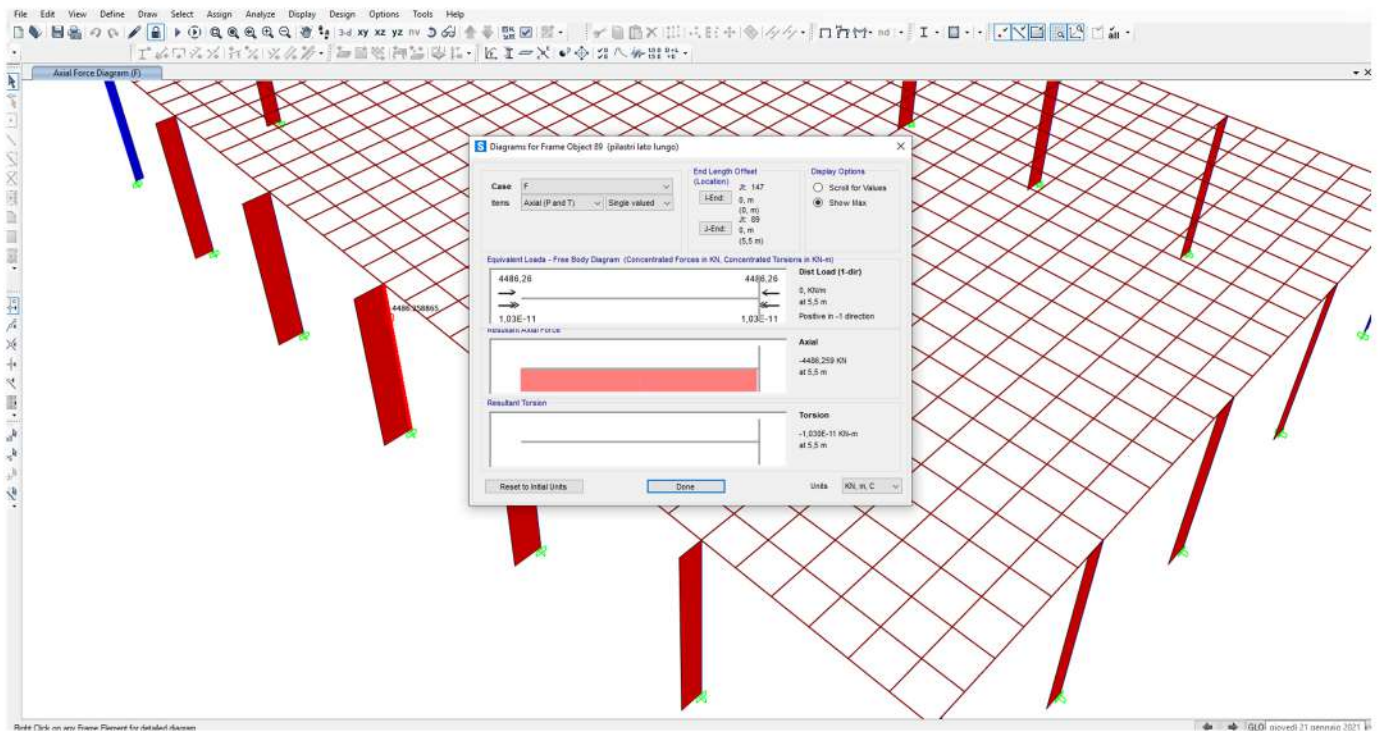
Modellazione del graticcio in SAP

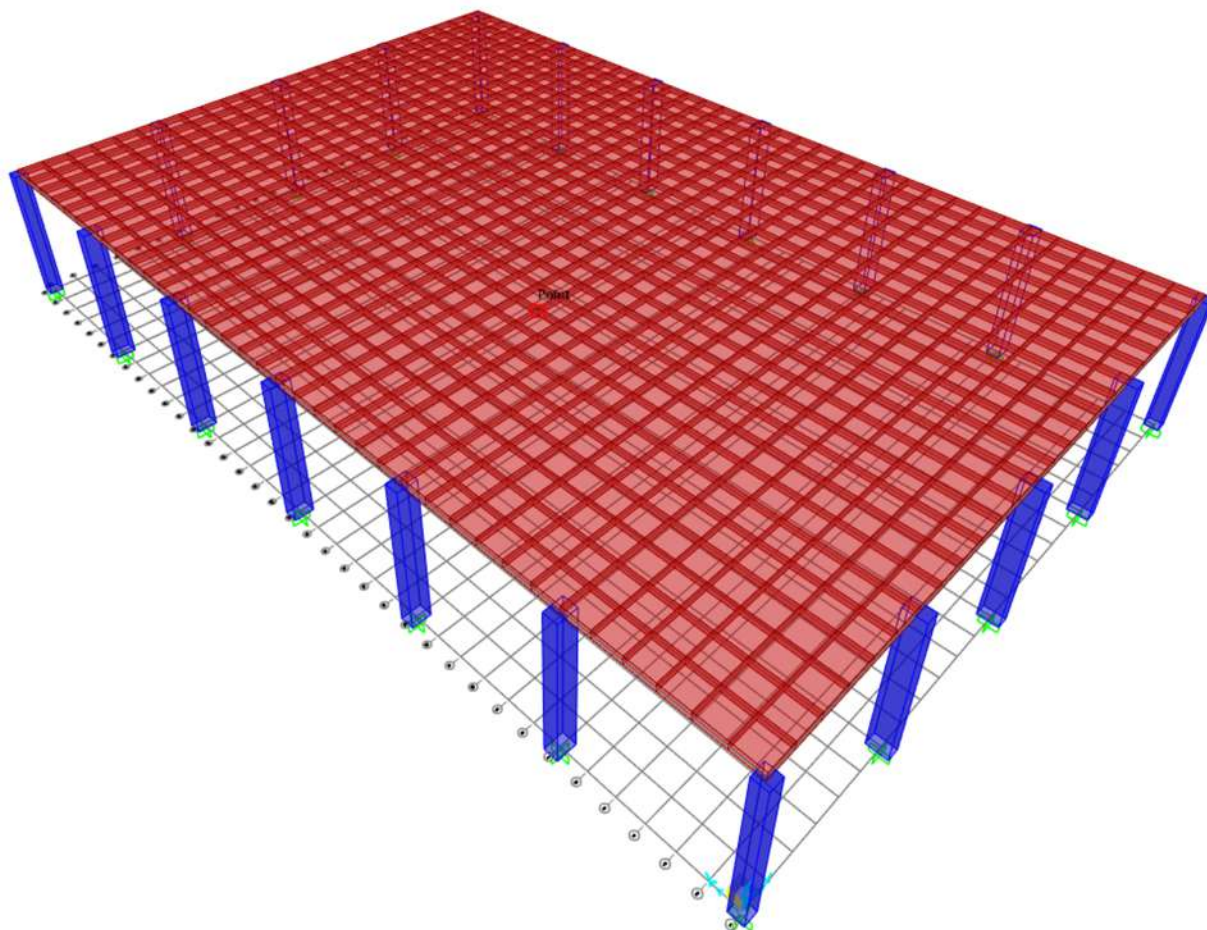


successivamente è stata modellata la struttura disegnando tutte le travi di bordo, le travi del graticcio e i pilastri. Con il comando draw poly area è stata definita la membrana di spessore pari a 30 cm. Assegnando i carichi allo slu puntuali trovati precedentemente è stato trovato il diagramma dei momenti agente sulla piastra. Al centro della piastra è presente il momento flettente più elevato, in base al quale è stata dimensionata la trave del graticcio.



DIMENSIONAMENTO DEI PILASTRI





VERIFICHE

Inizialmente abbiamo fatto un'analisi con lo schema della piastra.

Sapendo che nella piastra gli sforzi sono in KN m /m.

La prima analisi sulla piastra è stata eseguita tenendo conto del peso proprio della struttura.

la verifica della piastra è stata condotta tramite la verifica a flessione ipotizzando una trave che abbia base lo spessore della piastra.

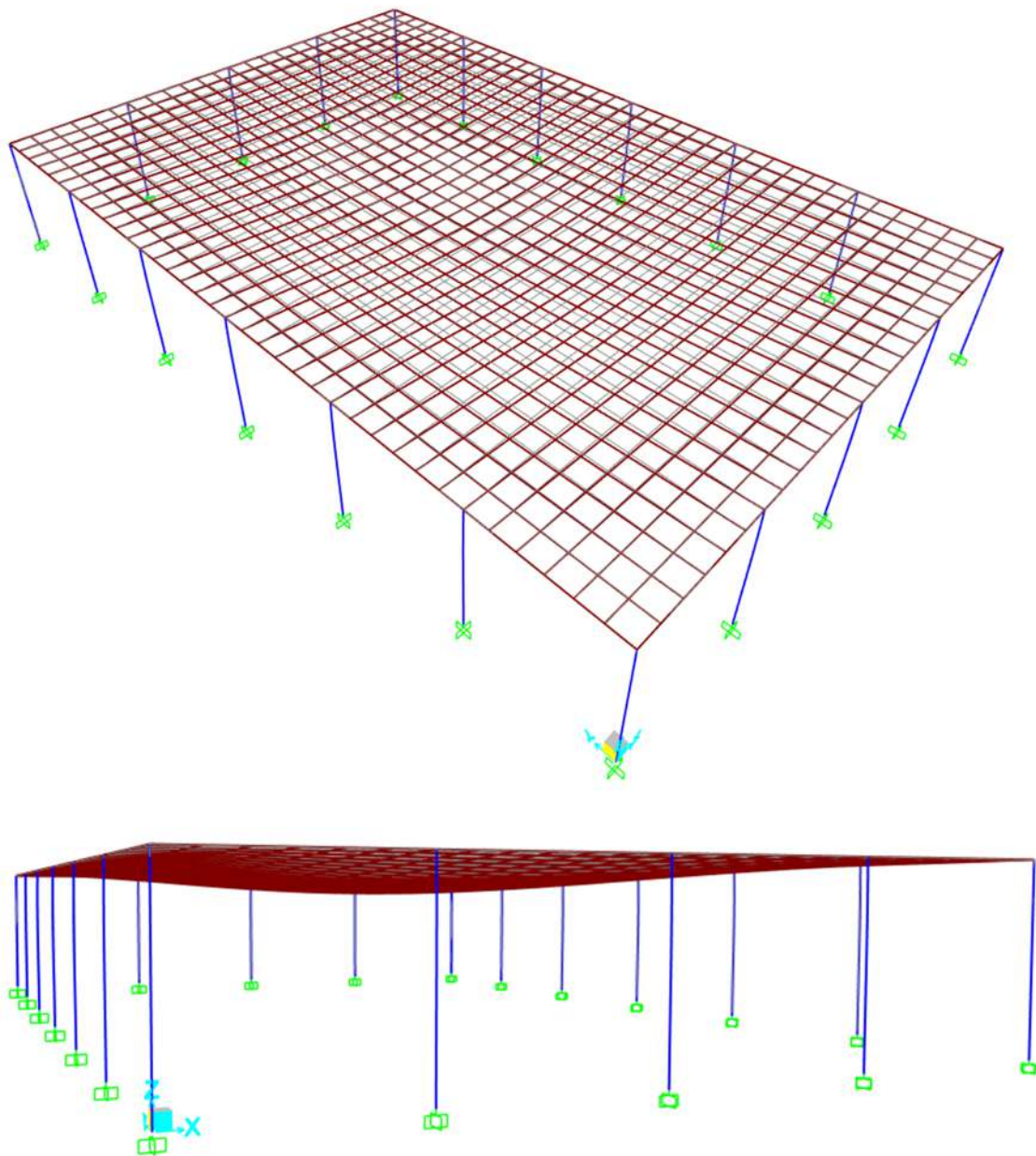
L'altezza utile di quest'ultima dovrebbe non essere molto superiore per essere verifica e proseguire e convertire il modello con il modello a graticcio.

A questa prima analisi gli abbassamenti non risultano verificati.

1	TABLE: Joint Displacements								
2	Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
3	493	F	LinStatic	3,333E-15	1,441E-14	-0,886841	1,009E-15	-2,288E-14	-1,447E-15
4	517	F	LinStatic	1,698E-15	0,000007391	-0,883695	-0,006273	-1,367E-14	-1,76E-15
5	469	F	LinStatic	4,967E-15	-0,000007391	-0,883695	0,006273	-3,181E-14	-1,76E-15

L'abbassamento U3 non deve essere maggiore di $L/200 = 36/200 = 0,18\text{m}$.

Dai risultati riportati in tabella da SAP 2000 l'abbassamento risulta essere molto maggiore per cui la struttura non è verificata. Ciò comporta la diminuzione della luce per un secondo tentativo del dimensionamento del graticcio.

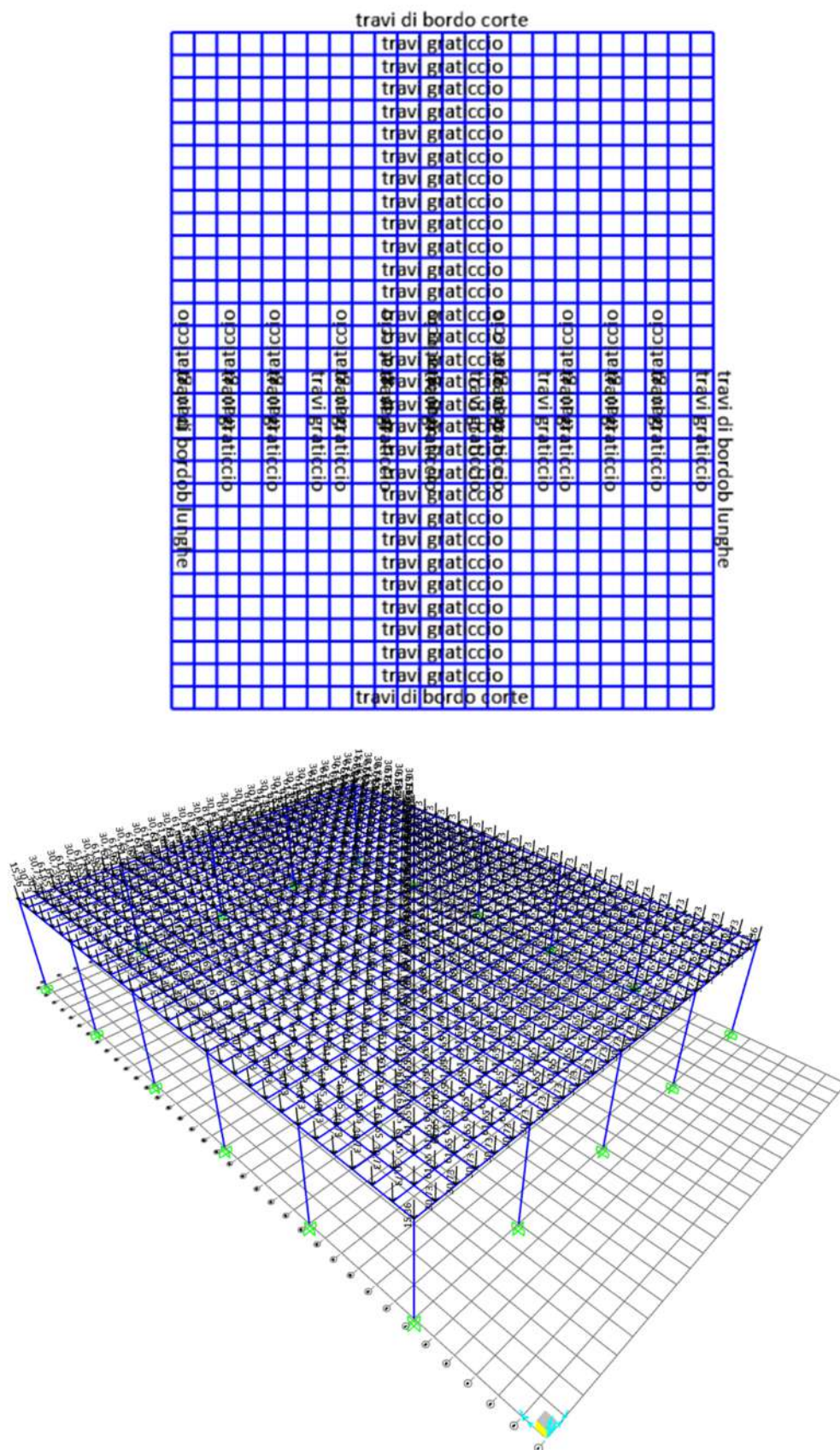


Prima di passare al graticcio si calcola il momento di inerzia della piastra di misure 1 m x 30 cm lo spessore. Per poter garantire la stessa inerzia flessionale della piastra alle travi del graticcio.

Dall'inerzia della piastra, tramite la formula inversa si trova l'altezza utile delle travi con base scelta di 70 cm..

$I_x(\text{cm}^4)$	h	b
225000,00	30,00	100,00
I_x trave		
$I_x(\text{cm}^4)$	b	h min
225000,00	70,00	196,40

Disegno graticcio ridotto



A questo punto abbiamo disegnato il graticcio con una luce ridotta a 30 m rispetto a prima ,assegnando le travi di bordo e le travi del graticcio .

Dimensionamento

	luce (m)	M _{max} (KN*m)	b (cm)	h _u (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H	H/I	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
travi di bordo lato corto	6,00	1428,63	70,00	57,86	5,00	62,86	120,00	0,10	0,84	21,00
	6,00	178,14	70,00	20,43	5,00	25,43	verificata			
travi graticcio	24,00	2287,60	40,00	96,86	5,00	101,86	120,00	0,05	0,48	12,00
	24,00	2007,79	40,00	90,74	5,00	95,74	verificata			
travi di bordo lato lungo	6,00	3449,82	70,00	89,92	5,00	94,92	120,00	0,20	0,84	21,00
	6,00	178,14	70,00	20,43	5,00	25,43	verificata			
pilastro	6,00	11199,90	70,00	162,01	5,00	167,01	170,00	0,28	1,19	29,75
	6,00	229,32	70,00	23,18	5,00	28,18	verificata			

Assegnate le travi su SAP di misure 70 x 200 cm la verifica ad abbassamento risulta verificata .

TABLE: Joint Displacements

Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
267	F	LinStatic	-2,427E-12	0,000011	-0,009275	-2,095E-07	-3,554E-12	9,371E-13
268	F	LinStatic	-3,3E-12	0,00000776	-0,009229	0,000092	-3,195E-12	9,481E-13
266	F	LinStatic	-1,568E-12	0,000014	-0,009228	-0,000092	-3,609E-12	9,267E-13
298	F	LinStatic	-0,000003591	0,000011	-0,009199	-2,047E-07	-0,000149	-2,884E-09
771	F	LinStatic	0,000003591	0,000011	-0,009199	-2,047E-07	0,000149	2,886E-09

Dalla tabella di sap della torsione abbiamo poi verificato le travi a torsione , per fare ciò occorre che la tensione tangenziale massima non superi 8 Mpa.

Momento torcente massimo agente 23010,73 KN m

Tensione tangenziale max 8,5 Mpa

Per cui la verifica a torsione non è soddisfatta.

t max	43326,19	8559,13	8,559 Mpa
-------	----------	---------	-----------

Nella tabella abbiamo riportato le Tau max dove la prima è quella calcolata per il graticcio on luce maggiore e non risultava verificata la torsione.

L'ultima invece è riferita al graticcio di 30 m ed infatti risulta quasi verificata .

Tensione tangenziale max 8,5 Mpa

Per cui la verifica a torsione non è soddisfatta

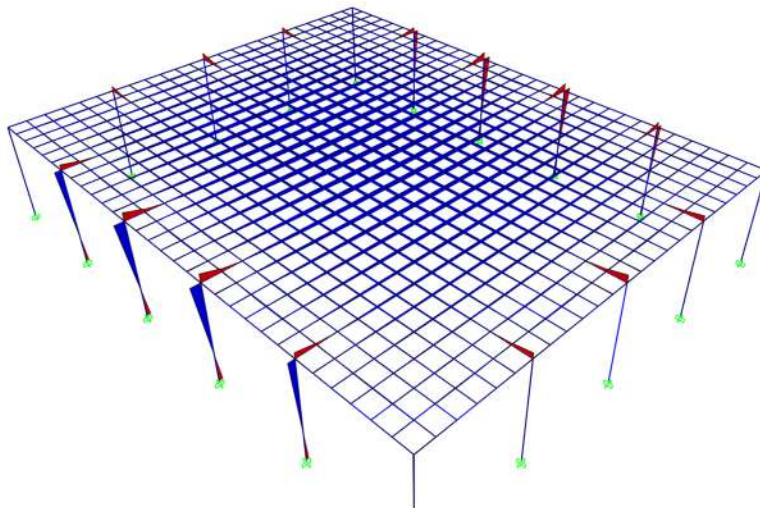


Diagramma del momento flettente 33

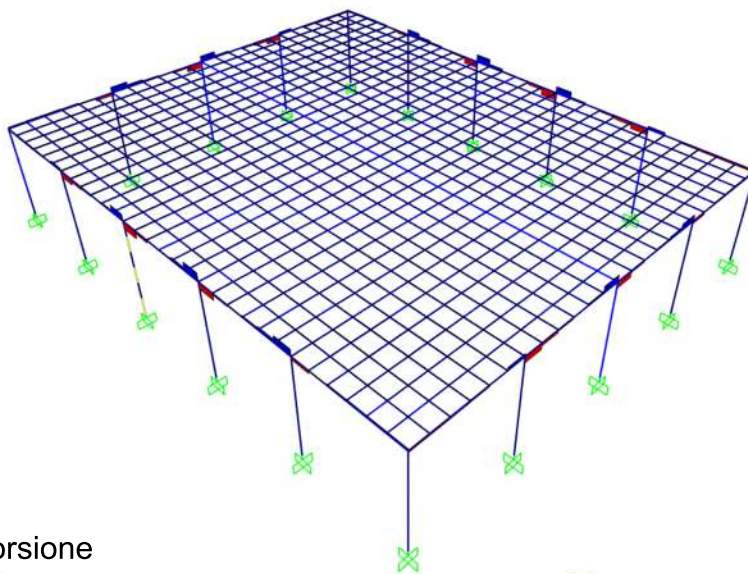
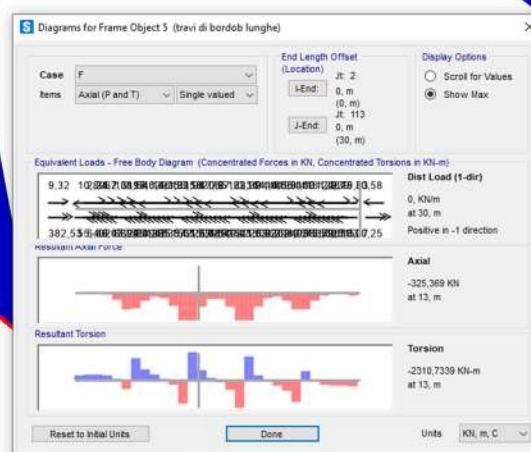


Diagramma della torsione



Valore del momento torcente

Dimensionamento a pressoflessione dei pilastri

Pressoflessione in casi di grande eccentricità: $e=M/N > h/2$															
f_{yk}	f_{yd}	f_{ck}	f_{cd}	b	h	N	Mx	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	50	28,33	70,00	170,00	3909,88	10287,36	263,11	85,00	0,52	2,16	155,27	5	160,27	170,00
															si

Conclusioni

In conclusione abbiamo notato come sia risultato impegnativo progettare una tale struttura di grandi dimensioni.

Essendo la luce scelta molto elevata, è stato molto difficile trovare una soluzione adeguata affinché il graticcio potesse essere realizzabile.

Abbiamo quindi dovuto ridurre un lato di una campata, da 36 a 30 m di luce e aumentato le dimensioni delle sezioni del progetto strutturale.

La verifica degli abbassamenti è stato un punto cruciale essendo stata esaminata più volte, poichè difficilmente riuscivamo a rimanere entro i limiti dell'abbassamento.

Per quanto riguarda le verifiche a torsione risultano non verificate.

Come ulteriore modifica strutturale per poter verificare correttamente la torsione si potrebbe utilizzare una sezione diversa per le travi bordo, per esempio una tubolare cava con diametro di 1,7m, con spessore 30 cm e con adeguata rigidità torsionale.