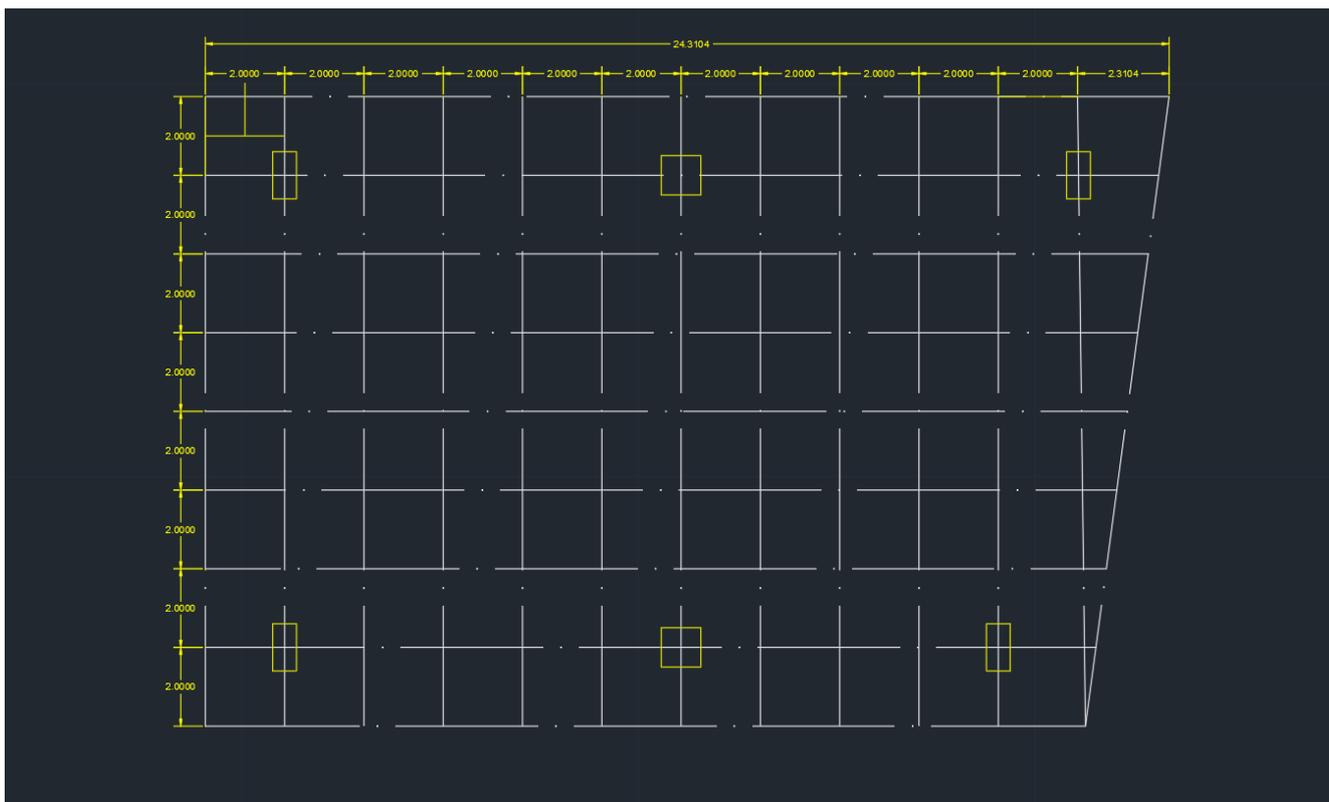


### ES.3: DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DI UN GRATICCIO

Per iniziare la progettazione del graticcio in esame, si è deciso di considerare un carico distribuito agente sulla struttura pari a 10 KN/mq.

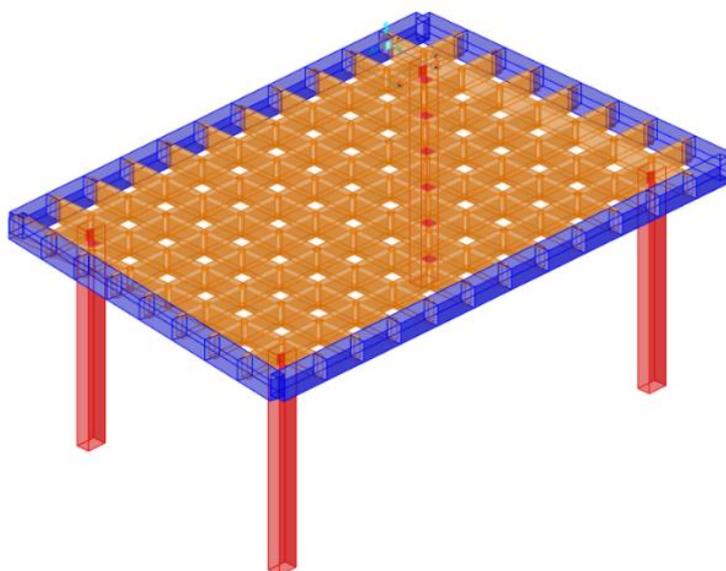
La struttura ha una forma irregolare composta prevalentemente da una griglia di 2x2m ad eccezione del lato destro che (riprendendo la forma del lotto di progetto) presenta un lato inclinato.



*Pianta della struttura*

Come primo tentativo abbiamo scelto una sezione di 90x70 per le travi di bordo e 90x30 per le travi centrali, scegliendo una tipologia di calcestruzzo C40/50, con  $f_{ck}$  pari quindi a 40 Mpa.

Per cominciare a dimensionare gli elementi della struttura si è reso necessario determinare il valore del carico puntuale agente su ogni nodo presente.



*Modello della struttura in SAP2000*



Facendo partire l'analisi della struttura (considerando solo la combinazione di carico F che già tiene conto del peso proprio della struttura) ricaviamo i valori delle sollecitazioni agenti, che abbiamo classificato in ordine crescente di intensità secondo lo sviluppo dei momenti flettenti M3-3, massimo valore di sollecitazione registrato. Come conseguenza esplicitiamo l'asta maggiormente sollecitata a flessione, in questo caso la 330, che si rivela essere la trave di bordo.

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
330	2	F	LinStatic	-88,553	-48,564	-0,175	-32,7633	0,4052	1689,8923	330-1	2
331	0	F	LinStatic	-87,381	36,88	-1,314	-33,0247	-0,9443	1685,6374	331-1	0
331	0,5	F	LinStatic	-87,381	44,753	-1,314	-33,0247	-0,2873	1665,2292	331-1	0,5
331	1,5	F	LinStatic	-88,553	-56,436	-0,175	-32,7633	0,3178	1663,6422	330-1	1,5
331	1	F	LinStatic	-87,381	52,625	-1,314	-33,0247	0,3697	1640,8846	331-1	1
330	1	F	LinStatic	-88,553	-64,309	-0,175	-32,7633	0,2304	1633,4558	330-1	1

Dai valori ricavati dall'analisi, sostituiamo il valore del momento M3-3 nella rispettiva casella presente nel file per il pre-dimensionamento delle travi inflesse. Una volta definito il corretto valore della tensione massima e della base della sezione si è ottenuto un valore di H min tale per cui la sezione risultava verificata, ma forse sovradimensionata, con un'altezza ben maggiore di quella effettivamente necessaria. Si è deciso quindi di ridurla.

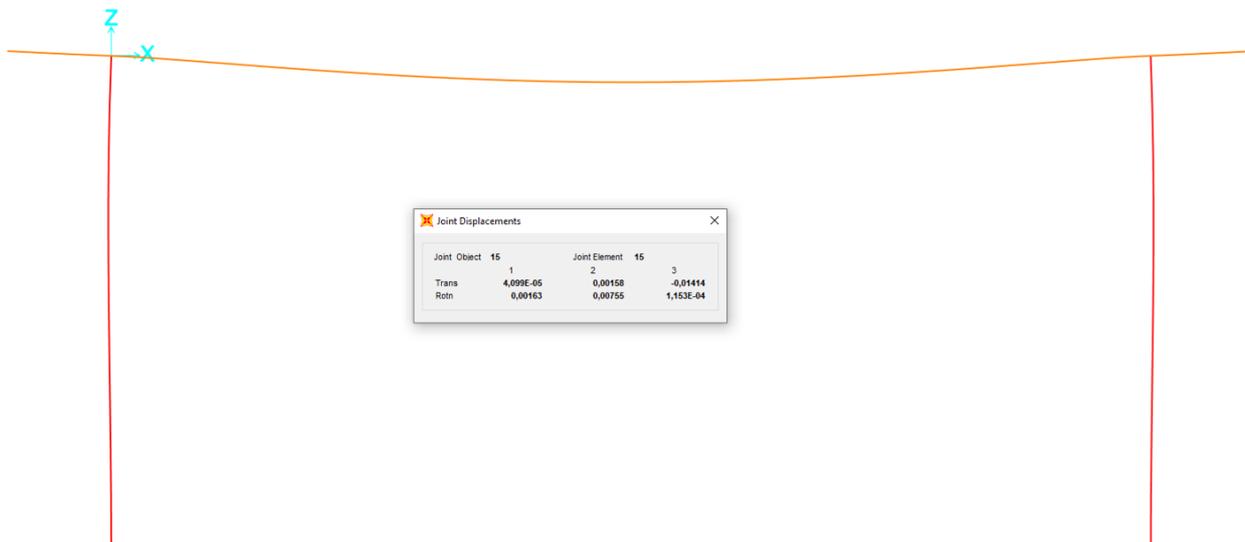
M <sub>max</sub> (KN·m)	f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>yd</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>cd</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β	r	b (cm)	h <sub>u</sub> (cm)	δ (cm)	H <sub>min</sub> (cm)	H	H/I	area (m <sup>2</sup> )	peso unitario (KN/m)
1690.00	450.00	391.30	40.00	22.67	0.46	2.26	70.00	73.64	5.00	78.64	70.00	0.13	0.49	12.25
462.74	450.00	391.30	40.00	22.67	0.46	2.26	70.00	38.53	5.00	43.53	verificata			

Abbiamo dunque ripetuto l'analisi definendo un valore h = 80 cm per l'intero graticcio (pari dunque sia per le travi centrali che per quelle di bordo). Ripetendo gli stessi passaggi riguardanti l'esportazione delle tabelle sul foglio excel, abbiamo potuto notare che l'elemento maggiormente sollecitato a flessione risultava essere non più appartenente alla trave di bordo, ma ad una centrale.

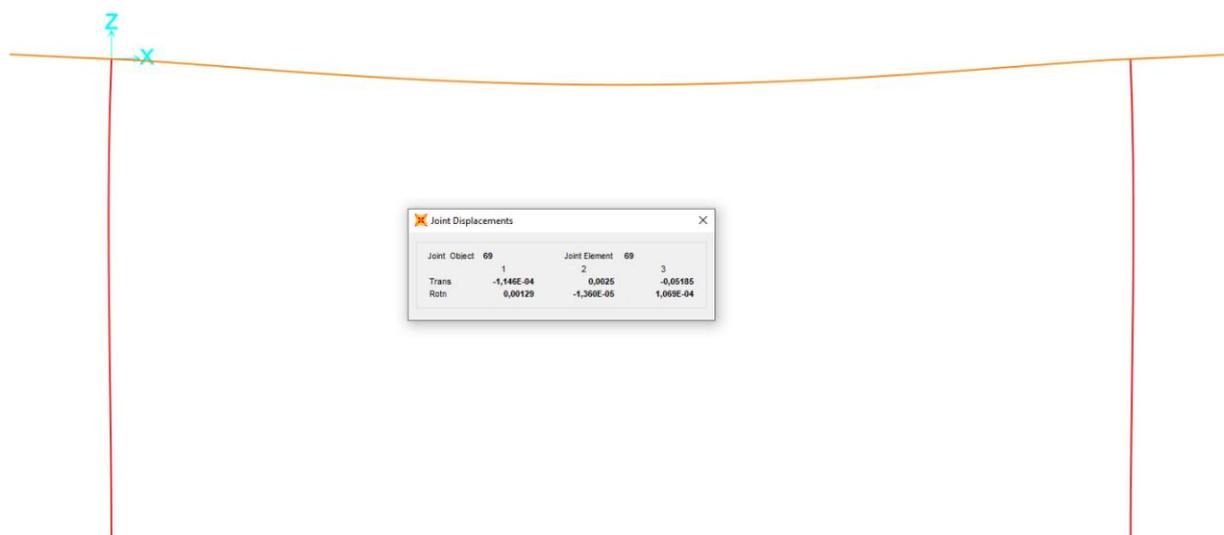
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
15	0	F	LinStatic	-194,914	-823,723	-1,767	12,4031	-2,2831	-1626,2365	15-1	0
293	2	F	LinStatic	-194,726	813,659	0,706	-10,1675	-0,4349	-1609,4959	293-1	2
266	2	F	LinStatic	-151,283	741,876	-1,231	28,1441	1,8439	-1424,7668	266-1	2
2	0	F	LinStatic	-154,815	-701,241	-1,593	-27,1432	-2,0067	-1316,3725	2-1	0
15	0,5	F	LinStatic	-194,914	-820,724	-1,767	12,4031	-1,3995	-1215,1246	15-1	0,5
293	1,5	F	LinStatic	-194,726	810,66	0,706	-10,1675	-0,0818	-1203,416	293-1	1,5
266	1,5	F	LinStatic	-151,283	738,877	-1,231	28,1441	1,2286	-1054,5783	266-1	1,5
2	0,5	F	LinStatic	-154,815	-698,242	-1,593	-27,1432	-1,2104	-966,5017	2-1	0,5

Studiando l'elemento in questione abbiamo potuto notare che l'abbassamento dell'estremo destro (lontano dall'incastro) fosse di 1,4cm, mentre per il punto centrale della medesima trave fosse di 5,2cm, disposti su di un tratto con luce pari a circa 12m.

Spostamento del punto x=2 Frame 15 (y=1,4 cm):



Spostamento del punto x=6 (y=5cm circa):



Abbiamo verificato la sezione facendo attenzione che (sostituito il valore di momento massimo registrato con la seconda analisi) l'altezza  $h = 80\text{cm}$  fosse superiore ad  $H_{\min}$ , in questo caso però pari a  $115,36\text{cm}$ .

$M_{\max}$ (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> )	$\beta$	$r$	$b$ (cm)	$h_u$ (cm)	$\delta$ (cm)	$H_{\min}$ (cm)	H	H/I	area (m <sup>2</sup> )	peso unitario (KN/m)
1627.00	450.00	391.30	40.00	22.67	0.46	2.26	30.00	110.36	5.00	115.36	90.00	0.19	0.27	6.75
430.56	450.00	391.30	40.00	22.67	0.46	2.26	30.00	56.77	5.00	61.77	verificata			

In conclusione, per limitare l'inflessione delle travi centrali che avrebbero richiesto una altezza decisamente importante, abbiamo convenuto che la sezione più adatta dovesse presentare un'altezza ridotta (in accordo con la prima analisi per la trave di bordo) ed una base maggiore, in questo caso di  $80\text{cm}$ . A tal proposito si è ripetuta l'analisi considerando la trave di bordo con sezione  $80 \times 80\text{cm}$  e le travi centrali con sezione di  $80 \times 30\text{cm}$ , ottenendo dunque un modello di graticcio verificato.

Valore massimo del momento M 3-3 agente sulla struttura:

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
330	2	F	LinStatic	-100,39	-47,59	-0,291	-28,8941	0,5775	1635,6663	330-1	2
331	0	F	LinStatic	-99,112	37,984	-1,503	-48,3963	-0,8932	1631,4747	331-1	0
331	0,5	F	LinStatic	-99,112	45,982	-1,503	-48,3963	-0,1415	1610,483	331-1	0,5
330	1,5	F	LinStatic	-100,39	-55,587	-0,291	-28,8941	0,4317	1609,872	330-1	1,5
331	1	F	LinStatic	-99,112	53,98	-1,503	-48,3963	0,6103	1585,4926	331-1	1
330	1	F	LinStatic	-100,39	-63,585	-0,291	-28,8941	0,286	1580,0789	330-1	1
331	1,5	F	LinStatic	-99,112	61,977	-1,503	-48,3963	1,362	1556,5033	331-1	1,5
330	0,5	F	LinStatic	-100,39	-71,583	-0,291	-28,8941	0,1403	1546,287	330-1	0,5
331	2	F	LinStatic	-99,112	69,975	-1,503	-48,3963	2,1138	1523,5152	331-1	2

Dimensionamento e verifica della sezione  $80 \times 80\text{cm}$ :

$M_{\max}$ (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> )	$\beta$	$r$	$b$ (cm)	$h_u$ (cm)	$\delta$ (cm)	$H_{\min}$ (cm)	H	H/I	area (m <sup>2</sup> )	peso unitario (KN/m)
1636.00	450.00	391.30	40.00	22.67	0.46	2.26	80.00	67.77	5.00	72.77	90.00	0.12	0.72	18.00
496.37	450.00	391.30	40.00	22.67	0.46	2.26	80.00	37.33	5.00	42.33	verificata			