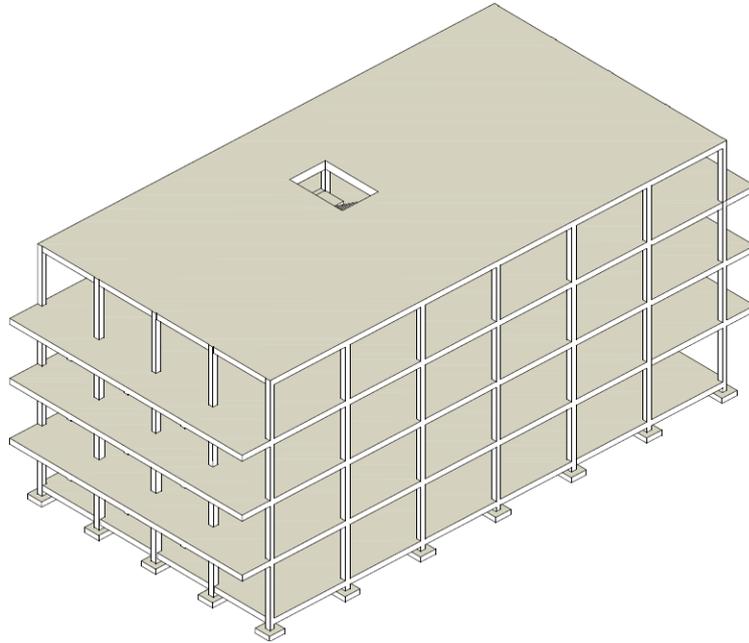
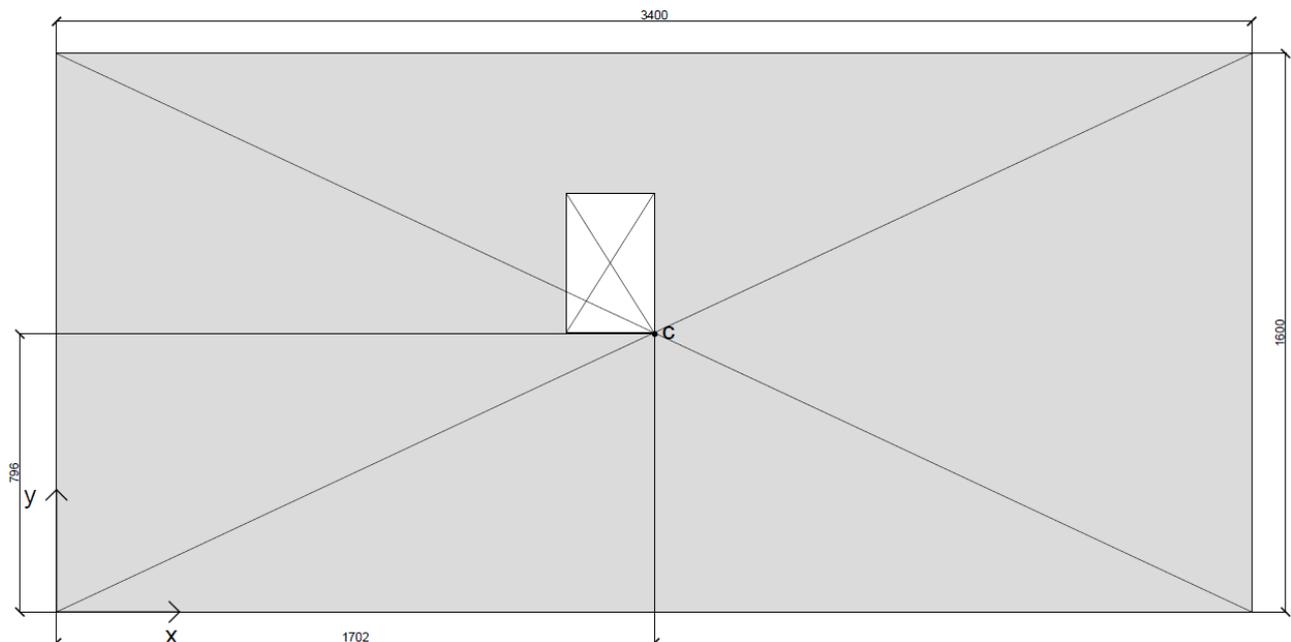


Esecitazione 2-edificio in c.a in Zona sismica-Tabelli,Tomei,Zampano



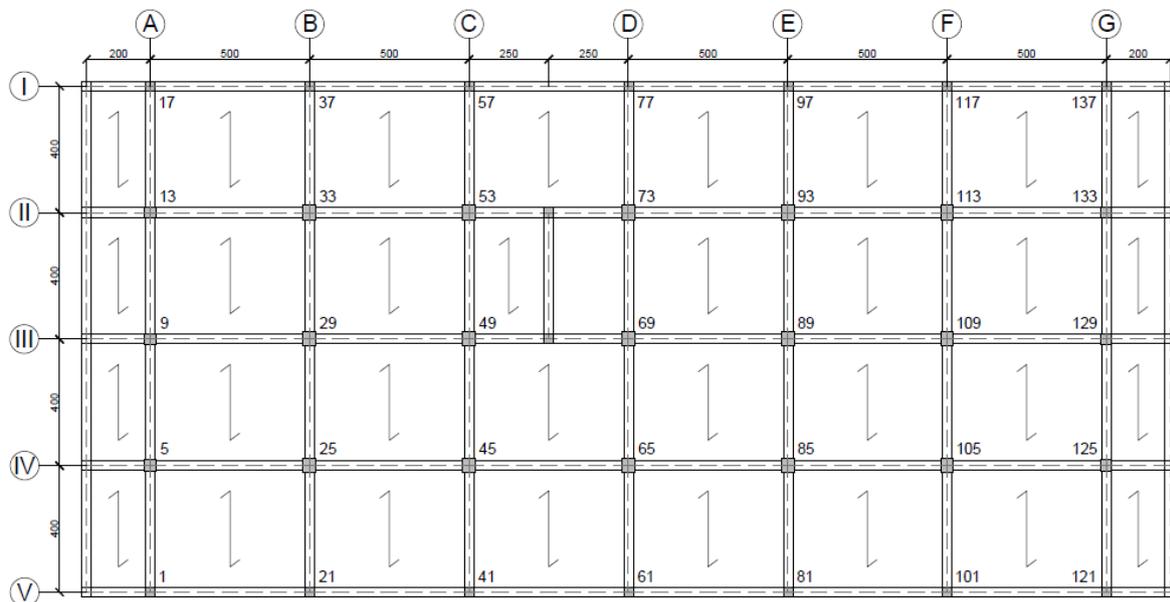
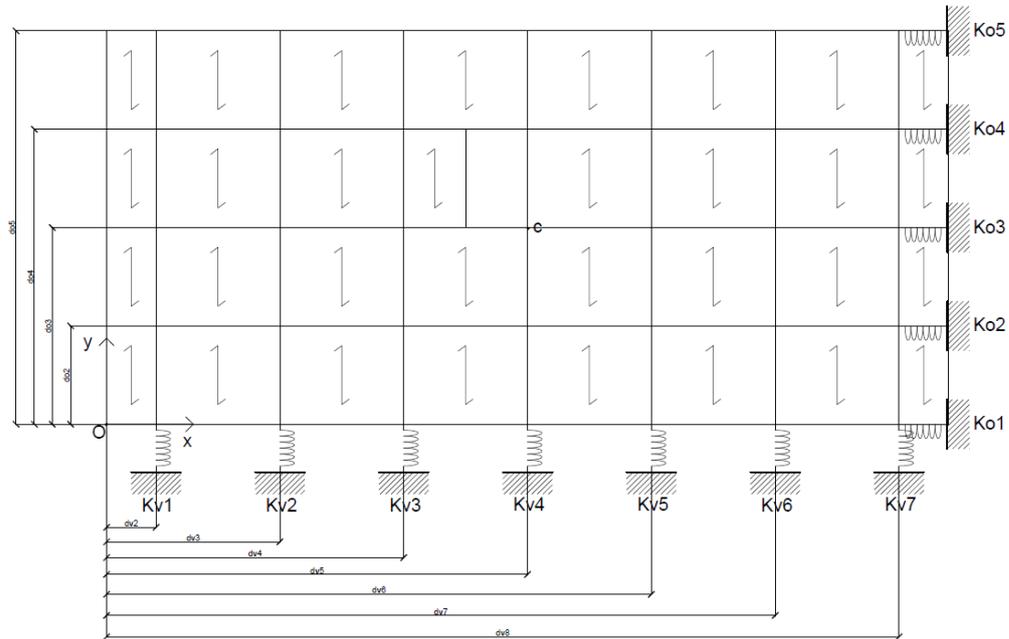
1_ Individuazione del centro d'area

Innanzitutto, è stato individuato il centro delle aree, ottenuto con l'uso di un'equazione che permette di escludere il vano scala, dove non è presente un contributo di irrigidimento del solaio. Tale centro C è definito dalle sue coordinate lungo l'asse x e l'asse y. L'origine del piano O si trova nell'angolo dell'edificio, dove finisce la mensola e una trave principale.



$C = (17,02 \text{ m}; 7,96)$

2_Calcolo delle rigidezze e dell'azione sismica



Piante piano terra

$Kv1 =$ controvento 1-5-9-13-17

$Kv2 =$ controvento 21-25-29-33-37

$Kv3 =$ controvento 41-45-49-53-57

Kv4 = controvento 61-65-69-73-77

Kv5 = controvento 81-85-89-93-97

Kv6 = controvento 101-105-109-113-117

Kv7 = controvento 121-125-129-133-137

Ko1 = controvento 121-101-81-61-41-21-1

Ko2 = controvento 125-105-85-65-45-25-5

Ko3 = controvento 129-109-89-69-49-29-9

Ko4 = controvento 133-113-93-73-53-33-13

K05 = controvento 137-117-97-77-57-37-17

Con il foglio Excel sono state trovate le rigidezze dei controventi orizzontali e verticali, ipotizzandoli come telai del modello Shear-type.

Step 1: calcolo delle rigidezze traslanti dei controventi dell'edificio						
Telaio 1v	15-9-13-17	pilastri che individuano il telaio		Telaio 1o	1-21-41-61-81-101-121	pilastri che individuano il telaio
E (N/mm ²)	21000,00	modulo di Young		E	21000,00	modulo di Young
H (m)	3,50	altezza dei pilastri		H	3,50	altezza dei pilastri
I_1 (cm ⁴)	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1 angolare 30x30		I_1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1 30x30
I_2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 5 35x35		I_2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 21 30x30
I_3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 9 35x35		I_3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 41 30x30
I_4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 13 35x35		I_4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 61 30x30
I_5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 17 30x30		I_5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 81 30x30
K_T (KN/m)	26602,04	rigidezza traslante telaio 1		I_6	67500,00	momento d'inerzia pilastro 101 30x30
				I_7	67500,00	momento d'inerzia pilastro 121 30x30
Telaio 2v	21-25-29-33-37	pilastri che individuano il telaio		K_T	27771,43	rigidezza traslante telaio 5
E	21000,00	modulo di Young				
H	3,50	altezza dei pilastri		Telaio 2o	5-25-45-65-85-105-125	pilastri che individuano il telaio
I_1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 21 30x30		E	21000,00	modulo di Young
I_2	303750,00	momento d'inerzia pilastro 25 40x45		H	3,50	altezza dei pilastri
I_3	303750,00	momento d'inerzia pilastro 29 40x45		I_1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 5 30x30
I_4	303750,00	momento d'inerzia pilastro 33 40x45		I_2	303750,00	momento d'inerzia pilastro 25 40x45
I_5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 37 30x30		I_3	303750,00	momento d'inerzia pilastro 45 40x45
K_T	61493,88	rigidezza traslante telaio 2		I_4	303750,00	momento d'inerzia pilastro 65 40x45
				I_5	303750,00	momento d'inerzia pilastro 85 40x45
Telaio 3v	41-45-49-53-57	pilastri che individuano il telaio		I_6	303750,00	momento d'inerzia pilastro 105 40x45
E	21000,00	modulo di Young		I_7	67500,00	momento d'inerzia pilastro 125 30x30
H	3,50	altezza dei pilastri		K_T	97200,00	rigidezza traslante telaio 6
I_1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 41 30x30				
I_2	303750,00	momento d'inerzia pilastro 45 40x45		Telaio 3o	9-29-49-69-89-109-129	pilastri che individuano il telaio
I_3	303750,00	momento d'inerzia pilastro 49 40x45		E	21000,00	modulo di Young
I_4	303750,00	momento d'inerzia pilastro 53 40x45		H	3,50	altezza dei pilastri
I_5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 57 30x30		I_1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 9 30x30
K_T	61493,88	rigidezza traslante telaio 3		I_2	303750,00	momento d'inerzia pilastro 29 40x45
				I_3	303750,00	momento d'inerzia pilastro 49 40x45
Telaio 4v	61-65-69-73-77	pilastri che individuano il telaio		I_4	303750,00	momento d'inerzia pilastro 69 40x45
E	21000,00	modulo di Young		I_5	303750,00	momento d'inerzia pilastro 89 40x45
H	3,50	altezza dei pilastri		I_6	303750,00	momento d'inerzia pilastro 109 40x45

Con:

$$F = \left(\frac{12EI_1}{h^3} + \frac{12EI_2}{h^3} \right) \delta$$

$$F = k \cdot \delta$$

$$k = \frac{12EI_1}{h^3} + \frac{12EI_2}{h^3}$$

$$k = \frac{12E}{h^3} (I_1 + I_2 + I_3 + I_4)$$

Step 2: tabella sinottica controventi e distanze		
Kv1(KN/m)	26602,04	rigidezza traslante contr.vert. 1
Kv2	61493,88	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	61493,88	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	61493,88	rigidezza traslante contr.vert. 4
Kv5	61493,88	rigidezza traslante contr.vert.5
Kv6	67500,00	rigidezza traslante contr.vert.5
Kv7	19836,73	rigidezza traslante contr.vert.5
dv2 (m)	2,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv3	7,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv4	12,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv5	17,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv6	22,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv7	27,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv8	32,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv9	34,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
Ko1(KN/m)	27771,43	rigidezza traslante contr.orizz. 1
Ko2	97200,00	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	97200,00	rigidezza traslante contr.orizz.3
Ko4	97200,00	rigidezza traslante contr.orizz.3
Ko5	27771,43	rigidezza traslante contr.orizz.3
do2	4,00	distanza verticale controvento punto O
do3	8,00	distanza verticale controvento punto O
do4	12,00	distanza verticale controvento punto O
do5	16,00	distanza verticale controvento punto O

La tabella step 2 riporta le rigidezze di tutti i controventi,orizzontali e verticali, e anche le distanze dei diversi controventi dal punto O, origine del sistema di riferimento posto all'angolo dell'edificio.

La tabella step 3 serve per calcolare il centro di massa dell'impalcato.

Step 3: calcolo del centro di massa		
area_1 (mq)	544,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	17,00	coordinata X centro area 1
y_G1	8,00	coordinata Y centro area 1
area_2	10,00	misura dell'area superficie 2
x_G2	15,75	coordinata X centro area 2
y_G2	10,00	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	534,00	Area totale impalcato
X_G	17,02	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
Y_G	7,96	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

Le coordinate del centro di massa sono le stesse che sono state trovate all'inizio, quindi è corretto.

Successivamente, nello STEP 4 sono stati calcolati: la rigidezza totale orizzontale, somma delle rigidezze dei singoli controventi orizzontali, la rigidezza totale verticale, somma delle rigidezze dei singoli controventi verticali, le coordinate del centro delle rigidezze dell'impalcato e la rigidezza torsionale totale.

Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali		
Ko_tot	347142,86	rigidezza totale orizzontale
Kv_tot	359914,29	rigidezza totale verticale
X_C (m)	16,88	coordinata X centro rigidezze
Y_C	8,00	coordinata Y centro rigidezze
dd_v2	-14,88	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	-9,88	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	-4,88	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v5	0,12	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v6	5,12	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v7	10,12	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v8	15,12	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v9	17,12	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-8,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-4,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	0,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o4	4,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o5	8,00	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	1070721371,52	rigidezza torsionale totale

$$x_C = \frac{k_{v1} \cdot d_{v1} + k_{v2} \cdot d_{v2} + k_{v3} \cdot d_{v3} + k_{v4} \cdot d_{v4}}{k_{v_tot}}$$

$$y_C = \frac{k_{o1} \cdot d_{o1} + k_{o2} \cdot d_{o2} + k_{o3} \cdot d_{o3}}{k_{o_tot}}$$

Nello STEP 5 è stata effettuata dei carichi sismici per ricavare la forza sismica che agisce nel centro di massa.

Step 5: analisi dei carichi sismici		
q_s (kN/mq)	2,38	carico permanente di natura strutturale
q_p	3,43	sovraccarico permanente
q_a	2,00	sovraccarico accidentale
G (kN)	3102,54	carico totale permanente
Q (kN)	1068,00	carico totale accidentale
ψ	0,30	coefficiente di contemporaneità
W (kN)	3422,94	Pesi sismici
c	0,13	coefficiente di intensità sismica
F (kN)	427,87	Forza sismica orizzontale

Vengono calcolati il carico totale permanente G , e il carico totale accidentale Q , a partire dal valore dei carichi per unità di superficie [kN/mq].

$$G = (q_s + q_p)A_{tot}$$

$$Q = q_a \cdot A_{tot}$$

In accordo con le norme tecniche per le costruzioni (NTC2008), si utilizza la combinazione sismica per calcolare i pesi sismici.

$$W = G + \psi_{2j} \cdot Q$$

con ψ_{2j} = coefficiente di contemporaneità, il cui valore è indicato nella Tabella 2.5.I della suddetta norma.

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

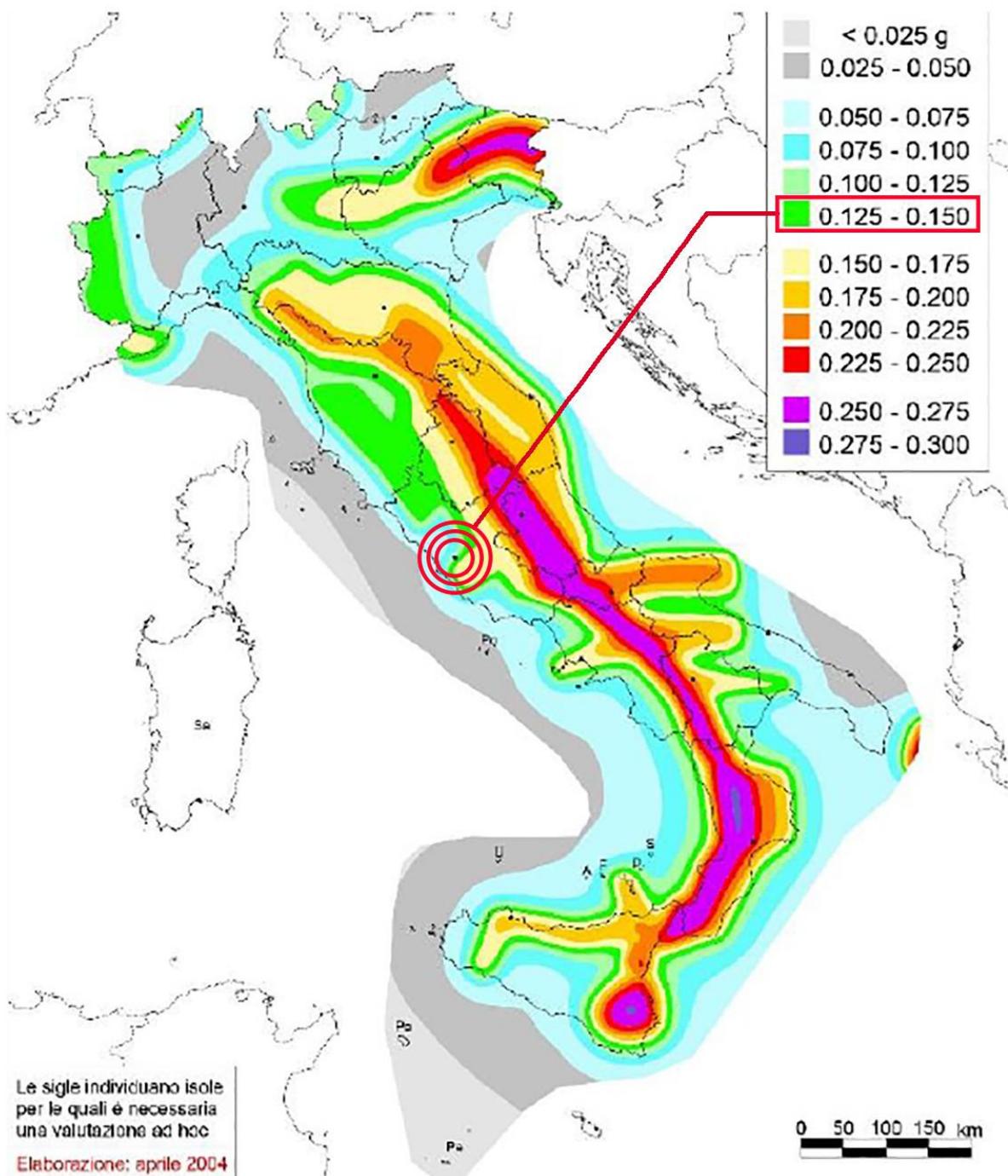
Categoria/Azione variabile	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Il peso sismico W , espresso in kN, rappresenta la forza peso dell'edificio, data dal prodotto tra la massa dell'edificio e l'accelerazione di gravità.

Poiché il sisma ha un'accelerazione mediamente più piccola dell'accelerazione di gravità, può essere introdotto un coefficiente di intensità sismica c , che tenga conto della sismicità del luogo di progettazione dell'edificio.

$$F = W \cdot c$$

L'immagine sotto riporta i valori del coefficiente di intensità sismica in base alla localizzazione dell'edificio che stiamo analizzando.



Step 6: ripartizione forza sismica lungo X

M (KN*m)	16,03	momento torcente (positivo se antiorario)
u _o (m)	0,001	traslazione orizzontale
φ	0,00000	rotazione impalcato (positiva se antioraria)
Fv1 (KN)	-0,01	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	-0,01	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	-0,01	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	0,00	Forza sul controvento verticale 4
Fv5	0,00	Forza sul controvento verticale 5
Fv6	0,01	Forza sul controvento verticale 6
Fv7	0,00	Forza sul controvento verticale 7
Fo1	34,23	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	0,04	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	119,80	Forza sul controvento orizzontale 3
Fo4	119,81	Forza sul controvento orizzontale 4
Fo5	119,81	Forza sul controvento orizzontale 5
	393,67	
		34,23
		119,80
		119,80
		119,80
		34,23
		427,87

427,87

Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y

M (KN*M)	59,25	momento torcente
v _o (KN)	0,001	traslazione verticale
φ	0,00000	rotazione impalcato
Fv1 (KN)	31,60	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	73,05	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	73,07	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	73,09	Forza sul controvento verticale 4
Fv5	73,10	Forza sul controvento verticale 5
Fv6	80,26	Forza sul controvento verticale 6
Fv7	23,59	Forza sul controvento verticale 7
Fo1	-0,01	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	-0,02	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	0,00	Forza sul controvento orizzontale 3
Fo4	0,02	Forza sul controvento orizzontale 4
Fo5	0,01	Forza sul controvento orizzontale 5
	427,77	
		31,62
		73,10
		73,10
		73,10
		73,10
		80,24
		23,58
		427,87

427,87

Lo STEP 6 e lo STEP 7 sono i passaggi finali e portano a determinare la ripartizione della forza sismica sui controventi e gli effetti cinematici sull'impalcato, in termini di traslazione e di rotazione rigida.

$$u = \frac{F}{k_{o_tot}} \quad v = \frac{F}{k_{v_tot}} \quad \varphi = \frac{M}{k_\varphi}$$

u = traslazione orizzontale dell'impalcato

v = traslazione verticale dell'impalcato

φ = rotazione impressa all'impalcato

Una volta determinato il valore dei gradi di libertà, si è potuta ricavare la forza sui singoli controventi nei due casi di carico. Quando la forza è parallela all'asse x , la reazione elastica dei controventi orizzontali sarà:

$$F_{o_n} = k_{o_n}(u + \varphi \cdot dd_{o_n})$$

mentre in quelli verticali:

$$F_{v_n} = k_{v_n} \cdot \varphi \cdot dd_{v_n}$$

Quando la forza sismica è parallela all'asse y , la reazione elastica dei controventi verticali sarà:

$$F_{v_n} = k_{v_n}(v + \varphi \cdot dd_{v_n})$$

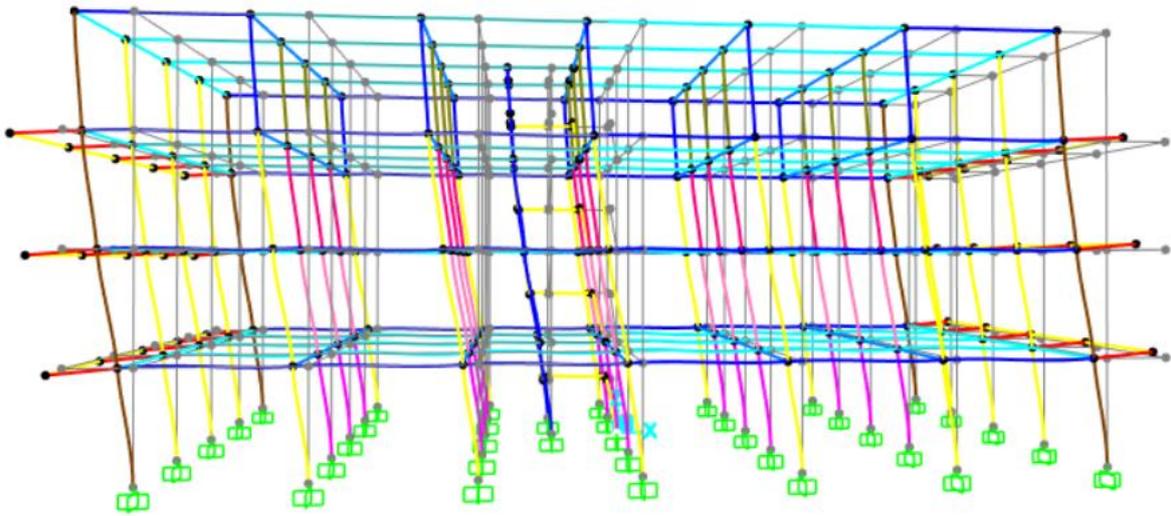
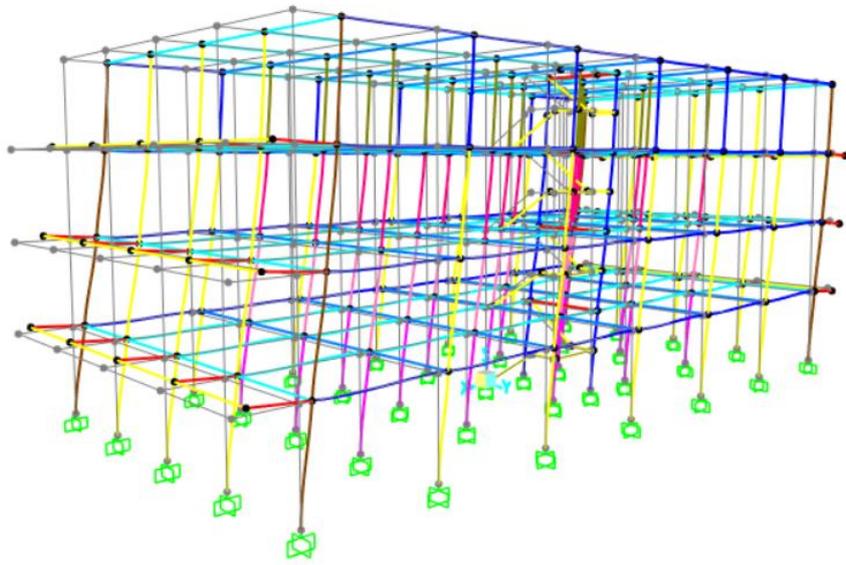
mentre in quelli orizzontali:

$$F_{o_n} = k_{o_n} \cdot \varphi \cdot dd_{o_n}$$

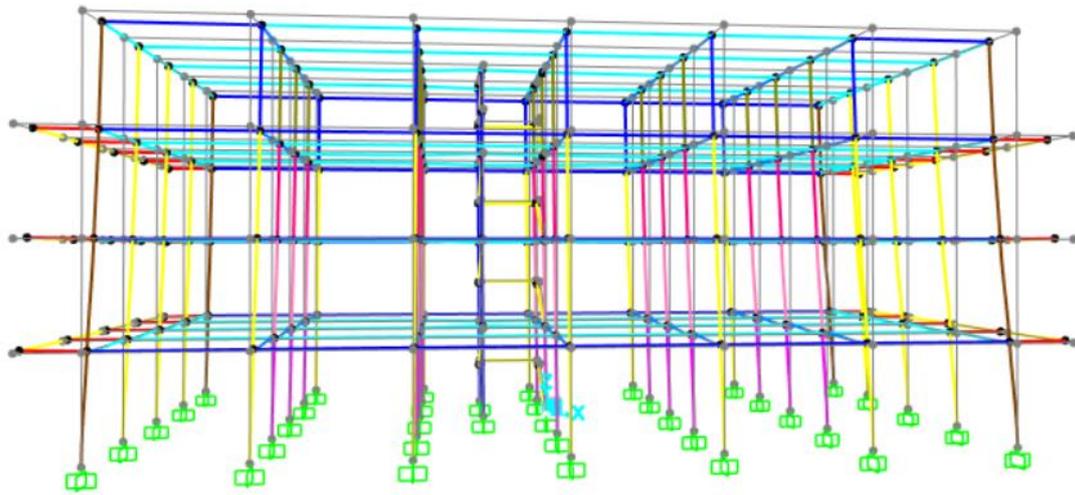
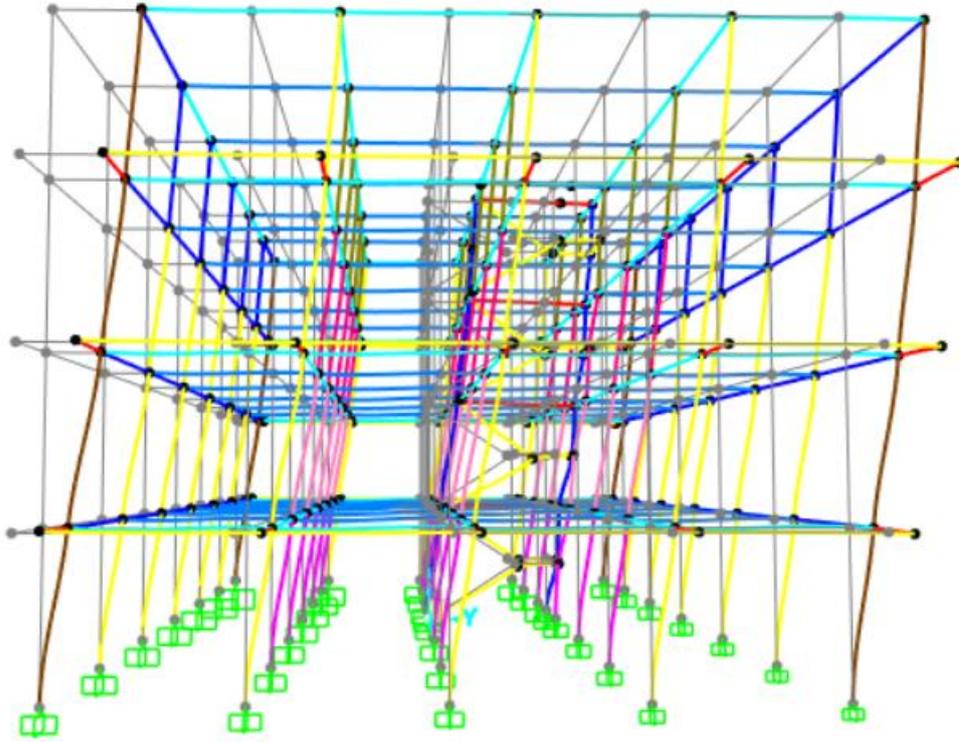
Questo procedimento è stato utilizzato per tutti i piani dell'edificio per trovare tutte le intensità della forza sismica agente nelle varie altezze.

3_Importazione della forza sismica nel modello di SAP2000

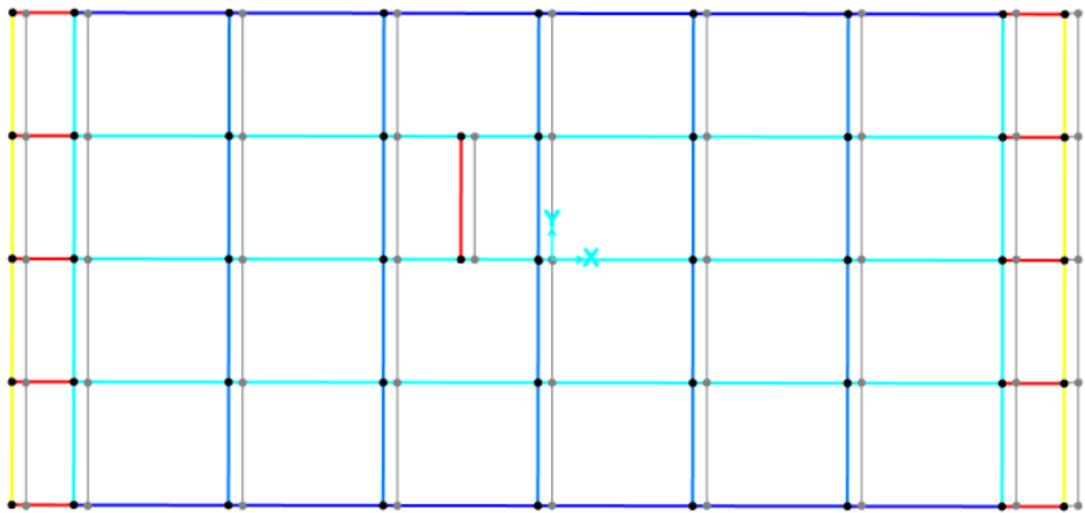
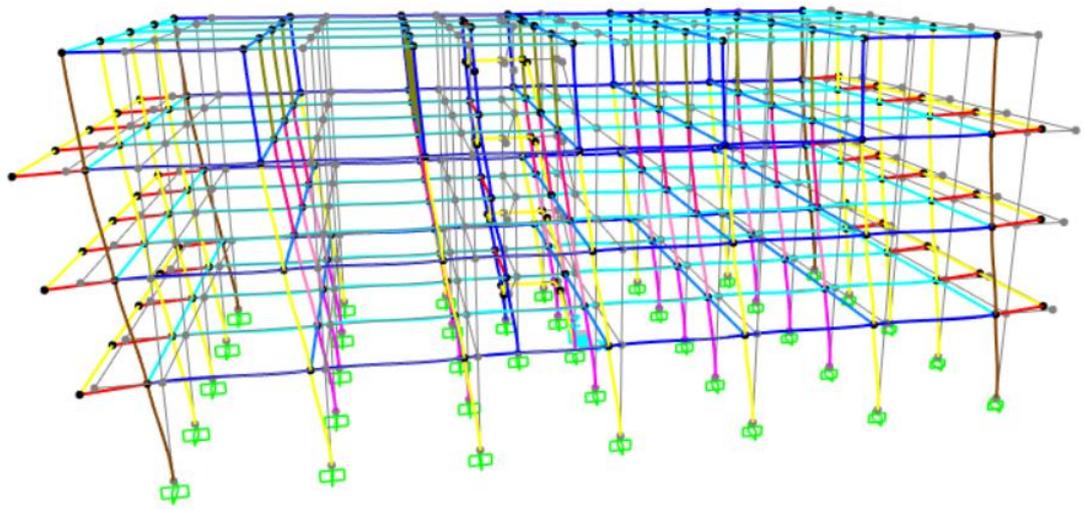
Trovate le forze le forze sismiche agenti sui centri delle rigidzze, sono state applicate nel modello di SAP2000, una lungo l'asse longitudinale, l'altra sull'asse trasversale, per poter poi effettuare le analisi a pressoflessione dei pilastri, esportando la tabella Excel degli sforzi.

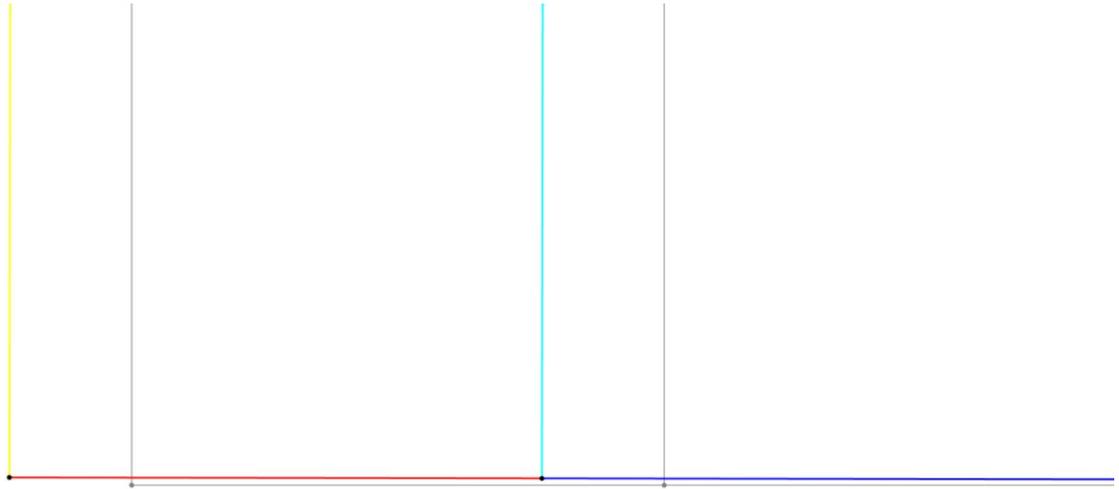


Deformate con sola assegnazione forza sismica parallela all'asse x.



deformate con assegnazione della forza sismica parallelo all'asse y.





Deformate con combinazione delle forze sismiche parallele agli assi x e y.

Per effettuare le verifiche di resistenza dei pilastri, è stata svolta l'analisi combinando le forze sismiche parallele ad entrambi gli assi con i carichi verticali.

4_Analisi delle azioni sui pilastri

Una volta trovate le sollecitazioni, sono stati studiati i pilastri tipo per ogni piano.

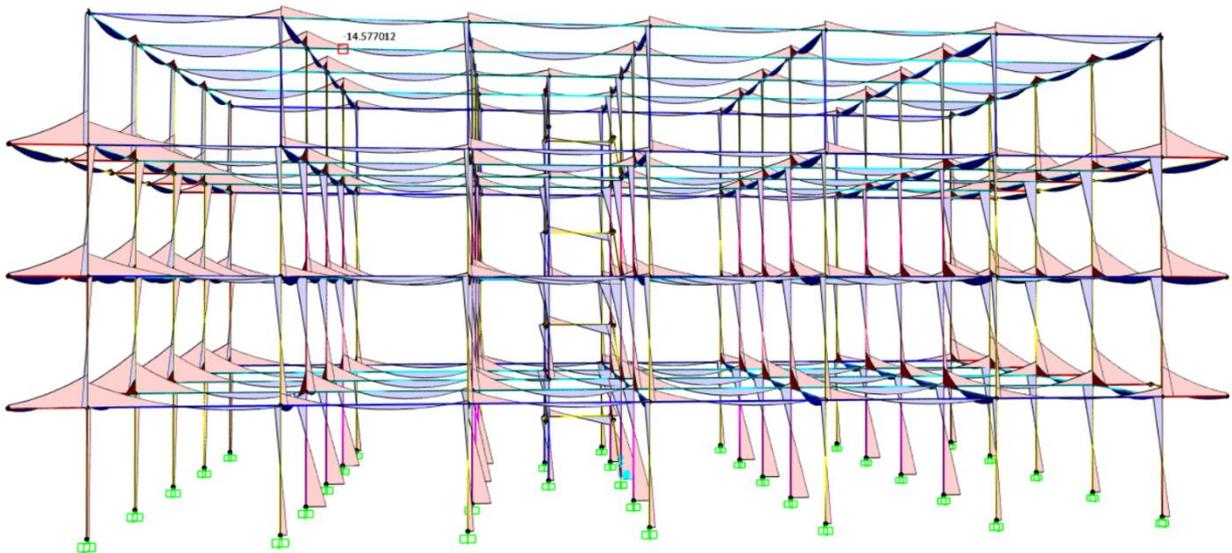


Diagramma dei momenti agenti su pilastri e travi causati dalla forza sismica.

TABLE: Element Forces - Frames											
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
piano terra											
angolare											
1	0	sisam x-y	Combinati	-1220,9	1,52	9,145	0,0049	27,1832	-14,0871	1-1	0
1	1,75	sisam x-y	Combinati	-1215,78	1,52	9,145	0,0049	11,1791	-16,7474	1-1	1,75
1	3,5	sisam x-y	Combinati	-1210,66	1,52	9,145	0,0049	-4,8249	-19,4078	1-1	3,5
perimetrale lato corto											
5	0	sisam x-y	Combinati	-2131,89	6,046	21,718	0,0049	41,6966	-8,8786	5-1	0
5	1,75	sisam x-y	Combinati	-2126,78	6,046	21,718	0,0049	3,6896	-19,4592	5-1	1,75
5	3,5	sisam x-y	Combinati	-2121,66	6,046	21,718	0,0049	-34,3173	-30,0397	5-1	3,5
perimetrale lato lungo											
21	0	sisam x-y	Combinati	-888,645	-23,11	11,998	0,0049	30,4959	-42,518	21-1	0
21	1,75	sisam x-y	Combinati	-883,527	-23,11	11,998	0,0049	9,4996	-2,076	21-1	1,75
21	3,5	sisam x-y	Combinati	-878,41	-23,11	11,998	0,0049	-11,4967	38,3661	21-1	3,5
centrale											
93	0	sisam x-y	Combinati	-2051,96	-64,981	59,054	0,0192	126,9988	-145,509	93-1	0
93	1,75	sisam x-y	Combinati	-2041,73	-64,981	59,054	0,0192	23,6538	-31,7913	93-1	1,75
93	3,5	sisam x-y	Combinati	-2031,49	-64,981	59,054	0,0192	-79,6911	81,9263	93-1	3,5

p1											
angolare											
2	0	sisam x-y	Combinati	-875,323	18,45	-2,769	0,001	-5,4574	34,4742	2-1	0
2	1,75	sisam x-y	Combinati	-870,206	18,45	-2,769	0,001	-0,6117	2,1875	2-1	1,75
2	3,5	sisam x-y	Combinati	-865,089	18,45	-2,769	0,001	4,2341	-30,0993	2-1	3,5
perimetrale lato corto											
6	0	sisam x-y	Combinati	-1515,45	27,013	21,121	0,001	37,098	49,7797	6-1	0
6	1,75	sisam x-y	Combinati	-1510,33	27,013	21,121	0,001	0,1368	2,5063	6-1	1,75
6	3,5	sisam x-y	Combinati	-1505,21	27,013	21,121	0,001	-36,8244	-44,7671	6-1	3,5
perimetrale lato lungo											
22	0	sisam x-y	Combinati	-693,66	-26,667	2,625	0,001	4,1321	-46,9479	22-1	0
22	1,75	sisam x-y	Combinati	-688,542	-26,667	2,625	0,001	-0,4614	-0,2806	22-1	1,75
22	3,5	sisam x-y	Combinati	-683,425	-26,667	2,625	0,001	-5,0549	46,3866	22-1	3,5
centrale											
94	0	sisam x-y	Combinati	-1524,95	-36,529	30,785	0,0025	49,814	-58,9562	94-1	0
94	1,75	sisam x-y	Combinati	-1516,99	-36,529	30,785	0,0025	-4,0592	4,9703	94-1	1,75
94	3,5	sisam x-y	Combinati	-1509,03	-36,529	30,785	0,0025	-57,9325	68,8968	94-1	3,5

p2											
angolare											
3	0	sisam x-y	Combinati	-525,331	26,366	-8,151	-0,0115	-15,6324	44,4236	3-1	0
3	1,75	sisam x-y	Combinati	-520,214	26,366	-8,151	-0,0115	-1,3678	-1,7175	3-1	1,75
3	3,5	sisam x-y	Combinati	-515,096	26,366	-8,151	-0,0115	12,8969	-47,8586	3-1	3,5
perimetrale lato corto											
7	0	sisam x-y	Combinati	-918,948	35,432	13,08	-0,0115	22,357	59,7114	7-1	0
7	1,75	sisam x-y	Combinati	-913,831	35,432	13,08	-0,0115	-0,5324	-2,2948	7-1	1,75
7	3,5	sisam x-y	Combinati	-908,714	35,432	13,08	-0,0115	-23,4219	-64,3011	7-1	3,5
perimetrale lato lungo											
23	0	sisam x-y	Combinati	-484,466	-20,013	-2,516	-0,0115	-6,1158	-33,52	23-1	0
23	1,75	sisam x-y	Combinati	-479,349	-20,013	-2,516	-0,0115	-1,7124	1,5028	23-1	1,75
23	3,5	sisam x-y	Combinati	-474,231	-20,013	-2,516	-0,0115	2,691	36,5256	23-1	3,5
centrale											
95	0	sisam x-y	Combinati	-1011,13	-22,231	22,336	-0,0213	35,4176	-33,8717	95-1	0
95	1,75	sisam x-y	Combinati	-1004,16	-22,231	22,336	-0,0213	-3,6696	5,0324	95-1	1,75
95	3,5	sisam x-y	Combinati	-997,195	-22,231	22,336	-0,0213	-42,7568	43,9365	95-1	3,5

p3											
angolare											
4	0	sisam x-y	Combinati	-164,241	3,502	-18,749	-0,0126	-30,4063	29,1055	4-1	0
4	1,75	sisam x-y	Combinati	-159,123	3,502	-18,749	-0,0126	2,4046	22,9767	4-1	1,75
4	3,5	sisam x-y	Combinati	-154,006	3,502	-18,749	-0,0126	35,2154	16,8479	4-1	3,5
perimatrale lato corto											
8	0	sisam x-y	Combinati	-333,1	3,043	8,418	-0,0126	12,7645	34,5569	8-1	0
8	1,75	sisam x-y	Combinati	-327,983	3,043	8,418	-0,0126	-1,9667	29,2316	8-1	1,75
8	3,5	sisam x-y	Combinati	-322,865	3,043	8,418	-0,0126	-16,6979	23,9062	8-1	3,5
perimetrale lato lungo											
24	0	sisam x-y	Combinati	-267,051	-13,072	-15,422	-0,0215	-24,5588	-28,6751	24-1	0
24	1,75	sisam x-y	Combinati	-260,228	-13,072	-15,422	-0,0215	2,4304	-5,7994	24-1	1,75
24	3,5	sisam x-y	Combinati	-253,405	-13,072	-15,422	-0,0215	29,4196	17,0764	24-1	3,5
centrale											
96	0	sisam x-y	Combinati	-502,369	-4,848	8,981	-0,0126	14,2885	-7,8633	96-1	0
96	1,75	sisam x-y	Combinati	-497,252	-4,848	8,981	-0,0126	-1,4289	0,621	96-1	1,75
96	3,5	sisam x-y	Combinati	-492,135	-4,848	8,981	-0,0126	-17,1464	9,1054	96-1	3,5

5_Verifica a pressoflessione dei pilastri

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	sigma_N	sigma_M	sigma_max		
Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa		
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	1220,898	19,4078	1,59	5,00	13,57	4,31	17,88	1-P.a_PT	NO
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	875,323	34,4742	3,94	5,00	9,73	7,66	17,39	2-P.a_P1	NO
29,1	16,5	35	35	1225	125052	7146	2121,659	30,0397	1,42	5,83	17,32	4,20	21,52	P.P.C_PT	NO
29,1	16,5	35	35	1225	125052	7146	1515,445	49,7797	3,28	5,83	12,37	6,97	19,34	P.P.C_P1	NO
29,1	16,5	30	30	900	67500,00	4500,00	888,645	42,518	4,78	5,00	9,87	9,45	19,32	P.P.L_PT	NO
29,1	16,5	40	45	1800	303750	13500	2031,491	81,9263	4,03	7,50	22,50	18,47	18,33	P.C_PT	NO
29,1	16,5	35	40	1400	186667	9333	1509,033	68,8968	4,57	6,67	20,00	15,43	18,62	P.C_P1	NO
29,1	16,5	35	35	1225	125052	7146	997,195	43,9365	4,41	5,83	17,50	13,09	14,51	P.C_P2	SI
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	492,135	9,1054	1,85	5,00	15,00	13,15	8,32	P.C_P3	SI

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	sigma_max		
Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	cm	cm	Mpa		
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	515,096	47,8586	9,29	5,00	15,00	5,71	20,05	3P.a_P2	NO
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	908,714	64,3011	7,08	5,00	15,00	7,92	25,48	P.P-C_P2	NO
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	333,1	34,5569	10,37	5,00	15,00	4,63	16,00	P.P.C_P3	SI
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	693,66	46,9479	6,77	5,00	15,00	8,23	18,73	P.P.L_P1	NO
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	474,231	36,5256	7,70	5,00	15,00	7,30	14,44	P.P.L-P2	SI
29,1	16,5	30	30	900	67500	4500	267,051	28,6751	10,74	5,00	15,00	4,26	13,92	P.P.L-P3	SI

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	29,1	16,46	30,00	30,00	164,241	29,1055	17,72	15,00	0,39	2,44	18,70	3	21,70	30,00	4-P.a_P3	SI

Dopo aver compilato i file Excel, è emerso che ci sono alcuni pilastri che risultano non verificati a pressoflessione in zona sismica. Per risolvere il problema, va aumentata la sezione dei pilastri vulnerabili, senza appesantire troppo la costruzione.

