

Corso

Dinamica delle strutture e progetto di costruzioni in zona sismica - mod. B

Catania

marzo-maggio 2018

15 - Esame critico e modifiche del dimensionamento

Aurelio Gheresi

Il dimensionamento iniziale è accettabile?

- Periodo proprio
 - È leggermente minore (10%) della previsione iniziale; questo porta ad un modesto incremento dell'azione sismica
- Caratteristiche della sollecitazione
 - Il numero di "pilastri equivalenti" valutato è leggermente maggiore di quanto inizialmente conteggiato; questo porta ad una riduzione delle caratteristiche della sollecitazione
- Nel complesso le sollecitazioni sono coerenti con le previsioni fatte in fase di dimensionamento

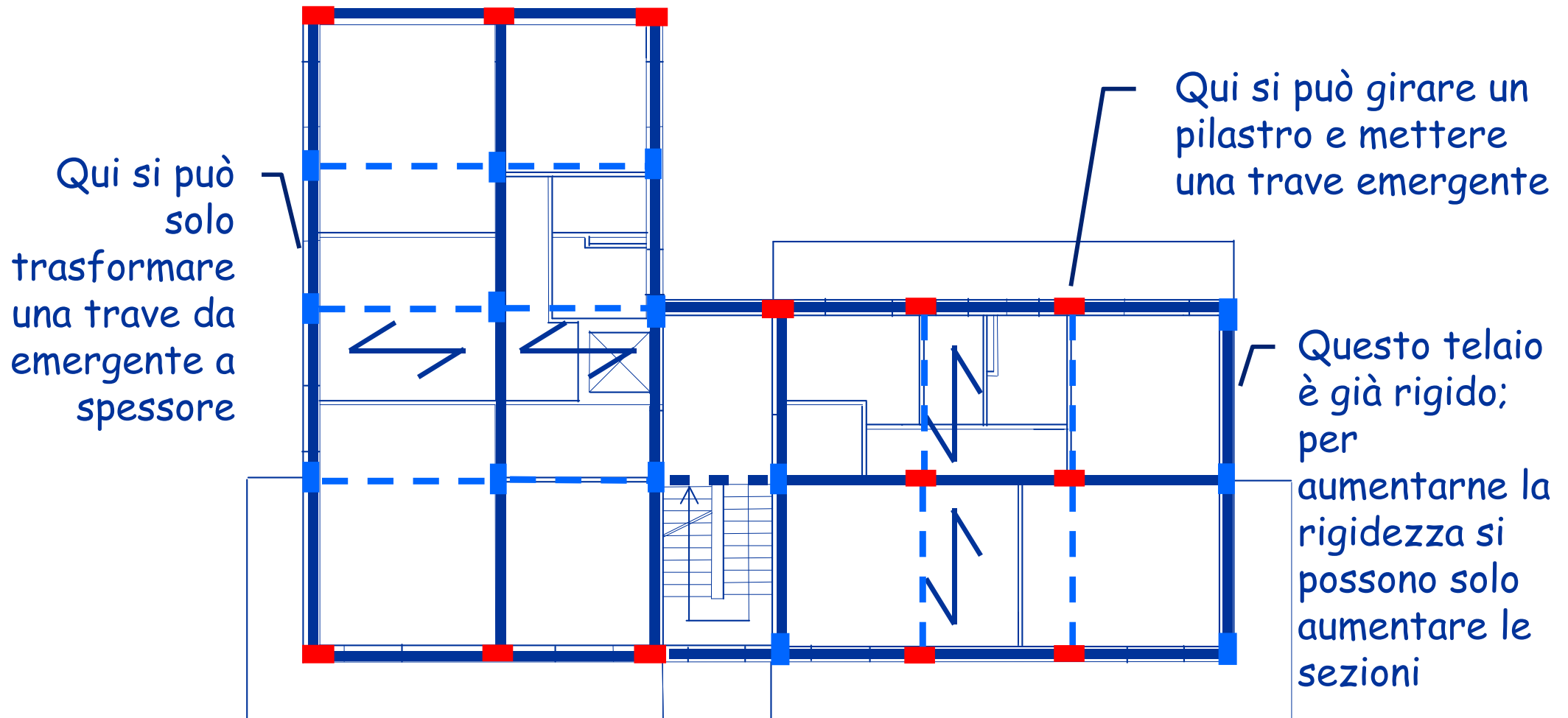
Il dimensionamento iniziale è accettabile?

- Regolarità
 - La variazione di massa e rigidezza lungo l'altezza rispetta le indicazioni di normativa
 - La struttura è ben bilanciata per sisma x, ma fortemente sbilanciata per sisma y
 - La rigidezza rotazionale è (abbastanza) adeguata
- La struttura non è regolare in pianta per sisma y
 - Occorrerebbe ridurre il fattore di comportamento q
 - È senz'altro preferibile modificare la carpenteria in maniera tale da ottenere un buon bilanciamento

Il dimensionamento iniziale è accettabile?

- Bilanciamento della struttura
 - È indispensabile intervenire sulla struttura in modo da renderla bilanciata anche per sisma y, stando attenti a non rovinare il bilanciamento già conseguito per sisma y
 - Per farlo si deve irrigidire la parte destra dell'edificio, girando alcuni pilastri o aumentando le dimensioni di alcuni elementi, e/o indebolire la parte sinistra

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

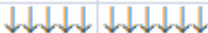


Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidzze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
 - Se l'irregolarità è presente a tutti gli ordini, si faccia innanzitutto riferimento al piano tipo
 - Dopo aver trovato una soluzione valida per questo piano la si provi anche agli altri

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

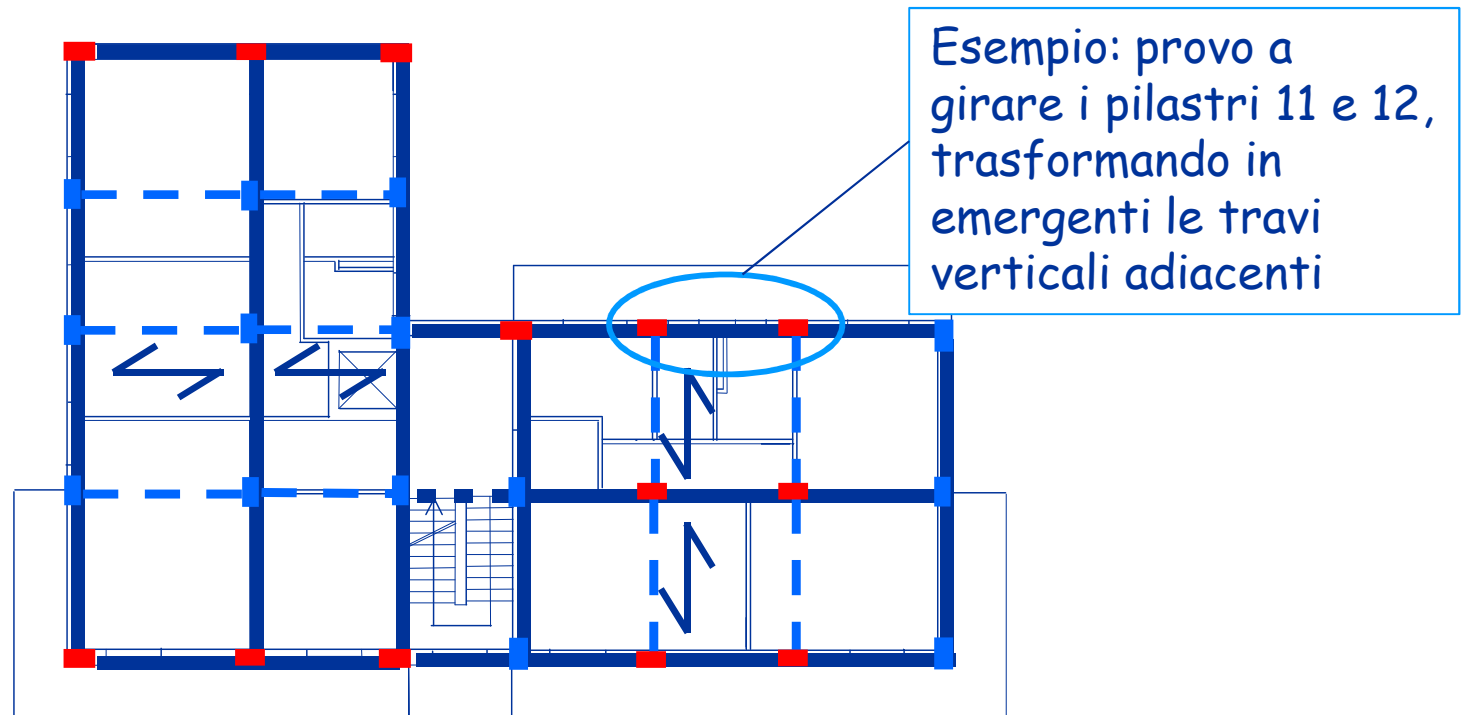
- Si può usare il file Centro rigidzze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
 - Ricopiare le rigidzze nello spazio per seconda serie

Baricentro e raggio d'inerzia delle rigidzze						
numero di pilastri		27		usa		prima serie
Rigidezza dei pilastri				confronta rigidzza		no
						
		prima serie		seconda serie		confronto serie
		rigidezza per		rigidezza per		rigidezza per
pilastro	sisma x	sisma y	sisma x	sisma y	sisma x	sisma y
1	19.9	10.51	19.9	10.51		
2	33.14	10.51	33.14	10.51		
3	19.9	10.51	19.9	10.51		
4	2.16	33.14	2.16	33.14		
5	3.87	33.14	3.87	33.14		
6	2.16	33.14	2.16	33.14		
7	2.16	33.14	2.16	33.14		
8	3.87	33.14	3.87	33.14		
9	10.51	33.14	10.51	33.14		
10	33.14	10.51	33.14	10.51		

11	33.14	2.16	33.14	2.16
12	33.14	2.16	33.14	2.16
13	10.51	19.9	10.51	19.9
14	2.16	33.14	2.16	33.14
15	3.87	33.14	3.87	33.14
16	3.87	33.14	3.87	33.14
17	10.51	33.14	10.51	33.14
18	33.14	3.87	33.14	3.87
19	33.14	3.87	33.14	3.87
20	10.51	33.14	10.51	33.14
21	19.9	10.51	19.9	10.51
22	33.14	10.51	33.14	10.51
23	33.14	10.51	33.14	10.51
24	13.31	19.9	13.31	19.9
25	33.14	2.16	33.14	2.16
26	33.14	2.16	33.14	2.16
27	10.51	19.9	10.51	19.9

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
 2. Modificare i valori, partendo dalla direzione in cui si vuole intervenire (ma anche per l'altra)



Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
2. Modificare i valori, partendo dalla direzione in cui si vuole intervenire (ma anche per l'altra)

Baricentro e raggio d'inerzia delle rigidezze						
numero di pilastri		27		usa		prima serie
Rigidezza dei pilastri				confronta rigidezza		no
↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓						
prima serie			seconda serie		confronto serie	
rigidezza per			rigidezza per		rigidezza per	
pilastro	sisma x	sisma y	sisma x	sisma y	sisma x	sisma y
1	19.9	10.51	19.9	10.51		
2	33.14	10.51	33.14	10.51		
3	19.9	10.51	19.9	10.51		
4	2.16	33.14	2.16	33.14		
5	3.87	33.14	3.87	33.14		
6	2.16	33.14	2.16	33.14		
7	2.16	33.14	2.16	33.14		
8	3.87	33.14	3.87	33.14		
9	10.51	33.14	10.51	33.14		
10	33.14	10.51	33.14	10.51		

11	33.14	2.16	13.31	19.9
12	33.14	2.16	13.31	19.9
13	10.51	19.9	10.51	19.9
14	2.16	33.14	2.16	33.14
15	3.87	33.14	3.87	33.14
16	3.87	33.14	3.87	33.14
17	10.51	33.14	10.51	33.14
18	33.14	3.87	33.14	3.87
19	33.14	3.87	33.14	3.87
20	10.51	33.14	10.51	33.14
21	19.9	10.51	19.9	10.51
22	33.14	10.51	33.14	10.51
23	33.14	10.51	33.14	10.51
24	13.31	19.9	13.31	19.9
25	33.14	2.16	33.14	2.16
26	33.14	2.16	33.14	2.16
27	10.51	19.9	10.51	19.9

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
3. Confrontare l'effetto della modifica

usa		prima serie									
Dati relativi alle masse:				Risultati - rigidezze							
peso della massa		3184.1	kN	xGk	8.39	m					
xGm		10.35	m	yGk	5.89	m					
yGm		5.64	m	rx	9.24	m					
rm		8.38	m	ry	8.94	m					
				$\Sigma kx =$	481.08						
				$\Sigma ky =$	514.19						
				eccentricità			ecc / L				
				Δx	-1.96	m	8.7%		eccentricità abbastanza alta		
				Δy	0.25	m	1.6%				
				rigidezza rotazionale							
				rx / rm	1.10						
				ry / rm	1.07	poco rigida torsionalmente					

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
3. Confrontare l'effetto della modifica

usa		seconda serie							
Dati relativi alle masse:				Risultati - rigidezze					
peso della massa	3184.1	kN		xGk	8.94	m			
xGm	10.35	m		yGk	5.63	m			
yGm	5.64	m		rkx	9.90	m			
rm	8.38	m		rky	8.87	m			
				$\Sigma kx =$	441.42				
				$\Sigma ky =$	549.67				
				eccentricità			ecc / L		
				Δx	-1.41	m	6.3%	eccentricità abbastanza alta	
				Δy	-0.01	m	0.1%		
				rigidezza rotazionale					
				rkx / rm	1.18				
				rky / rm	1.06		poco rigida torsionalmente		

L'eccentricità si è ridotta, ma non abbastanza

L'eccentricità si è ridotta, ma non abbastanza

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Nel mio caso, girare pilastri non è sufficiente
- Ho aumentato la dimensiona dei pilastri 13, 20, 27 e delle travi emergenti che li collegano

Superiormente			pilastro			k (t=inf)			210.24	kN/mm
esiste un pilastro al di sopra ▼			b	30	cm	riduzione			0.273	
			h	90	cm					
			Lp	3.20	m	k			57.49	kN/mm
Inferiormente						punto di nullo di M a			0.500	da base
esiste un pilastro al di sotto ▼										
Travi superiori e inferiori			travi (inf=sup)							
uguali tra loro ▼			trave sx=dx							
			b	30	cm					
			h	70	cm					
			Lt	4.00	m					
Travi a destra e sinistra										
due, dx e sx, uguali tra loro ▼										
E	31500	MPa								

Con due travi emergenti
(pilastro 20)

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Nel mio caso, girare pilastri non è sufficiente
- Ho aumentato la dimensiona dei pilastri 13, 20, 27 e delle travi emergenti che li collegano

Superiormente			pilastro			k (t=inf)			210.24	kN/mm
esiste un pilastro al di sopra ▼			b	30	cm	riduzione			0.158	
			h	90	cm					
			Lp	3.20	m	k			33.30	kN/mm
Inferiormente						punto di nullo di M a			0.500	da base
esiste un pilastro al di sotto ▼										
Travi superiori e inferiori			travi (inf=sup)							
uguali tra loro ▼			trave							
			b	30	cm					
			h	70	cm					
			Lt	4.00	m					
Travi a destra e sinistra										
una sola ▼										
E	31500	MPa								

Con una trave emergente
(pilastri 13 e 27)

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidzze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare

4. Nuovo tentativo

Baricentro e raggio d'inerzia delle rigidzze					
numero di pilastri	27		usa	seconda serie	
Rigidezza dei pilastri			confronta rigidzza	no	
			↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓		
	prima serie		seconda serie	confronto serie	
	rigidezza per		rigidezza per	rigidezza per	
pilastro	sisma x	sisma y	sisma x	sisma y	
1	19.9	10.51	19.9	10.51	
2	33.14	10.51	33.14	10.51	
3	19.9	10.51	19.9	10.51	
4	2.16	33.14	2.16	33.14	
5	3.87	33.14	3.87	33.14	
6	2.16	33.14	2.16	33.14	
7	2.16	33.14	2.16	33.14	
8	3.87	33.14	3.87	33.14	
9	10.51	33.14	10.51	33.14	
10	33.14	10.51	33.14	10.51	

11	33.14	2.16	33.14	2.16
12	33.14	2.16	33.14	2.16
13	10.51	19.9	10.51	33.3
14	2.16	33.14	2.16	33.14
15	3.87	33.14	3.87	33.14
16	3.87	33.14	3.87	33.14
17	10.51	33.14	10.51	33.14
18	33.14	3.87	33.14	3.87
19	33.14	3.87	33.14	3.87
20	10.51	33.14	10.51	57.49
21	19.9	10.51	19.9	10.51
22	33.14	10.51	33.14	10.51
23	33.14	10.51	33.14	10.51
24	13.31	19.9	13.31	19.9
25	33.14	2.16	33.14	2.16
26	33.14	2.16	33.14	2.16
27	10.51	19.9	10.51	33.3

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare

5. Effetto della modifica

usa		seconda serie					
Dati relativi alle masse:				Risultati - rigidezze			
peso della massa		3184.1	kN	xGk	9.68	m	
xGm		10.35	m	yGk	5.89	m	
yGm		5.64	m	rkx	10.25	m	
rm		8.38	m	rky	9.45	m	
				$\Sigma kx =$	481.08		
				$\Sigma ky =$	565.34		
				eccentricità		ecc / L	
				Δx	-0.67	m	3.0%
				Δy	0.25	m	1.6%
				rigidezza rotazionale			
				rkx / rm	1.22		
				rky / rm	1.13		

Rimane un po' di eccentricità, ma va abbastanza bene

Rimane un po' di eccentricità, ma va abbastanza bene

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
6. Ulteriore modifica: trave 7-14 a spessore per indebolire il lato destro

Baricentro e raggio d'inerzia delle rigidezze					
numero di pilastri	27		usa	seconda serie	
Rigidezza dei pilastri			confronta rigidezza	no	
			↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓		
	prima serie		seconda serie		confronto serie
	rigidezza per		rigidezza per		rigidezza per
pilastro	sisma x	sisma y	sisma x	sisma y	sisma x sisma y
1	19.9	10.51	19.9	10.51	
2	33.14	10.51	33.14	10.51	
3	19.9	10.51	19.9	10.51	
4	2.16	33.14	2.16	33.14	
5	3.87	33.14	3.87	33.14	
6	2.16	33.14	2.16	33.14	
7	2.16	33.14	2.16	19.9	
8	3.87	33.14	3.87	33.14	
9	10.51	33.14	10.51	33.14	
10	33.14	10.51	33.14	10.51	

11	33.14	2.16	33.14	2.16
12	33.14	2.16	33.14	2.16
13	10.51	19.9	10.51	33.3
14	2.16	33.14	2.16	19.9
15	3.87	33.14	3.87	33.14
16	3.87	33.14	3.87	33.14
17	10.51	33.14	10.51	33.14
18	33.14	3.87	33.14	3.87
19	33.14	3.87	33.14	3.87
20	10.51	33.14	10.51	57.49
21	19.9	10.51	19.9	10.51
22	33.14	10.51	33.14	10.51
23	33.14	10.51	33.14	10.51
24	13.31	19.9	13.31	19.9
25	33.14	2.16	33.14	2.16
26	33.14	2.16	33.14	2.16
27	10.51	19.9	10.51	33.3

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare

7. Effetto della modifica

usa		seconda serie								
Dati relativi alle masse:				Risultati - rigidezze						
peso della massa		3184.1	kN	xGk	10.15	m				
xGm		10.35	m	yGk	5.89	m				
yGm		5.64	m	rkx	9.99	m				
rm		8.38	m	rky	9.44	m				
				$\Sigma kx =$	481.08					
				$\Sigma ky =$	538.86					
				eccentricità			ecc / L			
				Δx	-0.20	m	0.9%			
				Δy	0.25	m	1.6%			
				rigidezza rotazionale						
				rkx / rm	1.19					
				rky / rm	1.13					

L'eccentricità
è praticamente
scomparsa

L'eccentricità
è praticamente
scomparsa

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
8. Ho completato le modifiche anche in x, direzione in cui sono quasi irrilevanti

Baricentro e raggio d'inerzia delle rigidezze					
numero di pilastri	27		usa	seconda serie	
Rigidezza dei pilastri			confronta rigidezza	no	
			↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓		
	prima serie		seconda serie	confronto serie	
	rigidezza per		rigidezza per	rigidezza per	
pilastro	sisma x	sisma y	sisma x	sisma y	
1	19.9	10.51	19.9	10.51	
2	33.14	10.51	33.14	10.51	
3	19.9	10.51	19.9	10.51	
4	2.16	33.14	2.16	33.14	
5	3.87	33.14	3.87	33.14	
6	2.16	33.14	2.16	33.14	
7	2.16	33.14	2.16	19.9	
8	3.87	33.14	3.87	33.14	
9	10.51	33.14	10.51	33.14	
10	33.14	10.51	33.14	10.51	

11	33.14	2.16	33.14	2.16
12	33.14	2.16	33.14	2.16
13	10.51	19.9	12.06	33.3
14	2.16	33.14	2.16	19.9
15	3.87	33.14	3.87	33.14
16	3.87	33.14	3.87	33.14
17	10.51	33.14	10.51	33.14
18	33.14	3.87	33.14	3.87
19	33.14	3.87	33.14	3.87
20	10.51	33.14	12.06	57.49
21	19.9	10.51	19.9	10.51
22	33.14	10.51	33.14	10.51
23	33.14	10.51	33.14	10.51
24	13.31	19.9	13.31	19.9
25	33.14	2.16	33.14	2.16
26	33.14	2.16	33.14	2.16
27	10.51	19.9	12.06	33.3

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Si può usare il file Centro rigidezze per valutare gli effetti delle modifiche che si pensa di fare
8. Ho completato le modifiche anche in x

usa		seconda serie					
Dati relativi alle masse:				Risultati - rigidezze			
peso della massa		3184.1	kN	xGk	10.15	m	
xGm		10.35	m	yGk	5.87	m	
yGm		5.64	m	rkx	9.95	m	
rm		8.38	m	rky	9.44	m	
				$\Sigma kx =$	485.73		
				$\Sigma ky =$	538.86		
				eccentricità		ecc / L	
				Δx	-0.20	m	0.9%
				Δy	0.23	m	1.5%
				rigidezza rotazionale			
				rkx / rm	1.19		
				rky / rm	1.13		

Correzione necessaria ma irrilevante

Correzione
necessaria ma
irrilevante

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

- Riepilogo per tutti i fogli

rigidezze							variazione tra i piani		rigidezza rotazionale					
ordine	Σk_x	Σk_y	xGk	yGk	rk x	rky	rapp kx	rapp ky	rkx / rm	rky / rm				
5	407.54	451.24	10.20	5.86	9.92	9.43	0.84	0.84	1.23	1.17				
4	485.73	538.86	10.15	5.87	9.95	9.44	1.00	1.00	1.19	1.13				
3	485.73	538.86	10.15	5.87	9.95	9.44	1.00	1.00	1.19	1.13				
2	485.73	538.86	10.15	5.87	9.95	9.44	0.78	0.73	1.19	1.13				
1	623.30	737.71	11.08	6.19	10.64	9.78			1.36	1.25				
asse									eccentricità					
ordine	xGm	yGm	rm						Δx (k-m)	Δy (k-m)	$\Delta x / L_x$	$\Delta y / L_y$		
5	10.14	5.76	8.05						0.06	0.10	0.39%	0.66%		
4	10.35	5.64	8.38						-0.20	0.23	-1.28%	1.48%		
3	10.35	5.64	8.38						-0.20	0.23	-1.28%	1.48%		
2	10.35	5.64	8.38						-0.20	0.23	-1.28%	1.48%		
1	11.08	6.33	7.81						0.00	-0.14	0.03%	-0.91%		

- L'eccentricità è minima sia come Δx che come Δy

Bilanciamento della struttura per quanto riguarda il sisma y

Variazione effettuata:
I tre pilastri indicati hanno
sezione 30x90
Le relative travi sono 30x70
(30x60 al 5° impalcato)

Questa
campata
è ora a
spessore

