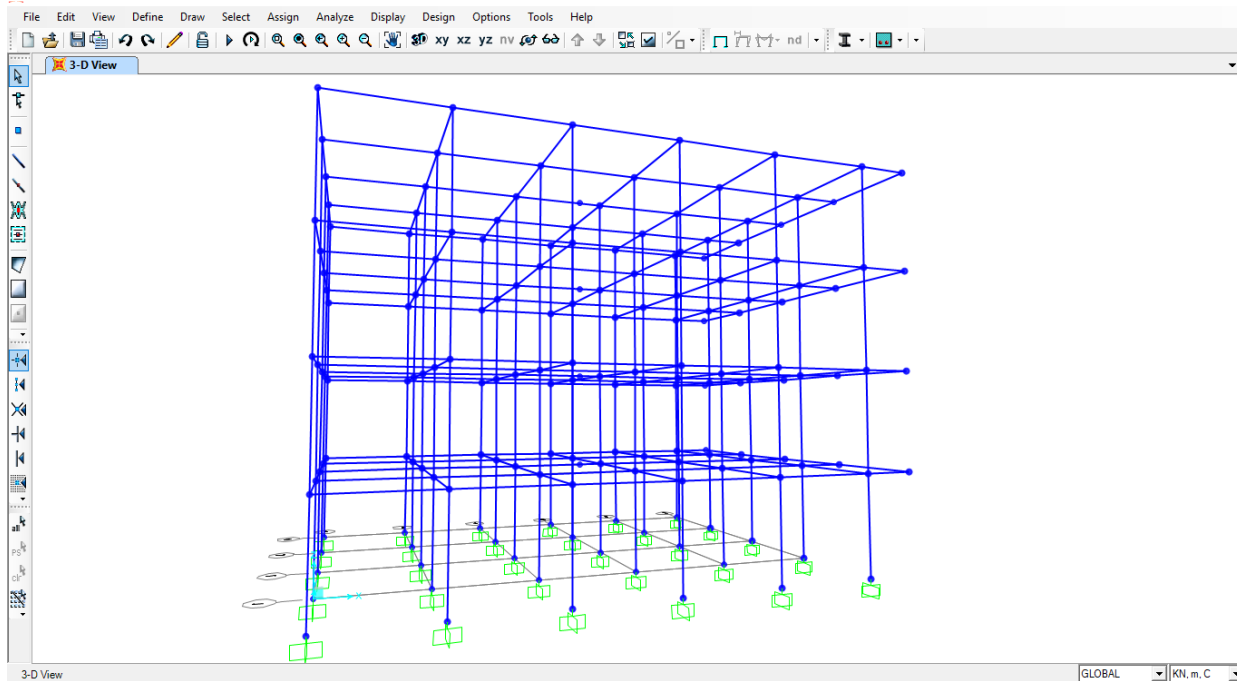


ESERCITAZIONE 2 SECONDA PARTE

GIUSEPPINA PORCARO svolta con ADALBERTO PUCETTI

La seconda parte dell'esercitazione consiste nel verificare i telai dimensionati nell'esercitazione precedente sul software SAP 2000

dove abbiamo inserito anche i carichi orizzontali del vento e del sisma non considerati in fase di dimensionamento.



Abbiamo quindi modellato le tre strutture progettate (tutte costituite da più piani), assegnando ai pilastri al piano terra dei vincoli ad incastro poi i dati relativi al materiale, alle sezioni e ai carichi verticali e orizzontali. Con il comando Edit->Lines/Divide->Frames è stata divisa la struttura così che ogni elemento costituisse un frame separato in maniera tale che il software riconoscesse le parti del telaio come dei nodi rigidi.

Abbiamo poi assegnato un diaphragm, cioè un vincolo interno, a tutte le travi e ai punti che le collegano ai pilastri con il comando ->Assign/Joint/Constraint/Diaphragm, così si fanno appartenere le teste dei pilastri ad un unico corpo rigido piano, il solaio.

Ad ogni piano della struttura è stato assegnato un diaphragm diverso così che ogni solaio in caso di azione sismica sia libero di muoversi.

Con il comando diaphragm possiamo imporre che l'unica rotazione uguale in tutti i punti sia quella intorno all'asse z, che è l'ipotesi di base di un telaio rigido.

Il passo successivo è stato quello di individuare il baricentro di ogni piano a cui si va ad applicare la forza sismica e si va ad assegnare un diaphragm.

Abbiamo poi assegnato i carichi di neve, vento e sisma.

Il carico verticale della neve della che agisce sul tetto, dipenda da parametri come la zona le condizioni climatiche, l'altitudine e la pendenza della falda. Noi siamo andati ad attribuire il carico neve relativo alla zona di Roma con un valore pari a $0,5 \text{ kN/m}^2$.

Il carico orizzontale del vento è un'agente variabile nel tempo e dipende anche esso da una serie di fattori come la pressione cinetica, la zona climatica e la geometria dell'edificio e inoltre a valori diversi di carico a seconda che agisca su una facciata sopravento o sottovento.

Noi per comodità e per semplificare i calcoli abbiamo moltiplicato il valore del carico neve ($0,5 \text{ KN/m}^2$) per 0,8 per la facciata sopravento e per 0,4 per la facciata sottovento.

Abbiamo trattato poi il carico come linearmente distribuito e lo abbiamo assegnato ai pilastri delle facciate considerate in pressione (sopravento) e depressione (sottovento).

Il carico orizzontale del vento è un'agente variabile nel tempo e dipende anche esso da una serie di fattori come la pressione cinetica, la zona climatica e la geometria dell'edificio e inoltre a valori diversi di carico a seconda che agisca su una facciata sopravento o sottovento.

Noi per comodità e per semplificare i calcoli abbiamo moltiplicato il valore del carico neve (0,5 KN/m²) per 0,8 per la facciata sopravento e per 0,4 per la facciata sottovento.

Abbiamo trattato poi il carico come linearmente distribuito e lo abbiamo assegnato ai pilastri delle facciate considerate in pressione (sopravento) e depressione (sottovento).

Il carico orizzontale del sisma è stato calcolato con le seguenti formule:

-Peso del piano considerato W

$$W = (P + 20\% N + 30\% Q_a)$$

dove:

P=peso dell'edificio (Q_s+Q_p)

N=carico neve

Q_a=Ccarico accidentale

-Forza sismica F_s

$$F_s = C * W$$

dove:

C= è il coefficiente di intensità sismica che tiene conto della forza di gravità

La forza sisma applicata ad ogni baricentro del solaio in ogni piano è data quindi dalla seguente formula:

$$F_i = F_s \frac{z_i}{\sum_{i=1} z_i}$$

z_i->altezza del piano rispetto allo spiccatto di fondazione

W_i->peso del piano considerato

F_s=Forza sismica

W->peso totale relativo al numero di piani della costruzione

Assegnati questi ultimi carichi ad ognuna delle 3 tecnologie siamo andati a considerare le combinazioni da normativa.

-Combinazione allo slu:

$$Q_{tot} [kN/m^2] = 1,3 * Q_s + 1,5 * Q_p + 1,5 * Q_a + 1,5 * q_n * 0,7 + 1,5 * Q_v * 0,7$$

-Combinazione sismica:

$$Q_{tot} [kN/m^2] = E + Q_s + Q_p + 0,3 * Q_a + 0,3 * Q_n + 0,3 * Q_v$$

Una volta assegnati i nuovi carichi siamo andati a vedere la risposta delle nostre tecnologie esportandoci i valori dei diagrammi delle sollecitazioni attraverso sulle tabelle excell.

I momenti relativi alle travi sono minori di quelli di progetto, in quanto in fase di dimensionamento abbiamo considerato il modello di trave doppiamente appoggiata, mentre in realtà si tratta di nodi rigidi.

I valori trovati li abbiamo inseriti nelle tabelle di progettazione per verificare se la sezione inizialmente trovata basti per sopportare i valori degli sforzi ottenuti con i nuovi carichi assegnati alla struttura e nel caso in cui non fosse così, riprogettarne una nuova.

Carichi	Qs	Qp		
cls	3,12 KN/m ²	4,83 KN/m ²		
legno	1,46 KN/m ²	2,61 KN/m ²		
acciaio	2,56 KN/m ²	4,16 KN/m ²		
Fs	z1	z2	z3	z4
cls	0,27KN/m ²	0,54KN/m ²	0,81KN/m ²	1,08KN/m ²
legno	0,15KN/m ²	0,3KN/m ²	0,46KN/m ²	0,61KN/m ²
acciaio	0,25KN/m ²	0,5KN/m ²	0,76KN/m ²	1,01KN/m ²

C.A 45/50:

Travi:

Abbiamo reinserito i valori dei nuovi momenti che il software ci ha restituito dopo aver inserito gli ulteriori carichi e abbiamo visto che la trave calcolata in un primo momento con una sezione 30x40 va bene anche con questo valore della sollecitazione.

q _u (KN/m)	luce (m)	M _{max} (KN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{yd} (N/mm ²)	f _{ck} (N/mm ²)	f _{cd} (N/mm ²)	B
152,00	4,00	152,00	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49
155,90	4,00	156,88	450,00	391,30	45,00	25,50	0,49

r	b (cm)	h _u (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H	H/I	area (m ²)	peso unitario
2,20	30,00	31,02	2,90	33,92	40,00	0,08	0,12	3,00
2,20	30,00	31,52	2,90	34,42	verificata			

Pilastro:

Per la sezione del pilastro in c.a abbiamo fatto un calcolo molto semplificato a presso-flessione dove abbiamo visto che la sezione è interamente compressa.

$$e = M/N \text{ ed } e < H/6$$

quindi:

$$\sigma_{max} = (N/A) + (M/W_x) < f_{cd}$$

N	f _{ck}	f _{cd}	A _{min}	b _{min}	E	B	I	λ*	ρ _{min}
kN	Mpa	Mpa	cm ²	cm	Mpa		m		cm
1749	40,0	22,7	771,6	27,8	21000	2,00	4,00	95,62	8,37

b _{min}	b	h _{min}	h	A _{design}	I _{design}	I _{max}	W _{max}	M
cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	kNm
28,98	30,00	25,72	40,00	1200	90000	160000	8000,00	4,10

Verifica
e=M/N<h/6
VERO
N//A+M/W<fcd
Ok

Acciaio:

Trave:

Per la trave abbiamo inserito il nuovo valore del momento che era più piccolo di quello precedentemente calcolato e abbiamo visto che bastava una ipe più piccola come sezione e dalla ipe 600 abbiamo quindi scelto la 550.

M_{max} (KN*m)	$f_{y,k}$ (N/mm ²)	f_d (N/mm ²)	$W_{x,min}$ (cm ³)	W_x (cm ³)	Profilato
675,26	275,00	261,90	2578,27	3069,00	IPE 600
514,00	275,00	261,90	1962,55	2441,00	IPE 550

Pilastri:

Per il pilastro invece essendo aumentato il valore dello sforzo N sono aumentati altri valori che hanno portato a dover scegliere una sezione maggiore da HEA 2460 a quella 240.

Questa nuova sezione scelta con le sue caratteristiche andava poi verifica tramite la formula:

$$\sigma_{max} = (N/A) + (M/W_x) < f_d$$

N	f_{yk}	γ_m	f_{yd}	A_{min}	E	B	I	λ^*	ρ_{min}
kN	Mpa		Mpa	cm ²	Mpa		m		cm
3604	275,00	1,05	261,90	137,6	210000	1,00	4,00	88,96	4,50

I_{min}	A_{design}	I_{design}	ρ_{min}	λ	M	W	profilo
cm ⁴	cm ²	cm ⁴	cm				
2782	86,8	3668	6,50	61,54	12,80	836,40	HEA 260

N/A	M/W	verifica
42	65,34	VERO

Legno gl 28:

Trave:

Con il nuovo valore della normale, non molto distante a quello calcolato senza i crichi aggiunti in questa seconda parte dell'esercitazione, abbiamo visto che la sezione 30x30 continua a bastare per la nostra trave.

M_{max} (KN*m)	$f_{m,k}$ (N/mm ²)	k_{mod}	γ_m	f_d (N/mm ²)	b (cm)	h_{min} (cm)	H (cm)
88,00	28,00	0,80	1,45	15,45	30,00	33,75	40,00

Pilastri:

Per il pilastro abbiamo inserito il nuovo valore di N, avendo una sezione 30x30 abbiamo visto che perchè si verificasse dovevamo aumentare l'altezza e abbiamo verificato che $\sigma_c/f_{cd} + \sigma_t/f_{td} \leq 1$ che nel nostro caso è pari a 0,95.

N	$f_{c0,k}$	k_{mod}	γ_m	f_{c0d}	A_{min}	E,005	B	I	λ_{max}	ρ_{min}	b_{min}	b	h_{min}	h	A_{design}	I_{design}
kN	Mpa			Mpa	cm ²	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ⁴
1095	21,00	0,80	1,45	11,59	945,1	8800	1,0	4,00	86,54	4,62	16,01	30,00	31,50	40,00	1200	90000