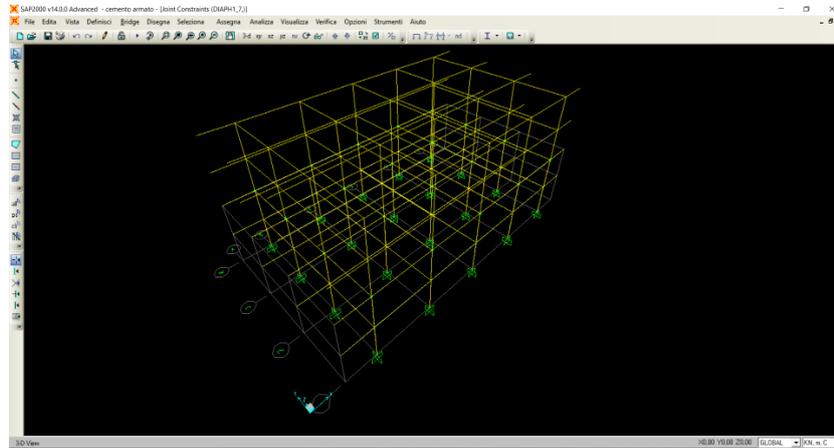


Vengono impostate su SAP2000 le strutture dimensionate, nelle tre tecnologie, della scorsa esercitazione per proseguire poi con la verifica a carichi verticali (qs,qp,qa e neve) ed orizzontali (vento e sisma).

Una volta impostata la struttura assegniamo un vincolo di incastro per ogni pilastro alla base, e imponiamo ad ogni nodo del telaio l'ipotesi di impalcato rigido tramite il comando "diaphragm" : questo permetterà di avere un'unica rotazione per tutti i nodi dell'edificio.

## CEMENTO ARMATO



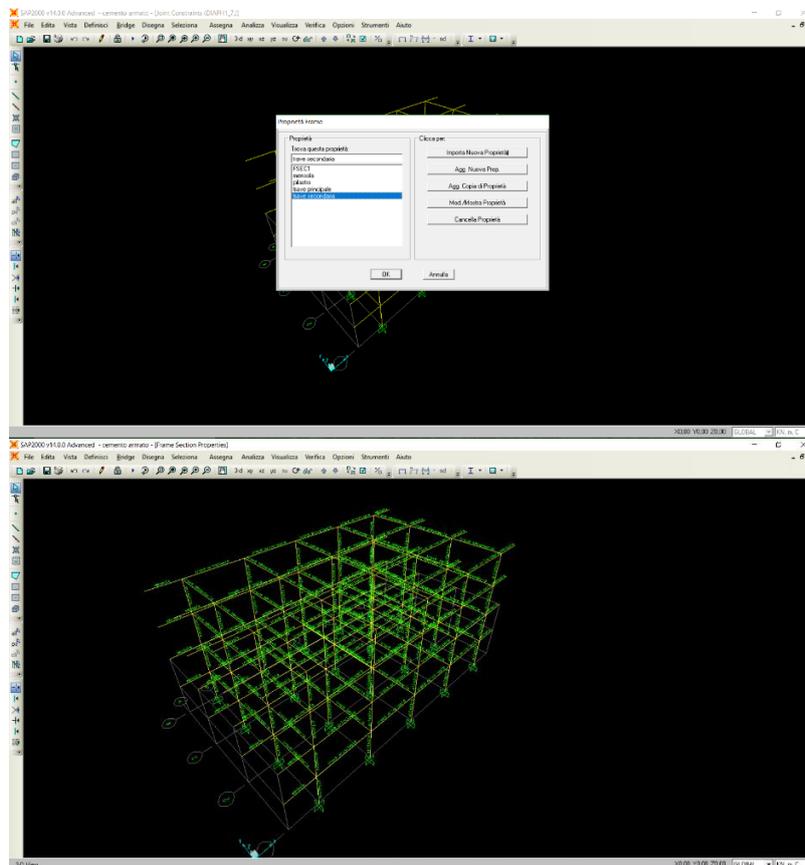
Ora vengono inserite le informazioni relative il materiale e le dimensioni degli elementi strutturali definite nella scorsa esercitazione:

TRAVE PRINCIPALE : 0,50 x 0,40 m

TRAVE SECONDARIA : 0,45 x 0,35 m

MENSOLA : 0,45 x 0,40 m

PILASTRO : 0,60 x 0,40 m



### Carichi verticali

Per quanto riguarda i carichi verticali, dobbiamo tenere conto del carico  $q_u = (q_s \times 1,5) + (q_p \times 1,3) + (q_a \times 1,3)$  con una maggiorazione, al solaio di copertura, dovuta al *carico neve* (il quale dipende in particolare modo dalla zona climatica di appartenenza).

Per la città di Roma, il peso della neve equivale a 0,5 KN/m<sup>2</sup>

La combinazione SLU viene applicata su tutte le travi principali della struttura, tenendo conto dell'area di influenza; mentre nell'ultimo solaio (copertura) viene applicata la maggiorazione dovuta al *carico neve*.

### Carichi orizzontali

I carichi orizzontali rappresentano principalmente le spinte orizzontali causate da vento e sisma.

Procediamo quindi con l'analisi di questi carichi, con la consapevolezza che non sapendo da che parte questi provengano dovremmo svolgere un'analisi sia lungo la direzione x, sia lungo y.

Successivamente, trovata la combinazione più sfavorevole, procederemo con le verifiche.

#### - Vento

Il *carico vento* viene considerato come un carico distribuito sui pilastri, e viene calcolato come 0,4 per i pilastri sopravvento e 0,2 per quelli sottovento; questo valore viene poi moltiplicato per l'area di influenza del pilastro.

A questo punto creo una combinazione con i carichi  $q_s$ ,  $q_p$ ,  $q_a$  e vento (x/y) e faccio partire l'analisi, da dove estrapolerò il valore del momento flettente e dello sforzo normale del pilastro più sollecitato.

#### - Sisma

Per procedere all'analisi del carico sisma, bisogna prima calcolare il centro di massa del nostro edificio.

Essendo una griglia rettangolare, il centro di massa coincide con il baricentro e quindi con il punto di intersezione delle due diagonali.

$$C = (15 ; 7,5)$$

La forza sismica viene applicata nel centro di massa dell'edificio ed è crescente ai piani più alti.

$$F_s = c (P + 20\% N + 30\% q_a) = 1,994 \text{ KN/m}^2 \text{ dove } \rightarrow$$

c : coefficiente di intensità sismica 0,2

$$P : q_s + q_p = 8,82 \text{ KN/m}^2$$

$$N : 0,5 \text{ KN/m}^2$$

$$F_i = F_s \times z_i / \sum z_i$$

$$F_1 = 0,199$$

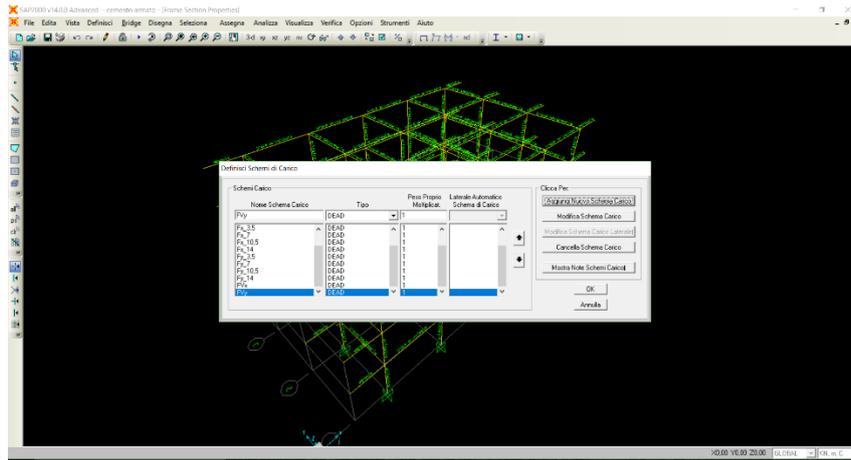
$$F_2 = 0,398$$

$$F_3 = 0,598$$

$$F_4 = 0,797$$

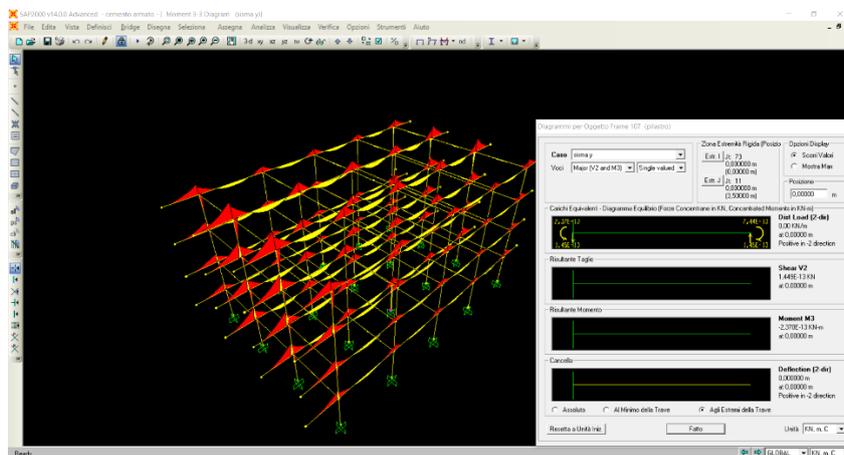
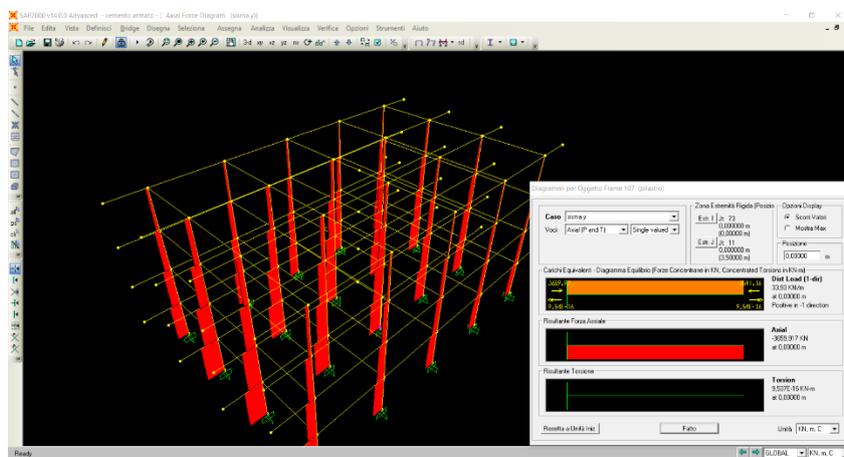
Viene quindi applicata la forza sismica al centro di massa del relativo piano sia in direzione x che y.

A questo punto creo una combinazione di carichi con  $q_s$ ,  $q_p$ ,  $q_a$  e sisma (x/y) e faccio partire l'analisi, da dove estrapolerò il valore del momento flettente e dello sforzo normale del pilastro più sollecitato.



## VERIFICA

Lanciate le analisi delle diverse combinazioni, estrapoliamo la condizione più svantaggiosa, andando a prendere in assoluto i valori di N ed M del pilastro maggiormente sollecitato per verificare la struttura. La condizione più sfavorevole risulta essere "sisma y".



$$N_{\max} = - 3659,9 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = - 2,37\text{E-}13\text{KN/m}^2$$

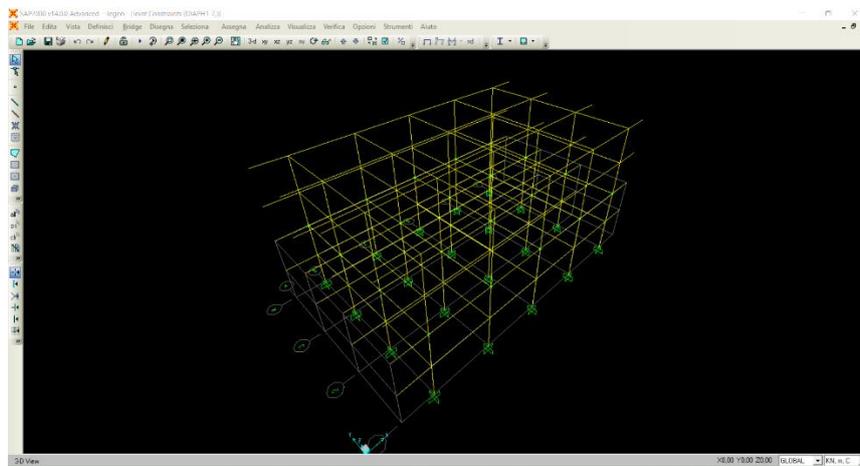
$$e = M/N = 3,67 \times 10^{-9}$$

$$H/6 < e$$

$$\text{verifica: } \sigma_{\max} = N/A + M/W_y = 15,24 \text{ Mpa} < f_{cd}$$

La sezione risulta verificata.

## LEGNO



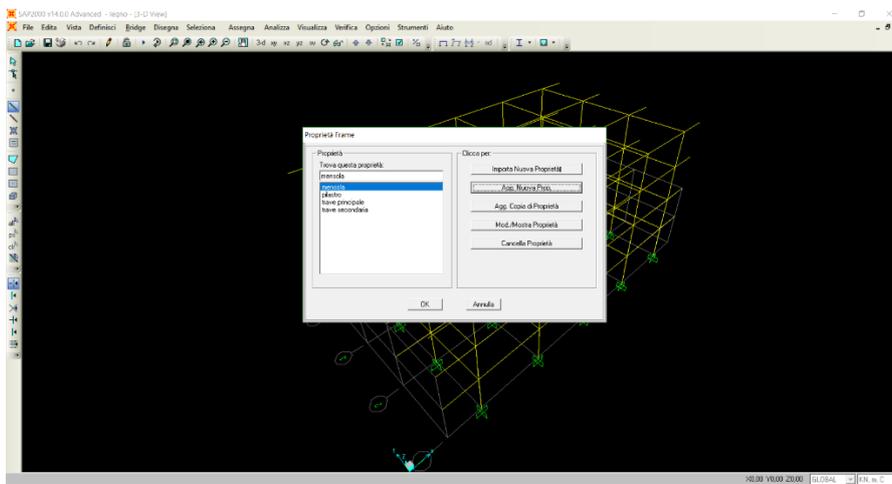
Ora vengono inserite le informazioni relative il materiale e le dimensioni degli elementi strutturali definite nella scorsa esercitazione:

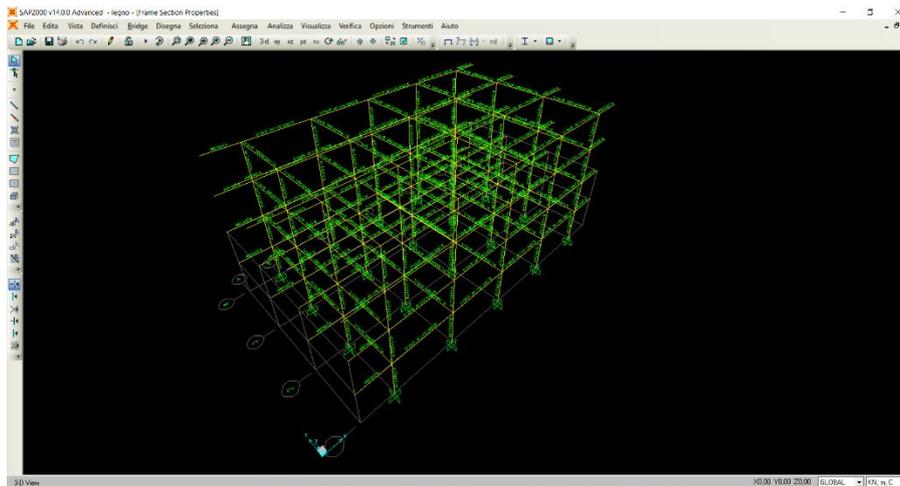
*TRAVE PRINCIPALE* : 0,60 x 0,30 m

*TRAVE SECONDARIA* : 0,60 x 0,30 m

*MENSOLA* : 0,60 x 0,30 m

*PILASTRO* : 0,40 x 0,25 m





### Carichi verticali

Per quanto riguarda i carichi verticali, dobbiamo tenere conto del carico  $q_u = (q_s \times 1,5) + (q_p \times 1,3) + (q_a \times 1,3)$  con una maggiorazione, al solaio di copertura, dovuta al *carico neve* (il quale dipende in particolar modo dalla zona climatica di appartenenza).

Per la città di Roma, il peso della neve equivale a  $0,5 \text{ KN/m}^2$

La combinazione SLU viene applicata su tutte le travi principali della struttura, tenendo conto dell'area di influenza; mentre nell'ultimo solaio (copertura) viene applicata la maggiorazione dovuta al *carico neve*.

### Carichi orizzontali

I carichi orizzontali rappresentano principalmente le spinte orizzontali causate da vento e sisma.

Procediamo quindi con l'analisi di questi carichi, con la consapevolezza che non sapendo da che parte questi provengano dovremmo svolgere un'analisi sia lungo la direzione x, sia lungo y.

Successivamente, trovata la combinazione più sfavorevole, procederemo con le verifiche.

#### - Vento

Il *carico vento* viene considerato come un carico distribuito sui pilastri, e viene calcolato come 0,4 per i pilastri sopravvento e 0,2 per quelli sottovento; questo valore viene poi moltiplicato per l'area di influenza del pilastro.

A questo punto creo una combinazione con i carichi  $q_s$ ,  $q_p$ ,  $q_a$  e vento (x/y) e faccio partire l'analisi, da dove estrapolerò il valore del momento flettente e dello sforzo normale del pilastro più sollecitato.

#### - Sisma

Per procedere all'analisi del carico sisma, bisogna prima calcolare il centro di massa del nostro edificio.

Essendo una griglia rettangolare, il centro di massa coincide con il baricentro e quindi con il punto di intersezione delle due diagonali.

$$C = (15 ; 7,5)$$

La forza sismica viene applicata nel centro di massa dell'edificio ed è crescente ai piani più alti.

$$F_s = c (P + 20\% N + 30\% q_a) = 1,130 \text{ KN/m}^2 \text{ dove } \rightarrow$$

c : coefficiente di intensità sismica 0,2

$$P : q_s + q_p = 4,50 \text{ KN/m}^2$$

$$N : 0,5 \text{ KN/m}^2$$

$$F_i = F_s \times z_i / \sum z_i$$

F1 = 0,113

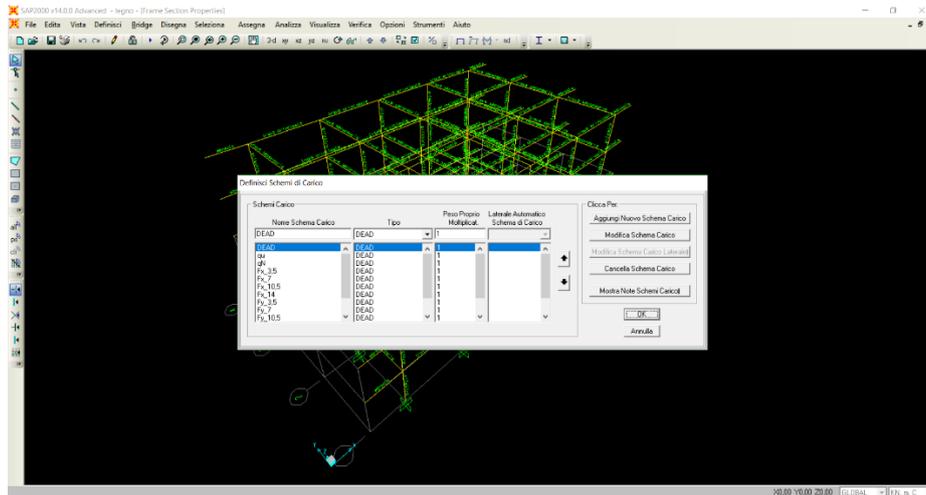
F2 = 0,226

F3 = 0,339

F4 = 0,452

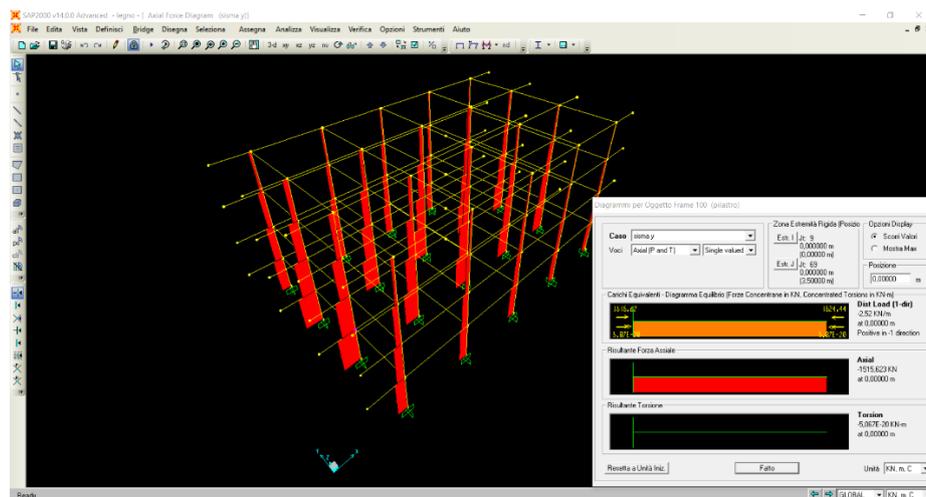
Viene quindi applicata la forza sismica al centro di massa del relativo piano sia in direzione x che y.

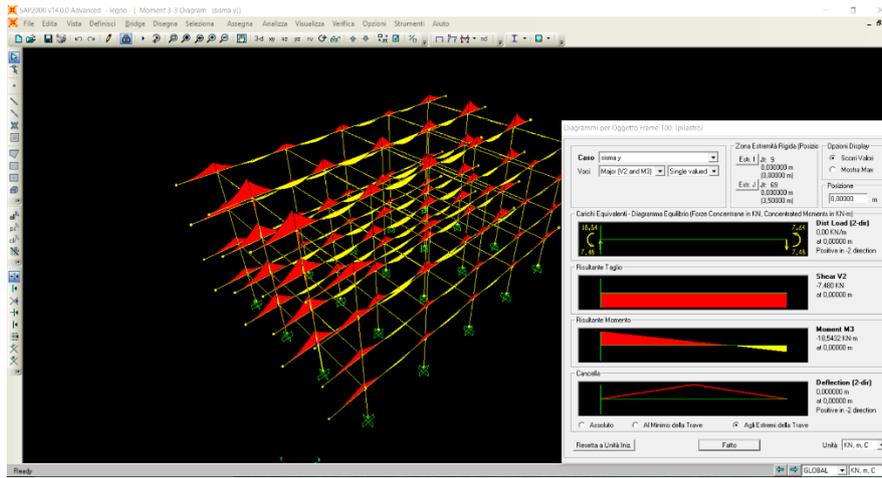
A questo punto creo una combinazione di carichi con  $q_s$ ,  $q_p$ ,  $q_a$  e sisma (x/y) e faccio partire l'analisi, da dove estrapolerò il valore del momento flettente e dello sforzo normale del pilastro più sollecitato.



## VERIFICA

Lanciate le analisi delle diverse combinazioni, estrapoliamo la condizione più svantaggiosa, andando a prendere in assoluto i valori di N ed M del pilastro maggiormente sollecitato per verificare la struttura. La condizione più sfavorevole risulta essere "sisma y".





$$N_{\max} = - 1515,62 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = - 18,54 \text{ KN/m}^2$$

$$f_{cd} = (f_{ck} / \gamma_m) \times K_{mod} = (22/1,50) \times 0,80 = 11,73 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{fd} = (f_{mk} / \gamma_m) \times K_{mod} = (27/1,50) \times 0,80 = 14,40 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cd} = N/A = 15,1562 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{fd} = M/W = 1,39 \times 10^{-11}$$

$$\text{verifica: } \sigma_{\max} = \sigma_{cd} / f_{cd} + \sigma_{fd} / f_{fd} = 1,29 < 1$$

La sezione non è verificata, il pilastro deve essere ridimensionato.

$$\rightarrow H = 40 \text{ cm} ; b = 35 \text{ cm}$$

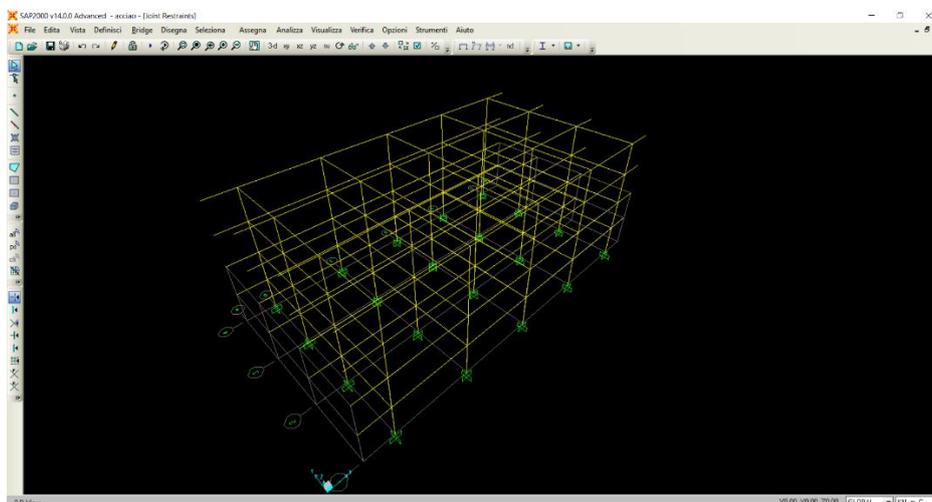
$$\sigma_{cd} = N/A = 10,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{fd} = M/W = 9,93 \times 10^{-12}$$

$$\text{verifica: } \sigma_{\max} = \sigma_{cd} / f_{cd} + \sigma_{fd} / f_{fd} = 0,92 < 1$$

La sezione risulta verificata.

## ACCIAIO



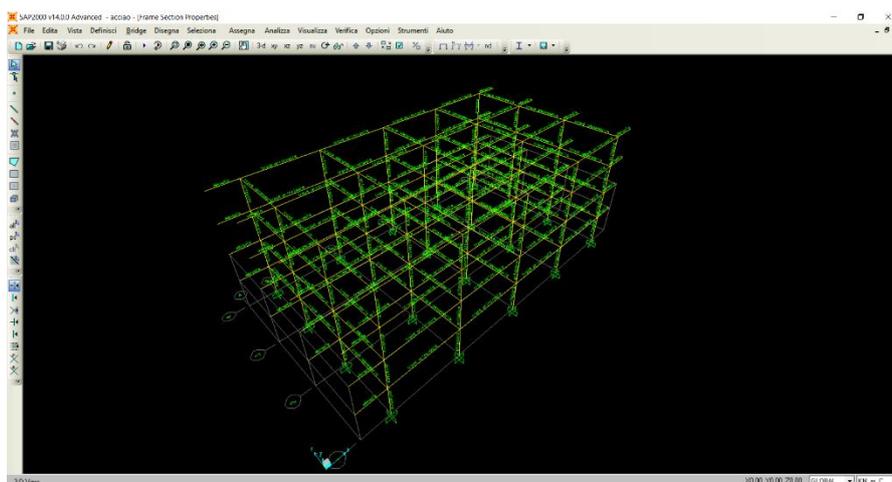
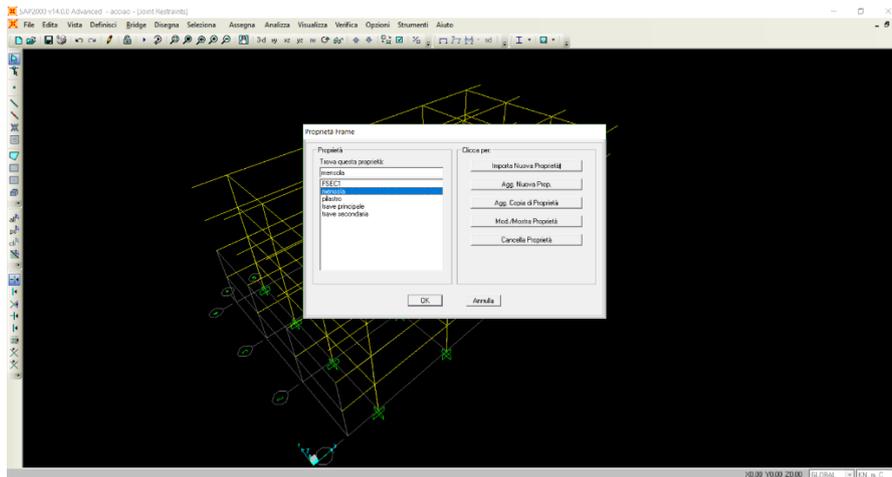
Ora vengono inserite le informazioni relative il materiale e le dimensioni degli elementi strutturali definite nella scorsa esercitazione:

TRAVE PRINCIPALE : IPE 550

TRAVE SECONDARIA : IPE 500

MENSOLA : IPE 400

PILASTRO : HEA 300



### Carichi verticali

Per quanto riguarda i carichi verticali, dobbiamo tenere conto del carico  $q_u = (q_s \times 1,5) + (q_p \times 1,3) + (q_a \times 1,3)$  con una maggiorazione, al solaio di copertura, dovuta al *carico neve* ( il quale dipende in particolar modo dalla zona climatica di appartenenza).

Per la città di Roma, il peso della neve equivale a 0,5 KN/m<sup>2</sup>

La combinazione SLU viene applicata su tutte le travi principali della struttura, tenendo conto dell'area di influenza; mentre nell'ultimo solaio (copertura) viene applicata la maggiorazione dovuta al *carico neve*.

### Carichi orizzontali

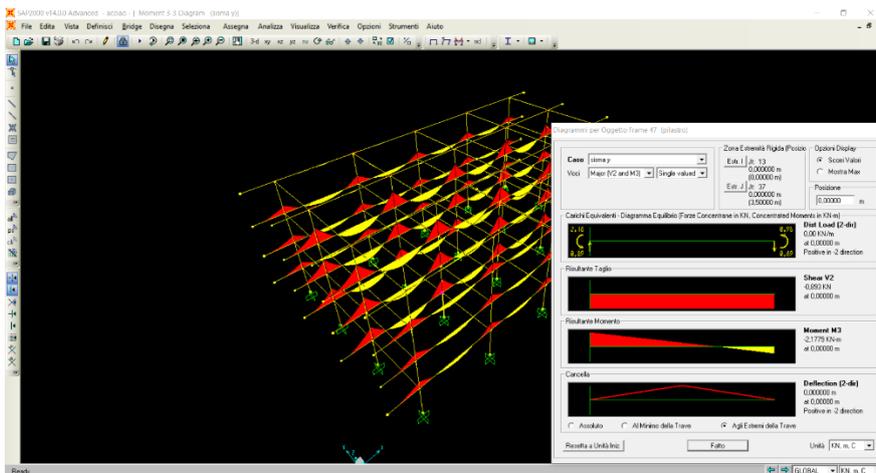
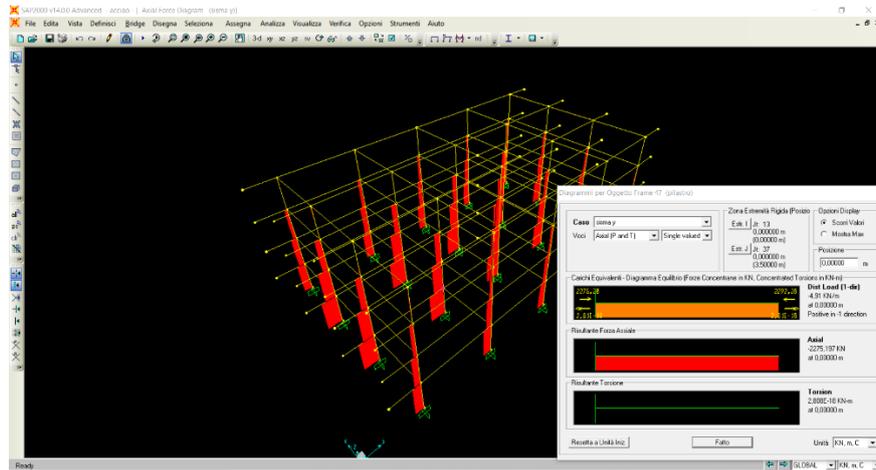
I carichi orizzontali rappresentano principalmente le spinte orizzontali causate da vento e sisma.

Procediamo quindi con l'analisi di questi carichi, con la consapevolezza che non sapendo da che parte questi provengano dovremmo svolgere un'analisi sia lungo la direzione x, sia lungo y.



## VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Lanciate le analisi delle diverse combinazioni, estrapoliamo la condizione più svantaggiosa, andando a prendere in assoluto i valori di N ed M del pilastro maggiormente sollecitato per verificare la struttura. La condizione più sfavorevole risulta essere "sisma y".



$$N_{\max} = - 2275,197 \text{ KN}$$

$$M_{\max} = - 2,177 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{verifica: } \sigma_{\max} = N/A + M/W_y = 203,14 < f_{yd}$$

La sezione risulta verificata.