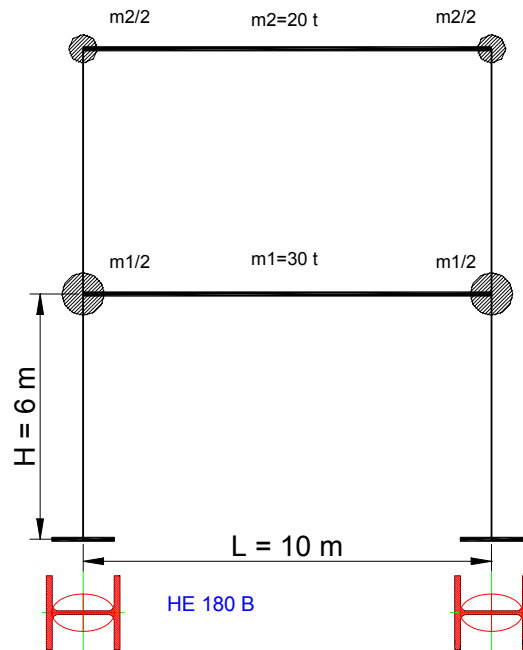


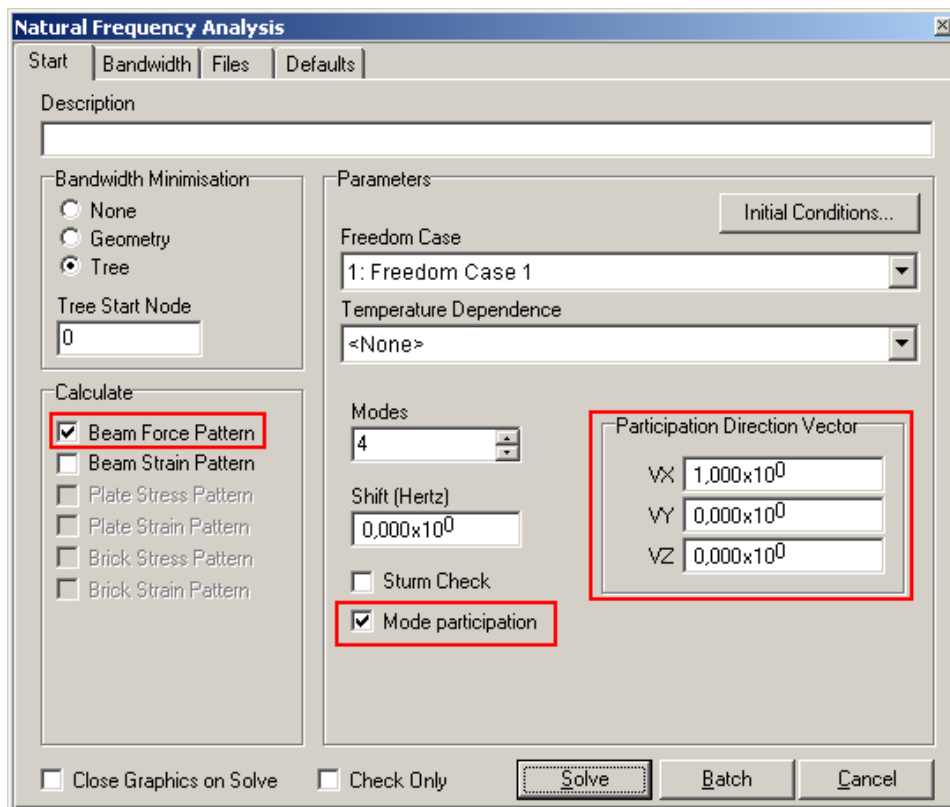
ESEMPIO 2



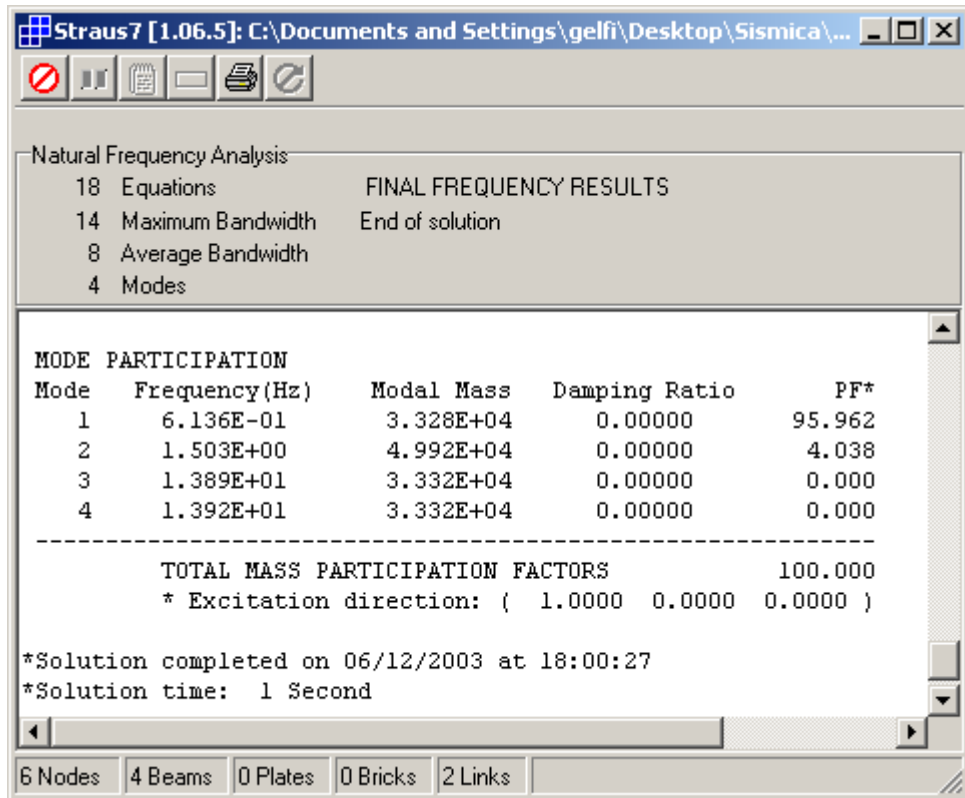
Calcolo con Straus

I dati si inseriscono come per l'esempio 1. Nelle proprietà del beam si pone = 0 la densità, in modo da considerare solo le masse concentrate.

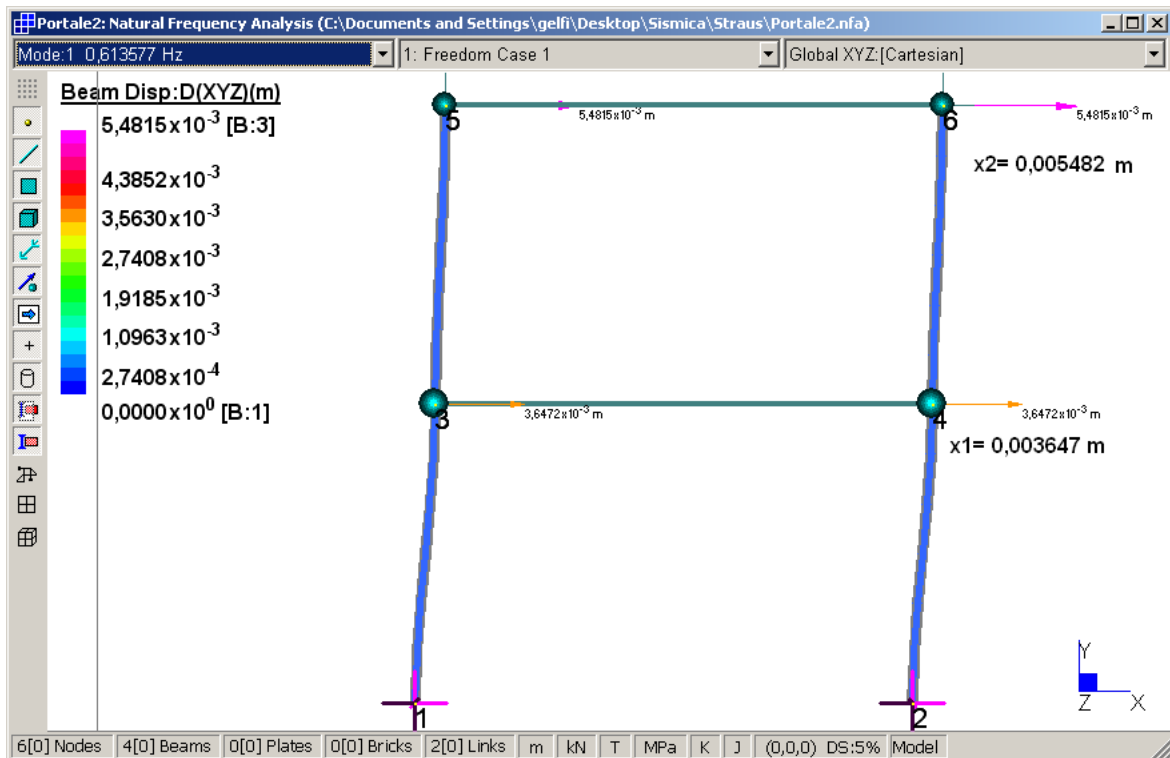
Modi propri di vibrare (Natural Frequency)



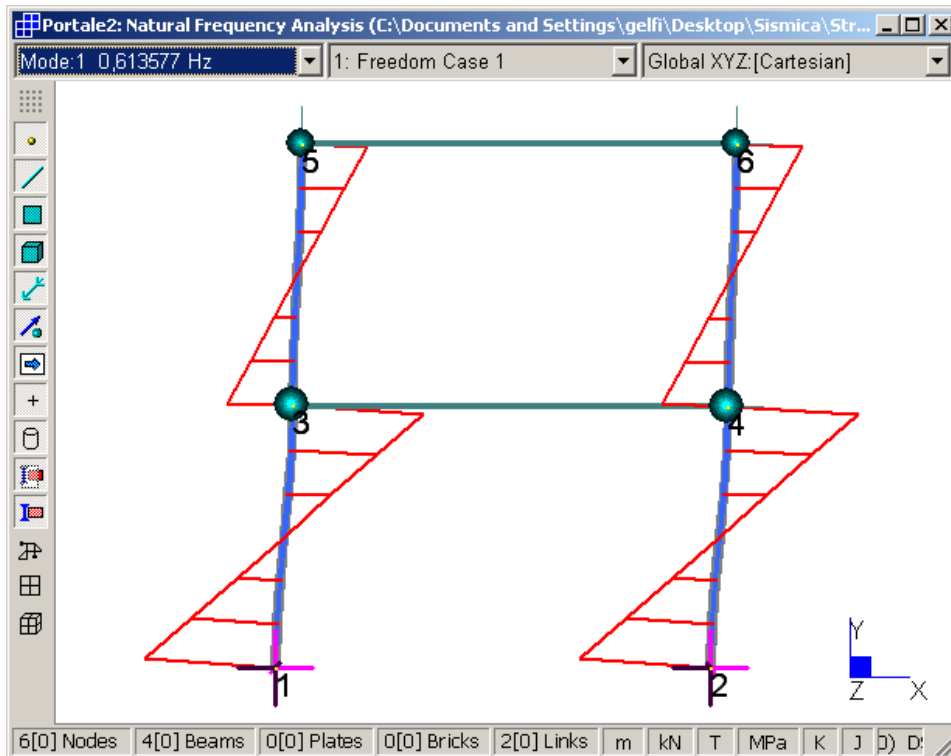
Verranno calcolati i fattori di partecipazione per eccitazione in direzione X



Frequenze proprie e fattori di partecipazione (PF*).



Spostamenti di nodi (autovettori) per il modo 1



Forma (pattern) del diagramma dei momenti

Calcolo dei fattori di partecipazione

Il vettore dato da Straus è ortonormale perchè soddisfa la proprietà:

$x^T \cdot M \cdot x = 1$ si ha infatti, con le masse espresse in kg:

$$30000 \cdot 0,003647^2 + 20000 \cdot 0,005482^2 = 1$$

In generale, detto x il vettore degli spostamenti nodali del generico modo, ed M la matrice delle masse, si il vettore \bar{x} ortonormalizzato si calcola nel modo seguente:

$$\bar{x} = \frac{x}{\sqrt{x^T \cdot M \cdot x}} \quad (1)$$

piu banalmente, per l'esempio corrente e per il modo 1 si ha:

$$\sqrt{x^T \cdot M \cdot x} = \sqrt{M_1 x_1^2 + M_2 x_2^2} = \sqrt{30000 \cdot 0,003647^2 + 20000 \cdot 0,005482^2} = 1$$

gli spostamenti ortonormalizzati del modo 1 sono quindi:

$$\bar{x}_1 = \frac{x_1}{\sqrt{x^T \cdot M \cdot x}} = \frac{0,003647}{1} = x_1 \quad \bar{x}_2 = x_2$$

La massa modale efficace L^2 si scrive:

$$L^2 = (\bar{x}^T \cdot M \cdot r)^2 \quad \text{con} \quad r = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

per l'esempio corrente e per il modo 1 si ha più semplicemente:

$$L_1^2 = \frac{(x_1 M_1 + x_2 M_2)^2}{x_1^2 M_1 + x_2^2 M_2}$$

che ha le dimensioni di una massa.

$$L_1 = \bar{x}_1 \cdot M_1 + \bar{x}_2 \cdot M_2 = 0,003647 \cdot 30000 + 0,005482 \cdot 20000 = 219,05$$

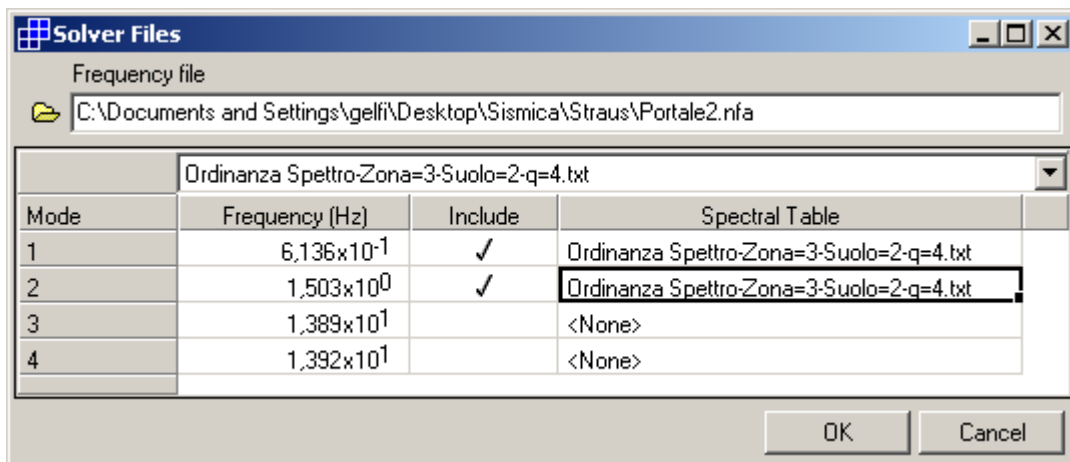
La massa modale efficace L_1^2 e il fattore di partecipazione PF per il modo 1 valgono:

massa modale efficace: $L_1^2 = 47980 \text{ kg} = 47,98 \text{ t}$

fattore di partecipazione: $PF = \frac{L_1^2}{M_{tot}} = \frac{47,98}{30 + 20} = 0,9596 = 95,96\%$

Analisi sismica

Si procede come nell'esempio 1.



```

Spectral Response Log: C:\Documents and Settings\gelfi\Desktop\Sismica\St...
SEISMIC DIRECTION VECTOR
 9.810000E+00  0.000000E+00  0.000000E+00

MODAL DATA
Mode      Frequency      Damping Ratio      Spectral Value
 1      6.135766E-01      0.000000E+00      3.601505E-02
 2      1.503363E+00      0.000000E+00      8.970030E-02

EXCITATION FACTORS
Mode      Excitation      Amplitude      Participation (%)
 1      2.148834E+03      5.207023E+00      95.962
 2      4.408065E+02      4.431535E-01      4.038
TOTAL MASS PARTICIPATION:      100.000%

*Solution completed on 20/12/2003 at 19:50:41
*Solution time: 0 Seconds
1 819 bytes

```

Amplitude = 5,207 è il fattore per il quale moltiplicare gli spostamenti ottenuti dall'analisi modale (per il modo 1) per ottenere lo spostamento spettrale:

Spectral Value: $S_d/g = 0,036015$

Accelerazione spettrale: $S_d = 0,036015 \cdot 9,81 = 0,3533$ si ha:

Amplitude: $\alpha = L_1 \cdot S_d / \omega_1^2 \cdot \bar{x}_1 = 219,05 \cdot 0,3533 / 3,8552^2 = 5,207$

Gli spostamenti dei nodi per il modo 1 valgono:

nodo 4: $DX_4 = \alpha \cdot 0,003647 = 0,0190$ m

nodo 6: $DX_6 = \alpha \cdot 0,005482 = 0,0285$ m

che coincidono con i valori di Straus.

Le accelerazioni massime valgono:

nodo 4: $a_4 = DX_4 \cdot \omega_1^2 = 0,28224$ m/s²

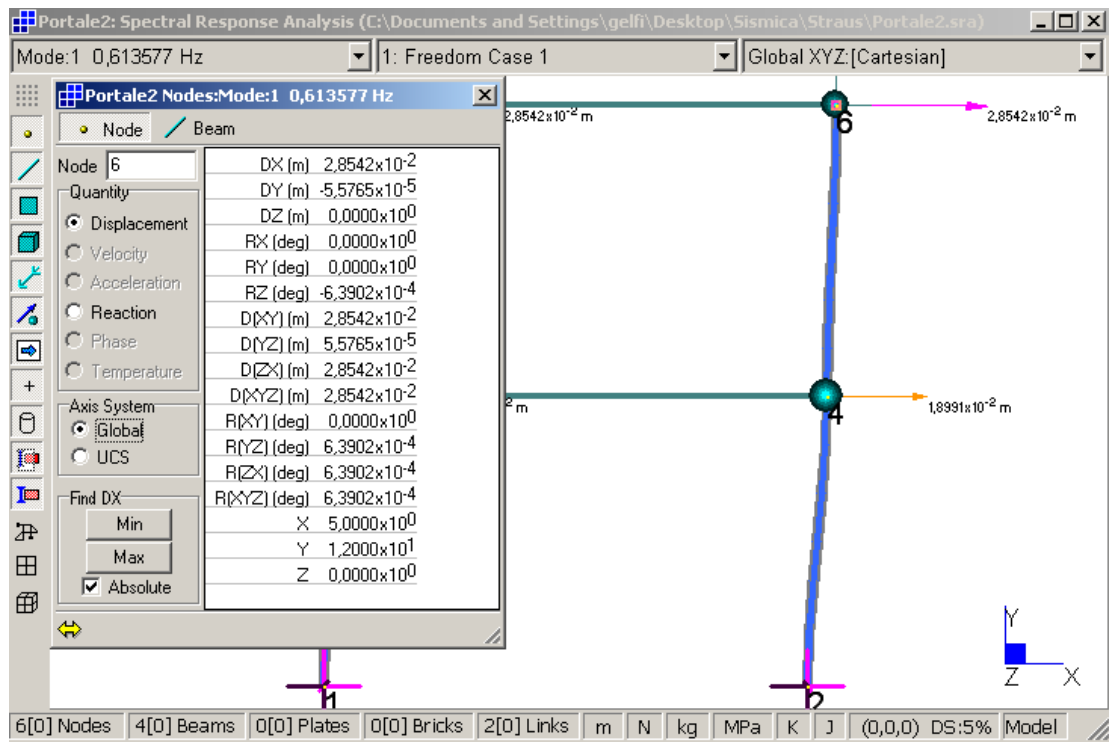
nodo 6: $a_6 = DX_6 \cdot \omega_1^2 = 0,42425$ m/s²

dalle quali si possono ricavare le forze orizzontali di piano:

nodo 4: $F_4 = M_4 \cdot a_4 = 30 \cdot 0,28224 = 8,467$ kN

nodo 6: $F_6 = M_6 \cdot a_6 = 30 \cdot 0,42425 = 8,485$ kN

Con queste forze l'analisi statica fornisce gli stessi risultati dell'analisi con spettro di risposta.



Spostamenti

Noti gli spostamenti, si ricavano le azioni interne:

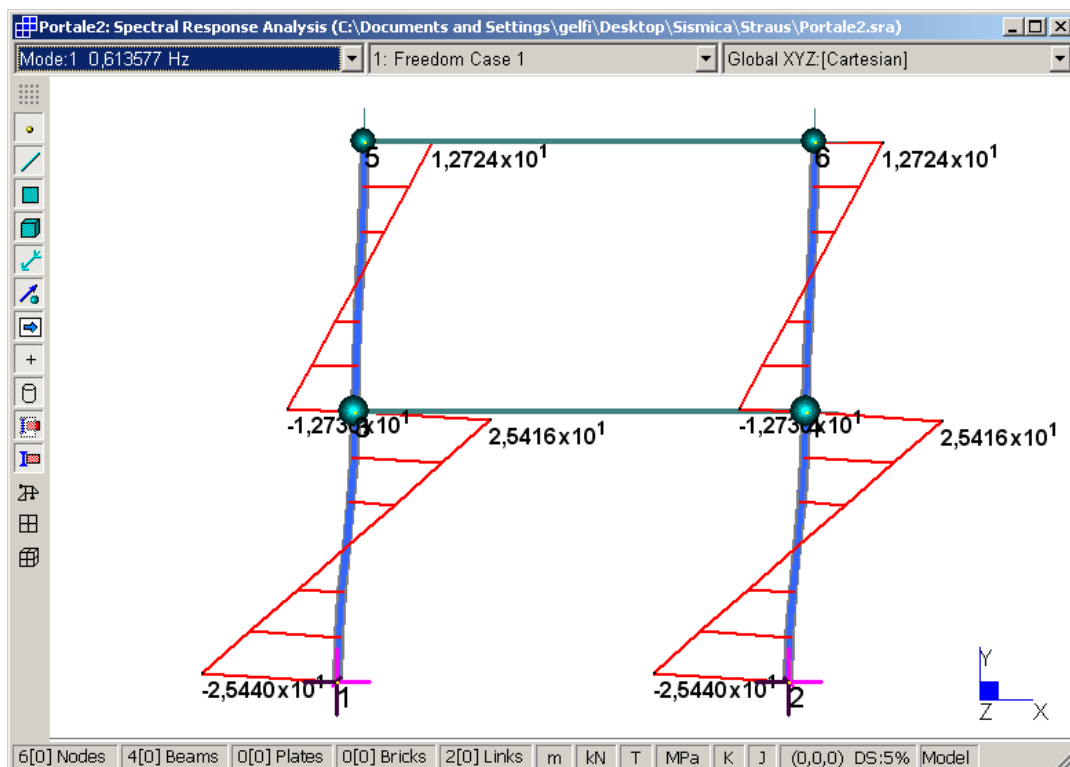


Diagramma M modo 1

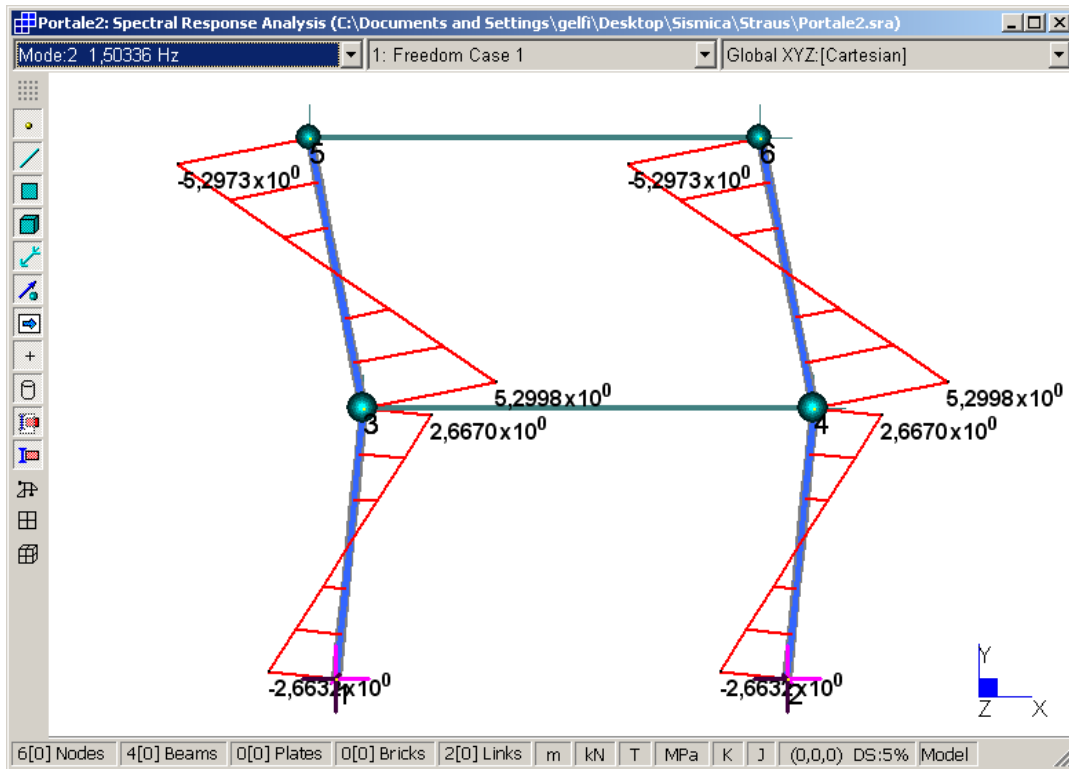


Diagramma M modo 2

Le azioni interne massime vengono calcolate in genere con il metodo SRSS (Square Root of the Sum of Squares). Ad esempio all'estremo 4 dell'asta 2-4 si ha:

$$M = \sqrt{25,416^2 + 2,667^2} = 25,556 \text{ kNm}$$

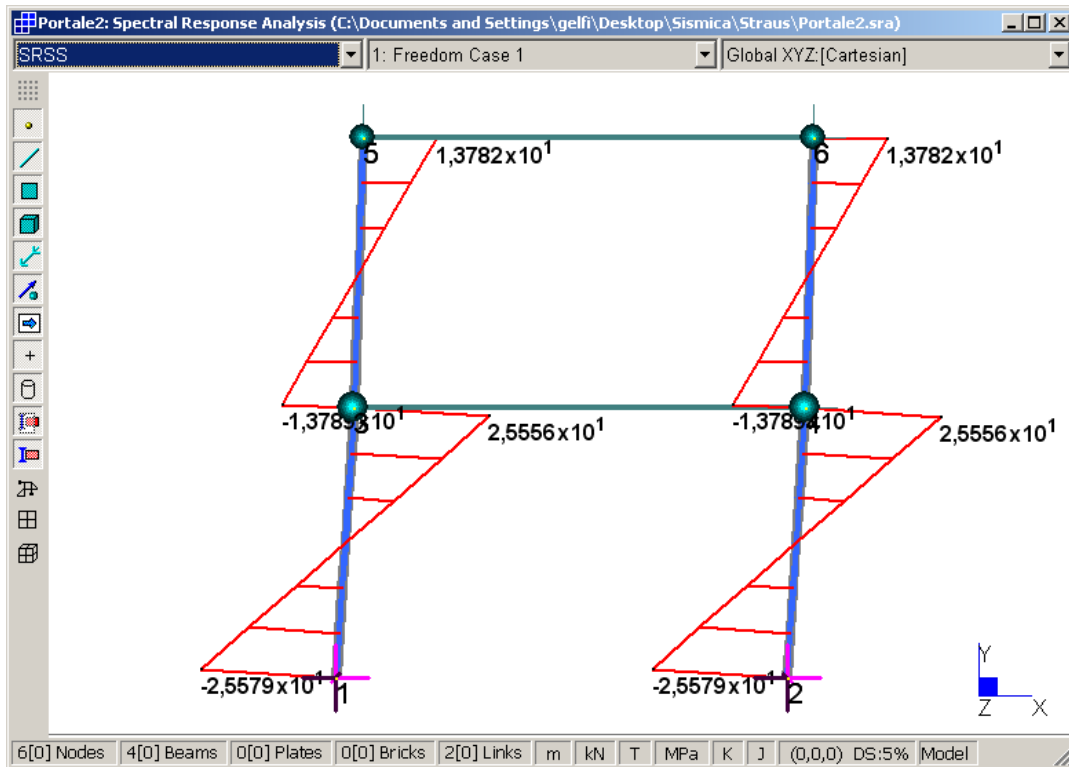


Diagramma M sovrapposizione SRSS