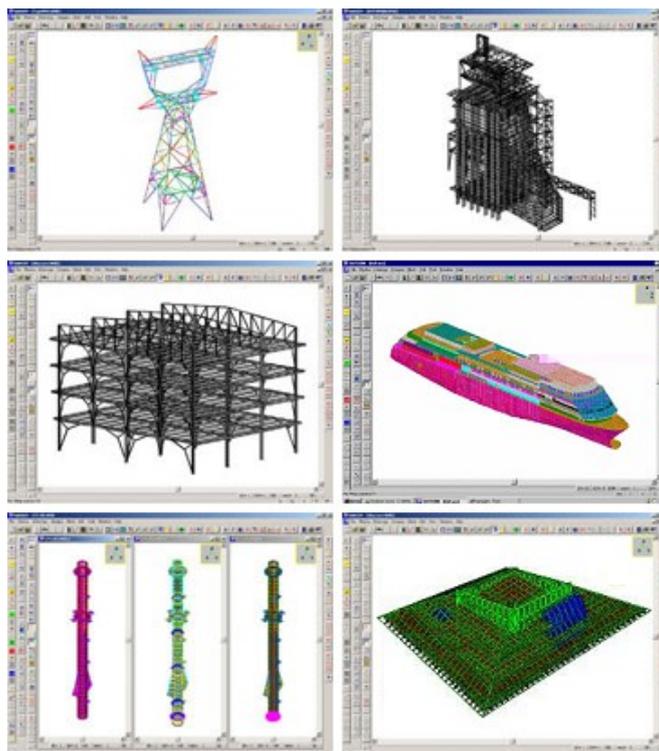


TUTORIAL DI SARGON

Conoscere il programma in modo guidato



Tutorial 6

Analisi modale e a spettro di risposta

Gennaio 2014 - Rev. 1



www.castaliaweb.com

info@castaliaweb.com

tel. +39 (0)2 266 81 083

fax +39 (0)2 26681876

Via Pinturicchio, 24

20133 Milano, Italy



www.castaliaweb.com info@castaliaweb.com

© 2014 – Castalia s.r.l. – All rights reserved

PARTE 1: INTRODUZIONE AL TUTORIAL	4
1.1 SCOPO DEI TUTORIAL DI SARGON.....	4
1.2 LIMITAZIONI.....	4
1.3 IL CONTENUTO DI QUESTO TUTORIAL	4
1.4 I PRINCIPALI COMANDI UTILIZZATI IN QUESTO TUTORIAL	5
PARTE 2: IL MODELLO FEM	6
2.1 GEOMETRIA E CASI DI CARICO NON SISMICI	6
2.2 DEFINIZIONE DELLE MASSE PER L'ANALISI MODALE.....	7
2.3 DEFINIZIONE DEI CASI DI CARICO SISMICI.....	9
PARTE 3: ANALISI STATICA, MODALE E A SPETTRO DI RISPOSTA	13
3.1 SELEZIONE DELLE ANALISI DA ESEGUIRE.....	13
3.2 IMPOSTAZIONE DELL'ANALISI MODALE	14
3.3 IMPOSTAZIONE DELL'ANALISI A SPETTRO DI RISPOSTA.....	15
3.4 ESECUZIONE DELLE ANALISI.....	18
3.5 RISULTATI.....	19
PARTE 4: VERIFICHE AUTOMATICHE.....	23

PARTE 1: INTRODUZIONE AL TUTORIAL

1.1 Scopo dei tutorial di Sargon

Lo scopo dei tutorial di Sargon è di **aiutare l'utente a familiarizzare con il programma** attraverso un **percorso guidato**.

La sequenza delle operazioni segue un filo logico chiaro e lineare, che l'utente è invitato a seguire passo per passo. **Sugeriamo quindi di eseguire in tempo reale** ciò che viene spiegato, in modo da prendere dimestichezza con i comandi principali e con le operazioni più frequenti. In questo modo, sarà poi più facile approfondire gli aspetti ritenuti più rilevanti sulla base delle proprie esigenze progettuali, grazie alle informazioni dettagliate presenti nella **guida** del programma e nelle **videolezioni** gratuite presenti sul nostro sito web (www.castaliaweb.com, nell'area dedicata alla *Validazione*).

Nota: nel testo sono presenti note e suggerimenti, evidenziati in riquadri come questo. Si tratta di piccoli approfondimenti che il lettore può anche tralasciare in una prima lettura, oppure leggere senza eseguire le operazioni eventualmente indicate.

1.2 Limitazioni

Poiché l'obiettivo è fornire una **panoramica generale** delle operazioni necessarie alla creazione, all'analisi e alla verifica dei modelli, in questo contesto non si affrontano nel dettaglio aspetti legati a funzionalità o comandi specifici, per i quali si rimanda alle **videolezioni** o alla **guida** del programma. Nei tutorial sono comunque presenti note di approfondimento e suggerimenti, quando necessario.

Per ragioni di semplicità e chiarezza, i modelli utilizzati in questi tutorial non hanno lo scopo di essere realistici da un punto di vista progettuale, bensì quello di esemplificare le procedure e le modalità di lavoro con il programma.

1.3 Il contenuto di questo tutorial

In questo tutorial vengono affrontati i seguenti temi:

- Aggiunta delle masse al modello.
- Definizione dei casi di carico sismici.
- Impostazione ed esecuzione dell'analisi modale (LEDA); analisi dei risultati.
- Impostazione ed esecuzione dell'analisi a spettro di risposta (SPECTRUM); analisi risultati.

1.4 I principali comandi utilizzati in questo tutorial

Nel presente testo, quando si fa riferimento a un comando del programma, lo si indica nel seguente formato: **[menu] – [eventuale sottomenu] – [comando]**. Inoltre, se il comando ha un bottone, viene riportata la sua immagine. I principali comandi illustrati in questo tutorial sono i seguenti.

Edit – Masse – Caso 

Post – Modale – Mostra 

– Modo precedente  e Modo successivo 

– Mappa

– Interroga 

Si assume che i comandi già trattati nei precedenti tutorial siano ormai familiari al lettore.

Di seguito vengono fornite alcune linee guida generali (ma non esaustive) sulla posizione dei bottoni nell'interfaccia di Sargon.

Nella parte **sinistra** dell'interfaccia ci sono i bottoni dei comandi per la creazione del modello, per la gestione di casi, azioni e combinazioni e per la visualizzazione dei risultati.

In **alto**, subito sotto ai menu, ci sono i comandi per la gestione dei modelli (apertura, salvataggio, ecc.) per la gestione delle viste (zoom, pan, opzioni di visualizzazione, ecc.) e per la selezione degli elementi.

A **destra** ci sono i bottoni relativi ai comandi di interrogazione.

Buon lavoro!

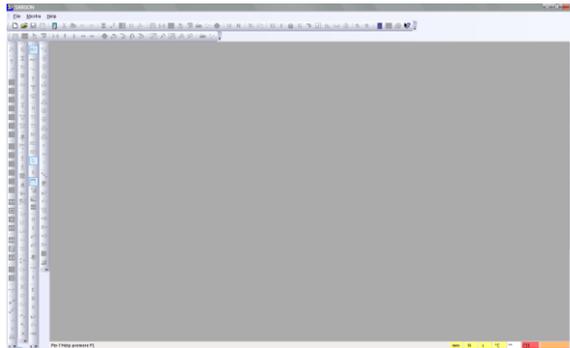
Importante! Si ribadisce che in questo contesto l'obiettivo NON è creare modelli progettualmente significativi, bensì di spiegare in modo chiaro le procedure che si possono utilizzare e le problematiche correlate che si possono riscontrare. **Per questa ragione, la modellazione può risultare incompleta o non ottimale da un punto di vista ingegneristico, al fine di evitare la ripetizione di cose già spiegate e concentrarsi su determinati temi.**

PARTE 2: IL MODELLO FEM

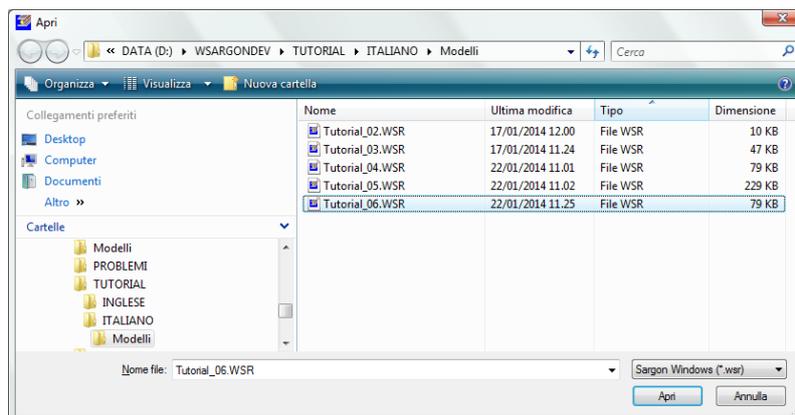
2.1 Geometria e casi di carico non sismici

In questo tutorial non partiremo da zero, bensì dal modello di una struttura in acciaio già realizzato, scaricabile assieme ai tutorial stessi (il file è *Tutorial_06.WSR*).

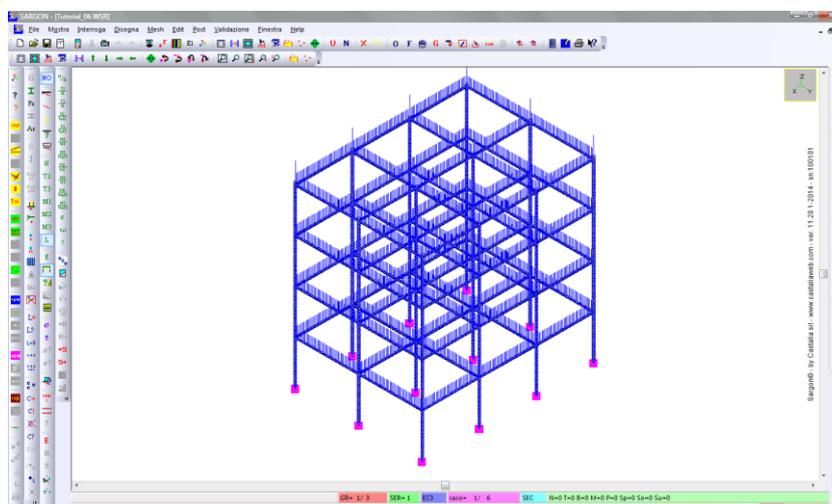
Avviamo Sargon.



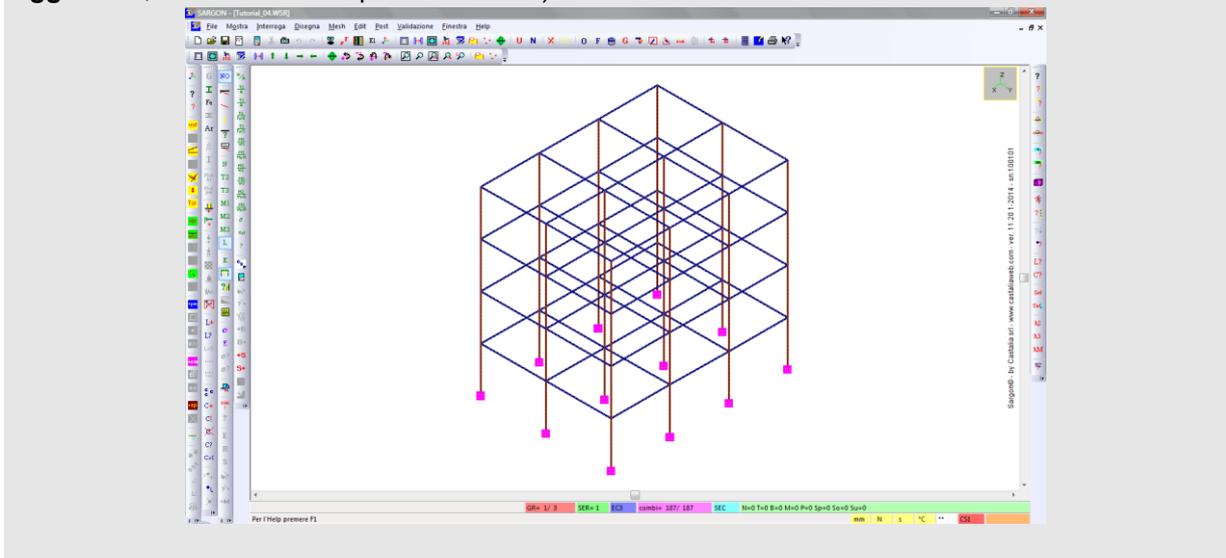
Eseguiamo il comando **File – Apri** per aprire un modello presente su disco.



Scegliamo la cartella dove abbiamo salvato *Tutorial_06.WSR* e apriamo il modello.



L'immagine seguente mostra il modello senza la visualizzazione delle azioni (comando **Mostra – Oggetti** , rimozione della spunta ad azioni).



Il modello è composto da elementi beam; sono già stati definiti alcuni casi di carico non sismici  e per ciascun caso sono state definite le corrispondenti azioni.

Casi di Carico			
caso=	1	: GRAVITA'	Peso proprio
caso=	2	: PERMANENTI	Permanenti
caso=	3	: VARIABILI	Variabili
caso=	4	: NEVE	Neve
caso=	5	: VENTO	Vento
caso=	6	: TERMICO	Termico

Il numero dei casi di carico definiti **non ha la pretesa di essere esaustivo** (ad esempio, c'è il vento in un'unica direzione, a titolo di esempio, ecc.). Anche **il valore delle azioni definite è indicativo**.

2.2 Definizione delle masse per l'analisi modale

In Sargon è possibile aggiungere le **masse nodali** necessarie per l'analisi modale in due modi: manualmente, selezionando i nodi e definendo i valori delle masse, oppure convertendo automaticamente in masse le azioni presenti in opportuni casi di carico. Questa seconda possibilità è quella generalmente più utilizzata, e così faremo ora. Eseguiamo il comando **Edit – Masse – Caso** . Nel dialogo che viene proposto, indichiamo quale caso di carico vogliamo convertire in masse (ad esempio il primo, quello relativo al peso proprio) e un fattore amplificativo (definiamo il valore 1, cioè nessuna amplificazione).

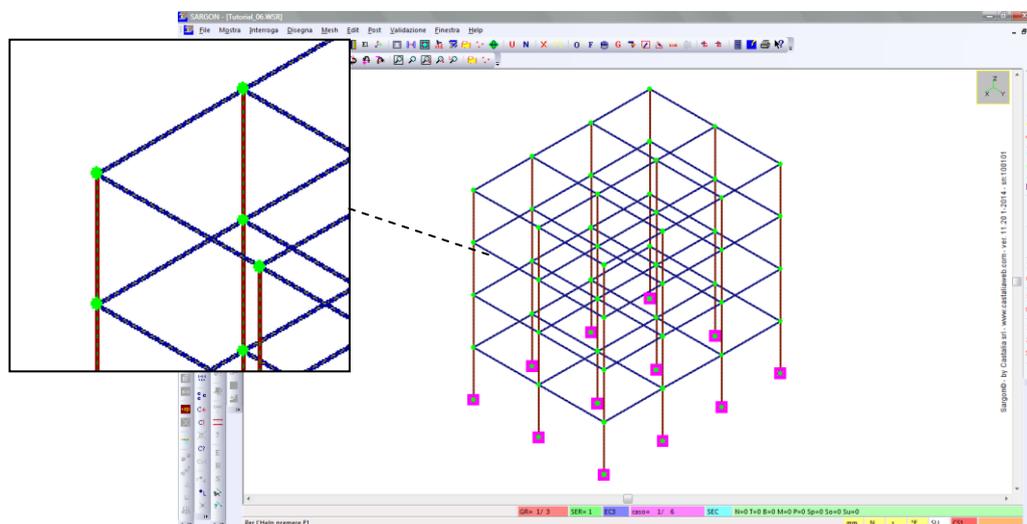


Premendo OK, le masse nodali vengono aggiunte. Le **forze nodali vengono convertite direttamente in masse nodali** applicate agli stessi nodi. I **carichi distribuiti** e le forze concentrate all'interno degli elementi trave vengono convertiti in **masse nodali ai due estremi** di ciascun elemento beam (in proporzione affine a quella delle reazioni d'appoggio).

Ogni massa nodale ha tre componenti, nelle tre direzioni X, Y, Z. La conversione automatica delle azioni in masse fa sì che le tre componenti siano uguali.

La somma delle masse nodali ottenute convertendo un caso di carico è pari - a meno del fattore amplificativo - alla risultante delle forze di quel caso di carico (o meglio, alla quotaparte costituita da *forze* nodali, concentrate e distribuite).

Se le impostazioni correnti non mostrano le masse nodali, eseguiamo **Mostra – Oggetti 0** e selezioniamo *Masse*. Un cerchio verde rappresenta una massa nodale.



Eseguiamo nuovamente il comando **Edit – Masse –Caso 0**. Ora convertiremo in masse il caso di carico 2 (permanenti), con un fattore amplificativo unitario.



Premendo OK: le masse nodali date dalla conversione del caso 2 verranno sommate alle masse precedentemente ottenute convertendo il caso 1.

Se necessario, potremmo convertire altri casi (ad esempio i variabili). Ora fermiamoci qui.

Suggerimento: con il comando **Interroga – Masse** , previa selezione di opportuni nodi (ad esempio tutti per avere informazioni sull'intera struttura) possiamo conoscere le masse totali nelle tre direzioni e i loro baricentri.

Totale Massa sui Nodi Selezionati					
Traslazionale			Rotazionale		
286662.14	MTX	5000 Yg	7814.5640	Zg	0 MRX
286662.14	MTY	6750 Xg	7814.5640	Zg	0 MRY
286662.14	MTZ	6750 Xg	5000 Yg		0 MRZ

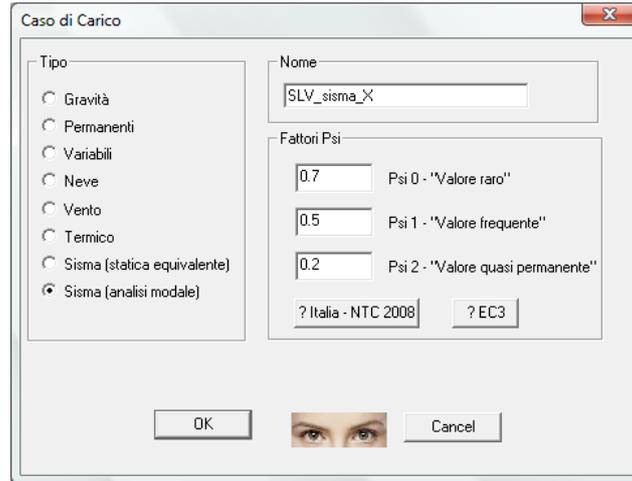
Xg, Yg, Zg sono le coordinate del centro delle masse agenti nella direzione specificata

Questi valori possono essere confrontati con la somma dei due casi di carico convertiti, che si può conoscere con il comando **Interroga – Oggetti selezionati – Azioni** , previa selezione di nodi ed elementi finiti. La somma delle risultanti dei casi convertiti, ognuna moltiplicata per il corrispondente fattore moltiplicativo, deve essere pari a quella delle masse nodali. Per rendere più agevole la introduzione delle masse e la loro lettura, in Sargon le masse vengono sempre considerate come forze peso nella unità di forza attiva. Ad esempio una massa di 10 Kg, sarà mostrata come 98,1 N o 0.0981 kN, o 0.01 t.

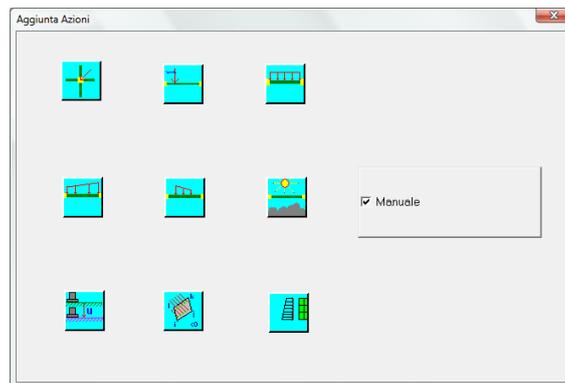
2.3 Definizione dei casi di carico sismici

Il modello ha già dei carichi di carico non sismici. Ora aggiungeremo quelli per l'analisi sismica tramite analisi a spettro di risposta (basata sui modi calcolati con l'analisi modale).

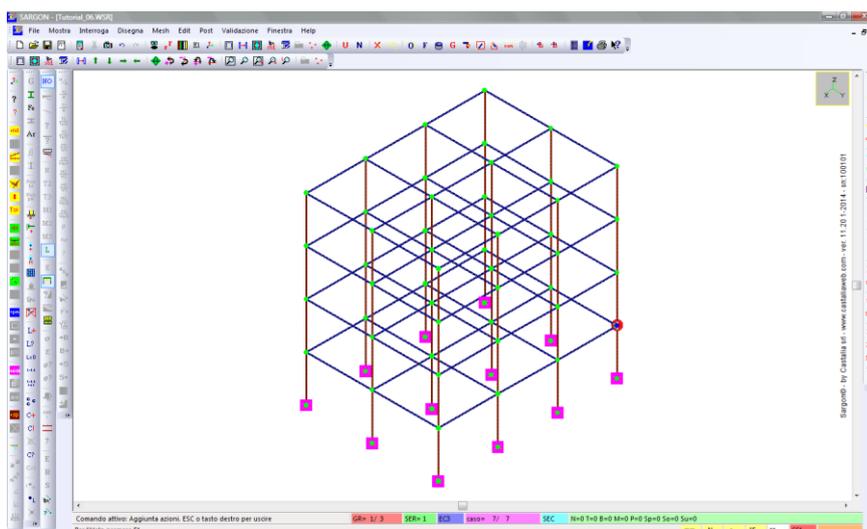
Eseguiamo **Edit – Casi – Aggiungi** . Definiamo il tipo Sisma (analisi modale), quindi definiamo un nome che inizi per SLV, ad esempio "SLV_sisma_X". Le prime tre lettere sono un identificatore che ci consente di associare al caso di carico i corretti spettri di risposta (a loro volta identificati da una sigla di tre lettere, come SLV, SLO, SLC). Torneremo su questo aspetto in fase di impostazione dell'analisi. La seconda parte del nome ci ricorda che questo caso è relativo al sisma in direzione X.



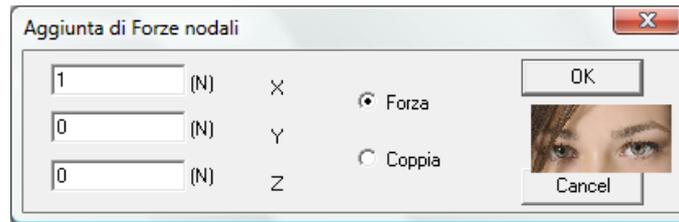
Aggiungiamo il nuovo caso di carico, che diventa quello attivo (caso 7 di 7). Eseguiamo **Edit – Azioni – Aggiungi** . Mantenendo la spunta *Manuale*, clicchiamo il primo bottone in alto a sinistra (forza o coppia nodale).



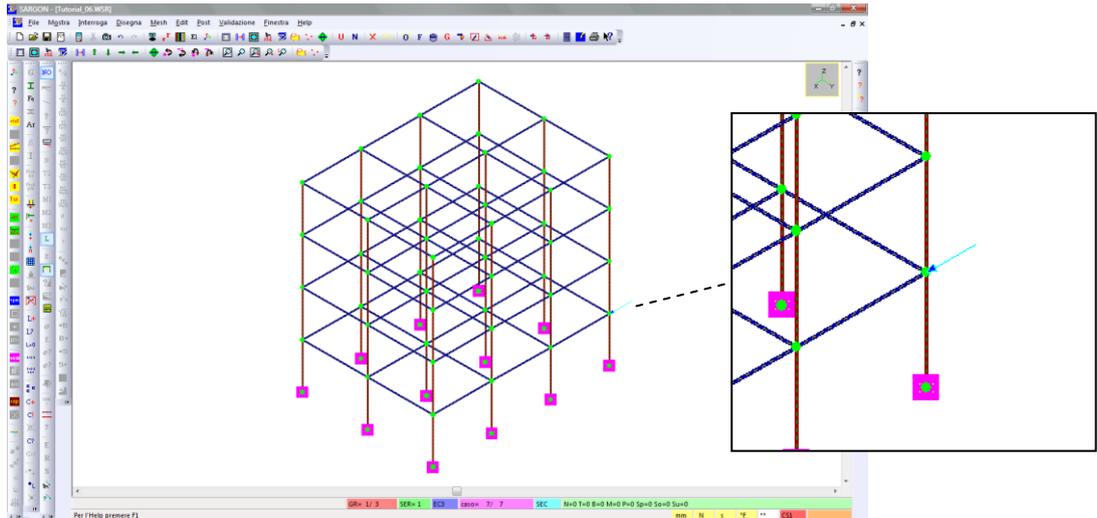
Clicchiamo un nodo a scelta (ad esempio quello mostrato in figura seguente).



Definiamo una forza pari a 1[N] in direzione X, quindi premiamo OK.



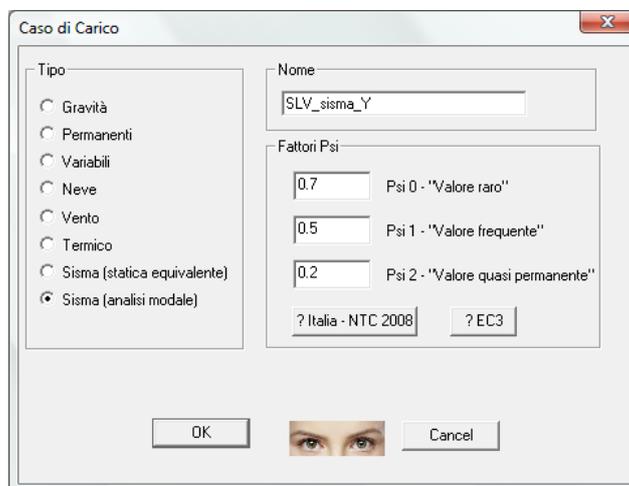
Questa forza determina la direzione del sisma (+X nel nostro caso). Un valore diverso da 1 implica un'amplificazione o una riduzione degli effetti del sisma.



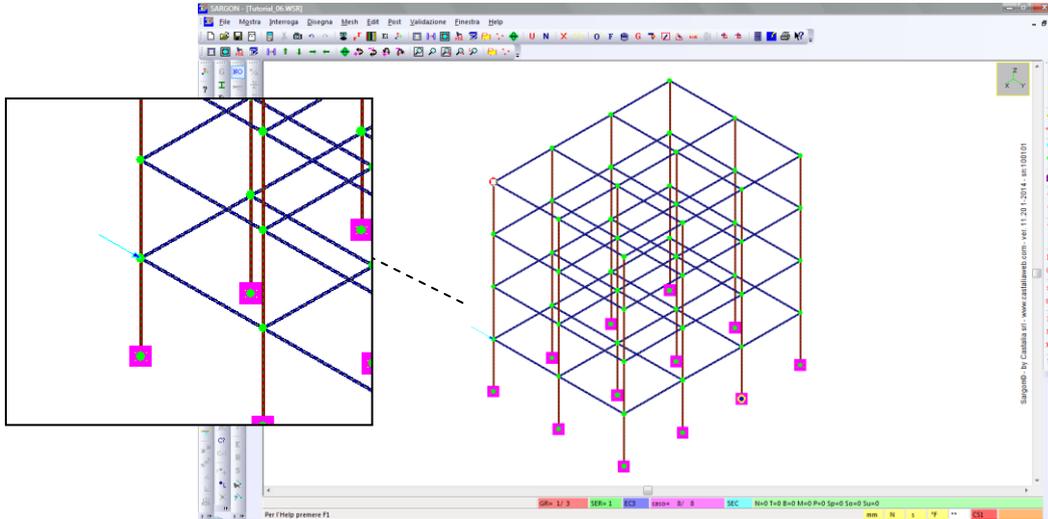
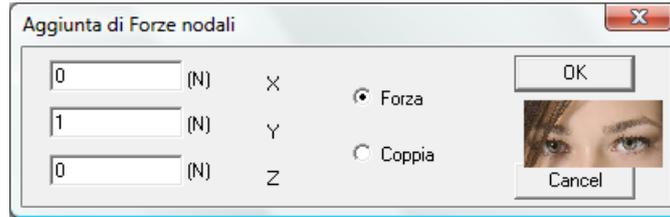
Nota: per vedere la forza, la casella Azioni deve essere spuntata nel dialogo del comando **Mostra – Oggetti**

Usiamo il tasto destro del mouse o il tasto ESC per interrompere il comando (altrimenti potremmo aggiungere altre forze).

Aggiungiamo un altro caso di carico . Il tipo è ancora *Sisma (analisi modale)*. Chiamiamolo "SLV_sisma_Y".



Analogamente a prima, aggiungiamo una forza di 1[N], questa volta in direzione in direzione +Y, su un nodo a scelta.



Tasto destro o ESC per interrompere il comando.

PARTE 3: ANALISI STATICA, MODALE E A SPETTRO DI RISPOSTA

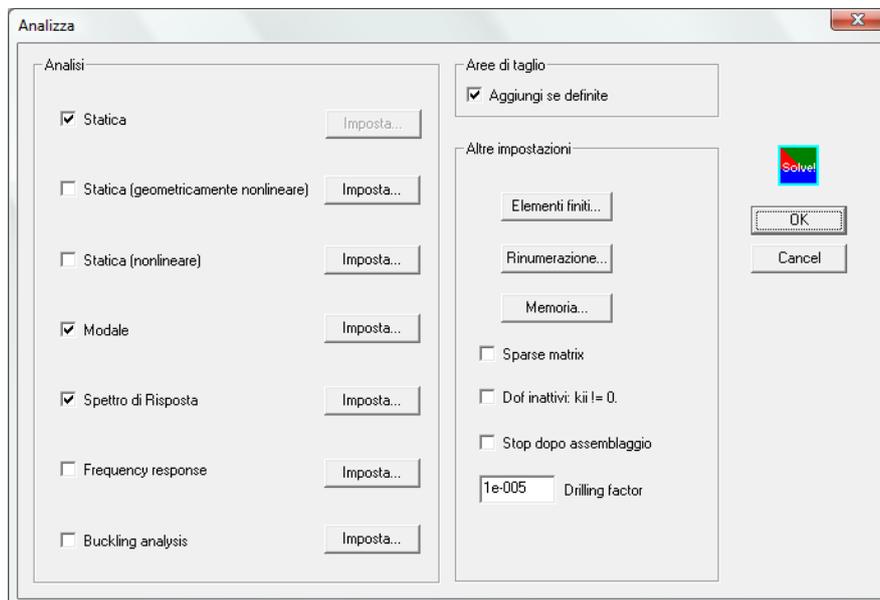
Sargon dispone di diversi solutori interni ed è interfacciato con solutori esterni. Per quanto concerne il secondo aspetto si rimanda alla documentazione del programma. I solutori interni disponibili sono:

- Analisi statica lineare
- Analisi nonlineare per nonlinearità geometrica
- Analisi nonlineare per nonlinearità di materiale
- Analisi modale
- Analisi a spettro di risposta
- Analisi di risposta in frequenza
- Analisi di buckling

Sul sito internet di Castalia (www.castaliaweb.com) sono disponibili centinaia di schede di validazione dei solutori, che includono confronti con risultati teorici e cross-check con altri programmi agli elementi finiti, quali NASTRAN e SAP2000.

3.1 Selezione delle analisi da eseguire

Eseguiamo **File – Analizza** .



Spuntiamo le caselle relative all'analisi statica, all'analisi modale e all'analisi a spettro di risposta (per le ultime due dovremo impostare determinati parametri, come vedremo).

Le analisi selezionate verranno svolte in cascata, con questi obiettivi.

1. Con l'*analisi statica* (solutore CLEVER) saranno calcolati spostamenti, azioni interne e reazioni vincolari in tutti i casi di carico. Tali risultati sono però rilevanti solo per i casi di carico non sismici. Per i casi di carico sismici (sisma modale) i

risultati dell'analisi statica sono irrilevanti e verranno sovrascritti, come vedremo tra poco.

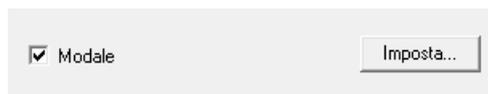
2. Dopo l'analisi statica viene lanciata l'**analisi modale** (solutore LEDA). Vengono calcolati i modi di vibrare della struttura (deformate, frequenze, masse partecipanti).
3. Dopo l'analisi modale viene eseguita l'**analisi a spettro di risposta** (solutore SPECTRUM). I casi di carico interessati da questa analisi sono solo quelli di tipo *Sisma (analisi modale)*, cioè i casi 7 e 8 nel nostro modello. I risultati in termini di spostamenti, azioni interne e reazioni vincolari in questi casi di carico sono ottenuti con un'analisi a spettro di risposta basata sui modi precedentemente calcolati, sugli spettri associati ai vari casi sismici e sulla forza unitaria applicata.

Ricapitolando, dopo l'esecuzione a cascata delle tre analisi avremo:

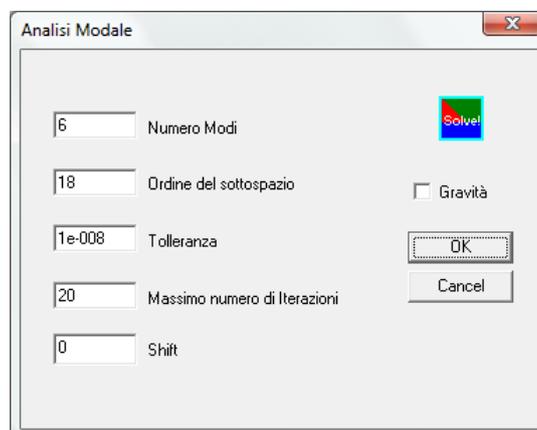
- Casi da 1 a 6: risultati derivanti dall'analisi statica.
- Casi 7 e 8: risultati derivanti dall'analisi a spettro di risposta.
- Risultati dell'analisi modale, non associati ad alcun caso di carico.

3.2 Impostazione dell'analisi modale

Premiamo il bottone *Imposta* relativo all'analisi modale.



Viene proposto un dialogo in cui dobbiamo definire alcuni parametri che regolano l'analisi modale che verrà eseguita.



Il primo parametro è il numero di modi richiesti. Se il numero di modi è troppo basso, è possibile che non venga raggiunta una massa partecipante accettabile (ad esempio l'80%). Se il numero di modi è troppo elevato, sarà necessario un tempo di calcolo inutilmente più lungo, con il calcolo di modi irrilevanti.

Suggerimento: un approccio può essere quello di partire con un numero limitato di modi, stimato in base alla complessità del modello e, solo nel caso non si raggiunga la massa partecipante desiderata, aumentare i modi e rieseguire l'analisi.

I tre parametri successivi (ordine del sottospazio, tolleranza, massimo numero di iterazioni) vanno tarati in funzione del numero di modi richiesti e della complessità del modello. In questo caso manteniamo 6 modi e non modifichiamo neanche i successivi parametri (ad es. sottospazio = 3 * numero dei modi), per i quali si rimanda alla guida del programma.

Guida: "Come preparare ed eseguire il solving" → "Analisi modale con LEDA".

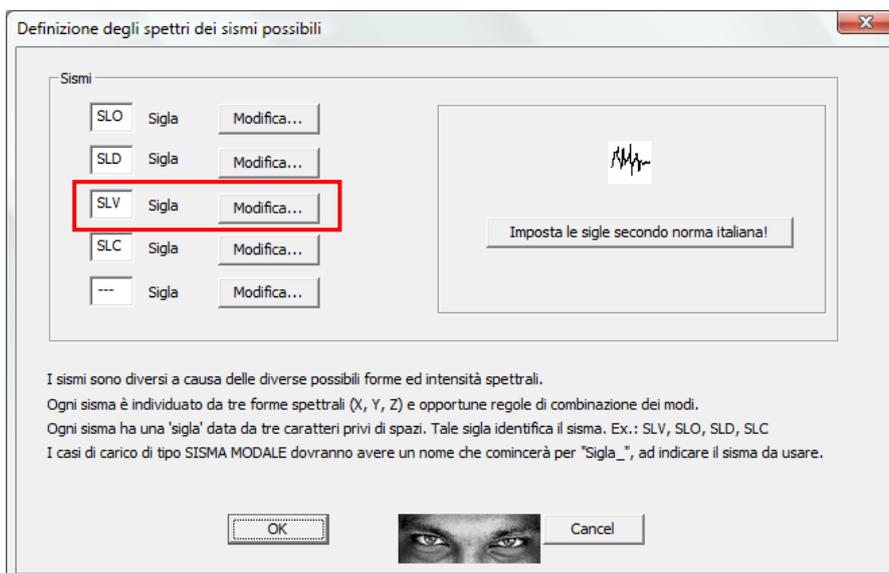
Lo shift può essere usato in caso di strutture con moti rigidi, ma non è questo il caso.

Il flag *Gravità* fa decidere se le masse dovute al peso proprio degli elementi verranno aggiunte (casella spuntata) o no alle masse del modello. Nel nostro caso, avendo convertito anche il peso proprio in masse, **rimuoviamo** la spunta.

Clicchiamo OK e torniamo al dialogo principale di gestione delle analisi.

3.3 Impostazione dell'analisi a spettro di risposta

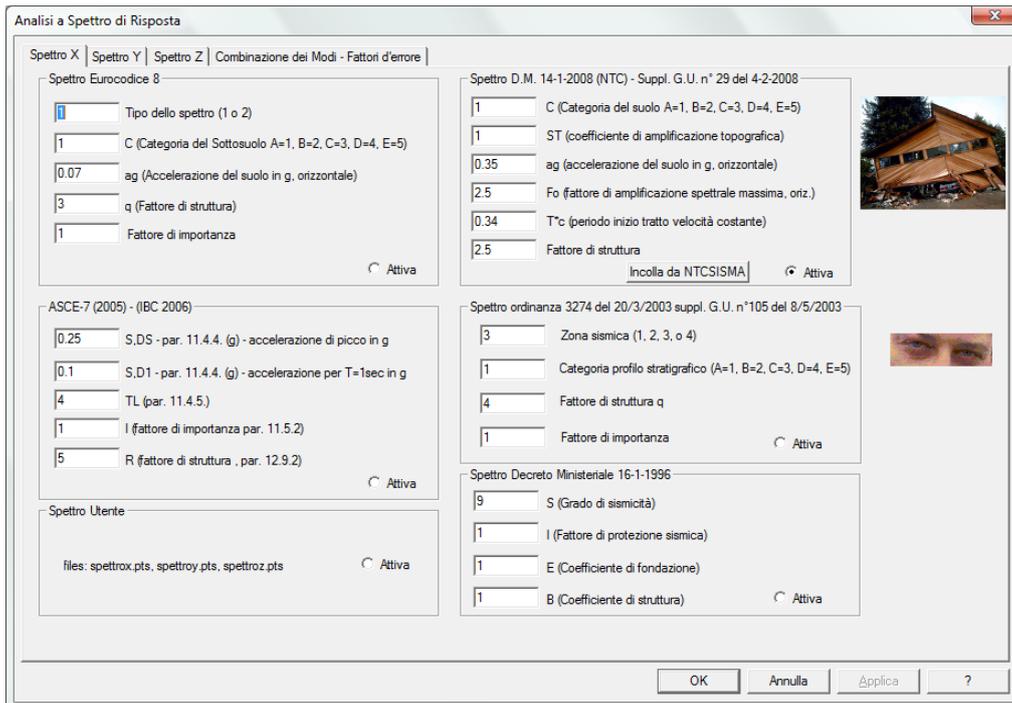
Ora premiamo il bottone *Imposta* relativo all'analisi a spettro di risposta.



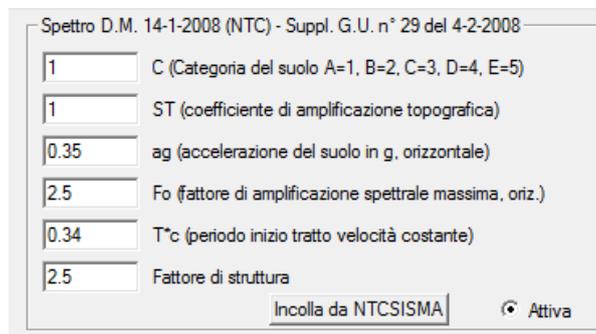
Innanzitutto dobbiamo impostare il/i tipo/i di sisma desiderato/i. Nel nostro caso, abbiamo usato una sola stringa identificatrice (SLV). Ci basta quindi definire un solo tipo di sisma che sia identificato esattamente da quelle tre lettere.

Possiamo usare tre lettere a piacere, l'importante che ci sia corrispondenza tra le prime tre lettere del caso di carico e le tre lettere del sisma a esso associato.

Se premiamo *Imposta le sigle secondo la norma italiana*, vediamo che c'è già un sisma identificato con "SLV". Possiamo impostare quello, premendo *Modifica*.



Nella prima sezione dobbiamo impostare lo spettro in direzione X. Attiviamo quello secondo NTC (D.M. 14-1-2008).



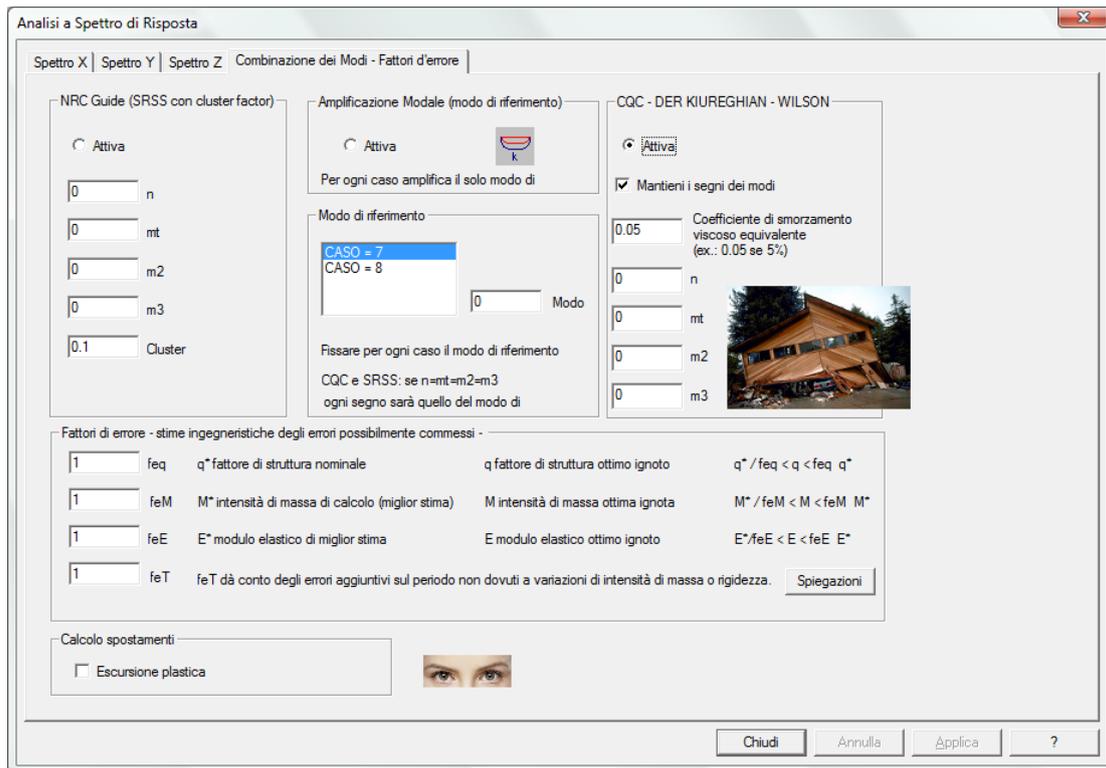
Definiamo i seguenti parametri:

- La categoria del suolo
- Il coefficiente di amplificazione topografica
- I valori di a_g , F_O e T^*_C
- Il fattore di struttura

Suggerimento: i valori di a_g , F_0 e T^*_c possono essere calcolati con il programma NTCSisma, allegato a Sargon, e trasferiti direttamente in questo dialogo tramite il bottone *Incolla da NTCSisma*.

Ora manteniamo i valori proposti. Passiamo alla sezione *Spettro Y* e definiamo gli opportuni parametri (anche qui lasciamo i default, uguali allo spettro X). Passiamo poi allo *Spettro Z* e impostiamolo opportunamente.

Veniamo infine alla sezione *Combinazione dei Modi – Fattori d'errore*.



Nella sezione *Modo di riferimento*, è possibile specificare un modo di riferimento per ciascun caso sismico modale, al fine di determinare il segno iniziale di spostamenti, azioni interne e reazioni vincolari. Tale segno può essere ulteriormente corretto in base alle successive impostazioni.

Tra i 3 metodi disponibili (NRC, Amplificazione modale, CQC) scegliamo il terzo, *Complete Quadratic Combination*.

Se il flag *Mantieni i segni dei modi* è attivo, il segno dei modi viene mantenuto dopo la combinazione.

Va poi definito il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente.

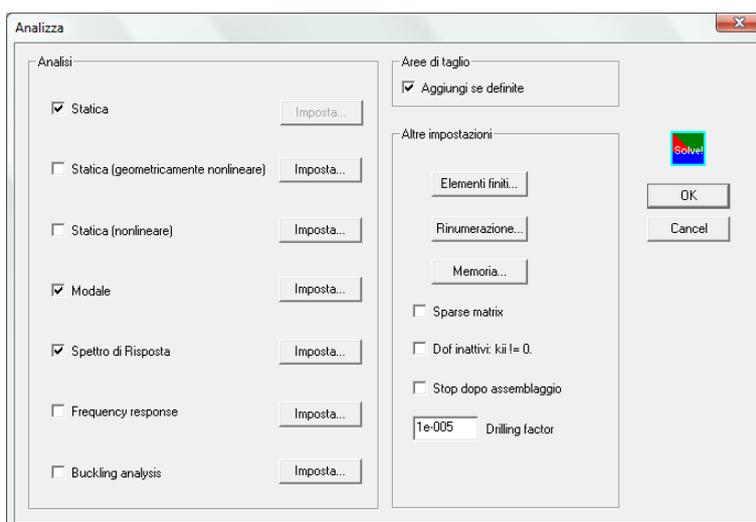
Se i parametri n , mt , $m2$ ed $m3$ sono nulli, non verrà applicata alcuna correzione al metodo. Se n e/o mt sono diversi da zero, il loro segno stabilisce il segno che avranno le azioni corrispondenti (ad esempio, se $n < 0$ le aste saranno tutte compresse). Per valori di $m2$ ed $m3$ diversi da zero, innanzitutto i tagli agli estremi vengono ricalcolata per

equilibrare i momenti stessi. Inoltre, per $m_{2,3} > 0$ il momento non cambierà segno lungo l'elemento, per $m_{2,3} < 0$ il momento avrà una distribuzione "a farfalla".

Nota: in questo caso non imporremo alcuna correzione (nessun modo di riferimento indicato e valori $n=m_1=m_2=m_3=0$). Il metodo CQC comporta la perdita dell'equilibrio e dei segni delle azioni interne. Poiché non è possibile conoscere la distribuzione esatta delle azioni interne né il loro segno, è opportuno apportare delle correzioni. Se si può individuare un modo rilevante (o pochi modi rilevanti) può essere opportuno utilizzare quel modo come riferimento ai fini della determinazione dei segni degli effetti combinati. Un altro approccio è di imporre azioni assiali sempre negative (compressione) con momenti che non cambiano di segno (a trapezio), al fine di rendere più severe le verifiche di stabilità a pressoflessione. Questo secondo approccio non può essere considerato sempre a favore di sicurezza, perché una trazione avrebbe potuto rendere più severa, ad esempio, una reazione vincolare o una verifica di trazione. Sargon consente una pluralità di approcci e il progettista può scegliere quello che ritiene più adatto, nonché utilizzarli entrambi per compararne i risultati. Inoltre è disponibile il metodo dell'amplificazione modale, che non fa perdere l'equilibrio. L'utente ha quindi una pluralità di strumenti per trattare ciascun caso specifico. Per una trattazione dettagliata del tema si rimanda alla guida ("Come preparare ed eseguire il solving" → "Analisi a spettro di risposta con SPECTRUM").

Lasciamo tutti i valori nulli (nessuna correzione) e premiamo OK per tornare al dialogo principale dell'analisi a spettro di risposta. Premiamo nuovamente OK per tornare alla gestione delle analisi.

3.4 Esecuzione delle analisi



Abbiamo spuntato l'analisi statica, l'analisi modale e l'analisi a spettro di risposta. Premiamo OK e aspettiamo che vengano eseguite tutte e tre le analisi.

Nota: dopo la statica ci viene chiesto se eseguire Checksolvers, scegliamo NO e lasciamo che vengano eseguite le analisi successive.

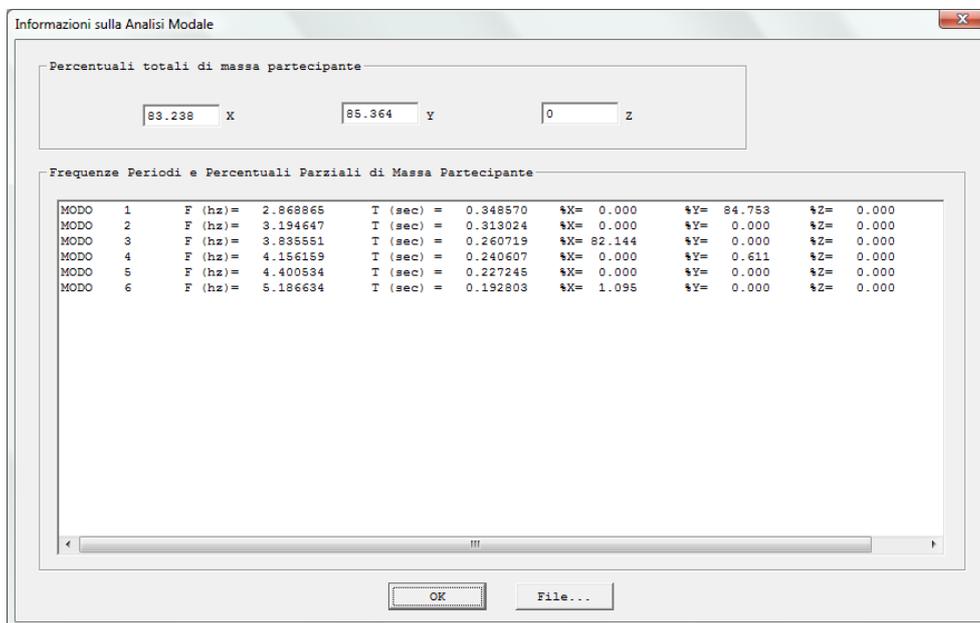
3.5 Risultati

3.5.1 Analisi modale

Vediamo come visualizzare i risultati dell'analisi modale.

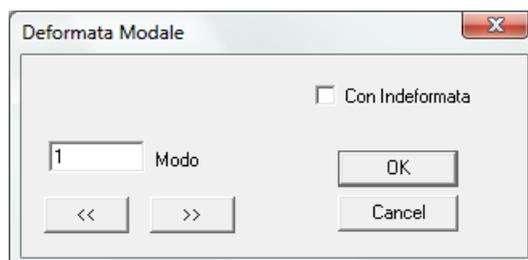
Innanzitutto, eseguiamo il comando **Post – Modale – Interroga** . Il dialogo mostrato fornisce i seguenti dati:

- percentuali totali di massa partecipante nelle tre direzioni X, Y, Z;
- Frequenza, periodo e percentuali parziali di massa partecipante di ciascun modo.

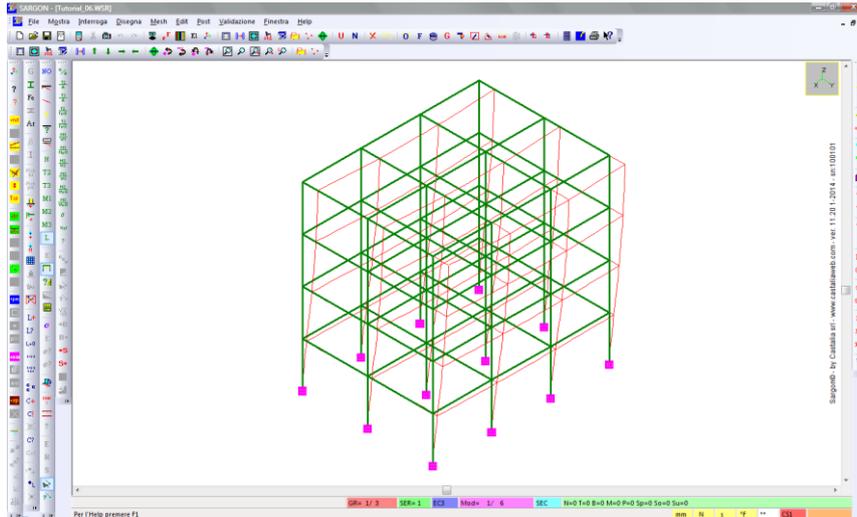


Nel nostro caso abbiamo percentuali totali di massa partecipante nelle direzioni X e Y superiori all'80%, dovute in particolare ai modi 1 e 3. Significa che i 6 modi richiesti sono un numero sufficiente a raggiungere una percentuale di massa partecipante accettabile.

Visualizziamo ora le deformate modali con il comando **Post – Modale – Mostra** .



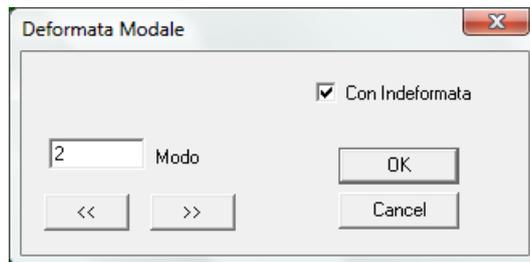
Nel dialogo è possibile scegliere il modo del quale visualizzare la deformata, con o senza struttura indeformata. Scegliamo il modo 1, spuntando la casella "Con indeformata".



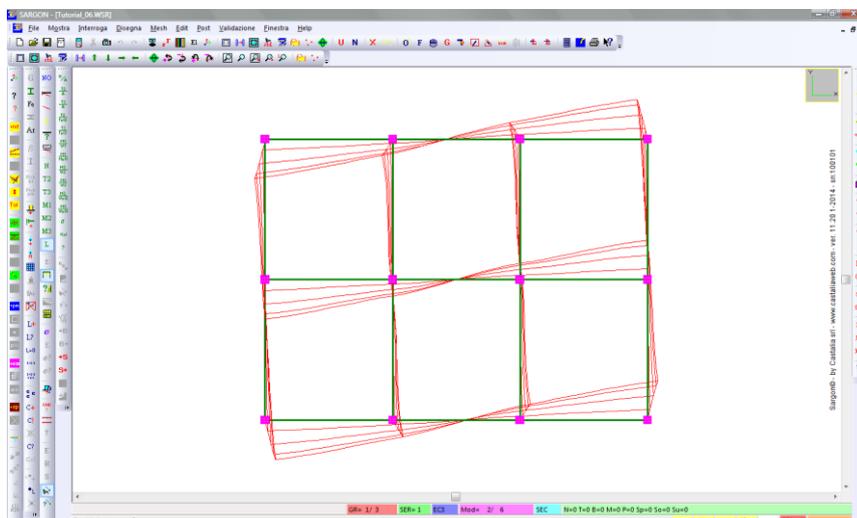
Si nota una traslazione della struttura in direzione Y, coerente con la percentuale di massa partecipante riportata nel dialogo di interrogazione visto in precedenza.

Frequenze Periodi e Percentuali Parziali di Massa Partecipante						
MODO	1	F (hz) =	2.868865	T (sec) =	0.348570	%X= 0.000
						%Y= 84.753
						%Z= 0.000

Eseguiamo **Post – Modale – Modo successivo** per passare al modo 2.



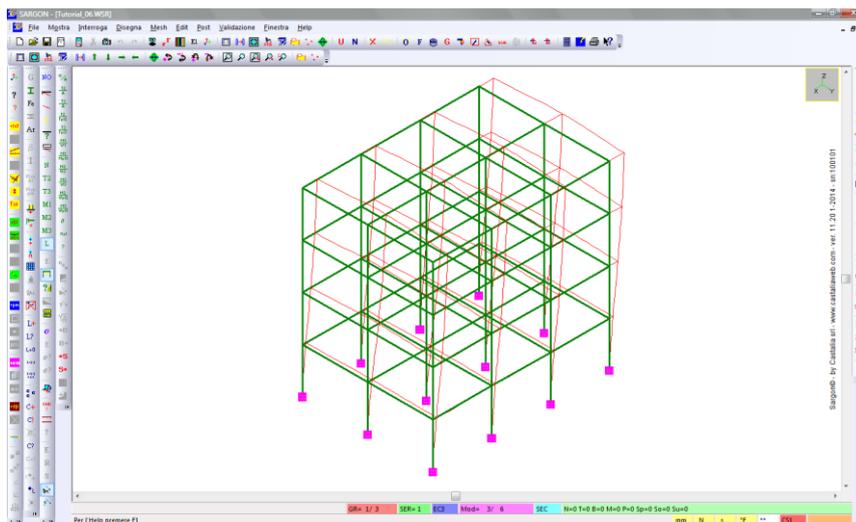
In questo caso può essere utile vedere il modello dall'alto: **Disegna – Vista Standard** , quindi scegliamo la vista +Z .



Si vede chiaramente che in questo modo si ha una torsione pura. La struttura è simmetrica, le masse sono simmetriche. Si tratta quindi di un caso particolare che difficilmente si avrà in un calcolo reale. Le percentuali di massa partecipante del modo 2 risultato nulle, proprio a causa di questa perfetta simmetria torsionale.

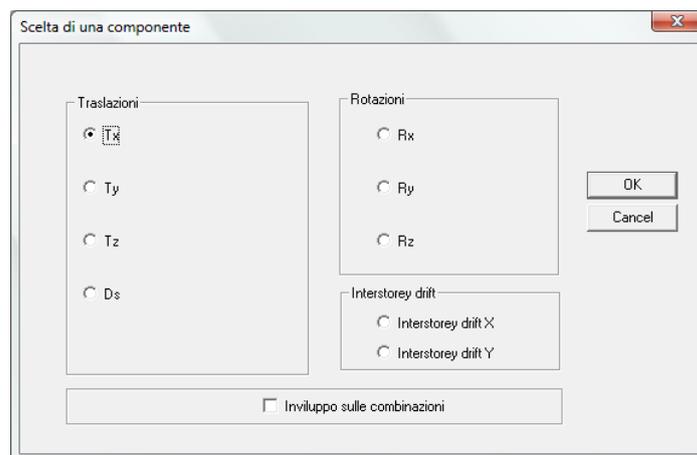
Torniamo alla vista tridimensionale: **Disegna – Vista Standard** , primo bottone ISO in basso a sinistra .

Eseguiamo nuovamente **Post – Modale – Modo successivo**  per passare al modo 3.

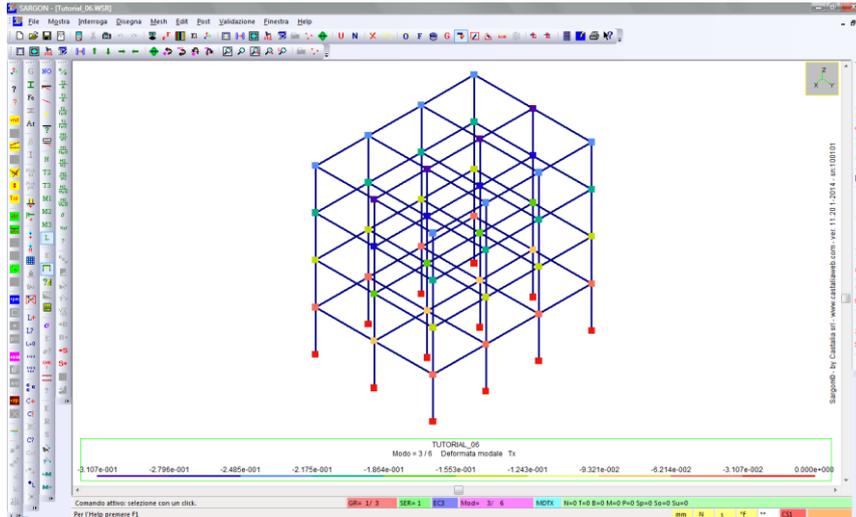


Vediamo ora una traslazione in direzione X, coerente con le percentuali di massa partecipante calcolate per il modo 3.

Eseguiamo **Post – Modale – Mappa**. Nel dialogo, scegliamo una traslazione, ad esempio TX, quindi premiamo OK.



Per visualizzare gli spostamenti nodali direttamente sui nodi, con i colori relativi alla scala sottostante (tarata automaticamente sui valori massimi e minimi) eseguiamo **Mostra – Oggetti**  e spuntiamo la casella **Nodi**.



Eseguiamo **Post – No post NO** per interrompere qualsiasi comando di post processing.

3.5.2 Analisi di risposta in frequenza

Dopo l'analisi a spettro di risposta, i risultati nei casi di carico sismici sono del tutto simili a quelli dei casi di carico non sismici calcolati con l'analisi statica. I comandi per la visualizzazione e l'analisi dei risultati (spostamenti, azioni interne, reazioni vincolari, ecc.) sono quindi quelli già visti nei tutorial 1, 2 e 3, ai quali si rimanda.

PARTE 4: VERIFICHE AUTOMATICHE

Sargon dispone di diversi moduli per l'esecuzione delle verifiche automatiche di resistenza e stabilità degli elementi finiti (beam e truss) in accordo a varie normative, che sono:

Acciaio

- EC3 - NTC2008
- AISC-ASD ed LRFD
- BS5950
- CNR S.L.
- CNE T.A.
- CNR 10011 - 10022

Legno

- EC5 - NTC

In questa sede ci interessa l'**acciaio**, e in particolare il verificatore automatico in accordo all'Eurocodice 3 (EN-1993-1-8) e alle NTC2008, che sono coincidenti quasi esattamente. Laddove sono presenti delle differenze (ad esempio nella verifica di stabilità a pressoflessione deviata, in cui entrambe le Normative propongono due metodi di calcolo, ma solo uno è in comune) il verificatore di Sargon implementa tali differenze, lasciando all'utente la libertà di decidere quale metodo di quale norma usare.

Le verifiche di resistenza e di stabilità degli elementi aventi sezioni in **classe 1 e 2** sono svolte in modo **totalmente automatico** da Sargon.

Inoltre è possibile eseguire in modo semiautomatico le verifiche anche delle sezioni in **classe 3 e 4**, introducendo opportuni parametri di calcolo, ad esempio i valori efficaci per le sezioni in classe 4. Sargon dispone di strumenti che aiutano l'utente a calcolare i valori efficaci delle sezioni più comuni e, dal dicembre del 2013, implementa strumenti che **automatizzano** il calcolo.

Sul sito internet di Castalia (www.castaliaweb.com, nell'area dedicata alla *Validazione*) sono disponibili, oltre a quelle dei solutori, anche centinaia di schede di validazione dei verificatori, in particolare per Eurocodice 3, NTC2008 e AISC-LRFD.

Abbiamo già visto nei tutorial precedenti come definire le combinazioni, impostare le verifiche, eseguirle e analizzarne i risultati. **L'aggiunta dei casi sismici non comporta differenze operative** rispetto a quanto già visto in precedenza. I casi dedicati al sisma modale, infatti, dopo che sono state eseguite le analisi modale e a spettro di risposta, vengono trattati come i casi non sismici. Avremo quindi solo un numero maggiore di combinazioni, alcune delle quali includeranno anche i casi sismici.