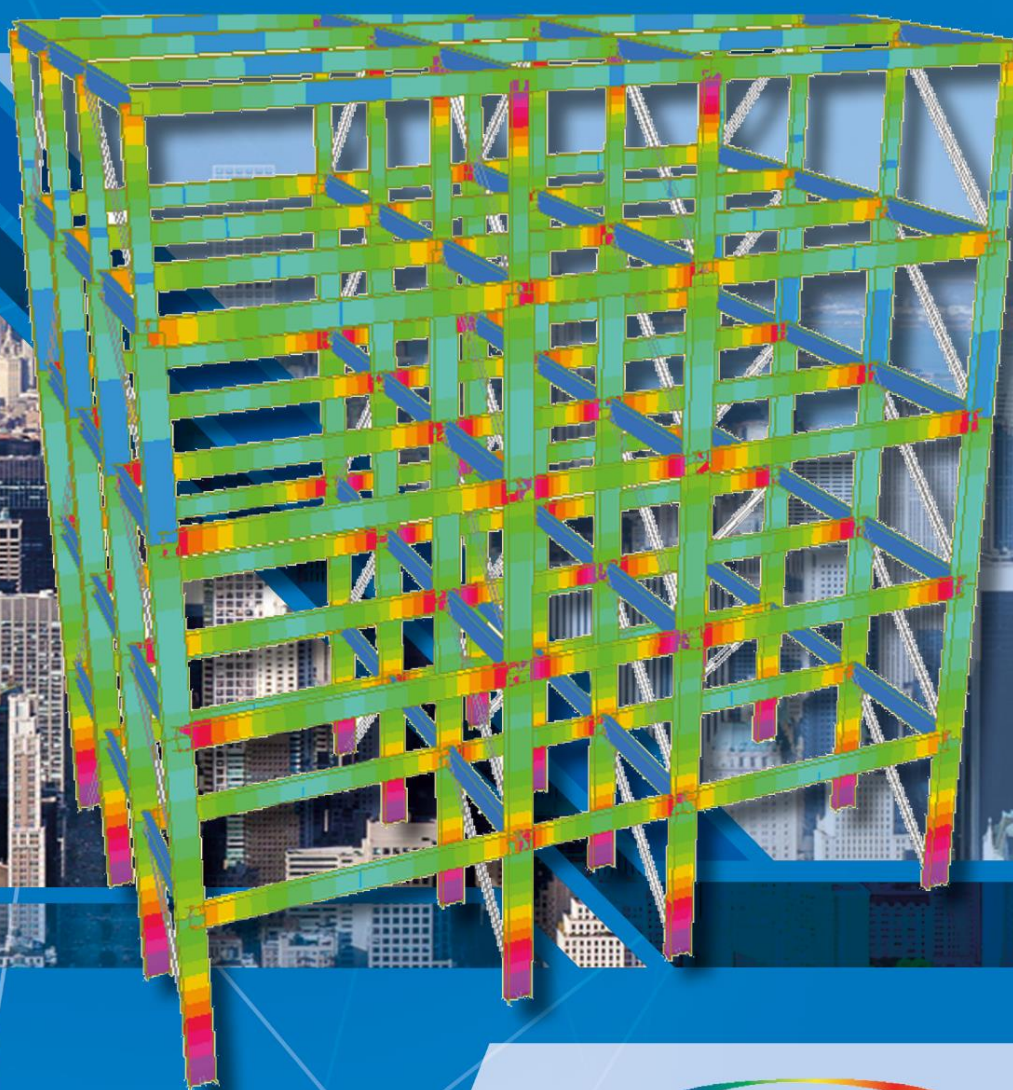
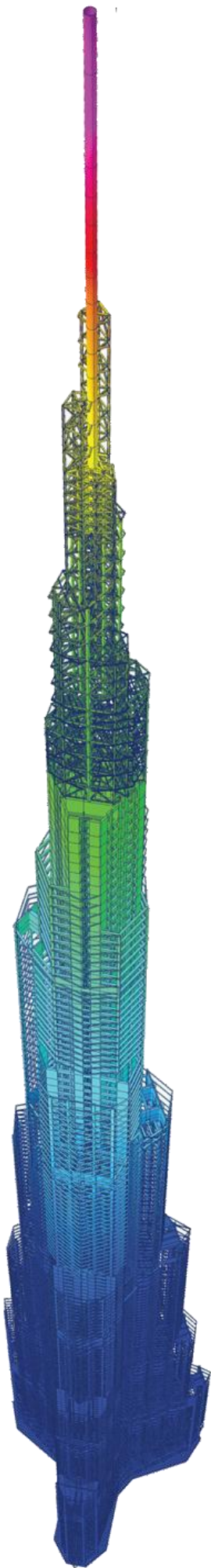


Progetto di un edificio multipiano in Acciaio in zona sismica





Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta o trasmessa in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico o altro senza l'autorizzazione dei proprietari dei diritti dell'autore.

No parts of this publication may be copied or transmitted in any shape or form, and by any type of electronic, mechanical or different means, without permission of the copyright holder and the publisher.

© Copyright – CSPFea.s.c

“Progetto di un edificio multipiano in acciaio in zona sismica”

Prodotto e distribuito da:



CSPFea s.c.

Via Zuccherificio 5/d

35042 Este (PD)

www.cspfea.net info@cspfea.net

Tel. 0429602404

Fax. 0429610021

a cura di:

Ing. Carlo Tuzza – CSPFea

con la collaborazione di:

Laureando Antonio Limena

3° Edizione – Settembre 2019



INTRODUZIONE	7
1 MODELLAZIONE FEM	8
1-1 Modellazione FEM: Introduzione Struttura	8
1-2 Modellazione FEM: Assegnazione Carichi e Vincoli	9
2 ANALISI AGLI AUTOVALORI	10
2-1 Analisi agli autovalori: Introduzione Analisi Modale	10
2-2 Analisi agli autovalori: Subspace Iteration	12
2-3 Analisi agli autovalori: Lanczos (Frequency Range)	13
2-4 Analisi agli autovalori: Vettori di Ritz	14
2-5 Analisi agli autovalori: Main Control Data	15
3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	16
3-1 Valutazione dell'azione sismica: Regolarità in altezza	16
3-2 Valutazione dell'azione sismica: Definizione del fattore di struttura	17
3-3 Valutazione dell'azione sismica: Spettro di progetto	18
3-4 Valutazione dell'azione sismica: Gestione dello spettro	19
3-5 Valutazione dell'azione sismica: Riduzione delle rigidezze	20
3-6 Valutazione dell'azione sismica: Perform Analysis	21
3-7 Valutazione dell'azione sismica: Modi di vibrare	22
4 ANALISI DEI RISULTATI	26
4-1 Analisi dei risultati: Combinazioni di carico	26
4-2 Analisi dei risultati: Beam Diagrams	27
4-3 Analisi dei risultati: Equivalent Beam Stresses	28
4-4 Analisi dei risultati: Controllo di dettaglio di un elemento	30
5 VERIFICHE SLD	31
5-1 Verifiche SLD: Controllo spostamenti interpiano	31
5-2 Verifiche SLD: Controllo della non linearità geometrica	32
6 GENERAL DESIGN	33
6-1 General Design: Definition of Frame – Effective Length Factor	33

6-2 General Design: Unbraced Length – Serviceability LC Type	34
6-3 General Design: Limiting Slenderness Ratio – Modify Member Type	35
6-4 General Design: Member Assignment – Live Load reduction factor	36
7 STEEL DESIGN	37
7-1 Steel Design: Steel Design Code – Partial Safety Factor	37
7-2 Steel Design: Modify Steel Material – Serviceability Parameters	38
7-3 Steel Design: Steel Code Check	39
7-4 Steel Design: Steel Code Check (cambio di profilo)	40
7-5 Steel Design: Steel Code Check (aggiornamento del profilo)	41
7-6 Steel Design: Steel Code Check (Re-Analysis – Re-Check)	42
7-7 Steel Design: Steel Code Check (Graphic)	43
7-8 Steel Design: Steel Code Check (Detail)	44
7-9 Steel Design: Indici di sfruttamento	45
8 ELEMENTI TENSION ONLY	46
8-1 Elementi Tension Only: Change Parameters	46
8-2 Elementi Tension Only: Trasformazione RS in carichi statici	47
8-3 Elementi Tension Only: Definizione Eccentricità Accidentale	49
8-4 Elementi Tension Only: Load Combination – Truss Forces	50
9 EFFETTI DELLE IMPERFEZIONI	51
9-1 Effetti delle Imperfezioni: Introduzione	51
9-2 Effetti delle Imperfezioni: Imperfection Loads	53
9-3 Effetti delle Imperfezioni: Load Combinations	55
10 ANALISI DI BUCKLING	56
10-1 Analisi di Buckling: Introduzione	56
10-2 Analisi di Buckling: Buckling Analysis Control	58
10-3 Analisi di Buckling: Buckling Mode Shapes	59
10-4 Analisi di Buckling: Local Buckling	60
10-5 Analisi di Buckling: Benchmark	61

10-6 Analisi di Buckling: Modello con elementi plate	62
11 7DOF: IL SETTIMO GRADO DI LIBERTA' O INGOBBAMENTO IMPEDITO_____	63
11-1 7DOF: Introduzione	63
11-2 7DOF: Inserimento Vincolo	64
11-3 7DOF: Confronto Risultati	65
12 INSTABILITA' FLESSO TORSIONALE_____	66
12-1 Instabilità flesso torsionale: BenchMark	66
13 BIBLIOGRAFIA_____	68

Introduzione

Scopo del presente manuale è fornire al lettore una metodologia di approccio alla moderna progettazione strutturale con l'ausilio delle tecnologie offerte dal software MIDAS GEN. L'obiettivo che si pone questo libro è di rendere realmente operativo in pochi giorni un qualsiasi utente che non dispone necessariamente a priori di conoscenze del software MIDAS GEN, fornendo indicazioni sul corretto modo di operare e sulle ulteriori possibilità offerte dal software.

Questo libro, pur approfondendo molti dettagli, non fornisce tutte le informazioni relative alle varie funzioni, ma solamente le principali, e non vuole sostituire l'estesa manualistica fornita in dotazione al software.

Il testo è utile sia al cliente sia a coloro che per la prima volta si avvicinano al software MIDAS GEN nonché allo studente che, uscendo dall'università, è pronto ad entrare in un mondo del lavoro dove è ormai consolidata la progettazione strutturale con l'ausilio di software.

1-1 Modellazione FEM: Introduzione struttura

Civile abitazione – struttura in acciaio:

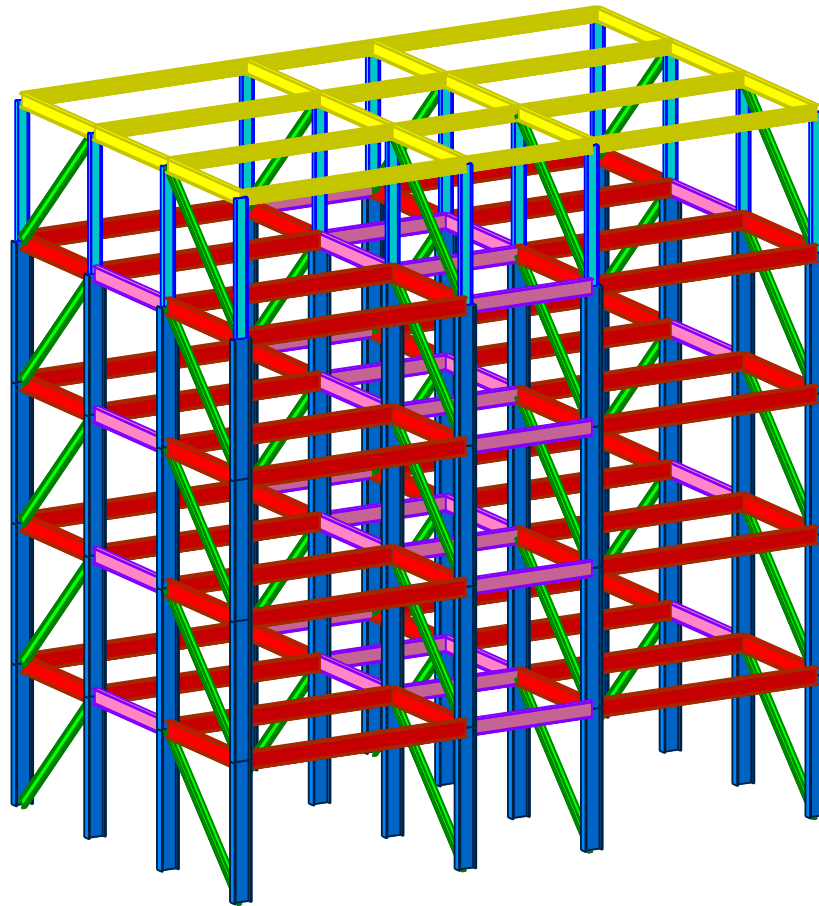
-5 piani fuori terra

-Zona 2 – $a_g=0.25g$ Suolo B

Gli acciai utilizzati sono:


-S235 travi e controventi


-S355 colonne




Per la procedura di modellazione della struttura si rimanda al documento “progetto di un edificio multipiano in CA in zona sismica”.

I profili utilizzati sono:

 - HEB 600

 - IPE 400

 - IPE 220

 - IPE 550

 - IPE 500

 - IPE 450

1-2 Modellazione FEM: Assegnazione carichi e vincoli

Vengono definiti 5 casi di carico:

Static Load Cases

No	Name	Type	Description
1	PP	Dead Load (D)	
2	perm	Dead Load (D)	
3	variabile	Live Load (L)	
4	EX	Earthquake (E)	
5	EY	Earthquake (E)	

Vengono definiti 2 tipi di floor load, successivamente assegnati con distribuzione one way:

Floor Load Type

Load Case	Floor Load	Sub Beam Weight
1. perm	-5.25 kN/m ²	<input checked="" type="checkbox"/>
2. variable	-3 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
3. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
4. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
5. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
6. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>

Floor Load Type

Load Case	Floor Load	Sub Beam Weight
1. perm	-4.25 kN/m ²	<input checked="" type="checkbox"/>
2. variable	-1.5 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
3. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
4. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
5. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>
6. NONE	0 kN/m ²	<input type="checkbox"/>

Viene definito lo **Structure Type**:

Structure Type

Structure Type: ☒ 3-D ☐ X-Z Plane ☐ Y-Z Plane ☐ X-Y Plane ☐ Constraint RZ

Mass Control Parameter: ☒ Lumped Mass ☐ Consistent Mass

☒ Convert Self-weight into Masses

☐ Convert to X, Y, Z ☒ Convert to X, Y ☐ Convert to Z

Gravity Acceleration: 9.806 m/sec²

Initial Temperature: 0 [C]

☐ Align Top of Beam Section with Floor (X-Y Plane) for Panel Zone Effect / Display

☐ Align Top of Slab(Plate) Section with Floor (X-Y Plane) for Display

OK Cancel

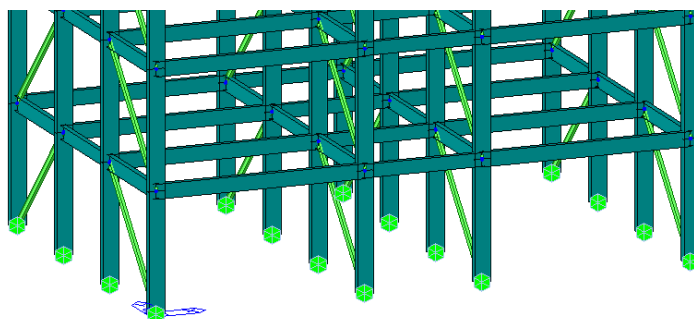
Viene poi definita la **story data** inserendo la condizione di piano rigido [**consider**]

Story Data

Module Name	Story Name	Level(m)	Height(m)	Floor Diaphragm
Base	Roof	22.50	0.00	Consider
Base	5F	18.00	4.50	Consider
Base	4F	13.50	4.50	Consider
Base	3F	9.00	4.50	Consider
Base	2F	4.50	4.50	Consider
Base	1F	0.00	4.50	Do not consider

Auto Generate Story Data... Define Module... Close

Vengono infine definiti i **boundary** come incastri alla base [1111110]



2-1 Analisi agli autovalori: Introduzione Analisi Modale

Viene fatta su modelli tridimensionali della struttura a meno che non siano rispettati i criteri di regolarità in pianta. La differenza con l'analisi statica equivalente consiste nel fatto che nel calcolo dei parametri di risposta del sisma si tiene conto delle caratteristiche dinamiche della struttura tramite l'utilizzo dei modi propri di vibrare.

L'analisi modale, così come è solitamente applicata, prevede di calcolare tramite l'utilizzo dello spettro di risposta di pseudo-accelerazione i valori massimi di sollecitazione e spostamenti associati a ciascun modo di vibrare della struttura supposta elastica lineare, e quindi di combinarli in modo opportuno.

Equazione del moto

$$-c\dot{u} - ku = m\ddot{x}$$

Da questa equazione è possibile ricavare, note le condizioni iniziali del sistema, lo spostamento nel tempo della struttura. Più comunemente l'equazione del moto si trova scritta nella forma:

$$\ddot{u} + 2\xi\omega\dot{u} + \omega^2 u = -\ddot{x}_g$$

ω è la frequenza propria da cui si ricava il periodo naturale $T = 2\pi/\omega$, se la frequenza è di tipo smorzata si può ottenere una soluzione dell'equazione del moto tramite l'integrale di Duhamel:

$$u(t) = \frac{1}{\omega} \int \ddot{x}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \sin \omega(t-\tau) d\tau \quad *$$

Noto lo spostamento relativo del sistema è immediato ricavare la velocità relativa derivando l'equazione precedente si ottiene:

$$\dot{u}(t) = \int \ddot{x}_g(\tau) e^{-\xi\omega(t-\tau)} \cos \omega(t-\tau) + \tan^{-1} \frac{\xi}{\sqrt{(1-\xi^2)}} d\tau \quad **$$

Ed infine l'accelerazione assoluta si ricava sostituendo le espressioni (*) e (**) nell'equazione:

$$\ddot{x} = -\omega^2 u - 2\omega\xi \dot{u}$$

Noto quindi il moto della struttura è possibile calcolare le azioni interne necessarie per progettare o verificare una struttura.

Essendo noti in ogni istante di tempo gli spostamenti della struttura, le rotazioni nei nodi degli elementi strutturali è quindi possibile ricavare, conoscendo la rigidezza del singolo elemento, le caratteristiche delle sollecitazioni e gli sforzi.

2-1 Analisi agli autovalori : Introduzione Analisi Modale

Comporta l'estrazione delle frequenze di vibrazione proprie della struttura e delle relative configurazioni modali (autovalori ed autovettori) come la risposta combinata di una serie di sistemi ad 1 g.d.l., anziché un solo sistema a molti g.d.l.

Gli autovalori rappresentano le frequenze proprie di vibrazione delle strutture.

Gli autovettori rappresentano le relative configurazioni modali.

Se una struttura ha n gradi di libertà essa ha n autovalori (n frequenze di risonanza) ed n autovettori corrispondenti .

In molti casi è sufficiente la conoscenza di pochi dei primi autovalori ($p \ll n$)

Se una struttura presenta k_1 moti rigidi e presenta k_2 condizioni di labilità gli autovalori corrispondenti k_1+k_2 sono nulli.

Estrazione degli autovalori in Midas Gen

Il software Midas Gen risolve il problema agli autovalori tramite i seguenti metodi:

1. *SUBSPACE ITERATION*
2. *LANCZOS (Frequency range)*
3. *RITZ VECTORS*
4. *STURM CHECK*

Ciascuno dei quali risulta essere più adatto in base al numero di modi di vibrare della struttura oggetto di studio.

2-2 Analisi agli autovalori: Subspace Iteration

ANALYSIS

ANALYSIS CONTROL

EIGENVALUE

Eigenvalue Analysis Control

Type of Analysis

☒ Eigen Vectors ☐ Ritz Vectors

☒ Subspace Iteration ☐ Lanczos

Eigen Vectors

Number of Frequencies : 18

☐ Frequency range of interest

Search From : 0 [cps]

To : 1600 [cps]

Eigenvalue Control Parameters

Number of Iterations : 20

Subspace Dimension : 54

Convergence Tolerance : 1e-010

Remove Eigenvalue Analysis Data OK Cancel

Eigenvalue Analysis Control

Trasforma il problema agli autovalori di studio in un problema che abbia una dimensione minore, tale però da condividere con il problema originario gli autovalori, e cerca gli autovalori in un sottospazio del problema originario. E' consigliato per eseguire analisi agli autovalori di strutture con pochi g.d.l.

L'estrazione dei modi avviene in ordine di frequenza crescente, cioè vengono estratti prima i modi con periodo di vibrazione alto (frequenza bassa).

Quindi se una struttura contiene al suo interno vari sottoinsiemi indipendenti (rigidezze locali) verranno estratti per primi i modi di vibrare di tutti i sottoinsiemi, che hanno periodi più lunghi, poi quelli principali (rigidezza globale).

Number of Frequencies: Immettere un numero di modi maggiore o uguale ai g.d.l. della struttura, nel nostro caso struttura a 6 piani x 3g.l. per piano = 18.

Subspace Dimension

$n^\circ \text{ modi} < 30 \longrightarrow N = 3 \times n^\circ \text{ modi}$

$30 < n^\circ \text{ modi} < 100 \longrightarrow N = 2 \times n^\circ \text{ modi}$

2-3 Analisi agli autovalori : Lanczos (Frequency range)



Eigenvalue Analysis Control

Type of Analysis

☒ Eigen Vectors ☐ Ritz Vectors

☐ Subspace Iteration

☒ Lanczos

Eigen Vectors

Number of Frequencies : 18

☐ Sturm Sequence Check

☐ Frequency range of interest

Search From : 0 [cps]

To : 1600 [cps]

Remove Eigenvalue Analysis Data OK Cancel

Eigenvalue Analysis Control - Range di frequenza di ricerca degli autovalori

Trasforma il problema agli autovalori di studio in un problema equivalente nel quale la matrice dei coefficienti è di tipo tridiagonale. L'ordine del problema è quindi inferiore a quello del problema originario (strutture con molti plate). Analogamente al subspace iteration, è consigliato per eseguire analisi agli autovalori di strutture con pochi g.d.l.

Number of Frequencies: Immettere un numero di modi maggiore o uguale ai g.l. della struttura, nel nostro caso struttura a 6 piani x 3g.l. per piano = 18.

Sturm Sequence Check: Precisione nella ricerca di autovalori nel caso di strutture meshate a nodi molto vicini tra di loro che necessitano la ricerca di modi di vibrare localizzati.

(Si veda: cap. 7.4 Analisi modale ragionata Paolo Rugarli)

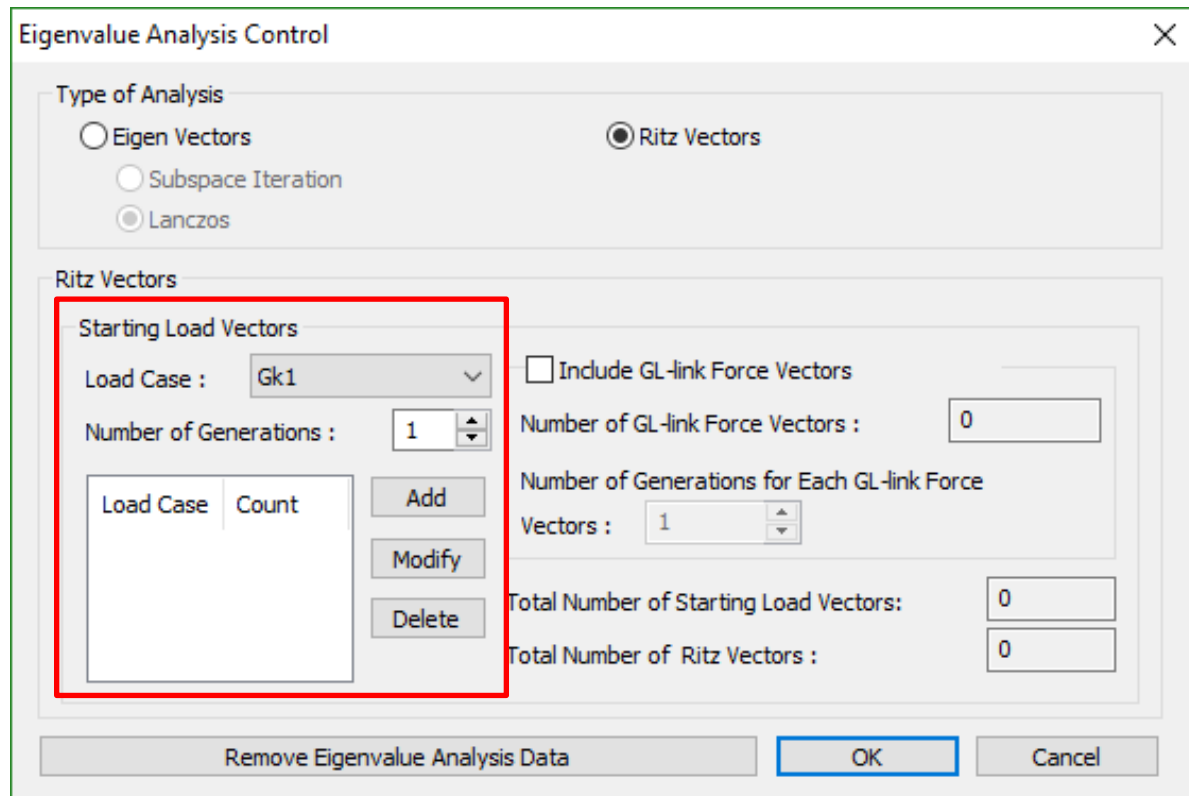
Frequency range of interest: E' possibile definire un intervallo di valori tra i quali ricavare i periodi dei modi di vibrare.

2-4 Analisi agli autovalori: Vettori di Ritz

ANALYSIS

ANALYSIS CONTROL

EIGENVALUE



The dialog box is titled "Eigenvalue Analysis Control". It has a close button (X) in the top right corner. The "Type of Analysis" section contains three radio buttons: "Eigen Vectors", "Subspace Iteration", and "Ritz Vectors". The "Ritz Vectors" option is selected. The "Ritz Vectors" section contains a "Starting Load Vectors" sub-section, which is highlighted with a red rectangle. This sub-section includes a "Load Case" dropdown menu set to "Gk1", a "Number of Generations" spinner set to 1, and a table with two columns: "Load Case" and "Count". To the right of the table are "Add", "Modify", and "Delete" buttons. Further right in the "Ritz Vectors" section are checkboxes for "Include GL-link Force Vectors" (unchecked), a "Number of GL-link Force Vectors" spinner set to 0, a "Number of Generations for Each GL-link Force Vectors" spinner set to 1, a "Total Number of Starting Load Vectors" spinner set to 0, and a "Total Number of Ritz Vectors" spinner set to 0. At the bottom of the dialog are three buttons: "Remove Eigenvalue Analysis Data", "OK", and "Cancel".

Type of Analysis

☐ Eigen Vectors ☒ Ritz Vectors

☐ Subspace Iteration

☒ Lanczos

Ritz Vectors

Starting Load Vectors

Load Case : Gk1

Number of Generations : 1

Load Case	Count
-----------	-------

Add

Modify

Delete

☐ Include GL-link Force Vectors

Number of GL-link Force Vectors : 0

Number of Generations for Each GL-link Force Vectors : 1

Total Number of Starting Load Vectors: 0

Total Number of Ritz Vectors : 0

Remove Eigenvalue Analysis Data OK Cancel

Eigenvalue Analysis Control

Riproducono risultati più affidabili con un numero di modi più basso rispetto ai precedenti metodi. Bisogna specificare il numero di vettori di carico iniziali da generare per ogni condizione di carico considerata.

Le condizioni di carico possono essere carichi statici o accelerazioni al suolo.

Tramite questo comando si vanno a definire le opzioni di analisi

Main Control Data

☒ Auto Rotational DOF Constraint for Truss/Plane Stress/Solid Elements

☒ Auto Normal Rotation Constraint for Plate Elements

Tension / Compression Truss Element (Elastic Link / Inelastic Spring)

Number of Iterations/Load Case: 20

Convergence Tolerance: 0.001

☐ Consider Section Stiffness Scale Factor for Stress Calculation

☒ Transfer Reactions of Slave Nodes to the Master Node

☒ Auto Constraint for Wall Elements Connectivity

☒ Calculate Equivalent Beam Stresses (Von-Mises and Max-Shear)

OK Cancel

Auto Constraint for Wall Connectivity: Permette di ottenere la congruenza, attraverso una legge cinematica, tra elementi wall non discretizzati definiti tramite 4 nodi ed elementi adiacenti suddivisi.

Calculate Equivalent Beam Stresses: Inserendo questa spunta, il software calcola ulteriori risultati sugli elementi monodimensionali che riguardano le tensioni. In particolare si aggiungono risultati sulle tau, le sigma normali e le combinazioni di queste secondo la procedura di:

- Von Mises
- Tresca
- Sigma principali

Si consiglia di inserire questa opzione solo nel caso in cui sia effettivamente necessario, in quanto aumenta i tempi di analisi del programma.

Suddetta funzione non riesce a tenere conto delle combinazioni di carico stabilite e fornisce risultati solo in funzione dei casi di carico. Nel caso in cui si volessero visualizzare i risultati di una specifica LCB sarà necessario trasformarla prima in un caso di carico tramite il comando **Load / Create load case using load combinations**.

Per ulteriori informazioni sulle Equivalent Beam Stresses si rimanda a pagina 29.

3-1 Valutazione dell'azione sismica: Regolarità in altezza

RESULTS

RESULT TABLES

STORY

WEIGHT IRREGULARITY
CHECK

Si controlla la variazione di massa e rigidezza della struttura in esame secondo quanto definito da normativa DM. 18 cap.7.2.1.

- e) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base;

	Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Story Weight (kN)	Adjacent Story Weight		Story Weight Ratio	Story Drift Angle Ratio	Remark
						1.25M(Lower) (kN)	0.75M(Lower) (kN)			
►	Sisma X(R)	Roof	22.50	0.00	1434.124	2435.806	1461.483	-0.264	0.000	Irregular
	Sisma X(R)	5F	18.00	4.50	1948.644	2500.065	1500.039	-0.026	0.000	Regular
	Sisma X(R)	4F	13.50	4.50	2000.052	2500.065	1500.039	-0.000	0.827	Regular
	Sisma X(R)	3F	9.00	4.50	2000.052	2500.065	1500.039	0.000	1.236	Regular
	Sisma X(R)	2F	4.50	4.50	2000.052	101.712	61.027	23.580	1.043	Irregular
	Sisma X(R)	1F	0.00	4.50	81.370	0.000	0.000	0.000	0.599	Regular
	Sisma Y(R)	Roof	22.50	0.00	1434.124	2435.806	1461.483	-0.264	0.000	Irregular
	Sisma Y(R)	5F	18.00	4.50	1948.644	2500.065	1500.039	-0.026	0.000	Regular
	Sisma Y(R)	4F	13.50	4.50	2000.052	2500.065	1500.039	-0.000	0.827	Regular
	Sisma Y(R)	3F	9.00	4.50	2000.052	2500.065	1500.039	0.000	1.236	Regular
	Sisma Y(R)	2F	4.50	4.50	2000.052	101.712	61.027	23.580	1.043	Irregular
	Sisma Y(R)	1F	0.00	4.50	81.370	0.000	0.000	0.000	0.599	Regular

Weight irregularity check

RESULTS

RESULT TABLES

STORY

STIFFNESS IRREGULARITY
CHECK

	Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Story Drift (m)	Story Shear Force (kN)	Story Stiffness	Lower Story Stiffness		Story Stiffness Ratio	Story Drift Angle Ratio	Remark
								1.1K (Lower)	0.7K (Lower)			
►	EX	5F	18.00	4.50	0.0105	450.72	430.29	520.49	331.22	-0.091	0.000	Regular
	EX	4F	13.50	4.50	0.0095	913.16	473.17	407.33	259.21	0.278	0.909	Irregular
	EX	3F	9.00	4.50	0.0122	1302.94	370.30	375.99	239.27	0.083	1.278	Regular
	EX	2F	4.50	4.50	0.0132	1643.22	341.81	605.98	385.62	-0.380	1.083	Irregular
	EX	1F	0.00	4.50	0.0082	1890.45	550.89	0.00	0.00	0.000	0.620	Regular
	EY	5F	18.00	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EY	4F	13.50	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EY	3F	9.00	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EY	2F	4.50	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EY	1F	0.00	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular

Stiffness irregularity check (X)

	Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Story Drift (m)	Story Shear Force (kN)	Story Stiffness	Lower Story Stiffness		Story Stiffness Ratio	Story Drift Angle Ratio	Remark
								1.1K (Lower)	0.7K (Lower)			
►	EX	5F	18.00	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EX	4F	13.50	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EX	3F	9.00	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EX	2F	4.50	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EX	1F	0.00	4.50	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
	EY	5F	18.00	4.50	0.0041	623.97	1103.80	970.79	617.77	0.251	0.000	Irregular
	EY	4F	13.50	4.50	0.0051	1303.74	882.53	822.78	523.59	0.180	1.251	Irregular
	EY	3F	9.00	4.50	0.0060	1873.58	747.98	772.41	491.53	0.065	1.180	Regular
	EY	2F	4.50	4.50	0.0064	2334.20	702.19	825.65	525.41	-0.064	1.065	Regular
	EY	1F	0.00	4.50	0.0060	2638.99	750.59	0.00	0.00	0.000	0.936	Regular

Stiffness irregularity check (Y)

Si evince dalle tabelle riportate che la struttura risulta **NON regolare in altezza** sia a livello di masse che di rigidezze a causa della variazione di profili utilizzati durante lo sviluppo in altezza della struttura.

3-2 Valutazione dell'azione sismica: Definizione del fattore di struttura

Si controlla innanzitutto la tipologia strutturale della struttura in esame secondo quanto definito da normativa *DM. 18 cap.7.5.2.1*

7.5.2.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI

Le strutture sismo-resistenti d'acciaio possono essere distinte, in accordo con il loro comportamento, nelle seguenti tipologie strutturali:

- a) Strutture intelaiate: sono composte da telai che resistono alle forze orizzontali con un comportamento prevalentemente flessionale. In queste strutture le zone dissipative sono principalmente collocate alle estremità delle travi, in prossimità dei collegamenti trave-colonna, dove si possono formare le cerniere plastiche e l'energia è dissipata per mezzo della flessione ciclica plastica.
- b) Strutture con controventi concentrici: in esse le forze orizzontali sono assorbite principalmente da membrature soggette a forze assiali. In queste strutture le zone dissipative sono principalmente collocate nelle diagonali tese. Pertanto, possono essere considerati in questa tipologia solo quei controventi per cui lo snervamento delle diagonali tese precede il raggiungimento della resistenza delle aste strettamente necessarie ad equilibrare i carichi esterni. I controventi reticolari concentrici possono essere distinti nelle seguenti tre categorie (Fig. 7.5.1):
 - b1) *controventi con diagonale tesa attiva*, in cui la resistenza alle forze orizzontali e le capacità dissipative sono affidate alle aste diagonali soggette a trazione;
 - b2) *controventi a V*, in cui le forze orizzontali devono essere assorbite considerando sia le diagonali tese che quelle compresse. Il punto d'intersezione di queste diagonali giace su di una membratura orizzontale che deve essere continua;
 - b3) *controventi a K*, in cui il punto d'intersezione delle diagonali giace su una colonna. Questa categoria non deve essere considerata dissipativa, poiché il meccanismo di collasso coinvolge la colonna.
- c) Strutture con controventi eccentrici: in esse le forze orizzontali sono principalmente assorbite da membrature caricate assialmente, ma la presenza di eccentricità di schema permette la dissipazione di energia nei traversi per mezzo del comportamento ciclico a flessione e/o a taglio. I controventi eccentrici possono essere classificati come dissipativi quando la plasticizzazione dei traversi dovuta alla flessione e/o al taglio precede il raggiungimento della resistenza ultima delle altre parti strutturali.
- d) Strutture a mensola o a pendolo inverso: in esse almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione oppure la dissipazione di energia è localizzata principalmente alla base. Strutture ad un solo piano che posseggano più di una colonna, con le estremità superiori delle colonne collegate nelle direzioni principali dell'edificio e con il valore del carico assiale normalizzato della colonna non maggiore di 0,3 in alcun punto, possono essere considerate strutture a telaio.
- e) Strutture intelaiate con controventi concentrici: in esse le azioni orizzontali sono assorbite sia da telai sia da controventi agenti nel medesimo piano verticale.
- f) Strutture intelaiate con tamponature: sono costituite da strutture intelaiate con le quali le tamponature in muratura o calcestruzzo sono in contatto, non collegate.

La struttura oggetto di esame ricade nella categoria B1: Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva.

Per definire il fattore di struttura q si fa riferimento alla normativa NTC 18 cap 7.5.2.2 che rimanda alla tabella 7.3.II, che indica per la tipologia strutturale in esame

$$q_0 = 4$$

La struttura risulta inoltre irregolare in altezza come visto in precedenza, pertanto si ha

$$K_r = 0.8$$

Si può allora ricavare il fattore di comportamento della struttura che deriva dalla formula:

$$q = q_0 * K_r = 4 * 0.8 = 3.2$$

3-3 Valutazione dell'azione sismica: Spettro di progetto



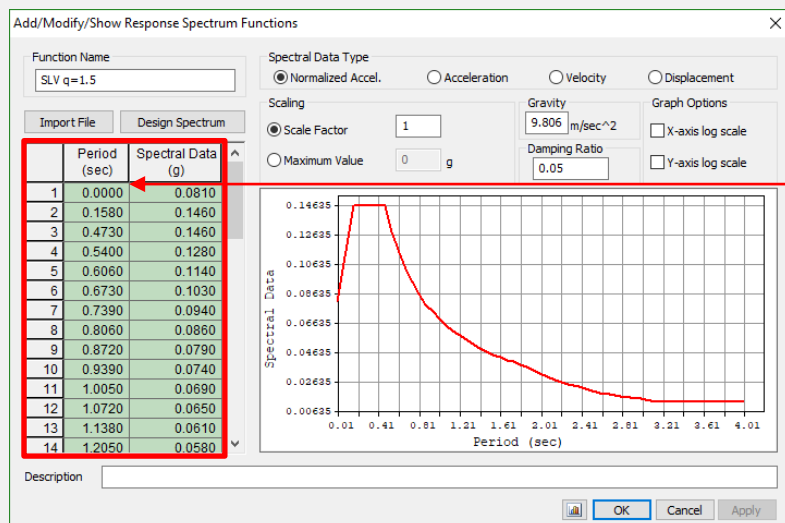
Lo spettro di progetto per una costruzione in zona sismica viene trattata dalla normativa D.M. 2018 cap. 3.2.3.

Per la definizione dello spettro si utilizza il file excel: *Spettri-NTCver.1.0.3* del ministero dei lavori pubblici. In questo caso viene utilizzato $q = 1.5$

Spectrum Name	Type
SLV q=1.5	Norm
SLD	Norm

NOTA 1:

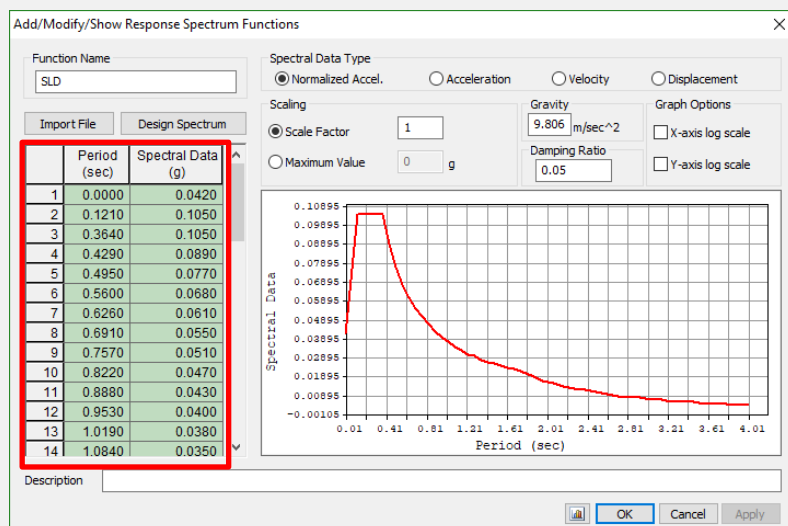
Nell'inserimento dello spettro da foglio excel il software midas gen accetta come separatore decimale "." e non ","



NOTA 2:

Per incollare i punti dello spettro di risposta bisogna effettuare UN SOLO click nella prima casella (non deve apparire la barra di scritta altrimenti il programma cercherà di inserire tutti i punti in quel solo slot).

Spettro di risposta orizzontale per lo stato limite :SLV



Spettro di risposta orizzontale per lo stato limite :SLD

3-4 Valutazione dell'azione sismica: Gestione dello spettro

LOAD
DYNAMIC LOAD
RESPONSE SPECTRUM DATA
RS LOAD CASE

Response Spectrum Load Cases

Spectrum Load Case

Load Case Name: Sisma SLD dir.

Direction : X-Y

☐ Auto-Search Angle

☒ Major ☐ Ortho

Excitation Angle : 90 [deg]

Scale Factor : 1

Period Modification Factor : 1

Modal Combination Control ...

Spectrum Functions

Function Name (Damping Ratio)

☐ SLV q=1.5 (0.05)

☒ SLD (0.05)

☐ Apply Damping Method

☐ Correction by Damping Ratio

Interpolation of Spectral Data

☐ Linear ☒ Logarithm

☒ Accidental Eccentricity ...

LoadCase	Direction	Scale
Sisma SLV dir. X	X-Y	1
Sisma SLV dir. Y	X-Y	1
Sisma SLD dir. X	X-Y	1
Sisma SLD dir. Y	X-Y	1

Operations

Add Modify Delete

Eigenvalue Analysis Control...

Response Spectrum Functions...

CQC

$$E = (\sum_i \sum_j \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j)^{1/2}$$

Direzione di applicazione sisma

0° direzione X

90° direzione Y

I modi vengono combinati con combinazione quadratica completa CQC come richiesto nel D.M. 18 cap. 7.3.3.1

Modal Combination Control

Modal Combination Type

☐ SRSS ☒ CQC ☐ ABS ☐ Linear

☒ Add signs(+,-) to the Results

☒ Along the Major Mode Direction

☐ Along the Absolute Maximum Value

☒ Select Mode Shapes

Mode	Use	Mode Shape Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
3	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
4	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
5	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
6	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
7	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
8	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
9	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
10	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
11	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
12	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
13	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000

Check All Check None

OK Cancel

NOTA 1: Add signs (+,-) to the results: assegna una convenzione dei segni sui risultati basata sulla direzione del primo modo o del max valore assoluto.

Accidental Eccentricity for Response Spec...

Eccentricity Data

☒ Automatic ☐ User Defined

Eccentricity: 5 % of Plan Dim.

Perpendicular to Excitation Angle

☒ Consider Eccentricity below G.L.

Stor	Cross (m)	Along (m)
Roof	1.0975	0.6025
6F	1.0975	0.6775
5F	1.0975	0.6775
4F	1.0975	0.6775
3F	1.0975	0.6775
2F	1.0975	0.6025
1F	1.0975	0.6025

☐ Limit Minimum Accidental Torsional Moment

OK Cancel

NOTA 2: Definizione eccentricità accidentale secondo NTC 18 §7.2.6

Per ulteriori approfondimenti teorici si rimanda all' Help Online.

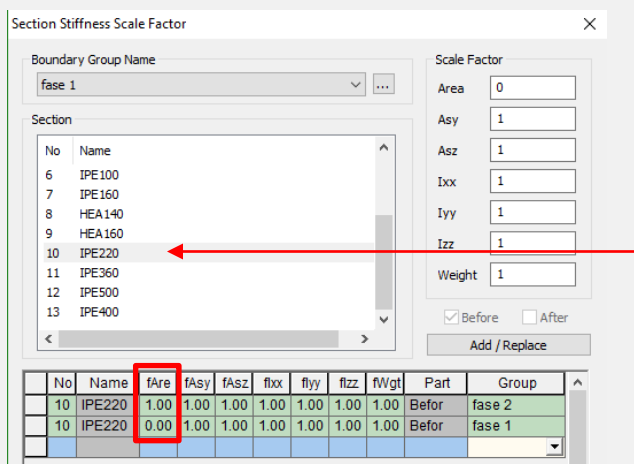
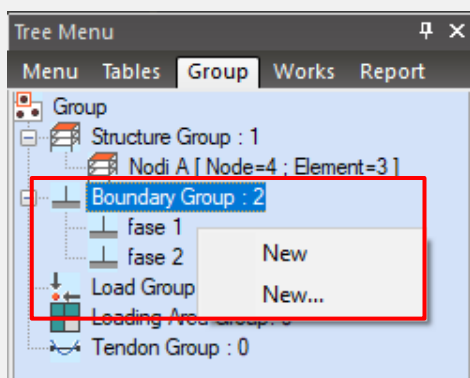
3-5 Valutazione dell'azione sismica: Riduzione delle rigidezze

ANALYSIS ANALYSIS CONTROL BOUNDARY CHANGE ASSIGNMENT

Si vuole effettuare l'analisi della struttura considerando il contributo di rigidezza dei controventi solo per i carichi sismici. Per fare ciò si risolverà la struttura con due diverse condizioni al contorno (Boundary) definite dal **tree menu/Group**:

Fase 1: Si riferisce ai soli carichi verticali e vede trascurato il contributo in rigidezza dei controventi.

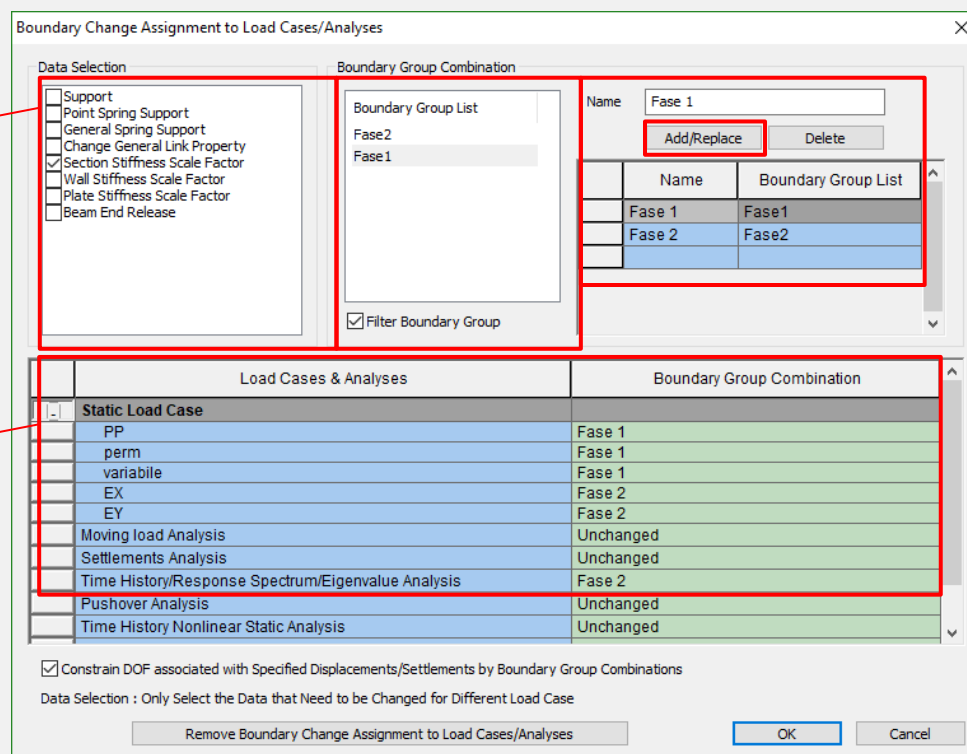
Fase 2: Si riferisce all'azione sismica e vede quindi l'entrata in gioco del contributo in rigidezza dei controventi.



Si procede all'assegnazione delle rigidezze azzerate per i controventi in fase 1 tramite **Properties/scale factor/section stiffness scale factor** dove basta azzerare l'area della sez. Definiti i **"Boundary Group"** e assegnate le relative rigidezze ridotte ai vari casi di carico viene assegnato il rispettivo **"Boundary Group combination"**.

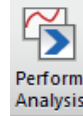
Definizione delle proprietà per effettuare l'analisi.

Assegnazione dei boundary group ai vari casi di carico.



3-6 Valutazione dell'azione sismica: Perform Analysis

ANALYSIS → PERFORM → PERFORM ANALYSIS



Lettura dell'output: controllo della finestra di dialogo per individuare la presenza di eventuali warning.

```
Message Window
-----S T A R T I N G      S O L U T I O N

MULTI-FRONTAL SOLVER
AVAILABLE MEMORY =      5.5 GBYTES
ENTRY PHASE FOR RENUMBERING
ENTRY NUMBERING_EQN
ENTRY FORM STIFF MASS LOAD
THE INDIVIDUAL ELEMENT STIFFNESS AND LOAD MATRICES WILL NOW BE FORMED.
  ELEMENT NO. :    240 OF    240
ENTRY SOLUTION PHASE
ENTRY LOAD_BLOCK
TOTAL NUMBER OF VALID DOFS IN MODEL :    255

ENTRY STATIC ANALYSIS
MULTI-FRONTAL SOLUTION HAS BEEN COMPLETED.
DISPLACEMENT/FORCE/STRESS OUTPUT.
ELEM. :    240 OF    240

ENTRY EIGEN FOR RESPONSE SPECTRUM ANALYSIS
DECOMPOSITION OF STIFFNESS HAS BEEN PERFORMED WITH SHIFT =  0.00000E+00
  THERE ARE      0 EIGENVALUES BELOW THE SHIFT
DECOMPOSITION OF STIFFNESS HAS BEEN PERFORMED WITH SHIFT =  8.75092E+03
  THERE ARE     12 EIGENVALUES BELOW THE SHIFT
DECOMPOSITION OF STIFFNESS HAS BEEN PERFORMED WITH SHIFT =  1.95995E+04
  THERE ARE     15 EIGENVALUES BELOW THE SHIFT
FREQUENCIES HAVE SUCCESSFULLY PASSED STURM SEQUENCE CHECK
MODE SHAPE OUTPUT.
DISPLACEMENT/FORCE/STRESS OUTPUT FOR EACH MODE.
ELEM. :    240 OF    240

ENTRY RESPONSE SPECTRUM ANALYSIS (SIM)
MAXIMUM MODAL DISPLACEMENTS.
DISPLACEMENT/FORCE/STRESS OUTPUT.
MODAL COMBINATION OUTPUT.
RESPONSE SPECTRUM CASE  1      ELEM. :    240 OF    240
RESPONSE SPECTRUM CASE  2      ELEM. :    240 OF    240
RESPONSE SPECTRUM CASE  3      ELEM. :    240 OF    240
RESPONSE SPECTRUM CASE  4      ELEM. :    240 OF    240
```

Matrice rigidezza e masse

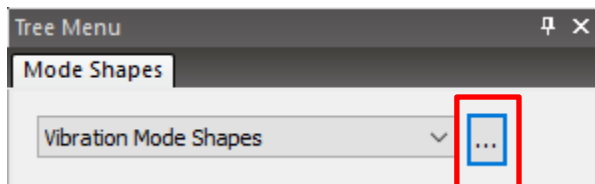
Ricerca autovalori nella
matrice tridiagonale

Analysis message

Analisi utilizzata: **Lanczos**

3-7 Valutazione dell'azione sismica: modi di vibrare

Per visualizzare le tabelle dei modi di vibrare dove si possono controllare i periodi e le masse partecipanti:



	Node	Mode	UX	UY	UZ	RX
EIGENVALUE ANALYSIS						
		Mode No	Frequency		Period	Tolerance
			(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
		1	7.6851	1.2231	0.8176	1.7198e-028
		2	12.4700	1.9847	0.5039	1.7198e-028
		3	12.6681	2.0162	0.4960	1.7198e-028
		4	21.2226	3.3777	0.2961	1.7198e-028
		5	37.0133	5.8909	0.1698	1.7198e-028
		6	37.6578	5.9934	0.1668	1.7198e-028
		7	37.8339	6.0215	0.1661	1.7198e-028
		8	62.4413	9.9378	0.1006	1.7198e-028
		9	63.5734	10.1180	0.0988	1.7198e-028
		10	65.4409	10.4152	0.0960	1.7198e-028
		11	80.9625	12.8856	0.0776	1.7198e-028
		12	84.7861	13.4941	0.0741	1.7198e-028
		13	93.5711	14.8923	0.0671	1.7198e-028
		14	94.8235	15.0916	0.0663	1.7198e-028
		15	104.1563	16.5770	0.0603	1.7198e-028

Più è alto il periodo di vibrazione più è bassa la rigidità della struttura in quel determinato modo di vibrare.

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	78.5810	78.5810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0000	78.5810	82.7724	82.7724	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0000	78.5810	0.0000	82.7724	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	82.1735	82.1735
	4	10.0652	88.6463	0.0000	82.7724	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	82.1735
	5	0.0000	88.6463	13.2305	96.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	82.1735
	6	6.5891	95.2353	0.0000	96.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	82.1735
	7	0.0000	95.2353	0.0000	96.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	12.6644	94.8379
	8	0.0000	95.2353	2.8582	98.8611	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	94.8379
	9	0.0000	95.2353	0.0000	98.8611	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.1959	98.0338
	10	3.5967	98.8320	0.0000	98.8611	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	98.0338
	11	0.0000	98.8320	0.9326	99.7936	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	98.0338
	12	0.0000	98.8320	0.0000	99.7936	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.4719	99.5057
	13	0.0000	98.8320	0.2064	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	99.5057
	14	1.1680	100.0000	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	99.5057
	15	0.0000	100.0000	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4943	100.0000

Osservando le masse partecipanti dei modi di vibrare si nota che le prime due sono prettamente TRASLAZIONALI mentre la terza è del tipo TORSIONALE, come ci si aspetta da una struttura regolare in pianta.

RESULTS

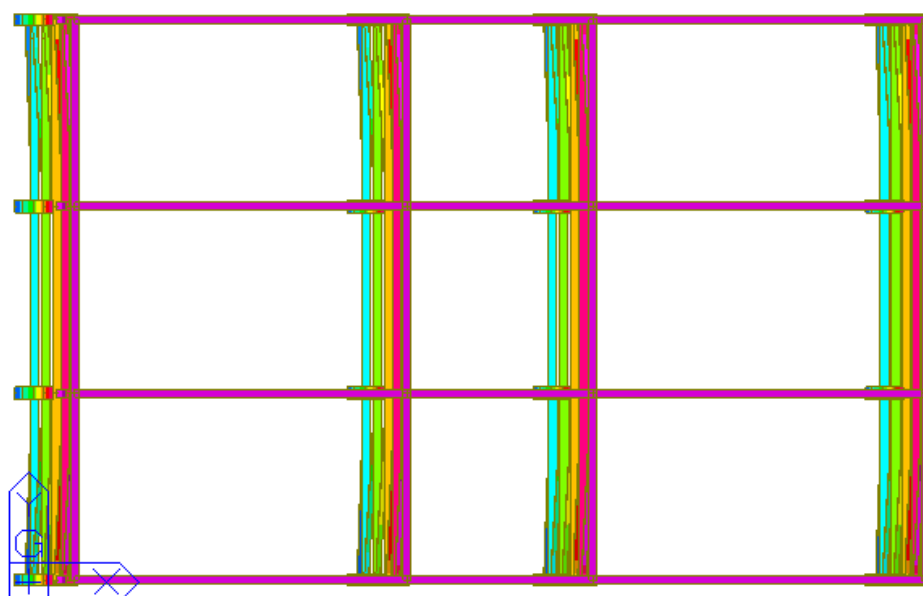
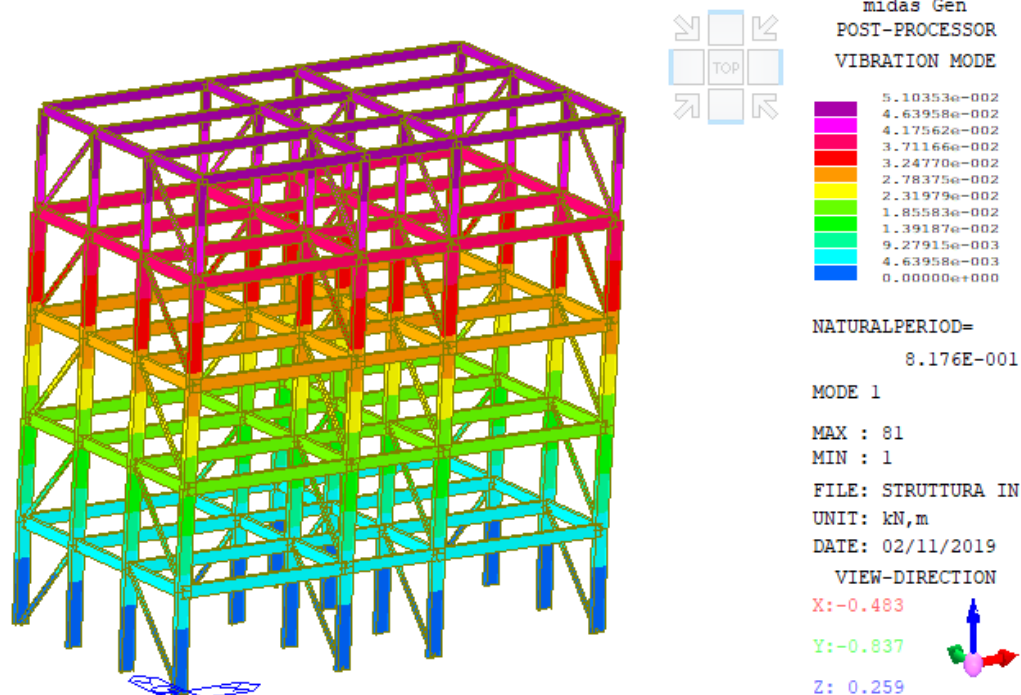
MODE SHAPES

VIBRATION
MODE SHAPES

MODO 1: Modo puramente traslazionale in X.

Massa attivata = 78.58%

T = 0.8176 s



3-7 Valutazione dell'azione sismica: modi di vibrare

RESULTS

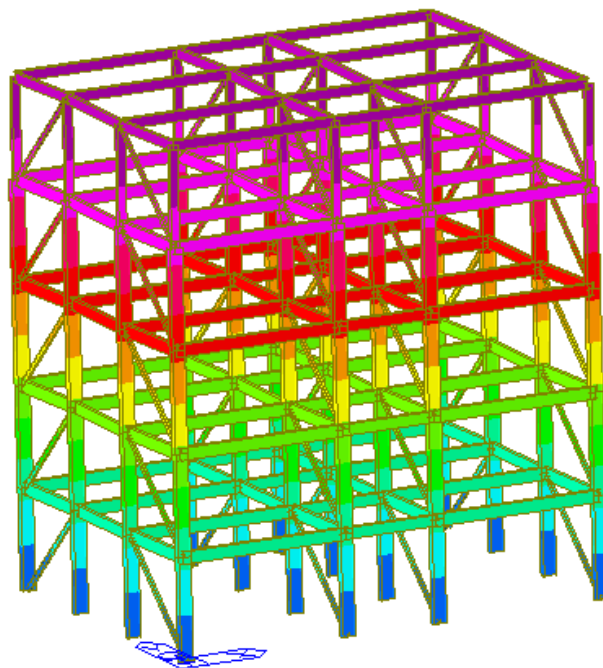
MODE SHAPES

VIBRATION
MODE SHAPES

MODO 2: Modo puramente traslazionale in Y.

Massa attivata = 82.77%

T = 0.5039 s



midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

Displacement Magnitude
4.84834e-002
4.40758e-002
3.96683e-002
3.52607e-002
3.08531e-002
2.64455e-002
2.20379e-002
1.76303e-002
1.32228e-002
8.81517e-003
4.40758e-003
0.00000e+000

NATURALPERIOD=
5.039E-001

MODE 2

MAX : 83

MIN : 1

FILE: STRUTTURA IN

UNIT: kN,m

DATE: 02/11/2019

VIEW-DIRECTION

X:-0.483

Y:-0.837

Z: 0.259



3-7 Valutazione dell'azione sismica: modi di vibrare

RESULTS

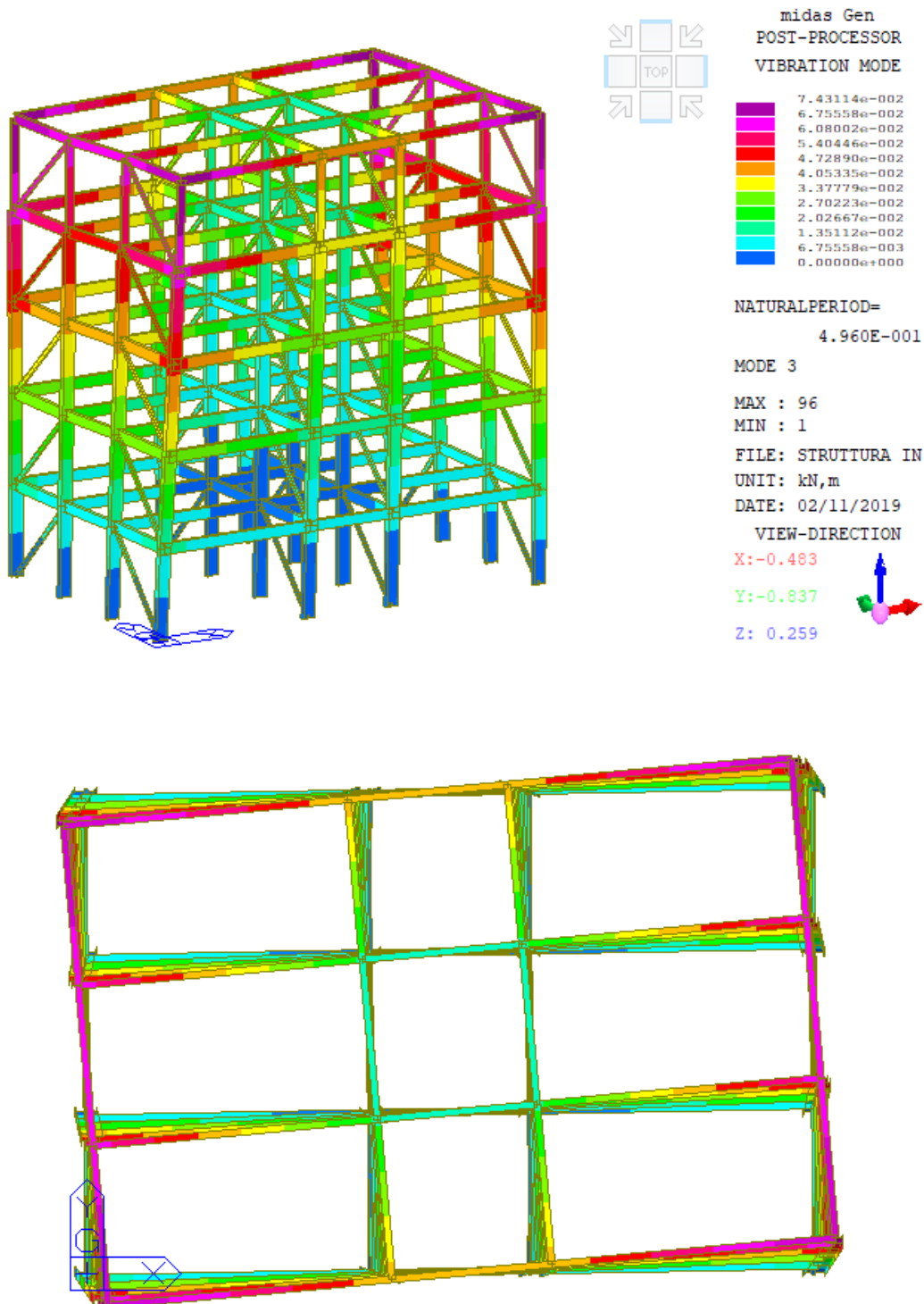
MODE SHAPES

VIBRATION
MODE SHAPES

MODO 1: Modo puramente rotazionale in Z.

Massa attivata = 82.17%

T = 0.4960s



4-1 Analisi dei risultati: Combinazioni di carico

RESULTS

COMBINATION

LOAD COMBINATION

Vengono generate le combinazioni tramite comando **results / load combination / steel / auto generation** secondo Eurocodice 3:05, inserendo l'interazione tra effetti ortogonali tramite regola del 100:30 e avendo controllando i fattori per le azioni variabili (**factors for variable actions**) e per quelle permanenti (il gamma_G è impostato a 1.35 invece di 1.3). Nel caso di esempio, verranno create le combinazioni utilizzando solo gli spettri elastici allo SLV.

Load Combinations

General **Steel Design** Concrete Design | SRC Design | Cold Formed Steel Design | Footing Design | Aluminum Design |

Load Combination List

No	Name	Active	Type	PP(ST)	perm(ST)	variabile(ST)	EX(ST)	EY(ST)	Sisma SLV X(RS)	Sisma SLV Y(RS)	Sisma SLD X(RS)	Sisma SLD Y(RS)	Sisma SLV X(ES)	Sisma SLV Y(ES)
12	sLCB12	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	-0.3000			1.0000	0.3000
13	sLCB13	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	-0.3000			-1.0000	-0.3000
14	sLCB14	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000			-0.3000	1.0000
15	sLCB15	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000			0.3000	-1.0000
16	sLCB16	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	1.0000			0.3000	1.0000
17	sLCB17	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	1.0000			-0.3000	-1.0000
18	sLCB18	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	-0.3000			-1.0000	-0.3000
19	sLCB19	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	-0.3000			1.0000	0.3000
20	sLCB20	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	0.3000			-1.0000	0.3000
21	sLCB21	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	0.3000			1.0000	-0.3000
22	sLCB22	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	-1.0000			-0.3000	-1.0000
23	sLCB23	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	-1.0000			0.3000	1.0000
24	sLCB24	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	-1.0000			0.3000	-1.0000
25	sLCB25	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	-1.0000			-0.3000	1.0000
26	sLCB26	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	-0.3000			-1.0000	0.3000
27	sLCB27	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	-0.3000			1.0000	-0.3000
28	sLCB28	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	0.3000			-1.0000	-0.3000
29	sLCB29	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-1.0000	0.3000			1.0000	0.3000
30	sLCB30	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	-1.0000			0.3000	-1.0000
31	sLCB31	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			-0.3000	-1.0000			-0.3000	1.0000
32	sLCB32	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	-1.0000			-0.3000	-1.0000
33	sLCB33	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	-1.0000			0.3000	1.0000
34	sLCB34	Servi	Add	1.0000	1.0000	1.0000								
35	sLCB35	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.5000								
36	sLCB36	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000								
*														

Copy Import... **Auto Generation...** Normal Form

File Name: C:\Users\anton\Desktop\TROCINO\Edificio multipiano A Browse Make Load Combination Sheet Close

Automatic Generation of Load Combinations

Option: ☒ Add ☐ Replace

Code Selection: ☒ Steel ☐ Concrete ☐ SRC ☐ Cold Formed Steel ☐ Footing ☐ Aluminum

Design Code: Eurocode3:05 National Annex: Recommended

☐ Scale Up of Response Spectrum Load Cases

Scale Up Factor: 1 Sisma SLV X

Factor Load Case Add Modify Delete

Manipulation of Construction Stage Load Case

ST: Static Load Case CS: Construction Stage Load Case

☒ ST Only ☐ CS Only ☐ ST+CS

☒ Consider Orthogonal Effect

Set Load Cases for Orthogonal Effect...

☒ 100 : 30 Rule ☐ SRSS(Square-Root-of-Sum-of-Squares)

Define Factors for Variable Actions

Factors for Variable Actions...

Partial factors for actions

Gamma_G: 1.35 Gamma_Q: 1.5

☐ Consider Imperfection Load

Set Load Cases and Direction...

OK Cancel

Set Load Cases for Orthogonal Effect

Orthogonal Loads Group

Define Orthogonal Load Cases

Load Case 1: Sisma SLV X ...

Load Case 2: Sisma SLV Y

LC1	LC2
Sisma SLV X(RS)	Sisma SLV Y(RS)

Add Modify Delete

OK Cancel

Coppia di casi sismici scelta per la regola del 100:30

Factors for Variable Actions

No	Load Case	Type	Psi0	Psi1	Psi2
1	variabile	L	0.70000	0.50000	0.30000
*					

OK Cancel

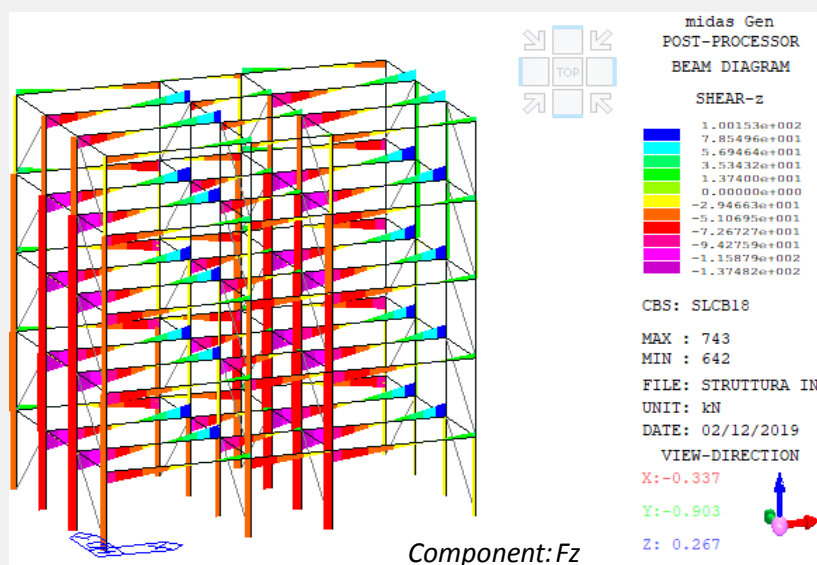
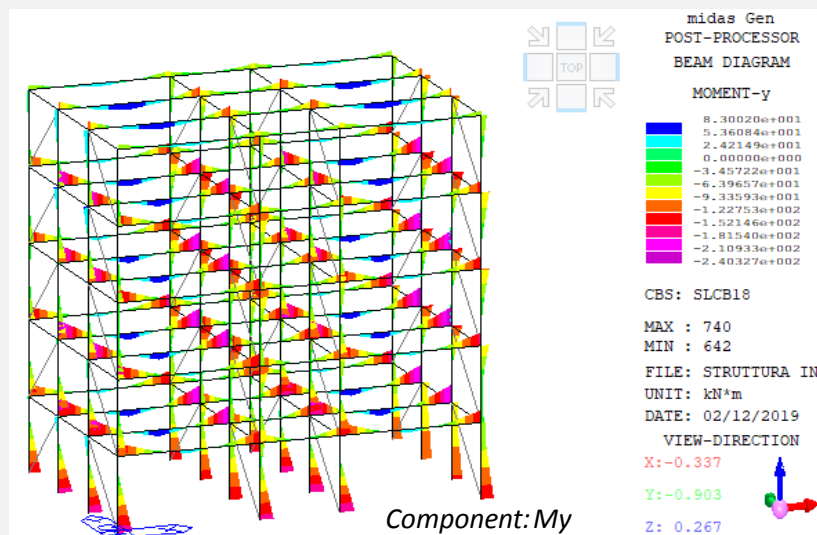
4-2 Analisi dei risultati: Beam diagrams

RESULTS

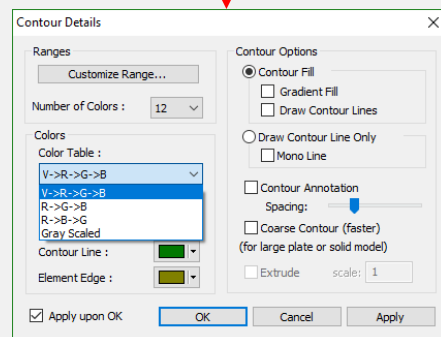
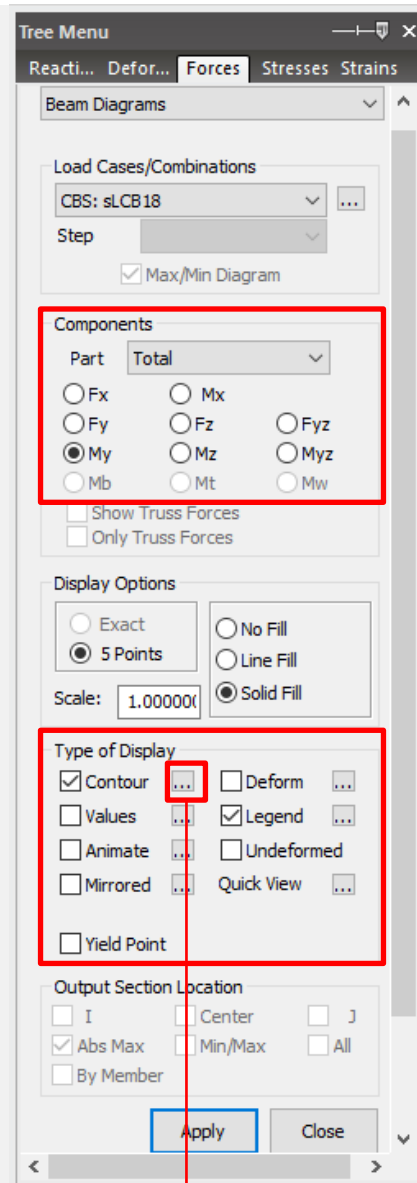
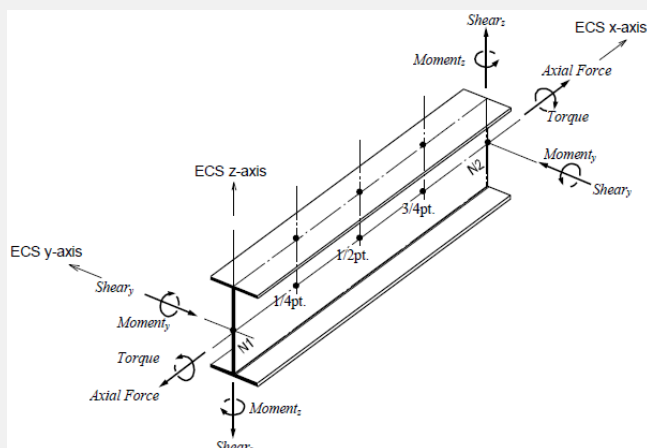
FORCES

BEAM DIAGRAM

Analisi delle sollecitazioni rispetto agli assi locali degli elementi.



La convenzione dei segni per gli elementi Beam è quella rappresentata in figura, dove le frecce indicano la direzione positiva.

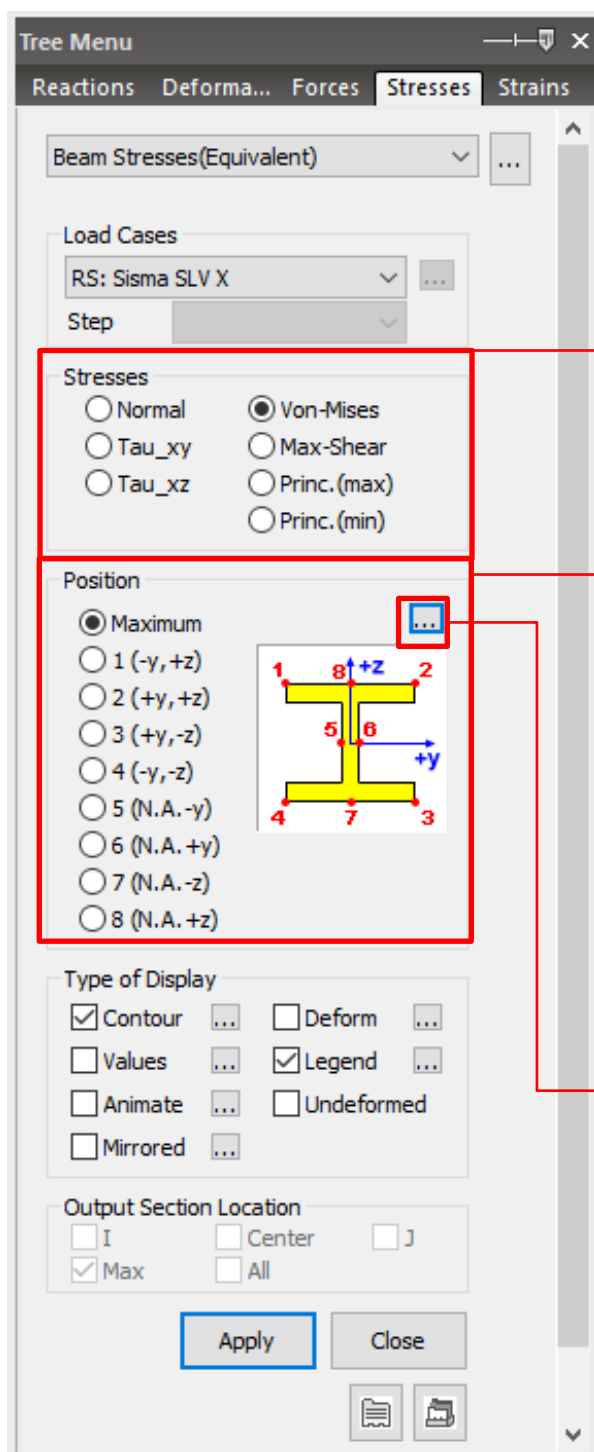


Per amplificare la scala cromatica di riferimento.

4-3 Analisi dei risultati: Equivalent beam stresses

RESULTS > STRESSES > BEAM STRESSES (EQUIVALENT)

Tramite questo comando è possibile visualizzare lo stato tensionale in tutti gli elementi dell'edificio contemporaneamente, così da poter individuare a colpo d'occhio quelli in condizioni più critiche sulle quali è opportuno visualizzare i risultati nello specifico.

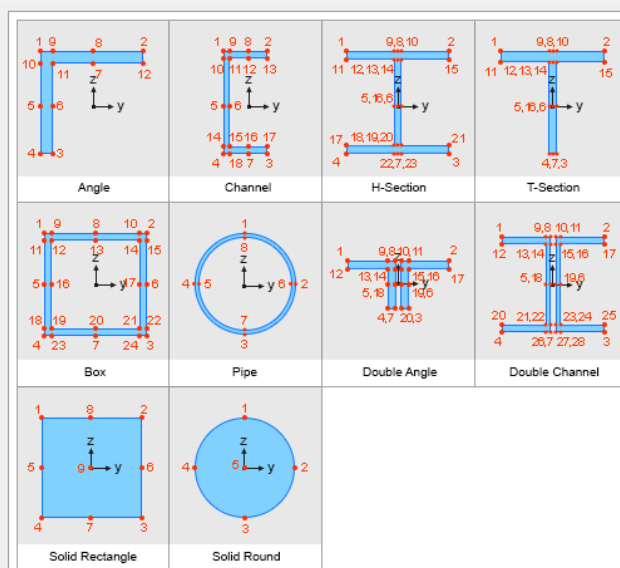


Questo risultato è incompatibile con le combinazioni, è possibile visualizzarlo solo per casi di carico elementari.

Stato tensionale che si vuole visualizzare. Il criterio *Max-Shear* corrisponde al criterio di Tresca.

Scelta del punto della sezione in cui si vuole visualizzare il risultato.

Selezionando *Maximum* prenderà il peggiore tra TUTTI i punti di controllo disponibili, dove i primi 8 sono i più significativi e possono essere selezionati nello specifico.



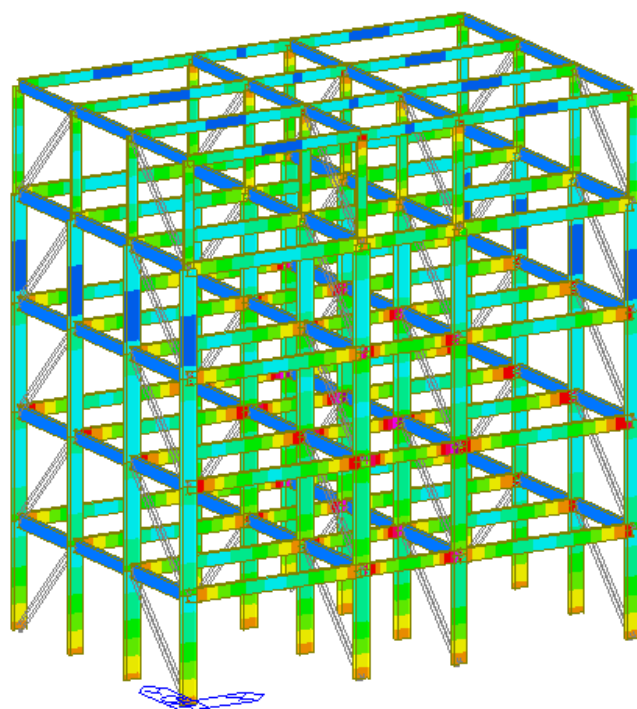
Schema dei punti di controllo per le diverse tipologie di sezione.

4-3 Analisi dei risultati: Equivalent beam stresses

RESULTS

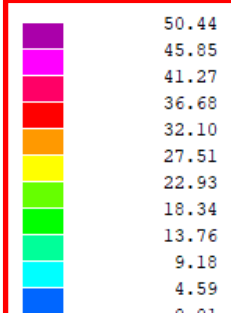
STRESSES

BEAM STRESSES (EQUIVALENT)



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM STRESS (EQUIV.)

Von-Mises



RS: SISMA SLV X

MAX : 646

MIN : 792

FILE: STRUTTURA IN

UNIT: N/mm²

DATE: 02/13/2019

VIEW-DIRECTION

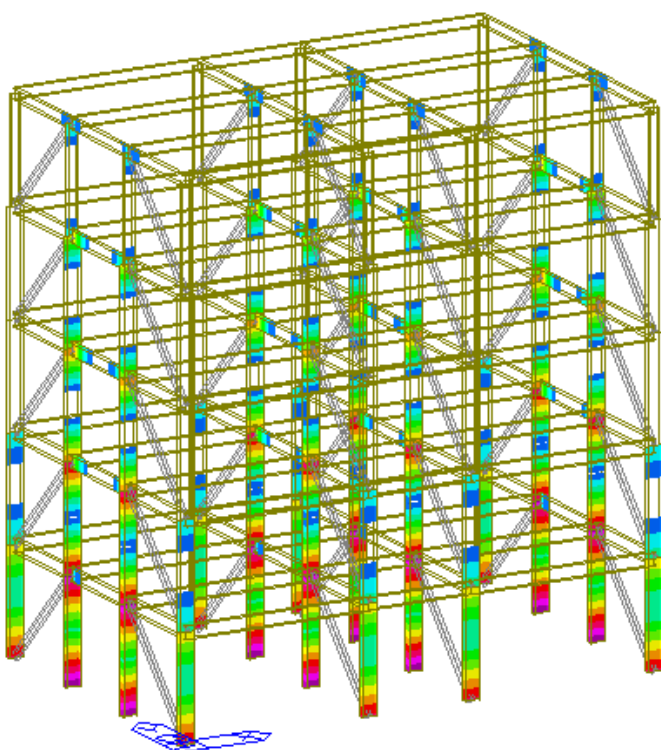
X:-0.483

Y:-0.837

Z: 0.259

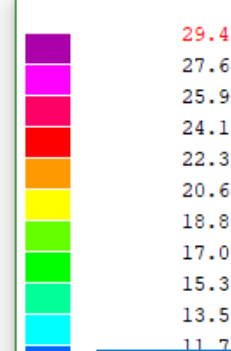


E' possibile editare la legenda personalizzando il range di valori di countour, per esempio visualizzare solo i valori di tensioni che superano i 10MPa.



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM STRESS (EQUIV.)

Von-Mises



10

Max : 2.94364e+00

Min : 0.00000e+00

Reset Max/Min

Select

UNIT: N/mm²

DATE: 02/13/2019

VIEW-DIRECTION

X:-0.465

Y:-0.839

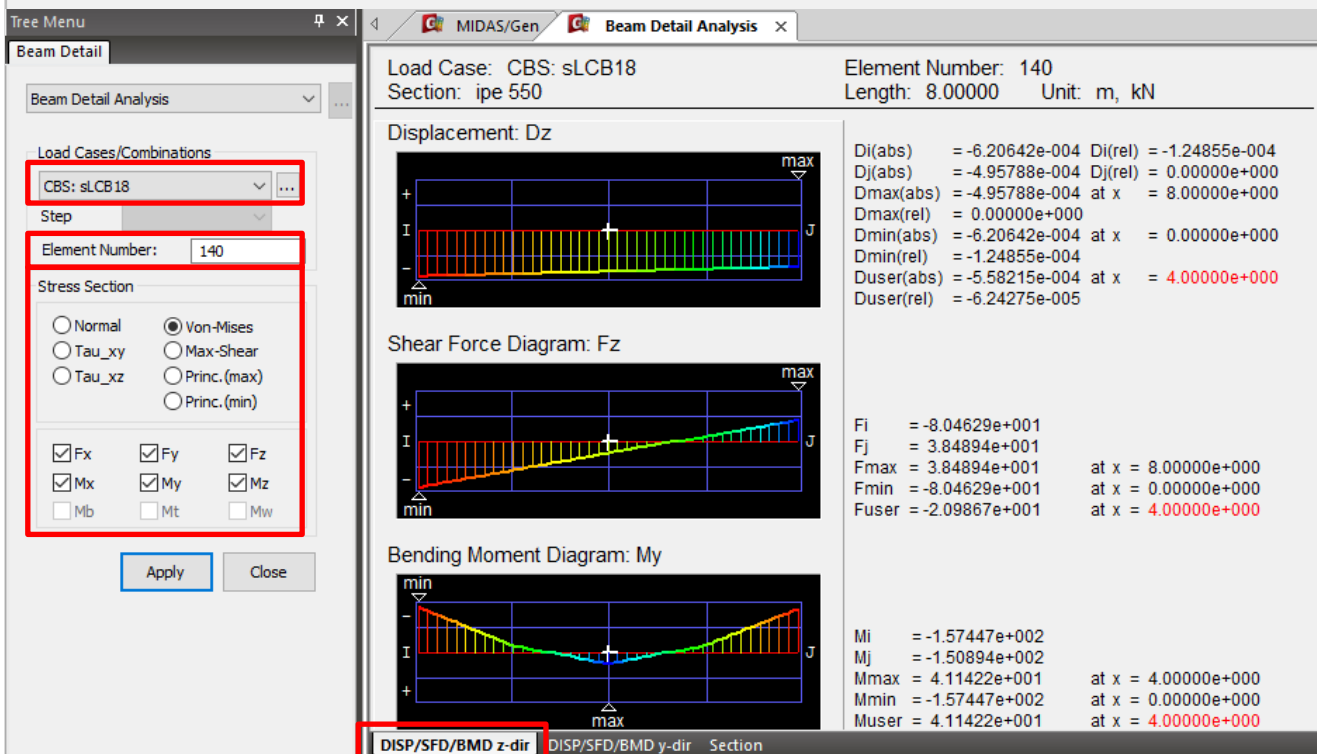
Z: 0.284



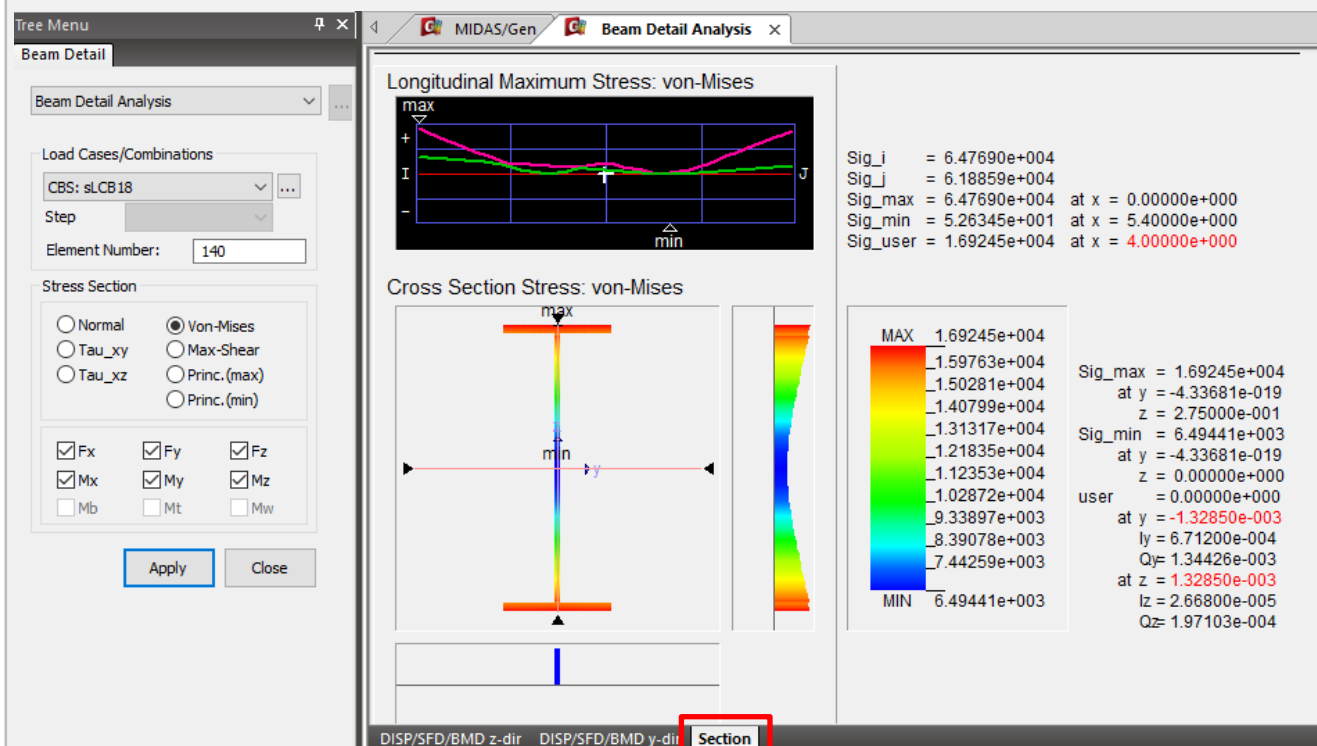
4-5 Analisi dei risultati: Controllo di dettaglio di un elemento

RESULTS → DETAIL → BEAM DETAIL ANALYSIS

E' necessario scegliere elemento e combinazione.



Diagrammi delle sollecitazioni y-y ; z-z



Mappa delle tensioni nella sezione

5-1 Verifiche SLD: Controllo spostamenti interpiano

RESULTS

RESULT
TABLES

STORY

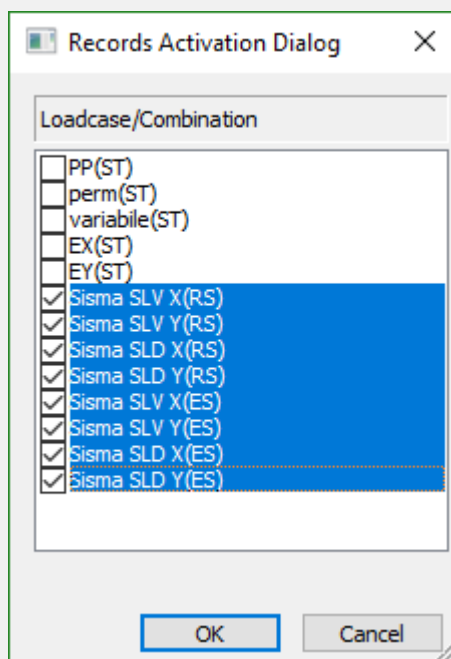
STORY DRIFT

Si esegue la verifica di rigidezza degli elementi strutturali secondo NTC18 - 7.3.6.1 – che si ritiene soddisfatta qualora la deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

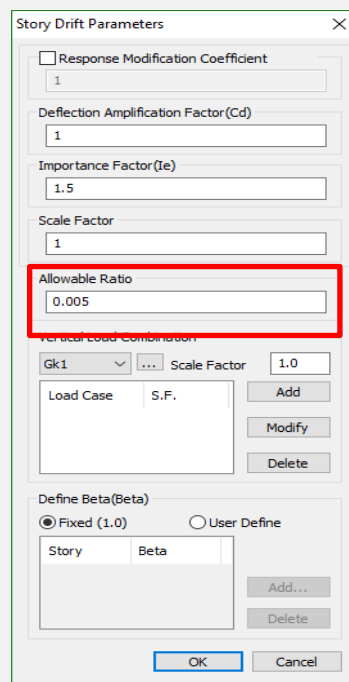
a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$q_{d_r} \leq 0,0050 \cdot h \quad \text{per tamponature fragili} \quad [7.3.11a]$$

$$q_{d_r} \leq 0,0075 \cdot h \quad \text{per tamponature duttili} \quad [7.3.11b]$$



Selezione delle combinazioni



Result - [Story Drift]															
Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass					
					Node	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Cur rent)	Story Drift Ratio	Remark	
RMC,Not Used, Cd=1.5, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.005 Press right mouse button and click "Set Story Drift Parameters..." menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!															
	Sisma S	5F	4.50	1.00	0.0050	65	0.0045	0.0030	0.0007	OK	0.0045	0.0030	1.0000	0.0007	OK
	Sisma S	4F	4.50	1.00	0.0050	49	0.0037	0.0025	0.0005	OK	0.0037	0.0025	1.0000	0.0005	OK
	Sisma S	3F	4.50	1.00	0.0050	33	0.0046	0.0030	0.0007	OK	0.0046	0.0030	1.0000	0.0007	OK
	Sisma S	2F	4.50	1.00	0.0050	17	0.0048	0.0032	0.0007	OK	0.0048	0.0032	1.0000	0.0007	OK
	Sisma S	1F	4.50	1.00	0.0050	1	0.0029	0.0019	0.0004	OK	0.0029	0.0019	1.0000	0.0004	OK
	Sisma S	5F	4.50	1.00	0.0050	68	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	4F	4.50	1.00	0.0050	52	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	3F	4.50	1.00	0.0050	36	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	2F	4.50	1.00	0.0050	20	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	1F	4.50	1.00	0.0050	4	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	5F	4.50	1.00	0.0050	65	0.0027	0.0018	0.0004	OK	0.0027	0.0018	1.0000	0.0004	OK
	Sisma S	4F	4.50	1.00	0.0050	49	0.0021	0.0014	0.0003	OK	0.0021	0.0014	1.0000	0.0003	OK
	Sisma S	3F	4.50	1.00	0.0050	33	0.0026	0.0017	0.0004	OK	0.0026	0.0017	1.0000	0.0004	OK
	Sisma S	2F	4.50	1.00	0.0050	17	0.0027	0.0018	0.0004	OK	0.0027	0.0018	1.0000	0.0004	OK
	Sisma S	1F	4.50	1.00	0.0050	1	0.0016	0.0011	0.0002	OK	0.0016	0.0011	1.0000	0.0002	OK
	Sisma S	5F	4.50	1.00	0.0050	68	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	4F	4.50	1.00	0.0050	52	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	3F	4.50	1.00	0.0050	36	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	2F	4.50	1.00	0.0050	20	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	1F	4.50	1.00	0.0050	4	0.0000	0.0000	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	5F	4.50	1.00	0.0050	65	0.0001	0.0001	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	4F	4.50	1.00	0.0050	49	0.0001	0.0001	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	3F	4.50	1.00	0.0050	33	0.0001	0.0001	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
	Sisma S	2F	4.50	1.00	0.0050	17	0.0002	0.0001	0.0000	OK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK

Storydrift

5-2 Verifiche SLD: Controllo della non linearità geometrica

RESULTS

RESULT
TABLES

STORY

STABILITY
COEFFICIENT

Effetti delle non linearità geometriche

Le non linearità geometriche sono prese in conto attraverso il fattore θ che, in assenza di più accurate determinazioni, può essere definito come:

$$\theta = \frac{P \cdot d_{er}}{V \cdot h} \quad [7.3.3]$$

dove:

P è il carico verticale totale dovuto all'orizzontamento in esame e alla struttura ad esso sovrastante;

d_{er} è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV, ottenuto come differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante, entrambi valutati come indicato al § 7.3.3.3;

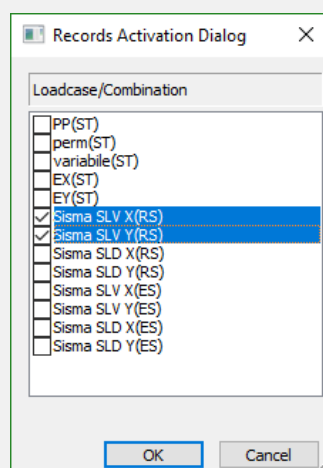
V è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame, derivante dall'analisi lineare con fattore di comportamento q ;

h è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

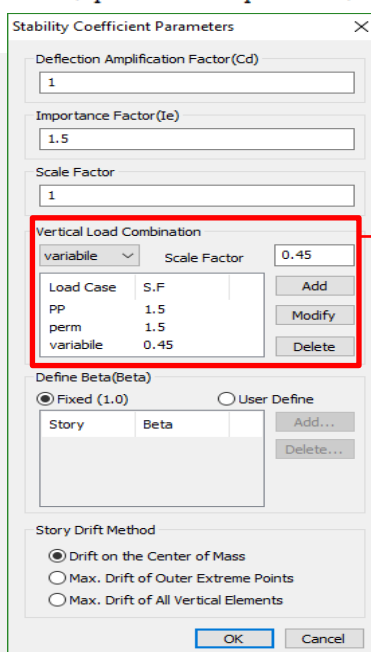
Gli effetti delle non linearità geometriche:

- possono essere trascurati, quando θ è minore di 0,1;
- possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a $1/(1-\theta)$, quando θ è compreso tra 0,1 e 0,2;
- devono essere valutati attraverso un'analisi non lineare, quando θ è compreso tra 0,2 e 0,3.

Il fattore θ non può comunque superare il valore 0,3.



Selezione delle combinazioni



La forza totale V presa in considerazione è quella elastica. Bisogna quindi moltiplicare i casi di carico per i relativi coeff. di comb. e per il fattore di struttura q .

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (Beta)	Stability Coefficient (Theta)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
Cd=1, Ie=1.5, Scale Factor=1 Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!										
Sisma SLV	5F	4.50	2191.2205	211.9570	0.0030	1.0000	0.0069	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	4F	4.50	5191.2981	372.6481	0.0025	1.0000	0.0076	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	3F	4.50	8191.3757	505.6151	0.0030	1.0000	0.0110	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	2F	4.50	11191.4533	600.0628	0.0032	1.0000	0.0132	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	1F	4.50	14191.5309	649.9512	0.0019	1.0000	0.0093	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	5F	4.50	2191.2205	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	4F	4.50	5191.2981	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	3F	4.50	8191.3757	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	2F	4.50	11191.4533	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.2500	OK	1.0000
Sisma SLV	1F	4.50	14191.5309	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.2500	OK	1.0000

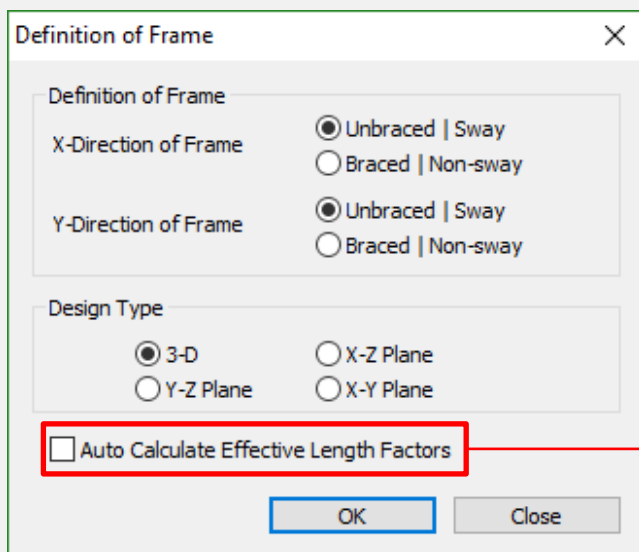
6-1 General Design: Definition of Frame – Effective Length Factor

DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

DEFINITION OF FRAME

Essendo la struttura 3D, ogni elemento può essere sottoposto a instabilità nelle due direzioni x-y.



Definition of Frame

Definition of Frame

X-Direction of Frame

☒ Unbraced | Sway
☐ Braced | Non-sway

Y-Direction of Frame

☒ Unbraced | Sway
☐ Braced | Non-sway

Design Type

☒ 3-D
☐ X-Z Plane
☐ Y-Z Plane
☐ X-Y Plane

☐ Auto Calculate Effective Length Factors

OK Close

Unbraced / Sway: (nodi liberi di ruotare e traslare) la struttura si comporta come non controventata nei confronti dell'instabilità

Braced / Non-Sway: (nodi liberi di ruotare) la struttura si comporta come controventata nei confronti dell'instabilità

Spuntando calcola automaticamente la lunghezza libera di inflessione dei singoli elementi.

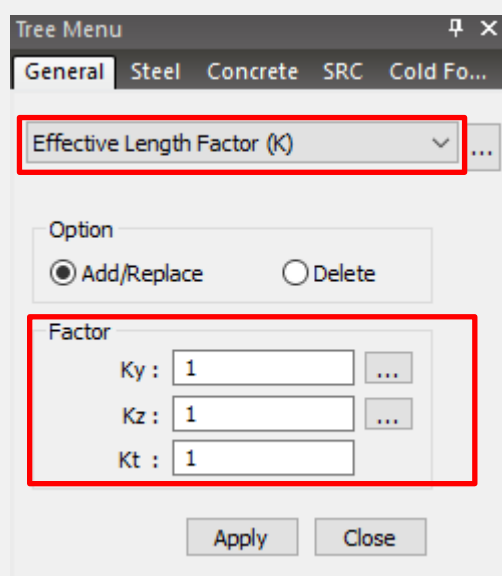
Altrimenti è possibile definirla manualmente tramite il comando:

design/ general design parameters/ unbraced lenght

DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

EFFECTIVE LENGHT FACTOR



Tree Menu

General Steel Concrete SRC Cold Fo...

Effective Length Factor (K)

Option

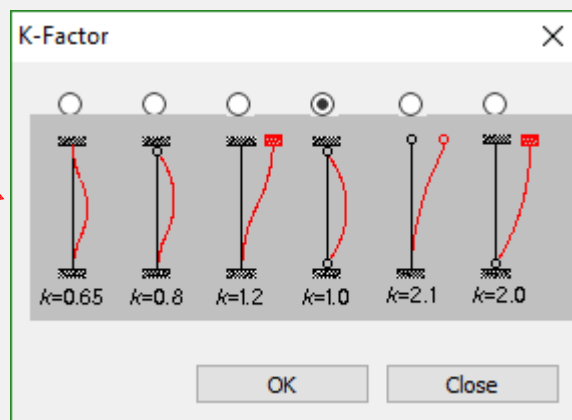
☒ Add/Replace
☐ Delete

Factor

Ky : 1
Kz : 1
Kt : 1

Apply Close

Il software definisce in automatico lo schema statico per il calcolo del coefficiente k facendo riferimento al testo "Steel structures" (1982), Ballio and Mazzolani. Per approfondimenti si rimanda a Help online.



K-Factor

Diagram showing six cases of effective length factor (k) for different boundary conditions:

- k=0.65
- k=0.8
- k=1.2
- k=1.0
- k=2.1
- k=2.0

OK Close

Altri casi più comuni

6-2 General Design: Unbraced Length – Serviceability LC Type

DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

UNBRACED LENGHT

Tree Menu

General Steel Concrete SRC Cold Fo...

Unbraced Length(L,Lb)

Option

☒ Add/Replace ☐ Delete

Unbraced Length

Ly : 2 m

Lz : 3.5 m

Laterally Unbraced Length

Lb : 0 m

☒ Do not consider

Torsional Unbraced Length

Lt : 0 m

Apply Close

Serve per definire una diversa lunghezza dell'elemento ai fini della verifica di instabilità. Di default il programma definisce una lunghezza pari a quella dell'elemento moltiplicata per il coefficiente k.

Con questa spunta attiva non viene eseguita la verifica a flessione-torsione degli elementi considerati.

DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

SERVICEABILITY LOAD
COMBINATION TYPE

Serviceability Load Combination Type

Serviceability

Quasi-permanent

sLCB36

Frequent

sLCB35

Characteristic

sLCB34

OK Close

Assegnazione delle relative combinazioni per le verifiche di esercizio.

Elementi in acciaio vedi cap. 4.2.4.2 NTC 18

- Limiti di freccia elastica per elementi trave
- Limiti di deformabilità orizzontale per piani/pilastri

6-3 General Design: Limiting Slenderness Ratio – Modify Member Type

DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

LIMITING
SLENDERNESS RATIO

Tree Menu
General Steel Concrete SRC

Limiting Slenderness Ratio ...

Option
☒ Add/Replace ☐ Delete

Limiting Slenderness Ratio
Compression : 200
Tension : 300
☐ Do not Check

Apply Close

E' il parametro limite di snellezza λ per la verifica come definito da NTC 18 cap. 4.2.4.1.3.1

Attivando questa spunta il software non esegue la verifica di snellezze dell'elemento.

DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

MODIFY MEMEBER TYPE

Tree Menu
General Steel Concrete SRC

Modify Member Type ...

Option
☒ Add/Replace ☐ Delete

Member Type
☐ Beam ☒ Column ☐ Brace

Apply Close

Di default il programma considera elementi "column" tutti quelli con orientamento verticale ed elementi "beam" quelli orizzontali. Il comando si rende necessario qualora vi fosse la presenza di elementi obliqui per i quali il programma non sa dare una tipologia automatica.

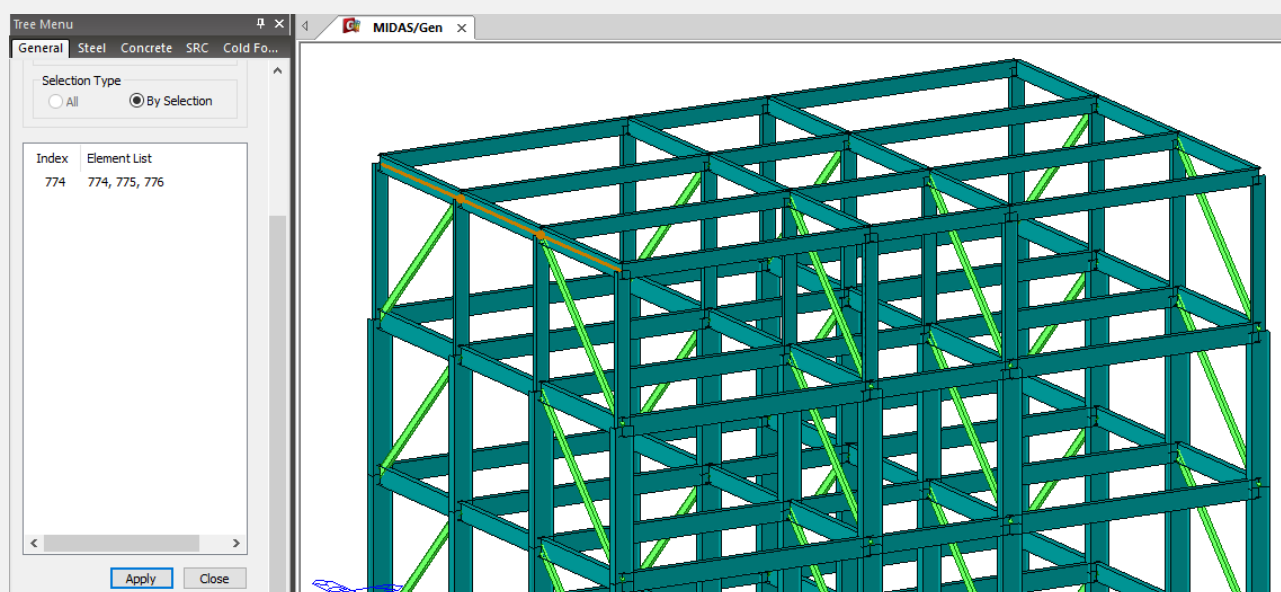
6-4 General Design: Member Assignment – Live load reduction factor

DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

MEMEBER ASSIGNMENT

Il programma distingue gli elementi per il design sulla base della loro geometria. Considera di default tutti gli elementi finiti che vanno da nodo a nodo. E' possibile raggruppare elementi beam assegnando loro un unico 'Member' al fine di considerarli come un'unica entità per il progetto e la verifica. Il nuovo member sarà rinominato con l'ID dell'elemento più basso del gruppo (esempio a fine puramente dimostrativo).



DESIGN

GENERAL DESIGN
PARAMETERS

LIVE LOAD
REDUCTION FACTOR

Live Load Reduction Factor

Calculation Rule

☒ by General Design Code ☐ by Chinese Standard

Applied Components

☐ All Forces ☒ Axial Force ☐ Moments ☐ Shear Forces

Live Load Case Name :

Factor Range : Max(Rmax) 1.00 - Min(Rmin) 0.50

Story	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Range
	0.00	0.00	0.00	0.00	1 0.5

Picking Node Number :

Add Modify Delete

OK Close

Possibilità di ridurre le sollecitazioni sulla quale fare il Design, distinguendo i tre tipi di sollecitazione (N,M,T), o casi di carico.

7-1 Steel Design: Steel Design Code – Partial Safety Factors

DESIGN

STEEL DESIGN

STEEL DESIGN CODE

Scelta della normativa di riferimento.

Se spuntata non esegue la verifica a flessione-torsione per le travi.

Esegue la verifica di deformazione degli elementi beam e colonna.

$M_{y,Ed}$ $M_{z,Ed}$ concomitanti nella sezione più sollecitata.

$M_{y,Ed}$ $M_{z,Ed}$ massimi dell'elemento.

DESIGN

STEEL DESIGN

PARTIAL SAFETY FACTORS

Definizione dei coefficienti parziali di sicurezza secondo NTC 18.

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

NTC 18 tabella 4.2.VII

7-2 Steel Design: Modify Steel Material – Serviceability Parameters

DESIGN

STEEL DESIGN

MODIFY STEEL MATERIAL

Nel caso in cui si voglia utilizzare un diverso materiale per le verifiche rispetto a quello utilizzato per le analisi.

Material List

ID	Name	Es	Fu	Fy Fy1	Fy2
1	S235nd	2.1e+008	360000	235000	215000
2	S355colonne	2.1e+008	510000	355000	335000

Steel Material Selection

Code : EN05(S) Grade : S235

Modulus of Elasticity (Es) : 210000000 kN/m²

Poisson's Ratio (Ps) : 0.3

Tensile Strength (Fu) : 360000 kN/m²

Yield Strength (Fy1) : 235000 kN/m²

Yield Strength (Fy2) : 215000 kN/m²

Modify Close

Materiali utilizzati e corrispondente ID

Selezione del nuovo materiale

DESIGN

STEEL DESIGN

SERVICEABILITY
PARAMETERS

Limiti di deformazione per verifiche di esercizio secondo NTC 18.

Tree Menu

General Steel Concrete SRC

Serviceability Parameters

Option

☒ Add/Replace ☐ Delete

Selection Type

☐ All ☒ By Selection

Deflection Control For Beams

☐ L / 400

☒ L / 250

☐ L / 200

☐ User : L / 250

Deflection Control For Columns

☐ h / 500

☒ h / 300

☐ h / 150

☐ User : h / 250

Deflection Amplification Factor

1

Apply Close

Si fissano i parametri di verifica per freccia massima agli elementi beam e spostamenti orizzontali massimi per elementi columns.

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_s}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Tab. 4.2.XIII - Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carro-ponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{200}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

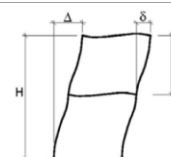


Fig. 4.2.4 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

NTC 18 tabella 4.2.XII

7-3 Steel Design: Steel Code Check

DESIGN

STEEL DESIGN

STEEL CODE CHECK

Verifiche di resistenza sezionali e instabilità secondo EC 3.

Spuntando "member" vengono visualizzati tutti gli elementi.

Spuntando "Property" viene visualizzato l'elemento con l'indice di sfruttamento maggiore per ogni section ID.

Indice di sicurezza dell'elemento

Se > 1 NON verificato

Lunghezza libera inflessione

Coeff. per lunghezza libera d'inflessione definita dall'utente

Lunghezza elemento

Eurocode3:05 Code Checking Result Dialog

Code : Eurocode3:05

Unit : kN , m

Primary Sorting Option

Sorted by ☐ Member
☒ Property

Change...

Update...

☐ SECT

☒ MEMB

CH	MEMB	SECT	SE	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Rd	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed	T,Ed	Def
K	COM	SHR	ID	Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd	T,Rd	Defa
OK	12	1		HEB600 col, HEB600		23	4.50000	4.50000	1.632	0.850	-1260.1	-70.197	-70.197	-20.394	-8.8504	-28.013	-	0.00000
	0.240	0.026		S355	355000		4.50000	4.50000	0.685	0.850	8166.11	0.00000	2023.50	320.210	3818.39	2271.97	-	0.01500
OK	695	3		ipe 550, IPE550		1	8.00000	8.00000	1.000	1.000	0.00000	-275.94	-275.94	0.00000	0.00000	210.792	-	-0.0042
	0.421	0.216		S235	235000		0.00000	8.00000	1.000	1.000	3149.00	0.00000	655.180	92.8583	0.00000	975.862	-	0.03200
OK	789	4		IPE450		1	8.00000	8.00000	1.000	1.000	0.00000	-177.93	-177.93	0.00000	0.00000	150.264	-	-0.0079
	0.445	0.218		S235	235000		0.00000	8.00000	1.000	1.000	2321.80	0.00000	399.970	64.1140	0.00000	689.572	-	0.03200
NG*	321	10		IPE220		22	6.36396	6.36396	1.000	1.000	-205.44	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-	-
	2.141	0.000		S235	235000		6.36396	6.36396	1.000	1.000	95.9378	0.00000	67.2100	13.4924	0.00000	0.00000	-	-
OK	643	12		IPE500		19	4.50000	4.50000	1.000	1.000	0.00000	-147.57	-147.57	0.00000	0.00000	-105.13	-	-0.0005
	0.286	0.43		S235	235000		0.00000	4.50000	1.000	1.000	2726.00	0.00000	515.590	78.0606	0.00000	818.840	-	0.01800
OK	763	13		IPE400		1	4.50000	4.50000	1.748	0.850	-142.08	127.051	127.051	0.50496	-0.2200	-45.332	-	0.00000
	0.327	0.052		S355	355000		4.50000	4.50000	0.536	0.850	2999.75	0.00000	464.340	80.0868	1074.44	875.812	-	0.01500

Shear resistance ratio

Comb. di verifica scelta

Controllo

☐ Connect Model View

View Result Ratio...

Result View Option

☒ All ☐ OK ☐ NG

Select All

Unselect All

Re-calculation

<<

Graphic...

Detail...

Summary...

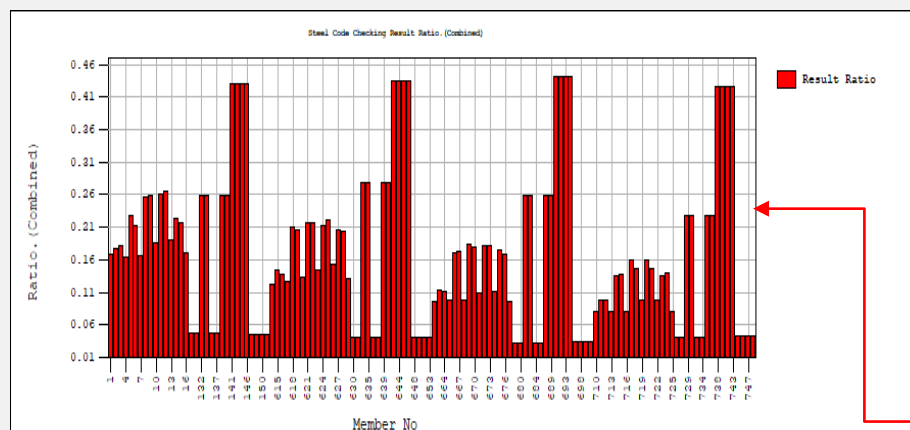
Close

Summary by LCB...

Copy Table

Result Ra...

ID	SEL	Section No
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
2	<input checked="" type="checkbox"/>	3
3	<input type="checkbox"/>	4
4	<input type="checkbox"/>	10
5	<input type="checkbox"/>	12
6	<input type="checkbox"/>	13



Result Ra... - [X]

ID	SEL	Section No
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1
2	<input checked="" type="checkbox"/>	3
3	<input type="checkbox"/>	4
4	<input type="checkbox"/>	10
5	<input type="checkbox"/>	12
6	<input type="checkbox"/>	13

Select All Unselect All

Sort Option

☐ Member ☒ Property ☐ Material

Graph Option

☐ Line ☒ Ver. Bar

Load Combinations for Steel

Code Checking All

Ratio by Components

☐ Axial ☐ Shear-y ☐ Shear-z

☐ Bend-y ☐ Bend-z

☒ Combined

From To

Ratio Limit 0 1

Select Elements

☒ Override Graph View

Show Graph of Result Ratio

Close

7-4 Steel Design: Steel Code Check (cambio di profilo)

DESIGN

STEEL DESIGN

STEEL CODE CHECK

Il software propone un cambio del profilo utilizzato al fine di ottimizzare la sezione con riferimento all'indice di sfruttamento.

Scelta profilo % di sfruttamento della sezione

Eurocode3:05 Code Checking Result Dialog

Code : Eurocode3:05 Unit : kN , m

Sorted by ☐ Member ☒ Property Change... Update...

CH	MEMB	SECT	SE	Section	
K	COM	SHR	L	Material	Fy
OK	12	1	<input type="checkbox"/>	HEB600 col, HEB600	
	0.240	0.026		S355	355000
OK	695	3	<input type="checkbox"/>	ipe 550, IPE550	
	0.421	0.216		S235	235000
OK	789	4	<input type="checkbox"/>	IPE450	
	0.445	0.218		S235	235000
NG*	321	10	<input checked="" type="checkbox"/>	IPE220	
	2.141	0.000		S235	235000
OK	643	12	<input type="checkbox"/>	IPE500	
	0.286	0.143		S235	235000
OK	763	13	<input type="checkbox"/>	IPE400	
	0.327	0.052		S355	355000

☐ Connect Model View View Result Ratio...

Select All Unselect All Re-calculation >>

Graphic... Detail... Summary... Close

Change Steel Properties Dialog

Property No. 10 Unit : m

Open MGB File ☐ Same H ☐ Same tw ☐ Same tf1 ☐ Same tf2

From To From To From To

0 0 0 0 0 0

☐ Same B1 ☐ Same B2

0 0 0 0

Limit Combined Ratio from 0.8 to 1 Search Satisfied Section

Print All Properties

Section	CHK	SE	LCB	COM	SHR	H	B	AREA
IPN320	OK*	<input type="checkbox"/>	22	0.828	0.000	0.3200	0.1310	0.0078
HEB140	OK	<input checked="" type="checkbox"/>	22	0.945	0.000	0.1400	0.1400	0.0043
HEA160	OK	<input type="checkbox"/>	22	0.876	0.000	0.1520	0.1600	0.0039

Nuovi profili proposti

Sorted by ☐ H ☐ B ☒ Area Change & Close Close Change

NOTA: Cambiando sezione la verifica è soddisfatta, ma questo vale per lo stato di sollecitazioni attuale. E' necessario ora ripetere l'analisi per ottenere le nuove sollecitazioni di progetto.

Eurocode3:05 Code Checking Result Dialog

Code : Eurocode3:05 Unit : kN , m

Sorted by ☐ Member ☒ Property Change... Update...

CH	MEMB	SECT	SE	Section	
K	COM	SHR	L	Material	Fy
OK	12	1	<input type="checkbox"/>	HEB600 col, HEB600	
	0.240	0.026		S355	355000
OK	695	3	<input type="checkbox"/>	ipe 550, IPE550	
	0.421	0.216		S235	235000
OK	789	4	<input type="checkbox"/>	IPE450	
	0.445	0.218		S235	235000
OK	321	10	<input type="checkbox"/>	HEB140	
	0.945	0.000		S235	235000
OK	643	12	<input type="checkbox"/>	IPE500	
	0.286	0.143		S235	235000
OK	763	13	<input type="checkbox"/>	IPE400	
	0.327	0.052		S355	355000

☐ Connect Model View View Result Ratio...

Select All Unselect All Re-calculation >>

Graphic... Detail... Summary... Close

7-5 Steel Design: Steel Code Check (aggiornamento del profilo)

DESIGN

STEEL DESIGN

STEEL CODE CHECK

Si procede a sostituire nel database il profilo IPE 220 con un HEB 140.

Eurocode3:05 Code Checking Result Dialog

Code : Eurocode3:05 Unit : kN , m

Sorted by ☐ Member ☒ Property

CH K	MEMB COM	SECT SHR	SE L	Section	Material	Fy
OK	12	1	<input type="checkbox"/>	HEB600 col, HEB600	S355	355000
	0.240	0.026				
OK	695	3	<input type="checkbox"/>	ipe 550, IPE550	S235	235000
	0.421	0.216				
OK	789	4	<input type="checkbox"/>	IPE450	S235	235000
	0.445	0.218				
OK	321	10	<input checked="" type="checkbox"/>	HEB140	S235	235000
	0.945	0.000				
OK	643	12	<input type="checkbox"/>	IPE500	S235	235000
	0.286	0.143				
OK	763	13	<input type="checkbox"/>	IPE400	S355	355000
	0.327	0.052				

☐ Connect Model View

Update Changed Properties Dialog

Properties Before Change		Properties After Change	
SECT	Section	SECT	Section
1	HEB600 col, HEB600	1	<input type="checkbox"/> HEB600 col, HEB600
3	ipe 550, IPE550	3	<input type="checkbox"/> ipe 550, IPE550
4	IPE450	4	<input type="checkbox"/> IPE450
10	IPE220	10	<input checked="" type="checkbox"/> HEB140
12	IPE500	12	<input type="checkbox"/> IPE500
13	IPE400	13	<input type="checkbox"/> IPE400

Update Changed Properties Dialog

Properties Before Change		Properties After Change	
SECT	Section	SECT	Section
1	HEB600 col, HEB600	1	<input type="checkbox"/> HEB600 col, HEB600
3	ipe 550, IPE550	3	<input type="checkbox"/> ipe 550, IPE550
4	IPE450	4	<input type="checkbox"/> IPE450
10	HEB140	10	<input type="checkbox"/> HEB140
12	IPE500	12	<input type="checkbox"/> IPE500
13	IPE400	13	<input type="checkbox"/> IPE400

Una volta effettuata la sostituzione, si avvia una "Re-analysis" e successivamente un "Re-check" direttamente dalla stessa schermata.

7-6 Steel Design: Steel Code Check (Re-analysis - Re-check)

DESIGN

STEEL DESIGN

STEEL CODE CHECK

Effettuata la Re-analysis e il Re-check si nota come i controventi non risultino comunque verificati. Bisogna allora rieseguire la stessa procedura fino a che non si trova un profilo che rimane verificato post Re-analysis e Re-check.

Un profilo IPE 300 risulta verificato.

Eurocode3:05 Code Checking Result Dialog

Code : Eurocode3:05 Unit : kN , m Primary Sorting Option

Sorted by ☐ Member ☒ Property Change... Update...

☐ SECT ☒ MEMB

CH	MEMB	SECT	SE	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed	T,Ed	Def
K	COM	SHR	L	Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd	T,Rd	Defa
OK	8	1		HEB600 col, HEB600		1	4.50000	4.50000	1.632	0.850	-1586.5	-72.530	-72.530	-1.6072	0.53386	22.5775	-	0.00000
	0.230	0.026		S355	355000		4.50000	4.50000	0.685	0.850	8166.11	0.00000	2023.50	320.210	3818.39	2271.97	-	0.01500
OK	695	3		ipe 550, IPE550		1	8.00000	8.00000	1.000	1.000	0.00000	-275.94	-275.94	0.00000	0.00000	210.792	-	-0.0042
	0.421	0.216		S235	235000		0.00000	8.00000	1.000	1.000	3149.00	0.00000	655.180	92.8583	0.00000	975.862	-	0.03200
OK	789	4		IPE450		1	8.00000	8.00000	1.000	1.000	0.00000	-177.93	-177.93	0.00000	0.00000	150.264	-	-0.0079
	0.445	0.218		S235	235000		0.00000	8.00000	1.000	1.000	2321.80	0.00000	399.970	64.1140	0.00000	689.572	-	0.03200
OK	613	10		IPE300		22	6.36396	6.36396	1.000	1.000	-227.13	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-	-
	0.875	0.000		S235	235000		6.36396	6.36396	1.000	1.000	267.632	0.00000	147.580	29.1132	0.00000	0.00000	-	-
OK	643	12		IPE500		19	4.50000	4.50000	1.000	1.000	0.00000	-147.47	-147.47	0.00000	0.00000	-105.41	-	-0.0005
	0.286	0.143		S235	235000		0.00000	4.50000	1.000	1.000	2726.00	0.00000	515.590	78.0606	0.00000	818.840	-	0.01800
OK	763	13		IPE400		1	4.50000	4.50000	1.748	0.850	-142.72	127.051	127.051	0.50637	-0.2206	-45.332	-	0.00000
	0.328	0.052		S355	355000		4.50000	4.50000	0.536	0.850	2999.75	0.00000	464.340	80.0868	1074.44	875.812	-	0.01500

☐ Connect Model View View Result Ratio... Result View Option

Select All Unselect All Re-calculation << ☒ All ☐ OK ☐ NG

Graphic... Detail... Summary... Close Summary by LCB... Copy Table

Tramite il comando **Graphic** si potrà accedere nello specifico a tutti i risultati delle verifiche eseguite dal software, mentre tramite il comando **Detail** si potranno controllare i calcoli dei valori resistenti secondo la normativa scelta, come riportato di seguito:

7-7 Steel Design: Steel Code Check (Graphic)

DESIGN

STEEL DESIGN

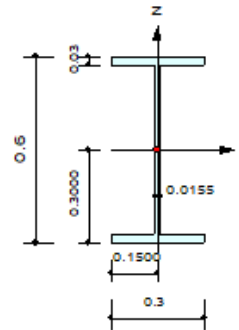
STEEL CODE CHECK

1. Design Information

Caratteristiche
sezione

Design Code : Eurocode3:05
Unit System : kN, m
Member No : 8
Material : S355 (No:2)
($F_y = 355000$, $E_s = 210000000$)
Section Name : HEB600 col (No:1)
(Rolled : HEB600).

Member Length : 4.50000



2. Member Forces

Combinazione scelta per N, M e T

Axial Force $F_{xx} = -1586.5$ (LCB: 1, POS:J)
Bending Moments $M_y = -72.530$, $M_z = -1.6072$
End Moments $M_{yi} = 29.0692$, $M_{yj} = -72.530$ (for Lb)
 $M_{yi} = 29.0692$, $M_{yj} = -72.530$ (for Ly)
 $M_{zi} = 0.79523$, $M_{zj} = -1.6072$ (for Lz)
Shear Forces $F_{yy} = 6.46576$ (LCB: 6, POS:1/2)
 $F_{zz} = 59.1453$ (LCB: 2, POS:1/2)

Proprietà geometriche sezione

Depth	0.60000	Web Thick	0.01550
Top F Width	0.30000	Top F Thick	0.03000
Bot.F Width	0.30000	Bot.F Thick	0.03000
Area	0.02700	Asz	0.00930
Oyb	0.20193	Ozb	0.01125
Iyy	0.00171	Izz	0.00014
Ybar	0.15000	Zbar	0.30000
Wely	0.00570	Welz	0.00060
ry	0.25200	rz	0.07080

3. Design Parameters

Parametri per la verifica ad instabilità

Unbraced Lengths $L_y = 4.50000$, $L_z = 4.50000$, $L_b = 4.50000$
Effective Length Factors $K_y = 1.63$, $K_z = 0.68$
Equivalent Uniform Moment Factors $C_{my} = 0.85$, $C_{mz} = 0.85$, $C_{mLT} = 1.00$

4. Checking Results

Slenderness Ratio

$KL/r = 51.4 < 200.0$ (Memb:614, LCB: 17)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 1586.54/8166.11 = 0.194 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 72.53/2023.50 = 0.036 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 1.607/320.210 = 0.005 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R_{oom} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \Gamma_{M0})$, $R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$

$R_{c_LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \Gamma_{M1})$

$R_{b_LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \Gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \Gamma_{M1})$

$R_{c_LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \Gamma_{M1})$

$R_{b_LT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i_LT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \Gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \Gamma_{M1})$

$R_{max} = MAX[R_{oom} + R_{bend}, MAX(R_{c_LT1} + R_{b_LT1}, R_{c_LT2} + R_{b_LT2})] = 0.230 < 1.000$ O.K

Shear Resistance

$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.002 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.026 < 1.000$ O.K

5. Deflection Checking Results

$L/300.0 = 0.0150 > 0.0000$ (Memb:8, LCB: 36, Dir-X)..... O.K

Risultati
delle
verifiche

7-8 Steel Design: Steel Code Check (Detail)

DESIGN

STEEL DESIGN

STEEL CODE CHECK

Nella prima parte del *Detail* vengono rielencate le combinazioni di carico.

```
*. DEFINITION OF LOAD COMBINATIONS WITH SCALING UP FACTORS.
```

```
LCB C Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor)
```

Vengono poi determinate le classi di duttilità per le parti della sezione (anima e flange).

```
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
```

```
( ). Determine classification of compression outstand flanges.  
[ Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5 ]  
-. e = SQRT( 235/fy ) = 0.81  
-. b/t = BTR = 3.84  
-. sigma1 = 47204.604 KPa.  
-. sigma2 = 46311.373 KPa.  
-. BTR < 9*e ( Class 1 : Plastic ).
```

Dopo aver riportato i coefficienti di sicurezza γ_m , vengono calcolati i valori di resistenza (e i rapporti di verifica, qui non riportati in quanto già presenti nella schermata *Graphic*).

```
( ). Calculate axial compressive resistance (Nc_Rd).  
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.4 ]  
-. Nc_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 9585.00 kN.
```

Sforzo normale
NTC18 [4.2.10]

```
-. Lambda_bz > 0.2 and N_Ed/Ncrz > 0.04 --> Need to check.  
-. Alphaz = 0.340  
-. Phiz = 0.5 * [ 1 + Alphaz*(Lambda_bz-0.2) + Lambda_bz^2 ] = 0.725  
-. Xiz = MIN [ 1 / [Phiz + SQRT(Phiz^2 - Lambda_bz^2)], 1.0 ] = 0.852  
-. Nb_Rdz = Xiz*Beta A*Area*fy / Gamma_M1 = 8166.11 kN.
```

Stabilità
NTC18 4.2.4.1.3.1

```
-. Vp1_Rdy = [ Avy*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 = 3818.39 kN.  
-. Vp1_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 = 2271.97 kN.
```

Taglio
NTC18 [4.2.17]

```
-. Welz = 0.0009 m^3.  
-. Mc_Rdz = Welz * fy / Gamma_M0 = 320.21 kN-m.
```

Flessione
NTC18 [4.2.13]

```
( ). Compute Maximum Deflection.  
-. LCB = 36  
-. DAF = 1.000 (Deflection Amplification Factor).  
-. Def = 0.000 * DAF = 0.000m (Global Y)  
-. Def_Lim = 0.015m  
Def < Def_Lim ---> O.K !
```

Deformabilità
NTC18 4.2.4.2

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al documento

Design Examples using midas Gen to Eurocode

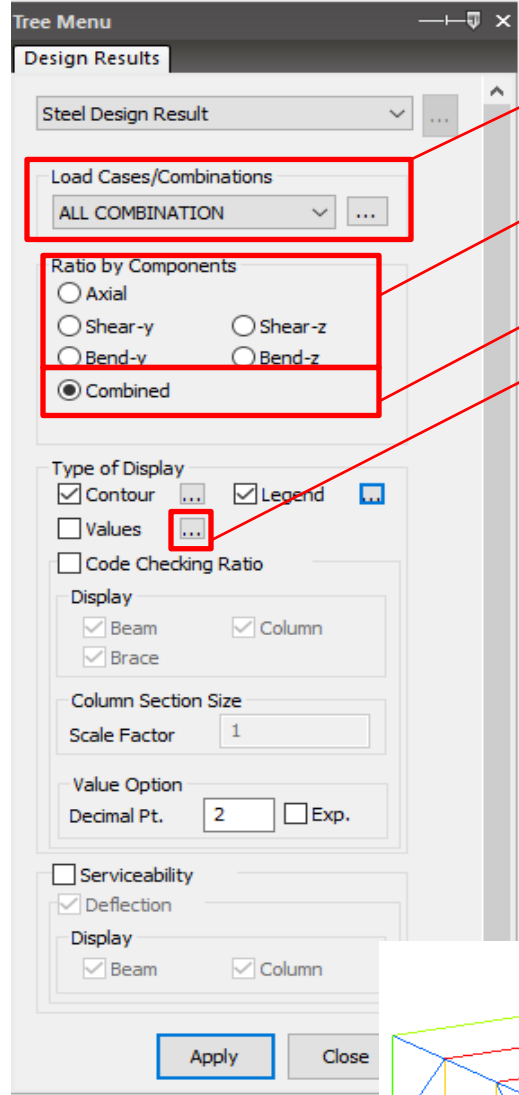
7-9 Steel Design: Indici di sfruttamento

DESIGN

STEEL/COLD FORMED DESIGN

STEEL DESIGN

Tramite questo comando è possibile visualizzare il contour degli indici di sfruttamento degli elementi. Gli elementi con valore >1 non sono verificati.

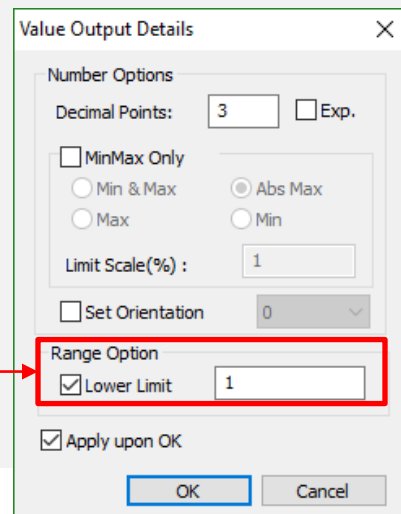


Combinazione di verifica o peggiore di tutte (ALL COMBINATION).

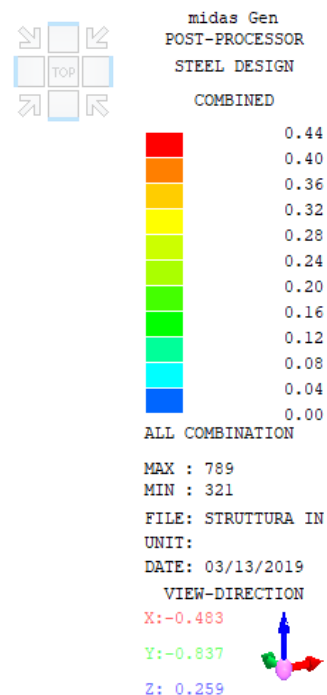
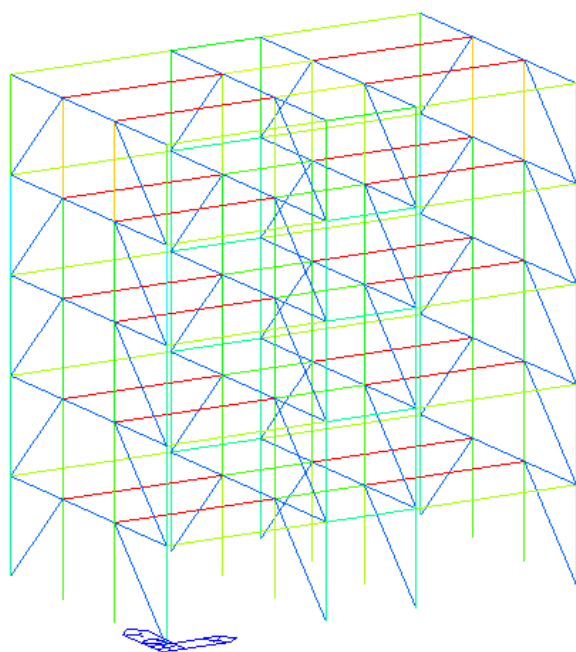
Tipologia di verifica (Momento, Taglio, Sforzo N, ecc).

Verifica degli sforzi combinati.

I tre puntini di "Value" permettono di filtrare i risultati mostrando il contour dei soli elementi non verificati.



Nel caso di esempio tutti gli elementi risultano ampiamente verificati.



8-1 Elementi Tension-Only: Change Parameters

NODE/
ELEMENT

ELEMENTS

CHANGE PARAMETERS

Vogliamo ora che i controventi reagiscano solo a trazione.

Per fare ciò è necessario trasformare gli elementi truss in elementi Tension-Only, tramite il comando **Change Element Parameters**.

Tree Menu

Node Element Boundary Mass Load

Change Element Parameters

☐ Start Number

Node Number : 97

Element Number : 806

Parameter Type

☐ Material ID

☐ Section ID

☐ Thickness ID

☐ Wall ID

☐ Element Local Axis

☒ Element Type

☐ Reverse Element Local

☐ Align Element Local

Mode

From : Truss

To : Tension only/Hook/Cable

☒ Truss ☐ Hook ☐ Cable

Allow. Comp. 0 kN

☐ Tens. Limit 0 kN

Apply Close

Esistono 3 tipologie di elementi Tension Only tra cui è possibile scegliere:

- TRUSS : Biella reagente solo a trazione con possibilità di impostare valori limite a trazione e compressione.
- HOOK : Biella reagente a trazione con margine definito da utente.
- CABLE : Cavo dotato di pretensione o lunghezza indeformata a riposo.

NOTA:

Questi elementi sono di tipo non lineare perciò non potrebbero funzionare nel contesto di un'analisi dinamica modale.

Inoltre in campo non lineare non vale il Principio di sovrapposizione degli effetti, pertanto le combinazioni di carico precedentemente definite non valgono.

Lo scopo ora è di fare in modo che gli elementi reagenti a compressione vengano automaticamente eliminati dal software. Con un sistema iterativo il solutore elimina gli elementi che reagiscono a compressione, togliendoli dalla matrice di rigidezza e volta in volta ricalcolandola fino a trovare il sistema equilibrato sotto il caso di carico considerato.

8-2 Elementi Tension-Only: Creare 4 casi di carico Spettrali

LOAD

DYNAMIC LOAD

RS LOAD CASE

Tree Menu

Response Spectrum Load Cases

Spectrum Load Case

Load Case Name: Sisma Y-

Direction: X-Y

☐ Auto-Search Angle

☒ Major ☐ Ortho

Excitation Angle: 270 [deg]

Scale Factor: 1

Period Modification Factor: 1

Modal Combination Control: ...

Spectrum Functions

Function Name (Damping Ratio)

☒ EURO2004 H-DESIGN (0.05)

☐ Apply Damping Method

Damping Method...

☐ Correction by Damping Ratio

Interpolation of Spectral Data

☐ Linear ☒ Logarithm

☒ Accidental Eccentricity

Description:

LoadCase	Direction	Scale
Sisma X+	X-Y	1
Sisma Y+	X-Y	1
Sisma X-	X-Y	1
Sisma Y-	X-Y	1

Operations

Add Modify Delete

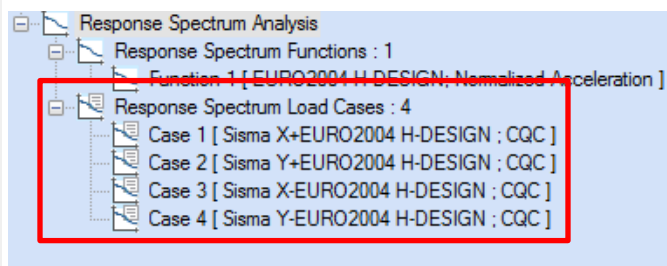
Eigenvalue Analysis Control...

Response Spectrum Functions...

Gli elementi tension only non possono funzionare correttamente se abbinati ad un'analisi spettrale, si esegue una procedura per trasformare i casi di carico spettrali in statici e la stessa cosa si farà per la coppia torcente.

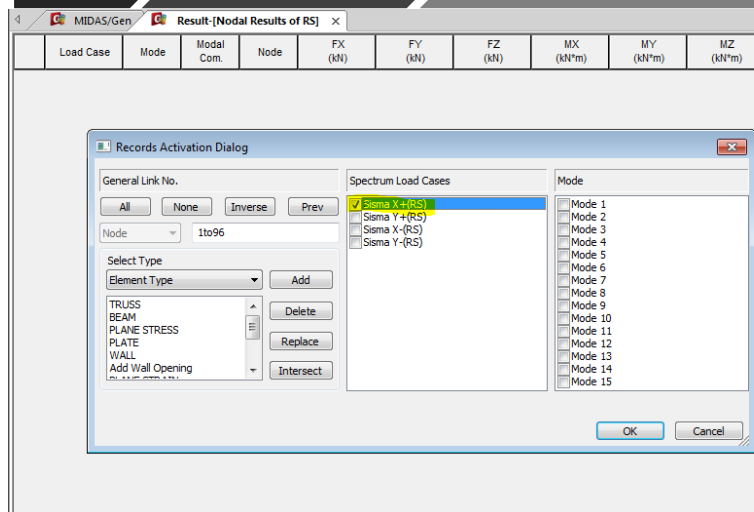
Per prima cosa si aggiungono ai due casi di carico spettrali X+ e Y+ altri due di direzione opposta, per farlo si agisce sull'angolo di entrata secondo lo schema:

Sisma X+ angolo di entrata => 0°
Sisma Y+ angolo di entrata => 90°
Sisma X- angolo di entrata => 180°
Sisma Y- angolo di entrata => 270°



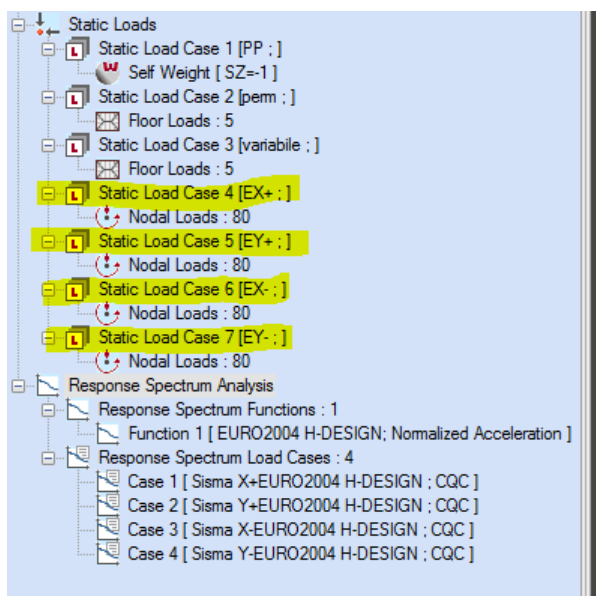
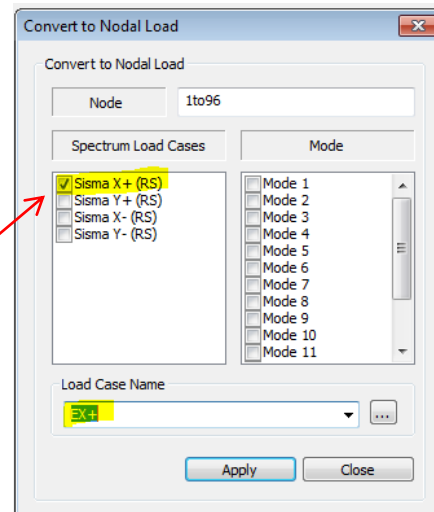
8-2 Elementi Tension-Only: Trasformazione RS in carichi statici

RESULTS RESULTS TABLES NODAL RESULTS OF RS



Procedura per trasformare i 4 casi di carico spettrali in statici

Load Case	Modal Com.	Node	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)	MZ (kN*m)
Sisma X+	CQC	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	17	4.4708	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	18	8.0331	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	19	8.0321	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	20	4.4692	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	21	6.5297	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	22	12.0256	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	23	12.0242	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	24	6.5273	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	25	6.5297	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	26	12.0256	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	27	12.0242	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	28	6.5273	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sisma X+	CQC	29	4.4708	0.0042	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Le forze spettrali vengono convertite in forze nodali equivalenti, ripetere l'operazione anche per la direzione X-, Y+, Y-

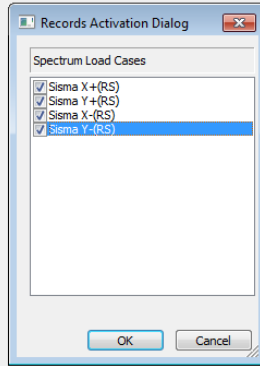
8-2 Elementi Tension-Only: Trasformazione RS in carichi statici

RESULTS

RESULTS TABLES

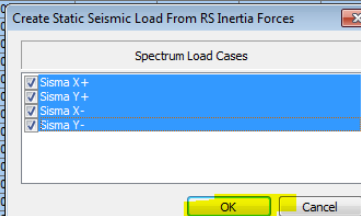
STORY => STORY SHEAR RESPONSE

Story	Level (m)	Spectrum	Inertia Force		Spring Reactions		Without Spring		With Spring		Eccentricity (m)	Story Force (kN)	Eccentric Moment (kN*m)
			X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)			



Ora bisogna seguire una procedura simile alla precedente ma servirà per gestire la coppia accidentale torcente

Story	Level (m)	Spectrum	Inertia Force		Spring Reactions		Without Spring		With Spring		Eccentricity (m)	Story Force (kN)	Eccentric Moment (kN*m)
			X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)			
Roof	22.5000	Sisma X+(RS)	2.0725e+002	7.3924e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7500e-001	2.0725e+002	1.3990e+002
5F	18.0000	Sisma X+(RS)	2.0353e+002	6.0123e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	2.0725e+002	7.3924e-004	2.0725e+002	7.3924e-004	6.7500e-001	2.0353e+002	1.3738e+002
4F	13.5000	Sisma X+(RS)	1.8454e+002	7.4036e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	3.4102e+002	1.0348e-003	3.4102e+002	1.0348e-003	6.7500e-001	1.8454e+002	1.2456e+002
3F	9.0000	Sisma X+(RS)	1.7466e+002	8.7714e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	4.4571e+002	5.5188e-004	4.4571e+002	5.5188e-004	6.7500e-001	1.7466e+002	1.1790e+002
2F	4.5000	Sisma X+(RS)	1.2422e+002	6.5342e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	5.2968e+002	7.3840e-004	5.2968e+002	7.3840e-004	6.7500e-001	1.2422e+002	8.3851e+001
1F	0.0000	Sisma X+(RS)	5.7830e+002	1.2751e-003	0.0000e+000	0.0000e+000	5.7830e+002	1.2751e-003	5.7830e+002	1.2751e-003	6.7500e-001	5.7830e+002	3.9036e+002
Roof	22.5000	Sisma X-(RS)	2.0725e+002	7.3924e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7500e-001	2.0725e+002	1.3990e+002
5F	18.0000	Sisma X-(RS)	2.0353e+002	6.0123e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7500e-001	2.0353e+002	1.3738e+002
4F	13.5000	Sisma X-(RS)	1.8454e+002	7.4036e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7500e-001	1.8454e+002	1.2456e+002
3F	9.0000	Sisma X-(RS)	1.7466e+002	8.7714e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7500e-001	1.7466e+002	1.1790e+002
2F	4.5000	Sisma X-(RS)	1.2422e+002	6.5342e-004	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7500e-001	1.2422e+002	8.3851e+001
1F	0.0000	Sisma X-(RS)	5.7830e+002	1.2751e-003	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7500e-001	5.7830e+002	3.9036e+002
Roof	22.5000	Sisma Y+(RS)	9.9956e-004	3.2694e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	3.2694e+002	3.3512e+002
5F	18.0000	Sisma Y+(RS)	1.5317e-003	3.5421e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	3.5421e+002	3.6307e+002
4F	13.5000	Sisma Y+(RS)	5.1533e-004	2.9724e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	2.9724e+002	3.0467e+002
3F	9.0000	Sisma Y+(RS)	1.1259e-003	2.4241e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	2.4241e+002	2.4847e+002
2F	4.5000	Sisma Y+(RS)	8.5596e-004	1.5931e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	1.5931e+002	1.6329e+002
1F	0.0000	Sisma Y+(RS)	1.2751e-003	1.2214e+003	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	1.2214e+003	1.2519e+003
Roof	22.5000	Sisma Y-(RS)	9.9956e-004	3.2694e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	3.2694e+002	3.3512e+002
5F	18.0000	Sisma Y-(RS)	1.5317e-003	3.5421e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	3.5421e+002	3.6307e+002
4F	13.5000	Sisma Y-(RS)	5.1533e-004	2.9724e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	2.9724e+002	3.0467e+002
3F	9.0000	Sisma Y-(RS)	1.1259e-003	2.4241e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	2.4241e+002	2.4847e+002
2F	4.5000	Sisma Y-(RS)	8.5596e-004	1.5931e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0250e+000	1.5931e+002	1.6329e+002
1F	0.0000	Sisma Y-(RS)	1.2751e-003	1.2214e+003	0.0000e+000	0.0000e+000	1.2751e-003	1.2214e+003	1.2751e-003	1.2214e+003	1.0250e+000	1.2214e+003	1.2519e+003



8-2 Elementi Tension-Only: Trasformazione RS in carichi statici

Static Load Cases

Name : Coppia Y- Add

Type : Earthquake (E) Modify

Description : Delete

No	Name	Type	Description
1	PP	Dead Load (D)	
2	perm	Dead Load (D)	
3	variabile	Live Load (L)	
4	EX+	Earthquake (E)	
5	EY+	Earthquake (E)	
6	EX-	Earthquake (E)	
7	EY-	Earthquake (E)	
8	Coppia X+	Earthquake (E)	
9	Coppia Y+	Earthquake (E)	
10	Coppia X-	Earthquake (E)	
11	Coppia Y-	Earthquake (E)	

Close

Rinominare i 4 load case appena creati in automatico

Menu Tables Group Works Report

Works

Analysis Control Data

Eigenvalue Analysis [Type=Eigenvalues-Lanczos]

Structures

Stories : 6

Nodes : 96

Elements : 240

Properties

Material : 2

Section : 14

Boundaries

Supports : 16

Beam End Release : 96

Masses

Loads to Masses : 2

Static Loads

Static Load Case 1 [PP :]

Self Weight [SZ=-1]

Static Load Case 2 [perm :]

Floor Loads : 5

Static Load Case 3 [variabile :]

Floor Loads : 5

Static Load Case 4 [EX+ :]

Nodal Loads : 80

Static Load Case 5 [EY+ :]

Nodal Loads : 80

Static Load Case 6 [EX- :]

Nodal Loads : 80

Static Load Case 7 [EY- :]

Nodal Loads : 80

Static Load Case 8 [Coppia X+ :]

Static Seismic Loads [Eurocode-8(2004)]

Static Load Case 9 [Coppia Y+ :]

Static Seismic Loads [Eurocode-8(2004)]

Static Load Case 10 [Coppia X- :]

Static Seismic Loads [Eurocode-8(2004)]

Static Load Case 11 [Coppia Y- :]

Static Seismic Loads [Eurocode-8(2004)]

Response Spectrum Analysis

Response Spectrum Functions : 1

Function 1 [EURO2004 H-DESIGN; Normalized Acceleration]

Response Spectrum Load Cases : 4

Case 1 [Sigma X+EURO2004 H-DESIGN ; CQC]

Case 2 [Sigma Y+EURO2004 H-DESIGN ; CQC]

Case 3 [Sigma X-EURO2004 H-DESIGN ; CQC]

Case 4 [Sigma Y-EURO2004 H-DESIGN ; CQC]

Add/Modify Seismic Load Specification

Load Case Name : Coppia X+ ...

Seismic Load Code : Eurocode-8(2004)

National Annex : Recommended

Description :

Seismic Load Parameters

Ground Type : B

Spectrum Parameters

Type1 Type2 User Defined

Soil Factor(S) Tb Tc Td

1.2 0.15 0.5 2

Ref. Peak Ground Acc. (AgR) : 0.08 g

Behavior Factor (q) : 1.5

Lower Bound Factor (b) : 0.2

Importance Factor (I) : 1

Structural Parameters

X-Dir. Y-Dir.

Fundamental Period : 0 0 ...

Seismic Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Direction : 0 Y-Direction : 0

Accidental Eccentricity

X-Direction (Ex) : Positive Negative None

Y-Direction (Ey) : Positive Negative None

Torsional Amplification

Accidental Eccentricity Inherent Eccentricity

Additional Seismic Loads (Unit:kN.m)

Story	Add-X	Add-Y	Add-RZ
1F	578.305	0.0013	390.356
2F	124.224	0.0007	83.8512

Seismic Load Profile... OK Cancel Apply

Add/Modify Seismic Load Specification

Load Case Name : Coppia X+ ...

Seismic Load Code : Eurocode-8(2004)

National Annex : Recommended

Description :

Seismic Load Parameters

Ground Type : B

Spectrum Parameters

Type1 Type2 User Defined

Soil Factor(S) Tb Tc Td

1.2 0.15 0.5 2

Ref. Peak Ground Acc. (AgR) : 0.08 g

Behavior Factor (q) : 1.5

Lower Bound Factor (b) : 0.2

Importance Factor (I) : 1

Structural Parameters

X-Dir. Y-Dir.

Fundamental Period : 0 0 ...

Seismic Load Direction Factor (Scale Factor)

X-Direction : 0 Y-Direction : 0

Accidental Eccentricity

X-Direction (Ex) : Positive Negative None

Y-Direction (Ey) : Positive Negative None

Torsional Amplification

Accidental Eccentricity Inherent Eccentricity

Additional Seismic Loads (Unit:kN.m)

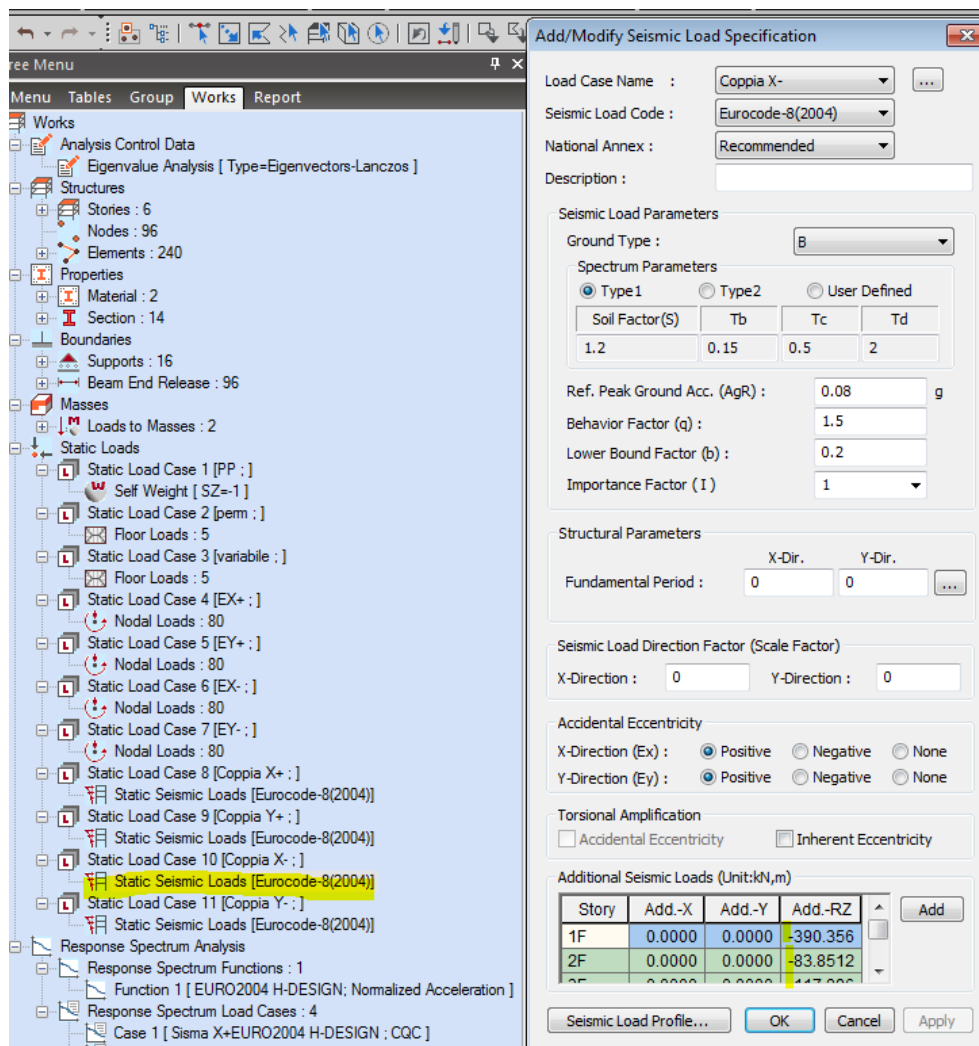
Story	Add-X	Add-Y	Add-RZ
1F	0.0000	0.0000	390.356
2F	0.0000	0.0000	83.8512

Seismic Load Profile... OK Cancel Apply

Sostituire i valori nelle colonne Add-X e Add-Y con "0"

Fare questa operazione per Coppia X+ e Coppia Y+

8-2 Elementi Tension-Only: Trasformazione RS in carichi statici



Sostituire i valori nelle colonne Add-X e Add-Y con “0” e aggiungere “-” per i valori di Add-RZ
Fare questa operazione per Coppia X- e Coppia Y-

8-2 Elementi Tension-Only: Trasformazione RS in carichi statici

EX+	EY+	EX-	EY-	Coppia X+	Coppia Y+	Coppia X-	Coppia Y-
1	0.3			1	0.3		
1	0.3					1	0.3
1			0.3	1			0.3
1			0.3		0.3	1	
0.3	1			0.3	1		
0.3	1				1	0.3	0
	1	0.3				0.3	1
	1	0.3		0.3			1
1	0.3			1			0.3
1	0.3				0.3	1	
1			0.3	1	0.3		
1			0.3			1	0.3
0.3	1				1	0.3	
0.3	1			0.3			1
	1	0.3		0.3	1		
	1	0.3				0.3	1
		1	0.3			1	0.3
		1	0.3	1	0.3		
		1	0.3		0.3	1	
		0.3	1			0.3	1
		0.3	1	0.3	1		
0.3			1	0.3			1
0.3			1		1	0.3	
		1	0.3		0.3	1	
		1	0.3	1			0.3
	0.3	1				1	0.3
	0.3	1					1
		0.3	1	1	0.3		
		0.3	1			1	0.3
0.3			1		1	0.3	
0.3			1	0.3	1		

Copiare ed incollare la tabella excel nel foglio di combinazioni di Gen

Si può scaricare l'excel dal seguente link

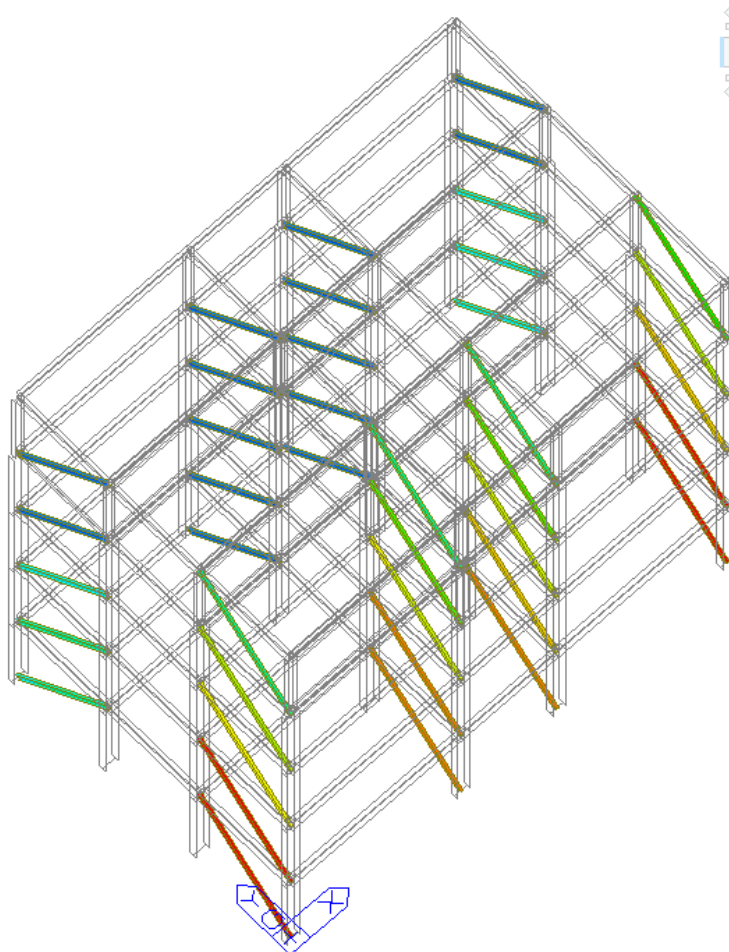
www.cspfea.net/downloadcspfea/Combinazioni_foglio_calcolo.zip



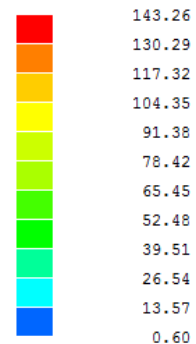
General Steel Design Concrete Design SRC Design Cold Formed Steel Design Footing Design Aluminum Design														
Load Combination List														
No	Name	Active	Type	PP(ST)	perm(ST)	variabile(ST)	EX+(ST)	EY+(ST)	EX-(ST)	EY-(ST)	Coppia X+(ST)	Coppia Y+(ST)	Coppia X-(ST)	Coppia Y-(ST)
1	sLCB1	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000		
2	sLCB2	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000					1.0000	0.3000
3	sLCB3	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000	1.0000			0.3000
4	sLCB4	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000		0.3000	1.0000	
5	sLCB5	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000			0.3000	1.0000		
6	sLCB6	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000				1.0000	0.3000	
7	sLCB7	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000				0.3000	1.0000
8	sLCB8	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000		0.3000			1.0000
9	sLCB9	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000			1.0000			0.3000
10	sLCB10	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000				0.3000	1.0000	
11	sLCB11	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000	1.0000	0.3000		
12	sLCB12	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000			1.0000	0.3000
13	sLCB13	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000				1.0000	0.3000	
14	sLCB14	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000			0.3000			1.0000
15	sLCB15	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000		0.3000	1.0000		
16	sLCB16	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000				0.3000	1.0000
17	sLCB17	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000			1.0000	0.3000
18	sLCB18	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000	1.0000	0.3000		
19	sLCB19	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000			0.3000	1.0000	
20	sLCB20	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000		1.0000			0.3000
21	sLCB21	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000			0.3000	1.0000
22	sLCB22	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000	0.3000	1.0000		
23	sLCB23	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000	0.3000			1.0000
24	sLCB24	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000		1.0000	0.3000	
25	sLCB25	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000		0.3000	1.0000	
26	sLCB26	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000	1.0000			0.3000
27	sLCB27	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000			0.3000	1.0000	
28	sLCB28	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000		1.0000	0.3000		
29	sLCB29	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000	0.3000			1.0000
30	sLCB30	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000		1.0000	0.3000	
31	sLCB31	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000			0.3000	1.0000
32	sLCB32	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000	0.3000	1.0000		

8-2 Elementi Tension-Only: Trasformazione RS in carichi statici

No	Name	Active	Type	PP(ST)	perm(ST)	variabile(ST)	EX+(ST)	EY+(ST)	EX-(ST)	EY-(ST)	Coppia X+(ST)	Coppia Y+(ST)	Coppia X-(ST)	Coppia Y-(ST)	Sism
1	sLCB1	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000			
2	sLCB2	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000					1.0000	0.3000	
3	sLCB3	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000	1.0000			0.3000	
4	sLCB4	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000		0.3000	1.0000		
5	sLCB5	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000			0.3000			1.0000	
6	sLCB6	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000				1.0000	0.3000		
7	sLCB7	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000				0.3000	1.0000	
8	sLCB8	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000		0.3000			1.0000	
9	sLCB9	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000			1.0000			0.3000	
10	sLCB10	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000	0.3000				0.3000	1.0000		
11	sLCB11	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000	1.0000	0.3000			
12	sLCB12	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000	1.0000			0.3000			1.0000	0.3000	
13	sLCB13	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000				1.0000	0.3000		
14	sLCB14	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000	1.0000			0.3000			1.0000	
15	sLCB15	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000		0.3000	1.0000			
16	sLCB16	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		1.0000	0.3000				0.3000	1.0000	
17	sLCB17	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000			1.0000	0.3000	
18	sLCB18	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000	1.0000	0.3000			
19	sLCB19	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000			0.3000	1.0000		
20	sLCB20	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000		1.0000			0.3000	
21	sLCB21	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000			0.3000	1.0000	
22	sLCB22	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000	0.3000	1.0000			
23	sLCB23	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000	0.3000			1.0000	
24	sLCB24	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000		1.0000	0.3000		
25	sLCB25	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000		0.3000	1.0000		
26	sLCB26	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000	0.3000	1.0000			0.3000	
27	sLCB27	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000				1.0000	0.3000	
28	sLCB28	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000		0.3000	1.0000		1.0000	0.3000			
29	sLCB29	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000	0.3000			1.0000	
30	sLCB30	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			0.3000	1.0000		1.0000	0.3000		
31	sLCB31	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000			0.3000	1.0000	
32	sLCB32	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000	0.3000			1.0000	0.3000	1.0000			



midas Gen
POST-PROCESSOR
TRUSS FORCE
TENS./COMP.



CBS: SLCB20

MAX : 321

MIN : 801

FILE: STRUTTURA IN

UNIT: kN

DATE: 09/18/2019

VIEW-DIRECTION

X: -0.291

Y: -0.307

Z: 0.906



9-1 Effetti delle imperfezioni: Introduzione

L'errore iniziale di verticalità in un telaio può essere trascurato secondo cap. 4.2.3.5 NTC18 quando:

$$Hed \geq 0.15 Ved$$

dove Hed è il valore di progetto della reazione orizzontale alla base delle colonne del piano (taglio di piano) dovuto ai carichi orizzontali applicati e ai carichi fittizi e Ved è il carico verticale complessivamente agente nella parte inferiore del piano considerato (sforzi assiali nelle colonne).

Per gli effetti delle imperfezioni geometriche (quali mancanza di verticalità, planarità e rettilineità) si fa riferimento all'EC3 cap. 5.3.2, di seguito riportato:

5.3.2 Imperfections for global analysis of frames

(1) The assumed shape of global imperfections and local imperfections may be derived from the elastic buckling mode of a structure in the plane of buckling considered.

(2) Both in and out of plane buckling including torsional buckling with symmetric and asymmetric buckling shapes should be taken into account in the most unfavourable direction and form.

(3) For frames sensitive to buckling in a sway mode the effect of imperfections should be allowed for in frame analysis by means of an equivalent imperfection in the form of an initial sway imperfection and individual bow imperfections of members. The imperfections may be determined from:

a) global initial sway imperfections, see Figure 5.2:

$$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m \quad (5.5)$$

where ϕ_0 is the basic value: $\phi_0 = 1/200$

α_h is the reduction factor for height h applicable to columns:

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} \text{ but } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$$

h is the height of the structure in meters

α_m is the reduction factor for the number of columns in a row: $\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$

m is the number of columns in a row including only those columns which carry a vertical load N_{Ed} not less than 50% of the average value of the column in the vertical plane considered

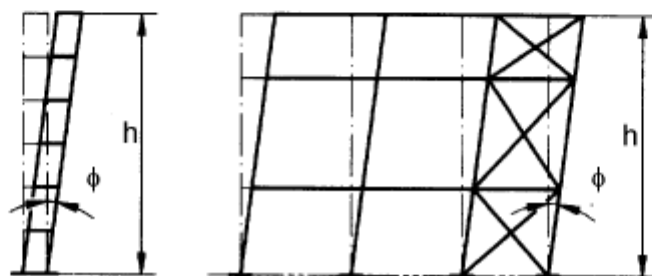


Figure 5.2: Equivalent sway imperfections

Dove viene introdotto il parametro ϕ di imperfezione iniziale, determinato in funzione dell'altezza complessiva della struttura e del numero di colonne in fila per ogni piano.

9-1 Effetti delle imperfezioni: Introduzione

Una volta ricavata questa rotazione ϕ essa andrà applicata ai pilastri per determinare il valore della forza orizzontale applicata al piano necessaria per ottenere la condizione di equilibrio:

(5)B For the determination of horizontal forces to floor diaphragms the configuration of imperfections as given in Figure 5.3 should be applied, where ϕ is a sway imperfection obtained from (5.5) assuming a single storey with height h , see (3) a).

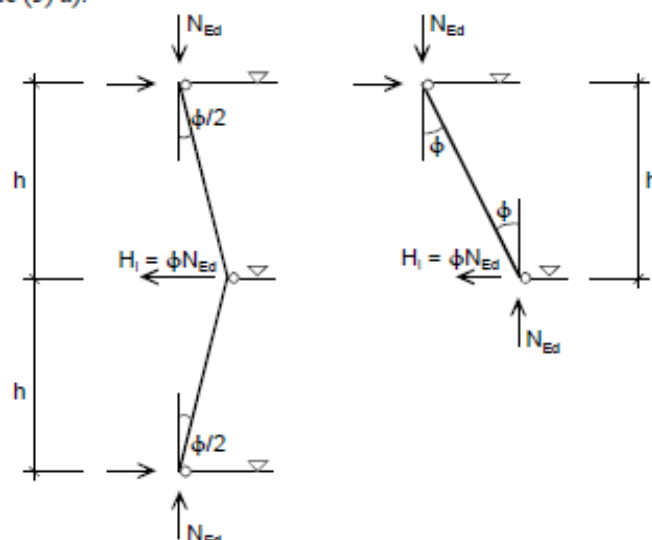
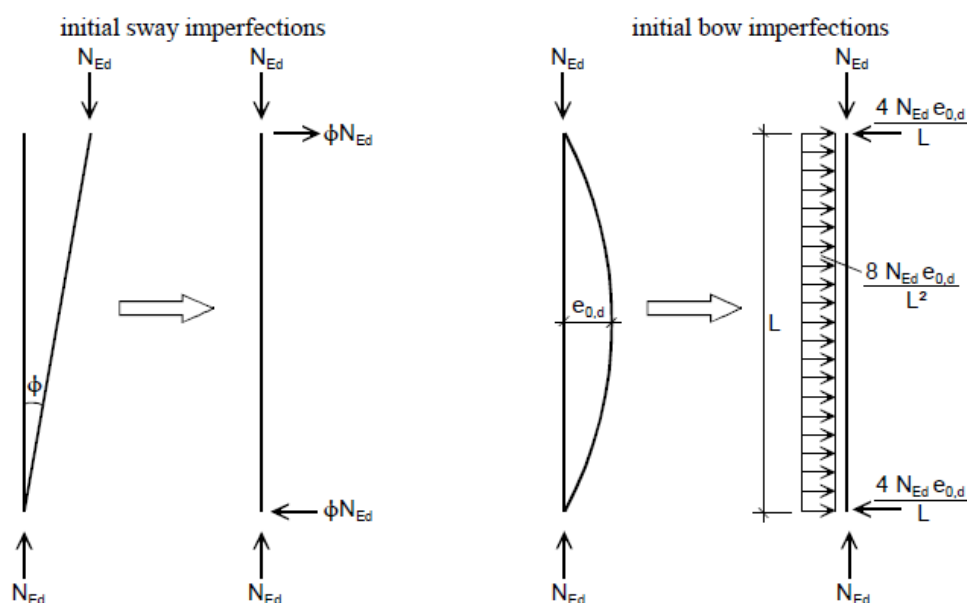


Figure 5.3: Configuration of sway imperfections ϕ for horizontal forces on floor diaphragms

Allora gli effetti delle imperfezioni potranno essere sostituiti da sistemi di forze orizzontali equivalenti applicati ad ogni colonna, concentrati o distribuiti a seconda del tipo di imperfezione considerata:

(7) The effects of initial sway imperfection and bow imperfections may be replaced by systems of equivalent horizontal forces, introduced for each column, see Figure 5.3 and Figure 5.4.



Vediamo ora come ciò viene implementato dal programma.

9-2 Effetti delle imperfezioni: Imperfection Load

LOAD

SETTLEMENT
/MISC.

IMPERFECTION

CREATE IMPERFECTION
LOAD

Crea prima i casi di carico per i carichi di imperfezione, e successivamente i carichi equivalenti per ogni caso di carico verticale.

Create Imperfection Load

Imperfection Load Case Name & Description

Name: EH

Description:

Select Load Case & Direction

Load Case: variable(ST) Direction: Global-Y

Add Modify Delete

Imperfection Load Case List

Imperfection Load Case	Load Case	Direction
<input checked="" type="checkbox"/> EHPPX(ST)	PP(ST)	Global-X
<input checked="" type="checkbox"/> EHPPY(ST)	PP(ST)	Global-Y
<input checked="" type="checkbox"/> EHpermX(ST)	perm(ST)	Global-X
<input checked="" type="checkbox"/> EHpermY(ST)	perm(ST)	Global-Y
<input checked="" type="checkbox"/> EHvariableX(ST)	variable(ST)	Global-X
<input checked="" type="checkbox"/> EHvariableY(ST)	variable(ST)	Global-Y

Check All Check None

Create Imperfection Load Close

Caso di carico considerato

Direzione in cui viene considerata l'imperfezione

Occorre attivare la spunta su tutti gli **Imperfection Load Case** così creati prima di poter generare i corrispondenti **Imperfection Load** tramite apposito pulsante.

LOAD

SETTLEMENT
/MISC.

IMPERFECTION

IMPERFECTION DATA

Tramite questa opzione è possibile definire manualmente per ogni piano un valore del coefficiente ϕ per il quale andrà moltiplicato il carico verticale nella creazione della forza orizzontale equivalente. Nel caso in cui non venga inserito alcun valore, il software utilizzerà un coefficiente ϕ calcolato come precedentemente descritto secondo EC3.

Imperfection Data

Parameters

Module	Story	Height (m)	No. of Columns		User Coefficient		
			X	Y	User	X	Y
Base	5F	4.5	16	16	<input type="checkbox"/>	0	0
Base	4F	4.5	16	16	<input type="checkbox"/>	0	0
Base	3F	4.5	16	16	<input type="checkbox"/>	0	0
Base	2F	4.5	16	16	<input type="checkbox"/>	0	0
Base	1F	4.5	16	16	<input type="checkbox"/>	0	0

OK Cancel

Per rendere agibili le caselle in cui definire i valori del coefficiente è necessario attivare la spunta corrispondente al piano interessato.

9-3 Effetti delle imperfezioni: Load Combinations

Andiamo ora a generare le nuove combinazioni di carico tenendo conto SOLO degli effetti di imperfezione, e non del sisma (puramente a scopo esplicativo, non pratico).

Inserire 0 come Scale Up Factor per tutte le RS precedentemente definite per non introdurle nelle combinazioni.

No	Load Case 1 (Imperfection)	Load Case 2	Direction
1	EHPPX(ST)(ST)	PP(ST)	Global-X
2	EHPPY(ST)(ST)	PP(ST)	Global-Y
3	EHpermX(ST)(S)	perm(ST)	Global-X
4	EHpermY(ST)(S)	perm(ST)	Global-Y
5	EHvariableX(ST)	variabile(ST)	Global-X
6	EHvariableY(ST)	variabile(ST)	Global-Y
*			

Inserire questa spunta al fine di considerare i carichi da imperfezione nella creazione delle combinazioni.

Per non considerare le forze sismiche statiche (EX,EY) nella generazione delle combinazioni è necessario andare a modificare la loro tipologia di caso di carico, da Earthquake (E) a User Defined (USER).

Le combinazioni di carico così ottenute saranno allora:

Load Combinations

General | Steel Design | Concrete Design | SRC Design | Cold Formed Steel Design | Footing Design | Aluminum Design

Load Combination List

No	Name	Active	Type	PP(ST)	perm(ST)	variabile(ST)	EX(ST)	EY(ST)	EHPPX(ST)(ST)	EHPPY(ST)(ST)	EHpermX(ST)(ST)	EHpermY(ST)(ST)	EHvariableX(ST)(ST)	EHvariableY(ST)(ST)
1	sLCB1	Stren	Add	1.3000	1.3000	1.5000			1.3000	1.3000	1.3000	1.3000	1.5000	1.5000
2	sLCB2	Stren	Add	1.3000	1.3000	1.5000			1.3000	-1.3000	1.3000	-1.3000	1.5000	-1.5000
3	sLCB3	Stren	Add	1.3000	1.3000	1.5000			-1.3000	1.3000	-1.3000	1.3000	-1.5000	1.5000
4	sLCB4	Stren	Add	1.3000	1.3000	1.5000			-1.3000	-1.3000	-1.3000	-1.3000	-1.5000	-1.5000
5	sLCB5	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000			1.0000		1.0000		0.3000	
6	sLCB6	Stren	Add	1.0000	1.0000	0.3000				1.0000		1.0000		0.3000
7	sLCB7	Servi	Add	1.0000	1.0000	1.0000								
8	sLCB8	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.5000								
9	sLCB9	Servi	Add	1.0000	1.0000	0.3000								
*														

Sarà ora possibile visualizzare i risultati conseguenti a questo tipo di effetto.

10-1 Analisi di Buckling: Introduzione

Il Buckling è un fenomeno di instabilità che riguarda elementi con una dimensione molto maggiore rispetto alle altre, soggetti a qualunque azione purchè non quella di semplice trazione.

Per edifici intelaiati in acciaio il fenomeno di instabilità è dovuto principalmente allo sforzo di compressione, che genera una flessione della trave con conseguente decentramento tra il punto di applicazione della forza e il baricentro delle sezioni. Questo genera un momento flettente (M_i) che tende a flettere ulteriormente l'asta. Allo stesso tempo, per effetto della reazione elastica della trave inflessa, nasce un momento (M_e) che tende a raddrizzarla.

Dunque, se risulta:

- $M_i < M_e$, allora la trave si raddrizza e si dice che l'equilibrio è stabile;
- $M_i > M_e$, allora la trave continua a flettersi fino al collasso e si dice che l'equilibrio è instabile.

Mentre il momento elastico (M_e) è funzione delle proprietà della sezione e del materiale, quello instabilizzante (M_i) è funzione del carico agente P . Pertanto si può prevedere che per un P piccolo, la trave non si instabilizzerà rimanendo in configurazione di equilibrio stabile, viceversa per P grandi si ricadrà nel campo di equilibrio instabile.

Esisterà pertanto un valore P_{crit} per il quale si ha $M_e = M_i$. In corrispondenza di tale valore la trave rimane in configurazione inflessa di equilibrio indifferente, che è però pericolosa tanto quanto quella instabile in quanto un minimo incremento della forza P comporterebbe $M_i > M_e$ e quindi l'instabilità.

Occorre allora calcolare il valore della forza P_{crit} che determina la configurazione di equilibrio indifferente ed accertarsi che il carico di esercizio sia opportunamente inferiore a questo valore.

L'equazione di equilibrio statico di una struttura deformata è la seguente:

$$[K]\{U\} + [K_g]\{U\} = \{P\}$$

Dove:

- K è la matrice di rigidezza elastica;
- K_g è la matrice di rigidezza geometrica;
- U è lo spostamento totale della struttura;
- P è il carico applicato.

Tale equazione può anche essere scritta come:

$$[K_{eq}]\{U\} = \{P\}$$

Dove:

$$[K_{eq}] = [K + \lambda K_g]$$

La matrice di rigidezza geometrica varia a causa della deformazione tramite il parametro λ che è direttamente legato ai carichi applicati.

10-1 Analisi di Buckling: Introduzione

Tale equazione è funzione del solo parametro λ , in quanto tutti gli altri componenti sono definiti, fissi e diversi da 0.

Per passare allora dalla configurazione di equilibrio stabile a quella instabile, bisognerà passare per un determinato valore di λ_{crit} che corrisponderà alla configurazione di equilibrio indifferente. Ciò accade quando il determinante della matrice di rigidezza equivalente è pari a 0.

$$\begin{aligned} |K_{eq}| < 0 \quad (\lambda > \lambda_{cr}) &: \text{Unstable equilibrium state} \\ |K_{eq}| = 0 \quad (\lambda = \lambda_{cr}) &: \text{Unstable state} \\ |K_{eq}| > 0 \quad (\lambda < \lambda_{cr}) &: \text{Stable state} \end{aligned}$$

Per trovare lo zero di tale funzione ci si riconduce allora ad una analisi agli autovalori ed autovettori:

$$\det | [K] + \lambda_i [K_g] | = 0$$

Dove λ_i rappresentano gli autovalori, ovvero dei fattori di carico critico che moltiplicati per il carico arbitrario considerato annullano il determinante e forniscono i carichi critici ricercati associati a ciascuna forma modale ricavata dall'analisi agli autovalori.

Allora la struttura si instabilizzerà secondo diverse modalità ciascuna legata a un diverso carico critico.

Per esempio se il fattore di carico critico λ , associato alla seconda forma modale di una struttura con applicato un carico di 2KN/mq, risulta essere pari a 5, allora il carico critico che determina l'instabilità della struttura secondo quella deformata risulterà essere pari a 10KN/mq.

10-2 Analisi di Buckling: Buckling Analysis Control

ANALYSIS

BUCKLING

Tramite questa finestra è possibile personalizzare l'analisi di buckling da effettuare.

Buckling Analysis Control

Buckling Modes
Number of Modes : 3

Load Factor Range
☒ Positive Value Only
☐ Search From : 0 To : 0

☒ Strum Sequence Check

Frame Geometric Stiffness Option
☒ Consider Axial Force Only

Buckling Combination
Load Case : PP
Scale Factor : 1
Load Type : ☒ Variable ☐ Constant

Load Case	Scale	Load Type
PP	1	Constant
perm	1	Variable
variabile	1	Variable

Add Modify Delete

Remove Buckling Analysis Data

OK Cancel

Numero di forme modali che si vogliono analizzare

Se spuntato, il software produrrà solo moltiplicatori di carico positivi.

Altrimenti, è possibile definire un range di valori tra i quali cercare i fattori di carico.

Se spuntato, il software darà errore nel caso non riesca a trovare un moltiplicatore di carico secondo il metodo di Sturm.

Se spuntato, il software considererà solo le forze assiali nel calcolo della matrice di rigidezza.

NOTA: Per strutture controventate, soggette quindi prevalentemente a soli sforzi assiali, questa spunta fa una differenza minima. Nel caso di strutture non controventate invece i risultati variano drasticamente, abbassando di molto i fattori di carico.

Casi di carico che si vogliono utilizzare nella analisi, con possibilità di inserire uno Scale Factor e di assegnare al caso di carico una delle seguenti proprietà:

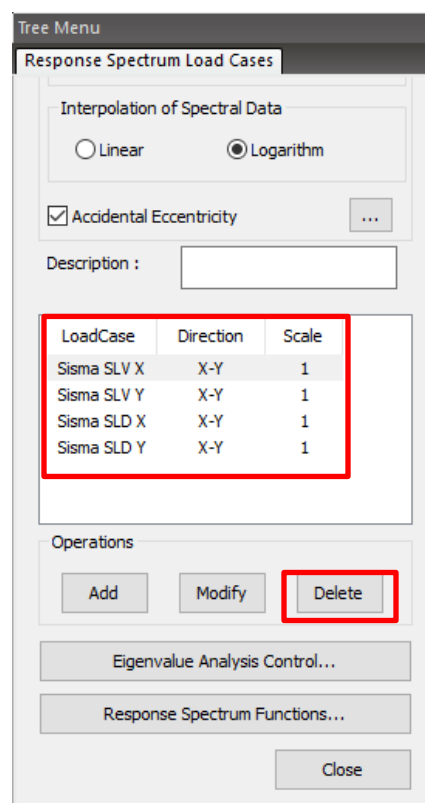
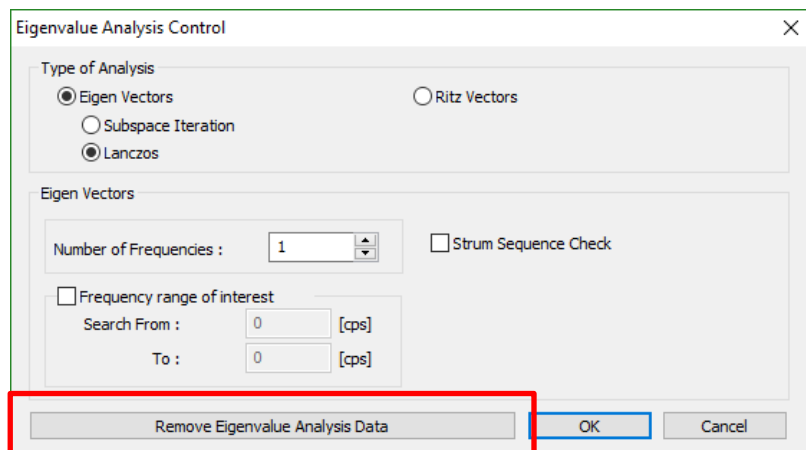
- Constant: non considera l'incremento di carico (es. Peso proprio).
- Variable: considera l'incremento di carico (es. Carico variabile, Carico vento).

Il moltiplicatore di carico critico ottenuto dall'analisi è associato ai soli carichi definiti come "Variable" mentre i carichi definiti come "Constant" precaricano il sistema influenzando il risultato (moltiplicatore carico critico).

Dopo aver dato l'OK, lanciare l'analisi.

10-3 Analisi di Buckling: Buckling Mode Shapes

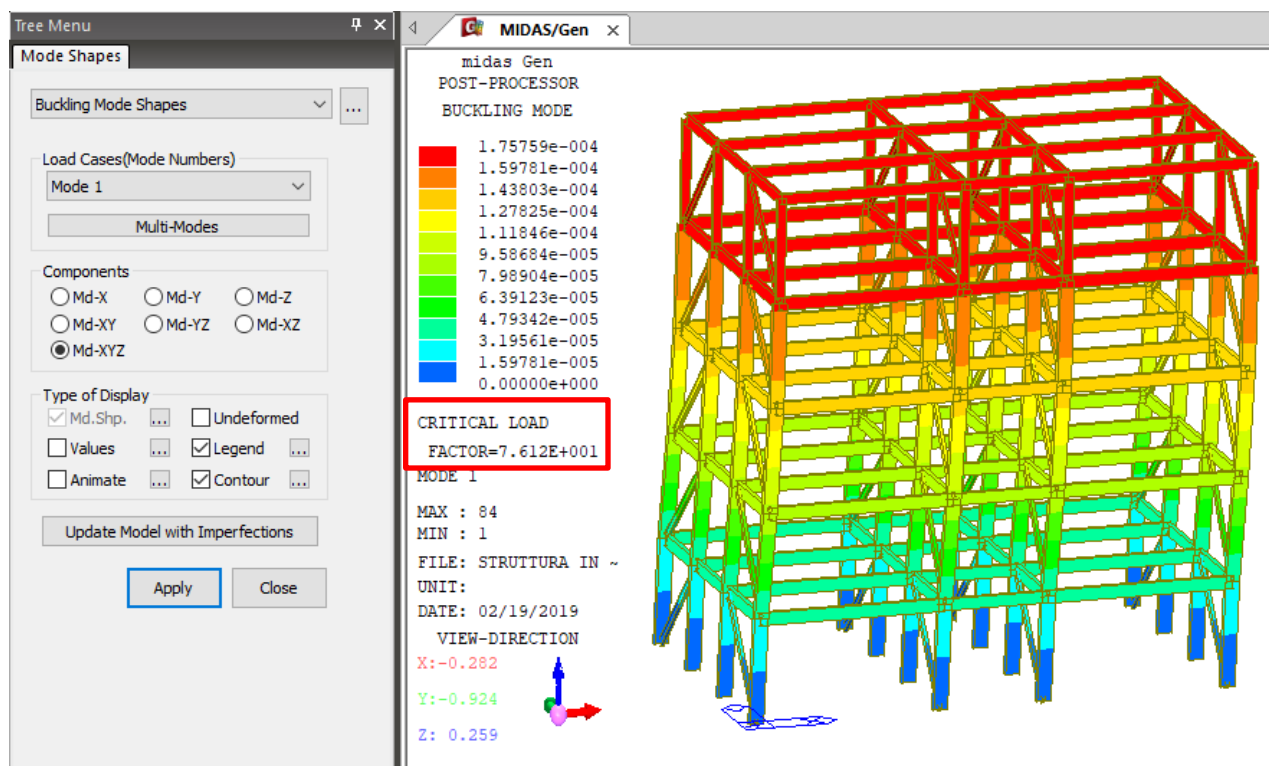
Per effettuare l'analisi di buckling è necessario cancellare i dati inseriti per le analisi agli autovalori e per le RS load case, in quanto il programma non è in grado di gestire tutte queste analisi contemporaneamente.



RESULTS

MODE SHAPE

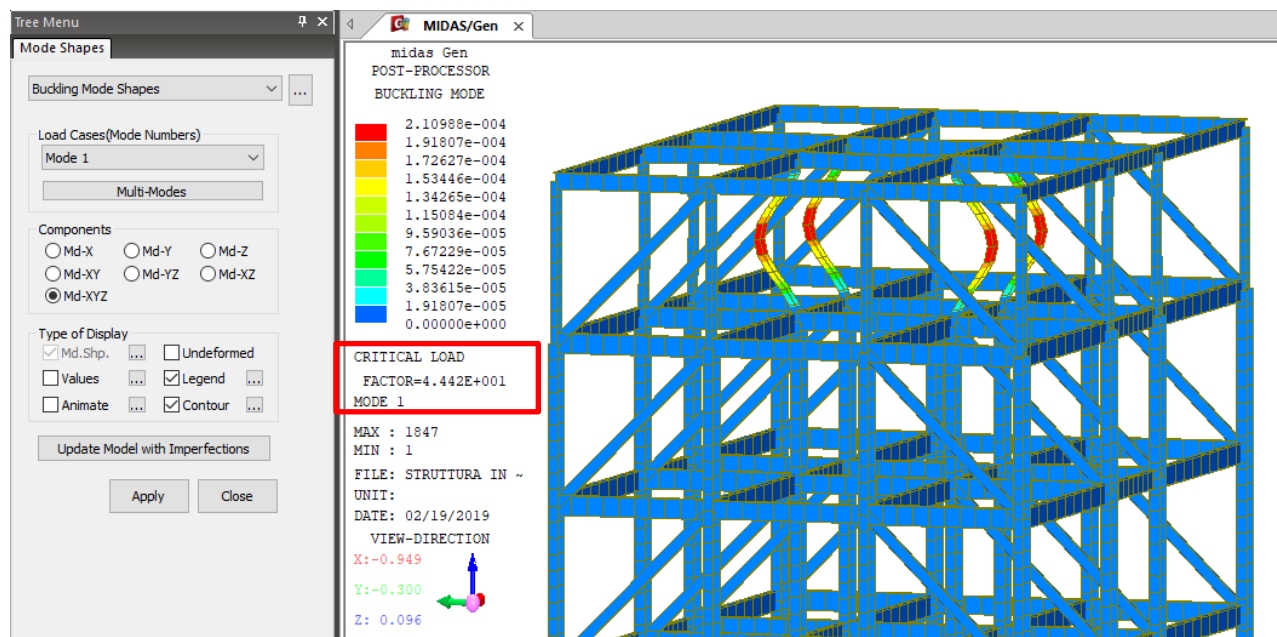
BUCKLING MODE SHAPES



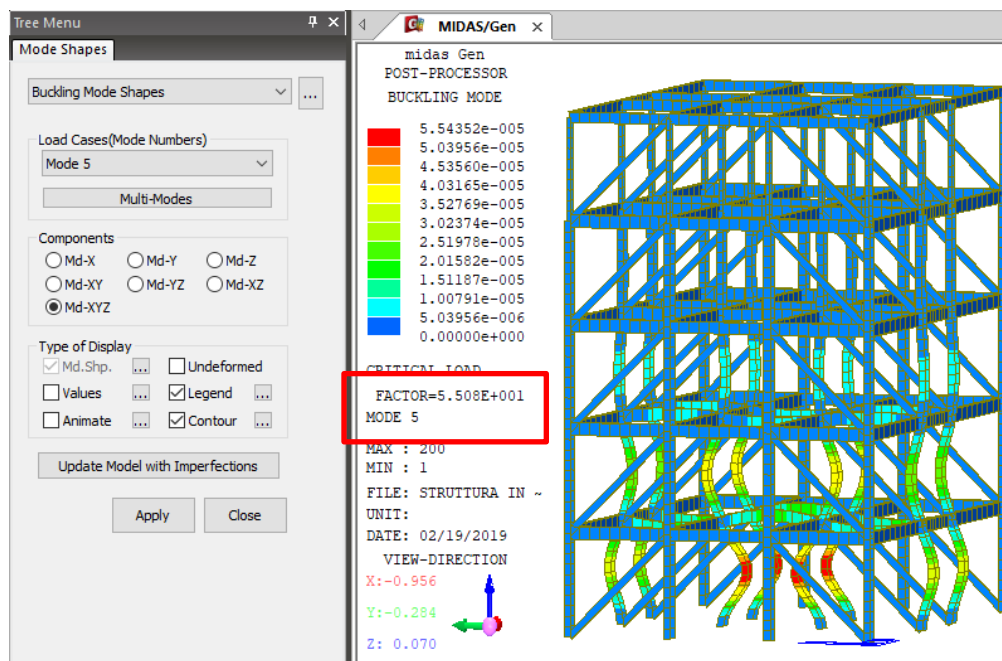
In questo modo si ottengono le forme modali di instabilità globale.

10-4 Analisi di Buckling: Local Buckling

Per ricavare le forme modali di instabilità locale, occorre meshare la struttura, dividendo quindi in più parti (nella fattispecie 10) tutti gli elementi strutturali tranne i controventi utilizzando il comando **Elements/Divide**.



Le prime 4 forme modali presentano instabilità localizzata nei pilastri centrali in ultimo piano, che pur essendo meno caricati di quelli sottostanti hanno una sezione più debole.

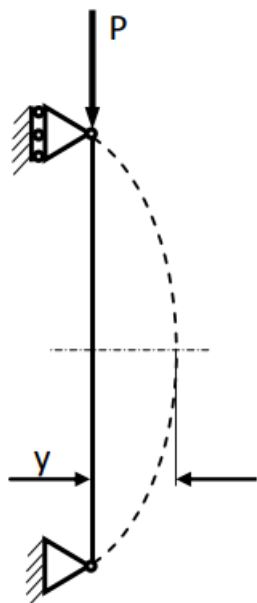


Le 4 forme modali successive presentano instabilità localizzata nei pilastri centrali appartenenti ai primi 3 piani, che sono gli elementi più sollecitati a sforzo normale.

Si può notare come i fattori di carico per instabilità locali risultino più bassi di quelli ottenuti per instabilità globale.

10-5 Analisi di Buckling: Benchmark

Si vuole ora effettuare una verifica dei risultati ottenuti dal programma per una asta semplice incernierata alla base e vincolata in sommità a muoversi solo in verticale.



Per questo esempio si sceglie di adottare una trave lunga 3m con profilo HEA 300 in acciaio S275 con le seguenti caratteristiche:

$J_{xx} = 1.826 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$ momento d'inerzia asse forte
 $J_{yy} = 6.31 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ momento d'inerzia asse debole
 $E = 2.1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ modulo elastico del materiale

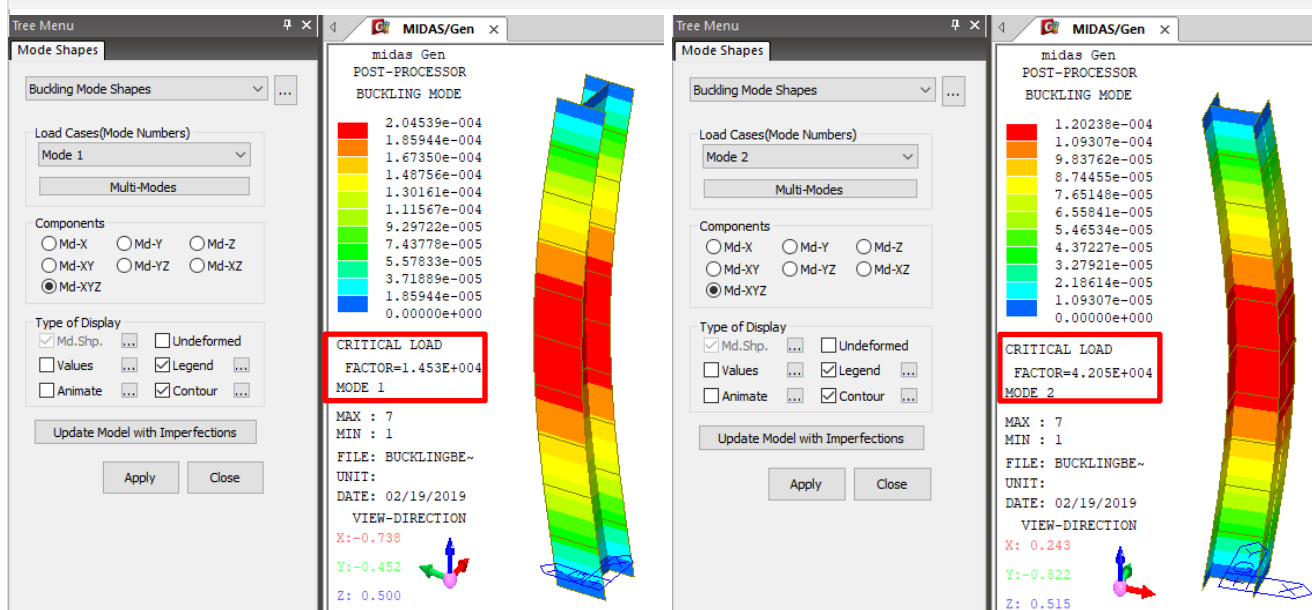
Allora i carichi critici di punta, secondo la formula di Eulero risultano essere pari a:

$$F_{cr1} = \frac{\pi^2 E J_{yy}}{L_0^2} = 14'529 \text{ kN}$$

$$F_{cr2} = \frac{\pi^2 E J_{xx}}{L_0^2} = 42'050 \text{ kN}$$

Dove L_0 è la lunghezza libera di inflessione pari a L per lo schema statico scelto.

Vediamo ora quali risultati otteniamo dal software su una trave uguale a quella descritta precedentemente senza considerare la deformazione a taglio e vincolando la rotazione attorno al proprio asse in almeno uno dei due vincoli (altrimenti il software ci darà un warning di labilità). In cima alla trave viene applicato un carico unitario, in modo tale che il fattore di carico che ci fornisce il software corrisponda direttamente al valore di carico critico.



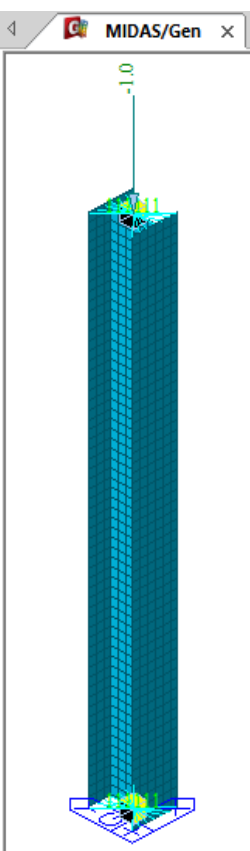
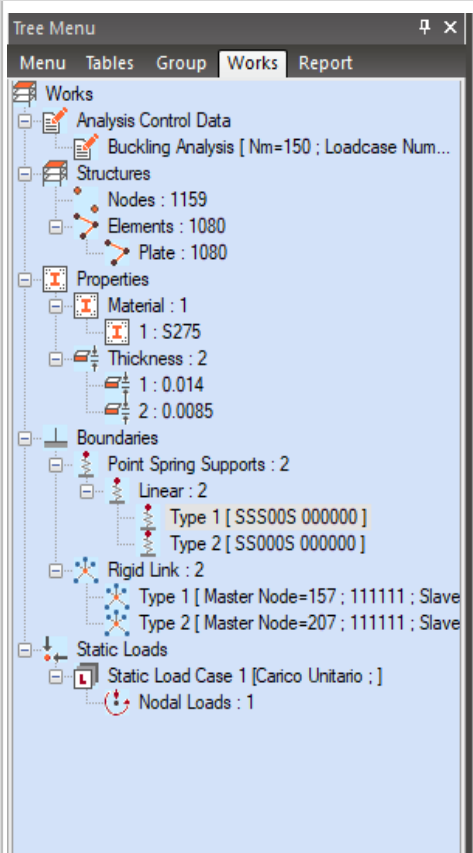
$$F_{cr1} = 14'530 \text{ kN}$$

$$F_{cr2} = 42'050 \text{ kN}$$

I risultati coincidono.

10-6 Analisi di Buckling: Modello con elementi plate

Si esegue ora una analisi di buckling sullo stesso elemento costruito non come elemento beam, bensì con elementi plate in modo tale da riuscire a cogliere forme di instabilità locali. Per ottenere questo risultato:



Creare la sezione di base con elementi beam ed estruderli tramite comando **Extrude** selezionando la tipologia **Line Elem.-> Planar Elem.**

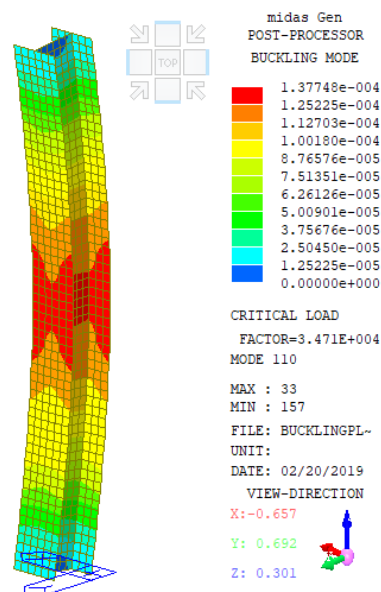
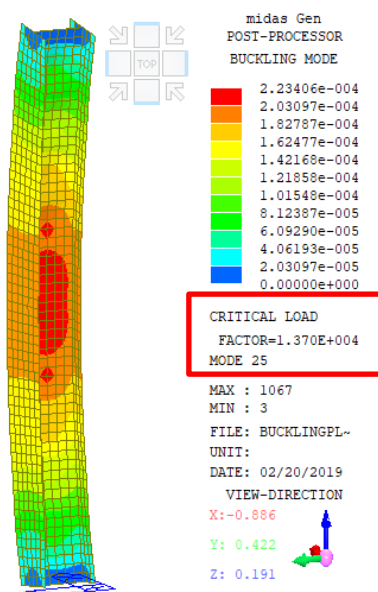
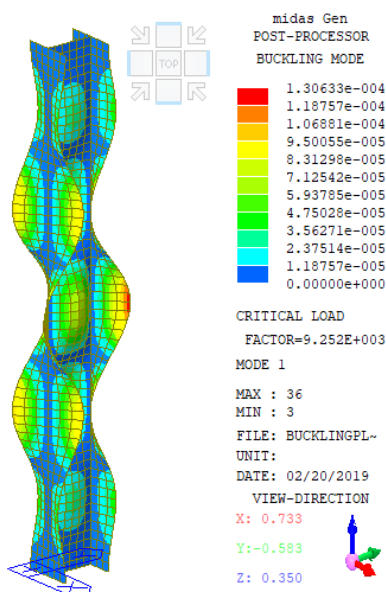
Dividere ulteriormente anima e ali in più elementi tramite comando **Divide**.

Determinare materiale e spessore degli elementi plate.

Determinare le medesime condizioni di vincolo del caso precedente, mediante l'utilizzo di un **Point Spring Support** applicato al nodo centrale collegato a tutti gli altri nodi tramite **Rigid Link**.

Applicare un carico nodale unitario in cima.

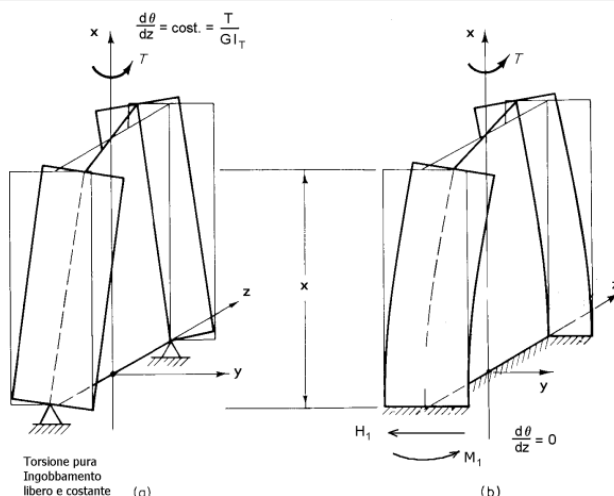
Effettuare analisi di buckling come precedentemente descritto.



Le prime 24 forme modali corrispondono all'instabilità locali nelle flange e nell'anima della trave che arriva prima di quella globale, la quale si trova alla 25esima forma modale.

11-1 7DOF: Il Settimo grado di libertà o Ingobbamento impedito.

Il settimo grado di libertà riguarda la libertà della sezione di ingobbarsi senza impedimenti. Vediamo due esempi per capire la differenza da un semplice vincolo torsionale:

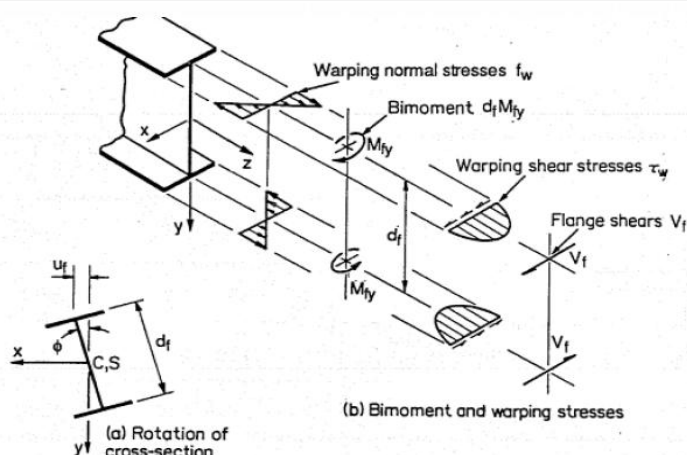


Nel caso (a) abbiamo un'asta libera ad un estremo e vincolata all'altro estremo in modo da impedirne la rotazione torsionale ma non l'ingobbamento (cerniera o appoggio torsionale o vincolo a forcina) che si deforma per effetto del momento torcente T come in figura. L'asta è soggetta a momento torcente costante e le sue sezioni si ingobbano liberamente. Si ha torsione pura e l'angolo unitario di torsione $d\theta/dx$ è costante.

Nel caso (b) la base è impedita anche di ingobbarsi (incastro torsionale) e l'asta si deforma come in figura. Ciascuna delle due ali si comporta parzialmente come un'asta isolata, di sezione rettangolare, inflessa intorno al suo asse z di massima inerzia. All'incastro l'angolo unitario di torsione $d\theta/dx$ è nullo e il momento torcente T è sopportato interamente dalla coppia generata dal taglio agente sulle flange.

Questo particolare stato tensionale si ha tutte le volte che l'ingobbamento delle sezioni non è costante per la presenza di vincoli (ingobbamento impedito) o perché varia il momento torcente (torsione non uniforme).

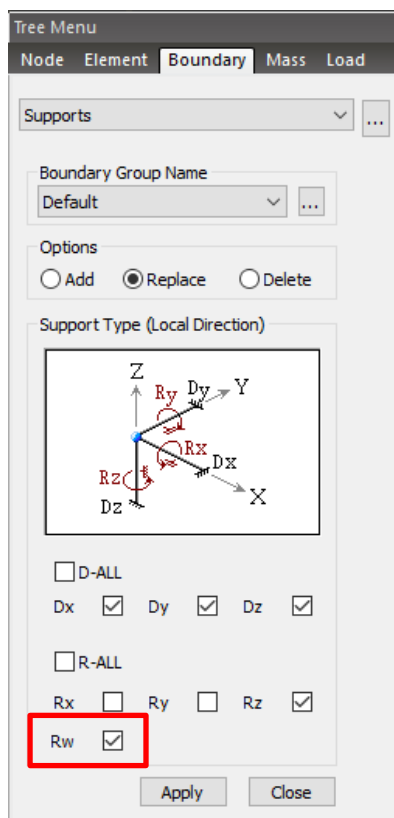
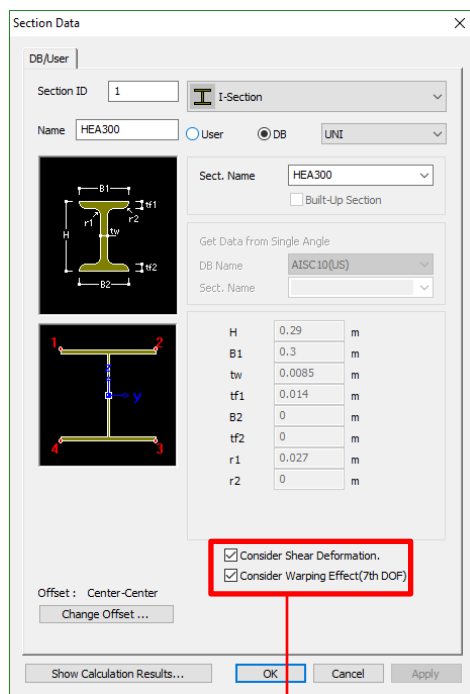
L'elemento finito che tiene conto del 7° grado di libertà comporta una modifica della rigidità globale del modello di calcolo.



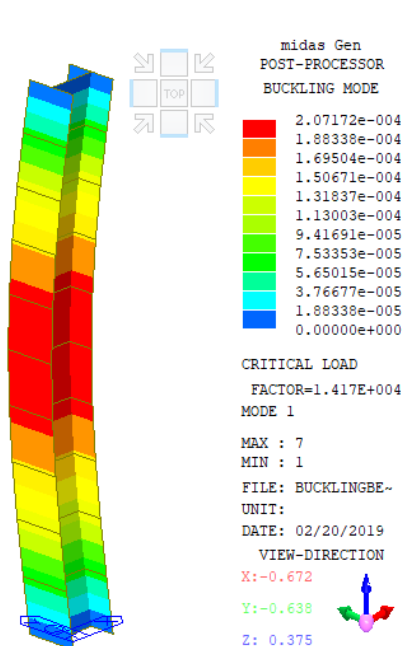
Per ulteriori chiarimenti riguardo al tema dell'ingobbamento impedito, si veda il documento "7DOF_Warping" di Midas IT.

11-2 7DOF: Inserimento Vincolo.

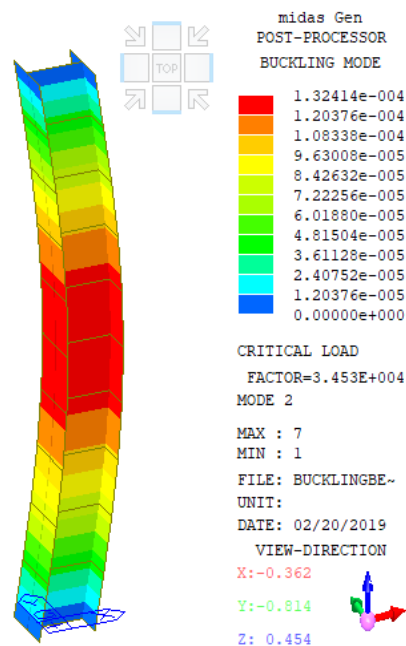
Su MidasGen esiste la possibilità di inserire questo grado di vincolo che aumenta la rigidità dell'elemento come detto nella slide precedente, andando a variare la costruzione della matrice di rigidità utilizzata nelle analisi. Nella fattispecie, vediamo come questa funzione vada a modificare i risultati ottenuti dalla analisi di buckling precedentemente svolta sulla trave HEA300.



Si sceglie di considerare anche la deformazione a taglio per ottenere valori più vicini possibili al modello a plate.



Modo 1

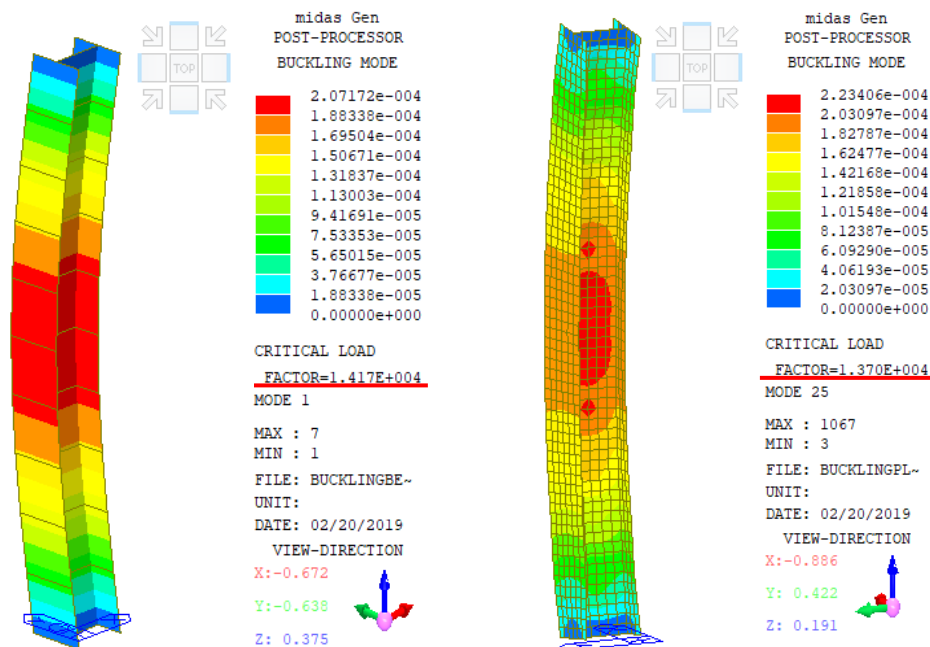


Modo 2

11-3 7DOF: Confronto risultati.

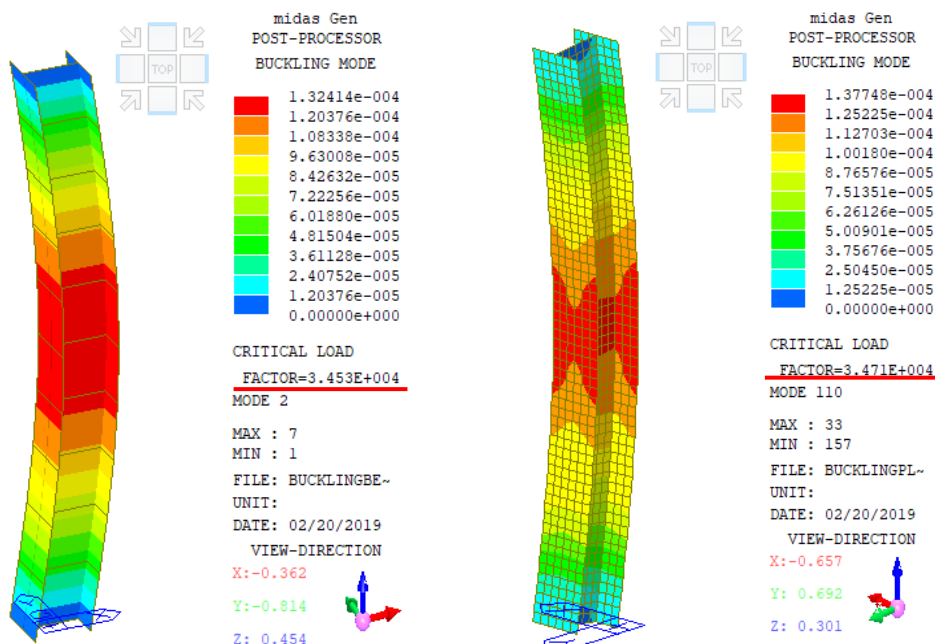
Confrontiamo i risultati ottenuti inserendo il settimo grado di vincolo con quelli ottenuti dal modello plate in cui questo vincolo è stato ottenuto tramite i rigid link.

PRIMO MODO: ROTAZIONE ATTORNO ALL'ASSE DEBOLE



La differenza è pari al 3%.

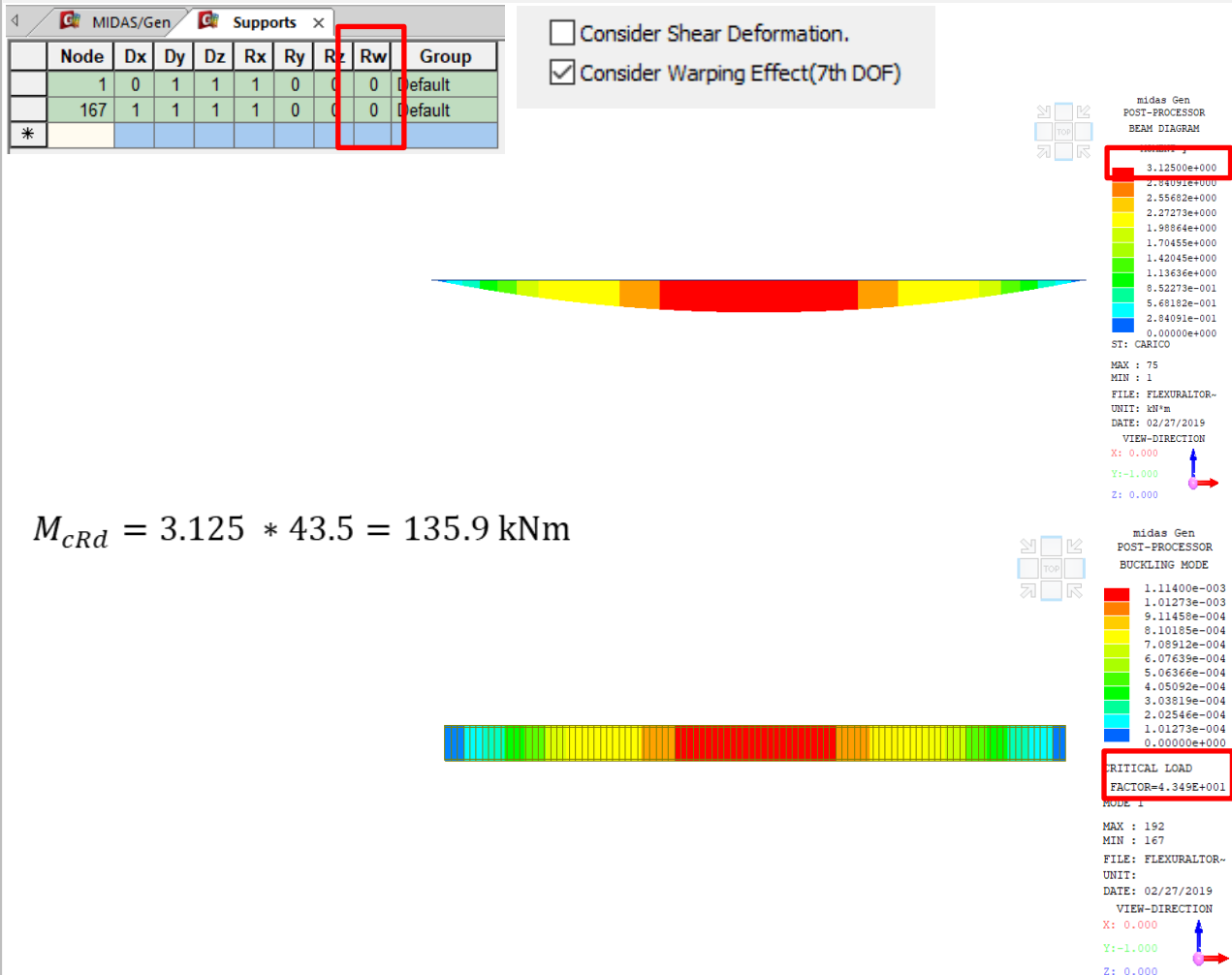
SECONDO MODO: ROTAZIONE ATTORNO ALL'ASSE FORTE



La differenza è pari al 0.05%.

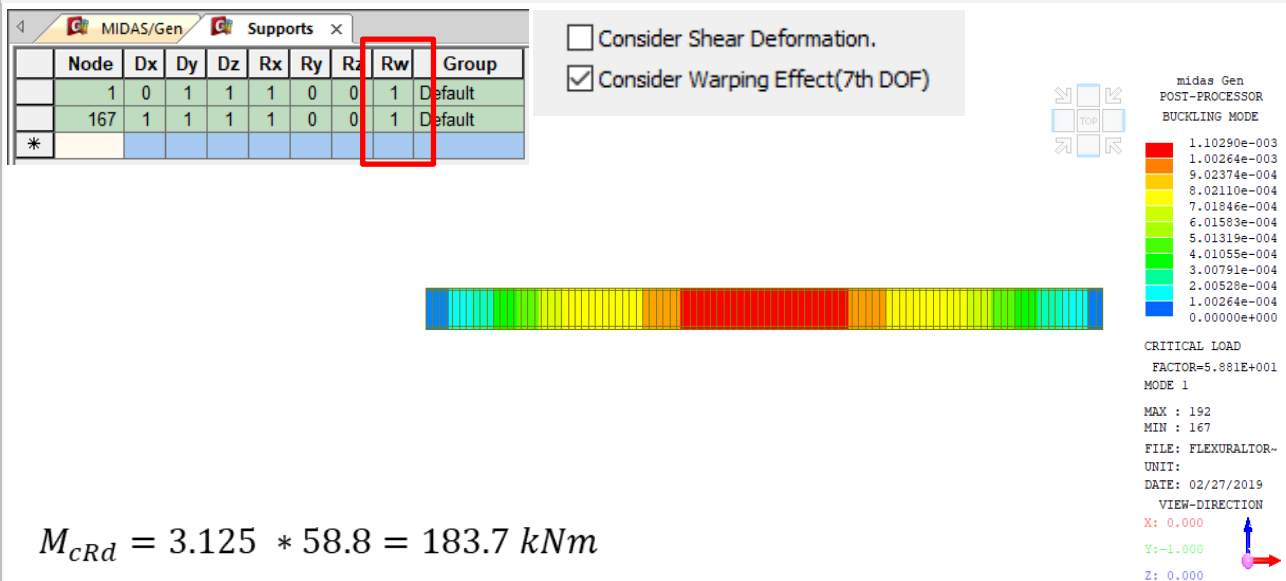
12-1 Instabilità flessione torsionale: BenchMark

Vediamo ora i risultati ottenuti con analisi agli autovalori e analisi di buckling su una trave UPN 300 orizzontale col medesimo schema statico della trave precedente, sulla quale grava un carico verticale uniformemente distribuito unitario, con lo scopo di calcolare il momento critico che porta all'instabilità flessione torsionale.



$$M_{cRd} = 3.125 * 43.5 = 135.9 \text{ kNm}$$

Applicando il settimo grado di libertà:



$$M_{cRd} = 3.125 * 58.8 = 183.7 \text{ kNm}$$

Esempio tratto dal libro di Cordova "Strutture in Acciaio" sulla medesima trave.

Esempio 5.4

Trave UPN 300 semplicemente appoggiata, senza vincoli torsionali intermedi, soggetta a carico uniformemente distribuito (come Esempio 5.1, vedi figura 5.19).

Ipotesi:

- Ingobbamento e rotazione laterale liberi agli estremi ($v' > 0$; $\theta' > 0$; vedi figura 5.1);
- Spostamento laterale e torsione impediti agli estremi ($v = 0$; $\theta = 0$; vedi figura 5.1);
- Carico applicato all'estradosso e/o al centro di taglio.

Profilo:	UPN300
Acciaio:	S275 ($f_y = 275 \text{ N/mm}^2$)
Altezza profilo:	$H = 300 \text{ mm}$
Momento d'inerzia asse maggiore (yy):	$J_y = 8030,0 \text{ cm}^4$
Momento d'inerzia asse minore (zz):	$J_z = 495,0 \text{ cm}^4$
Momento d'inerzia torsionale:	$I_t = 37,4 \text{ cm}^4$
Costante d'ingobbamento:	$I_w = 69100 \text{ cm}^4$
Modulo di resistenza elastico (yy):	$W_{el,y} = 535 \text{ cm}^3$
Modulo di resistenza plastico (yy):	$W_{pl,y} = 632 \text{ cm}^3$
Classe sezione:	1
Luce:	5,0 m
Carichi	
Permanenti:	$q_p = 4,0 \text{ kN/m}$
Sovraccarichi:	$q_s = 10,0 \text{ kN/m}$
Carico fattorizzato: ($= 1,4 \times 4,0 + 1,5 \times 10,0$)	$q = 20,6 \text{ kN/m}$
Freccia in mezzeria ammissibile:	$f_{amm} = L/500$

Massimo momento in mezzeria:

$$M_{Ed} = 20,6 \times 5^2 / 8 = 64,4 \text{ kNm}$$

Verifica di resistenza a flessione

Resistenza a flessione della sezione:

$$M_{c,Rd} = W_y f_y / \gamma_{M0} = (632 \times 275 / 1,05) \cdot 10^{-3} = 165,5 \text{ kNm} > 64,4 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

Verifica secondo EC3 - Metodo generale modificato (vedi §5.1.6)

Calcoliamo il momento critico usando la formula (5.9), nell'ipotesi di carico applicato al centro di taglio:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E J_z}{(kL)^2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{J_z} + \frac{(kL)^2 G I_t}{\pi^2 E J_z}} + (C_2 z_g)^2 - C_2 z_g \right\} = 1,127 \frac{3,14^2 \times 21000 \times 495}{(1 \times 500)^2} \times$$

$$\left\{ \sqrt{\left(\frac{1}{1} \right)^2 \frac{69100}{495} + \frac{(1 \times 500)^2 \times 8077 \times 37,4}{3,14^2 \times 21000 \times 495}} + (0,454 \times 0)^2 - 0,454 \times 0 \right\} 10^{-2} = \boxed{136,9 \text{ kNm}}$$

Si può notare come i risultati ottenuti con MidasGen coincidano con quelli ottenuti manualmente da questo esempio nel caso in cui non si impedisca l'ingobbamento (Rw spento).

Impedendo l'ingobbamento attivando il grado di vincolo Rw il momento resistente all'instabilità flessione torsionale aumenta notevolmente (circa 35%).

- *NTC 18 – Nuove norme tecniche per le costruzioni.*
- *Circolare 21 Gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione delle "NTC 18"*
- *Eurocodice 3*
- *Eurocodice 8*
- *Analisi modale ragionata – Paolo Rugarli - EPC libri.*
- *Ballio e Mazzolani, "Struttura in acciaio" HOEPLI editore.*
- *Design Examples using midas Gen to Eurocode di Ing. Carlo Tuzza*
- *B. Cordova, "Costruzioni in acciaio" HOEPLI editore*