

COMUNE DI SALA BOLOGNESE

PROVINCIA DI BOLOGNA

REALIZZAZIONE DI UN SOPPALCO METALLICO INTERNO AL FABBRICATO SITO IN VIA DELLA PACE N°2

RELAZIONE SPECIALISTICA:

Relazione di calcolo delle strutture comprensiva di

*“Illustrazione Sintetica degli Elementi Essenziali del Progetto
Strutturale” ai sensi dell’All. 2, par. B.2.2 del DGR 1373 del 2011*

Committente:

Sala Immobiliare S.r.l.
Via S. Antonio, 3
40010 Sala Bolognese (BO)
p.iva 02125530376

Progettista delle strutture:



Ing. Claudio CONTINI

Via Bartolomeo Ramenghi, 16 – 40133 Bologna (BO)
Tel. 051/6152345 – Fax. 051/431824 – Cell. 349/8537434
e-mail: info@studioingcontini.it – P.IVA 02090951209



Data 17/07/2022

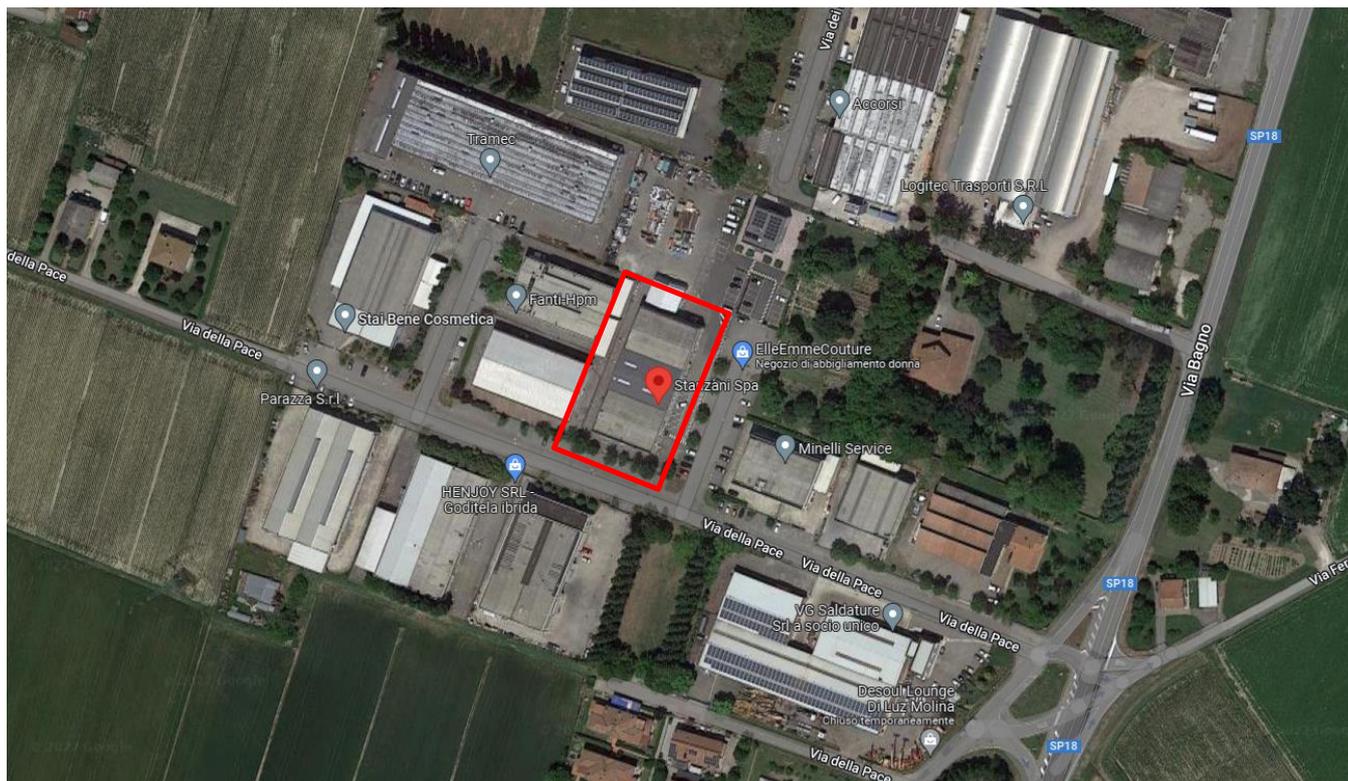
SOMMARIO

1	ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO	
	STRUTTURALE	4
1.1	Descrizione della struttura.....	5
1.2	Normativa Tecnica Utilizzata	6
1.3	Definizione dei Parametri di Progetto per la definizione dell’Azione Simica	7
1.4	Descrizione dei Materiali e dei Prodotti per Uso Strutturale	9
2	DATI GENERALI.....	10
2.1	Software utilizzato: En.Ex.Sys. WinStrand.....	10
2.1.1	Structural Analisys & Design.....	10
2.1.2	Normativa di riferimento.....	10
2.2	Analisi dei carichi	12
2.3	Modello di calcolo	12
	DATI MODELLO	14
2.4	Dati Generali degli elementi di progetto.....	14
2.4.1	Maschera dei vincoli corrente:	14
2.4.2	Nodi:.....	14
2.4.3	Elementi:	14
2.4.4	Lista materiali introdotti:.....	14
2.4.5	Lista terreni impiegati:	14
2.4.6	Pilastro Lista sezioni introdotte:.....	14
2.4.7	Trave Lista sezioni introdotte:.....	15
2.4.8	Biella Lista sezioni introdotte:	15
2.5	Combinazioni di carico	16
2.5.1	Combinazioni di carico:	16
2.5.2	Parametri di calcolo Analisi Dinamica.....	19
2.5.3	Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:	22
2.6	ANALISI DINAMICA	23
2.6.1	Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.	23
2.6.2	Direzione di Ingresso del Sisma 1 Angolo 0.00	23
2.6.3	Direzione di Ingresso del Sisma 2 Angolo 90.00	24
2.6.4	Direzione di Ingresso del Sisma 3 Angolo 180.00	25
2.6.5	Direzione di Ingresso del Sisma 4 Angolo 270.00	25
2.6.6	Direzione di Ingresso del Sisma 5 Angolo 0.00	26
2.6.7	Direzione di Ingresso del Sisma 6 Angolo 90.00	26
2.6.8	Direzione di Ingresso del Sisma 7 Angolo 180.00	27
2.6.9	Direzione di Ingresso del Sisma 8 Angolo 270.00	28
3	ANALISI DEGLI ELEMENTI.....	29
3.1	Lamiera Grecata.....	29
3.2	Travi secondarie IPE 140.....	30
3.2.1	Azioni.....	30
3.2.2	Verifiche.....	31
3.2.3	Deformazioni.....	31
3.3	Travi Principali.....	32
3.3.1	Azioni.....	32

3.3.2	Verifiche.....	33
3.3.3	Deformazioni.....	34
3.4	Pilastri.....	35
3.4.1	Azioni.....	35
3.4.2	Verifiche.....	35
3.4.3	Spostamenti allo SLD.....	36
3.5	Bielle.....	37
3.5.1	Azioni.....	37
3.5.2	Verifiche.....	37

1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

La presente relazione di calcolo è relativa di una nuova struttura in carpenteria metallica da realizzarsi all'interno del fabbricato sito a Sala Bolognese (Bo) in Via della Pace n°2, (coordinate geografiche: Latitudine 44.63552218 N; Longitudine 11. 28135928 E; quota s.l.m. 21 m).



In questo primo capitolo di tale relazione si fornisce una “*Illustrazione Sintetica degli Elementi Essenziali del Progetto Strutturale*” ai sensi dell’All. 2, par. B.2.2 del DGR 1373 del 2011 in modo da spiegare brevemente le modalità con cui il sottoscritto ha elaborato il progetto esecutivo riguardante le strutture con la sintetica indicazione delle motivazioni delle scelte progettuali effettuate e con un rimando espresso alle restanti parti della relazione di calcolo strutturale e agli altri elaborati costituenti il progetto esecutivo (nelle quali possono rilevarsi gli elementi e le spiegazioni di dettaglio).

1.1 Descrizione della struttura

La struttura oggetto di questa relazione tecnica, è una struttura da realizzarsi in carpenteria metallica, nello specifico si tratta di una struttura a soppalco da realizzarsi all'interno di un fabbricato industriale.

Il solaio è costituito da una lamiera grecata "a secco", quest' ultimo poggia su delle travi secondarie IPE 140. Le travi principali sono delle IPE 180 e IPE 220. I pilastri sono degli elementi scatolari 140 mm x 140 mm. La struttura risulta controventata in una direzione da dei Puntoni e per l'altra da dei tiranti disposti a croce.

Nella relazione del "Piano di Manutenzione", a corredo della presente, si ribadisce come la prevenzione con interventi di semplice manutenzione potranno evitare interventi fortemente trasformativi.

Gli interventi previsti, come suddetto, rispettano la concezione e le tecniche originarie della struttura, nonché le trasformazioni significative avvenute nel corso della storia del manufatto.

Particolare attenzione sarà poi posta anche alla fase esecutiva degli interventi per assicurare la reale efficacia degli stessi ed evitare dissesti che comportino il peggioramento delle caratteristiche della muratura o del funzionamento degli elementi costruttivi. Per tale motivo, tutti gli interventi proposti saranno opportunamente controllabili in corso d'opera.

Gli interventi da eseguirsi vengono calcolati, nella relazione di calcolo a corredo della presente, secondo quanto disposto dal **D.M. del 17 Gennaio 2018**, riguardante l' "**Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni**". Seguendo le indicazioni riportate su di esse, si può tranquillamente dichiarare che gli interventi precedentemente menzionati sono volti a:

- NON sopraelevare la costruzione esistente (non ricorre la condizione specificata al punto "a" del paragrafo 8.4.3);
- NON ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione (non ricorre la condizione specificata al punto "b" del paragrafo 8.4.3);
- NON apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10% di quelli esistenti (non ricorre la condizione specificata al punto "c" del paragrafo 8.4.3);
- NON trasformare la costruzione in un organismo edilizio troppo diverso dal precedente (non ricorre la condizione specificata al punto "d" del paragrafo 8.4.3).
- NON apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV (non ricorre la condizione specificata al punto "e" del paragrafo 8.4.3).

Per cui, in base a quanto è stato appena dichiarato, non è fatto obbligo di procedere all'adeguamento della struttura esistente. Inoltre, l'insieme sistematico delle opere da eseguirsi NON è finalizzato ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate per cui gli interventi strutturali menzionati NON rientrano neanche nella categoria degli "interventi di miglioramento" (vedi paragrafo 8.4.2).

Ciò significa che, come già si accennava in precedenza, ai sensi del D.M. del 17/01/2018, gli interventi previsti possono essere trattati come "interventi locali" in quanto la loro esecuzione non comporta sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo insieme oltre che delle singole parti (vedi paragrafo 8.4.1).

In altri termini, con la realizzazione di tali interventi strutturali non ricorre neppure una delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta ad azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni), situazioni di funzionamento ed uso anomalo, deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d'uso della costruzione;
- interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità o ne modificino la rigidità.

1.2 Normativa Tecnica Utilizzata

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".

- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)
- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- Ordinanza n. 3431. "Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 14 Settembre 2005. "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. del 17 Gennaio 2018. "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare Ministeriale n°7 del 21 Gennaio 2019. "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 17/01/2018.
- EC8. "Design of structures for earthquake resistance - General rules, seismic actions and rules for buildings".

1.3 Definizione dei Parametri di Progetto per la definizione dell'Azione Sismica

Normativamente, il presente edificio viene calcolato secondo quanto disposto dal **D.M. del 17 Gennaio 2018**, riguardante lo **"Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"** e della relativa **Circolare Ministeriale n°7 del 21 Gennaio 2019** che ne fornisce le istruzioni.

Secondo quanto illustrato dalla suddetta norma, la verifica della struttura viene effettuata attraverso un'analisi statica allo S.L.U. ed un'analisi dinamica da eseguirsi sia allo S.L.U. sia allo S.L.E. utilizzando dei ben precisi spettri di risposta. In particolare, tali spettri di risposta vengono identificati in base ad una serie di parametri definiti di seguito:

1. SITO DI EDIFICAZIONE: SALA BOLOGNESE (BO) Loc. PADULLE – ZONA SISMICA "3"
Longitudine 11.281359 E Latitudine 44.635522 N

2. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: **"D"** : Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
3. CATEGORIA TOPOGRAFICA: categoria "T1" : superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$; Coefficiente di amplificazione topografica: **1.0**
4. VITA NOMINALE DELL'OPERA: **≥ 50 anni** : opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
5. CLASSE D'USO: classe II : costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; Coefficiente CU: **1.0**
6. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA: **$V_R = V_N * C_U = 50$ anni**

1.4 Descrizione dei Materiali e dei Prodotti per Uso Strutturale

ACCIAIO

Acciaio da carpenteria: Acciaio S275J : $f_{yk} \geq 275 \text{ N/mm}^2$ (snervamento) ; $f_{tk} \geq 430 \text{ N/mm}^2$ (rottura)

Bulloni e barre filettate: classe 8.8 : $f_{yb} \geq 640 \text{ N/mm}^2$ (snervamento) ; $f_{tb} \geq 800 \text{ N/mm}^2$ (rottura)

Saldature: saldature basiche continue “a completo ripristino” eseguite con elettrodi tipo E44 CL2 oppure CL3

Secondo le NTC 2018, gli acciai utilizzati devono essere sottoposti alle seguenti tre forme di controllo obbligatorie:

- *controllo in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;*
- *controllo nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;*
- *controllo di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.*

L'inizio della procedura di qualificazione comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione e deve continuare con:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso pubblicamente disponibile;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il Direttore dei Lavori deve verificare la qualità dell'acciaio ed a rifiutare eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità dei centri di trasformazione. Della documentazione dell'acciaio utilizzato si deve informare il collaudatore, che riporterà, nel certificato di collaudo statico delle opere, gli estremi dei centri di trasformazione che hanno fornito l'eventuale materiale lavoro

2 DATI GENERALI

2.1 Software utilizzato: *En.Ex.Sys. WinStrand*

2.1.1 Structural Analysis & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

2.1.1.1 Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

2.1.1.2 Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

2.1.1.3 Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T.
- Analisi Statica:
 - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
- Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

2.1.2 Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"

- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*
- Ordinanza n. 3316. *“Modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003”*
- D.M. del 16 Gennaio 1996. *“Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»”*.
- D.M. del 16 Gennaio 1996. *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*
- D.M. del 9 Gennaio 1996. *“Norme Tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”*.
- D.M. del 14 Febbraio 1992. *“Norme Tecniche per l’esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche”*.
- D.M. del 3 Ottobre 1978. *“Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”*.
- D.M. del 3 Marzo 1975. *“Disposizioni concernenti l’applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*.
- D.M. del 3 Marzo 1975. *“Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*.
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*.
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”*.
- *Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)*

2.2 Analisi dei carichi

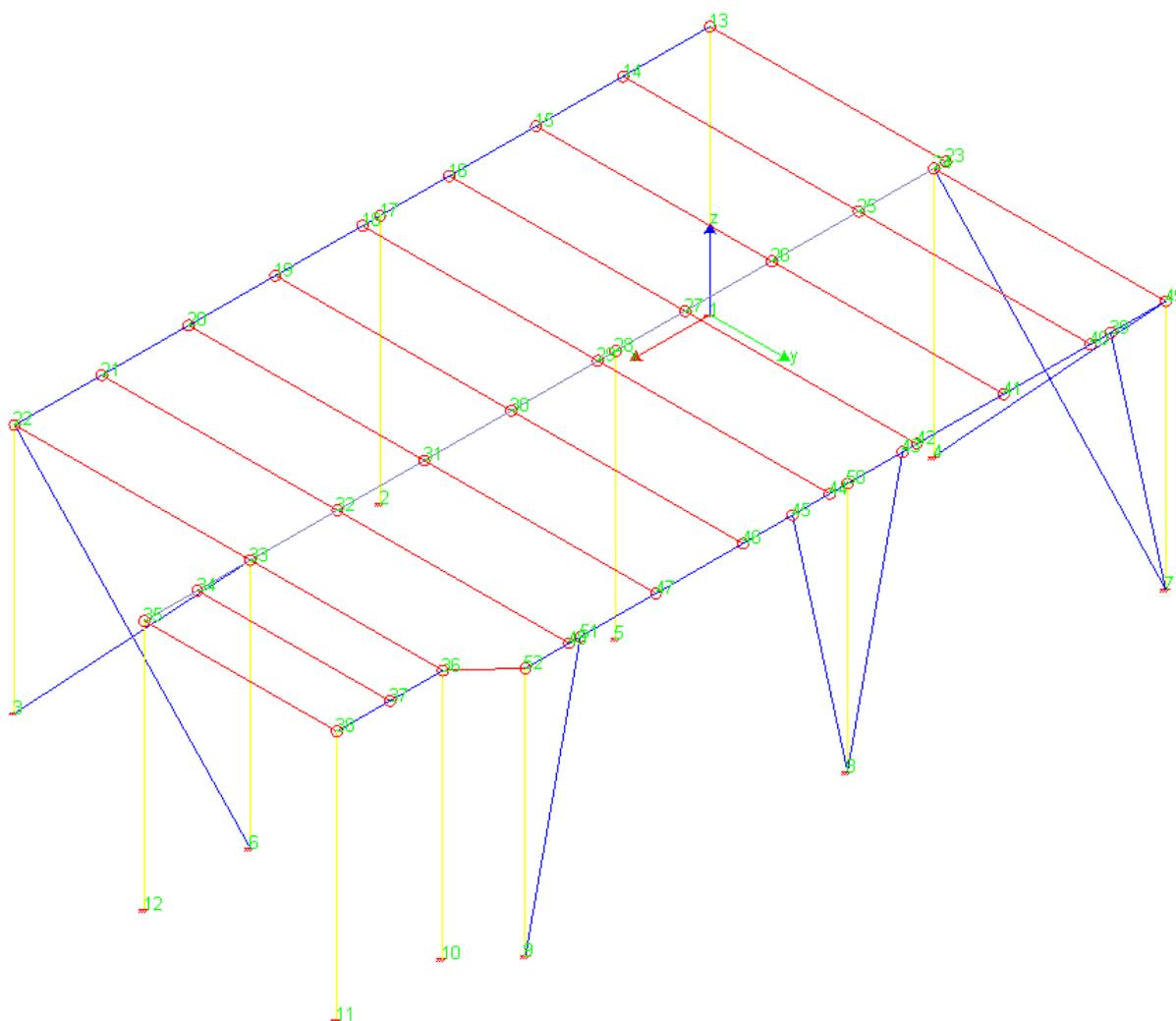
1) SOLAIO SOPPALCO

Solaio in lamiera grecata (a secco) : $H = 55 \text{ mm}$

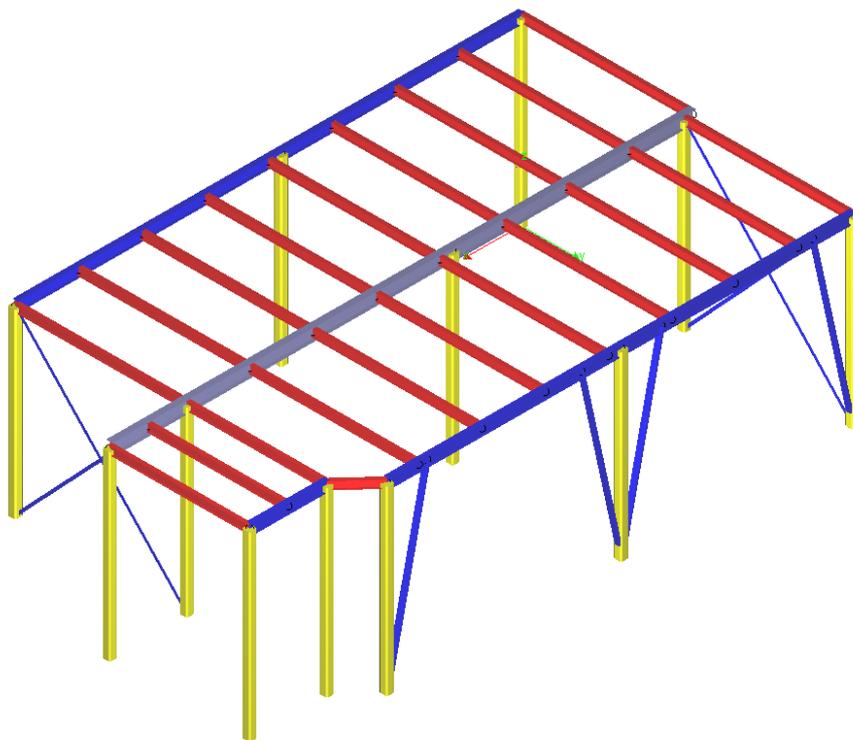
<u>Carichi Permanenti "DEFINITI" :</u>		$G_1 =$	0.15 KN/m^2	1
pannello in legno	$0.025 \times 8.00 =$		0.20	
controsoffitto			0.20	
<u>Carichi Permanenti "PORTATI" :</u>		$G_2 =$	0.40 KN/m^2	2
<u>Carichi Variabili (Cat. B1):</u>		$Q_{k1} =$	2.00 KN/m^2	3

2.3 Modello di calcolo

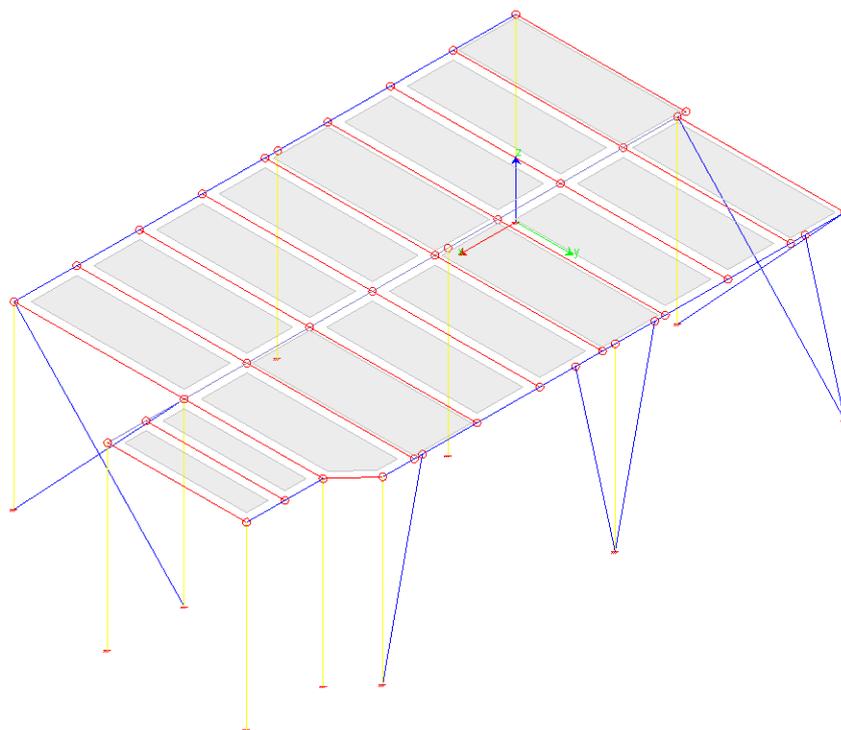
- Modello con numerazione dei nodi



- Modello con sezione solida degli elementi



- Modello con aree di carico evidenziate



DATI MODELLO

2.4 Dati Generali degli elementi di progetto

2.4.1 Maschera dei vincoli corrente:

- $U_x = \text{LIBERA}$ $U_y = \text{LIBERA}$ $U_z = \text{LIBERA}$
- $R_x = \text{LIBERA}$ $R_y = \text{LIBERA}$ $R_z = \text{LIBERA}$

2.4.2 Nodi:

- Nodi attivi : 52 (Non appartenenti a solaio 52)
- Nodi con numerazione nodale bloccata : 12
- Nodi cancellati..... : 0
- Nodi k : 20

2.4.3 Elementi:

- Pilastro : 12
- Trave : 57
- Biella : 8

2.4.4 Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [MPa]	ν	α 1/[1°C]	Peso Specifico [kN/m ³]
1	Calcestruzzo	Calcestruzzo	30000.0	0.12	0.000012	25.00
2	Acciaio S 275	Acciaio	210000.0	0.33	0.000012	78.50

2.4.5 Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [N/mm ³]	E [MPa]	ν	σ_{Max} [MPa]	Commento
1	0.01			0.1	Default

2.4.6 Pilastro Lista sezioni introdotte:

Sezione Materiale Dimensioni [cm]

1	2	Tubi Quadri 140x8.0(D.B.)
---	---	---------------------------

Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	38.87	1067	1067	0	1859	1.8	1.8

2.4.7 Trave Lista sezioni introdotte:

Sezione Materiale Dimensioni [cm]

1	2				IPE 180(D.B.)
2	2				IPE 140(D.B.)
3	2				IPE 220(D.B.)

Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	23.98	1319	101	-0	5	2.5	1.7
2	16.44	542	45	0	2	2.5	1.6
3	33.42	2777	205	-0	9	2.5	1.6

2.4.8 Biella Lista sezioni introdotte:

Sezione Materiale Dimensioni [cm]

1	2				Tubi Ret H 100x40x2.6(D.B.)
2	2	B= 1	H= 5		Rett. Piatto

Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	6.71	19	79	0	52	3.2	1.4
2	2.50	5	0	0	0	1.2	1.2

Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2018

2.5 Combinazioni di carico

Numero di condizioni di carico ... : 3

Numero di combinazioni di carico . : 28

Condizione

1	G1
2	G2
3	Q
4	Sisma 0SLU
5	Sisma 90SLU
6	Sisma 180SLU
7	Sisma 270SLU
8	Sisma 0SLC
9	Sisma 90SLC
10	Sisma 180SLC
11	Sisma 270SLC
12	Sisma 0SLD
13	Sisma 90SLD
14	Sisma 180SLD
15	Sisma 270SLD

2.5.1 Combinazioni di carico:

2.5.1.1 Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero

1	SLU
---	-----

Comb.\Cond 1 2 3

1 1.3 1.3 1.5

2.5.1.2 Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero

2	Sisma 0 / 90
3	Sisma 0 / 270
4	Sisma 90 / 0
5	Sisma 90 / 180
6	Sisma 180 / 90
7	Sisma 180 / 270
8	Sisma 270 / 0
9	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond 1 2 3 4 5 6 7

2	1 1 1 1	0.3				
3	1 1 1 1					0.3
4	1 1 1 0.3	1				
5	1 1 1	1	0.3			
6	1 1 1	0.3	1			
7	1 1 1		1	0.3		
8	1 1 1 0.3				1	
9	1 1 1		0.3	1		

2.5.1.3 Combinazioni agli Stati Limite di Collasso

Combinazione di carico numero

10	Sisma 0 / 90
11	Sisma 0 / 270
12	Sisma 90 / 0
13	Sisma 90 / 180
14	Sisma 180 / 90
15	Sisma 180 / 270
16	Sisma 270 / 0
17	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond 1 2 3 8 9 10 11

10	1 1 1 1	0.3	
11	1 1 1 1		0.3
12	1 1 1 0.3	1	
13	1 1 1	1	0.3
14	1 1 1	0.3	1
15	1 1 1	1	0.3
16	1 1 1 0.3		1
17	1 1 1	0.3	1

2.5.1.4 Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

18 SLE R

Comb.\Cond 1 2 3

18 1 1 1

2.5.1.5 Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

19 SLE F

Comb.\Cond 1 2 3

19 1 1 0.9

2.5.1.6 Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

20 SLE QP

Comb.\Cond 1 2 3

20 1 1 0.8

2.5.1.7 Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero

21 Sisma 0 / 90

22 Sisma 0 / 270

Combinazione di carico numero

23	Sisma 90 / 0
24	Sisma 90 / 180
25	Sisma 180 / 90
26	Sisma 180 / 270
27	Sisma 270 / 0
28	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond 1 2 3 12 13 14 15

21	1 1 1 1	0.3		
22	1 1 1 1		0.3	
23	1 1 1 0.3	1		
24	1 1 1	1	0.3	
25	1 1 1	0.3	1	
26	1 1 1		1	0.3
27	1 1 1 0.3			1
28	1 1 1		0.3	1

2.5.2 Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2018

- Sala Bolognese (BO), via della Pace n°2 Longitudine 11.2828 Latitudine 44.6344
- Tipo di Terreno D
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

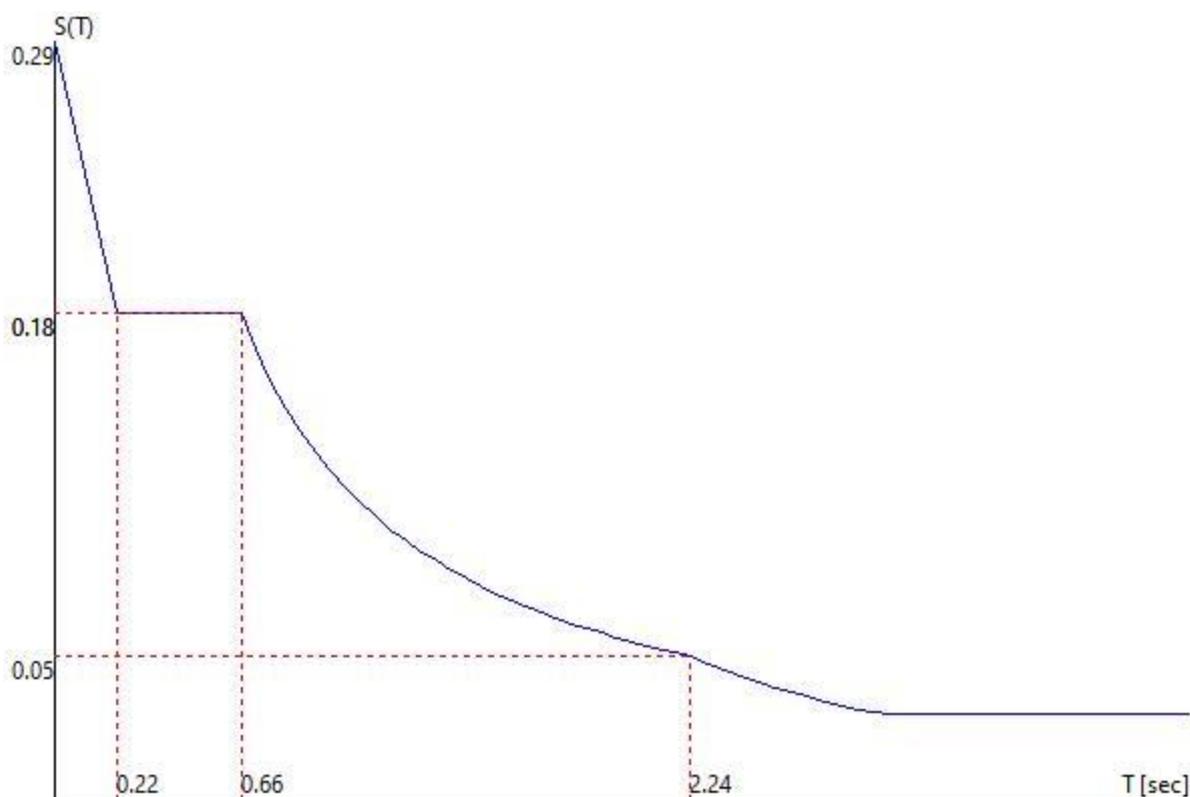
Stato	C	α_u/α_1	q_H	q_V
SLV	4.00	4.00	1.50	
SLD	2.00	2.00	1.50	
SLC	2.00	2.00	1.50	
SLO	1.00	1.00	1.50	

- Smorzamento Viscoso ($0.05 = 5\%$) 0.05

TU 2018 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 475 (anni)
- S_s 1.782
- T_B 0.22 [s]
- T_C 0.66 [s]
- T_D 2.24 [s]
- a_g/g 0.1610
- F_o 2.5587
- T_C^* 0.2779

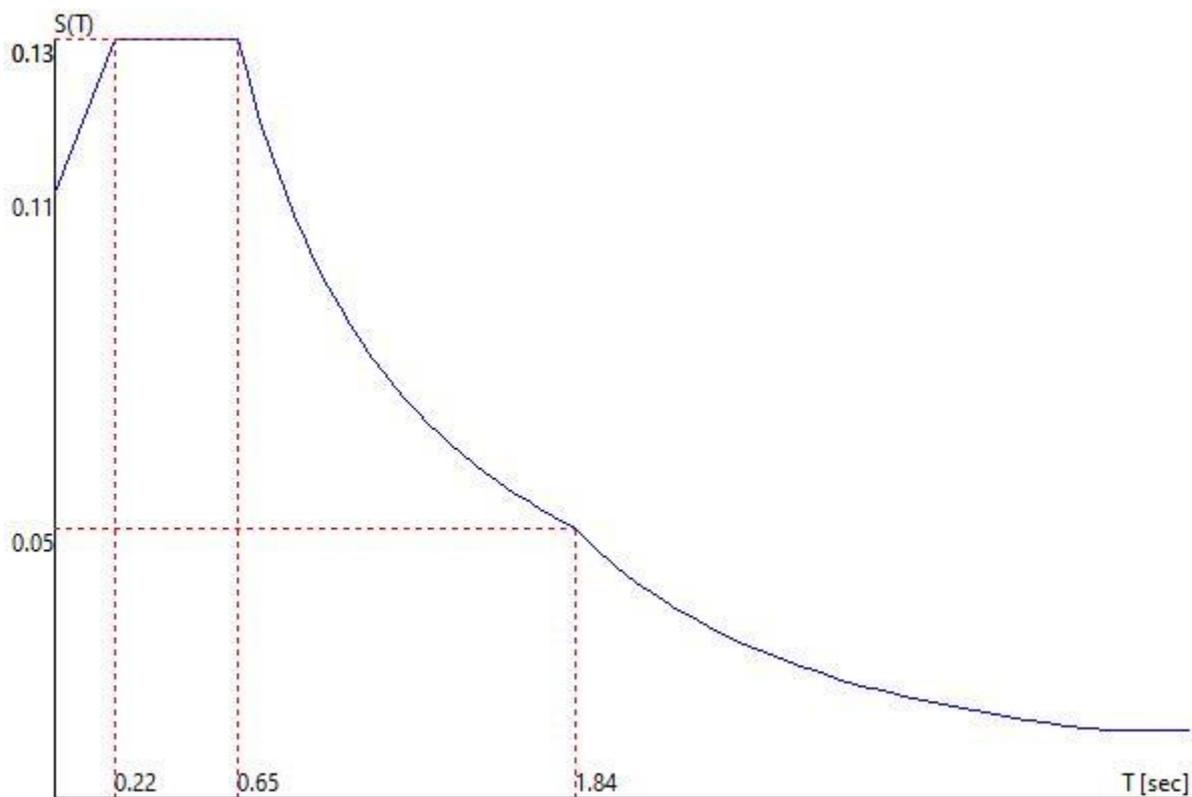
TU 2018 SLV H



TU 2018 SLD H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 50 (anni)
- S_s 1.800
- T_B 0.22 [s]
- T_C 0.65 [s]
- T_D 1.84 [s]
- a_g/g 0.0590
- F_o 2.5163
- T_C^* 0.2702

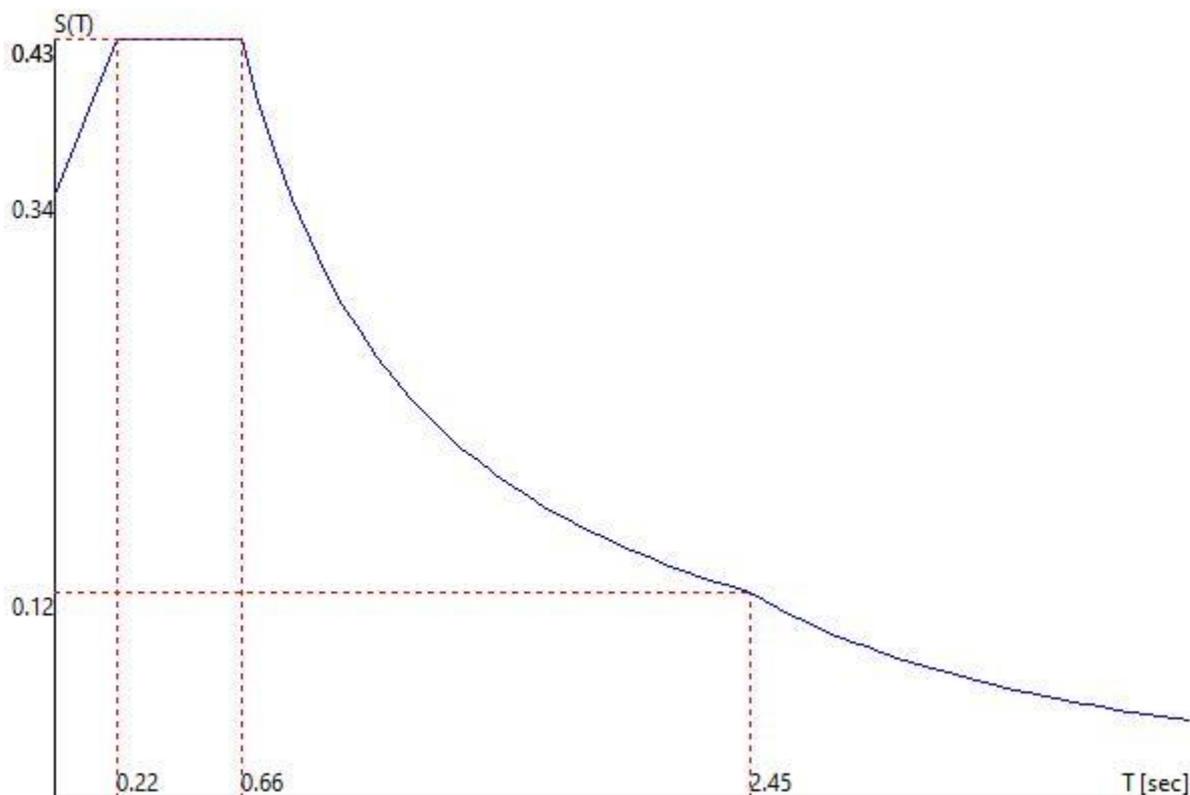
TU 2018 SLD H



TU 2018 SLC H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 5.0 e periodo di ritorno (T_R) 975 (anni)
- S_s 1.597
- T_B 0.22 [s]
- T_C 0.66 [s]
- T_D 2.45 [s]
- a_g/g 0.2124
- F_o 2.5200
- T_C^* 0.2800

TU 2018 SLC H



2.5.3 Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione Commento Fattore di Partecipazione

1	G1	1.000000
2	G2	1.000000
3	Q	1.000000

Direzioni d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLC Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLC Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLC Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLC Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLD Direzione 9 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLD Direzione 10 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLD Direzione 11 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLD Direzione 12 Angolo in pianta 270.00 [°]

4 Ft. 41 -89.08 0.89 -0.21 -5.9

$\sigma_{s,c41}$ -89.08 0.89 -0.21 -7.7
 $\sigma_{cls,Max41}$ -89.08 0.89 -0.21 -0.5
 $\sigma_{cls,Med41}$ -89.08 0.89 -0.21 -0.5
 104 Ft. 41 -73.48 -6.95 -0.38 0.7
 $\sigma_{s,c41}$ -73.48 -6.95 -0.38 -11.7
 $\sigma_{cls,Max41}$ -73.48 -6.95 -0.38 -0.9
 $\sigma_{cls,Med41}$ -73.48 -6.95 -0.38 -0.4

2.6 ANALISI DINAMICA

2.6.1 Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/s]	Periodo [s]	Coefficiente Risposta
1	1.67802e+02	12.954	0.49	0.1835
2	4.05515e+02	20.137	0.31	0.1835
3	5.18285e+02	22.766	0.28	0.1835
4	5.47363e+02	23.396	0.27	0.1835
5	1.11593e+03	33.406	0.19	0.1984
6	1.37105e+03	37.028	0.17	0.2070
7	2.98821e+03	54.664	0.11	0.2328
8	3.06991e+03	55.407	0.11	0.2335
9	3.48128e+03	59.002	0.11	0.2368
10	3.95529e+03	62.891	0.10	0.2399
11	5.43000e+03	73.689	0.09	0.2467
12	5.53180e+03	74.376	0.08	0.2471
13	6.03200e+03	77.666	0.08	0.2488
14	8.91805e+03	94.435	0.07	0.2556
15	1.20181e+04	109.627	0.06	0.2599
16	1.24353e+04	111.514	0.06	0.2604
17	1.52643e+04	123.549	0.05	0.2629
18	1.66822e+04	129.160	0.05	0.2640
19	1.81674e+04	134.786	0.05	0.2649

2.6.2 Direzione di Ingresso del Sisma 1 Angolo 0.00

2.6.2.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
2	-3.66180e+01	100.0	1.34088e+03	80.1	80.1
5	1.74940e+01	47.8	3.06039e+02	18.3	98.3
6	3.55073e+00	9.7	1.26077e+01	0.8	99.1
3	-2.15759e+00	5.9	4.65521e+00	0.3	99.4
4	1.25973e+00	3.4	1.58692e+00	0.1	99.5

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
7	-1.07311e+00	2.9	1.15157e+00	0.1	99.5
8	-5.88365e-01	1.6	3.46173e-01	0.0	99.5
10	5.10146e-01	1.4	2.60249e-01	0.0	99.6
13	-4.25495e-01	1.2	1.81046e-01	0.0	99.6
12	4.12919e-01	1.1	1.70502e-01	0.0	99.6
15	3.71160e-01	1.0	1.37760e-01	0.0	99.6
16	-3.27190e-01	0.9	1.07053e-01	0.0	99.6
11	2.99048e-01	0.8	8.94295e-02	0.0	99.6
1	2.44653e-01	0.7	5.98551e-02	0.0	99.6
9	-1.94135e-01	0.5	3.76882e-02	0.0	99.6
14	1.82973e-01	0.5	3.34791e-02	0.0	99.6
18	7.79026e-02	0.2	6.06882e-03	0.0	99.6
17	-5.70468e-02	0.2	3.25434e-03	0.0	99.6
19	2.59848e-02	0.1	6.75211e-04	0.0	99.6

2.6.3 Direzione di Ingresso del Sisma 2 Angolo 90.00

2.6.3.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
1	3.45578e+01	100.0	1.19424e+03	71.3	71.3
10	1.28471e+01	37.2	1.65048e+02	9.9	81.2
6	-1.22526e+01	35.5	1.50125e+02	9.0	90.1
12	-8.07286e+00	23.4	6.51711e+01	3.9	94.0
15	6.94094e+00	20.1	4.81766e+01	2.9	96.9
16	3.74974e+00	10.9	1.40605e+01	0.8	97.7
8	3.42419e+00	9.9	1.17251e+01	0.7	98.4
17	-3.34407e+00	9.7	1.11828e+01	0.7	99.1
14	2.26552e+00	6.6	5.13259e+00	0.3	99.4
5	1.51027e+00	4.4	2.28091e+00	0.1	99.5
9	7.64773e-01	2.2	5.84878e-01	0.0	99.6
11	6.20402e-01	1.8	3.84898e-01	0.0	99.6
19	-1.78262e-01	0.5	3.17774e-02	0.0	99.6
2	-1.74442e-01	0.5	3.04299e-02	0.0	99.6
4	-1.17142e-01	0.3	1.37221e-02	0.0	99.6
18	-7.72609e-02	0.2	5.96924e-03	0.0	99.6
3	2.83062e-02	0.1	8.01238e-04	0.0	99.6
7	-1.72340e-02	0.0	2.97012e-04	0.0	99.6
13	-5.78131e-03	0.0	3.34235e-05	0.0	99.6

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li²/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

2.6.4 Direzione di Ingresso del Sisma 3 Angolo 180.00

2.6.4.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
2	3.66180e+01	100.0	1.34088e+03	80.1	80.1
5	-1.74940e+01	47.8	3.06039e+02	18.3	98.3
6	-3.55073e+00	9.7	1.26077e+01	0.8	99.1
3	2.15759e+00	5.9	4.65521e+00	0.3	99.4
4	-1.25973e+00	3.4	1.58693e+00	0.1	99.5
7	1.07311e+00	2.9	1.15157e+00	0.1	99.5
8	5.88366e-01	1.6	3.46175e-01	0.0	99.5
10	-5.10140e-01	1.4	2.60243e-01	0.0	99.6
13	4.25495e-01	1.2	1.81046e-01	0.0	99.6
12	-4.12923e-01	1.1	1.70505e-01	0.0	99.6
15	-3.71157e-01	1.0	1.37758e-01	0.0	99.6
16	3.27192e-01	0.9	1.07054e-01	0.0	99.6
11	-2.99047e-01	0.8	8.94293e-02	0.0	99.6
1	-2.44637e-01	0.7	5.98475e-02	0.0	99.6
9	1.94135e-01	0.5	3.76884e-02	0.0	99.6
14	-1.82972e-01	0.5	3.34787e-02	0.0	99.6
18	-7.79026e-02	0.2	6.06882e-03	0.0	99.6
17	5.70453e-02	0.2	3.25417e-03	0.0	99.6
19	-2.59849e-02	0.1	6.75216e-04	0.0	99.6

2.6.5 Direzione di Ingresso del Sisma 4 Angolo 270.00

2.6.5.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
1	-3.45578e+01	100.0	1.19424e+03	71.3	71.3
10	-1.28471e+01	37.2	1.65048e+02	9.9	81.2
6	1.22525e+01	35.5	1.50125e+02	9.0	90.1
12	8.07286e+00	23.4	6.51711e+01	3.9	94.0
15	-6.94094e+00	20.1	4.81766e+01	2.9	96.9
16	-3.74974e+00	10.9	1.40605e+01	0.8	97.7
8	-3.42419e+00	9.9	1.17251e+01	0.7	98.4
17	3.34407e+00	9.7	1.11828e+01	0.7	99.1
14	-2.26552e+00	6.6	5.13260e+00	0.3	99.4
5	-1.51028e+00	4.4	2.28093e+00	0.1	99.5
9	-7.64773e-01	2.2	5.84878e-01	0.0	99.6

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
11	-6.20402e-01	1.8	3.84899e-01	0.0	99.6
19	1.78262e-01	0.5	3.17774e-02	0.0	99.6
2	1.74458e-01	0.5	3.04357e-02	0.0	99.6
4	1.17141e-01	0.3	1.37220e-02	0.0	99.6
18	7.72608e-02	0.2	5.96923e-03	0.0	99.6
3	-2.83052e-02	0.1	8.01183e-04	0.0	99.6
7	1.72345e-02	0.0	2.97029e-04	0.0	99.6
13	5.78150e-03	0.0	3.34257e-05	0.0	99.6

2.6.6 Direzione di Ingresso del Sisma 5 Angolo 0.00

2.6.6.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
2	-3.66180e+01	100.0	1.34088e+03	80.1	80.1
5	1.74940e+01	47.8	3.06039e+02	18.3	98.3
6	3.55073e+00	9.7	1.26077e+01	0.8	99.1
3	-2.15759e+00	5.9	4.65521e+00	0.3	99.4
4	1.25973e+00	3.4	1.58692e+00	0.1	99.5
7	-1.07311e+00	2.9	1.15157e+00	0.1	99.5
8	-5.88365e-01	1.6	3.46173e-01	0.0	99.5
10	5.10146e-01	1.4	2.60249e-01	0.0	99.6
13	-4.25495e-01	1.2	1.81046e-01	0.0	99.6
12	4.12919e-01	1.1	1.70502e-01	0.0	99.6
15	3.71160e-01	1.0	1.37760e-01	0.0	99.6
16	-3.27190e-01	0.9	1.07053e-01	0.0	99.6
11	2.99048e-01	0.8	8.94295e-02	0.0	99.6
1	2.44653e-01	0.7	5.98551e-02	0.0	99.6
9	-1.94135e-01	0.5	3.76882e-02	0.0	99.6
14	1.82973e-01	0.5	3.34791e-02	0.0	99.6
18	7.79026e-02	0.2	6.06882e-03	0.0	99.6
17	-5.70468e-02	0.2	3.25434e-03	0.0	99.6
19	2.59848e-02	0.1	6.75211e-04	0.0	99.6

2.6.7 Direzione di Ingresso del Sisma 6 Angolo 90.00

2.6.7.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
1	3.45578e+01	100.0	1.19424e+03	71.3	71.3
10	1.28471e+01	37.2	1.65048e+02	9.9	81.2
6	-1.22526e+01	35.5	1.50125e+02	9.0	90.1

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
12	-8.07286e+00	23.4	6.51711e+01	3.9	94.0
15	6.94094e+00	20.1	4.81766e+01	2.9	96.9
16	3.74974e+00	10.9	1.40605e+01	0.8	97.7
8	3.42419e+00	9.9	1.17251e+01	0.7	98.4
17	-3.34407e+00	9.7	1.11828e+01	0.7	99.1
14	2.26552e+00	6.6	5.13259e+00	0.3	99.4
5	1.51027e+00	4.4	2.28091e+00	0.1	99.5
9	7.64773e-01	2.2	5.84878e-01	0.0	99.6
11	6.20402e-01	1.8	3.84898e-01	0.0	99.6
19	-1.78262e-01	0.5	3.17774e-02	0.0	99.6
2	-1.74442e-01	0.5	3.04299e-02	0.0	99.6
4	-1.17142e-01	0.3	1.37221e-02	0.0	99.6
18	-7.72609e-02	0.2	5.96924e-03	0.0	99.6
3	2.83062e-02	0.1	8.01238e-04	0.0	99.6
7	-1.72340e-02	0.0	2.97012e-04	0.0	99.6
13	-5.78131e-03	0.0	3.34235e-05	0.0	99.6

2.6.8 Direzione di Ingresso del Sisma 7 Angolo 180.00

2.6.8.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
2	3.66180e+01	100.0	1.34088e+03	80.1	80.1
5	-1.74940e+01	47.8	3.06039e+02	18.3	98.3
6	-3.55073e+00	9.7	1.26077e+01	0.8	99.1
3	2.15759e+00	5.9	4.65521e+00	0.3	99.4
4	-1.25973e+00	3.4	1.58693e+00	0.1	99.5
7	1.07311e+00	2.9	1.15157e+00	0.1	99.5
8	5.88366e-01	1.6	3.46175e-01	0.0	99.5
10	-5.10140e-01	1.4	2.60243e-01	0.0	99.6
13	4.25495e-01	1.2	1.81046e-01	0.0	99.6
12	-4.12923e-01	1.1	1.70505e-01	0.0	99.6
15	-3.71157e-01	1.0	1.37758e-01	0.0	99.6
16	3.27192e-01	0.9	1.07054e-01	0.0	99.6
11	-2.99047e-01	0.8	8.94293e-02	0.0	99.6
1	-2.44637e-01	0.7	5.98475e-02	0.0	99.6
9	1.94135e-01	0.5	3.76884e-02	0.0	99.6
14	-1.82972e-01	0.5	3.34787e-02	0.0	99.6
18	-7.79026e-02	0.2	6.06882e-03	0.0	99.6
17	5.70453e-02	0.2	3.25417e-03	0.0	99.6
19	-2.59849e-02	0.1	6.75216e-04	0.0	99.6

2.6.9 Direzione di Ingresso del Sisma 8 Angolo 270.00

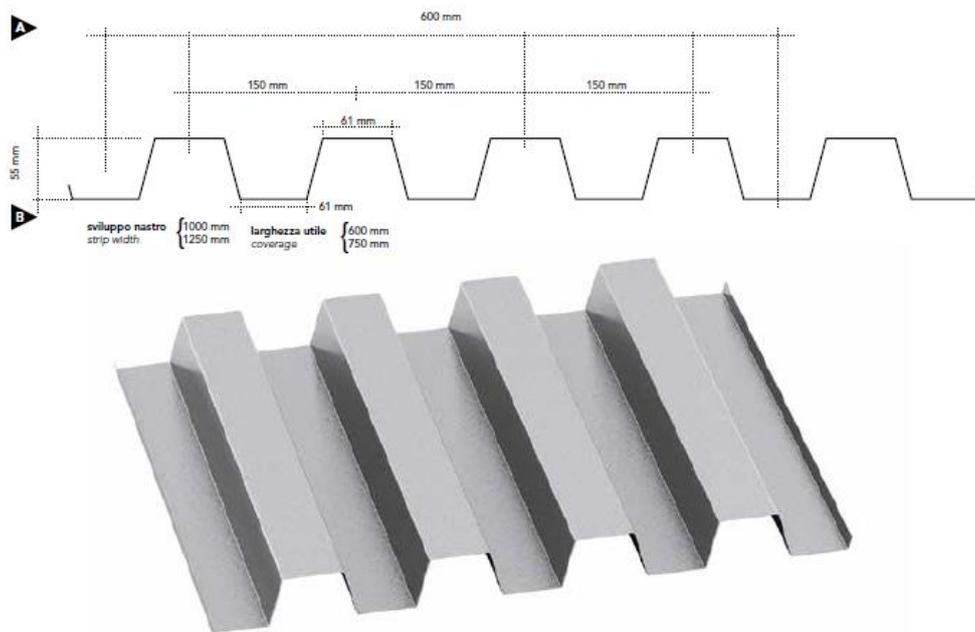
2.6.9.1 Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li ² /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
1	-3.45578e+01	100.0	1.19424e+03	71.3	71.3
10	-1.28471e+01	37.2	1.65048e+02	9.9	81.2
6	1.22525e+01	35.5	1.50125e+02	9.0	90.1
12	8.07286e+00	23.4	6.51711e+01	3.9	94.0
15	-6.94094e+00	20.1	4.81766e+01	2.9	96.9
16	-3.74974e+00	10.9	1.40605e+01	0.8	97.7
8	-3.42419e+00	9.9	1.17251e+01	0.7	98.4
17	3.34407e+00	9.7	1.11828e+01	0.7	99.1
14	-2.26552e+00	6.6	5.13260e+00	0.3	99.4
5	-1.51028e+00	4.4	2.28093e+00	0.1	99.5
9	-7.64773e-01	2.2	5.84878e-01	0.0	99.6
11	-6.20402e-01	1.8	3.84899e-01	0.0	99.6
19	1.78262e-01	0.5	3.17774e-02	0.0	99.6
2	1.74458e-01	0.5	3.04357e-02	0.0	99.6
4	1.17141e-01	0.3	1.37220e-02	0.0	99.6
18	7.72608e-02	0.2	5.96923e-03	0.0	99.6
3	-2.83052e-02	0.1	8.01183e-04	0.0	99.6
7	1.72345e-02	0.0	2.97029e-04	0.0	99.6
13	5.78150e-03	0.0	3.34257e-05	0.0	99.6

3 ANALISI DEGLI ELEMENTI

3.1 Lamiera Grecata

EGB 210



EGB 210

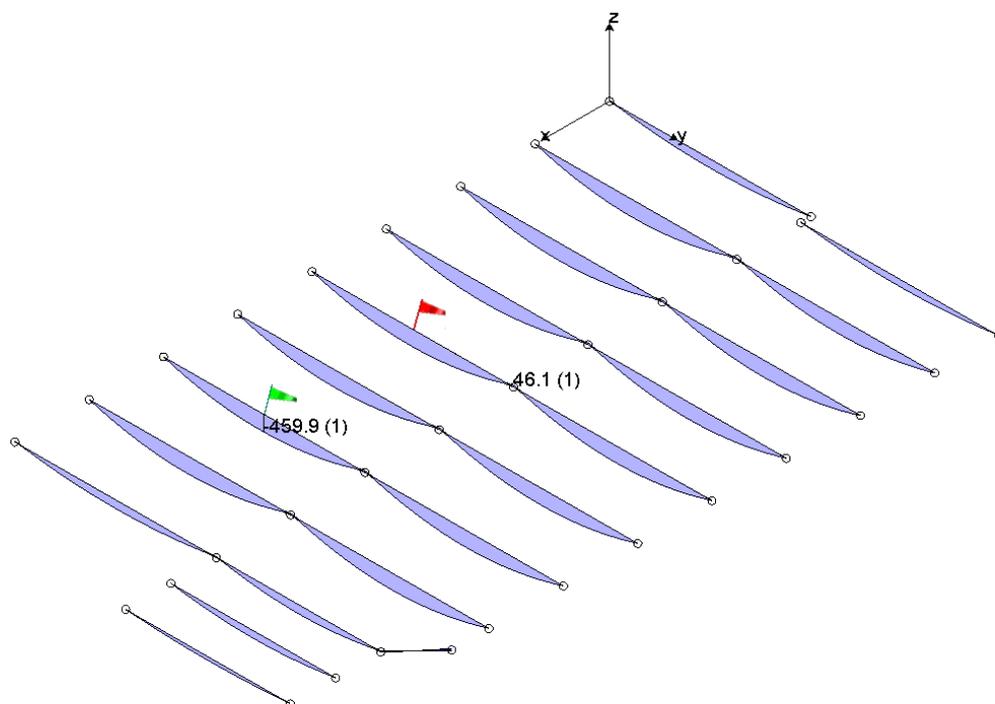
▲ ▲ ▲ 2 campate 2 spans

Spessore Thickness mm	Distanza fra gli appoggi in m - Supports spacing (m)																
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
	Carico massimo uniformemente distribuito in kN/m ² - Max load capacity kN/m ²																
0,6	12,49	8,08	5,63	4,14	3,16	2,49	2,01	1,65	1,38	1,16	0,99	0,86	0,75	0,65	0,58	0,51	0,45
0,7	15,98	10,32	7,19	5,28	4,04	3,18	2,56	2,11	1,76	1,49	1,27	1,10	0,96	0,84	0,74	0,66	0,58
0,8	19,49	12,57	8,75	6,43	4,91	3,87	3,12	2,57	2,14	1,81	1,55	1,34	1,17	1,03	0,91	0,80	0,68
1,0	27,34	17,68	12,33	9,07	6,94	5,47	4,41	3,63	3,04	2,57	2,20	1,91	1,66	1,46	1,29	1,09	0,91
1,2	34,07	22,06	15,39	11,33	8,67	6,84	5,52	4,54	3,80	3,22	2,76	2,39	2,08	1,83	1,62	1,37	1,15
																1,44	1,29

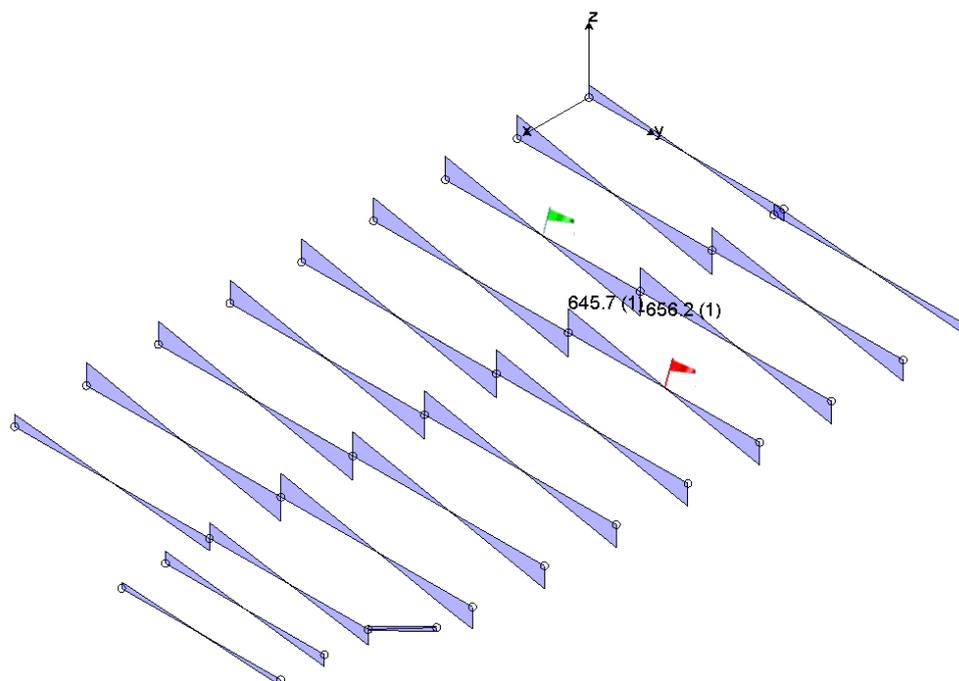
3.2 Travi secondarie IPE 140

3.2.1 Azioni

- Diagramma di involuppo del momento



- Diagramma di involuppo del Taglio



3.2.2 Verifiche

EC3 X

Asta(e) nodi: 18...29 Luce: 3.0000 [m]

Sezione 2 Materiale: 2 Acciaio S 275

Profilo Tipo: IPE 140

Caratteristiche Inerziali
 A 16.4435 [cm²] ANet 16.4435 [cm²] Lcol 0 [mm]

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo
 Sforzo Normale
 Taglio nel Piano 1/2 (Ty) Momento Flettente M 1/2 (Mx)
 Taglio nel Piano 1/3 (Tx) Momento Flettente M 1/3 (My)
 Eseguì la Verifica d'instabilità a: Svergolamento PressoFlessione

Dati di progetto verifiche di instabilità:
 Piano 12: β $\beta=1$ Curva Curva 'a'
 Piano 13: β $\beta=1$ Curva Curva 'b'

Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati
 Combinazioni di Carico: All

Verifica di Resistenza	Valore	Stato
Verifica di Resistenza	0.21	OK
Instabilità per Sforzo Normale	0.01	OK
Instabilità per Presso-Flessione	0.55	OK
Instabilità FlessoTorsionale	0.55	OK

Classificazione della Sezione Trasversale
 Compressione: OK
 Flessione Piano 1/2: OK
 Flessione Piano 1/3: OK

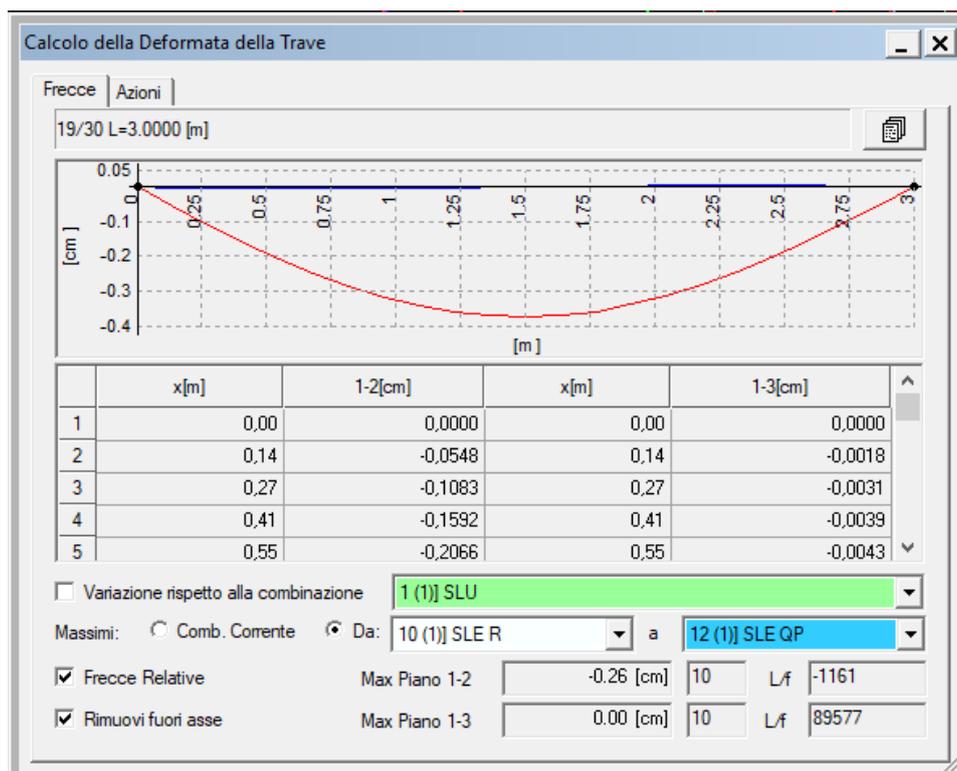
Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)
 Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente
 MnxRd = 1.00 Mplx Alpha 1.00
 MnyRd = 1.00 Mply Beta 1.00

Azione	Valore	Ratio
Sforzo Normale	3.3 [kg]	0.00
Momento Flet. Mx (1/2)	-455.3 [kgm]	0.21
Momento Flet. My (1/3)	0.0 [kgm]	0.00
Taglio nel Piano 1/2 (Ty)	-13.4 [kg]	0.00
Taglio nel Piano 1/3 (Tx)	-1.9 [kg]	0.00

Max Combinazione 1 Sezione Verificata in Classe OK 0.21

Exit

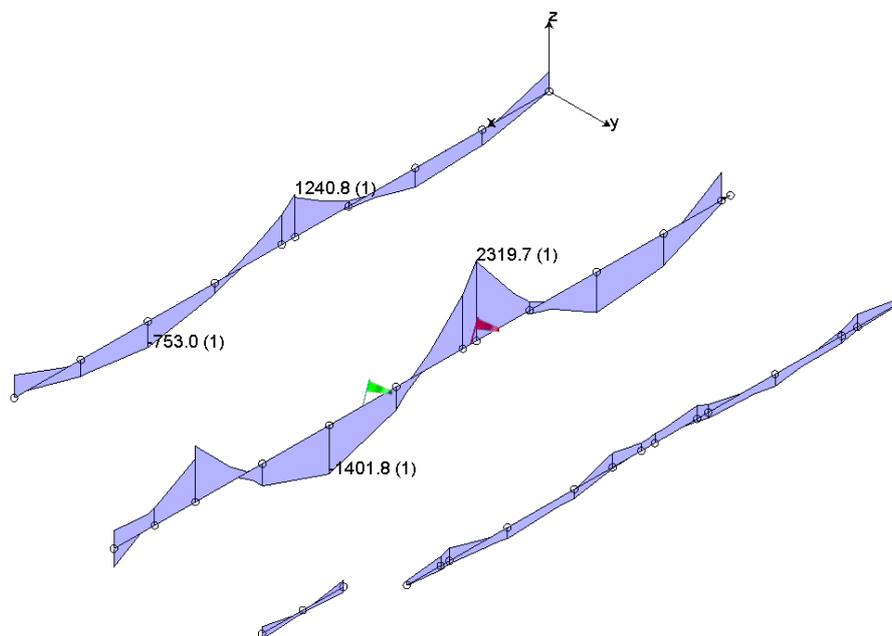
3.2.3 Deformazioni



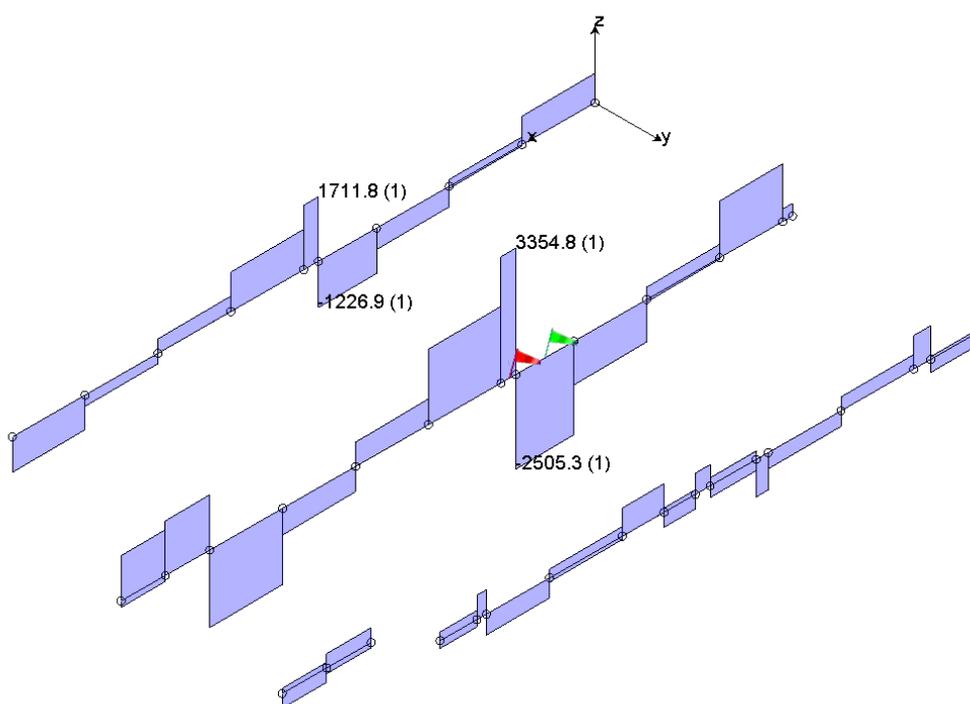
3.3 Travi Principali

3.3.1 Azioni

- Diagramma di involuppo del Momento Flettente



- Diagramma di involuppo del Taglio



3.3.2 Verifiche

- Verifiche IPE 220

EC3

Asta(e) nodi: 35....23 Luce: 10.2000 [m]

Sezione 3 Materiale: 2 Acciaio S 275

Profilo Tipo: IPE 220

Caratteristiche Inerziali
 A: 33.422 [cm²] ANet: 33.422 [cm²] Lcol: 0 [mm]

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo
 Sforzo Normale
 Taglio nel Piano 1/2 (Ty) Momento Flettente M 1/2 (Mx)
 Taglio nel Piano 1/3 (Tx) Momento Flettente M 1/3 (My)
 Esegui la Verifica d'instabilità a: Svergolamento PressoFlessione

Dati di progetto verifiche di instabilità:
 Piano 12: β β_{p1} 1 Curva: Curva 'a'
 Piano 13: β β_{p1} 1 Curva: Curva 'b'

Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati
 Combinazioni di Carico: All

Verifica di Resistenza	Classe della Sezione
0.32	
Instabilità per Sforzo Normale	0.20
Instabilità per Presso-Flessione	0.40
Instabilità FlessoTorsionale	0.39

Apply

Resistenza | Instabilità 1/2 | Instabilità 1/3 | Presso-Flessione | Svergolamento

Classificazione della Sezione Trasversale
 Compressione: Caratteristiche Efficaci
 Flessione Piano 1/2: Instabilità Anima
 Flessione Piano 1/3:

Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)
 Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

MnxRd =	1.00	Mplx	Alpha	1.00
MnyRd =	1.00	Mply	Betha	1.00

Sforzo Normale	202.0 [kg]	0.00
Momento Flet. Mx (1/2)	2319.7 [kgm]	0.32
Momento Flet. My (1/3)	-0.1 [kgm]	0.00
Taglio nel Piano 1/2 (Ty)	3354.8 [kg]	0.15
Taglio nel Piano 1/3 (Tx)	0.6 [kg]	0.00

Max Combinazione 1 Sezione Verificata in Classe 0.32

Exit

- Verifiche IPE 180

EC3

Asta(e) nodi: 22....17 Luce: 4.6500 [m]

Sezione 1 Materiale: 2 Acciaio S 275

Profilo Tipo: IPE 180

Caratteristiche Inerziali
 A: 23.9763 [cm²] ANet: 23.9763 [cm²] Lcol: 0 [mm]

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo
 Sforzo Normale
 Taglio nel Piano 1/2 (Ty) Momento Flettente M 1/2 (Mx)
 Taglio nel Piano 1/3 (Tx) Momento Flettente M 1/3 (My)
 Esegui la Verifica d'instabilità a: Svergolamento PressoFlessione

Dati di progetto verifiche di instabilità:
 Piano 12: β β_{p1} 1 Curva: Curva 'a'
 Piano 13: β β_{p1} 1 Curva: Curva 'b'

Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati
 Combinazioni di Carico: All

Verifica di Resistenza	Classe della Sezione
0.30	
Instabilità per Sforzo Normale	0.05
Instabilità per Presso-Flessione	0.39
Instabilità FlessoTorsionale	0.38

Apply

Resistenza | Instabilità 1/2 | Instabilità 1/3 | Presso-Flessione | Svergolamento

Classificazione della Sezione Trasversale
 Compressione: Caratteristiche Efficaci
 Flessione Piano 1/2: Instabilità Anima
 Flessione Piano 1/3:

Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)
 Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

MnxRd =	1.00	Mplx	Alpha	1.00
MnyRd =	1.00	Mply	Betha	1.00

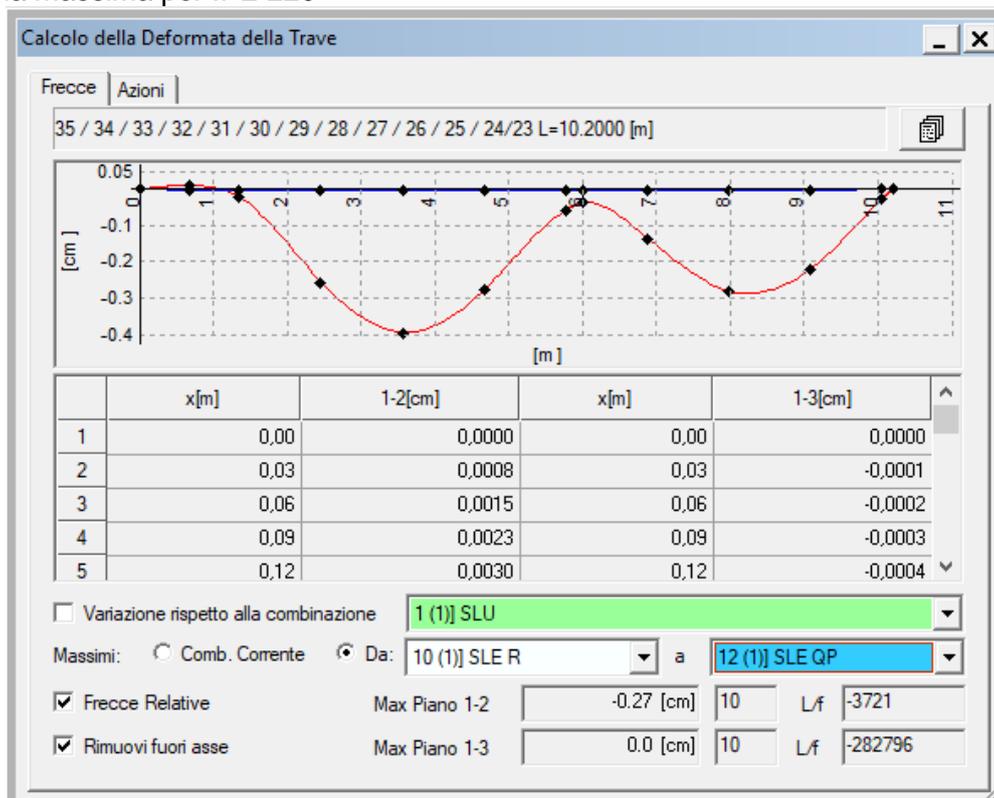
Sforzo Normale	252.6 [kg]	0.00
Momento Flet. Mx (1/2)	1240.8 [kgm]	0.30
Momento Flet. My (1/3)	-1.3 [kgm]	0.00
Taglio nel Piano 1/2 (Ty)	1711.8 [kg]	0.11
Taglio nel Piano 1/3 (Tx)	-0.4 [kg]	0.00

Max Combinazione 1 Sezione Verificata in Classe 0.30

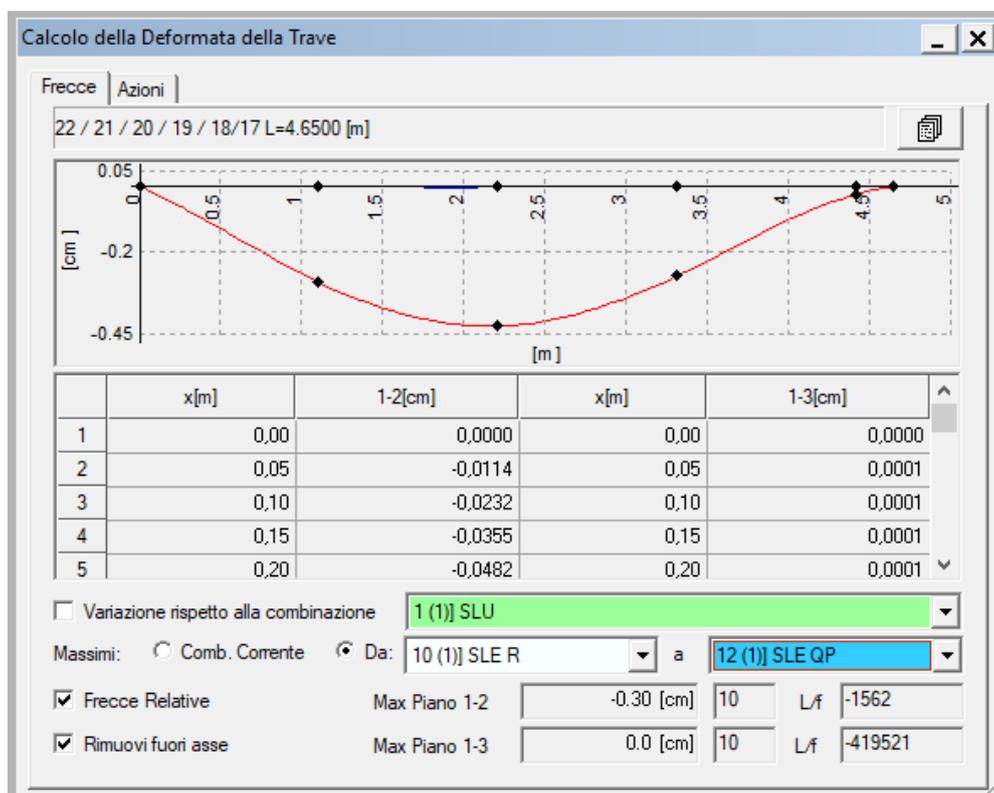
Exit

3.3.3 Deformazioni

- Freccia massima per IPE 220



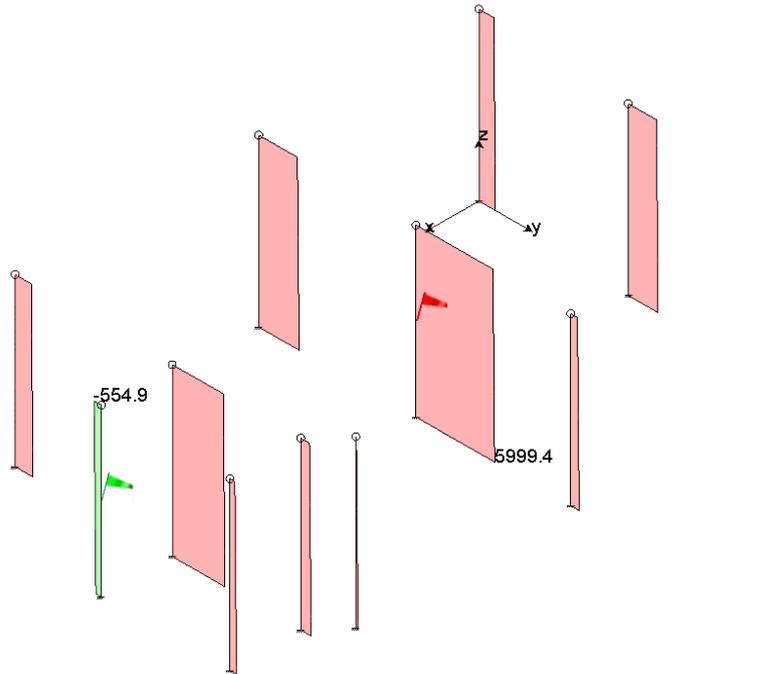
- Freccia massima per IPE 180



3.4 Pilastri

3.4.1 Azioni

- Diagramma di involuppo dello sforzo Normale



3.4.2 Verifiche

EC3

Asta(e) nodi: 5....28 Luce: 3.2000 [m]

Sezione 1 Materiale: 2 Acciaio S 275

Profilo Tipo: Tubi Quadri 140x8.0

Caratteristiche Inerziali
 A: 38.8664 [cm²] ANet: 38.8664 [cm²] Lcol: 0 [mm]

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo

Sforzo Normale

Taglio nel Piano 1/2 (Ty) Momento Flettente M 1/2 (Mx)
 Taglio nel Piano 1/3 (Tx) Momento Flettente M 1/3 (My)

Esegui la Verifica d'instabilità a: Svergolamento PressoFlessione

Dati di progetto verifiche di instabilità:

Piano 12: β β_{p1} 1 Curva Curva 'c'
 Piano 13: β β_{p1} 1 Curva Curva 'c'

Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati

Combinazioni di Carico: All

Classe della Sezione

Verifica di Resistenza: 0.19

Instabilità per Sforzo Normale: 0.09

Instabilità per Presso-Flessione: 0.22

Instabilità FlessoTorsionale: 0.00

Resistenza Instabilità 1/2 Instabilità 1/3 Presso-Flessione Svergolamento

Classificazione della Sezione Trasversale

Compressione: Caratteristiche Efficaci

Flessione Piano 1/2: Instabilità Anima

Flessione Piano 1/3:

Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)

Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

MnxRd = 1.00 Mpx Alpha 1.66
 MnyRd = 1.00 Mpy Beta 1.66

Sforzo Normale	4120.7 [kg]	0.04
Momento Flet. Mx (1/2)	872.2 [kgm]	0.19
Momento Flet. My (1/3)	-158.5 [kgm]	0.03
Taglio nel Piano 1/2 (Ty)	279.3 [kg]	0.01
Taglio nel Piano 1/3 (Tx)	-103.8 [kg]	0.00

Max Combinazione: 9 Sezione Verificata in Classe: 0.19

Apply Exit

3.4.3 Spostamenti allo SLD

3.4.3.1 Massimi Interpiano

- **$\Delta_{x, \text{Interpiano 4 24}}$**
 H = 3.2000 [m]
 Combinazione 13
 $\Delta = 0.38$ [cm]
 H / $\Delta = 842.7$

- **$\Delta_{y, \text{Interpiano 5 28}}$**
 H = 3.2000 [m]
 Combinazione 13
 $\Delta = 0.30$ [cm]
 H / $\Delta = 1077.8$

- **$\Delta_{xy, \text{Interpiano 5 28}}$**
 H = 3.2000 [m]
 Combinazione 13
 $\Delta = 0.48$ [cm]
 H / $\Delta = 664.8$

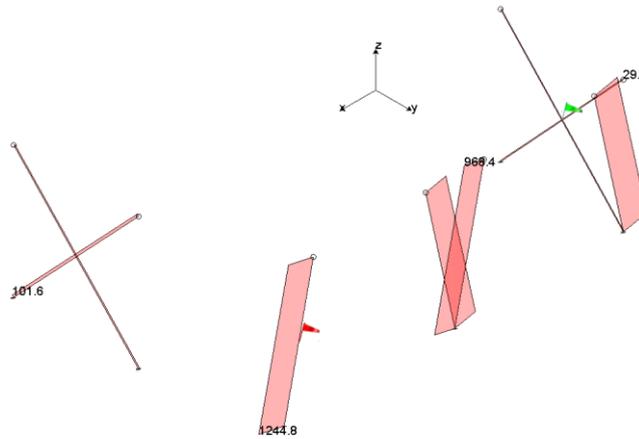
3.4.3.2 Spostamenti d'Interpiano

Δ_x					Δ_y					Δ_{xy}				
Nodi	δH [m]	Δ [cm]	Comb	H/ Δ	Nodi	δH [m]	Δ [cm]	Comb	H/ Δ	Nodi	δH [m]	Δ [cm]	Comb	H/ Δ
12 35	3.2000	0.38	13	851.1	12 35	3.2000	0.08	13	3903.3	12 35	3.2000	0.38	13	831.5
11 38	3.2000	0.09	13	3742.5	11 38	3.2000	0.08	13	3904.7	11 38	3.2000	0.12	13	2701.9
10 36	3.2000	0.09	13	3739.6	10 36	3.2000	0.01	13	23509.2	10 36	3.2000	0.09	13	3693.2
9 52	3.2000	0.12	13	2672.4	9 52	3.2000	0.06	13	5411.1	9 52	3.2000	0.13	13	2396.1
8 50	3.2000	0.12	13	2646.1	8 50	3.2000	0.30	13	1081.6	8 50	3.2000	0.32	13	1001.2
7 49	3.2000	0.12	13	2625.5	7 49	3.2000	0.01	13	∞	7 49	3.2000	0.12	13	2622.2
6 33	3.2000	0.38	13	850.0	6 33	3.2000	0.01	13	23748.3	6 33	3.2000	0.38	13	849.5
5 28	3.2000	0.38	13	844.7	5 28	3.2000	0.30	13	1077.8	5 28	3.2000	0.48	13	664.8
4 24	3.2000	0.38	13	842.7	4 24	3.2000	0.01	13	∞	4 24	3.2000	0.38	13	842.6
3 22	3.2000	0.30	13	1082.4	3 22	3.2000	0.01	13	24792.4	3 22	3.2000	0.30	13	1081.4
2 17	3.2000	0.30	13	1075.6	2 17	3.2000	0.30	13	1078.8	2 17	3.2000	0.42	13	761.7
1 13	3.2000	0.30	13	1071.8	1 13	3.2000	-0.00	13	∞	1 13	3.2000	0.30	13	1071.8

3.5 Bielle

3.5.1 Azioni

- Diagramma di involuppo dello sforzo Normale per gli elementi di controventamento



3.5.2 Verifiche

EC3

Asta(e) nodi: 9...51 Luce: 3.2757 [m]

Sezione 1 Materiale: 2 Acciaio S 275

Profilo Tipo: Tubi Ret H 100x40x2.6

Caratteristiche Inerziali
 A: 6.71265 [cm²] ANet: 6.71265 [cm²] Lcol: 0 [mm]

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo

Sforzo Normale

Taglio nel Piano 1/2 (Ty) Momento Flettente M 1/2 (Mx)

Taglio nel Piano 1/3 (Tx) Momento Flettente M 1/3 (My)

Esegui la Verifica d'instabilità a: Svergolamento Presso-Flessione

Dati di progetto verifiche di instabilità:

Piano 12: β β_{1-1} 1 Curva: Curva 'c'

Piano 13: β β_{1-1} 1 Curva: Curva 'c'

Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati

Combinazioni di Carico: All

Classe della Sezione

Verifica di Resistenza	0.07	
Instabilità per Sforzo Normale	0.46	
Instabilità per Presso-Flessione	0.47	
Instabilità FlessoTorsionale	0.00	

Resistenza | Instabilità 1/2 | Instabilità 1/3 | Presso-Flessione | Svergolamento

Classificazione della Sezione Trasversale

Compressione: Caratteristiche Efficaci

Flessione Piano 1/2: Instabilità Anima

Flessione Piano 1/3:

Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)

Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

MnxRd =	1.00	Mpx	Alpha	1.67
MnyRd =	1.00	Mpy	Betha	1.67

Sforzo Normale	1245.7 [kg]	0.07
Momento Flet. Mx (1/2)	0.0 [kgm]	0.00
Momento Flet. My (1/3)	0.0 [kgm]	0.00
Taglio nel Piano 1/2 (Ty)	1.8 [kg]	0.00
Taglio nel Piano 1/3 (Tx)	0.0 [kg]	0.00

Max Combinazione: 2 Sezione Verificata in Classe: 0.07

Apply Exit



Il Progettista delle Strutture
Ing. Claudio Contini