

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J81H0200000001

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA - LA SPEZIA (PONTREMOLESE)

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

FABBRICATI
FA00 – ELABORATI GENERALI
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I P 0 0 0 0 D 2 6 C L F A 0 0 1 0 0 0 6 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P. Cucino	Feb 2022	M. Salleolini	Feb 2022	G. Fadda	Feb 2022	A. Perego Ott 2022
B	AGGIORNAMENTO POST VERIFICA RFI	P. Cucino	Ott 2022	M. Salleolini	Ott 2022	G. Fadda	Ott 2022	

File: IP0000D26CLFA0010006B

n. Elab.:

Sommario

1	Scopo del Documento	4
2	Normativa di Riferimento	6
3	Caratteristiche dei Materiali	7
3.1	Calcestruzzo Strutture di Fondazione	7
3.2	Calcestruzzo Strutture in Elevazione	8
3.3	Acciaio da c.a.	9
4	Descrizione dell'intervento	10
5	Modellazione della Struttura	14
6	Analisi dei Carichi	18
6.1	Peso Proprio degli Elementi Strutturali	18
6.2	Carichi Permanenti Non Strutturali	18
6.3	Carichi Variabili	20
6.4	Azione della Neve	22
6.5	Azione del Vento	25
6.6	Azione Termica	33
6.7	Azione Sismica	36
7	Combinazioni di Carico	42
8	Analisi Modale	46
9	Sollecitazioni	51
9.1	Solai	51
9.2	Telaio Filo Fisso X ₁	51
9.3	Telaio Filo Fisso X ₂	67
9.4	Telaio Filo Fisso X ₃	84
9.5	Telaio Filo Fisso X ₄	102
9.6	Telaio Filo Fisso A	123
9.7	Telaio Filo Fisso B	131
9.8	Solaio di Piano	137
9.9	Forze Delle Fascio Di Cemento B60X125 Delle Fondazione	152
9.10	Platea di Fondazione	173
10	Verifiche sui Solai	180
10.1	Solaio di Piano	180
10.1.1	Dimensionamento Traliccio	180
10.1.2	Verifiche Solaio	181
11	Verifiche Trave Filo Fisso Y1 e Y3	188

11.1	Verifiche SLU B300X500 xz	191
11.1.1	Sezioni	191
11.1.2	Materiale	191
11.1.3	Geometria	192
11.1.4	Risultati	192
11.1.5	Progetto calcestruzzo	194
11.2	Verifiche SLU B300X550 yz	196
11.2.1	Sezioni	196
11.2.2	Materiale	196
11.2.3	Geometria	197
11.2.4	Risultati	197
11.2.5	Progetto calcestruzzo	199
12	Verifiche Pilastro (30x40, 40X30)	202
12.1	Verifiche SLU C300X400	203
12.1.1	Sezione S 1 C300X400	203
12.2	Verifiche SLU C400X300	227
12.2.1	Sezione S 1 C400X300	227
13	Verifiche Platea di Fondazione	251
13.1	Verifiche SLU B1250X600 XZ DIREZIONE	252
13.1.1	Sezioni	252
13.1.2	Materiale	253
13.1.3	Geometria	254
13.1.4	Risultati	255
13.1.5	Progetto calcestruzzo	256
13.2	Verifiche SLU B1250X600 YZ DIREZIONE	258
13.2.1	Sezioni	258
13.2.2	Materiale	258
13.2.3	Geometria	259
13.2.4	Risultati	260
13.2.5	Progetto calcestruzzo	261
13.3	Verifiche SLU – SLV	264
14	Verifiche degli Elementi Strutturali in Termini di Contenimento del Danno agli Elementi Non Strutturali	266
15	Conclusioni	268

	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>4 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	4 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	4 di 273								

1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Con “Pontremolese” viene comunemente intesa la linea ferroviaria Parma – La Spezia, linea che congiunge come trasversale la linea Tirrenica con la dorsale Roma-Firenze-Bologna-Milano.

Nel 1976 entra a far parte del Corridoio Plurimodale Tirreno-Brennero (Ti-Bre) e fra gli anni '80 e '90 vengono realizzati il raddoppio delle tratte Vezzano Ligure-S.Stefano di Magra, e Ghiare di Berceto-Solignano e successivamente viene realizzato il prolungamento del raddoppio Solignano-Fornovo. A seguito dell’emanazione della Legge n. 443 del 21 dicembre 2001 (Legge Obiettivo), la restante parte da raddoppiare della linea (Parma-Osteriazza e Berceto-Chiesaccia) è stata inserita fra le opere strategiche.

Con Delibera n.19 del 8 maggio 2009, pubblicata sulla G.U.R.I. n. 301 del 29 dicembre 2009, il CIPE approva il Progetto Preliminare del Completamento del 2003. Delle tratte comprese tra Parma e Osteriazza e tra Berceto e Chiesaccia, vengono individuati tre lotti funzionali:

- Parma-Osteriazza
- Berceto-Pontremoli
- Pontremoli-Chiesaccia.

Di questi tre lotti funzionali, nella stessa Delibera, è stato individuato il primo, quello Parma-Osteriazza, come lotto prioritario, a sua volta suddiviso nei tre sub lotti Parma-Vicofertile, Vicofertile-Collecchio e Collecchio-Osteriazza.

Il progetto in oggetto è relativo al progetto definitivo del raddoppio della tratta Parma- Vicofertile

Rispetto al tracciato sviluppato nel Progetto Preliminare del 2004, il Progetto Definitivo vede una variante di tracciato per la parte d’innesto del raddoppio nei binari della stazione di Parma: la coppia di binari garantisce le relazioni merci Fornovo Bologna (direzioni P/D) e il solo binario dispari garantisce le relazioni viaggiatori con La Spezia attestata a Parma (evitando di fuori uscire dal corridoio urbanistico).

Tale variante, oltre a portare notevoli benefici ferroviari nella Stazione di Parma, permetterà di risolvere all’interno dell’abitato di Parma le interferenze della linea Pontremolese con la viabilità ordinaria e di rendere disponibile alla città un tratto di circa 3,5 km (il vecchio binario di tracciato).Nel seguito, dopo una breve descrizione dell’opera, si analizzano le azioni gravanti sulla struttura e si determinano le massime sollecitazioni per le verifiche strutturali.

Le analisi sono state svolte in accordo al Decreto Ministero Infrastrutture del 17 Gennaio 2018 “Nuove norme tecniche per le costruzioni”, nel seguito indicato con NTC 2018. Le verifiche strutturali sono state svolte con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

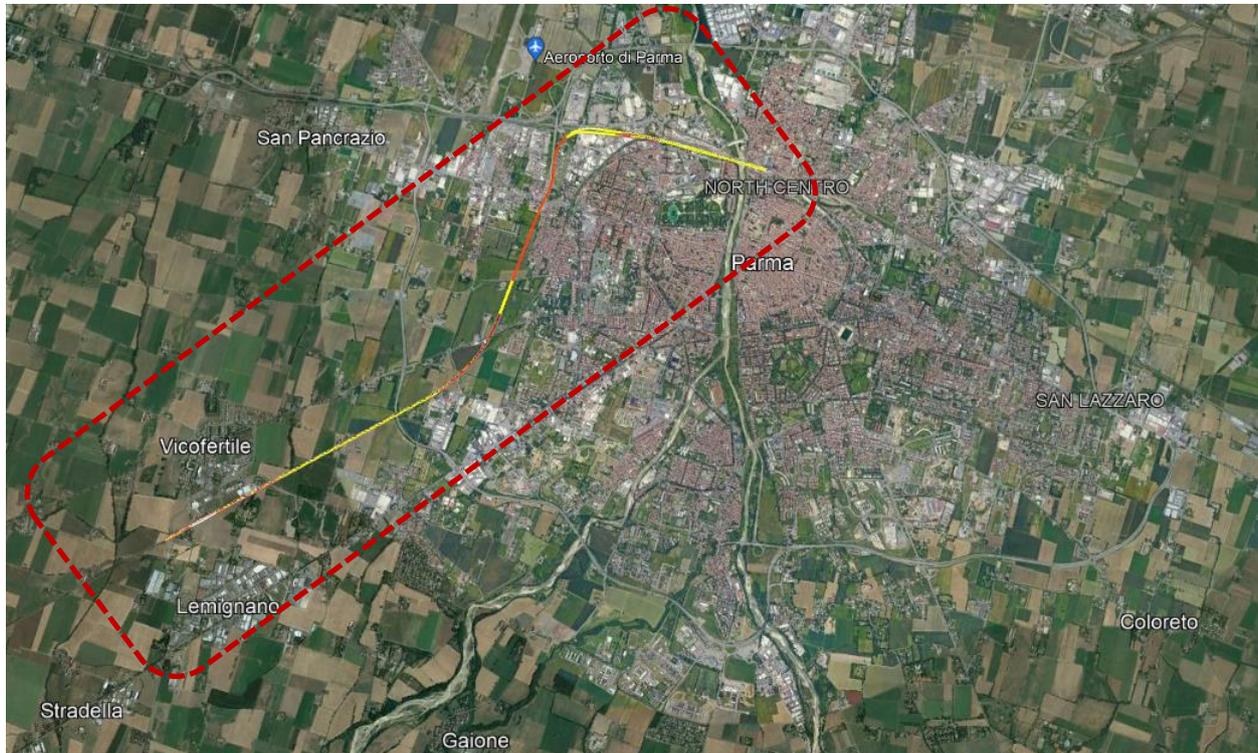


Figura 1 - Individuazione area d'intervento

	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>6 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	6 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	6 di 273								

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore e nel seguito elencate:

- D. M. Min. LL. PP. del 17 gennaio 2018 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019. n. 7 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione. prestazione. produzione e conformità - Specificazioni complementari per l’applicazione della EN 206;
- UNI EN 1992-1-1:2015 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 1998-1:2005 – “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A – Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere Civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A – Capitolato Generale di Appalto delle Opere Civili.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo Strutture di Fondazione

Per la realizzazione della platea di fondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$), che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza Caratteristica a Compressione (Cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- Classe di Esposizione $\rightarrow \text{XC2}$
- Classe di Consistenza $\rightarrow \text{S4/S5}$
- Resistenza Media a Compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3} = 31.475 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Sicurezza $\rightarrow \gamma_c = 1,5$
- Resistenza di Calcolo a Compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 14,17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione Media $\rightarrow f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm} = 1,80 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione di Calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 15,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Quasi Permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 11,25 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza $\rightarrow f_{bk} = 2,25 \eta f_{ctk} = 4,04 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $\rightarrow f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c / 1,5 = 1,80 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione Ultima a Rottura $\rightarrow \varepsilon_{cu} = 0,0035$

Per gli elementi strutturali della fondazione si assume un copriferro di 40 mm (valutato al netto della staffa).

Per gli elementi della struttura in elevazione si assume un copriferro di 30 mm (valutato al netto della staffa).

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato nella Tabella 4.1.IV delle NTC 2018, assumendo di trovarsi in condizioni ambientali ordinarie con armatura poco sensibile; i limiti adottati per la verifica nei confronti di tale stato limite sono riportati di seguito:

- Combinazione delle Azioni Frequente $\rightarrow w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$
- Combinazione delle Azioni Quasi Permanente $\rightarrow w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>8 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	8 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	8 di 273								

3.2 Calcestruzzo Strutture in Elevazione

Per la realizzazione della platea di fondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$), che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza Caratteristica a Compressione (Cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- Classe di Esposizione $\rightarrow \text{XC2}$
- Classe di Consistenza $\rightarrow \text{S4/S5}$
- Resistenza Media a Compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0,3} = 31.475 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Sicurezza $\rightarrow \gamma_c = 1,5$
- Resistenza di Calcolo a Compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 14,17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione Media $\rightarrow f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0,7 \times f_{ctm} = 1,80 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione di Calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0,60 \times f_{ck} = 15,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Compressione (Comb. Quasi Permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0,45 \times f_{ck} = 11,25 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza $\rightarrow f_{bk} = 2,25 \eta f_{ctk} = 4,04 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $\rightarrow f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c / 1,5 = 1,80 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione Ultima a Rottura $\rightarrow \varepsilon_{cu} = 0,0035$

Per gli elementi strutturali della fondazione si assume un copriferro di 40 mm (valutato al netto della staffa).

Per gli elementi della struttura in elevazione si assume un copriferro di 30 mm (valutato al netto della staffa).

Per quanto riguarda la scelta degli stati limite di fessurazione, si fa riferimento a quanto riportato nella Tabella 4.1.IV delle NTC 2018, assumendo di trovarsi in condizioni ambientali ordinarie con armatura poco sensibile; i limiti adottati per la verifica nei confronti di tale stato limite sono riportati di seguito:

- Combinazione delle Azioni Frequente $\rightarrow w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$
- Combinazione delle Azioni Quasi Permanente $\rightarrow w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

3.3 Acciaio da c.a.

Barre B450C

- Tensione di snervamento caratteristica → $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura → $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio → $\gamma_s = 1,15$
- Resistenza a trazione di calcolo → $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a Trazione (Comb. Rara) → $\sigma_s = 0,80 \times f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$
- Modulo Elastico → $E_a = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Deformazione di Snervamento di Progetto → $\varepsilon_{yd} = 0,0019$
- Densità → $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>10 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	10 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	10 di 273								

4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

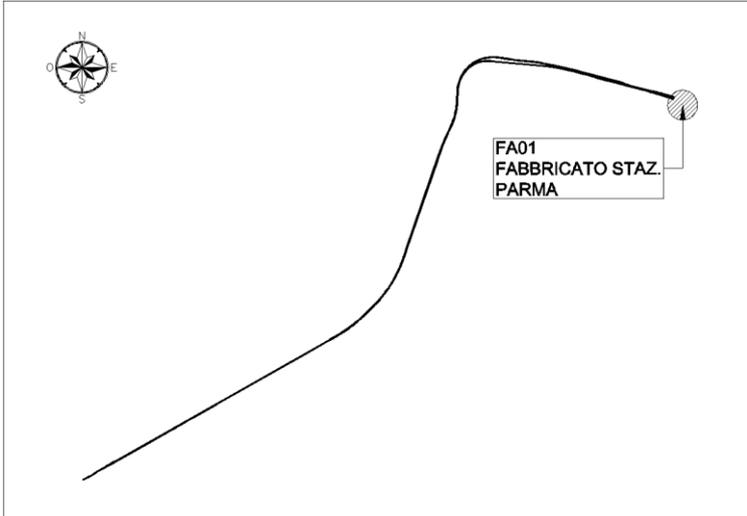
Per l'edificio "Fabricatto Staz" è prevista una struttura intelaiata in cemento armato fuori terra. L'edificio ha una dimensione in pianta rettangolare di circa 14.70x6.60 m, è caratterizzato da una copertura piana la cui altezza massima è pari a circa 4.30 m.

Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 4 colonna di sezione 30x40 e 4 colonna di sezione 40x30 cm.

per la struttura fuori terra

Il piano superiore è realizzato con lastre parzialmente prefabbricate del tipo predalle, con blocchi di polistirolo di alleggerimento e getto di completamento realizzato in opera, per uno spessore totale di 21 cm (4+12+5).

La fondazione è realizzata con una soletta di 30 cm di spessore.

Nome della struttura	WBS	Coordinate	Keyplan
FABBRICATO STAZ. PARMA	FA01 - TIP.F	(pk.0+000,00)	

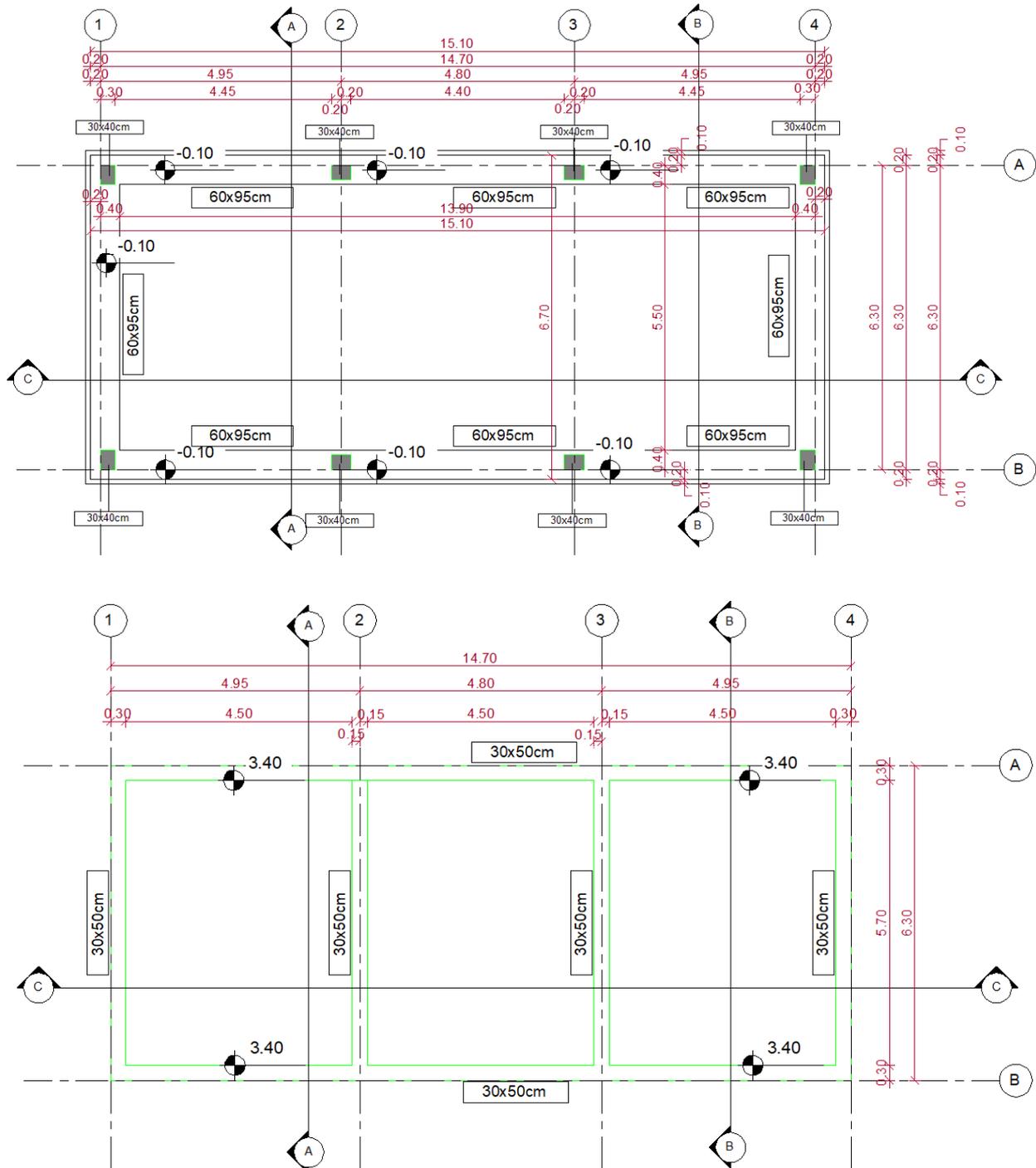


Figura 4.1 – Pianta Architettonica Piano Terra

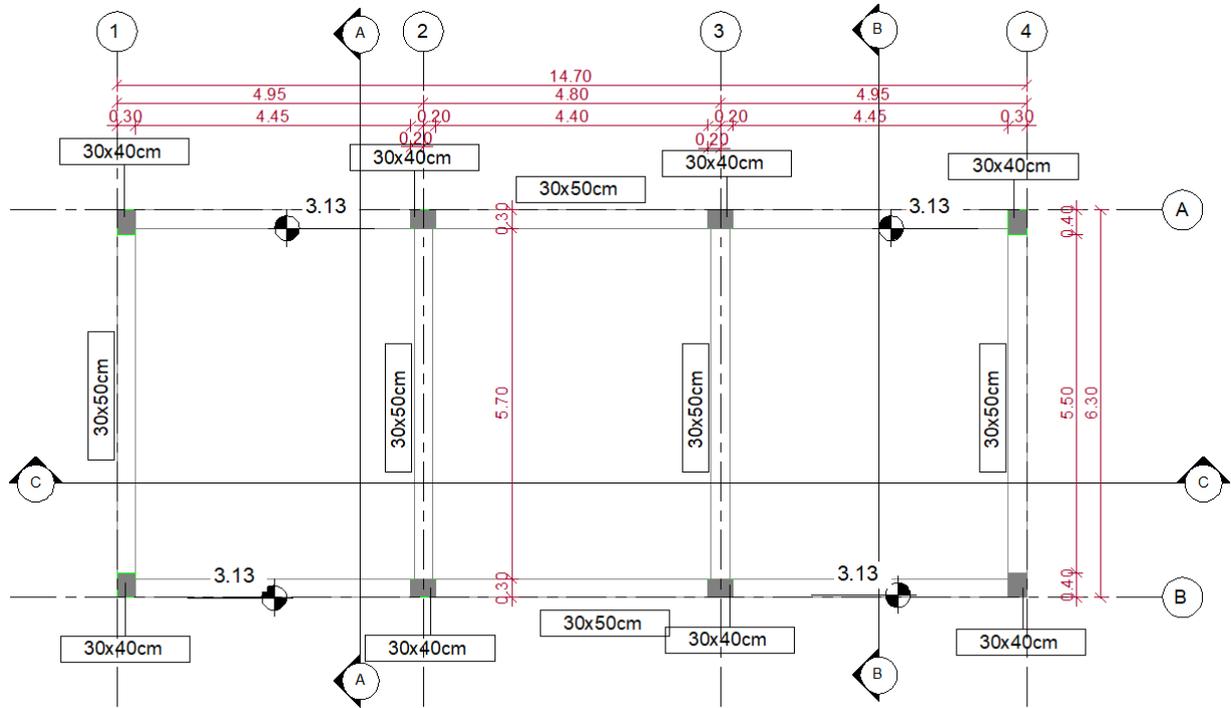


Figura 4.2 – Pianta Architettonica Piano Primo

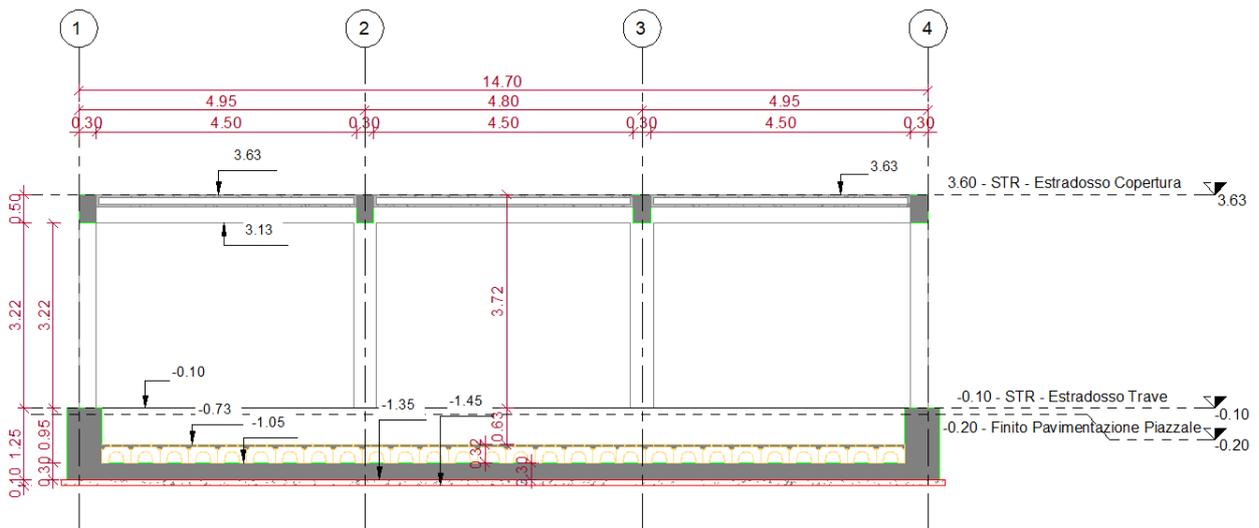


Figura 4.3 – Longitudinal sezione

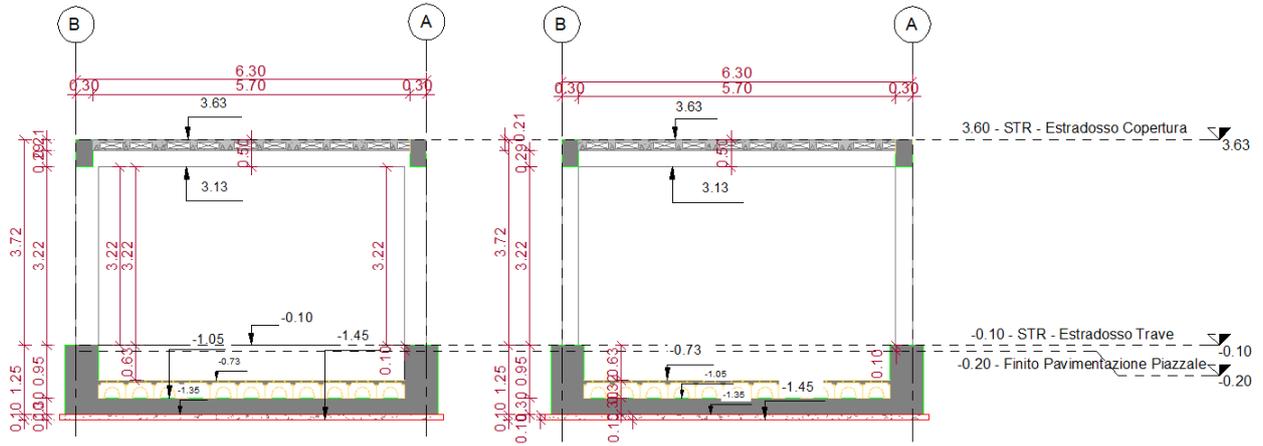


Figura 4.4 – Sezione A – A , Sezione B–B

	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>14 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	14 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	14 di 273								

5 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

L'analisi della struttura è condotta con il programma agli elementi finiti SAP2000 versione 20.2, seguendo quanto specificato dalle NTC 2018 al § 7.2.6.

In particolare, vengono realizzati due distinti modelli agli elementi finiti per l'individuazione delle sollecitazioni che interessano rispettivamente la struttura in elevazione e le fondazioni del fabbricato.

Per individuare le sollecitazioni che interessano gli elementi della struttura in elevazione, viene realizzato un modello tridimensionale in cui sono inseriti gli elementi strutturali principali (travi e pilastri modellati con elementi finiti monodimensionali tipo *frame*, scala e setti discretizzati invece con elementi bidimensionali tipo *shell thin*). In questo modello la fondazione non è rappresentata e i pilastri sono vincolati alla base con un vincolo di tipo incastro, mentre i nodi di base degli *shell* costituenti i setti sono incernierati. Le tamponature e i solai non vengono modellati direttamente, ma sono rappresentati unicamente in termini di massa; dal momento che gli orizzontamenti realizzati in cemento armato possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano (NTC 2018, § 7.2.6).

Secondo quanto suggerito dalle NTC 2018 al § 7.2.6, per tener conto della fessurazione dei materiali fragili, la rigidità flessionale e a taglio degli elementi in cemento armato può essere abbattuta fino al 50%. Nel modello realizzato su SAP2000, si abbatta dunque il modulo di rigidità di tutti gli elementi strutturali della metà ($E_{prog} = 0,50 * E_{cls}$).

Data la natura monodimensionale degli elementi *frame*, nei collegamenti non viene tenuto conto degli effettivi ingombri degli elementi strutturali, che hanno una lunghezza reale inferiore alla distanza fra i loro nodi estremali nello schema di calcolo. È possibile risolvere questo problema assegnando a questi elementi dei *End (Length) Offset* che consentono di identificare un tratto di rigidità infinita intorno a ogni nodo, la cui lunghezza è calcolata in automatico dal software, sulla base della geometria degli elementi che si intersecano nel nodo stesso. In questo modo i valori massimi delle sollecitazioni delle travi in corrispondenza degli appoggi non vengono letti esattamente in asse al nodo ma a una distanza che corrisponde a metà dell'altezza della sezione del pilastro convergente nel nodo stesso.

Nel secondo modello viene invece rappresentata la platea di fondazione con le nervature interne e di bordo, modellate rispettivamente con elementi tipo *shell* e *frame* e poggiate su suolo elastico la cui costante di Winkler è assunta pari a $k_v = 65627 \text{ kN/m}^3$ in direzione verticale e $k_h = 21876 \text{ kN/m}^3$ in direzione orizzontale.

Su tale platea, oltre ai carichi agenti al piano terra del fabbricato, vengono applicate anche le reazioni di base dei pilastri ottenute dal modello della struttura in elevazione per ognuna delle combinazioni di carico considerate, cambiate di segno. Tenendo conto delle indicazioni riportate al § 7.2.5 delle NTC 2018, si assumono come azioni in fondazione trasmesse dagli elementi soprastanti, quelle derivanti dall'analisi strutturale amplificate di un $\gamma_{Rd} = 1,1$, assumendo che la struttura si trovi in Classe di Duttilità Bassa.

Una volta lanciata l'analisi, ognuno dei due modelli può essere direttamente esportato nel software IdeaStatica, all'interno del quale vengono eseguite le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi e il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio.

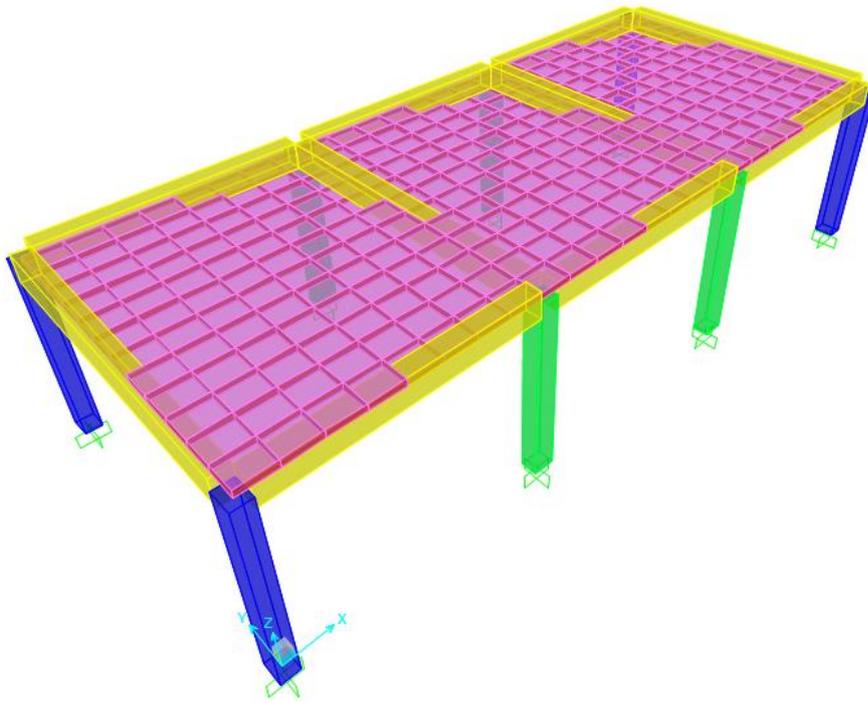


Figura 5.1 - Vista assometrica modello struttura in elevazione - elementi estrusi

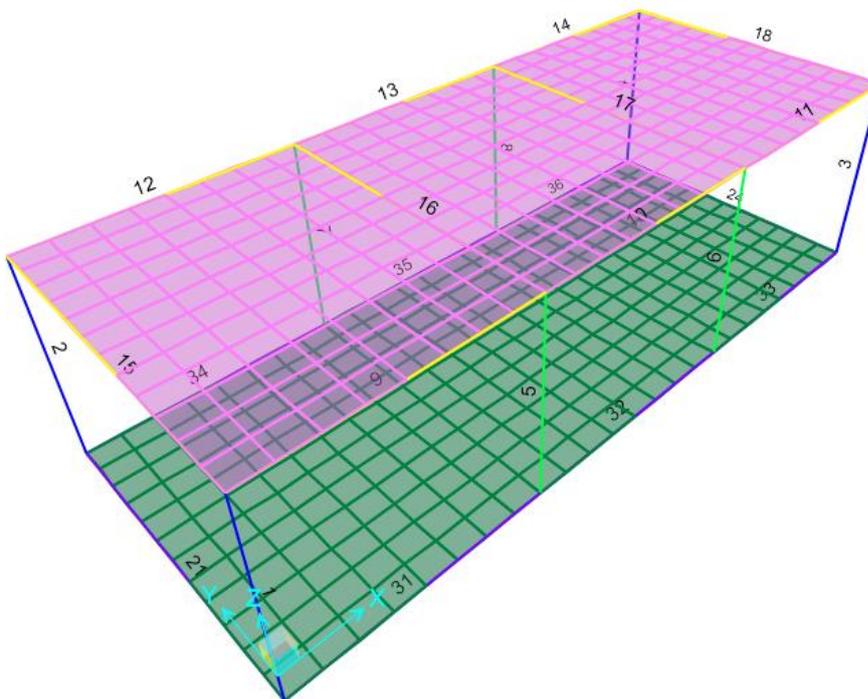


Figura 5.2 – Vista assometrica modello struttura in elevazione - numerazione elementi frame

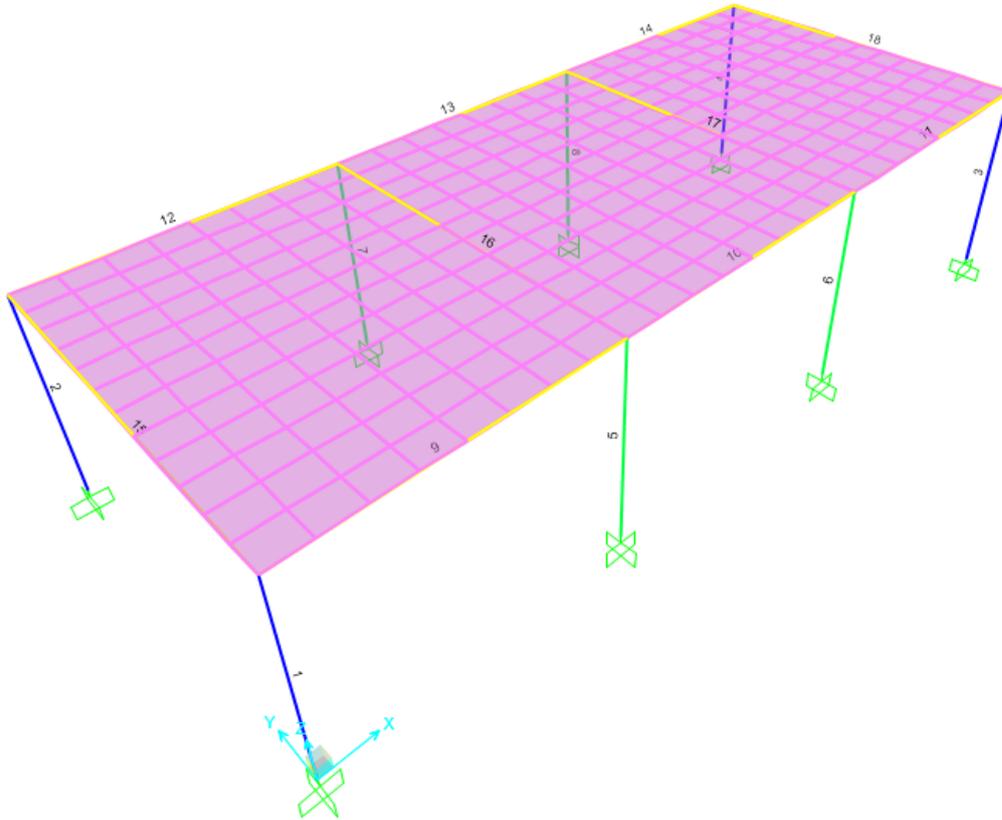


Figure 5.3 Vista assometrica modello struttura in elevazione - numerazione elementi frame

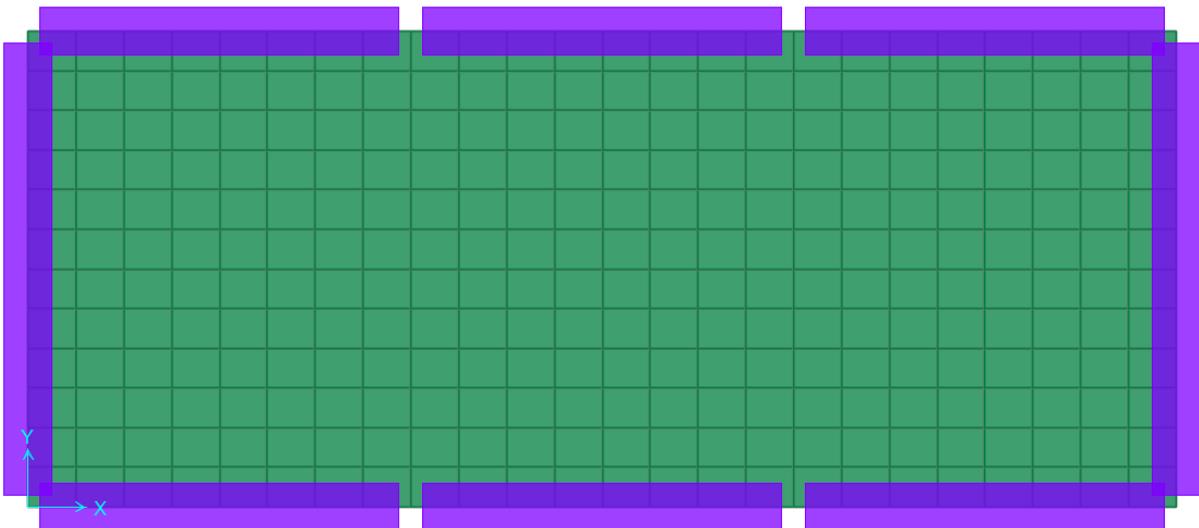


Figura 5.3 – Vista estrusa modello platea di fondazione

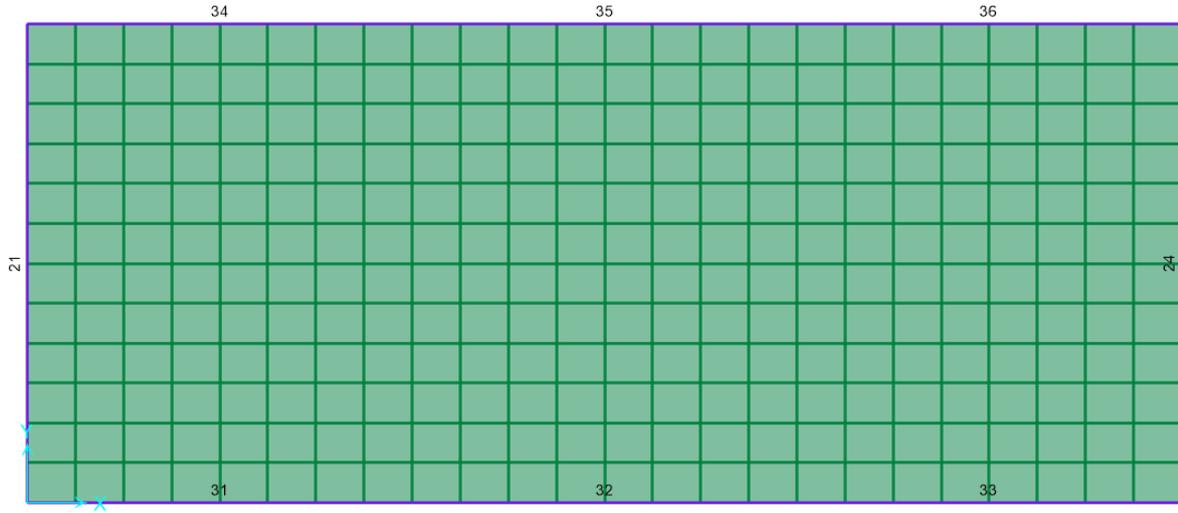


Figura 5.4 – Pianta del modello di analisi della platea di fondazione – numerazione elementi shell e frame

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

6 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC 2018, sono state considerate agenti sulla struttura diverse condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali.

Per il calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali è stato impiegato il programma di calcolo SAP2000.

6.1 Peso Proprio degli Elementi Strutturali

Il peso degli elementi strutturali modellati (travi, pilastri, pareti, soletta della scala) viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato, assumendo $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$.

I solai di piano e di copertura vengono realizzati con lastre prefabbricate di tipo predalle, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Nonostante per il solaio di copertura non sia prevista soletta superiore di ripartizione dei carichi, si assume a favore di sicurezza un peso analogo al solaio di sottotetto.

Tipologia Solaio	Spessore Strati [cm]	Spessore Totale [cm]	Peso Solaio – G ₁ [kN/m ²]
Solaio Copertura	(4+12+5)	21	4,20

6.2 Carichi Permanenti Non Strutturali

- Solaio di Fondazione

Sulla platea di fondazione sono previste tre tipologie di pacchetti di finitura, in funzione delle diverse destinazioni d'uso dei locali, come descritto nelle tabelle seguenti:

H2 - SOLAIO A TERRA PAVIMENTO GALLEGGIANTE E IGLOO

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Pavimento Galleggiante	60		0,80
Soletta in c.a.	5	2.500	1,25
Foglio separatore in polietilene			
Isolamento XPS	8	50	0,04
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Intercapedine cupolex	27		0,04
Incidenza Tramezzi			1,60
TOTALE	105		4,98

H7 - SOLAIO A TERRA LOCALI TRASFORMATORI

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Soletta in c.a.	7	2.500	1,75
Intercapedine cupolex NON Aerata	50		0,05
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Foglio separatore in polietilene			
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Intercapedine cupolex	35		0,05
Incidenza Tramezzi			1,60
TOTALE	103		5,96

- *Solaio Piano Primo*

Sul solaio di piano primo grava esclusivamente il carico della pavimentazione flottante e dell'intonaco di intradosso, i cui valori sono esemplificati nella tabella seguente.

H3 - SOLAIO A TERRA LOCALI SPOGLIATOIO E WC

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Pavimento in Gres Porcellanato	3	2.300	0,69
Massetto di posa Pavimentazione	4	1.200	0,48
Massetto alleggerito in argilla espansa o perlite	8	1.200	0,96
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Intercapedine cupolex NON Aerata	40		0,06
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Foglio separatore in polietilene			
Isolamento XPS	8	50	0,04
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Intercapedine cupolex	27		0,04
Incidenza Tramezzi			1,60
TOTALE	105		7,62

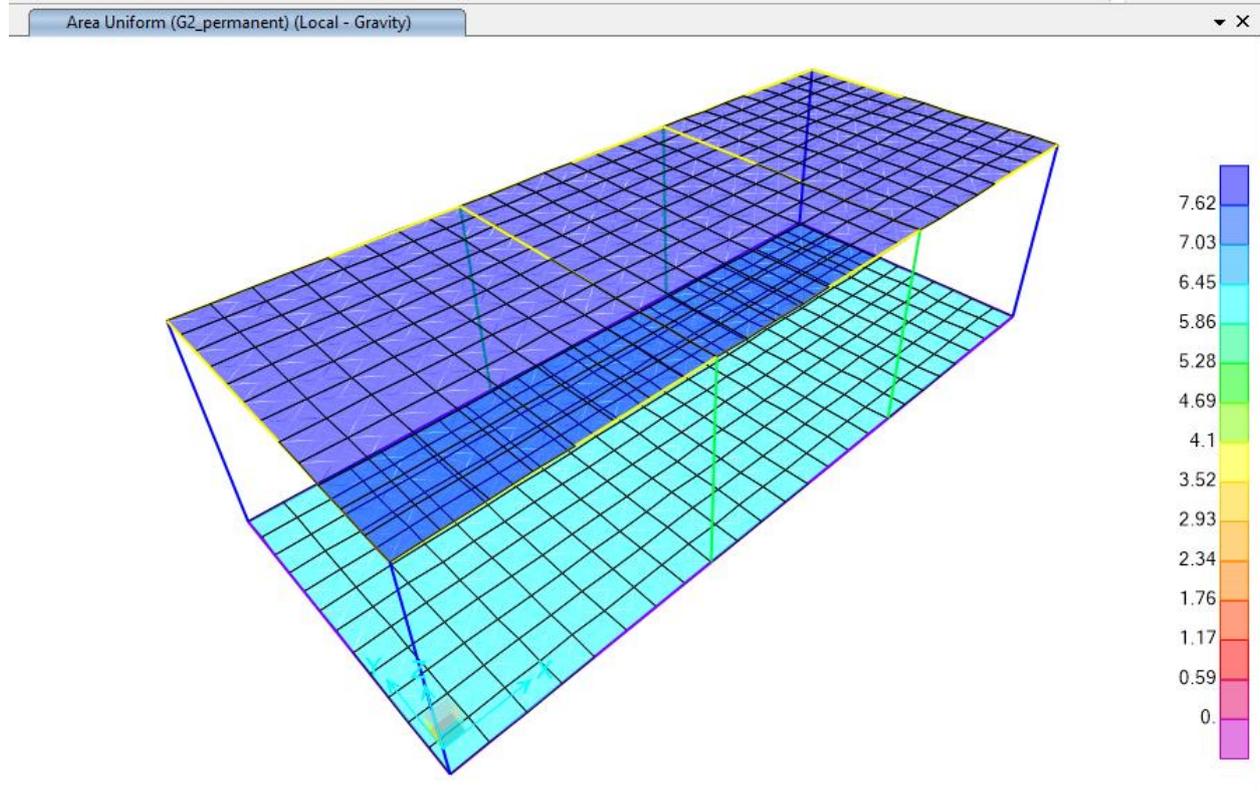


Figura 5 G2

6.3 Carichi Variabili

	Categoria	Denominazione	Q _k [kN/m ²]
Solaio di Copertura	Categoria H1 - Coperture Accessibili per sola Manutenzione	Q _H	0,5
Solaio di Fondazione	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – LOCALE CENTRALINA IS E BATTERIE	Q _E	18
	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – LOCALI TRASFORMATORI	Q _E	30
	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – TUTTI GLI ALTRI AMBIENTI	Q _E	10

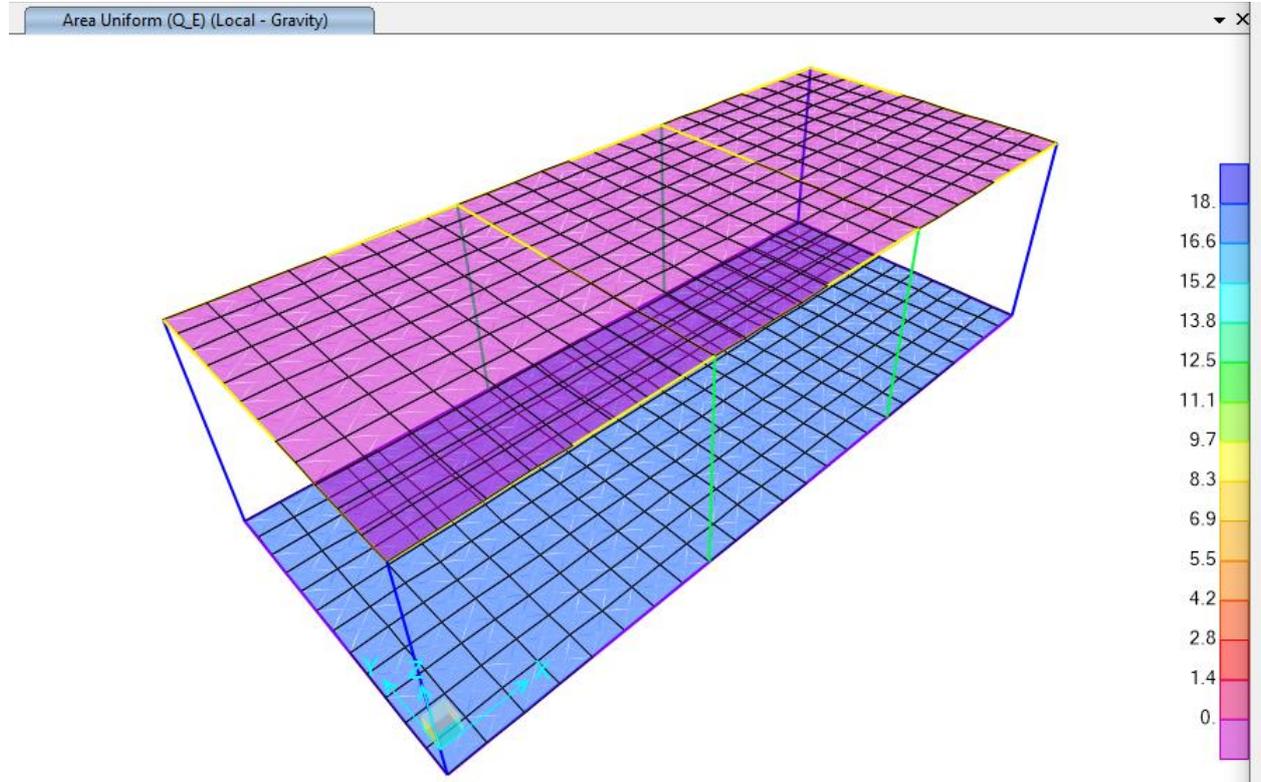


Figura 6 Q E

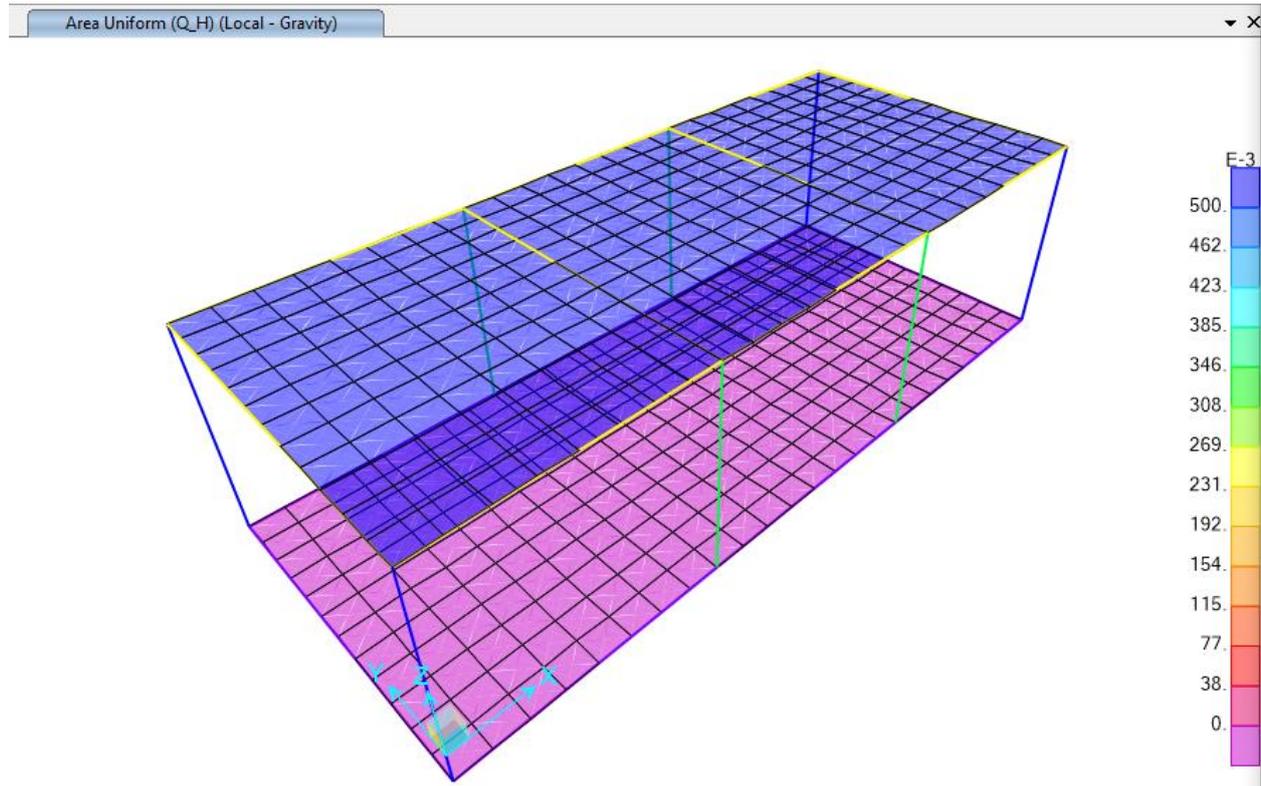


Figura 7 Q H

6.4 Azione della Neve

L'azione della neve è stata valutata in conformità alle prescrizioni contenute nelle NTC 2018. Di seguito viene riportato il dettaglio del calcolo.

Regione: Emilia-Romagna Provincia: Parma Comune: Parma

CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

☉	<p>Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.</p>	$q_{k,k} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{k,k} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p>Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.</p>	$q_{k,k} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{k,k} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p>Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.</p>	$q_{k,k} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{k,k} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p>Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.</p>	$q_{k,k} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{k,k} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$

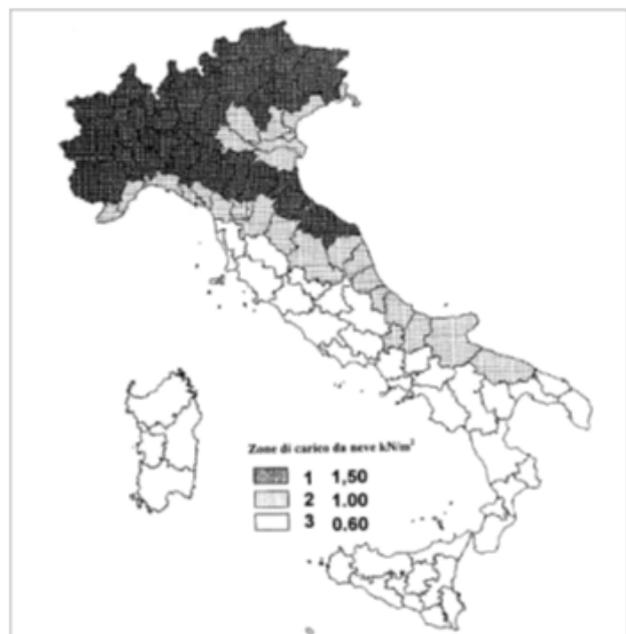
q_s (carico neve sulla copertura [N/mq]) = $\mu_s q_{sk} C_E C_t$ μ_s (coefficiente di forma) q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq]) C_E (coefficiente di esposizione) C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	50
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.50

Coefficiente termico

<p>Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.</p>
--



Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C _E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

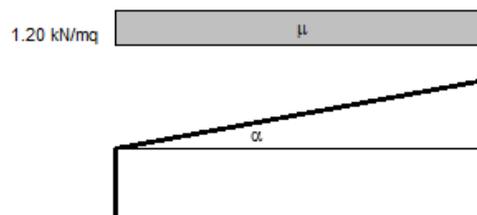
Valore del carico della neve al suolo

q _s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.50
---	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	0
----------------------------	---

μ	0.8
---	-----

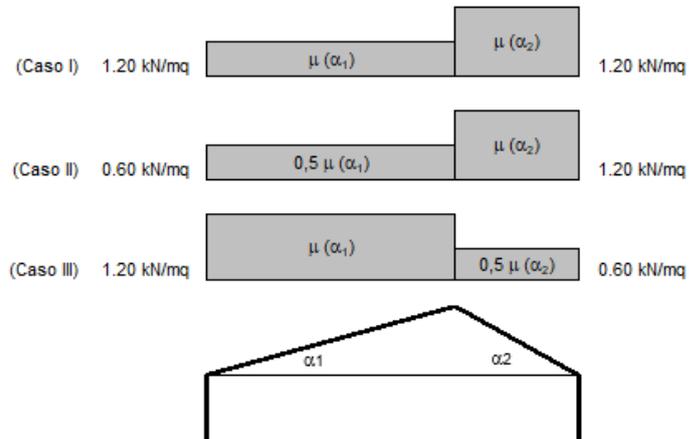


Coefficiente di forma (copertura a due falde)

α ₁ (inclinazione falda [°])	0
α ₂ (inclinazione falda [°])	0

μ (α ₁)	0.8
---------------------	-----

μ (α ₂)	0.8
---------------------	-----



Per considerare le condizioni più gravose indotte dal carico neve sui diversi elementi strutturali, si fa riferimento ai tre casi descritti nella figura soprastante.

Carico Neve $Q_{k_Neve} = \mu_1(\alpha) q_{sk} c_E c_t = 1,20 \text{ kN/m}^2$

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	24 di 273

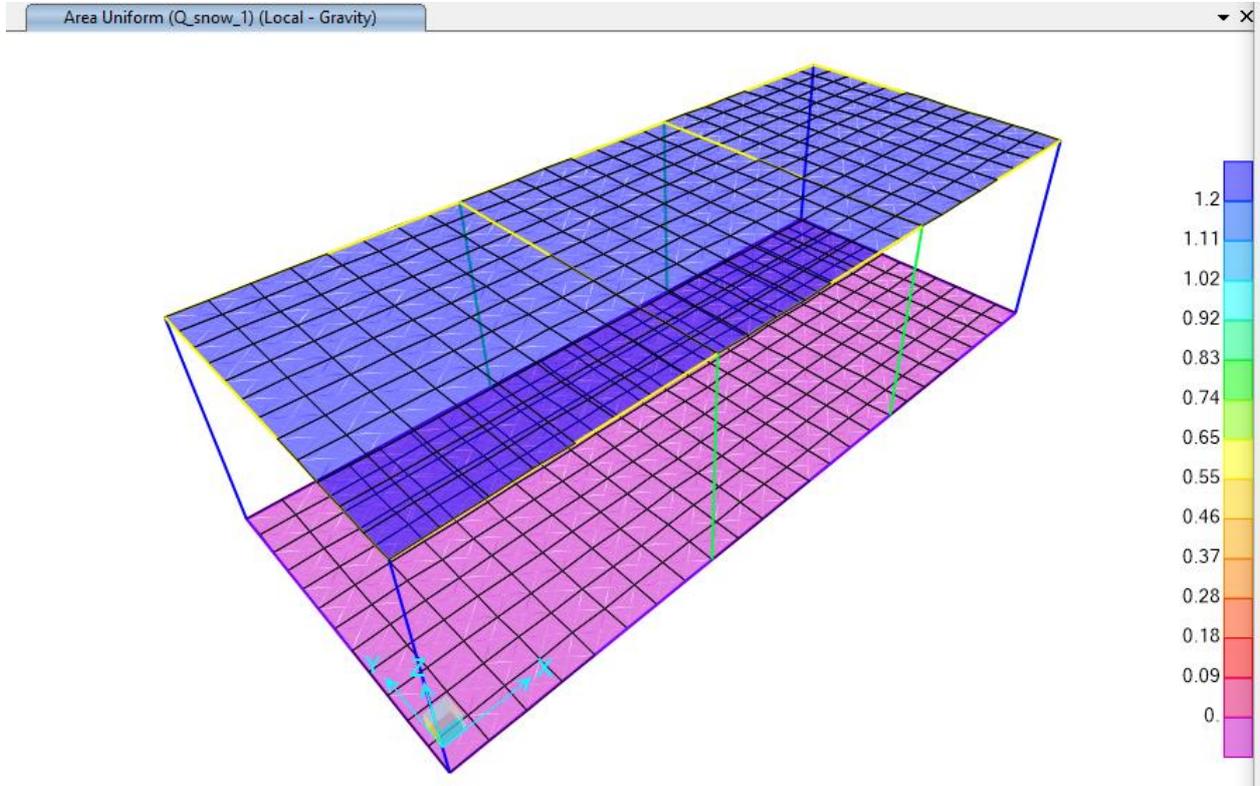


Figura 8 Q Neve

6.5 Azione del Vento

L'azione del vento è stata valutata in conformità con le prescrizioni contenute nelle NTC 2018. Di seguito viene riportato il dettaglio del calcolo.

Regione: Emilia-Romagna Provincia: Parma Comune: Parma

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

2) Emilia Romagna

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
2	25	750	0.015
a_s (altitudine sul livello del mare [m])	50		
T_R (Tempo di ritorno)	100		
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])	25.000		
α_R (T_R)	1.03924		
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]	25.981		



p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$
 q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 C_e (coefficiente di esposizione)
 C_p (coefficiente di forma)
 C_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	421.88
--------------	--------

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa		500m		750m	
	mare					
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
	costa		500m		
	mare				
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	costa		
	mare		
	1.5 km	0.5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
	costa	
	mare	
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

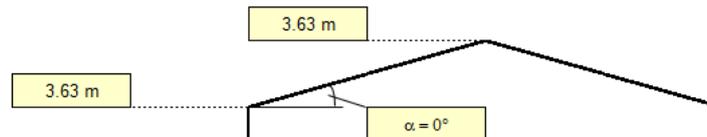
Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
2	B	50

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_i \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_i \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Cat. Esposiz.	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_t
II	0.19	0.05	4	1

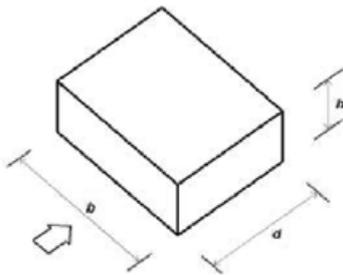
z [m]	c_e
$z \leq 4$	1.801
$z = 3.63$	1.801
$z = 3.63$	1.801



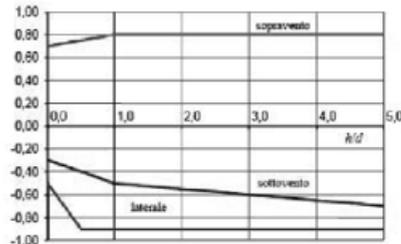
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture stagne

Global C_{pe} for Vertical Walls (Direzione X)



(a)



(b)

b = 6.0 m
d = 14.4 m
h = 3.5 m

X direzione:

h / d = 0.242

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Faccia sopravento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1$: $c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5$: $c_{pe} = -0,5 - -0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1$: $c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1$: $c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5$: $c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5$: $c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

	Front Face C_{pe} :	Back Face C_{pe} :	Side Faces C_{pe} :
X →	0.72	-0.35	-0.69
	Front Face Loads :	Back Face Loads :	Side Faces Loads :
0.69 kn/m ² →	0.50 kn/m ²	-0.24 kn/m ²	-0.48 kn/m ²

Global C_{pe} for Flat Roofs (Direzione X)

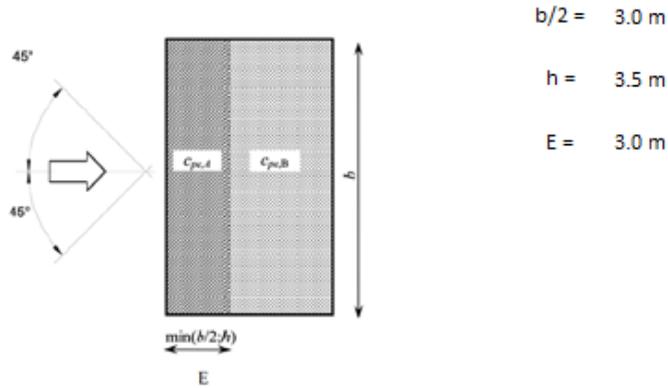


Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

Tabella C3.3.III - Edifici rettangolari: c_{pe} per coperture piane.

Fascia sopravento di profondità pari al minimo tra $b/2$ e h :	$c_{pe,A} = -0,80$
Restanti zone	$c_{pe,B} = \pm 0,20$

$C_{pe} A$	$C_{pe} B$
-0.80	-0.20
	0.20
Loads 1:	Loads 2:
0.69 kn/m ² → -0.55 kn/m ²	-0.14 kn/m ² 0.14 kn/m ²

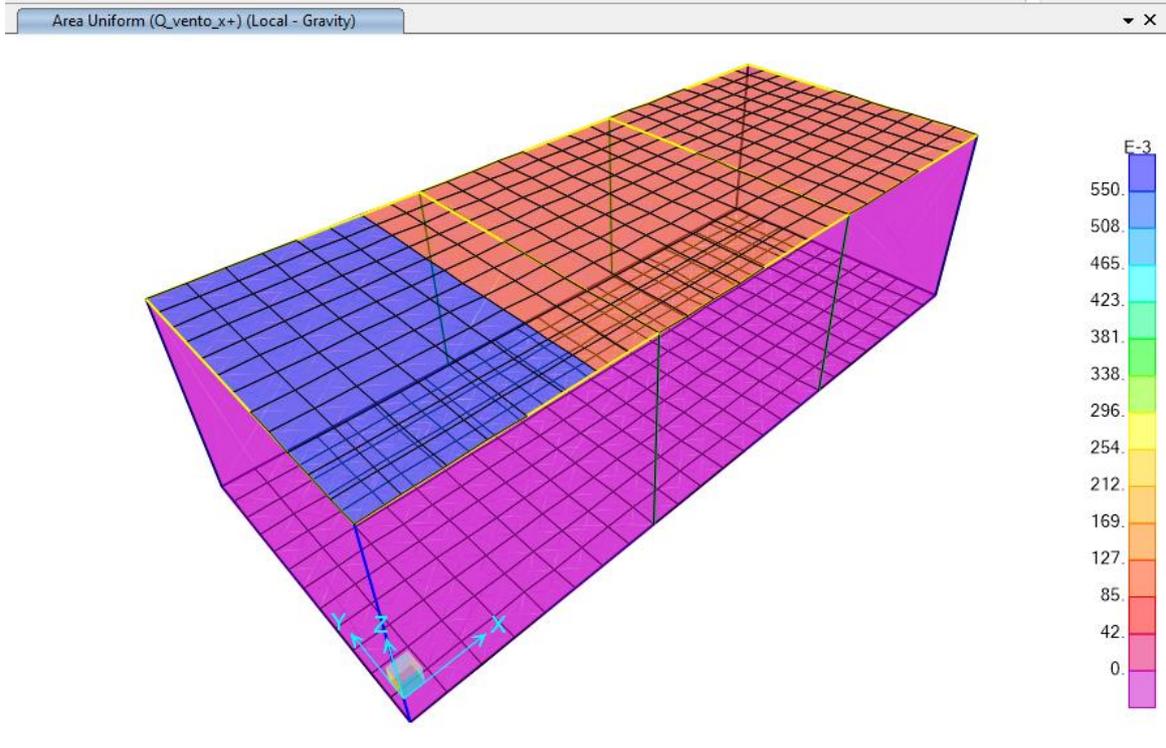


Figura 9 Q Vento +x

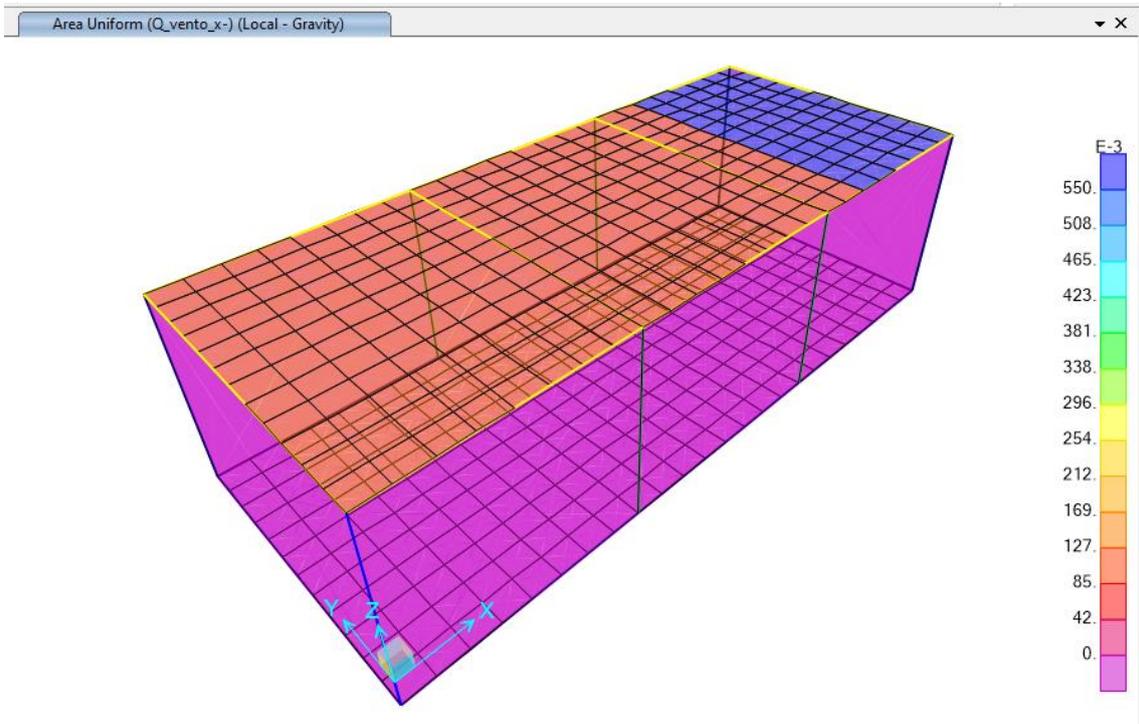
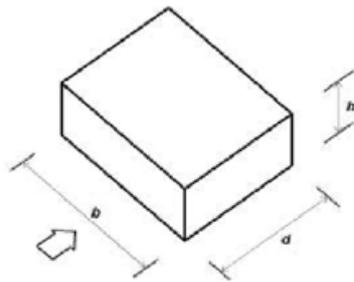
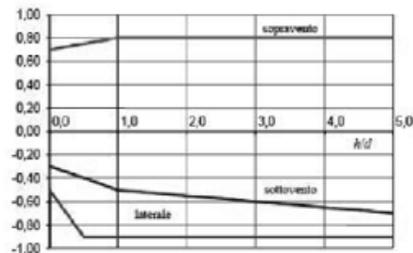


Figura 10 Q Vento -x

Global C_{pe} for Vertical Walls (Direzione Y)



(a)



(b)

b = 14.4 m
d = 6.0 m
h = 3.5 m

Y direzione:

h / d = 0.580

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali

Faccia sopravento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1: c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

Front Face C_{pe} :

X → 0.76

Back Face C_{pe} :

-0.42

Side Faces C_{pe} :

-0.90

Front Face Loads:

0.69 kn/m² → 0.52 kn/m²

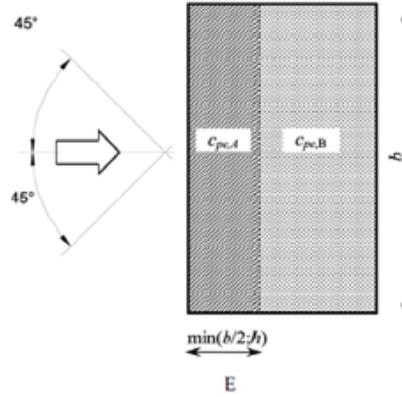
Back Face Loads:

-0.29 kn/m²

Side Faces Loads:

-0.62 kn/m²

Global C_{pe} for Flat Roofs (Direzione Y)



$b/2 = 7.2 \text{ m}$

$h = 3.5 \text{ m}$

$E = 3.5 \text{ m}$

Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

Tabella C3.3.III - Edifici rettangolari: c_{pe} per coperture piane.

Fascia sopravento di profondità pari al minimo tra $b/2$ e h :	$c_{pe,A} = -0,80$
Restanti zone	$c_{pe,B} = \pm 0,20$

$C_{pe} A$

-0.80

Loads 1:

0.69 kn/m² → -0.55 kn/m²

$C_{pe} B$

-0.20

0.20

Loads 2:

-0.14 kn/m²

0.14 kn/m²

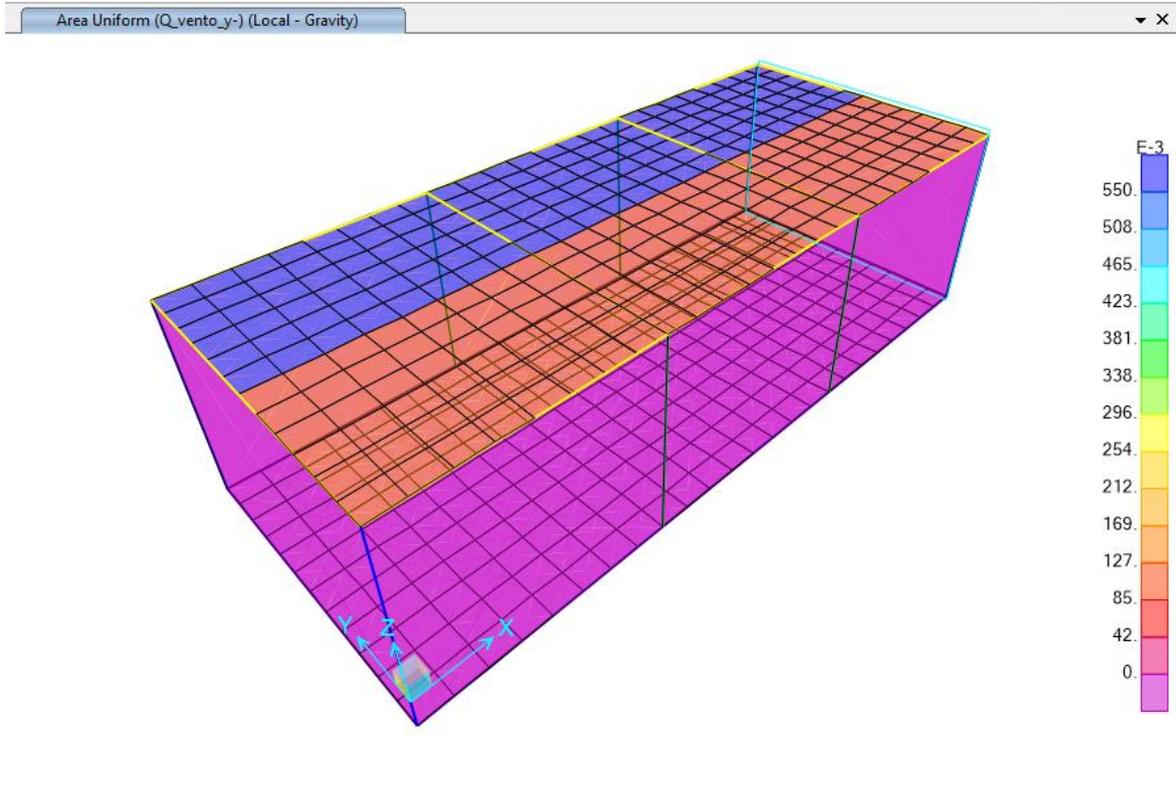


Figura 11 Q Vento -y

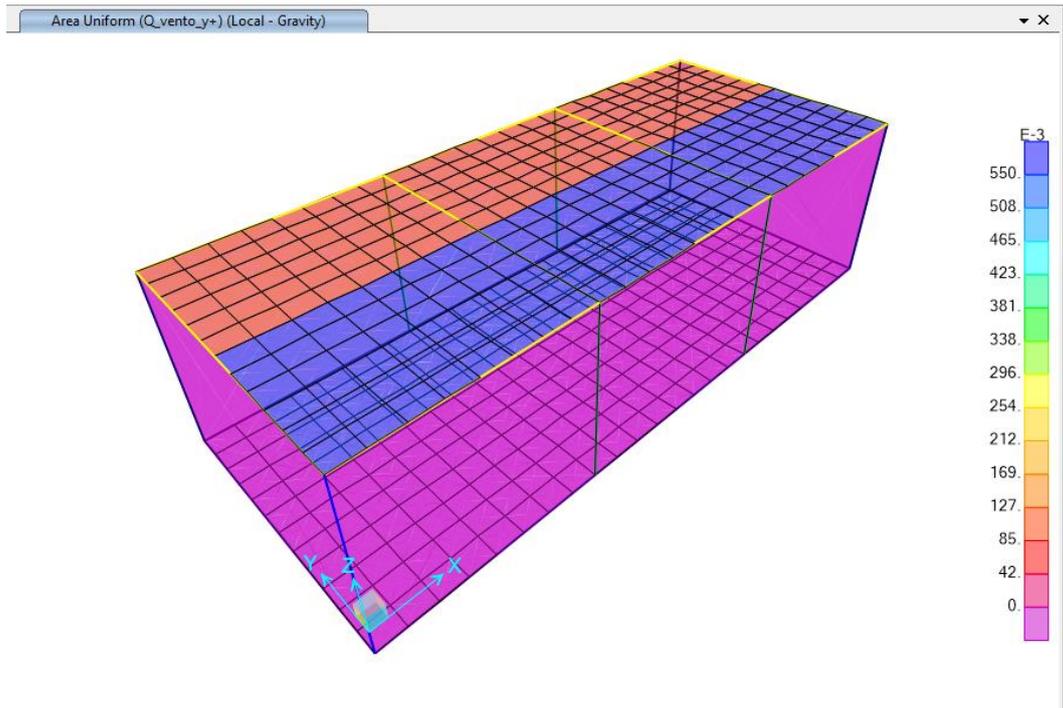


Figura 12Q Vento +y

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>33 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	33 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	33 di 273								

6.6 Azione Termica

Secondo quanto riportato dalle NTC 2018 al § 3.5.5, nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente uniforme di variazione termica ΔT_u , esprimibile come segue:

$$\Delta T_u = T - T_0$$

in cui:

T = Temperatura media attuale

T_0 = Temperatura iniziale alla data della costruzione T_0 .

Il valore di ΔT_u può essere ricavato dalla Tabella 3.5.II della stessa norma e per costruzioni in cemento armato protette può essere assunto pari a $\pm 10^\circ\text{C}$. Per tener conto del fatto che questo fenomeno avviene in modo prolungato nel tempo e sarà quindi soggetto all'effetto della viscosità del calcestruzzo, per la valutazione delle sollecitazioni indotte sulla struttura si abbatte il modulo elastico a un terzo del valore medio.

Tuttavia, l'edificio in esame è caratterizzato da un regime di temperatura interna particolare: la maggior parte degli ambienti è infatti caratterizzata dalla presenza di apparati che da un lato sono responsabili di elevati carichi termici e dall'altro, trattandosi di macchinari a range esteso, sono in grado di operare a temperature molto elevate. Per questo, quasi tutti gli ambienti non sono dotati di impianto di condizionamento ma solo di un sistema di ventilazione forzata che garantisce il ricambio dell'aria interna.

Alla luce di queste considerazioni, viste le elevate dispersioni termiche di cui sono responsabili questi macchinari, si ipotizza che la temperatura degli ambienti interni oscilli intorno a un valore medio di 25°C , con punte massime estive di 45°C e minime invernali di 15°C . Sulla base di questa ipotesi, per l'edificio in esame la variazione stagionale di temperatura può essere considerata la seguente:

$$\text{Periodo Estivo} \quad 45^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} \quad = \quad +20^\circ\text{C}$$

$$\text{Periodo Invernale} \quad 15^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} \quad = \quad -10^\circ\text{C}$$

Questi sono i valori assunti come riferimento per la valutazione delle azioni termiche agenti sulla struttura, poiché risultano più restrittivi rispetto a quelli generali prescritti dalla norma. Anche in questo caso, trattandosi di un fenomeno lento, i suoi effetti potranno essere considerati abbattendo il modulo elastico del calcestruzzo a un terzo del valore medio.

L'effetto di queste variazioni termiche è stato valutato in un modello di analisi realizzato ad hoc, nel quale non sono stati inseriti vincoli di piano rigido in corrispondenza degli implacati, in modo da consentire agli elementi strutturali di deformarsi sotto l'azione delle variazioni termiche.

I risultati ottenuti dall'analisi della struttura soggetta alla sola azione termica sono riportati nella tabella seguente:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>34 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	34 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	34 di 273								

$\Delta T = + 20^{\circ}C$

Travi	Nasce Sforzo Normale di Compressione, che ha un effetto benefico sugli elementi strutturali ed è pertanto trascurabile ai fini del loro dimensionamento
Pilastri	<p>Nascono Momenti Flettenti con valori massimi di circa 40 kNm. È tuttavia necessario sottolineare che, ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali, le azioni indotte dalle variazioni termiche si combinano con le altre azioni gravanti sulla struttura solo nelle Combinazioni di Carico SLU, poiché assumono valore nullo in combinazione sismica, essendo $\psi_2(\Delta T) = 0$.</p> <p>Un incremento dei momenti flettenti agli SLU non risulta tuttavia rilevante per il dimensionamento dei pilastri, che per questo Stato</p> <p>Limite sono caratterizzati da rapporti D/C di circa 0,3, e per i quali la combinazione di carico dimensionante è sempre la combinazione sismica SLV, nella quale si registrano momenti flettenti massimi e sforzi normali minimi.</p>

$\Delta T = - 10^{\circ}C$

Travi	<p>Nasce Sforzo Normale di Trazione con valori massimi di circa 25 kN. Uno sforzo Normale di questa entità richiede un incremento di armatura di circa $65 \text{ mm}^2 (= 25.000/391,30)$, corrispondenti a circa il 4% dell'area totale di armatura tesa presente nelle sezioni maggiormente sollecitate (4 ϕ 24 in appoggio nelle travi di spina). Visto il basso incremento richiesto, si assume trascurabile l'effetto di tale azione ai fini del dimensionamento delle travi del telaio strutturale.</p>
Pilastri	Nascono Momenti Flettenti con valori massimi di circa 20 kNm. Valgono le considerazioni espone per la variazione termica $\Delta T = + 20^{\circ}C$.

Alla luce di quanto riportato nella tabella, si decide di trascurare il contributo delle variazioni termiche stagionali ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali.

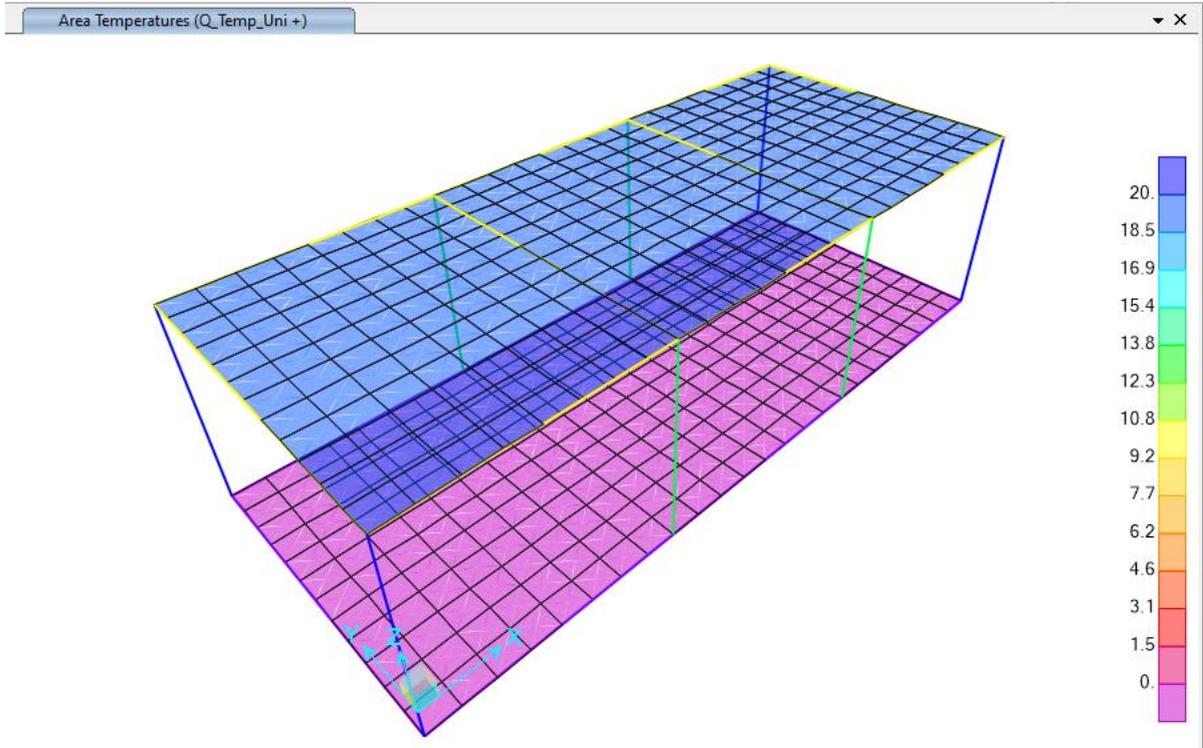


Figura 13 Q Uni +

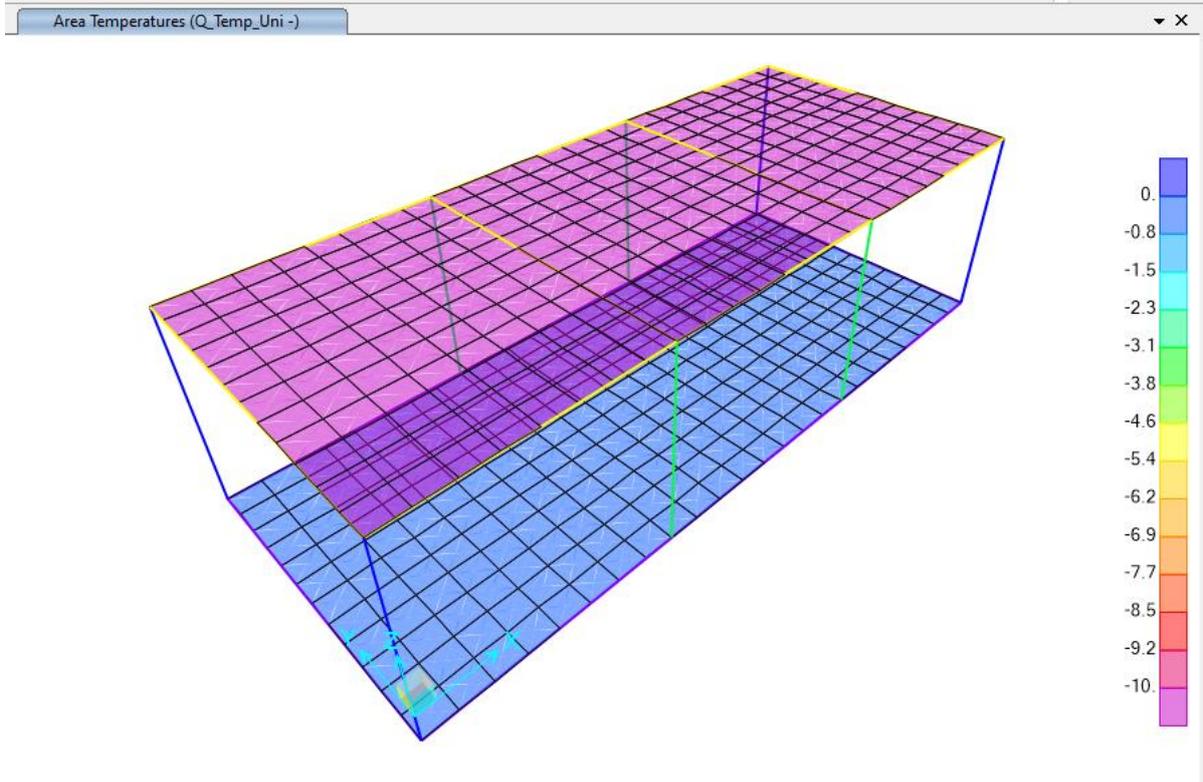


Figura 14 Q Uni -

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

6.7 Azione Sismica

Nell'analisi dinamica lineare di un edificio soggetto a sisma l'azione sismica è rappresentata dallo spettro di risposta di progetto. La definizione di quest'ultimo avviene direttamente all'interno del software SAP2000, il quale fornisce gli spettri di risposta di riferimento per la verifica allo SLO, SLD e SLV, determinati conformemente a quanto prescritto dalla norma.

Per fornire gli spettri richiesti, il software richiede l'inserimento di alcuni parametri caratteristici della struttura in esame e del sito in cui si trova. In particolare, oltre alle coordinate geografiche, il programma richiede di specificare la Vita Nominale V_N dell'edificio e il suo Coefficiente d'Uso C_U , al fine di poter calcolare il periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = V_N * C_U$

La **Vita Nominale** V_N dell'edificio può essere desunta dalla Tabella 2.4.I delle NTC 2018 (Figura 6.15), e, nel caso in esame, trattandosi di opere civili a servizio di linee tradizionali con velocità convenzionale < 250 km/h, assume valore pari a 75 anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Figura 6.15 – NTC 2018, Vita Nominale degli edifici

Il valore del Coefficiente d'Uso C_U varia in relazione alla **Classe d'Uso** dell'edificio, come riportato nella Tabella 2.4.II delle NTC 2018 (Figura 6.16). Le NTC 2018 prevedono quattro diverse Classi d'Uso; per il Vasca Antincendio si fa riferimento alla *Classe IV* "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità", alla quale corrisponde un Coefficiente d'Uso C_U pari a 2.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Figura 6.16 – NTC 2018, Coefficiente d'Uso degli edifici

È inoltre necessario precisare la **Categoria di Sottosuolo** e la **Categoria Topografica** cui appartiene il sito in esame; queste informazioni sono reperibili dalla relazione geotecnica, che prescrive l'assunzione di una Categoria di Sottosuolo C e una Categoria Topografica T_1 .

Per la determinazione dello spettro di risposta di progetto è inoltre necessario specificare il Fattore di Struttura, per il quale si assume il valore $q = 3.3$ ($3,0 \times \alpha_u / \alpha_1$) per il caso SLV.

Si assume inoltre che la struttura si trovi in Classe di Duttività Bassa ("CDB").

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>37 di 273</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	37 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	37 di 273								

$$q_{lim}=q_0 \times K_R$$

dove:

q_0 è il valore base del fattore di comportamento allo *SLV*, i cui massimi valori sono riportati in tabella 7.3.II in dipendenza della Classe di Duttilità, della tipologia strutturale, del coefficiente λ di cui al § 7.9.2.1 e del rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la plasticizzazione in un numero di zone dissipative tale da rendere la struttura un meccanismo e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione; la scelta di q_0 deve essere esplicitamente giustificata;

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento allo *SLV* per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità *CD*

Tipologia strutturale	q_0	
	CD "A"	CD "B"
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	$4,5 \alpha_u/\alpha_1$	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5

Per gli edifici a un piano il valore α_u/α_1 è accettato come 1,1.

$$K_R=1$$

$$q_{lim}=q_0 \times K_R$$

$$q_{lim}=3 \times (\alpha_u/\alpha_1) \times K_R$$

$$q_{lim}=3,3$$

Tab. 7.3.I – Limiti su q e modalità di modellazione dell'azione sismica

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

Infine, è necessario specificare anche lo Stato Limite di analisi, poiché lo spettro di risposta varia in relazione allo Stato Limite considerato. In particolare, per le analisi richieste, è necessario individuare lo spettro di risposta all'SLO, all'SLD e all'SLV.

S Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition



Function Name

Function Damping Ratio

Parameters

ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude

ag, F0 and Tc* - by Island

ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree)

Site Latitude (degree)

Island Name

Limit State

Usage Class

Nominal Life

Peak Ground Acc., ag/g

Magnification Factor, F0

Reference period, Tc*

Spectrum Type

Soil Type

Topography

h/H ratio

Spectrum Period, Tb

Spectrum Period, Tc

Spectrum Period, Td

Damping Percentage, Xi

Behavior Factor, q

Define Function

Period	Acceleration
0,	0,0872
0,128	0,2167
0,384	0,2167
0,484	0,1719
0,584	0,1425
0,684	0,1216
0,784	0,1061
0,884	0,0941

Function Graph

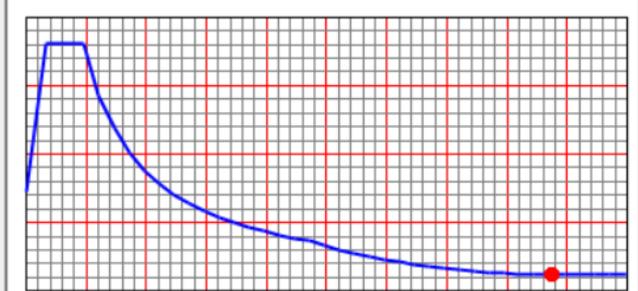


Figura 6.17 - Spettro di Risposta definito all'interno di SAP2000 per la località di Parma allo SLO

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)					
	TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	40 di 273

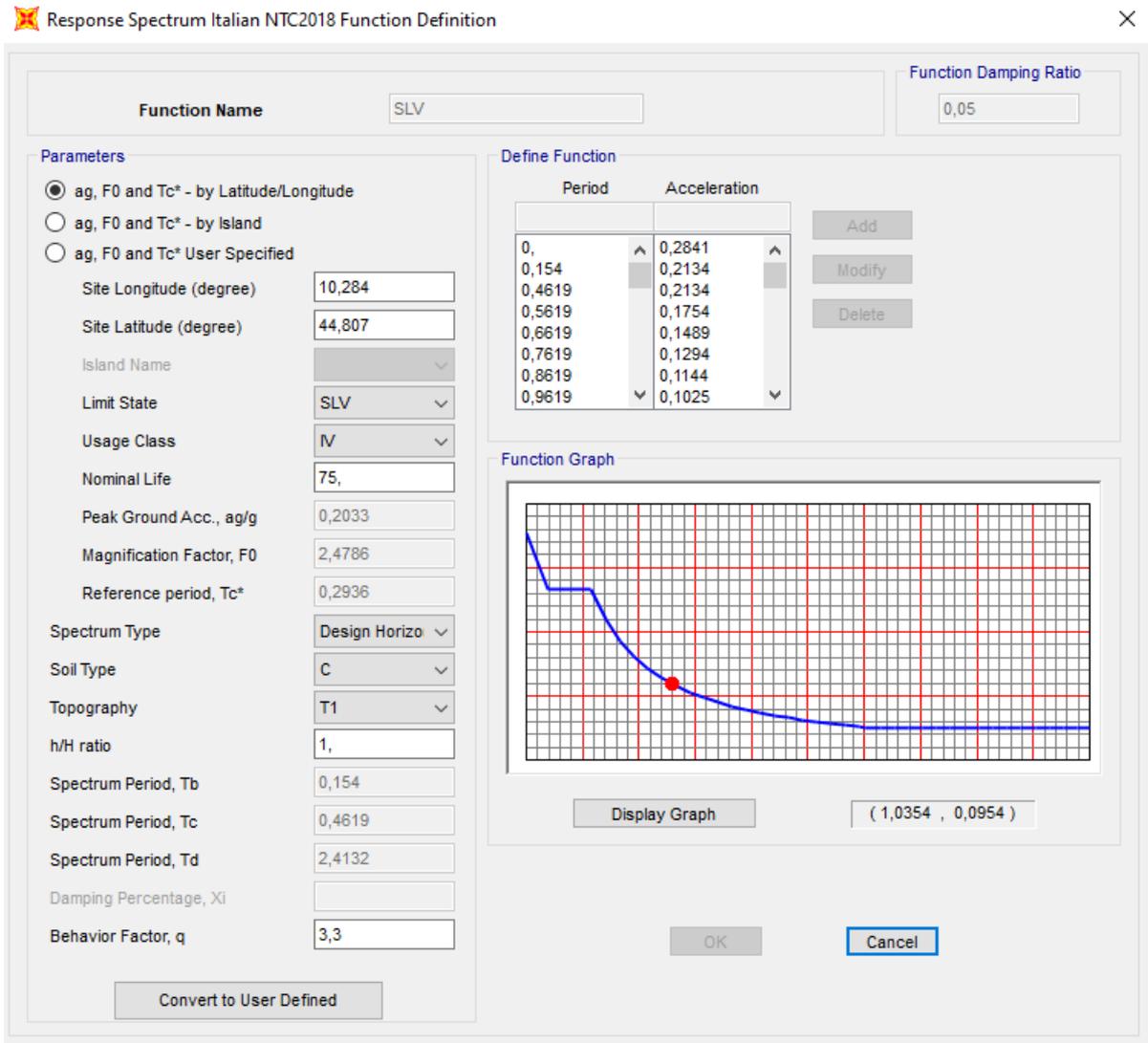


Figura 6.18 – Spettro di Risposta definito all’interno di SAP2000 per la località di Parma allo SLV

Per quanto riguarda la valutazione dello spettro all’SLD, è necessaria un’ulteriore precisazione. Infatti, secondo quanto riportato dalle NTC 2018 al § 7.3.7.1, per le costruzioni di Classe IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione (E_a) calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo *SLD* e attribuendo ad η il valore di $2/3$, sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto (R_a), calcolato secondo le regole specifiche indicate per ciascun tipo strutturale nel Cap. 4 con riferimento alle situazioni eccezionali. Per questo in questa sede per la valutazione dello spettro corrispondente all’SLD, si imposta un valore fittizio del fattore di struttura $q=1,5$, corrispondente a $\eta = 2/3$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)					
	TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	41 di 273

S Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition ×

Function Name SLD

Function Damping Ratio 0,05

Parameters

ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude

ag, F0 and Tc* - by Island

ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree) 10,297

Site Latitude (degree) 44,804

Island Name

Limit State SLD

Usage Class IV

Nominal Life 75,

Peak Ground Acc., ag/g 0,0903

Magnification Factor, F0 2,4699

Reference period, Tc* 0,2751

Spectrum Type Design Horizo

Soil Type B

Topography T1

h/H ratio 1,

Spectrum Period, Tb 0,1306

Spectrum Period, Tc 0,3917

Spectrum Period, Td 1,9612

Damping Percentage, Xi

Behavior Factor, q 1,5

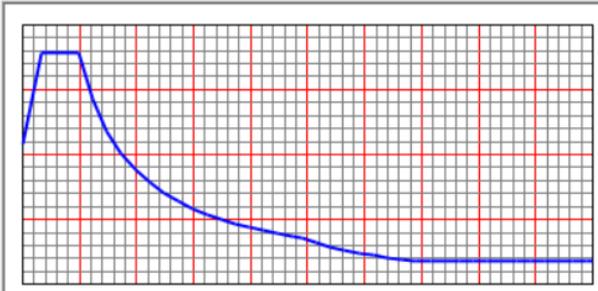
Convert to User Defined

Define Function

Period	Acceleration
0,	0,1084
0,1306	0,1784
0,3917	0,1784
0,4917	0,1421
0,5917	0,1181
0,6917	0,101
0,7917	0,0883
0,8917	0,0784

Add
Modify
Delete

Function Graph



Display Graph

OK Cancel

Figura 6.19 - Spettro di Risposta definito all'interno di SAP2000 per la località di Parma allo SLD

Per eseguire un'analisi con spettro di risposta su SAP2000, una volta definite le funzioni spettro, è necessario creare un nuovo Load Case di tipo Response Spectrum, impostando come modal combination l'opzione CQC, inserendo nei carichi applicati la funzione Spettro allo SLV appena creata e impostando come tipo di carico l'accelerazione U1 con fattore di scala 9,81, poiché i valori di accelerazione riportati nello spettro sono normalizzati rispetto all'accelerazione di gravità g. Secondo quanto richiesto dalle NTC 2018, è necessario introdurre all'interno del modello le eccentricità delle azioni; infatti, al § 7.2.6 la normativa prescrive la necessità di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale, per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico nonché delle incertezze nella localizzazione delle masse. Questa operazione è fatta direttamente in questa fase, assegnando all'opzione "Eccentricity Ratio" il valore 0,05. Il caso di carico così creato rappresenta il sisma agente in direzione x allo SLV. Si prosegue in modo analogo creando in tutto 6 differenti Load Cases: SLO_Ex, SLO_Ey, SLD_Ex, SLD_Ey,

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

SLV_Ex, SLV_Ey, che verranno combinati con le altre azioni verticali, secondo quanto prescritto dalla combinazione sismica definita dalla normativa e descritta al prossimo paragrafo.

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Per le verifiche nei confronti dei diversi stati limite si adottano le combinazioni delle azioni tratte dal § 2.5.3 NTC 2018:

- Combinazione fondamentale SLU:
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3}..$
- Combinazione caratteristica (rara):
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione frequente:
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione quasi permanente:
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione sismica:
 $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

I valori dei coefficienti parziali per le azioni sono riportati nella tabella sottostante, tratti dalla Tabella 2.5.I in funzione delle diverse categorie di carico.

	Q_{K_E}	Q_{K_C}	Q_{K_H}	Q_{K_Neve}	Q_{K_Vento}
Ψ_0	1,00	0,70	0,00	0,50	0,60
Ψ_1	0,90	0,70	0,00	0,20	0,20
Ψ_2	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si adotta l'Approccio Progettuale 2, in cui si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I delle NTC 2018, di seguito riportata.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali relativi alle azioni per le verifiche agli sls

Azione		Coefficiente γ_F	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,30	1,00
Carichi Permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00

**PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	43 di 273

	Sfavorevoli		1,50	1,30
Carichi Variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30

In base ai valori assunti dai coefficienti sopra definiti, si ottengono le seguenti combinazioni, per ciascuno degli Stati Limite Considerati.

TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO PER MODELLO STRUTTURA IN ELEVAZIONE

	G ₁	G ₂	Q _{K,E}	Q _{K,C}	Q _{K,H}	Q _{K,Neve}	Q _{K,Vento}	SLV_X	SLV_Y	SLD_X	SLD_Y	SLO_X	SLO_Y	
SLU_1	1,30	1,50	1,50	1,05	0,00	0,75	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>E Principale</i>
SLU_2	1,30	1,50	1,50	1,50	0,00	0,75	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>C Principale</i>
SLU_3	1,30	1,50	1,50	1,05	1,50	0,75	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>H Principale</i>
SLU_4	1,30	1,50	1,50	1,05	0,00	1,50	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Neve Principale</i>
SLU_5	1,30	1,50	1,50	1,05	0,00	0,75	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Vento Principale</i>
SLE_rara_1	1,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,50	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>E Principale</i>
SLE_rara_2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>C Principale</i>
SLE_rara_3	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	0,50	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>H Principale</i>
SLE_rara_4	1,00	1,00	1,00	0,70	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Neve Principale</i>
SLE_rara_5	1,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Vento Principale</i>
SLE_freq_1	1,00	1,00	0,90	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>E Principale</i>
SLE_freq_2	1,00	1,00	0,80	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>C Principale</i>
SLE_freq_3	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>H Principale</i>
SLE_freq_4	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Neve Principale</i>
SLE_freq_5	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Vento Principale</i>
SLE_qp	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLV_1	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Sisma SLV Direz X</i>
SLV_2	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<i>Sisma SLV Direz Y</i>
SLD_1	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00	<i>Sisma SLD Direz X</i>
SLD_2	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00	0,00	<i>Sisma SLD Direz Y</i>
SLO_1	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	<i>Sisma SLO Direz X</i>
SLO_2	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	<i>Sisma SLO Direz Y</i>

TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO PER MODELLO STRUTTURA DI FONDAZIONE

	G ₁	G ₂	Q _{K,E}	Q _{K,C}	Q _{K,H}	Q _{K,Nave}	Q _{K,Vento}	G _{1,fond}	G _{2,fond}	Q _{K,fond}	SLV_X	SLV_Y	SLD_X	SLD_Y	SLO_X	SLO_Y
SLU_1_1_fond_A1	1,30	1,50	1,50	1,05	0,00	0,75	0,90	1,30	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_2_1_fond_A1	1,30	1,50	1,50	1,50	0,00	0,75	0,90	1,30	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_3_1_fond_A1	1,30	1,50	1,50	1,05	1,50	0,75	0,90	1,30	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_4_1_fond_A1	1,30	1,50	1,50	1,05	0,00	1,50	0,90	1,30	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_5_1_fond_A1	1,30	1,50	1,50	1,05	0,00	0,75	1,50	1,30	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_1_1_fond_A2	1,00	1,30	1,30	0,91	0,00	0,65	0,78	1,00	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_2_1_fond_A2	1,00	1,30	1,30	1,30	0,00	0,65	0,78	1,00	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_3_1_fond_A2	1,00	1,30	1,30	0,91	1,30	0,65	0,78	1,00	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_4_1_fond_A2	1,00	1,30	1,30	0,91	0,00	1,30	0,78	1,00	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU_5_1_fond_A2	1,00	1,30	1,30	0,91	0,00	0,65	1,30	1,00	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_rara_1_fond	1,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,50	0,60	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_rara_2_fond	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,60	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_rara_3_fond	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	0,50	0,60	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_rara_4_fond	1,00	1,00	1,00	0,70	0,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_rara_5_fond	1,00	1,00	1,00	0,70	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_freq_1_fond	1,00	1,00	0,90	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_freq_2_fond	1,00	1,00	0,80	0,70	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_freq_3_fond	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_freq_4_fond	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,20	0,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_freq_5_fond	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,20	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE_qp_fond	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLV_1_1_fond	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,50	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
SLV_2_1_fond	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,50	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

Dove i simboli riportati nella tabella precedente hanno il seguente significato:

$$\begin{aligned}
 G1_{fond} &= G1_{cordoli} + G1_{platea} \\
 G2_{fond} &= G2_{muri} + G2_{vespaio\ H2} + G2_{vespaio\ H3} + G2_{vespaio\ H7} \\
 Q_{fond} &= Q_{trasformatori} + Q_{cabina\ MT/BT} + Q_{batterie} + Q_{SIAP} + Q_{TLC}
 \end{aligned}$$

8 ANALISI MODALE

L'analisi modale consente di individuare i modi propri di vibrare della struttura, indipendentemente dalle forzanti che agiscono sulla stessa. Essa permette inoltre di conoscere, per ogni modo di vibrare della struttura, il periodo e la massa partecipante, ovvero la percentuale di massa attivata nella i-esima forma modale. Per una corretta progettazione sismica sono desiderabili periodi di vibrazione piuttosto bassi (tra 0,4 e 2 secondi); inoltre, è auspicabile che le prime tre forme modali siano quanto più possibile “pure”: in particolare, idealmente, le prime due forme modali dovrebbero essere di traslazione, e la terza di rotazione. La condizione di forma traslazionale in direzione Ux o Uy si realizza quando si ha una massa partecipante nella data direzione Ux o Uy maggiore del 70% e una massa attivata nella rotazione Rz pressoché nulla. Al contrario, la condizione di forma puramente rotazionale si verifica quando le masse attivate nella traslazione Ux e Uy sono trascurabili e si ha una percentuale superiore al 70% di massa attivata nella rotazione Rz.

Secondo quanto riportato al § 7.3.3 delle NTC 2018, devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

Si riportano di seguito la tabella riassuntiva di periodo e masse partecipanti relative ai primi otto modi di vibrare e le immagini relative ai primi tre modi di vibrare della struttura.

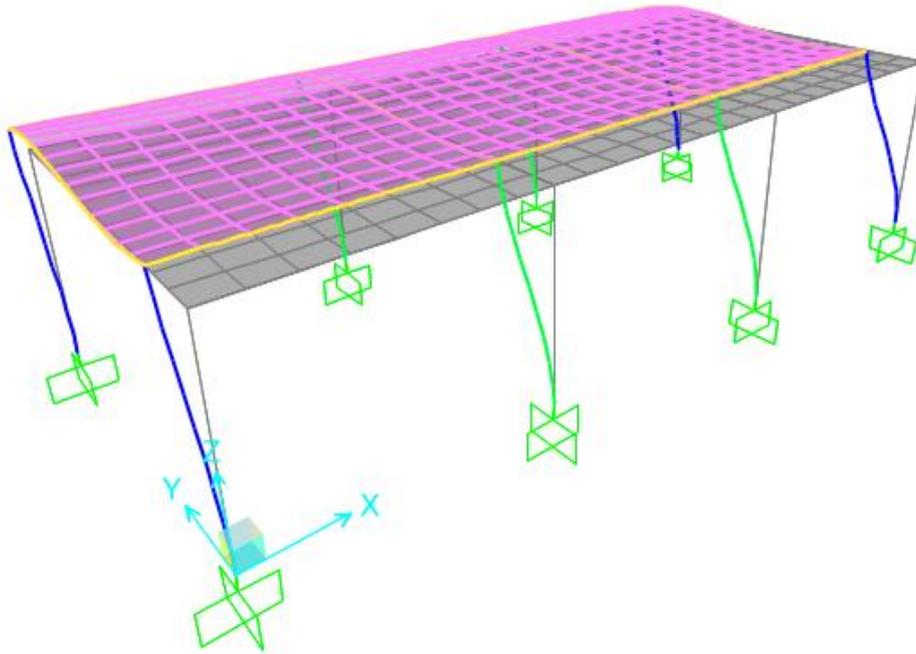
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.260105	0	0.99768	0	0	0.99768	
MODAL	Mode	2	0.243114	0.99944	1.98E-20	0	0.99944	0.99768	
MODAL	Mode	3	0.188072	6.068E-20	2.545E-19	1.221E-17	0.99944	0.99768	1.221E-17
MODAL	Mode	4	0.124549	2.075E-20	0	0.57852	0.99944	0.99768	0.57852
MODAL	Mode	5	0.112049	0.00002507	9.676E-18	0	0.99946	0.99768	0.57852
MODAL	Mode	6	0.103012	2.968E-20	7.211E-20	0.01798	0.99946	0.99768	0.59
MODAL	Mode	7	0.068441	0.000007202	2.417E-18	1.147E-15	0.99947	0.99768	0.59

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

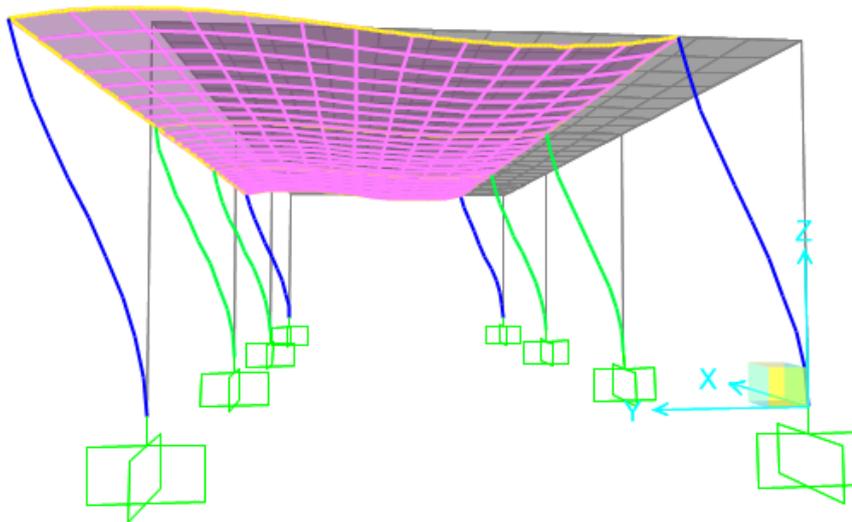
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	47 di 273

MODAL	Mode	8	0.060251	6.541E-18	8.906E-18	0.00849	0.99947	0.99768	0.604
MODAL	Mode	9	0.056897	2.727E-17	0.00024	1.703E-15	0.99947	0.99792	0.604
MODAL	Mode	10	0.054019	5.367E-20	3.437E-18	1.352E-16	0.99947	0.99792	0.604
MODAL	Mode	11	0.051912	8.548E-18	0.00118	5.091E-16	0.99947	0.99911	0.604
MODAL	Mode	12	0.051563	0.00003456	9.969E-20	1.058E-16	0.9995	0.99911	0.604

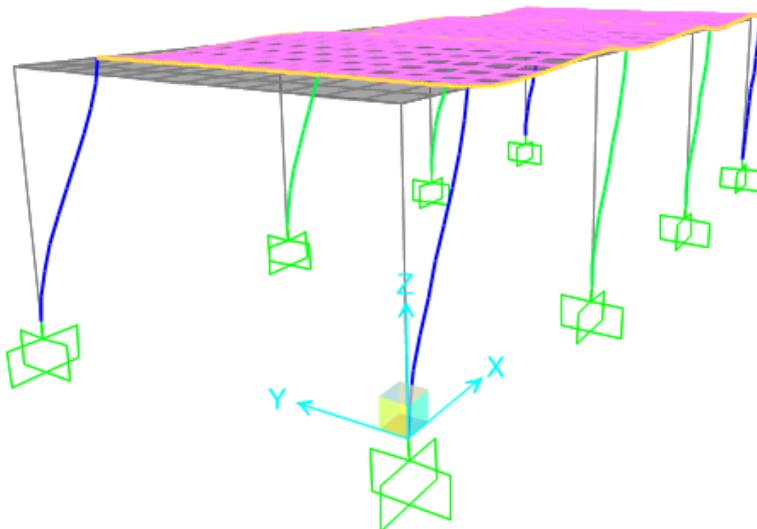
Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0.26011; f = 3.8446



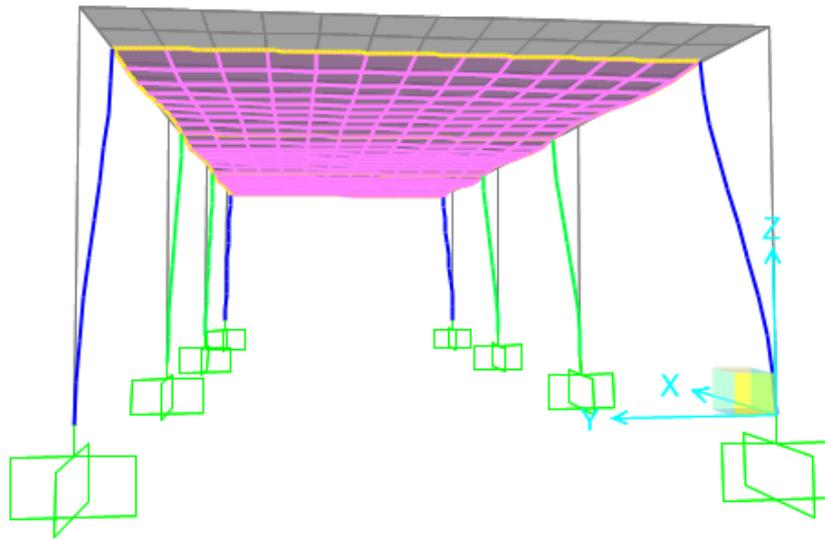
Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0.26011; f = 3.8446



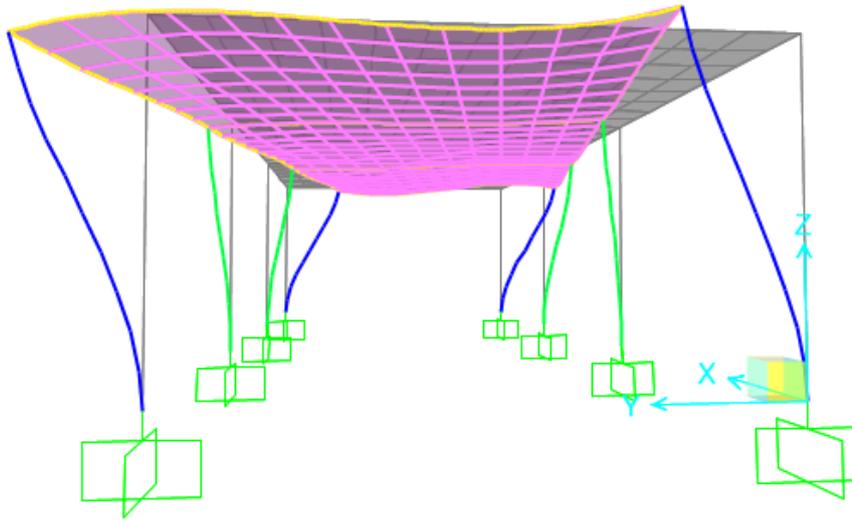
Deformed Shape (MODAL) - Mode 2; T = 0.24311; f = 4.1133



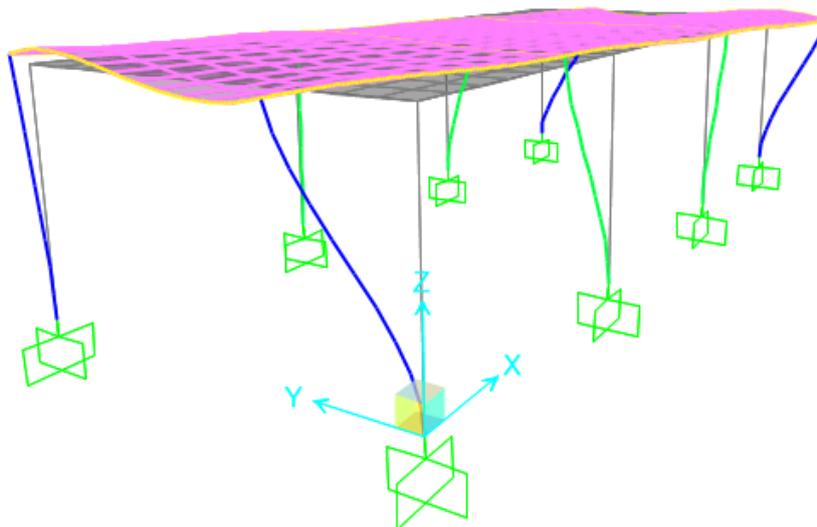
Deformed Shape (MODAL) - Mode 2; T = 0.24311; f = 4.1133



Deformed Shape (MODAL) - Mode 3; T = 0.18807; f = 5.31712



Deformed Shape (MODAL) - Mode 3; T = 0.18807; f = 5.31712



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>51 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	51 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	51 di 273								

9 SOLLECITAZIONI

Secondo quanto riportato dalle NTC 2018 al § 7.3.7.1, per le costruzioni di Classe IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione (E_d) calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo *SLD* e attribuendo ad η il valore di 2/3, sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto (R_d), calcolato secondo le regole specifiche indicate per ciascun tipo strutturale nel Cap. 4 con riferimento alle situazioni eccezionali.

Dal momento che l'azione sismica così valutata per la località di Parma è di entità inferiore rispetto a quella considerata per le verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, gli elementi strutturali risulteranno certamente verificati e pertanto si omette di riportare i calcoli relativi a tale verifica.

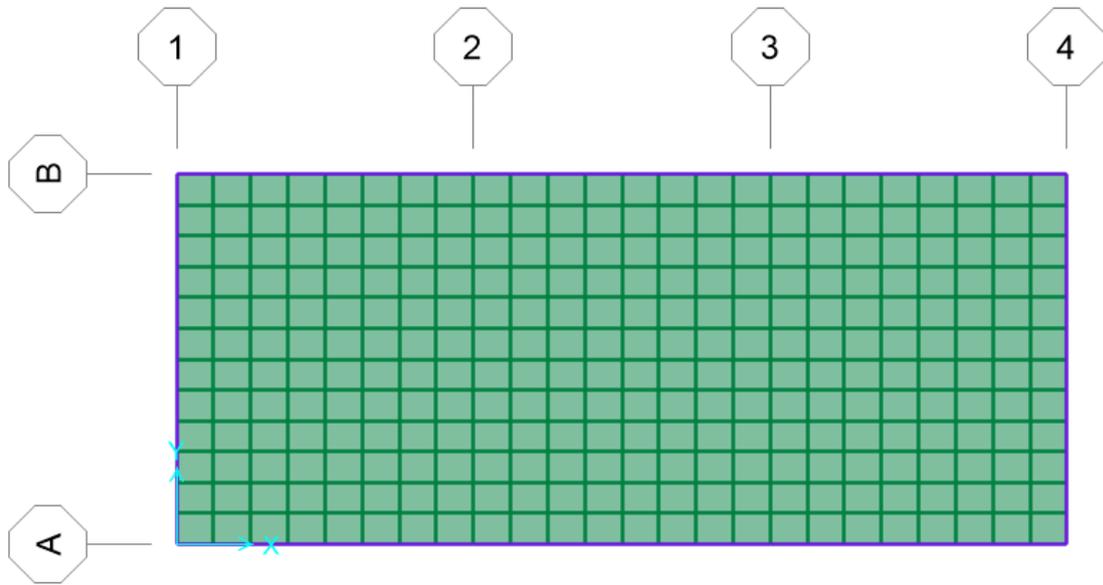
9.1 Solai

La seguente tabella mostra i valori di sollecitazione massima nelle varie combinazioni di carico del solaio copertura

<i>Solaio di Piano</i>			
	$M_{MAX_Campata}$ [kNm]	$M_{MAX_Appoggio}$ [kNm]	V_{max} [kN]
SLU	14.00	16.29	26.4
SLE_rara	10.20	11.9	
SLE_frequente	9.6	11.2	
SLE_quasi permanente	9	10.50	

9.2 Telaio Filo Fisso X₁

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X₁ per le diverse combinazioni di carico considerate.



Axial Force Diagram (INV SLU - Max/Min)

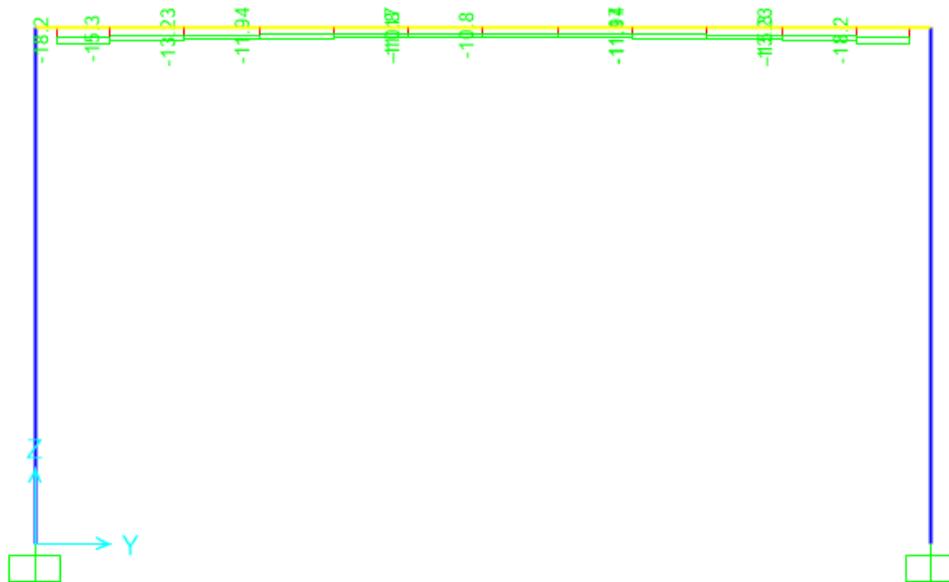
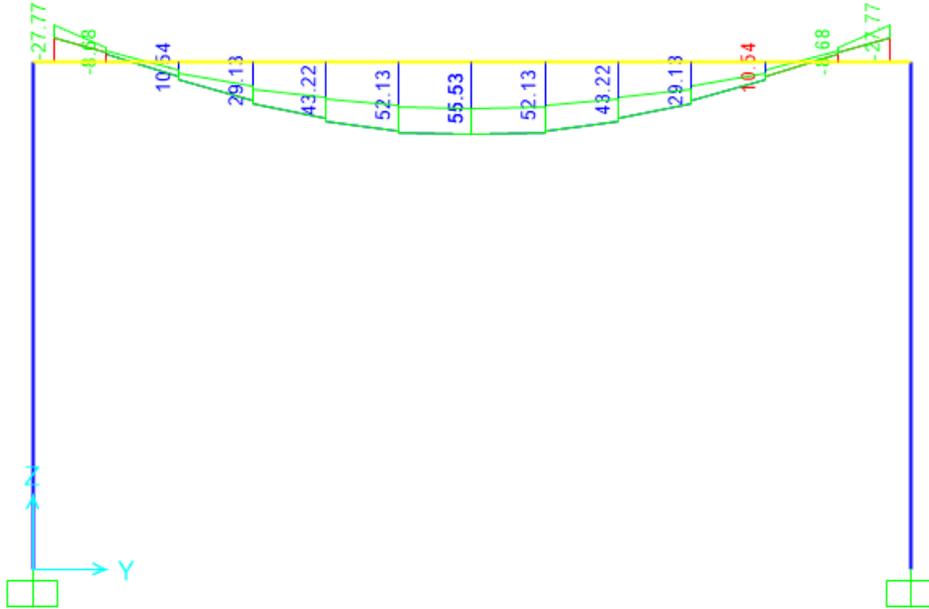


Figura 9.1 – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)

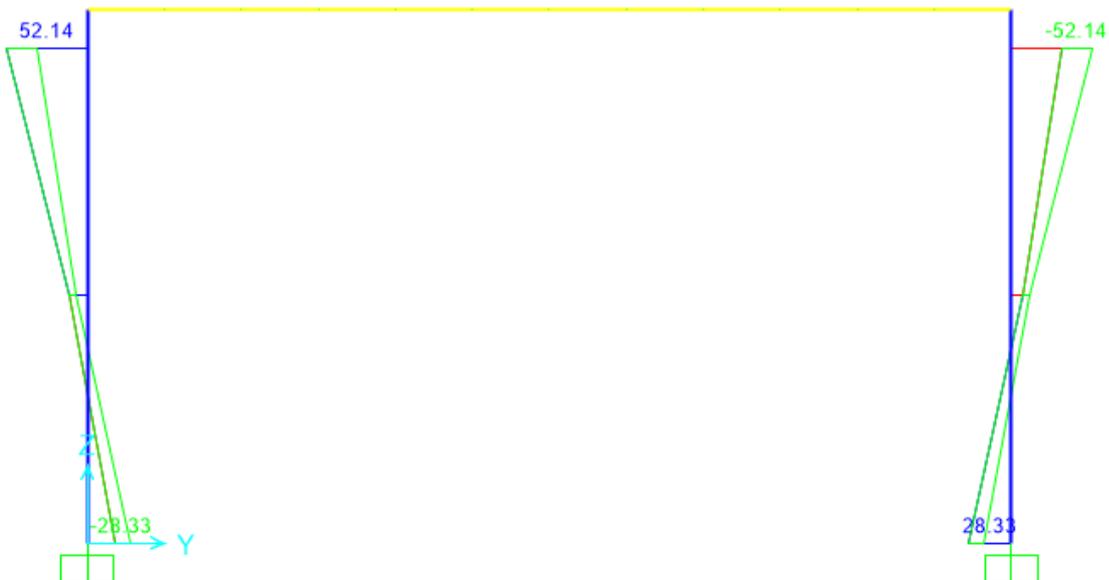
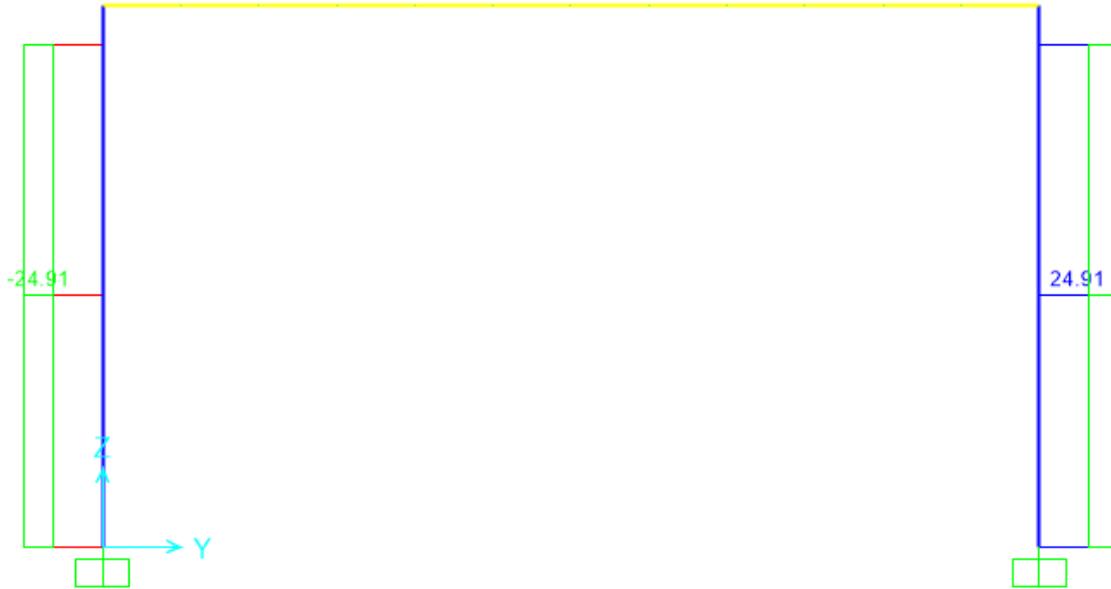


Figura 9.2 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)

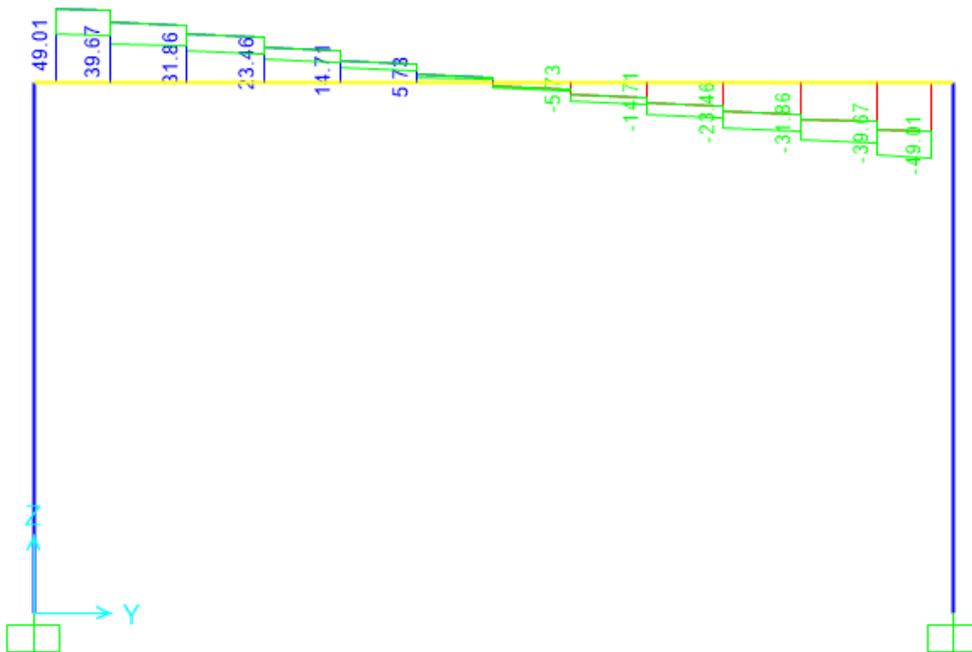


Figura 9.3 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLV - Max/Min)

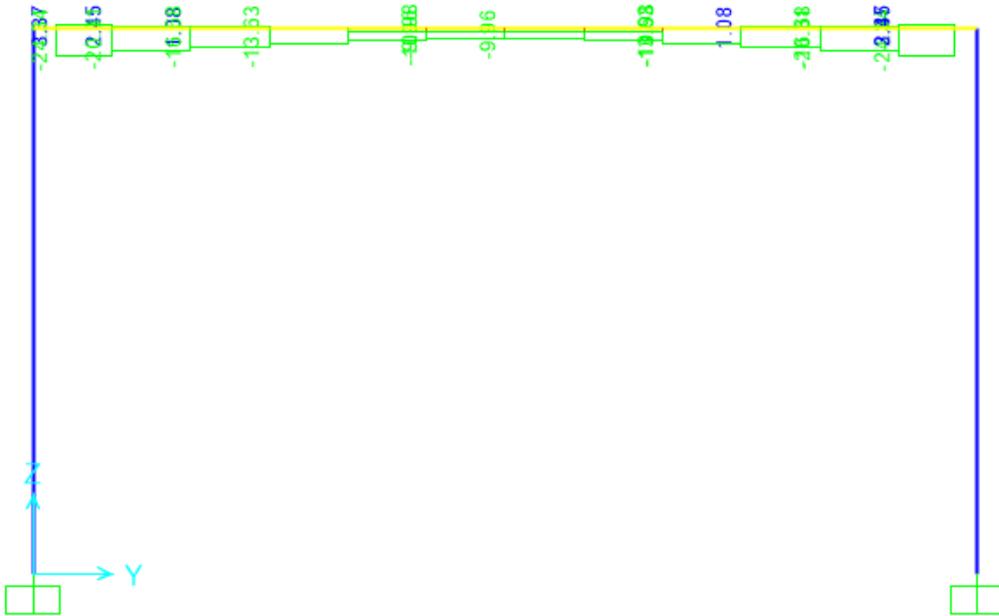
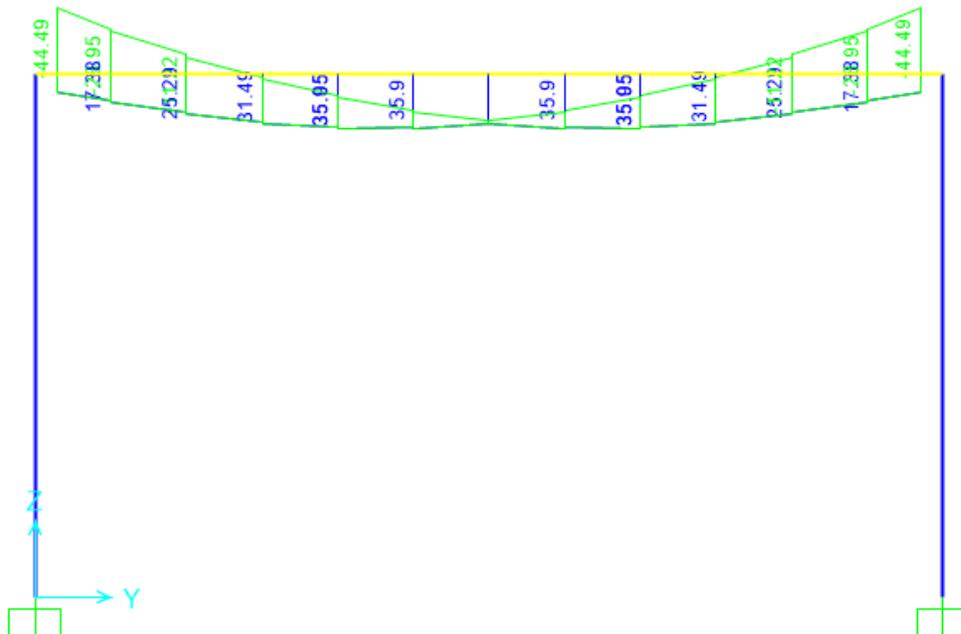


Figura 9.4 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)

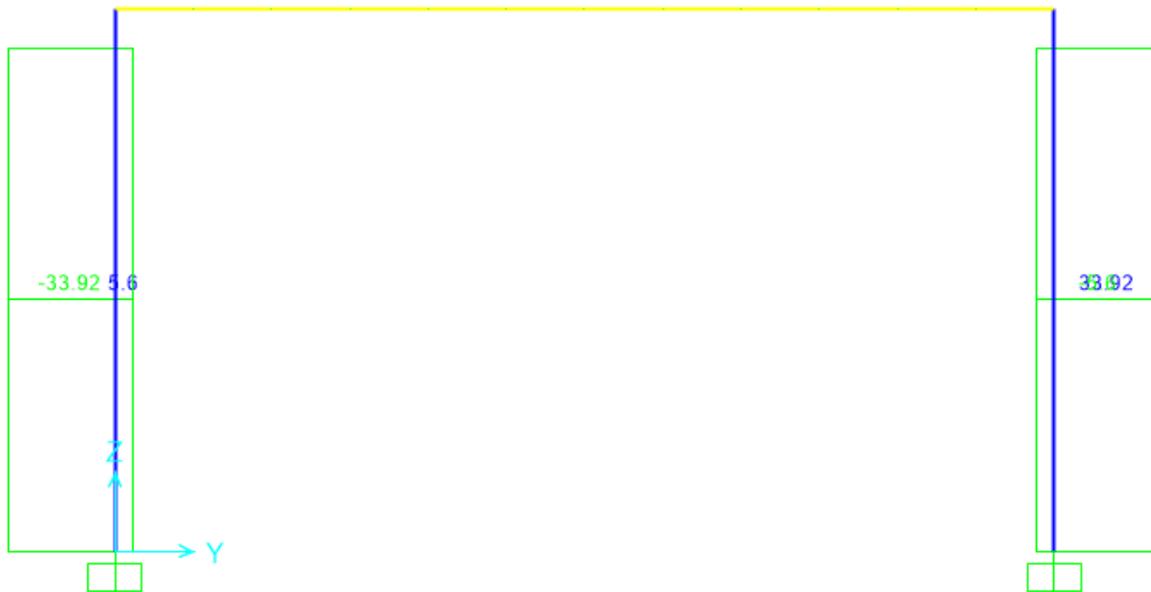


Moment 2-2 Diagram (INV SLV - Max/Min)



Figura 9.5 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLV - Max/Min)

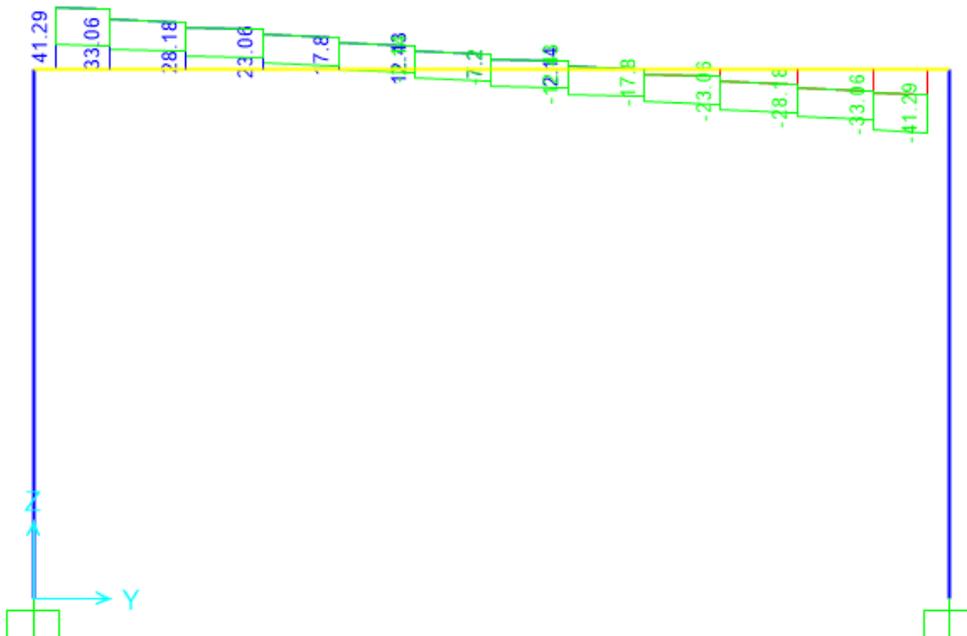


Figura 9.6 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

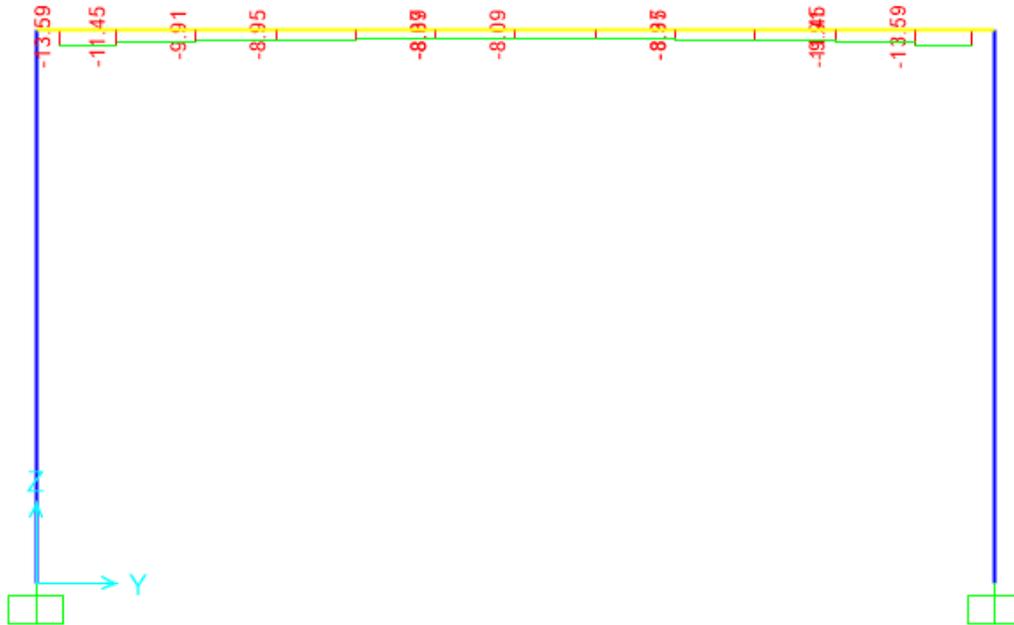
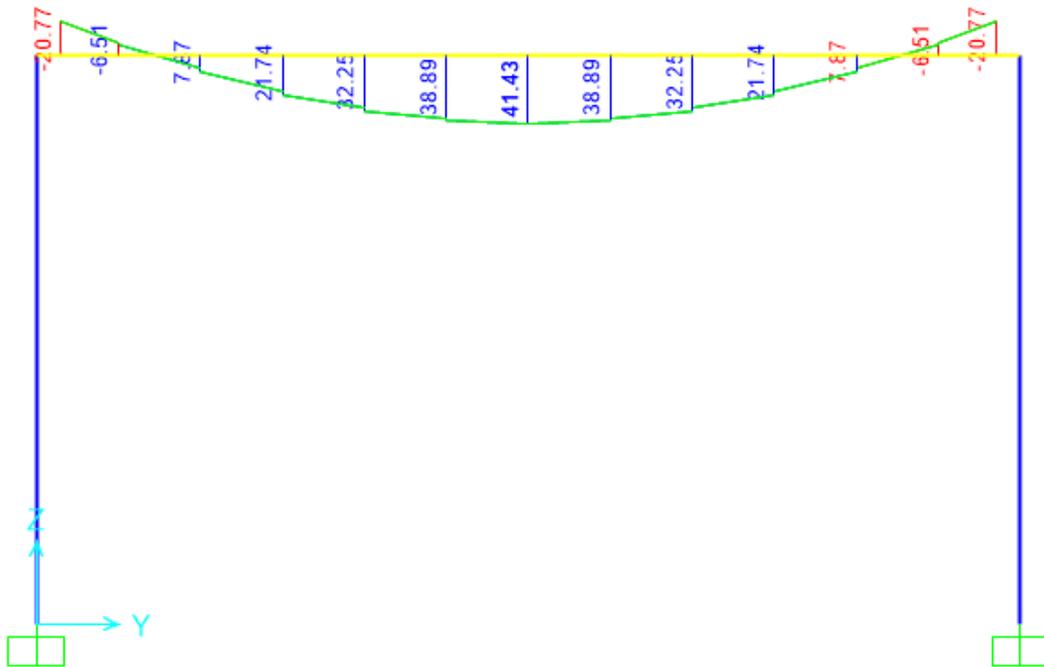


Figura 9.7 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



Figura 9.8 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33, M22

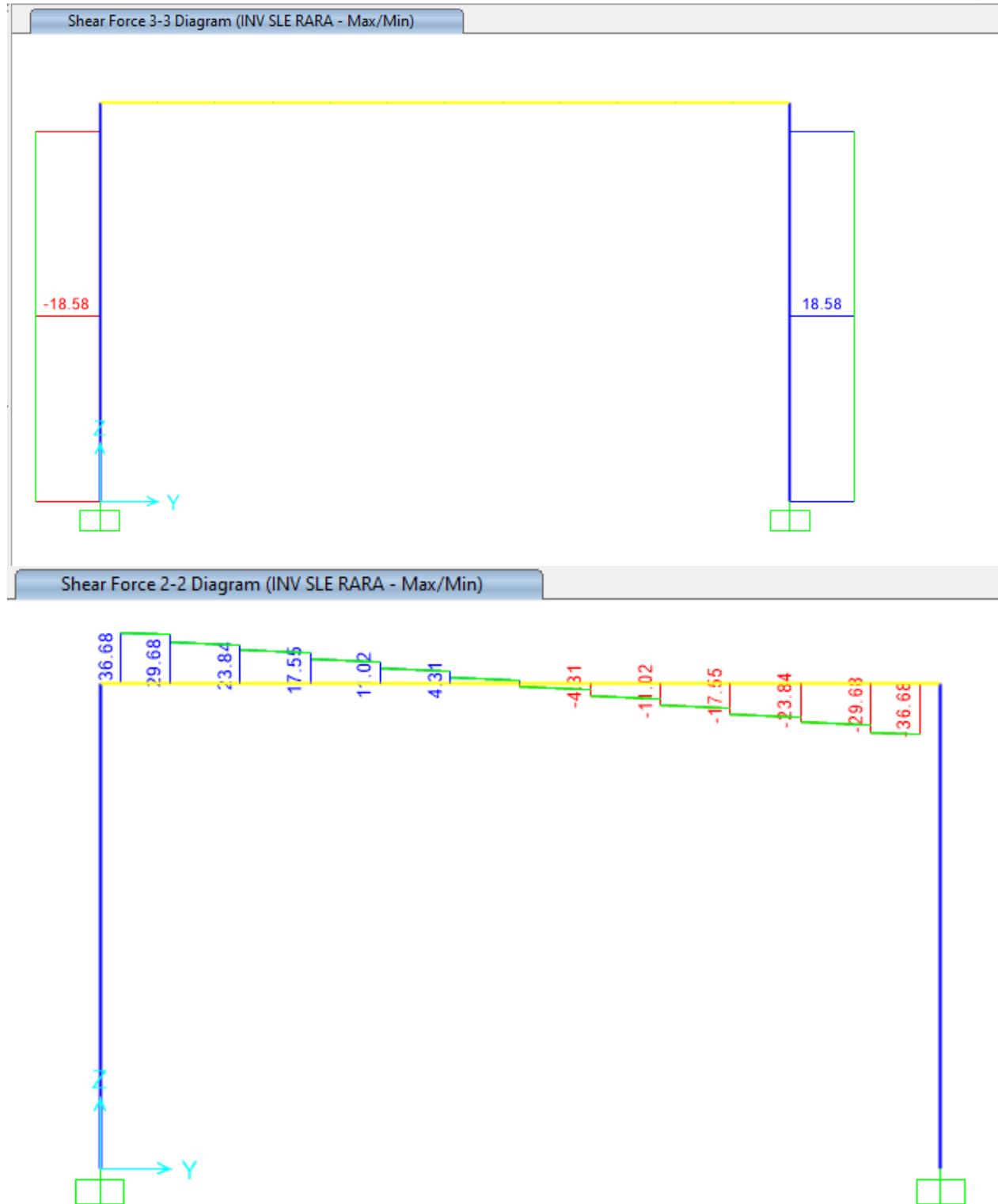


Figura 9.9 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

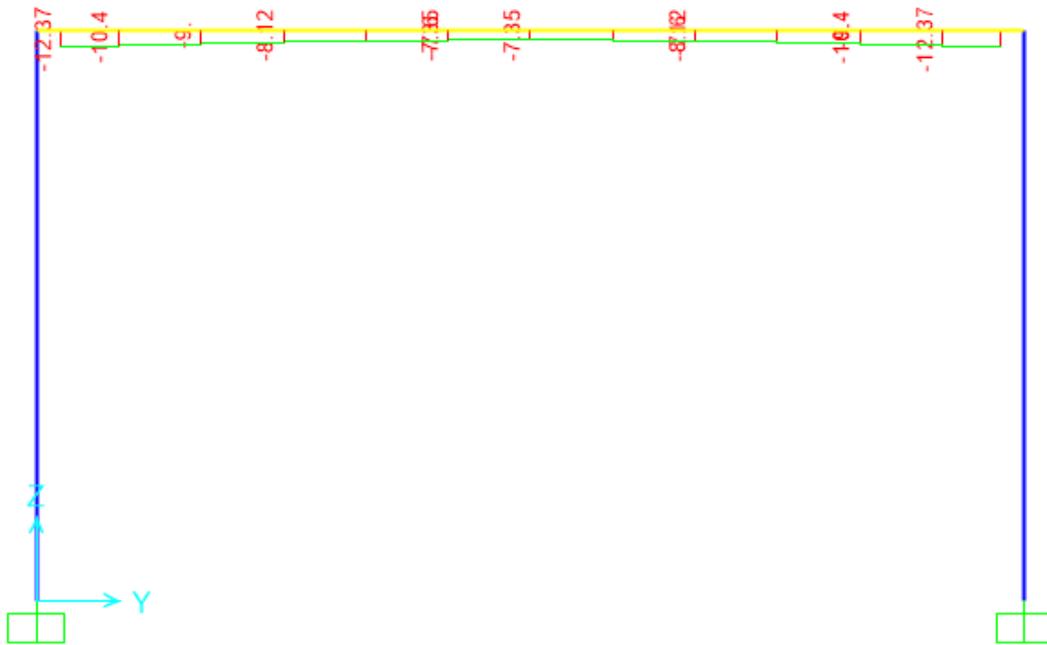
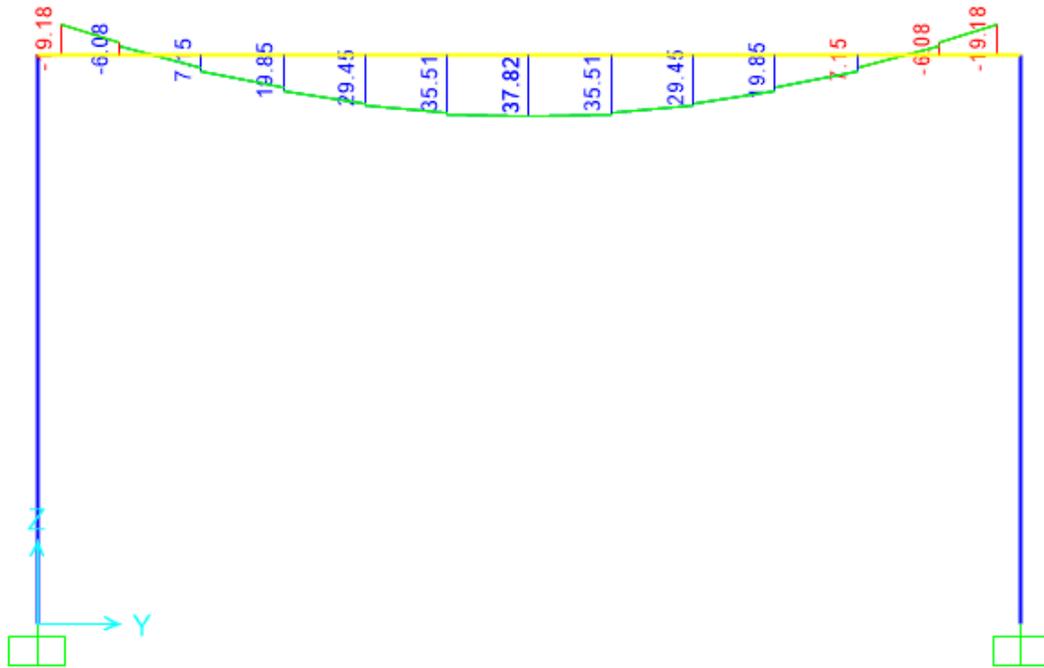


Figura 9.10- Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



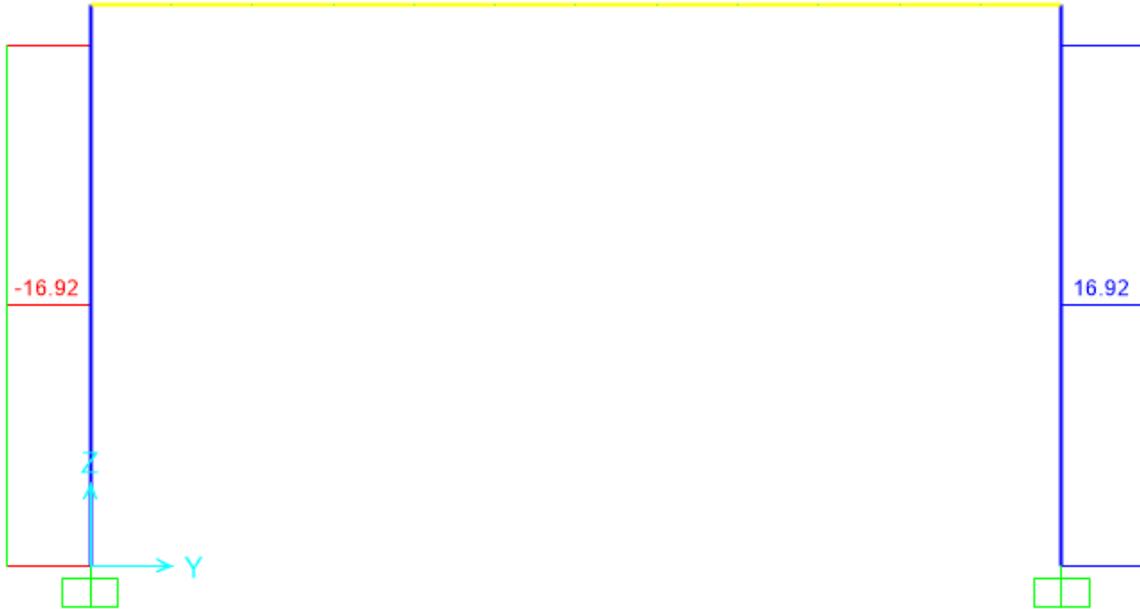
 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>63 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	63 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	63 di 273								

Figura 9.11 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33, M22

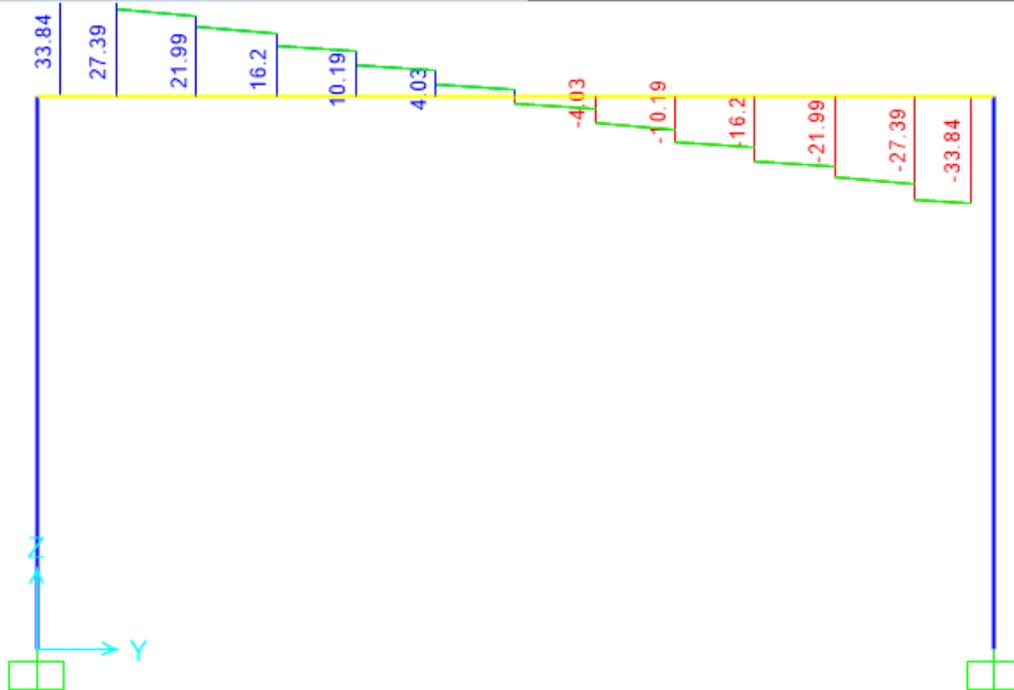
PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	64 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>65 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	65 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	65 di 273								

Figura 9.12 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

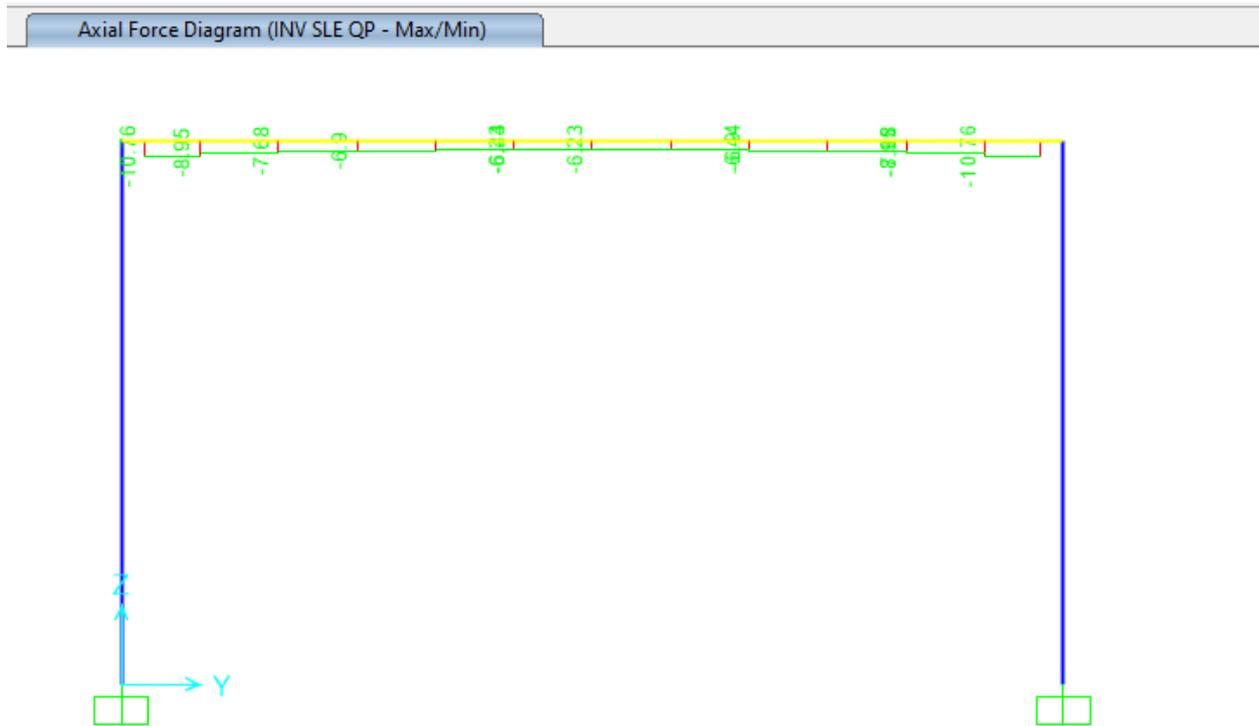
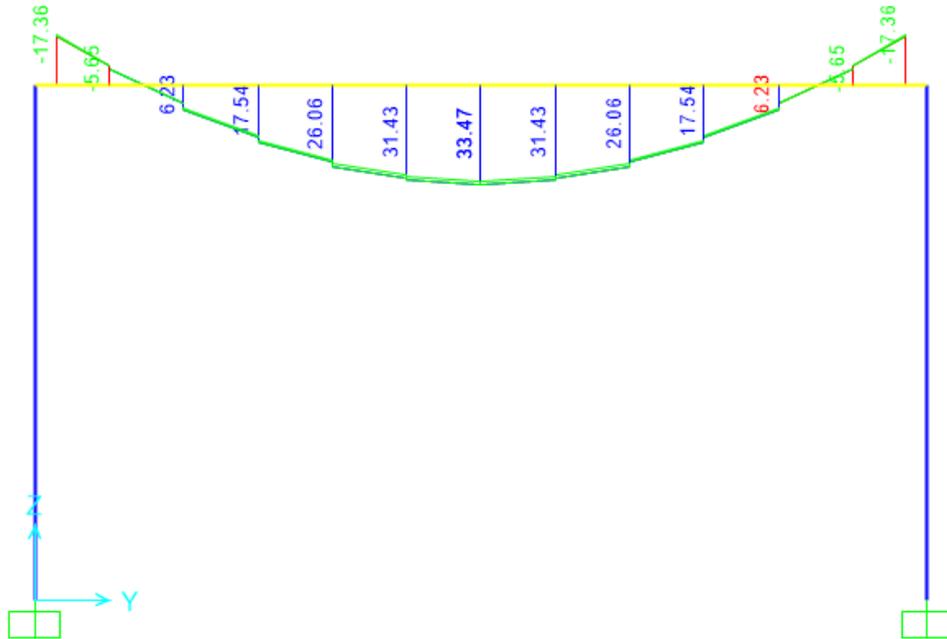


Figura 9.13 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

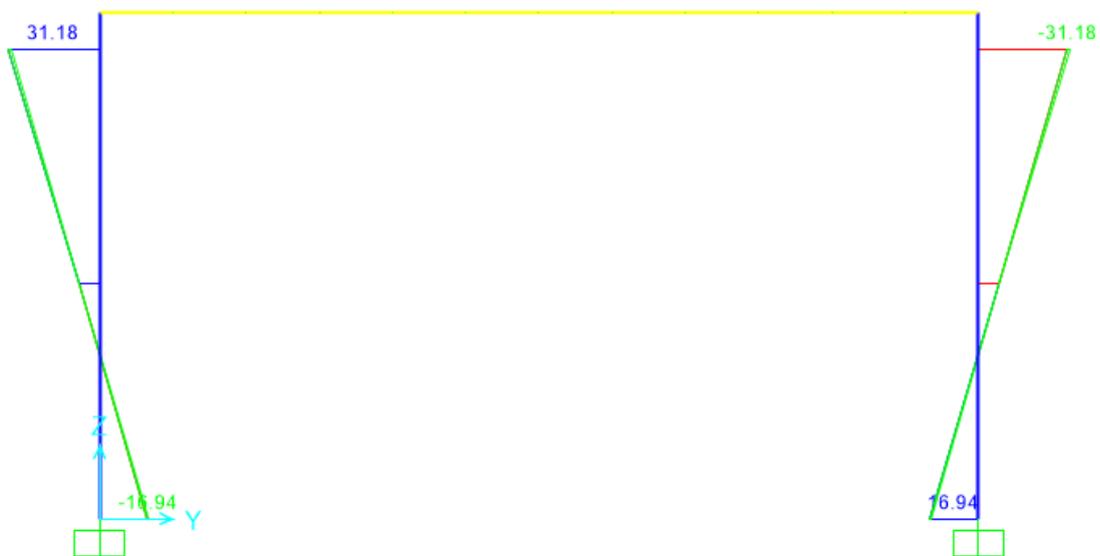
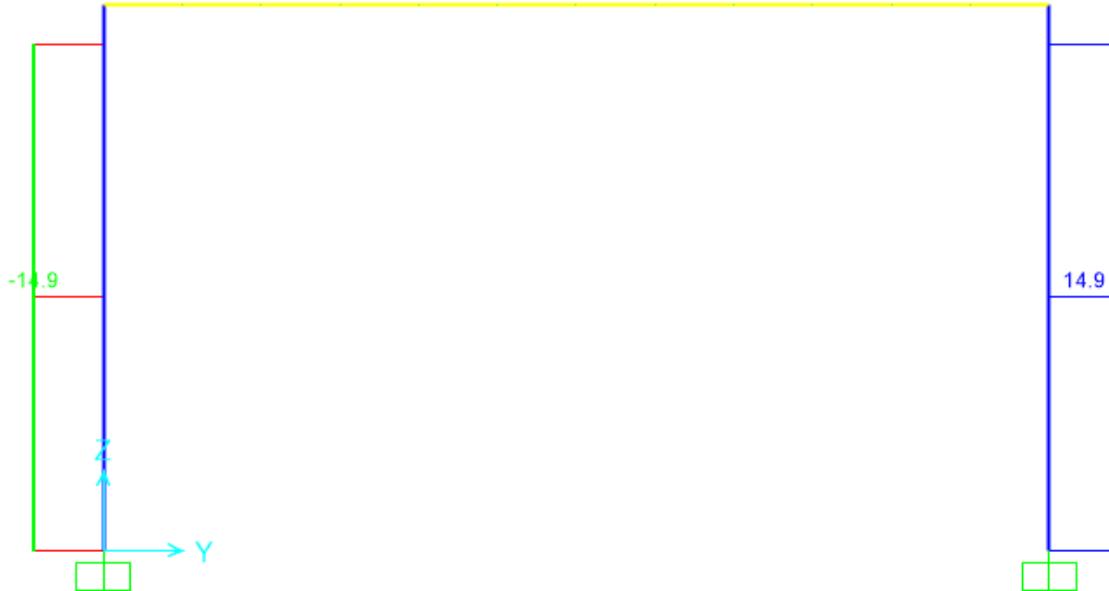


Figura 9.14 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33, M22

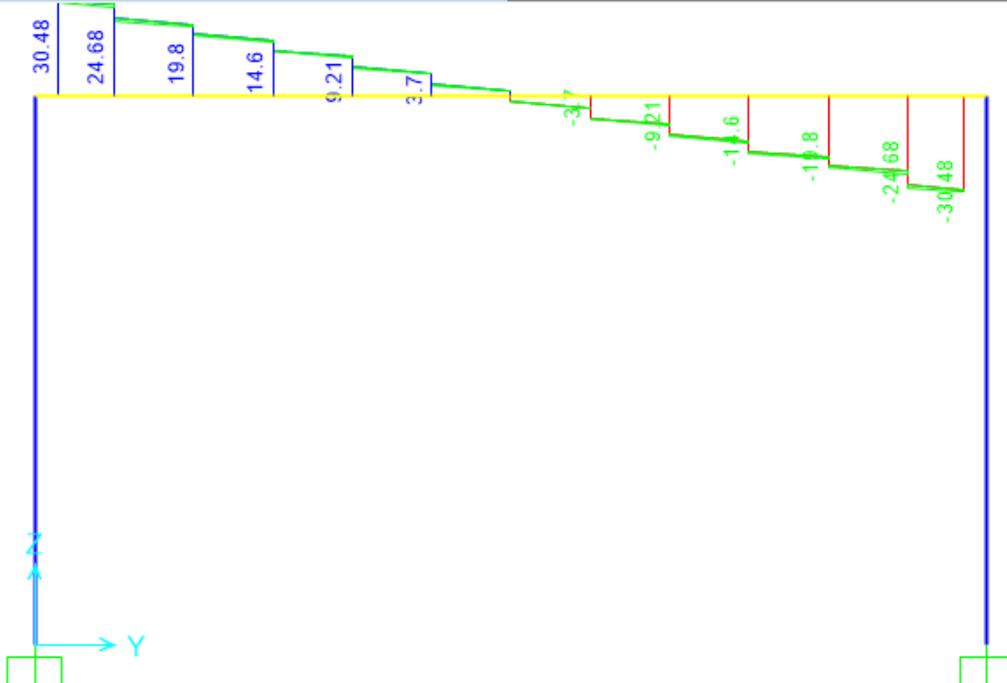
PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	67 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>68 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	68 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	68 di 273								

Figura 9.15 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

9.3 Telaio Filo Fisso X₂

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X₂ per le diverse combinazioni di carico considerate.

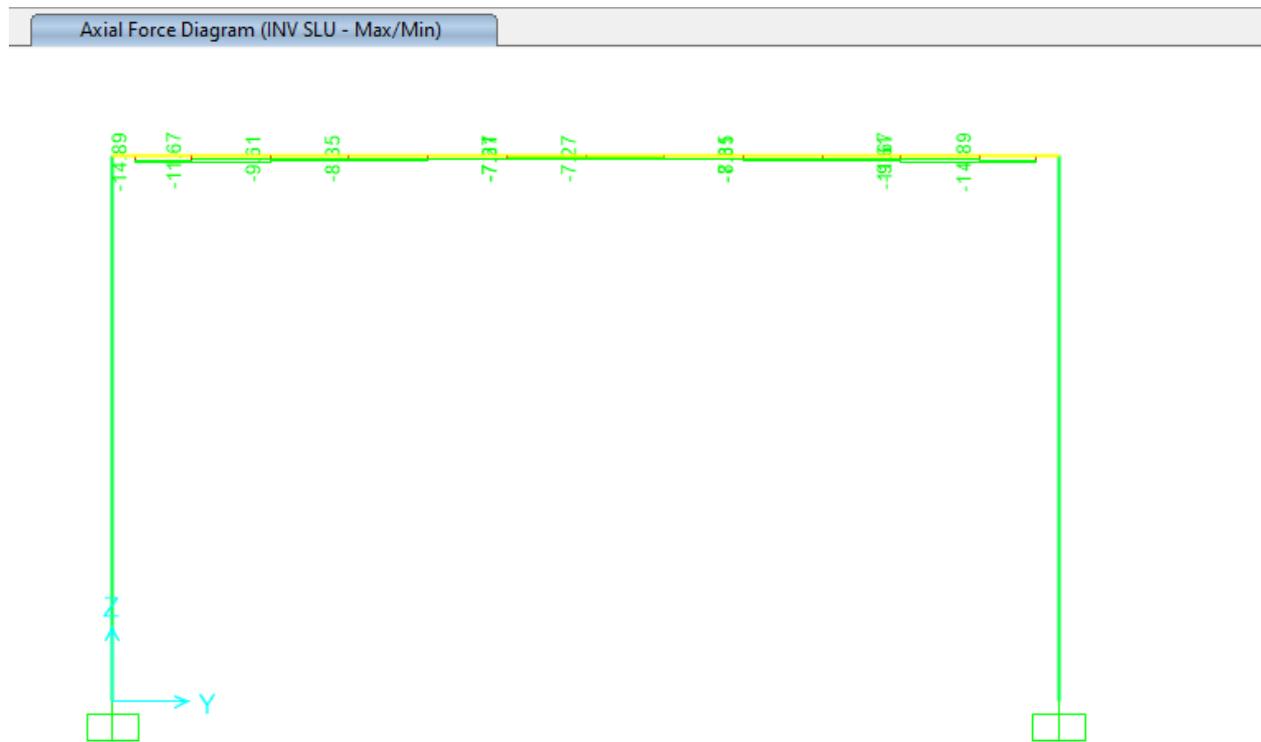
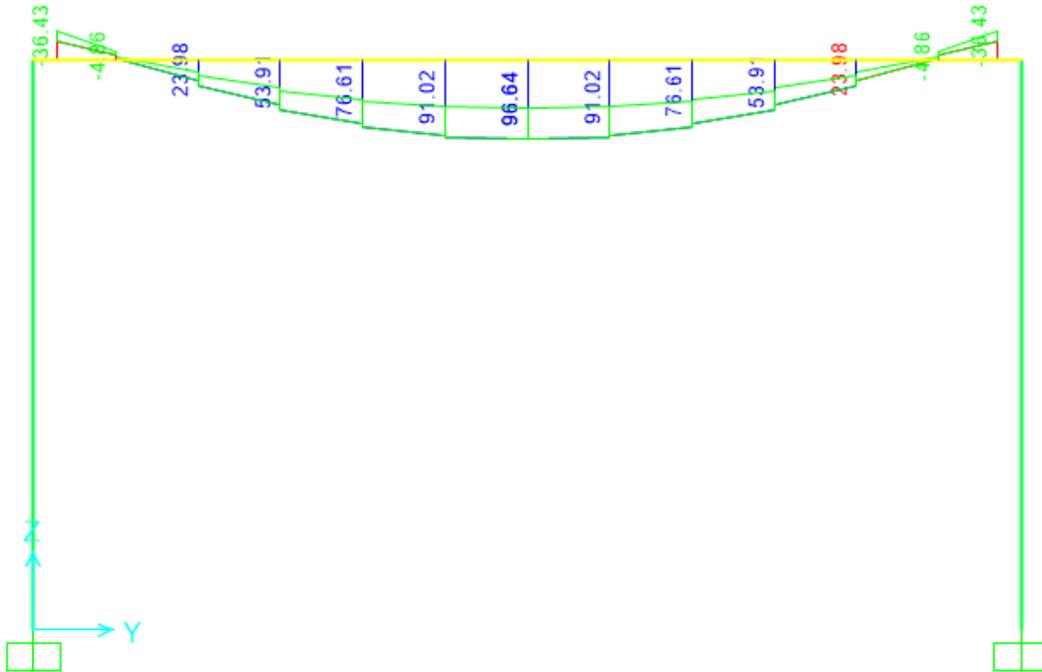
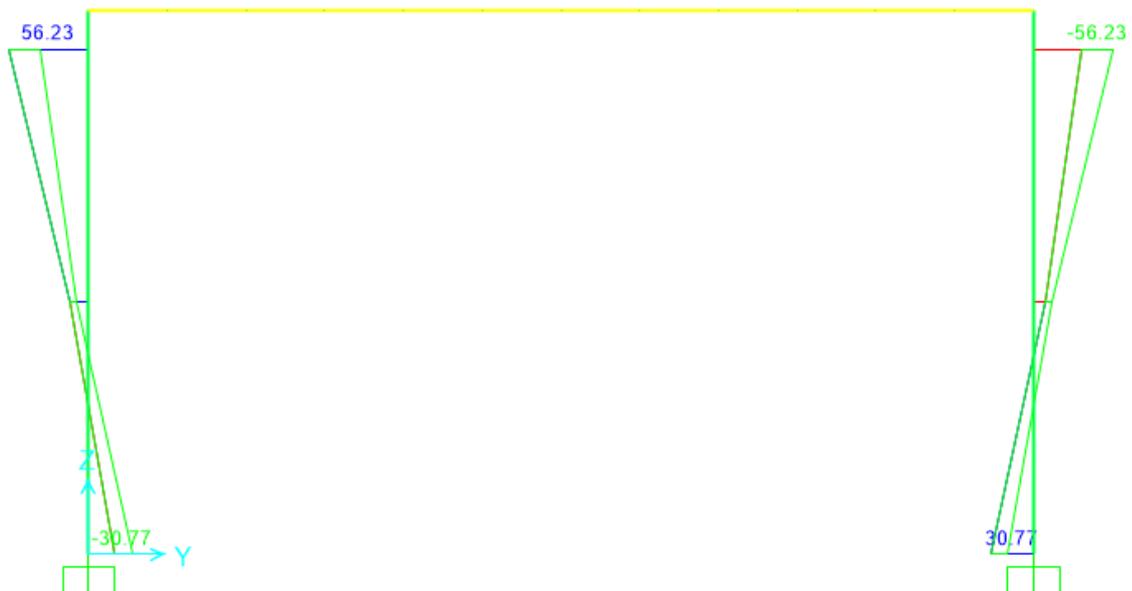


Figura 9.16 – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)



 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>70 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	70 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	70 di 273								

Figura 9.17 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)

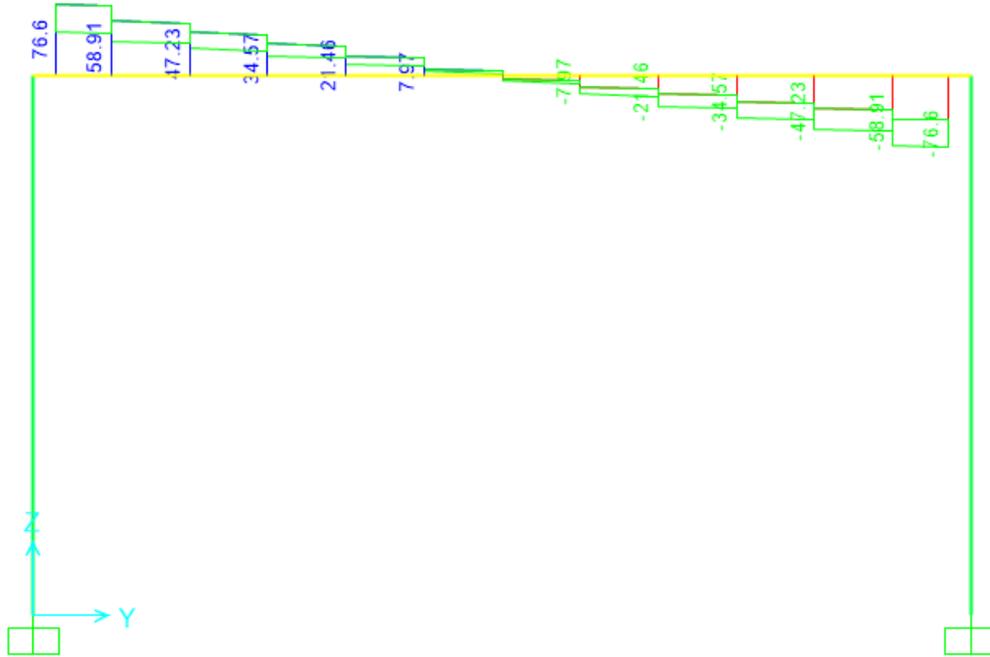


Figura 9.18 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLV - Max/Min)

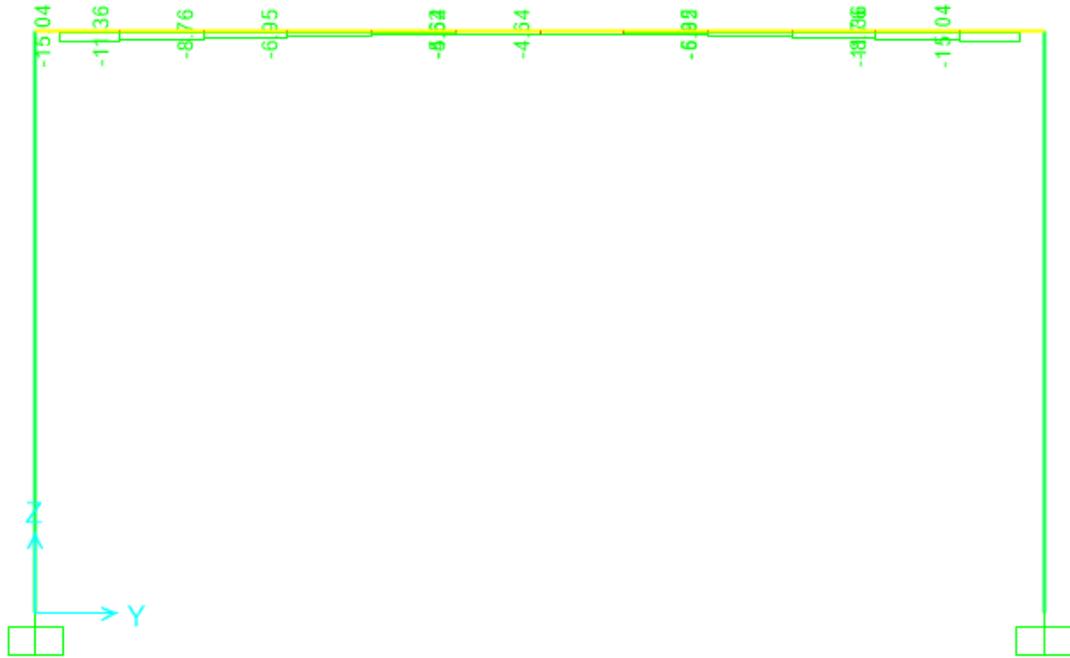
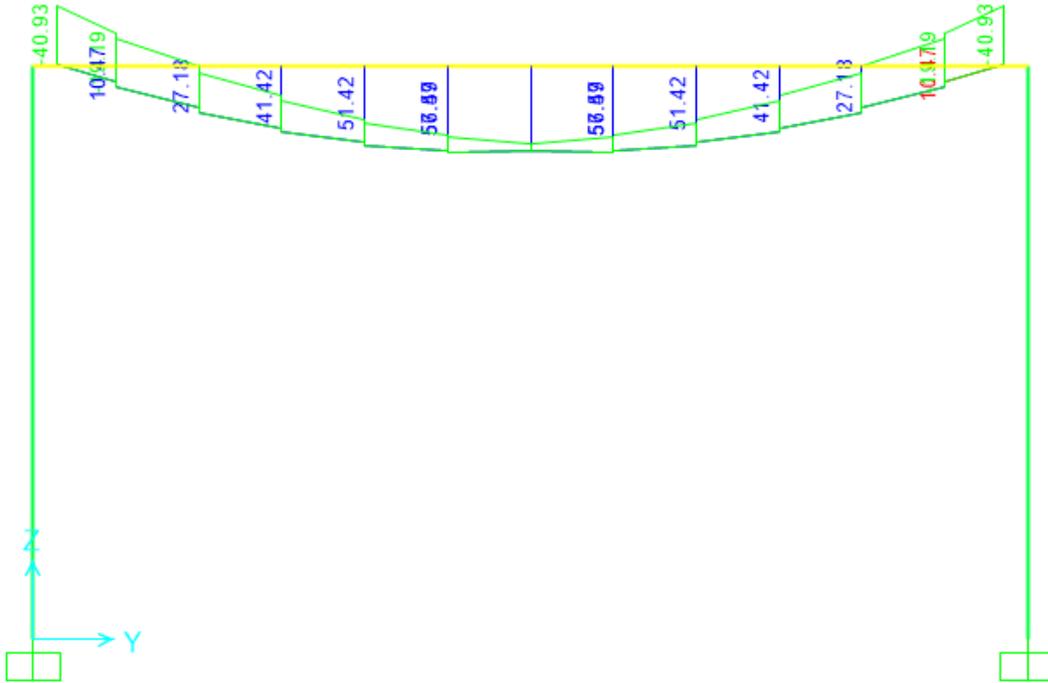


Figura 9.19 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	73 di 273

Moment 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLV - Max/Min)

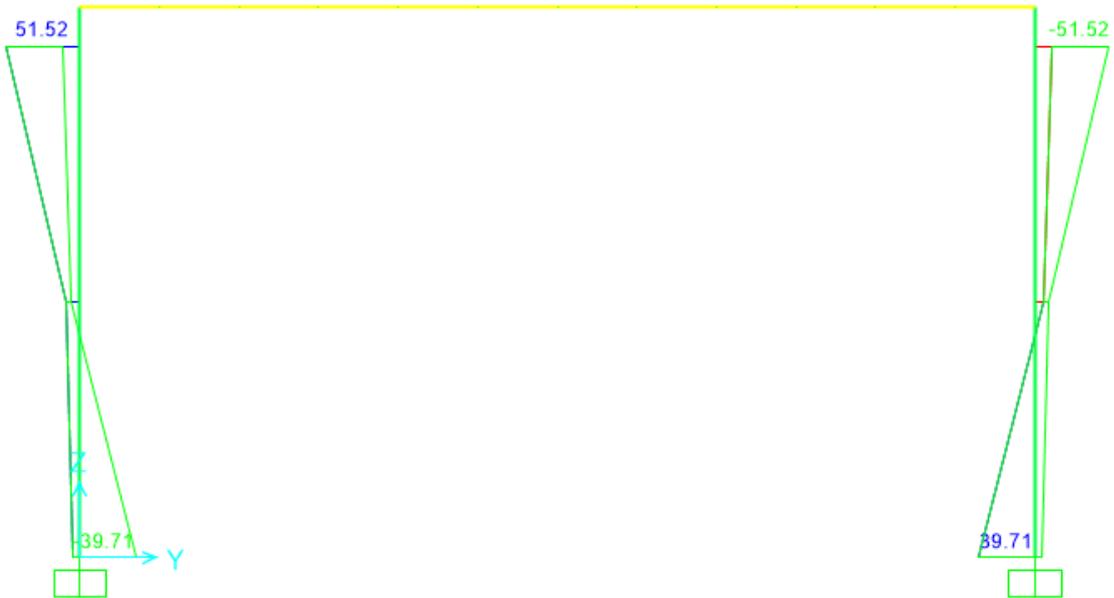
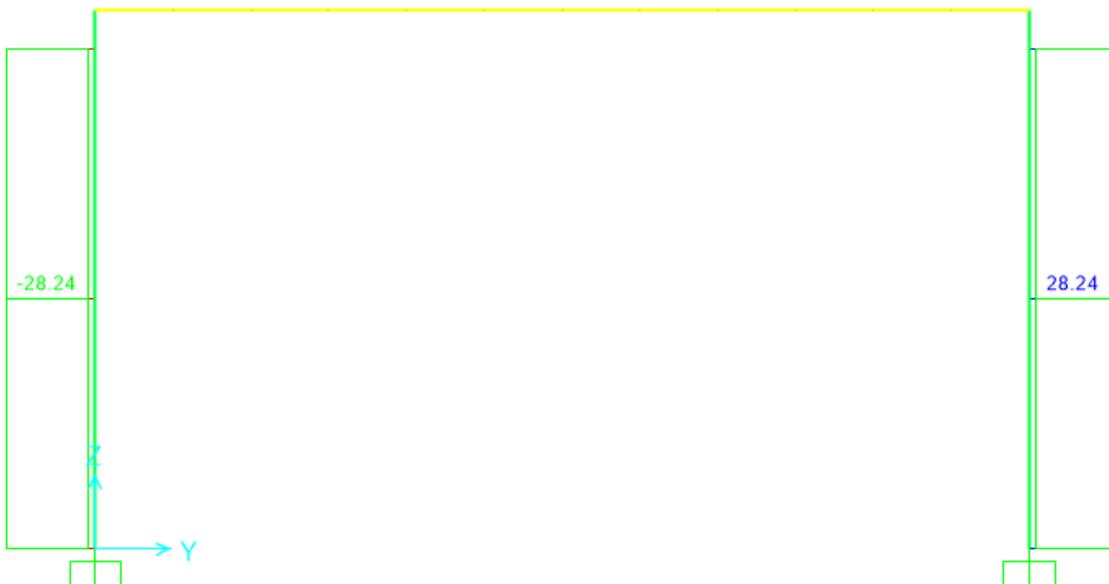


Figura 9.20 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLV - Max/Min)

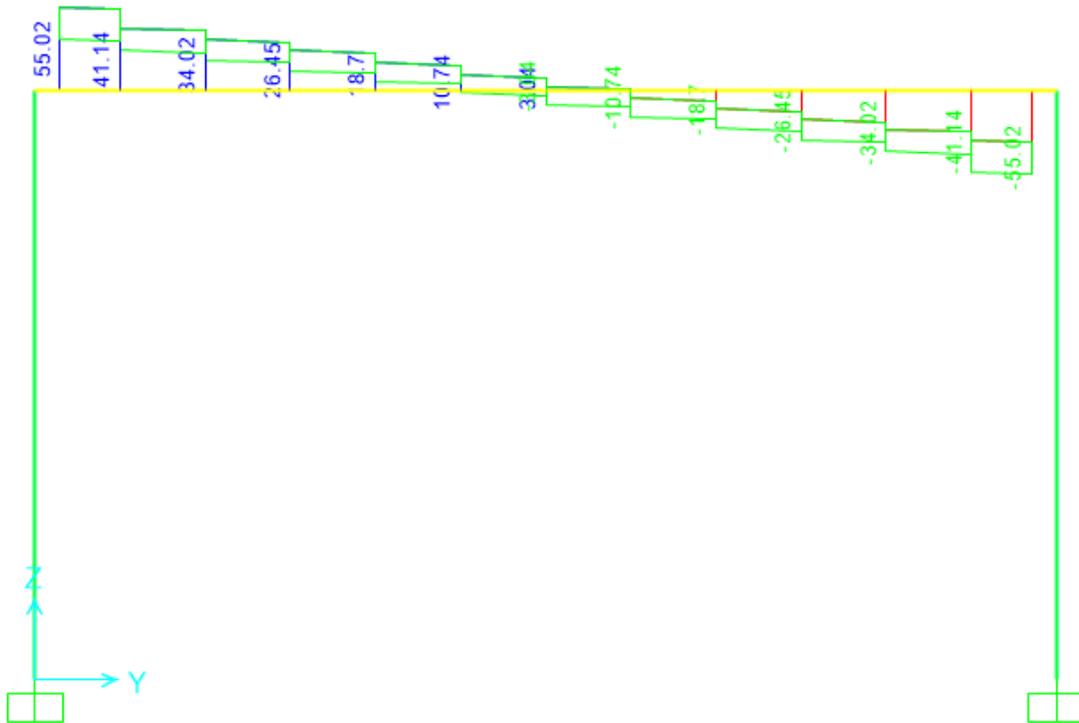


Figura 9.21 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

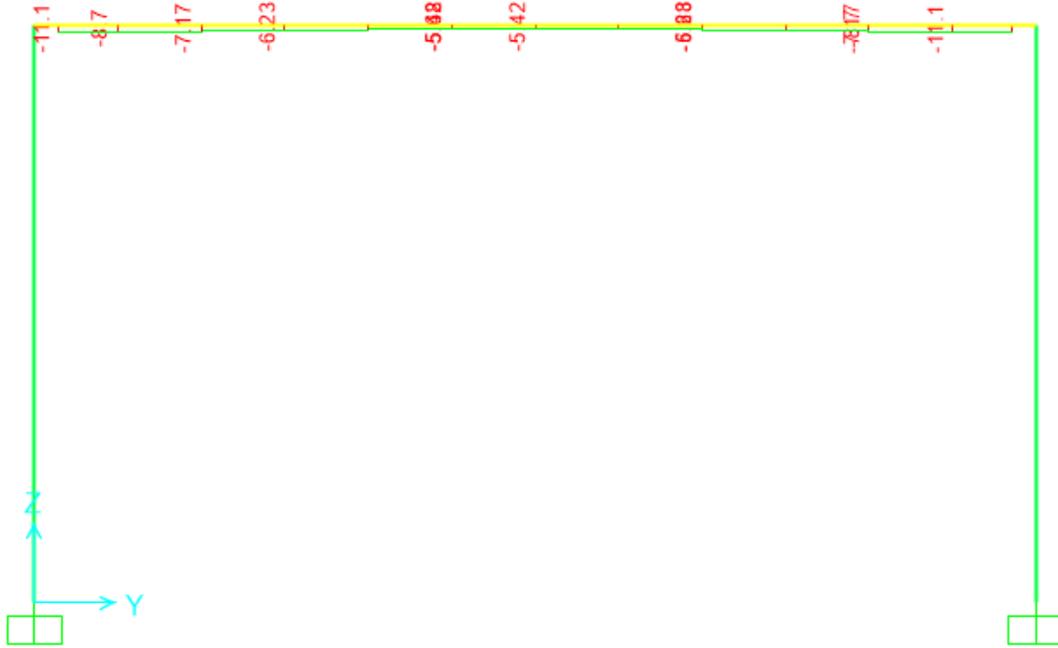
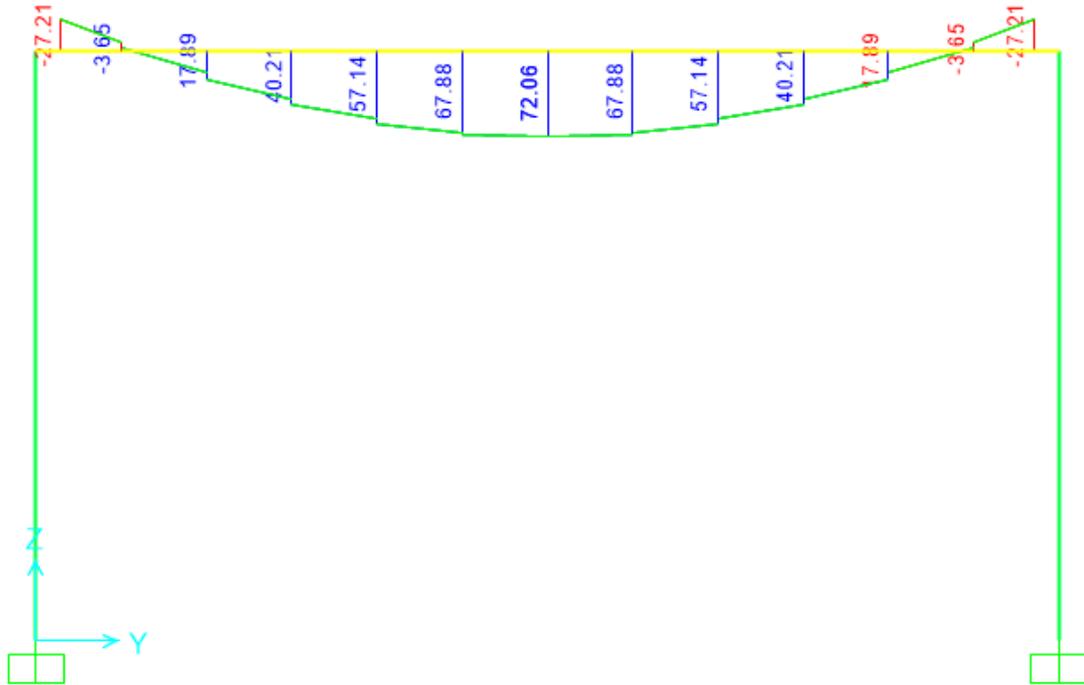


Figura 9.22 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	77 di 273

Moment 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

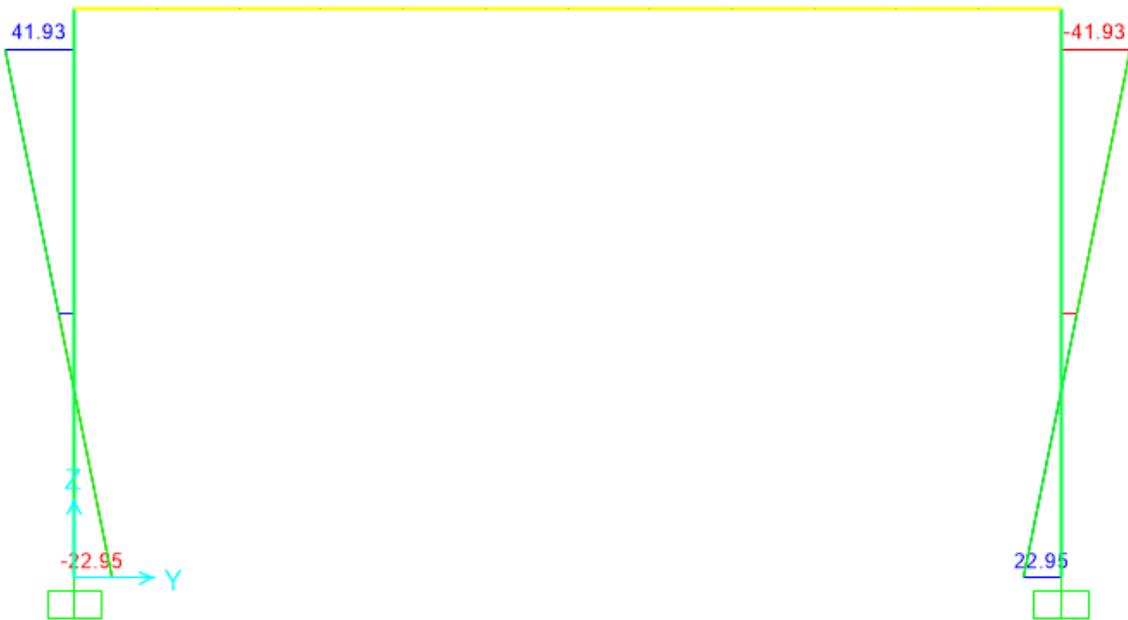
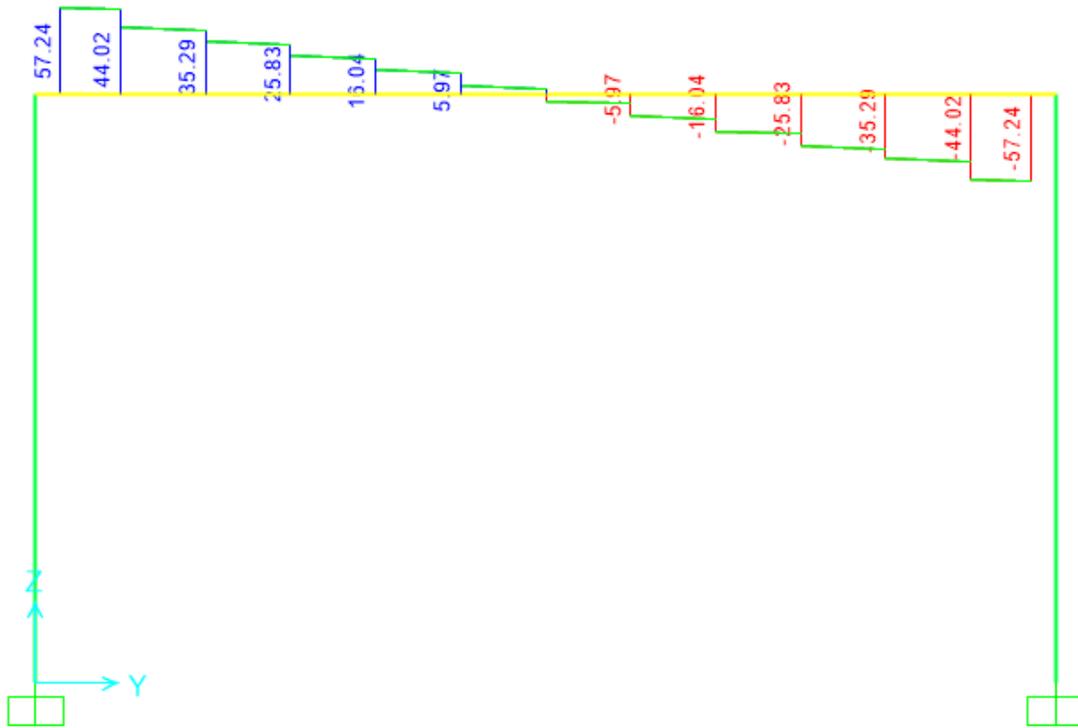


Figura 9.23 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33, M22

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	79 di 273

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	80 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

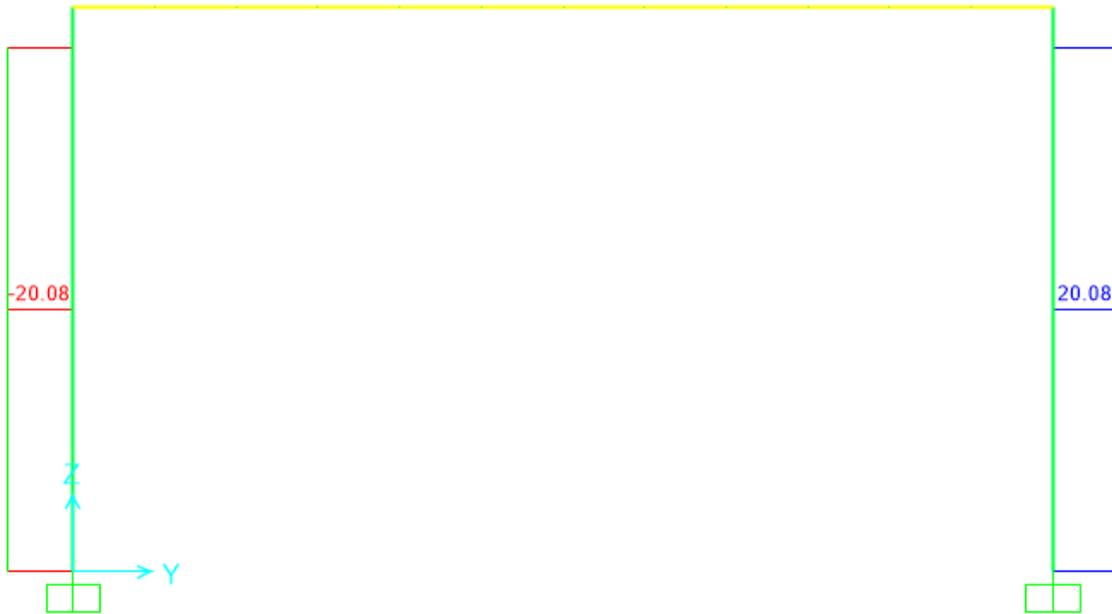


Figura 9.24 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

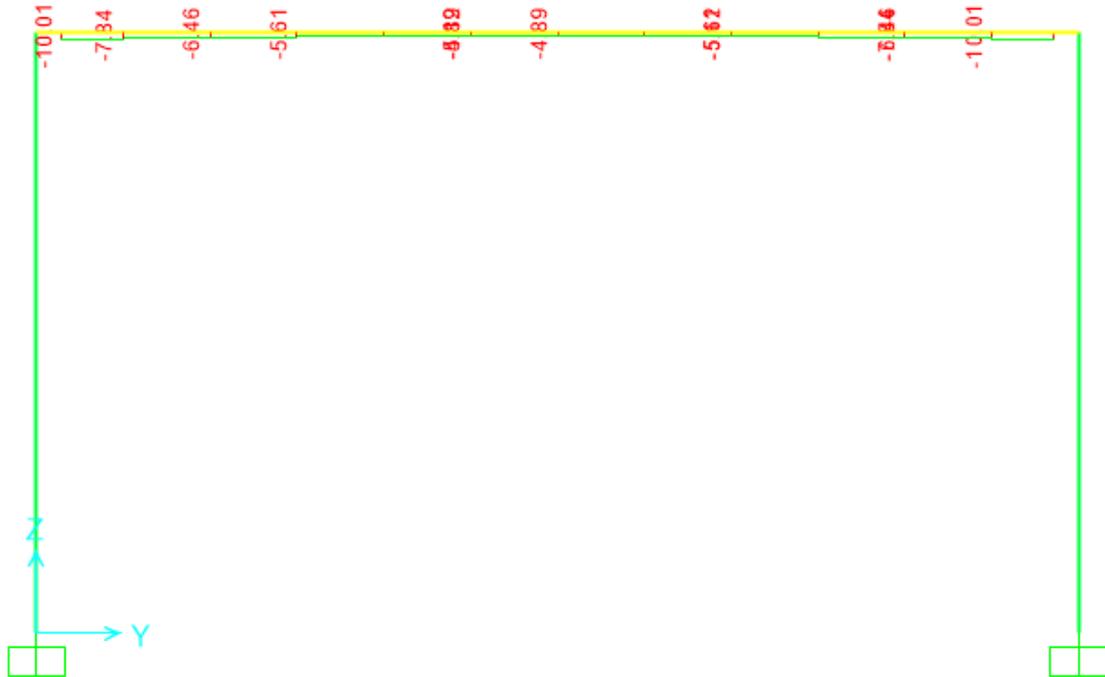
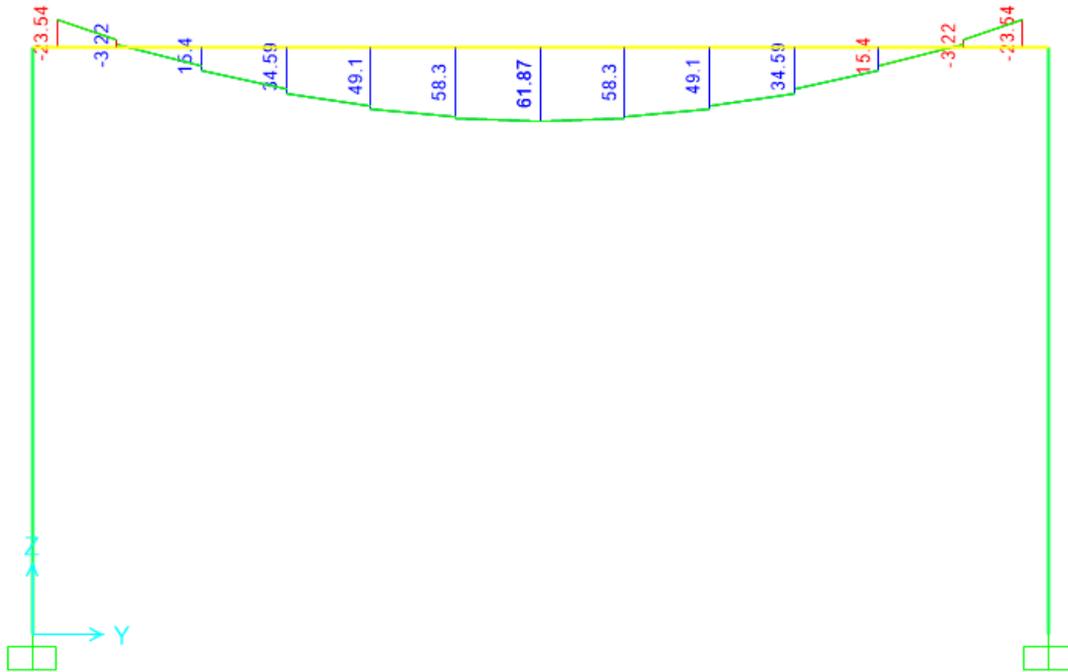


Figura 9.25- Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

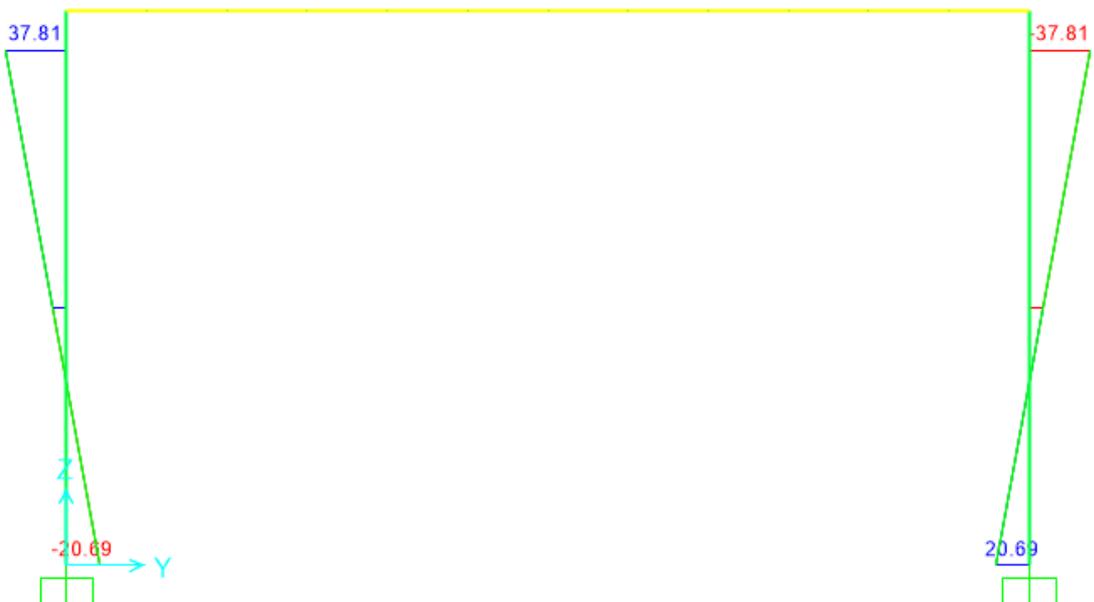
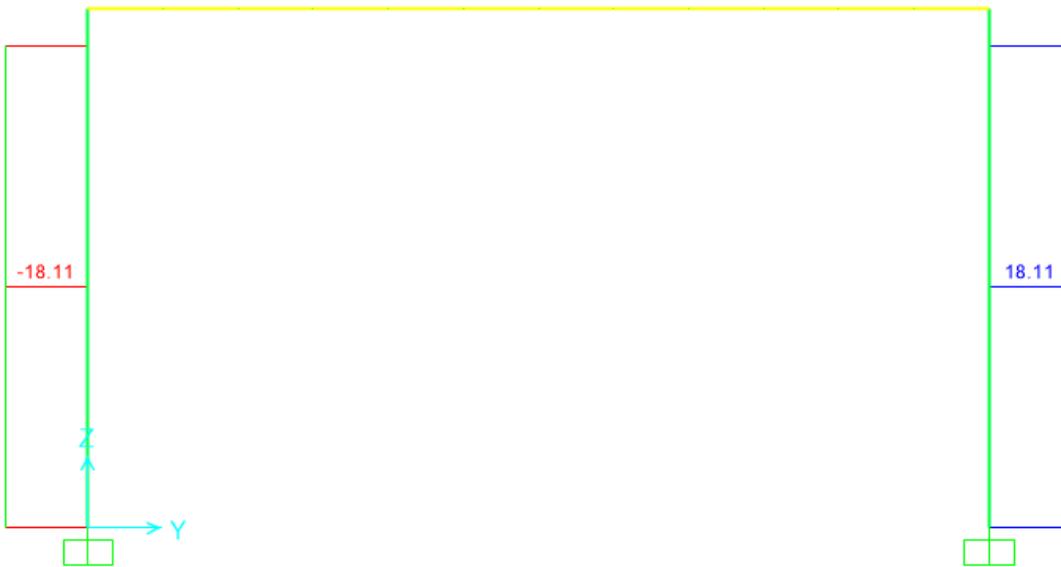
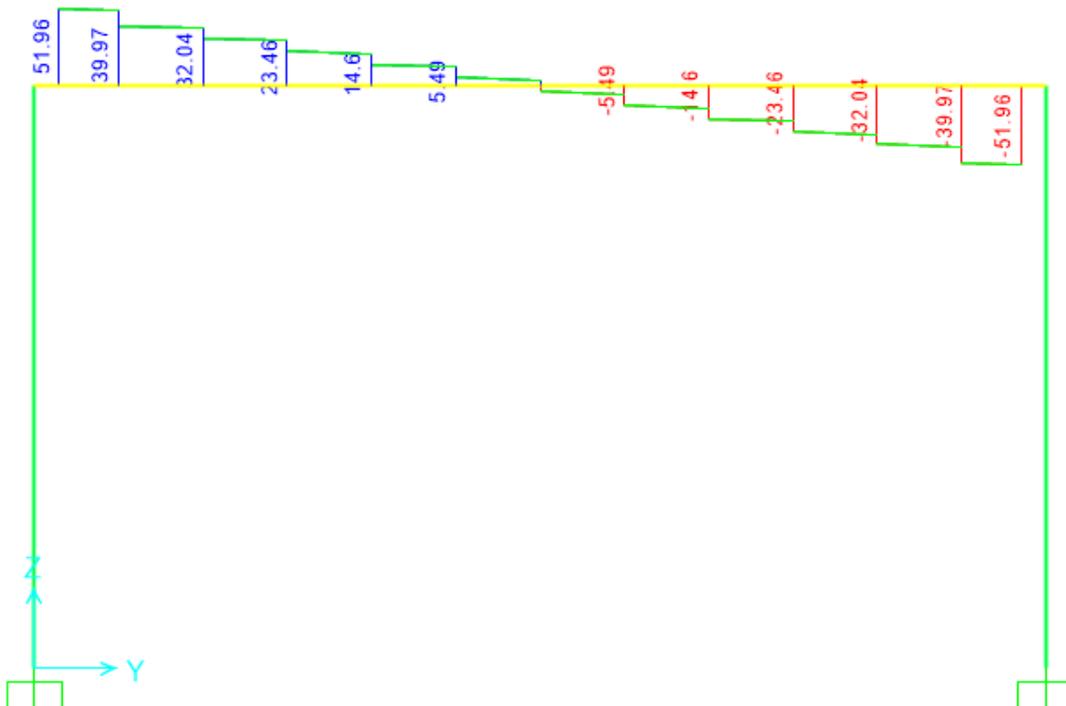


Figura 9.26 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>84 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	84 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	84 di 273								

Figura 9.27 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

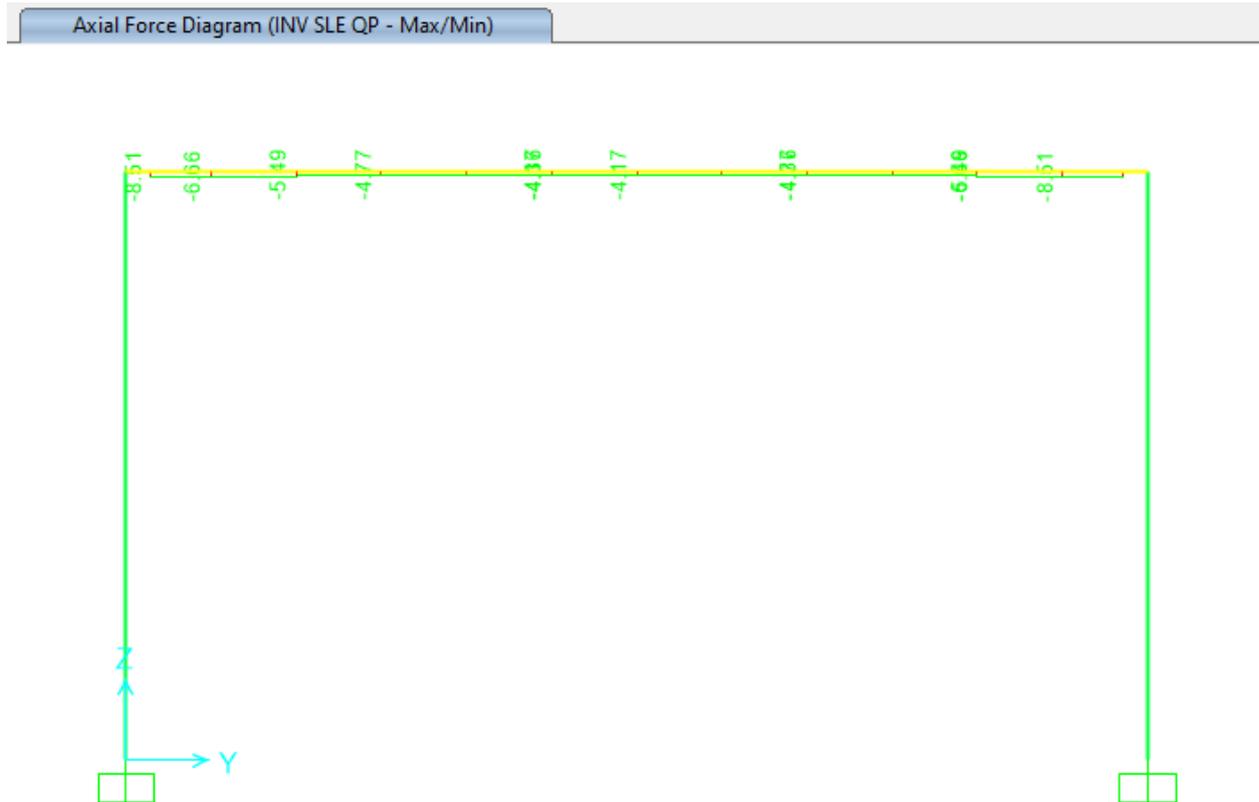
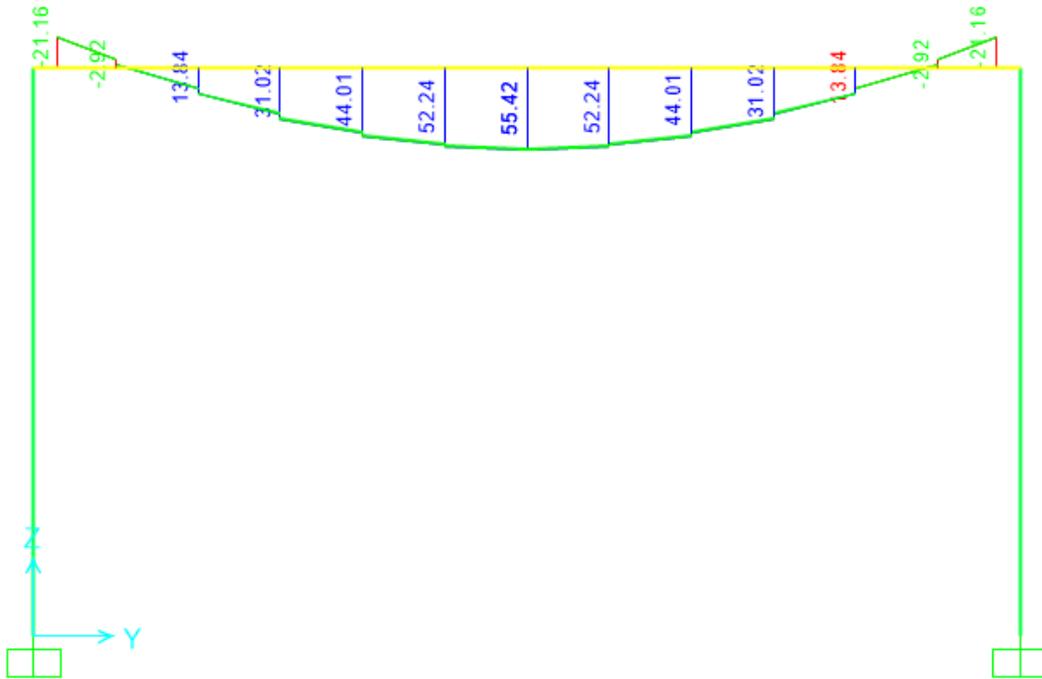


Figura 9.28 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

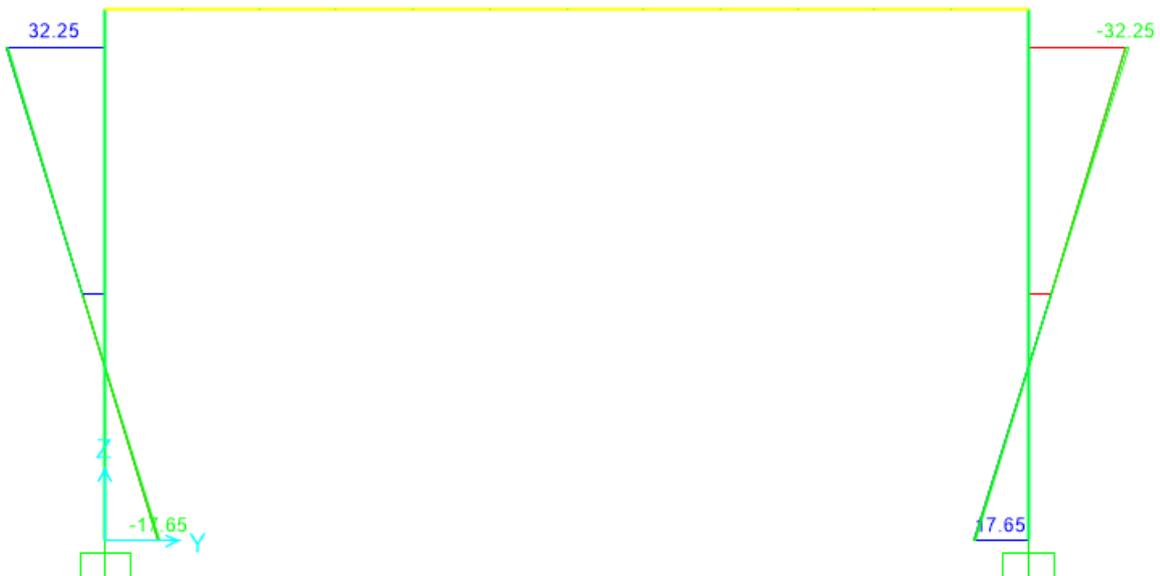
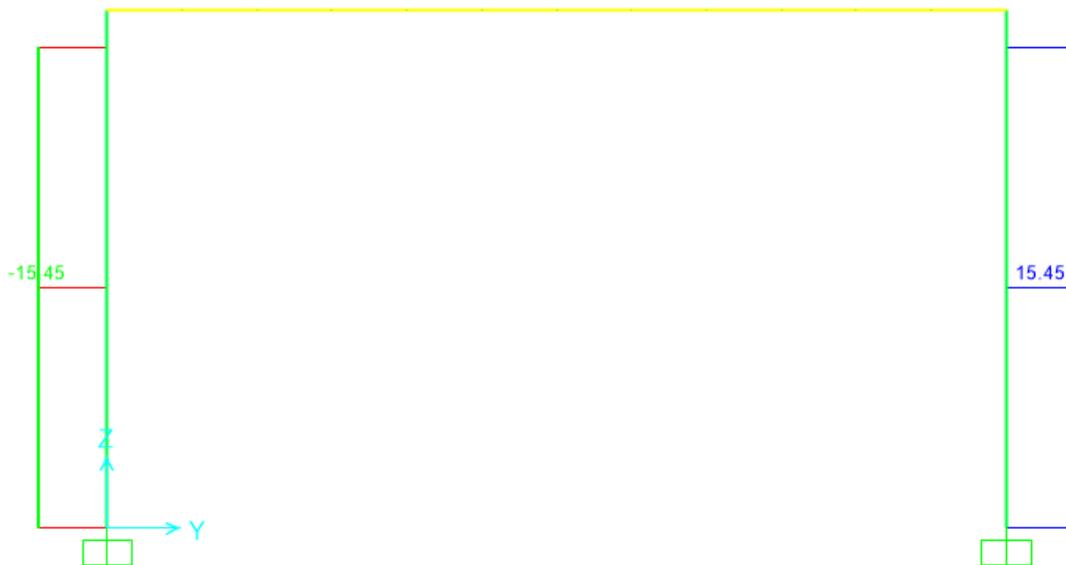
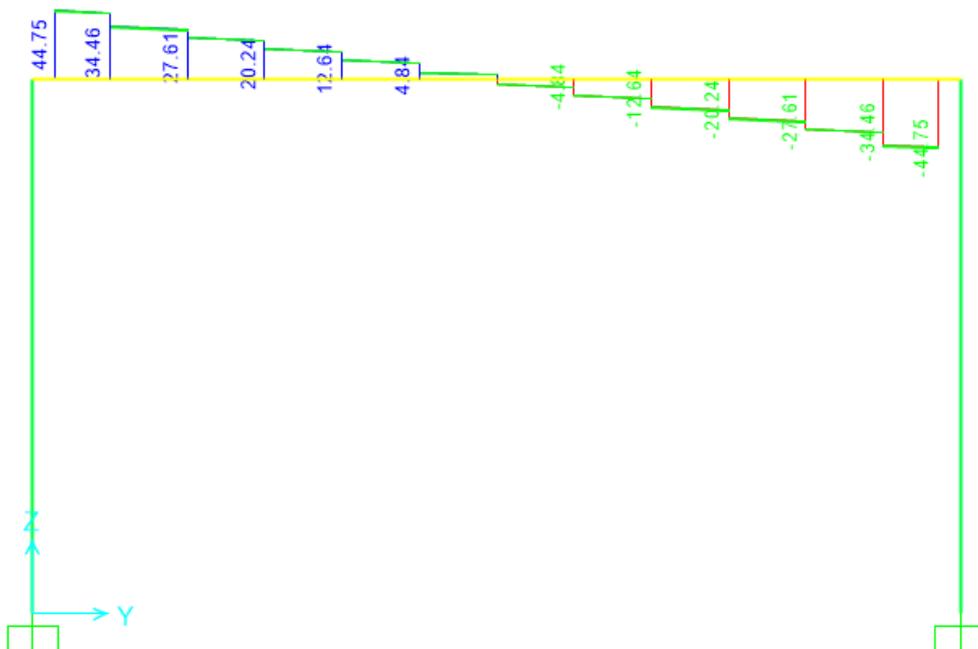


Figura 9.29 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>87 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	87 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	87 di 273								

Figura 9.30 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

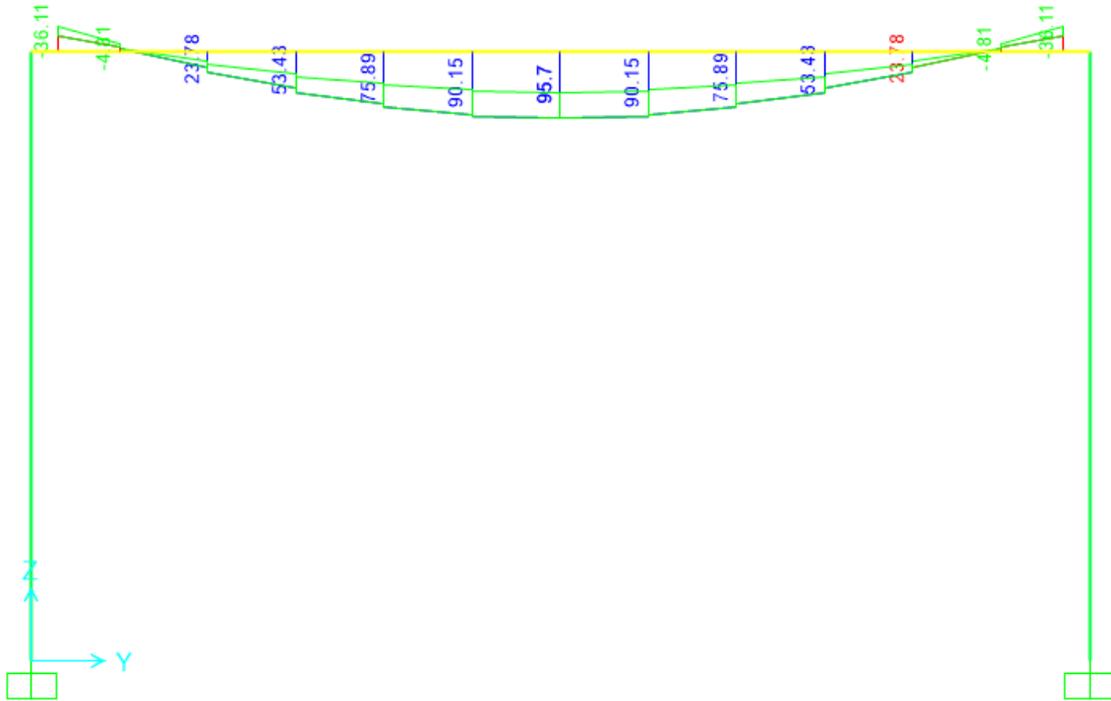
9.4 Telaio Filo Fisso X₃

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X₃ per le diverse combinazioni di carico considerate.



Figura 9.31 – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)

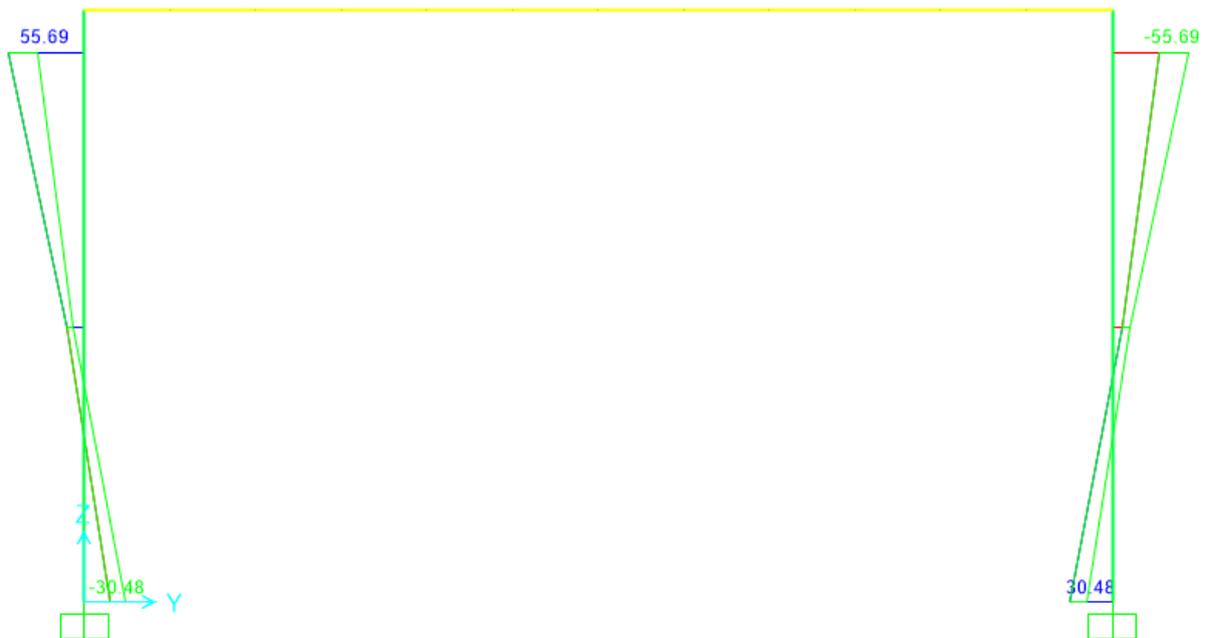
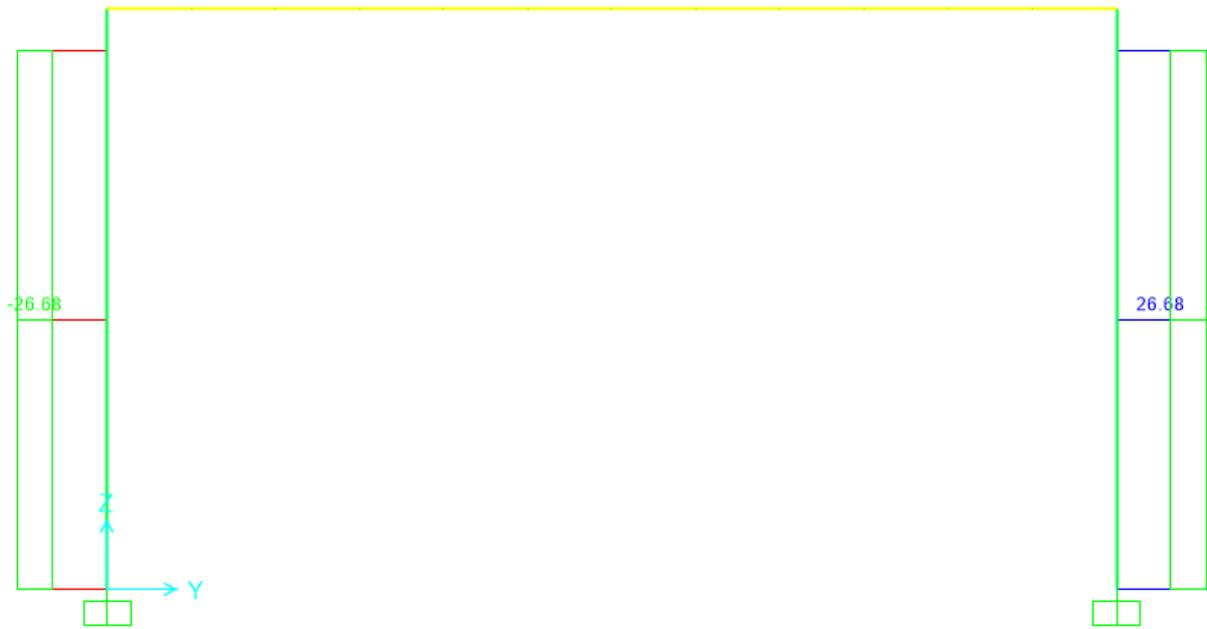


Figura 9.32 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33, M22

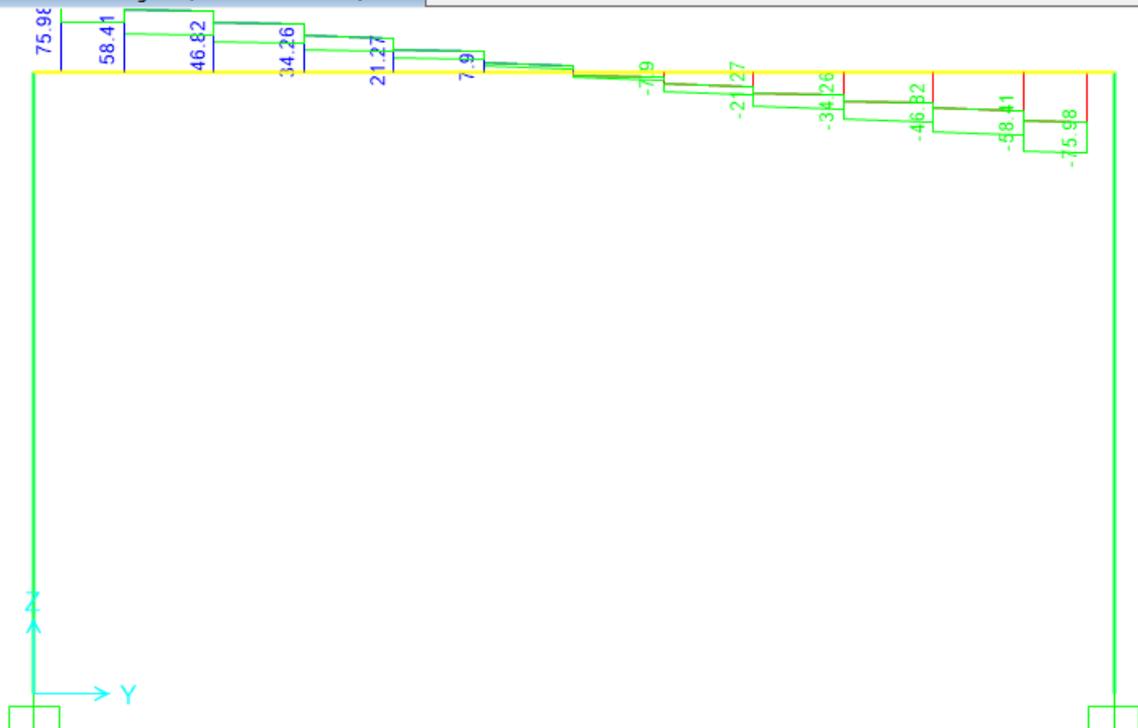
PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	89 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>90 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	90 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	90 di 273								

Figura 9.33 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22, V33

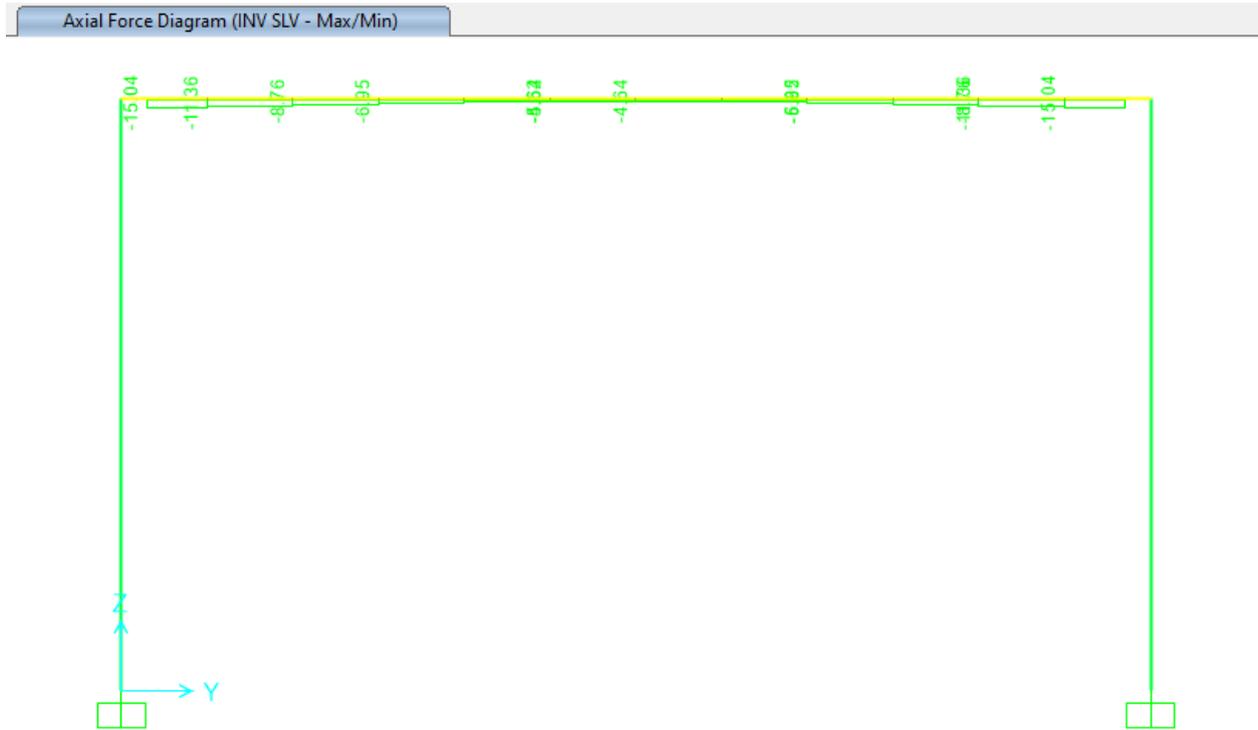
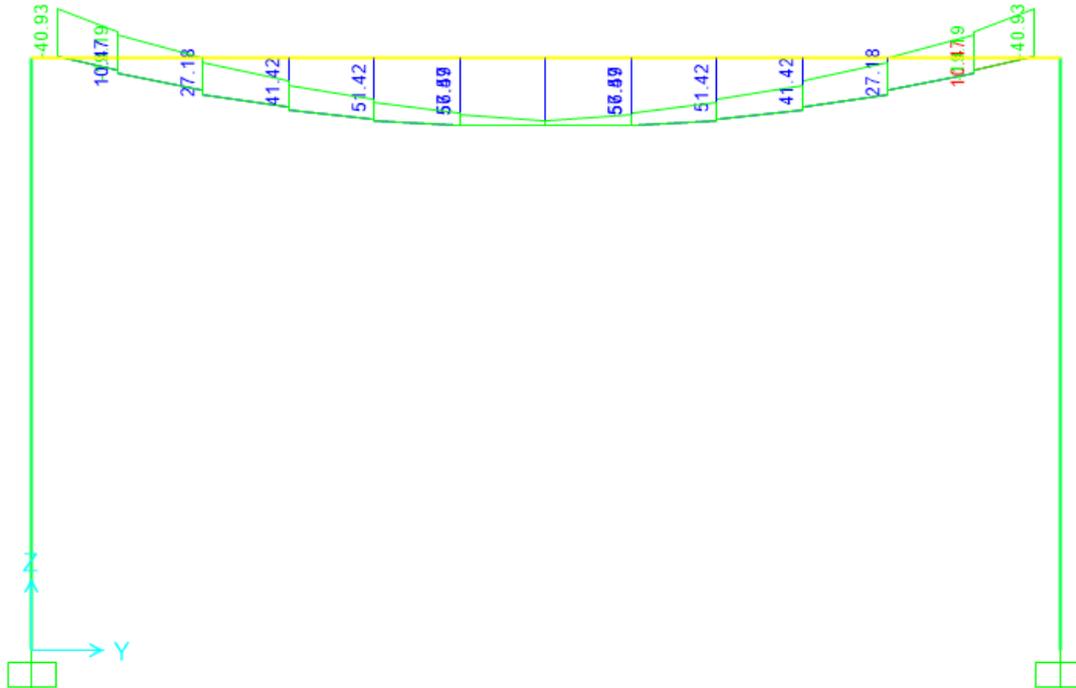


Figura 9.34 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLV - Max/Min)

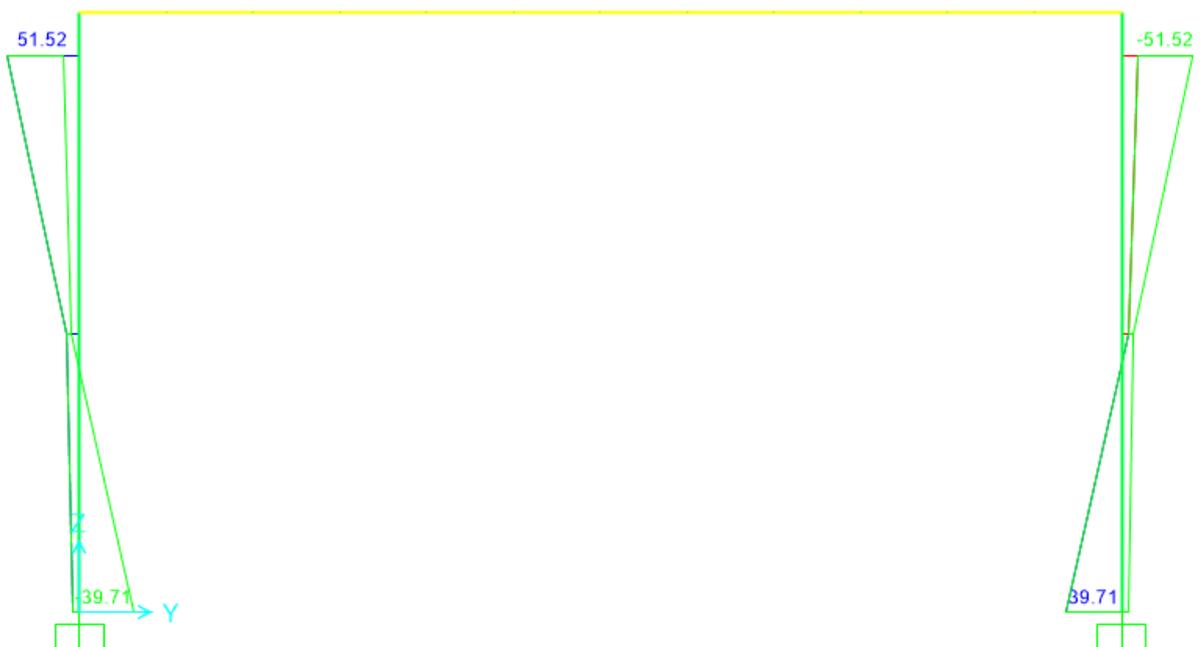
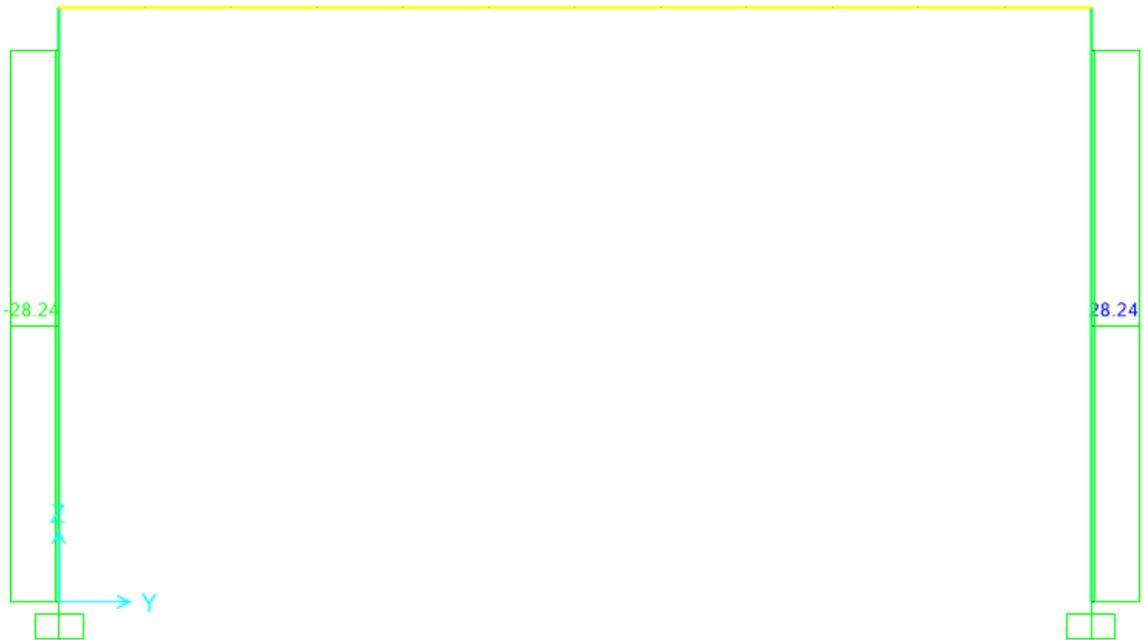


Figura 9.35 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33, M22

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	92 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLV - Max/Min)

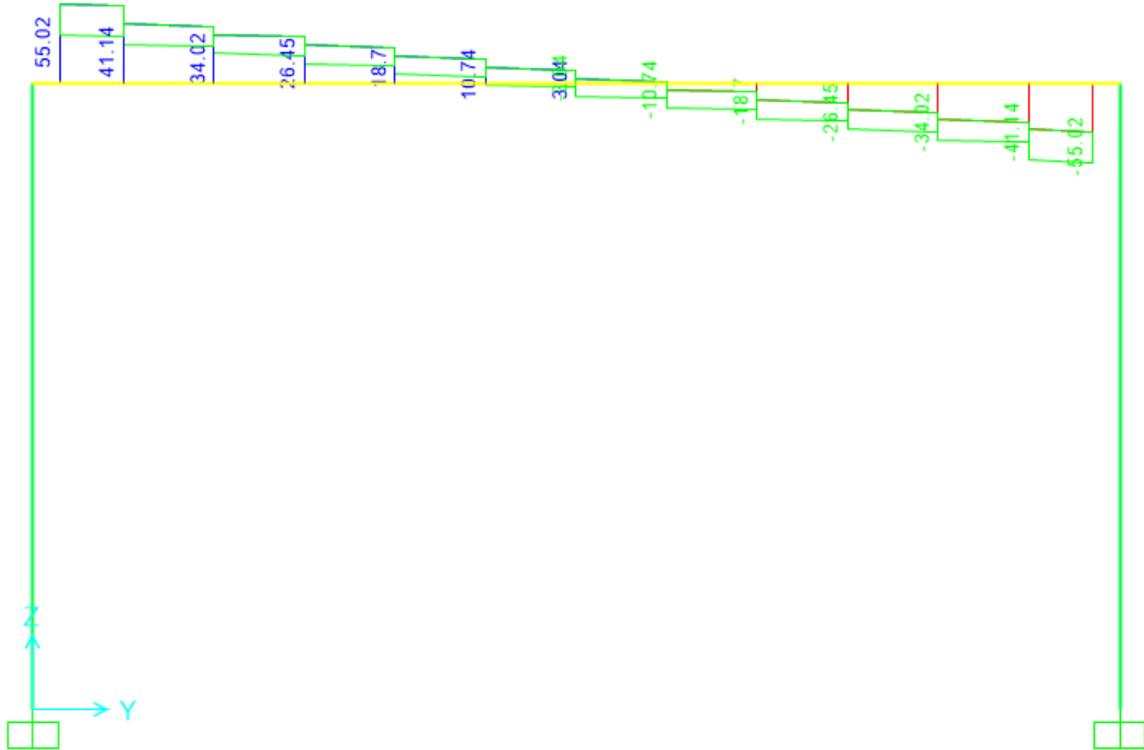


Figura 9.36 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

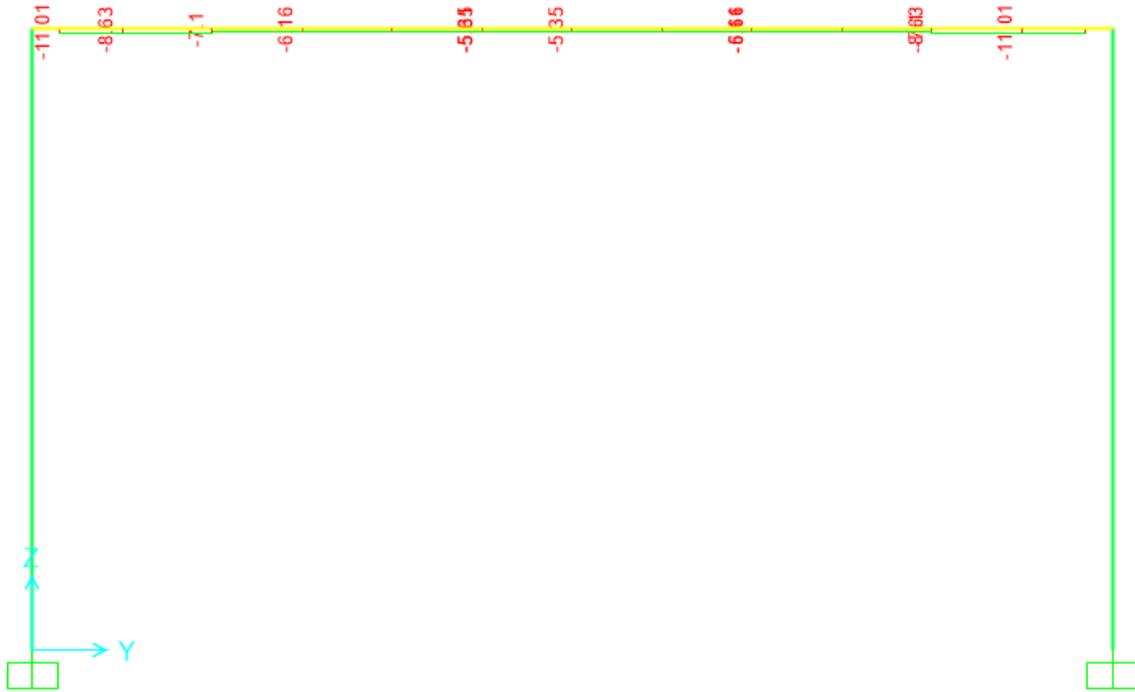
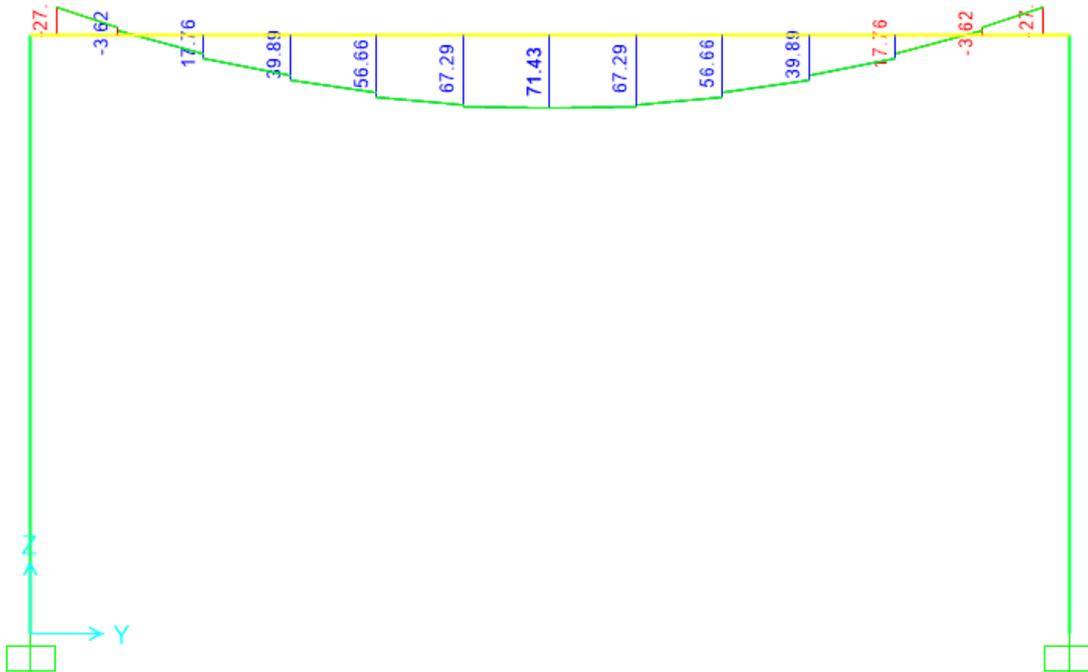
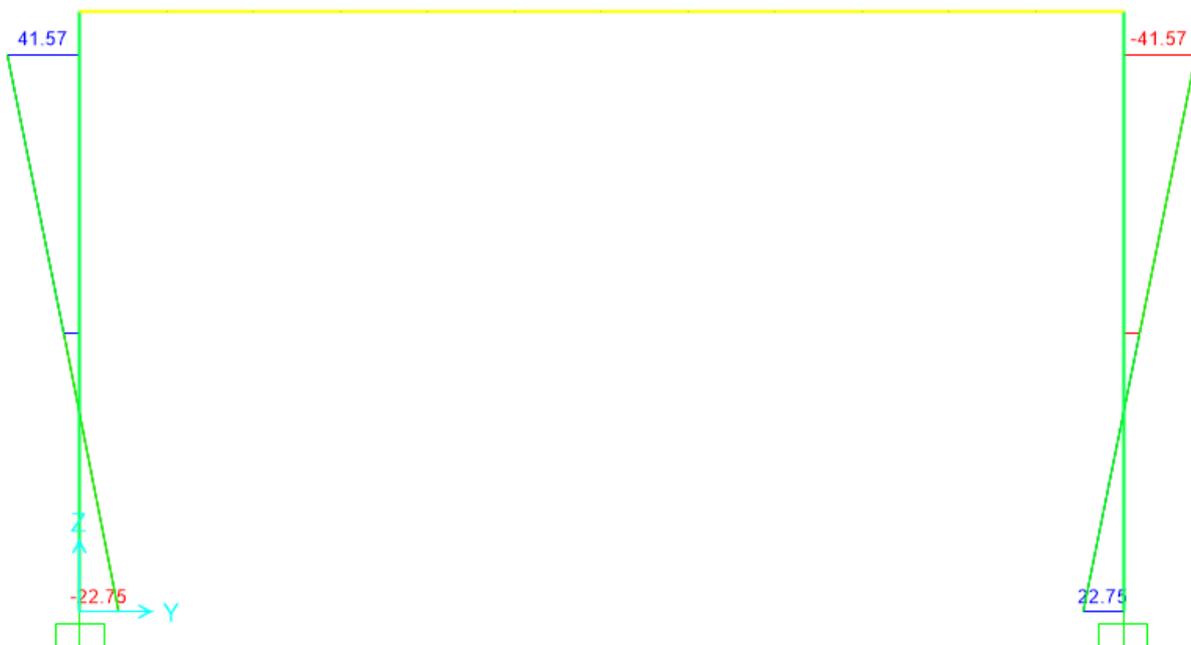


Figura 9.37 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



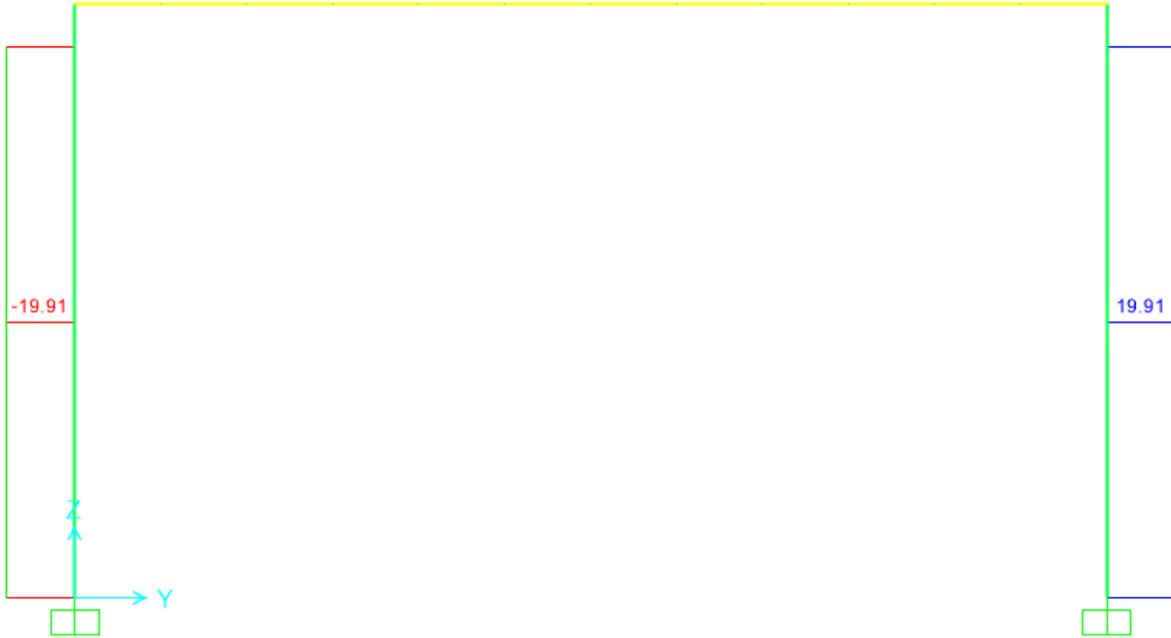
 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>96 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	96 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	96 di 273								

Figura 9.38 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33, M22

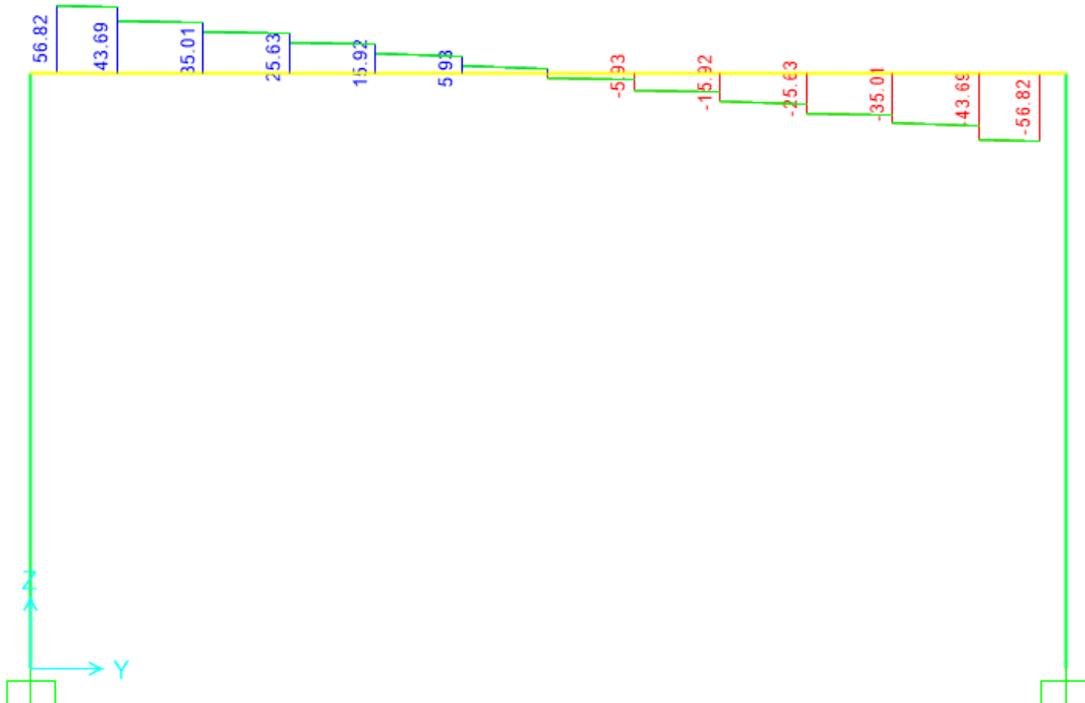
PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	97 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>98 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	98 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	98 di 273								

Figura 9.39 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

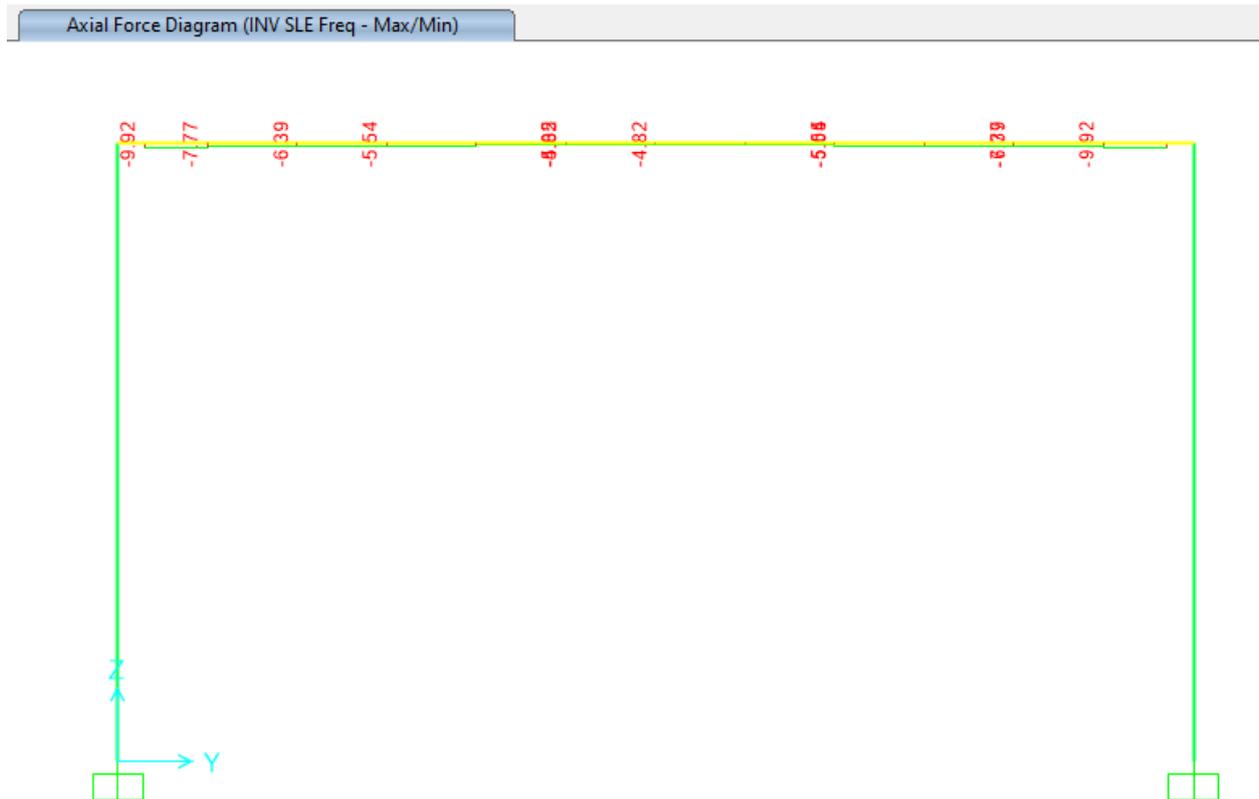
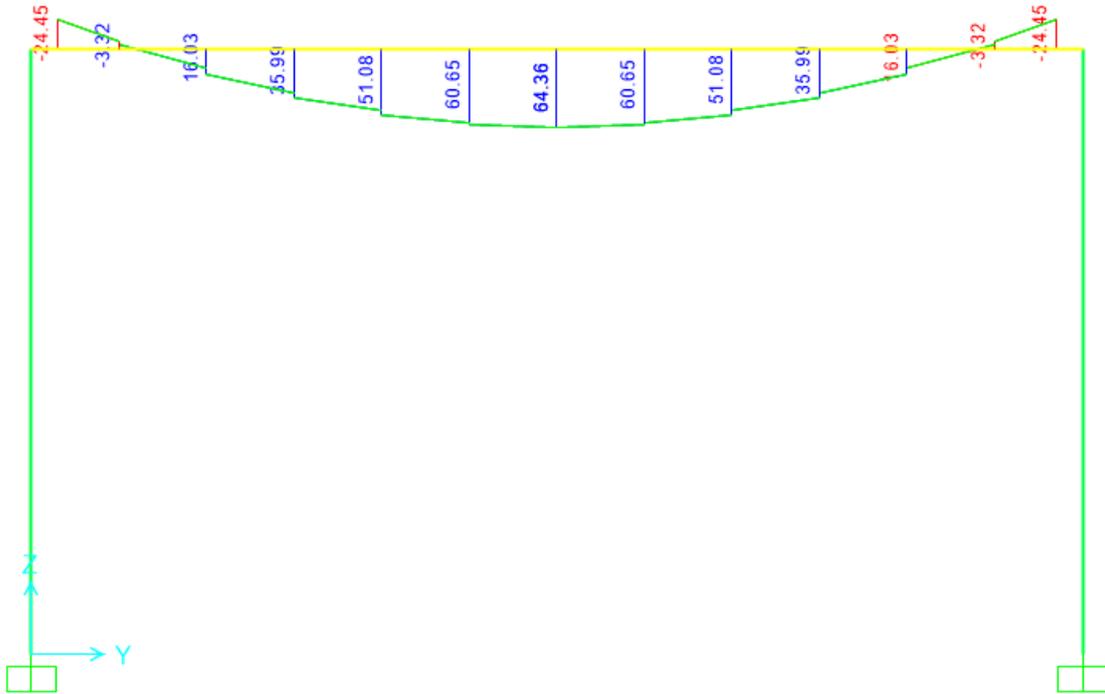
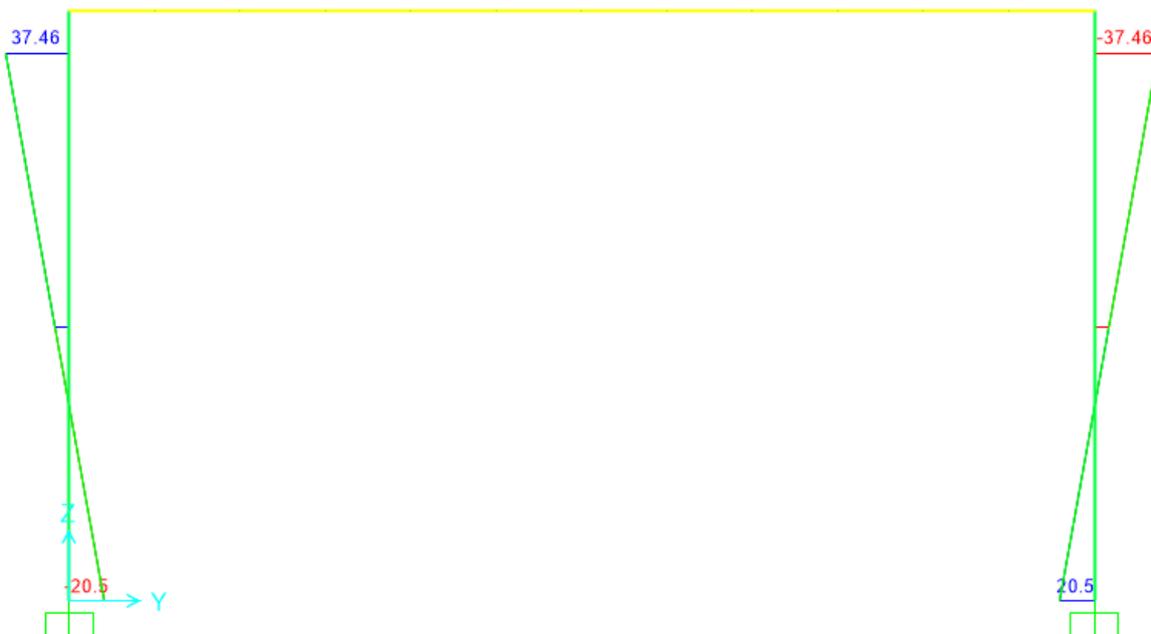


Figura 9.40- Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



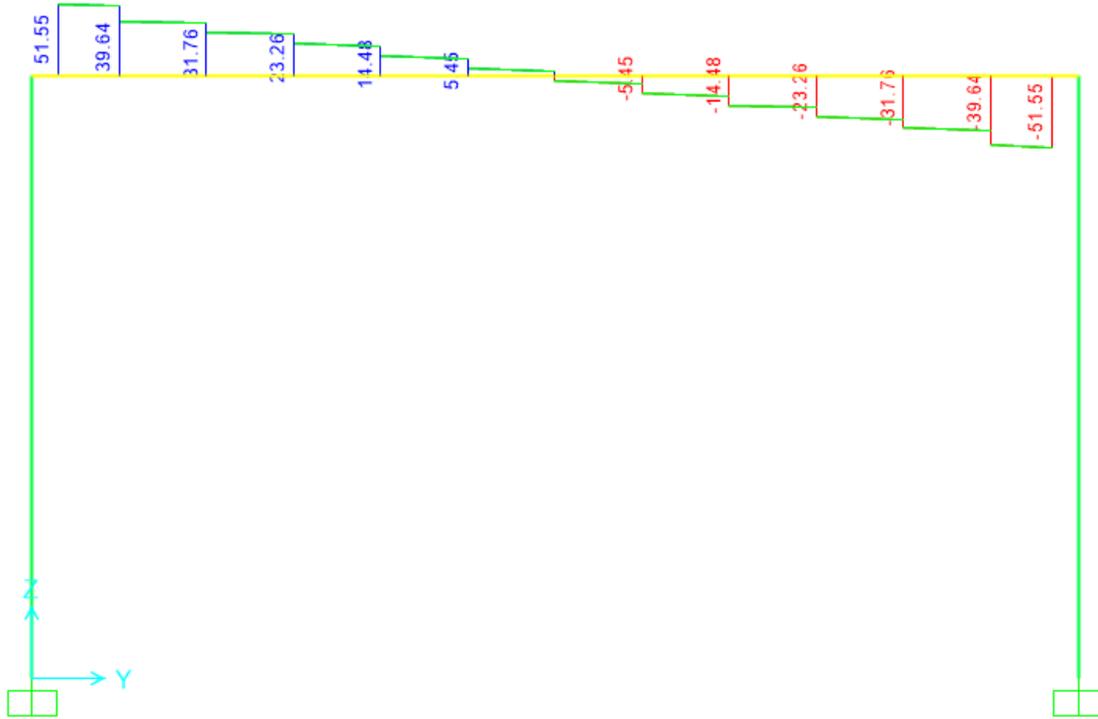
Moment 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>100 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	100 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	100 di 273								

Figura 9.41 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	102 di 273

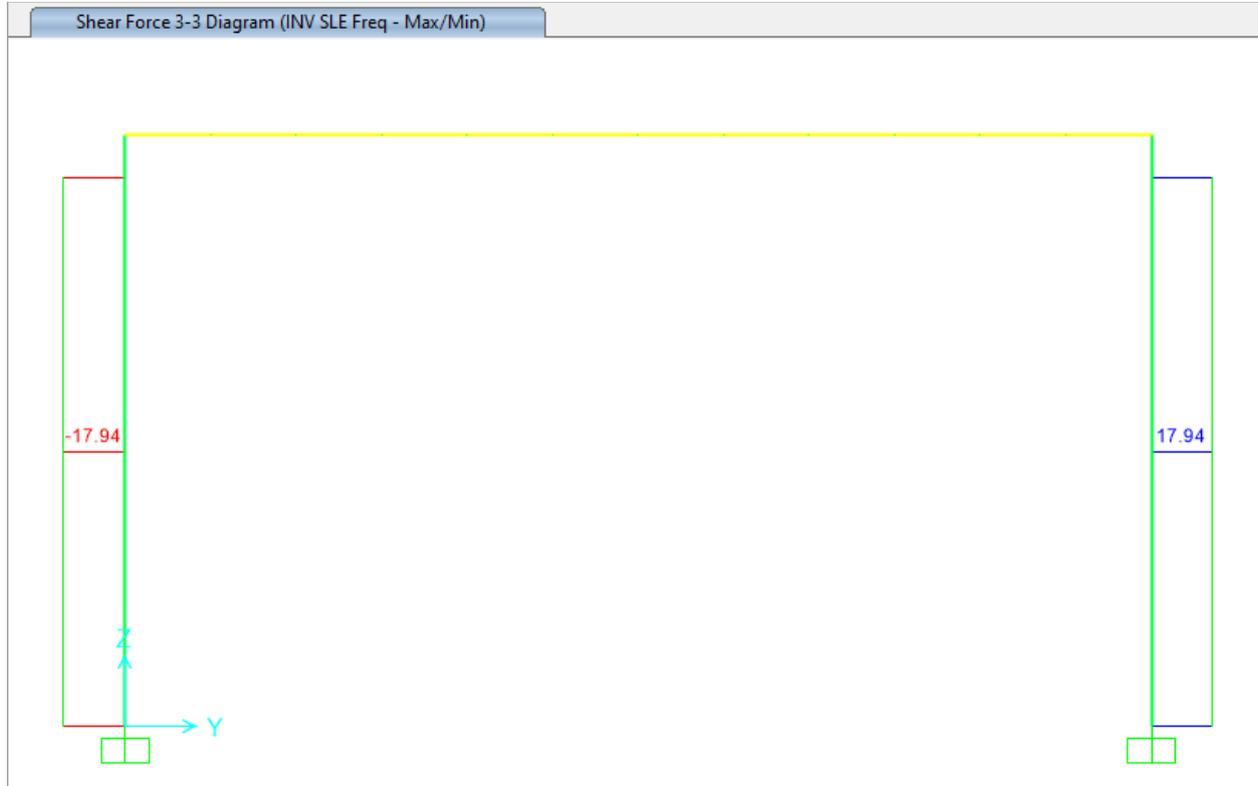


Figura 9.42 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

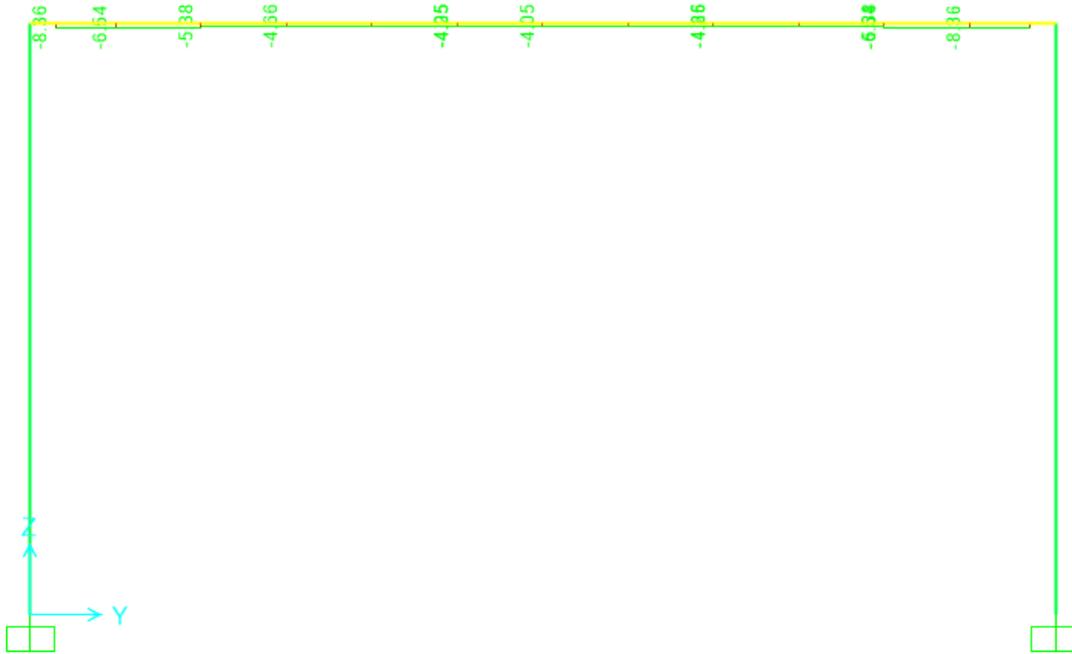
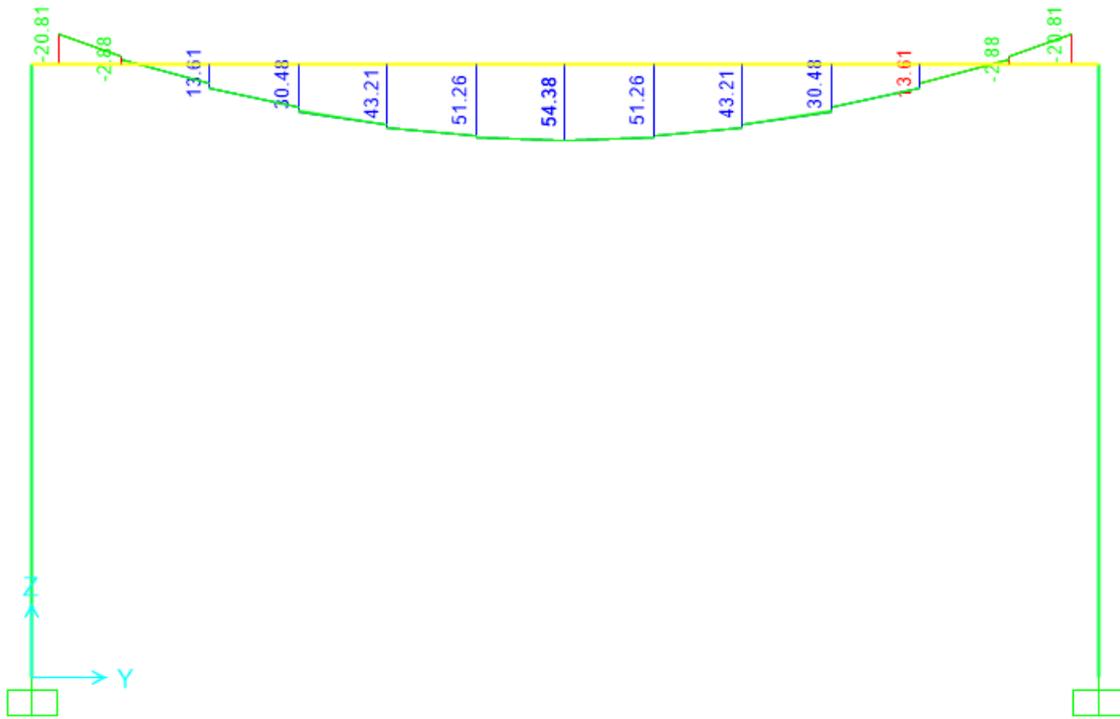


Figura 9.43 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

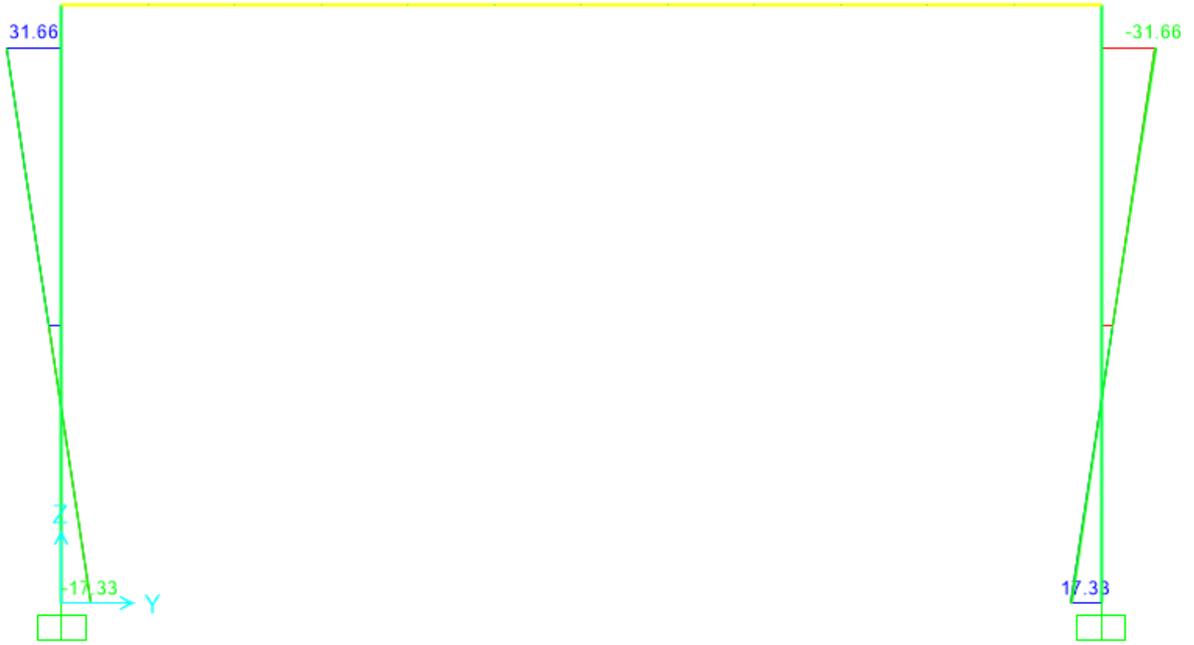
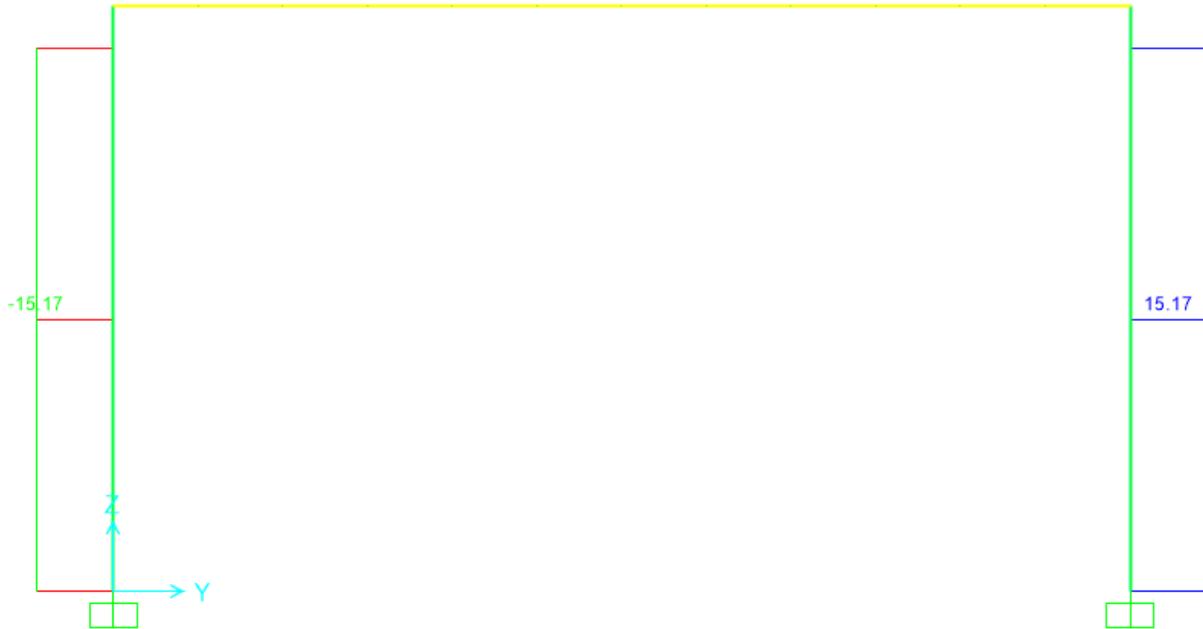


Figura 9.44 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33, M22

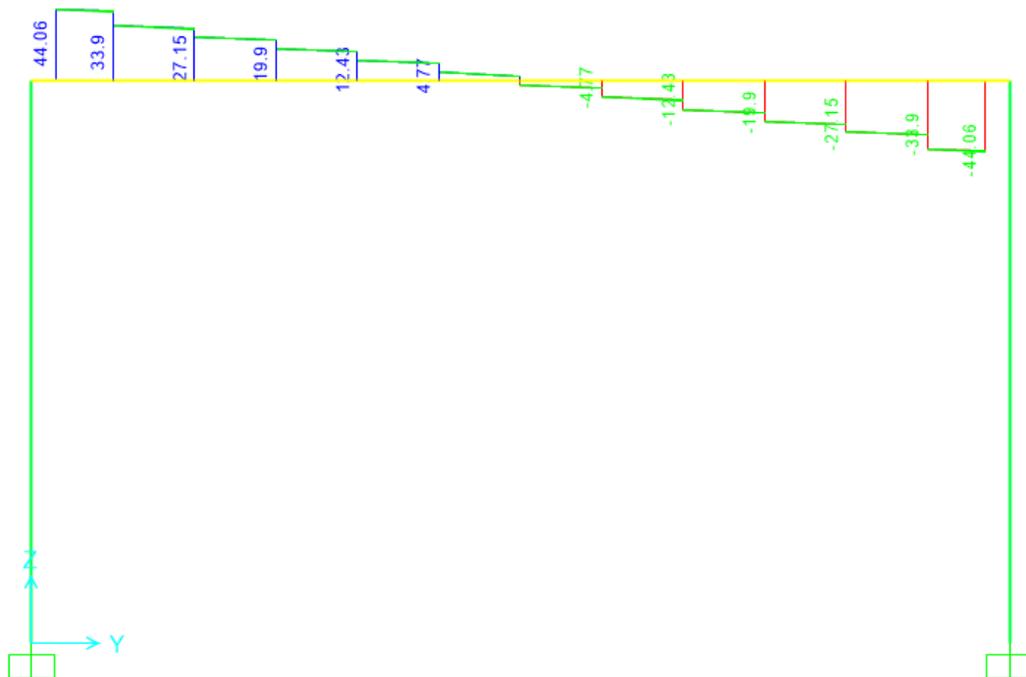
PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	106 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>107 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	107 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	107 di 273								

Figura 9.45 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22. V33

9.5 Telaio Filo Fisso X₄

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X₄ per le diverse combinazioni di carico considerate.

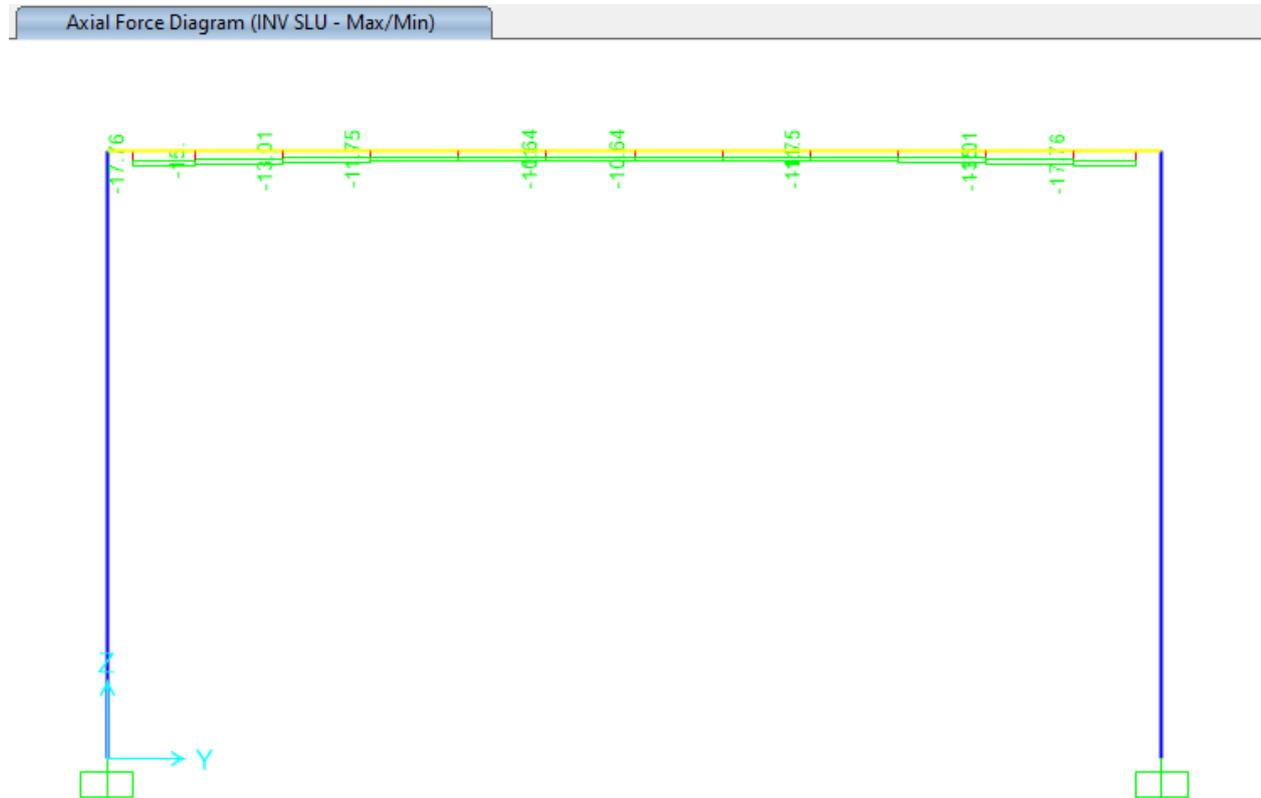
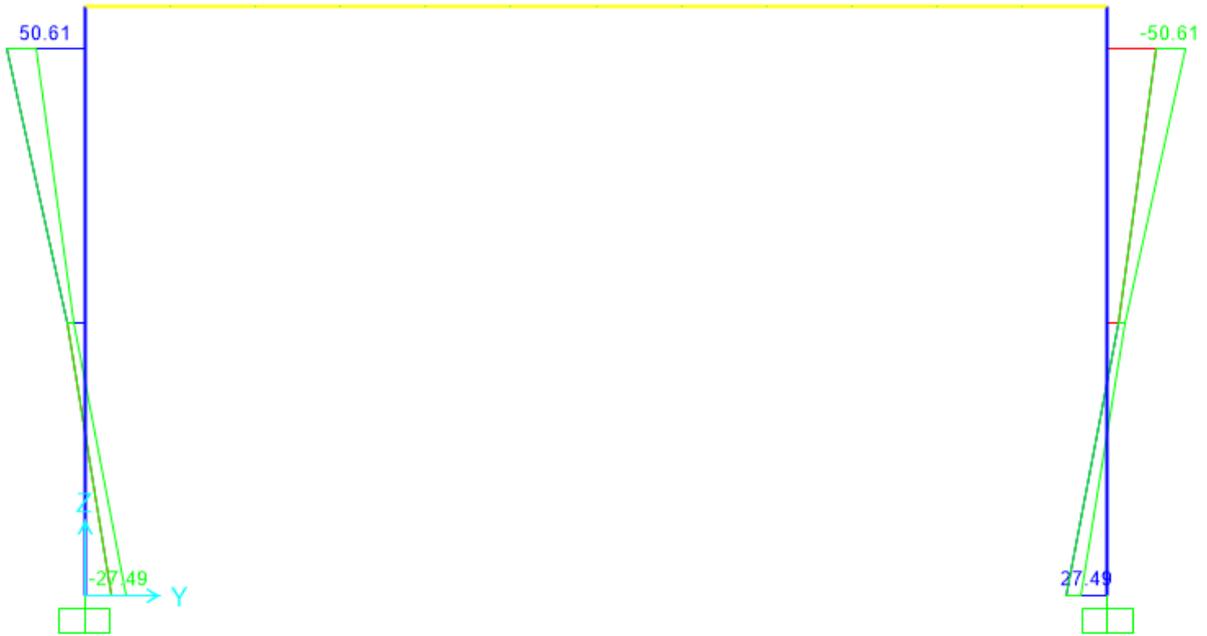


Figura 9.46 – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	108 di 273

Moment 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Moment 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)

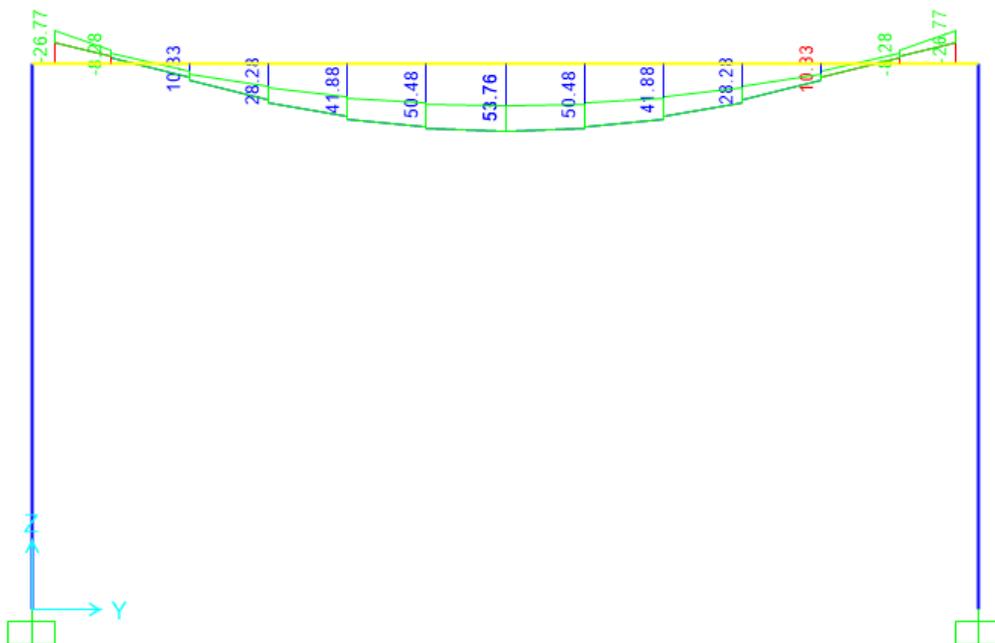
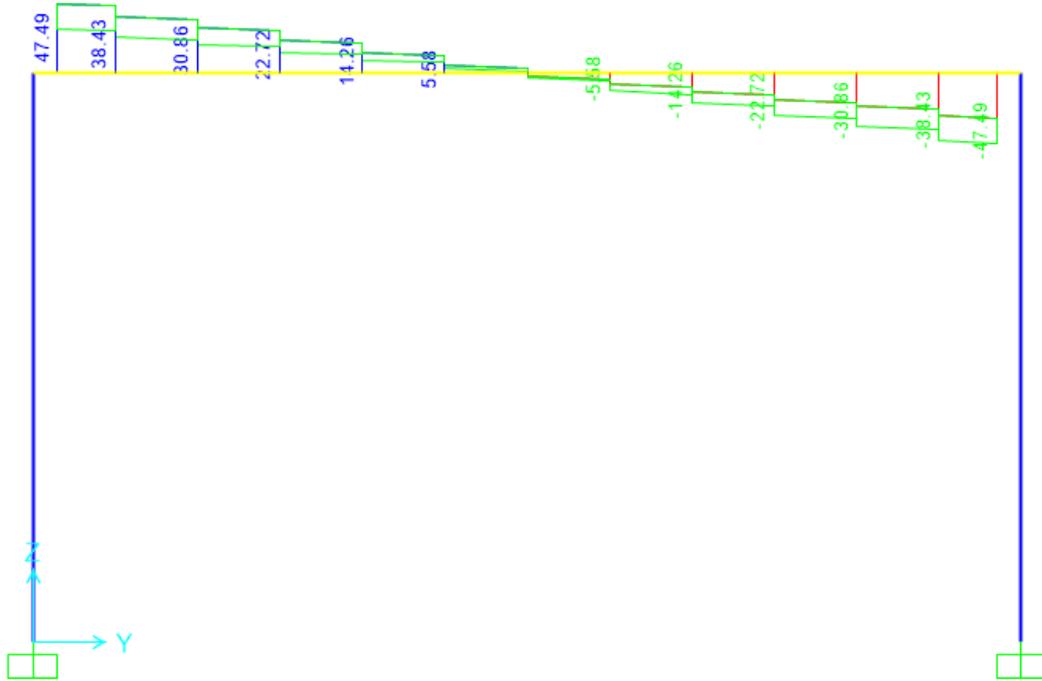


Figura 9.47 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33, M22

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)



Shear Force 3-3 Diagram (INV SLU - Max/Min)

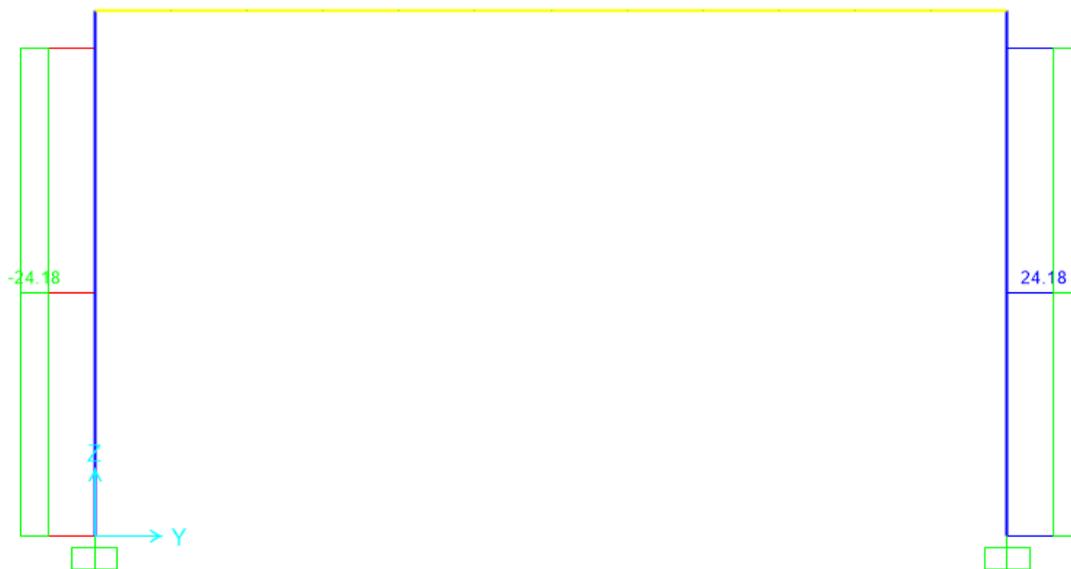


Figura 9.48 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22, V33

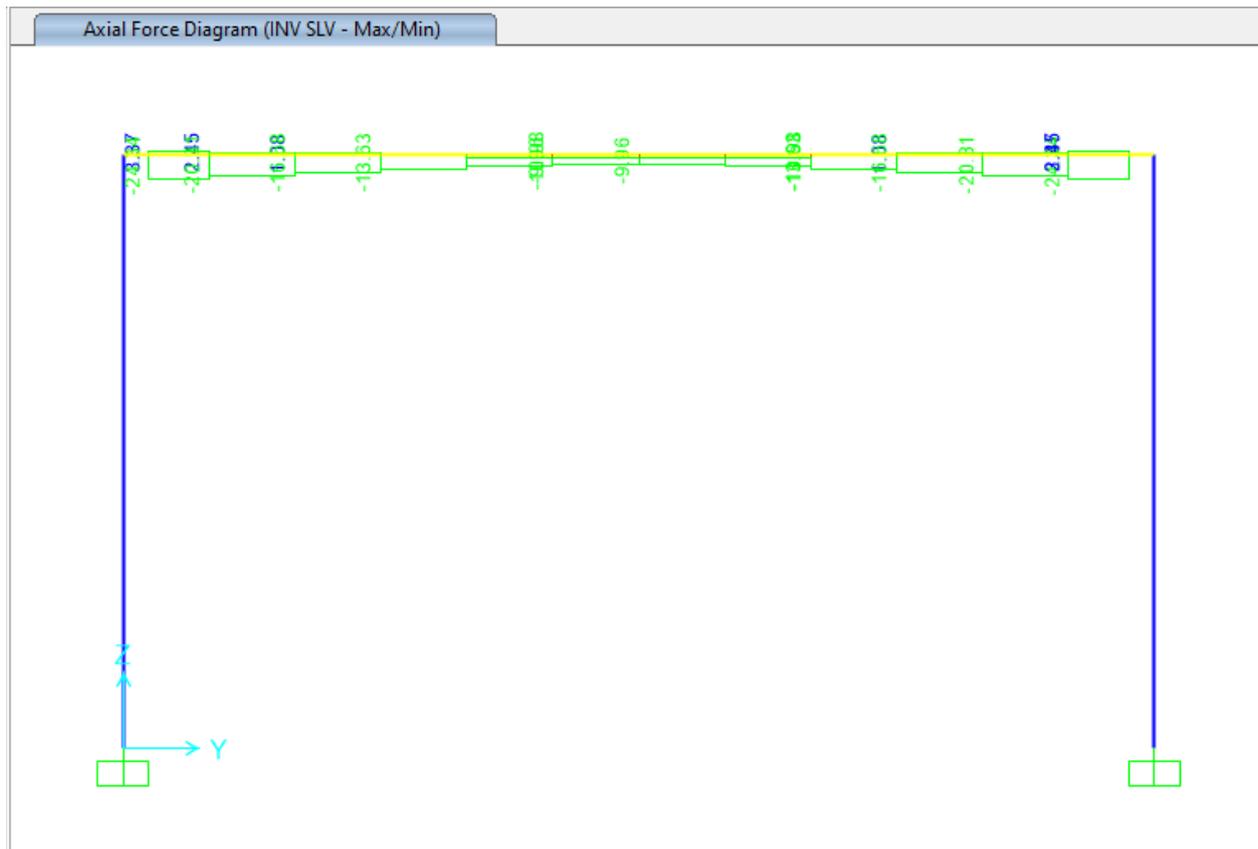


Figura 9.49 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale



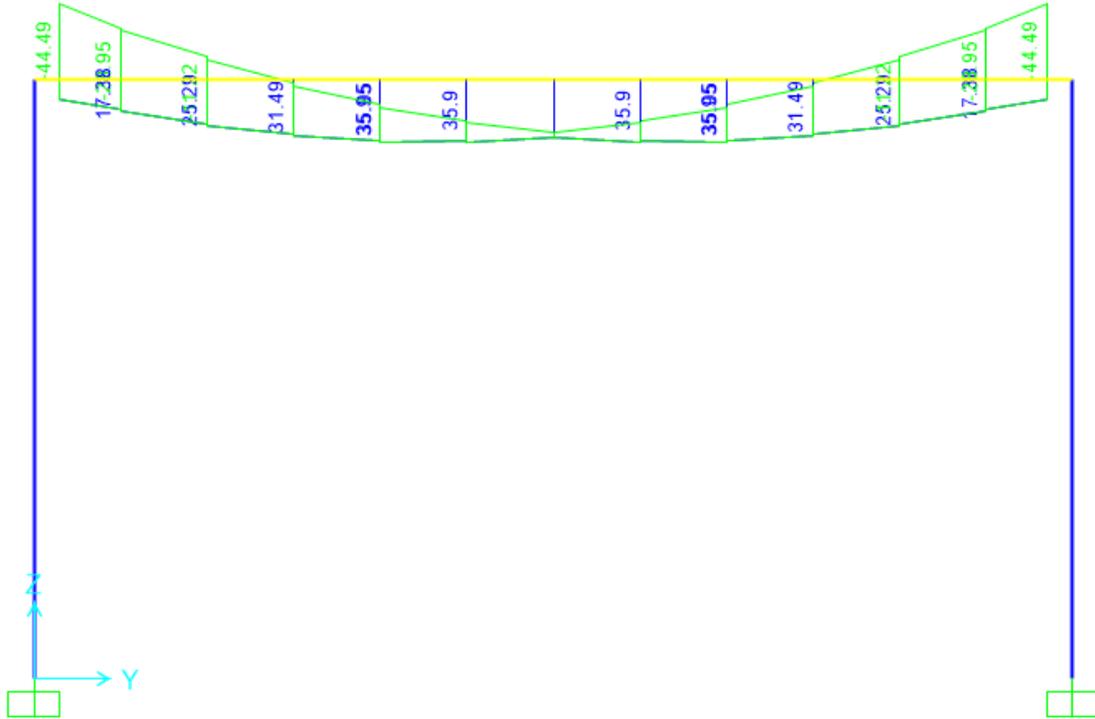
**COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA
(PONTREMOLESE)**

TRATTA PARMA - VICOFERTILE

**PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	111 di 273

Moment 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)



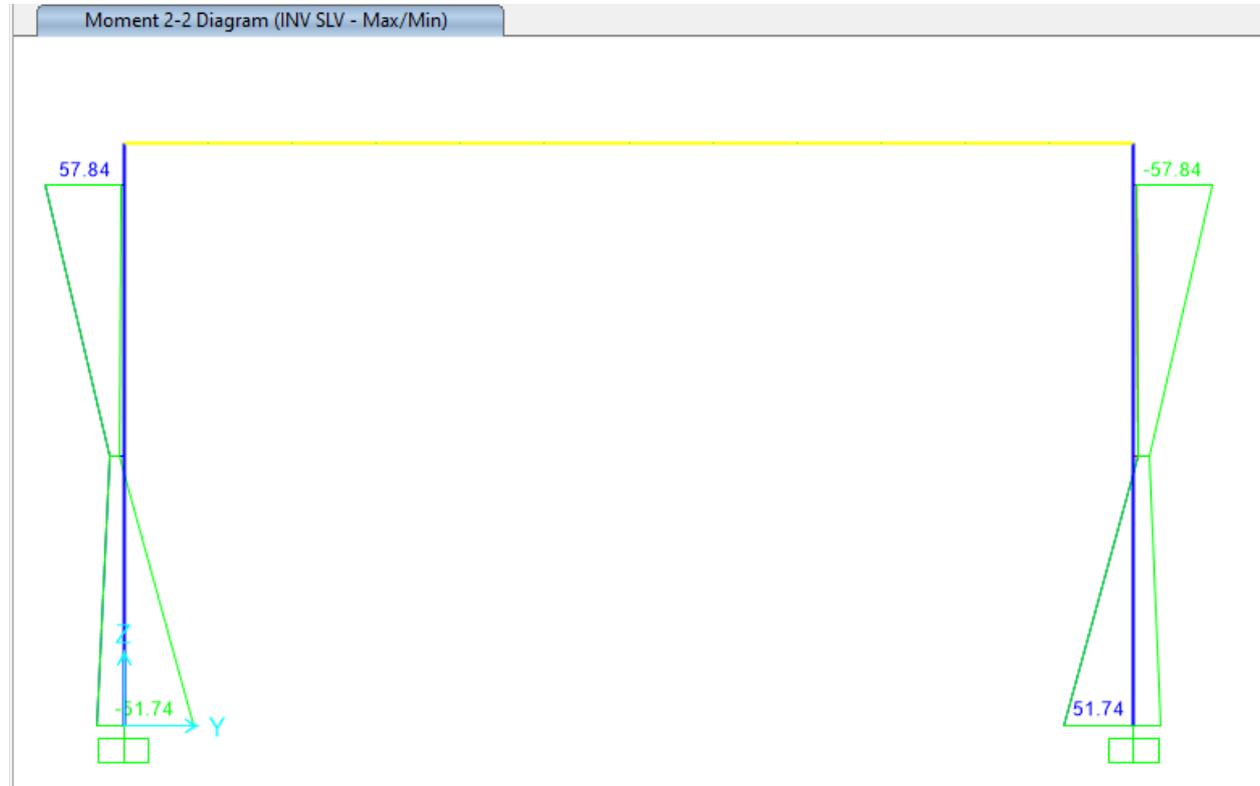
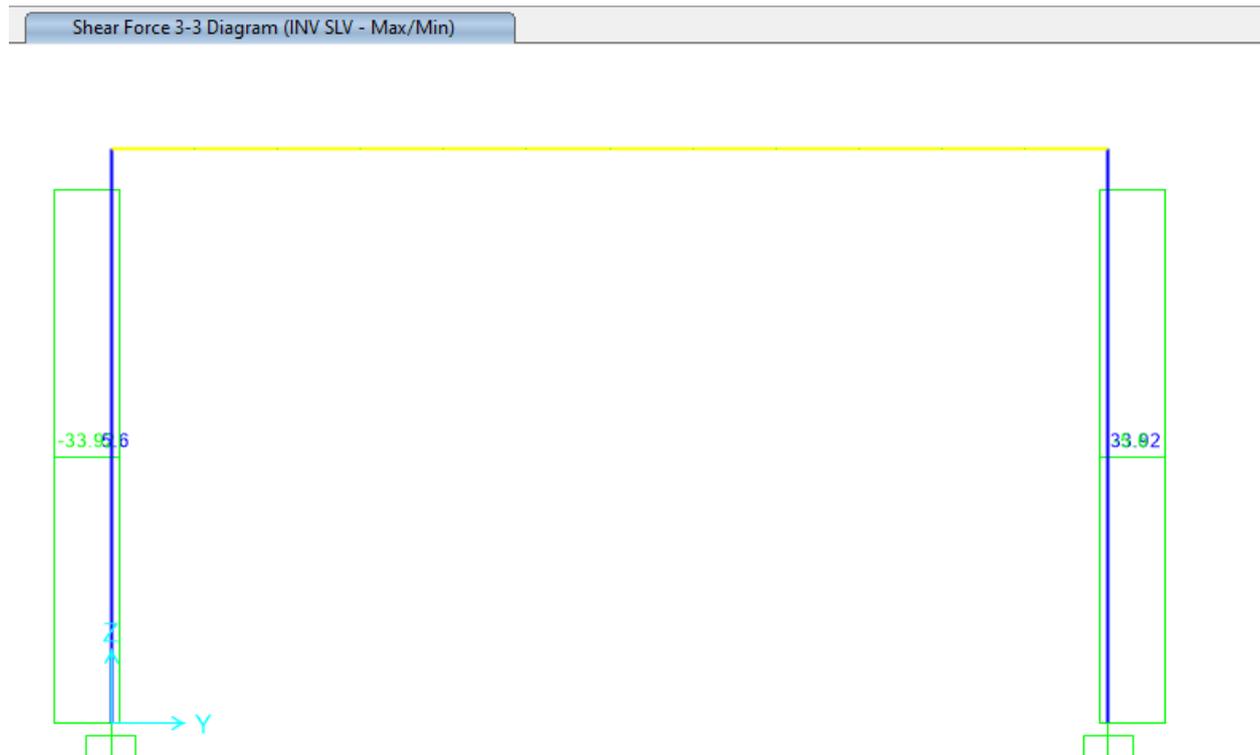


Figura 9.50 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33, M22



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLV - Max/Min)

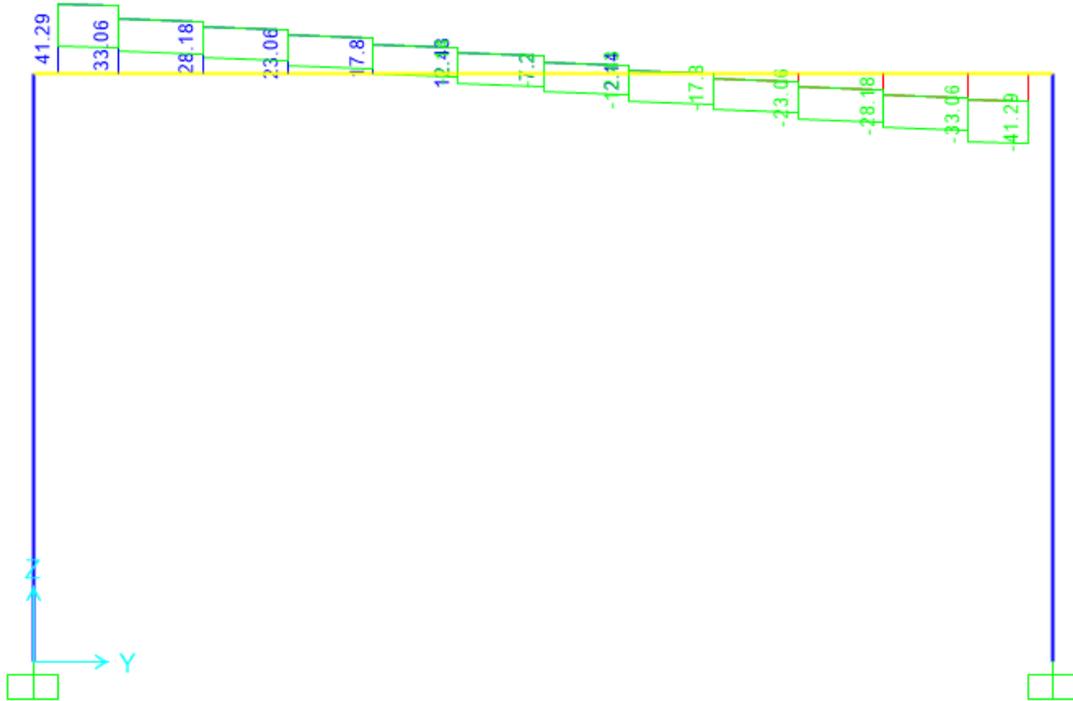


Figura 9.51 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

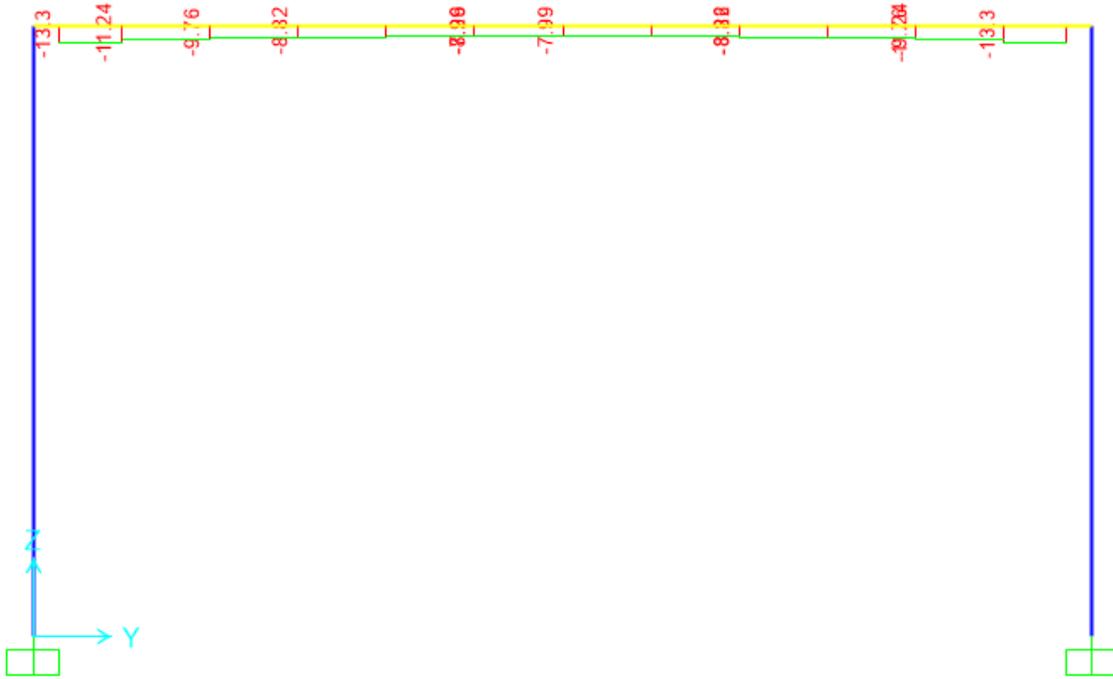
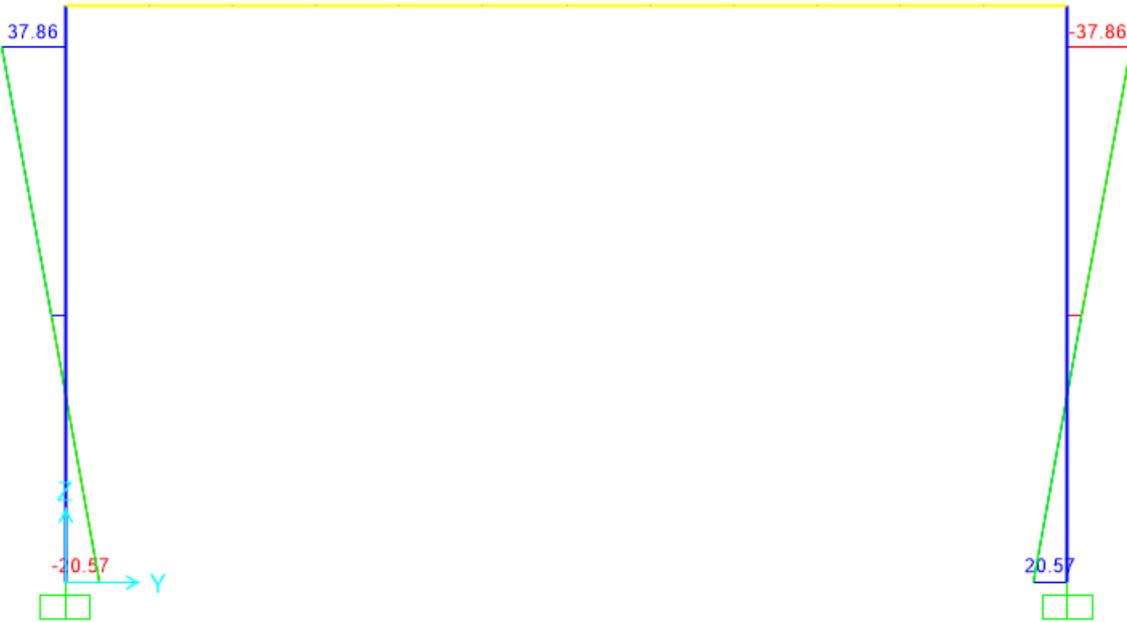


Figura 9.52 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

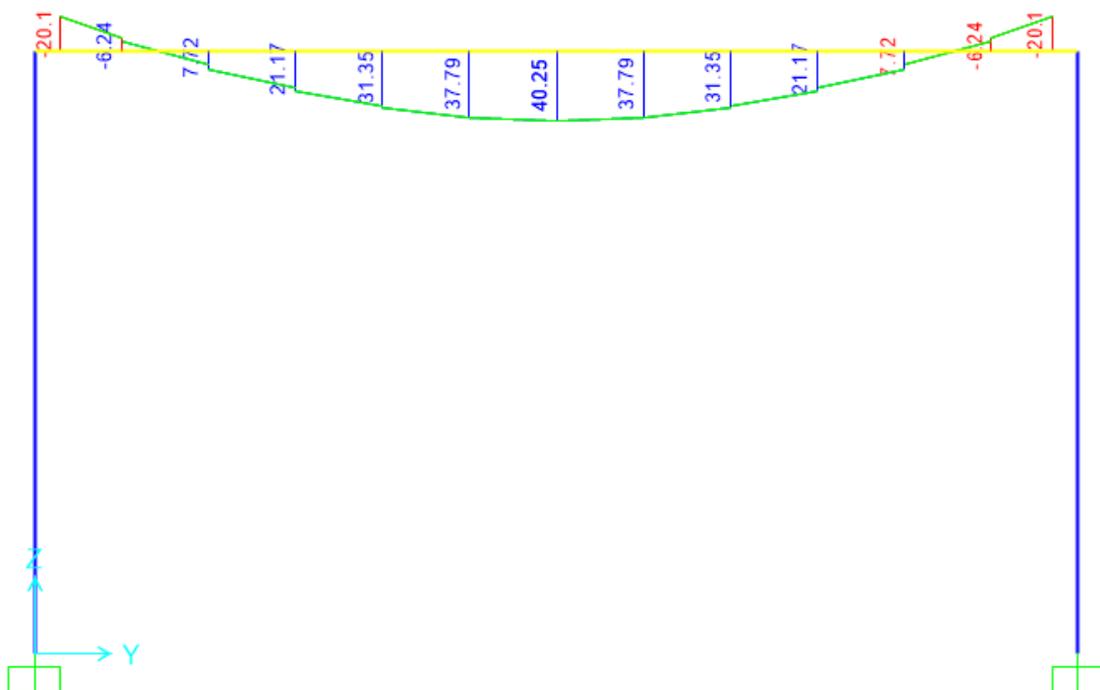
PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	116 di 273

Moment 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



Moment 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>117 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	117 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	117 di 273								

Figura 9.53 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33, M22

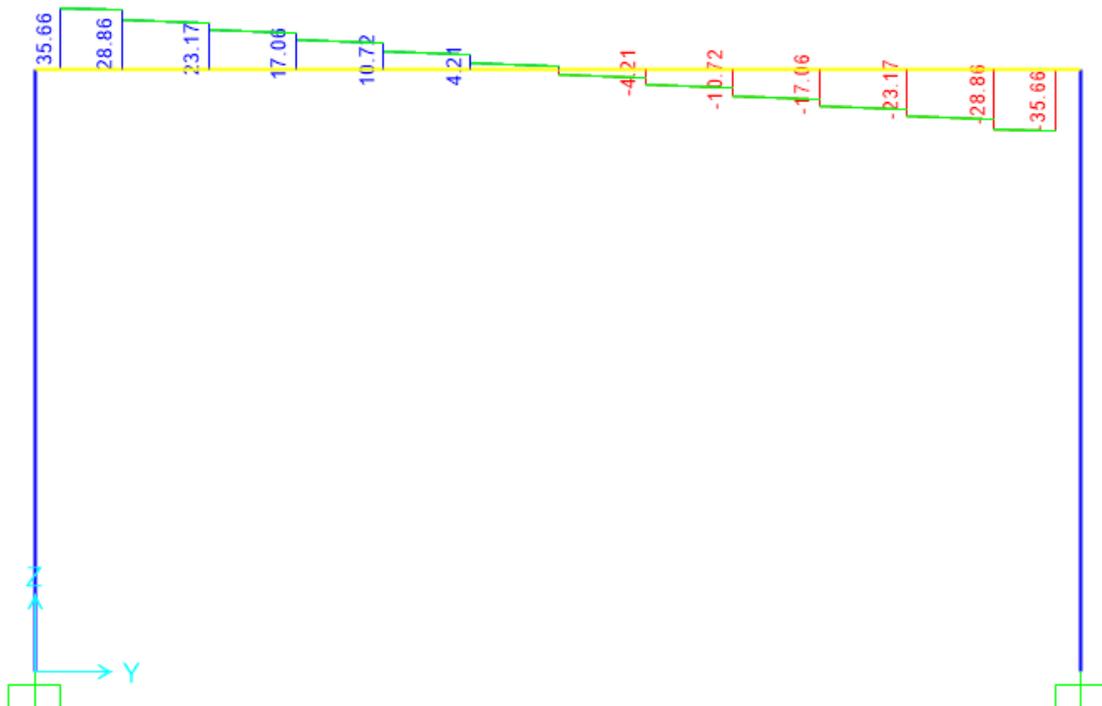
PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	118 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>119 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	119 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	119 di 273								

Figura 9.54 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

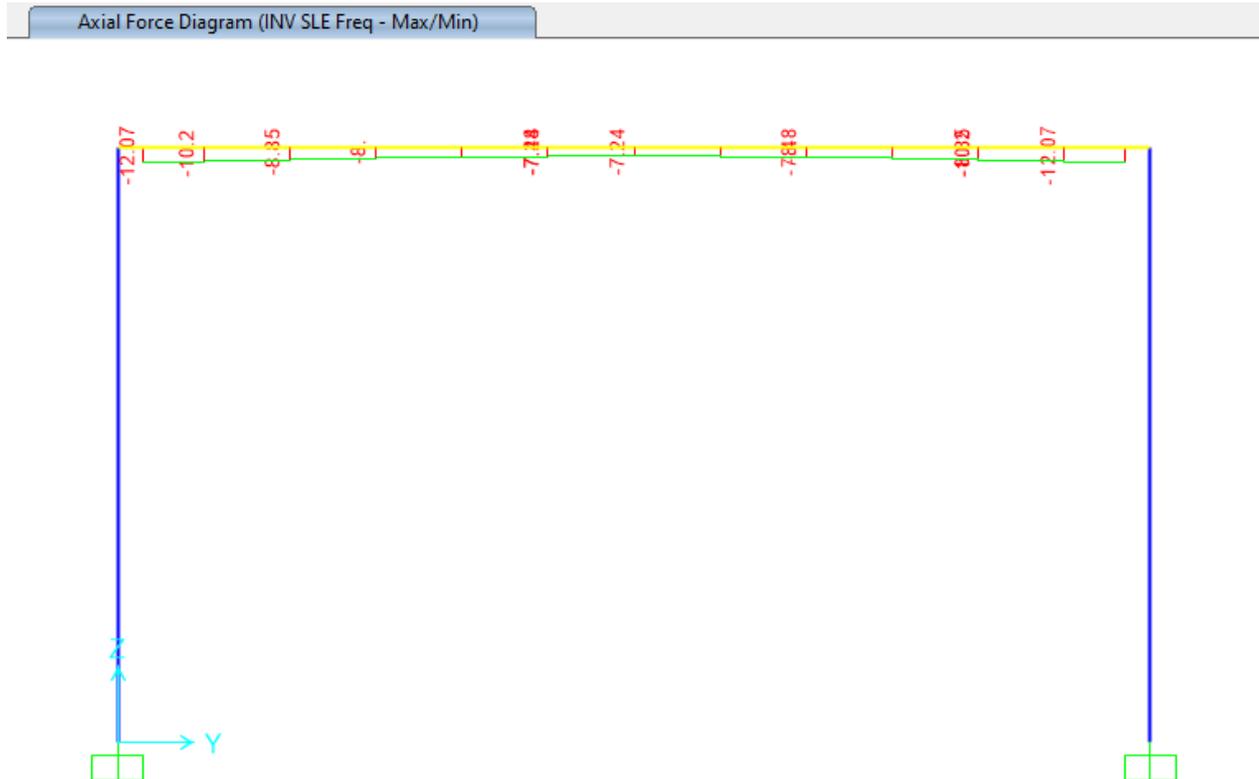
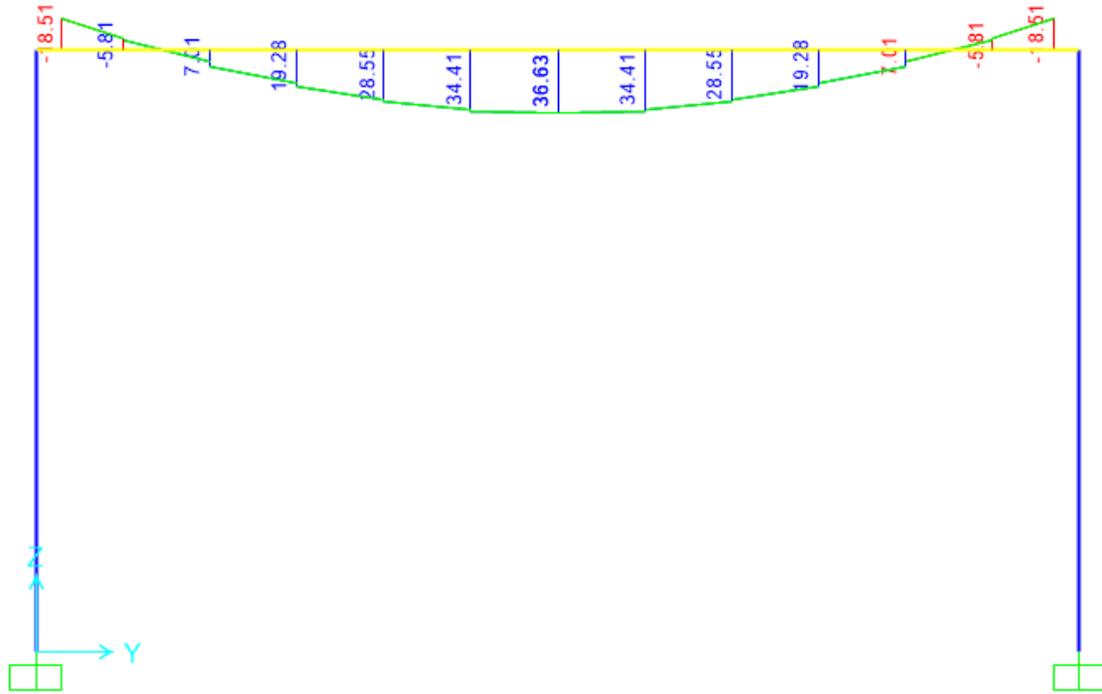
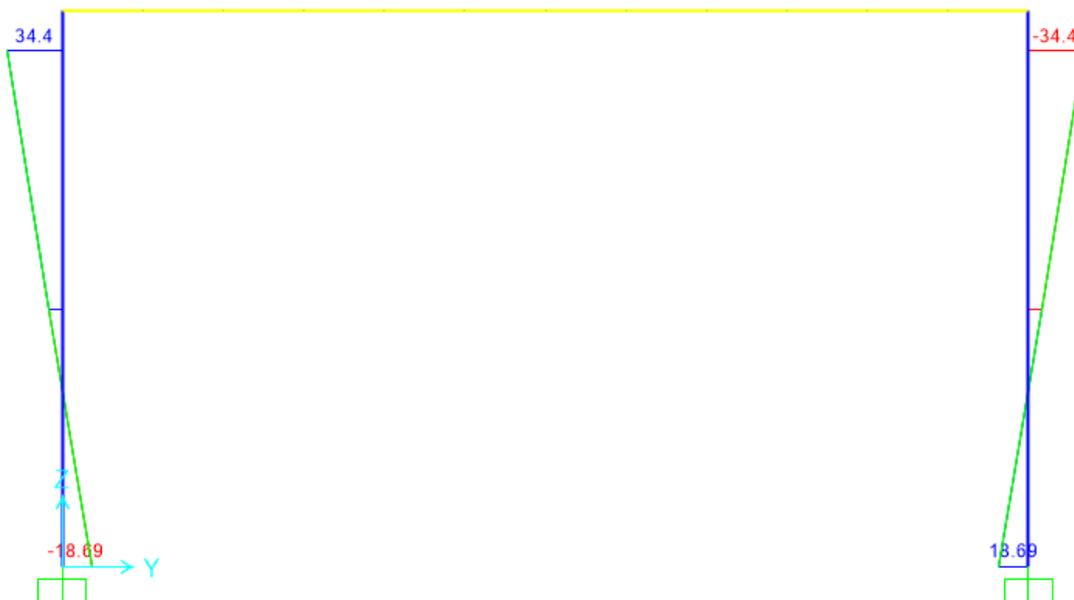


Figura 9.55- Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



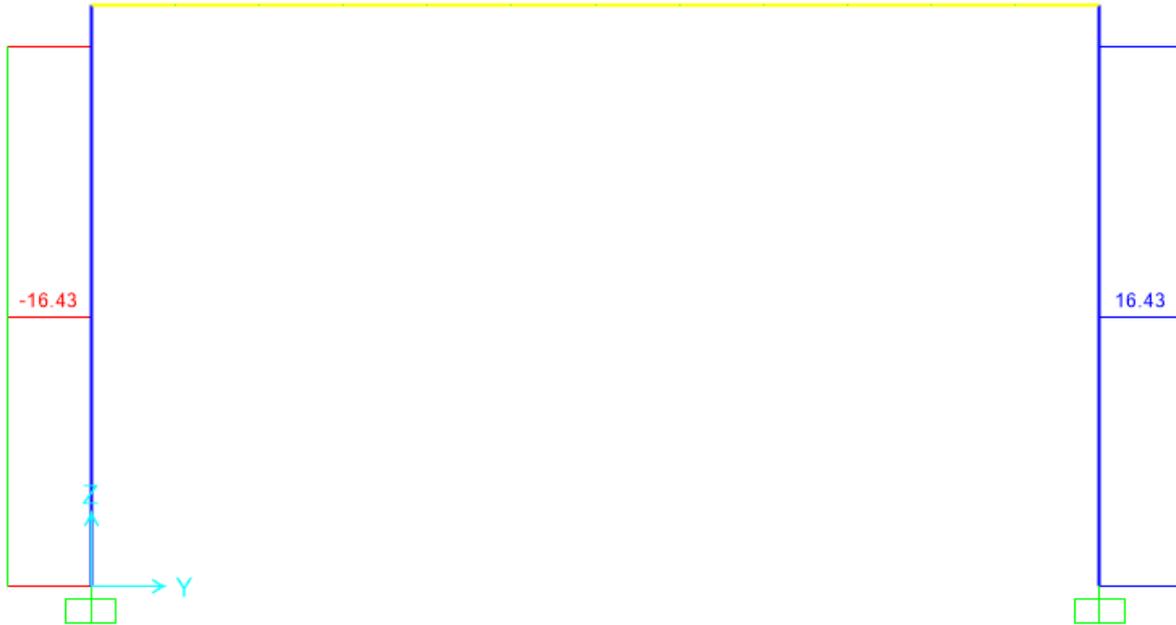
 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>121 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	121 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	121 di 273								

Figura 9.56 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33, M22

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	122 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)



Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

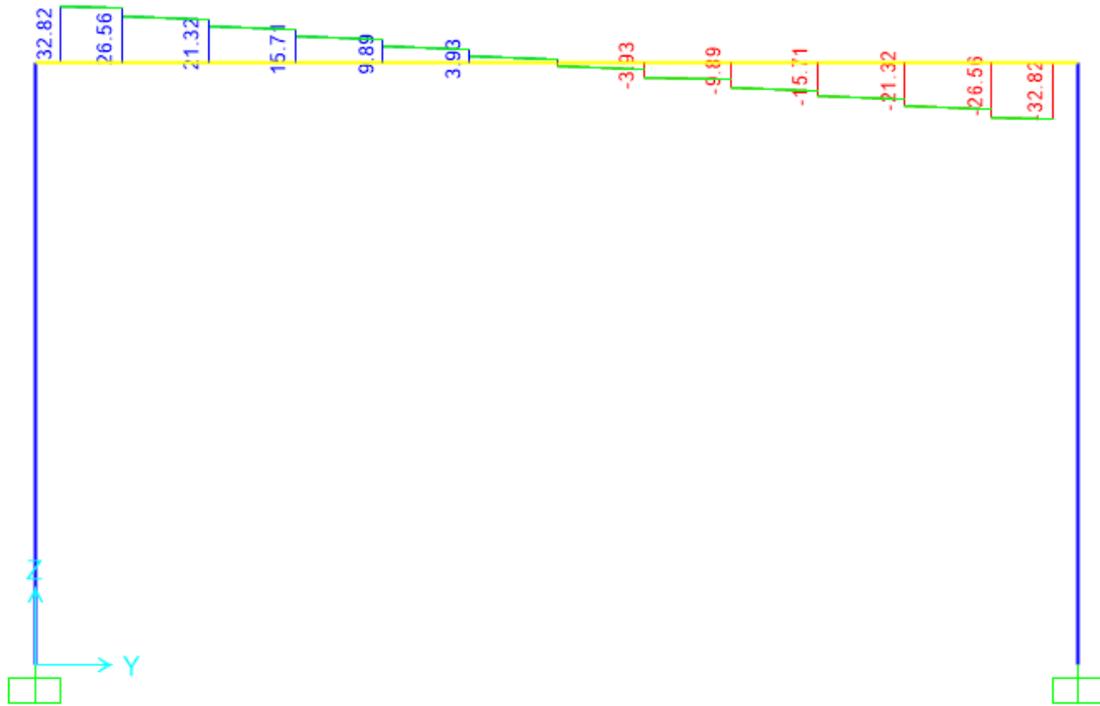


Figura 9.57 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

Axial Force Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

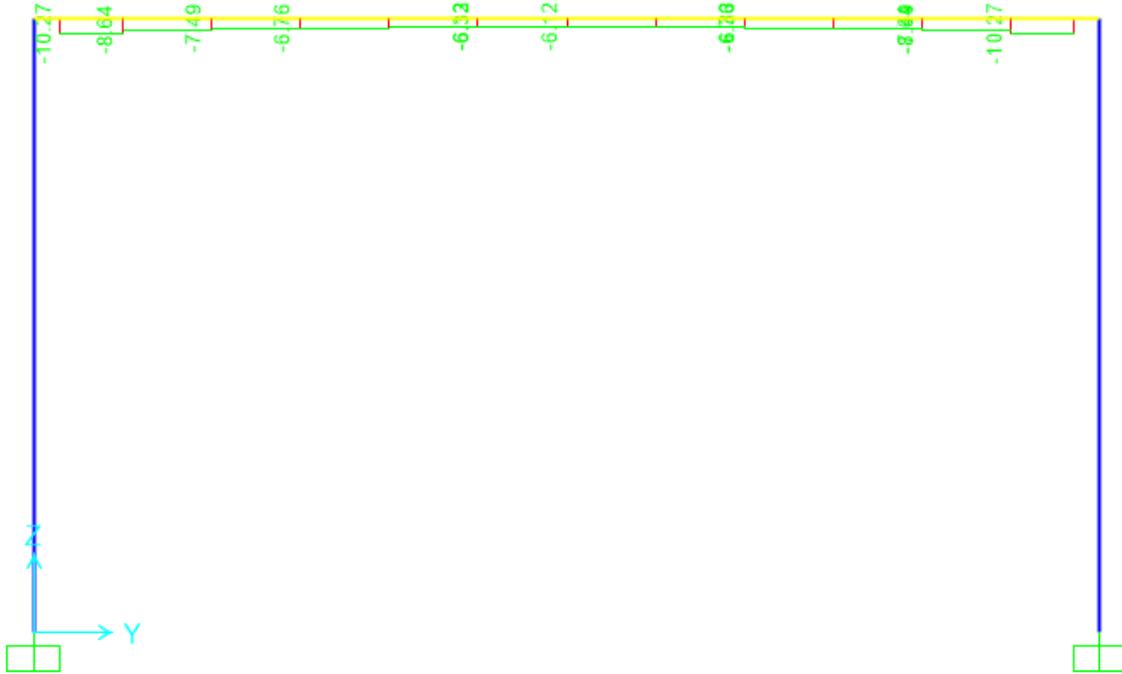
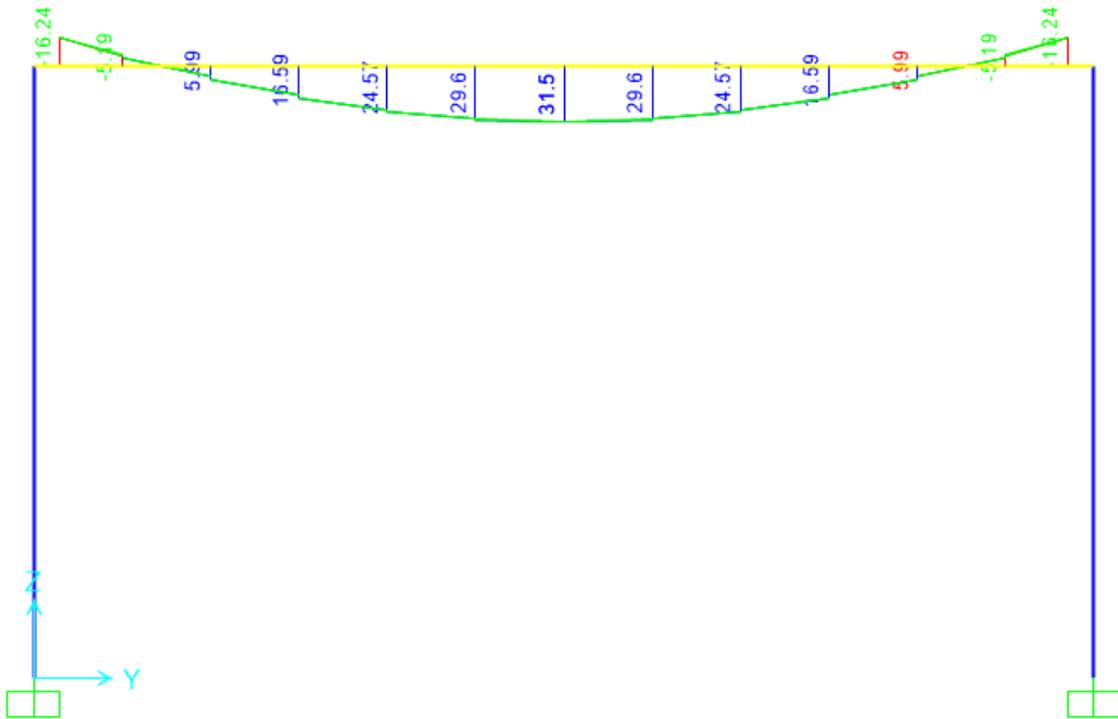
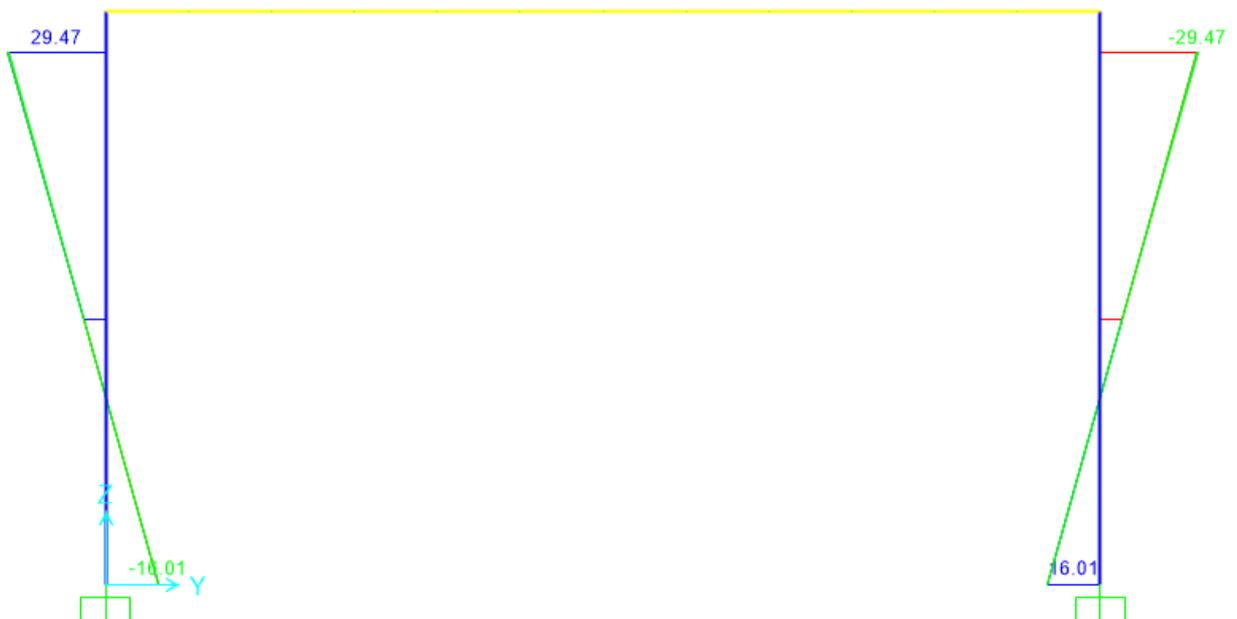


Figura 9.58 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



Moment 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



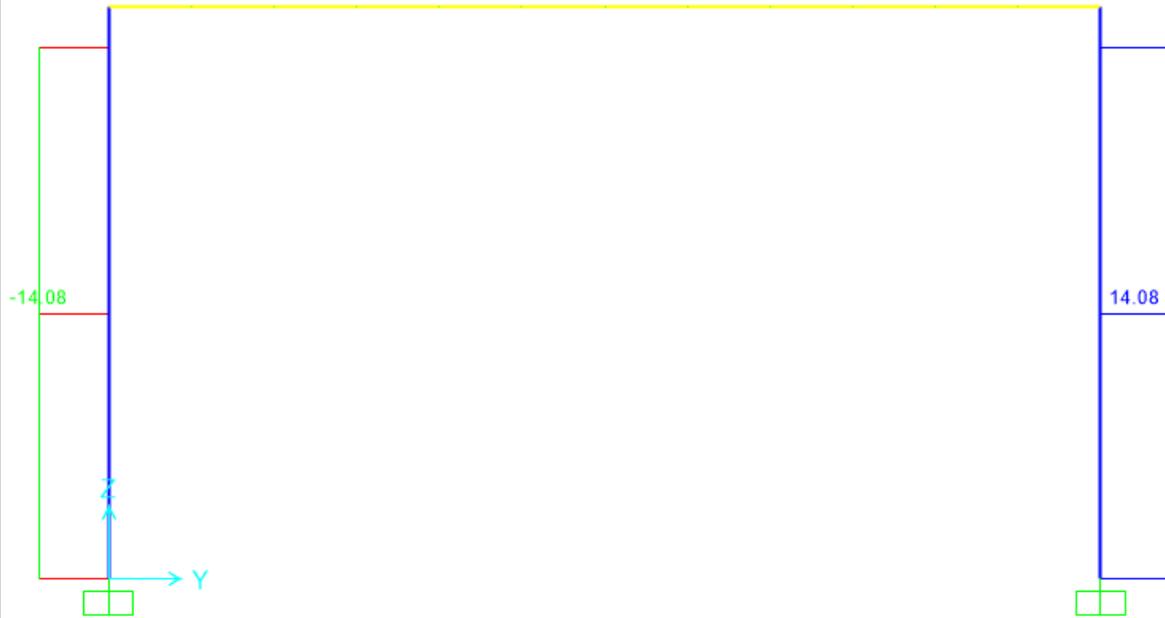
 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>126 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	126 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	126 di 273								

Figura 9.59 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33, M22

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	127 di 273

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>128 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	128 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	128 di 273								

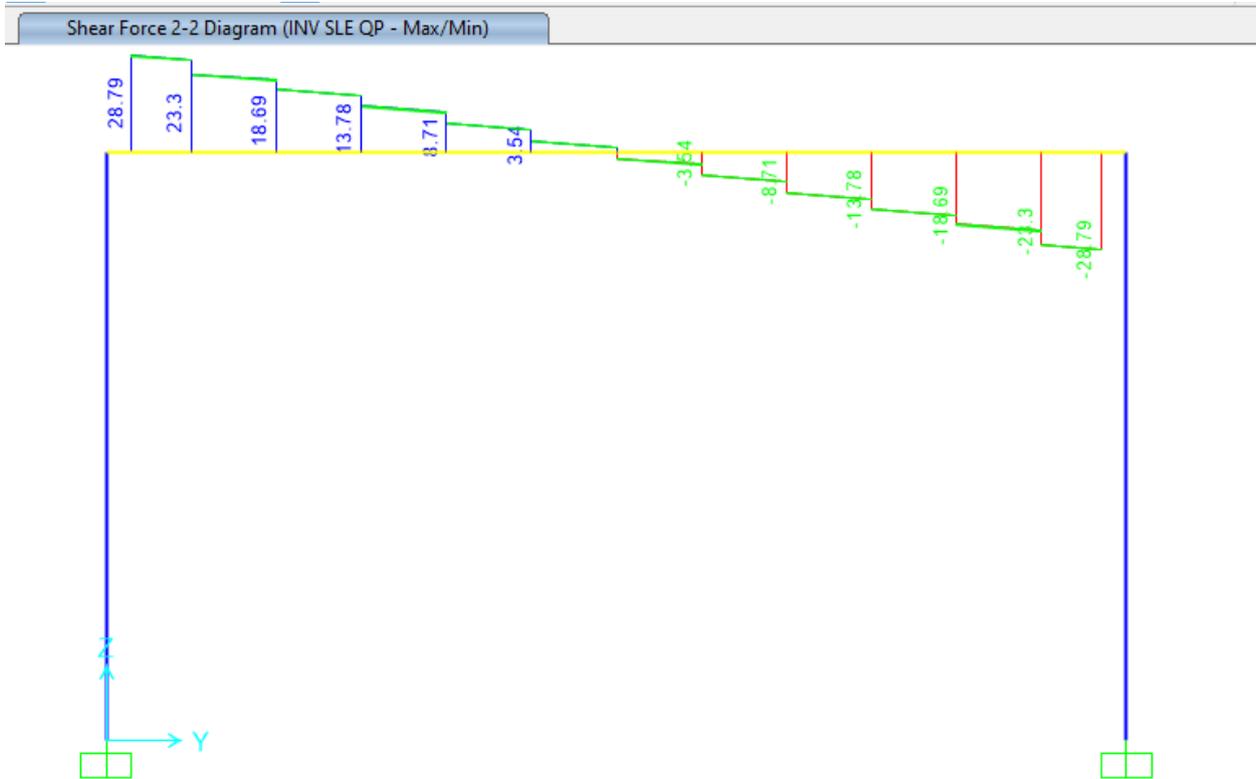
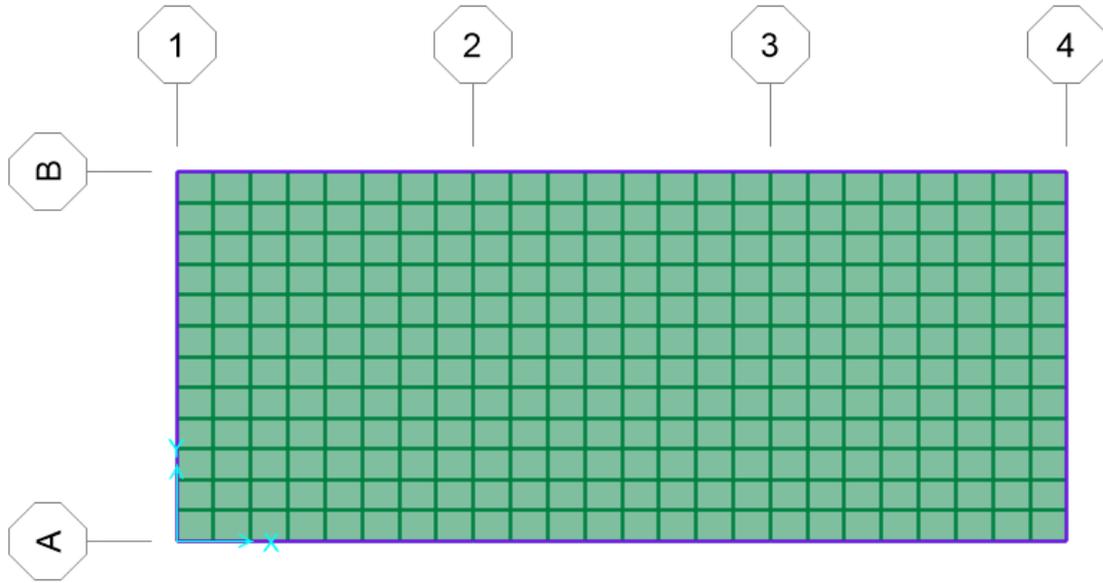


Figura 9.60 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22, V33

9.6 Telaio Filo Fisso A

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso A per le diverse combinazioni di carico considerate.



Axial Force Diagram (INV SLU - Max/Min)

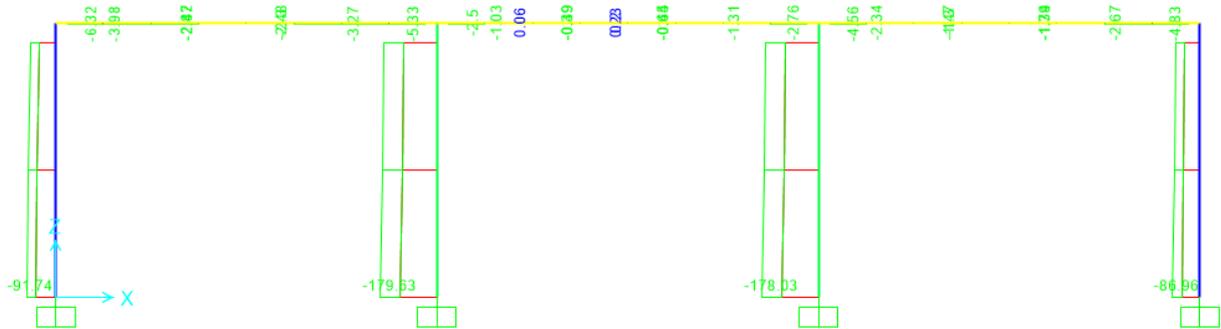


Figura 9.61 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

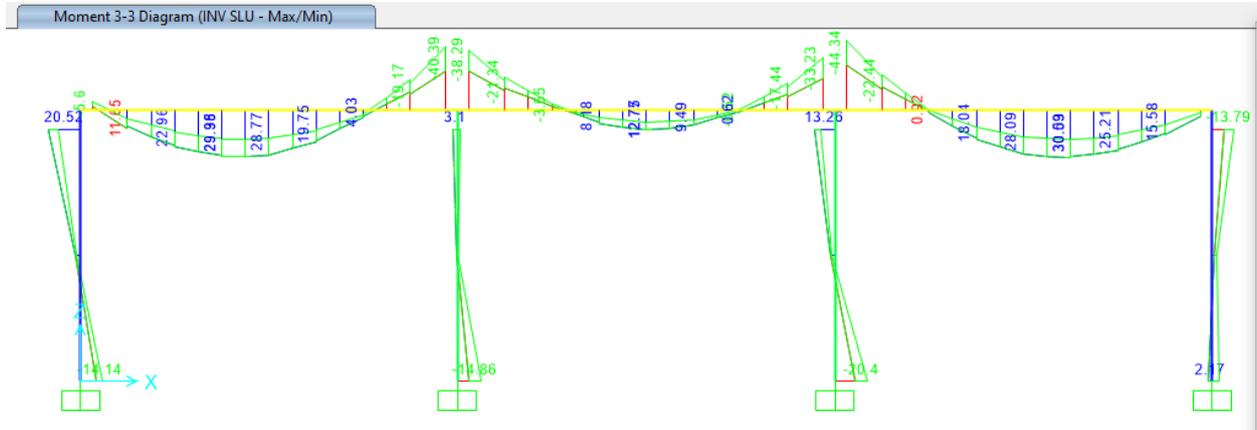


Figura 9.62 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

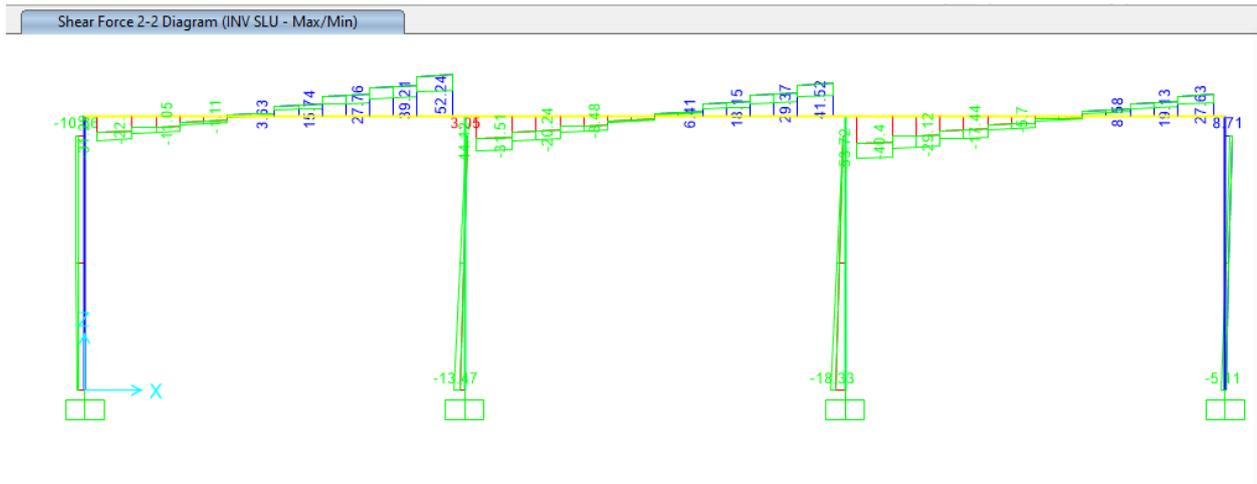


Figura 9.63 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

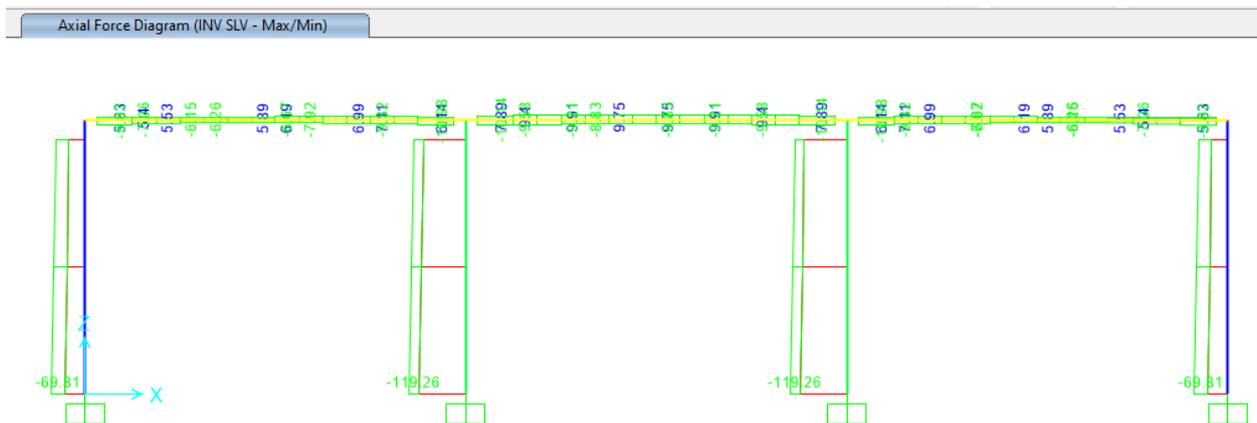


Figura 9.64 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

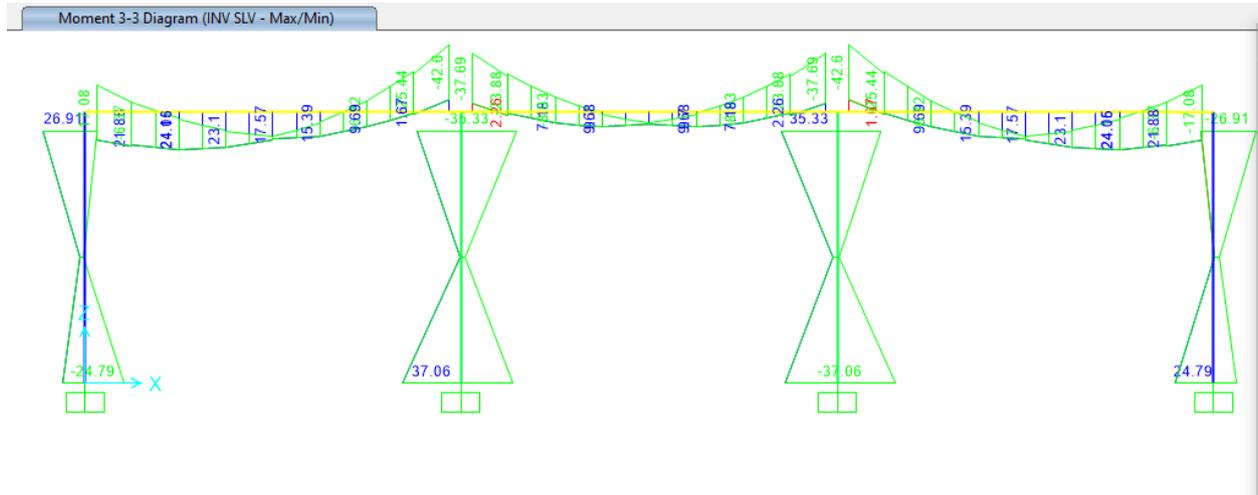


Figura 9.65 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33

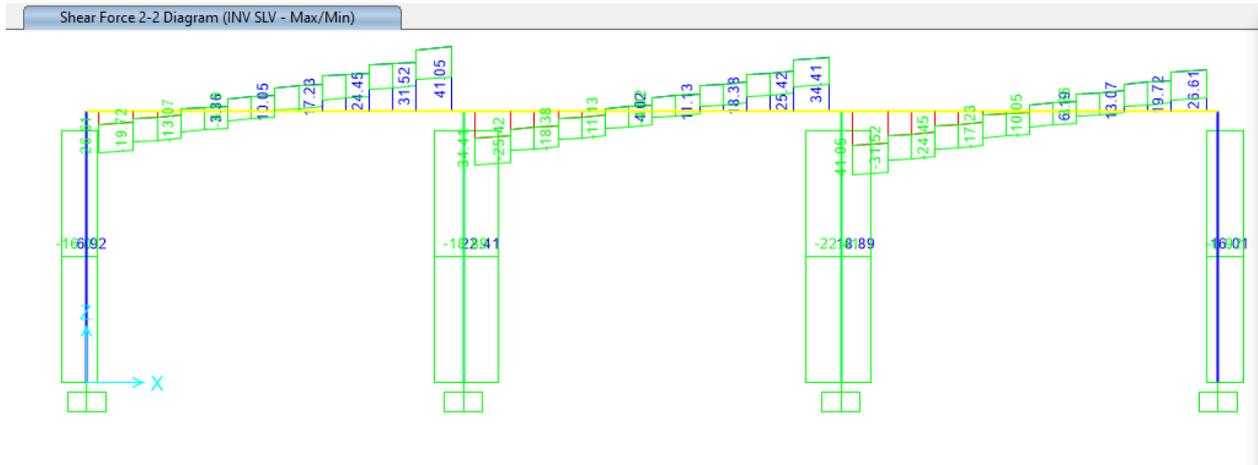


Figura 9.66 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22

Axial Force Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

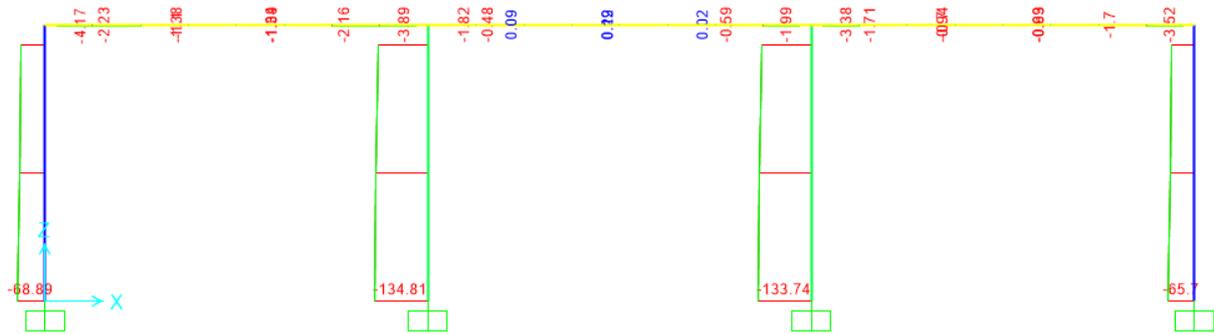


Figura 9.67 - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

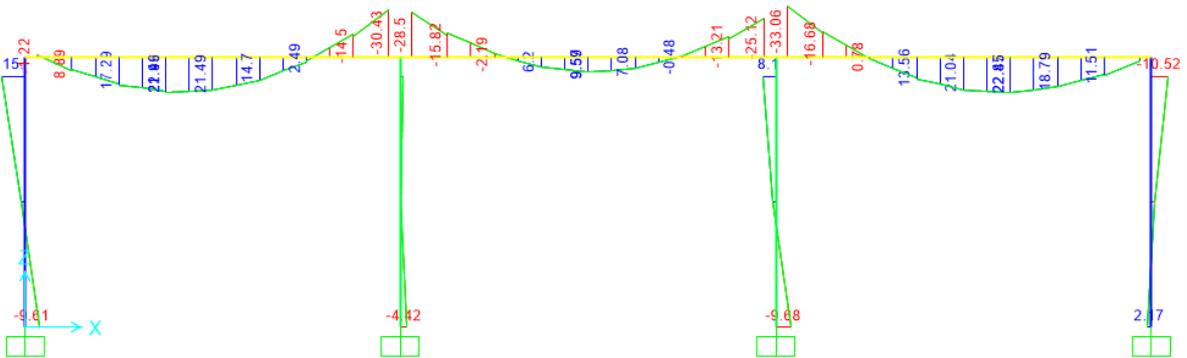


Figura 9.68 - Combinazione SLE-rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

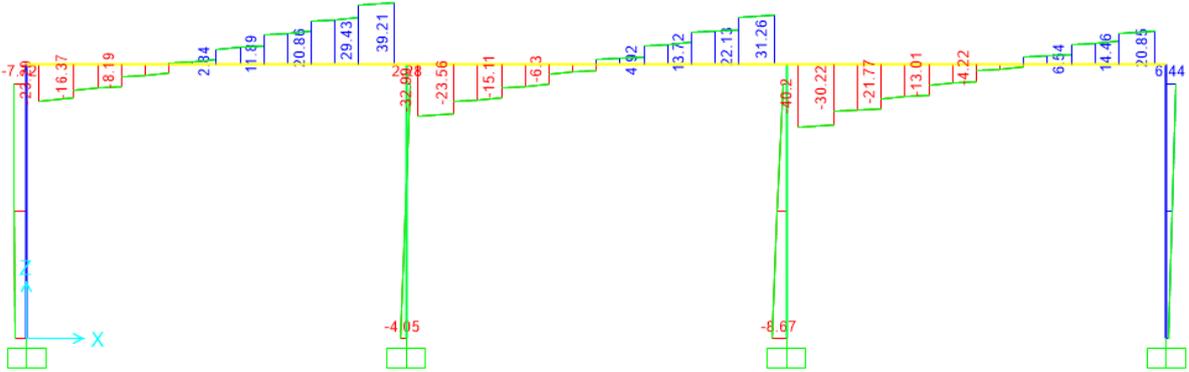


Figura 9.69 - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo di Taglio V22

Axial Force Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

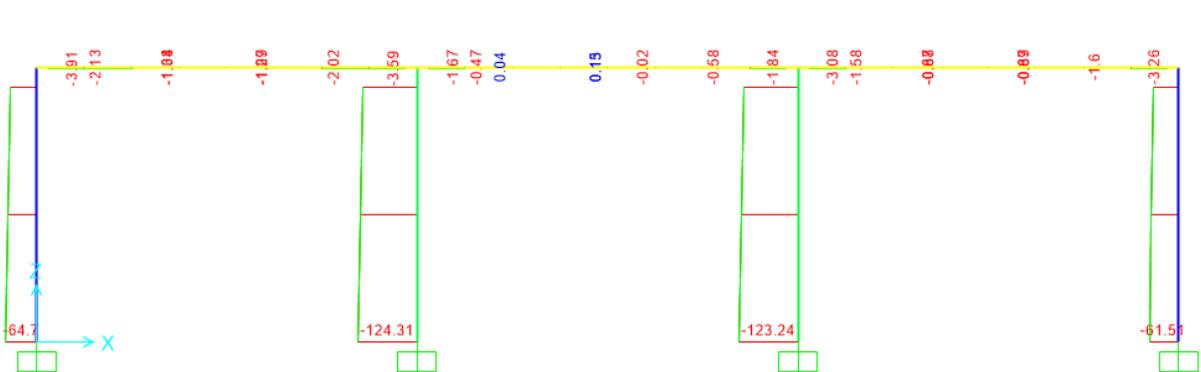


Figura 9.70 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

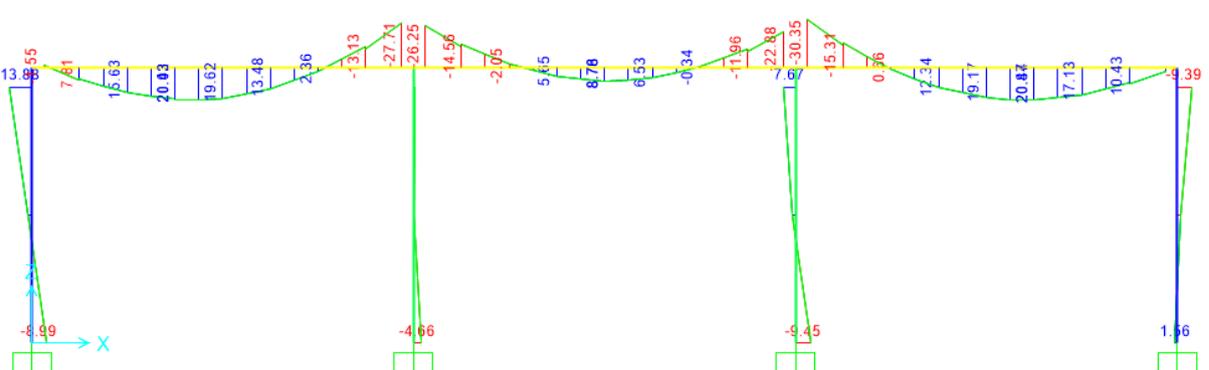


Figura 9.71 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

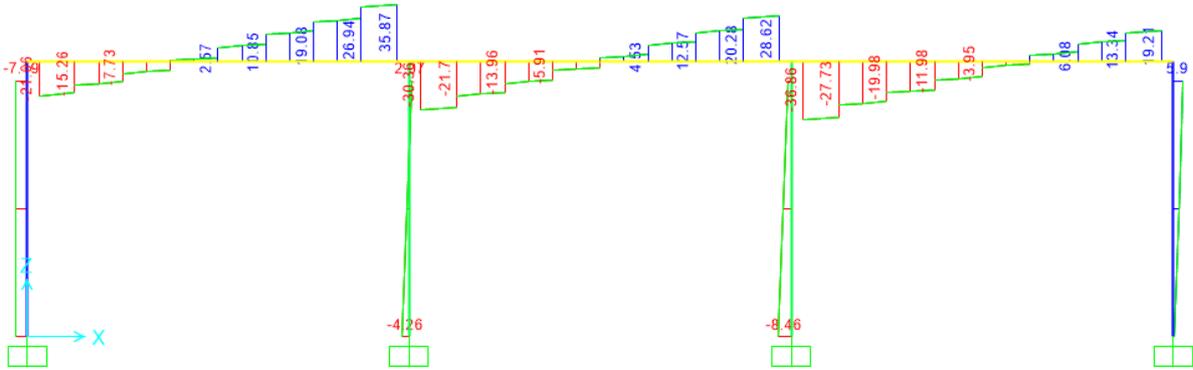


Figura 9.72 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo di Taglio V22

Axial Force Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

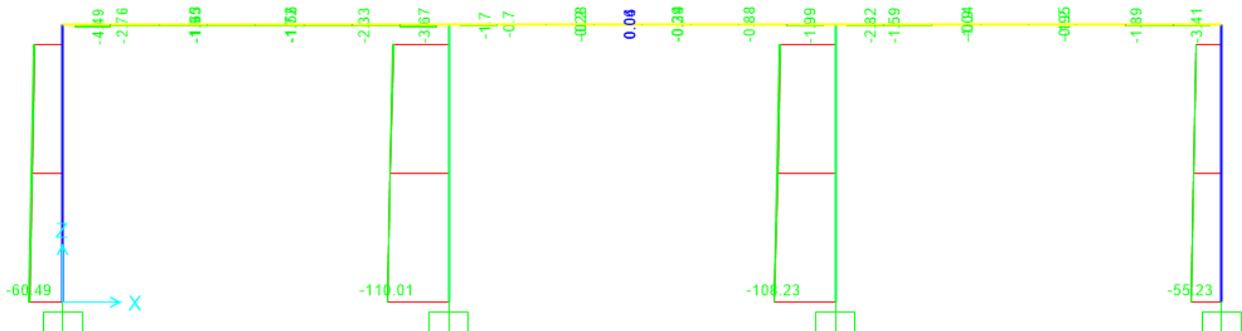


Figura 9.73 - Combinazione SLE-quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

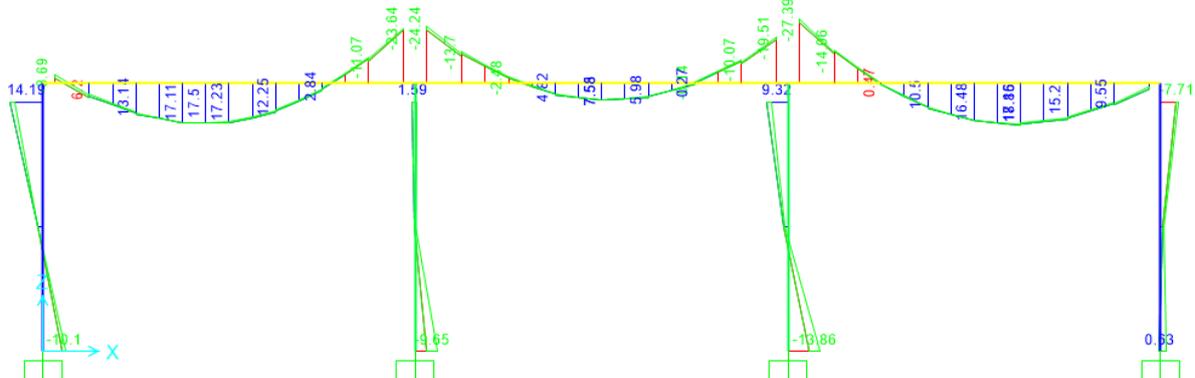


Figura 9.74 - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

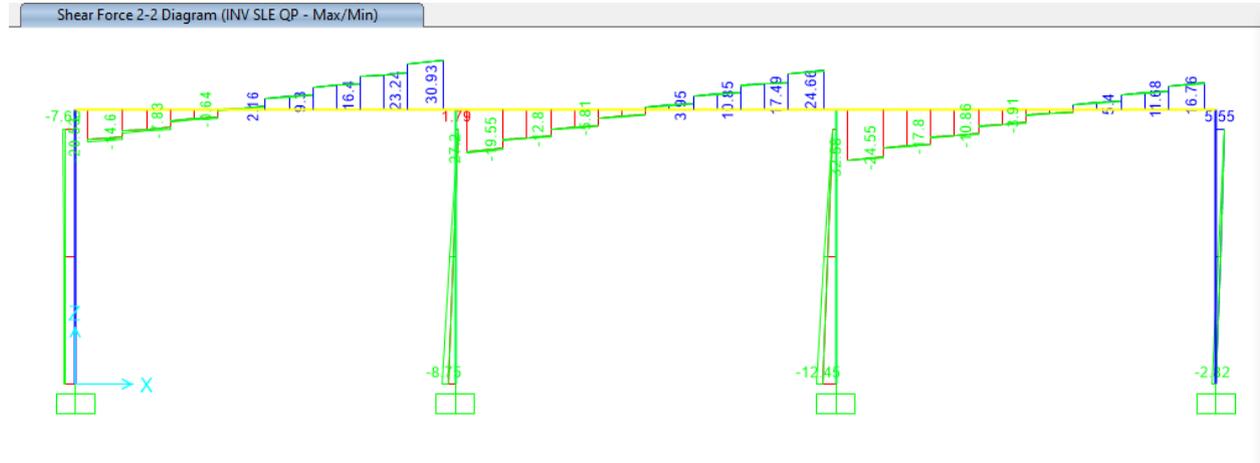


Figura 9.75 - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Sforzo di Taglio V22

9.7 Telaio Filo Fisso B

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso C per le diverse combinazioni di carico considerate.

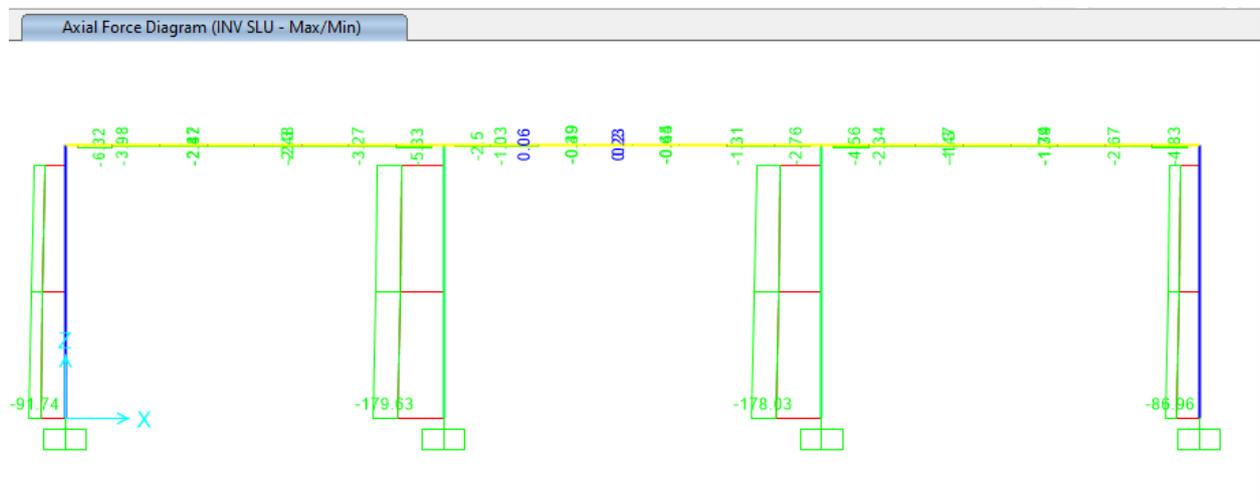


Figura 9.76 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

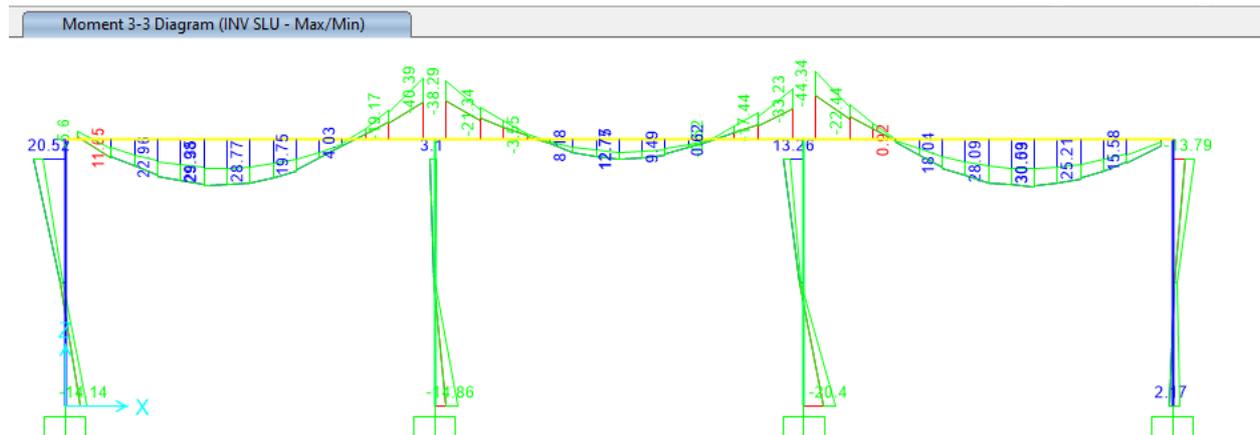


Figura 9.77 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLU - Max/Min)

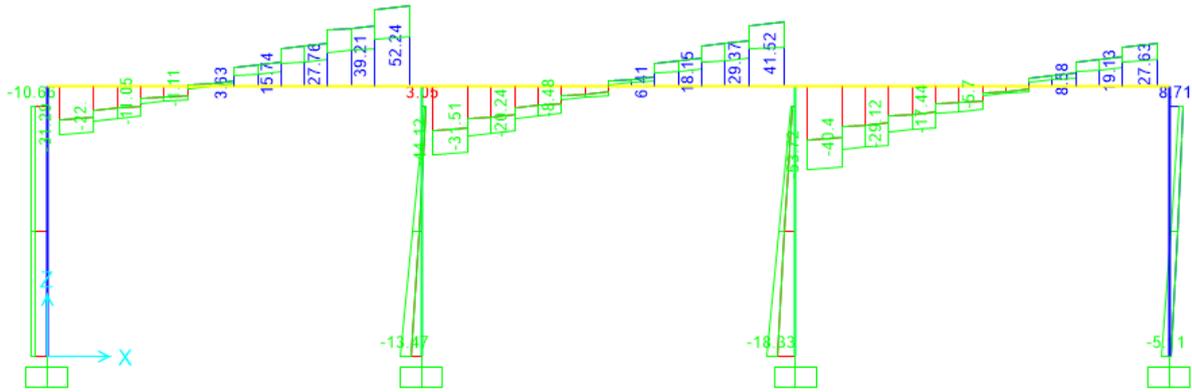


Figura 9.78 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

Axial Force Diagram (INV SLV - Max/Min)

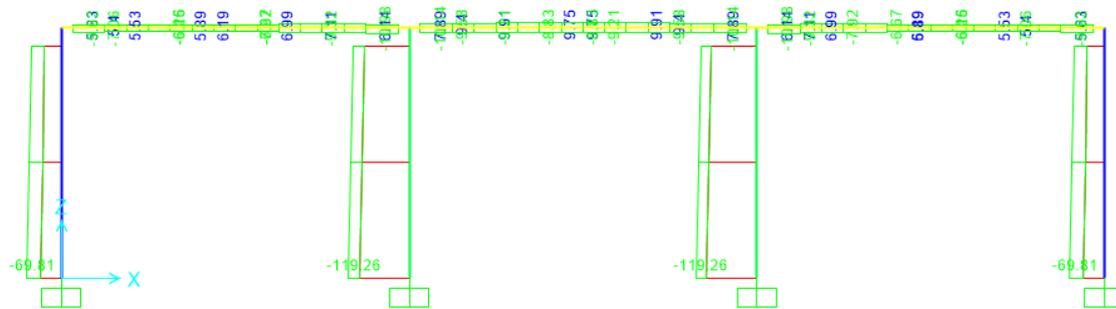


Figura 9.79 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLV - Max/Min)

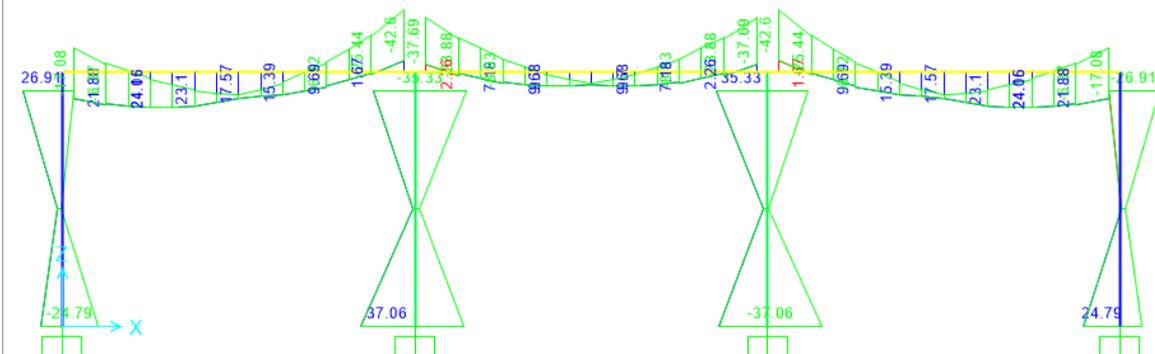


Figura 9.80 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33

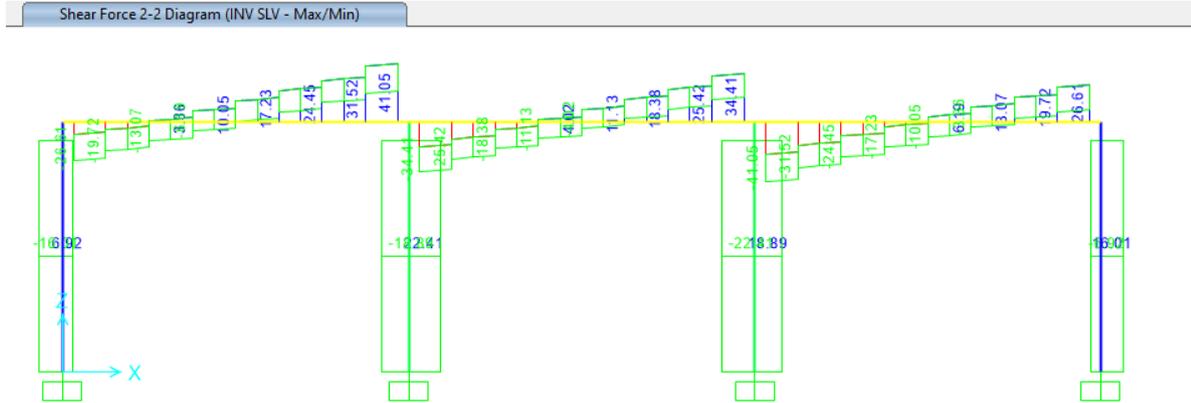


Figura 9.81 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22

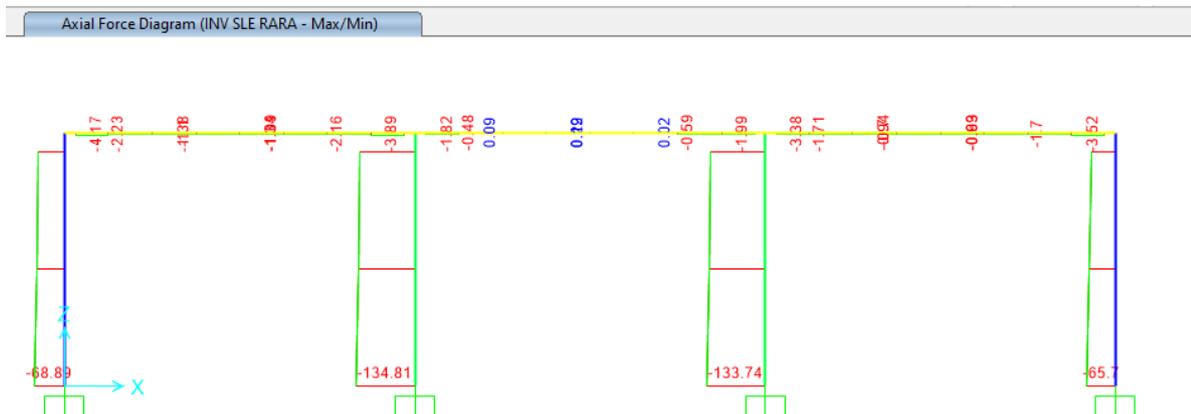


Figura 9.82 - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

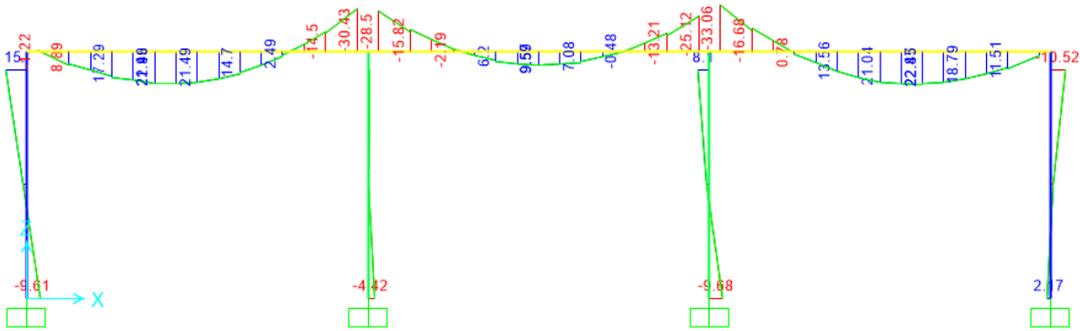


Figura 9.83 - Combinazione SLE-rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE RARA - Max/Min)

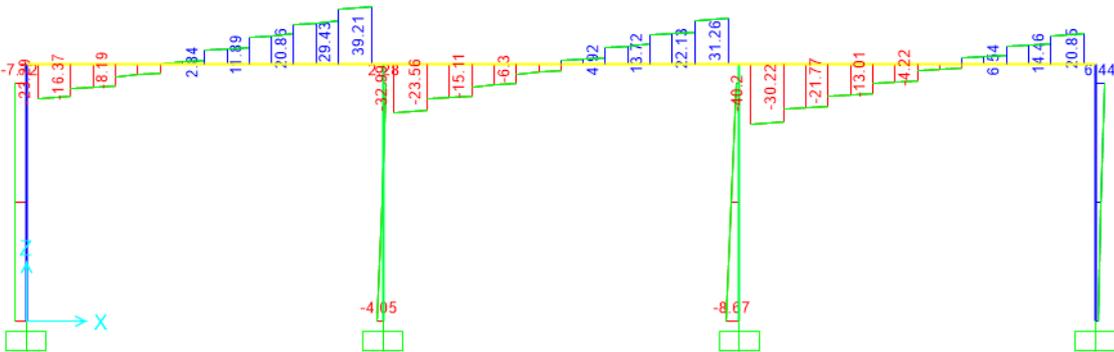


Figura 9.84 - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo di Taglio V22

Axial Force Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

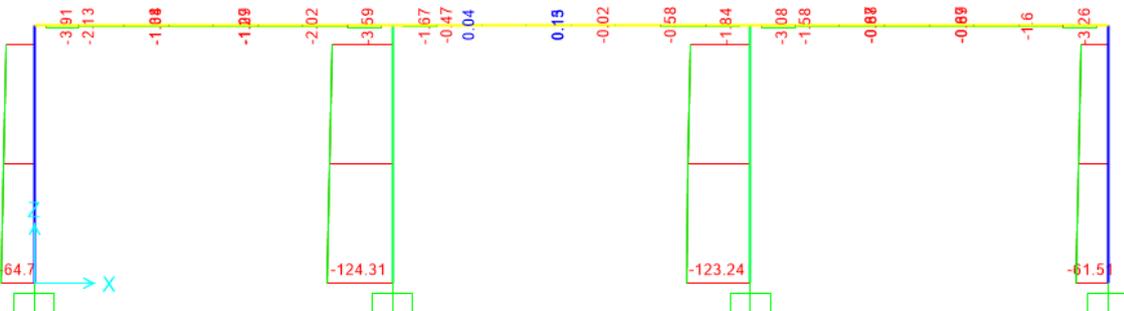


Figura 9.85 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

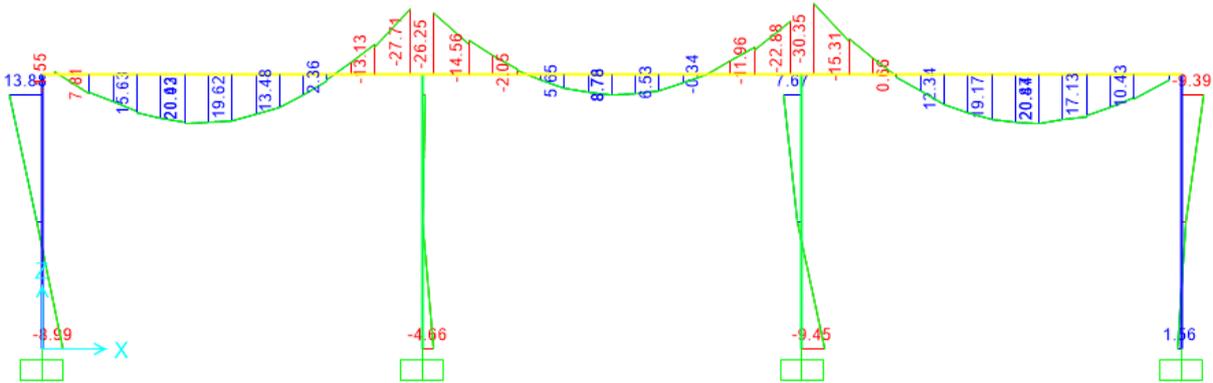


Figura 9.86 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE Freq - Max/Min)

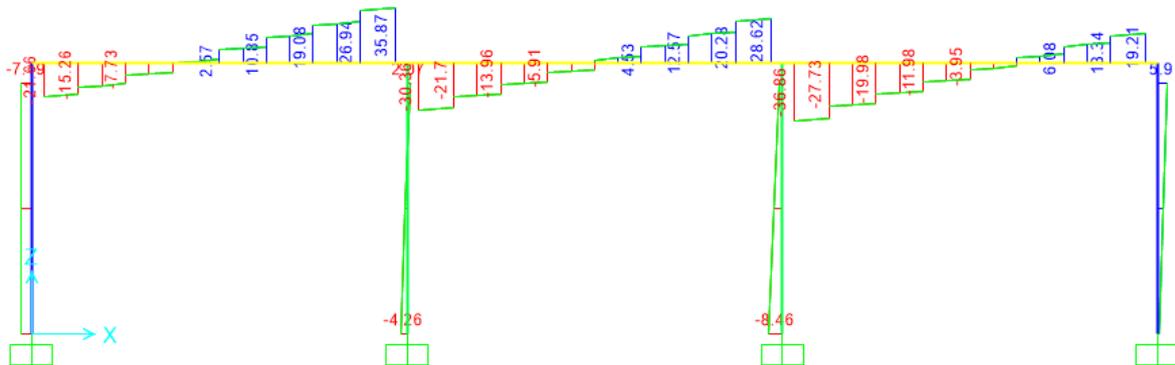


Figura 9.87 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo di Taglio V22

Axial Force Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

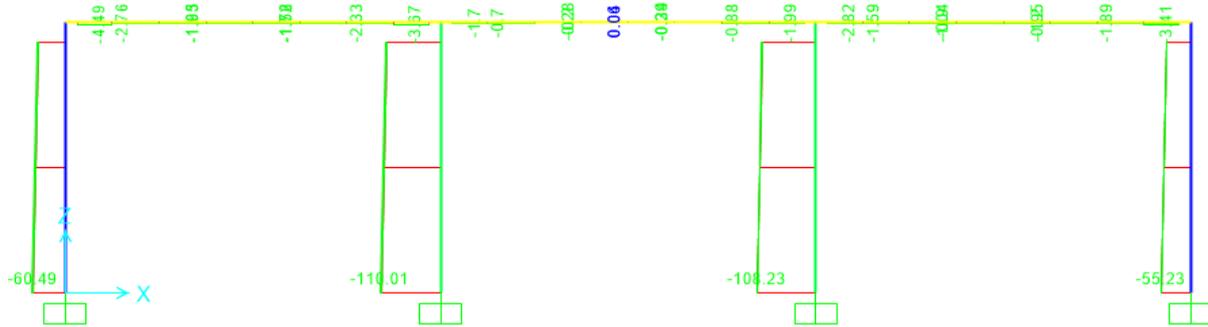


Figura 9.88 - Combinazione SLE-quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

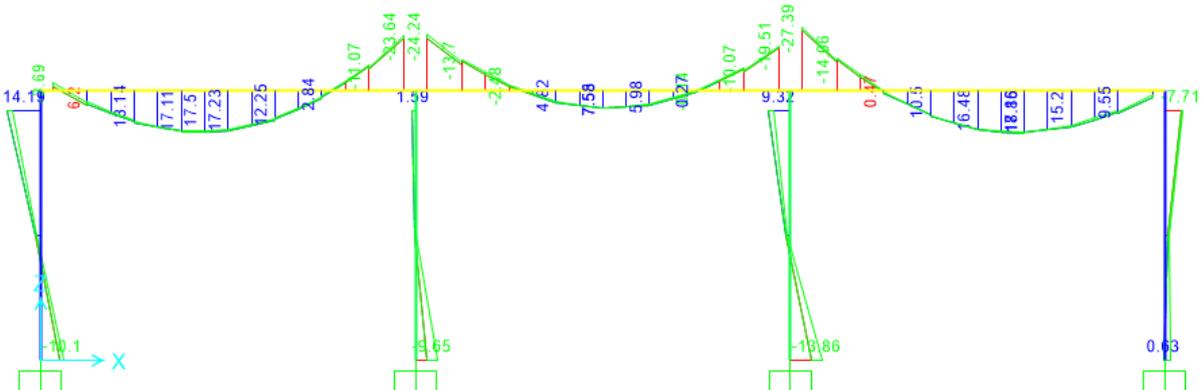


Figura 9.89 - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE QP - Max/Min)

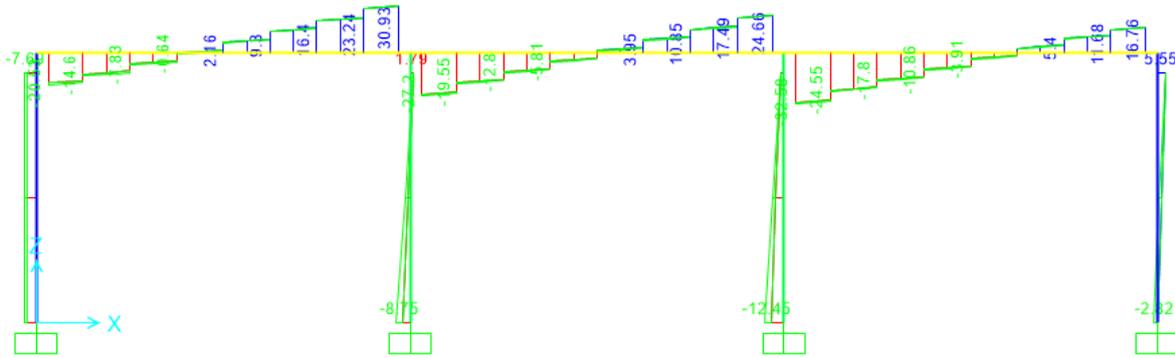


Figura 9.90 - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Sforzo di Taglio V22

9.8 Solaio di Piano

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni nelle due travi che costituiscono la soletta superiore, per le diverse combinazioni di carico considerate.

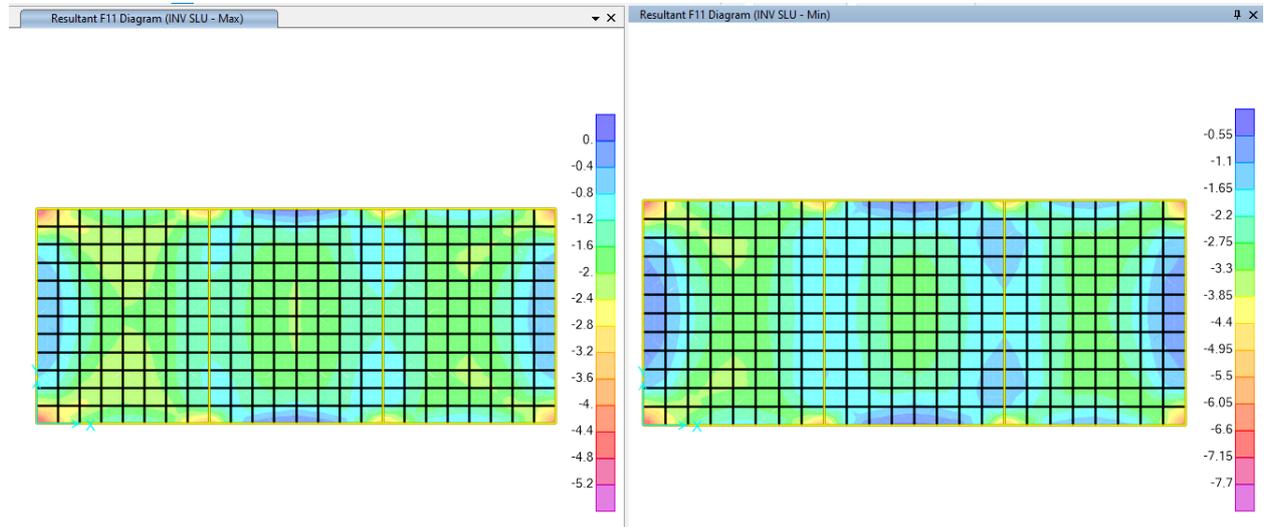


Figura 9.91 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale F11

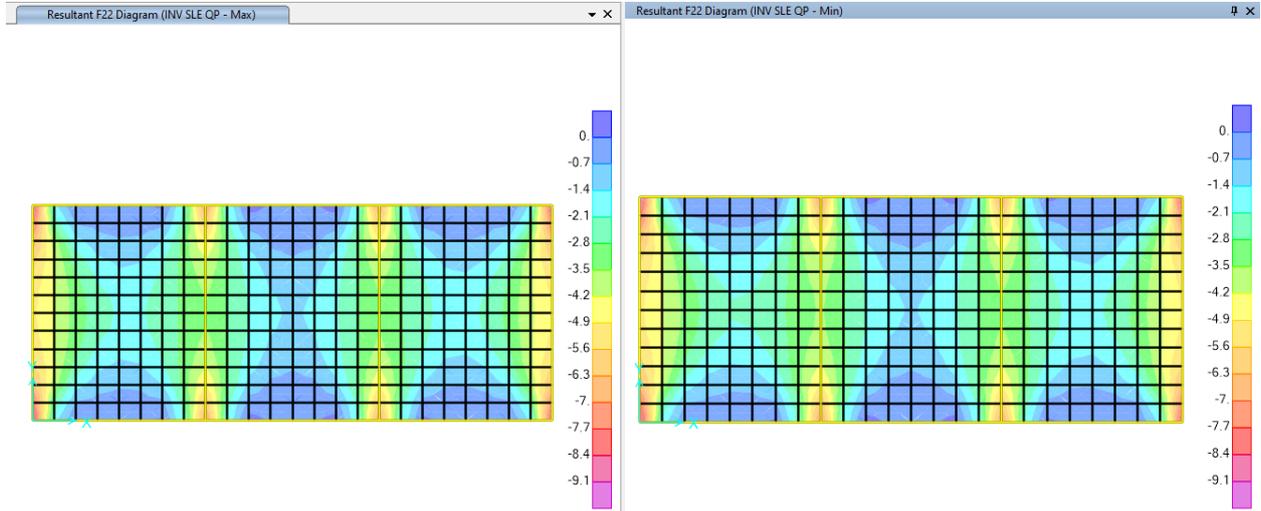


Figura 9.92 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale F22

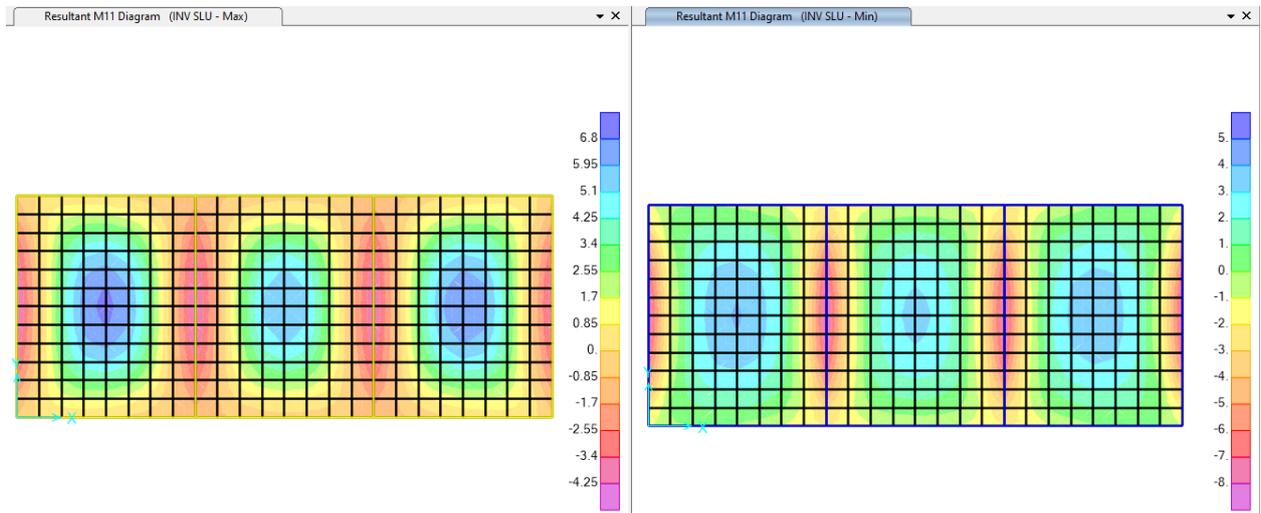


Figura 9.93 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M11

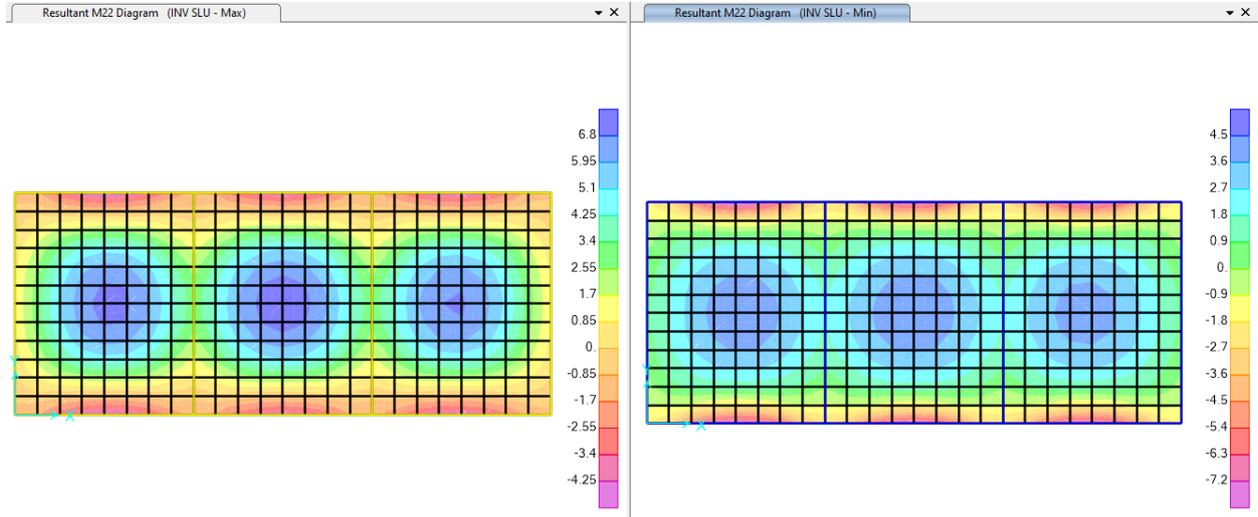


Figura 9.94 - Combinazione SLU– Valori di Momento Flettente M22

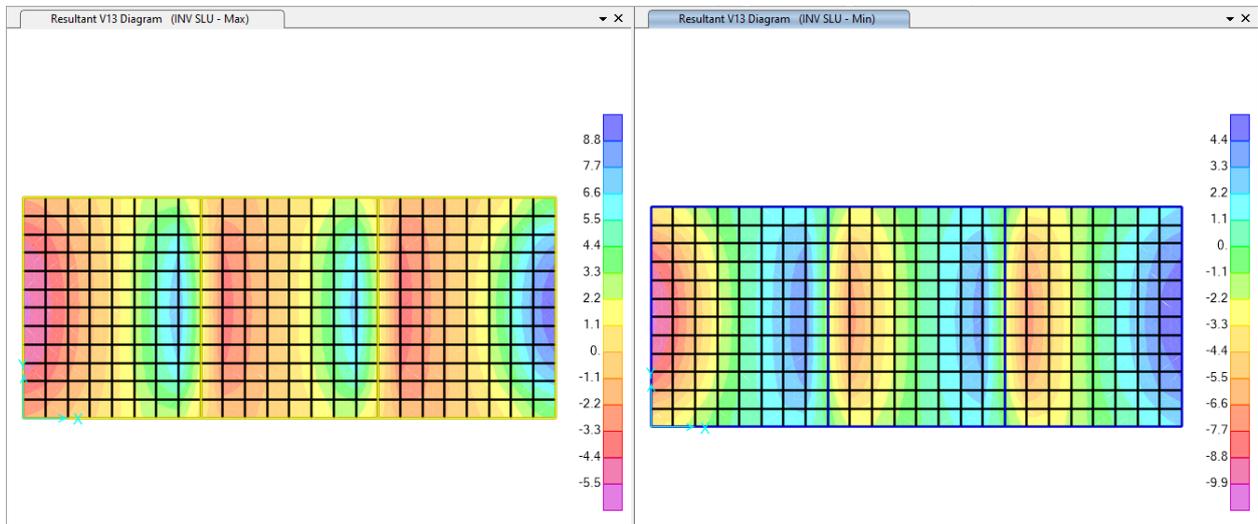


Figura 9.95 - Combinazione SLU – Valori di Taglio V13

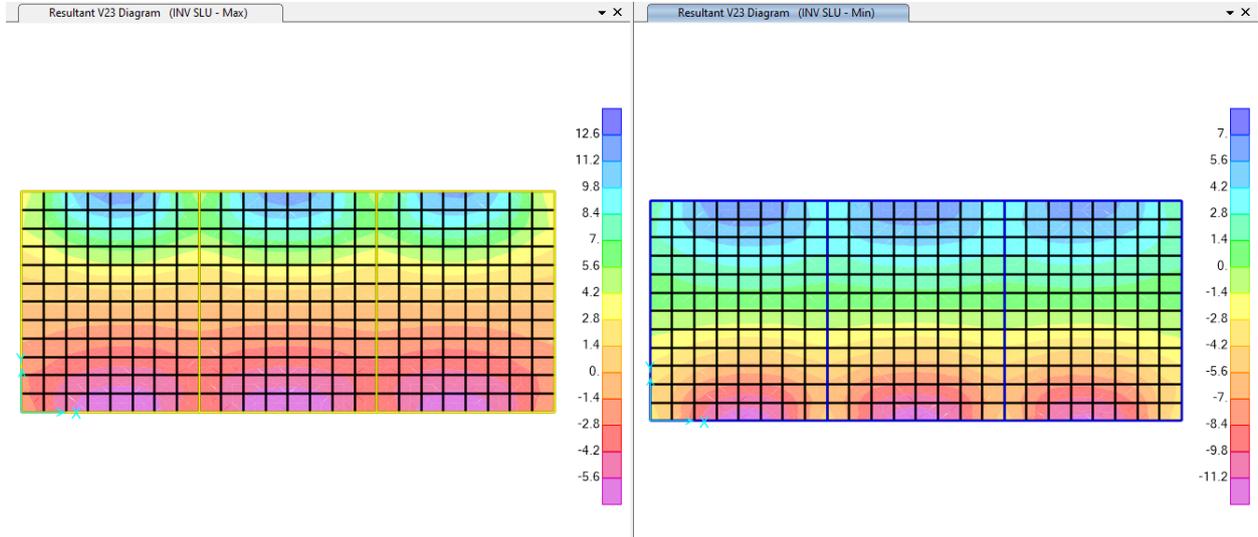


Figura 9.96 - Combinazione SLU – Valori di Taglio V23

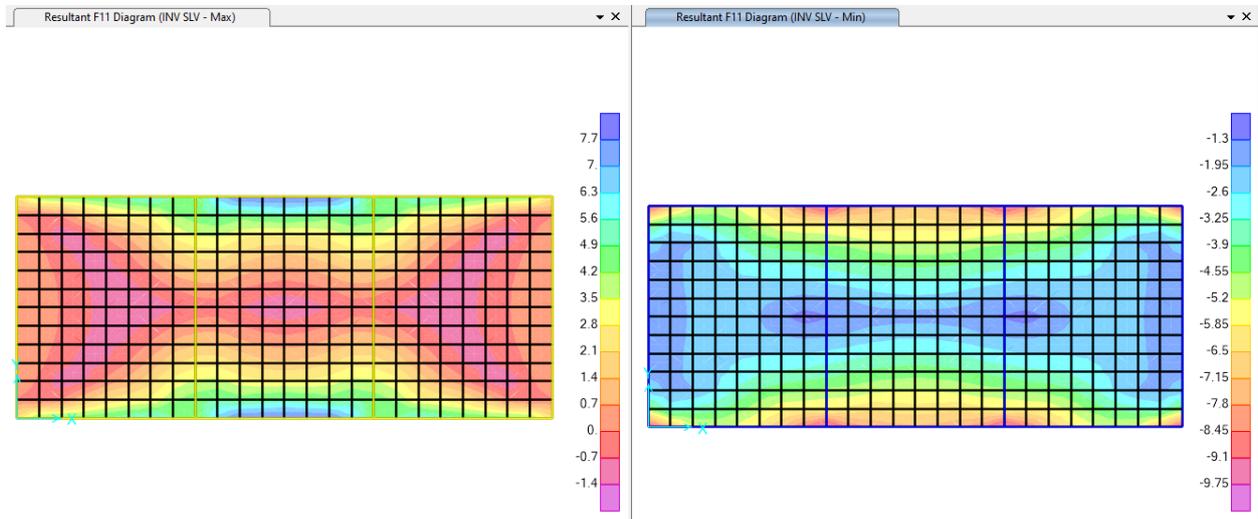


Figura 9.97 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale F11

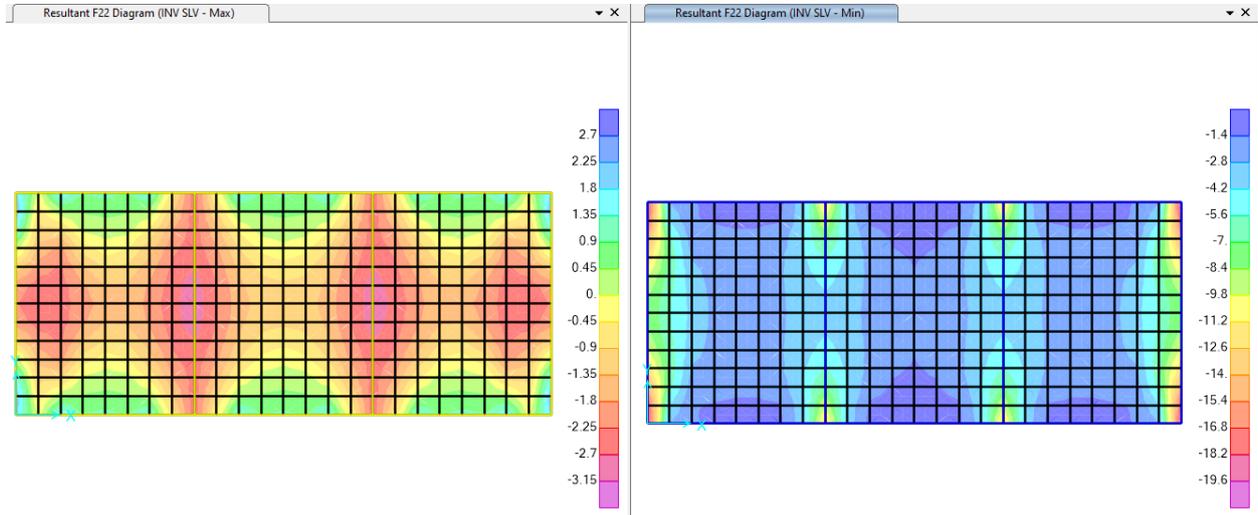


Figura 9.98 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale F22

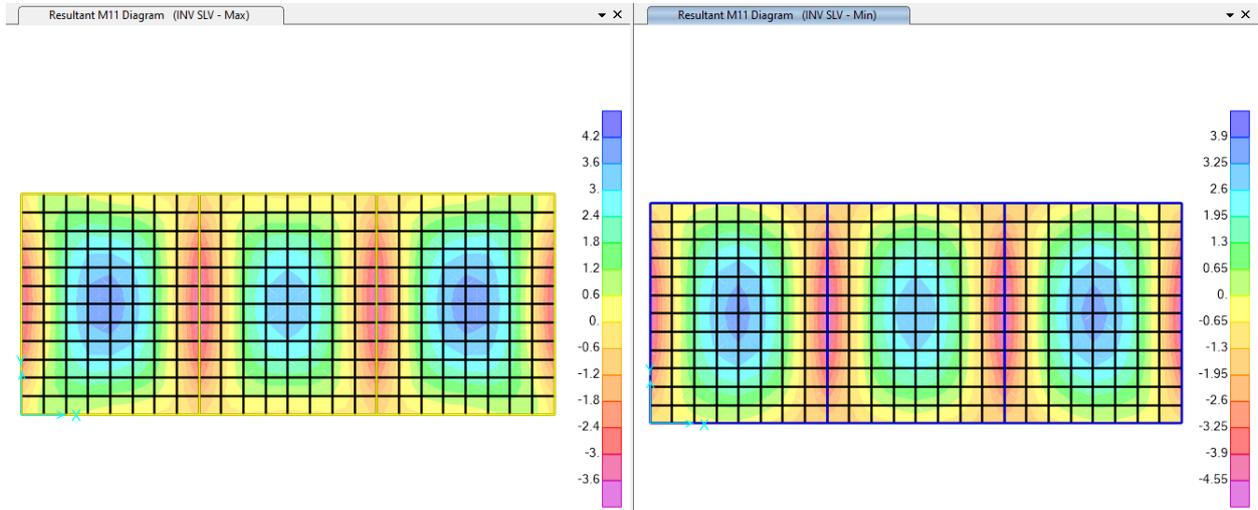


Figura 9.99 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M11

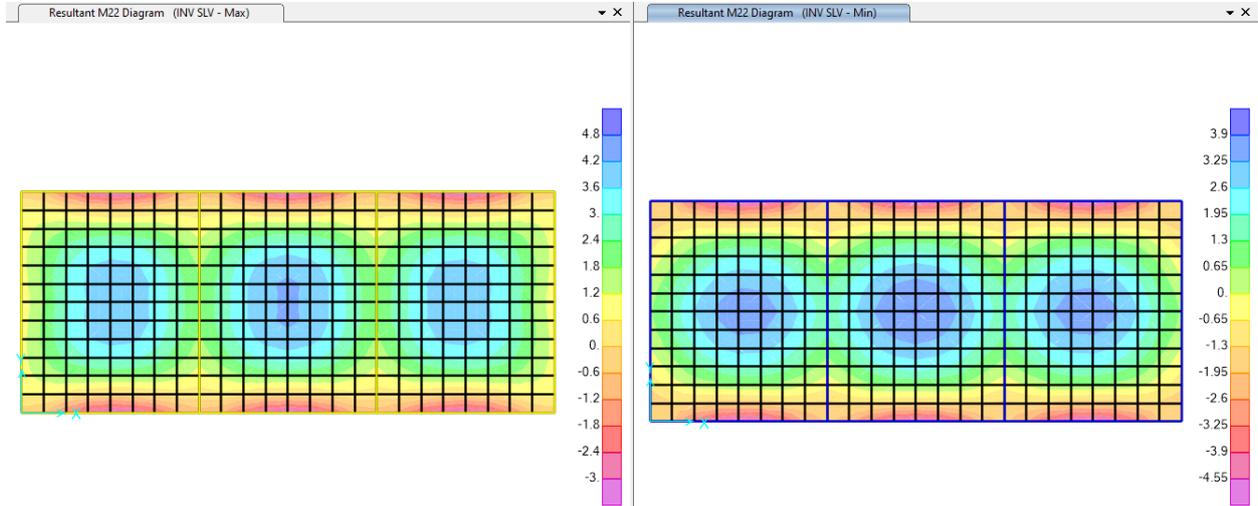


Figura 9.100 - Combinazione SLV– Valori di Momento Flettente M22

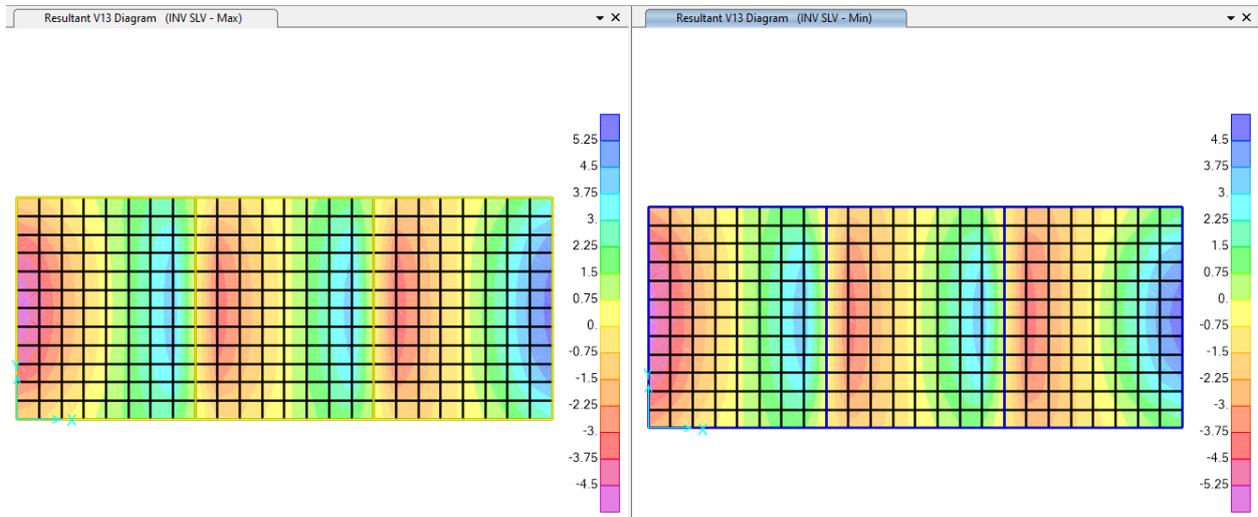


Figura 9.101 - Combinazione SLV – Valori di Taglio V13

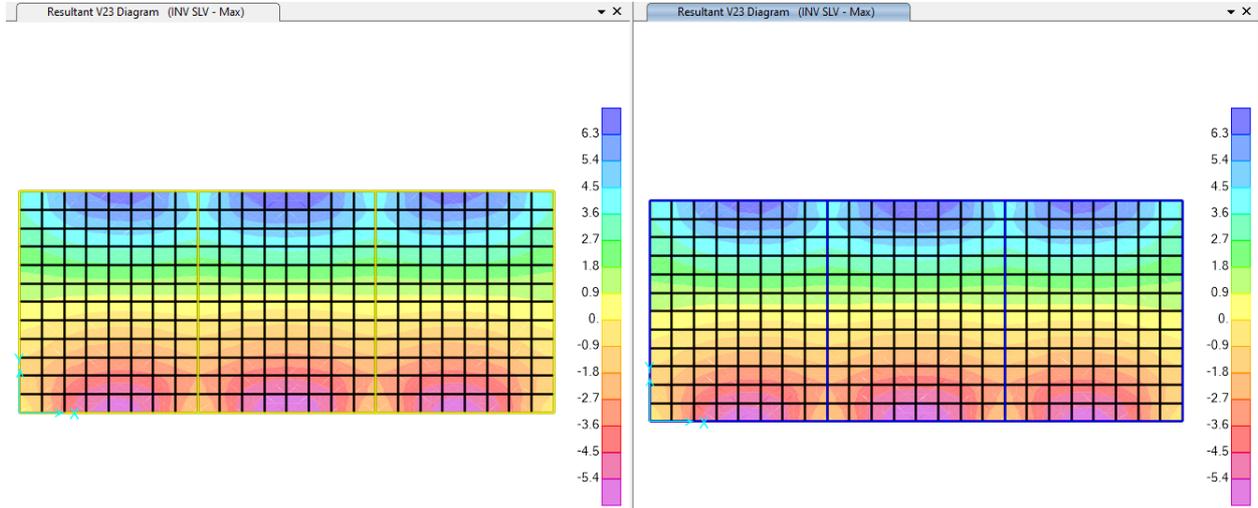


Figura 9.102 - Combinazione SLV – Valori di Taglio V23

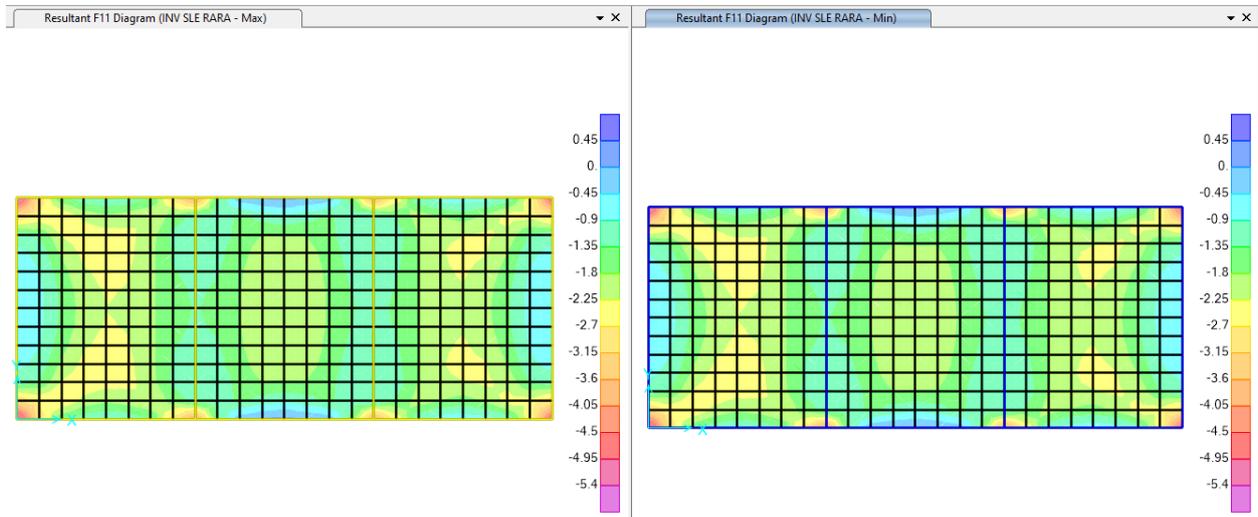


Figura 9.103 - Combinazione SLE _rara– Valori di Sforzo Normale F11

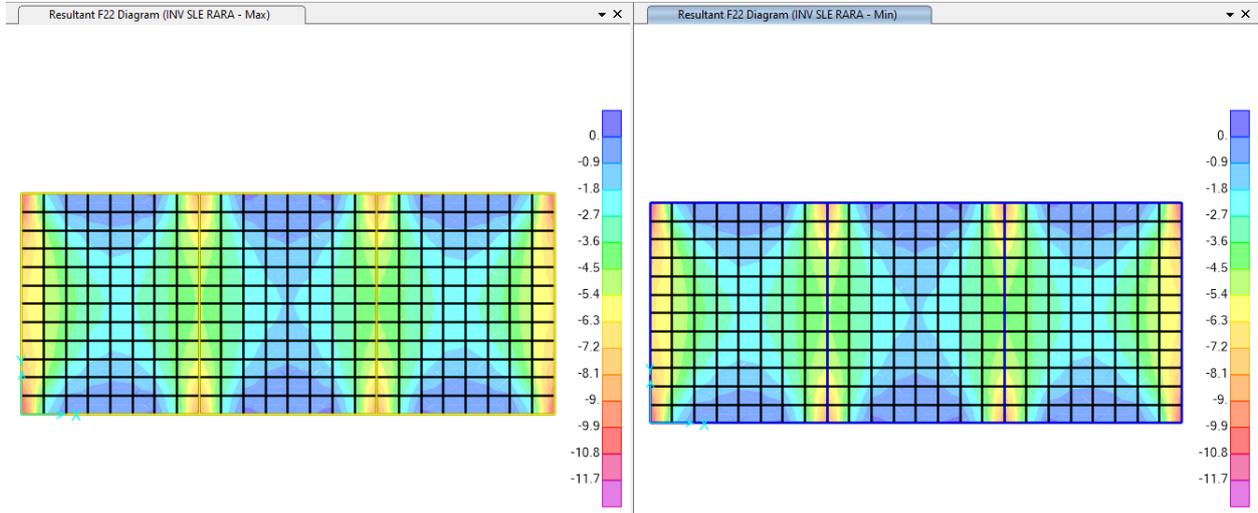


Figura 9.104 - Combinazione SLE_rara – Valori di Sforzo Normale F22

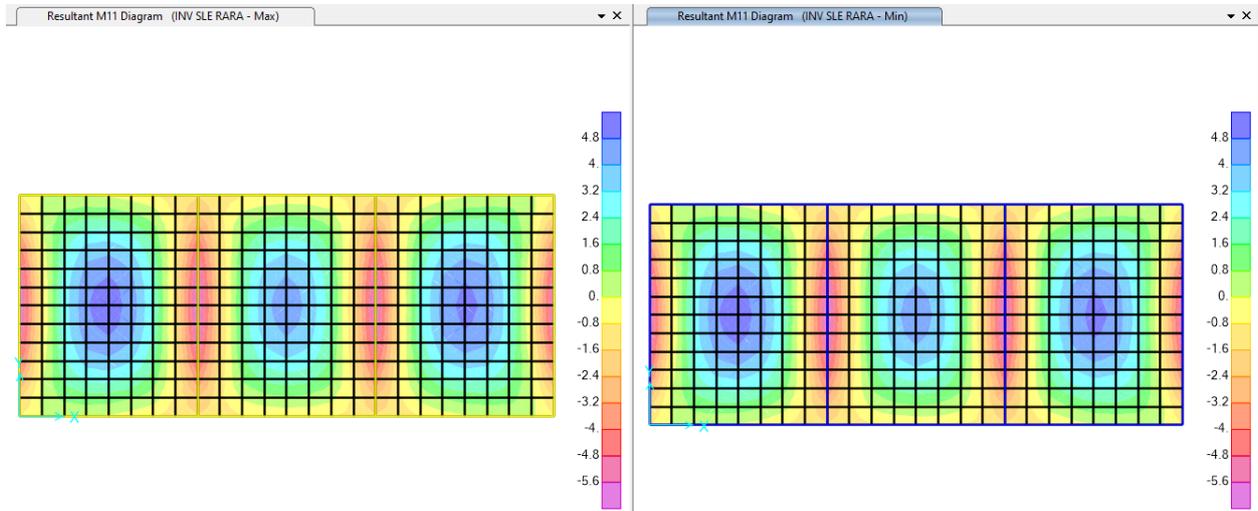


Figura 9.105 - Combinazione SLE_rara – Valori di Momento Flettente M11

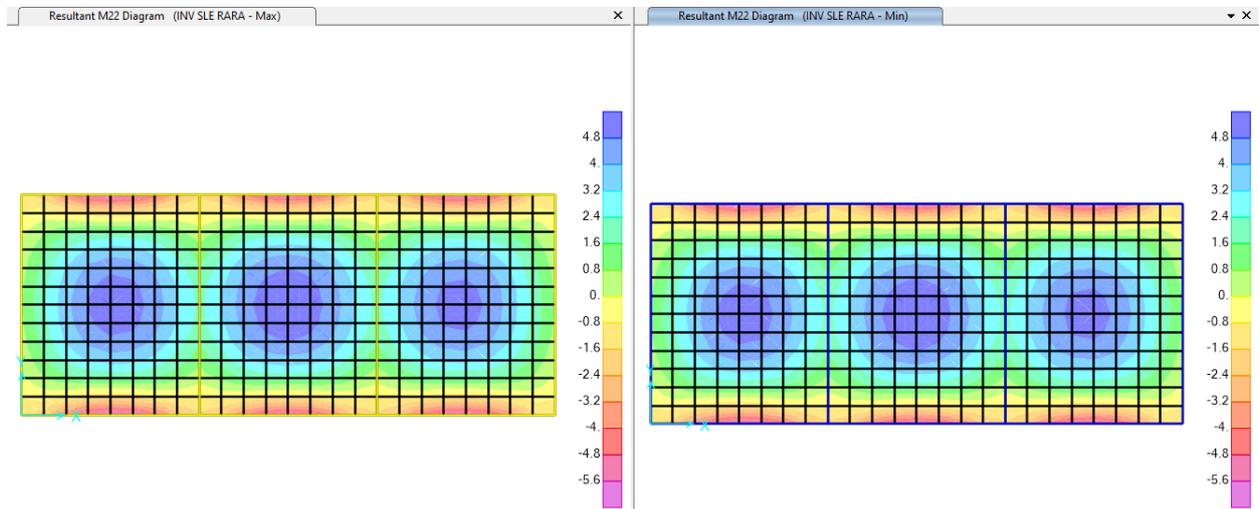


Figura 9.106 - Combinazione SLE_rara – Valori di Momento Flettente M22

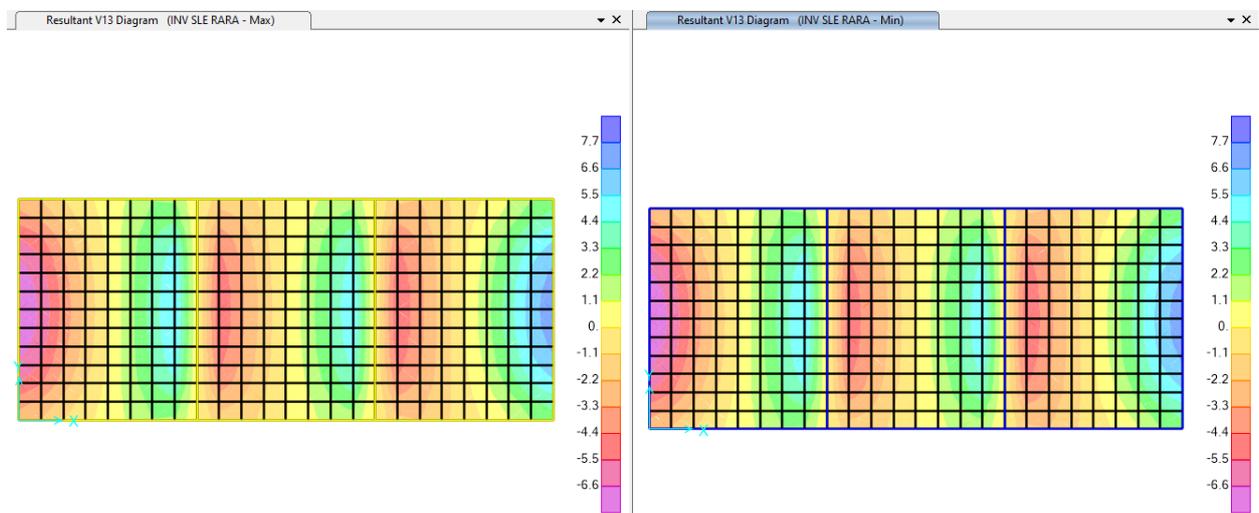


Figura 9.107 - Combinazione SLE_rara – Valori di Taglio V13

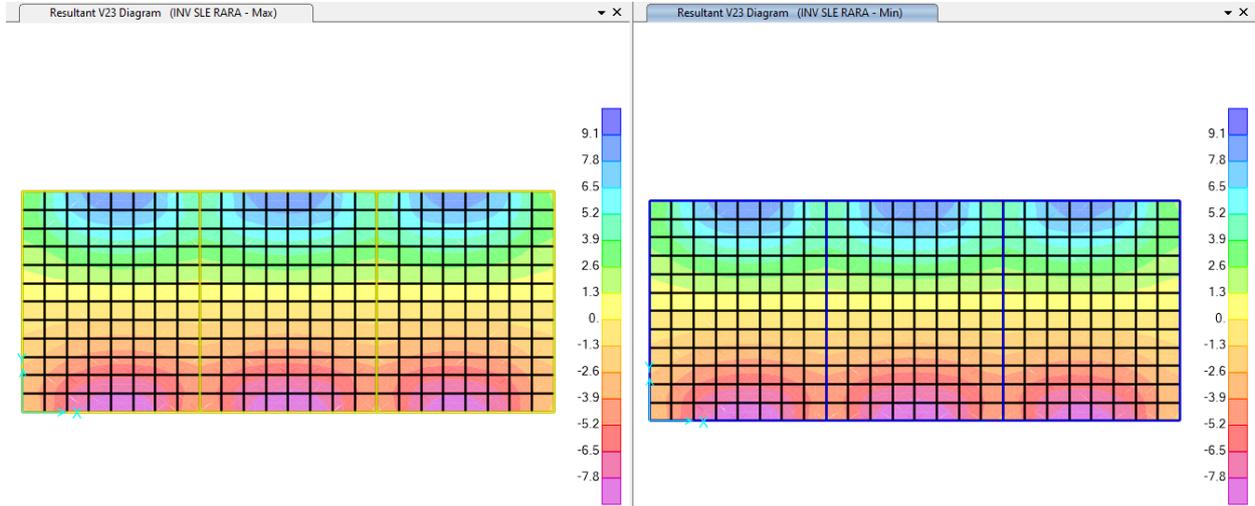


Figura 9.108 - Combinazione SLE_rara – Valori di Taglio V23

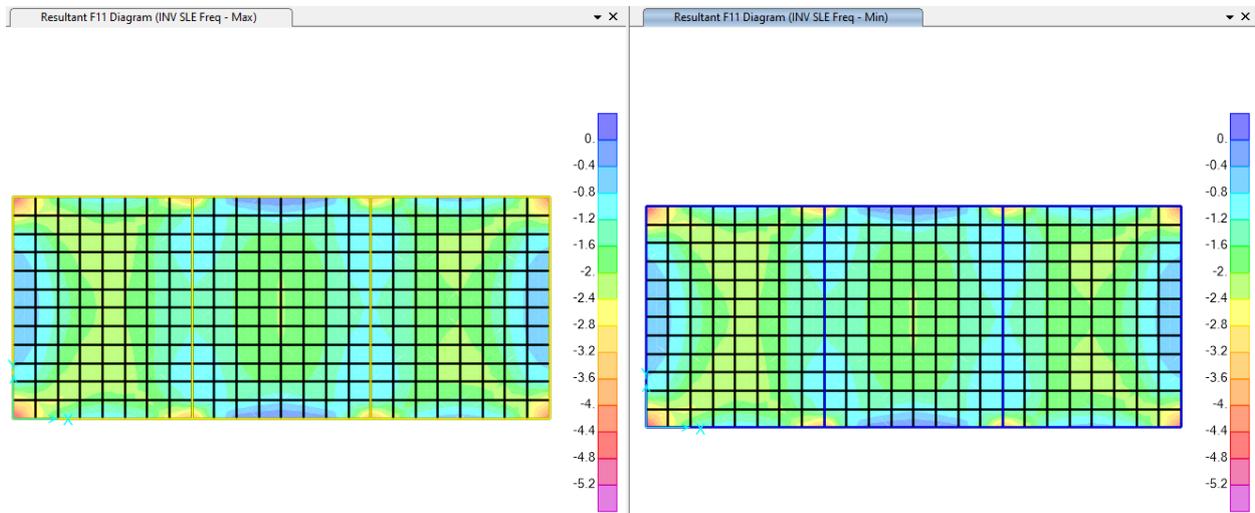


Figura 9.109 - Combinazione SLE_freq– Valori di Sforzo Normale F11

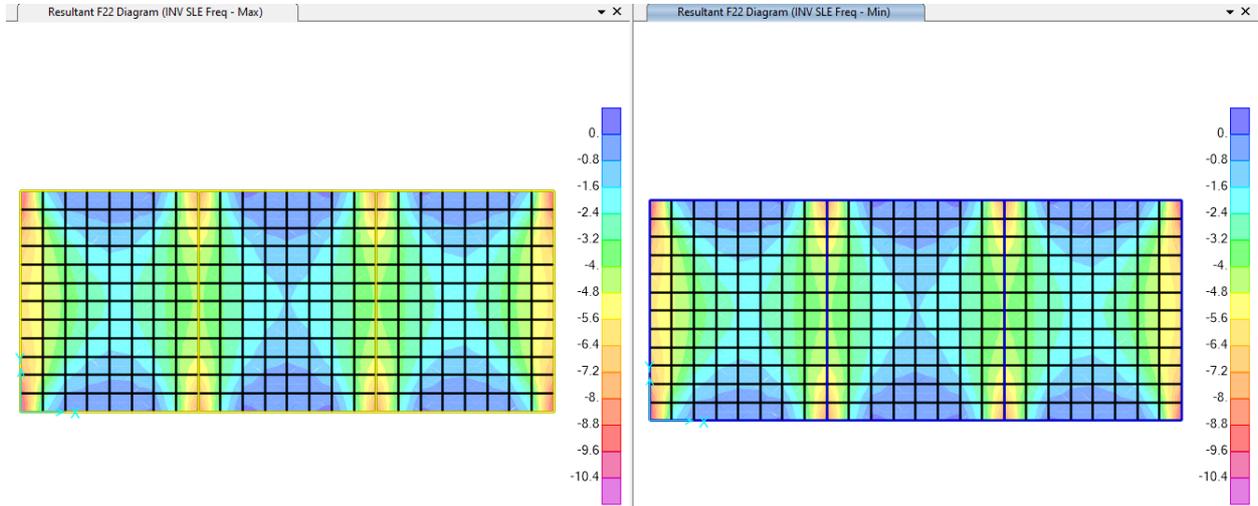


Figura 9.110 - Combinazione SLE_freq – Valori di Sforzo Normale F22

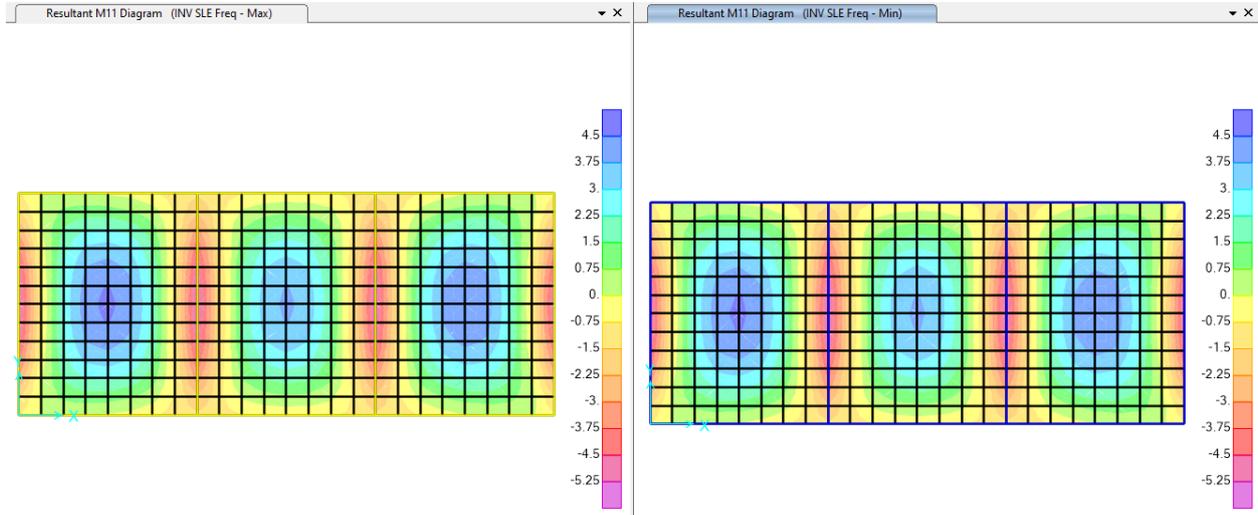


Figura 9.111 - Combinazione SLE_freq – Valori di Momento Flettente M11

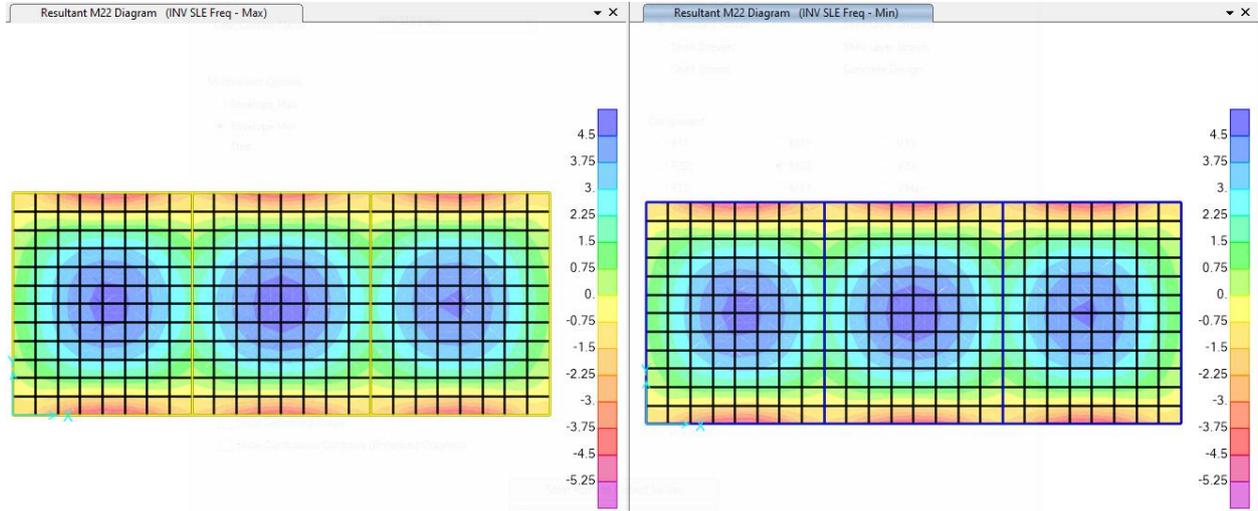


Figura 9.112 - Combinazione SLE_freq – Valori di Momento Flettente M22

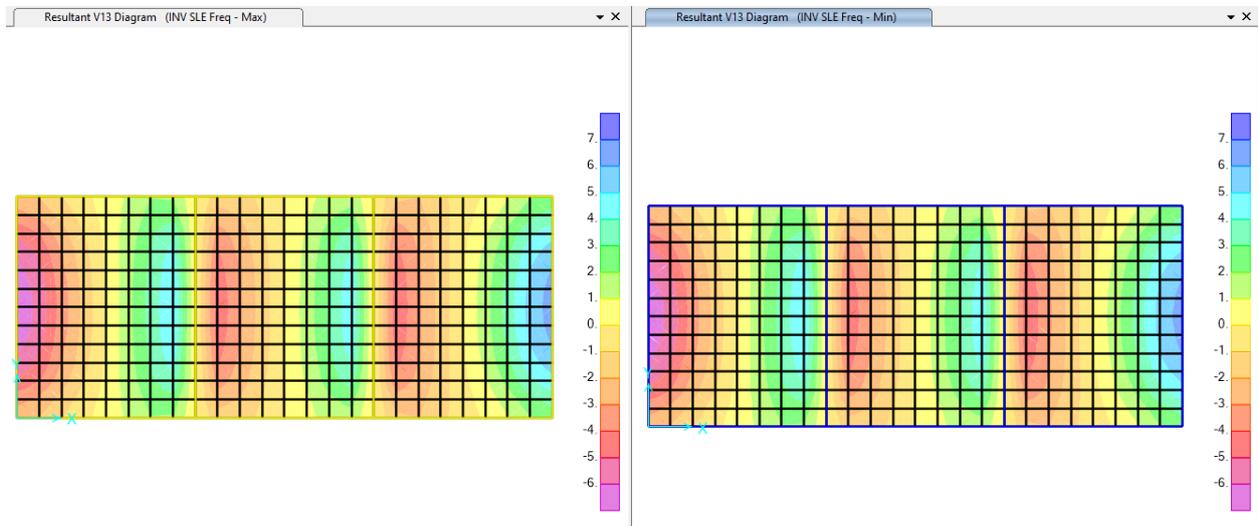


Figura 9.113 - Combinazione SLE_freq – Valori di Taglio V13

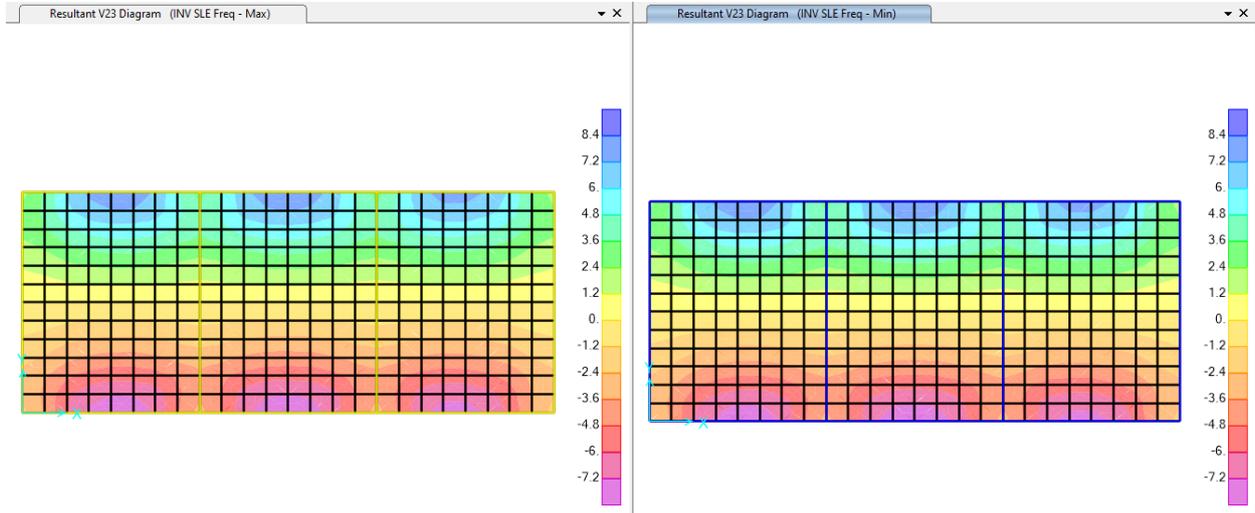


Figura 9.114 - Combinazione SLE_freq – Valori di Taglio V23

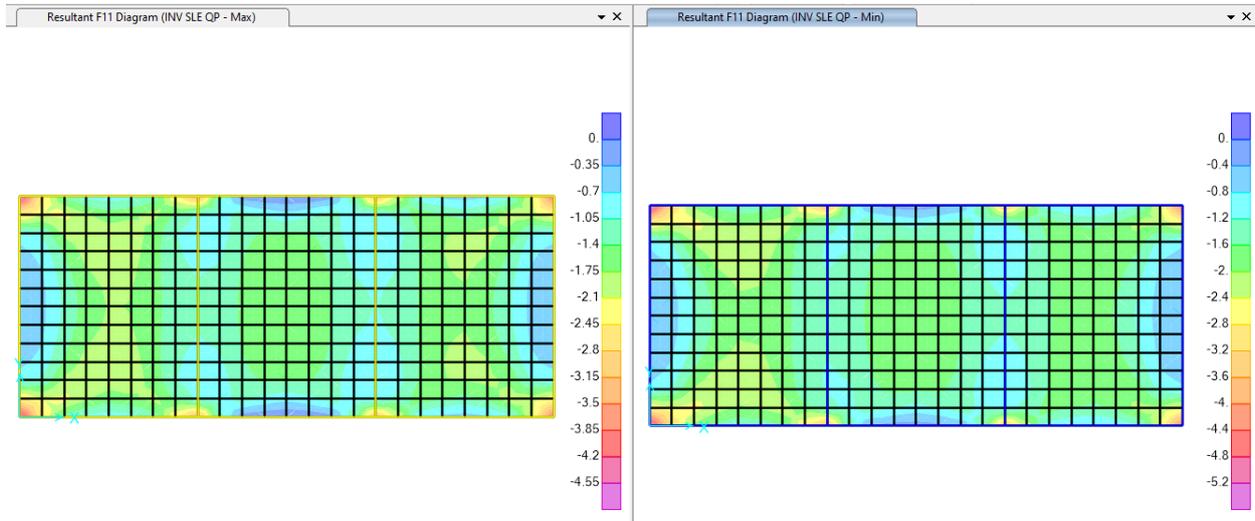


Figura 9.115 - Combinazione SLE_qp– Valori di Sforzo Normale F11

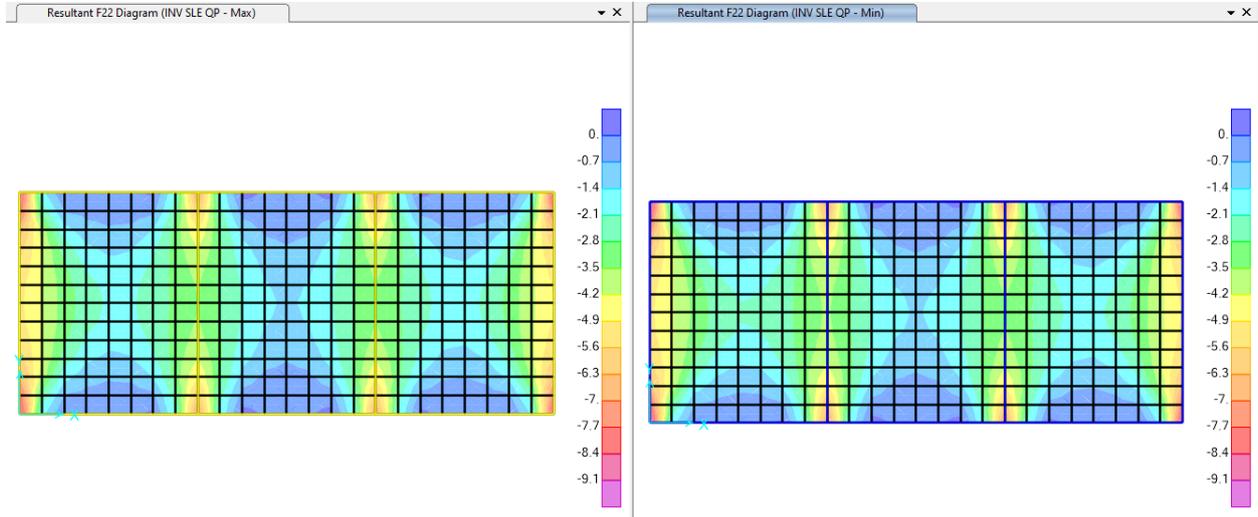


Figura 9.116 - Combinazione SLE_qp – Valori di Sforzo Normale F22

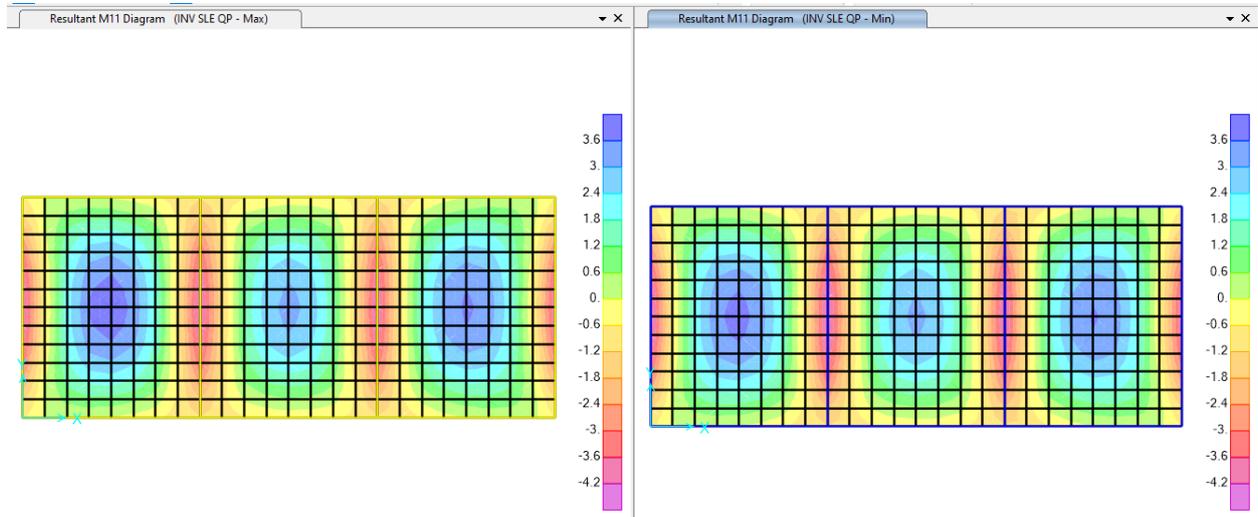


Figura 9.117 - Combinazione SLE_qp – Valori di Momento Flettente M11

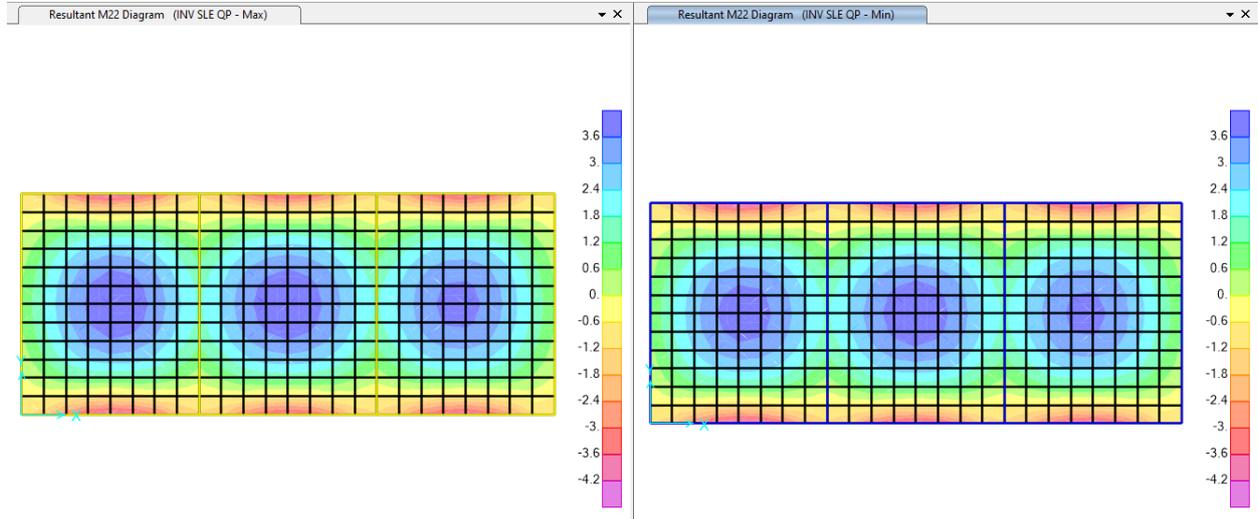


Figura 9.118 - Combinazione SLE_qp– Valori di Momento Flettente M22

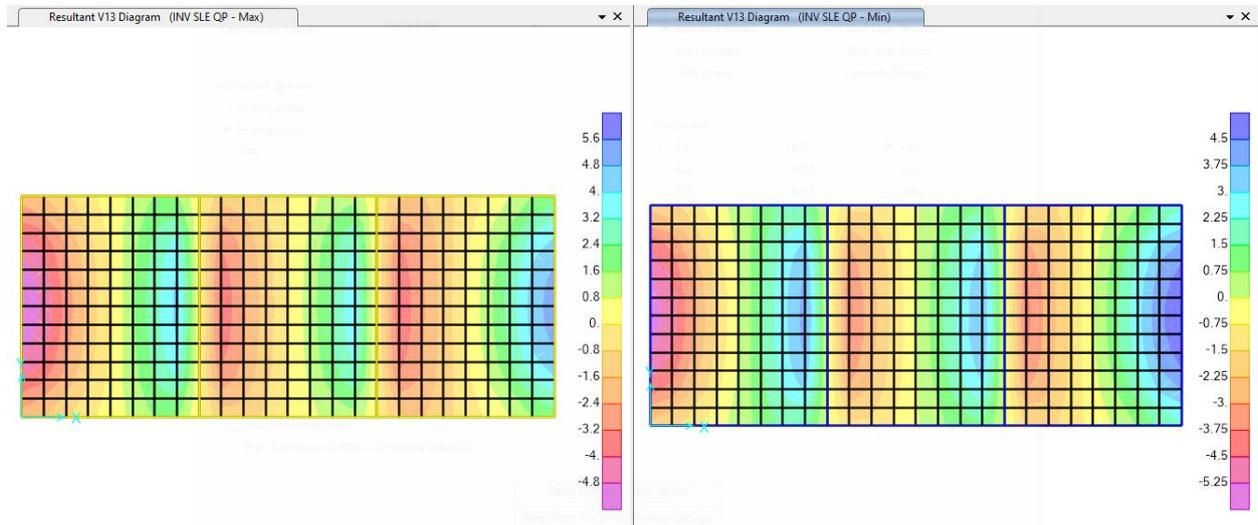


Figura 9.119 - Combinazione SLE_qp – Valori di Taglio V13

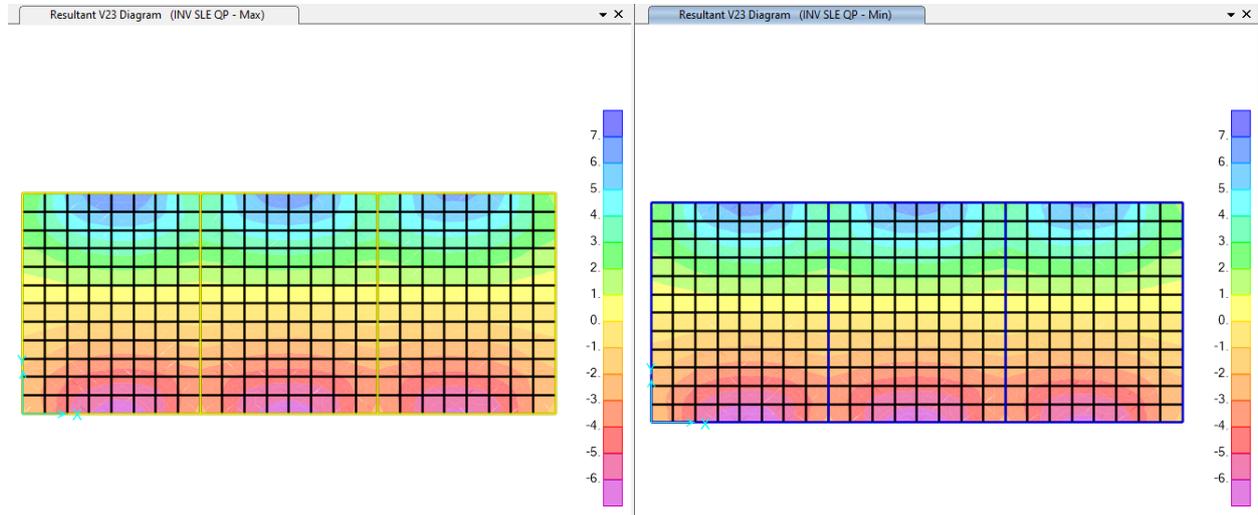


Figura 9.120 - Combinazione SLE_qp – Valori di Taglio V23

9.9 Forze Delle Fascio Di Cemento B60X125 Delle Fondazione

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al colone per le diverse combinazioni di carico considerate.

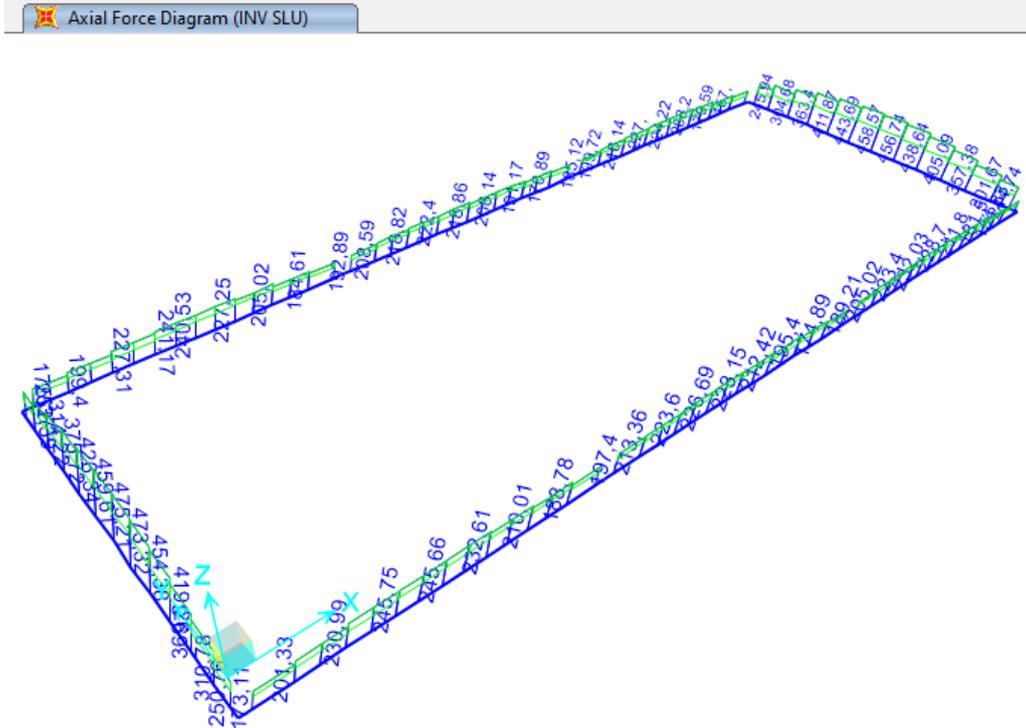


Figura 121 Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 2-2 Diagram (INV SLU)

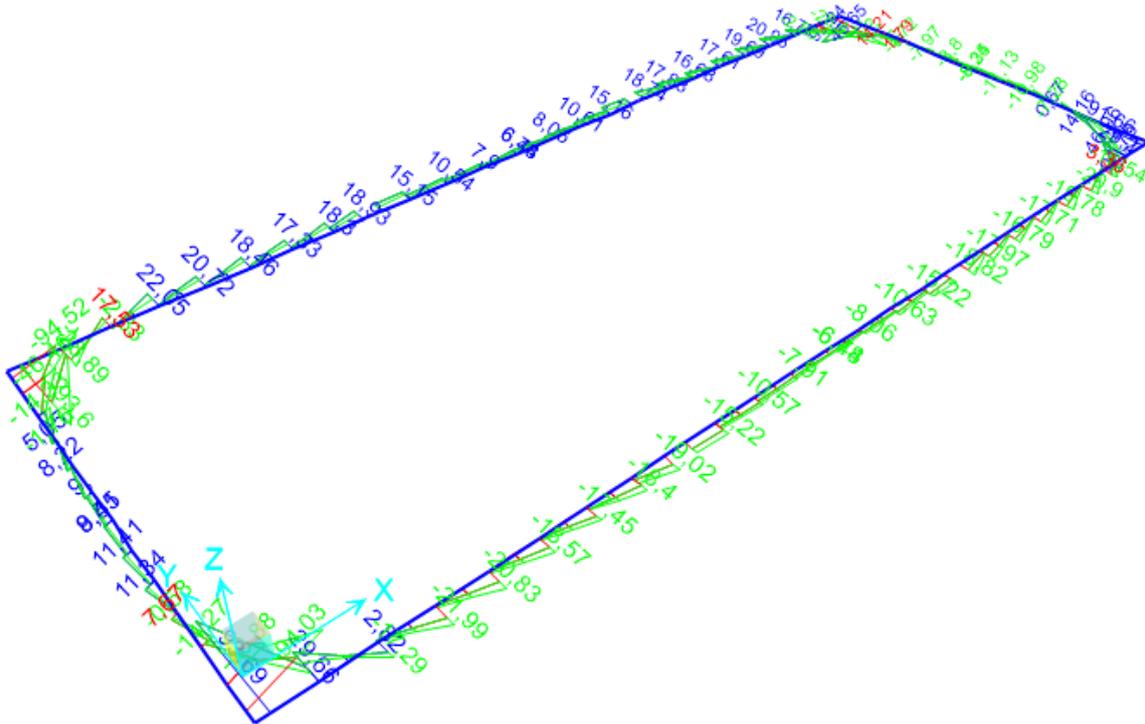


Figura 9.122 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22

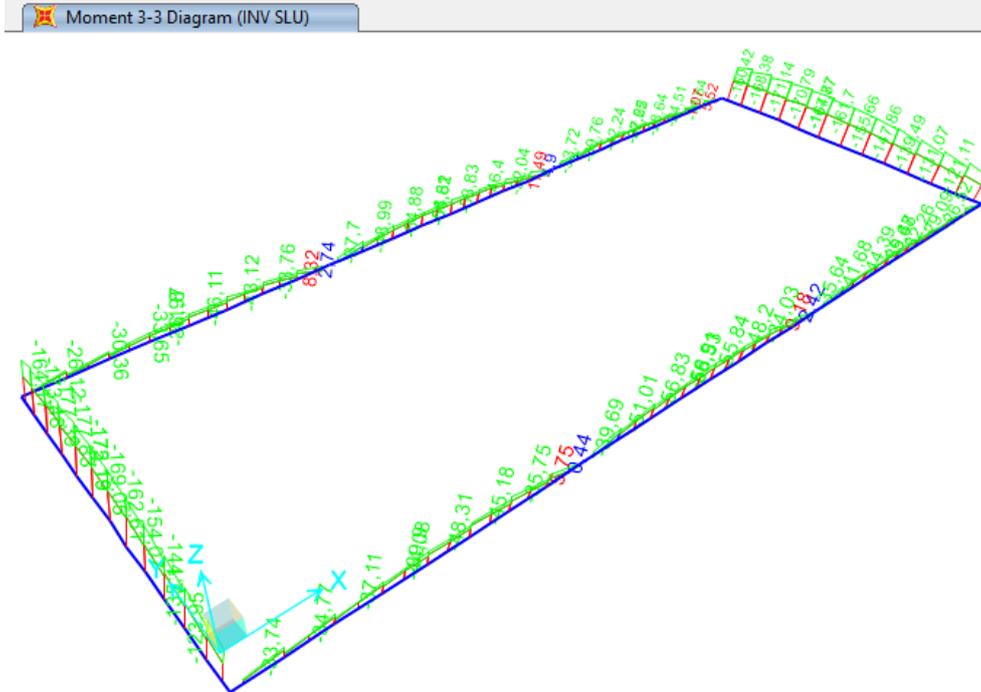


Figura 9.123 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

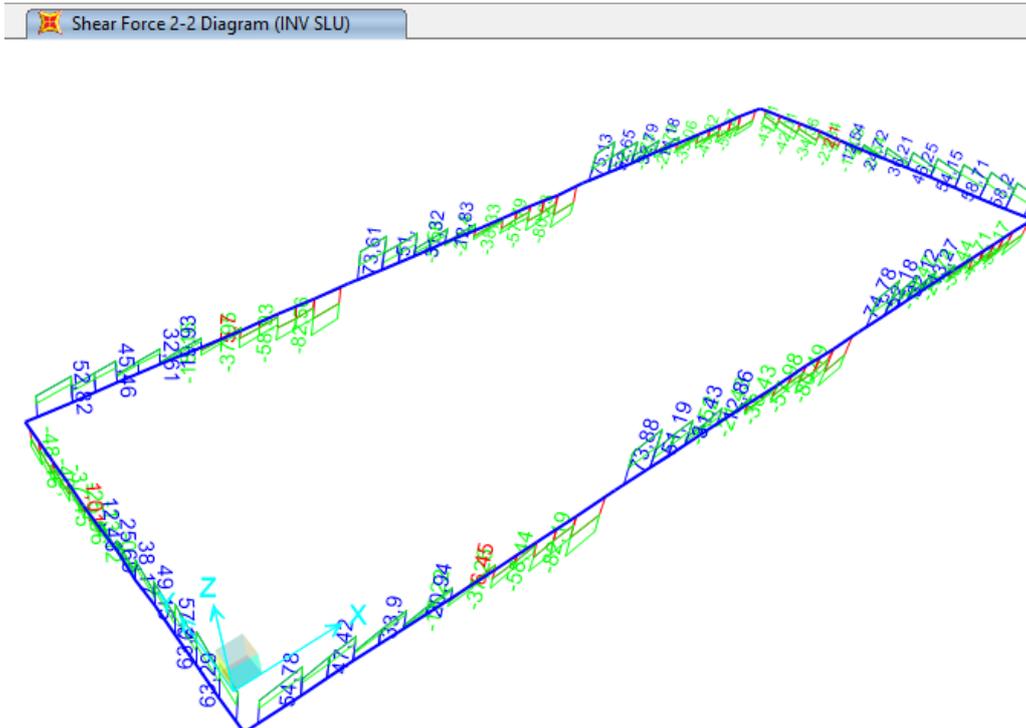


Figura 9.124 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

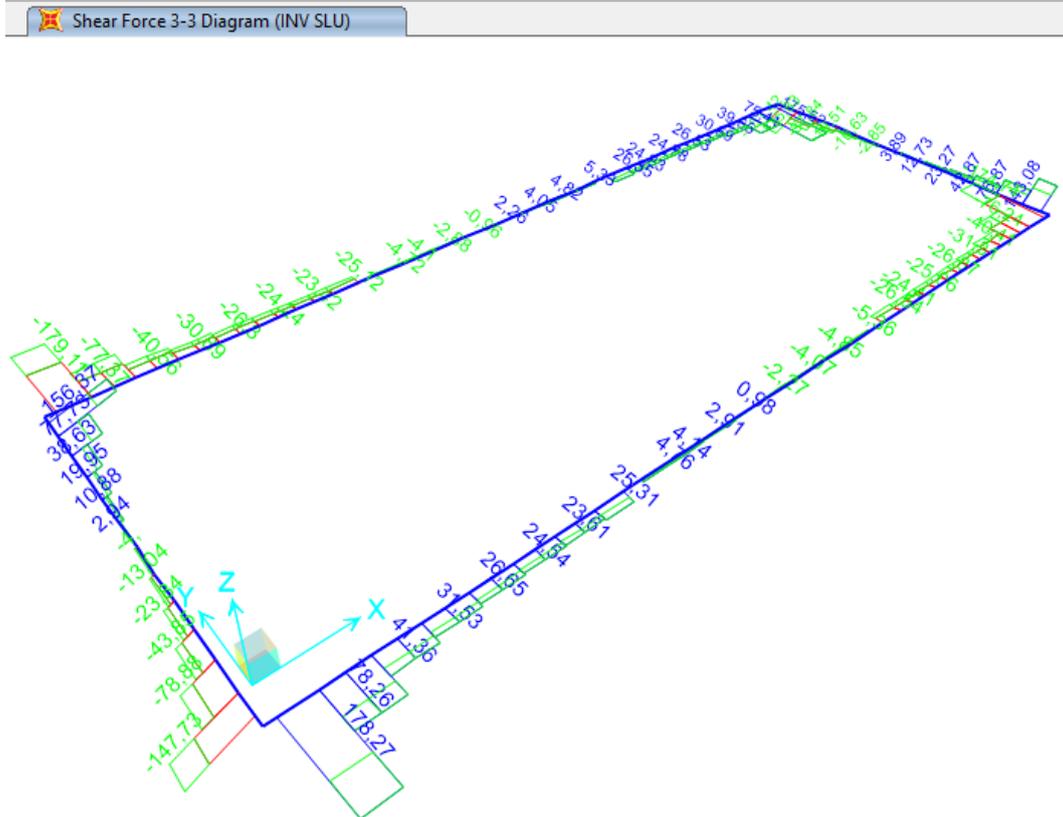


Figura 9.125 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV_SLV - Max/Min)

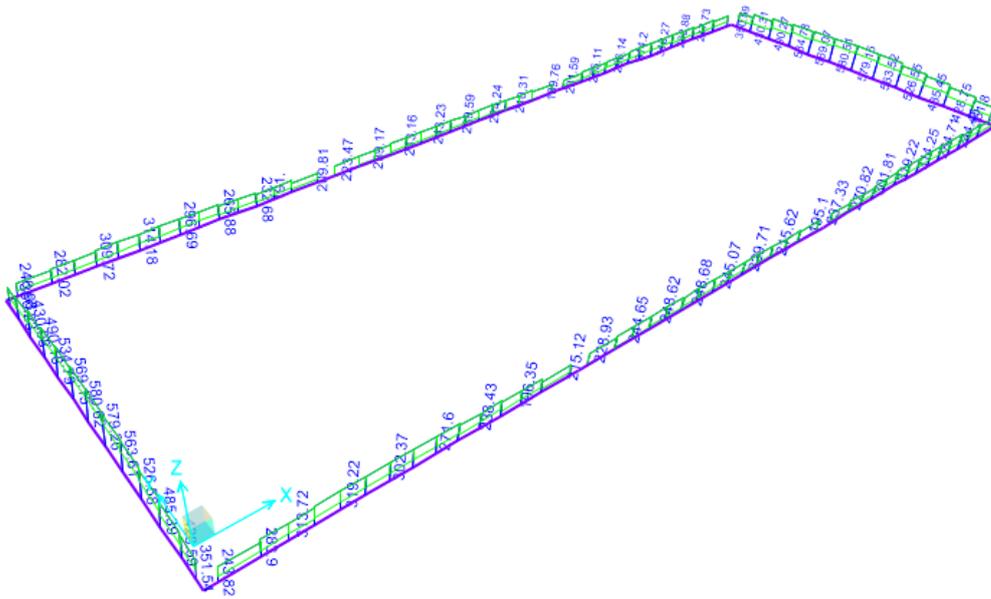


Figura 9.126 Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

Moment 2-2 Diagram (INV_SLV - Max/Min)

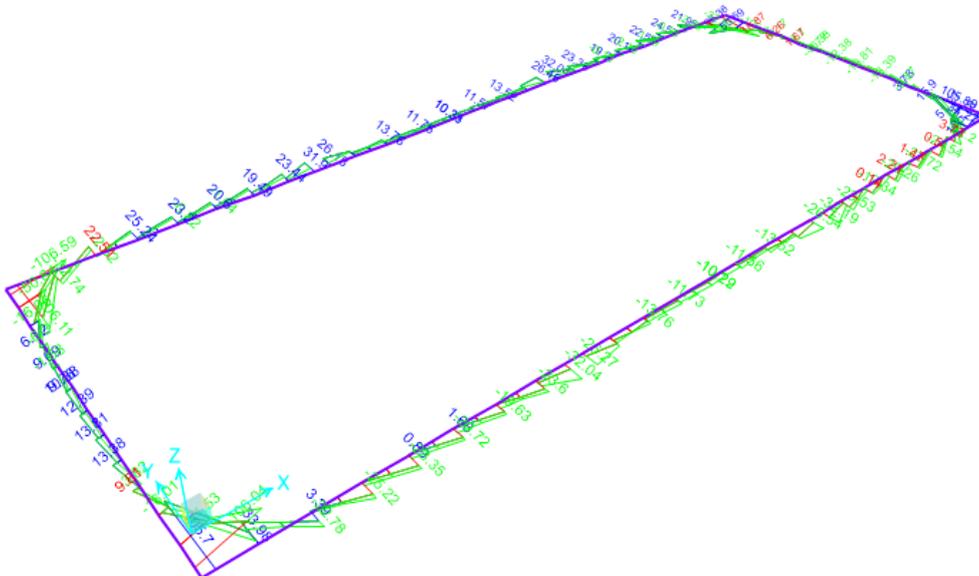


Figura 9.127 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22

Moment 3-3 Diagram (INV_SLV - Max/Min)

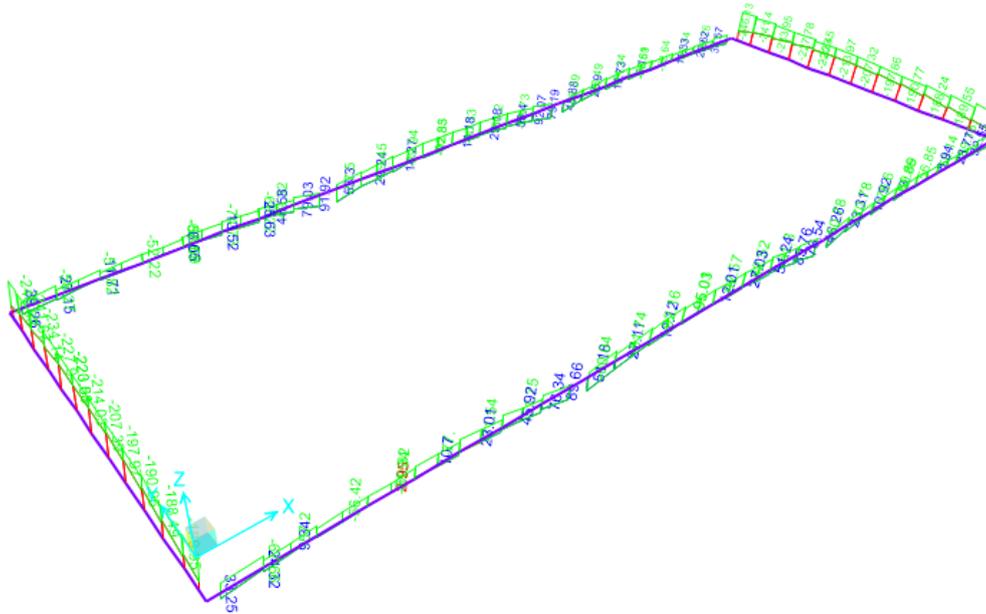


Figura 9.128 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV_SLV - Max/Min)

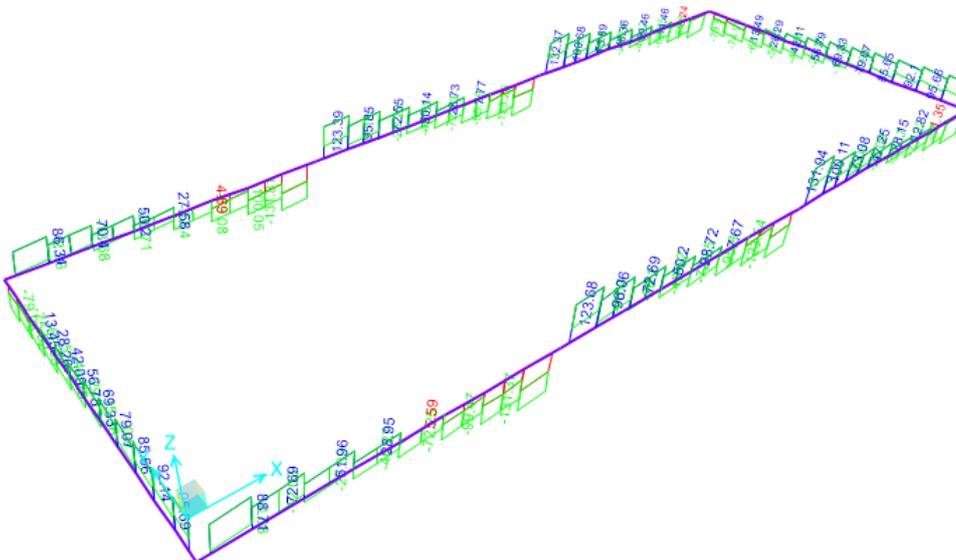


Figura 9.129 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22

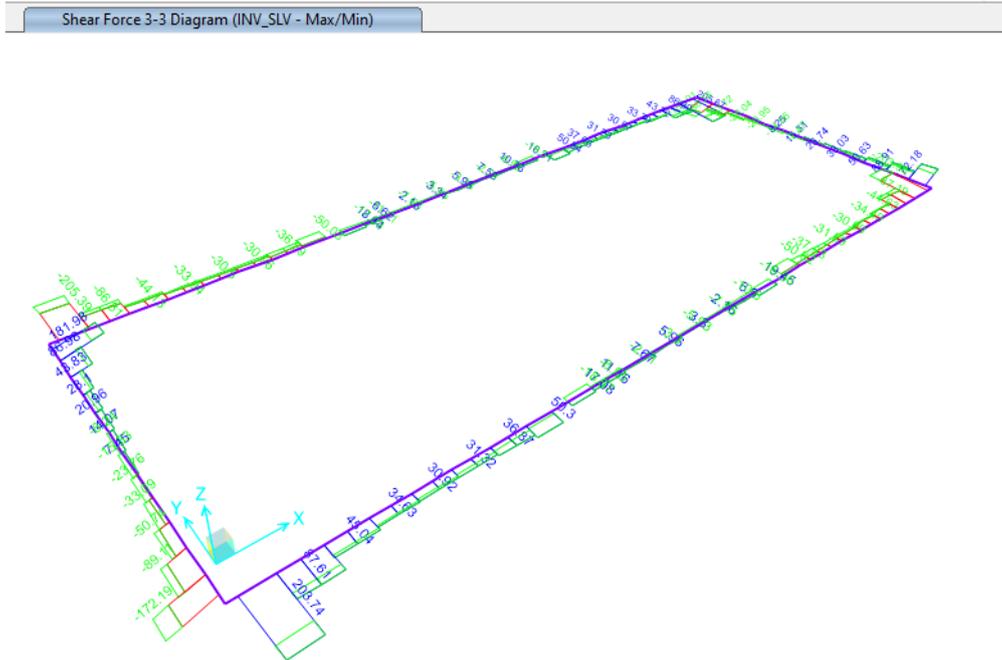


Figura 9.130 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V33

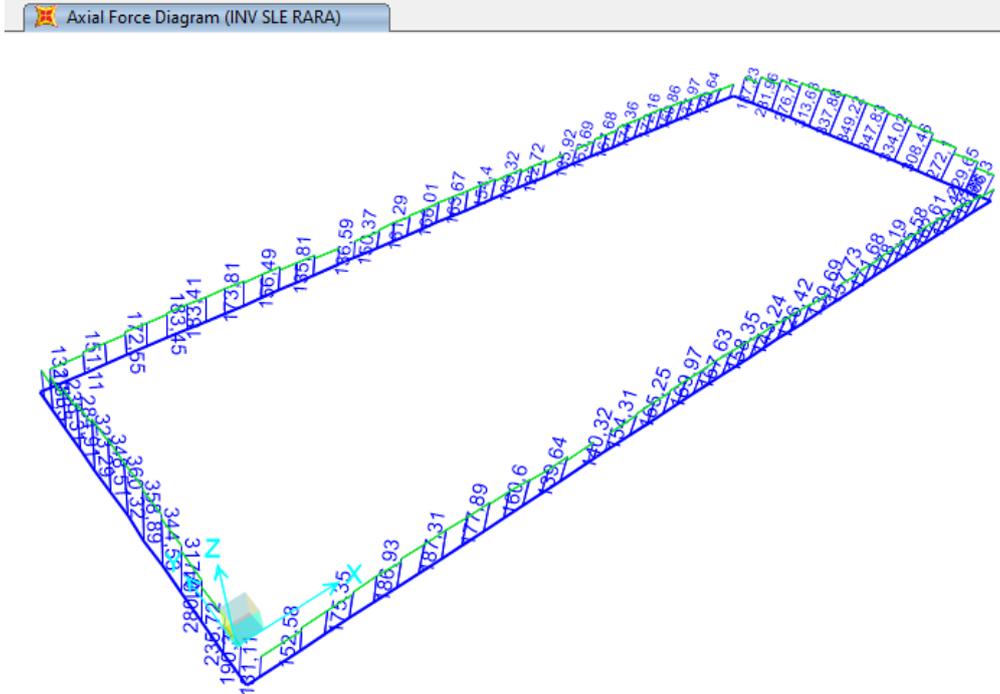


Figura 131 Combinazione SLE- rara – Valori di Sforzo Normale

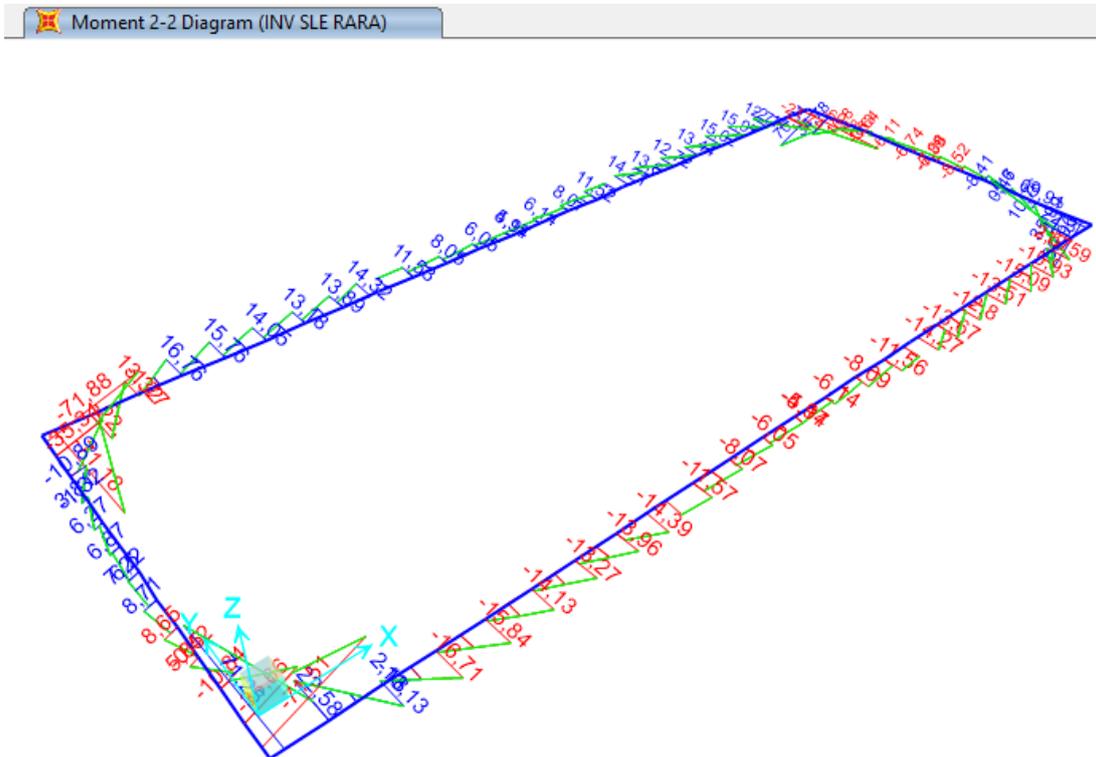


Figura 9.132 - Combinazione SLE-rara – Valori di Momento Flettente M22

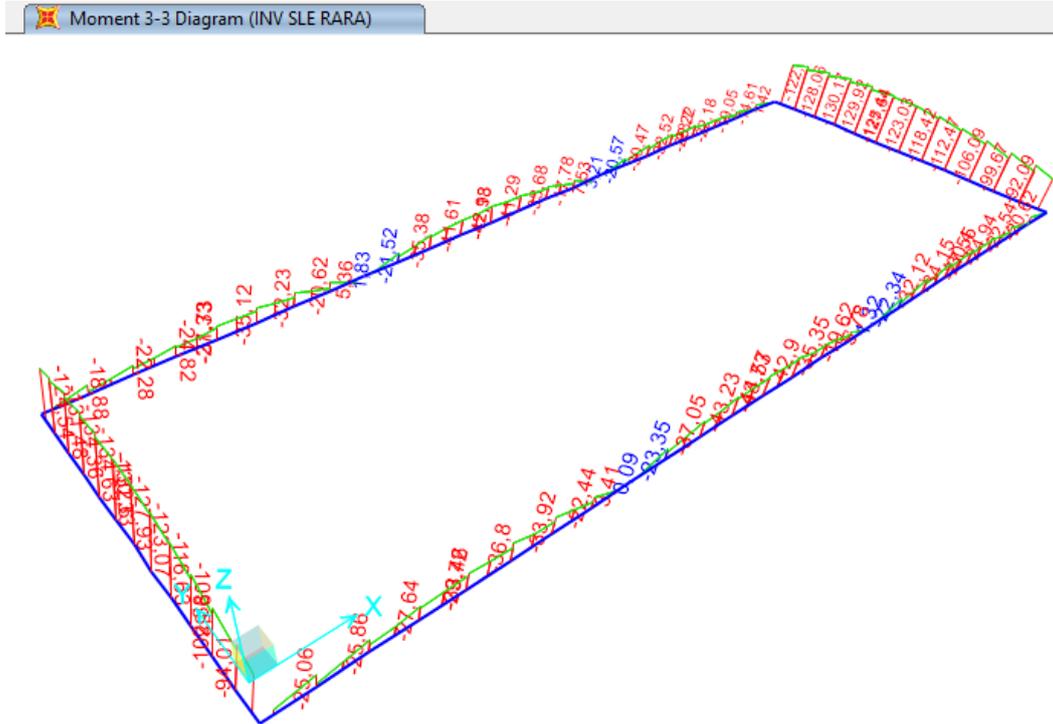


Figura 9.133 - Combinazione SLE-rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE RARA)

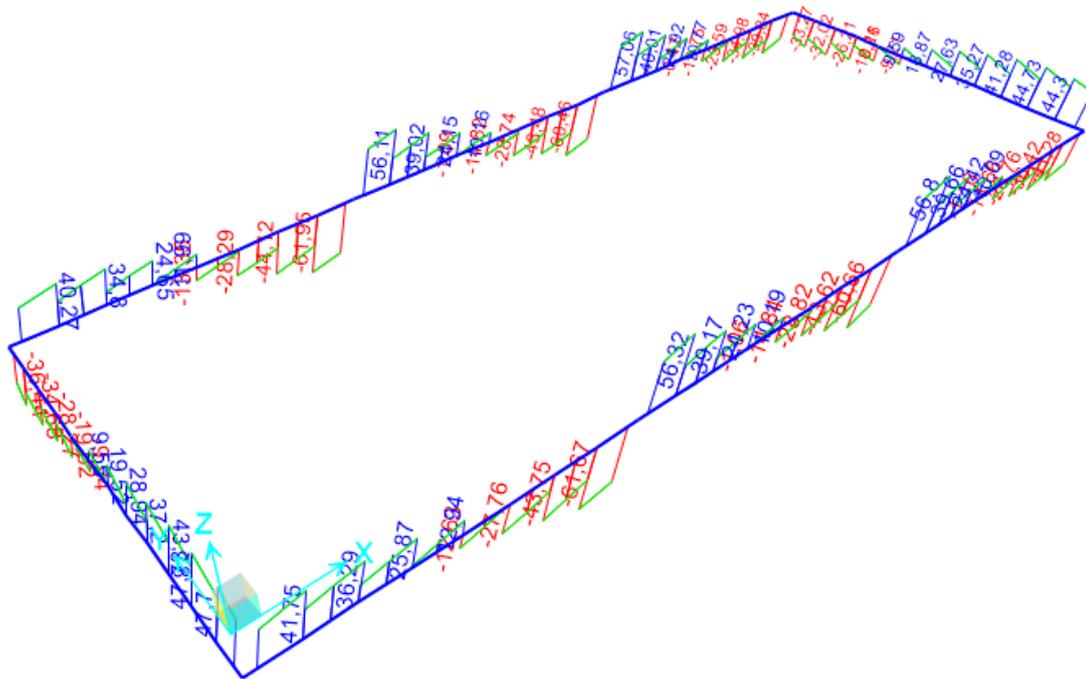


Figura 9.134 - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo di Taglio V22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE RARA)

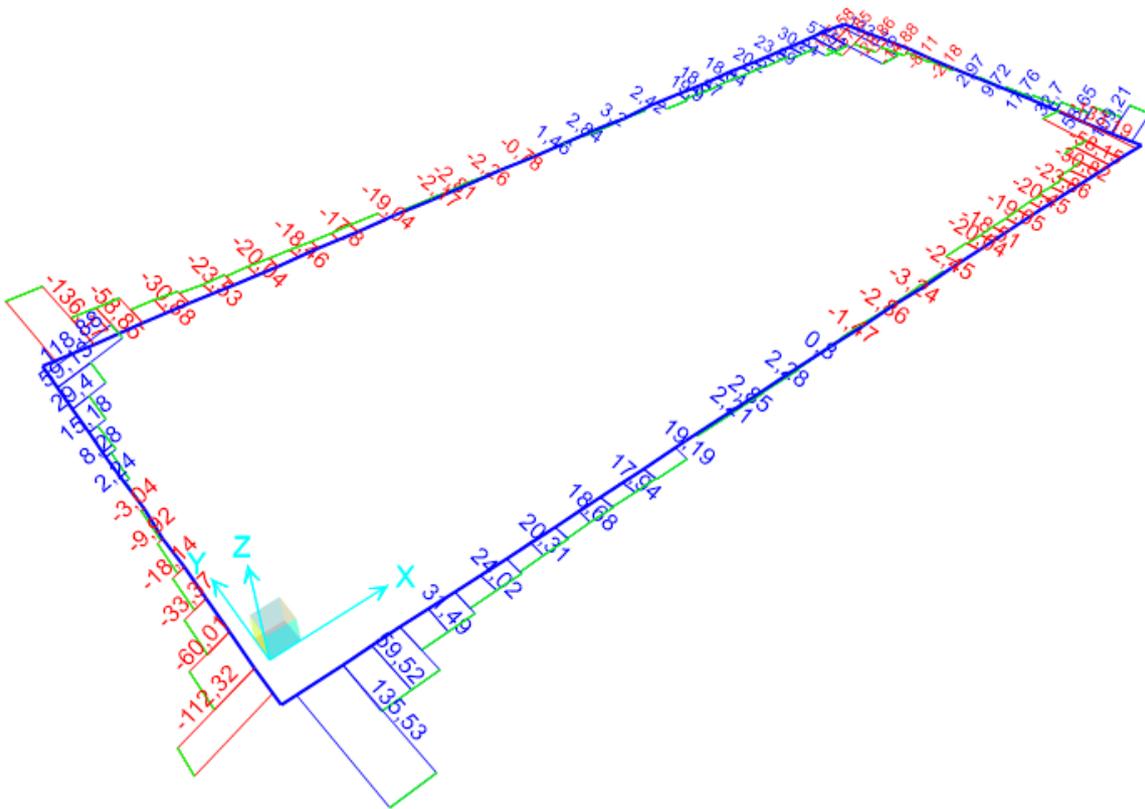


Figura 9.135 - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo di Taglio V33

 Axial Force Diagram (INV SLE Freq)

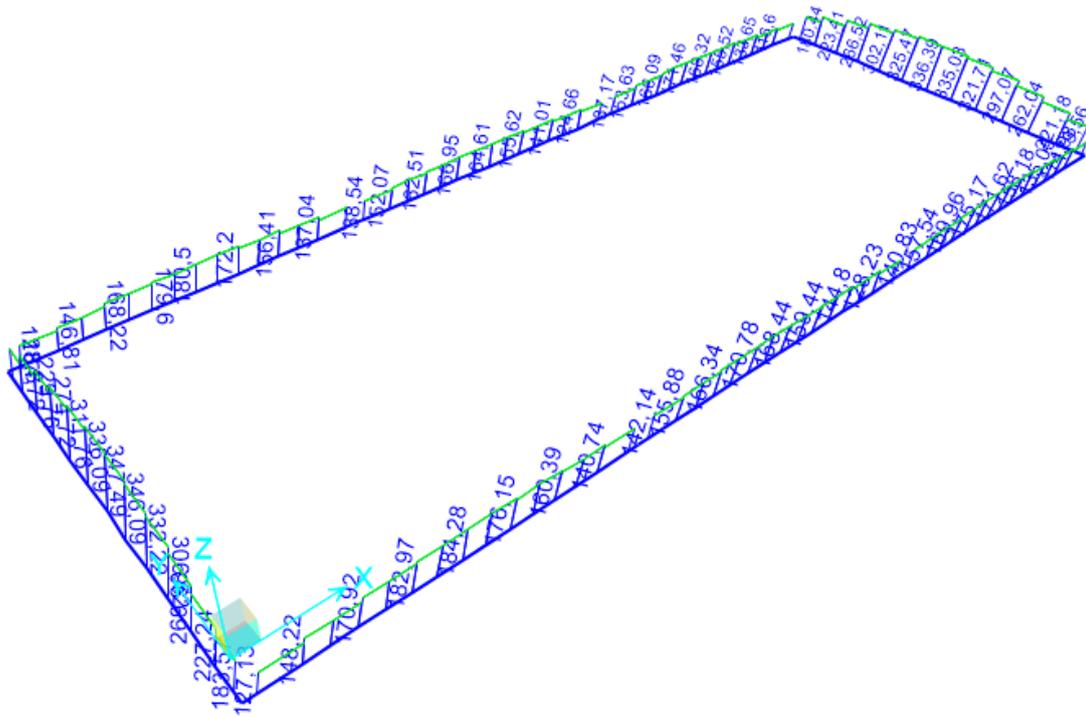


Figura 9.136 Combinazione SLE-F – Valori di Sforzo Normale

Moment 2-2 Diagram (INV SLE Freq)

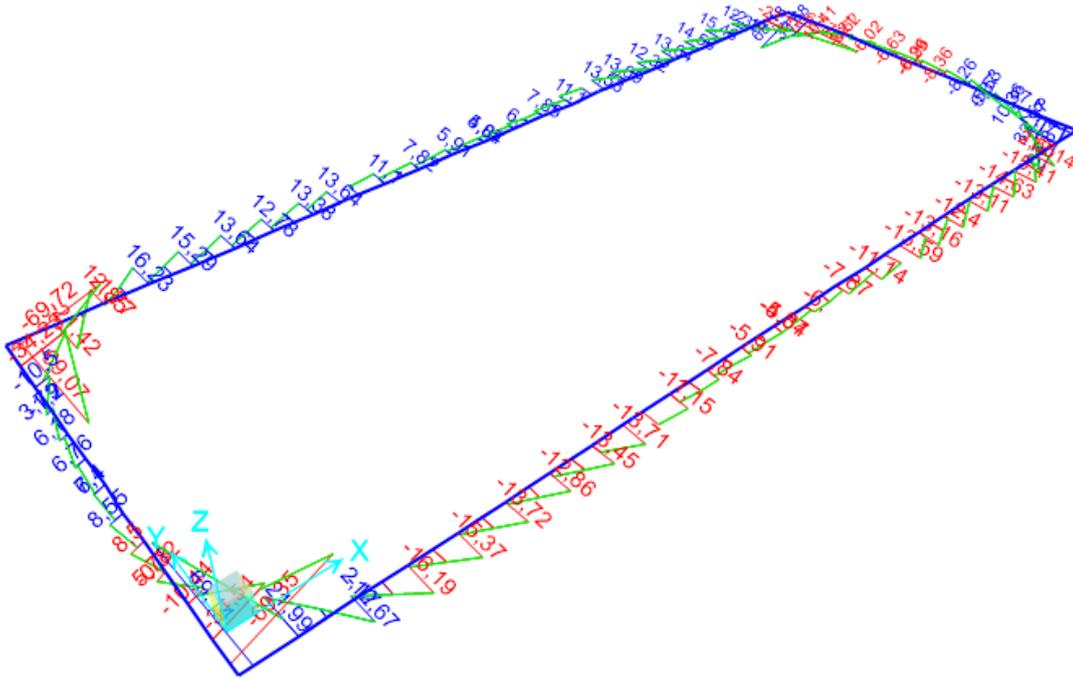


Figura 9.137 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Momento Flettente M22

Moment 3-3 Diagram (INV SLE Freq)

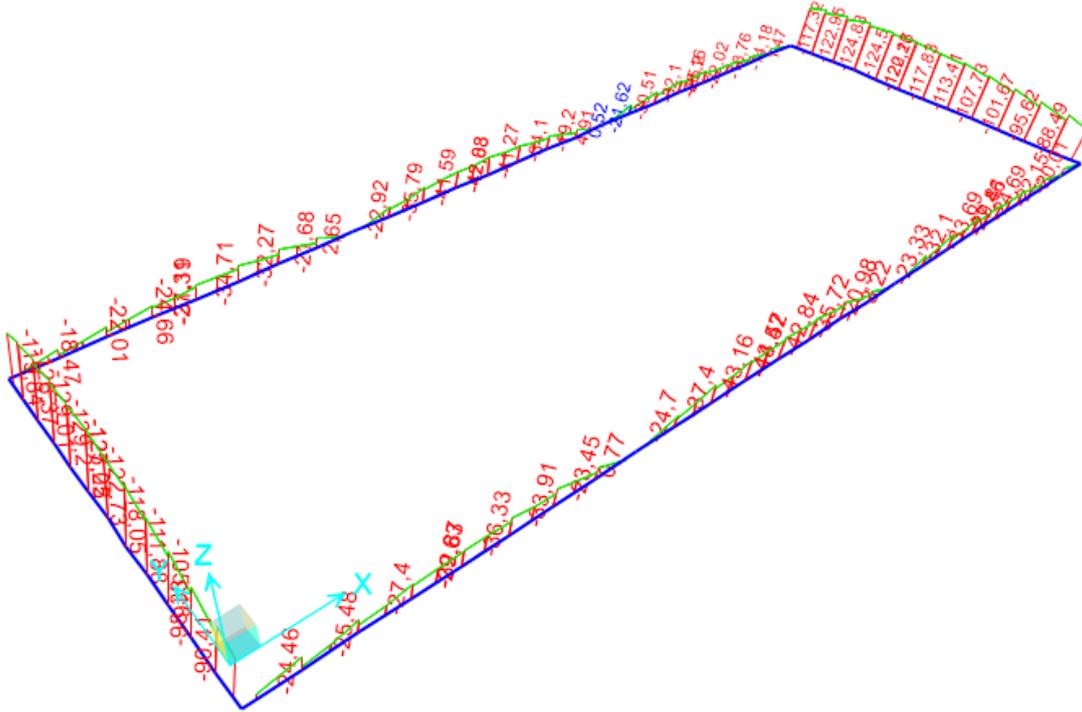


Figura 9.138 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE Freq)

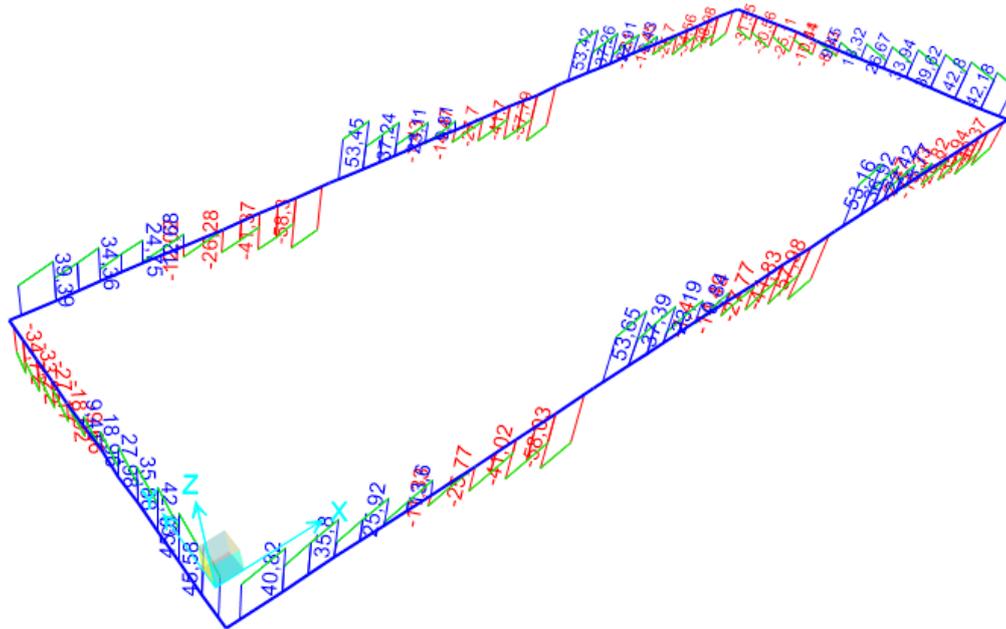


Figura 9.139 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo di Taglio V22

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE Freq)

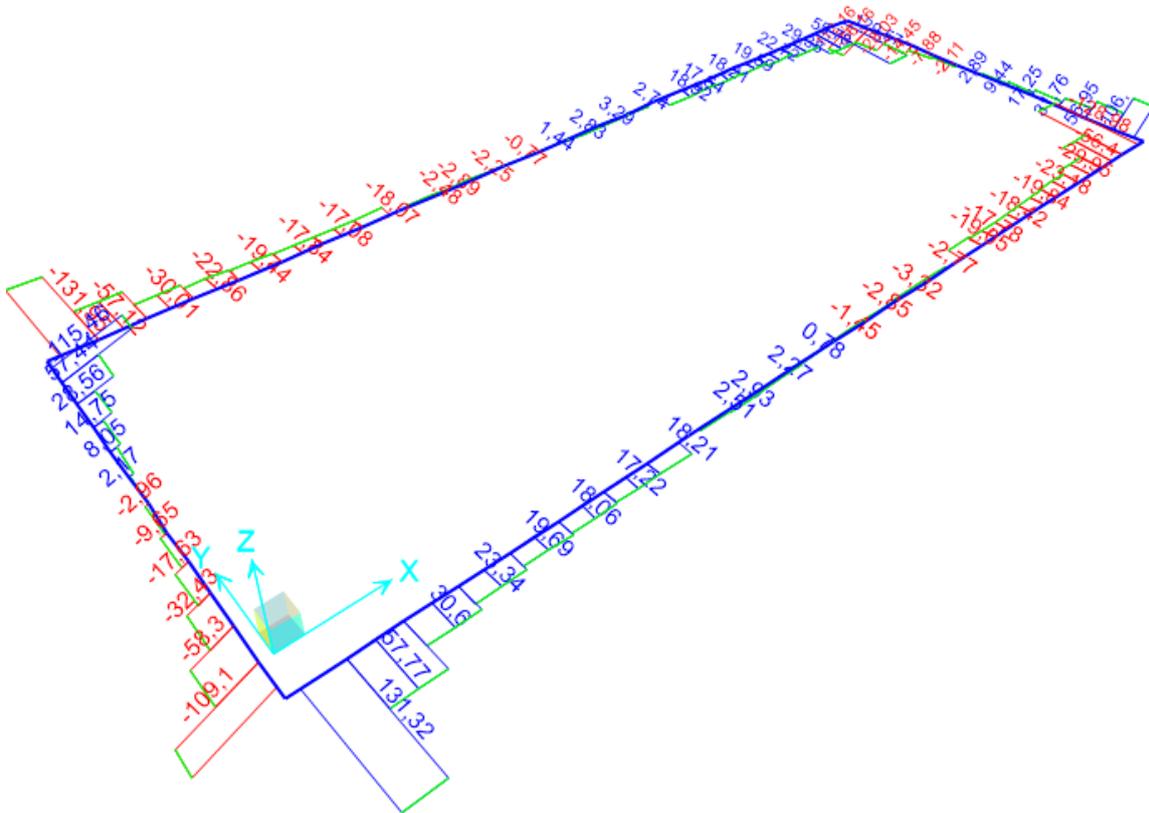


Figura 9.140 - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo di Taglio V33

 Axial Force Diagram (INV SLE QP)

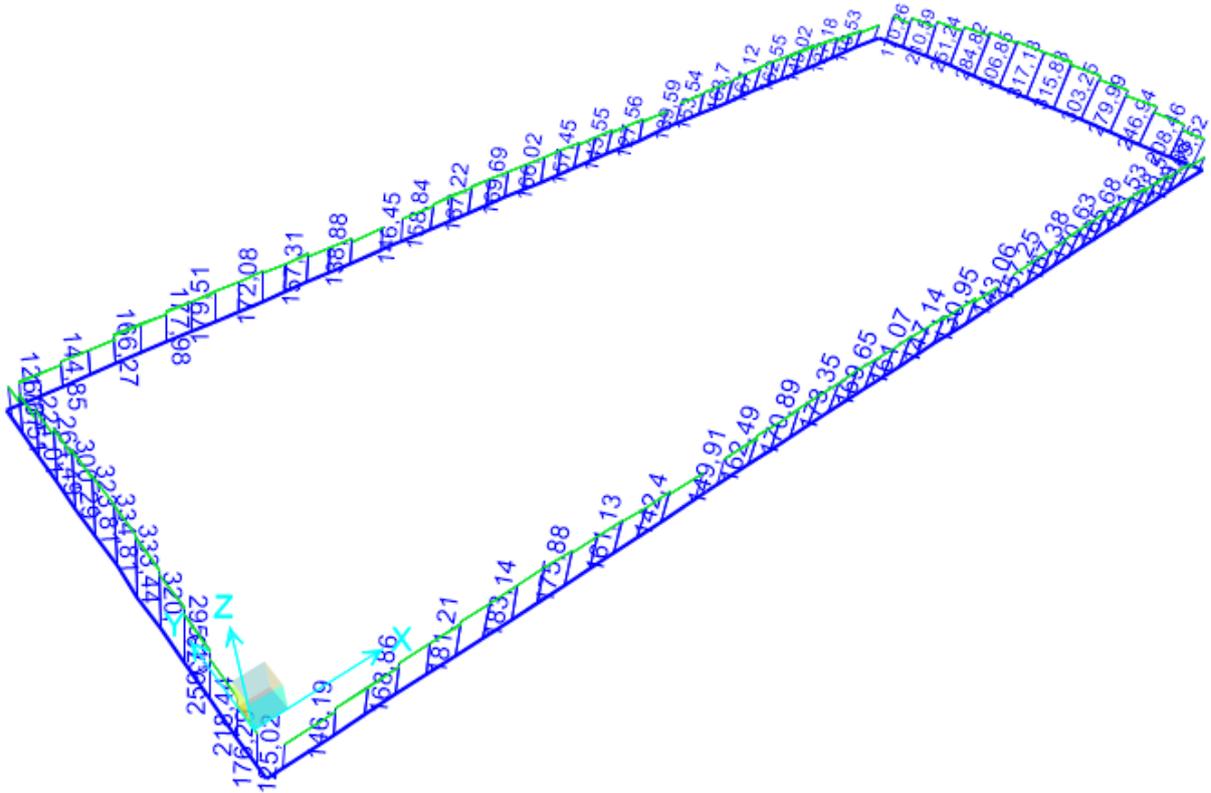


Figura 9.141 - Combinazione SLE-Quasi permanent – Valori di Sforzo Normale

Moment 2-2 Diagram (INV SLE QP)

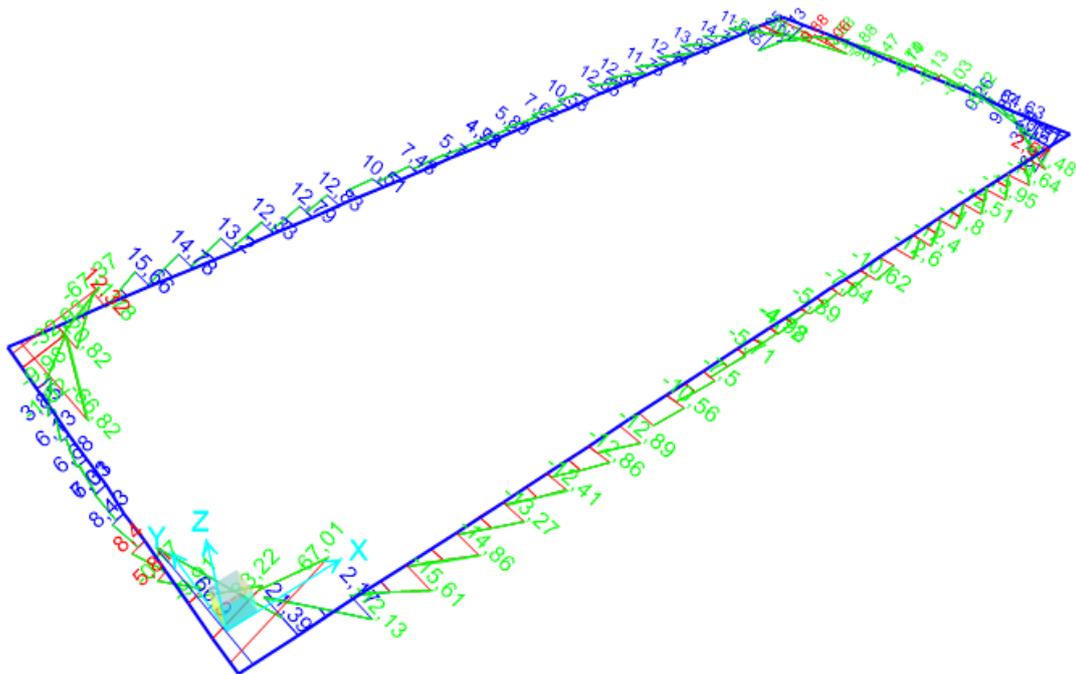


Figura 9.142 - Combinazione SLE-quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22

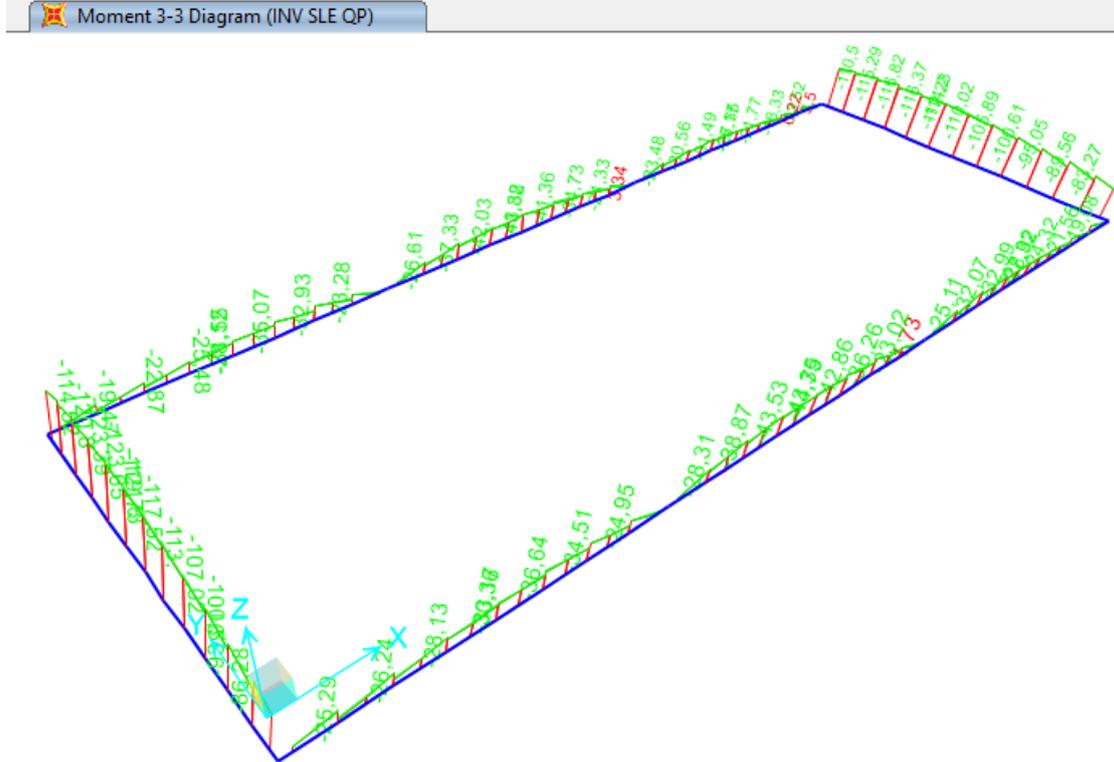


Figura 9.143 - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV SLE QP)

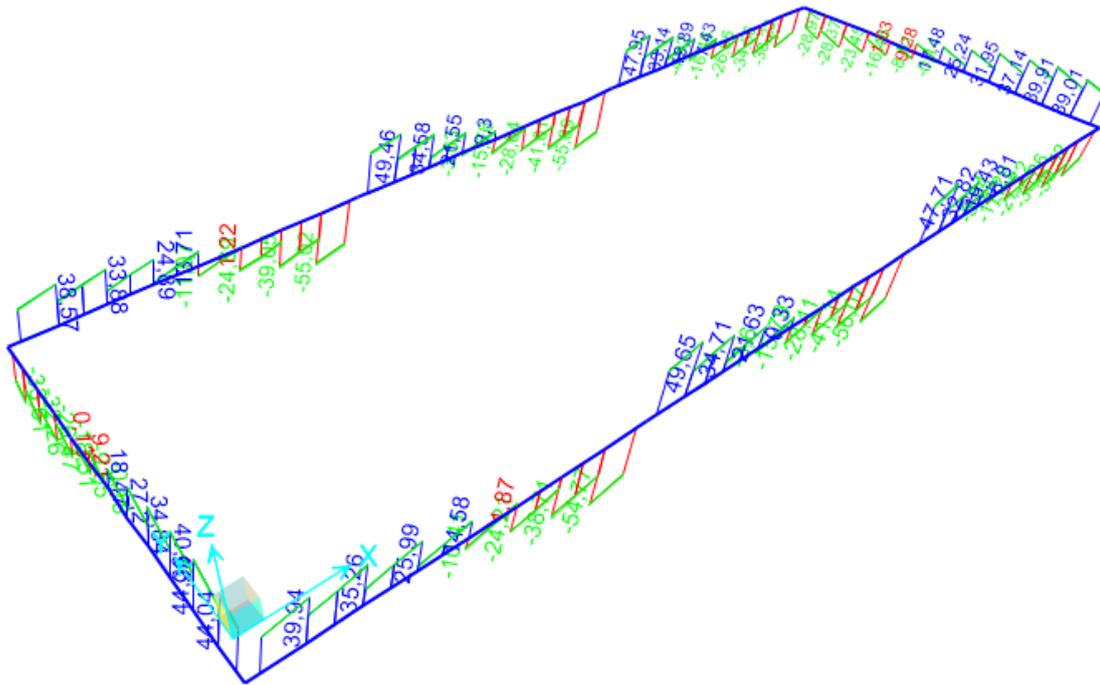


Figura 9.144 - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Sforzo di Taglio V22

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>178 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	178 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	178 di 273								

Shear Force 3-3 Diagram (INV SLE QP)

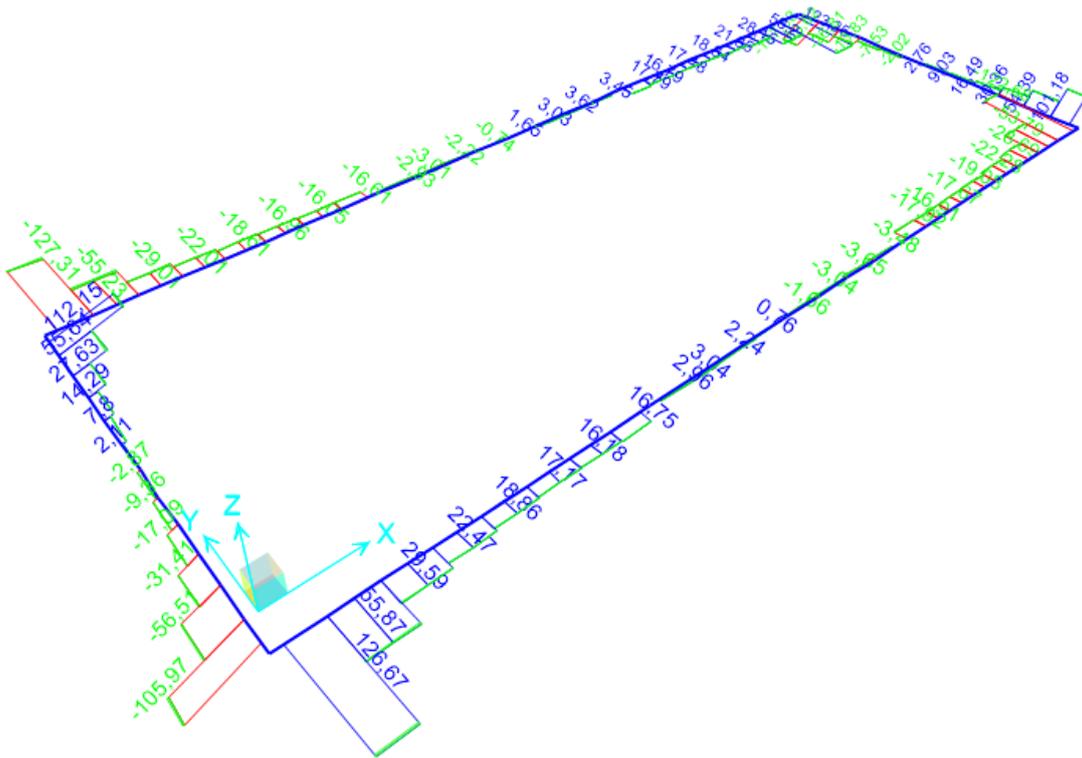


Figura 9.145 - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Sforzo di Taglio V33

9.10 Platea di Fondazione

I valori di riferimento per le verifiche a flessione e a taglio della platea non sono i valori massimi, che si verificano in corrispondenza delle nervature di irrigidimento, ma devono essere valutati rispettivamente a 60 cm dai fili strutturali esterni e a 30 cm da quelli interni, in corrispondenza dell'interfaccia fra la nervatura stessa e la platea. Tenendo conto che agli elementi *shell* della platea è stata imposta una suddivisione in elementi con lato massimo di 30 cm, per il dimensionamento della platea si considerano i valori massimi che interessano i soli elementi *shell* evidenziati in ciano nella figura sottostante.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

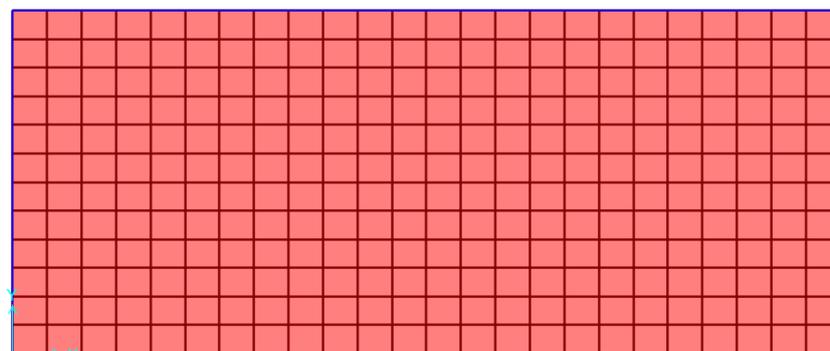


Figura 9.146 –

I valori massimi e minimi dei momenti flettenti per la platea di fondazione per le combinazioni considerate sono riepilogati nella seguente tabella:

M11 max	SLU_TOT_fond_A1	166	48,11	kNm/m	M11 min	SLU_TOT_fond_A1	337	-18,00	kNm/m
	SLV_TOT_fond	166	44,76	kNm/m		SLV_TOT_fond	337	-17,83	kNm/m
M22 max	SLU_TOT_fond_A1	166	40,66	kNm/m	M22 min	SLU_TOT_fond_A1	844	-39,69	kNm/m
	SLV_TOT_fond	639	42,00	kNm/m		SLV_TOT_fond	182	-36,29	kNm/m
M11 max	SLE_r_TOT_fond	166	36,09	kNm/m	M11 min	SLE_r_TOT_fond	1183	-13,46	kNm/m
	SLE_f_TOT_fond	166	33,44	kNm/m		SLE_f_TOT_fond	337	-12,48	kNm/m
	SLE_qp_TOT_fond	166	32,38	kNm/m		SLE_qp_TOT_fond	337	-11,90	kNm/m
M22 max	SLE_r_TOT_fond	166	30,50	kNm/m	M22 min	SLE_r_TOT_fond	844	-29,69	kNm/m
	SLE_f_TOT_fond	166	28,32	kNm/m		SLE_f_TOT_fond	844	-27,42	kNm/m
	SLE_qp_TOT_fond	166	27,78	kNm/m		SLE_qp_TOT_fond	886	-26,97	kNm/m

Si riportano di seguito le immagini che illustrano la distribuzione dei momenti flettenti e del taglio negli elementi tipo *shell* costituenti la platea per le combinazioni di carico agli SLU e SLV.

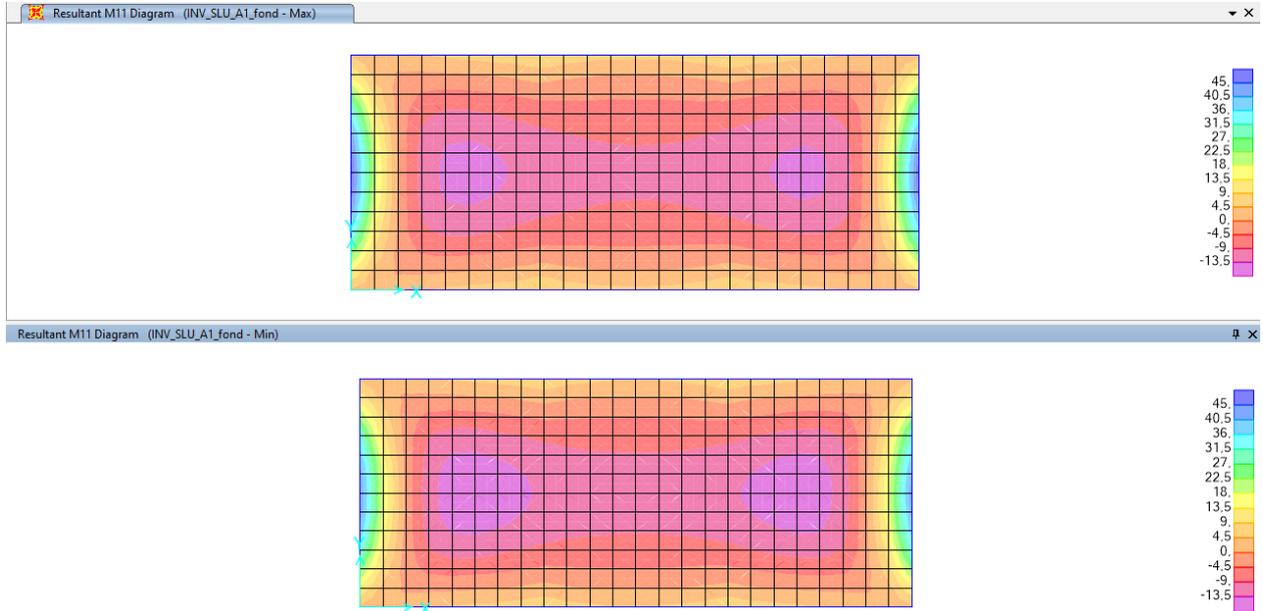


Figura 9.147 – Distribuzione dei Momenti Flettenti M11 - Combinazione SLU_TOT_fond_A1

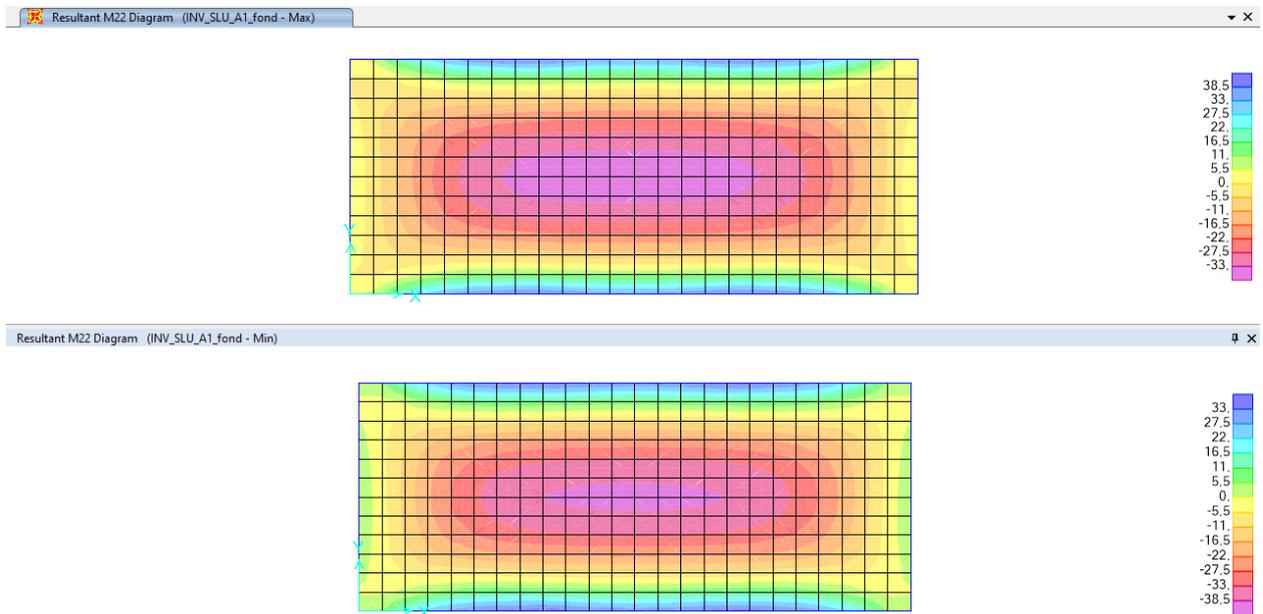


Figura 9.148 – Distribuzione dei Momenti Flettenti M22 - Combinazione SLU_TOT_fond_A1

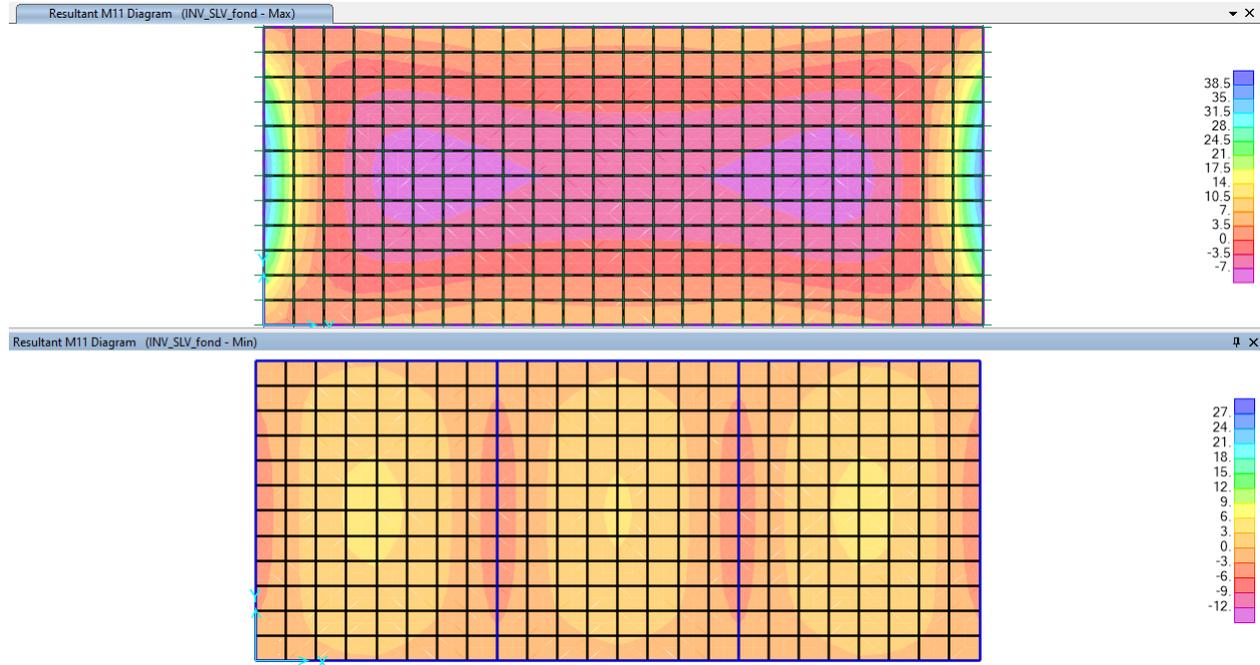


Figura 9.149 – Distribuzione dei Momenti Flettenti M11 - Combinazione SLV_TOT_fond

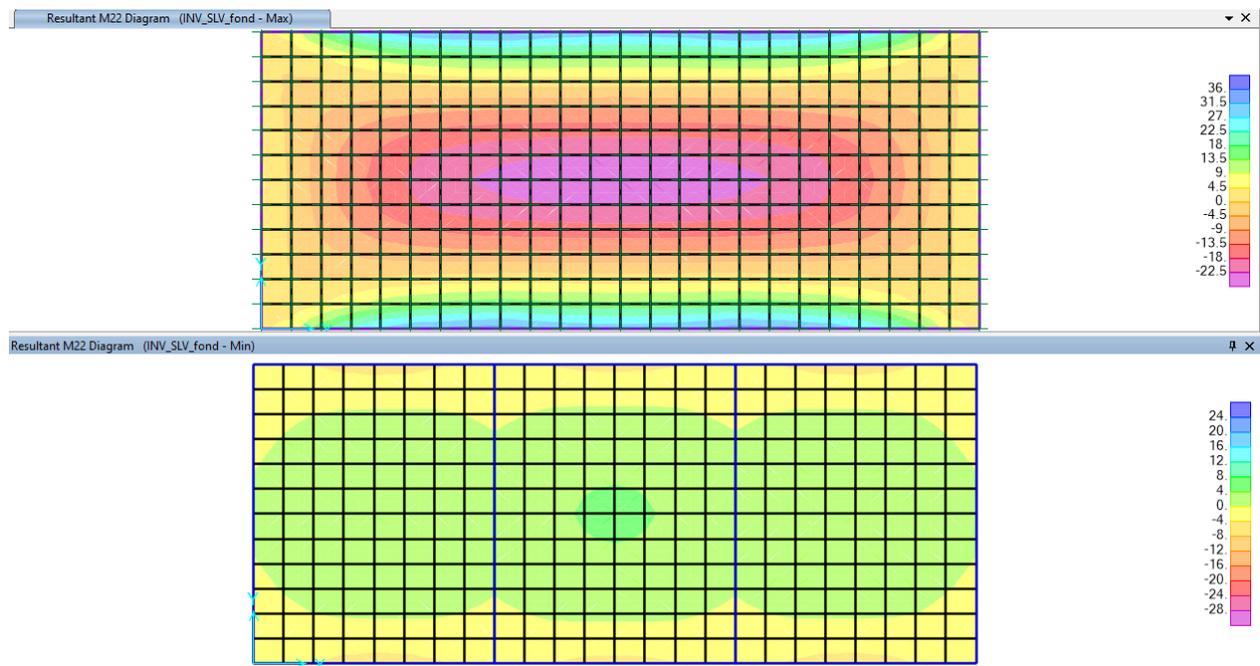


Figura 9.150 – Distribuzione dei Momenti Flettenti M22 - Combinazione SLV_TOT_fond

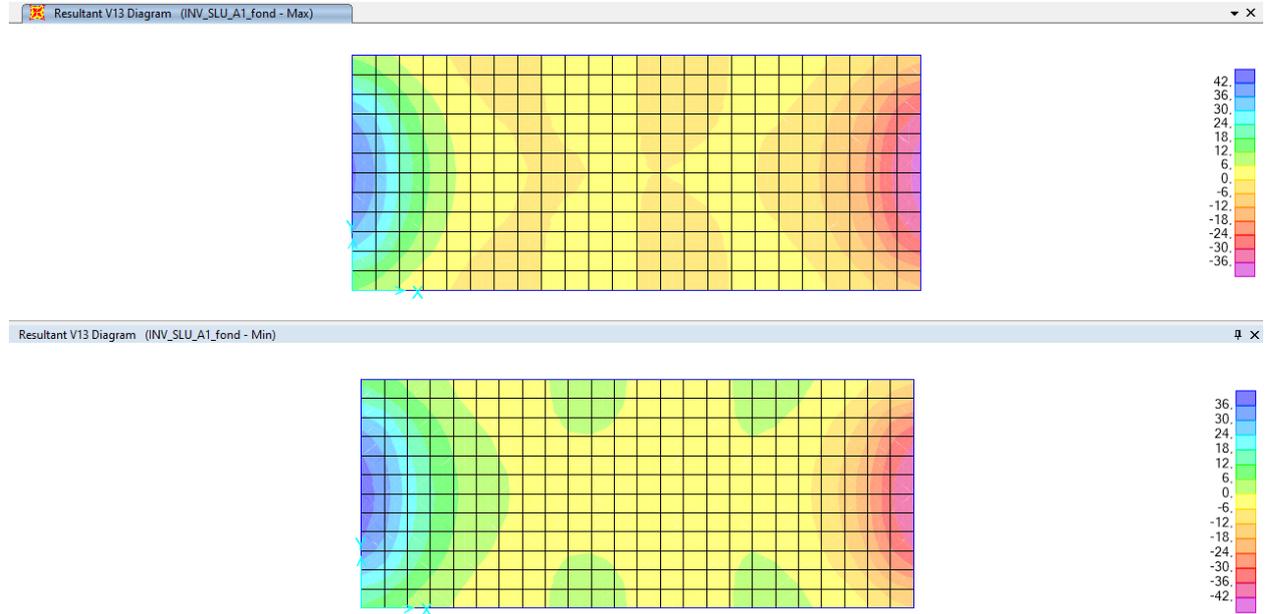


Figura 9.151 – Distribuzione dei Taglio V13 - Combinazione SLU_TOT_fond_A1

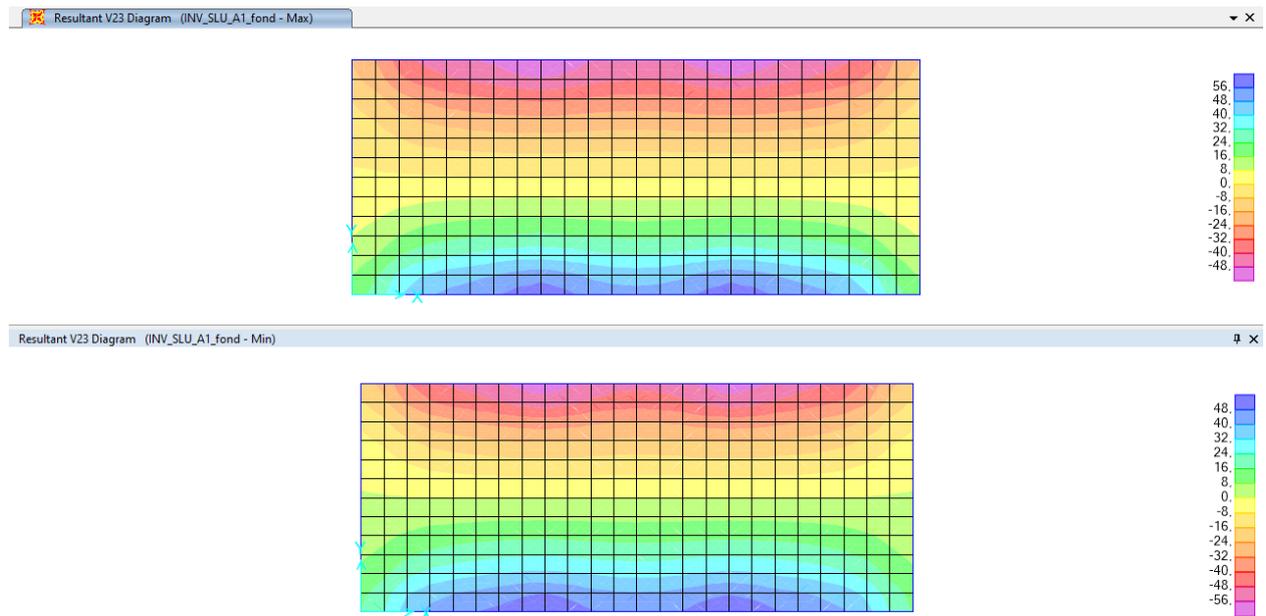


Figura 9.152 – Distribuzione dei Taglio V23 - Combinazione SLU_TOT_fond_A1

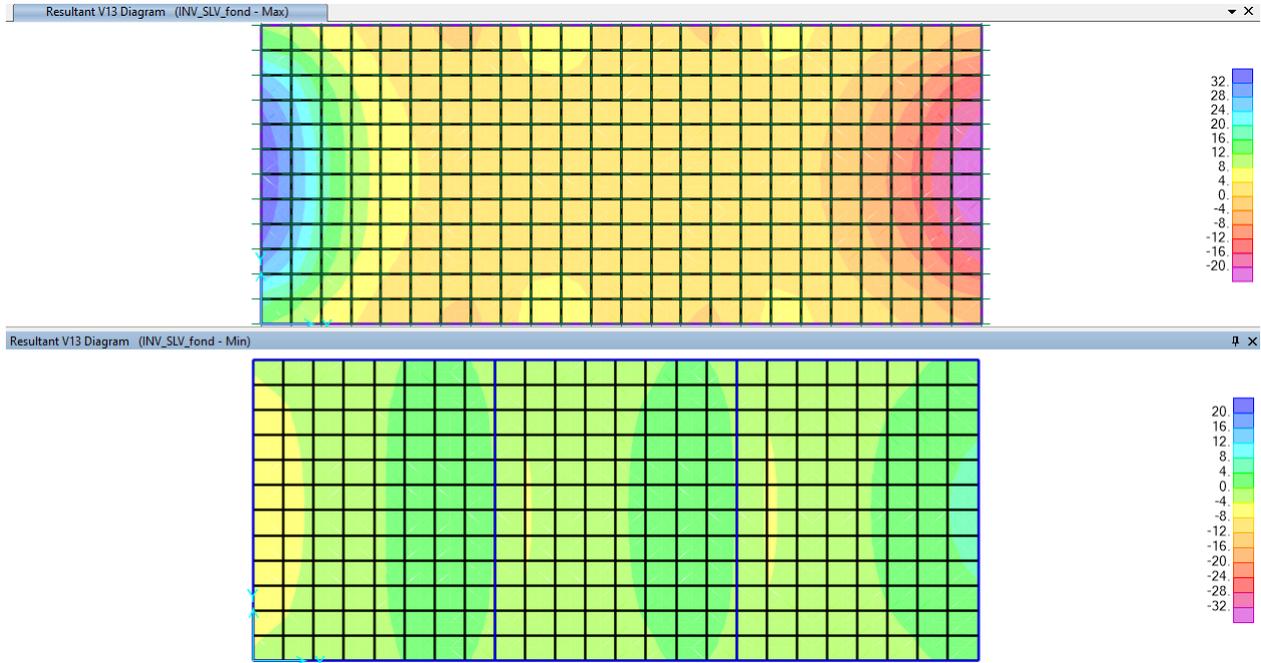


Figura 9.153 – Distribuzione dei Taglio V13 - Combinazione SLV_TOT_fond

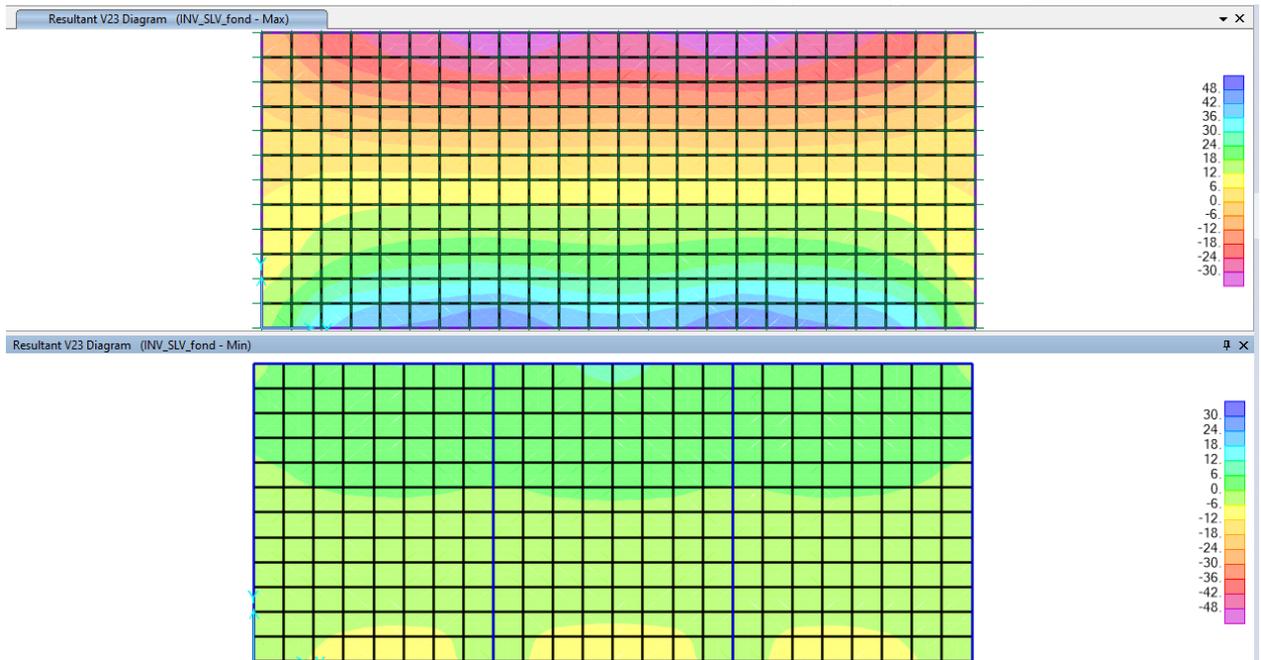


Figura 9.154 – Distribuzione dei Taglio V23 - Combinazione SLV_TOT_fond

**PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	184 di 273

I valori di taglio massimo sono riportati nella tabella di seguito:

V13 max	SLU_TOT_fond_A1	56.42 kN/m	V13 min	SLU_TOT_fond_A1	-48.11 kN/m
	SLV_TOT_fond	44.12 kN/m		SLV_TOT_fond	-27.51 kN/m
V23 max	SLU_TOT_fond_A1	84.62 kN/m	V23 min	SLU_TOT_fond_A1	-72.19 kN/m
	SLV_TOT_fond	68.00 kN/m		SLV_TOT_fond	-42.50 kN/m

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

10 VERIFICHE SUI SOLAI

10.1 Solaio di Piano

10.1.1 Dimensionamento Traliccio

In primo luogo è necessario dimensionare il traliccio metallico affogato nelle lastre predalle, in modo da garantire che sia in grado di sostenere i carichi cui è sottoposto in fase di getto, quando ancora il calcestruzzo non risulta collaborante. Assumendo di puntellare i solai soltanto alle estremità, in questa fase lo schema statico è di trave doppiamente appoggiata con carico distribuito fornito dal peso proprio del solaio e da un carico accidentale rappresentativo della manodopera.

Si considera dunque la seguente condizione di carico:

Larghezza Influenza Traliccio	0,40	m	(3 tralici ogni lastra da 120 cm)
Luce netta Solaio Predalle	4.80	m	
Carichi Permanenti Strutturali G_1	4,20	kN/m ²	
Carichi Accidentali Q_K	1,00	kN/m ²	
Carico G_1 sul singolo travetto	1,68	kN/m	
Carico Q sul singolo travetto	0,40	kN/m	
Combinazione SLU	2,78	kN/m	
M_{max} SLU	6,59	kNm	

Caratteristiche geometriche globali traliccio

Altezza Traliccio	0,15	m
Passo Traliccio	0,15	m
f_{yk}	450	N/mm ²
γ_{M0}	1,15	
f_{yd}	391	N/mm ²
γ_{M1}	1,05	
E	210.000	N/mm ²

VERIFICA RESISTENZA CORRENTE INFERIORE TESO	
N_{Ed}	68,99 kN
ϕ_{inf}	12,00 mm
n	2
A_{inf}	226,19 mm ²
N_{Rd_INF}	88,51 kN
FS	1,28

VERIFICA STABILITA' CORRENTE SUPERIORE COMPRESSO

N_{Ed}	68,99 kN	N_{cr}	296.337,32 N
ϕ_{sup}	16,00 mm	$\lambda_{segnato}$	0,55
A_{sup}	201,06 mm ²	α	0,49
J	3.216,99 mm ⁴	Φ	0,74
l	150,00 mm	χ	0,81
β	1,00	$N_{b,Rd}$	70,07 kN
l_0	150,00 mm	FS	1,02

Fatt di imperf tab 4.2.VI

VERIFICA STABILITA' DIAGONALE COMPRESSO

N_{Ed}	4,08 kN	N_{cr}	18.521,08 N
ϕ_{diag}	8,00 mm	$\lambda_{segnato}$	1,11
A_{diag}	50,27 mm ²	α	0,49
J	201,06 mm ⁴	Φ	1,33
l_{diag}	150,00 mm	χ	0,48
β	1,00	$N_{b,Rd}$	10,37 kN
l_0	150,00 mm	FS	2,54

10.1.2 Verifiche Solaio

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della sezione trasversale tipo del solaio di piano, che ha uno spessore complessivo di 21 cm ma per il quale si assume tuttavia un'altezza di calcolo di 17 cm, trascurando il contributo resistente della lastra predalle.

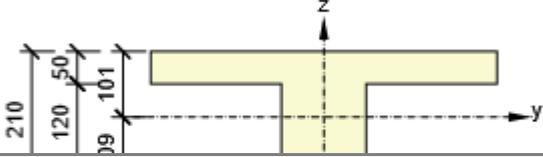
Si assume inoltre che le armature inferiori non siano appoggiate sulla lastra, ma siano collocate in posizione sopraelevata di 25 mm rispetto a questa.

Sezioni

2. I Shape 210, 530

10.1.2.1

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	63300	[mm ²]
S_y	0	[mm ³]
S_z	0	[mm ³]
I_y	349317547	[mm ⁴]
I_z	1138547500	[mm ⁴]
C_{gy}	0	[mm]
C_{gz}	0	[mm]
i_y	74	[mm]



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

i_z	134	[mm]
-------	-----	------

10.1.2.2 Materiale

Calcestruzzo

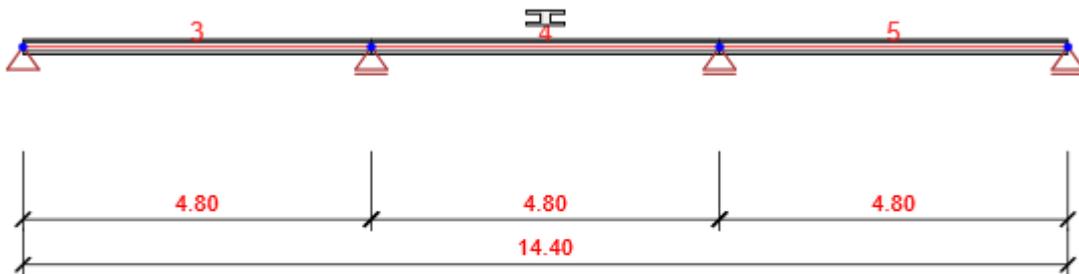
Calcestruzzo

Nome	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25.0	33.0	2.6	31475.8	0.20	2500
	$\epsilon_{c2} = 20.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu2} = 35.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{c3} = 17.5 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu3} = 35.0 \cdot 10^{-4},$ Esponente - n: 2.00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0.20), Tipo di diagramma: Parabolico					

Armatura

Nome	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B450C	450.0	500.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.20, \epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 10^{-4},$ Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato				

10.1.2.3 Geometria



Schema Strutturale

Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
3	4.80	4.80	2 - I Shape 200, 530 (Forma I 210, 530)
4	4.80	9.60	2 - I Shape 200, 530 (Forma I 210, 530)
5	4.80	14.40	2 - I Shape 200, 530 (Forma I 210, 530)

Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0.00	XZ
4	4.80	Z
5	9.60	Z
6	14.40	Z

10.1.2.4 Risultati

Inviluppi

Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	u_x [mm]	u_z [mm]	f_{iy} [mrad]
3	SLSC(11)	0.00	0.0	0.0	-0.7
3	SLSC(12)	1.92	0.0	-0.9	0.0
3	SLSC(11)	0.96	0.0	0.3	-0.1
3	SLSC(12)	0.00	0.0	0.0	0.7
4	SLSC(11)	0.00	0.0	0.0	0.5
4	SLSC(11)	2.40	0.0	-1.4	0.0
4	SLSC(11)	3.84	0.0	-0.7	-0.8
4	SLSC(11)	0.96	0.0	-0.7	0.8
5	SLSC(11)	0.00	0.0	0.0	-0.5
5	SLSC(12)	2.88	0.0	-0.9	0.0
5	SLSC(11)	3.84	0.0	0.3	0.1
5	SLSC(12)	4.80	0.0	0.0	-0.7
5	SLSC(11)	4.80	0.0	0.0	0.7

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q

Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u_x [mm]	u_z [mm]	f_{iy} [mrad]
3	SLSC(11)	0.00	0.0	0.0	-0.7
3	SLSC(12)	1.92	0.0	-0.9	0.0
3	SLSC(11)	0.96	0.0	0.3	-0.1
3	SLSC(12)	0.00	0.0	0.0	0.7
4	SLSC(11)	0.00	0.0	0.0	0.5
4	SLSC(11)	2.40	0.0	-1.4	0.0
4	SLSC(11)	3.84	0.0	-0.7	-0.8
4	SLSC(11)	0.96	0.0	-0.7	0.8
5	SLSC(11)	0.00	0.0	0.0	-0.5
5	SLSC(12)	2.88	0.0	-0.9	0.0
5	SLSC(11)	3.84	0.0	0.3	0.1
5	SLSC(12)	4.80	0.0	0.0	-0.7
5	SLSC(11)	4.80	0.0	0.0	0.7

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(2)	SW + G + Q

Reazioni

Nodo	Combi	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	ULSF(4)	0.0	13.2	0.0
1	ULSF(2)	0.0	8.6	0.0
2	ULSF(4)	0.0	13.2	0.0
2	ULSF(2)	0.0	8.6	0.0
3	ULSF(4)	0.0	27.0	0.0
3	ULSF(2)	0.0	32.4	0.0
4	ULSF(4)	0.0	27.0	0.0
4	ULSF(2)	0.0	32.4	0.0

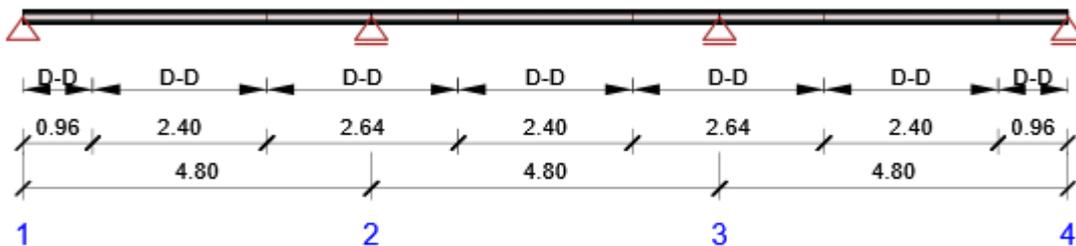
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q

10.1.2.5 Progetto calcestruzzo

Normativa Nazionale

Normativa Nazionale	EN 1992-1-1:2014-12
Vita nominale	50 anni

Schema di armatura



Riassunto verifiche sezione



Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M, Zona: D-D (0.00 - 0.96)					
ULSF(1)	0.0	-14.1	10.6	37.7	OK
Taglio, Zona: D-D (4.80 - 6.00)					
ULSF(9)	0.0	-9.0	16.1	21.9	OK
Interazione, Zona: D-D (0.00 - 0.96)					
ULSF(4)	0.0	-14.0	11.3	42.3	OK
Controllo delle tensioni, Zona: D-D (0.00 - 0.96)					
SLSC(11)	0.0	-11.5	8.7	41.0	OK
Apertura delle fessure, Zona: D-D (0.00 - 0.96)					
SLSQ(15)	0.0	-3.2	6.1	9.0	OK

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q
SLSC(2)	SW + G + Q
SLSQ(8)	SW + G + 0,3*Q

Riassunto verifiche degli spostamenti

d _x [m]	u _{z,lin} [mm]	u _{z,st} [mm]	u _{z,ll} [mm]	u _{z,lt} [mm]	u _{z,lim} (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
7.20	-1.4	-1.3	-2.5	-2.9	19.2	15.3	OK

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(2)	Totale	SW + G + Q
	Lungo termine	SW + G + 0,30*Q

Stabilità laterale

Distinta dei materiali

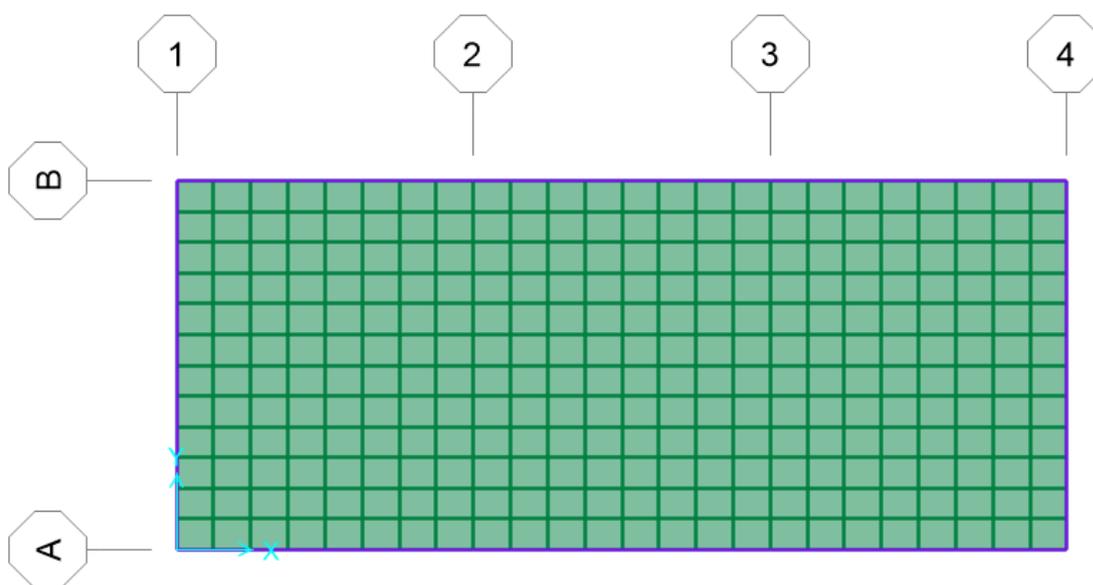
La verifica della Stabilità laterale non è stata eseguita. Probabilmente non c'è nessun elemento da verificare.

Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m ³ calcestruzzo [kg/m ³]
	Nome	[m ³]	[kg]			
14.40	C25/30	0.91	2279	147	2425	161

Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
14	B450C	Ferri	57.60	70
8	B450C	Ferri	115.20	45
8	B450C	Staffe	80.12	32

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>193 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	193 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	193 di 273								

11 VERIFICHE TRAVE FILO FISSO Y1 E Y3



Le verifiche di resistenza e gerarchia, così come il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio, vengono condotte con il software IdeaStatica.

Per quanto riguarda le prescrizioni relative ai dettagli costruttivi (limitazioni geometriche e di armatura) definite ai § 4.1.6 e 7.4.6 delle NTC 2018, anch'esse sono verificate nell'apposito modulo di VIS. In particolare, per garantire l'ancoraggio delle armature longitudinali e prevenire una crisi di aderenza, si prevedono i seguenti accorgimenti:

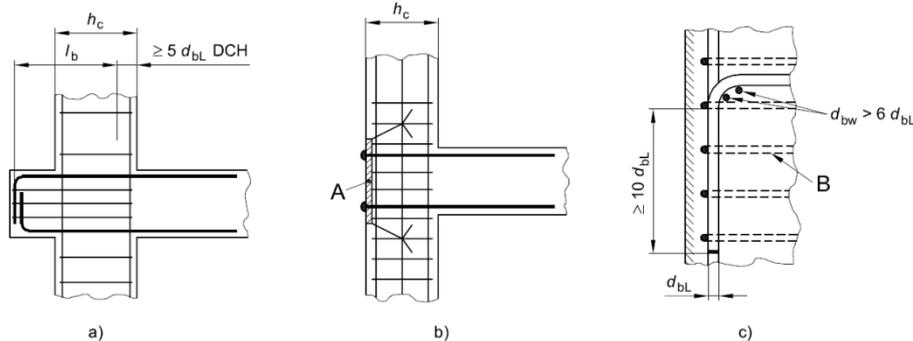
- nei *nodi trave-colonna interni* le armature sono prolungate al di fuori della zona critica e si ancorano dunque oltre il nodo;
- nei *nodi trave-colonna esterni* le armature longitudinali sono piegate con una lunghezza di 25 cm ($>10\phi_{bL} = 24$ cm) disponendo un'apposita armatura trasversale dietro la piegatura, in analogia a quanto riportato nella Fig. 5.13 c) di UNI EN 1998-1:2005, di seguito riportata:

figura 5.13 Misure aggiuntive per ancoraggi realizzati in collegamenti trave-colonna esterni

Legenda

A Piastra di ancoraggio

B Staffe attorno alle barre della colonna



Secondo quanto specificato dalla normativa, per le strutture in CD”B”, la verifica resistenza a taglio nei confronti delle sollecitazioni determinate dall’analisi globale condotta sulla struttura si conduce controllando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, determinato sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione delle cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti $M_{b,Rd,1,2}$ delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) determinati come indicato in § 4.1.2.1.2, amplificati del fattore di sovraresistenza γ_{Rd} .

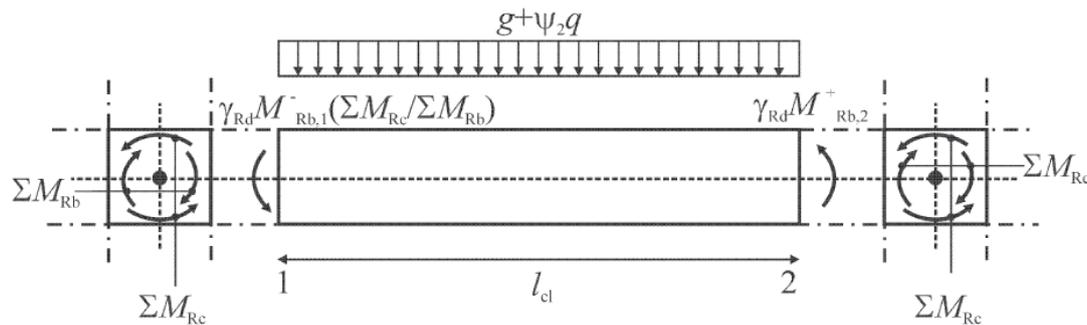


Figura 11.1 – Immagine estratta dalla Circolare 617 §C7.2.1

Secondo quanto rappresentato nella figura C7.2.1, l’espressione del taglio sollecitante di calcolo è la seguente:

$$V_{Ed} = \pm \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{b,Rd,1} + M_{b,Rd,2}}{l} + \bar{G}_k \cdot \frac{l}{2}$$

dove:

γ_{Rd} = Coefficiente di sovraresistenza, pari a 1,00 per strutture in CD”B”;

$M_{b,Rd,1}$ e $M_{b,Rd,2}$ = momenti resistenti delle sezioni di plasticizzazione, sempre concordi;

l = luce della campata di trave considerata;

$\bar{G}_k = g + \Psi_2 q$, sono i carichi gravitazionali agenti sulla trave

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>195 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	195 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	195 di 273								

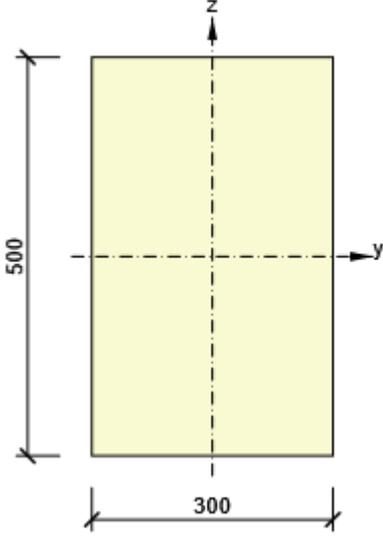
La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione ϑ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg}\vartheta \leq 2,5$$

11.1 Verifiche SLU B300X500 xz

11.1.1 Sezioni

Rectangle 500, 300

Simbolo	Valore	Unità	
Materiale	C25/30		
A	150000	[mm ²]	
S _y	0	[mm ³]	
S _z	0	[mm ³]	
I _y	3125000000	[mm ⁴]	
I _z	1125000000	[mm ⁴]	
C _{gy}	0	[mm]	
C _{gz}	0	[mm]	
i _y	144	[mm]	
i _z	87	[mm]	

11.1.2 Materiale

Calcestruzzo

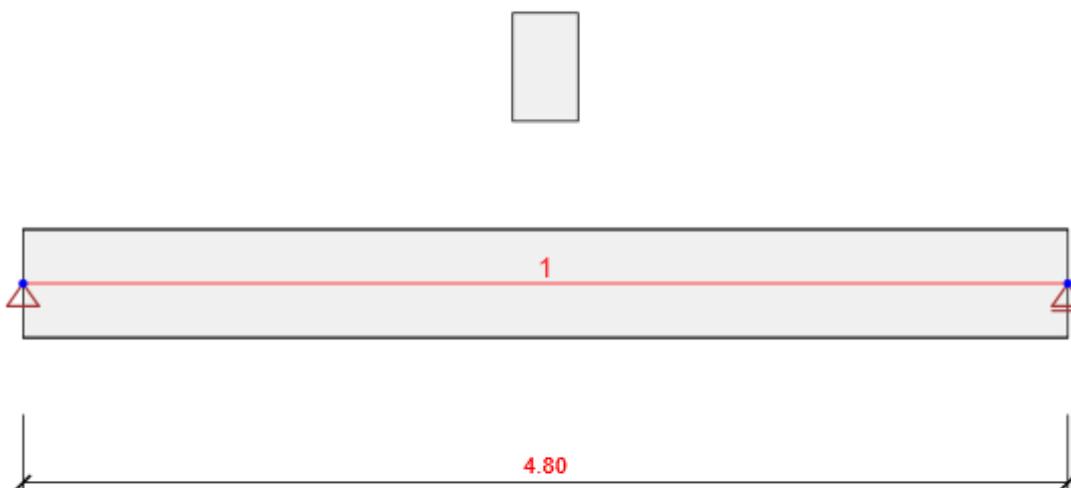
Nome	f _{ck} [MPa]	f _{cm} [MPa]	f _{ctm} [MPa]	E _{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25.0	33.0	2.6	31475.8	0.20	2500
ε _{c2} = 20.0 1e-4, ε _{cu2} = 35.0 1e-4, ε _{c3} = 17.5 1e-4, ε _{cu3} = 35.0 1e-4, Esponente - n: 2.00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0.20), Tipo di diagramma: Parabolico						

Armatura

Nome	f _{yk} [MPa]	f _{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B 450 C	450.0	540.0	200000.0	0.20	7850
f _{tk} /f _{yk} = 1.20, ε _{uk} = 500.0 1e-4, Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato					

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>197 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	197 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	197 di 273								

11.1.3 Geometria



Schema Strutturale

Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	4.80	4.80	1 - Rectangle 300,500 (Rettangolo 500, 300)

Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0.00	XZ
2	4.80	Z

11.1.4 Risultati

Inviluppi

Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
1	ULSF(1)	0.00	0.0	61.0	-42.0
1	ULSF(3)	4.80	0.0	-62.3	-42.0
1	ULSF(3)	0.00	0.0	62.3	-42.0
1	ULSF(3)	2.40	0.0	0.0	32.8

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(2)	SW + G + 1.5*Q
ULSF(1)	1.35*SW + 1.35*G

Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u _x [mm]	u _z [mm]	f _{iy} [mrad]
1	SLSC(9)	0.00	0.0	0.0	0.2
1	SLSC(8)	2.40	0.0	-0.5	0.0
1	SLSC(8)	3.84	0.0	-0.3	-0.3
1	SLSC(8)	0.96	0.0	-0.3	0.3

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(5)	SW + G + Q
SLSC(4)	SW + G

Reazioni

Nodo	Combi	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	ULSF(3)	0.0	62.3	0.0
2	ULSF(3)	0.0	62.3	0.0

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	1.35*SW + 1.35*G + 1.05*Q

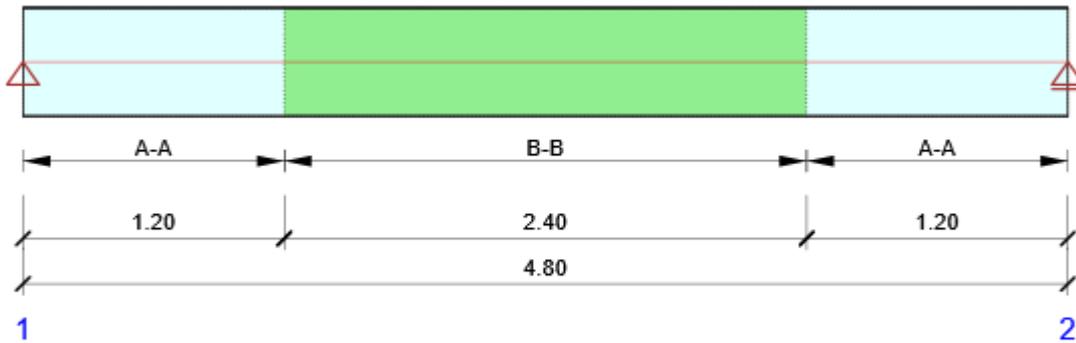
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE												
PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>199 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	199 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	199 di 273								

11.1.5 Progetto calcestruzzo

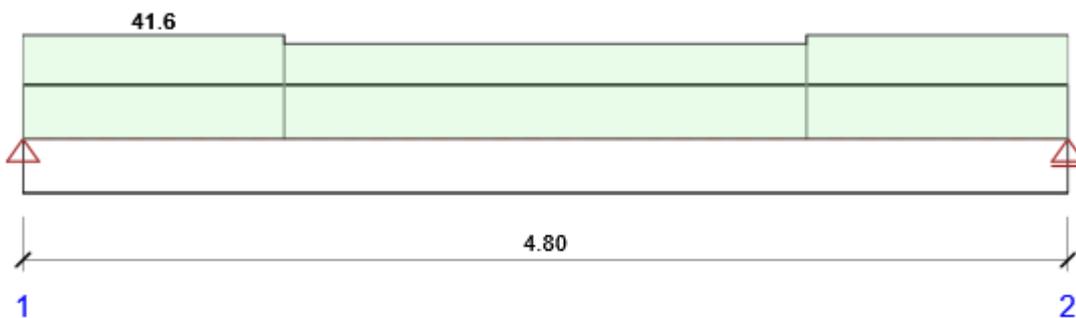
Normativa Nazionale

Normativa Nazionale	EN 1992-1-1:2014-12
Vita nominale	50 anni

Schema di armatura



Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	200 di 273

Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M, Zona: B-B (1.20 - 3.60)					
ULSF(3)	0.0	40.6	0.0	38.2	OK
Taglio, Zona: A-A (0.00 - 1.20)					
ULSF(3)	0.0	-31.1	45.4	32.5	OK
Interazione, Zona: A-A (0.00 - 1.20)					
ULSF(3)	0.0	-31.1	45.4	41.6	OK
Controllo delle tensioni, Zona: A-A (0.00 - 1.20)					
SLSC(8)	0.0	-25.8	31.8	12.9	OK
Apertura delle fessure, Zona: A-A (0.00 - 1.20)					
SLSQ(13)	0.0	7.8	4.4	0.0	OK

Riassunto verifiche degli spostamenti

d _x [m]	u _{z,lin} [mm]	u _{z,st} [mm]	u _{z,ll} [mm]	u _{z,lt} [mm]	u _{z,lim} (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
2.40	-0.5	-0.5	-1.0	-1.1	19.2	6.0	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(5)	Totale	SW + G + Q
	Lungo termine	SW + G + 0,30*Q

Stabilità laterale

Distinta dei materiali

La verifica della Stabilità laterale non è stata eseguita. Probabilmente non c'è nessun elemento da verificare.

Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m ³ calcestruzzo [kg/m ³]
	Nome	[m ³]	[kg]			
4.80	C25/30	0.72	1800	67	1867	92

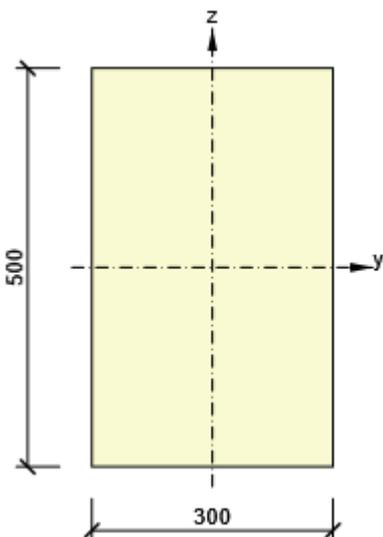
Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
14	B450C	Ferri	33.60	41
8	B450C	Staffe	65.66	26

11.2 Verifiche SLU B300X550 yz

11.2.1 Sezioni

Rectangle 500, 300

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	Edit of C25/30	
A	150000	[mm ²]
S _y	0	[mm ³]
S _z	0	[mm ³]
I _y	3125000000	[mm ⁴]
I _z	1125000000	[mm ⁴]
C _{gy}	0	[mm]
C _{gz}	0	[mm]
i _y	144	[mm]
i _z	87	[mm]



11.2.2 Materiale

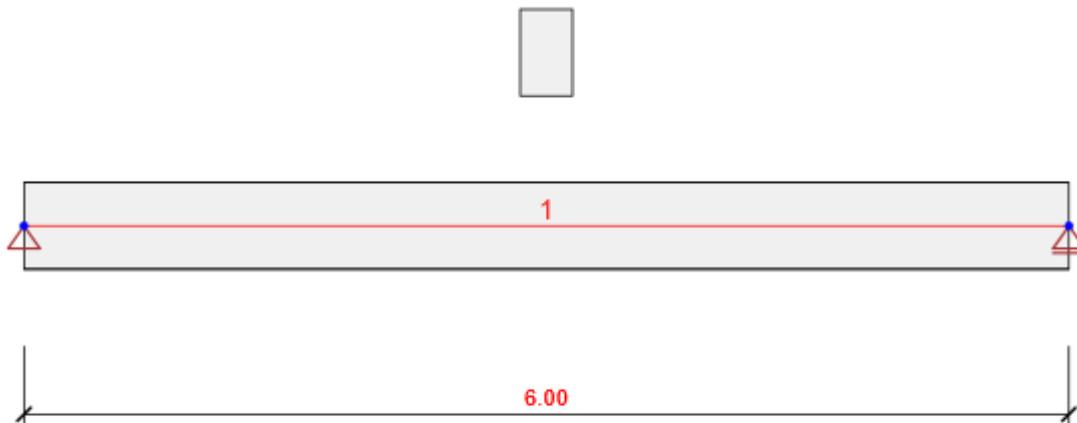
Calcestruzzo

Nome	f _{ck} [MPa]	f _{cm} [MPa]	f _{ctm} [MPa]	E _{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25.0	33.0	2.6	31475.8	0.20	2500
ε _{c2} = 20.0 1e-4, ε _{cu2} = 35.0 1e-4, ε _{c3} = 17.5 1e-4, ε _{cu3} = 35.0 1e-4, Esponente - n: 2.00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0.20), Tipo di diagramma: Parabolico						

Armatura

Nome	f _{yk} [MPa]	f _{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B 450 C	450.0	540.0	200000.0	0.20	7850
f _{tk} /f _{yk} = 1.20, ε _{uk} = 500.0 1e-4, Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato					

11.2.3 Geometria



Schema Strutturale

Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	6.00	6.00	1 - Rectangle 550, 300 (Rettangolo 550, 300)

Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0.00	XZ
2	6.00	Z

11.2.4 Risultati

Inviluppi

Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
ULSF(3)	0.0	103.6	0.0	92.2	OK
Taglio, Zona: A-A (0.00 - 1.50)					
ULSF(3)	0.0	-32.3	73.4	53.7	OK
Interazione, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
ULSF(3)	0.0	81.1	37.5	84.9	OK
Controllo delle tensioni, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
SLSC(7)	0.0	67.6	0.0	88.3	OK
Apertura delle fessure, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
SLSQ(11)	0.0	31.9	0.0	40.0	OK

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(2)	SW + G + 1.5*Q
ULSF(1)	1.35*SW + 1.35*G

Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u _x [mm]	u _z [mm]	f _{iy} [mrad]
1	SLSC(7)	0.00	0.0	0.0	1.1
1	SLSC(7)	3.00	0.0	-2.4	0.0
1	SLSC(7)	5.40	0.0	-0.7	-1.1
1	SLSC(7)	0.60	0.0	-0.7	1.1

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(5)	SW + G + Q
SLSC(4)	SW + G

Reazioni

Nodo	Combi	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	ULSF(3)	0.0	93.7	0.0

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	204 di 273

2	ULSF(3)	0.0	93.7	0.0
---	---------	-----	------	-----

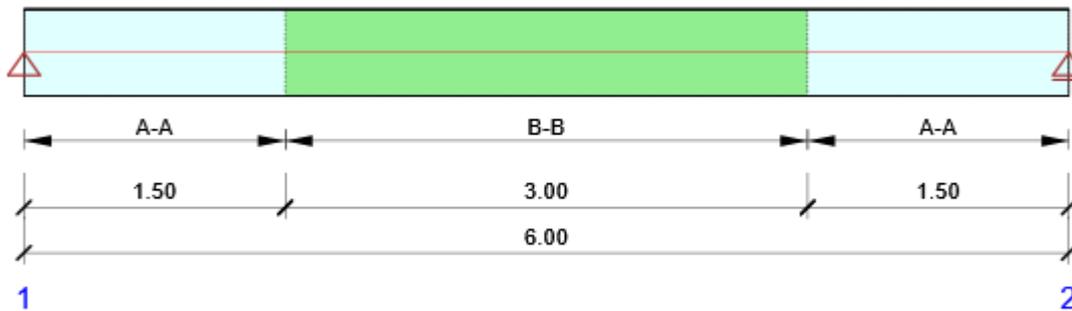
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	1.35*SW + 1.35*G + 1.05*Q

11.2.5 Progetto calcestruzzo

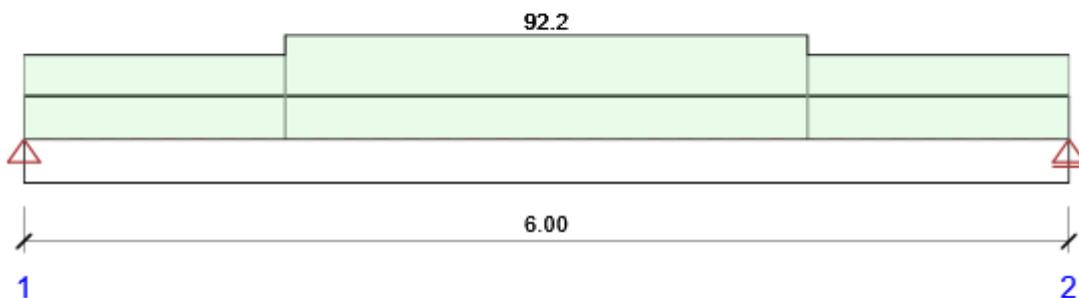
Normativa Nazionale

Normativa Nazionale	EN 1992-1-1:2014-12
Vita nominale	50 anni

Schema di armatura



Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
ULSF(3)	0.0	103.6	0.0	92.2	OK
Taglio, Zona: A-A (0.00 - 1.50)					
ULSF(3)	0.0	-32.3	73.4	53.7	OK
Interazione, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
ULSF(3)	0.0	81.1	37.5	84.9	OK
Controllo delle tensioni, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
SLSC(7)	0.0	67.6	0.0	88.3	OK
Apertura delle fessure, Zona: B-B (1.50 - 4.50)					
SLSQ(11)	0.0	31.9	0.0	40.0	OK

Riassunto verifiche degli spostamenti

d _x [m]	u _{z,lin} [mm]	u _{z,st} [mm]	u _{z,ll} [mm]	u _{z,lt} [mm]	u _{z,lim} (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
3.00	-2.4	-9.2	-3.4	-11.5	24.0	47.7	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(5)	Totale	SW + G + Q
	Lungo termine	SW + G + 0,30*Q

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	206 di 273

Stabilità laterale

Distinta dei materiali

La verifica della Stabilità laterale non è stata eseguita. Probabilmente non c'è nessun elemento da verificare.

Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m ³ calcestruzzo [kg/m ³]
	Nome	[m ³]	[kg]			
6.00	Edit of C25/30	0.90	2250	93	2343	104

Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
14	B450C	Ferri	45.00	54
8	B450C	Staffe	98.58	39

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IP00</td> <td>00</td> <td>D26CL</td> <td>FA0010006</td> <td>B</td> <td>207 di 273</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010006	B	207 di 273
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	207 di 273								

12 VERIFICHE PILASTRO (30X40, 40X30)

Si assume che la struttura sia in Classe di Duttività Bassa (CDB), pertanto la zona critica del pilastro è la maggiore fra le seguenti (§ 7.4.6.1.2 NTC 2018):

- 1/6 altezza libera del pilastro = $(4050-300)/6 = 625$ mm
- 45 cm
- Altezza della Sezione Trasversale del Pilastro = 300 mm

In definitiva dunque si assume un' **Altezza Critica di 700 mm**.

Le verifiche di resistenza e gerarchia, così come il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio, vengono condotte con il software IdeaStatica.

Secondo quanto specificato al § 7.4.4.2.1 delle NTC 2018, per ciascuna direzione e ciascun verso di applicazione delle azioni sismiche, si devono proteggere i pilastri dalla plasticizzazione prematura adottando opportuni momenti flettenti di calcolo; tale condizione si consegue qualora, per ogni nodo trave-pilastro e ogni direzione e verso dell'azione sismica, la resistenza complessiva dei pilastri sia maggiore della resistenza complessiva delle travi amplificata del coefficiente γ_{Rd} , in accordo con la formula:

$$\sum M_{C,Rd} \geq \gamma_{Rd} \cdot \sum M_{b,Rd}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1,10$ per le strutture in CD "B",

$M_{C,Rd}$ = momento resistente del generico pilastro convergente nel nodo, calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nelle combinazioni sismiche delle azioni;

$M_{b,Rd}$ = momento resistente della generica trave convergente nel nodo.

Si riportano di seguito le tabelle di verifica della gerarchia di resistenza del nodo interpiano del pilastro in esame per i valori massimi e minimi di sforzo normale agente.

Come per le travi, nei pilastri la verifica resistenza a taglio nei confronti delle sollecitazioni determinate dall'analisi globale condotta sulla struttura si conduce controllando la disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio da utilizzare per tale verifica e per il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore $M^s_{C,Rd}$ ed inferiore $M^i_{C,Rd}$ secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M^s_{C,Rd} + M^i_{C,Rd}}{l_p}$$

dove:

γ_{Rd} = Coefficiente di sovraresistenza, pari a 1,00 per strutture in CD "B";

$M^s_{C,Rd}$ e $M^i_{C,Rd}$ = momenti resistenti delle sezioni di estremità superiore e inferiore;

l_p = lunghezza del pilastro.

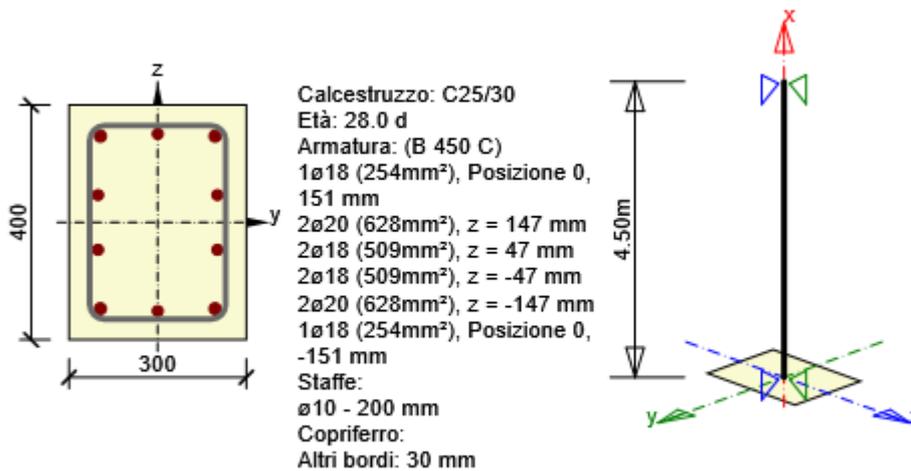
12.1 Verifiche SLU C300X400

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate di base, interpiano e testa.

12.1.1 Sezione S 1 C300X400

12.1.1.1 Estremo S 1 - E 1

Elemento di progetto	M 1
Sezione armata	R 1



Effetti dei carichi - forze interne

Tipo di carico	Tipo combinazione	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Totale	Fondamentale SLU	-33.3	7.0	6.0	0.1	57.3	26.8
Totale	Caratteristico	-56.1	0.0	0.0	0.0	-36.3	12.2
Totale	Quasi-permanente	-48.7	0.0	0.0	0.0	31.2	14.2
Inizio	Fondamentale SLU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fine	Fondamentale SLU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Eccezionale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Eccezionale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Carico ciclico max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Carico ciclico max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Carico ciclico min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Carico ciclico min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Resistenza al fuoco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Resistenza al fuoco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ricalcolo delle forze interne (effetto del secondo ordine e imperfezioni)

Stati limite ultimi - combinazione fondamentale dei carichi

Ass e	N_{ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{i,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]	$e_{0,y/z}$ [mm]	$e_{i,y/z}$ [mm]	$e_{0Ed,y/z}$ [mm]	$e_{2,y/z}$ [mm]	$e_{Ed,y/z}$ [mm]
y	- 33.3	57.6	57.3	0.4	57.6	0.0	1721	11	1730	0	1730
z	- 33.3	26.9	26.8	0.4	26.9	0.0	803	11	808	0	808

Flessione biassiale

λ_y / λ_z	λ_z / λ_y	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Verifica condizione
0.75	1.33	0.62	1.61	Non Soddisfatta

Non conformità

Non conformità	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza λ è sotto il valore λ_{lim} (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse z sono trascurati perché la snellezza λ è sotto il valore λ_{lim} (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).

Snellezza

Asse	l [m]	l_0 [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	λ [-]	λ_{lim} [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y^\perp	4.50	4.50	115	0.69	1.45	0.70	0.02	38.97	108.22	1° ordine
z^\perp	4.50	4.50	87	0.69	1.45	0.70	0.02	51.96	108.22	1° ordine

Curvatura Nominale

Asse	K_r [-]	K_ϕ [-]	ϕ_{eff} [-]	$1/r_0$ [1/m]	$1/r$ [1/m]	n_u [-]	n_{bal} [-]	c [-]	d [mm]	β [-]
y^\perp	0.00	0.00	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	9.87	0	0.00
z^\perp	0.00	0.00	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	9.87	0	0.00

Asse	θ_i [-]	α_m [-]	α_h [-]	ρ_m [-]	M_{01} [kNm]	M_{02} [kNm]
y^\perp	0.00	1.00	0.94	1.00	0.0	0.0
z^\perp	0.00	1.00	0.94	1.00	0.0	0.0

A_c [mm ²]	A_s [mm ²]	ω [-]	ϕ [-]	ϵ_{yd} [1e-4]
120000	2783	0.54	2.25	0.0

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Asse	Effetti ricalcolati dovuti a flessione biassiale
N_{ed}	Forze normali di progetto
$M_{Ed,y/z}$	Momento di progetto totale attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{0,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{i,y/z}$	Momento flettente attorno all'asse y e z rispettivamente causato dalle imperfezioni
$M_{0Ed,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
$M_{2,y/z}$	Momento nominale del 2° ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$e_{0,y/z}$	Eccentricità del primo ordine rispetto all'asse z e y rispettivamente
$e_{0Ed,y/z}$	Eccentricità del primo ordine rispetto all'asse z e y rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
$e_{2,y/z}$	Eccentricità rispetto all'asse z e y rispettivamente causata dagli effetti del 2° ordine
$e_{Ed,y/z}$	Eccentricità totale rispetto all'asse z e y rispettivamente incluso gli effetti del 2° ordine
l	Lunghezza dell'elemento compresso
l_0	Lunghezza efficace perpendicolare a un asse
A	Valore parziale per la determinazione della snellezza limite, vedi 5.8.3.1 (1)
B	Valore parziale per la determinazione della snellezza limite, vedi 5.8.3.1 (1)
C	Valore parziale per la determinazione della snellezza limite, vedi 5.8.3.1 (1)
n	Forza normale relativa
λ	Snellezza rispetto all'asse y e all'asse z rispettivamente
λ_{lim}	Snellezza limite rispetto all'asse y e z rispettivamente

Panoramica

Tipo di verifica governante	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Valore [%]	Verifica
Controllo delle tensioni	-48.7	31.2	14.2			98.2	OK
Tipo di verifica	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M	-33.3	57.6	26.9			43.5	OK
Taglio	-33.3			9.2	0.1	15.6	OK
Torsione					0.1	0.3	OK
Interazione	-33.3	57.6	26.9	9.2	0.1	50.9	OK
Controllo delle tensioni	-48.7	31.2	14.2			98.2	OK
Apertura delle fessure	-48.7	31.2	14.2			33.5	OK
Asse				I_0 [m]	λ [-]	λ_{lim} [-]	
Snellezza y^\perp				4.50	38.97	108.22	
Snellezza z^\perp				4.50	51.96	108.22	

Valore limite dello sfruttamento della sezione: **100.0 %**

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Tipo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
-33.3	57.6	26.9	Nu-Mu-Mu	43.5	100.0	OK

Resistenza di progetto dei css sottoposti a flessione e forza assiale

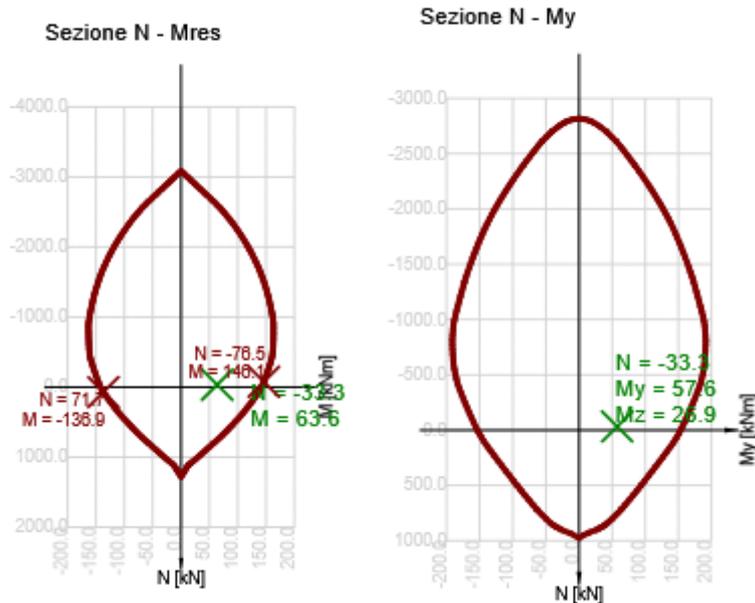
Tipo	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-33.3	-76.5	71.7
M_y [kNm]	57.6	132.3	-124.0
M_z [kNm]	26.9	61.8	-57.9

Ricalcolo delle forze interne (effetto del secondo ordine e imperfezioni)

Asse	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-33.3	57.6	57.3	57.6	0.0
Z	-33.3	26.9	26.8	26.9	0.0

Non conformità

Non conformità	
i	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza λ è sotto il valore λ_{lim} (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).
i	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse z sono trascurati perché la snellezza λ è sotto il valore λ_{lim} (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto della forza assiale agente causata dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della precompressione
$M_{Ed,y}$	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y causato dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della precompressione
$M_{Ed,z}$	Valore di progetto del momento flettente agente causato dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della precompressione
Tipo	Nu-Mu-Mu: La resistenza della sezione è determinata ipotizzando una modifica proporzionale di tutti i componenti delle forze interne agenti (l'eccentricità della forza normale rimane costante) finché non è raggiunta la superficie di interazione. Il cambiamento dell
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione

Verifica	Risultato della verifica
F_{Ed}	La forza di progetto agente causata dal carico esterno (senza effetti della precompressione)
F_{Rd1}	Prima serie di forze di resistenza risultanti dal primo punto di intersezione raggiunto sulla superficie di interazione
F_{Rd2}	Seconda serie di forze di resistenza risultanti dal secondo punto di intersezione raggiunto sulla superficie di interazione
$M_{Ed,y/z}$	Momento di progetto totale attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{0,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{0Ed,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
$M_{2,y/z}$	Momento nominale del 2° ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente

Taglio

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Zona di verifica	Paragrafo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
9.2	-33.3	59.0	senza riduzione	6.2.2(1)	15.6	100.0	OK

Sollecitazioni di progetto a taglio e resistenze a taglio

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
9.2	59.0	256.5	323.8	44.7	59.0

Valori di input e risultati intermedi del progetto del taglio

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
2	511	1960	208	346	243	45.0	90.0	1.01
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_l [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0.12	1.76	0.15	0.02	0.3	75.3	0.4	0.54	0.60

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
V_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo di taglio agente (con effetto della

	precompressione)
N_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
V_{Rd}	Valore finale della resistenza di progetto a taglio
Zona di verifica	Tipo di zona in cui è eseguita la verifica
Paragrafo	Il numero di paragrafo (tipo di metodo) usato per la verifica a taglio
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
$V_{Rd,c}$	La resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto dello sforzo di taglio massimo che può essere sopportato dall'elemento, limitato dallo schiacciamento dei puntoni compressi
$V_{Rd,r}$	Valore limite dello sforzo di taglio di progetto considerato senza riduzione per il fattore Beta sec. (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sostenuto dallo snervamento dell'armatura a taglio
n_c	Numero di braccia dell'armatura a taglio
a_{sw}	L'area dell'armatura a taglio per unità di lunghezza
A_{sl}	L'area dell'armatura longitudinale a trazione
b_w	La larghezza della sezione nel baricentro di css
d	Altezza effettiva della sezione
z	Il braccio più interno della leva
θ	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
α	L'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
α_{cw}	Coefficiente che prende in considerazione lo stato delle sollecitazioni nel corrente compresso
$C_{Rd,c}$	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
k	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
k_1	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
ρ_l	Rapporto di armatura dell'armatura longitudinale a trazione
σ_{cp}	Sforzo normale nella sezione dovuto ai carichi o alla precompressione limitato da $0.2 f_{cd}$
σ_{wd}	Sforzo di progetto dell'armatura a taglio, vedi nota 2 par. 6.2.3 (3)
v_{min}	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio

v	Fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo per il calcolo della resistenza a taglio
v ₁	Fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo per il calcolo della resistenza a taglio

Torsione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

T _{Ed} [kNm]	T _{Rd} [kNm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
0.1	18.7	0.3	100.0	OK

Momenti torcenti di resistenza e di progetto

T _{Ed} [kNm]	T _{Rd,c} [kNm]	T _{Rd,max} [kNm]	T _{Rd,s} [kNm]	T _{Rd} [kNm]
0.1	14.3	54.6	18.7	18.7

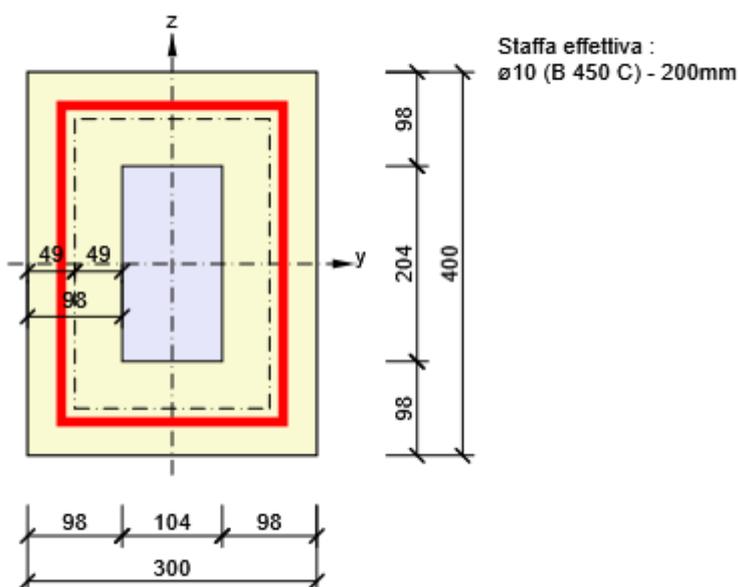
Valori di input e risultati intermedi del progetto a torsione

A _k [mm ²]	u _k [mm]	t _{eff} [mm]	a _{sw} [mm ² /m]	A _{sl} [mm ²]	A _{sp} [mm ²]	θ [°]
61004	1008	98	393	2783	0	45.0

Non conformità

Nessuna non conformità

Sezione a parete sottile per la verifica a torsione



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
T_{Ed}	Valore di progetto del momento torcente agente (con effetto della precompressione)
T_{Rd}	Momento di resistenza torsionale di progetto governante
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
$T_{Rd,c}$	Momento a fessurazione torsionale di progetto
$T_{Rd,max}$	Momento di resistenza torsionale di progetto
$T_{Rd,s}$	Il valore di progetto del momento torcente, che può essere sostenuto dallo snervamento dell'armatura a torsione
A_k	L'area racchiusa dalle linee centrali delle piastre verticali di collegamento, incluso le aree delle cavità
u_k	Il perimetro dell'area A_k
t_{eff}	Lo spessore efficace della piastra verticale
a_{sw}	Area dell'armatura a taglio per unità di lunghezza usata per la verifica a torsione
A_{sl}	Area dell'armatura longitudinale all'interno della staffa, che assorbe la torsione
A_{sp}	Area dell'armatura di precompressione all'interno della staffa, che è efficace per la resistenza a torsione
θ	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio

Interazione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Valore V+T [%]	Valore V+T+M [%]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
-33.3	57.6	26.9	9.2	0.1	16.0	50.9	50.9	100.0	OK

Ricalcolo delle forze interne (effetto del secondo ordine e imperfezioni)

Asse	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-33.3	57.6	57.3	57.6	0.0
Z	-33.3	26.9	26.8	26.9	0.0

Verifica di interazione del taglio e della torsione (calcestruzzo)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	Eq. 6.31 [%]	Eq. 6.29 [%]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
59.0	14.3	256.5	54.6	16.0	3.7	3.7	100.0	OK

Verifica di interazione del taglio, della torsione, della flessione e delle forze normali

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \varepsilon_t$ [1e-4]	Limite in ferro	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
153.3	9.2	0.4	0.2	0.0	2	50.9	100.0	OK

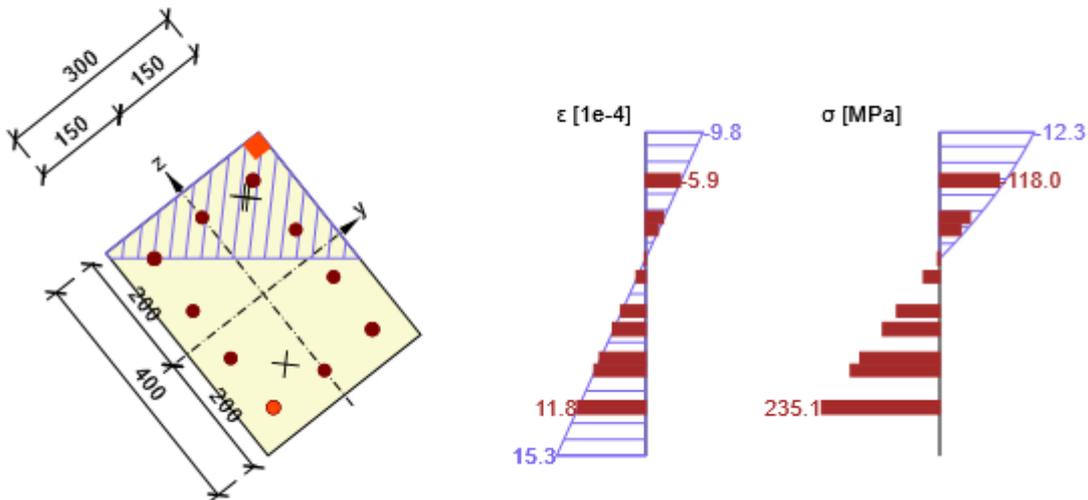
Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
2	-97	-147	0.2	11.8	450.0	3.5	235.1	461.4	50.9	OK

Non conformità

Nessuna non conformità

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
M_{Edy}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
M_{Edz}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
V_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo di taglio agente (con effetto della precompressione)
T_{Ed}	Valore di progetto del momento torcente agente (con effetto della precompressione)
Valore V+T	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione (per interazione di taglio e torsione) relativo al valore limite
Valore V+T+M	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione (per interazione di taglio, torsione e flessione) relativo al valore limite
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
$M_{Ed,y/z}$	Momento di progetto totale attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{0,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{0Ed,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
$M_{2,y/z}$	Momento nominale del 2° ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente

$V_{Rd,c}$	La resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
$T_{Rd,c}$	Momento a fessurazione torsionale di progetto
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto dello sforzo di taglio massimo che può essere sopportato dall'elemento, limitato dallo schiacciamento dei puntoni compressi
$T_{Rd,max}$	Momento di resistenza torsionale di progetto
Eq. 6.31	Il valore dello sfruttamento della sezione secondo l'equazione (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	Il valore dello sfruttamento della sezione secondo l'equazione (6.29) EN 1992-1-1
F_b	Forze risultanti nell'armatura longitudinale dovute a flessione e forza normale
$\Delta F_{td,s}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta al taglio calcolato come $VEd * \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta alla torsione
$\Delta \varepsilon_s$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio
$\Delta \varepsilon_t$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta alla torsione
Limite in ferro	Numero dell'armatura non precompressa con il valore limite della verifica
Ferro	Numero di barre con il valore estremo della verifica
y_i	Coordinata y del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
z_i	Coordinata z del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
$\Delta \varepsilon_{st}$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio e alla torsione
ε	Deformazione nel ferro/trefolo dovuta taglio, torsione e flessione
ε_{lim}	Valore limite della deformazione nel ferro/trefolo
$\Delta \sigma_{st}$	Sollecitazione a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta a taglio e torsione
σ	Sollecitazione nel ferro/trefolo dovuta a taglio, torsione e flessione
σ_{lim}	Valore limite della tensione nel ferro/trefolo

Controllo delle tensioni

Controllo delle tensioni - effetto a breve termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	3	-11.0	-11.3	98.2	100.0	OK

Controllo delle tensioni - effetto a lungo termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	3	-6.1	-11.3	54.0	100.0	OK

Verifica dettagliata del calcestruzzo - effetti a breve termine

Tipo di verifica	Fibra	y _i [mm]	z _i [mm]	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	2	150	-200	-56.1	-36.3	12.2	-11.4	-15.0	76.0	OK
7.2(3)-Quasi	3	150	200	-48.7	31.2	14.2	-11.0	-11.3	98.2	OK

Verifica dettagliata dell'armatura - effetti a breve termine

Tipo di verifica	Ferro	y _i [mm]	z _i [mm]	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	1	-97	147	-56.1	-36.3	12.2	103.2	360.0	28.7	OK

Verifica dettagliata del calcestruzzo - effetti a lungo termine

Tipo di verifica	Fibra	y _i [mm]	z _i [mm]	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	2	150	-200	-56.1	-36.3	12.2	-6.3	-15.0	42.2	OK
7.2(3)-Quasi	3	150	200	-48.7	31.2	14.2	-6.1	-11.3	54.0	OK

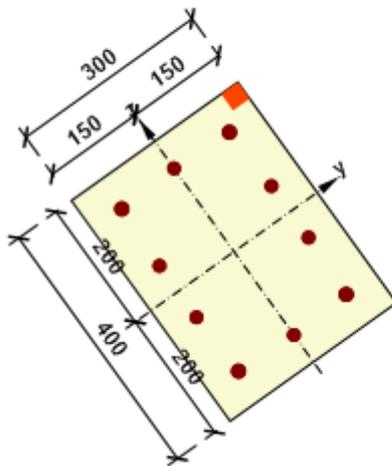
Verifica dettagliata dell'armatura - effetti a lungo termine

Tipo di verifica	Ferro	y _i [mm]	z _i [mm]	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	1	-97	147	-56.1	-36.3	12.2	125.6	360.0	34.9	OK

Coefficiente di viscosità

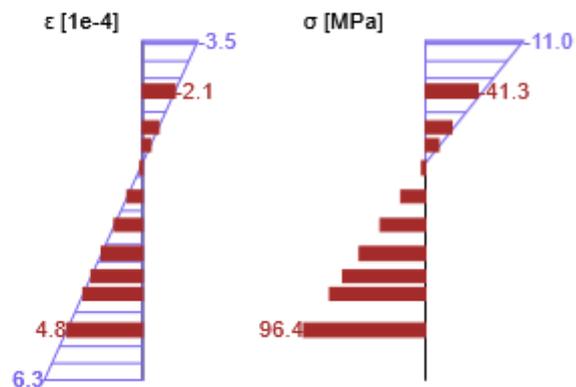
Metodo di valutazione	h ₀ [mm]	A _c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t ₀ [d]	t _s [d]	RH [%]	Uso γ _{lt}	φ(t,t ₀) [-]
Automatico	171	120000	1400	18250.0	28.0	7.0	65	No	2.25

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

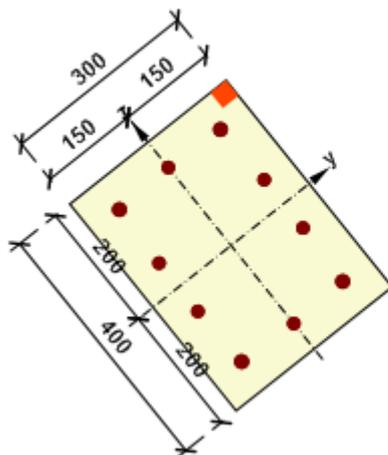


Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidità a breve termine

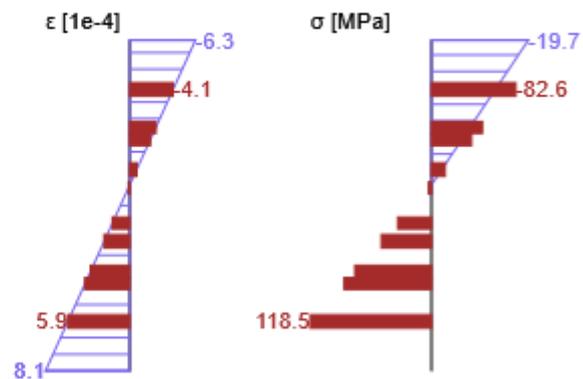


Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidità a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Tipo di verifica	Il numero di paragrafo e il tipo di combinazione SLE usati per il calcolo del controllo delle tensioni
Tipo componente	Specifica del tipo di componente css (calcestruzzo fibra/ferro/trefolo) con valori limite nella verifica
Indice	Numero della fibra di calcestruzzo, armatura o trefolo con il valore limite della verifica

σ	Sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
σ_{lim}	Valore limite dello sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
Fibra	Numero delle fibre di calcestruzzo con il valore limite della verifica
y_i	Coordinata y del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
z_i	Coordinata z del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
N	Forza normale per combinazione SLE appropriata
M_y	Momento flettente attorno all'asse y per combinazione SLE appropriata
M_z	Momento flettente attorno all'asse z per combinazione SLE appropriata
Ferro	Numero di barre con il valore estremo della verifica
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
$U_{so} \gamma_{lt}$	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

Fessurazione

Apertura delle fessure- effetti a breve termine

Combinazione	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
Quasi	-48.7	31.2	14.2	0.080	0.300	26.6	100.0	OK

Apertura delle fessure - effetti a lungo termine

Combinazione	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
--------------	-----------	----------------	----------------	---------------	-------------------	---------------	---------------	----------

Quasi	-48.7	31.2	14.2	0.100	0.300	33.5	100.0	OK
-------	-------	------	------	-------	-------	------	-------	----

Risultati intermedi e coefficienti per il calcolo a fessurazione - effetti a breve termine

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
180	107	426	12044	314	0.03
k_t [-]	$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.60	2.9	0.80	0.50	3.40	0.43
c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
43	6.3	-3.5	276	20	96.4

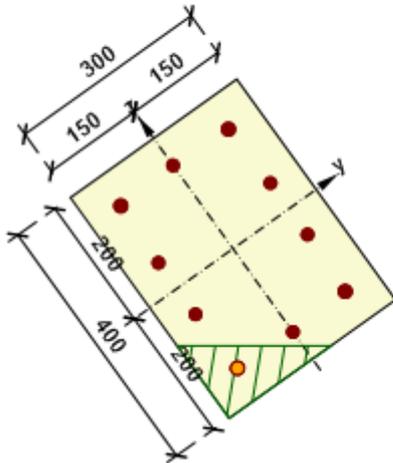
Risultati intermedi e coefficienti per il calcolo a fessurazione - effetti a lungo termine

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
219	94	425	9009	314	0.03
k_t [-]	$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0.40	4.1	0.80	0.50	3.40	0.43
c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
43	8.1	-6.3	243	20	118.5

Coefficiente di viscosità

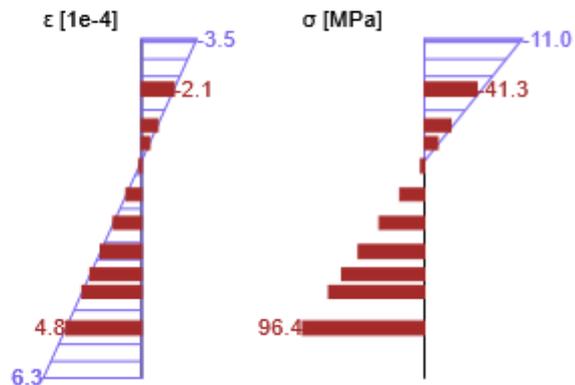
Metodo di valutazione	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Uso γ_{lt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatico	171	120000	1400	18250.0	28.0	7.0	65	No	2.25

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

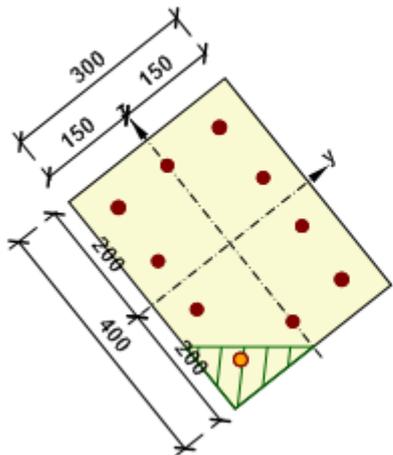


Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidità a breve termine

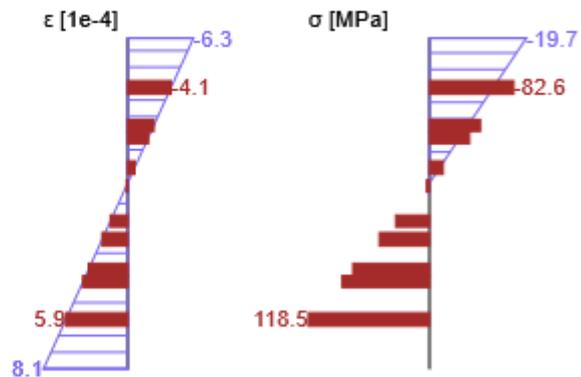


Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidità a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Combinazione	Combinazione usata per il calcolo incluso i coefficienti r_{sup} o r_{inf} sec. 5.10.9
N	Forza normale per combinazione quasi-permanente
M_y	Momento flettente attorno all'asse y per combinazione quasi-permanente
M_z	Momento flettente attorno all'asse z per combinazione quasi-permanente
w_k	L'apertura delle fessure è calcolata secondo 7.3.4
w_{lim}	Valore limite dell'apertura delle fessure secondo la tabella 7.1N

Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
x	Altezza della zona di compressione (posizione dell'asse neutro)
$h_{c,eff}$	L'altezza dell'area a trazione effettiva del calcestruzzo attorno all'armatura o ai trefoli di precompressione (7.3.2 (3))
d	Altezza effettiva della sezione
$A_{c,eff}$	Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura e ai trefoli di precompressione
$A_{s,eff}$	Area effettiva dell'acciaio dell'armatura all'interno dell'area efficace del calcestruzzo
$\rho_{p,eff}$	Rapporto tra l'area effettiva dell'armatura lenta e precompressa e l'area efficace del calcestruzzo a trazione
k_t	Fattore dipendente dalla durata del carico (7.3.4 (2))
k_1	Coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente (7.3.4 (3))
k_2	Coefficiente che tiene conto della distribuzione della deformazione
c	Spessore del copriferro dell'armatura principale longitudinale
ϵ_1	Deformazione a trazione maggiore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
ϵ_2	Deformazione a trazione minore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$s_{r,max}$	Spaziatura massima finale delle fessure
Φ	Diametro del ferro o diametro equivalente del ferro per più diametri di ferri all'interno dell'area di trazione effettiva del calcestruzzo
σ_s	Sollecitazioni massime nell'armatura a trazione considerando la sezione fessurata
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
$U_{so} \gamma_{lt}$	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t,t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

2.1.1.10 Dettagli costruttivi

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Rapporto _{lungo} [%]	Rapporto _{taglio} [%]	Governante [%]	Limite [%]	Verifica
-33.3	57.6	26.9	58.0	100.0	100.0	100.0	OK

Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura longitudinale

Tipo	Valore _{calc}	Valore _{lim}	Rapporto [%]	Verifica
Rapp. di armatura min. per armatura longitudinale (9.5.2 (2)) [%]	2.32	0.20	8.6	OK
Rapporto arm. max per armatura longitudinale (9.5.2 (3)) [%]	2.32	4.00	58.0	OK
Luce netta minima dell'armatura longitudinale (8.2 (2)) [mm]	75	21	27.9	OK
Distanza assiale massima dell'armatura longitudinale (9.2.3 (4)) [mm]	100	350	28.7	OK
Diametro minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (1)) [mm]	18	8	44.4	OK
Numeri di ferri minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (4))	10	4	40.0	OK

Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura a taglio

Tipo	Valore _{calc}	Valore _{lim}	Rapporto [%]	Verifica
Distanza massima delle staffe (9.5.3 (3)) [mm]	200	360	55.6	OK
Diametro minimo di armatura a taglio (9.5.3 (1)) [mm]	10	6	60.0	OK
Diametro minimo del mandrino della staffa (8.3 (2)) [-]	4.00	4.00	100.0	OK

Valori di input e risultati intermedi per i dettagli costruttivi

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm ²]	$b_t * d$ [mm ²]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
208	346	120000	0	450.0	391.3	25.0	2.6	16.7

Non conformità

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

Nessuna non conformità

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
$M_{Ed,y}$	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
$M_{Ed,z}$	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
Rapporto _{lungo}	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura longitudinale
Rapporto _{taglio}	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura a taglio
Governante	Rapporto governante tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi
Limite	Rapporto limite che rappresenta le regole sui dettagli costruttivi
Verifica	Risultato della verifica
Tipo	Tipo delle prescrizioni dei dettagli costruttivi
Valore _{calc}	Quantità calcolata o da input che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Valore _{lim}	Valore limite della quantità che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Rapporto	Rapporto tra valore calcolato o da input, che esprime i dettagli costruttivi, e il suo valore limite

Lista degli Elementi di Progetto

Elemento di progetto M 1

Tipo elemento	Elemento Compresso
Classe di Esposizione	XC3, XD1
Umidità relativa	65 %
Φ_{inf}	Calcolato
Importanza dell'elemento strutturale	Maggiore

Imperfezioni, 2° ordine

L	4.50 m
Luce di calcolo	Sec. appoggi

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	228 di 273

Vincoli alle estremità dell'elemento compresso

Direzione	y^\perp	z^\perp
Fine	Cerniera	Cerniera
Inizio	Cerniera	Cerniera

Imperfezione geometrica

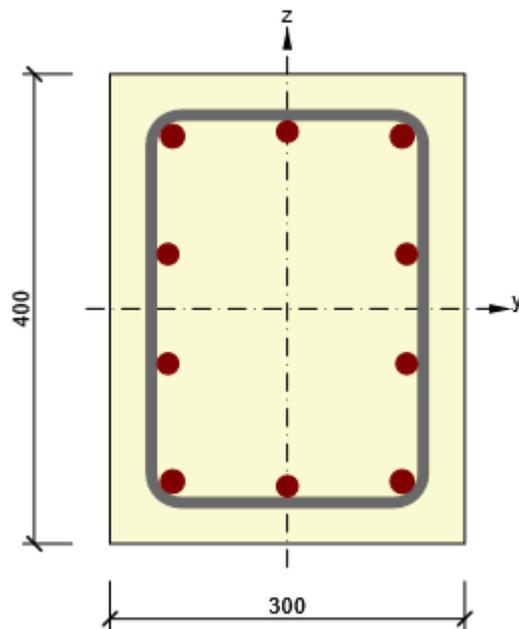
Uso per SLU	Si
Uso per SLE	No
Effetto considerato	Elemento isolato
Direzione delle imperfezioni	Dalle impostazioni del codice

Effetti del secondo ordine

Analisi degli effetti del secondo ordine	Si
Elemento rinforzato lungo l'asse y	No
Elemento rinforzato lungo l'asse z	No
Metodo di analisi	Curvatura Nominale
Fattore c all'asse y	Definito dall'utente
c_{y^\perp}	9.87
Fattore c all'asse z	Definito dall'utente
c_{z^\perp}	9.87

Lista delle Sezioni Armate

Sezione Armata R 1



Componenti della sezione

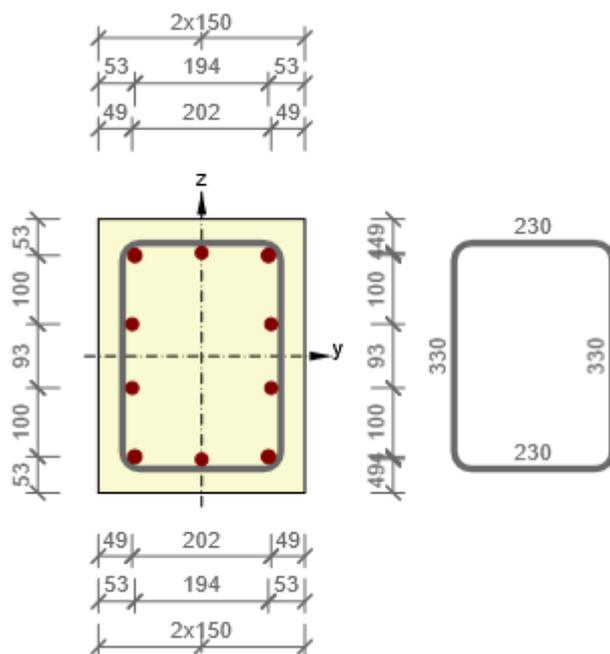
Sezione rettangolare (300 / 400mm), Materiale: C25/30

Caratteristiche della sezione

A [mm ²]	S _y [mm ³]	S _z [mm ³]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	C _{gy} [mm]	C _{gz} [mm]	i _y [mm]	i _z [mm]
120000	0	0	1600000000	900000000	0	0	115	87

Copriferro relativo ai bordi della sezione

1	30 mm
2	30 mm
3	30 mm
4	30 mm



Armatura longitudinale [kg/m]	Armatura a taglio [kg/m]	Volume totale [kg/m]	Armatura / m3 calcestruzzo [kg/m ³]
22	3	25	211

Armatura longitudinale

Ferro	Ø [mm]	Materiale	Y [mm]	Z [mm]
1	20	B 450 C	-97	147
2	20	B 450 C	-97	-147
3	20	B 450 C	97	-147
4	20	B 450 C	97	147
5	18	B 450 C	0	-151
7	18	B 450 C	0	151
9	18	B 450 C	-101	47
10	18	B 450 C	-101	-47
11	18	B 450 C	101	-47
12	18	B 450 C	101	47

Staffe

Staffa	Ø [mm]	Materiale	Distanza [mm]	Chiuso	Verifica a Taglio	Verifica a Torsione	Diametro del mandrino
1	10	B 450 C	200	Si	Si	Si	4.00

Staffa	Vertice	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-115	165
1	2	-115	-165
1	3	115	-165
1	4	115	165

Lista dei materiali usati

Calcestruzzo

Nome	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25.0	33.0	2.6	31475.8	0.20	2500
	$\epsilon_{c2} = 20.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu2} = 35.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{c3} = 17.5 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu3} = 35.0 \cdot 10^{-4},$ Esponente - n: 2.00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0.20), Tipo di diagramma: Parabolico					

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
f_{ck}	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni
f_{cm}	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo
f_{ctm}	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
E_{cm}	Modulo Secante di elasticità del calcestruzzo
ϵ_c	Deformazione compressione nel calcestruzzo alla tensione di picco f_c
ϵ_{cu}	Deformazione di contrazione ultima nel calcestruzzo

Acciaio Armatura Lenta

Nome	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B 450 C	450.0	500.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.20, \epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 10^{-4},$ Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato				

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
f_{yk}	Valore caratteristico della tensione di snervamento dell'armatura

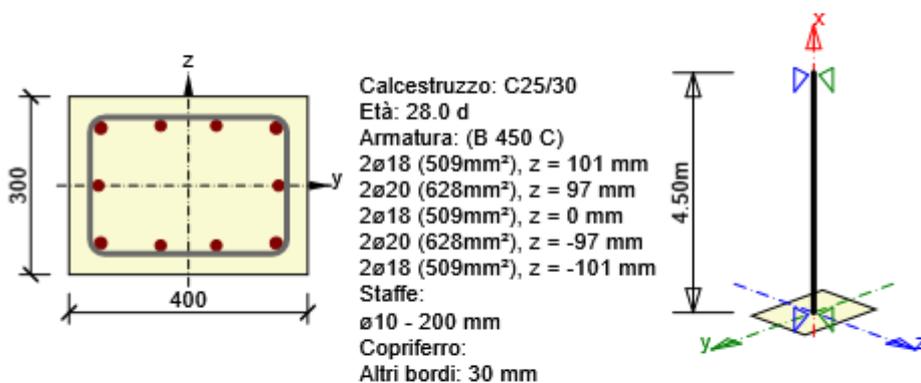
f_{tk}	Valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura
E	Modulo di elasticità dell'acciaio dell'armatura
ϵ_{uk}	Valore caratteristico della deformazione dell'armatura lenta o di precompressione al massimo carico

12.2 Verifiche SLU C400X300

Si riportano di seguito le verifiche effettuate per le sezioni più sollecitate di base, interpiano e testa.

12.2.1 Sezione S 1 C400X300

Elemento di progetto	M 1
Sezione armata	R 1



Effetti dei carichi - forze interne

Tipo di carico	Tipo combinazione	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Totale	Fondamentale SLU	-155.9	-3.0	11.9	0.0	-51.9	8.0
Totale	Caratteristico	-116.3	0.0	0.0	0.0	-38.6	7.0
Totale	Quasi-permanente	-98.0	0.0	0.0	0.0	-31.3	9.3
Inizio	Fondamentale SLU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fine	Fondamentale SLU	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Eccezionale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Eccezionale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Carico ciclico max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Carico ciclico max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Carico ciclico min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Carico ciclico min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inizio	Resistenza al fuoco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fine	Resistenza al fuoco	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ricalcolo delle forze interne (effetto del secondo ordine e imperfezioni)

Stati limite ultimi - combinazione fondamentale dei carichi

Ass e	N_{ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{i,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]	$e_{0,y/z}$ [mm]	$e_{i,y/z}$ [mm]	$e_{0Ed,y/z}$ [mm]	$e_{2,y/z}$ [mm]	$e_{Ed,y/z}$ [mm]
y	-155.9	-61.0	-51.9	-1.7	-53.5	-7.5	-333	-11	-343	-48	-391
y calc		-61.0			-53.5	-7.5			-343	-48	-391
z	-155.9	8.3	8.0	1.7	8.3	0.0	51	11	53	0	53
z calc		9.4			8.3	1.1			53	7	60

Flessione biassiale

λ_y / λ_z	λ_z / λ_y	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Verifica condizione
1.33	0.75	0.10	9.85	Soddisfatta

Non conformità

Non conformità	
i	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse z sono trascurati perché la snellezza λ è sotto il valore λ_{lim} (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).
i	Le condizioni per la flessione biassiale (5.38a) (5.38b) secondo il par. 5.8.9 sono soddisfatte, perciò può essere effettuato un progetto separato in ogni direzione principale. Il punto dell'azione della forza normale sarà considerato solo nella direzione

Snellezza

Asse	l [m]	l ₀ [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	λ [-]	λ _{lim} [-]	λ ≤ λ _{lim}
y [⊥]	4.50	4.50	87	0.69	1.45	0.70	0.08	51.96	50.02	2° ordine
z [⊥]	4.50	4.50	115	0.69	1.45	0.70	0.08	38.97	50.02	1° ordine

Curvatura Nominale

Asse	K _r [-]	K _φ [-]	φ _{eff} [-]	1/r ₀ [1/m]	1/r [1/m]	n _u [-]	n _{bal} [-]	c [-]	d [mm]	β [-]
y [⊥]	1.00	1.29	2.25	0.02	0.02	1.54	0.40	9.87	239	0.13
z [⊥]	0.00	0.00	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	9.87	0	0.00

Asse	θ _i [-]	α _m [-]	α _h [-]	ρ _m [-]	M ₀₁ [kNm]	M ₀₂ [kNm]
y [⊥]	0.00	1.00	0.94	1.00	0.0	0.0
z [⊥]	0.00	1.00	0.94	1.00	0.0	0.0

A _c [mm ²]	A _s [mm ²]	ω [-]	φ [-]	ε _{yd} [1e-4]
120000	2783	0.54	2.25	19.6

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Asse	Effetti ricalcolati dovuti a flessione biassiale
N _{ed}	Forze normali di progetto
M _{Ed,y/z}	Momento di progetto totale attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
M _{0,y/z}	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
M _{i,y/z}	Momento flettente attorno all'asse y e z rispettivamente causato dalle imperfezioni
M _{0Ed,y/z}	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
M _{2,y/z}	Momento nominale del 2° ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
e _{0,y/z}	Eccentricità del primo ordine rispetto all'asse z e y rispettivamente
e _{0Ed,y/z}	Eccentricità del primo ordine rispetto all'asse z e y rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
e _{2,y/z}	Eccentricità rispetto all'asse z e y rispettivamente causata dagli effetti del 2° ordine
e _{Ed,y/z}	Eccentricità totale rispetto all'asse z e y rispettivamente incluso gli effetti del 2° ordine

l	Lunghezza dell'elemento compresso
l ₀	Lunghezza efficace perpendicolare a un asse
A	Valore parziale per la determinazione della snellezza limite, vedi 5.8.3.1 (1)
B	Valore parziale per la determinazione della snellezza limite, vedi 5.8.3.1 (1)
C	Valore parziale per la determinazione della snellezza limite, vedi 5.8.3.1 (1)
n	Forza normale relativa
λ	Snellezza rispetto all'asse y e all'asse z rispettivamente
λ _{lim}	Snellezza limite rispetto all'asse y e z rispettivamente

Panoramica

Tipo di verifica governante	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Valore [%]	Verifica
Controllo delle tensioni	-98.0	-31.3	9.3			94.6	OK
Tipo di verifica	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M	-155.9	-61.0	9.4			44.0	OK
Taglio	-155.9			12.3	0.0	12.4	OK
Torsione					0.0	0.0	OK
Interazione	-155.9	-61.0	9.4	12.3	0.0	43.2	OK
Controllo delle tensioni	-98.0	-31.3	9.3			94.6	OK
Apertura delle fessure	-98.0	-31.3	9.3			31.5	OK
Asse				l ₀ [m]	λ [-]	λ _{lim} [-]	
Snellezza y [⊥]				4.50	51.96	50.02	
Snellezza z [⊥]				4.50	38.97	50.02	

Valore limite dello sfruttamento della sezione: 100.0 %

Diagramma di utilizzo N-M-M

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	Tipo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
-155.9	-61.0	9.4	Nu-Mu-Mu	44.0	100.0	OK

Resistenza di progetto dei css sottoposti a flessione e forza assiale

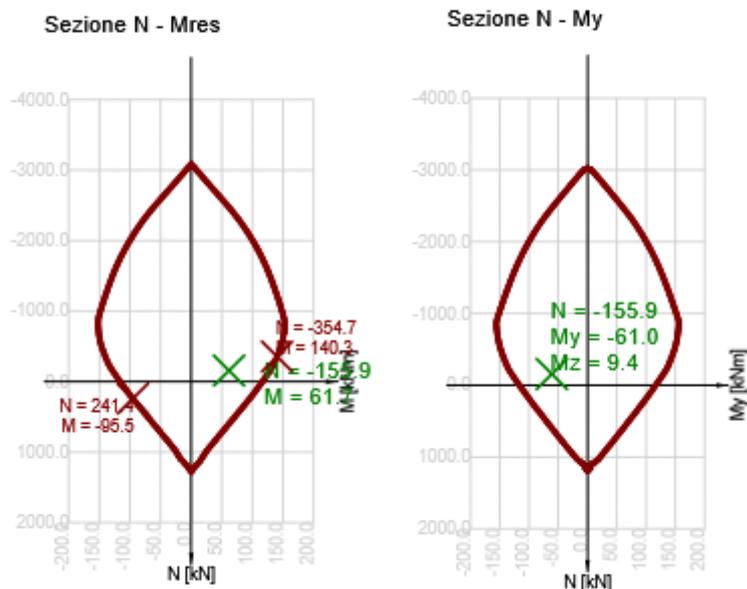
Tipo	F _{Ed}	F _{Rd1}	F _{Rd2}
N [kN]	-155.9	-354.7	241.4
M _y [kNm]	-61.0	-138.7	94.4
M _z [kNm]	9.4	21.4	-14.5

Ricalcolo delle forze interne (effetto del secondo ordine e imperfezioni)

Asse	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-155.9	-61.0	-51.9	-53.5	-7.5
Z	-155.9	9.4	8.0	8.3	1.1

Non conformità

Non conformità	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse z sono trascurati perché la snellezza λ è sotto il valore λ_{lim} (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).
	Le condizioni per la flessione biassiale (5.38a) (5.38b) secondo il par. 5.8.9 sono soddisfatte, perciò può essere effettuato un progetto separato in ogni direzione principale. Il punto dell'azione della forza normale sarà considerato solo nella direzione



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto della forza assiale agente causata dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della precompressione
$M_{Ed,y}$	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y causato dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della

2	762	1646	369	284	196	45.0	90.0	1.07
C_{Rd,c}	k	k₁	ρ_l	σ_{cp}	σ_{wd}	V_{min}	V	V₁
[-]	[-]	[-]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]
0.12	1.84	0.15	0.02	1.3	82.1	0.4	0.54	0.60

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
V _{Ed}	Valore di progetto dello sforzo di taglio agente (con effetto della precompressione)
N _{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
V _{Rd}	Valore finale della resistenza di progetto a taglio
Zona di verifica	Tipo di zona in cui è eseguita la verifica
Paragrafo	Il numero di paragrafo (tipo di metodo) usato per la verifica a taglio
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
V _{Rd,c}	La resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
V _{Rd,max}	Valore di progetto dello sforzo di taglio massimo che può essere sopportato dall'elemento, limitato dallo schiacciamento dei puntoni compressi
V _{Rd,r}	Valore limite dello sforzo di taglio di progetto considerato senza riduzione per il fattore Beta sec. (6.2.2(6))
V _{Rd,s}	Valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sostenuto dallo snervamento dell'armatura a taglio
n _c	Numero di braccia dell'armatura a taglio
a _{sw}	L'area dell'armatura a taglio per unità di lunghezza
A _{sl}	L'area dell'armatura longitudinale a trazione
b _w	La larghezza della sezione nel baricentro di css
d	Altezza effettiva della sezione
z	Il braccio più interno della leva
θ	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
α	L'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
α _{cw}	Coefficiente che prende in considerazione lo stato delle sollecitazioni nel corrente compresso
C _{Rd,c}	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio

k	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
k ₁	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
ρ _l	Rapporto di armatura dell'armatura longitudinale a trazione
σ _{cp}	Sforzo normale nella sezione dovuto ai carichi o alla precompressione limitato da 0.2 fcd
σ _{wd}	Sforzo di progetto dell'armatura a taglio, vedi nota 2 par. 6.2.3 (3)
v _{min}	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
v	Fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo per il calcolo della resistenza a taglio
v ₁	Fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo per il calcolo della resistenza a taglio

Torsione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

T _{Ed} [kNm]	T _{Rd} [kNm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
0.0	18.7	0.0	100.0	OK

Momenti torcenti di resistenza e di progetto

T _{Ed} [kNm]	T _{Rd,c} [kNm]	T _{Rd,max} [kNm]	T _{Rd,s} [kNm]	T _{Rd} [kNm]
0.0	14.3	57.5	18.7	18.7

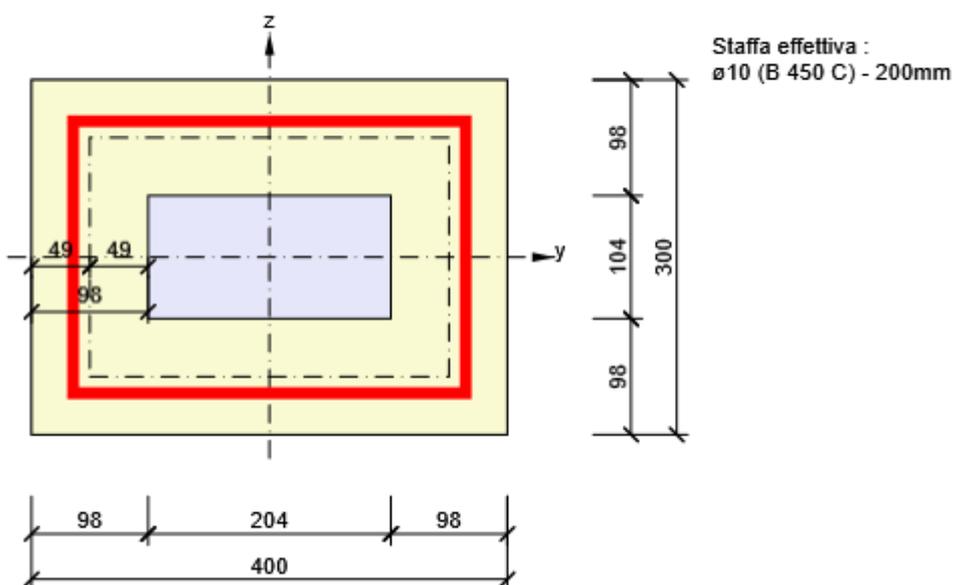
Valori di input e risultati intermedi del progetto a torsione

A _k [mm ²]	u _k [mm]	t _{eff} [mm]	a _{sw} [mm ² /m]	A _{sl} [mm ²]	A _{sp} [mm ²]	θ [°]
61004	1008	98	393	2783	0	45.0

Non conformità

Nessuna non conformità

Sezione a parete sottile per la verifica a torsione



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
T_{Ed}	Valore di progetto del momento torcente agente (con effetto della precompressione)
T_{Rd}	Momento di resistenza torsionale di progetto governante
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
$T_{Rd,c}$	Momento a fessurazione torsionale di progetto
$T_{Rd,max}$	Momento di resistenza torsionale di progetto
$T_{Rd,s}$	Il valore di progetto del momento torcente, che può essere sostenuto dallo snervamento dell'armatura a torsione
A_k	L'area racchiusa dalle linee centrali delle piastre verticali di collegamento, incluso le aree delle cavità
u_k	Il perimetro dell'area A_k
t_{eff}	Lo spessore efficace della piastra verticale
a_{sw}	Area dell'armatura a taglio per unità di lunghezza usata per la verifica a torsione
A_{sl}	Area dell'armatura longitudinale all'interno della staffa, che assorbe la torsione
A_{sp}	Area dell'armatura di precompressione all'interno della staffa, che è efficace

	per la resistenza a torsione
θ	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio

Interazione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Ed} [kN]	T_{Ed} [kNm]	Valore V+T [%]	Valore V+T+M [%]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
-155.9	-61.0	9.4	12.3	0.0	12.4	43.2	43.2	100.0	OK

Ricalcolo delle forze interne (effetto del secondo ordine e imperfezioni)

Asse	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{0,y/z}$ [kNm]	$M_{0Ed,y/z}$ [kNm]	$M_{2,y/z}$ [kNm]
Y	-155.9	-61.0	-51.9	-53.5	-7.5
Z	-155.9	9.4	8.0	8.3	1.1

Verifica di interazione del taglio e della torsione (calcestruzzo)

$V_{Rd,c}$ [kN]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	Eq. 6.31 [%]	Eq. 6.29 [%]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
99.1	14.3	387.5	57.5	12.4	3.2	3.2	100.0	OK

Verifica di interazione del taglio, della torsione, della flessione e delle forze normali

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \epsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \epsilon_t$ [1e-4]	Limite in ferro	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
122.3	12.3	0.0	0.2	0.0	1	43.2	100.0	OK

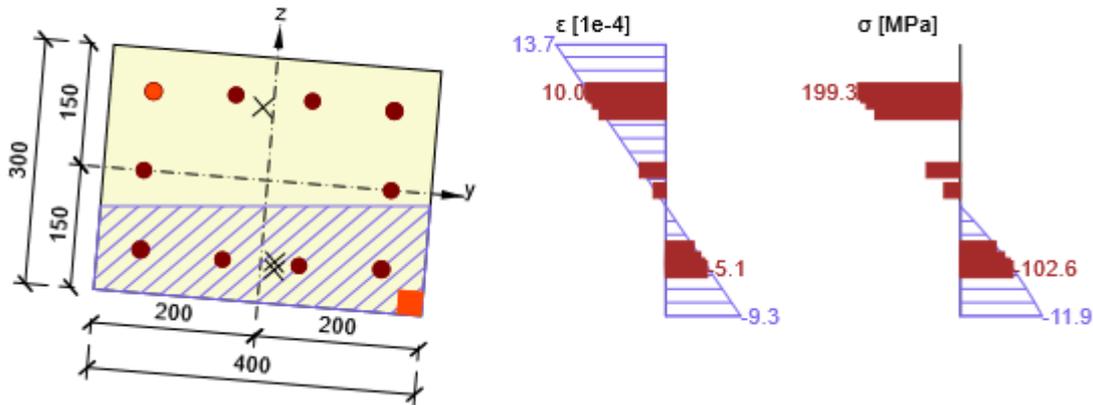
Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	ϵ [1e-4]	ϵ_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
1	-147	97	0.2	10.0	450.0	4.4	199.3	461.4	43.2	OK

Non conformità

Nessuna non conformità

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
M_{Edy}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
M_{Edz}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
V_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo di taglio agente (con effetto della precompressione)
T_{Ed}	Valore di progetto del momento torcente agente (con effetto della precompressione)
Valore V+T	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione (per interazione di taglio e torsione) relativo al valore limite
Valore V+T+M	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione (per interazione di taglio, torsione e flessione) relativo al valore limite
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
$M_{Ed,y/z}$	Momento di progetto totale attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{0,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
$M_{0Ed,y/z}$	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
$M_{2,y/z}$	Momento nominale del 2° ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente

$V_{Rd,c}$	La resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
$T_{Rd,c}$	Momento a fessurazione torsionale di progetto
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto dello sforzo di taglio massimo che può essere sopportato dall'elemento, limitato dallo schiacciamento dei puntoni compressi
$T_{Rd,max}$	Momento di resistenza torsionale di progetto
Eq. 6.31	Il valore dello sfruttamento della sezione secondo l'equazione (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	Il valore dello sfruttamento della sezione secondo l'equazione (6.29) EN 1992-1-1
F_b	Forze risultanti nell'armatura longitudinale dovute a flessione e forza normale
$\Delta F_{td,s}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta al taglio calcolato come $V_{Ed} * \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta alla torsione
$\Delta \varepsilon_s$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio
$\Delta \varepsilon_t$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta alla torsione
Limite in ferro	Numero dell'armatura non precompressa con il valore limite della verifica
Ferro	Numero di barre con il valore estremo della verifica
y_i	Coordinata y del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
z_i	Coordinata z del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
$\Delta \varepsilon_{st}$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio e alla torsione
ε	Deformazione nel ferro/trefolo dovuta taglio, torsione e flessione
ε_{lim}	Valore limite della deformazione nel ferro/trefolo
$\Delta \sigma_{st}$	Sollecitazione a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta a taglio e torsione
σ	Sollecitazione nel ferro/trefolo dovuta a taglio, torsione e flessione
σ_{lim}	Valore limite della tensione nel ferro/trefolo

Controllo delle tensioni

Controllo delle tensioni - effetto a breve termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	2	-10.6	-11.3	94.6	100.0	OK

Controllo delle tensioni - effetto a lungo termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	2	-6.2	-11.3	55.1	100.0	OK

Verifica dettagliata del calcestruzzo - effetti a breve termine

Tipo di verifica	Fibra	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	2	200	-150	-116.3	-38.6	7.0	-12.0	-15.0	80.2	OK
7.2(3)-Quasi	2	200	-150	-98.0	-31.3	9.3	-10.6	-11.3	94.6	OK

Verifica dettagliata dell'armatura - effetti a breve termine

Tipo di verifica	Ferro	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	1	-147	97	-116.3	-38.6	7.0	104.3	360.0	29.0	OK

Verifica dettagliata del calcestruzzo - effetti a lungo termine

Tipo di verifica	Fibra	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	2	200	-150	-116.3	-38.6	7.0	-7.1	-15.0	47.0	OK
7.2(3)-Quasi	2	200	-150	-98.0	-31.3	9.3	-6.2	-11.3	55.1	OK

Verifica dettagliata dell'armatura - effetti a lungo termine

Tipo di verifica	Ferro	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
------------------	-------	------------	------------	--------	-------------	-------------	----------------	----------------------	------------	----------

7.2(5)-Char	1	-147	97	-116.3	-38.6	7.0	123.8	360.0	34.4	OK
-------------	---	------	----	--------	-------	-----	-------	-------	------	----

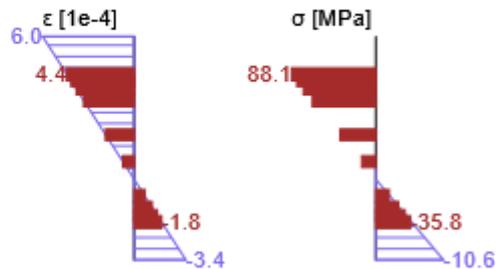
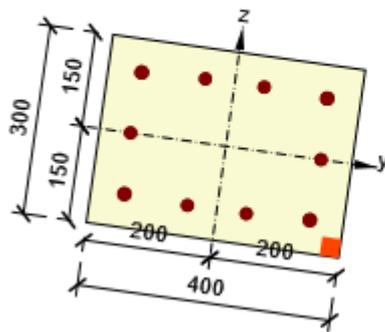
Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	h ₀ [mm]	A _c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t ₀ [d]	t _s [d]	RH [%]	Uso γ _{lt}	φ(t,t ₀) [-]
Automatico	171	120000	1400	18250.0	28.0	7.0	65	No	2.25

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

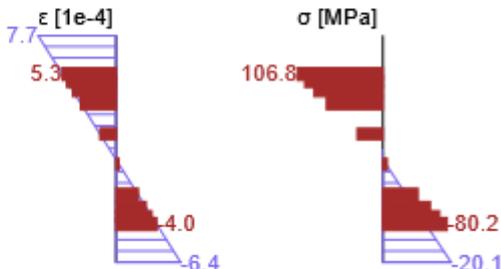
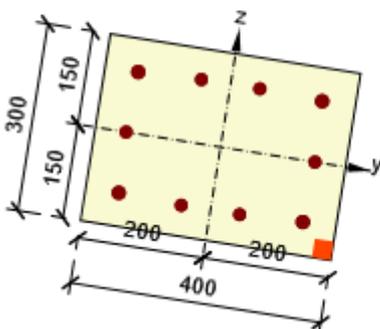
- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a breve termine



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Tipo di verifica	Il numero di paragrafo e il tipo di combinazione SLE usati per il calcolo del controllo delle tensioni

Tipo componente	Specifica del tipo di componente css (calcestruzzo fibra/ferro/trefolo) con valori limite nella verifica
Indice	Numero della fibra di calcestruzzo, armatura o trefolo con il valore limite della verifica
σ	Sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
σ_{lim}	Valore limite dello sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
Fibra	Numero delle fibre di calcestruzzo con il valore limite della verifica
y_i	Coordinata y del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
z_i	Coordinata z del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
N	Forza normale per combinazione SLE appropriata
M_y	Momento flettente attorno all'asse y per combinazione SLE appropriata
M_z	Momento flettente attorno all'asse z per combinazione SLE appropriata
Ferro	Numero di barre con il valore estremo della verifica
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
Uso γ_{lt}	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

Fessurazione

Apertura delle fessure- effetti a breve termine

Combinazione	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
Quasi	-98.0	-31.3	9.3	0.067	0.300	22.4	100.0	OK

Apertura delle fessure - effetti a lungo termine

Combinazione	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	w _k [mm]	w _{lim} [mm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
Quasi	-98.0	-31.3	9.3	0.095	0.300	31.5	100.0	OK

Risultati intermedi e coefficienti per il calcolo a fessurazione - effetti a breve termine

x [mm]	h _{c,eff} [mm]	d [mm]	A _{c,eff} [mm ²]	A _{s,eff} [mm ²]	ρ _{p,eff} [-]
127	75	289	19076	569	0.03
k _t [-]	ε _{sm} -ε _{cm} [1e-4]	k ₁ [-]	k ₂ [-]	k ₃ [-]	k ₄ [-]
0.60	2.6	0.80	0.50	3.40	0.43
c [mm]	ε ₁ [1e-4]	ε ₂ [1e-4]	s _{r,max} [mm]	Φ [mm]	σ _s [MPa]
43	6.0	-3.4	255	19	88.1

Risultati intermedi e coefficienti per il calcolo a fessurazione - effetti a lungo termine

x [mm]	h _{c,eff} [mm]	d [mm]	A _{c,eff} [mm ²]	A _{s,eff} [mm ²]	ρ _{p,eff} [-]
163	66	299	13772	314	0.02
k _t [-]	ε _{sm} -ε _{cm} [1e-4]	k ₁ [-]	k ₂ [-]	k ₃ [-]	k ₄ [-]
0.40	3.2	0.80	0.50	3.40	0.43
c [mm]	ε ₁ [1e-4]	ε ₂ [1e-4]	s _{r,max} [mm]	Φ [mm]	σ _s [MPa]
43	7.7	-6.4	295	20	106.8

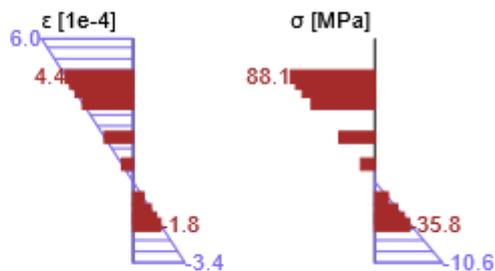
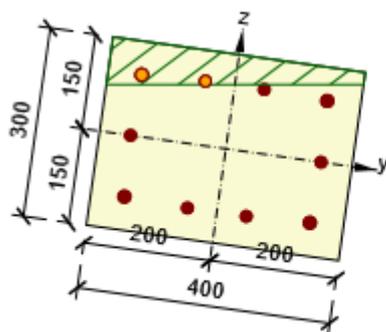
Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	h ₀ [mm]	A _c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t ₀ [d]	t _s [d]	RH [%]	Uso γ _{lt}	φ(t,t ₀) [-]
Automatico	171	120000	1400	18250.0	28.0	7.0	65	No	2.25

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

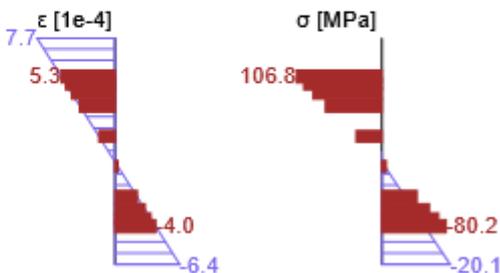
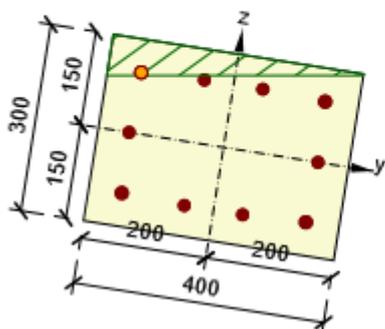
- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a breve termine



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Combinazione	Combinazione usata per il calcolo incluso i coefficienti r_{sup} o r_{inf} sec. 5.10.9
N	Forza normale per combinazione quasi-permanente
M_y	Momento flettente attorno all'asse y per combinazione quasi-permanente
M_z	Momento flettente attorno all'asse z per combinazione quasi-permanente
w_k	L'apertura delle fessure è calcolata secondo 7.3.4
w_{lim}	Valore limite dell'apertura delle fessure secondo la tabella 7.1N
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite

Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
x	Altezza della zona di compressione (posizione dell'asse neutro)
$h_{c,eff}$	L'altezza dell'area a trazione effettiva del calcestruzzo attorno all'armatura o ai trefoli di precompressione (7.3.2 (3))
d	Altezza effettiva della sezione
$A_{c,eff}$	Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura e ai trefoli di precompressione
$A_{s,eff}$	Area effettiva dell'acciaio dell'armatura all'interno dell'area efficace del calcestruzzo
$\rho_{p,eff}$	Rapporto tra l'area effettiva dell'armatura lenta e precompressa e l'area efficace del calcestruzzo a trazione
k_t	Fattore dipendente dalla durata del carico (7.3.4 (2))
k_1	Coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente (7.3.4 (3))
k_2	Coefficiente che tiene conto della distribuzione della deformazione
c	Spessore del copriferro dell'armatura principale longitudinale
ϵ_1	Deformazione a trazione maggiore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
ϵ_2	Deformazione a trazione minore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$s_{r,max}$	Spaziatura massima finale delle fessure
Φ	Diametro del ferro o diametro equivalente del ferro per più diametri di ferri all'interno dell'area di trazione effettiva del calcestruzzo
σ_s	Sollecitazioni massime nell'armatura a trazione considerando la sezione fessurata
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
Uso γ_{lt}	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t,t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

Dettagli costruttivi

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Rapporto _{lungo} [%]	Rapporto _{taglio} [%]	Governante [%]	Limite [%]	Verifica
-155.9	-61.0	9.4	58.0	100.0	100.0	100.0	OK

Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura longitudinale

Tipo	Valore _{calc}	Valore _{lim}	Rapporto [%]	Verifica
Rapp. di armatura min. per armatura longitudinale (9.5.2 (2)) [%]	2.32	0.20	8.6	OK
Rapporto arm. max per armatura longitudinale (9.5.2 (3)) [%]	2.32	4.00	58.0	OK
Luce netta minima dell'armatura longitudinale (8.2 (2)) [mm]	75	21	27.9	OK
Distanza assiale massima dell'armatura longitudinale (9.2.3 (4)) [mm]	100	350	28.7	OK
Diametro minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (1)) [mm]	18	8	44.4	OK
Numeri di ferri minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (4))	10	4	40.0	OK

Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura a taglio

Tipo	Valore _{calc}	Valore _{lim}	Rapporto [%]	Verifica
Distanza massima delle staffe (9.5.3 (3)) [mm]	200	360	55.6	OK
Diametro minimo di armatura a taglio (9.5.3 (1)) [mm]	10	6	60.0	OK
Diametro minimo del mandrino della staffa (8.3 (2)) [-]	4.00	4.00	100.0	OK

Valori di input e risultati intermedi per i dettagli costruttivi

b_w [mm]	d [mm]	A_c [mm ²]	$b_t * d$ [mm ²]	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]
369	284	120000	0	450.0	391.3	25.0	2.6	16.7

Non conformità

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE) TRATTA PARMA - VICOFERTILE					
	PROGETTO DEFINITIVO TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010006	REV B

Nessuna non conformità

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
$M_{Ed,y}$	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
$M_{Ed,z}$	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
Rapporto _{lungo}	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura longitudinale
Rapporto _{taglio}	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura a taglio
Governante	Rapporto governante tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi
Limite	Rapporto limite che rappresenta le regole sui dettagli costruttivi
Verifica	Risultato della verifica
Tipo	Tipo delle prescrizioni dei dettagli costruttivi
Valore _{calc}	Quantità calcolata o da input che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Valore _{lim}	Valore limite della quantità che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Rapporto	Rapporto tra valore calcolato o da input, che esprime i dettagli costruttivi, e il suo valore limite

Lista degli Elementi di Progetto

Elemento di progetto M 1

Tipo elemento	Elemento Compresso
Classe di Esposizione	XC3, XD1
Umidità relativa	65 %
Φ_{inf}	Calcolato
Importanza dell'elemento strutturale	Maggiore

Imperfezioni, 2° ordine

L	4.50 m
Luce di calcolo	Sec. appoggi

Vincoli alle estremità dell'elemento compresso

Direzione	y^{\perp}	z^{\perp}
Fine	Cerniera	Cerniera
Inizio	Cerniera	Cerniera

Imperfezione geometrica

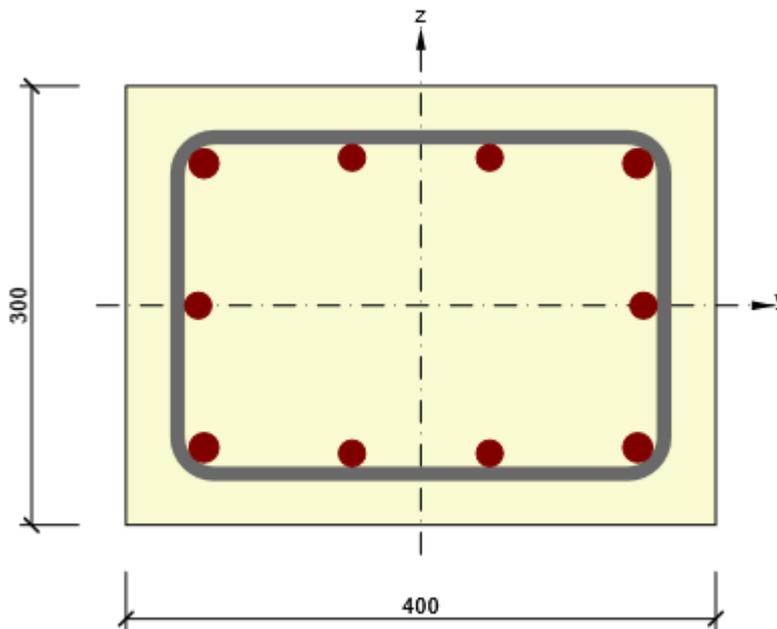
Usò per SLU	Si
Usò per SLE	No
Effetto considerato	Elemento isolato
Direzione delle imperfezioni	Dalle impostazioni del codice

Effetti del secondo ordine

Analisi degli effetti del secondo ordine	Si
Elemento rinforzato lungo l'asse y	No
Elemento rinforzato lungo l'asse z	No
Metodo di analisi	Curvatura Nominale
Fattore c all'asse y	Definito dall'utente
$c_{y^{\perp}}$	9.87
Fattore c all'asse z	Definito dall'utente
$c_{z^{\perp}}$	9.87

Lista delle Sezioni Armate

Sezione Armata R 1



Componenti della sezione

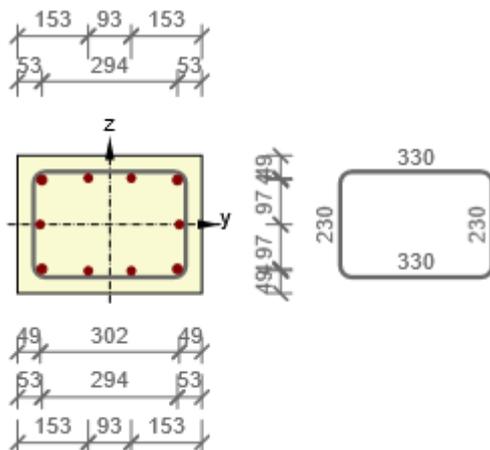
Sezione rettangolare (400 / 300mm), Materiale: C25/30

Caratteristiche della sezione

A [mm ²]	S _y [mm ³]	S _z [mm ³]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	C _{gy} [mm]	C _{gz} [mm]	i _y [mm]	i _z [mm]
120000	0	0	900000000	1600000000	0	0	87	115

Copriferro relativo ai bordi della sezione

1	30 mm
2	30 mm
3	30 mm
4	30 mm



Armatura longitudinale [kg/m]	Armatura a taglio [kg/m]	Volume totale [kg/m]	Armatura / m3 calcestruzzo [kg/m ³]
22	3	25	211

Armatura longitudinale

Ferro	Ø [mm]	Materiale	Y [mm]	Z [mm]
1	20	B 450 C	-147	97
2	20	B 450 C	-147	-97
3	20	B 450 C	147	-97
4	20	B 450 C	147	97
5	18	B 450 C	-47	-101
6	18	B 450 C	47	-101
7	18	B 450 C	47	101
8	18	B 450 C	-47	101
9	18	B 450 C	-151	0
10	18	B 450 C	151	0

Staffe

Staffa	Ø [mm]	Materiale	Distanza [mm]	Chiuso	Verifica a Taglio	Verifica a Torsione	Diametro del mandrino
1	10	B 450 C	200	Si	Si	Si	4.00
Staffa	Vertice	Y [mm]	Z [mm]				
1	1	-165	115				
1	2	-165	-115				
1	3	165	-115				

1	4	165	115
---	---	-----	-----

Lista dei materiali usati

Calcestruzzo

Nome	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25.0	33.0	2.6	31475.8	0.20	2500
	$\epsilon_{c2} = 20.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu2} = 35.0 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{c3} = 17.5 \cdot 10^{-4}, \epsilon_{cu3} = 35.0 \cdot 10^{-4}$, Esponente - n: 2.00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0.20), Tipo di diagramma: Parabolico					

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
f_{ck}	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni
f_{cm}	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo
f_{ctm}	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
E_{cm}	Modulo Secante di elasticità del calcestruzzo
ϵ_c	Deformazione compressione nel calcestruzzo alla tensione di picco f_c
ϵ_{cu}	Deformazione di contrazione ultima nel calcestruzzo

Acciaio Armatura Lenta

Nome	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B 450 C	450.0	450.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.20, \epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 10^{-4}$, Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato				

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
f_{yk}	Valore caratteristico della tensione di snervamento dell'armatura
f_{tk}	Valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura
E	Modulo di elasticità dell'acciaio dell'armatura
ϵ_{uk}	Valore caratteristico della deformazione dell'armatura lenta o di precompressione al massimo carico

13 VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE

La platea di fondazione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

Profondità piano di posa rispetto al piano di calpestio interno	D = 1.25	m
Larghezza complessiva	B = 6.70	m
Lunghezza complessiva	L = 15.70	m
Spessore	s = 30.00	cm

I_z	22500000000	[mm ⁴]
C_{gy}	0	[mm]
C_{gz}	0	[mm]
i_y	361	[mm]
i_z	173	[mm]

13.1.2 Materiale

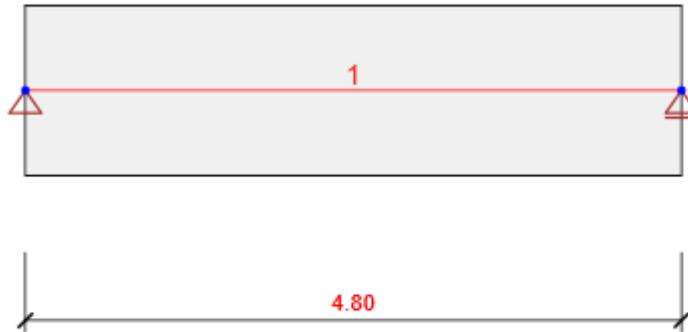
Calcestruzzo

Nome	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25.0	33.0	2.6	31475.8	0.20	2500
	$\epsilon_{c2} = 20.0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu2} = 35.0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{c3} = 17.5 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu3} = 35.0 \cdot 10^{-4}$, Esponente - n: 2.00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0.20), Tipo di diagramma: Parabolico					

Armatura

Nome	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B450C	450.0	500.0	200000.0	0.20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1.20$, $\epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 10^{-4}$, Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato				

13.1.3 Geometria



Schema Strutturale

Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	4.80	4.80	1 - Rectangle 950, 600 (Rettangolo 950, 600)

Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0.00	XZ
2	4.80	Z

13.1.4 Risultati

Inviluppi

Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
1	ULSF(2)	0.00	0.0	-87.8	41.9
1	ULSF(3)	0.00	0.0	-103.3	41.9
1	ULSF(3)	4.80	0.0	103.3	41.9
1	ULSF(3)	2.40	0.0	0.0	-82.1

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(3)	SW + G + 1.5*Q
ULSF(1)	SW + 1.15*G + 1.5*Q
ULSF(2)	1.35*SW + G

Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u _x [mm]	u _z [mm]	f _y [mrad]
1	SLSC(7)	0.00	0.0	0.0	-0.2
1	SLSC(7)	2.52	0.0	0.2	0.0
1	SLSC(7)	5.05	0.0	0.0	0.2

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(7)	SW + G + Q

Reazioni

Elemento	Combi	Posizione [m]	u _x [mm]	u _z [mm]	f _y [mrad]
1	SLSC(7)	0.00	0.0	0.0	0.0
1	SLSC(7)	2.40	0.0	0.0	0.0
1	SLSC(7)	0.48	0.0	0.0	0.0
1	SLSC(7)	4.32	0.0	0.0	0.0

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
--------------	---

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	261 di 273

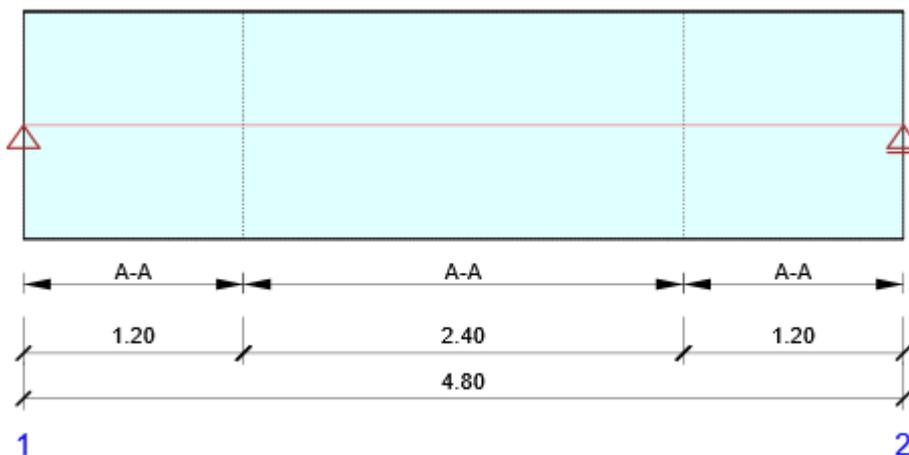
ULSF(1)	$SW + 1.15 \cdot G + 1.5 \cdot Q$
ULSF(2)	$1.35 \cdot SW + G$

13.1.5 Progetto calcestruzzo

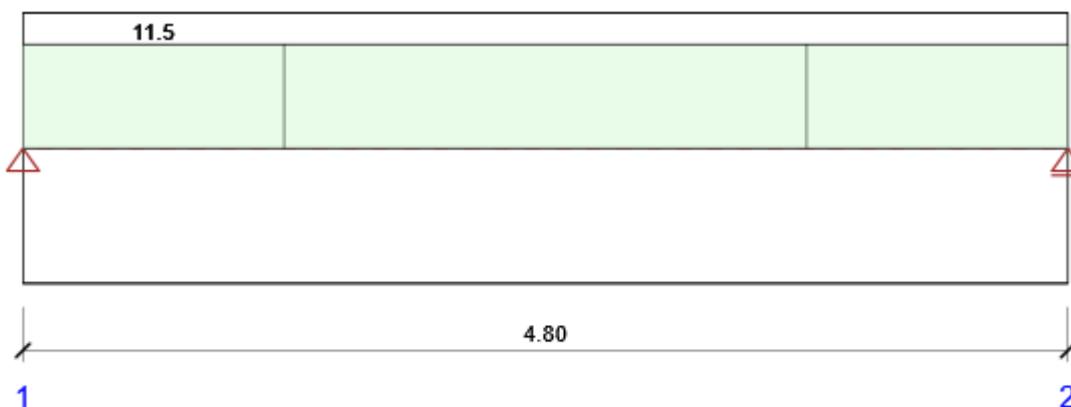
Normativa Nazionale

Normativa Nazionale	EN 1992-1-1:2014-12
Vita nominale	50 anni

Schema di armatura



Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	262 di 273

Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M, Zona: A-A (1.20 - 3.60)					
ULSF(3)	0.0	-89.4	0.0	10.5	OK
Taglio, Zona: A-A (0.00 - 1.20)					
ULSF(3)	0.0	29.3	-46.3	6.8	OK
Interazione, Zona: A-A (0.00 - 1.20)					
ULSF(3)	0.0	-57.2	-46.3	11.5	OK
Controllo delle tensioni, Zona: A-A (1.20 - 3.60)					
SLSQ(9)	0.0	-47.1	0.0	2.5	OK
Apertura delle fessure, Zona: A-A (0.00 - 1.20)					
SLSQ(9)	0.0	27.7	-29.1	0.0	OK

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(2)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q
SLSC(5)	SW + G + Q
SLSQ(10)	SW + G + 0,3*Q

Riassunto verifiche degli spostamenti

d _x [m]	u _{z,lin} [mm]	u _{z,st} [mm]	u _{z,II} [mm]	u _{z,lt} [mm]	u _{z,lim} (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
2.40	0.0	0.0	0.1	0.1	19.2	0.6	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(5)	Totale	SW + G + Q
	Lungo termine	SW + G + 0,30*Q

Stabilità laterale

Distinta dei materiali

La verifica della Stabilità laterale non è stata eseguita. Probabilmente non c'è nessun elemento da verificare.

Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m ³ calcestruzzo [kg/m ³]
	Nome	[m ³]	[kg]			
4.80	C25/30	3.60	9000	245	9245	68

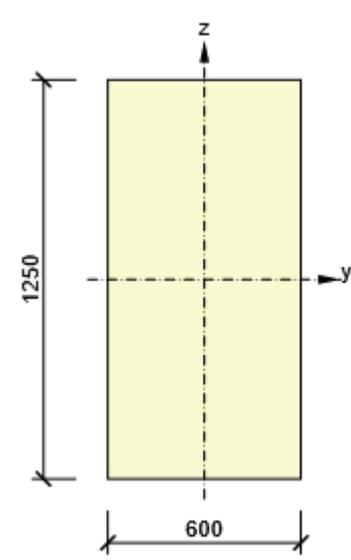
Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
16	B450C	Ferri	79.80	121
8	B450C	Staffe	313.76	124

13.2 Verifiche SLU B1250X600 YZ DIREZIONE

13.2.1 Sezioni

Rectangle 950, 600

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	750000	[mm ²]
S _y	0	[mm ³]
S _z	0	[mm ³]
I _y	97656250000	[mm ⁴]
I _z	225000000000	[mm ⁴]
C _{gy}	0	[mm]
C _{gz}	0	[mm]
i _y	361	[mm]
i _z	173	[mm]



13.2.2 Materiale

Calcestruzzo

Nome	f _{ck} [MPa]	f _{cm} [MPa]	f _{ctm} [MPa]	E _{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25.0	33.0	2.6	31475.8	0.20	2500

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

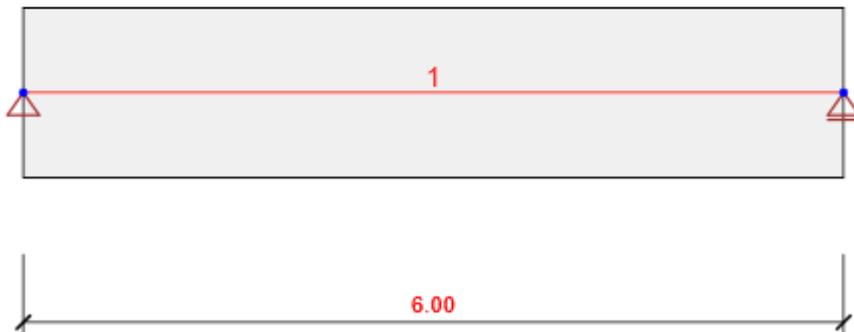
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	264 di 273

$\epsilon_{c2} = 20.0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu2} = 35.0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{c3} = 17.5 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu3} = 35.0 \cdot 10^{-4}$,
Esponente - n: 2.00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0.20), Tipo di diagramma: Parabolico

Armatura

Nome	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B450C	450.0	540.0	200000.0	0.20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1.20$, $\epsilon_{uk} = 500.0 \cdot 10^{-4}$, Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato					

13.2.3 Geometria



Schema Strutturale

Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
----------	------------------	---------------------------	---------

1	6.00	6.00	1 - Rectangle 950, 600 (Rettangolo 950, 600)
---	------	------	--

Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0.00	XZ
2	6.00	Z

13.2.4 Risultati

Inviluppi

Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
1	ULSF(1)	0.00	0.0	-29.2	-130.3
1	ULSF(1)	6.00	0.0	15.9	-170.1
1	ULSF(1)	3.60	0.0	-2.1	-186.7
1	ULSF(4)	2.40	0.0	-1.5	-84.0

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(2)	SW + G + 1.5*Q
ULSF(1)	SW + 1.15*G + 1.5*Q
ULSF(5)	1.35*SW + 1.35*G

Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u _x [mm]	u _z [mm]	f _{iy} [mrad]
1	SLSC(7)	0.00	0.0	0.0	-0.1
1	SLSC(7)	3.00	0.0	0.2	0.0
1	SLSC(7)	6.00	0.0	0.0	0.1

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(7)	SW + G + Q

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	266 di 273

Reazioni

Nodo	Combi	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	ULSF(1)	0.0	-196.3	0.0
2	ULSF(1)	0.0	-196.3	0.0

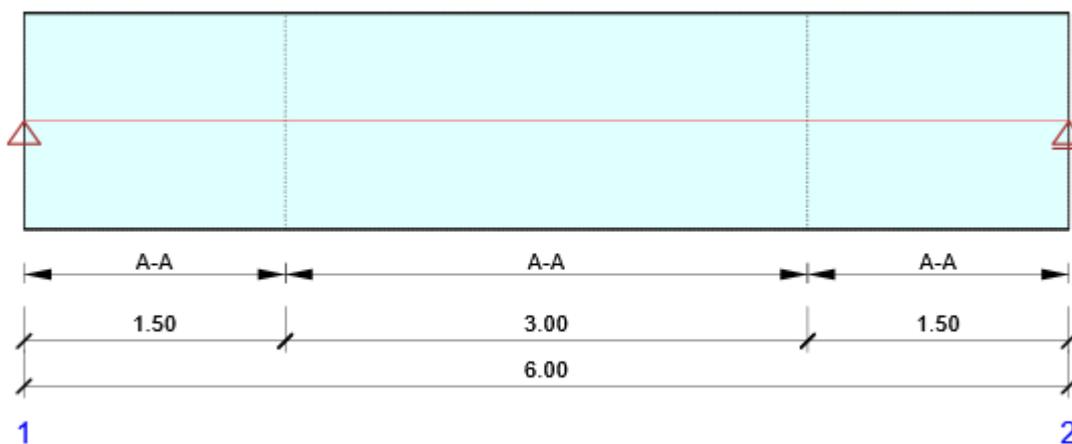
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1.15*G + 1.5*Q

13.2.5 Progetto calcestruzzo

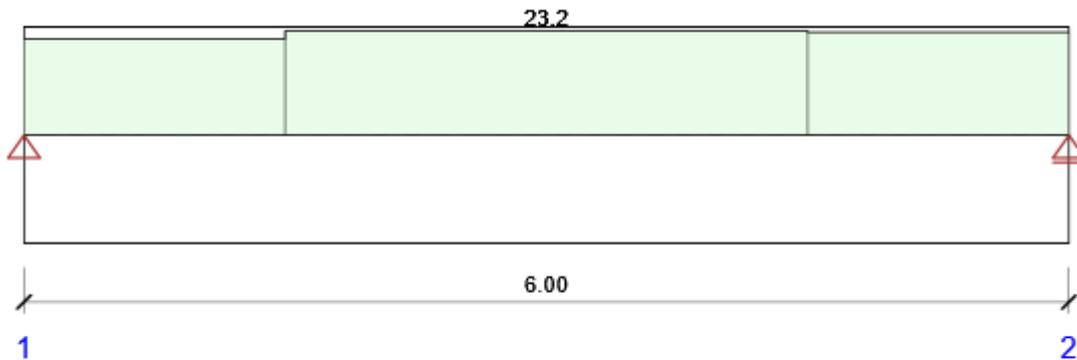
Normativa Nazionale

Normativa Nazionale	EN 1992-1-1:2014-12
Vita nominale	50 anni

Schema di armatura



Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	V _{Ed} [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M, Zona: A-A (1.50 - 4.50)					
ULSF(1)	0.0	-156.1	-2.1	18.8	OK
Taglio, Zona: A-A (0.00 - 1.50)					
ULSF(1)	0.0	-103.1	-19.2	2.9	OK
Interazione, Zona: A-A (1.50 - 4.50)					
ULSF(1)	0.0	-156.1	-2.1	23.2	OK
Controllo delle tensioni, Zona: A-A (4.50 - 6.00)					
SLSQ(9)	0.0	-125.9	-2.5	6.8	OK
Apertura delle fessure, Zona: A-A (0.00 - 1.50)					
SLSQ(9)	0.0	-96.1	-6.3	0.0	OK

Riassunto verifiche degli spostamenti

d _x [m]	u _{z,lin} [mm]	u _{z,st} [mm]	u _{z,ll} [mm]	u _{z,lt} [mm]	u _{z,lim} (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
3.00	0.8	1.4	1.0	2.1	24.0	8.8	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(5)	Totale	SW + G + Q

PROGETTO DEFINITIVO
TIP.F - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010006	B	268 di 273

Lungo termine	SW + G + 0,30*Q
---------------	-----------------

Stabilità laterale

Distinta dei materiali

La verifica della Stabilità laterale non è stata eseguita. Probabilmente non c'è nessun elemento da verificare.

Lunghezza [m]	Calcestruzzo		Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m ³ calcestruzzo [kg/m ³]
	Nome	[m ³] [kg]			
6.00	C25/30	4.50 11250	302	11552	67

Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
16	B450C	Ferri	96.00	152
8	B450C	Staffe	380.95	150

13.3 Verifiche SLU – SLV

FONDAZIONE 1-1

INPUT

SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kNm]	V _{Ed} [kN]
SLE Quasi Permanente	29.1	33.0	41.57
SLE Frequente	31.5	33.4	42.26
SLE Fiana	46.6	36.1	46.04
SLU	56.5	37.9	48.7
SLV	111.0	38.3	49.1

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C. A.

Geometria della sezione

Basse (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	30
Altezza utile della sezione	d [cm]	23
Area di calcestruzzo	A _c [cm ²]	3000

Armatura longitudinale tesa

	1 STRATO2	STRATC3	STRATO
Numero Barre	6.67	0.00	0
Diametro	φ [r] 16	0	0
Posizione dal lembo esterno	6.6	11.6	0.0
Area strato	A _s 13.41	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ	0.573%	

Armatura longitudinale compressa

	1 STRATO2	STRATC3	STRATO
Numero Barre	6.7	0	0
Diametro	φ [r] 16	0	0
Posizione dal lembo esterno	6.6	11.6	0.0
Area strato	A _s ' 13.41	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.573%	

Armatura trasversale

	1 TIPO	2 TIPO	3 TIPO
Diametro	φ [r] 10	0	0
Numero bracci	6.67	0	0
Passo	s _w 15	0	0
Inclinazione	α [k] 90	90	90
Area armatura a metro	A _w /E _w 34.92	0.00	0.00

CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Concrete

Resistenza cubica a compressione	f _{ck}	37
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f _{cd} [Mpa]	30.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f _{cm} [Mpa]	38.00
Resistenza media a trazione per flessione	f _{ctm} [Mpa]	2.90
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f _{ctk} [Mpa]	2.03
Resistenza di progetto a compressione	f _{cd} [Mpa]	17.00
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f _{td} [Mpa]	8.98

Acciaio

Resistenza di progetto a snervamento	f _{td} [Mpa]	382.61
--------------------------------------	-----------------------	--------

OUTPUT

VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale

	σ [Mpa]	σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	3.89	13.500
Calcestruzzo SLE Fiana	4.25	18.000
Acciaio SLE Fiana	149.40	352.000

Verifica di fessurazione

	w [mm]	w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	0.000	0.200
Combinazione SLE Frequente	0.000	0.300

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto

Taglio sollecitante = max Taglio (SLU, SLV)	V _{Ed} [kN]	49.1
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N _{Ed} [kN]	0.0

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica

Resistenza di progetto senza armatura specifica	V _{Rd1} [kN]	290.51
Coefficiente di sicurezza	V _{Rd1} /V _{Ed}	5.92

Verifica di resistenza dell'armatura specifica

CoTan(θ) di progetto	coTan(θ)	2.4
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V _{Rd2} (θ) [kN]	673
Resistenza a taglio dell'armatura	V _{Rd3} (θ) [kN]	673
Resistenza a taglio di progetto	V _{Rd} [kN]	673
Coefficiente di sicurezza	V _{Rd} /V _{Ed}	13.72

VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto

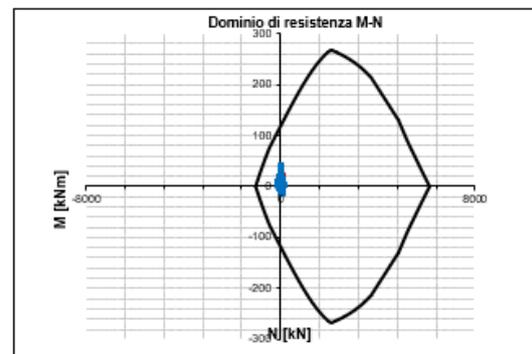
		SLU	SLV
Momento sollecitante	M _{Ed} [kNm]	37.9	38.3
Sforzo Normale concomitante	N _{Ed} [kN]	56.5	111.0

Verifica di resistenza in termini di momento

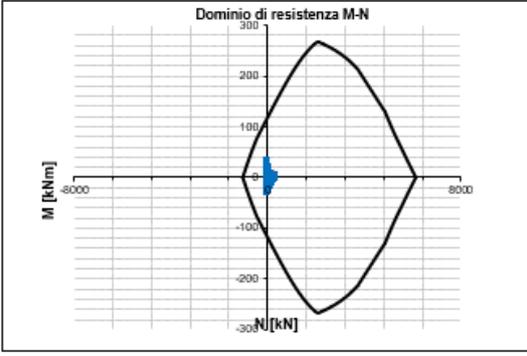
		SLU	SLV
Momento resistente	M _{Rd} [kNm]	113.2	108.1
Coefficiente di sicurezza	M _{Rd} /M _{Ed}	2.99	2.82

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale

		SLU	SLV
Sforzo normale resistente	N _{Rd} [kN]	624.7	637.6
Coefficiente di sicurezza	N _{Rd} /N _{Ed}	11.06	5.74



FONDAZIONE 2-2

INPUT				OUTPUT			
SOLLECITAZIONI DI VERIFICA				VERIFICHE IN ESERCIZIO			
Combinazione	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	Verifica Tensionale	σ limit		
<i>SLE Quasi Permanente</i>	17.8	27.9	41.57	<i>Calcestruzzo SLE Quasi Permanente</i>	σ_c [Mpa] =	3.30	13.500
<i>SLE Frequente</i>	18.4	28.3	42.26	<i>Calcestruzzo SLE Rara</i>	σ_c [Mpa] =	3.60	18.000
<i>SLE Rara</i>	23.1	30.5	46.04	<i>Acciaio SLE Rara</i>	σ_s [Mpa] =	119.77	352.000
<i>SLU</i>	26.0	32.0	48.7	Verifica di fessurazione	w limit		
<i>SLV</i>	36.9	34.3	49.1	<i>Combinazione SLE Quasi permanente</i>	w_i [mm] =	0.000	0.200
				<i>Combinazione SLE Frequente</i>	w_i [mm] =	0.000	0.300
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.				VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO			
Geometria della sezione				Sollecitazioni di progetto			
<i>Base (ortogonale al Taglio)</i>	B [cm]	100		<i>Taglio sollecitante = max Taglio (SLU, SLV)</i>	V_{Ed} [kN]		49.1
<i>Altezza (parallela al Taglio)</i>	H [cm]	30		<i>Sforzo Normale concomitante al massimo taglio</i>	N_{Ed} [kN]		0.0
<i>Altezza utile della sezione</i>	d [cm]	23		Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica			
<i>Area di calcestruzzo</i>	A_c [cm ²]	3000		<i>Resistenza di progetto senza armatura specifica</i>	V_{Rd1} [kN]		290.51
				<i>Coefficiente di sicurezza</i>	V_{Rd1}/V_{Ed}		5.92
Armatura longitudinale tesa				Verifica di resistenza dell'armatura specifica			
	1 STRATO2' STRAT3' STRATO			<i>Co Tan(θ) di progetto</i>	$\cotan(\theta)$		2.4
<i>Numero Barre</i>	6.67	0.00	0	<i>Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls</i>	$V_{Rd2}(\theta)$ [kN]		673
<i>Di diametro</i>	ϕ [r]	16	0	<i>Resistenza a taglio dell'armatura</i>	$V_{Rd3}(\theta)$ [kN]		673
<i>Posizione dal lembo esterno</i>		6.6	11.6	<i>Resistenza a taglio di progetto</i>	V_{Rd} [kN]		673
<i>Area strato</i>	A_{s1}	13.41	0.00	<i>Coefficiente di sicurezza</i>	V_{Rd}/V_{Ed}		13.72
<i>Rapporto di armatura</i>	ρ	0.573%					
Armatura longitudinale compressa				VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE			
	1 STRATO2' STRAT3' STRATO			Sollecitazioni di progetto			
<i>Numero Barre</i>	6.7	0	0		SLU	SLV	
<i>Di diametro</i>	ϕ [r]	16	0	<i>Momento sollecitante</i>	M_{Ed} [kNm]		32.0
<i>Posizione dal lembo esterno</i>		6.6	11.6	<i>Sforzo Normale concomitante</i>	N_{Ed} [kN]		26.0
<i>Area strato</i>	$A_{s'}$	13.41	0.00				36.9
<i>Rapporto di armatura</i>	ρ' [%]	0.573%		Verifica di resistenza in termini di momento			
					SLU	SLV	
Armatura trasversale				Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
	1 TIPO 2' TIPO 3' TIPO			<i>Momento resistente</i>	M_{Rd} [kNm]		116.0
<i>Di diametro</i>	ϕ	10	0	<i>Coefficiente di sicurezza</i>	M_{Rd}/M_{Ed}		3.62
<i>Numero bracci</i>		6.67	0				3.35
<i>Passo</i>	s_w	15	0	<i>Sforzo normale resistente</i>	N_{Rd} [kN]		641.6
<i>Inclinazione</i>	α [°]	90	90	<i>Coefficiente di sicurezza</i>	N_{Rd}/N_{Ed}		24.68
<i>Area armatura a metro</i>	A_{sw}/s_w	34.92	0.00				17.04
				Domini di resistenza M-N			
CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI							
Concrete							
<i>Resistenza cubica a compressione</i>	RCK		37				
<i>Resistenza cilindrica caratteristica a compressione</i>	f_{cd} [Mpa]		30.00				
<i>Resistenza cilindrica media a compressione</i>	f_{cm} [Mpa]		38.00				
<i>Resistenza media a trazione per flessione</i>	f_{ctm} [Mpa]		2.90				
<i>Resistenza caratteristica a trazione per flessione</i>	f_{ctk} [Mpa]		2.03				
<i>Resistenza di progetto a compressione</i>	f_{cd} [Mpa]		17.00				
<i>Resistenza di progetto delle bielle compresse</i>	f_{td} [Mpa]		8.98				
Acciaio							
<i>Resistenza di progetto a snervamento</i>	f_{td} [Mpa]		382.61				

14 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Secondo quanto riportato dalle NTC 2018 al § 7.3.6.1, per le costruzioni ricadenti in Classe d'Uso IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo *SLO* siano inferiori ai 2/3 dei limiti in indicati per le costruzioni ricadenti in Classe d'Uso I e II.

In particolare, si può considerare che il caso in esame ricada nel punto a) descritto in normativa, che riguarda gli edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura e che interferiscono con la deformabilità della stessa, per i quali è previsto di contenere gli spostamenti interpiano entro il 5% dell'altezza di piano. Tenendo conto che l'edificio in esame è in Classe d'Uso IV, le prescrizioni descritte a tale punto della normativa si modificano come segue:

$$d_r \leq 2/3 (0.005 h)$$

dove:

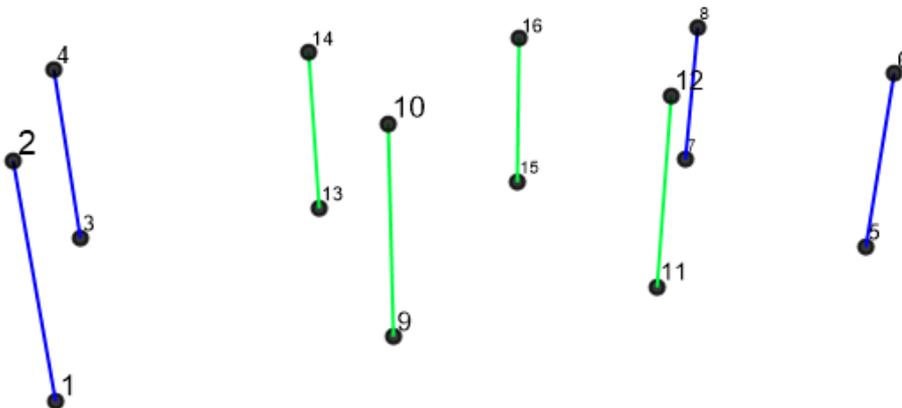
h = altezza di piano;

d_r = mm spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore, determinato per lo *SLO*

Essendo l'altezza di interpiano $h_1 = 4,35$ m, al piano terra, il limite massimo degli spostamenti nel caso in esame è:

$$d_{r,1} \leq 2/3 * (0,005 * 4.350) = 14,5 \text{ mm}$$

Si riportano di seguito i valori degli spostamenti di piano di tutti e sei i pilastri del modello.



Joint	OutputCase	StepType	U1	U2	Δ 3
Text	Text	Text	m	m	m
1	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
2	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	0.000001325	1.33E-06
3	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
4	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	0.000001325	1.33E-06
5	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
6	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	0.000001325	1.33E-06
7	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
8	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	0.000001325	1.33E-06
9	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
10	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	3.534E-08	3.53E-08
11	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
12	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	3.534E-08	3.53E-08
13	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
14	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	3.534E-08	3.53E-08
15	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	0
16	Sisma_SLO_H_X	Max	0.002183	3.534E-08	3.53E-08

Joint	OutputCase	StepType	U1	U2	Δ 3
Text	Text	Text	m	m	m
1	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
2	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000008182	0.002484	0.002484
3	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
4	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000008182	0.002484	0.002484
5	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
6	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000008182	0.002484	0.002484
7	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
8	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000008182	0.002484	0.002484
9	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
10	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000003547	0.002501	0.002501
11	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
12	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000003547	0.002501	0.002501
13	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
14	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000003547	0.002501	0.002501
15	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	0
16	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.000003547	0.002501	0.002501

15 CONCLUSIONI

Si riportano di seguito le incidenze di armatura dei principali elementi strutturali:

Fondazione Fabbricato.....	130 kg/m ³
Pilastrini Fabbricato.....	220 kg/m ³
Travi Fabbricato.....	105 kg/m ³
Solaio di Piano Fabbricato.....	170 kg/m ³