

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J81H02000000001

## S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

## COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA - LA SPEZIA (PONTREMOLESE)

### TRATTA PARMA - VICOFERTILE

FABBRICATI  
FA00 – ELABORATI GENERALI  
TIP.E - 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 5 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: IP0000D26CLFA0010005B.doc

## Sommario

1	Scopo del Documento .....	5
2	Normativa di Riferimento .....	7
3	Caratteristiche dei Materiali .....	8
3.1	Calcestruzzo Strutture di Fondazione.....	8
3.2	Calcestruzzo Strutture in Elevazione.....	9
3.3	Acciaio da c.a. ....	10
4	Descrizione dell'intervento .....	11
5	Modellazione della Struttura .....	14
6	Analisi dei Carichi.....	17
6.1	Peso Proprio degli Elementi Strutturali .....	17
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.....	35
7	Combinazioni di Carico .....	41
8	Analisi Modale .....	45
9	Sollecitazioni.....	50
9.1	Solai.....	50
9.2	Telaio Filo Fisso X <sub>1</sub> .....	50
9.3	Telaio Filo Fisso X <sub>2</sub> .....	67
9.4	Telaio Filo Fisso X <sub>3</sub> .....	83
9.5	Telaio Filo Fisso X <sub>4</sub> .....	99
9.6	Telaio Filo Fisso X <sub>5</sub> .....	112
9.7	Telaio Filo Fisso X <sub>6</sub> .....	127
9.8	Telaio Filo Fisso X <sub>7</sub> .....	144
9.9	Telaio Filo Fisso A .....	160
9.10	Telaio Filo Fisso C .....	165
9.11	Forze Delle Fascio Di Cemento B60X125 Delle Fondazione .....	170
9.12	SOLAIO COPERTURA.....	194
9.13	Platea di Fondazione.....	208
10	Verifiche sui Solai.....	214
10.1	Solaio di Copertura.....	214

10.1.1	Dimensionamento Traliccio.....	214
10.1.2	Verifiche Solaio.....	215
11.2	Verifiche SLV B300X300 .....	221
11.2.1	Sezioni.....	221
11.2.2	Materiale .....	221
11.2.3	Geometria.....	222
11.2.4	Risultati .....	222
11.2.5	Progetto calcestruzzo.....	223
11	Verifiche Trave .....	226
11.1	Verifiche SLU B300X300 .....	226
11.1.1	Sezioni.....	226
11.1.2	Materiale .....	226
11.1.3	Geometria.....	227
11.1.4	Risultati .....	227
11.1.5	Progetto calcestruzzo.....	228
11.2	Verifiche SLV B300X590 .....	231
11.2.1	Sezioni.....	231
11.2.2	Materiale .....	231
11.2.3	Geometria.....	232
11.2.4	Risultati .....	232
11.2.5	Progetto calcestruzzo.....	233
11.3	Verifiche SLU B300X590 .....	236
11.3.1	Sezioni.....	236
11.3.2	Materiale .....	236
11.3.3	Geometria.....	237
11.3.4	Risultati .....	238
11.3.5	Progetto calcestruzzo.....	239
12.	Verifiche Pilastro (30x60, 60X30).....	241
12.1	Verifiche SLV C600X300 .....	242
12.1.1	Sezione S 1 .....	242
12.2	Verifiche SLU C600X300 .....	264
12.2.1	Sezione S 1 .....	264
12.3	Verifiche SLV C300X600 .....	285
12.3.1	Sezione S 1 .....	285
12.4	Verifiche SLU C300X600 .....	308

12.4.1 Sezione S 1 .....	308
13. Verifiche Platea di Fondazione .....	330
13.1 Verifiche SLV B1250X600 XZ DIREZIONE .....	331
13.1.1 Sezioni .....	331
13.1.2 Materiale .....	331
13.1.3 Geometria .....	332
13.1.4 Risultati .....	333
13.2 Verifiche SLU B1250X600 XZ DIREZIONE .....	336
13.2.1 Sezioni .....	336
13.2.2 Materiale .....	337
13.2.3 Geometria .....	337
13.2.4 Risultati .....	338
13.2.5 Progetto calcestruzzo.....	339
13.3 Verifiche SLV B1250X600 YZ DIREZIONE .....	341
13.3.1 Sezioni .....	341
13.3.2 Materiale .....	342
13.3.3 Geometria .....	343
13.3.4 Risultati .....	343
13.3.5 Progetto calcestruzzo.....	344
13.4 Verifiche SLU B1250X600 YZ DIREZIONE .....	347
13.4.1 Sezioni .....	347
13.4.2 Materiale .....	348
13.4.3 Geometria .....	348
13.4.4 Risultati .....	350
13.4.5 Progetto calcestruzzo.....	351
13.5 Verifiche delle fondazione SLU – SLV.....	354
14 Verifiche degli Elementi Strutturali in Termini di Contenimento del Danno agli Elementi Non Strutturali .....	357
15 Conclusioni .....	360

	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>5 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	5 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	5 di 360								

## 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.

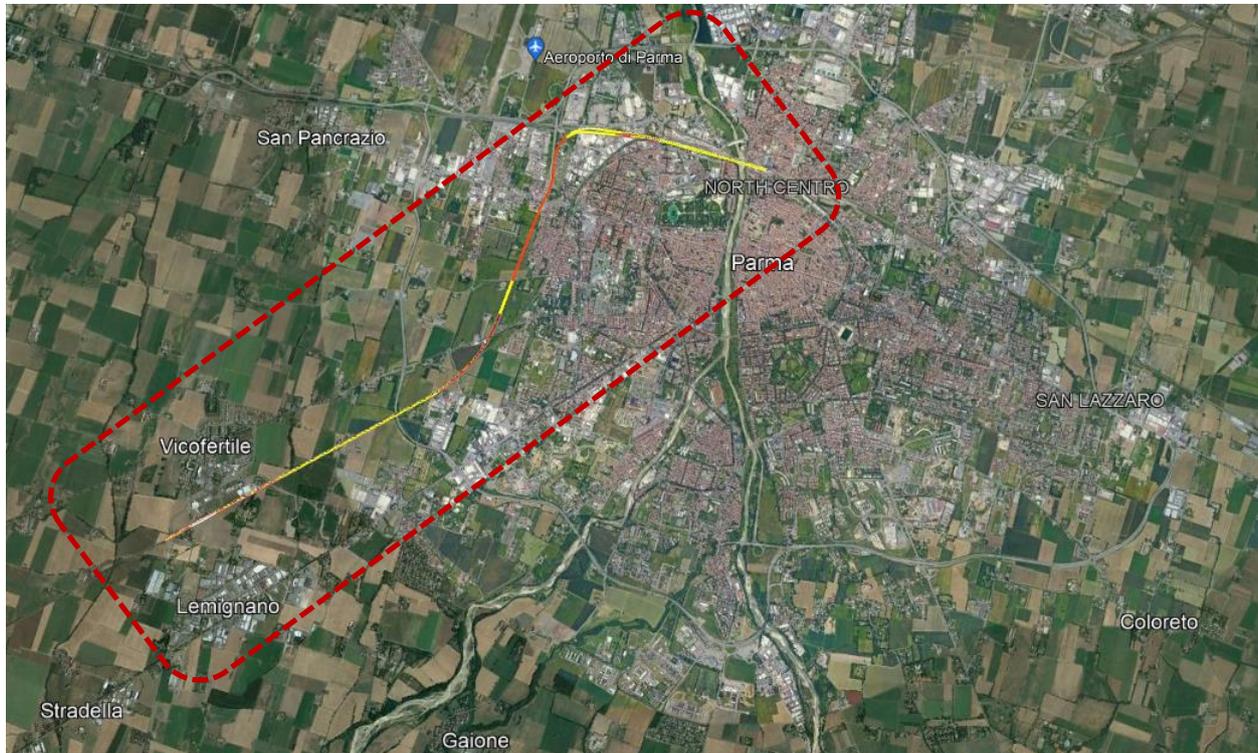
Di questi tre lotti funzionali, nella stessa Delibera, è stato individuato il primo, quello Parma-Osteriazza, come lotto prioritario, a sua volta suddiviso nei tre sub lotti Parma-Vicofertile, Vicofertile-Collecchio e Collecchio-Osteriazza.

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**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>7 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	7 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	7 di 360								

## 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	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><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>9 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	9 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	9 di 360								

### 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  $\rightarrow w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>10 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	10 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	10 di 360								

### 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 →  $\epsilon_{yd} = 0,0019$
- Densità →  $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

#### 4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

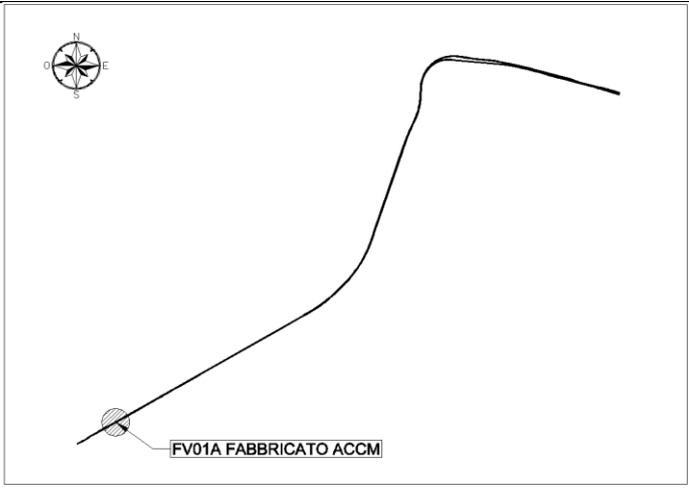
Per l'edificio "FABBRICATO ACCM" è prevista una struttura intelaiata in cemento armato fuori terra. L'edificio ha una dimensione in pianta rettangolare di circa 30.40x7.60 m, è caratterizzato da una copertura piana la cui altezza massima è pari a circa 4.30 m.

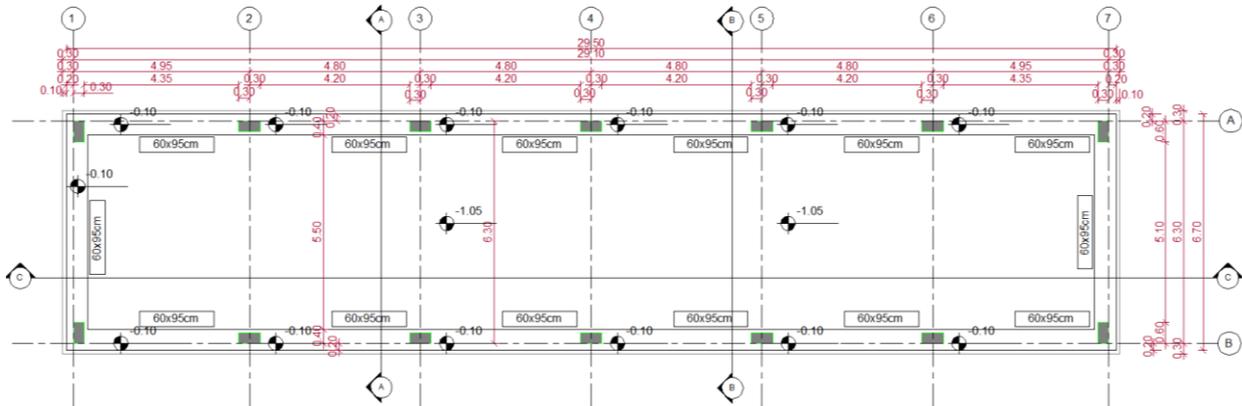
Gli elementi strutturali verticali sono costituiti da 10 colonna di sezione 30x60 e 4 colonna di sezione 60x30 cm.

per la struttura fuori terra

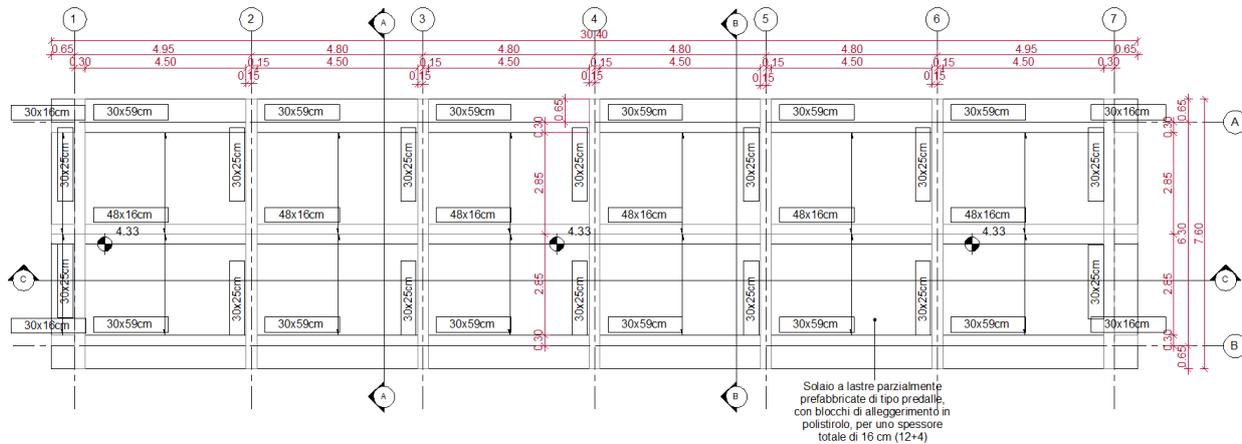
Il piano superiore è realizzato con lastre parzialmente prefabbricate del tipo predalle, con blocchi di polistirolo di alleggerimento e getto di completamento realizzato in opera, per uno spessore totale di 24 cm (4+16+4).

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

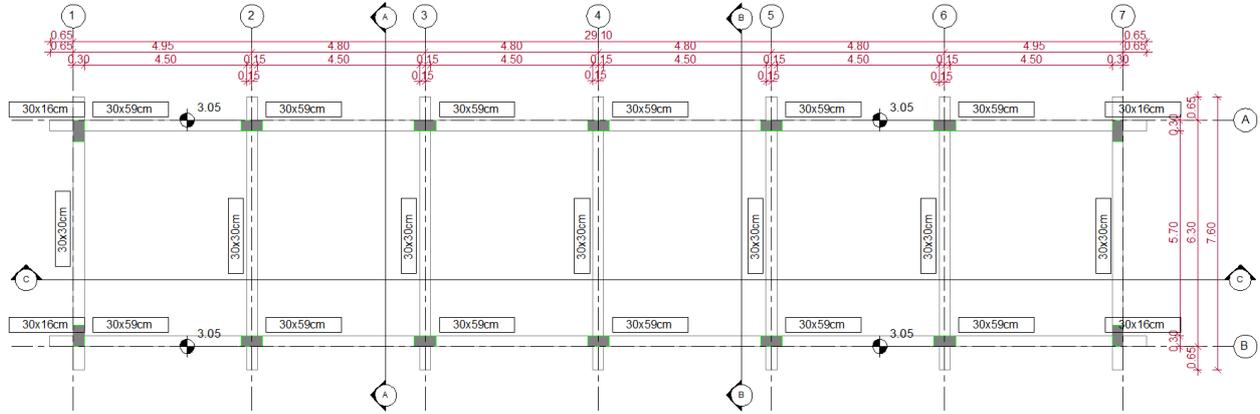
Nome della struttura	WBS	Coordinate	Keyplan
FABBRICATO ACCM	FV01A - TIP.E	(pk.7+625,00)	



**Figura 4.1 – Pianta Architettonica Piano Terra**



**Figura 4.2 – Pianta Architettonica Piano Primo**



**Figura 3 Pianta Architettonica Piano Primo x2**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>14 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	14 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	14 di 360								

## 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.

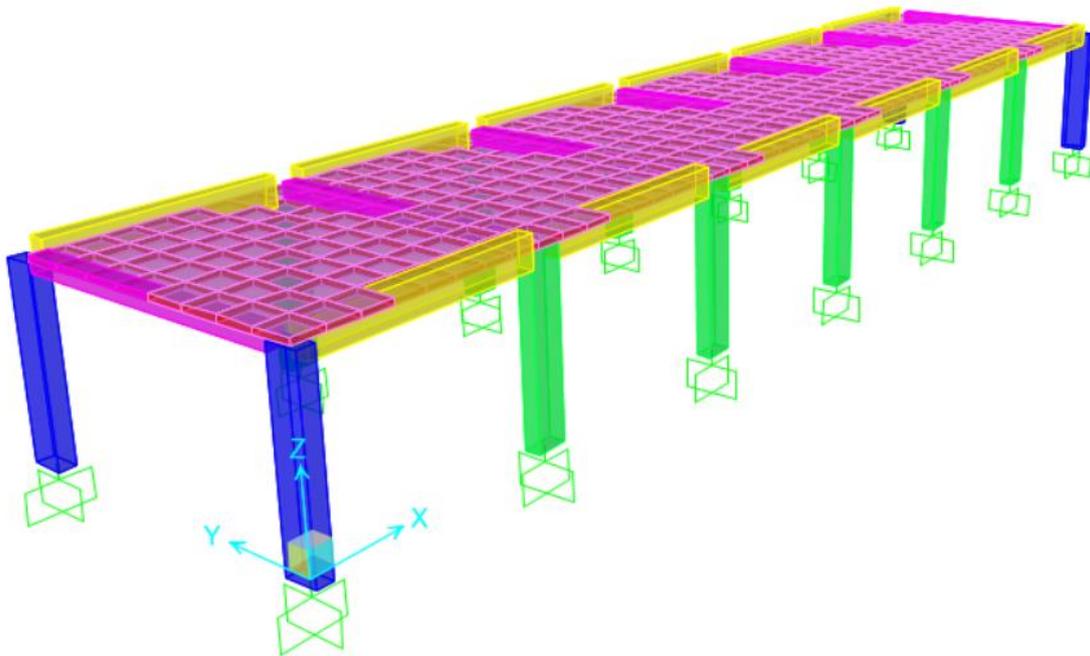
Nel secondo modello viene invece rappresentata la platea di fondazione con le nervature interne e di bordo, modellate rispettivamente con elementi tipo *shell* e *frame* e poggiate su suolo elastico la cui costante di Winkler è assunta pari a  $k_v = 65.627 \text{ kN/m}^3$  in direzione verticale e  $k_h = 21.876 \text{ kN/m}^3$  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

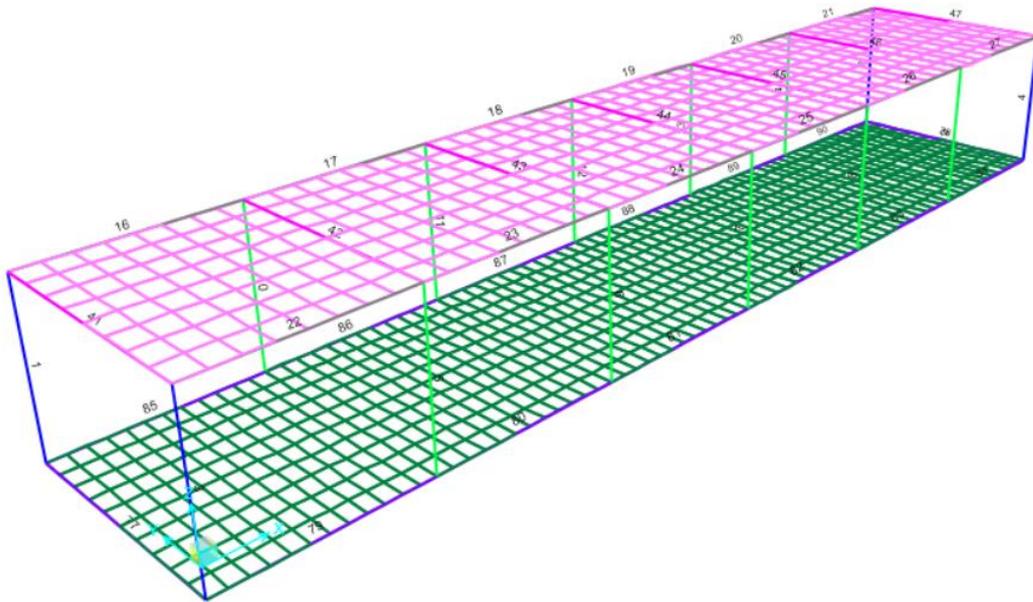
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>15 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	15 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	15 di 360								

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 Duttività Bassa.

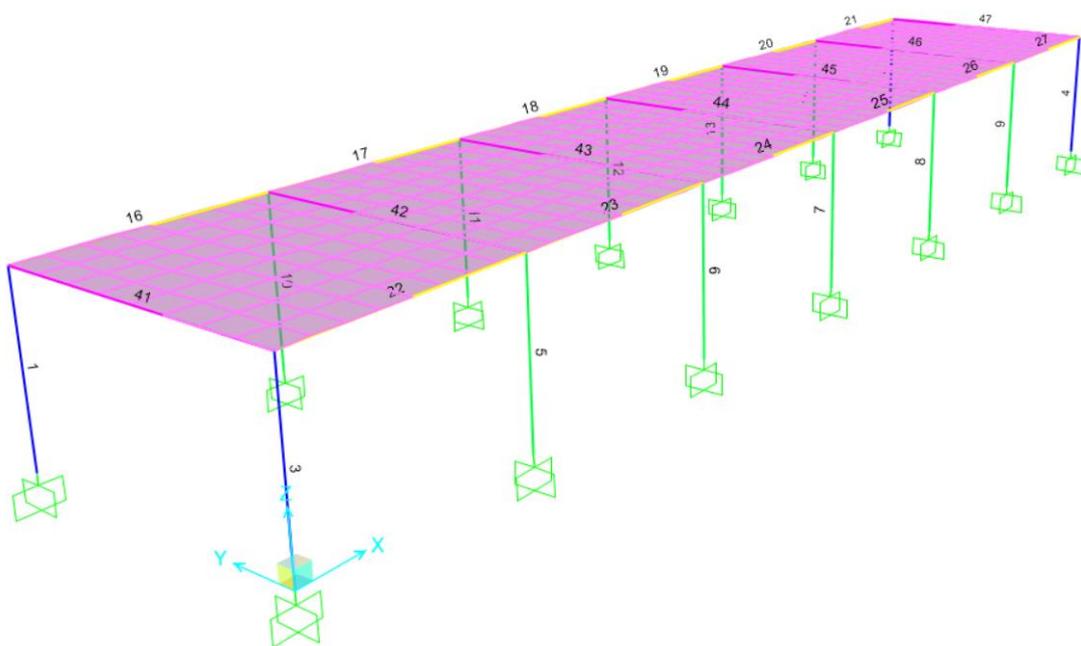
Una volta lanciata l'analisi, ognuno dei due modelli può essere direttamente esportato nel software IdeaStatica, all'interno del quale vengono eseguite le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi e il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio.



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

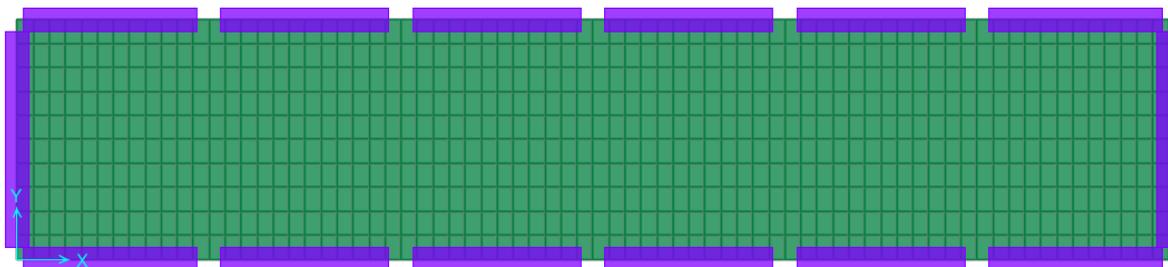


**Figura 5.2** – Vista assometrica modello struttura in elevazione - numerazione elementi frame

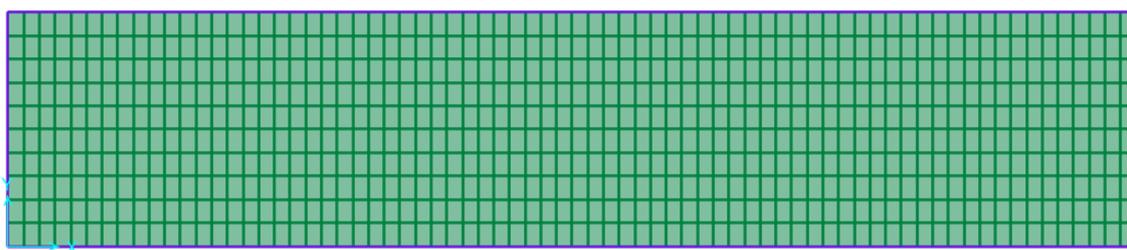


**Figure 5.3** Vista assometrica modello struttura in elevazione - numerazione elementi frame

	<p>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</p> <p>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</p>												
<p>PROGETTO DEFINITIVO TIP.E - 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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>17 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	17 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	17 di 360								



**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

## 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  $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$ .

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

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 <sub>1</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Solaio Copertura	(16+4)	20	3,20

## 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 <sup>3</sup> ]	Carico – G <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
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
<b>TOTALE</b>	<b>105</b>		<b>4,98</b>

### H7 - SOLAIO A TERRA LOCALI TRASFORMATORI

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Carico – G <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
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
<b>TOTALE</b>	<b>103</b>		<b>5,96</b>

- Solaio di Copertura

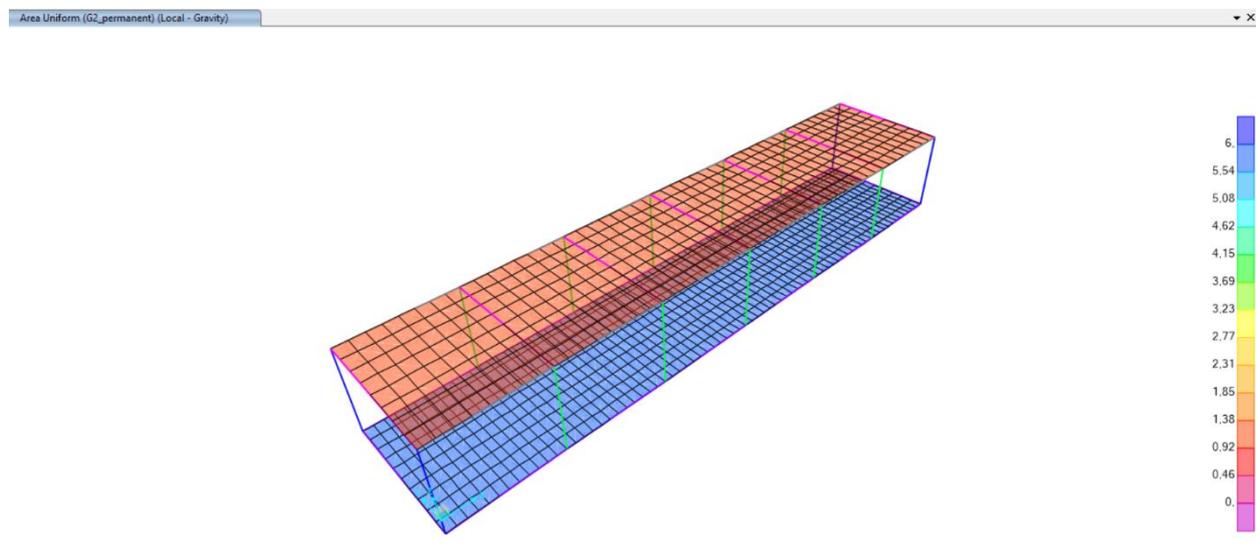
I carichi associati alle finiture di copertura sono riassunti nella tabella seguente:

### H5 - SOLAIO SOTTOTETTO

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Carico – G <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Intonaco	1,5	1.400	0,21
<b>TOTALE</b>	<b>1,5</b>		<b>0,21</b>

### H6 - SOLAIO COPERTURA

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Carico – G <sub>2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Manto di copertura in tegole di laterizio	1,5		0,52
Guaina Impermeabilizzante	0,2	219	0,00
Massetto in cls alleggerito	4	1.200	0,48
Isolamento in EPS	12	18	0,02
<b>TOTALE</b>	<b>17,7</b>		<b>1,02</b>



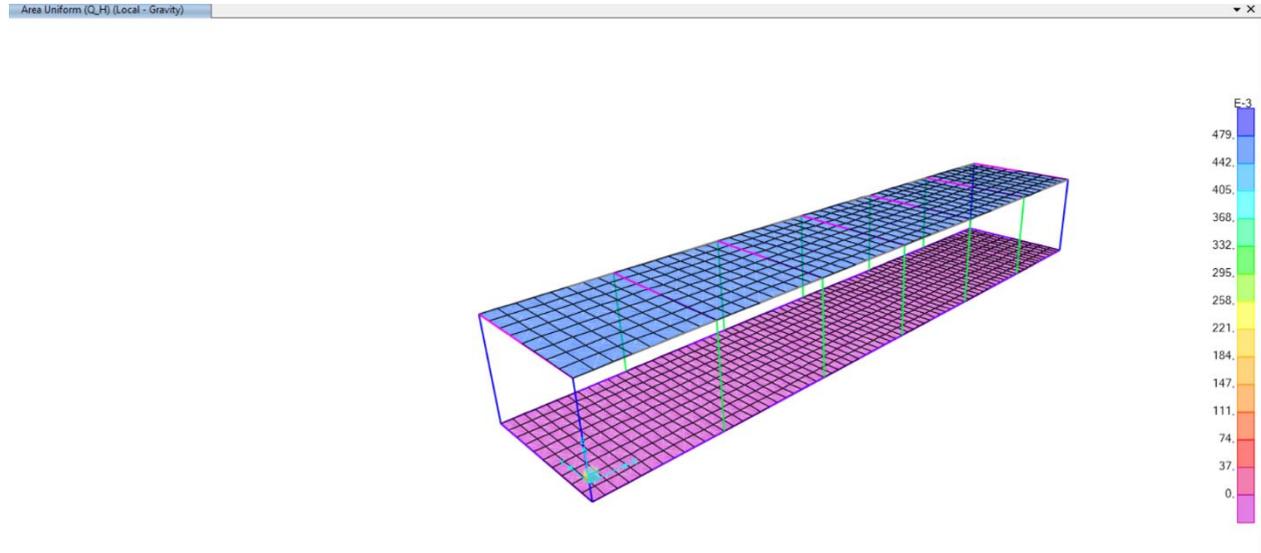
**Figura 5 G2**

### 6.3 Carichi Variabili

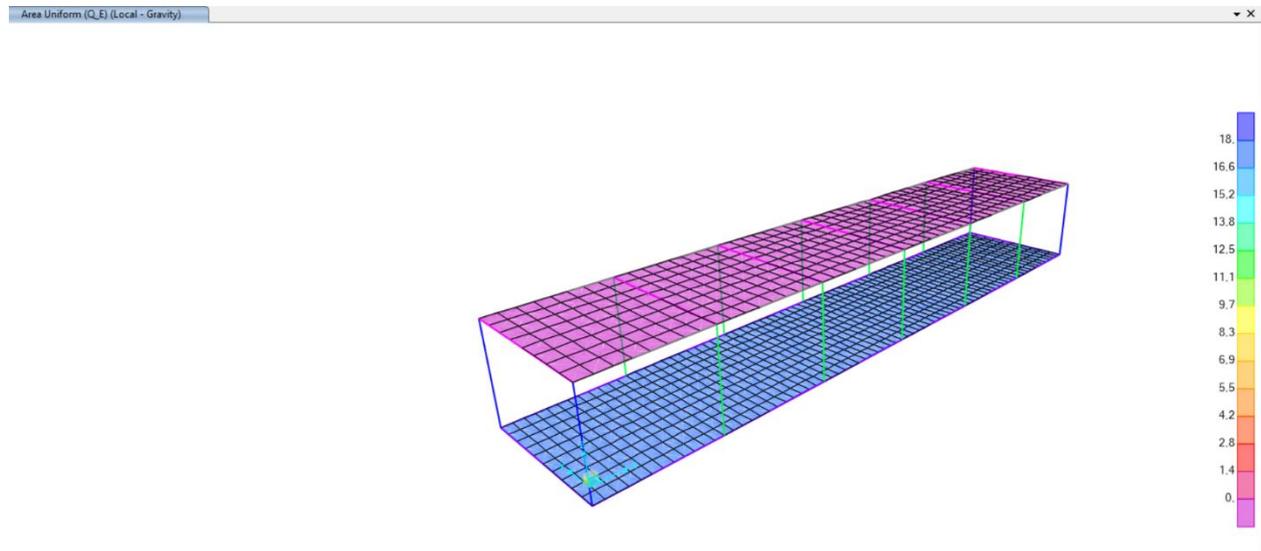
Categoria		Denominazione	Q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Solaio di Copertura	Categoria H1 - Coperture Accessibili per sola Manutenzione	Q_H	0,5
Solaio di Fondazione	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – LOCALE CENTRALINA IS E BATTERIE	Q_E	18
	Cat. E2 - Ambienti ad uso 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

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	21 di 360



**Figura 6 Q H**



**Figura 7 Q E**

## 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><b>Zona I - Alpina</b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p><b>Zona I - Mediterranea</b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p><b>Zona II</b> 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>	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p><b>Zona III</b> 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, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.</p>	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_s q_{sk} C_E C_t$$

$\mu_s$  (coefficiente di forma)

$q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

$C_E$  (coefficiente di esposizione)

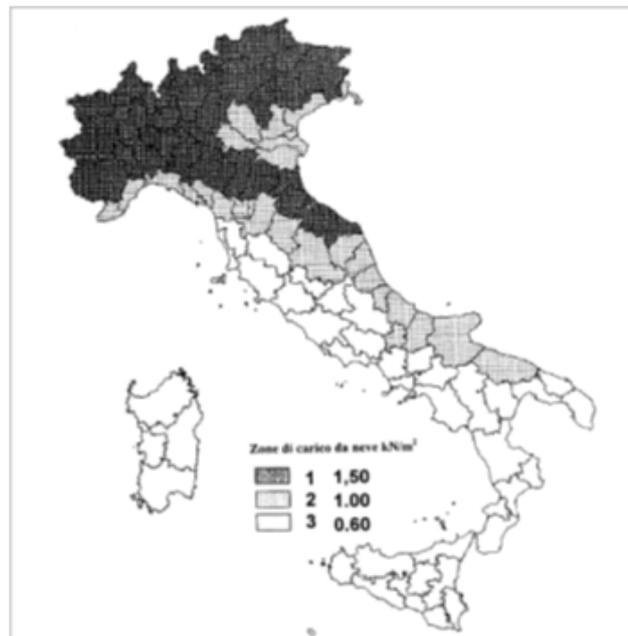
$C_t$  (coefficiente termico)

#### 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

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  $C_t = 1$ .



Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C <sub>E</sub>
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

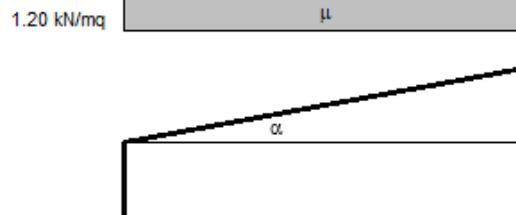
Valore del carico della neve al suolo

q <sub>s</sub> (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.50
---	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	15
----------------------------	----

μ	0.8
---	-----

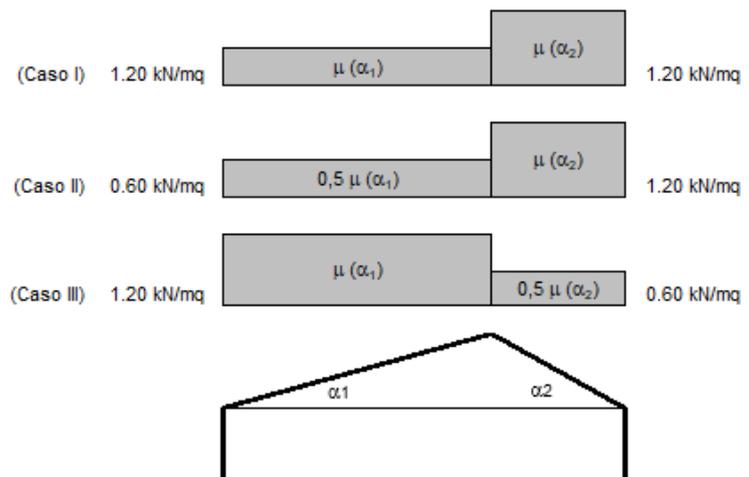


Coefficiente di forma (copertura a due falde)

α <sub>1</sub> (inclinazione falda [°])	0
α <sub>2</sub> (inclinazione falda [°])	0

μ (α <sub>1</sub> )	0.8
---------------------	-----

μ (α <sub>2</sub> )	0.8
---------------------	-----



Le azioni della neve sulla copertura sono riassunte come segue:

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

Carico Neve 2  $Q_{k\_Neve\ 2} = \mu_1(\alpha) q_{sk} c_E c_t = 0,60\text{ kN/m}^2$  ,  $1,20\text{ kN/m}^2$

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	24 di 360

Carico Neve 3  $Q_{k\_Neve\ 3} = \mu_1(\alpha) q_{sk} c_E c_t = 1,20\text{ kN/m}^2$  ,  $0,60\text{ kN/m}^2$

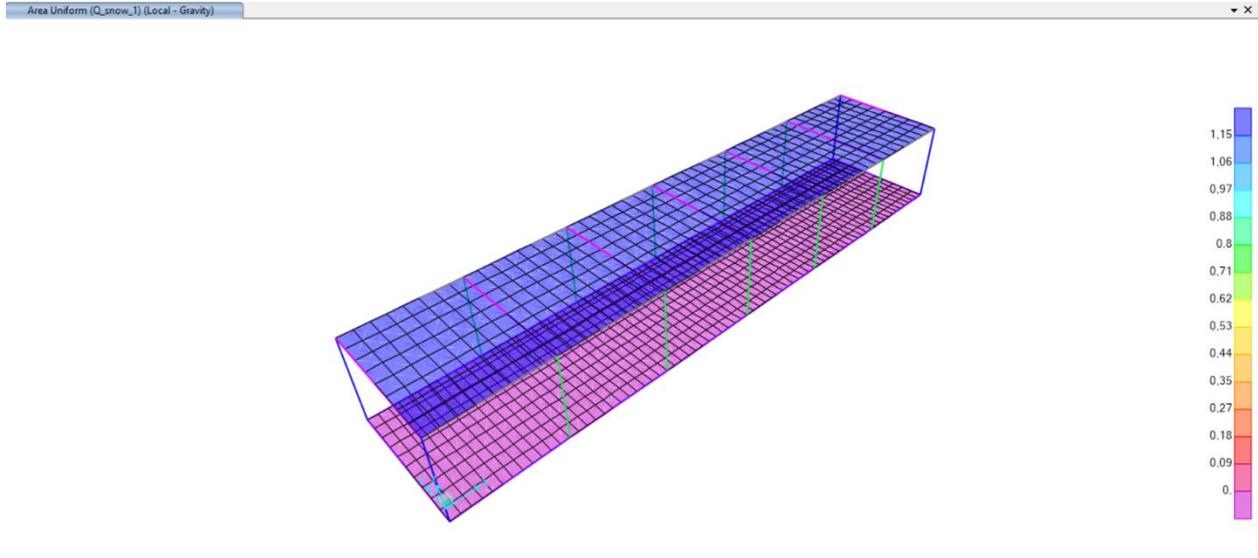


Figura 8 Q Neve 1

## 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: Veneto      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])			60
$T_R$ (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
$\alpha_R (T_R)$			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

E' 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

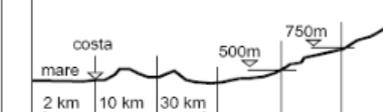
Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

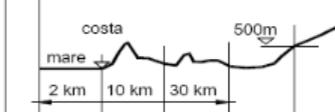
#### Coefficiente di esposizione

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						
						
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					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

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

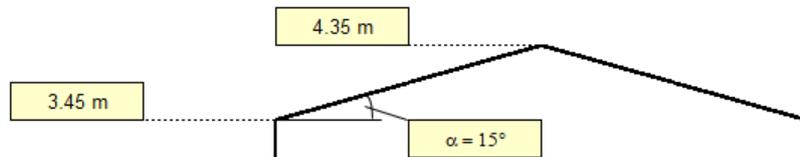
Zona	Classe di rugosità	$a_s$ [m]
1	B	50

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

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

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

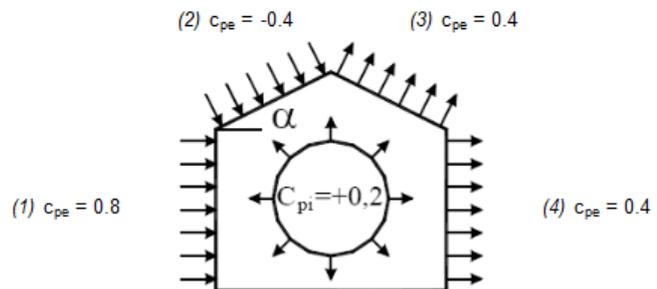
z [m]	$c_e$
$z \leq 4$	1.801
$z = 3.45$	1.801
$z = 4.35$	1.849



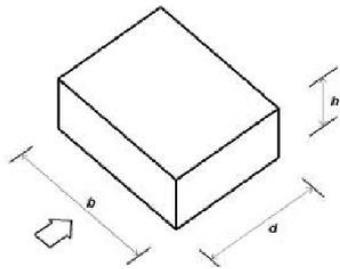
**Coefficiente di forma** (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture stagne

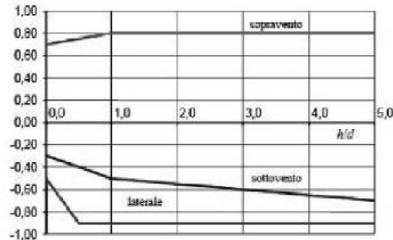
(1)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.80	0.608
(2)	$c_p$	p [kN/mq]
	-0.40	-0.312
(3)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.40	0.312
(4)	$c_p$	p [kN/mq]
	0.40	0.304



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



(a)



(b)

b = 6.0 m  
d = 28.8 m  
h = 3.5 m

X direzione:

$h/d = 0.120$

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

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

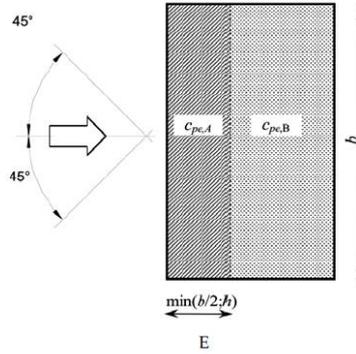
Figura C3.3.2

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

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

	Front Face $C_{pe}$ :	Back Face $C_{pe}$ :	Side Faces $C_{pe}$ :
X →	0.71	-0.32	-0.60
	Front Face Loads :	Back Face Loads :	Side Faces Loads :
0.69 kn/m <sup>2</sup> →	0.49 kn/m <sup>2</sup>	-0.22 kn/m <sup>2</sup>	-0.41 kn/m <sup>2</sup>

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



$b/2 = 14.4 \text{ m}$

$h = 3.5 \text{ m}$

$E = 3.5 \text{ m}$

Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

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

Fascia sopravvento 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

**$C_{pe} B$**

-0.20

0.20

**Loads 1:**

0.69 kn/m<sup>2</sup> → -0.55 kn/m<sup>2</sup>

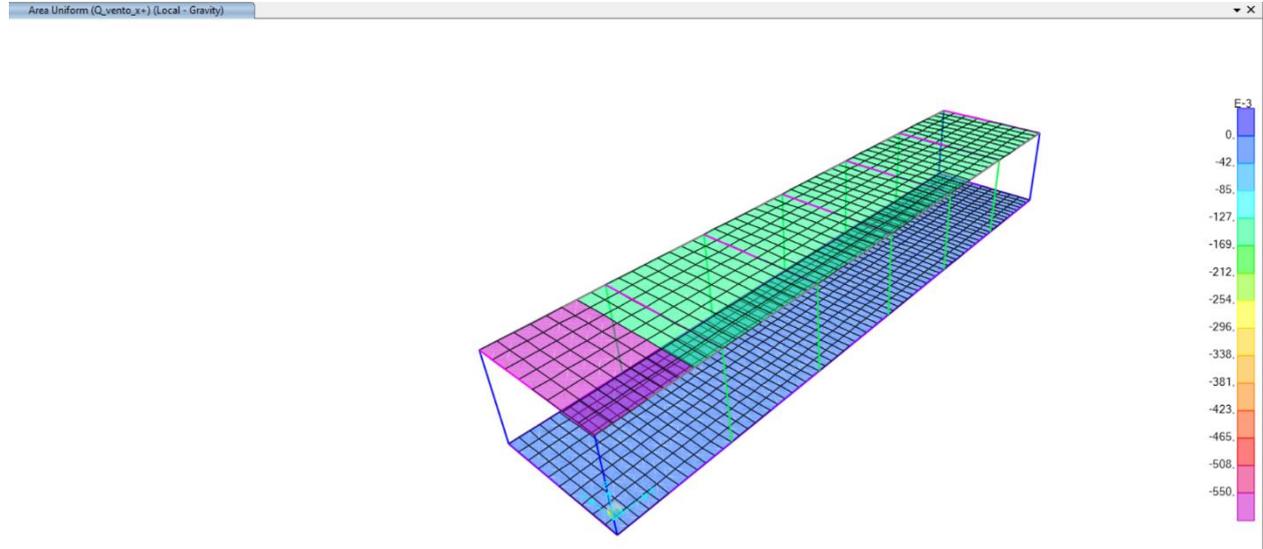
**Loads 2:**

-0.14 kn/m<sup>2</sup>

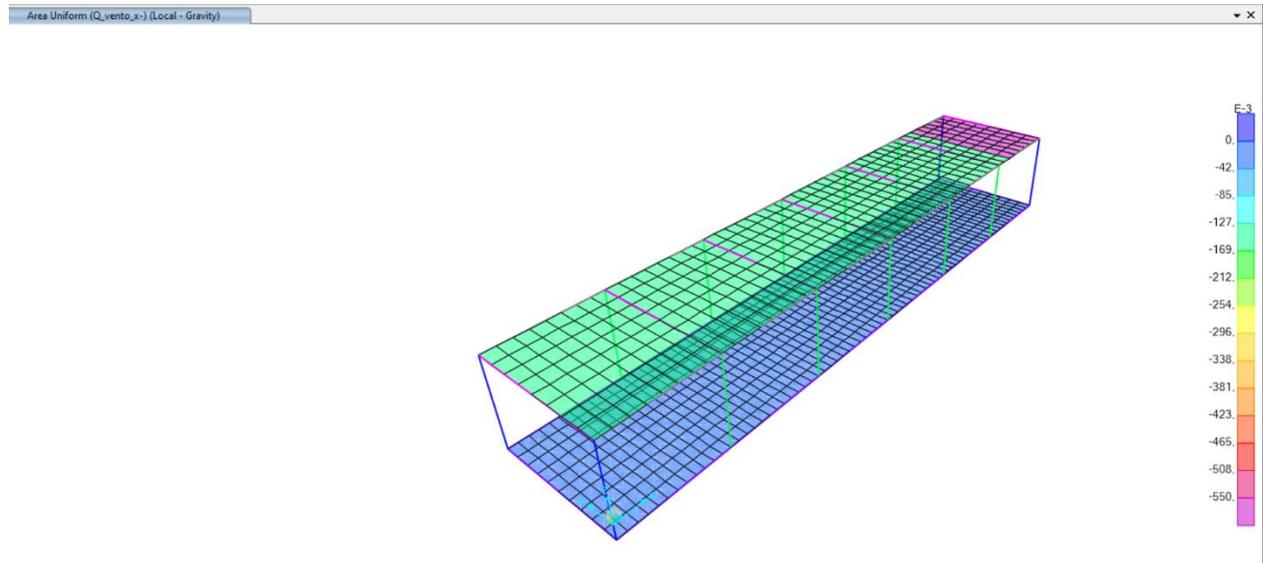
0.14 kn/m<sup>2</sup>

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	29 di 360

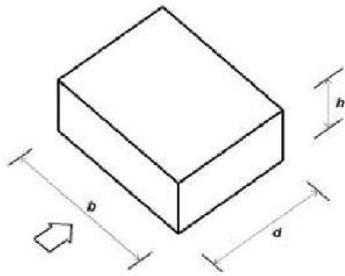


**Figura 9 Q Vento +x**

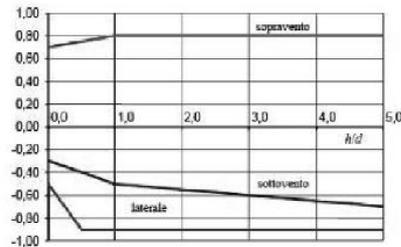


**Figura 10 Q Vento -x**

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



(a)



(b)

b = 28.8 m  
d = 6.0 m  
h = 3.5 m

Y direzione:

$h/d = 0.583$

a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

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

Figura C3.3.2

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

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

**Front Face  $C_{pe}$  :**  
X → 0.76

**Back Face  $C_{pe}$  :**  
-0.42

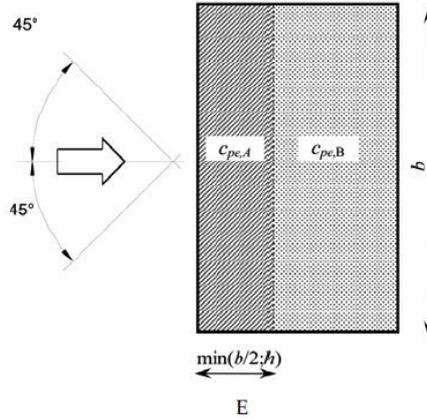
**Side Faces  $C_{pe}$  :**  
-0.90

**Front Face Loads :**  
0.69 kn/m<sup>2</sup> → 0.52 kn/m<sup>2</sup>

**Back Face Loads :**  
-0.29 kn/m<sup>2</sup>

**Side Faces Loads :**  
-0.62 kn/m<sup>2</sup>

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



$$b/2 = 14.4 \text{ m}$$

$$h = 3.5 \text{ m}$$

$$E = 3.5 \text{ m}$$

Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

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

Fascia sopravvento 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

**$C_{pe} B$**

-0.20

0.20

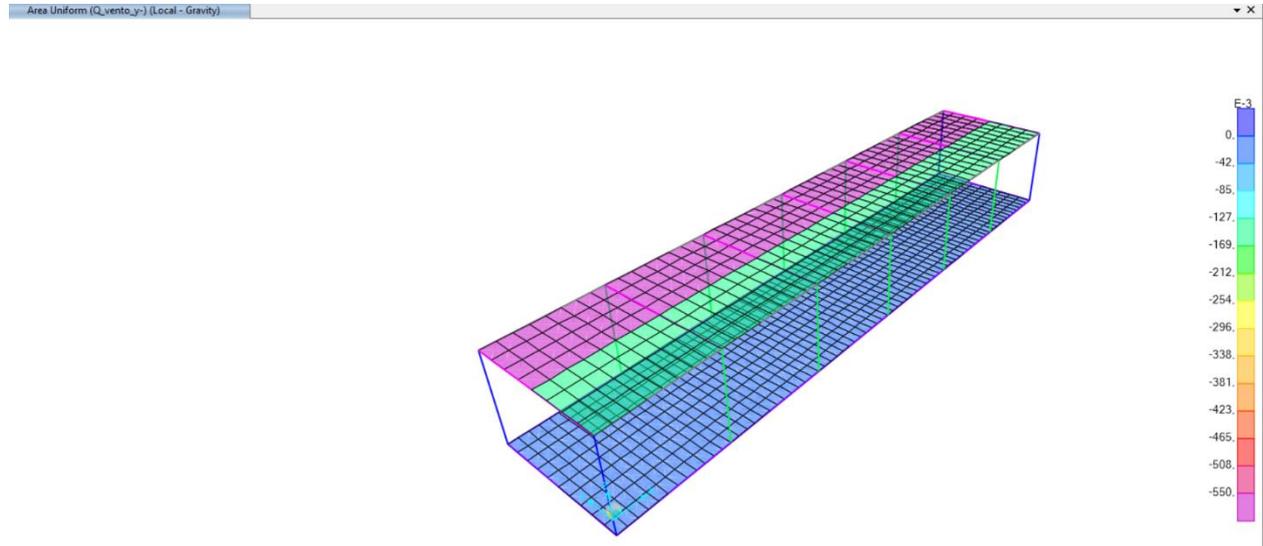
**Loads 1:**

**Loads 2:**

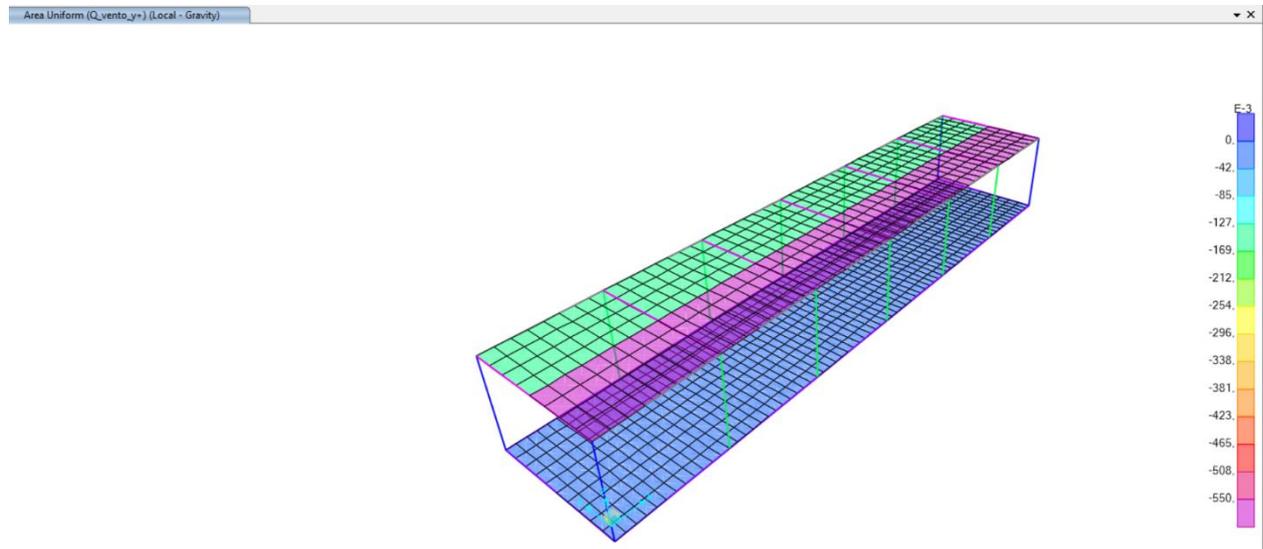
0.69 kn/m<sup>2</sup> → -0.55 kn/m<sup>2</sup>

-0.14 kn/m<sup>2</sup>

0.14 kn/m<sup>2</sup>



**Figura 11 Q Vento -y**



**Figura 12 Q Vento +y**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>33 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	33 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	33 di 360								

## 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  $\Delta T_u$ , esprimibile come segue:

$$\Delta T_u = T - T_0$$

in cui:

T = Temperatura media attuale

T<sub>0</sub> = Temperatura iniziale alla data della costruzione T<sub>0</sub>.

Il valore di  $\Delta T_u$  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 abbatta 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  $25^\circ\text{C}$ , con punte massime estive di  $45^\circ\text{C}$  e minime invernali di  $15^\circ\text{C}$ . Sulla base di questa ipotesi, per l'edificio in esame la variazione stagionale di temperatura può essere considerata la seguente:

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

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

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.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>34 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	34 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	34 di 360								

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

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

Travi	Nasce Sforzo Normale di Compressione, che ha un effetto benefico sugli elementi strutturali ed è pertanto trascurabile ai fini del loro dimensionamento
Pilastrri	<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 <math>\psi_2(\Delta T) = 0</math>.</p> <p>Un incremento dei momenti flettenti agli SLU non risulta tuttavia rilevante per il dimensionamento dei pilastrri, che per questo Stato 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>

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

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 mm<sup>2</sup> (= 25.000/391,30), corrispondenti a circa il 4% dell'area totale di armatura tesa presente nelle sezioni maggiormente sollecitate (4 <math>\phi</math>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>
Pilastrri	<p>Nascono Momenti Flettenti con valori massimi di circa 20 kNm. Valgono le considerazioni espone per la variazione termica <math>\Delta T = + 20^{\circ}\text{C}</math>.</p>

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

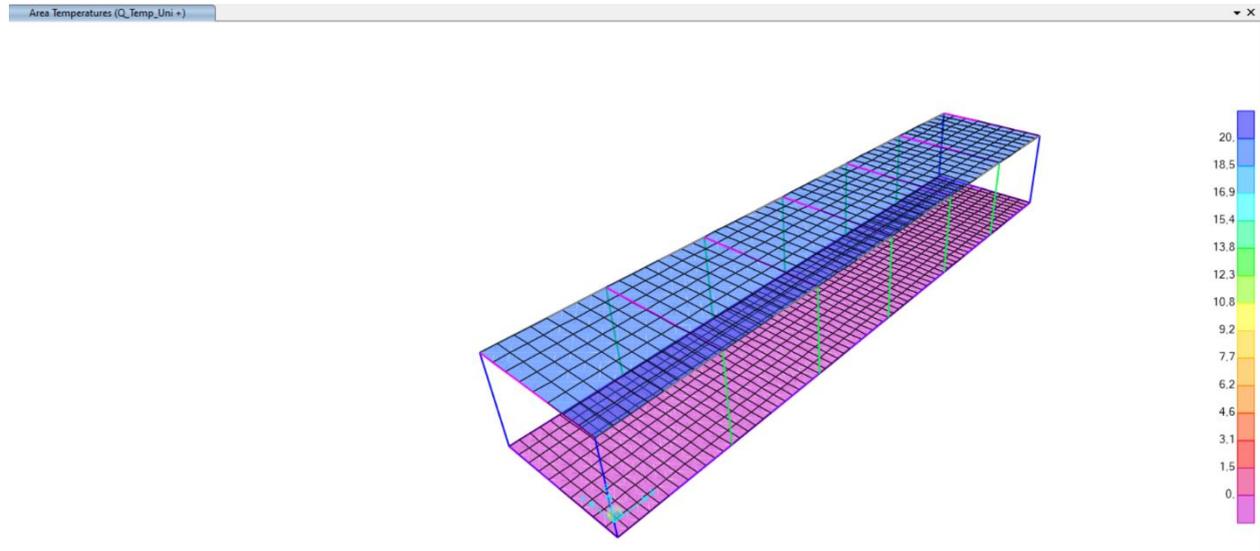


Figura 13 Q Uni +

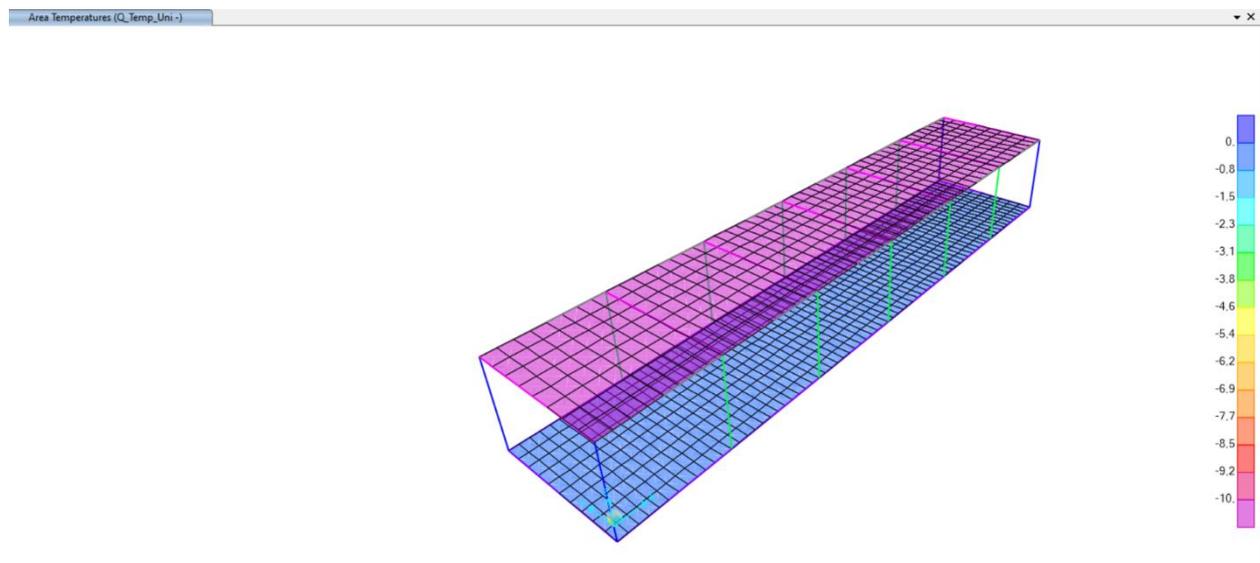


Figura 14 Q Uni-

## 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  $V_R = V_N * C_U$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

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  $q = 3.3$  ( $3,0 \times \alpha_w/\alpha_1$ ) per il caso SLV.

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

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

dove:

$q_0$  è il valore base del fattore di comportamento allo SLV, i cui massimi valori sono riportati in tabella

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

7.3.II in dipendenza della Classe di Duttività, della tipologia strutturale, del coefficiente  $\lambda$  di cui al § 7.9.2.1 e del rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$  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"
<b>Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)</b>		
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  $\alpha_u/\alpha_1$  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	---	---		

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>38 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	38 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	38 di 360								

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

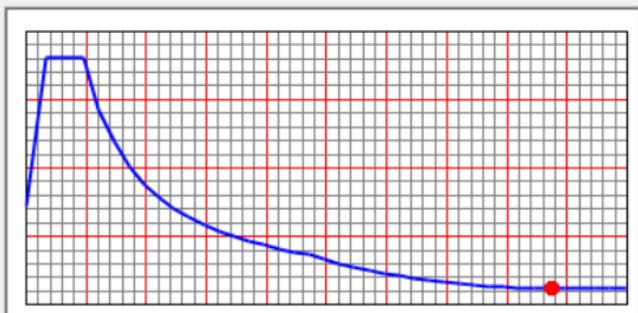
Damping Percentage, Xi

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

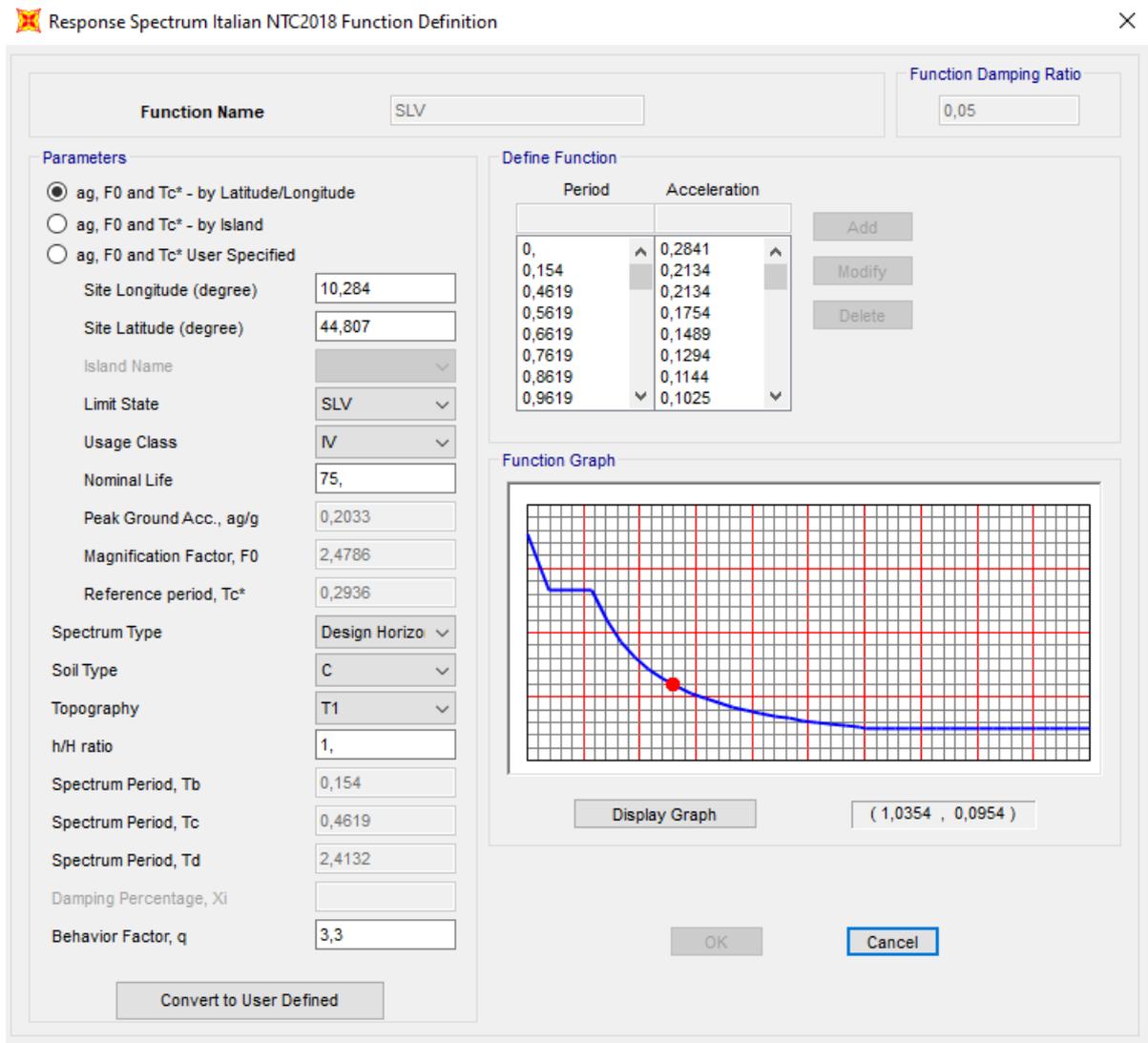
**Function Graph**



     ( 3,4987 , 0,0145 )

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

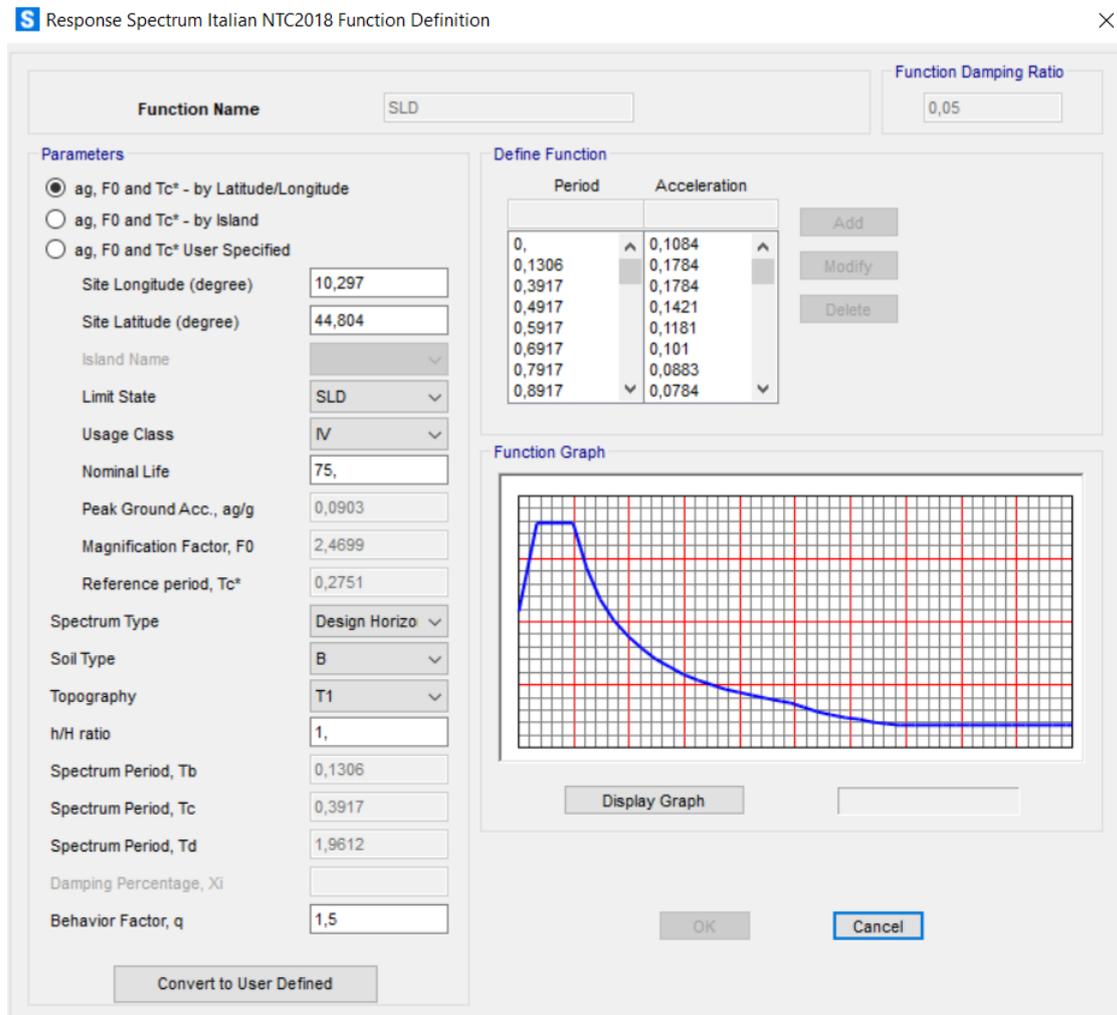
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>					
	<b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	39 di 360



**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  $\eta$  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  $\eta = 2/3$ .

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>40 di 360</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	40 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	40 di 360								



**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, 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

## 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.

	$Q_{K\_E}$	$Q_{K\_C}$	$Q_{K\_H}$	$Q_{K\_Neve}$	$Q_{K\_Vento}$
$\square_0$	1,00	0,70	0,00	0,50	0,60
$\square_1$	0,90	0,70	0,00	0,20	0,20
$\square_2$	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  $\square_F$  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 $\gamma_F$	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,30	1,00
Carichi Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30
Carichi Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	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 <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Q <sub>K</sub> _E	Q <sub>K</sub> _C	Q <sub>K</sub> _H	Q <sub>K</sub> _Neve	Q <sub>K</sub> _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_ra ra_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_ra ra_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_ra ra_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_ra ra_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_ra ra_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_fr eq_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_fr eq_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_fr eq_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_fr eq_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_fr eq_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_q p	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>

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	43 di 360

SLV_2	1,00	1,00	0,80	0,60	0,00	0,00	0,30	<b>1,00</b>	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	<b>1,00</b>	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	0,30	<b>1,00</b>	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	<b>1,00</b>	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	0,30	<b>1,00</b>	<i>Sisma SLO Direz Y</i>

TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO PER MODELLO STRUTTURA DI FONDAZIONE

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	Q <sub>K,E</sub>	Q <sub>K,C</sub>	Q <sub>K,H</sub>	Q <sub>K,Neve</sub>	Q <sub>K,Vento</sub>	G <sub>1,fond</sub>	G <sub>2,fond</sub>	Q <sub>K,fond</sub>	SLV_X	SLV_Y	SLD_X	SLD_Y	SLO_X	SLO_Y
SLU_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_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_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_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_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_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_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_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_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_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_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_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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>45 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	45 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	45 di 360								

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

$$G1_{fond} = G1_{cordoli} + G1_{platea}$$

$$G2_{fond} = G2_{muri} + G2_{vespaio H2} + G2_{vespaio H3} + G2_{vespaio H7}$$

$$Q_{fond} = Q_{trasformatori} + Q_{cabina MT/BT} + Q_{batterie} + Q_{SIAP} + Q_{TLC}$$

## 8 ANALISI MODALE

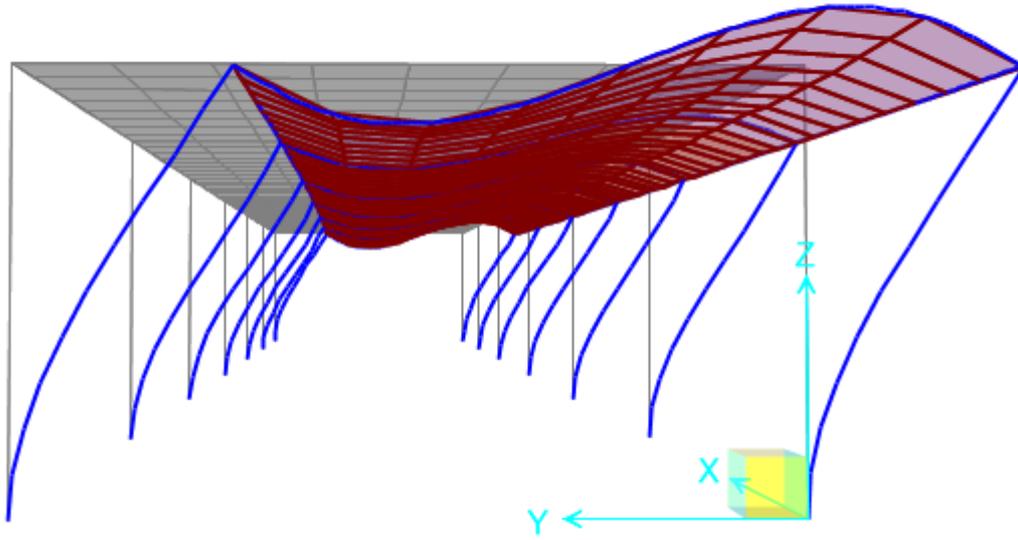
L'analisi modale consente di individuare i modi propri di vibrare della struttura, indipendentemente dalle forzanti che agiscono sulla stessa. Essa permette inoltre di conoscere, per ogni modo di vibrare della struttura, il periodo e la massa partecipante, ovvero la percentuale di massa attivata nella 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  $U_x$  o  $U_y$  si realizza quando si ha una massa partecipante nella data direzione  $U_x$  o  $U_y$  maggiore del 70% e una massa attivata nella rotazione  $R_z$  pressoché nulla. Al contrario, la condizione di forma puramente rotazionale si verifica quando le masse attivate nella traslazione  $U_x$  e  $U_y$  sono trascurabili e si ha una percentuale superiore al 70% di massa attivata nella rotazione  $R_z$ .

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%.

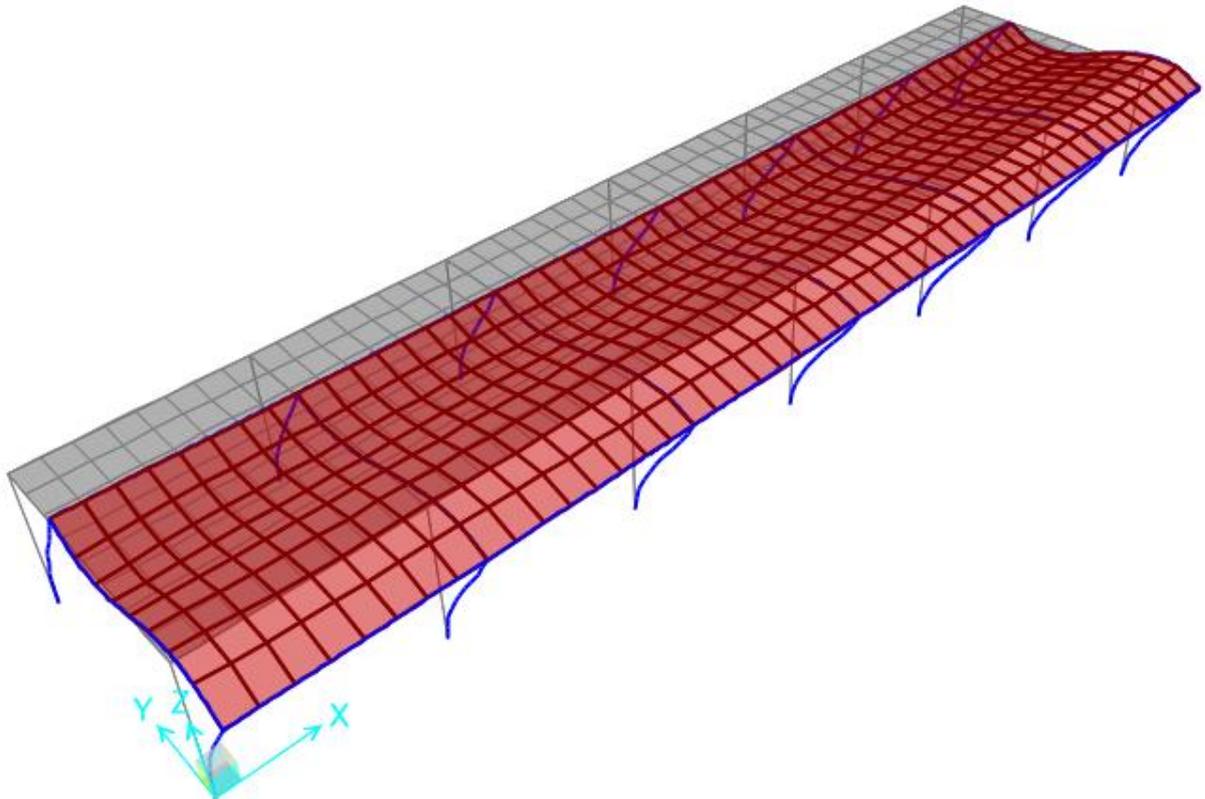
Si riportano di seguito la tabella riassuntiva di periodo e masse partecipanti relative ai primi otto modi di vibrare e le immagini relative ai primi tre modi di vibrare della struttura.

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.298914	0	0.9893	1.684E-18	0	0.9893	1.684E-18	3.445E-19	3.445E-19
MODAL	Mode	2	0.219046	0	0	1.32E-20	0	0.9893	1.698E-18	0.98589	0.98589
MODAL	Mode	3	0.168036	0.99829	1.523E-19	7.896E-18	0.99829	0.9893	9.594E-18	1.51E-17	0.98589
MODAL	Mode	4	0.061345	1.087E-17	0.00118	1.83E-13	0.99829	0.99047	1.83E-13	1.447E-15	0.98589
MODAL	Mode	5	0.05831	1.886E-16	0.00646	1.931E-14	0.99829	0.99693	2.023E-13	3.87E-15	0.98589
MODAL	Mode	6	0.058032	1.089E-17	5.403E-17	0.40412	0.99829	0.99693	0.40412	2.008E-18	0.98589
MODAL	Mode	7	0.057776	1.085E-16	3.063E-16	3.09E-16	0.99829	0.99693	0.40412	0.00569	0.99157
MODAL	Mode	8	0.055241	0.00006483	1.475E-15	1.376E-15	0.99835	0.99693	0.40412	2.423E-15	0.99157
MODAL	Mode	9	0.05491	3.61E-17	1.739E-15	3.15E-15	0.99835	0.99693	0.40412	0.00367	0.99525
MODAL	Mode	10	0.053769	7.662E-17	0.000002007	1.256E-14	0.99835	0.99693	0.40412	2E-16	0.99525
MODAL	Mode	11	0.052299	4.238E-16	3.949E-16	2.456E-16	0.99835	0.99693	0.40412	1.095E-07	0.99525
MODAL	Mode	12	0.051564	9.742E-17	5.916E-16	0.07499	0.99835	0.99693	0.47912	3.79E-17	0.99525

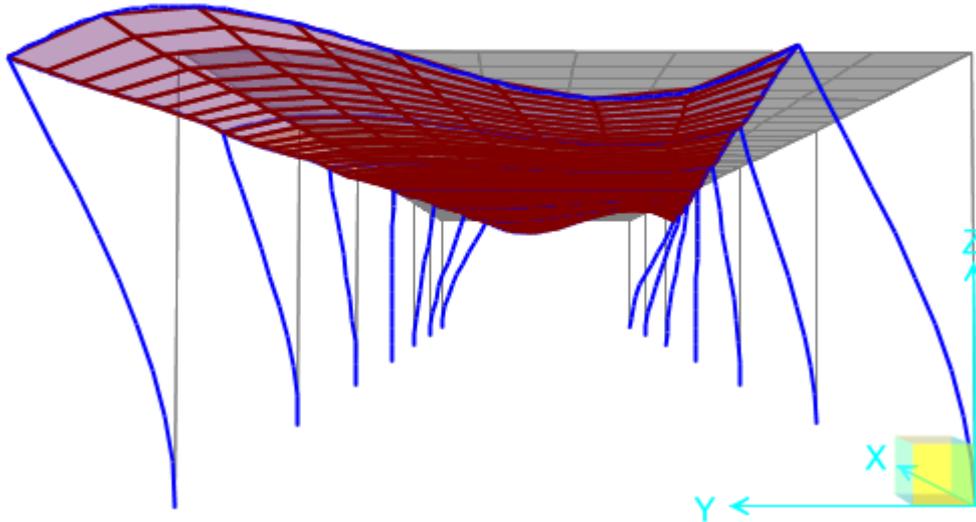
Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0,26209; f = 3,81549



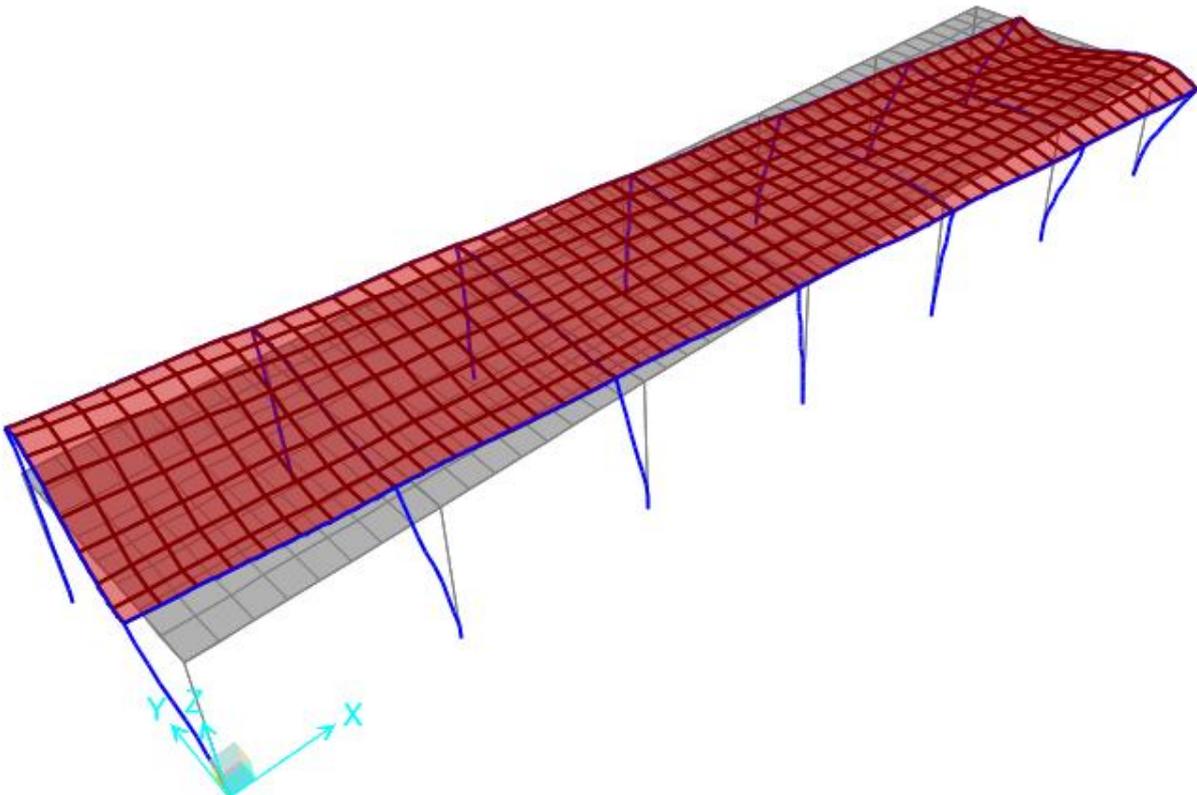
Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0,26209; f = 3,81549



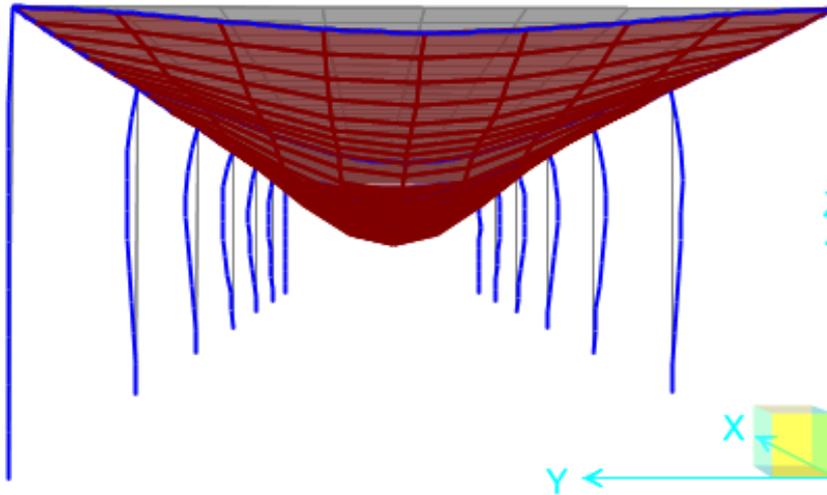
Deformed Shape (MODAL) - Mode 2; T = 0,18271; f = 5,4732



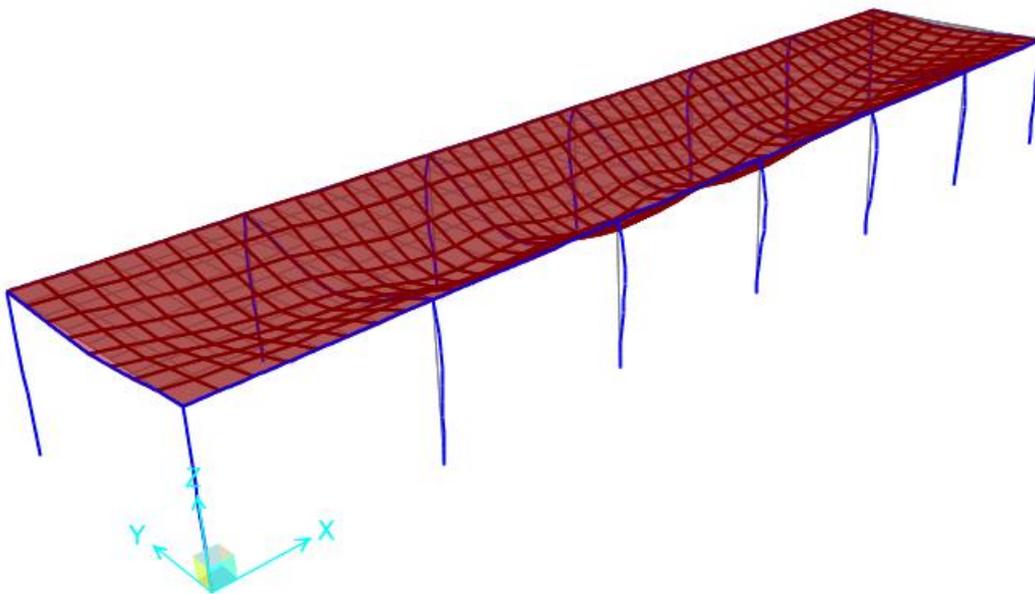
Deformed Shape (MODAL) - Mode 2; T = 0,18271; f = 5,4732



 Deformed Shape (MODAL) - Mode 3; T = 0,14478; f = 6,90713



 Deformed Shape (MODAL) - Mode 3; T = 0,14478; f = 6,90713



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>50 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	50 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	50 di 360								

## 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  $\eta$  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

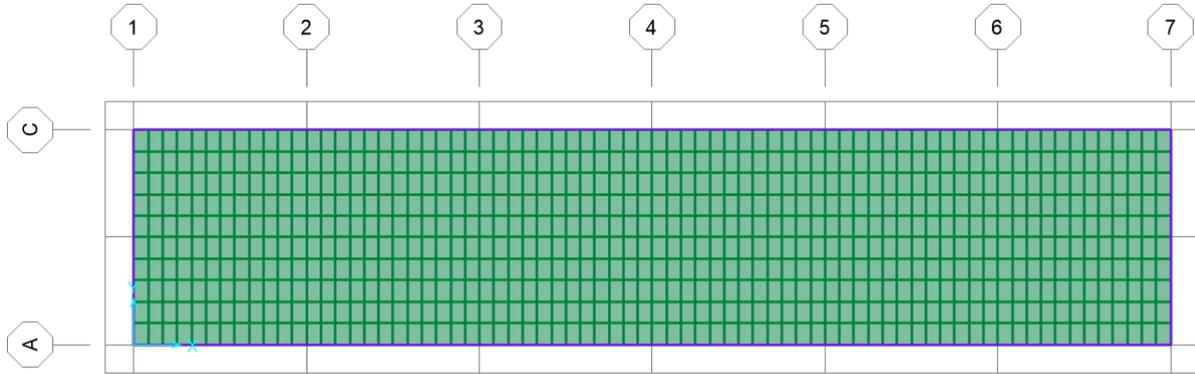
Si riportano nelle seguenti tabelle i valori massimi delle sollecitazioni nelle diverse combinazioni di carico considerate per le tre tipologie di solaio.

#### *Solaio Copertura*

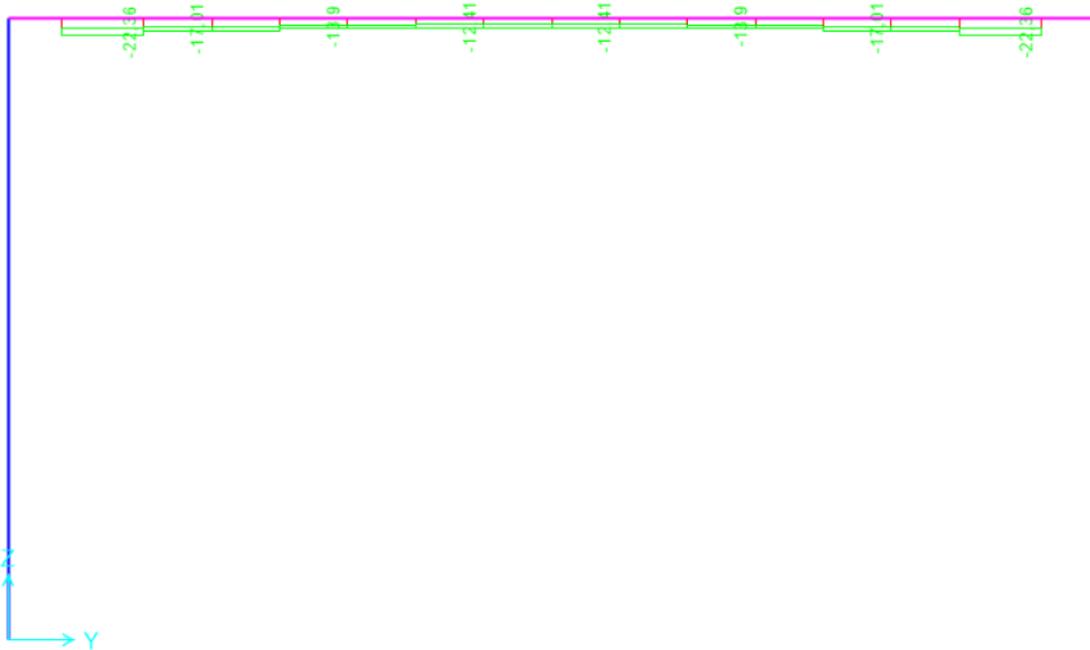
	$M_{MAX\_Campata}$ [kNm]	$M_{MAX\_Appoggio}$ [kNm]	$V_{max}$ [kN]
SLU	3.00	3.51	3.2
SLE_rara	2.1	2.45	
SLE_frequente	1.75	2.8	
SLE_quasi permanente	1.75	2,85	

### 9.2 Telaio Filo Fisso $X_1$

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso  $X_1$  per le diverse combinazioni di carico considerate.

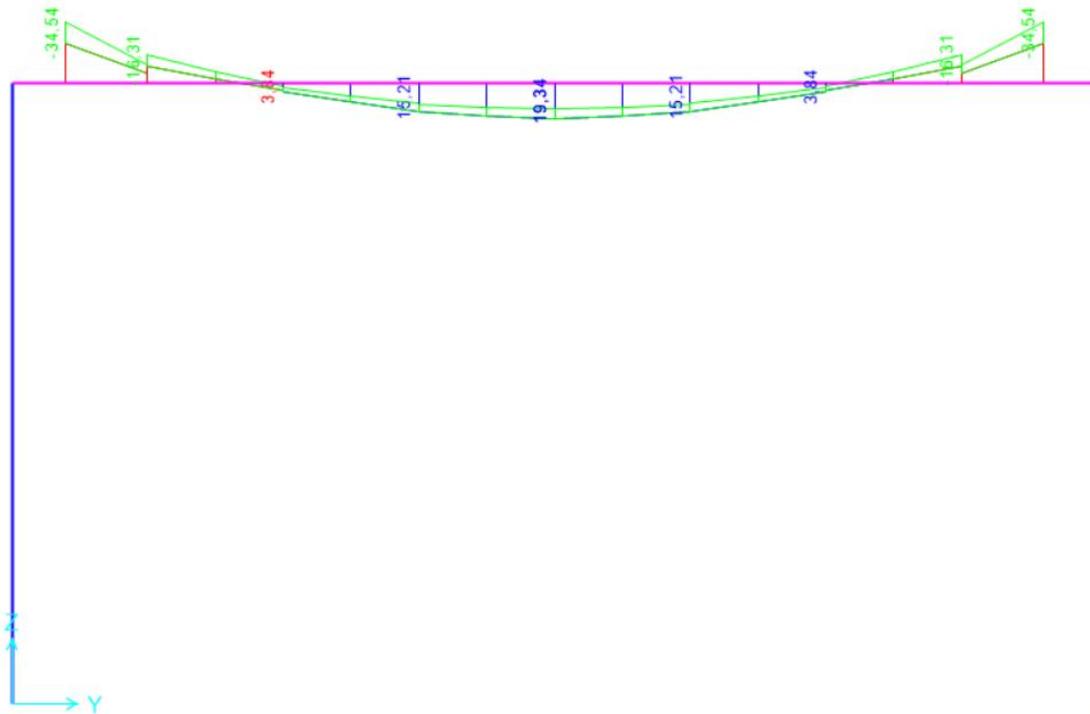


Axial Force Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



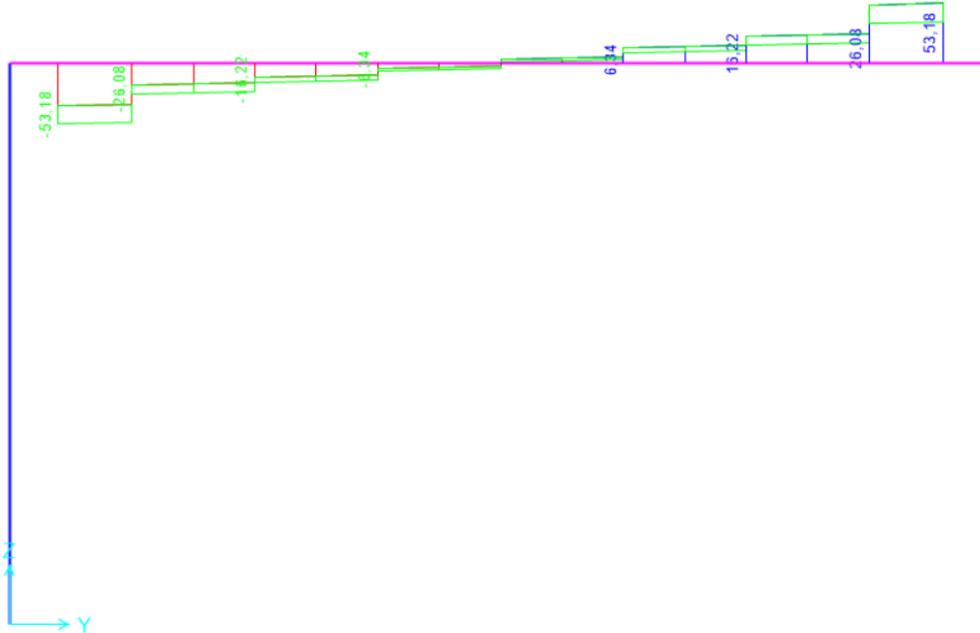
**Figura 9.1** – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.2** - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.3** - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>54 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	54 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	54 di 360								

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.4 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22**

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.5 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33**

Axial Force Diagram (INV\_SLV)

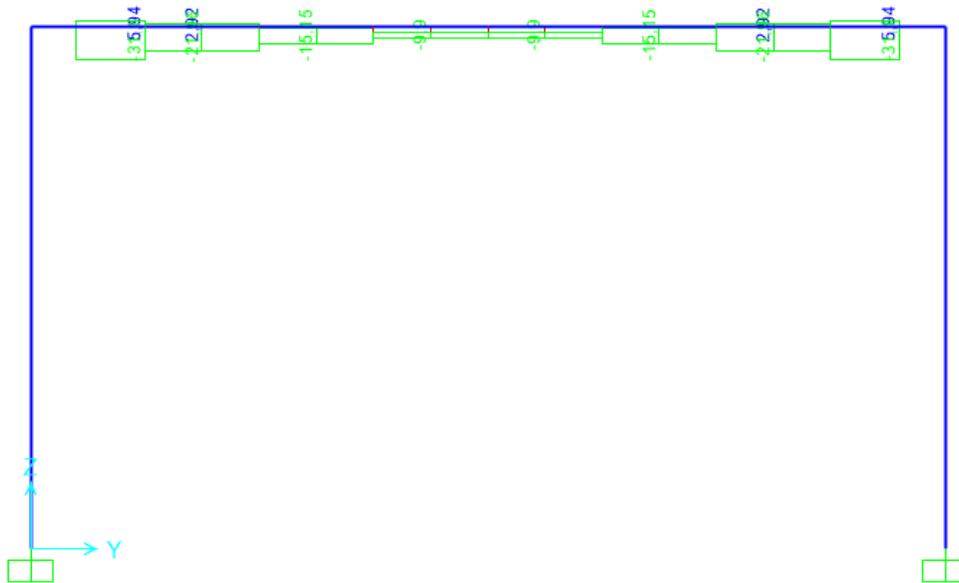


Figura 9.6 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLV)

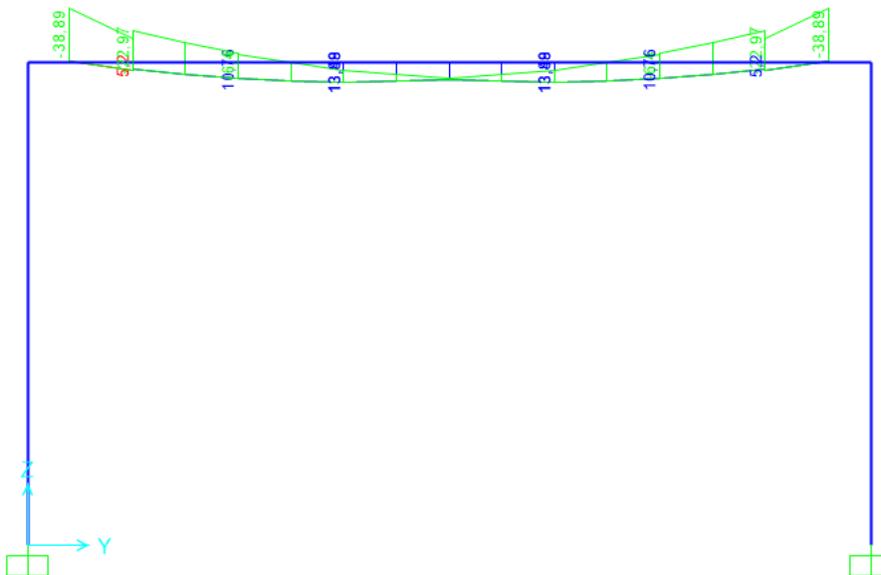
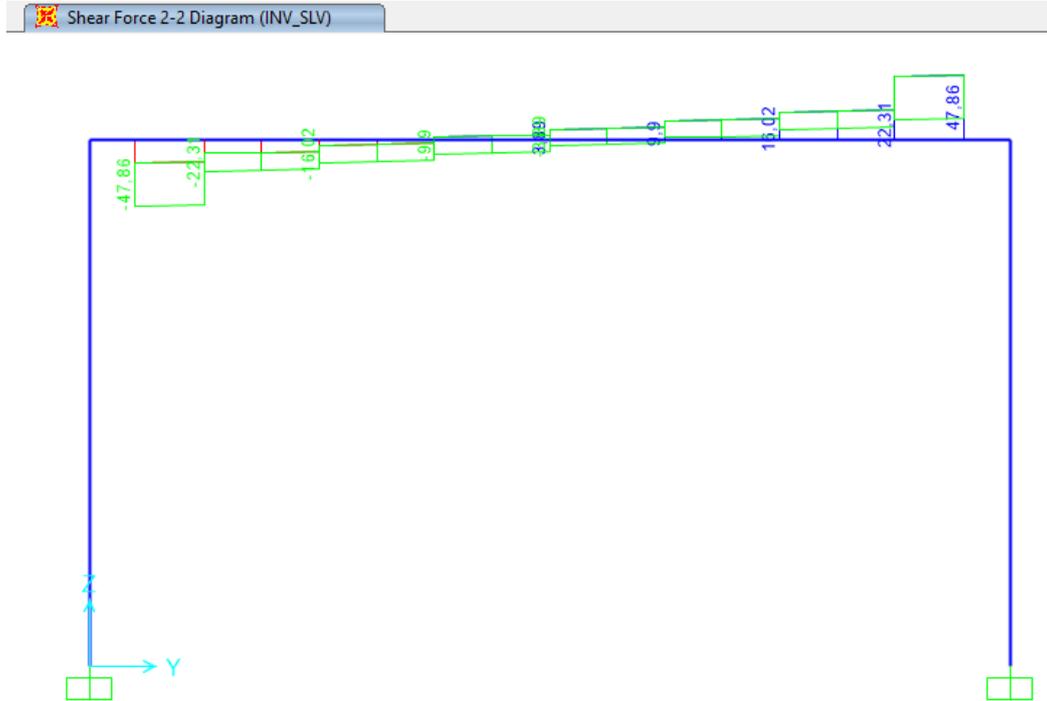
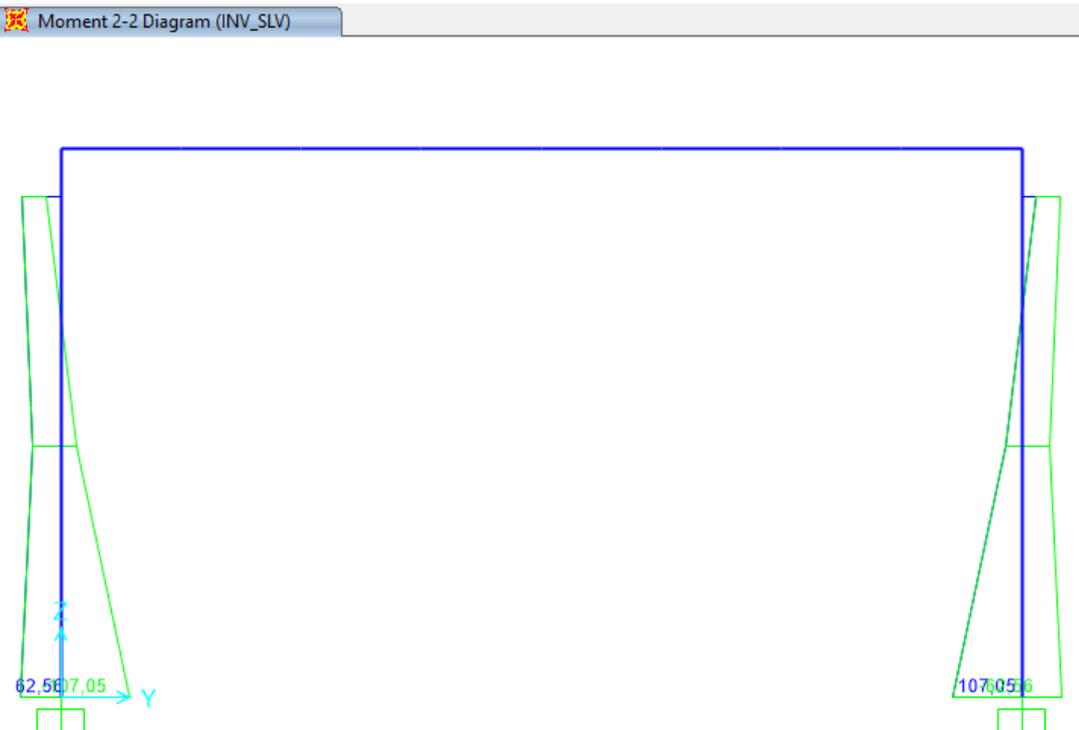


Figura 9.7 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33



**Figura 9.8 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22**



**Figura 9.9 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22**

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	57 di 360

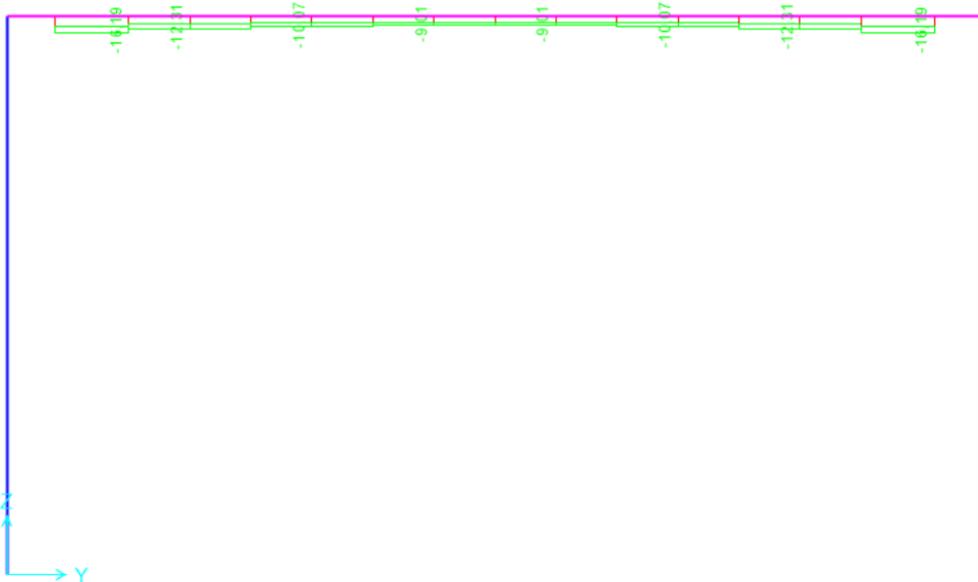
Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.10 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V33**

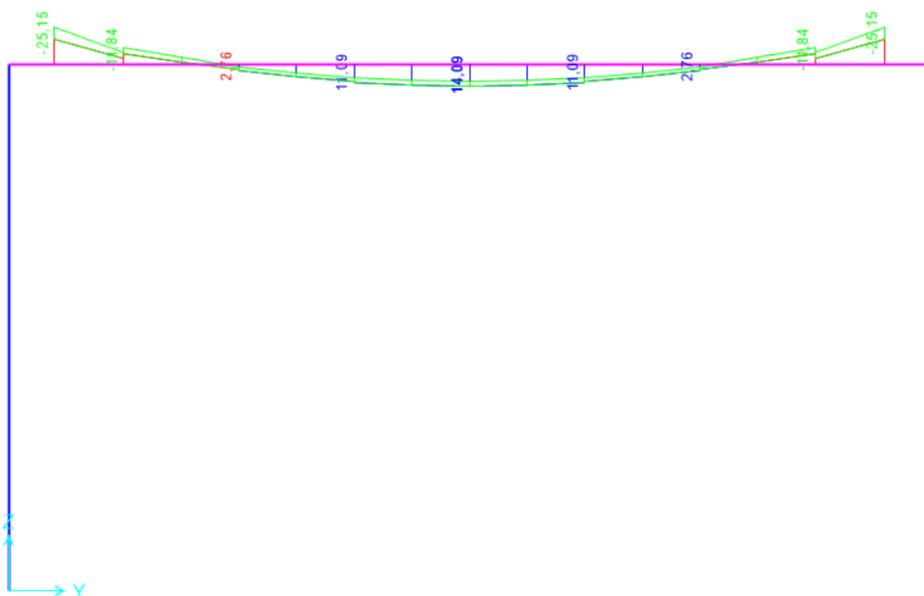
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>58 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	58 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	58 di 360								

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



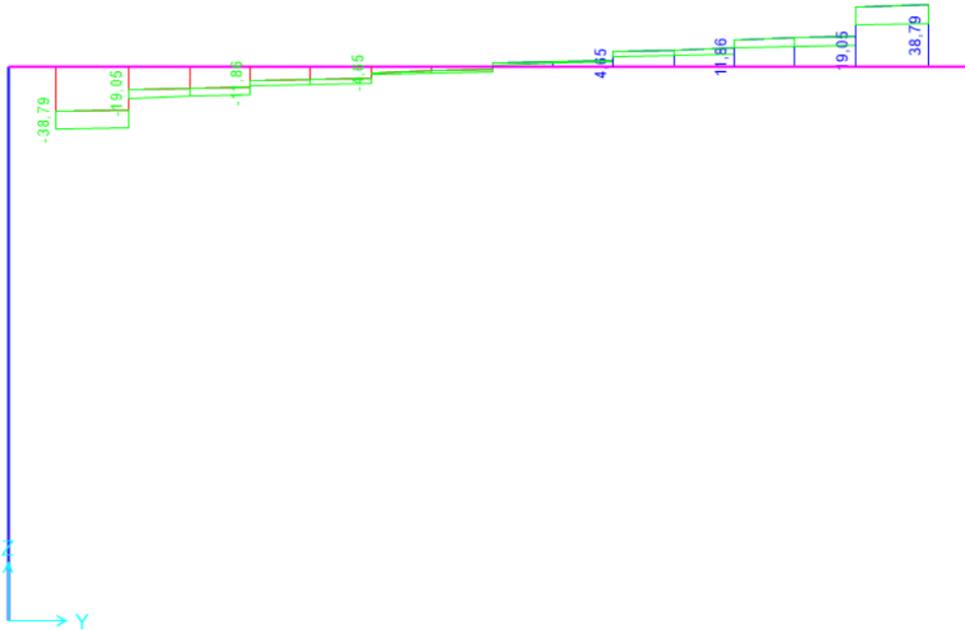
**Figura 9.11** - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



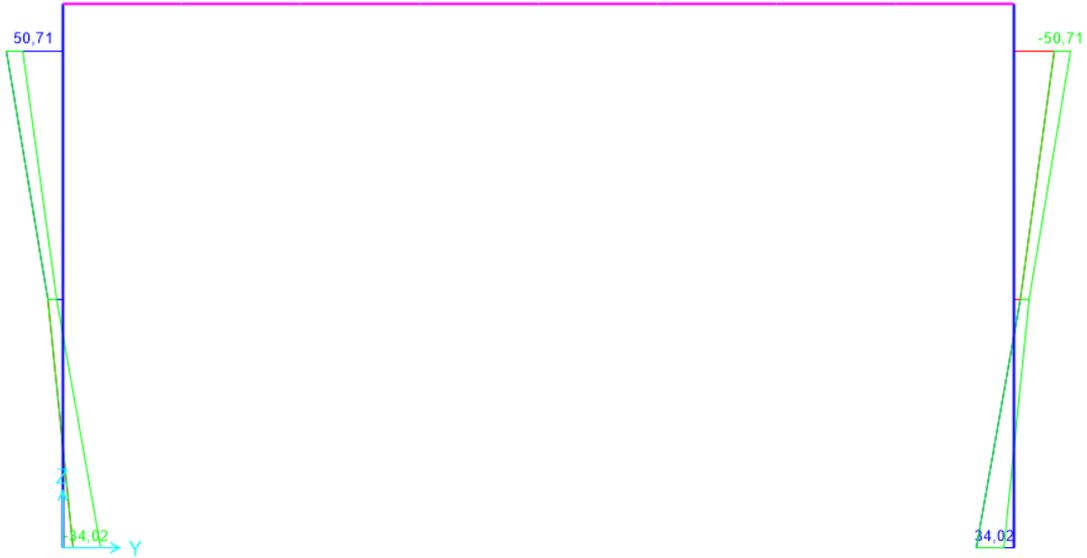
**Figura 9.12** - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.13** - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



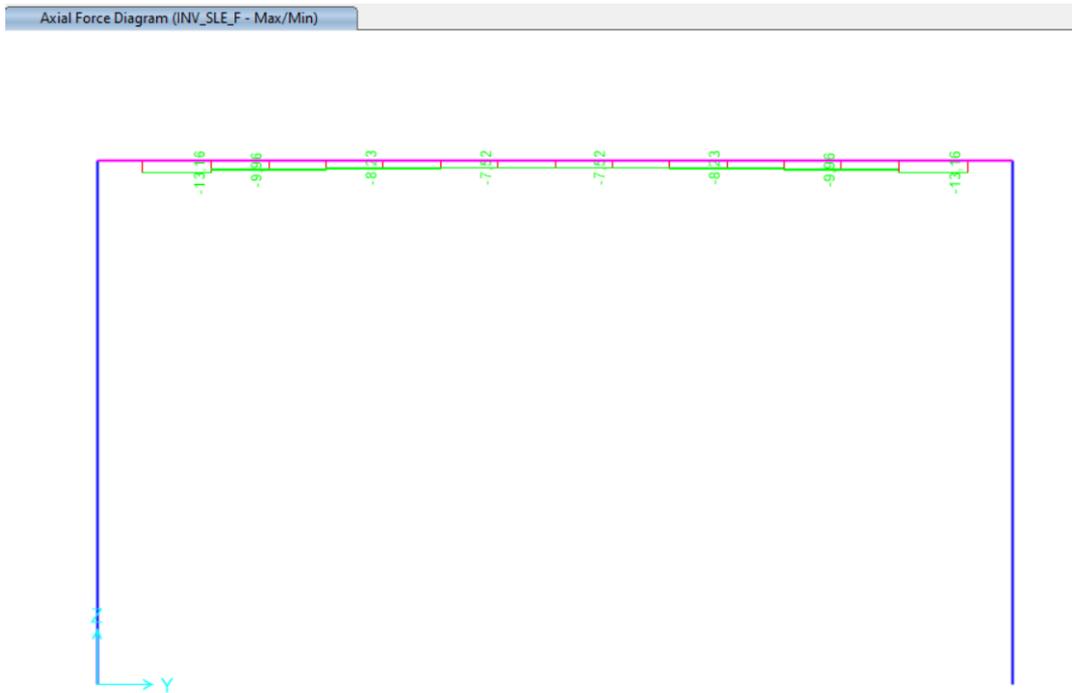
**Figura 9.14** - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



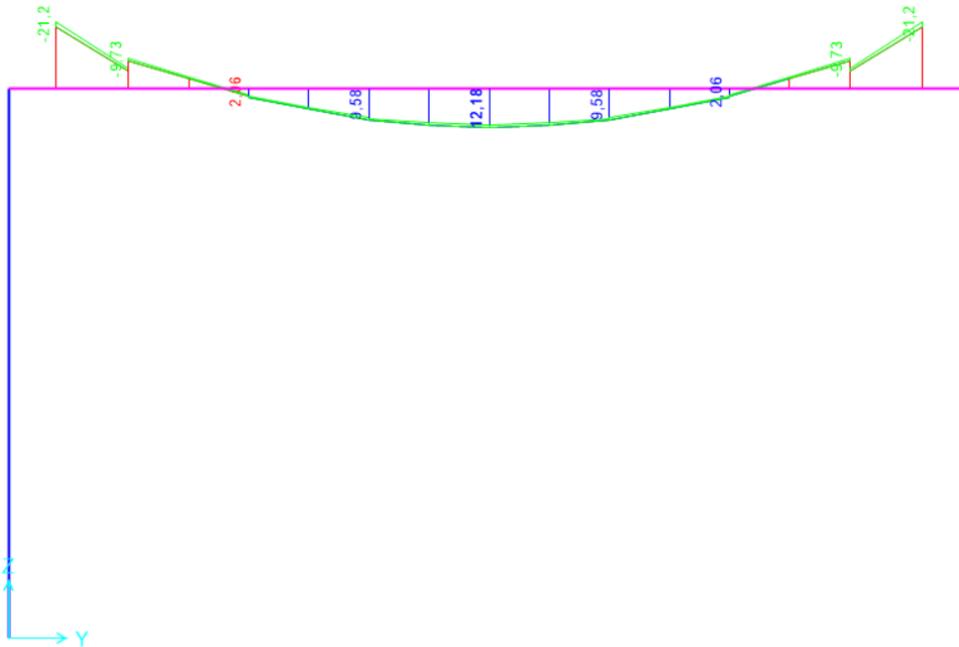
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>61 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	61 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	61 di 360								

**Figura 9.15 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V33**



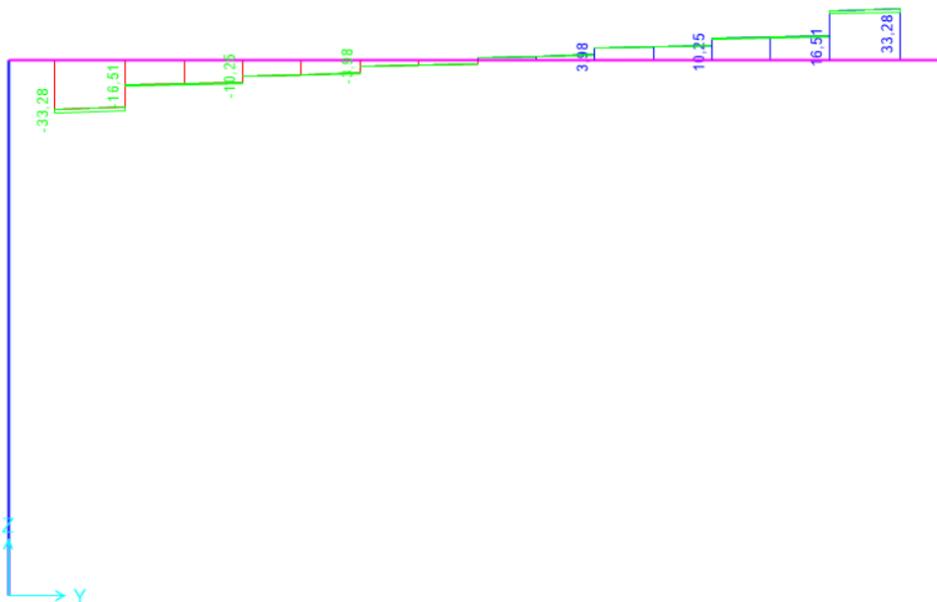
**Figura 9.16- Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale**

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.17** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.18** - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>63 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	63 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	63 di 360								

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



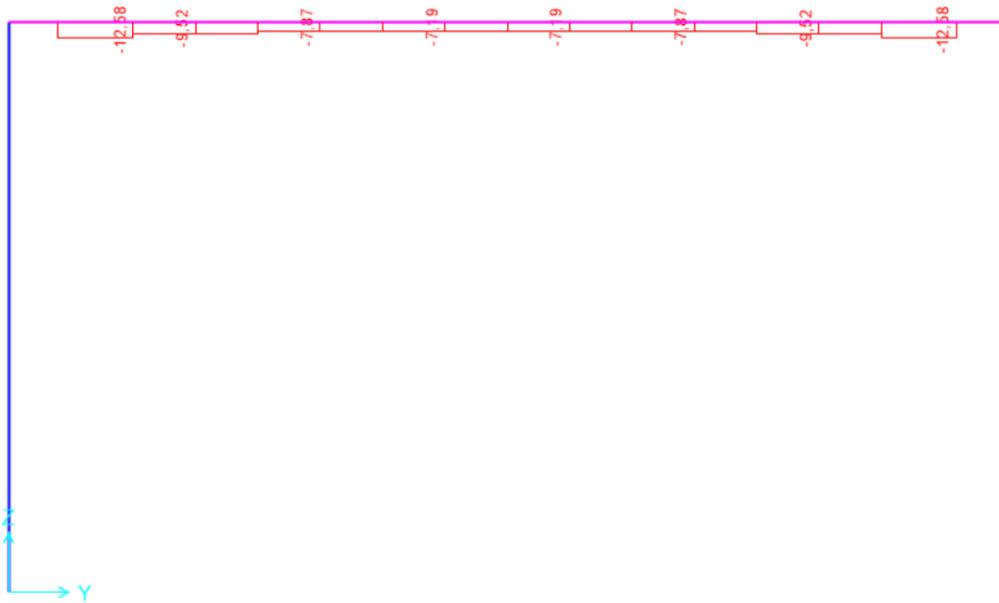
**Figura 9.19** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



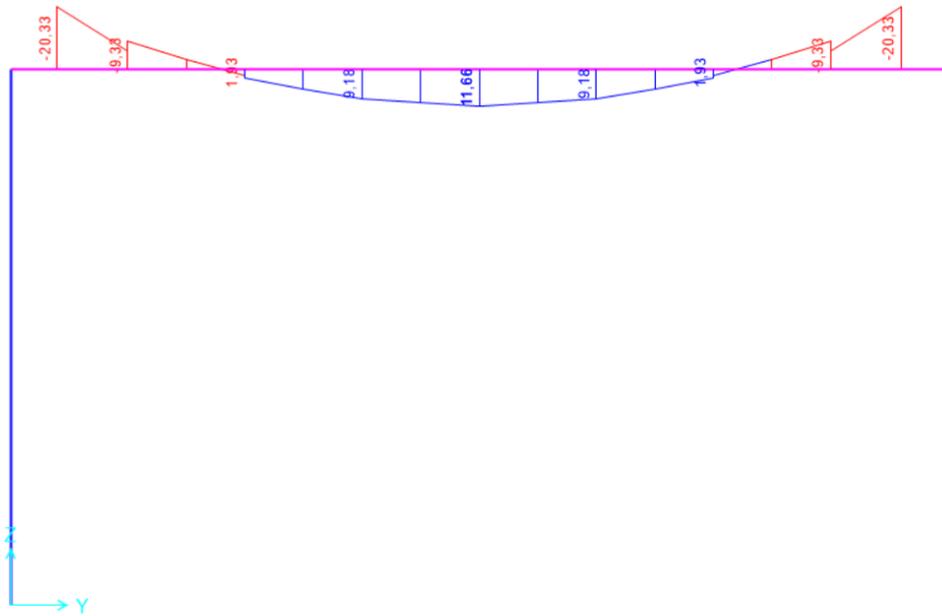
**Figura 9.20** - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (SLE\_qp)



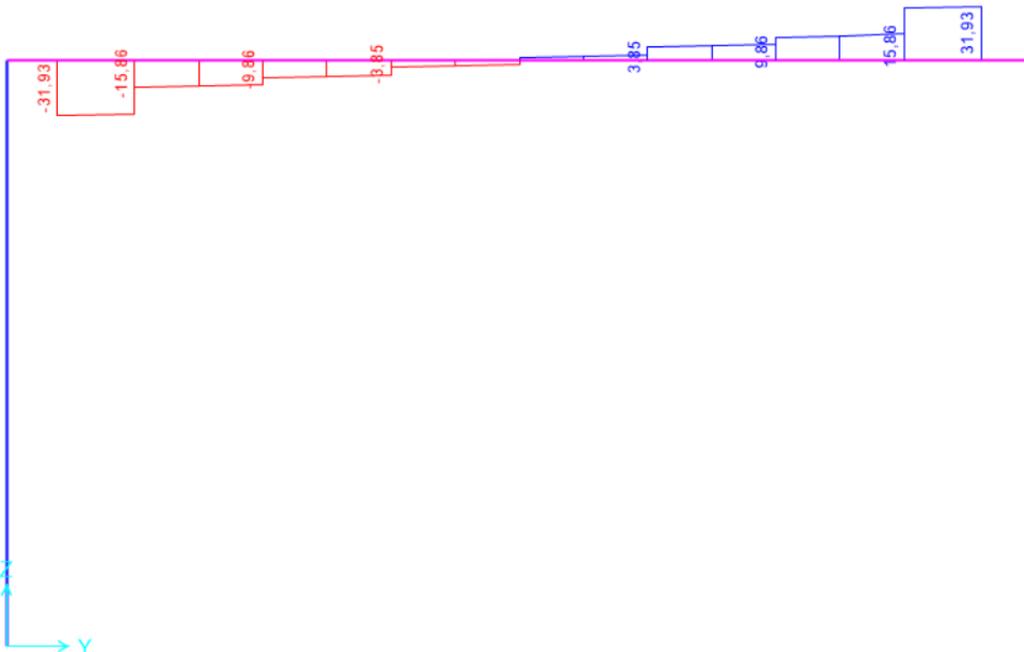
**Figura 9.21** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.22** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.23** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22

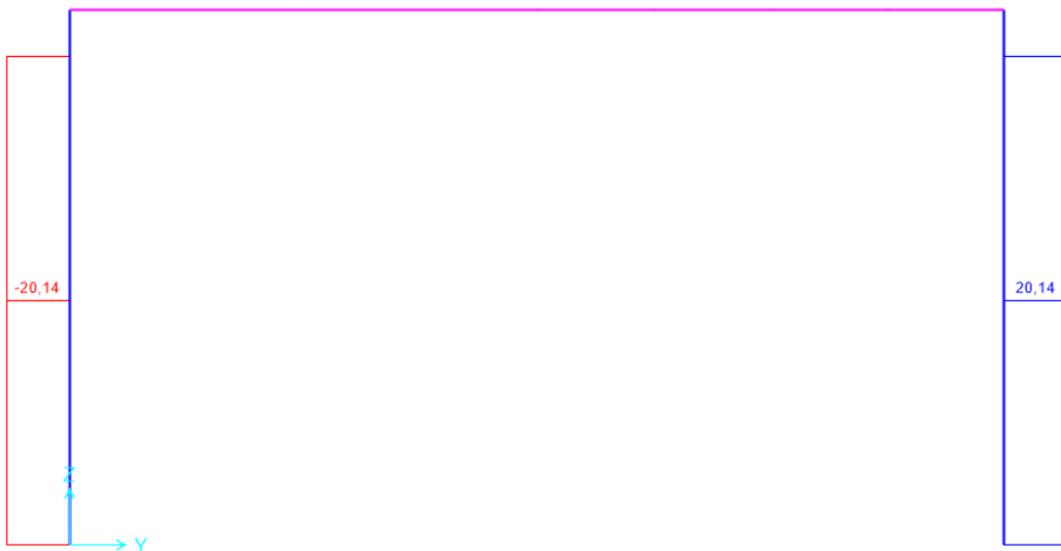
 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></p>	<table border="1"> <thead> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>66 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	66 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	66 di 360								

Moment 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.24** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_qp)

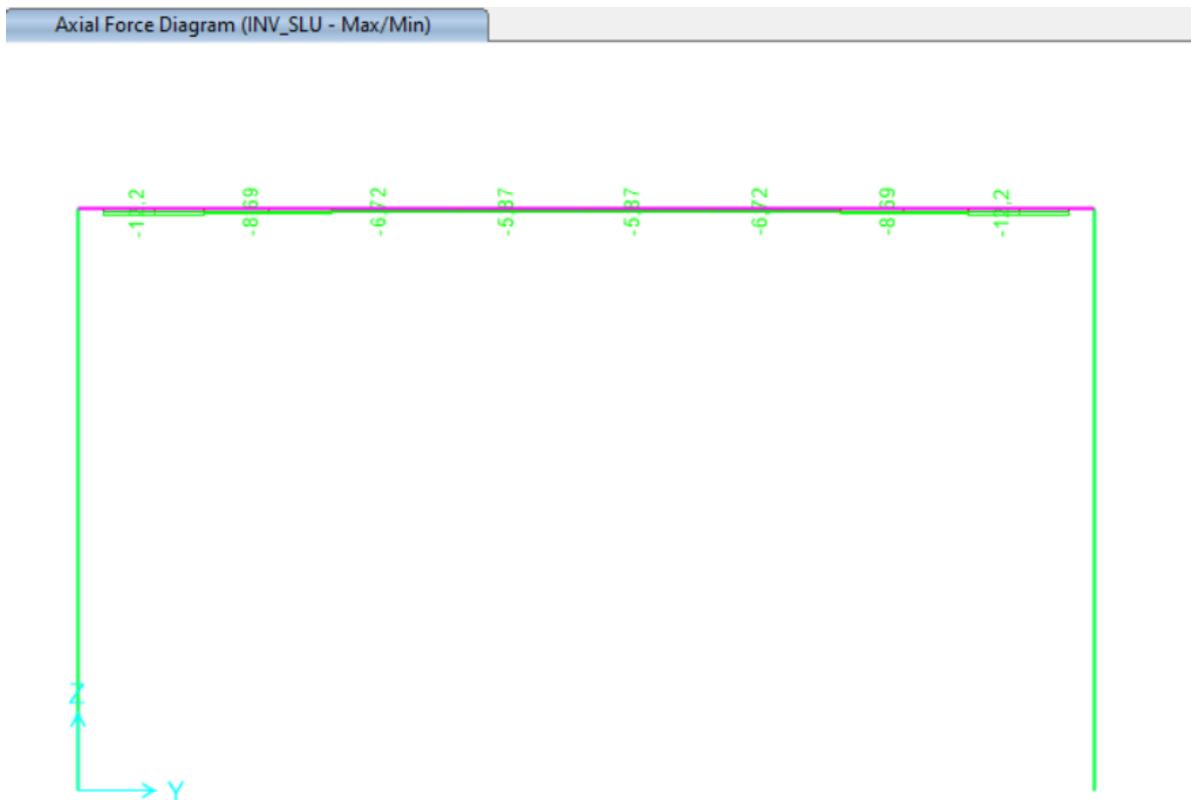


**Figura 9.25** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V33

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>67 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	67 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	67 di 360								

### 9.3 Telaio Filo Fisso X<sub>2</sub>

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X<sub>2</sub> per le diverse combinazioni di carico considerate.



**Figura 9.26** – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

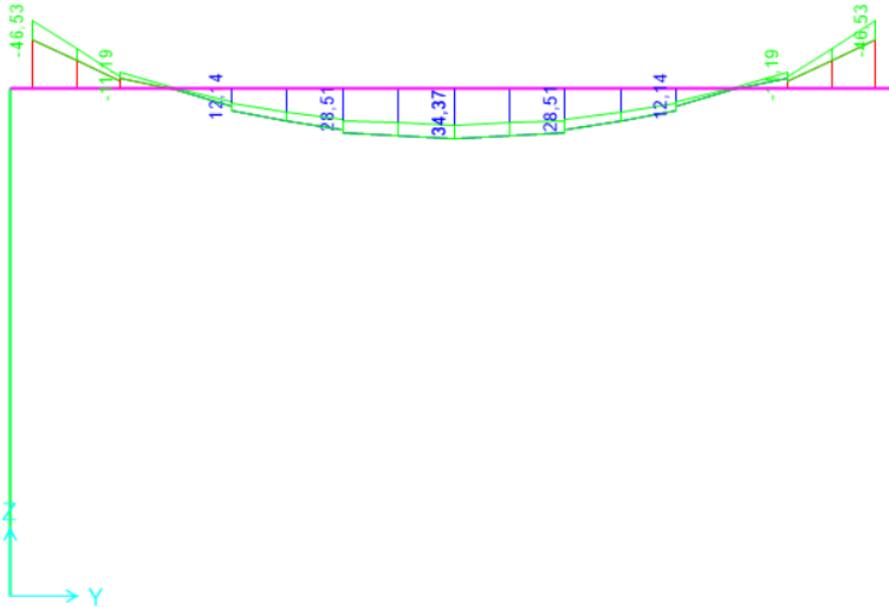
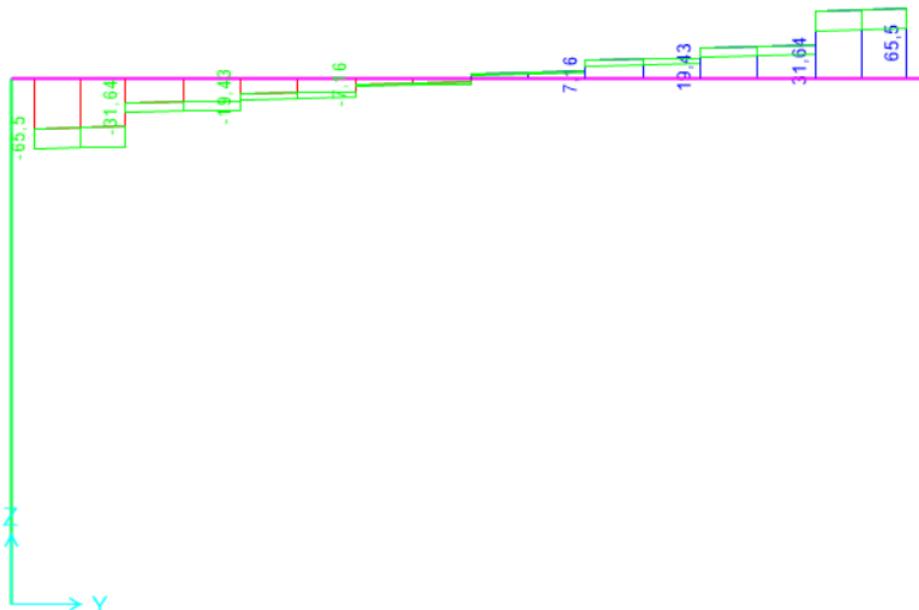


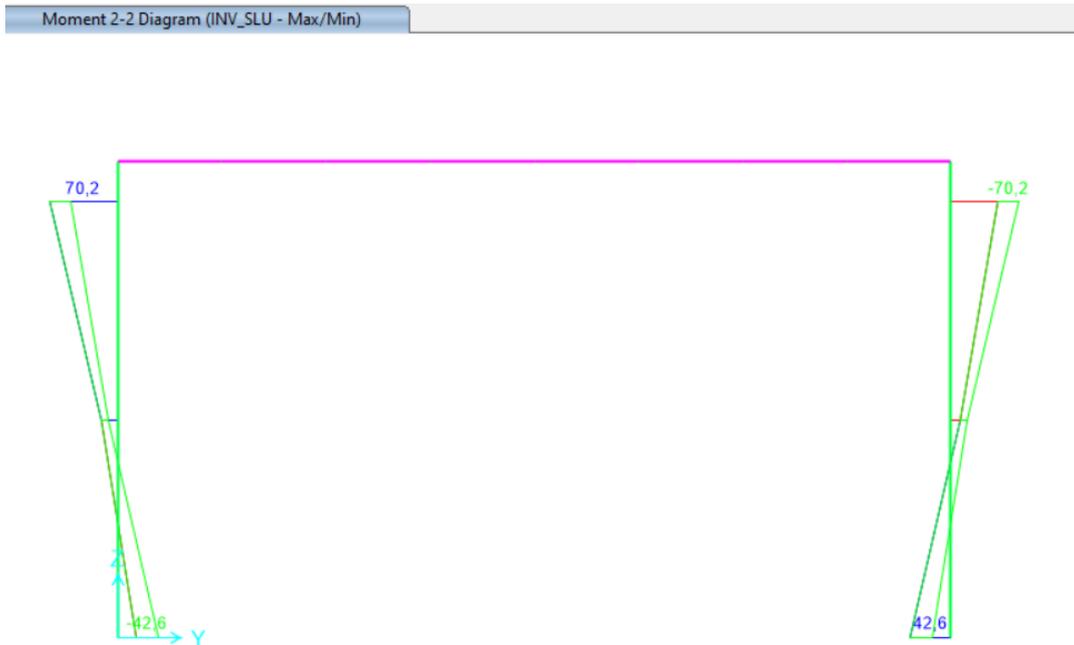
Figura 9.27 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>69 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	69 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	69 di 360								

**Figura 9.28 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22**



**Figura 9.29 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22**

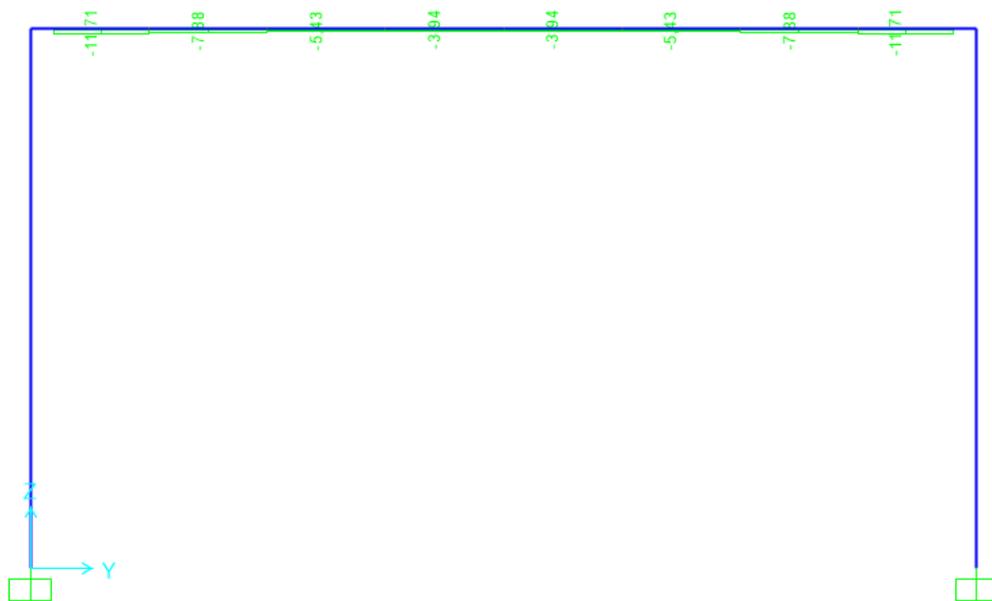
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>70 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	70 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	70 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

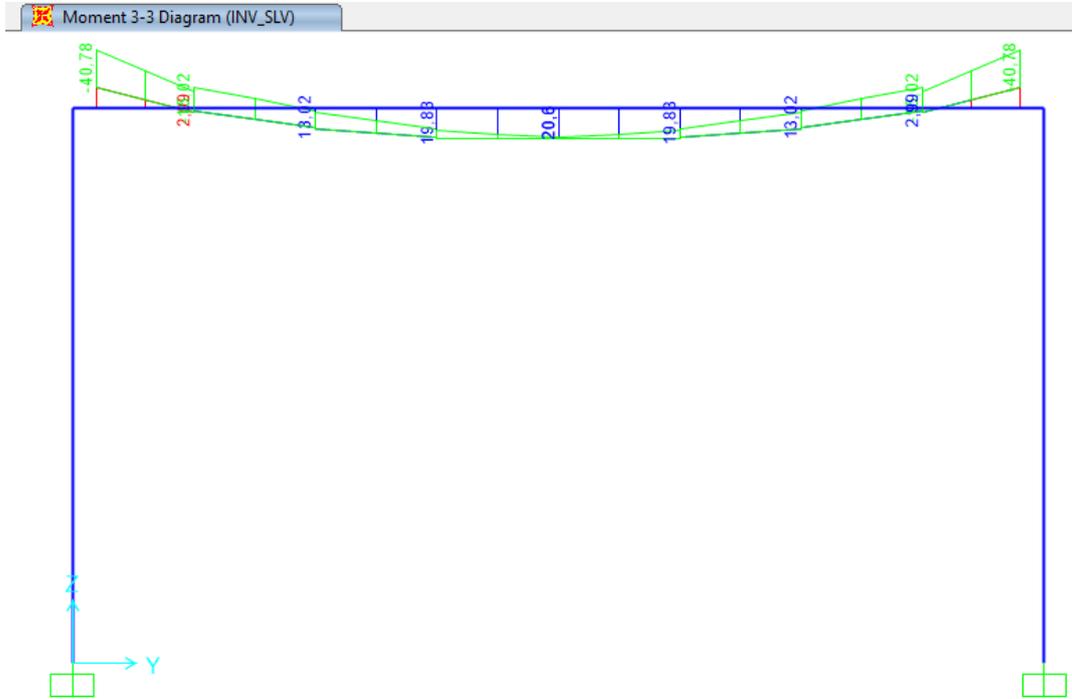


**Figura 9.30 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33**

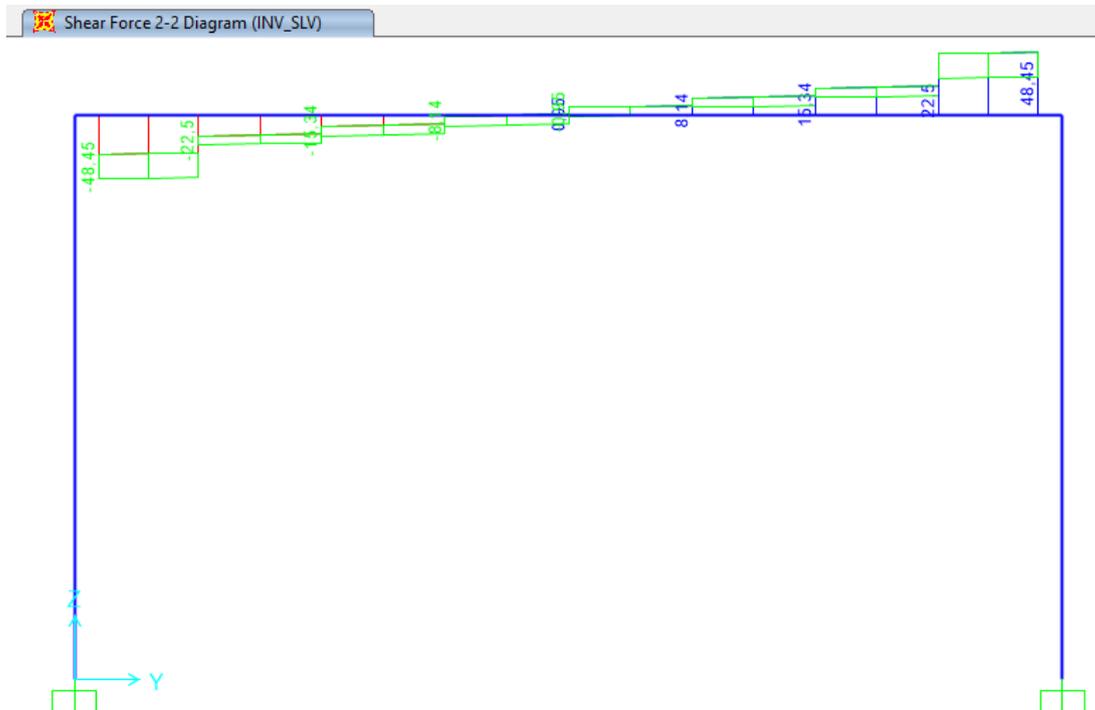
Axial Force Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.31 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale**



**Figura 9.32 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33**



**Figura 9.33 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22**

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLV)



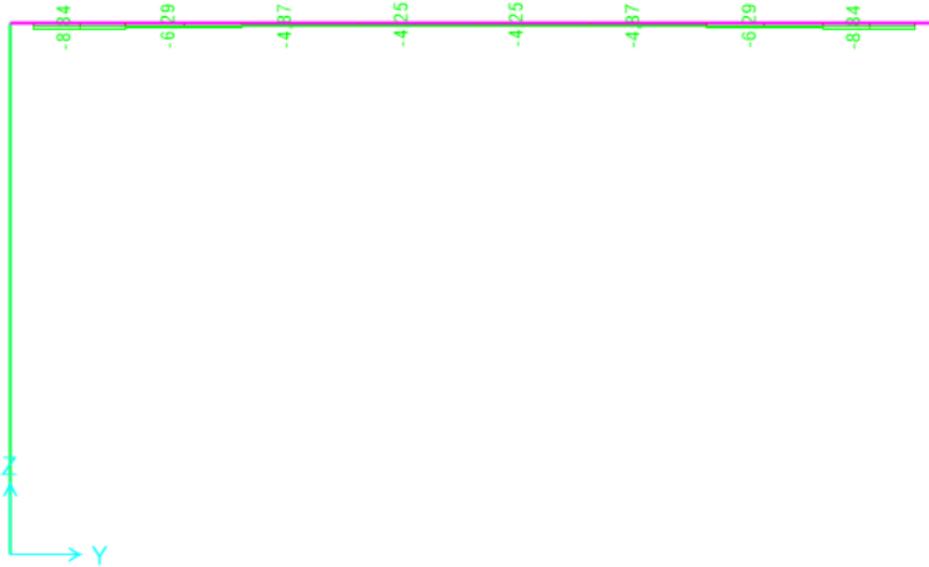
Figura 9.34 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLV)



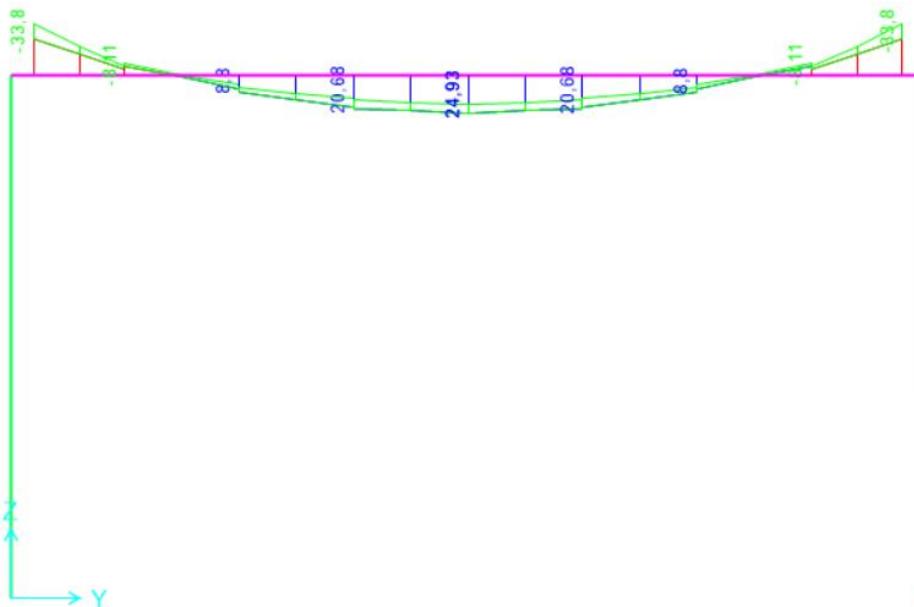
Figura 9.35 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.36** - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.37** - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

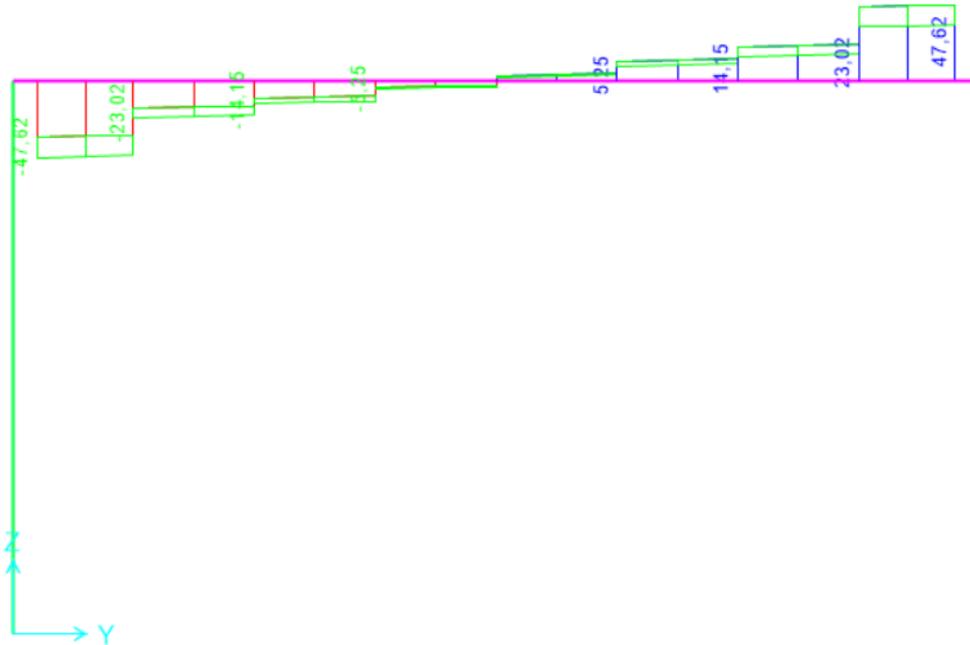


Figura 9.38 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

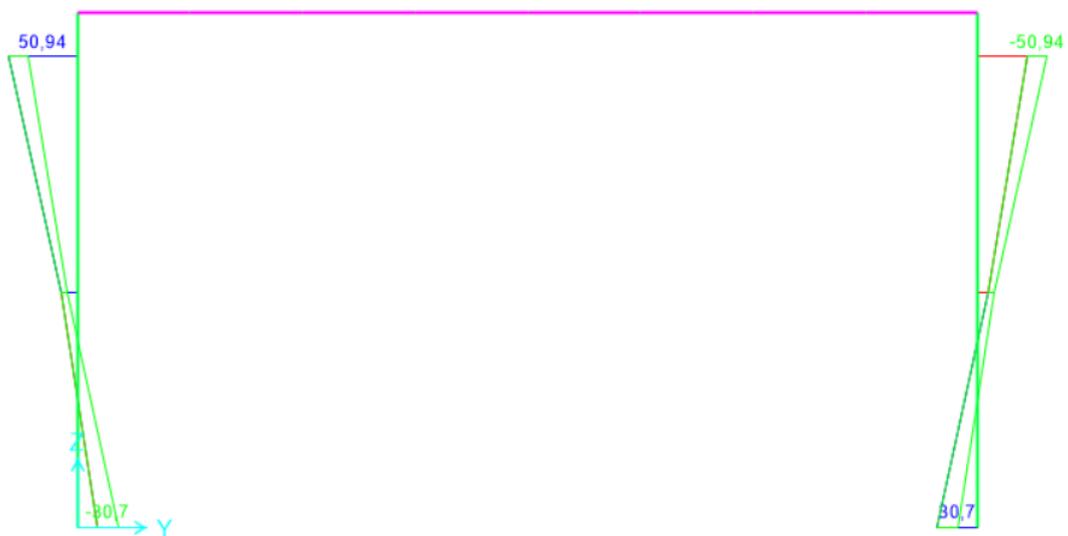


Figura 9.39 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M22

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	75 di 360

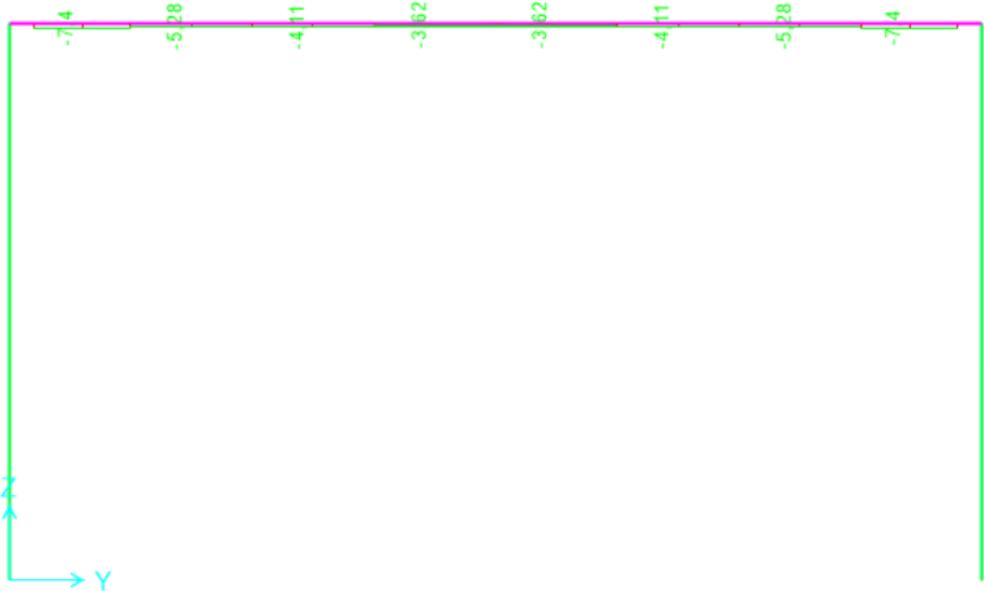
Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.40** - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V33

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>76 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	76 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	76 di 360								

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.41-** Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

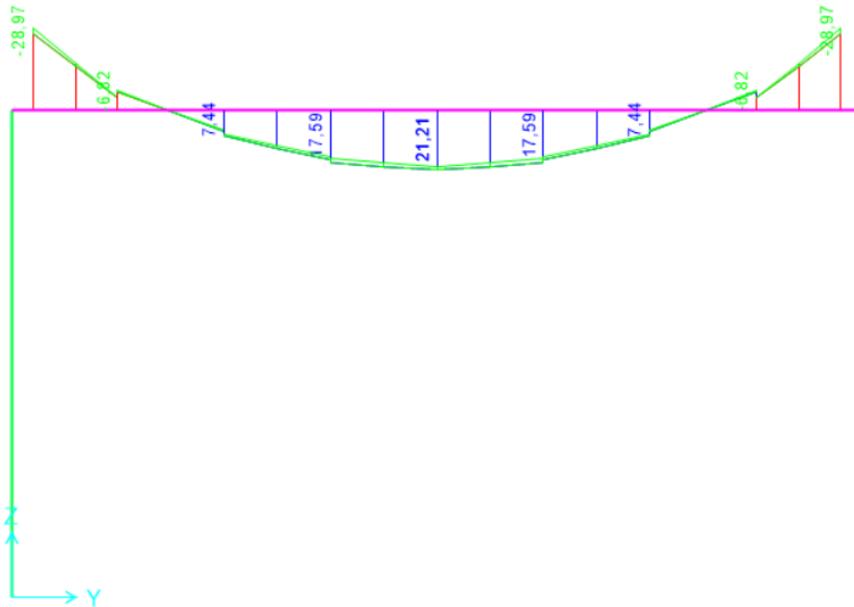
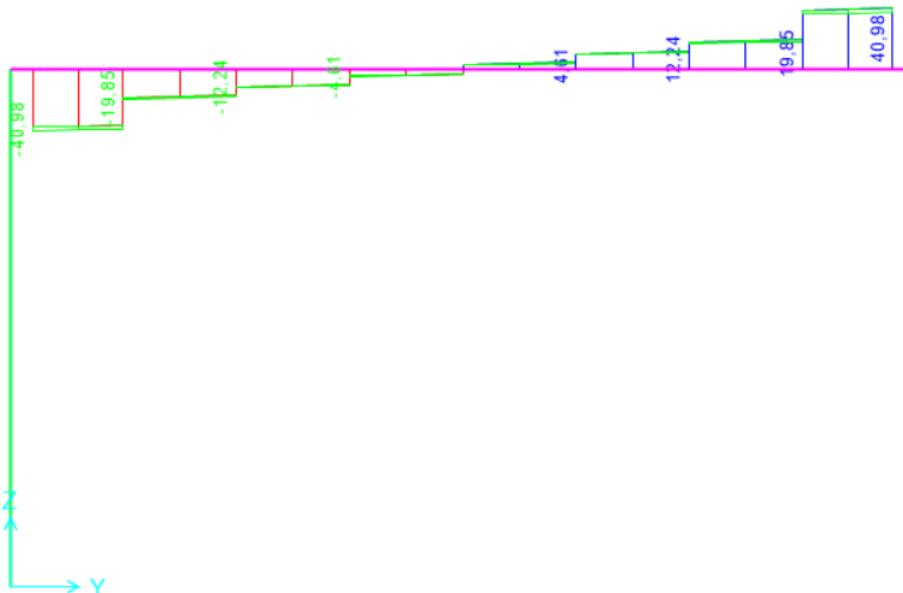


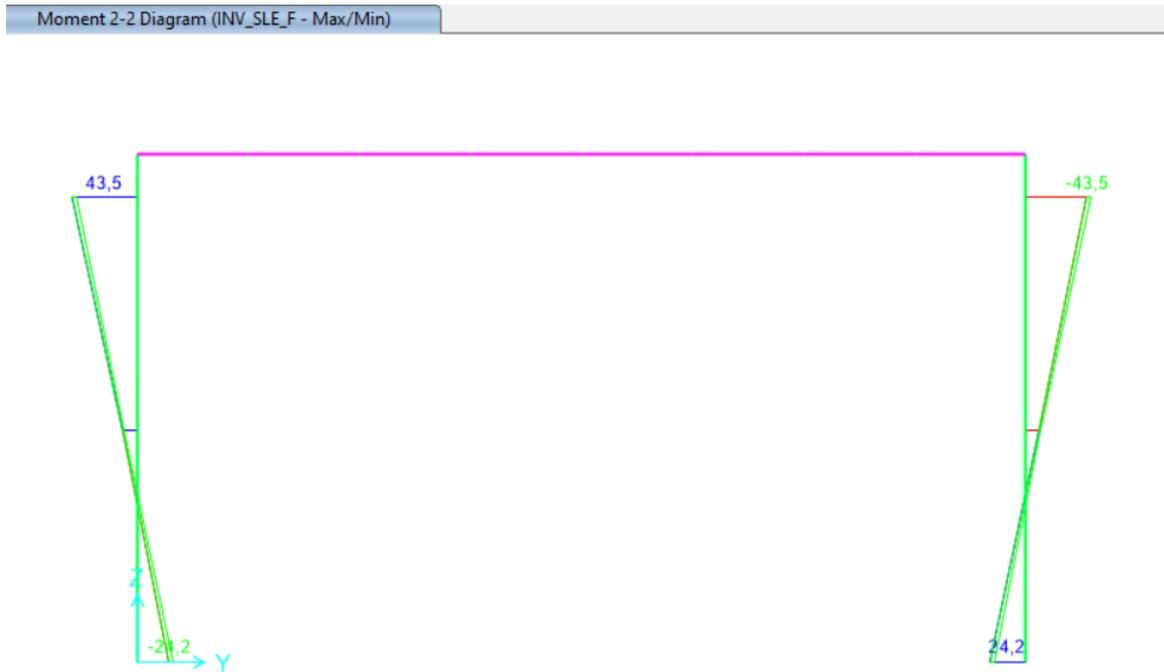
Figura 9.42 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

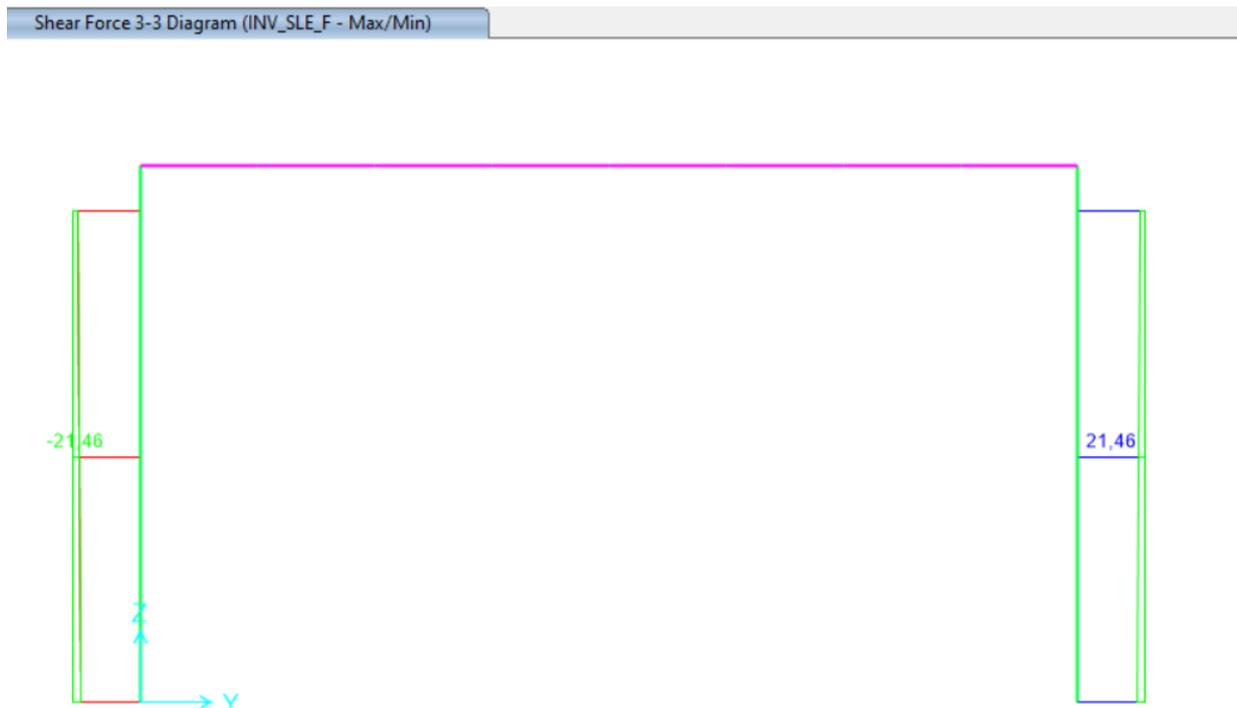


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>78 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	78 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	78 di 360								

**Figura 9.43 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22**

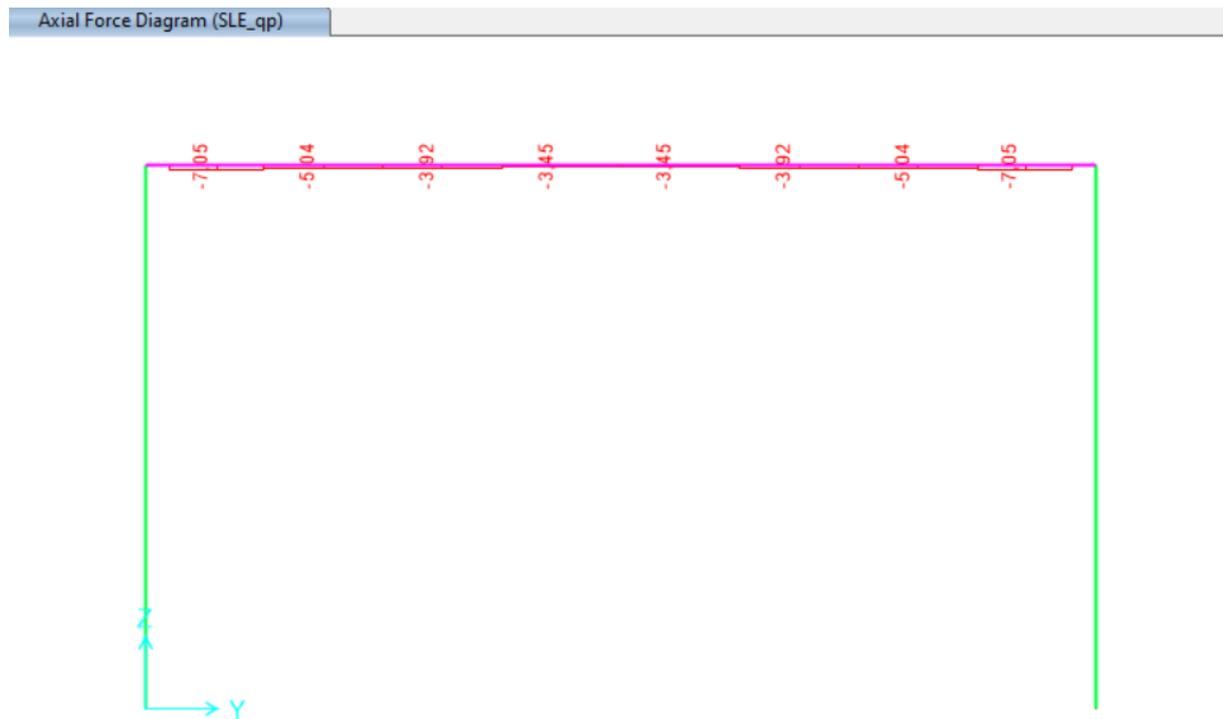


**Figura 9.44 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M22**



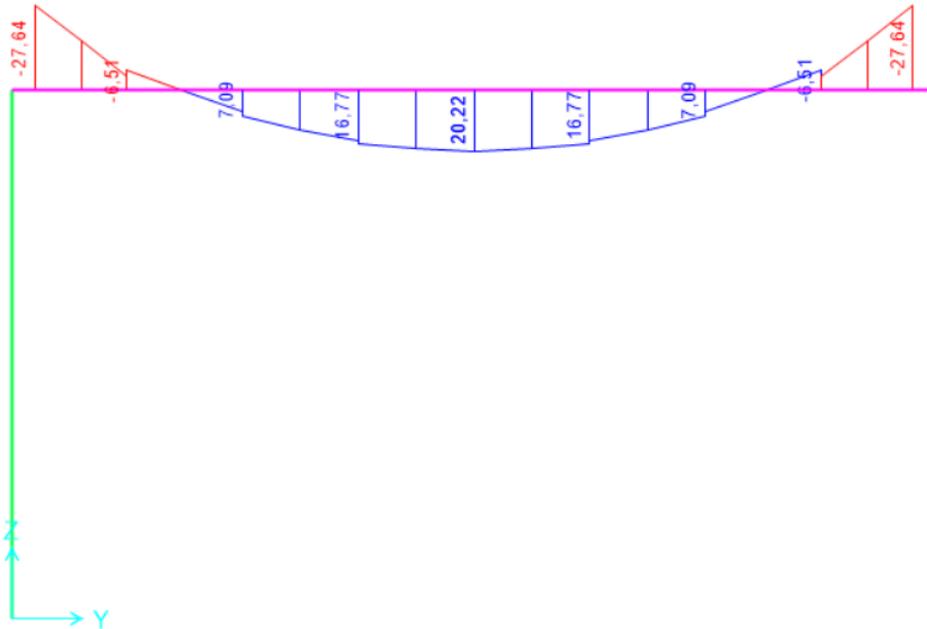
 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></p>	<table border="1"> <thead> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>79 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	79 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	79 di 360								

**Figura 9.45 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V33**



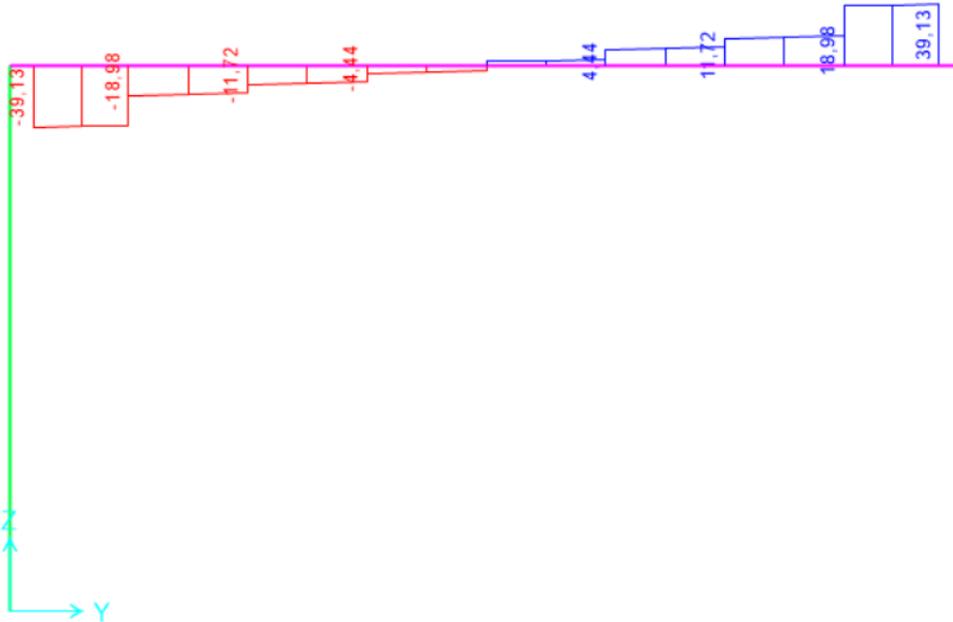
**Figura 9.46 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale**

Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.47** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.48** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22

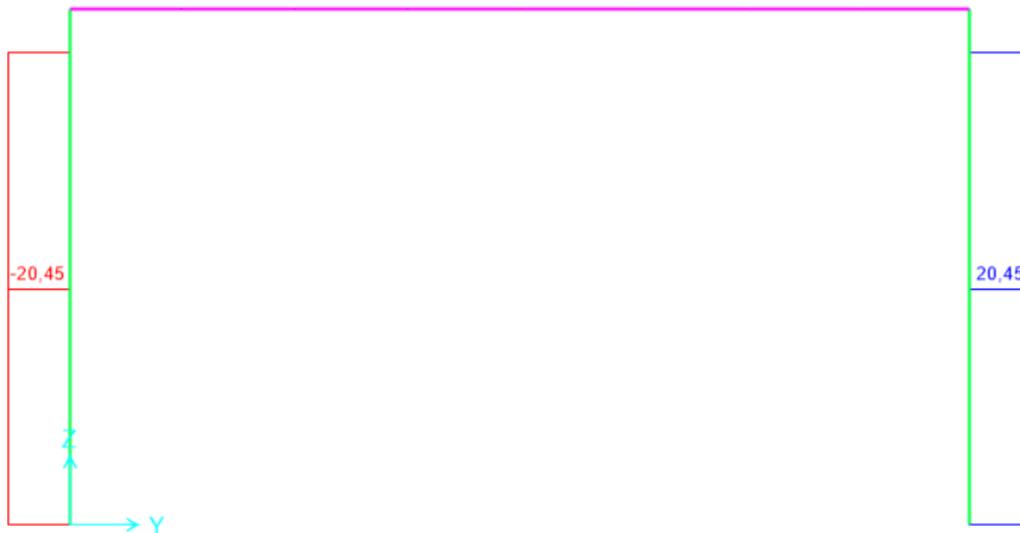
Moment 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.49** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>83 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	83 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	83 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.50** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V33

#### 9.4 Telaio Filo Fisso X<sub>3</sub>

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X<sub>3</sub> per le diverse combinazioni di carico considerate.

Axial Force Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

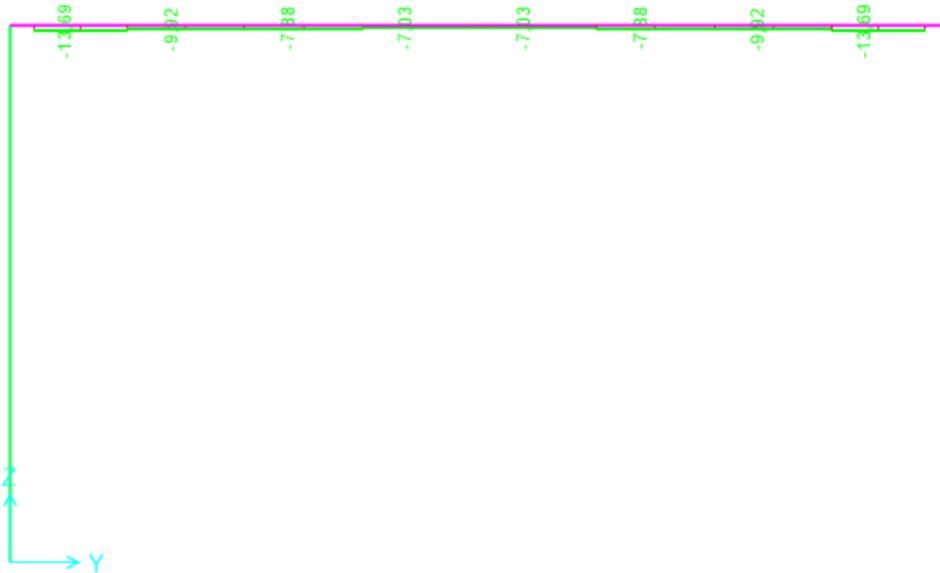
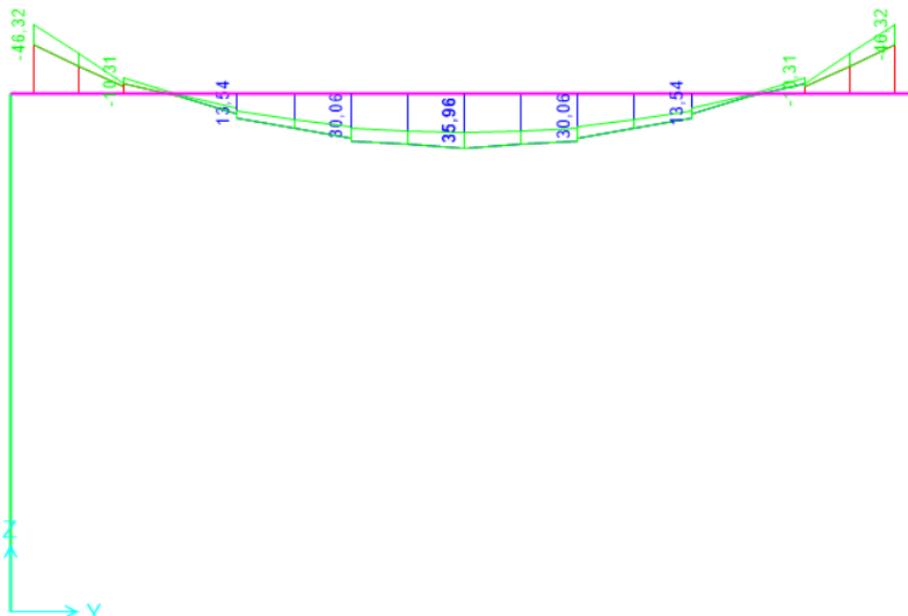


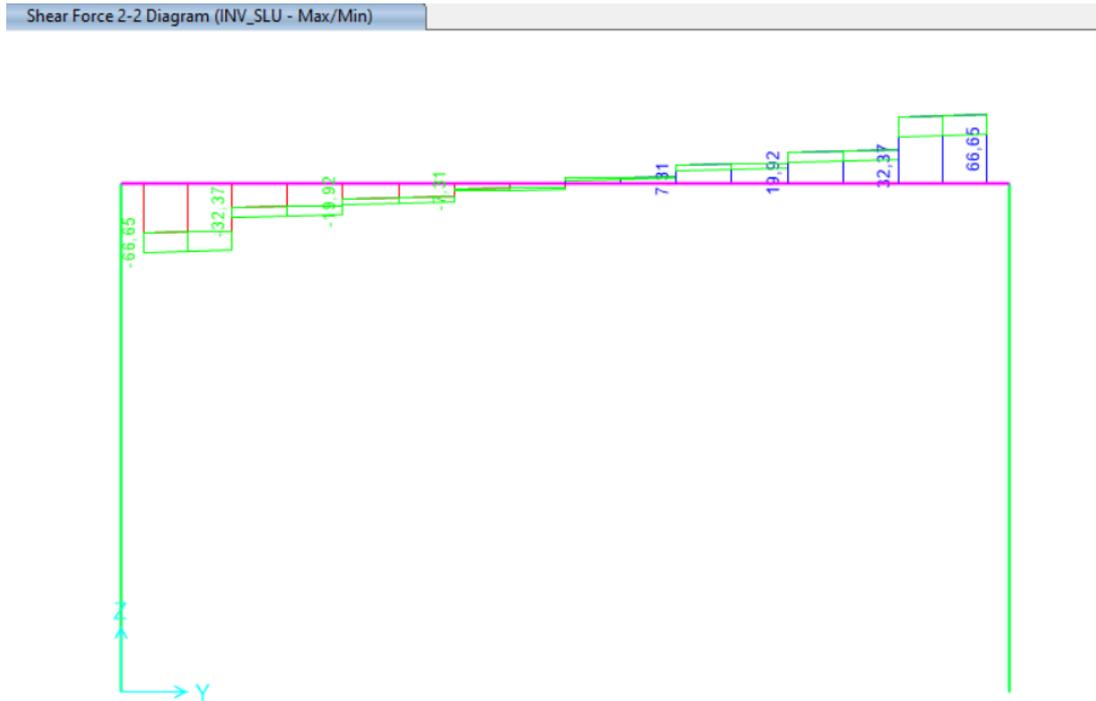
Figura 9.51 – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



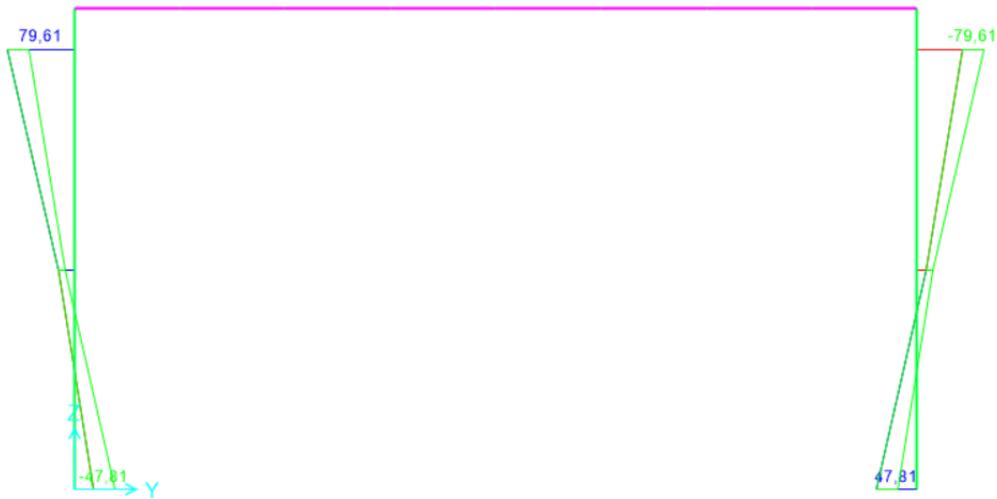
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>85 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	85 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	85 di 360								

**Figura 9.52 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33**



**Figura 9.53 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22**

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.54** - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.55** - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33

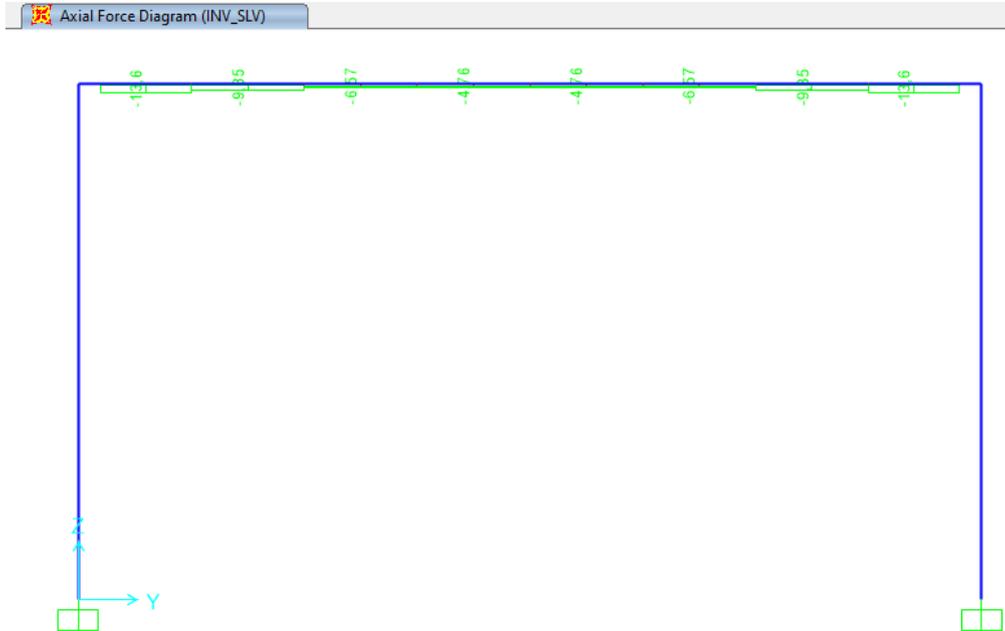


Figura 9.56 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

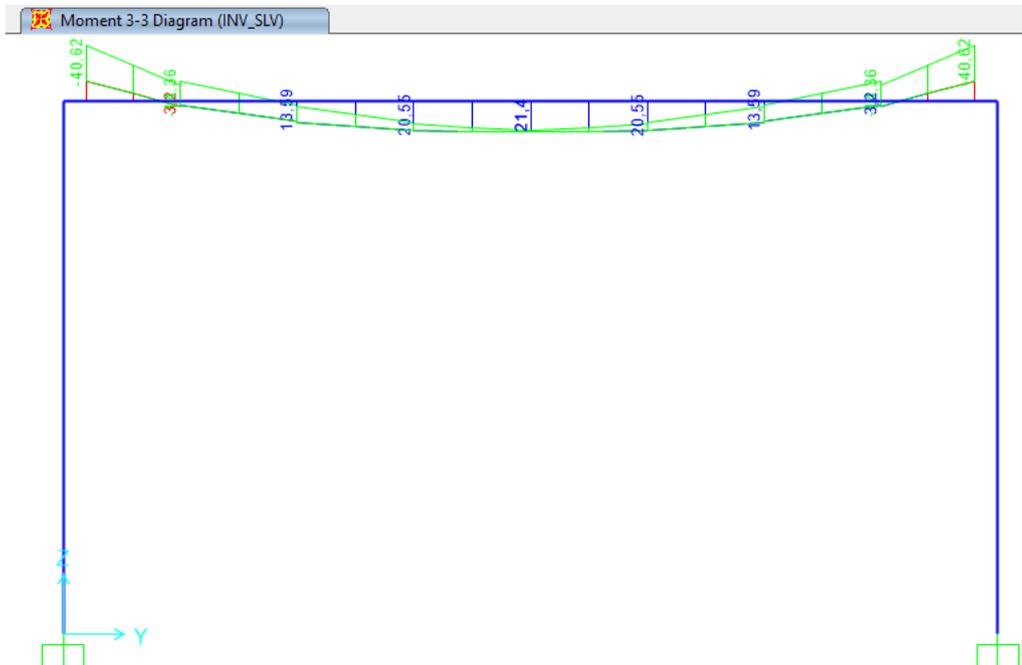
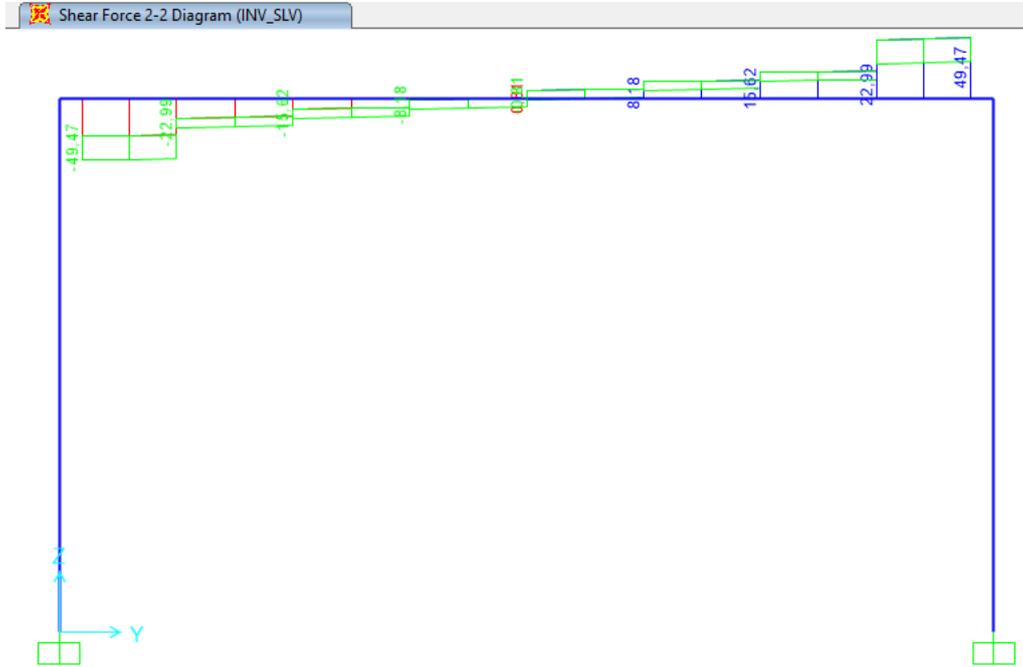
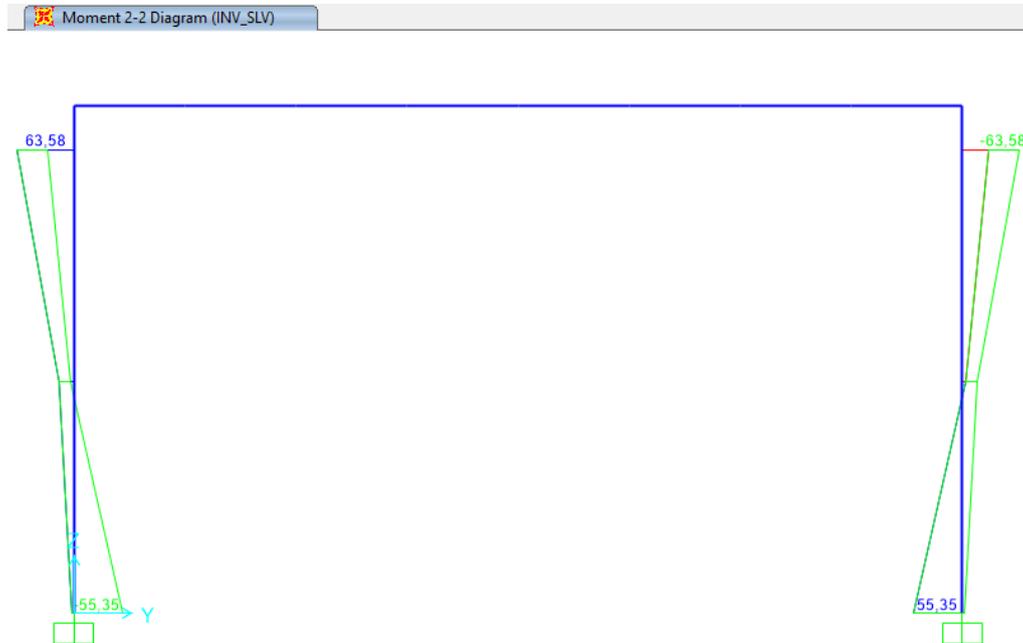


Figura 9.57 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33



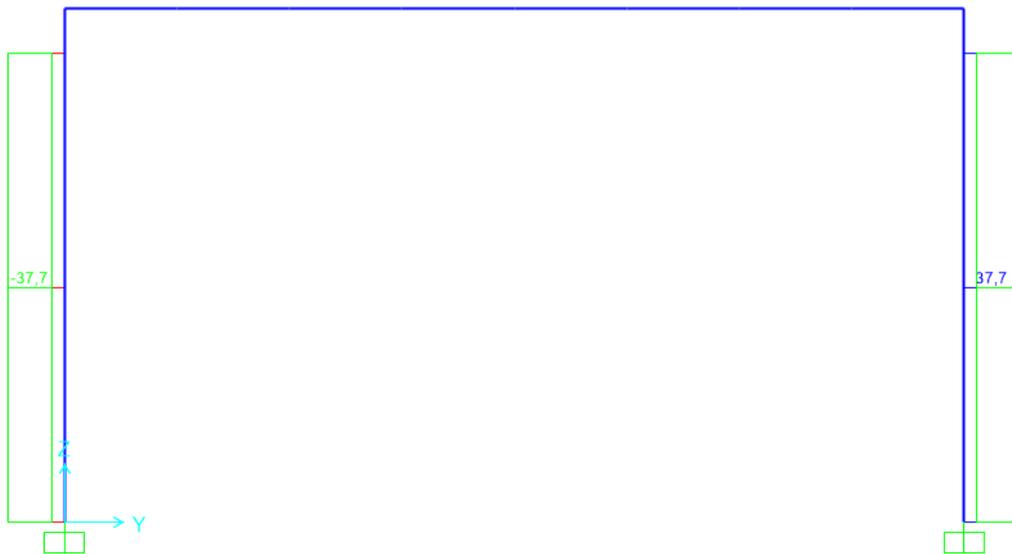
**Figura 9.58** - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22



**Figura 9.59** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22

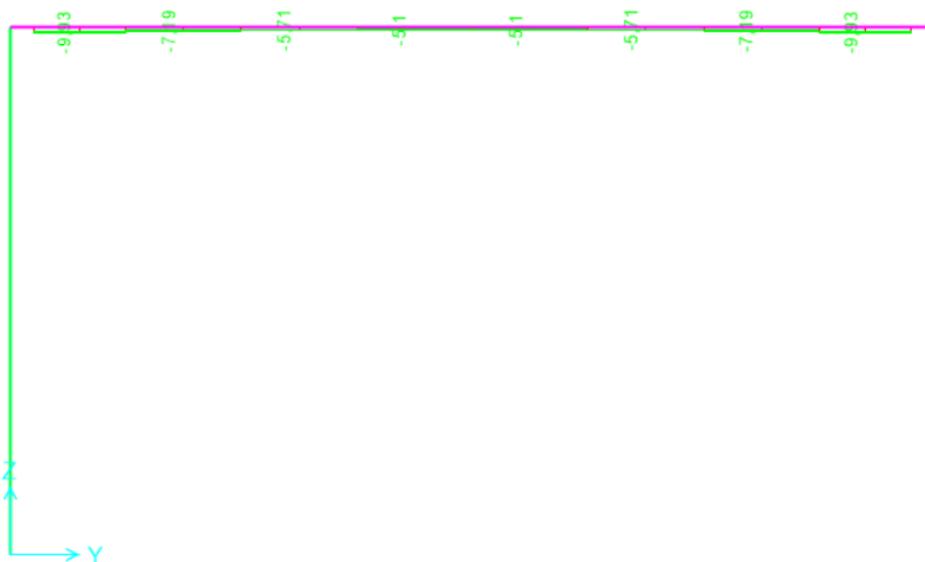
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>89 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	89 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	89 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.60 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V33**

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.61 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale**

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

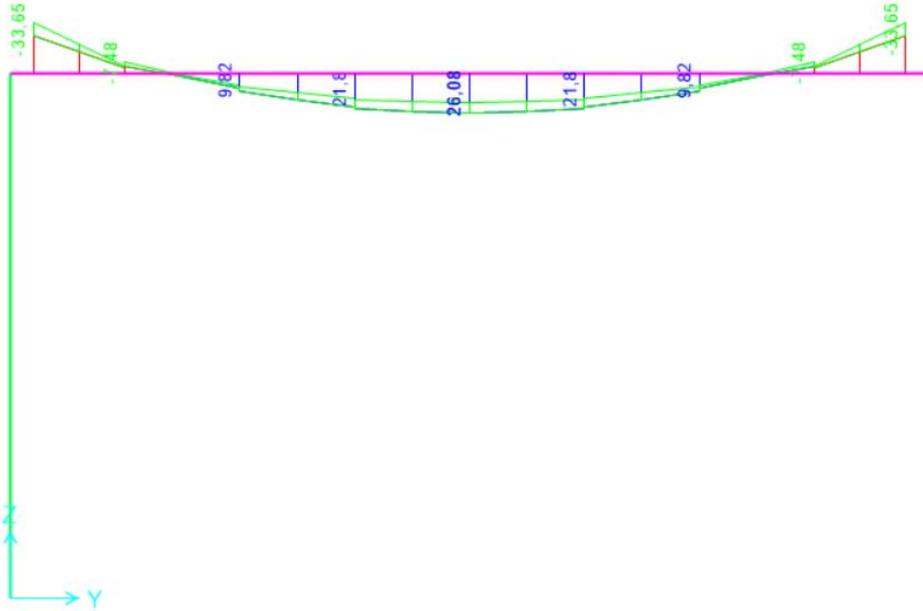


Figura 9.62 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

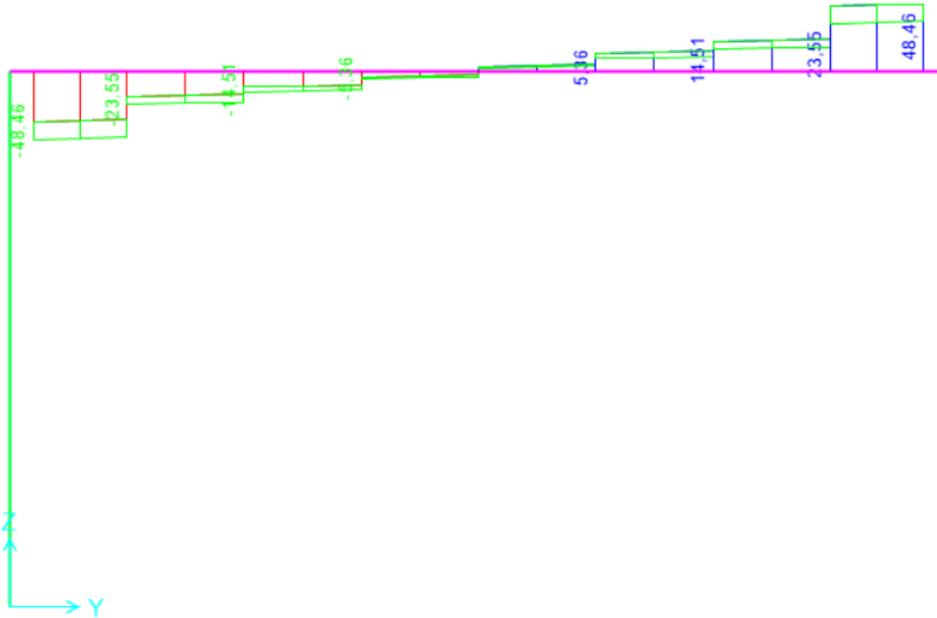


Figura 9.63 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

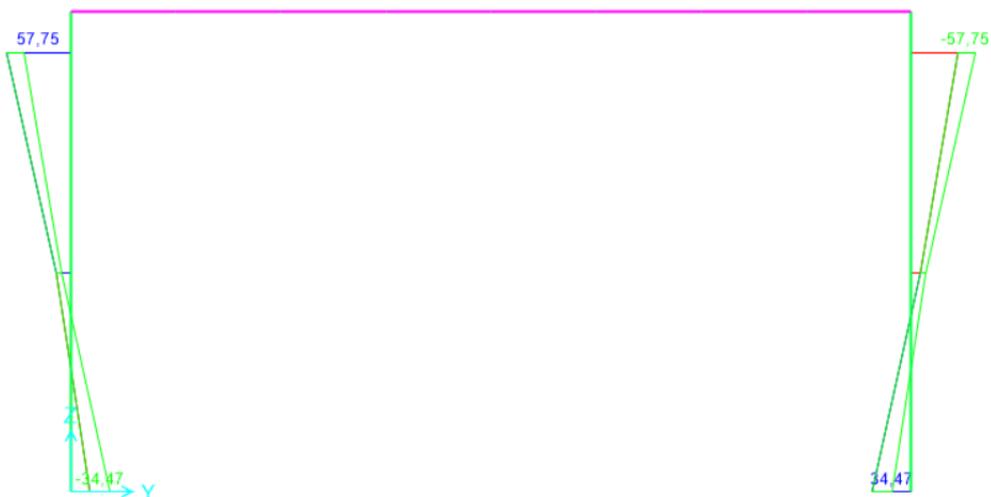
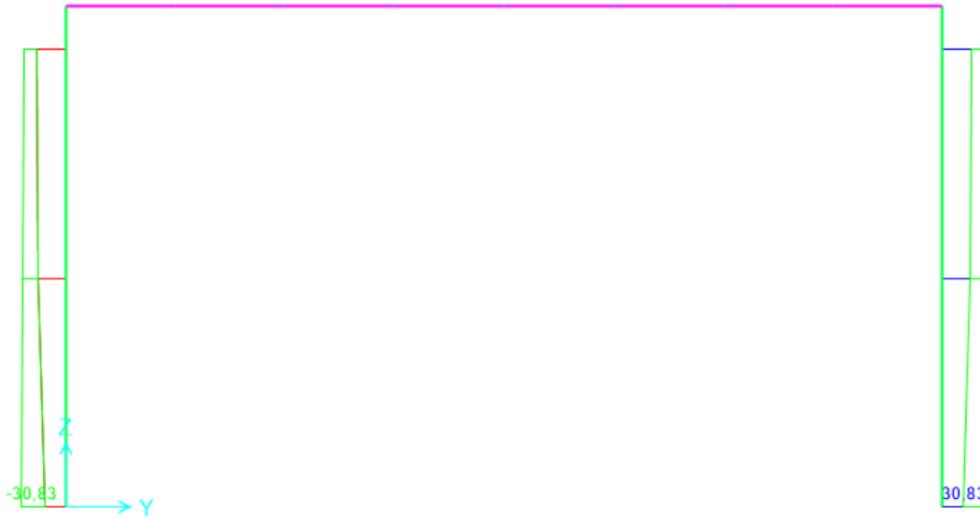


Figura 9.64 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M22

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	92 di 360

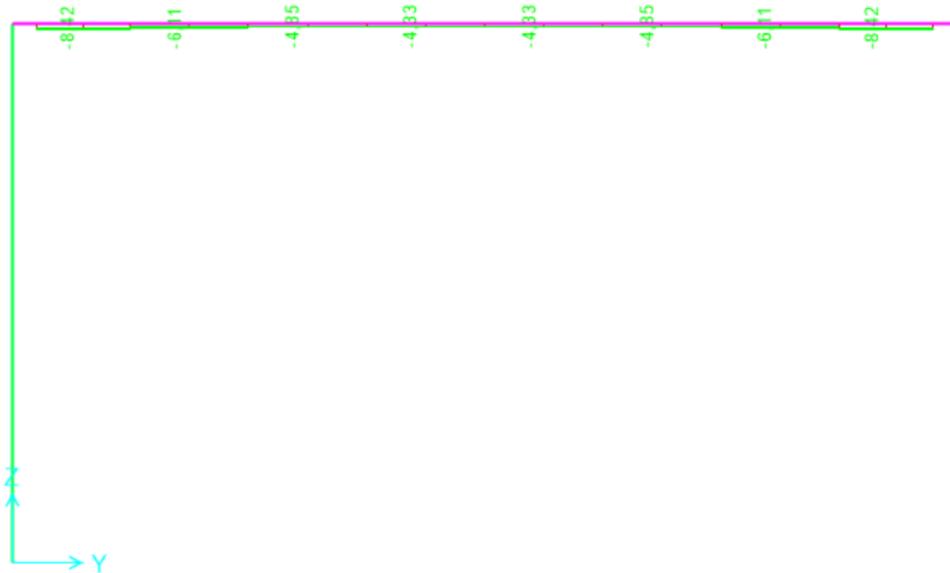
Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.65** - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V33

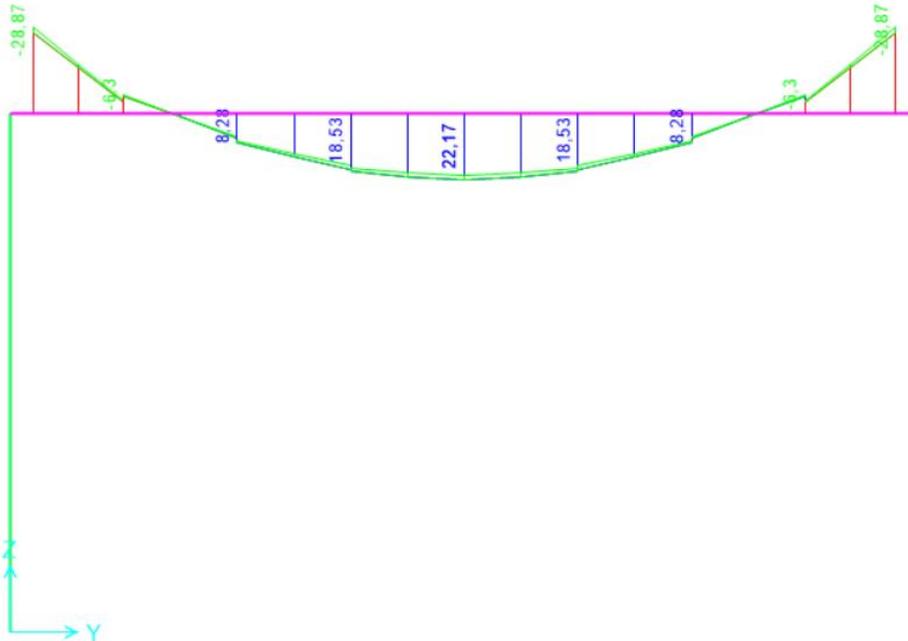
 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></p>	<table border="1"> <thead> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>93 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	93 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	93 di 360								

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



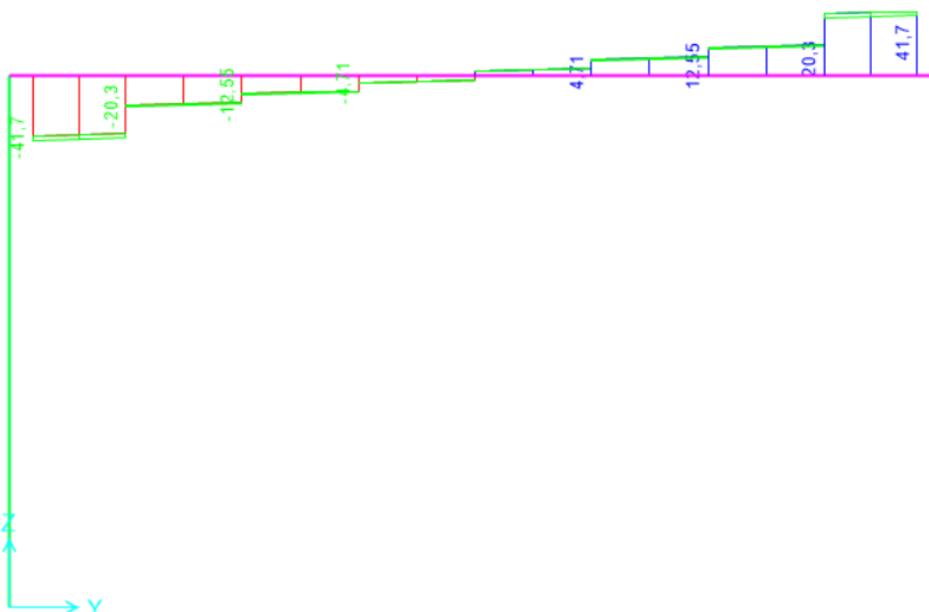
**Figura 9.66-** Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.67** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

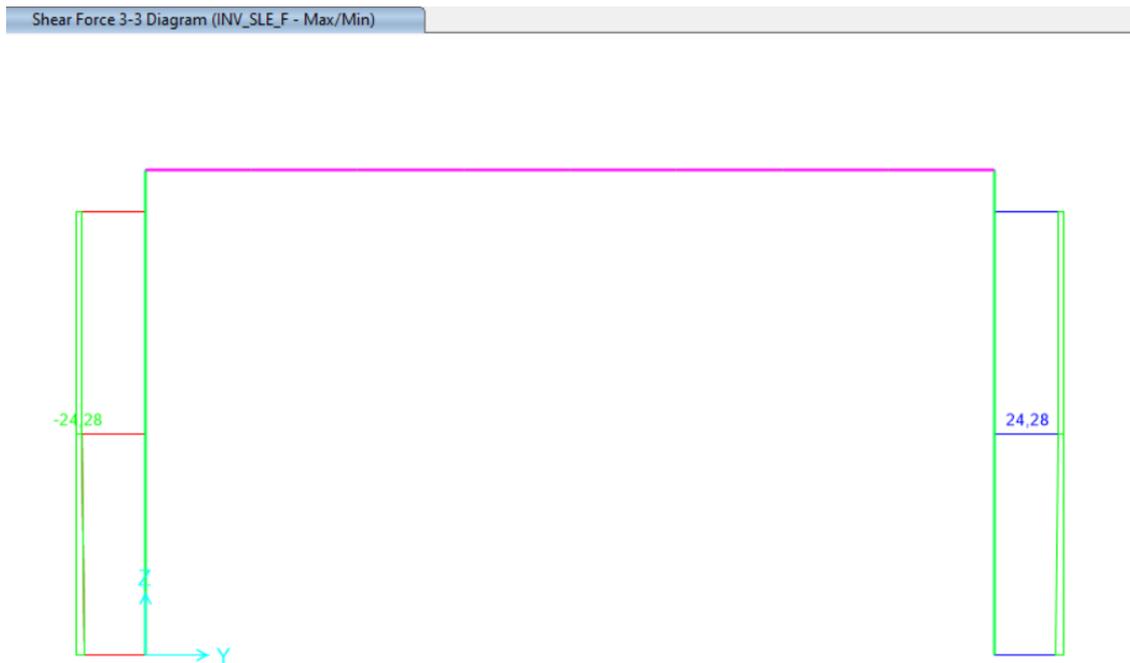


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>95 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	95 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	95 di 360								

**Figura 9.68 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22**



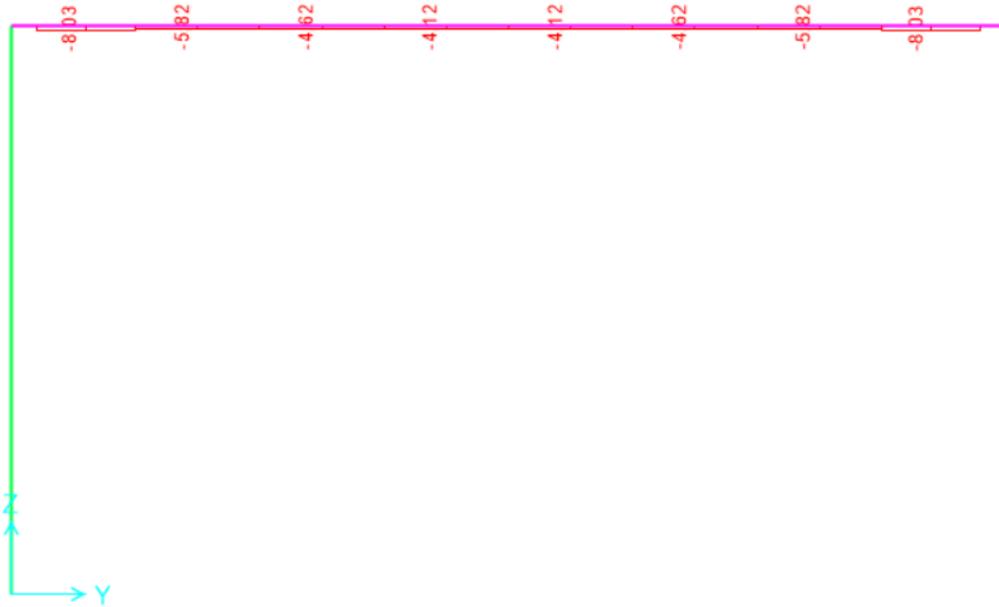
**Figura 9.69 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M22**



**Figura 9.70 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V33**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>96 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	96 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	96 di 360								

Axial Force Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.71** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)

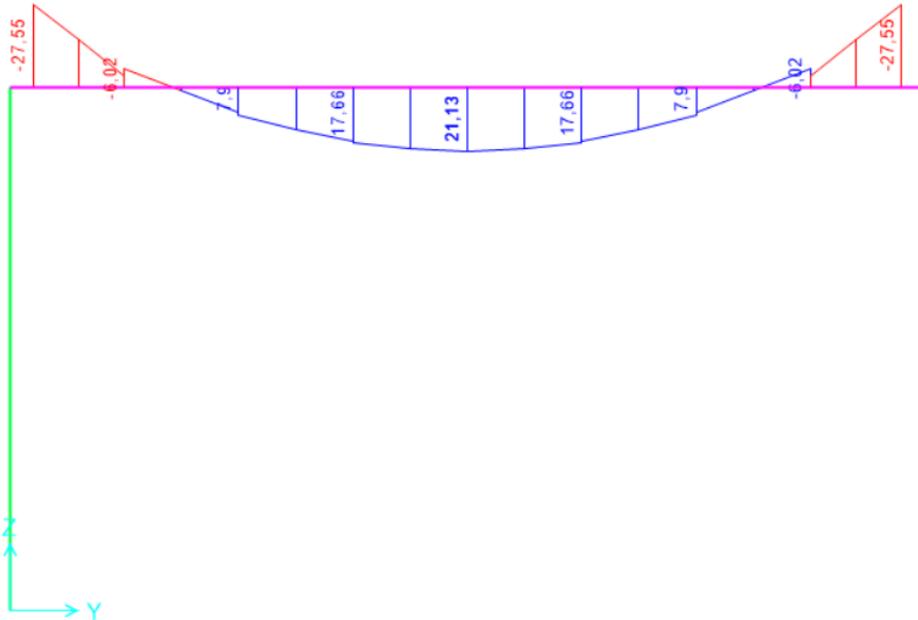
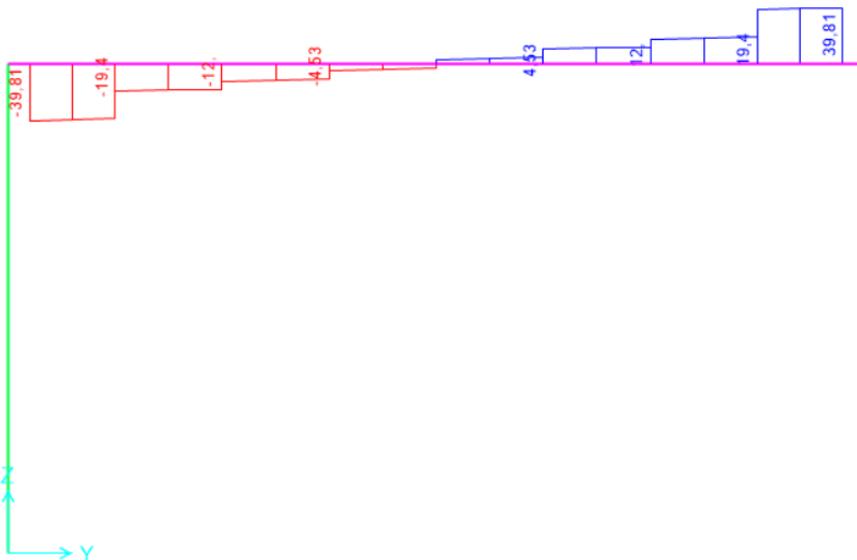


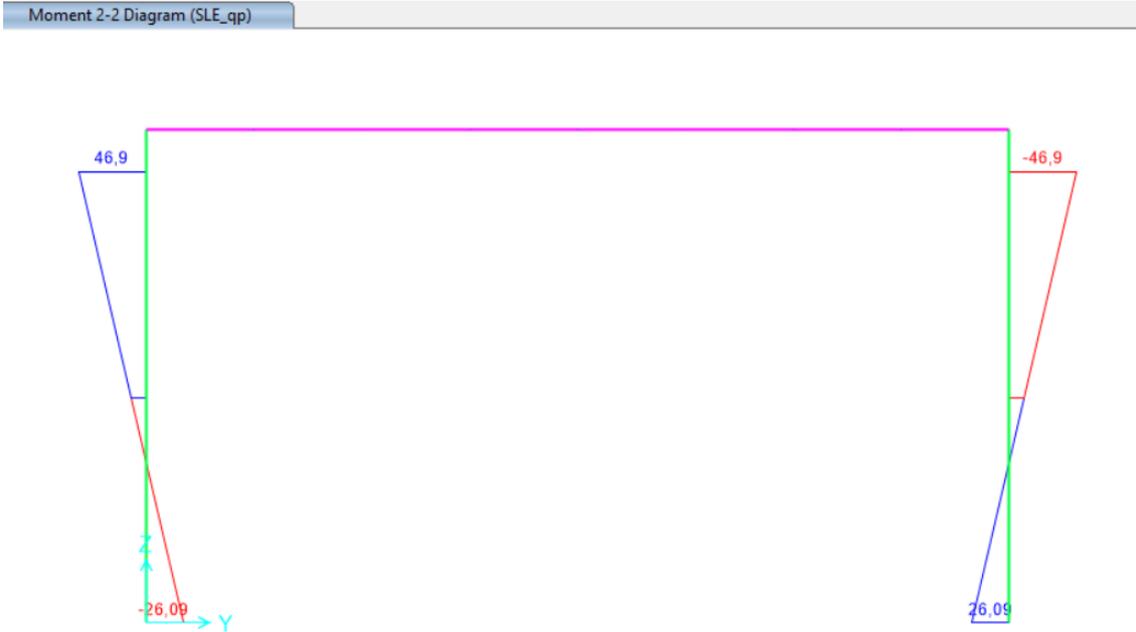
Figura 9.72 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)

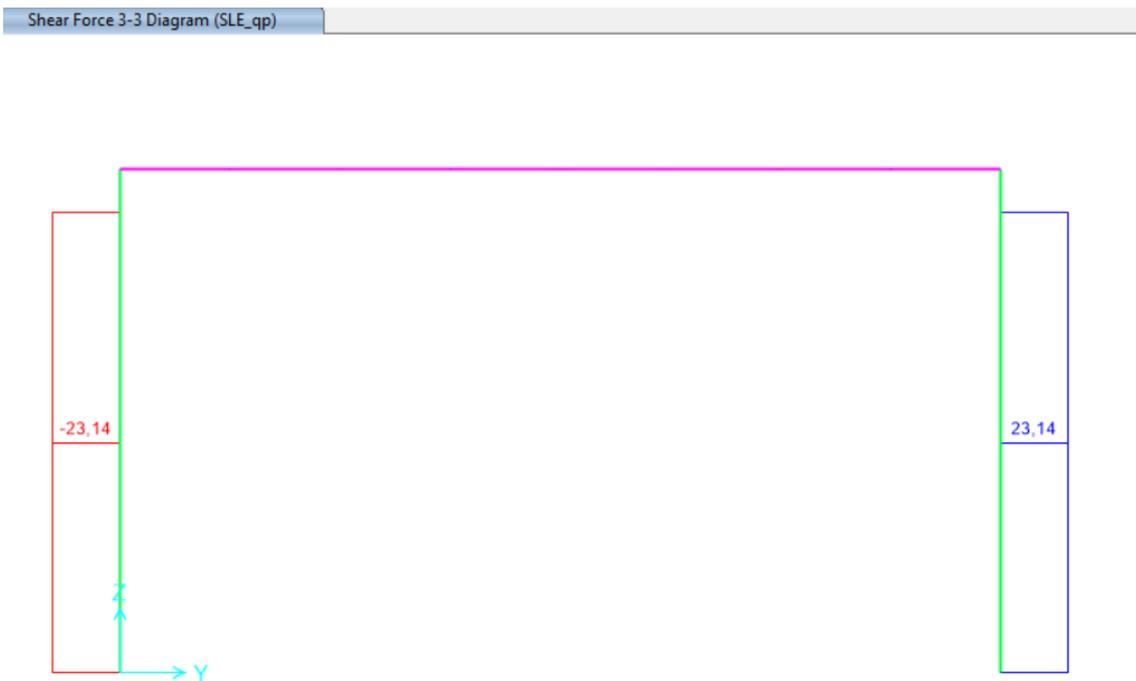


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

**Figura 9.73 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22**



**Figura 9.74 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22**

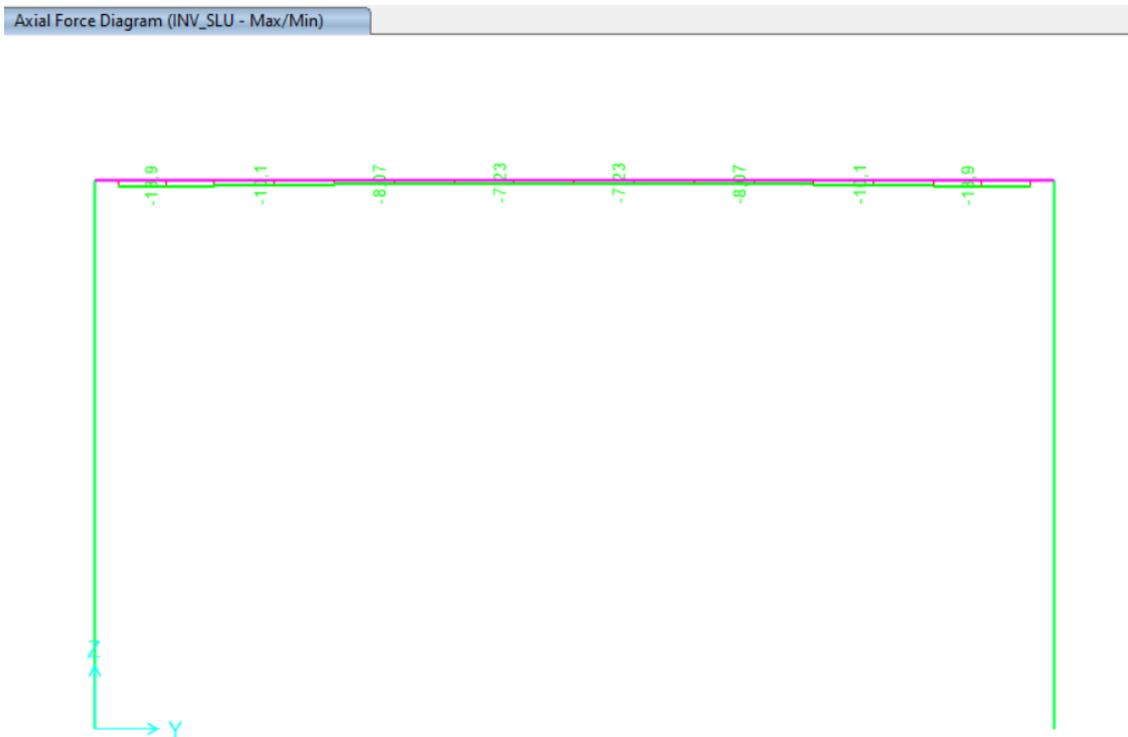


**Figura 9.75 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V33**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>99 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	99 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	99 di 360								

### 9.5 Telaio Filo Fisso X<sub>4</sub>

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X<sub>4</sub> per le diverse combinazioni di carico considerate.



**Figura 9.76** – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

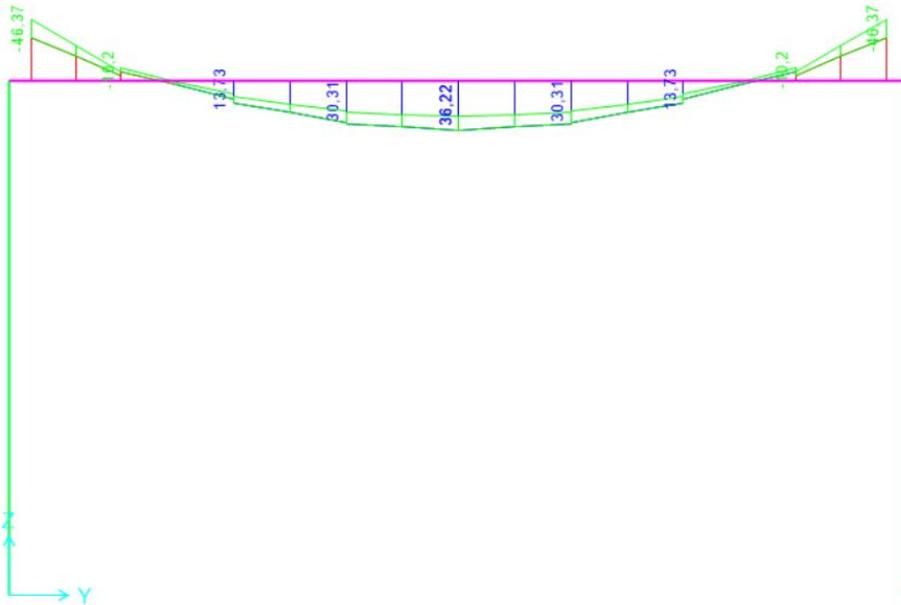


Figura 9.77 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

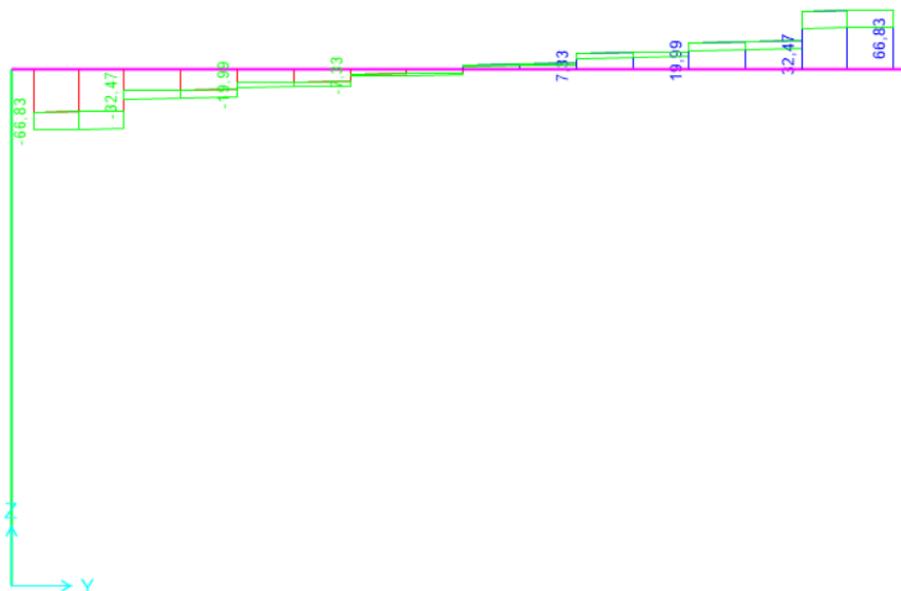
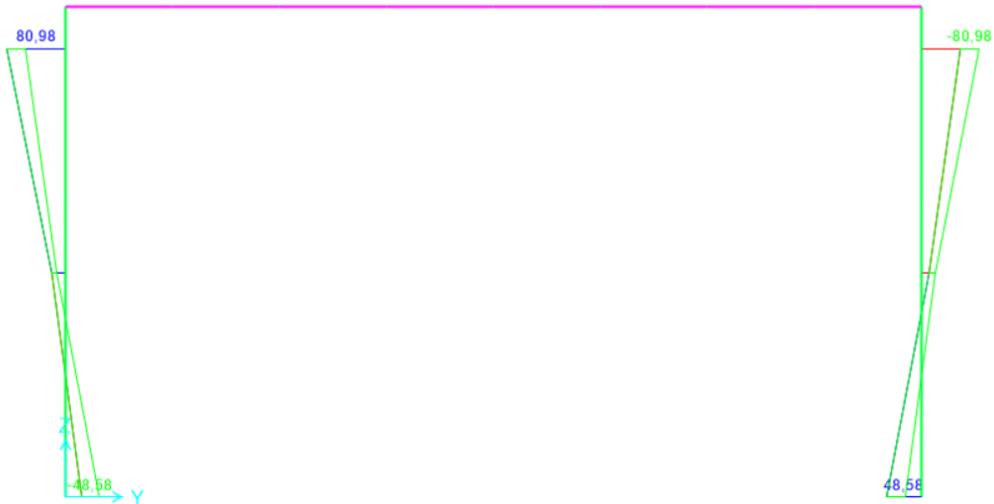


Figura 9.78 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

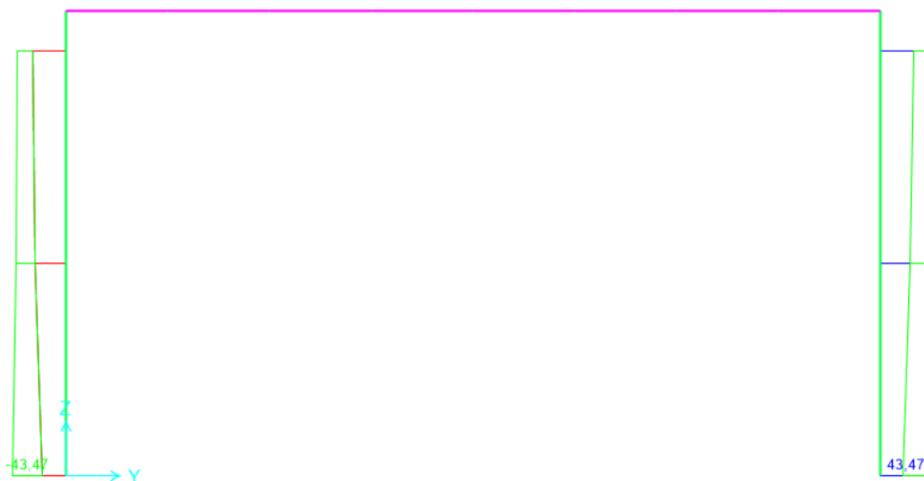
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>101 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	101 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	101 di 360								

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.79** - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.80** - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33

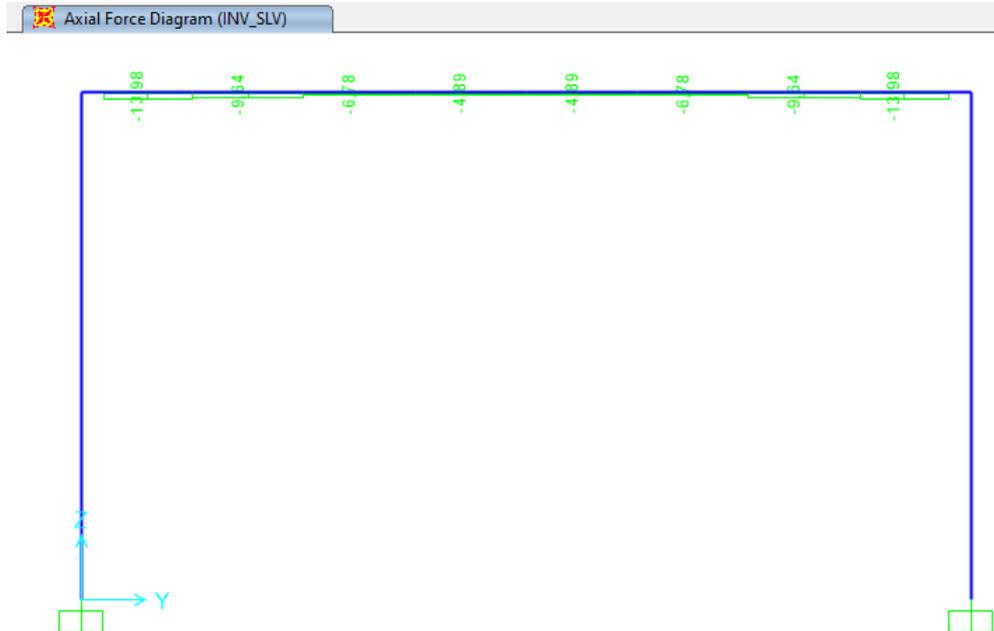


Figura 9.81 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

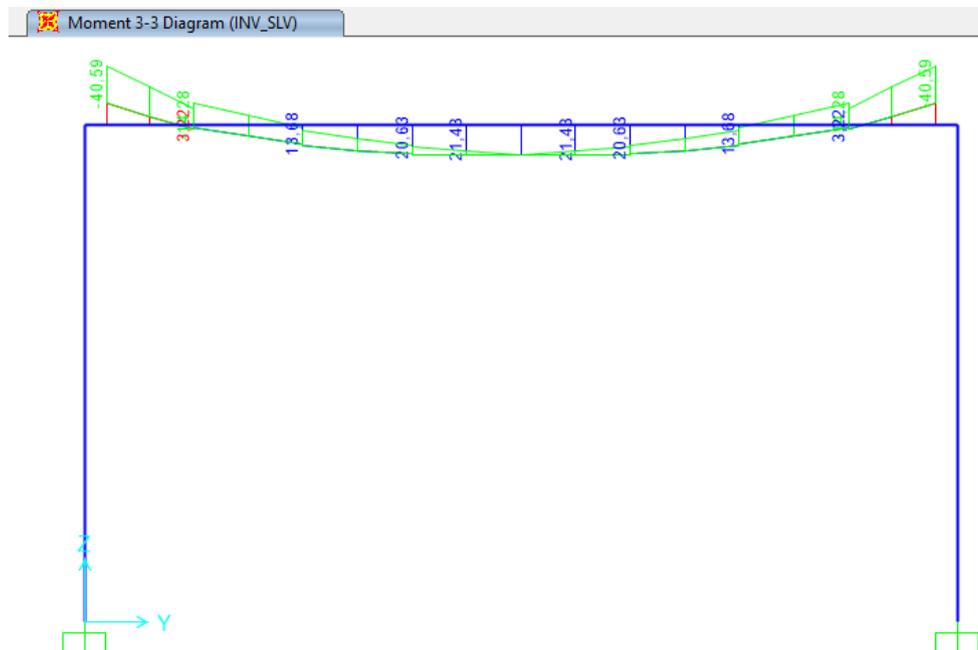
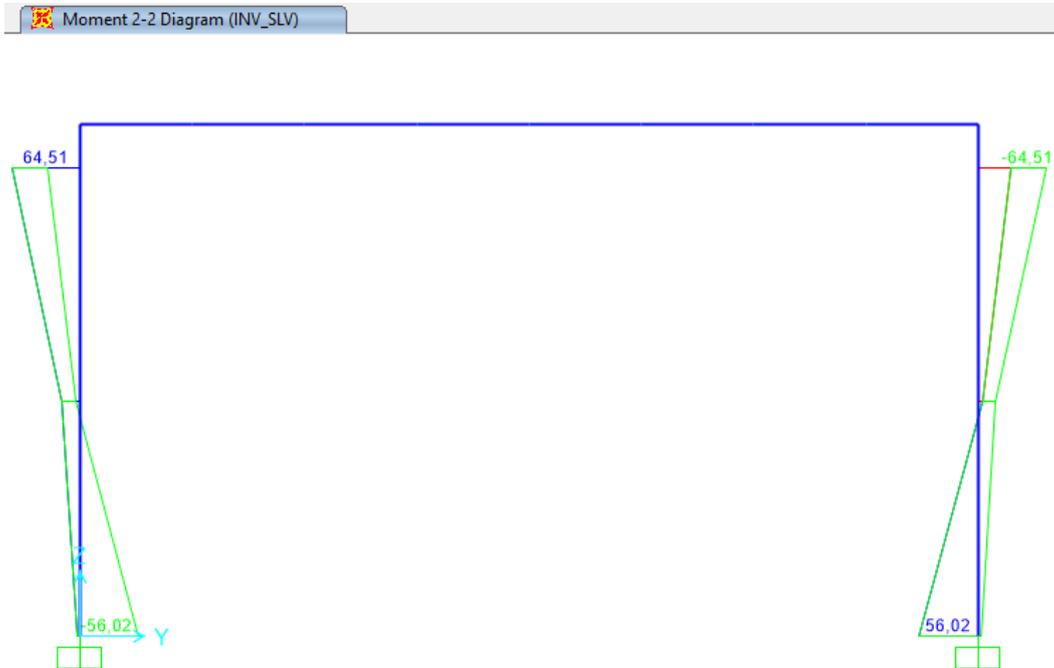


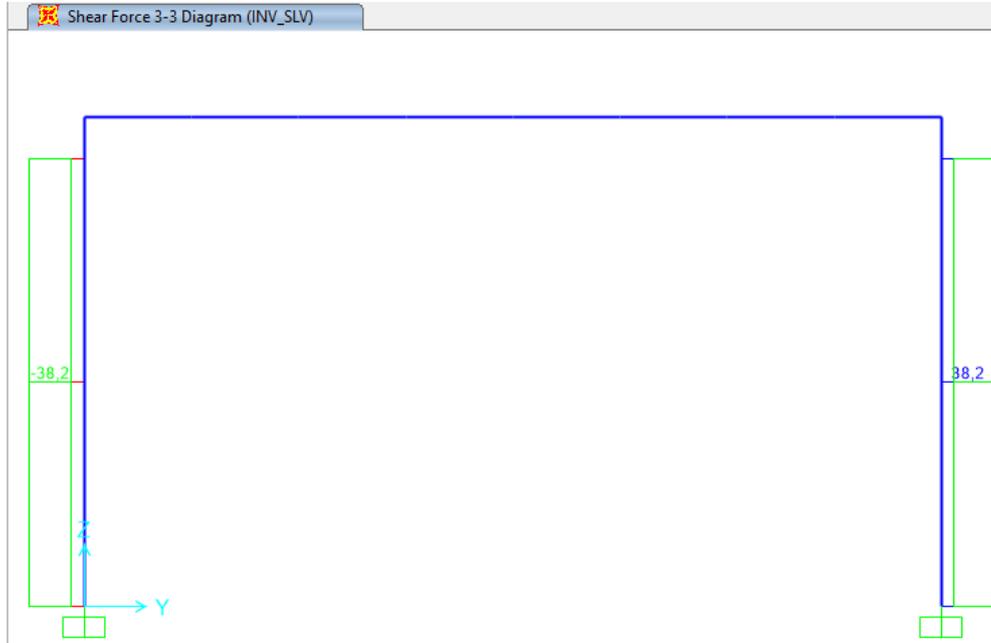
Figura 9.82 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33



**Figura 9.83** - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22

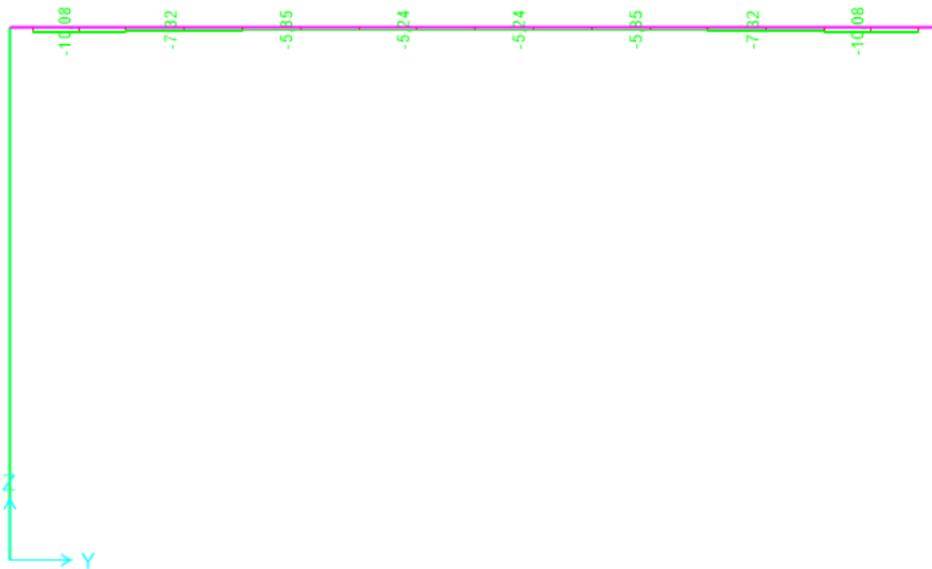


**Figura 9.84** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22



**Figura 9.85** - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.86** - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

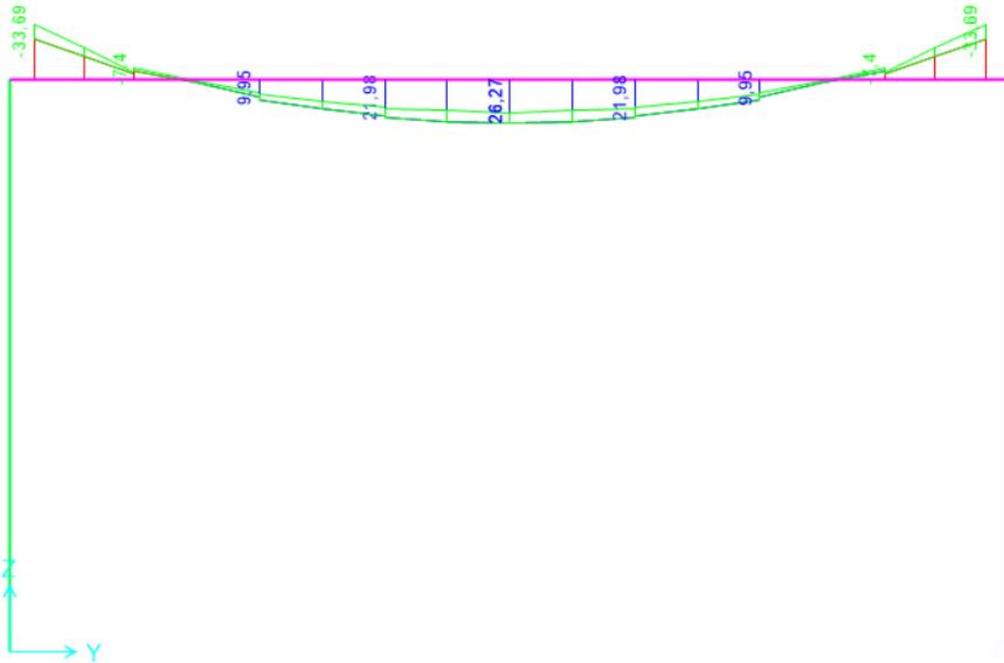
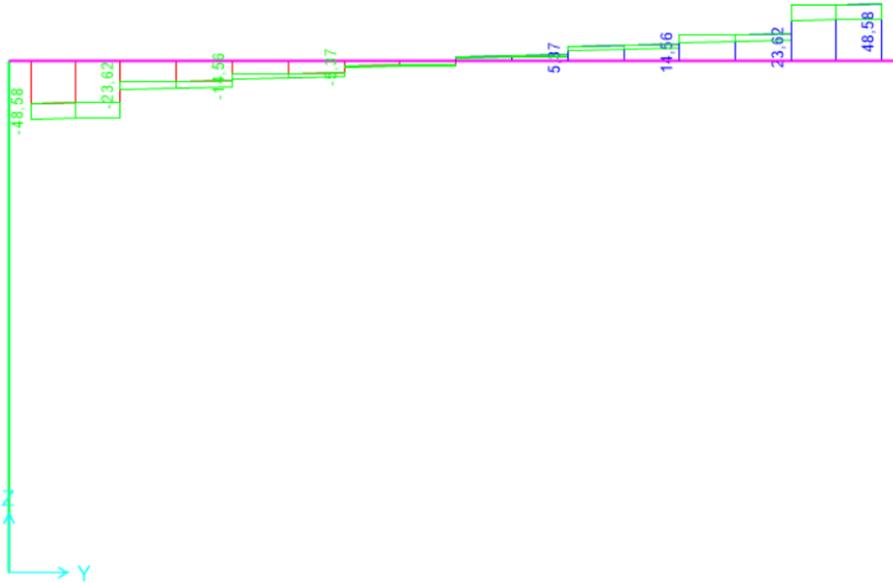


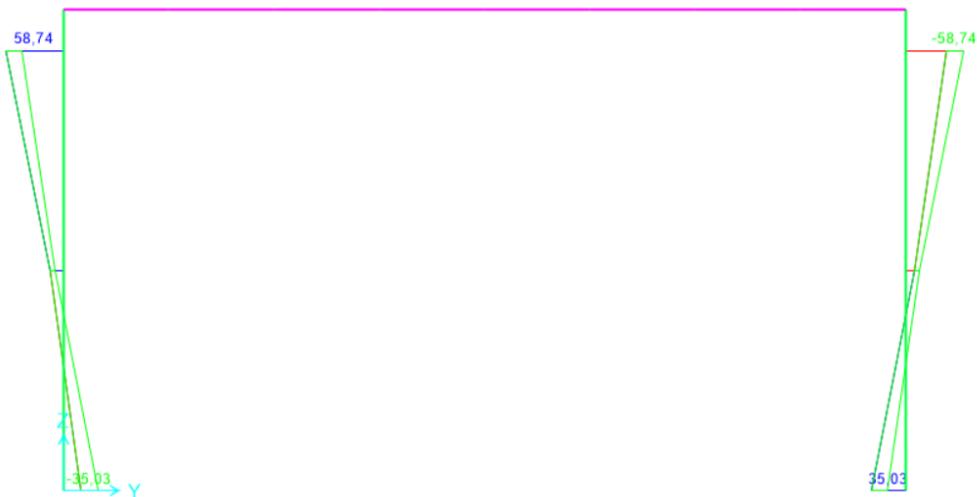
Figura 9.87 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.88** - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22

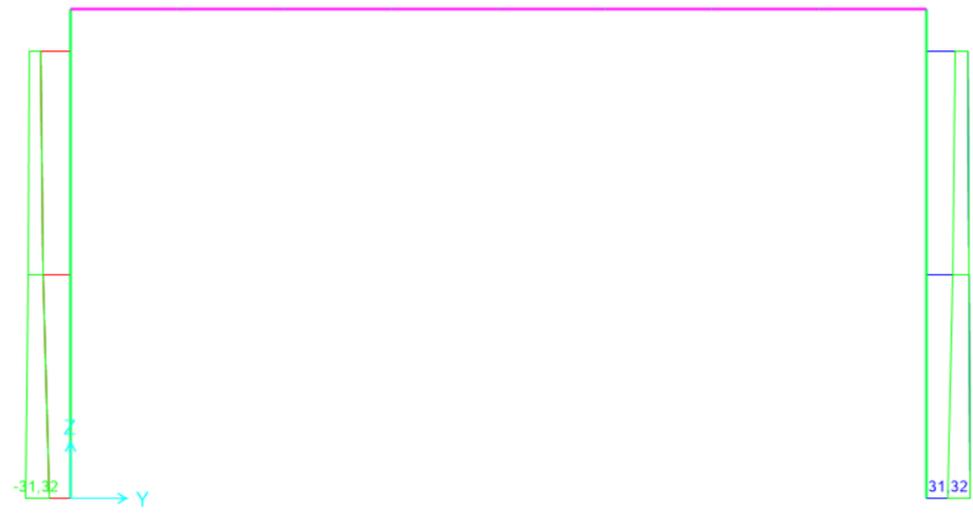
Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.89** - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M22

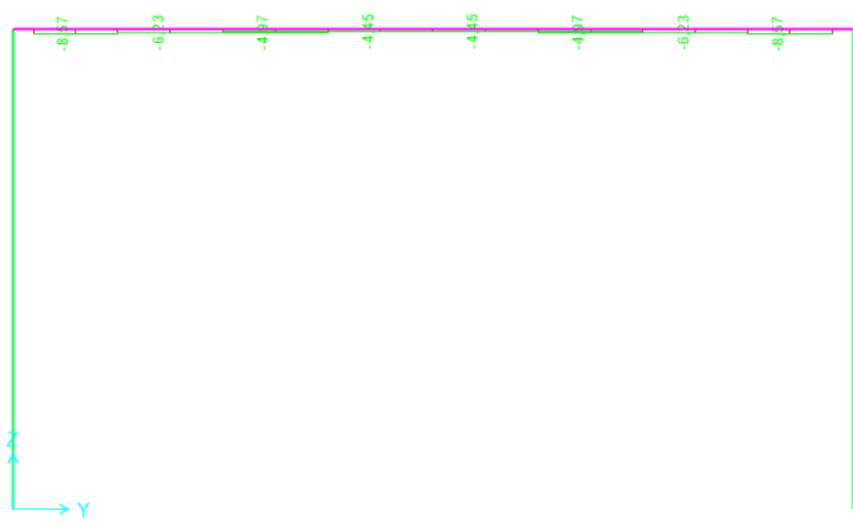
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>107 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	107 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	107 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



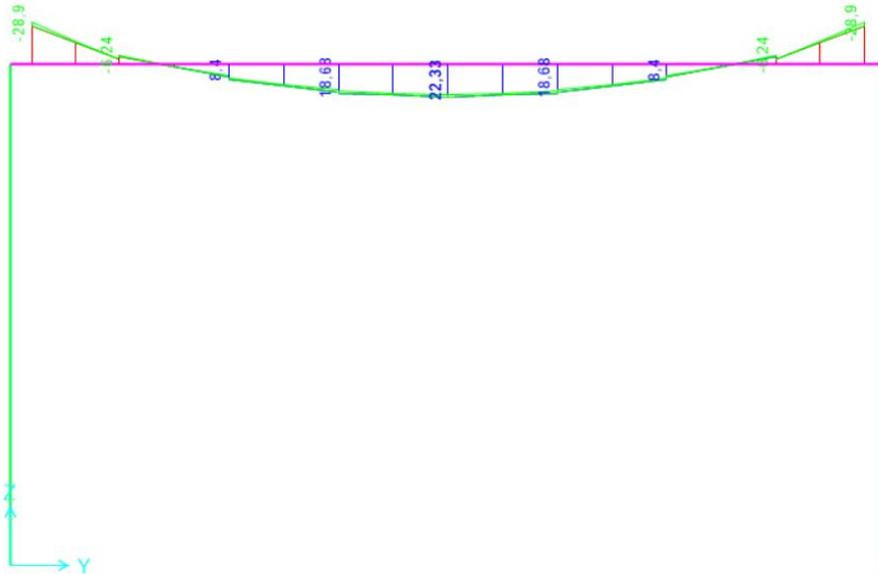
**Figura 9.90 -** Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



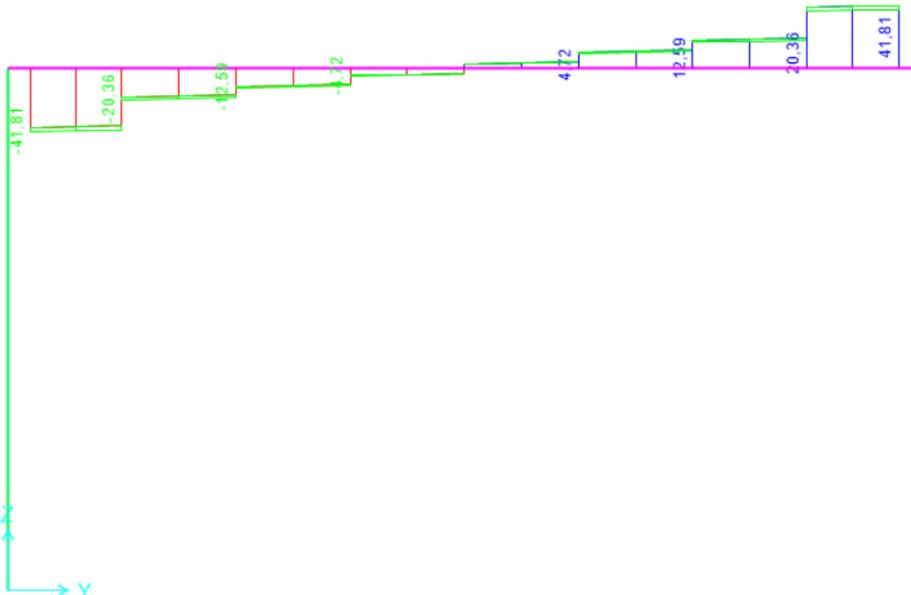
**Figura 9.91-** Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.92** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.93** - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



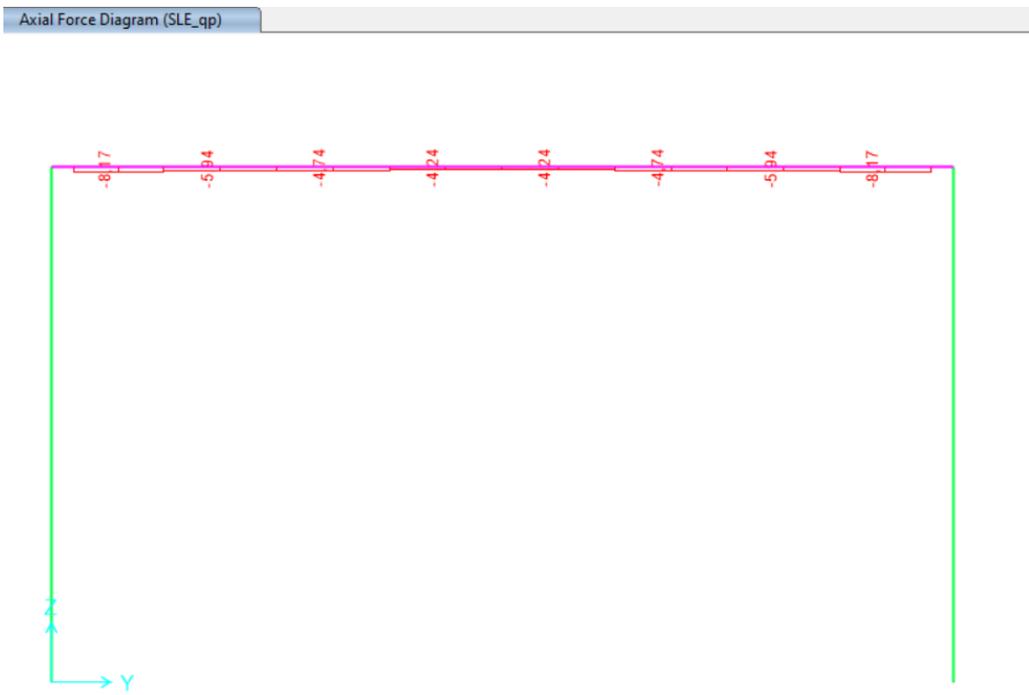
**Figura 9.94** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

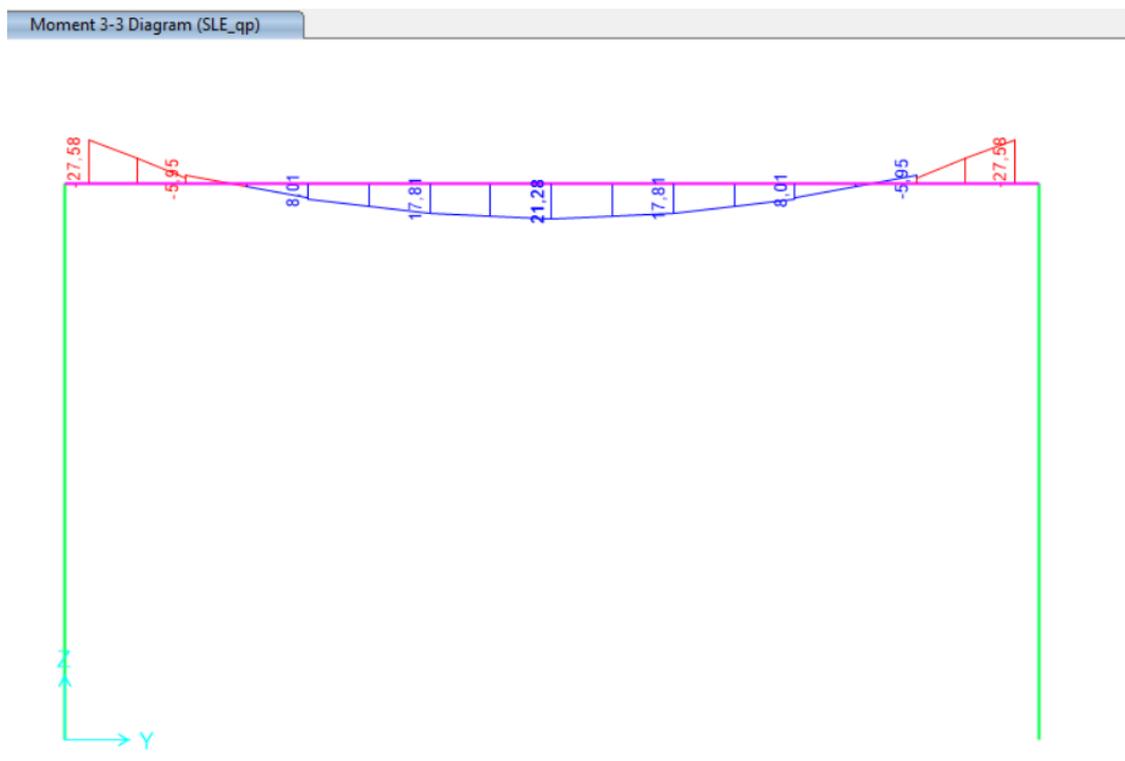


**Figura 9.95** - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V33

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>110 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	110 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	110 di 360								

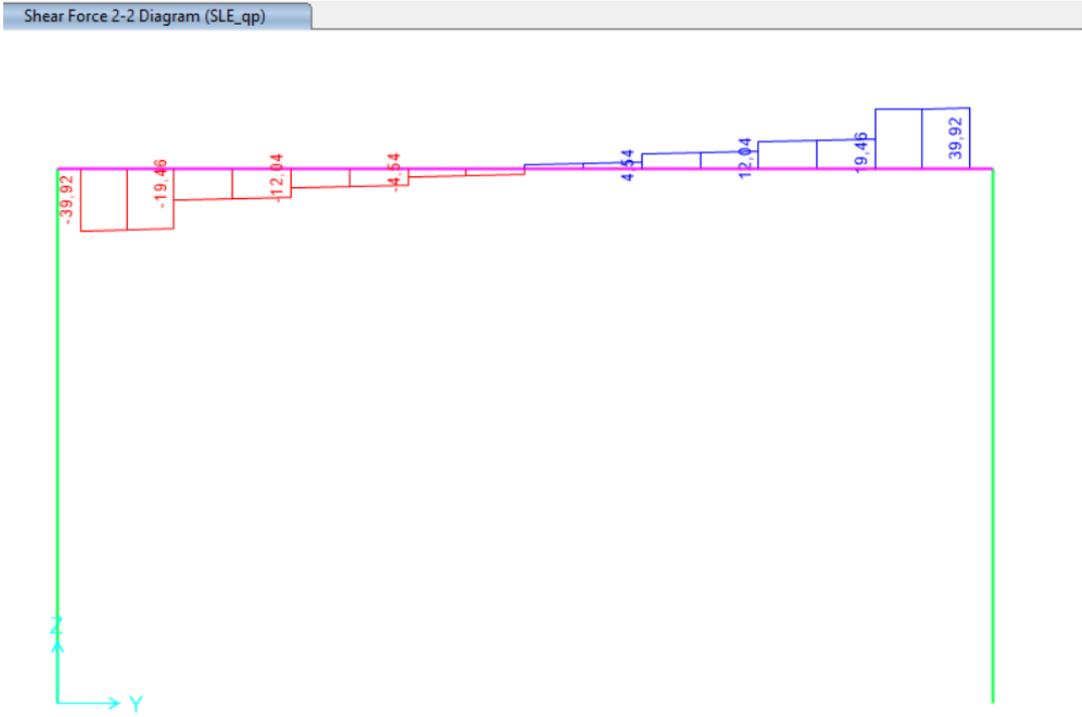


**Figura 9.96 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale**

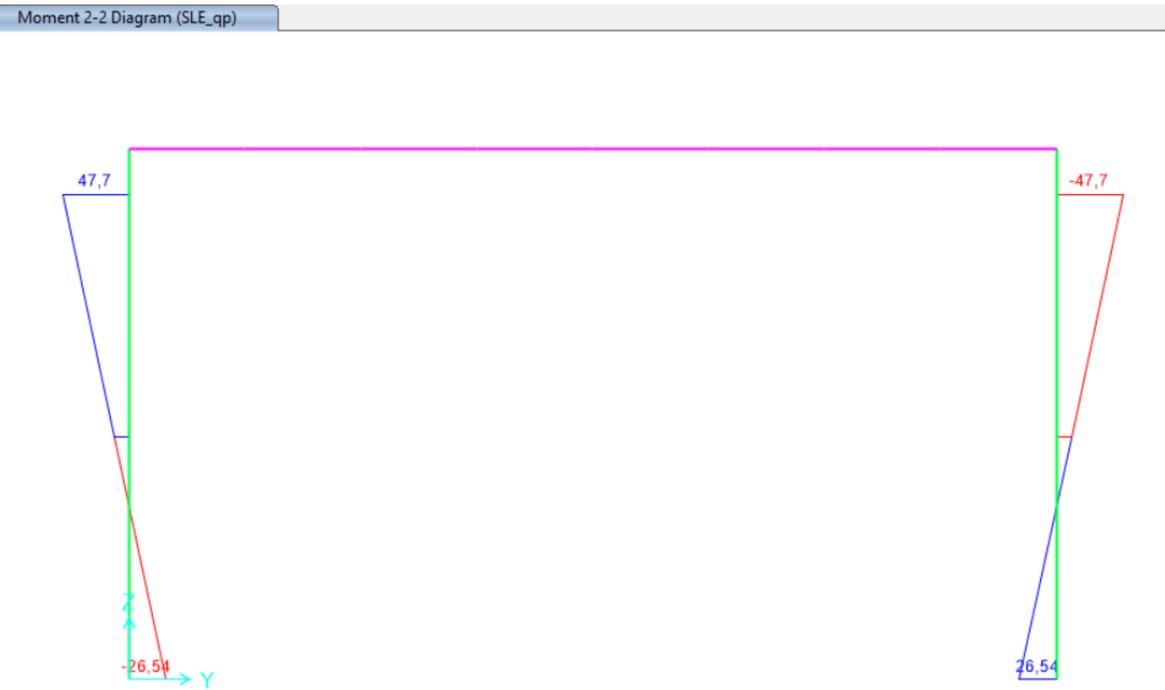


**Figura 9.97 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>111 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	111 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	111 di 360								



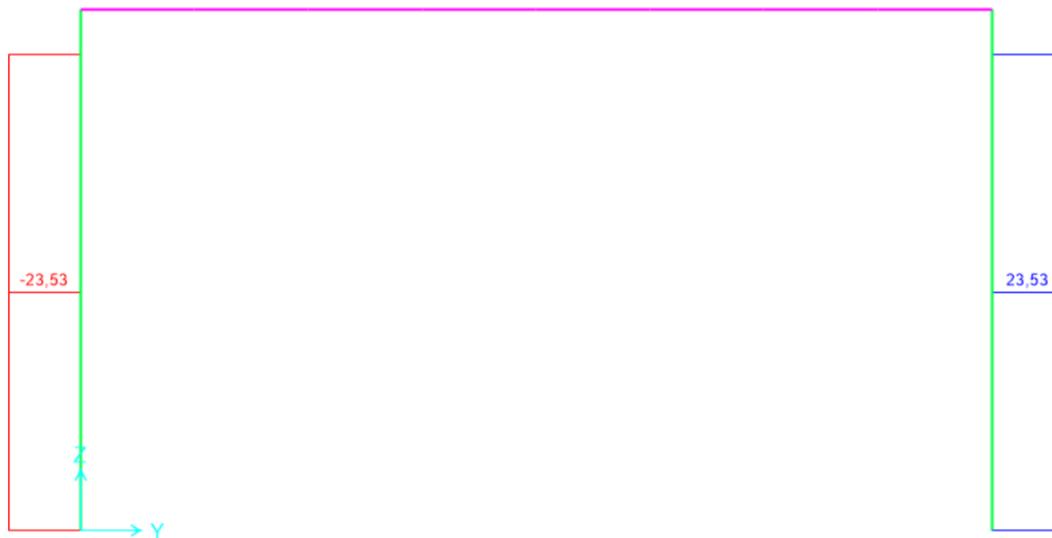
**Figura 9.98 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22**



**Figura 9.99 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>112 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	112 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	112 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_qp)

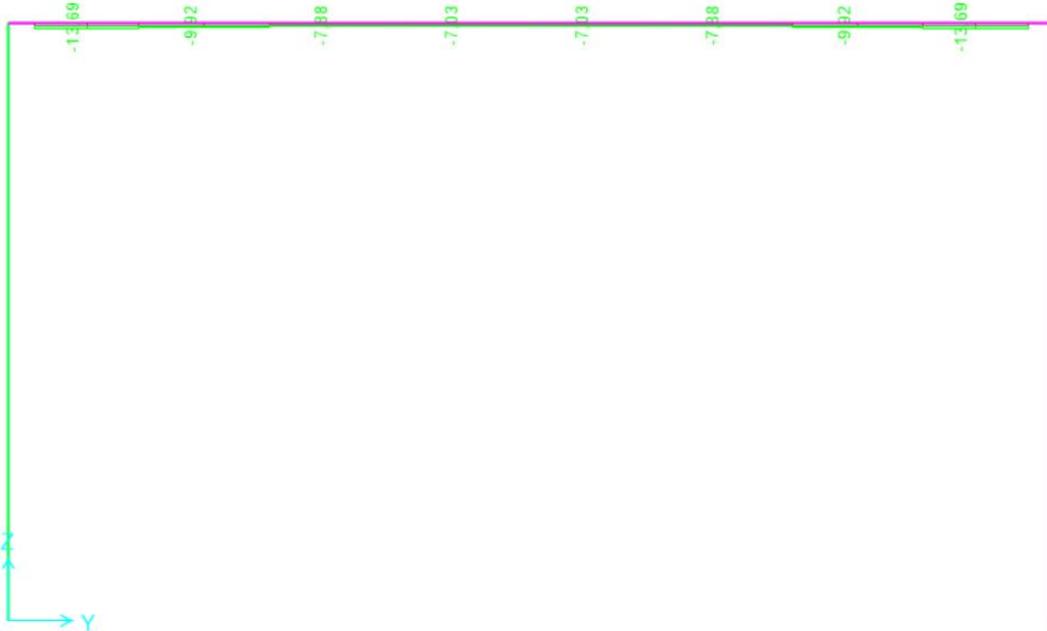


**Figura 9.100** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V33

### 9.6 Telaio Filo Fisso X<sub>5</sub>

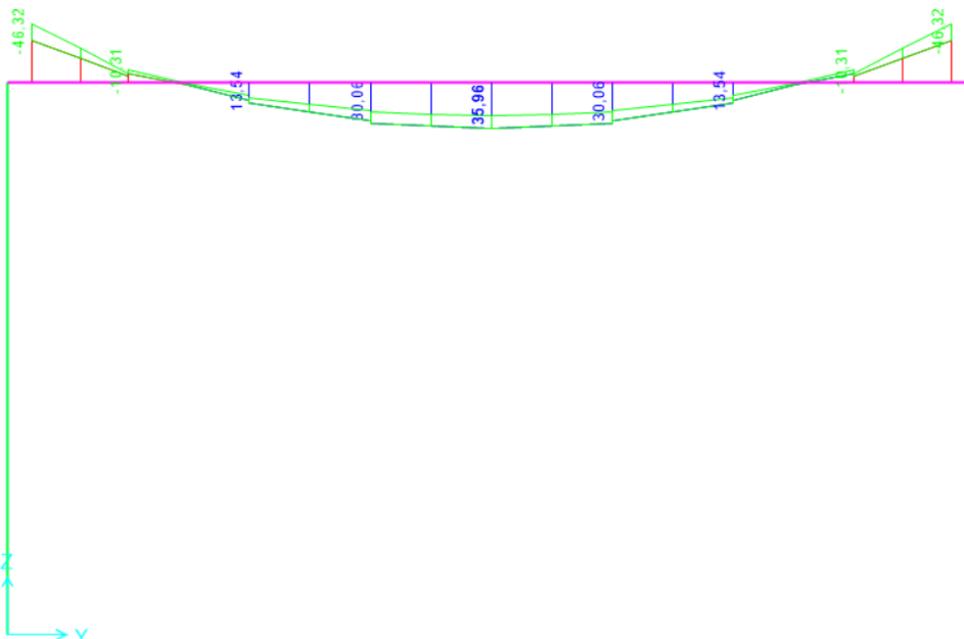
Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso X<sub>5</sub> per le

Axial Force Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



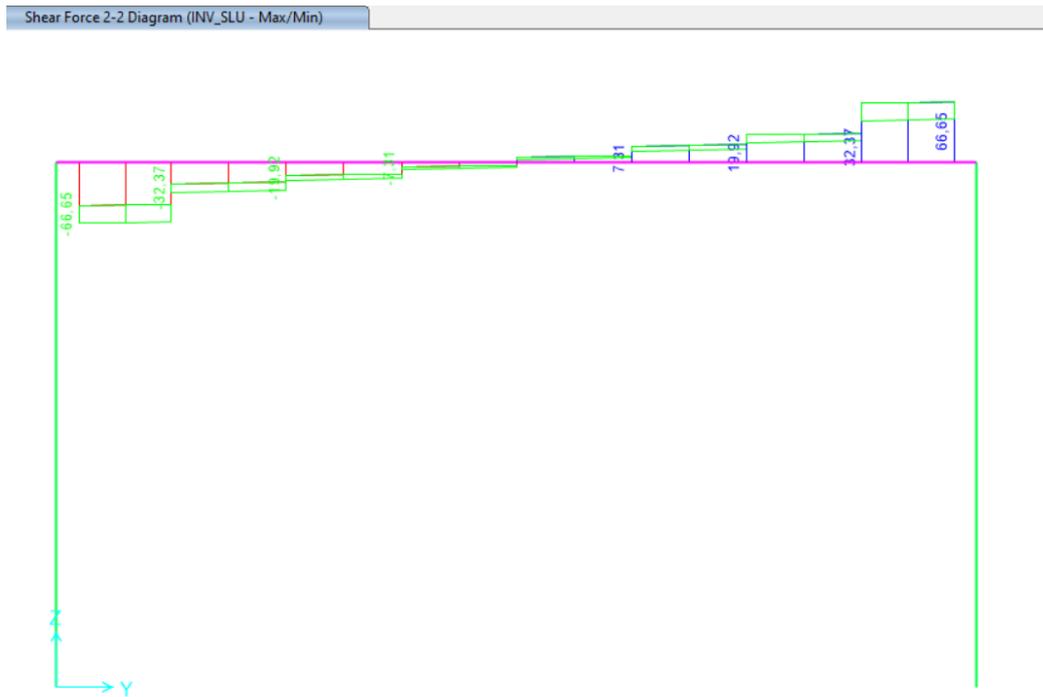
**Figura 9.101** – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

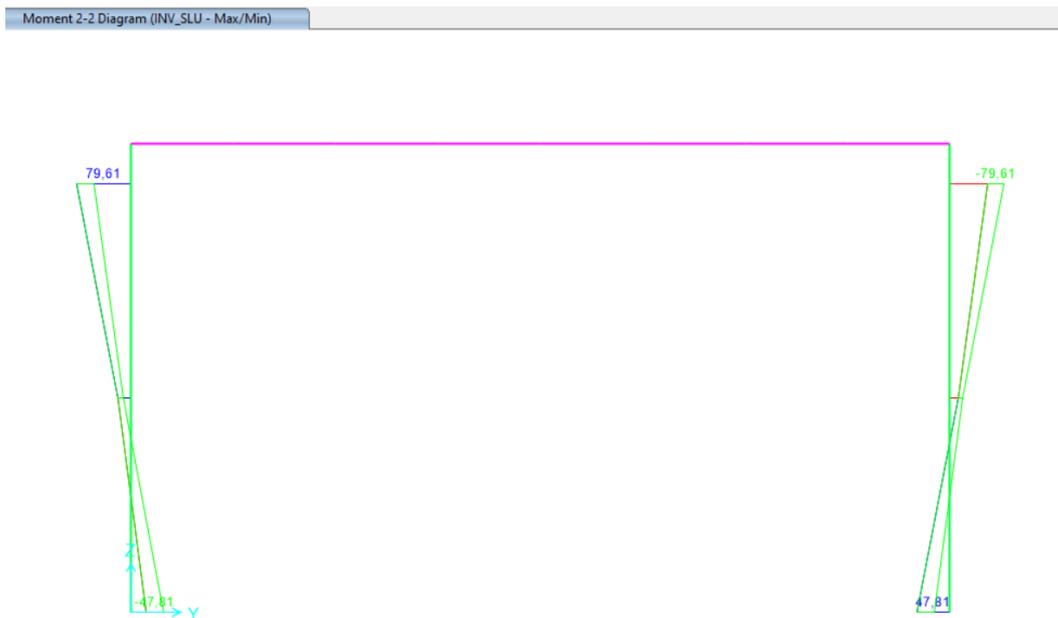


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>114 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	114 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	114 di 360								

**Figura 9.102 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33**



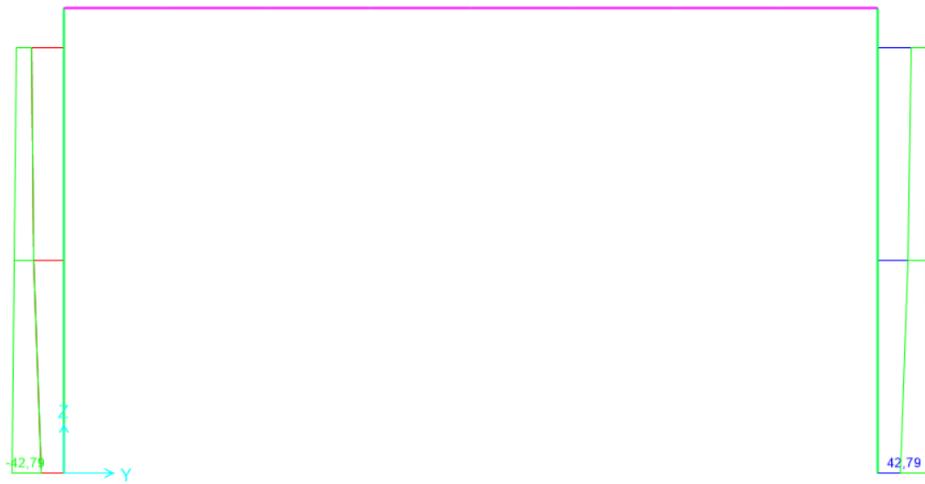
**Figura 9.103 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22**



**Figura 9.104 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22**

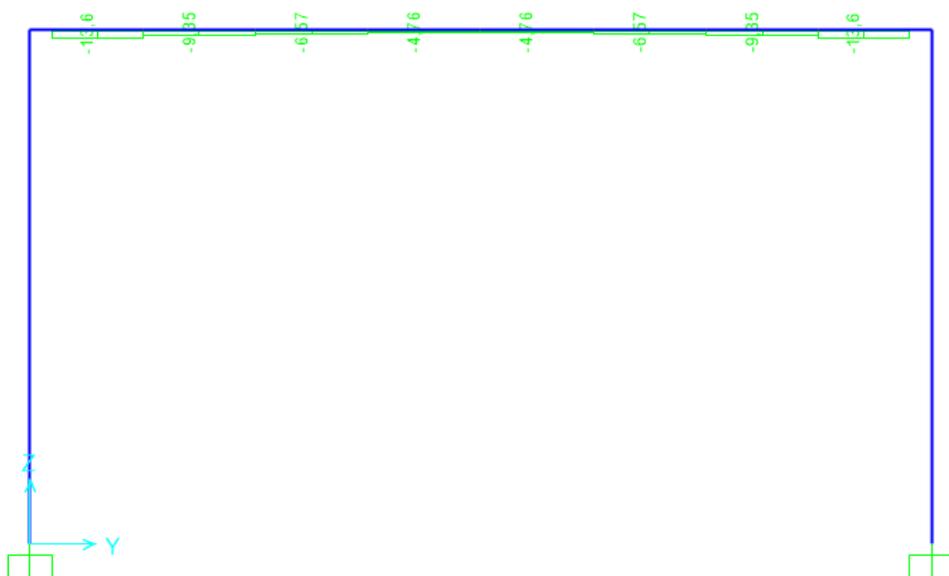
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>115 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	115 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	115 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

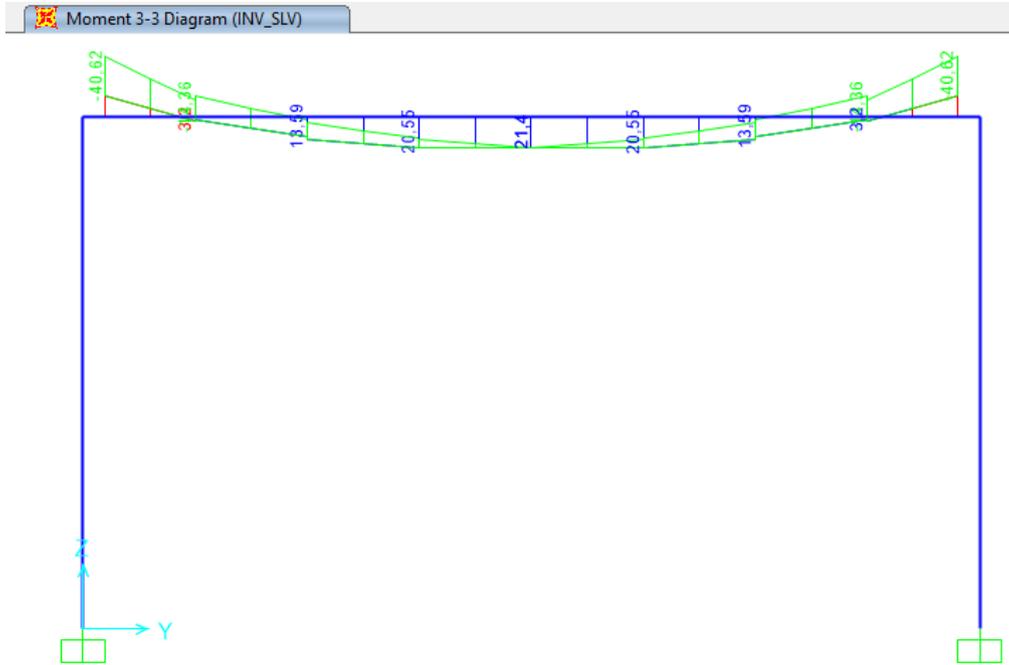


**Figura 9.105 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33**

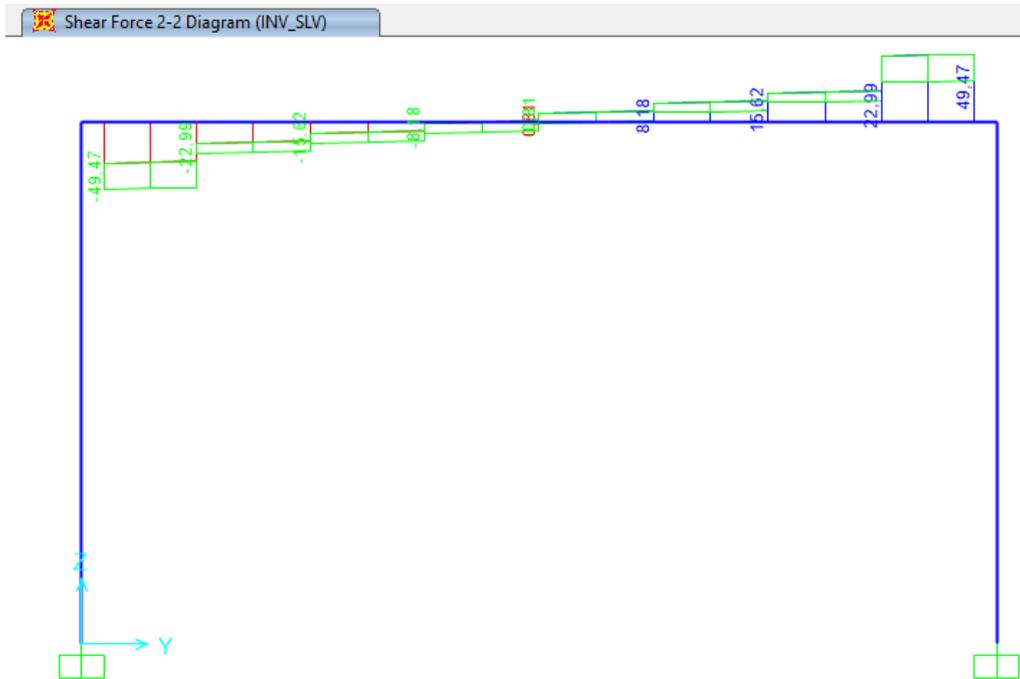
Axial Force Diagram (INV\_SLV)



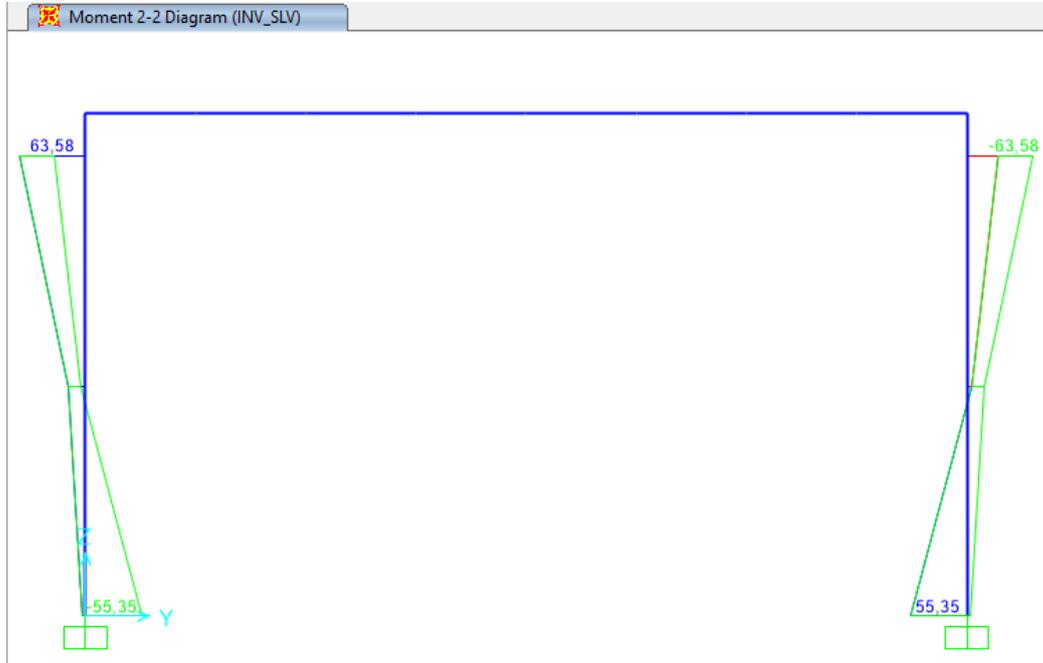
**Figura 9.106 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale**



**Figura 9.107** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33



**Figura 9.108** - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22



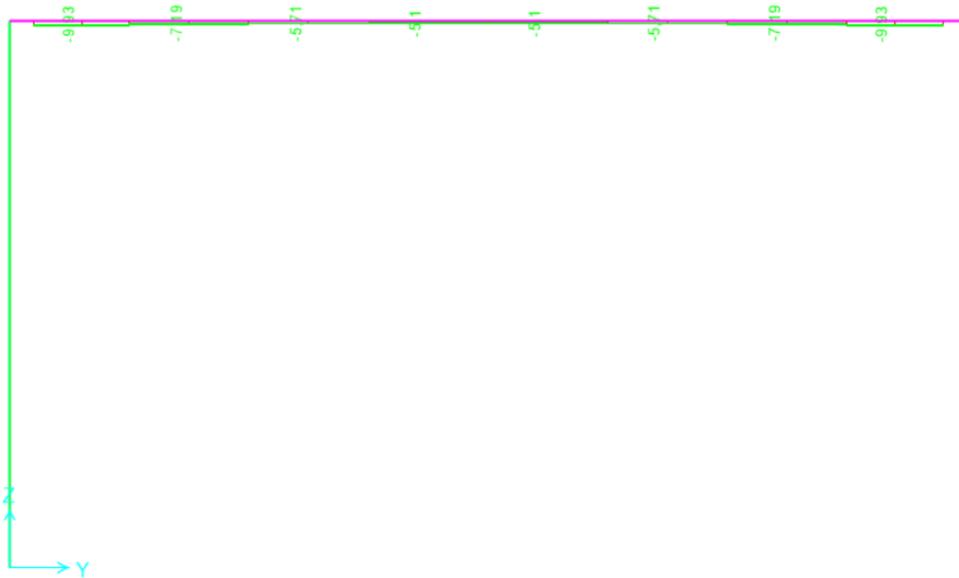
**Figura 9.109** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22



**Figura 9.110** - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V33

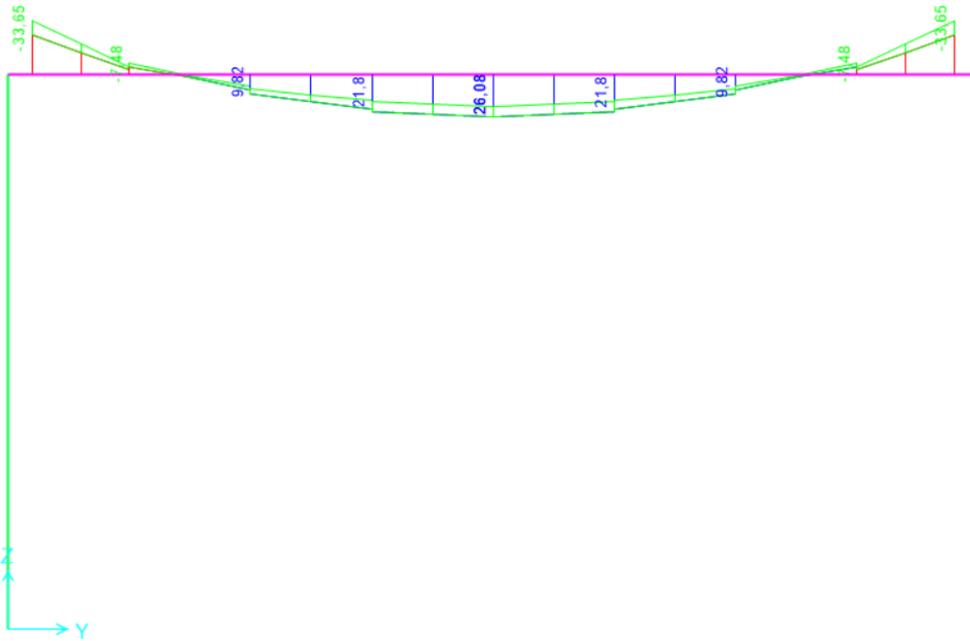
 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></p>	<table border="1"> <thead> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>118 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	118 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	118 di 360								

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



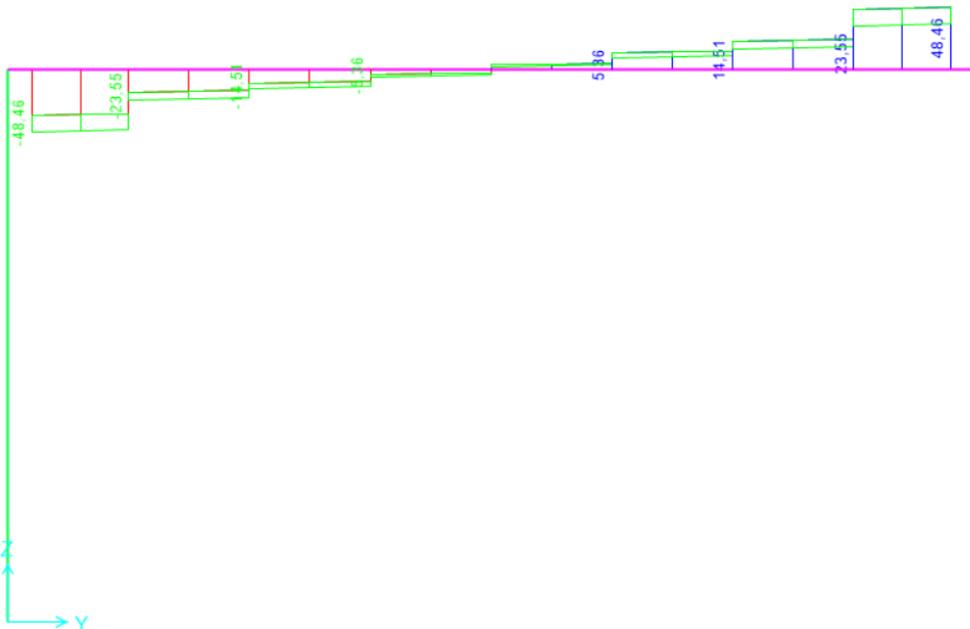
**Figura 9.111** - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



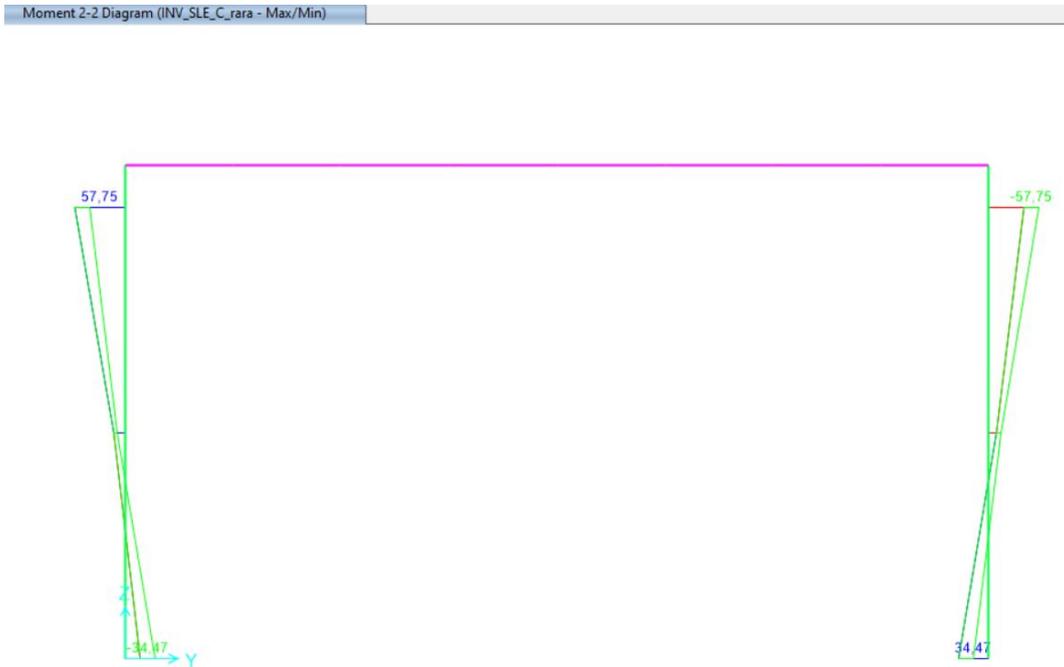
**Figura 9.112** - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

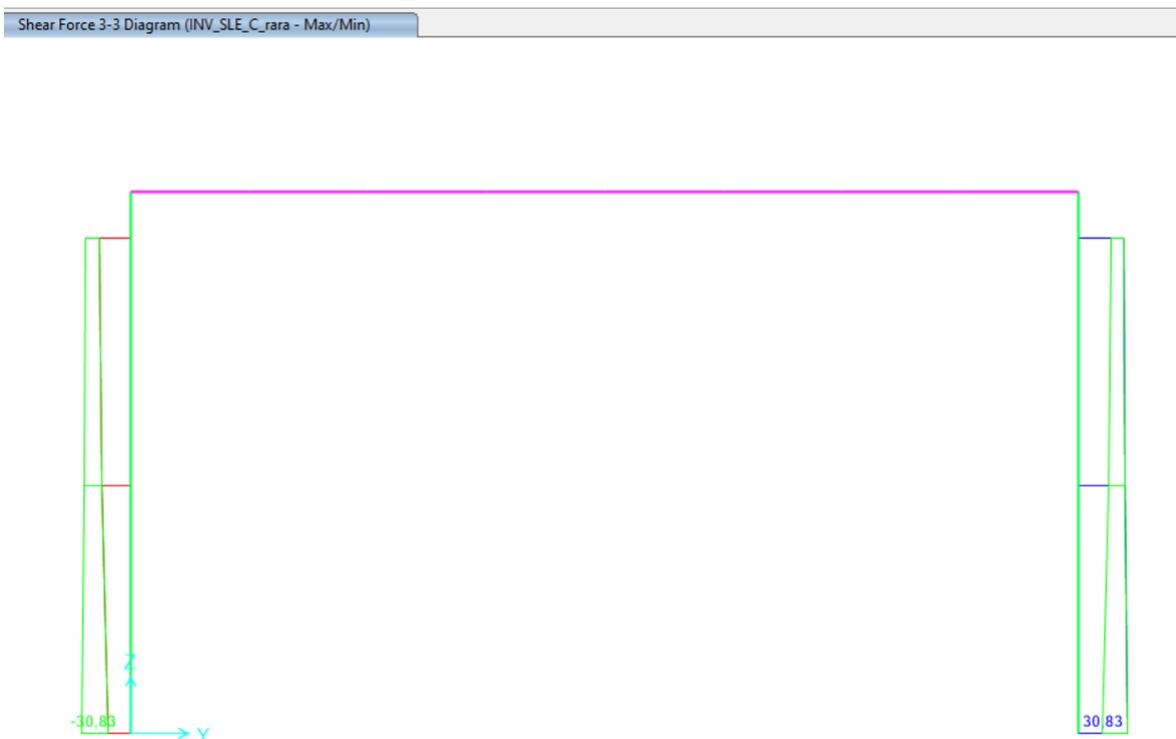


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>120 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	120 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	120 di 360								

**Figura 9.113 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22**

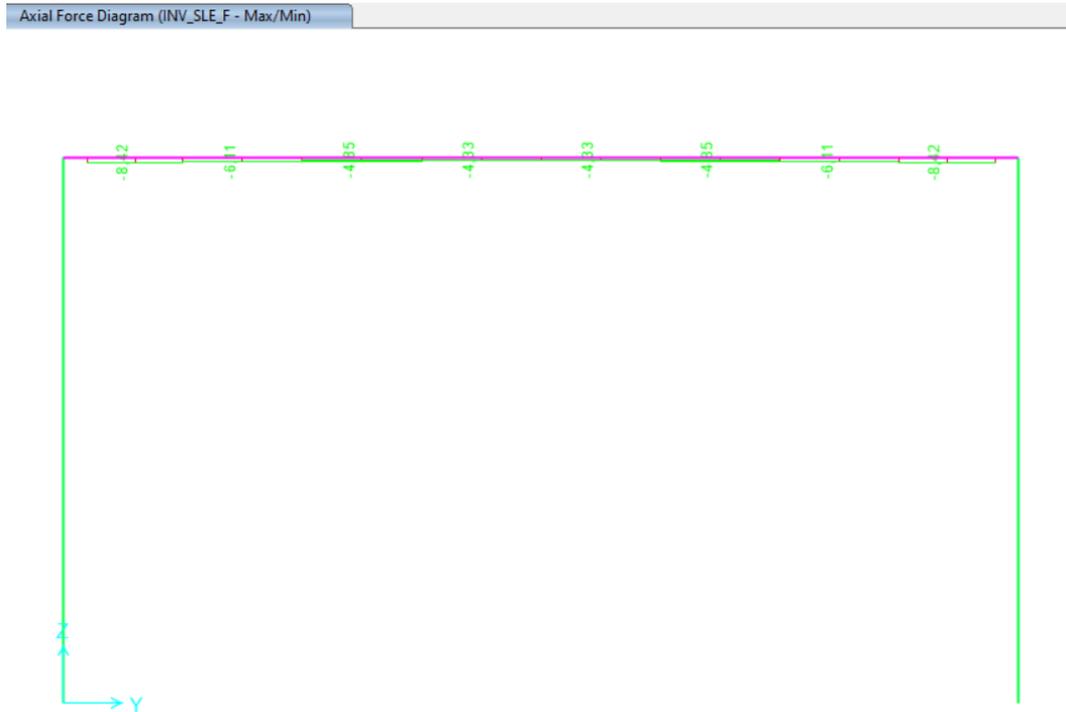


**Figura 9.114 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M22**



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>121 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	121 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	121 di 360								

**Figura 9.115 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V33**



**Figura 9.116- Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale**

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

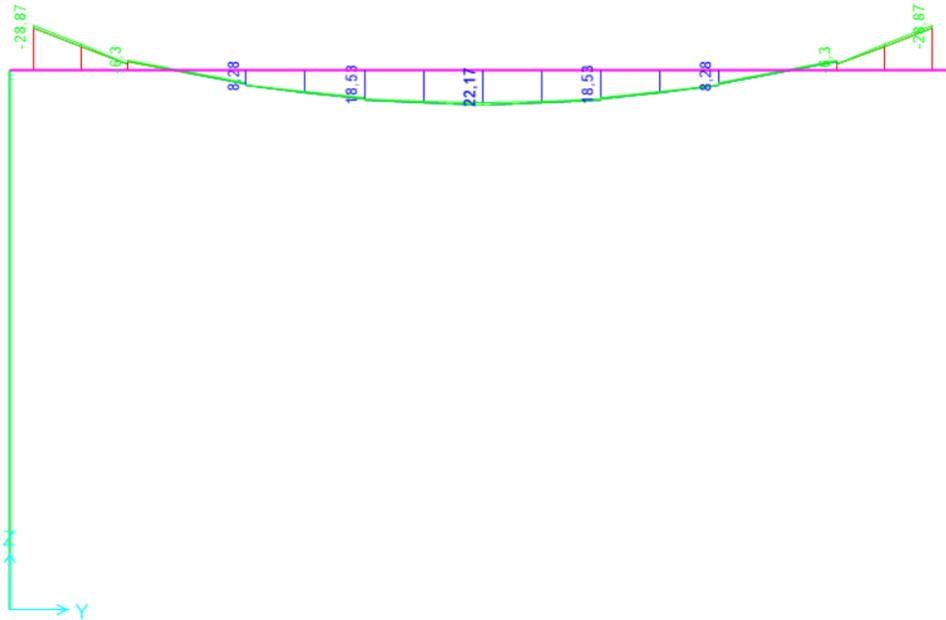
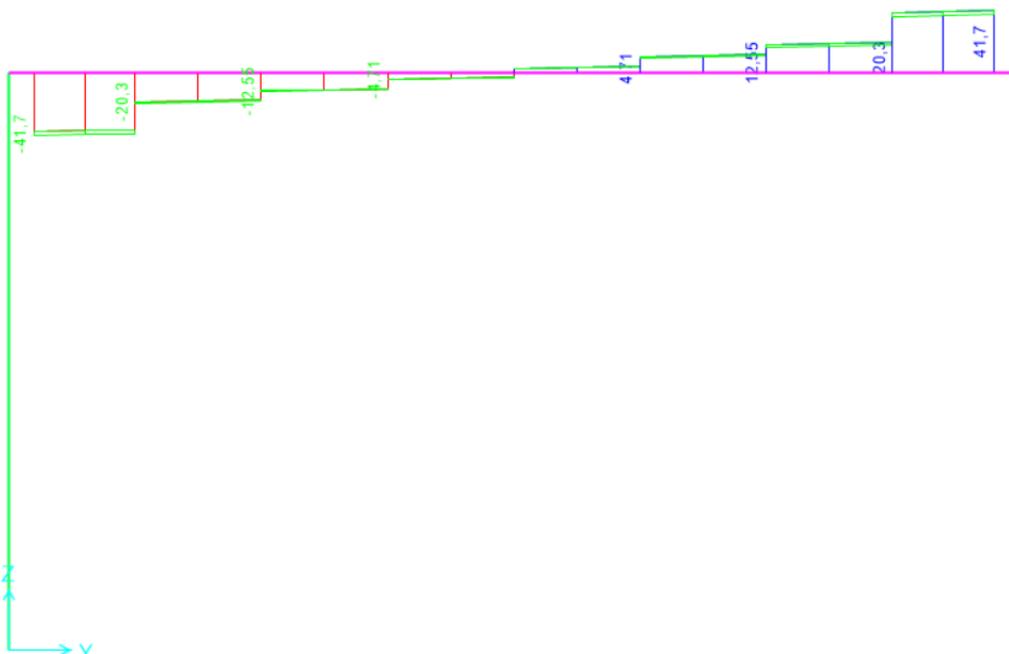


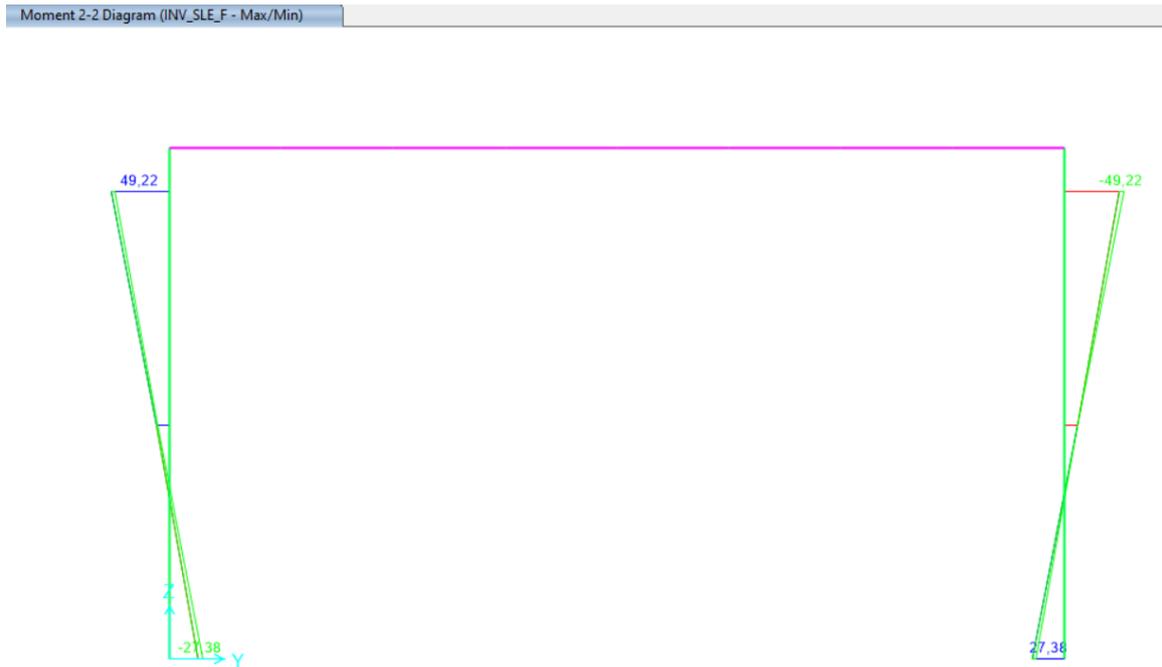
Figura 9.117 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

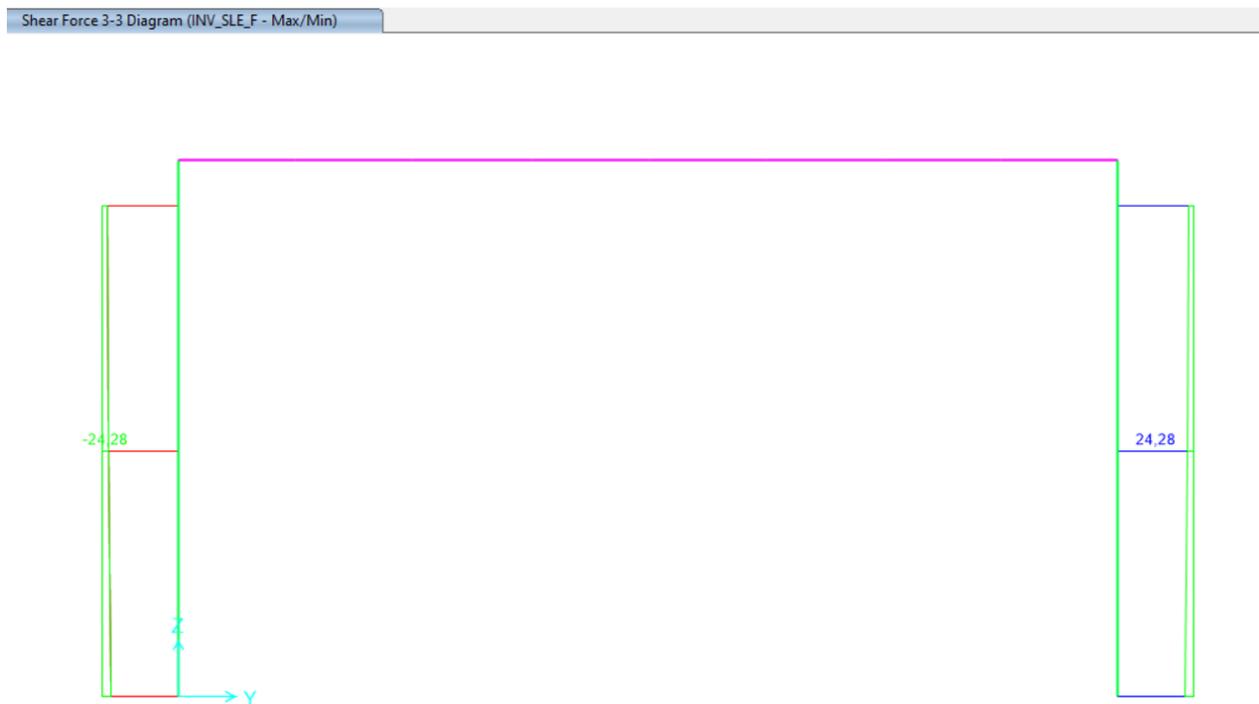


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>123 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	123 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	123 di 360								

**Figura 9.118 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22**



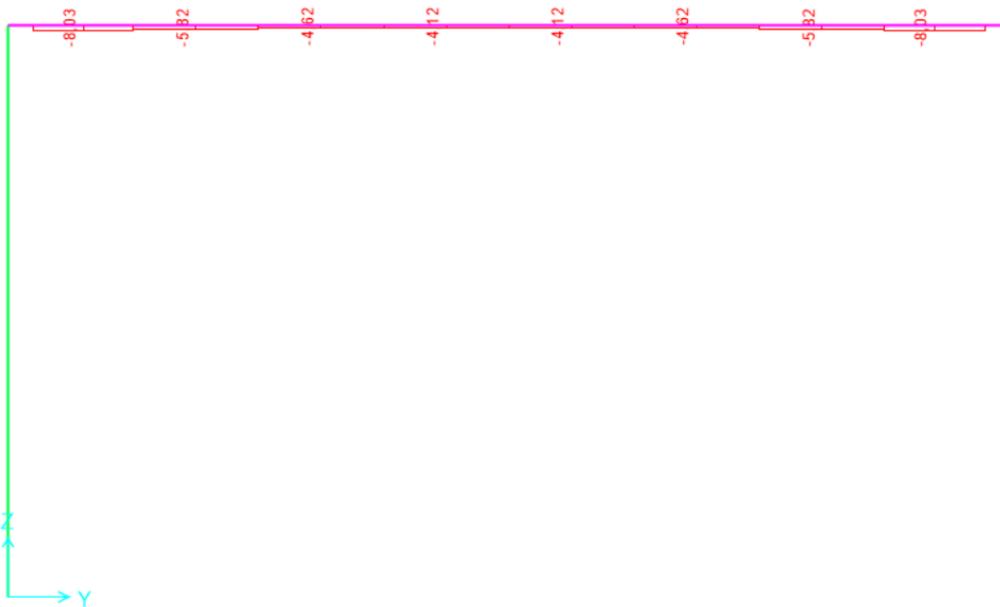
**Figura 9.119 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M22**



**Figura 9.120 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V33**

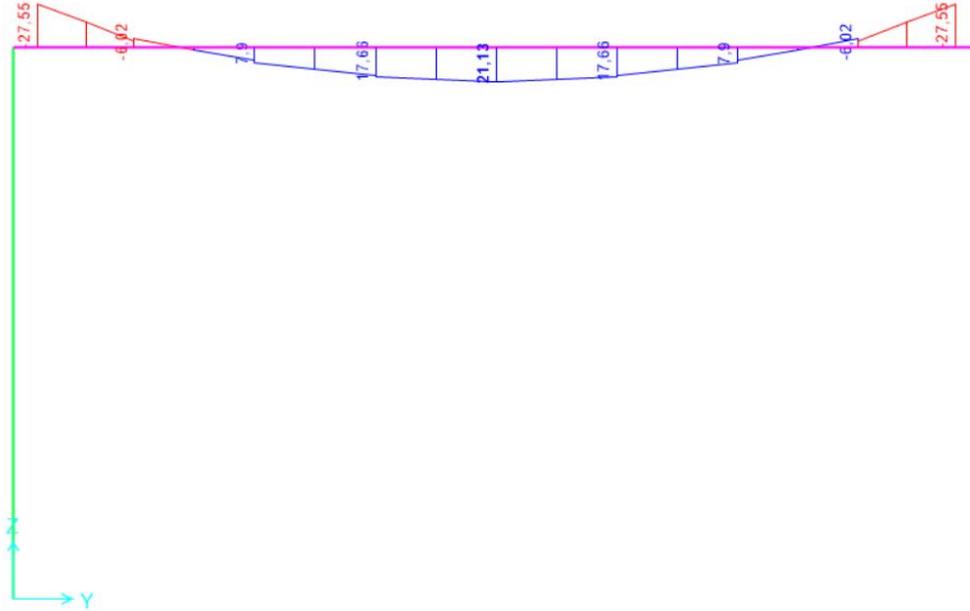
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>124 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	124 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	124 di 360								

Axial Force Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.121** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

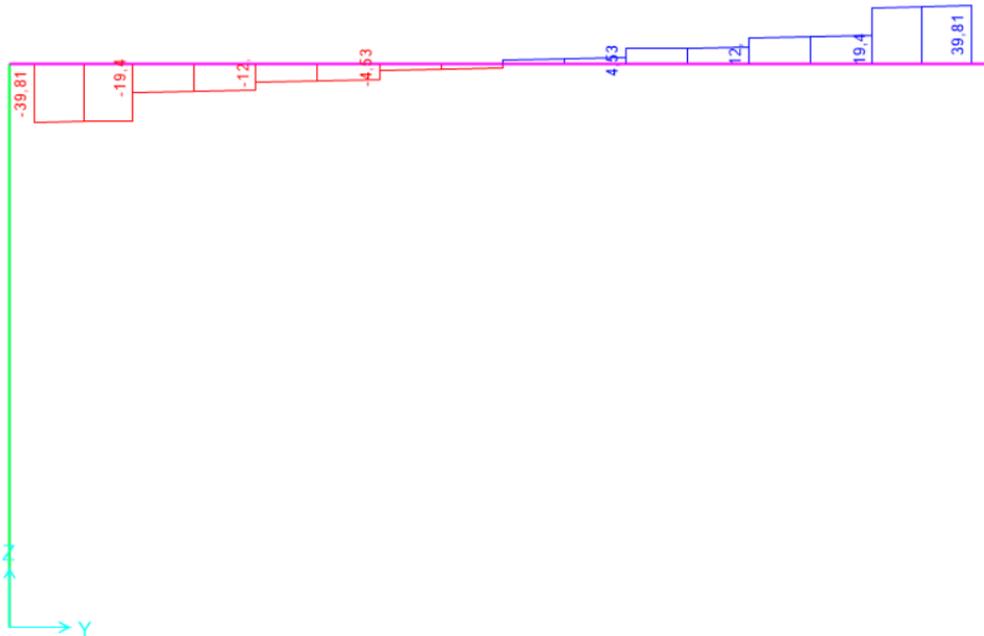
Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.122** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>126 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	126 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	126 di 360								

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.123 -** Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.124 -** Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>127 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	127 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	127 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_qp)

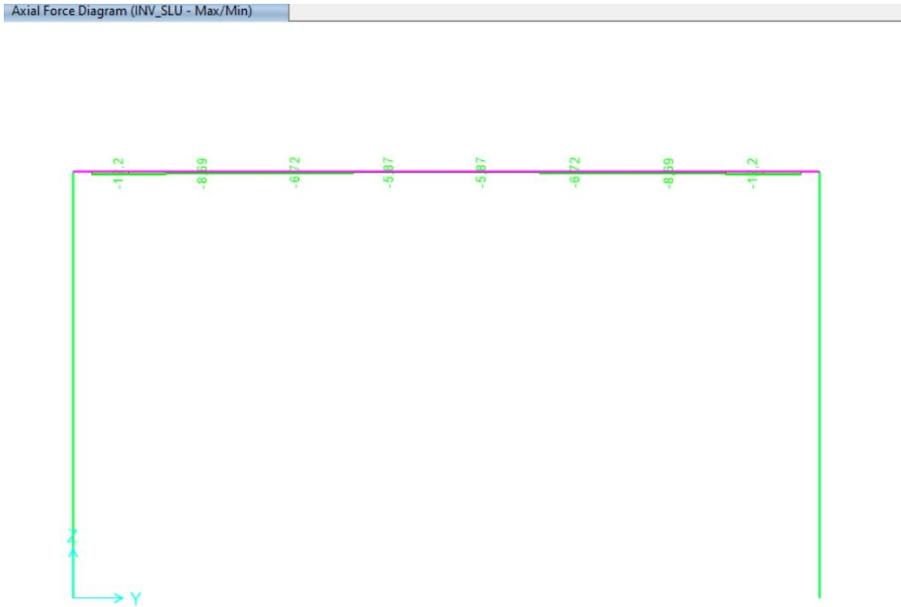


**Figura 9.125** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V33

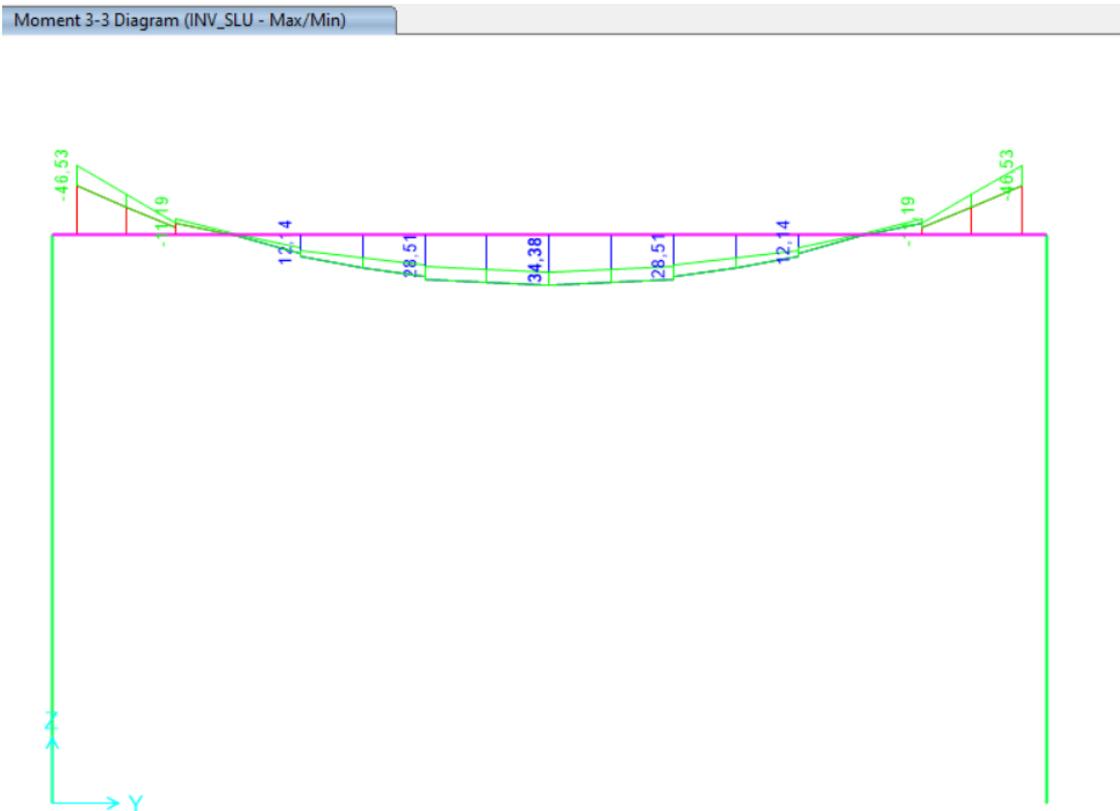
## 9.7 Telaio Filo Fisso X6

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>128 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	128 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	128 di 360								



**Figura 9.126 – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale**



**Figura 9.127 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33**

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

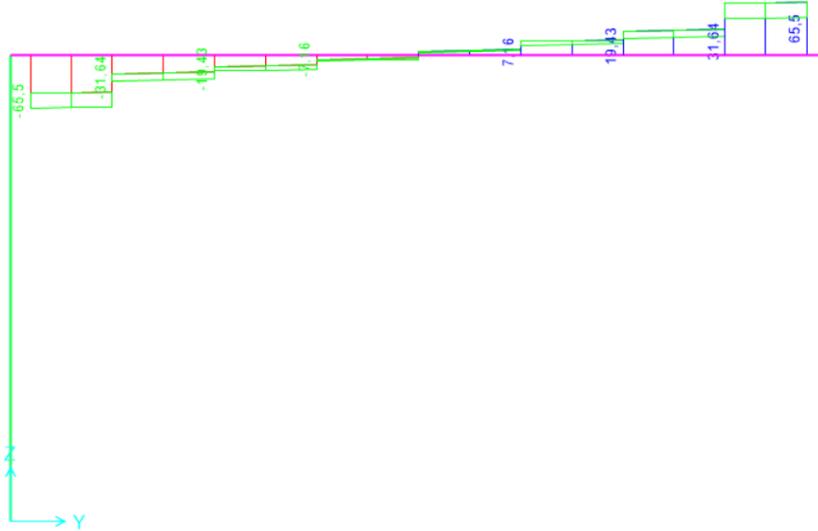


Figura 9.128 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

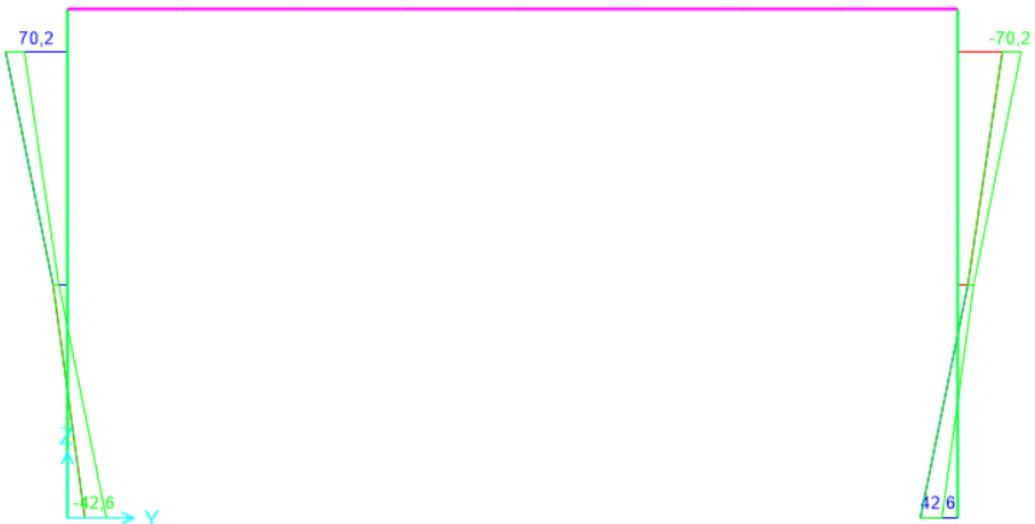


Figura 9.129 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22

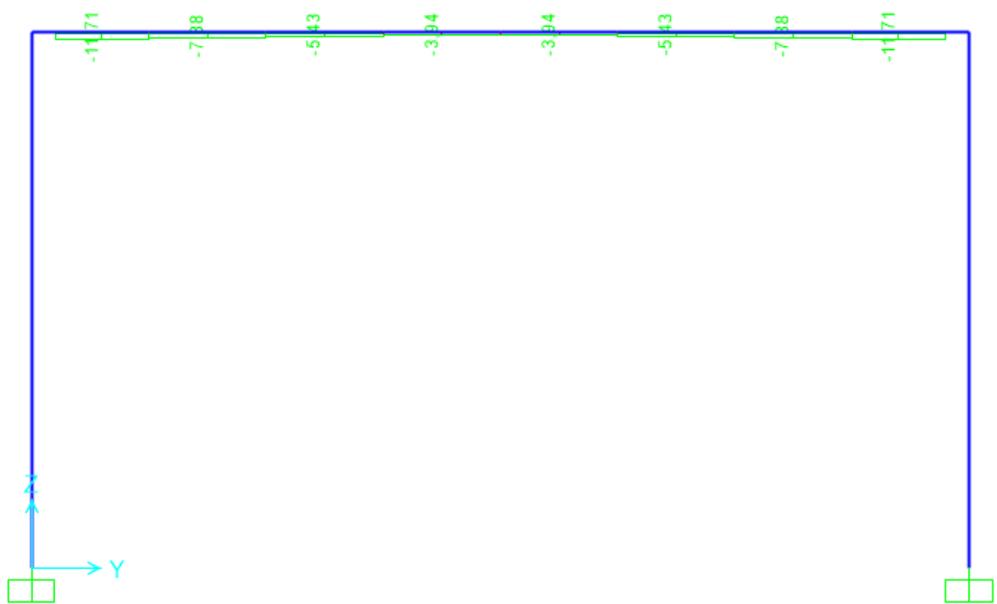
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>130 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	130 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	130 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

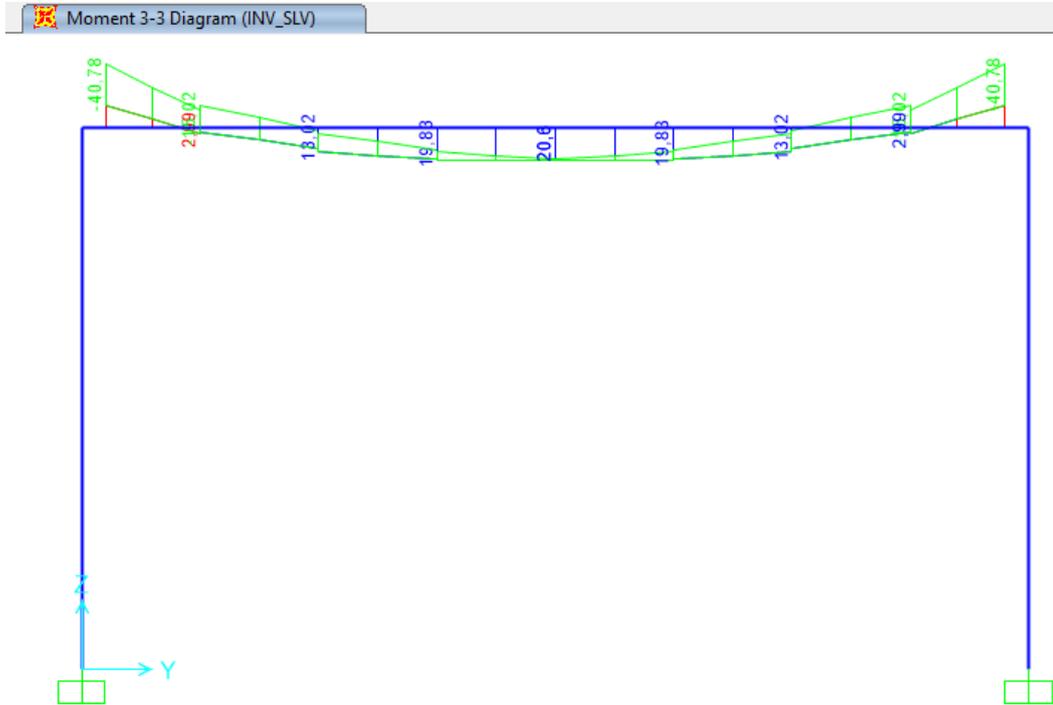


**Figura 9.130 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33**

Axial Force Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.131 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale**



**Figura 9.132** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33



**Figura 9.133** - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLV)

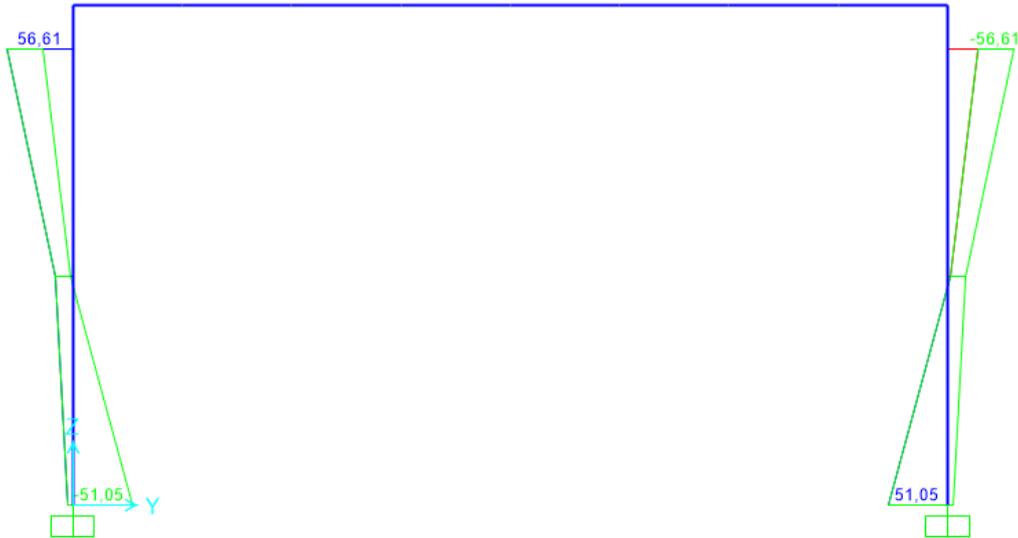


Figura 9.134 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLV)

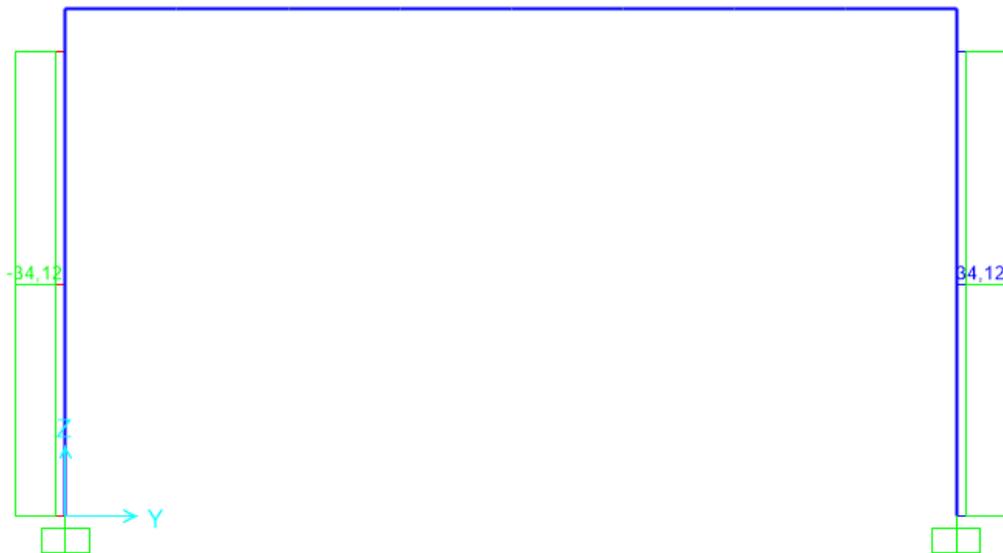
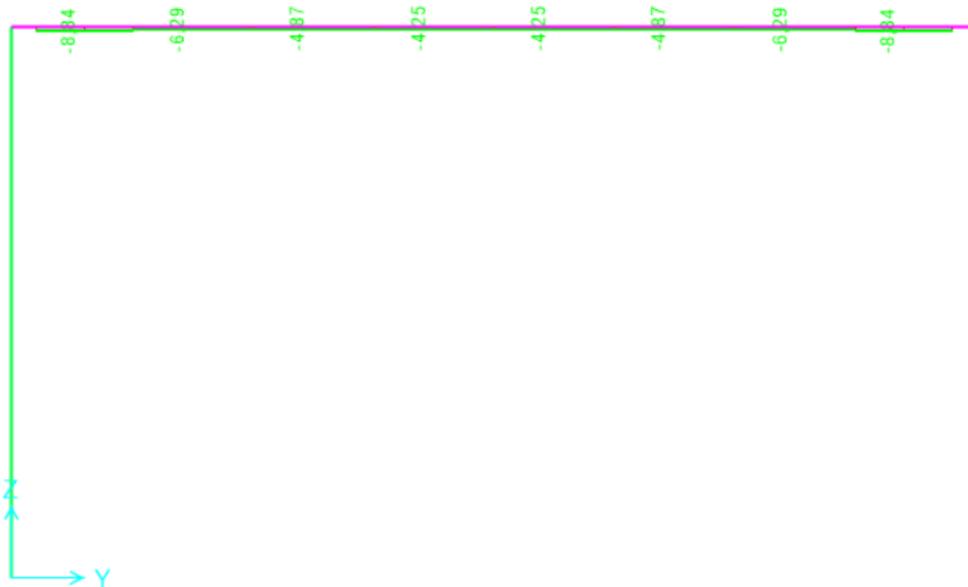


Figura 9.135 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V33

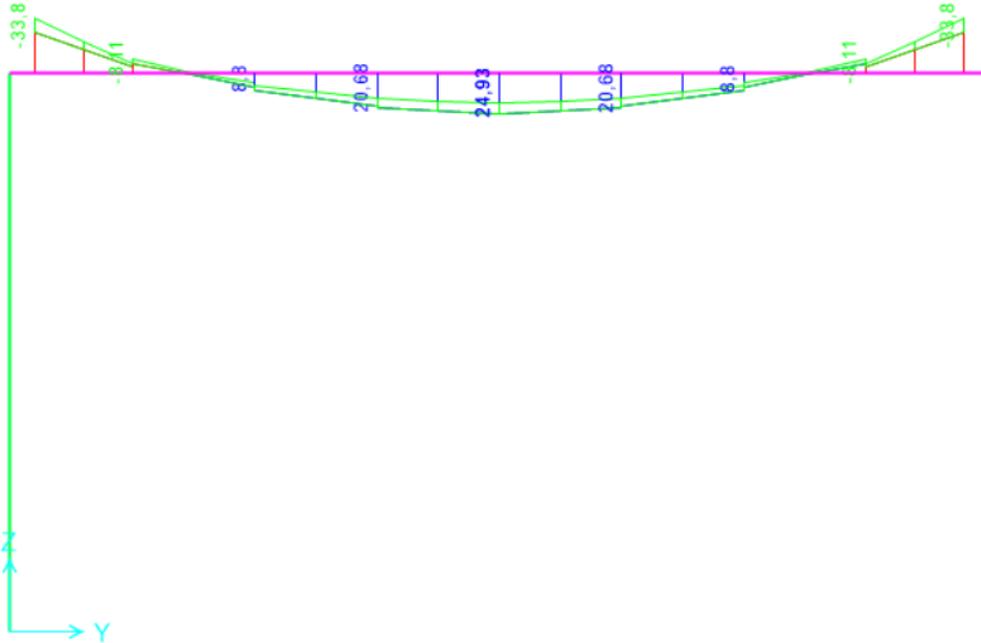
 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></p>	<table border="1"> <thead> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>133 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	133 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	133 di 360								

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.136** - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.137** - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

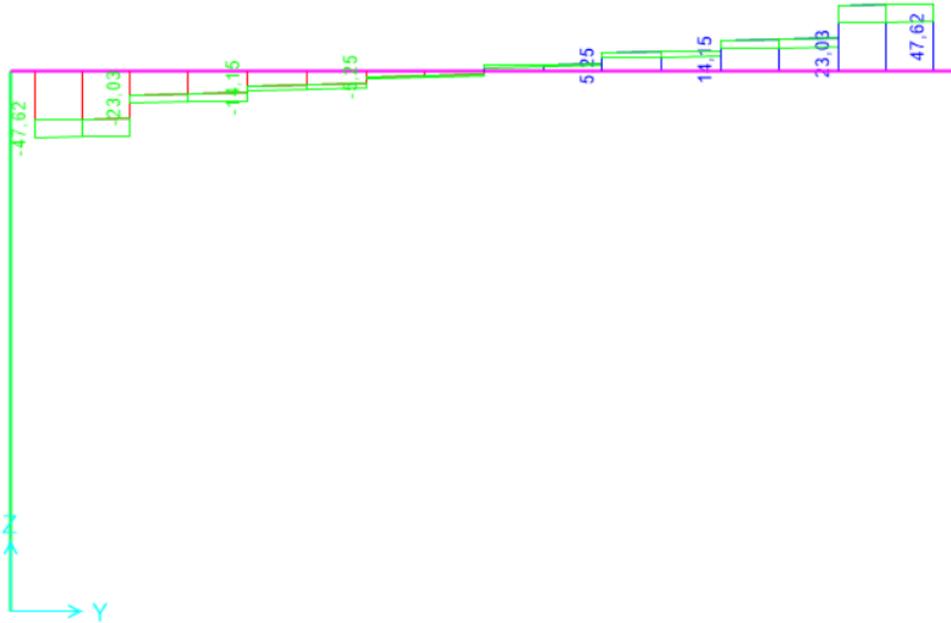


Figura 9.138 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.139** - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.140** - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

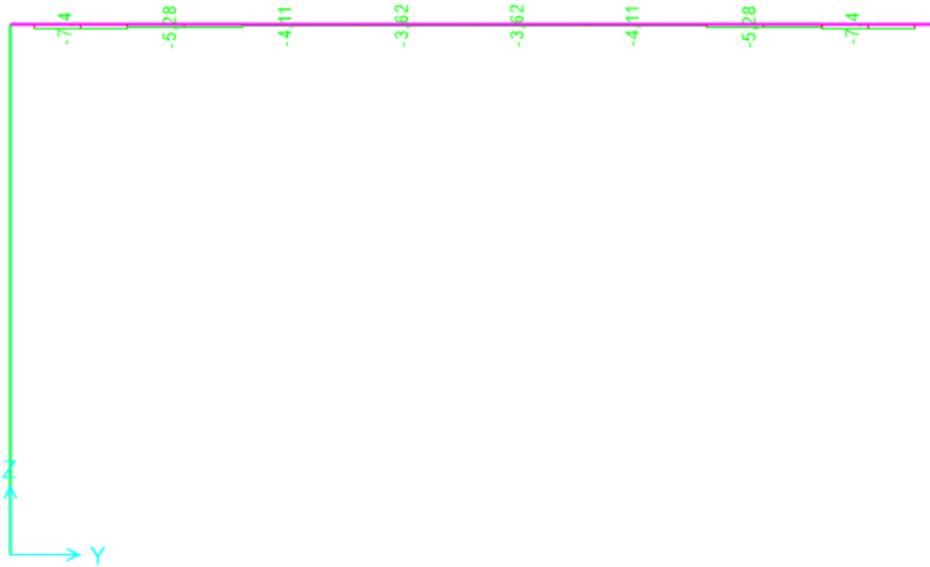
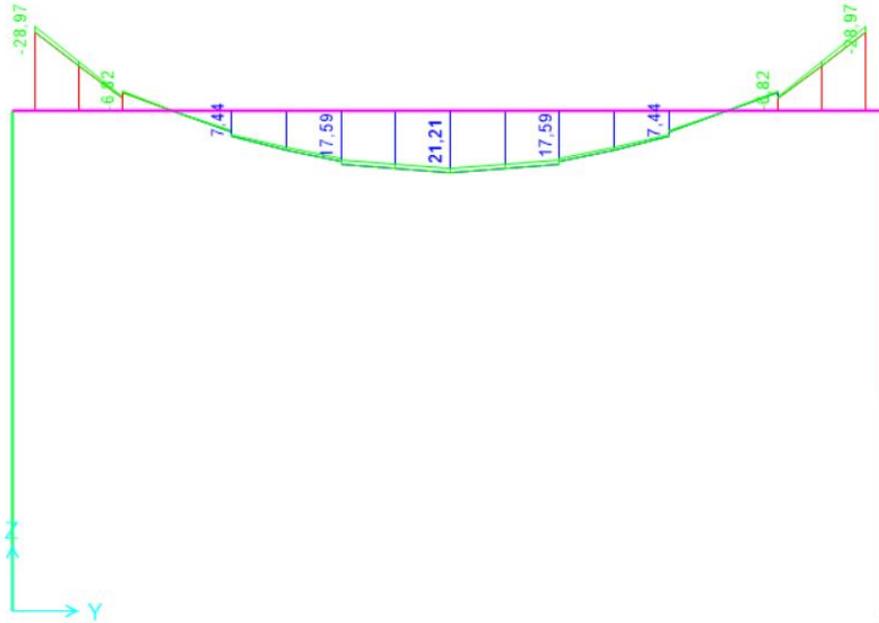


Figura 9.141- Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.142** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

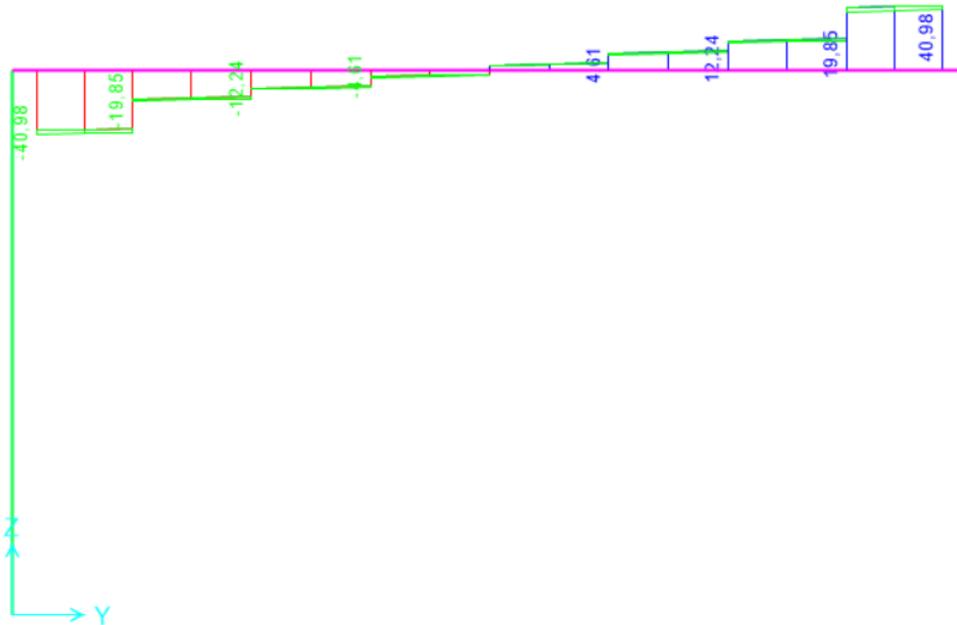


Figura 9.143 - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

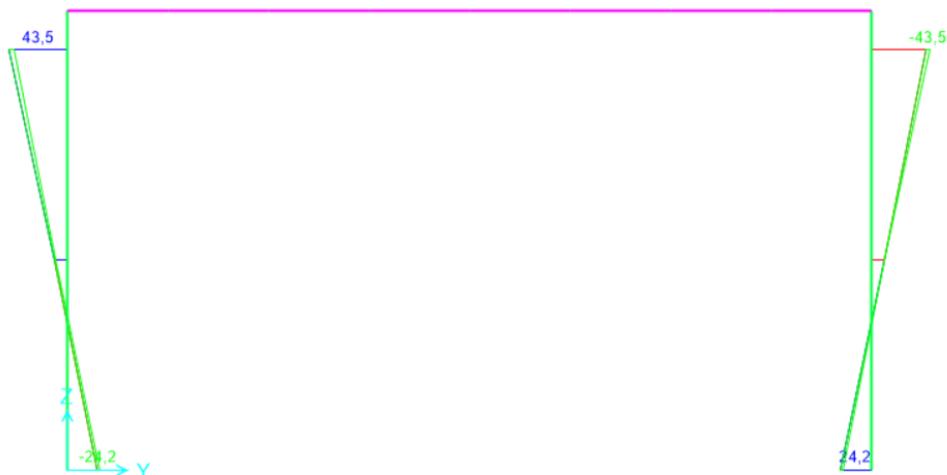


Figura 9.144 - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M22

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	140 di 360

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.145** - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V33

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>141 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	141 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	141 di 360								

Axial Force Diagram (SLE\_qp)

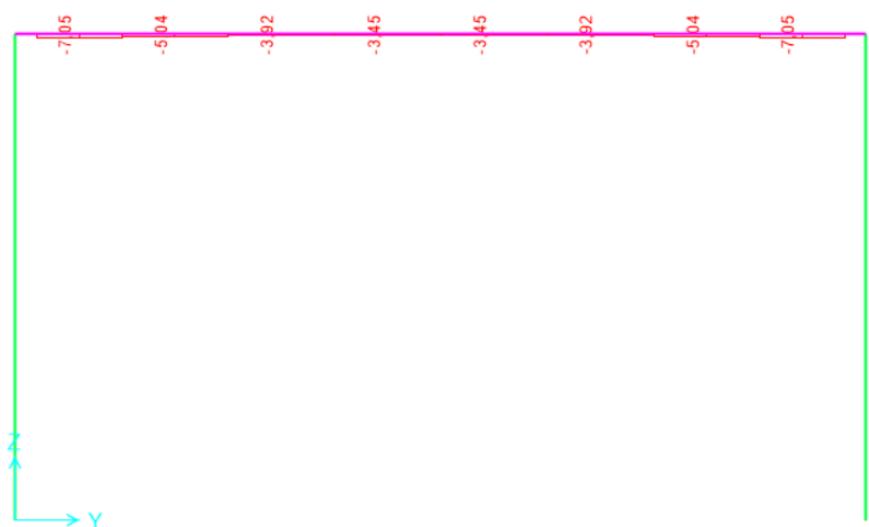


Figura 9.146 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)

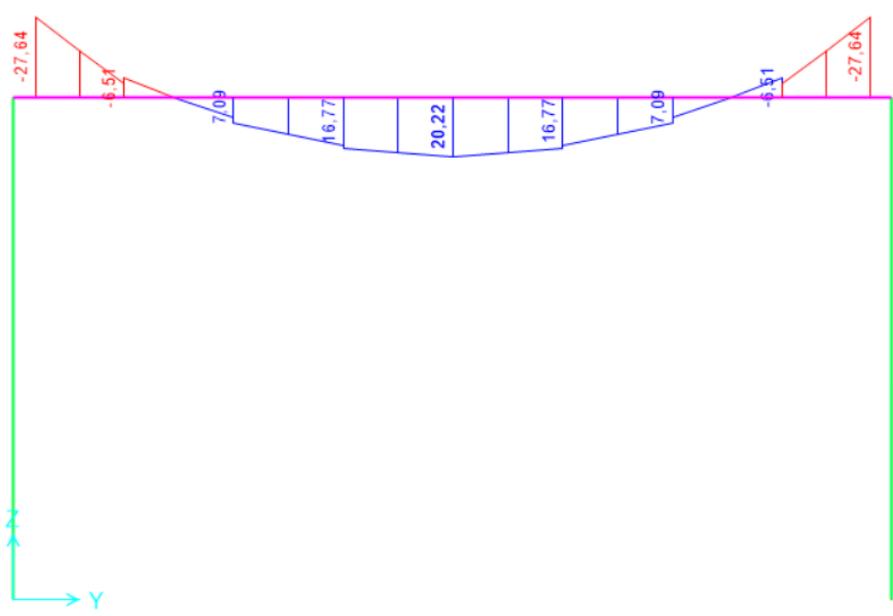
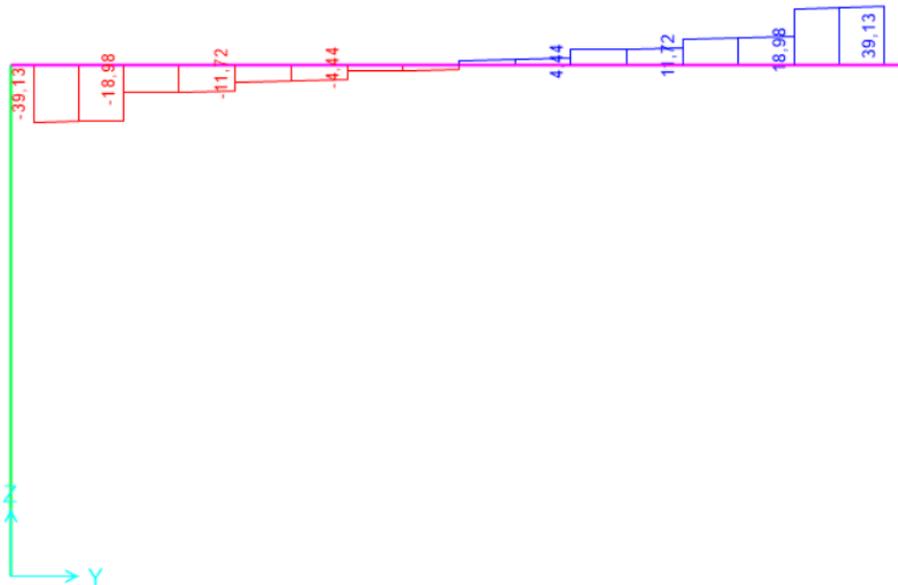


Figura 9.147 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>142 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	142 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	142 di 360								

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.148** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

Moment 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.149** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_qp)

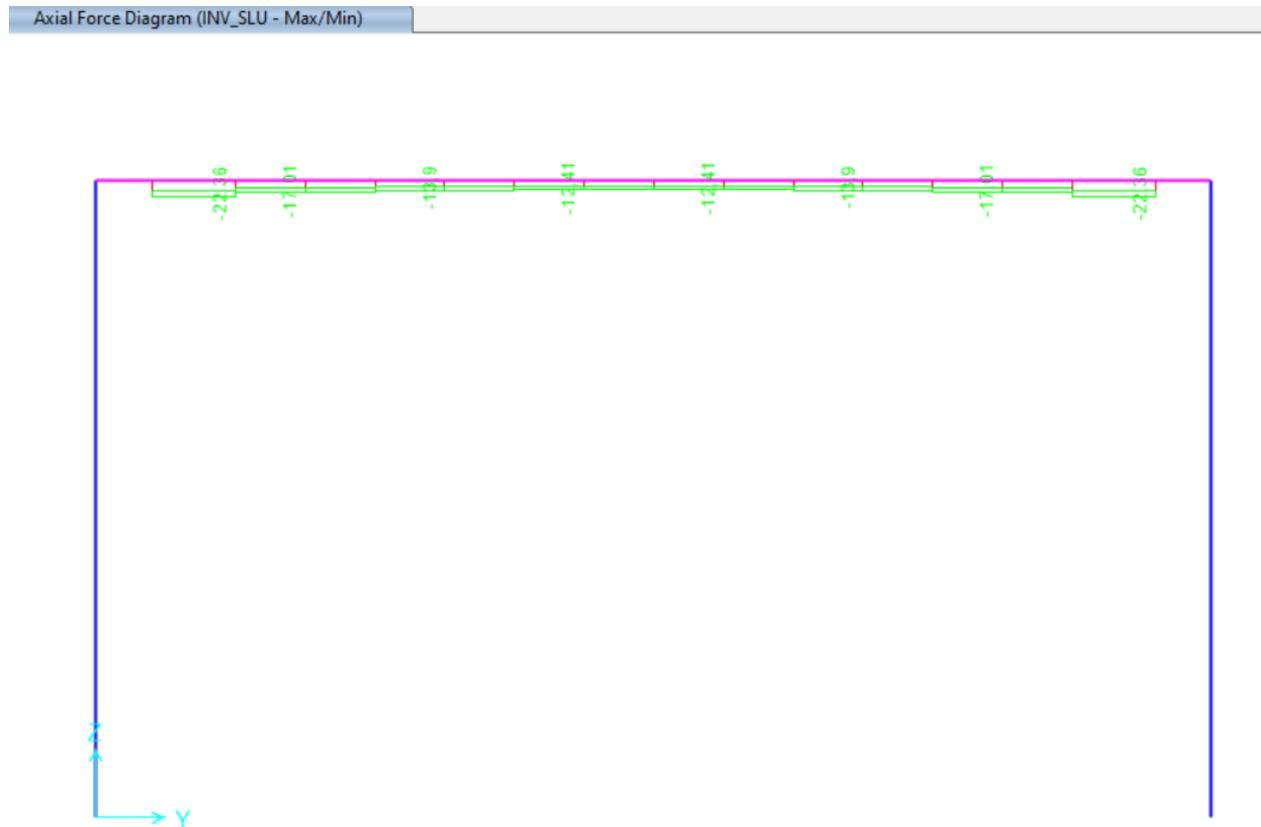


**Figura 9.150** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V33

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>144 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	144 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	144 di 360								

### 9.8 Telaio Filo Fisso X7

Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al filo fisso



**Figura 9.151** – Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)

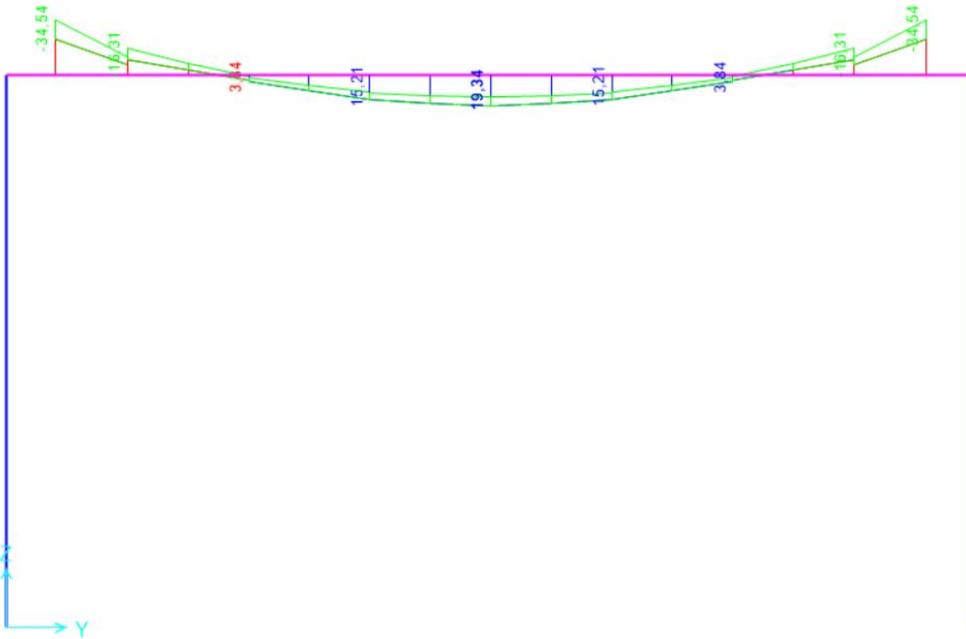
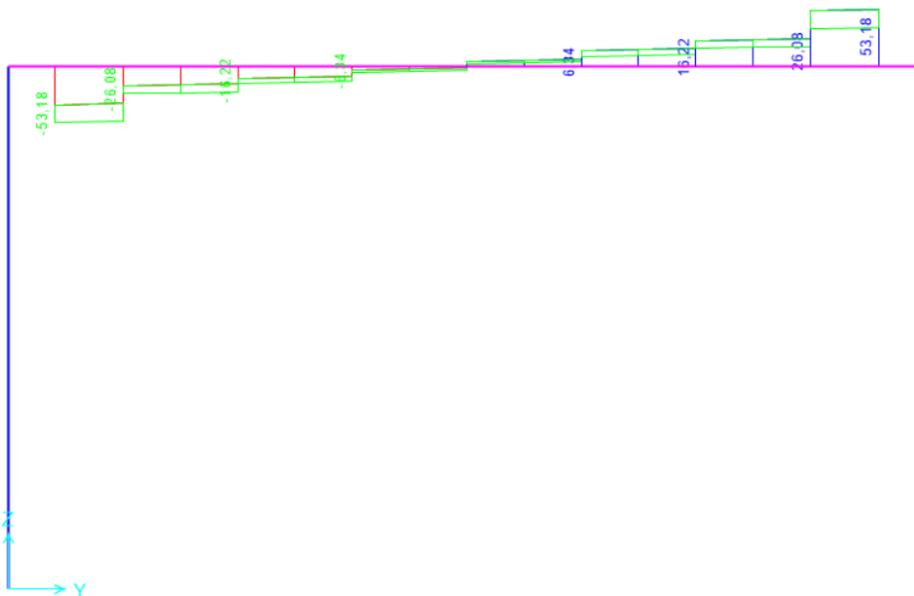


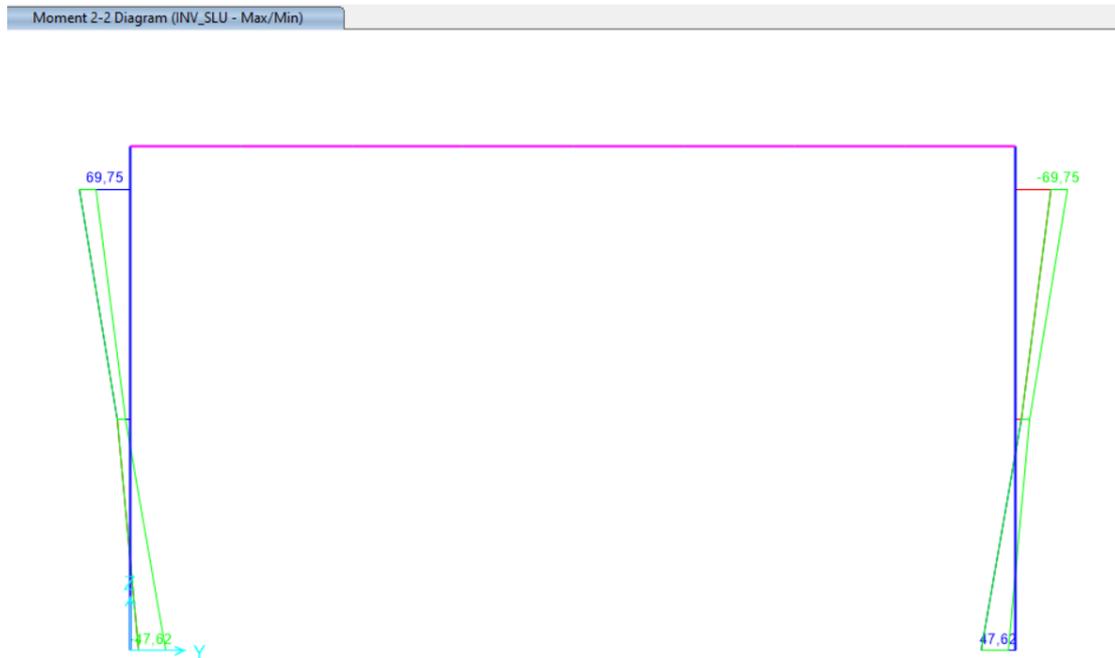
Figura 9.152 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>146 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	146 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	146 di 360								

**Figura 9.153 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22**



**Figura 9.154 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22**

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	147 di 360

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.155** - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33

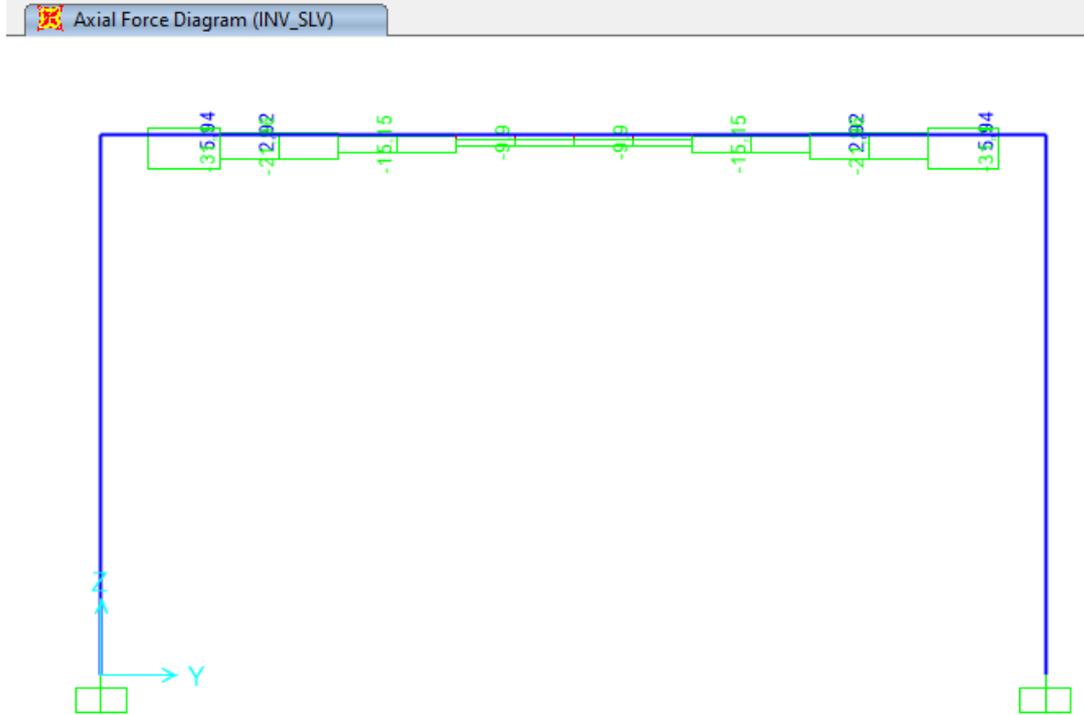


Figura 9.156 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale

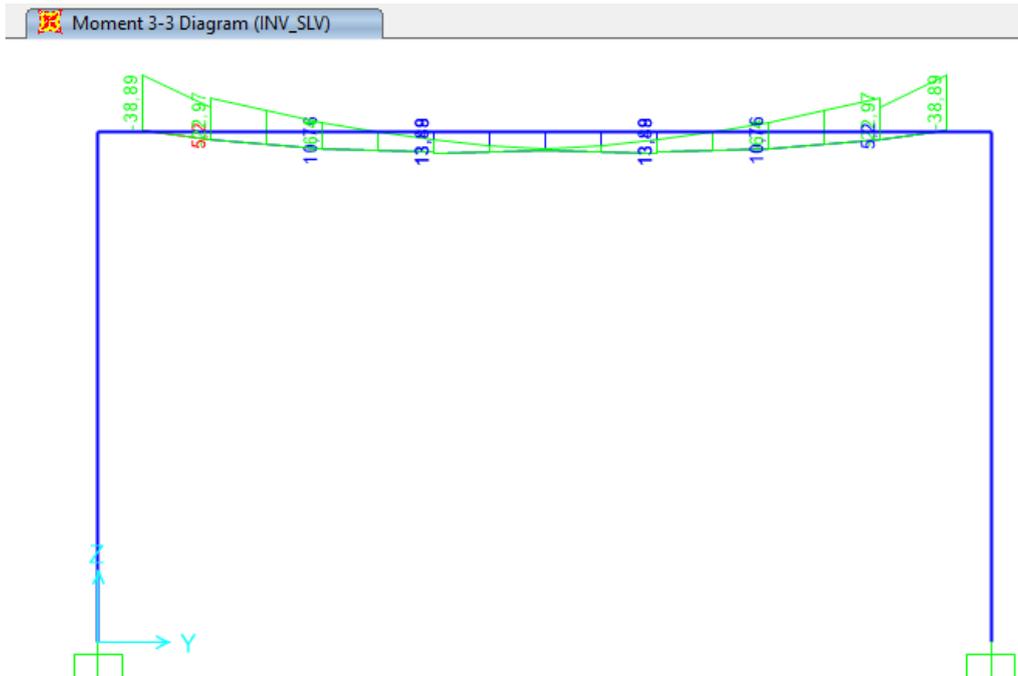
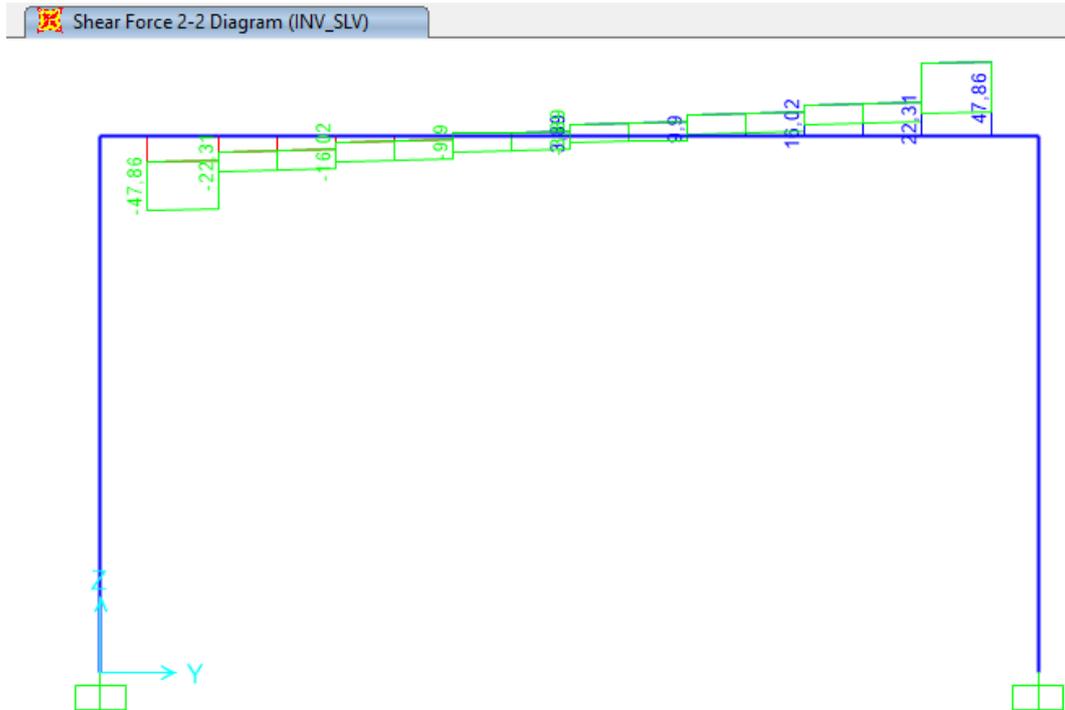
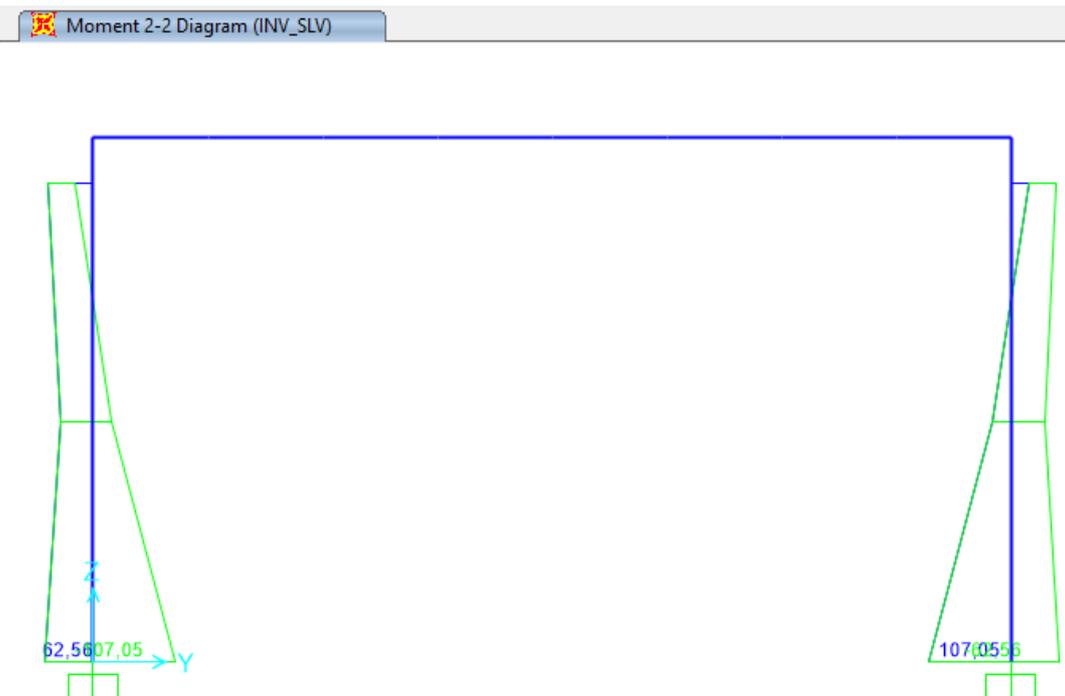


Figura 9.157 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33



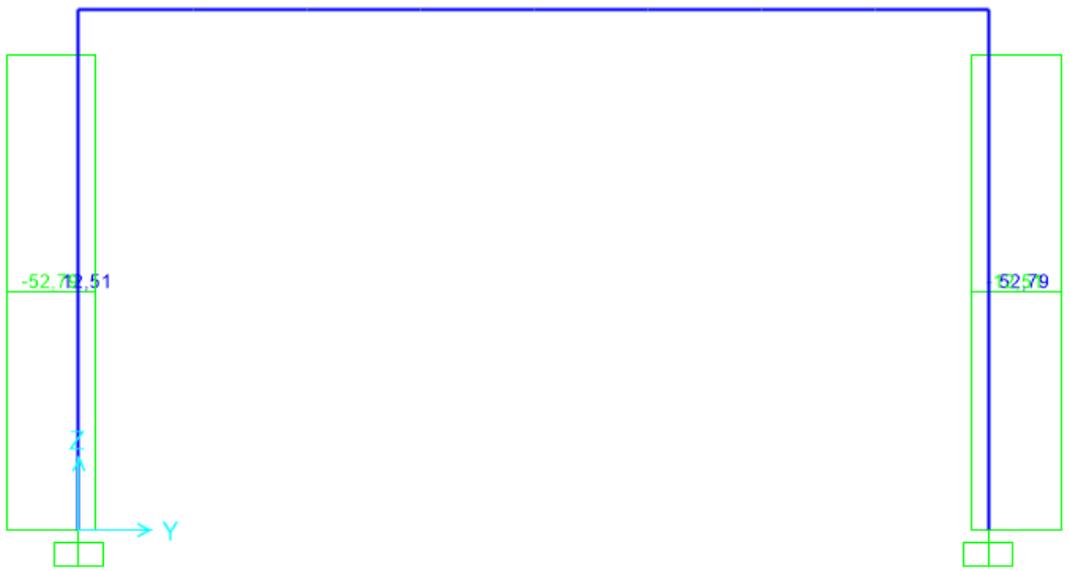
**Figura 9.158** - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V22



**Figura 9.159** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22

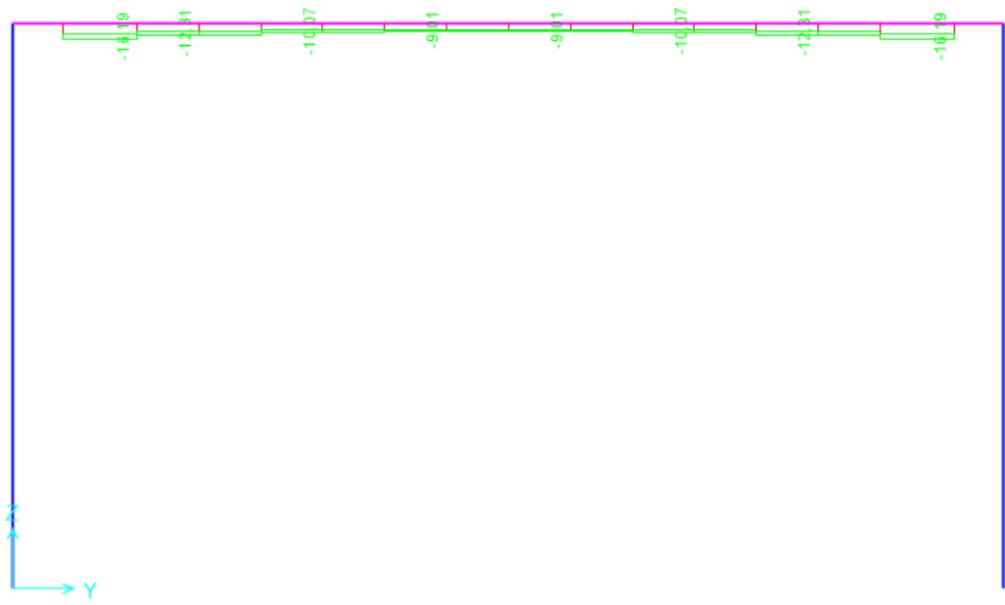
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>150 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	150 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	150 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.160 - Combinazione SLV – Valori Sforzo di Taglio V33**

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.161 - Combinazione SLE rara – Valori di Sforzo Normale**

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

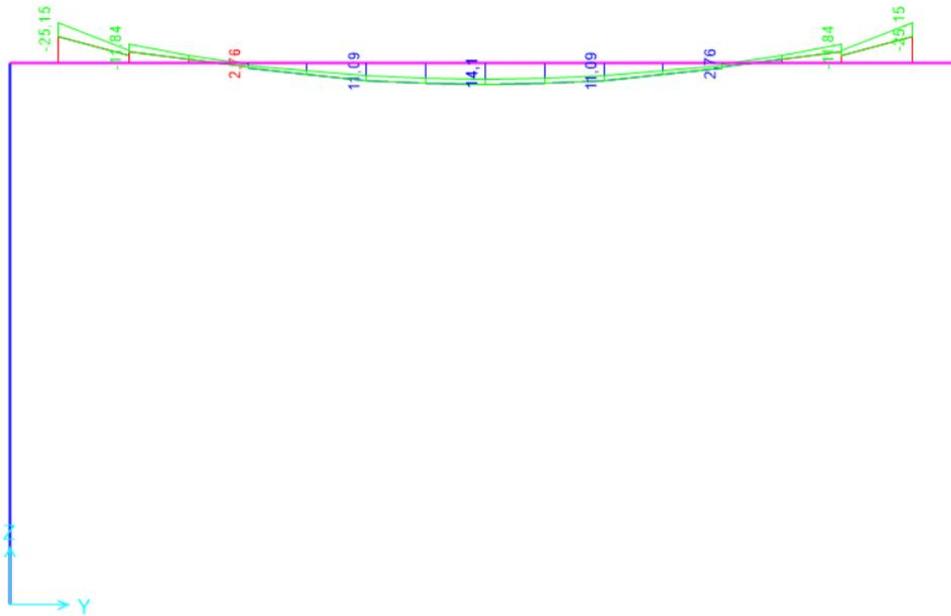
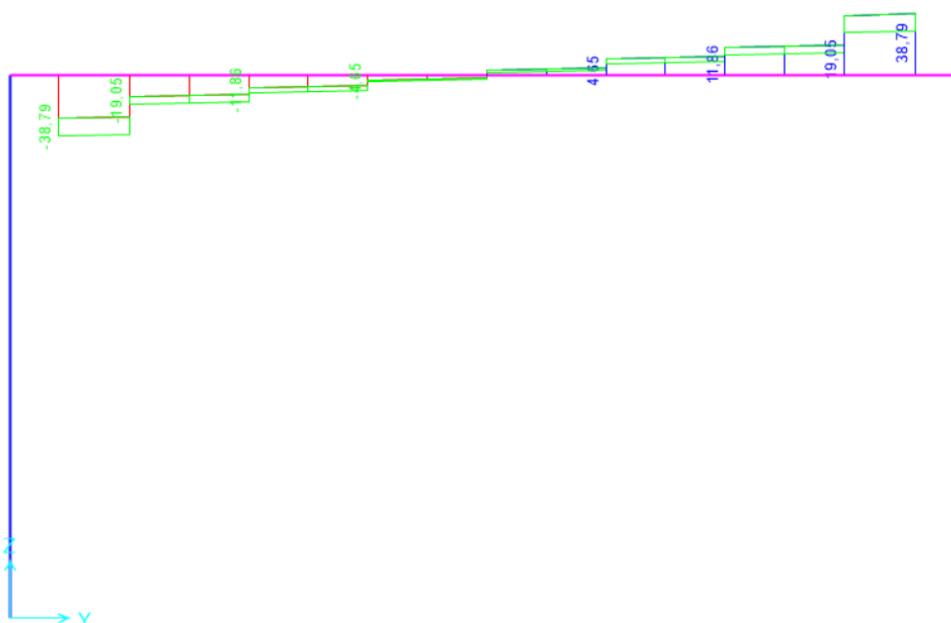


Figura 9.162 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>152 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	152 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	152 di 360								

**Figura 9.163 - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V22**

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)

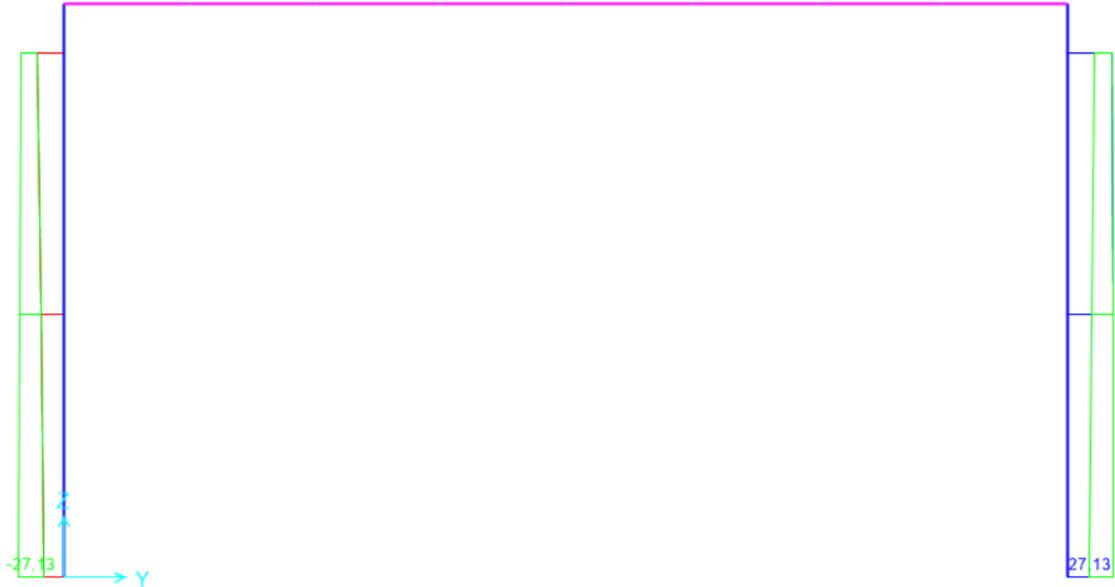


**Figura 9.164 - Combinazione SLE rara – Valori di Momento Flettente M22**

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

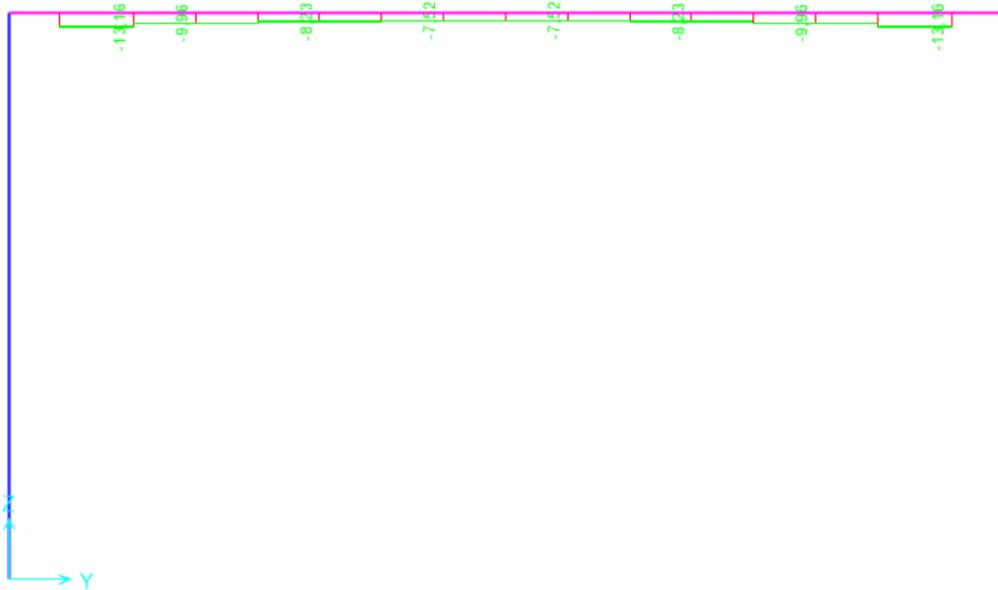
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	153 di 360

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



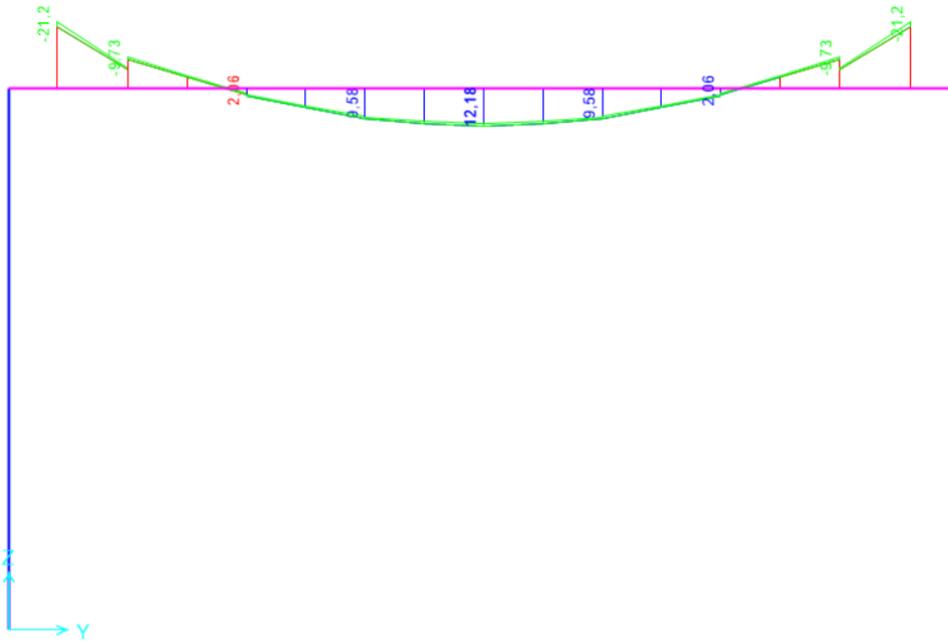
**Figura 9.165** - Combinazione SLE rara – Valori Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.166-** Combinazione SLE frequente – Valori di Sforzo Normale

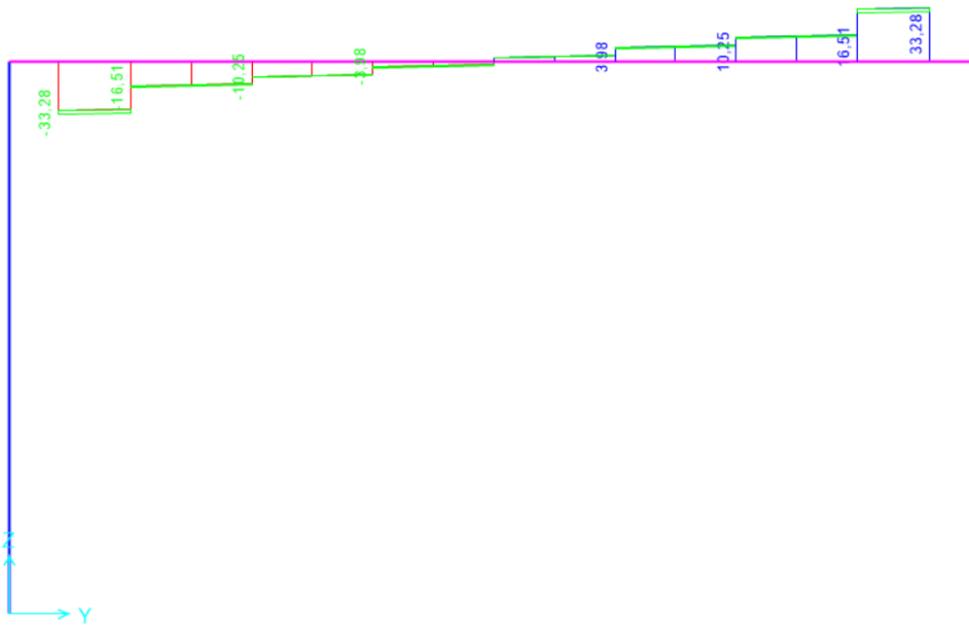
Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.167** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M33

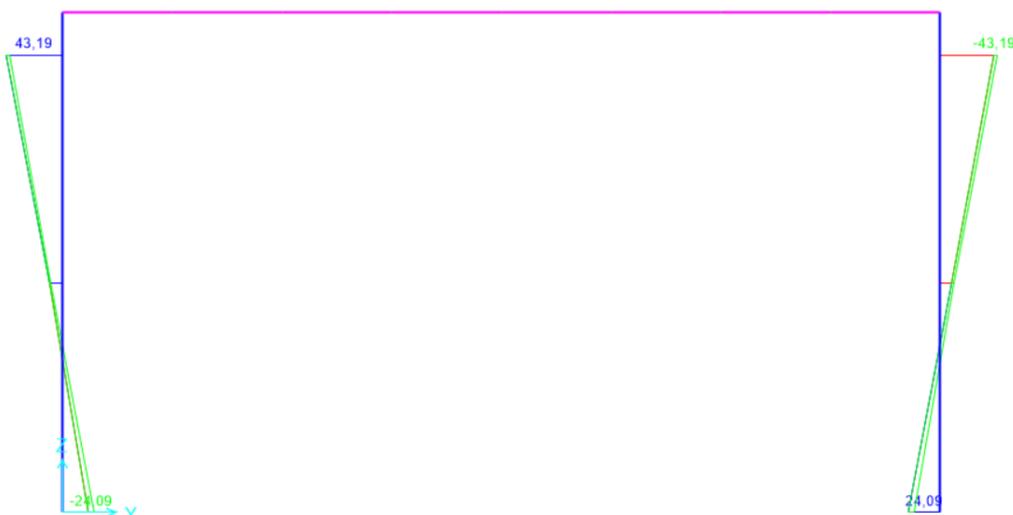
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>156 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	156 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	156 di 360								

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.168** - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V22

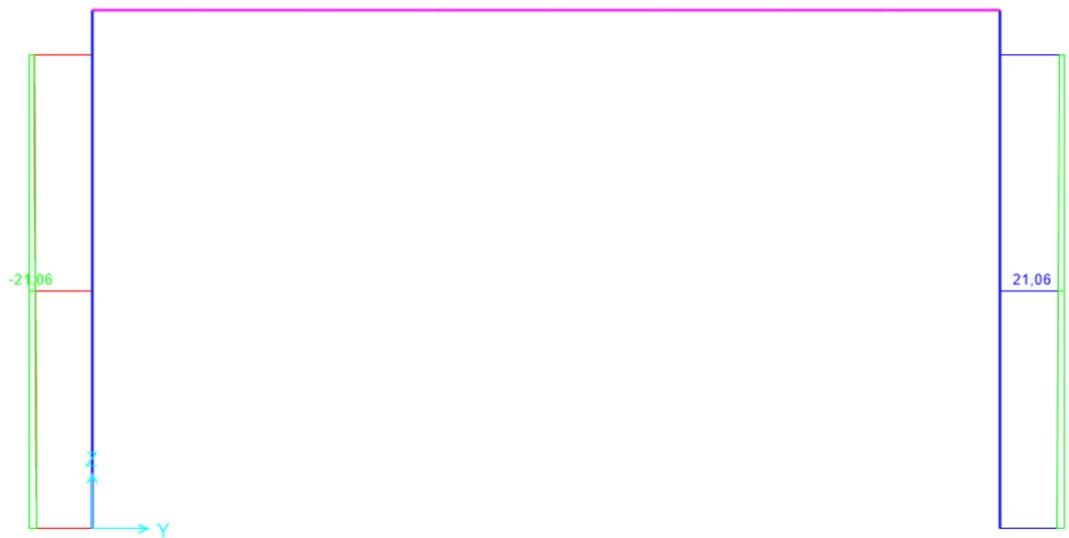
Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



**Figura 9.169** - Combinazione SLE frequente – Valori di Momento Flettente M22

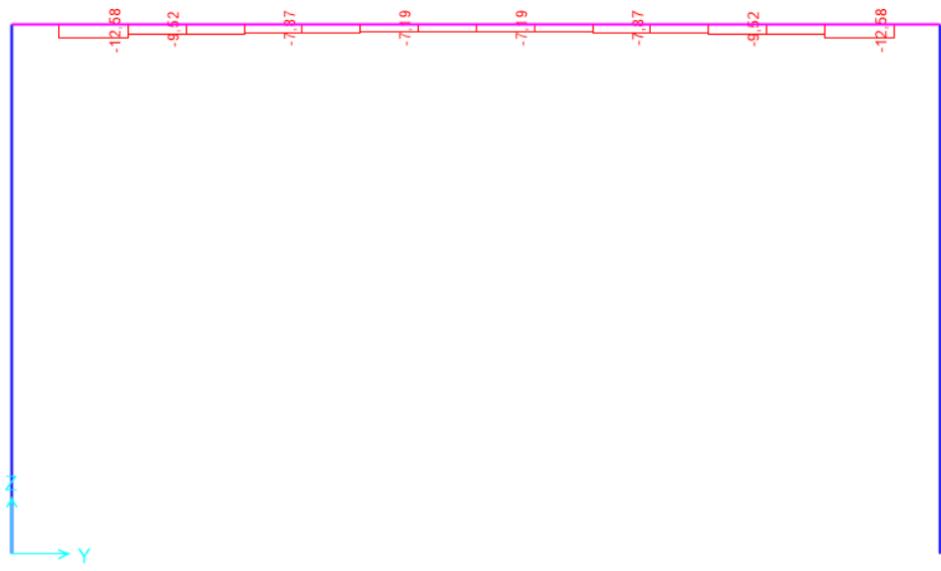
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>157 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	157 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	157 di 360								

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



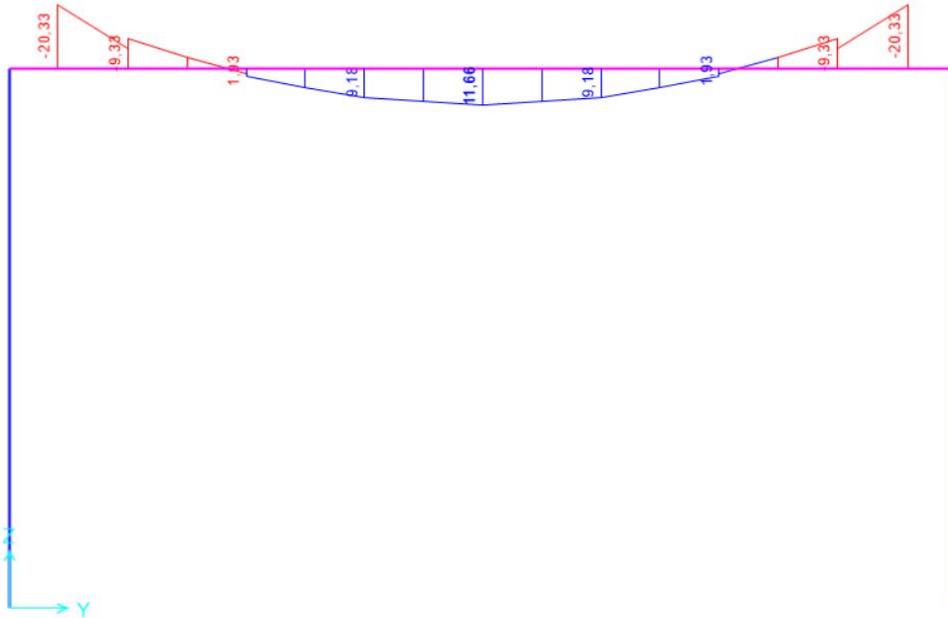
**Figura 9.170** - Combinazione SLE frequente – Valori Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (SLE\_qp)



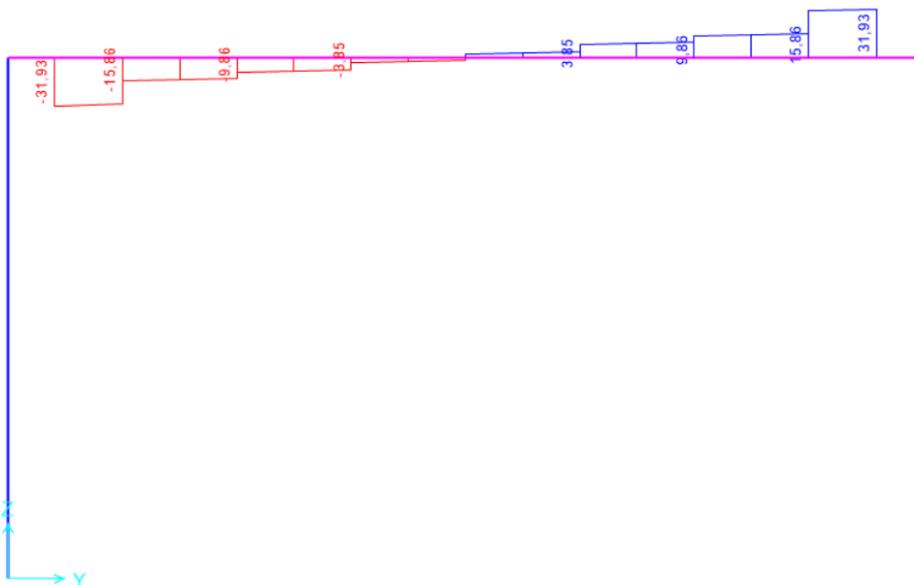
**Figura 9.171** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Sforzo Normale

Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.172** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)



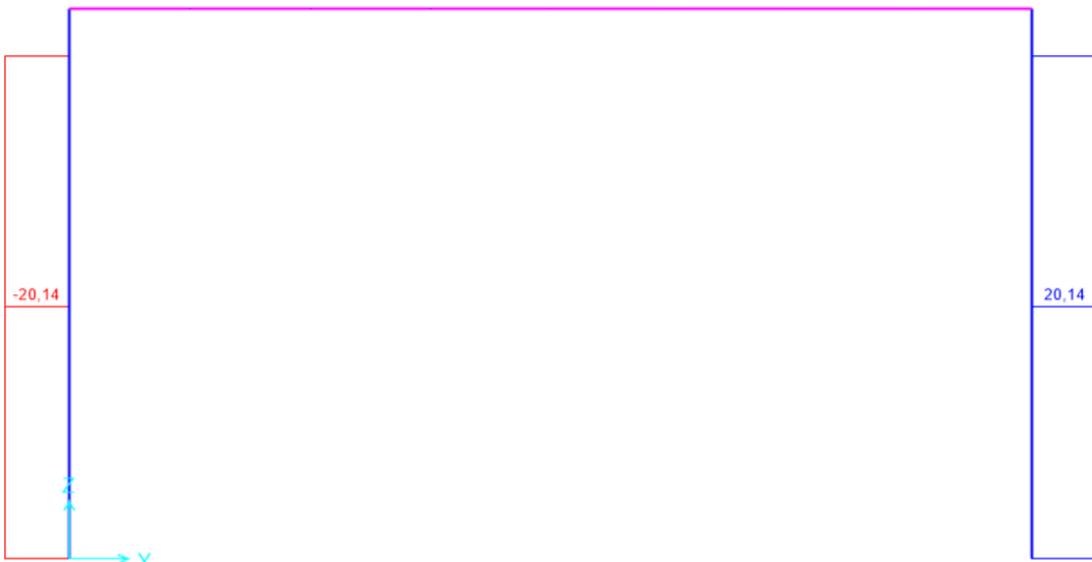
**Figura 9.173** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V22

Moment 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.174** - Combinazione SLE quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22

Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_qp)

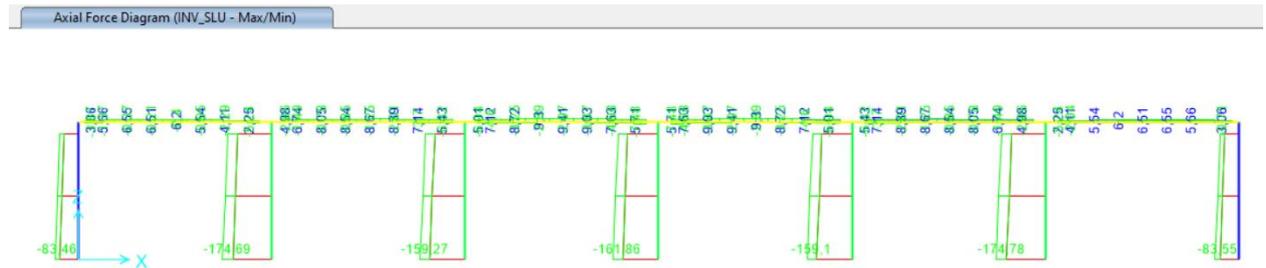
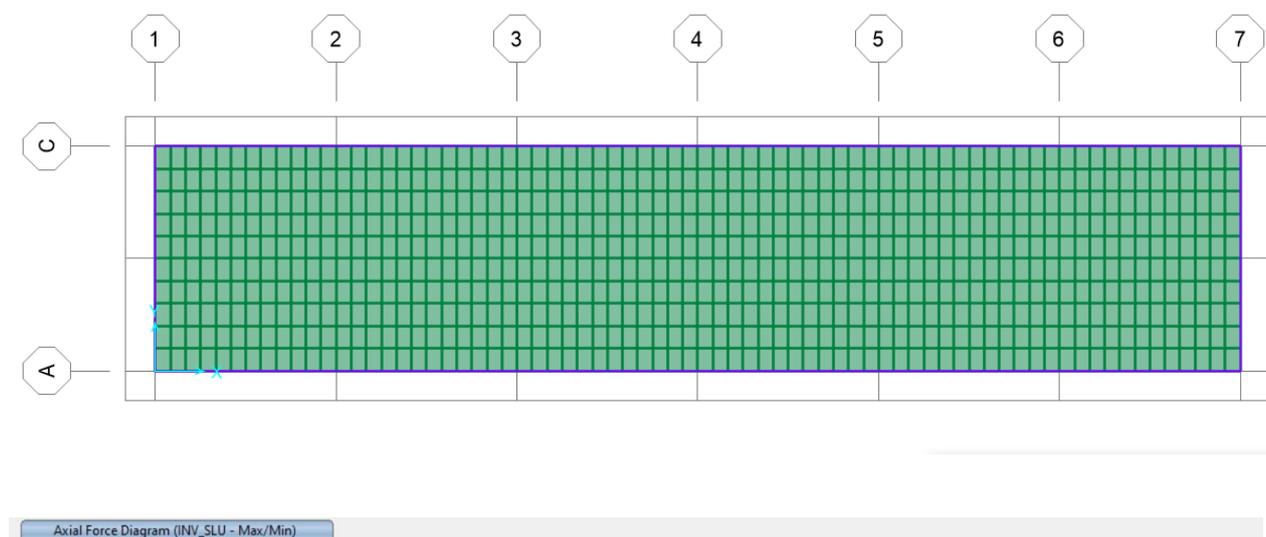


 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>160 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	160 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	160 di 360								

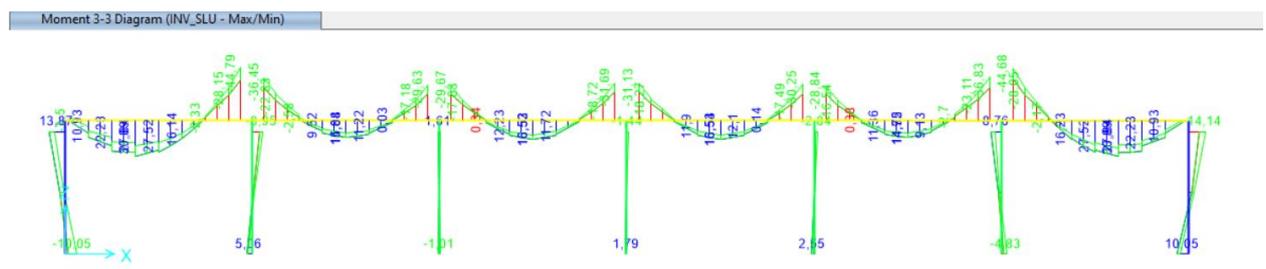
**Figura 9.175 - Combinazione SLE quasi permanente – Valori Sforzo di Taglio V33**

### 9.9 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.

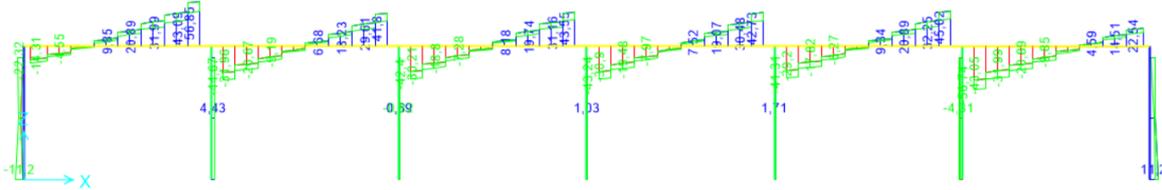


**Figura 9.176 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale**



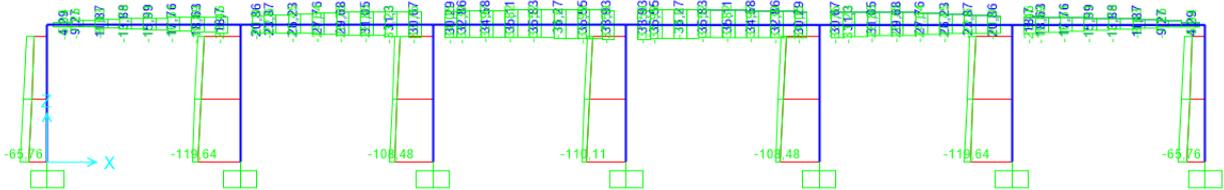
**Figura 9.177 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33**

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



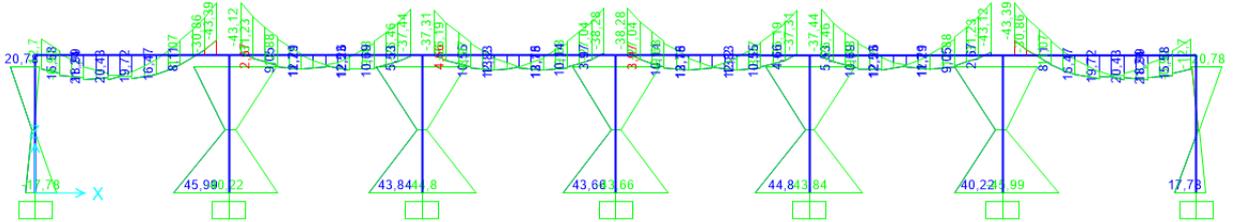
**Figura 9.178 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22**

Axial Force Diagram (INV\_SLV)



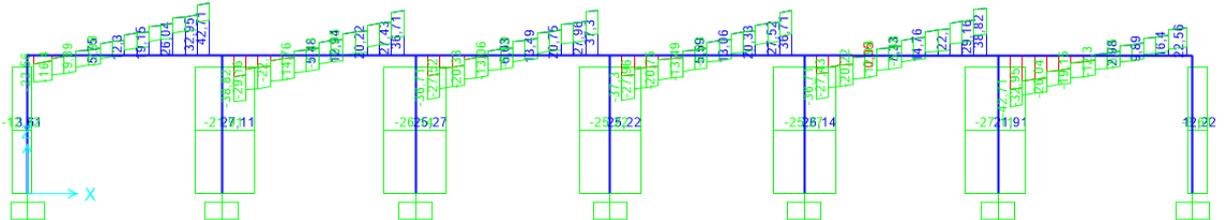
**Figura 9.179 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale**

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.180 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33**

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.181 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22**







### 9.10 Telaio Filo Fisso C

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.

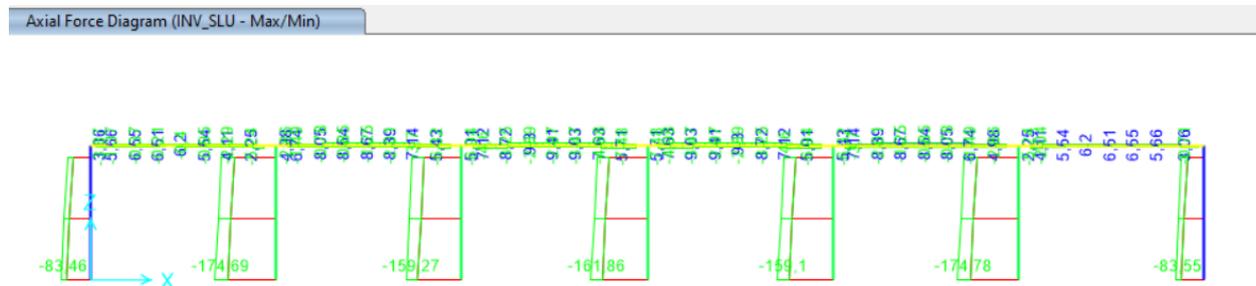


Figura 9.191 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

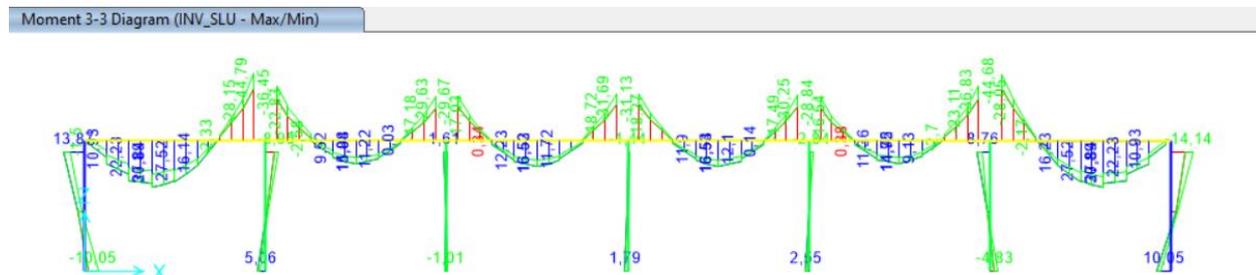
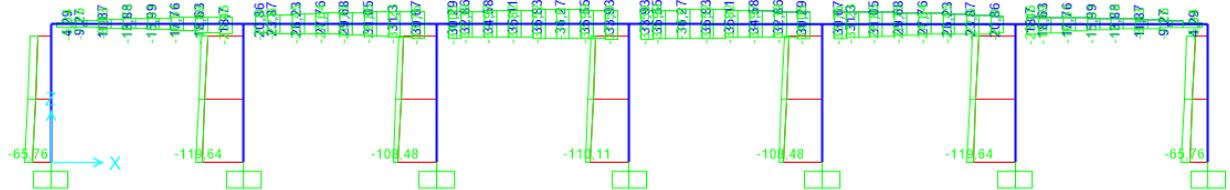


Figura 9.192 - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33



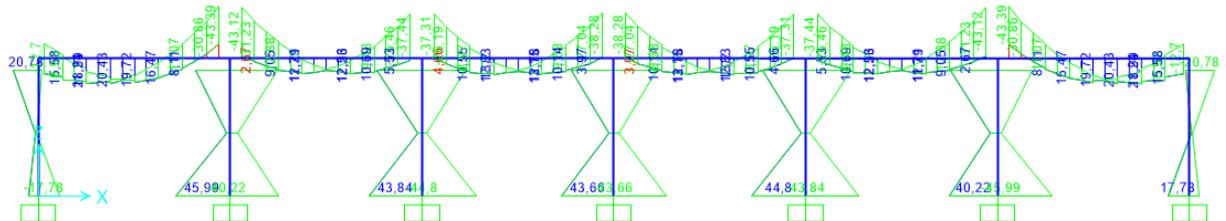
Figura 9.193 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

Axial Force Diagram (INV\_SLV)



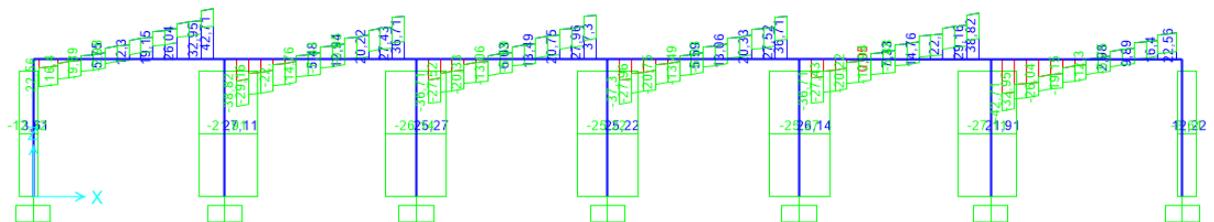
**Figura 9.194 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale**

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLV)



**Figura 9.195 - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33**

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLV)

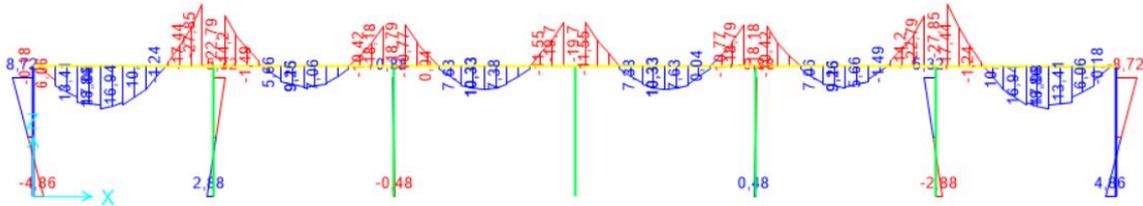


**Figura 9.196 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22**



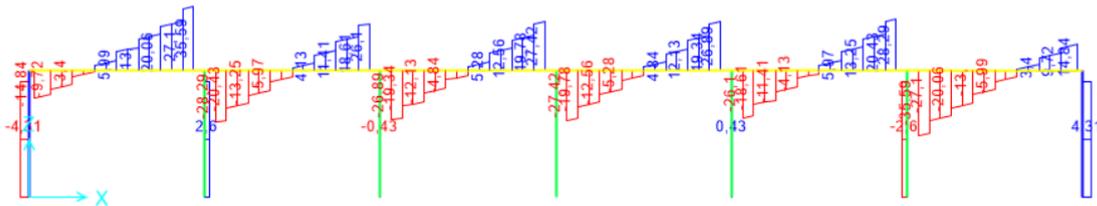


Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.204** - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)

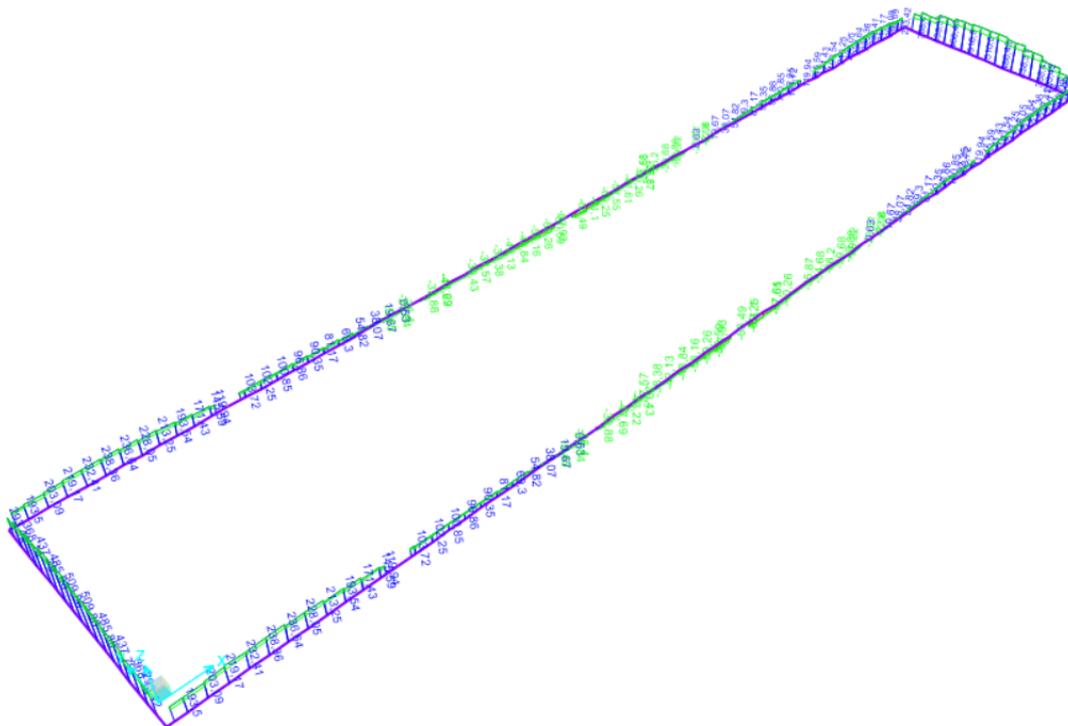


**Figura 9.205** - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Sforzo di Taglio V22

### 9.11 Forze Delle Fascio Di Cemento B60X125 Delle Fondazione

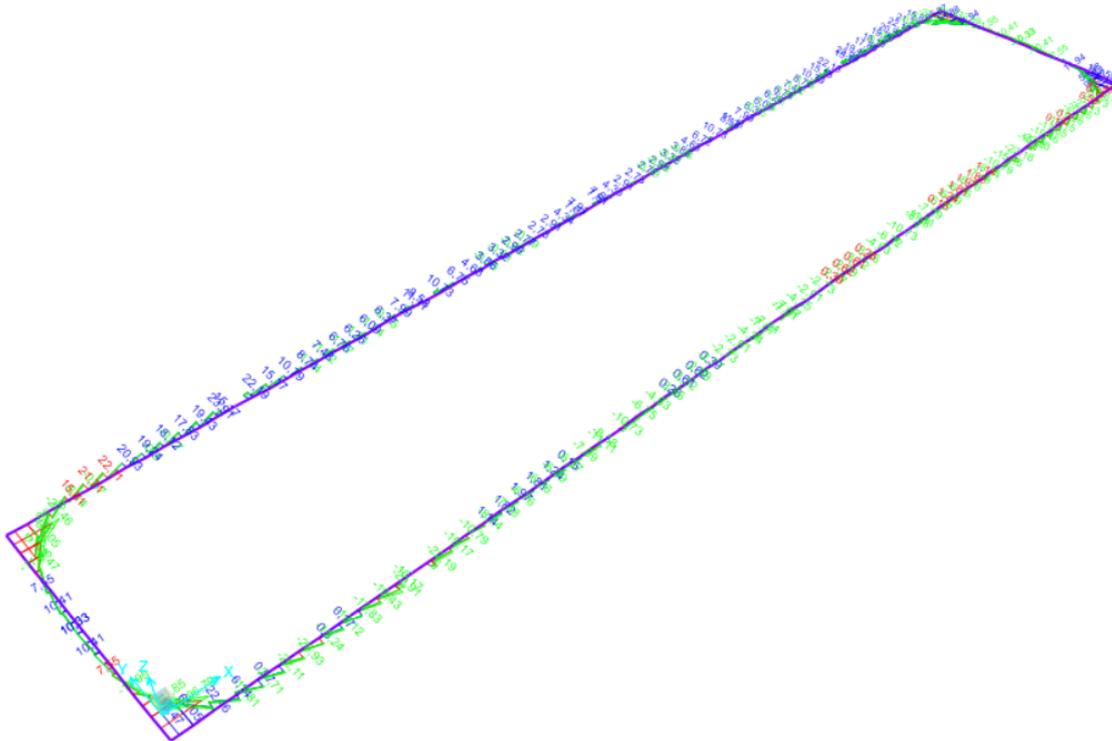
Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni negli elementi del telaio corrispondente al colone per le diverse combinazioni di carico considerate.

Axial Force Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



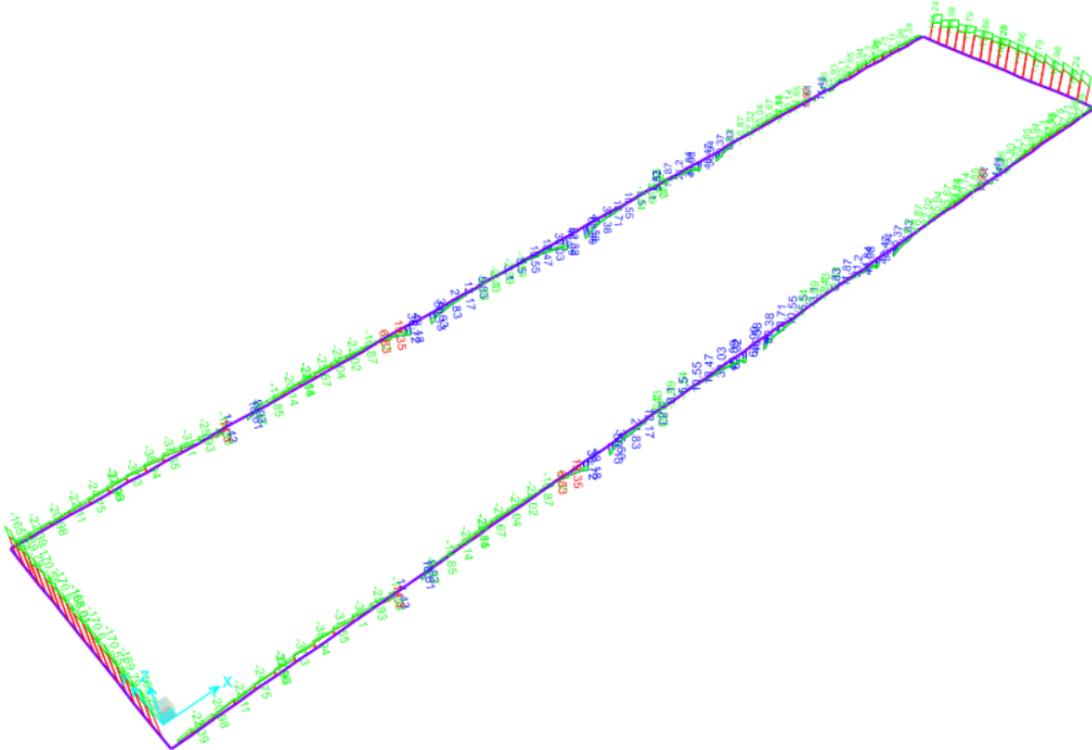
**Figura 9.206-** Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



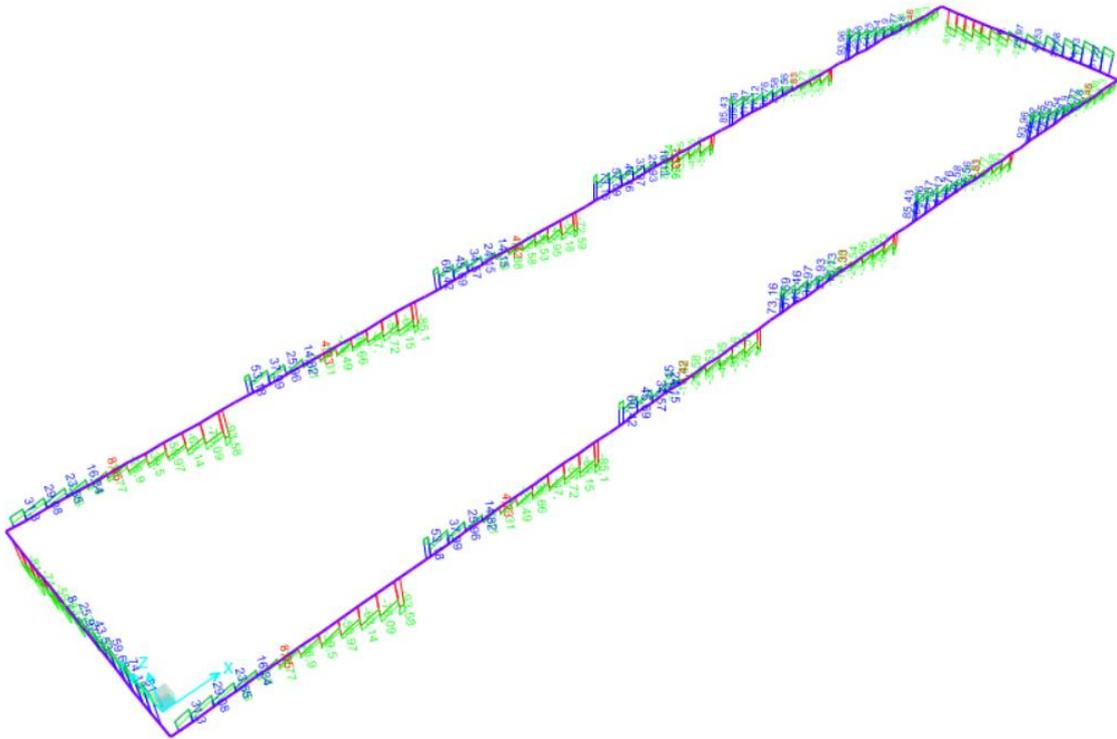
**Figura 9.207** - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M22

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



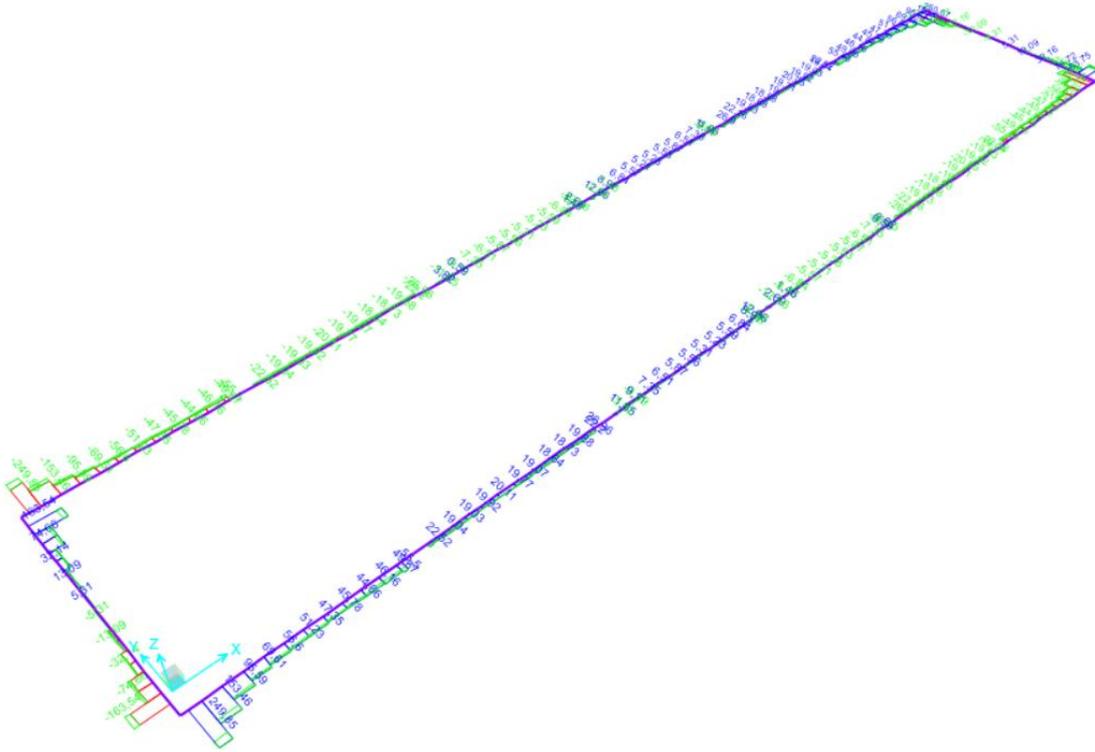
**Figura 9.208** - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.209** - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLU - Max/Min)



**Figura 9.210 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo di Taglio V33**

Axial Force Diagram (INV\_SLV)

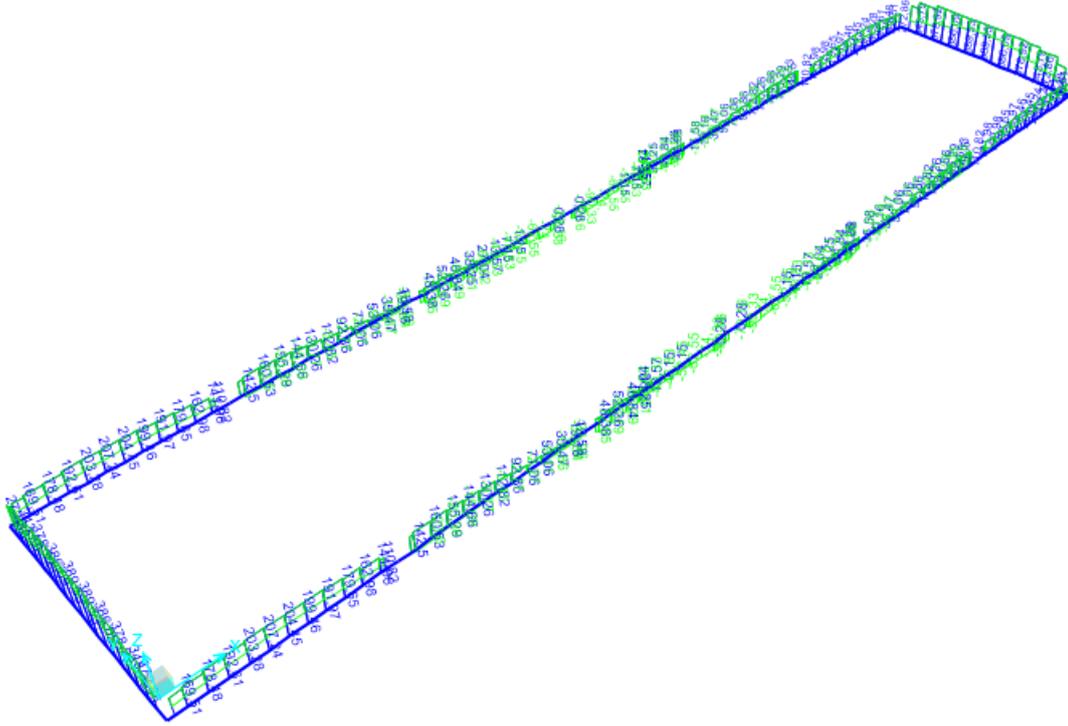
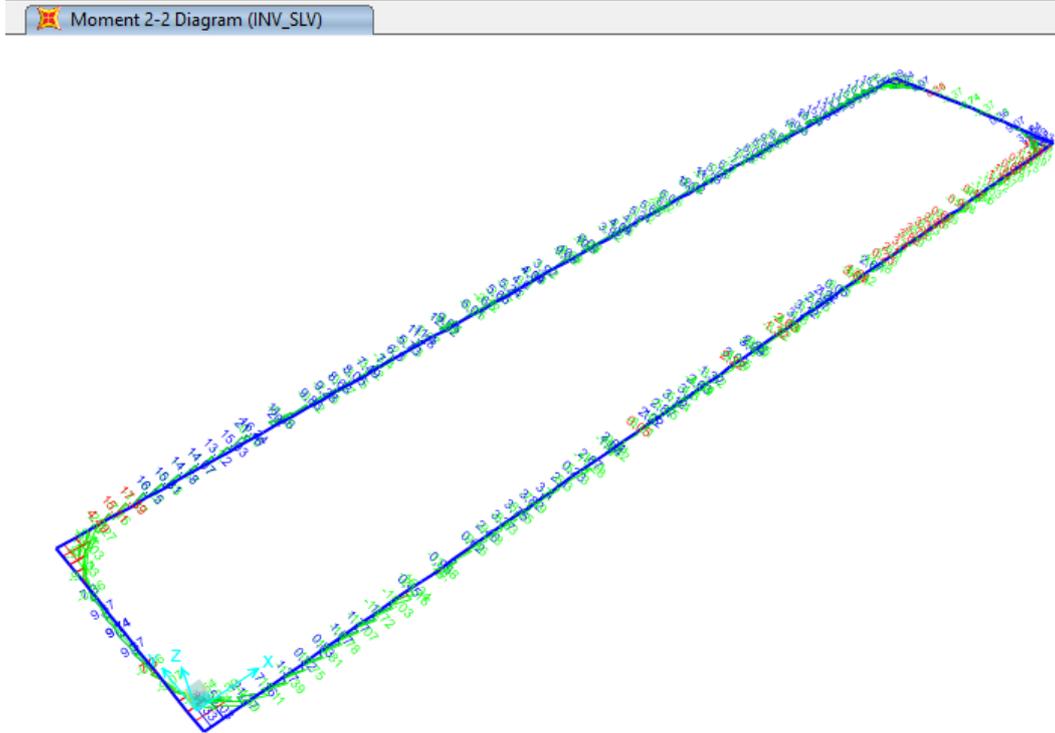
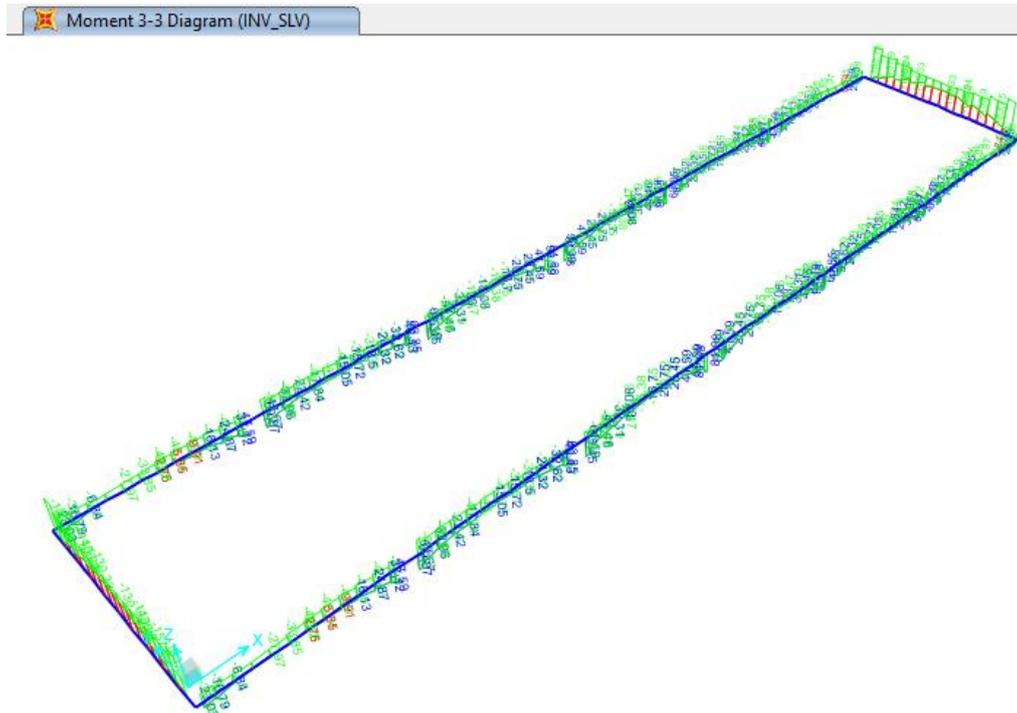


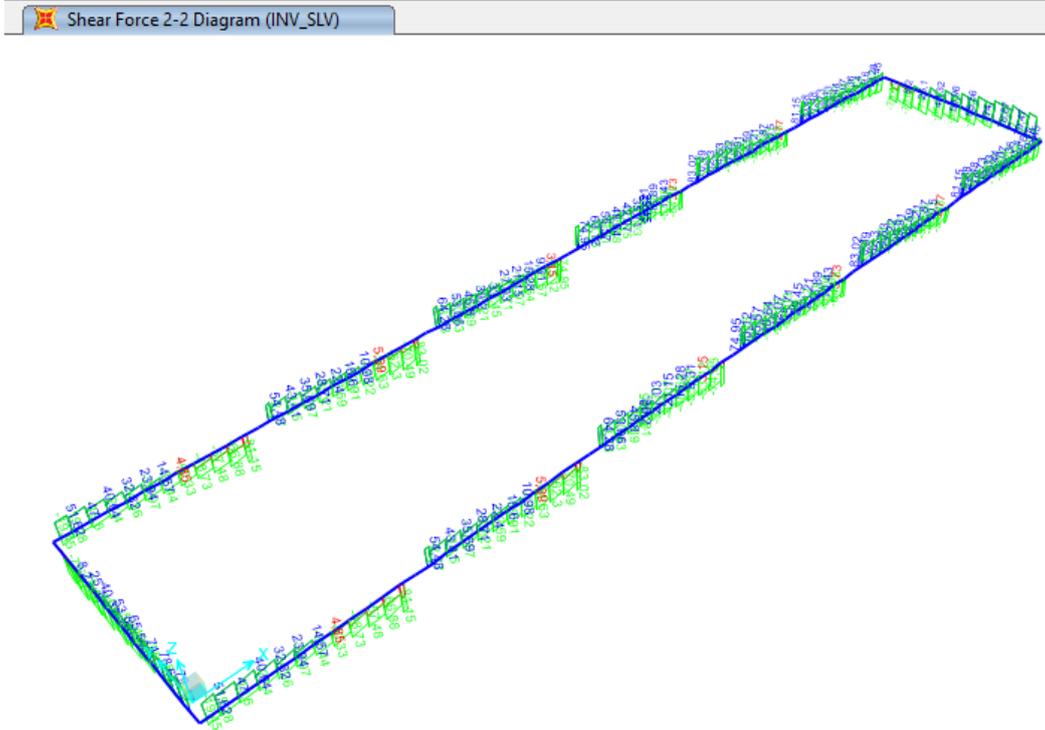
Figura 9.211 Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale



**Figura 9.212** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M22



**Figura 9.213** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M33



**Figura 9.214 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V22**

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLV)

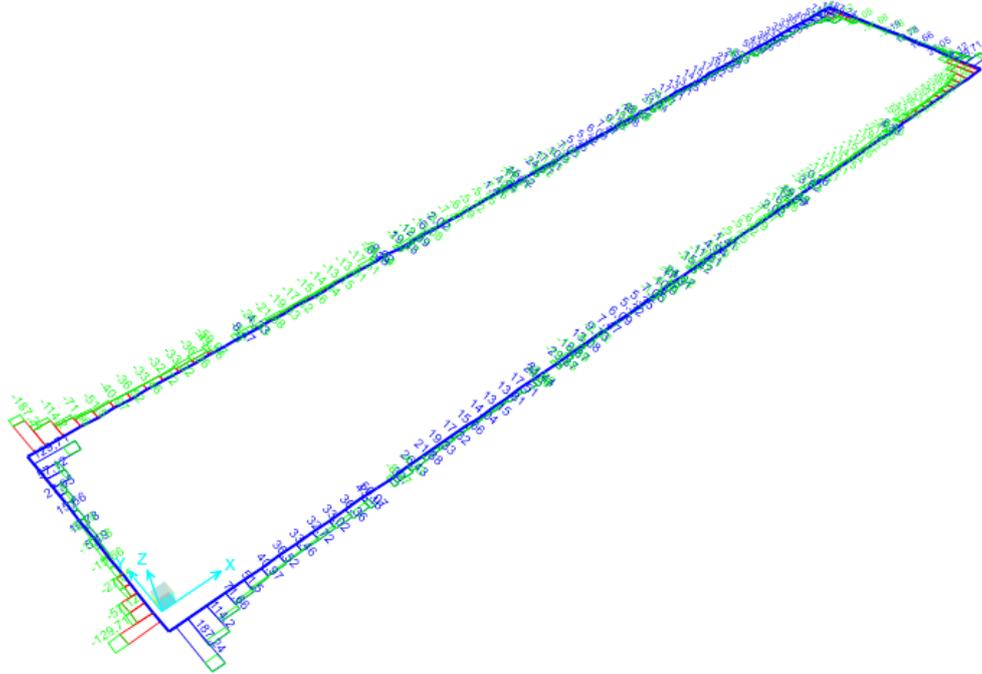
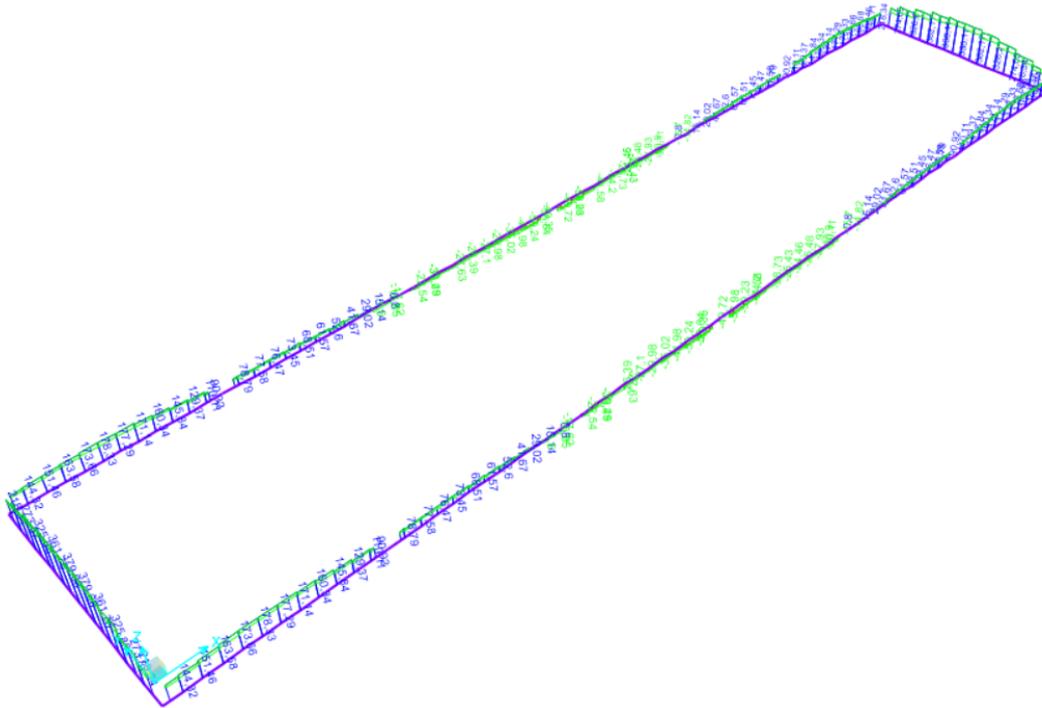


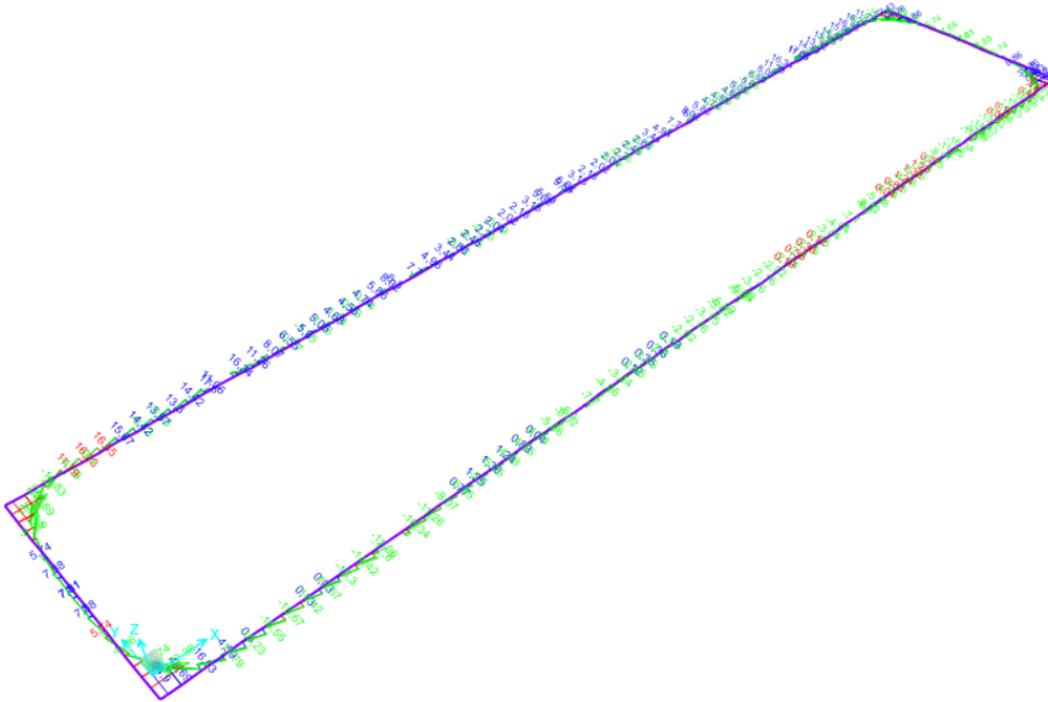
Figura 9.215 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



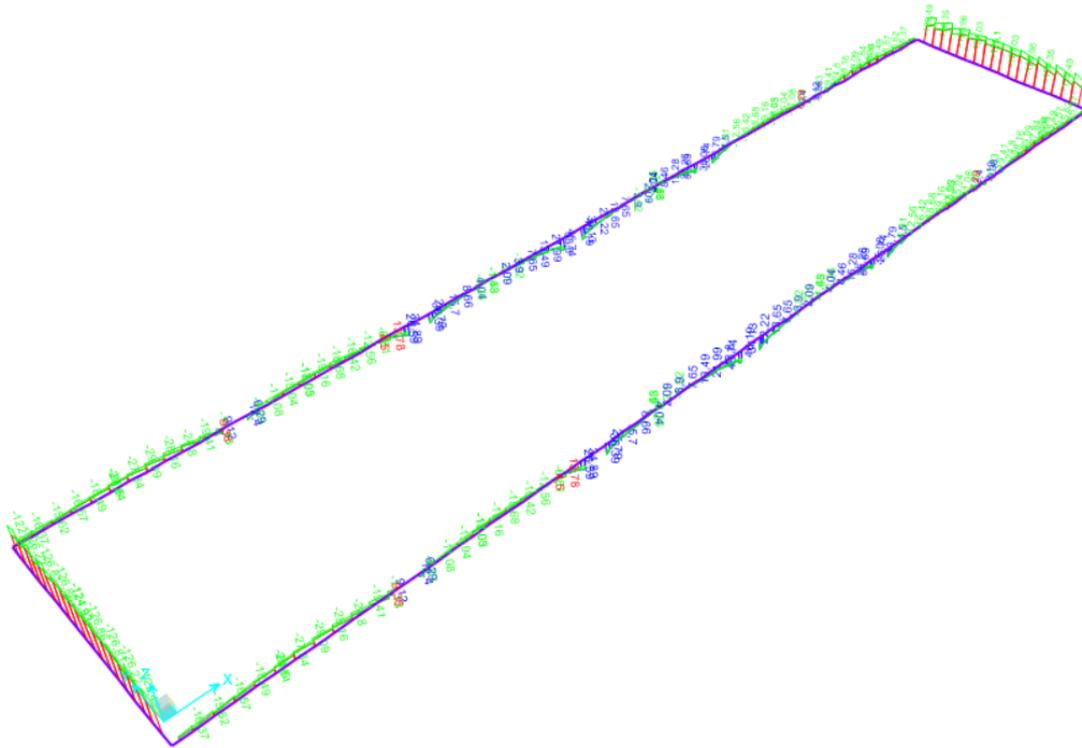
**Figura 9.216** -Combinazione SLE- rara – Valori di Sforzo Normale

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



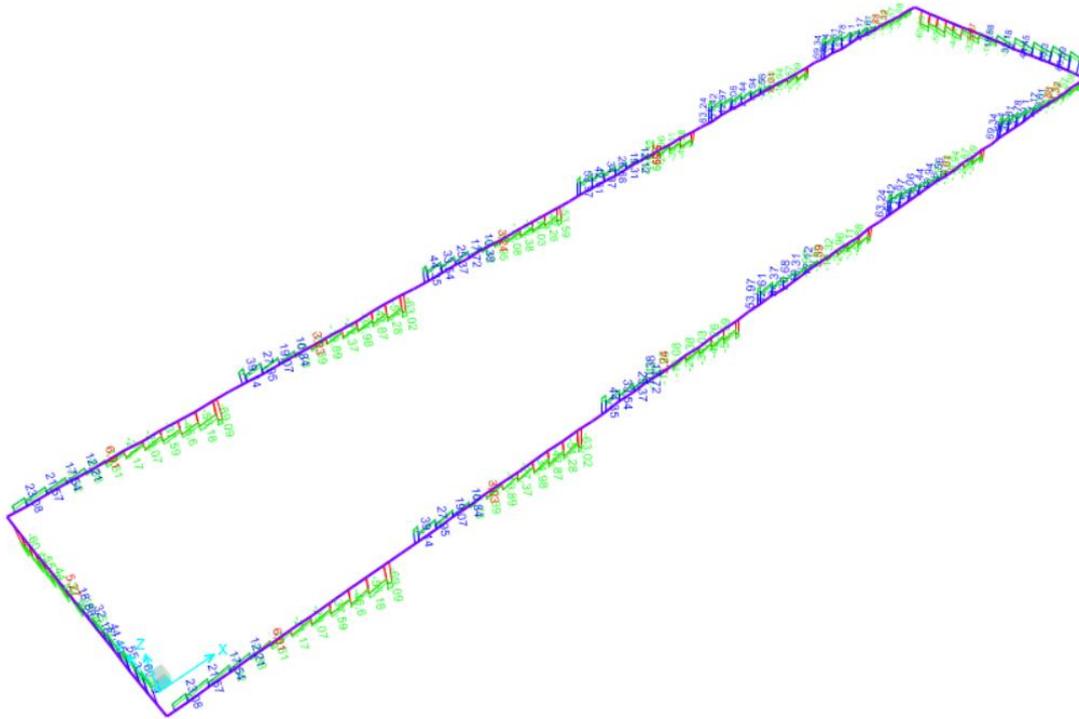
**Figura 9.217** - Combinazione SLE-rara – Valori di Momento Flettente M22

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



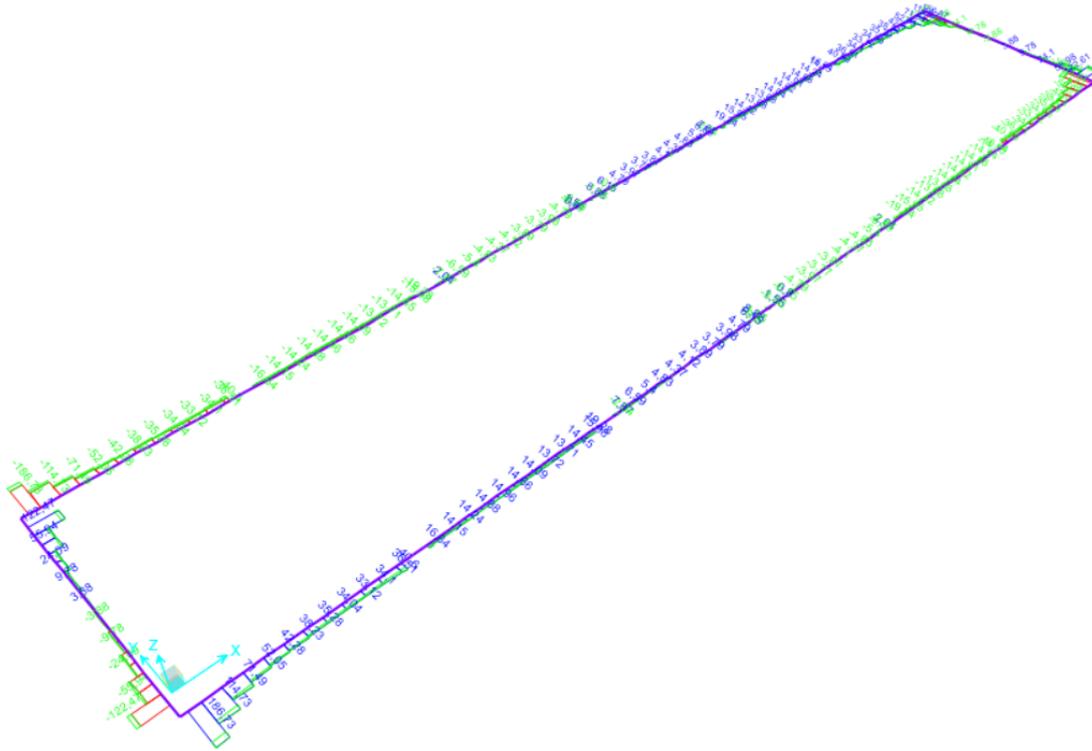
**Figura 9.218** - Combinazione SLE-rara – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



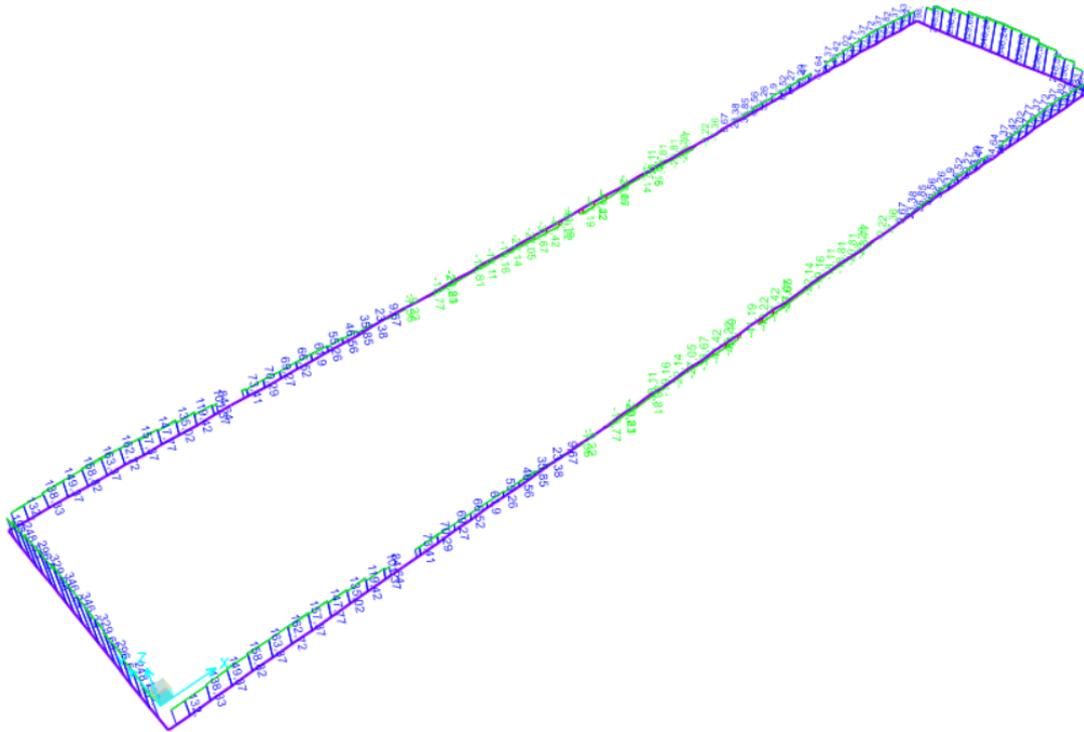
**Figura 9.219** - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo di Taglio V22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_C\_rara - Max/Min)



**Figura 9.220** - Combinazione SLE-rara – Valori di Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)

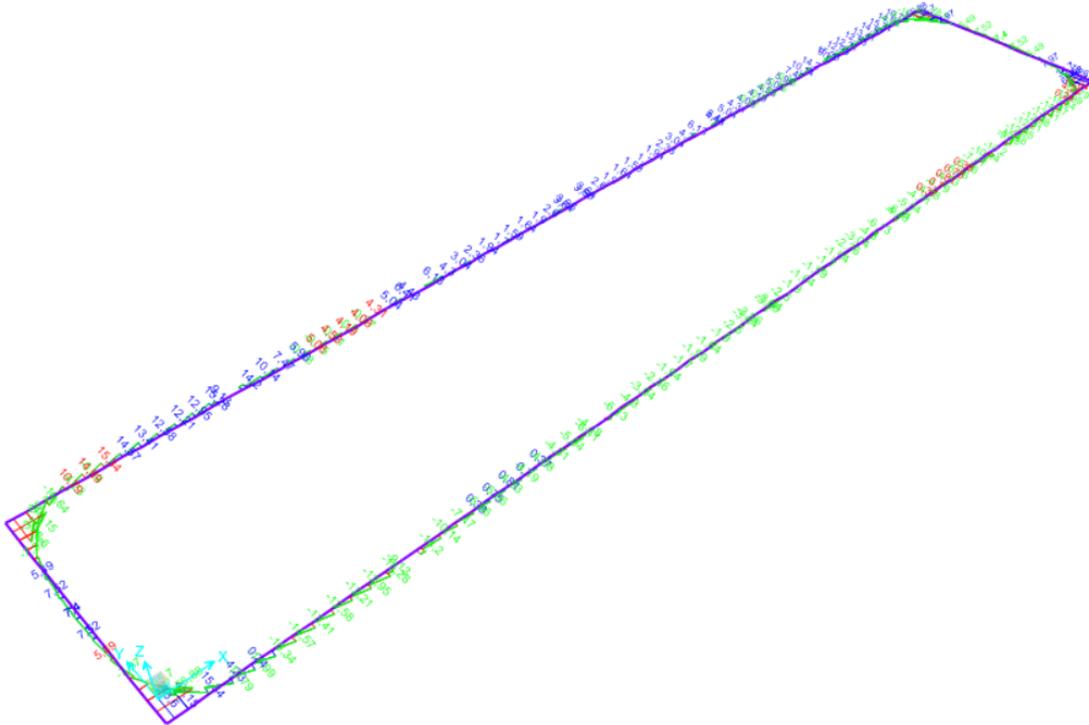


**Figura 9.221** -Combinazione SLE-F – Valori di Sforzo Normale

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

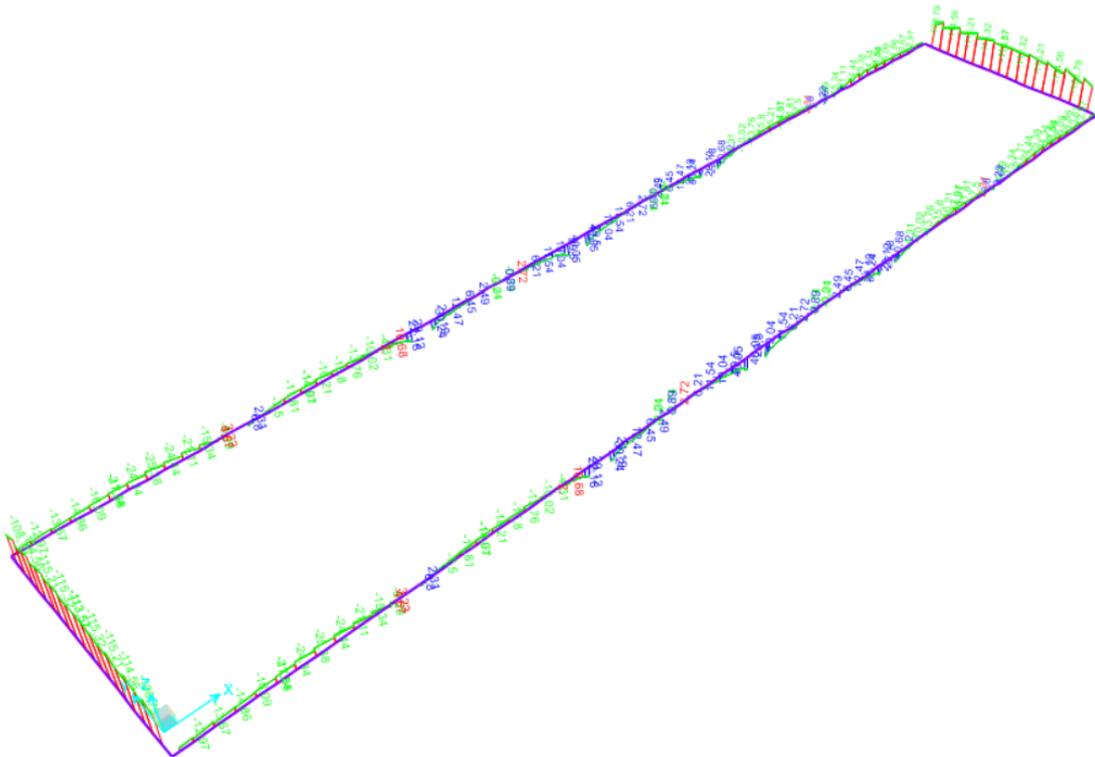
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	185 di 360

Moment 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



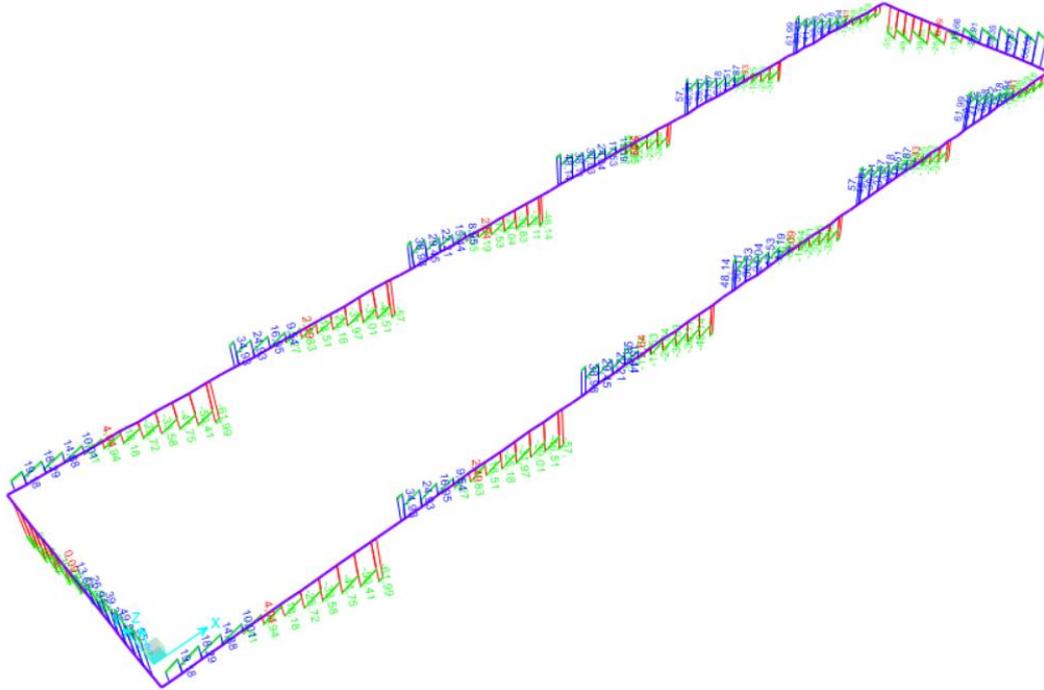
**Figura 9.222** - Combinazione SLE-frequente – Valori di Momento Flettente M22

Moment 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



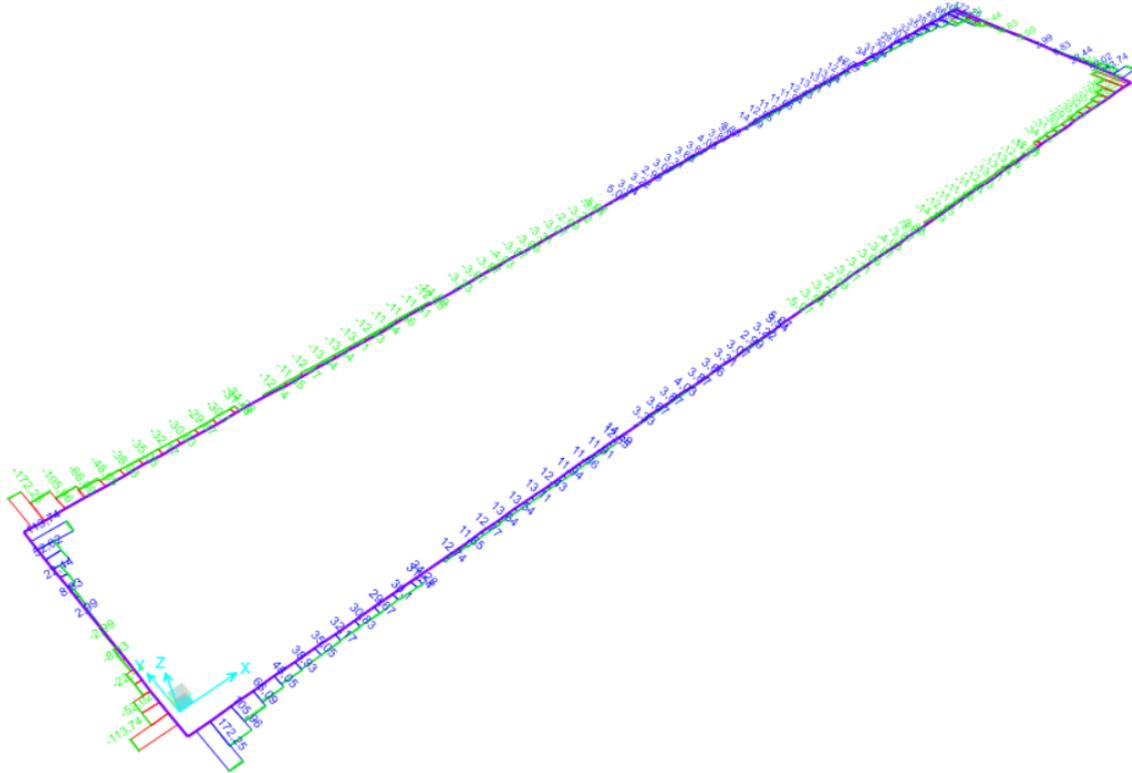
**Figura 9.223** - Combinazione SLE-frequente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



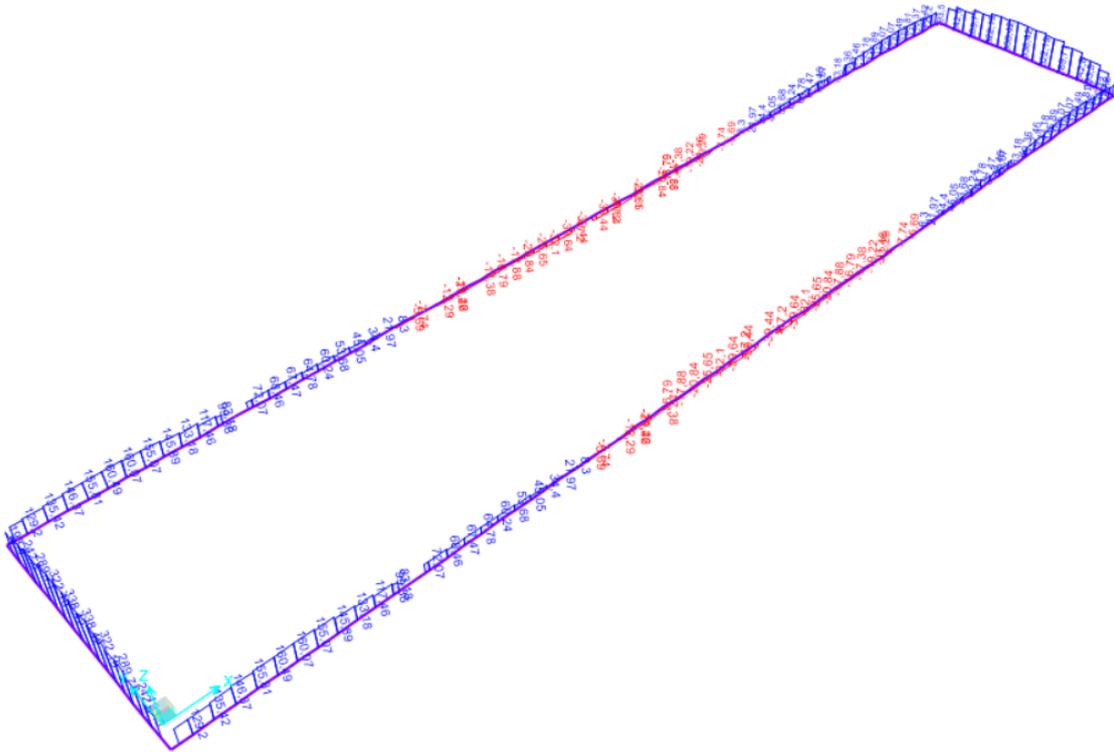
**Figura 9.224** - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo di Taglio V22

Shear Force 3-3 Diagram (INV\_SLE\_F - Max/Min)



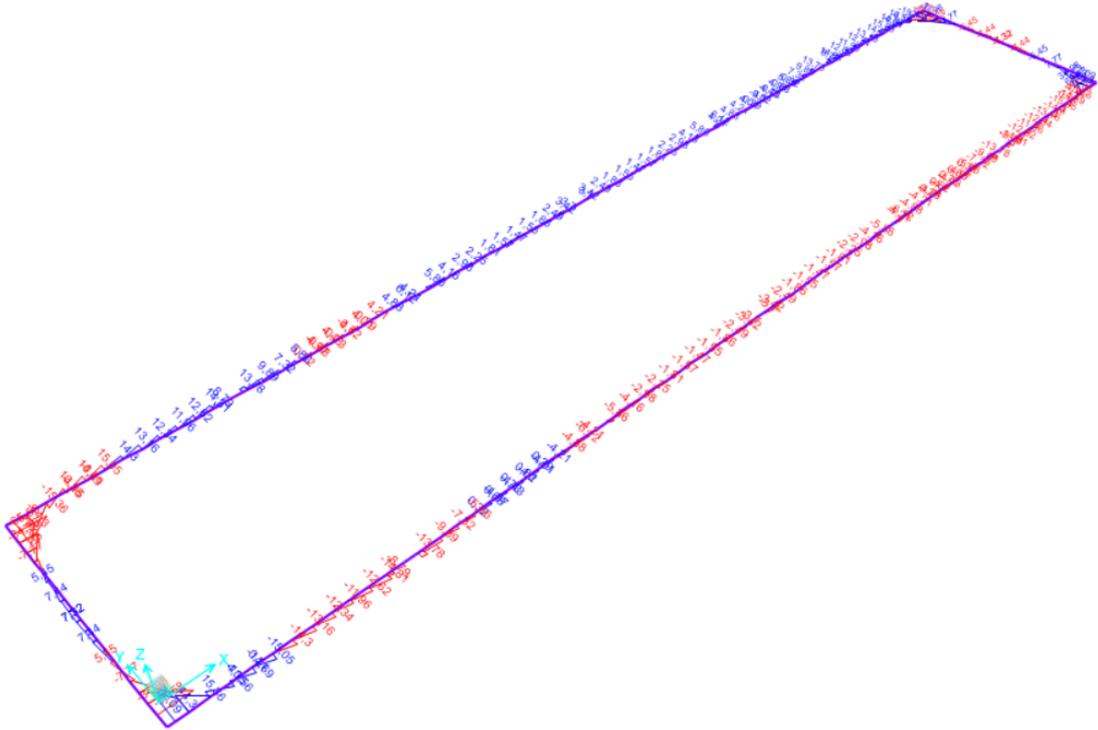
**Figura 9.225** - Combinazione SLE-frequente – Valori di Sforzo di Taglio V33

Axial Force Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.226** -Combinazione SLE-Quasi permanent – Valori di Sforzo Normale

Moment 2-2 Diagram (SLE\_qp)

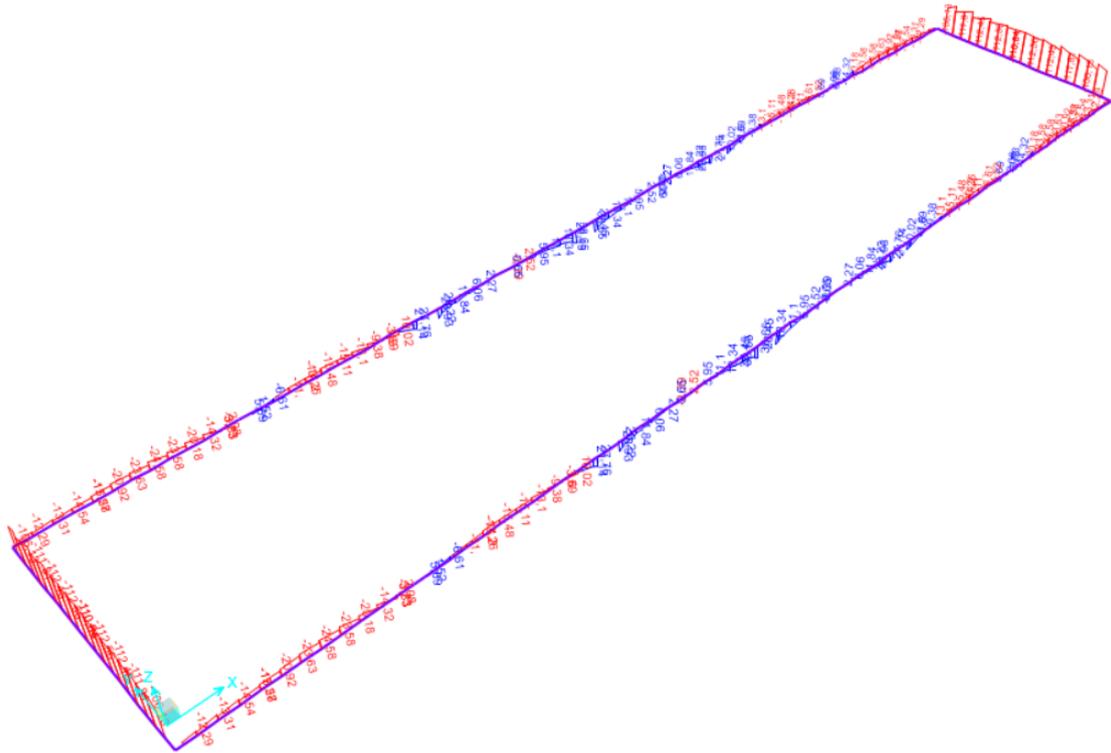


**Figura 9.227** - Combinazione SLE-quasi permanente – Valori di Momento Flettente M22

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

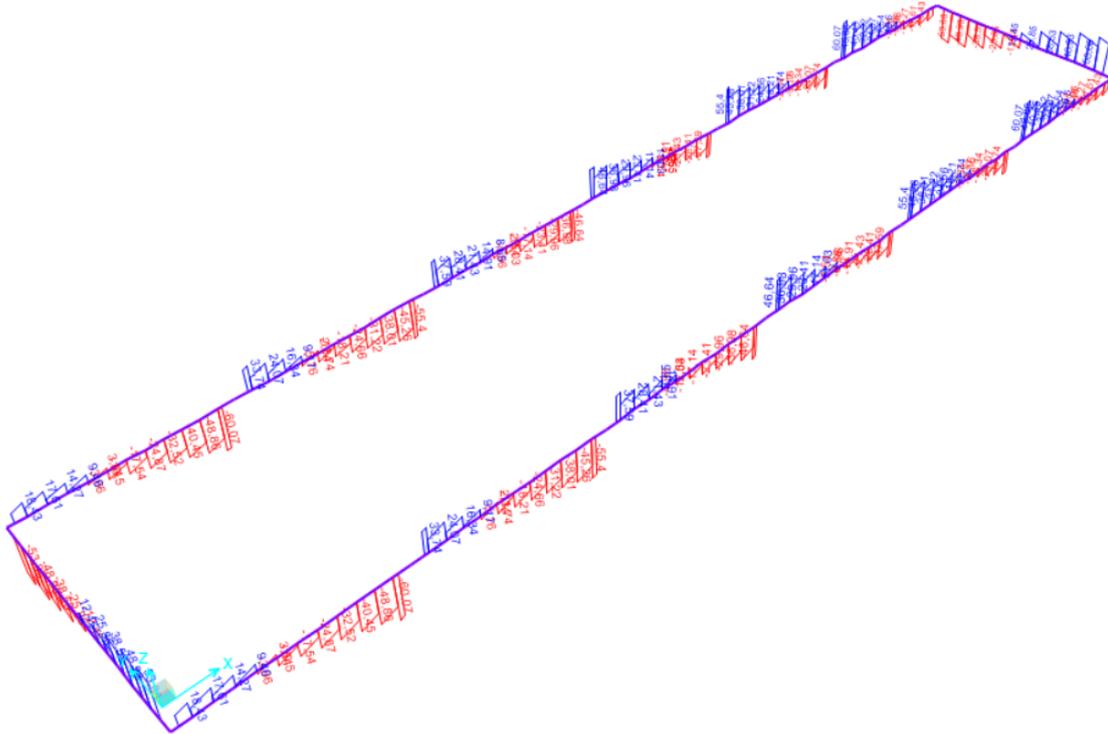
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	191 di 360

Moment 3-3 Diagram (SLE\_qp)



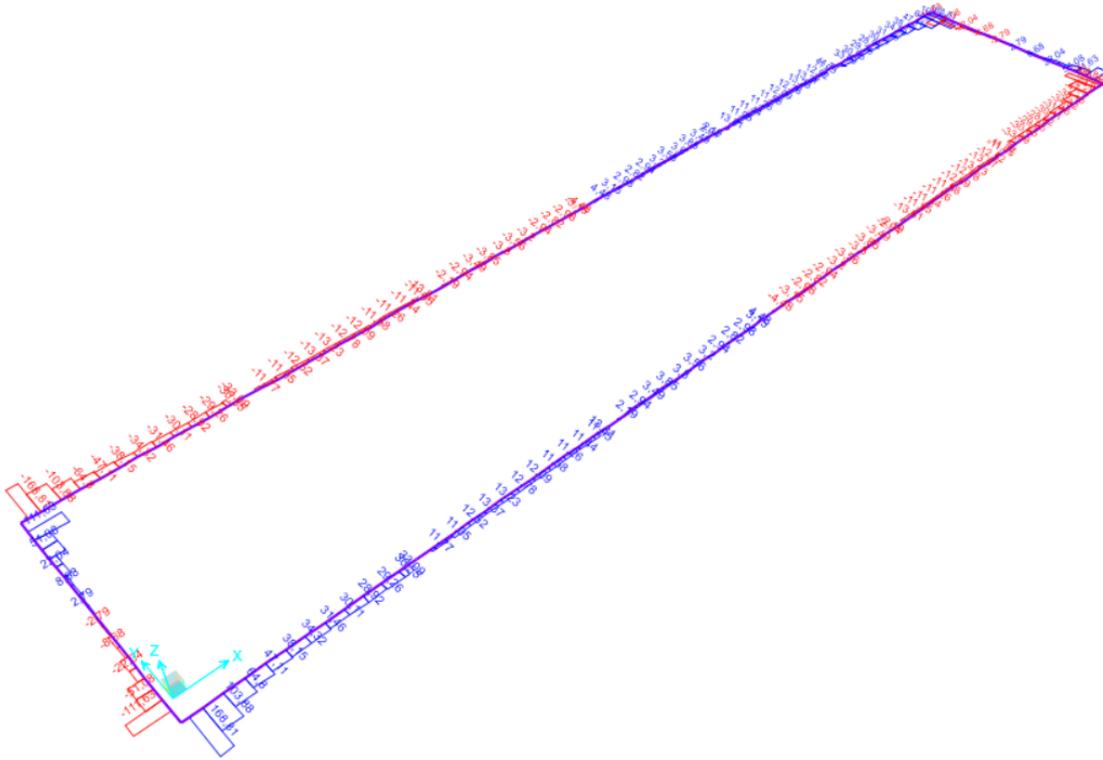
**Figura 9.228** - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Momento Flettente M33

Shear Force 2-2 Diagram (SLE\_qp)



**Figura 9.229** - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Sforzo di Taglio V22

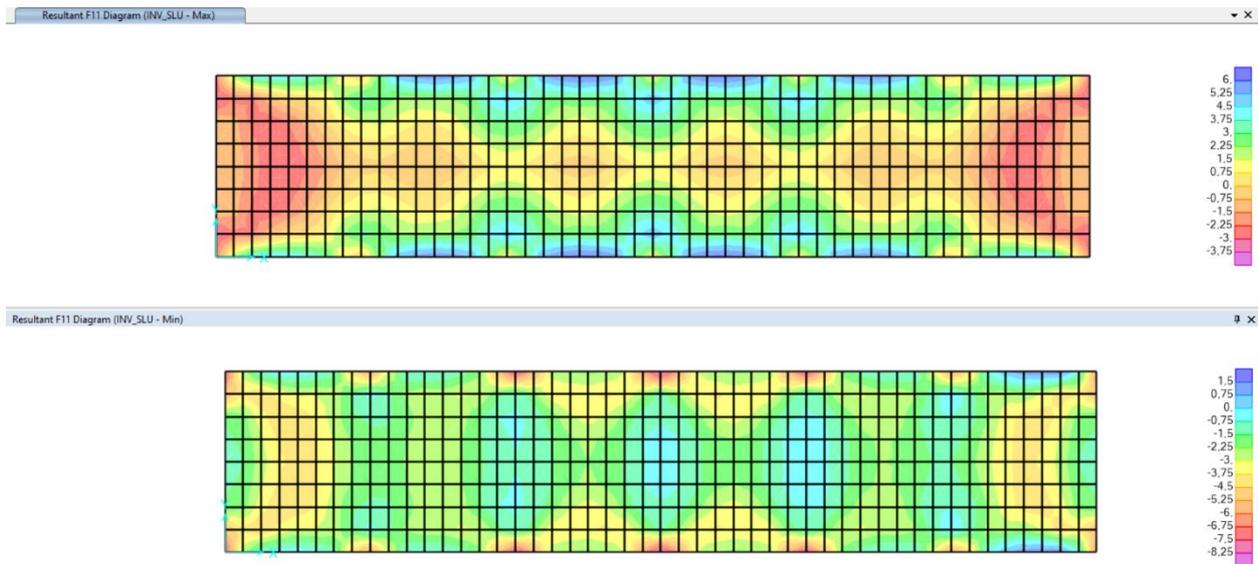
Shear Force 3-3 Diagram (SLE\_qp)



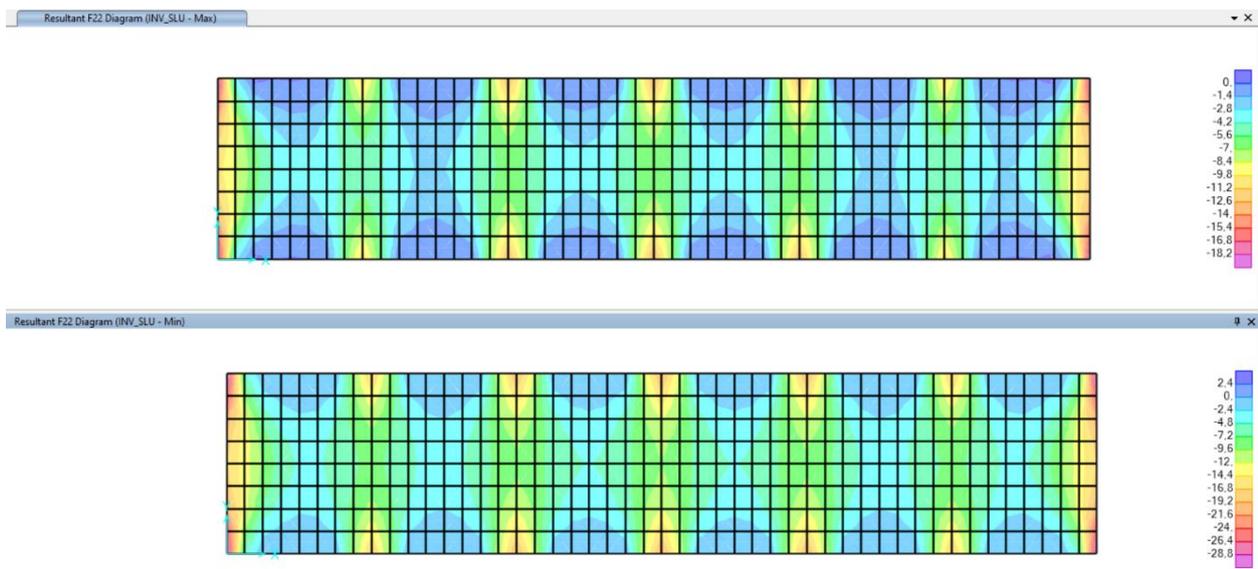
**Figura 9.230** - Combinazione SLE- quasi permanente – Valori di Sforzo di Taglio V33

## 9.12 SOLAIO COPERTURA

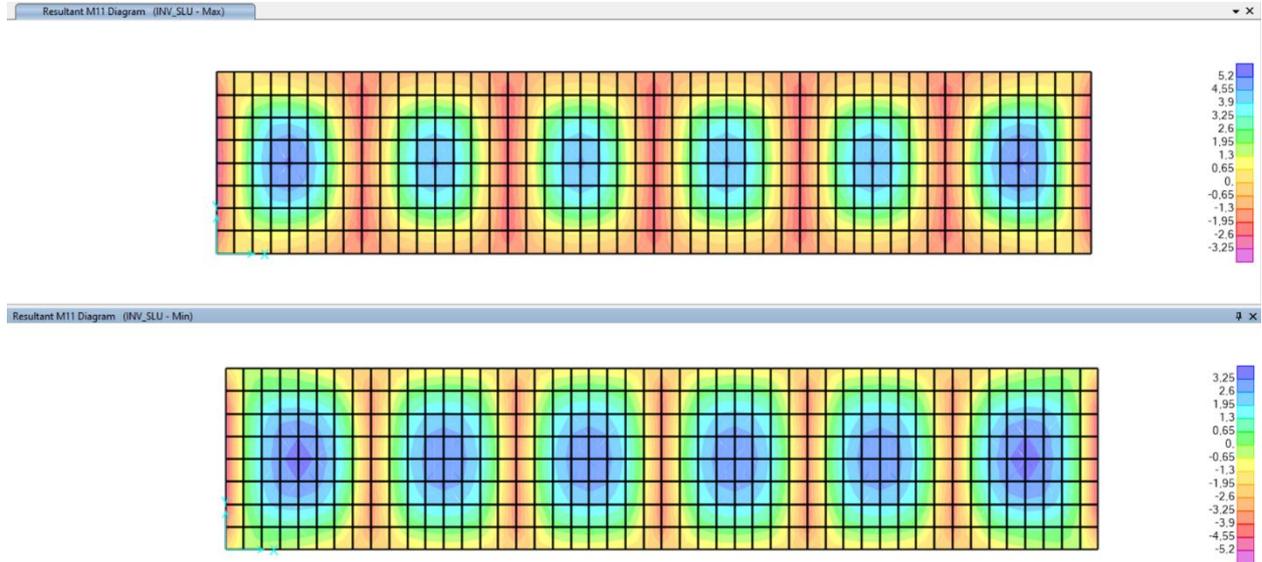
Di seguito si riportano alcune immagini che illustrano la distribuzione delle sollecitazioni nelle due travi che costituiscono la soletta superiore, per le diverse combinazioni di carico considerate.



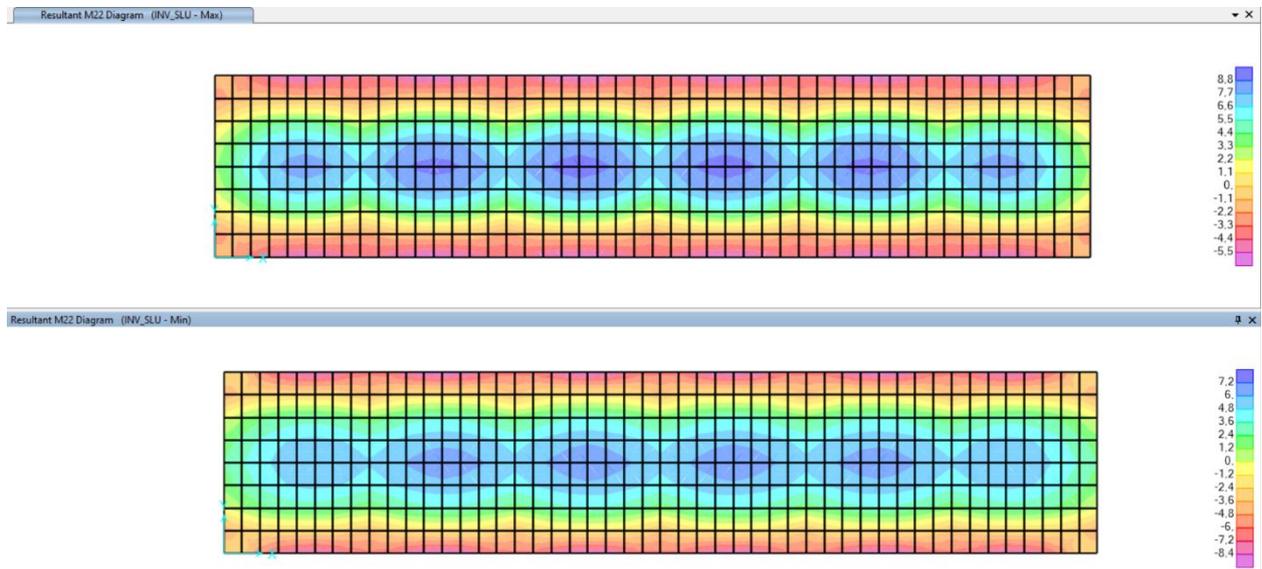
**Figura 9.231 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale F11**



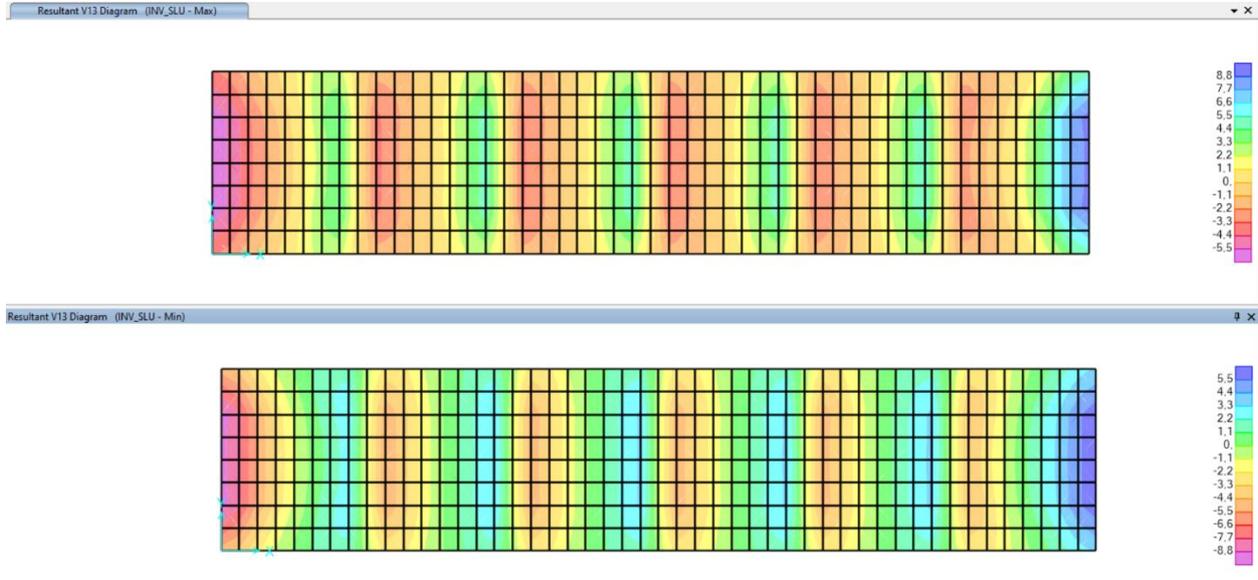
**Figura 9.232 - Combinazione SLU – Valori di Sforzo Normale F22**



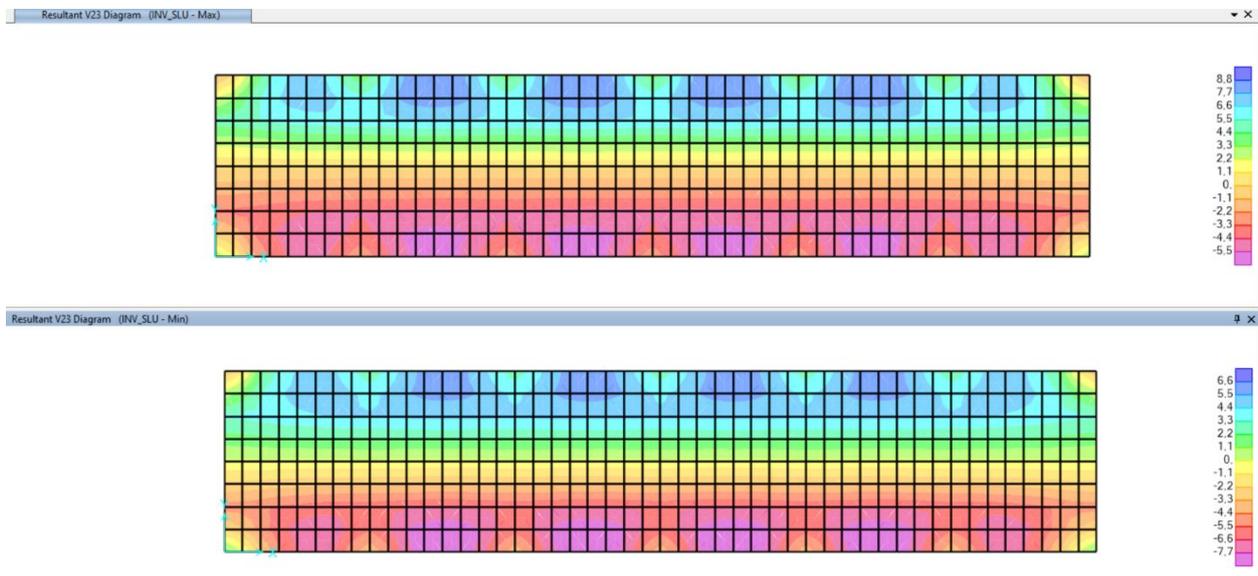
**Figura 9.233** - Combinazione SLU – Valori di Momento Flettente M11



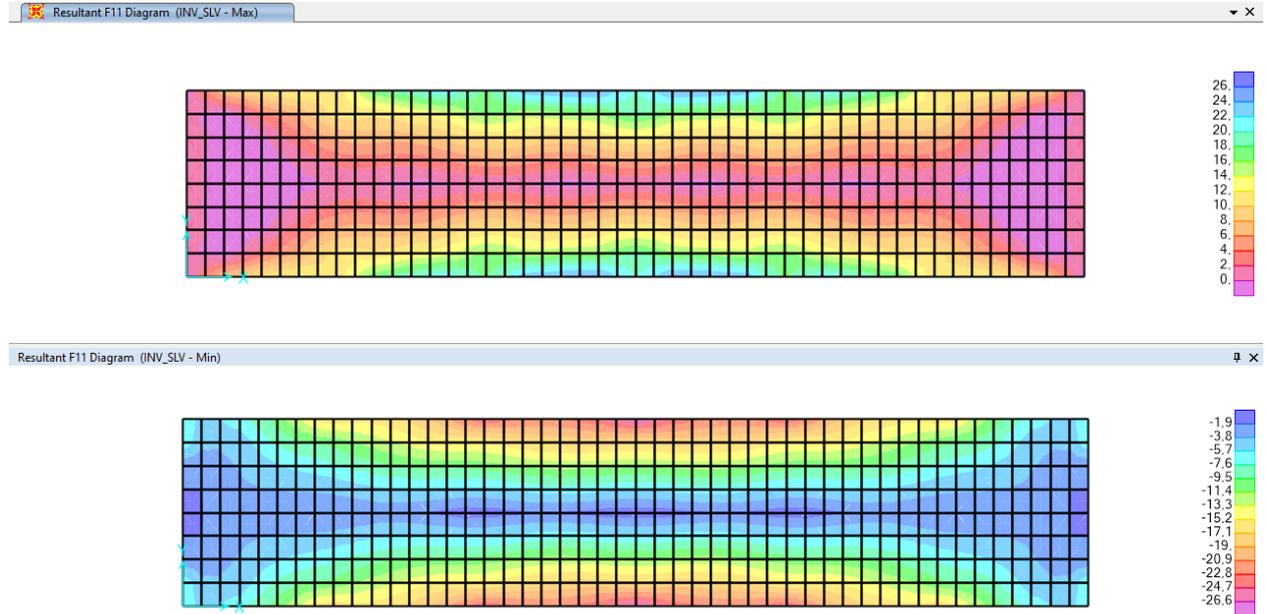
**Figura 9.234** - Combinazione SLU– Valori di Momento Flettente M22



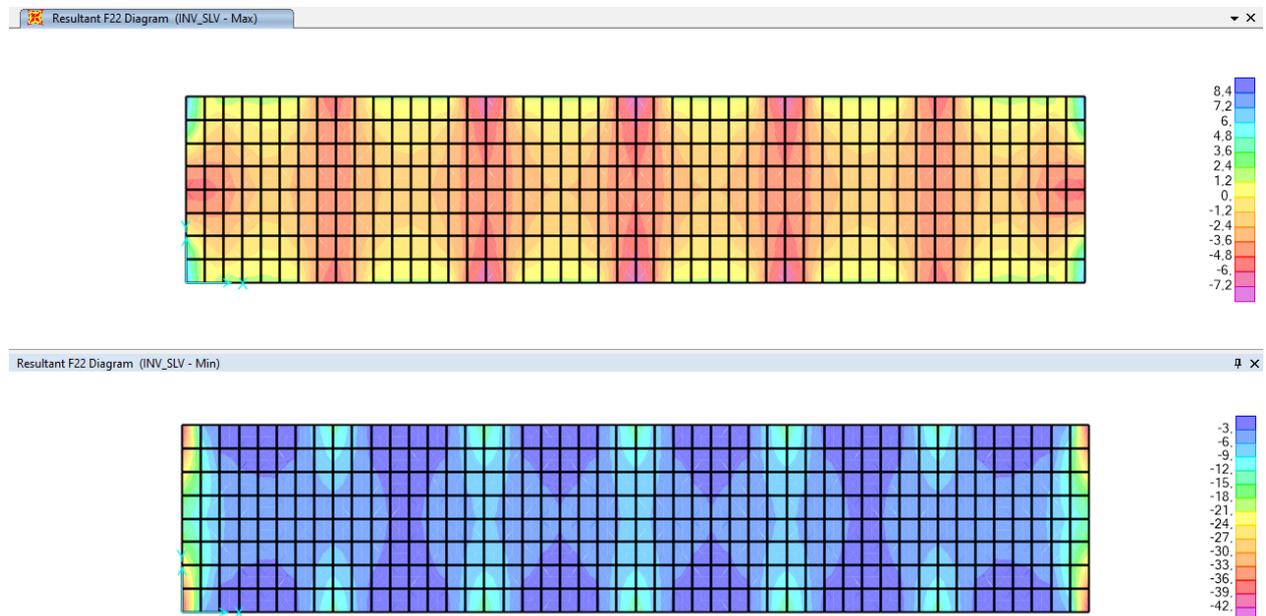
**Figura 9.235 - Combinazione SLU – Valori di Taglio V13**



**Figura 9.236 - Combinazione SLU – Valori di Taglio V23**

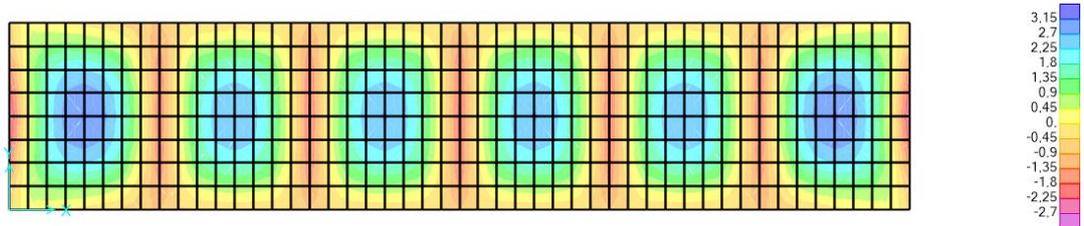


**Figura 9.237 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale F11**

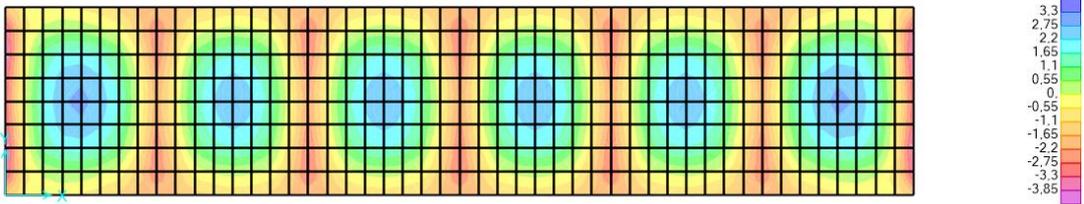


**Figura 9.238 - Combinazione SLV – Valori di Sforzo Normale F22**

Resultant M11 Diagram (INV\_SLV - Max)

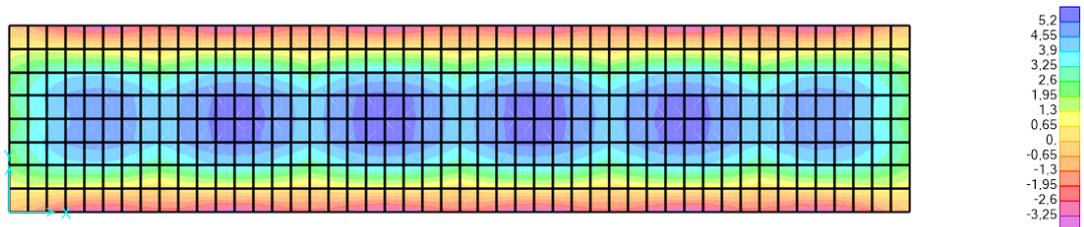


Resultant M11 Diagram (INV\_SLV - Min)

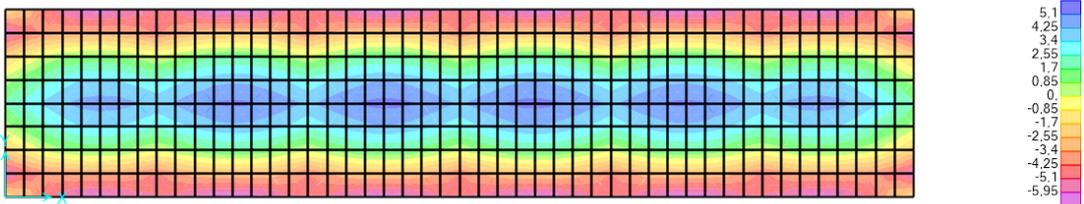


**Figura 9.239** - Combinazione SLV – Valori di Momento Flettente M11

Resultant M22 Diagram (INV\_SLV - Max)

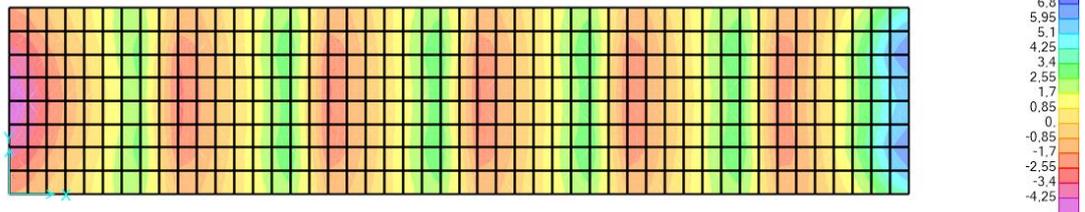


Resultant M22 Diagram (INV\_SLV - Min)

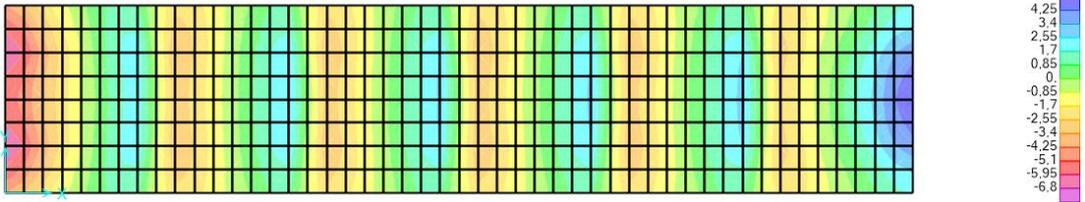


**Figura 9.240** - Combinazione SLV– Valori di Momento Flettente M22

Resultant V13 Diagram (INV\_SLV - Max)

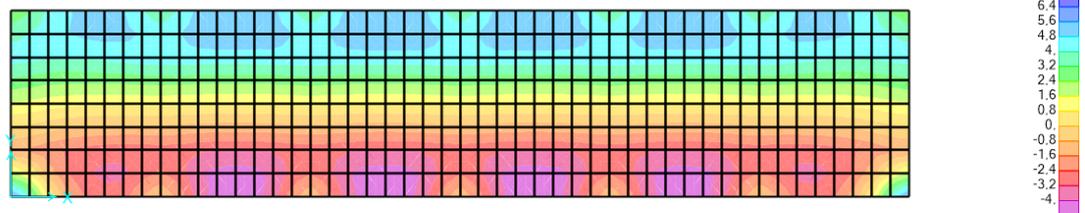


Resultant V13 Diagram (INV\_SLV - Min)

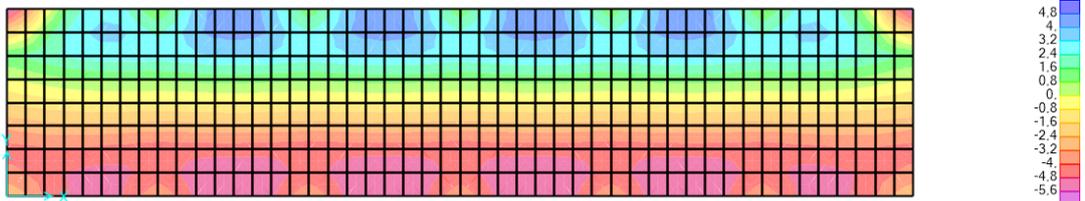


**Figura 9.241 - Combinazione SLV – Valori di Taglio V13**

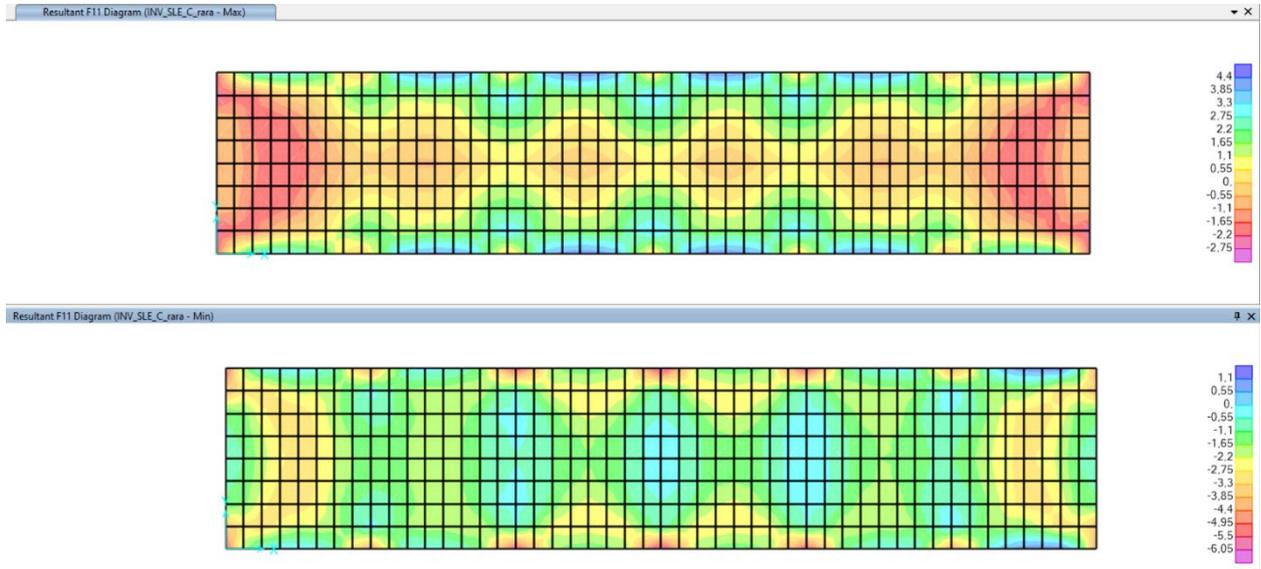
Resultant V23 Diagram (INV\_SLV - Max)



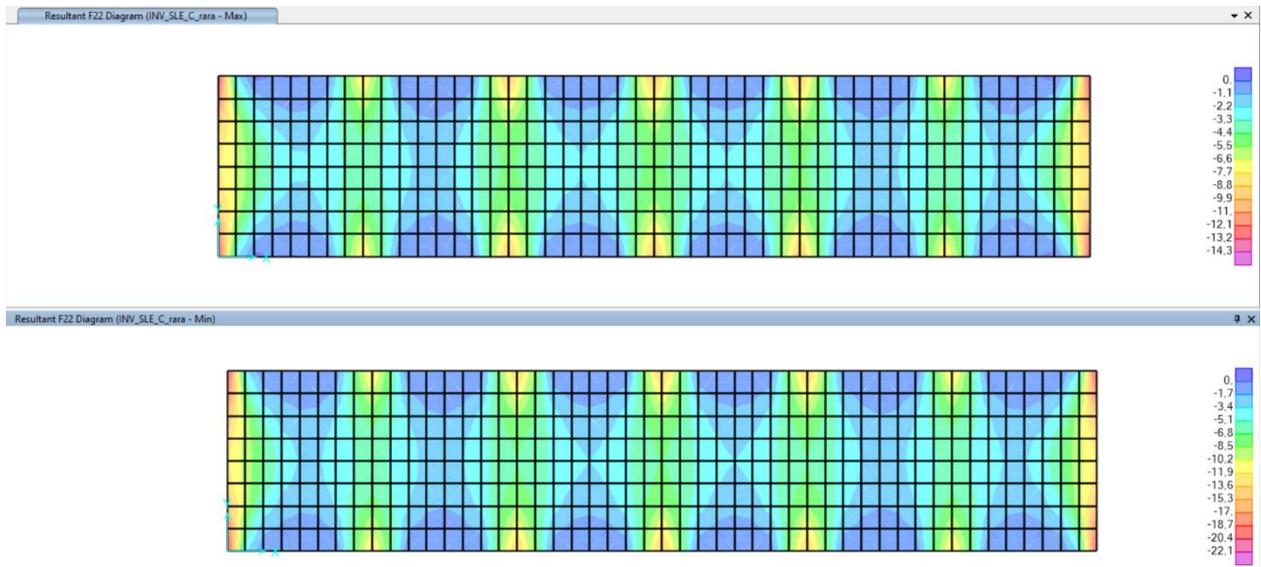
Resultant V23 Diagram (INV\_SLV - Min)



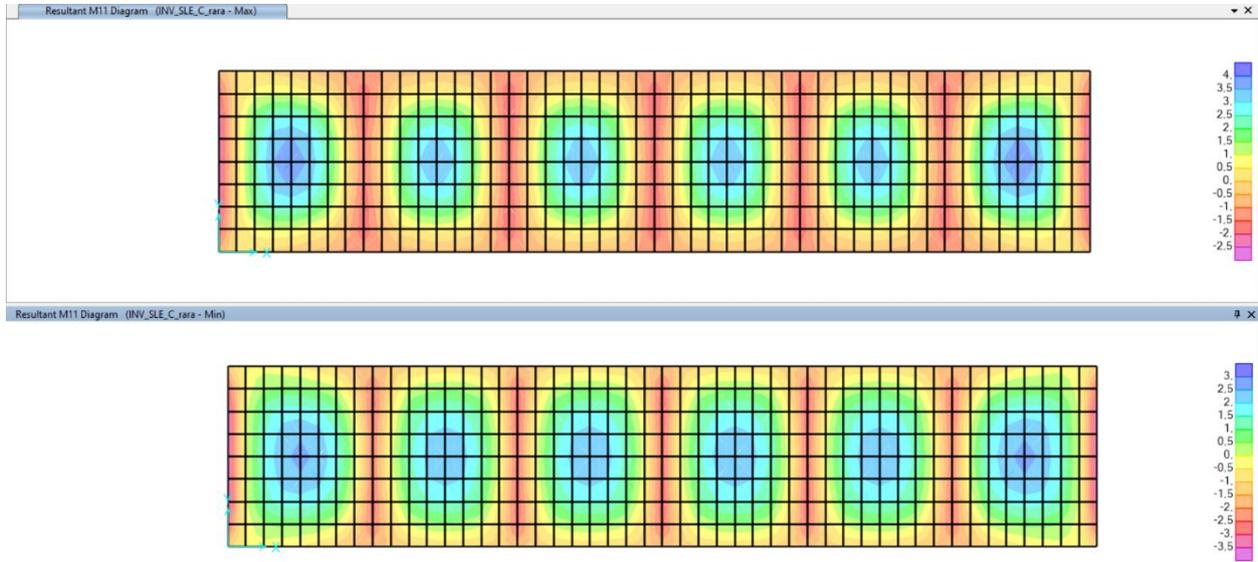
**Figura 9.242 - Combinazione SLV – Valori di Taglio V23**



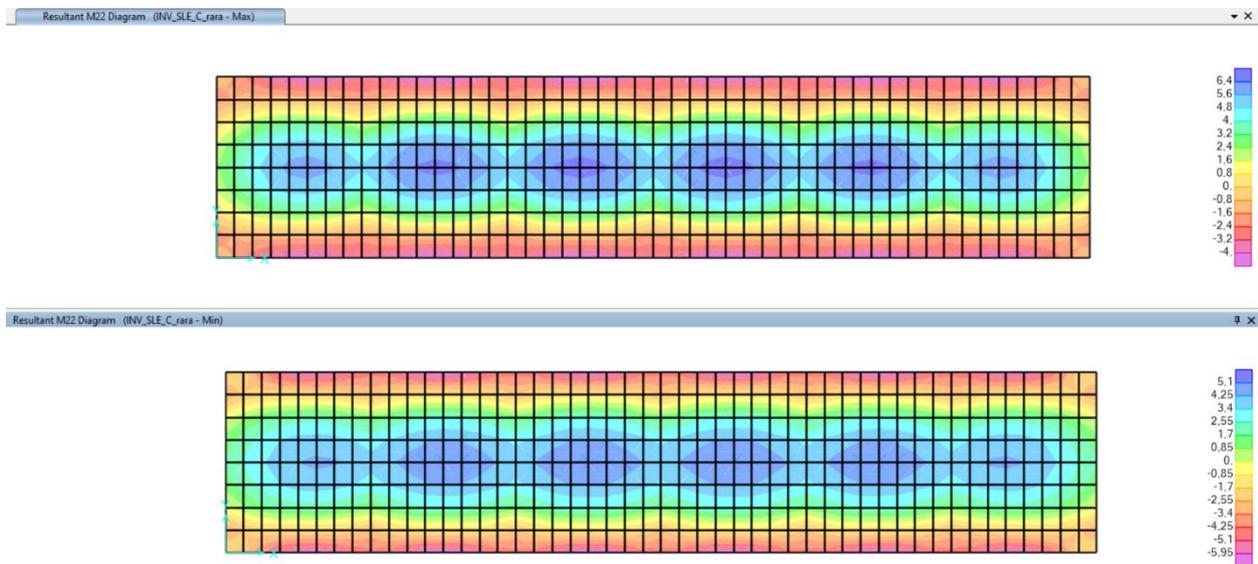
**Figura 9.243 - Combinazione SLE\_rara – Valori di Sforzo Normale F11**



**Figura 9.244 - Combinazione SLE\_rara – Valori di Sforzo Normale F22**



**Figura 9.245** - Combinazione SLE\_rara – Valori di Momento Flettente M11



**Figura 9.246** - Combinazione SLE\_rara– Valori di Momento Flettente M22

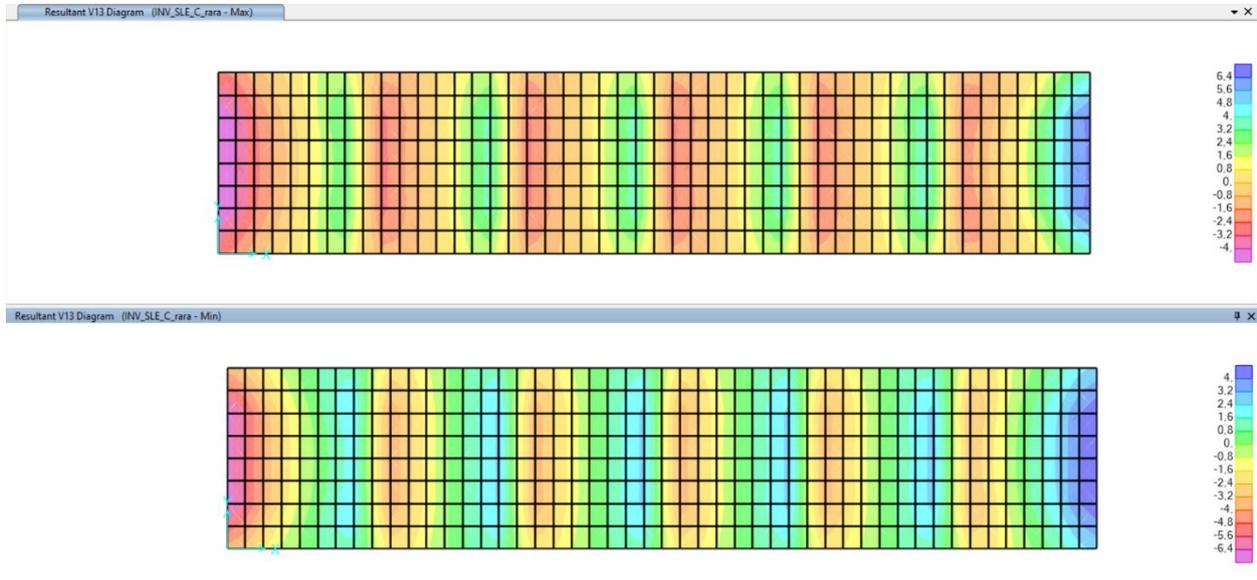


Figura 9.247 - Combinazione SLE\_rara – Valori di Taglio V13

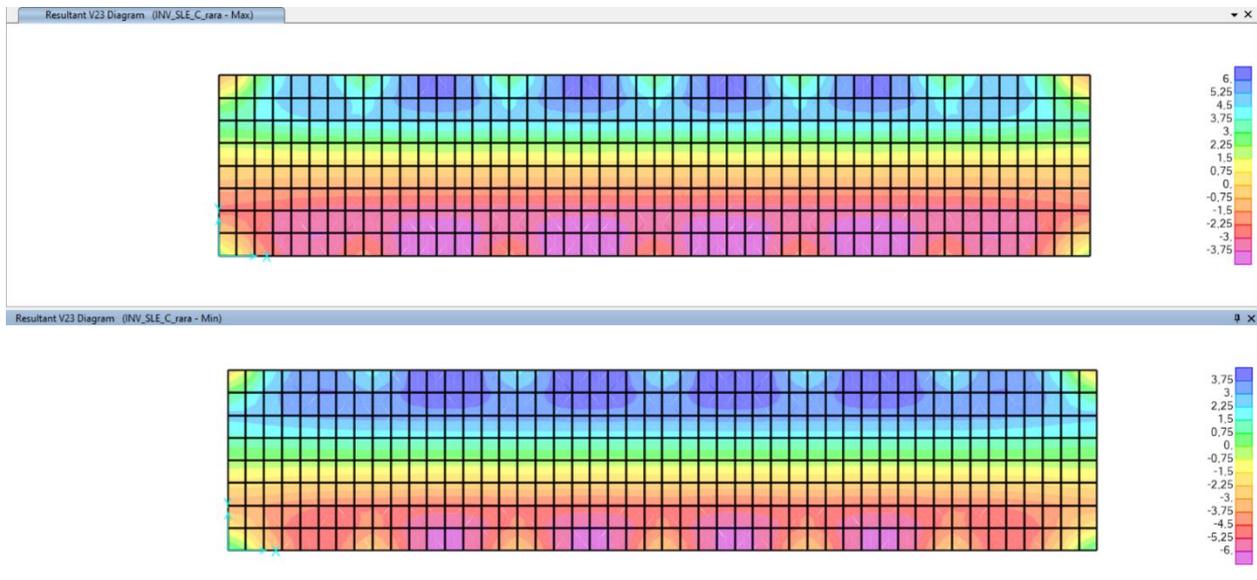
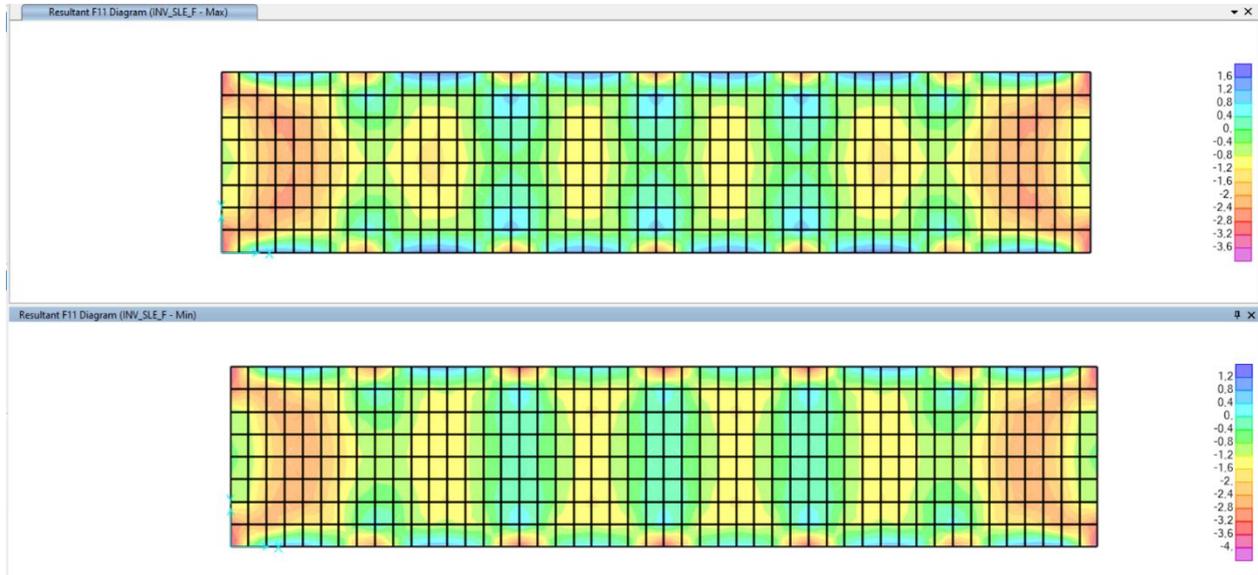
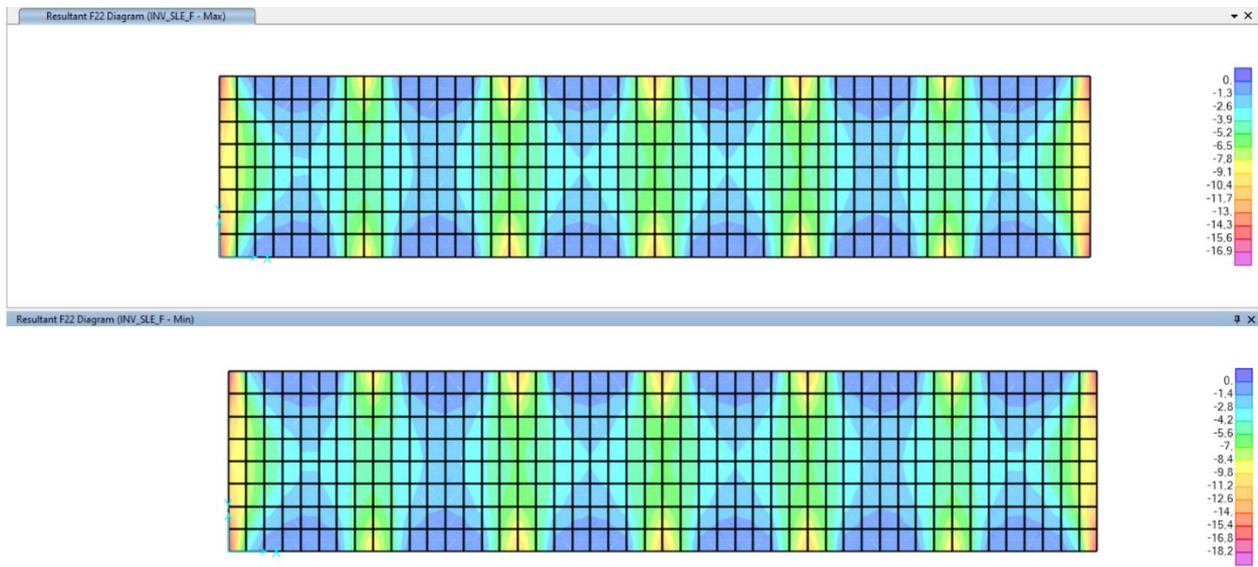


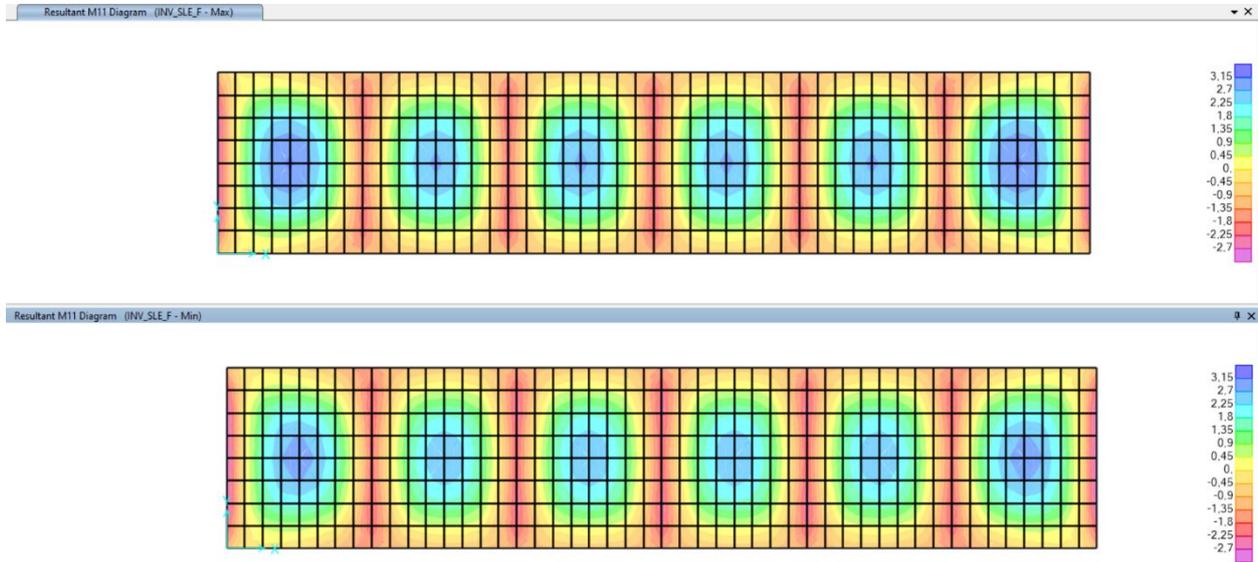
Figura 9.248 - Combinazione SLE\_rara – Valori di Taglio V23



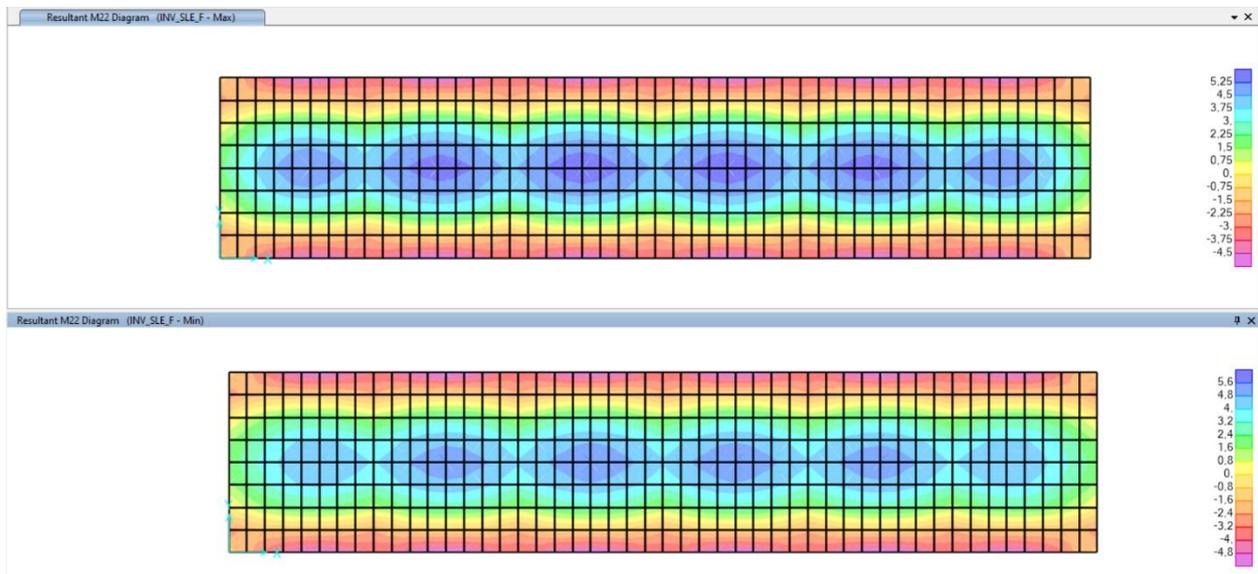
**Figura 9.249** - Combinazione SLE\_freq – Valori di Sforzo Normale F11



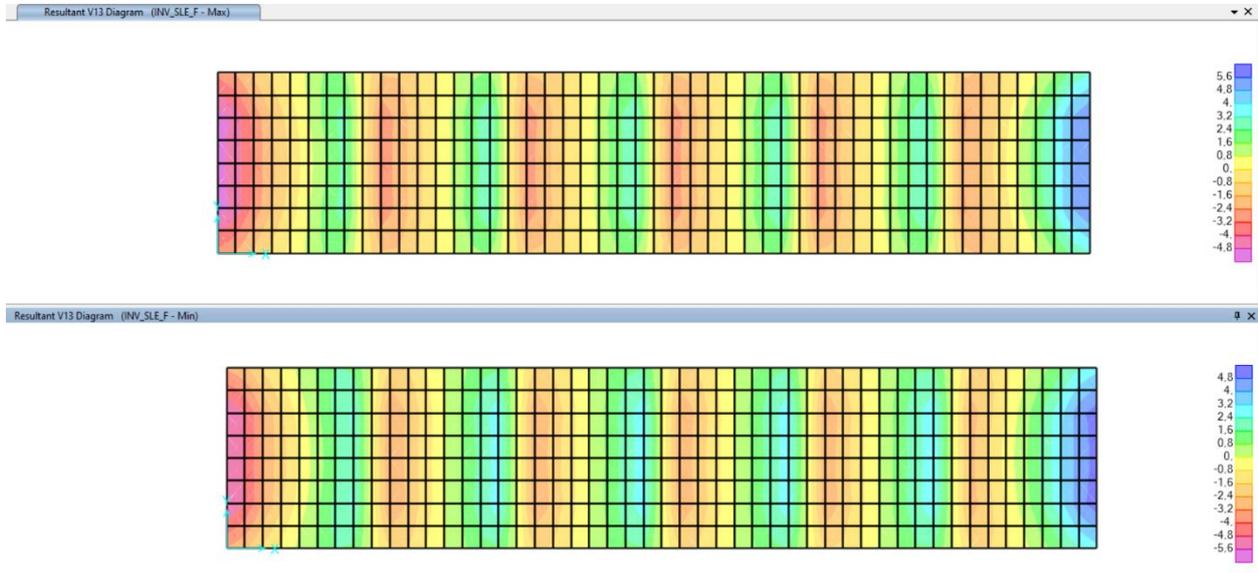
**Figura 9.250** - Combinazione SLE\_freq – Valori di Sforzo Normale F22



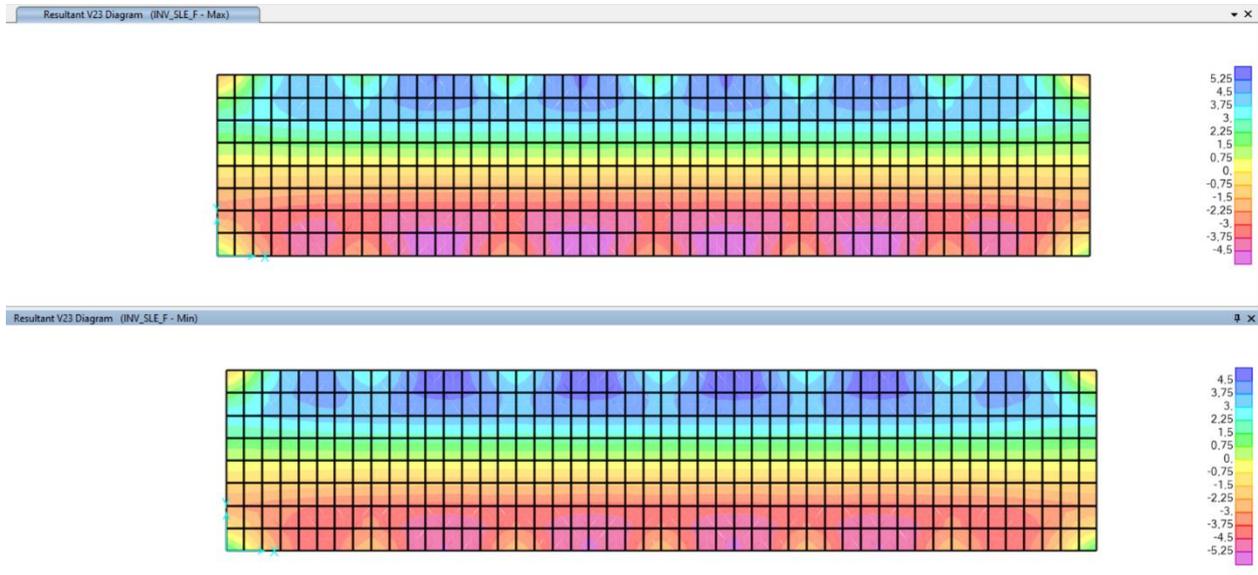
**Figura 9.251** - Combinazione SLE\_freq – Valori di Momento Flettente M11



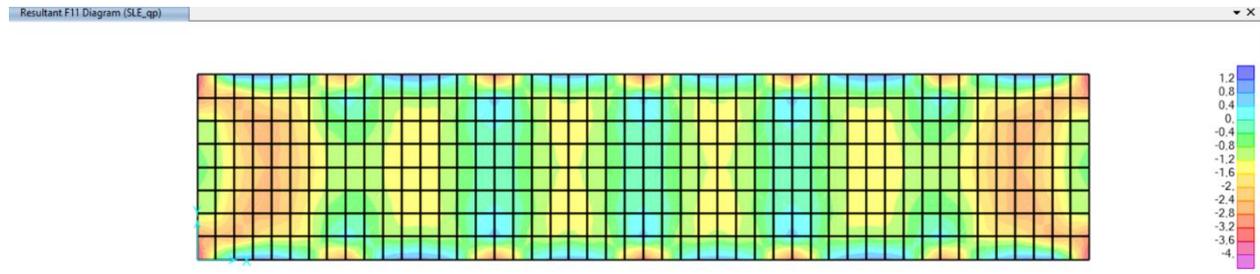
**Figura 9.252** - Combinazione SLE\_freq – Valori di Momento Flettente M22



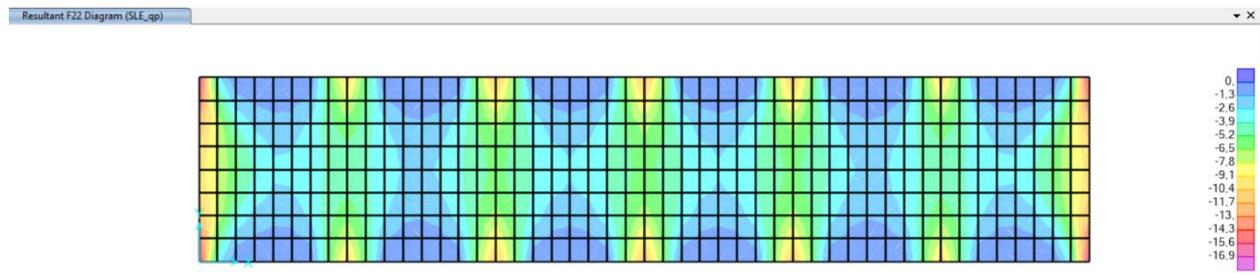
**Figura 9.253** - Combinazione SLE\_freq – Valori di Taglio V13



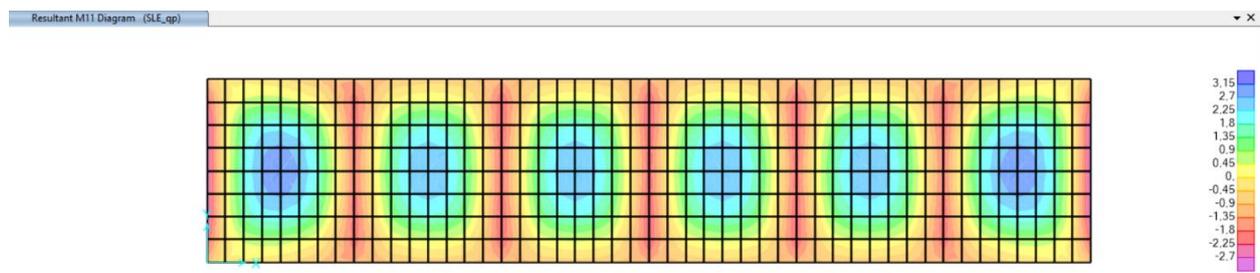
**Figura 9.254** - Combinazione SLE\_freq – Valori di Taglio V23



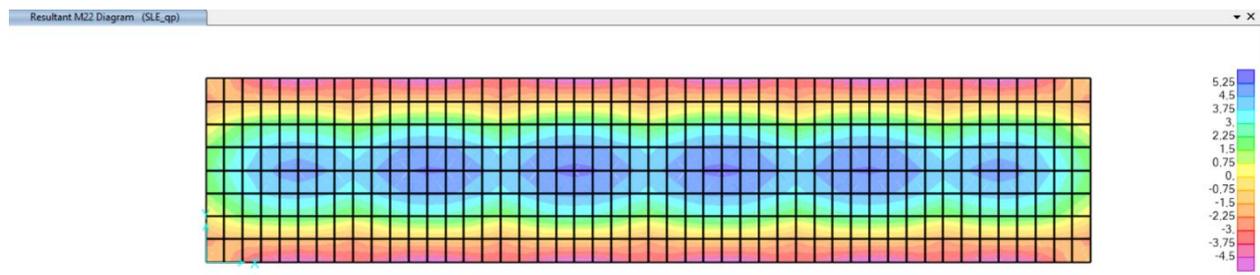
**Figura 9.255** - Combinazione SLE\_qp – Valori di Sforzo Normale F11



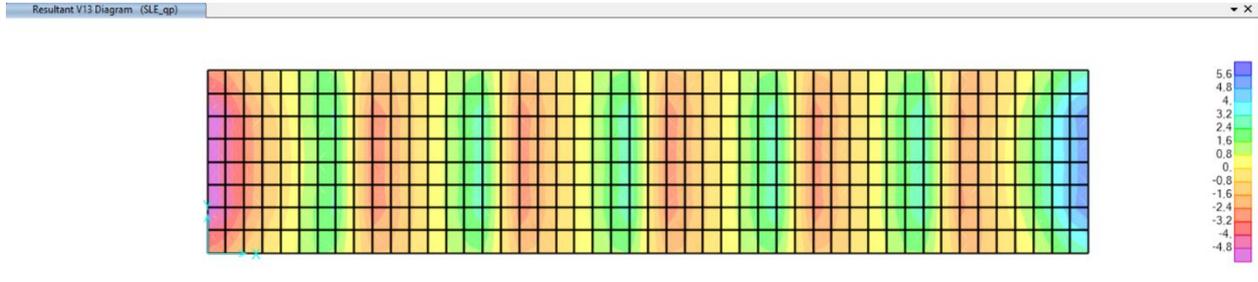
**Figura 9.256** - Combinazione SLE\_qp – Valori di Sforzo Normale F22



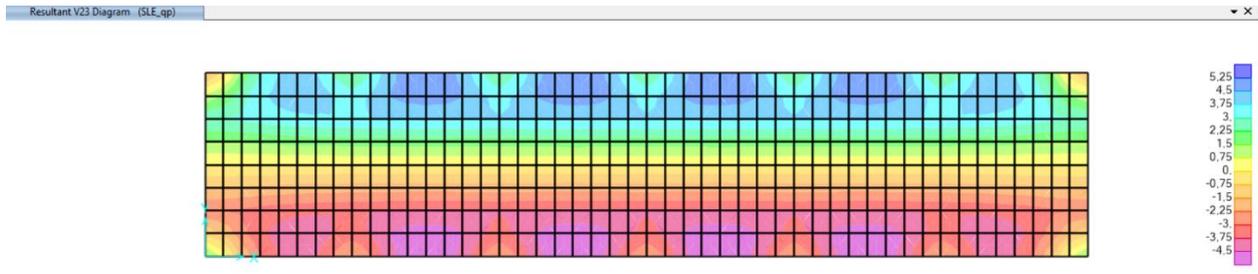
**Figura 9.257** - Combinazione SLE\_qp – Valori di Momento Flettente M11



**Figura 9.258** - Combinazione SLE\_qp – Valori di Momento Flettente M22



**Figura 9.259** - Combinazione SLE\_qp – Valori di Taglio V13

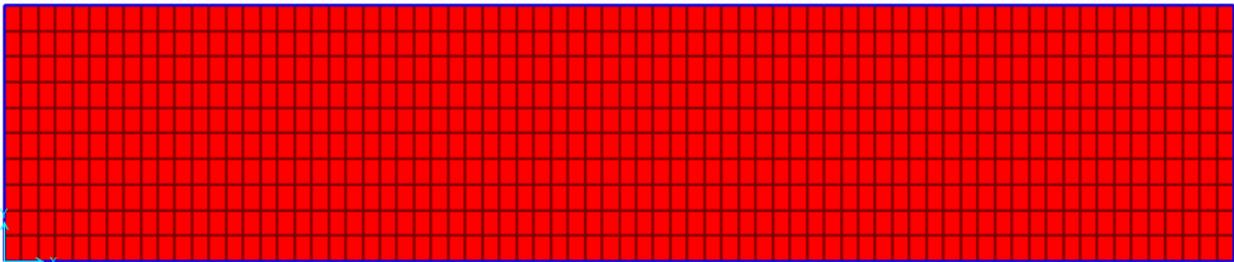


**Figura 9.260** - Combinazione SLE\_qp – Valori di Taglio V23

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

### 9.13 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.



**Figura 9.261 –**

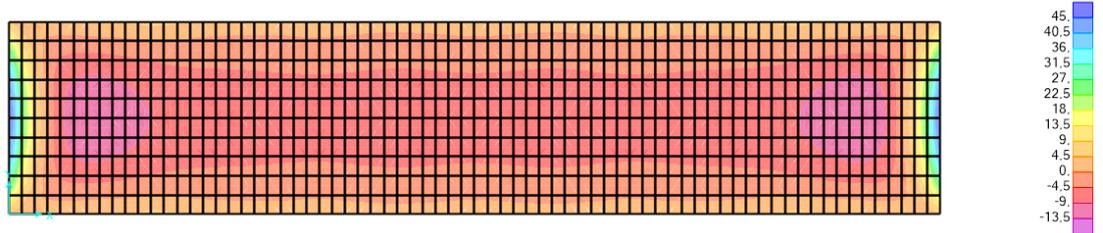
I valori massimi e minimi dei momenti flettenti per la platea di fondazione per le combinazioni considerate sono riepilogati nella seguente tabella:

M11 max	SLU_TOT_fond_A1	166	<b>55.26</b>	kNm/m	M11 min	SLU_TOT_fond_A1	337	<b>-18.13</b>	kNm/m
	SLV_TOT_fond	166	<b>45.41</b>	kNm/m		SLV_TOT_fond	337	<b>-15.40</b>	kNm/m
M22 max	SLU_TOT_fond_A1	166	<b>38.24</b>	kNm/m	M22 min	SLU_TOT_fond_A1	844	<b>-35.01</b>	kNm/m
	SLV_TOT_fond	639	<b>35.92</b>	kNm/m		SLV_TOT_fond	182	<b>-30.77</b>	kNm/m

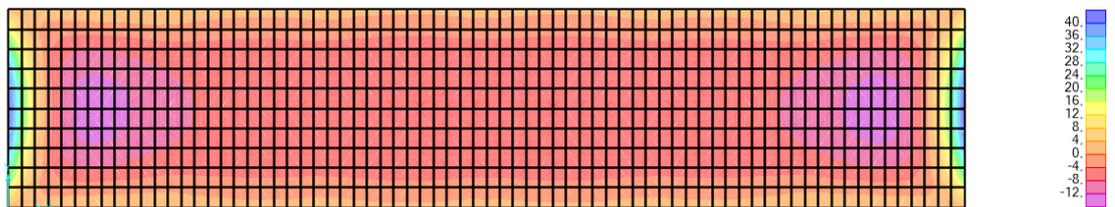
M11 max	SLE_r_TOT_fond	166	<b>41.61</b>	kNm/m	M11 min	SLE_r_TOT_fond	1183	<b>-13.66</b>	kNm/m
	SLE_f_TOT_fond	166	<b>39.83</b>	kNm/m		SLE_f_TOT_fond	337	<b>-13.10</b>	kNm/m
	SLE_qp_TOT_fond	166	<b>39.17</b>	kNm/m		SLE_qp_TOT_fond	337	<b>-12.90</b>	kNm/m
M22 max	SLE_r_TOT_fond	166	<b>28.64</b>	kNm/m	M22 min	SLE_r_TOT_fond	844	<b>-26.25</b>	kNm/m
	SLE_f_TOT_fond	166	<b>26.58</b>	kNm/m		SLE_f_TOT_fond	844	<b>-24.85</b>	kNm/m
	SLE_qp_TOT_fond	166	<b>26.11</b>	kNm/m		SLE_qp_TOT_fond	886	<b>-24.40</b>	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.

Resultant M11 Diagram (INV\_SLU - Max)

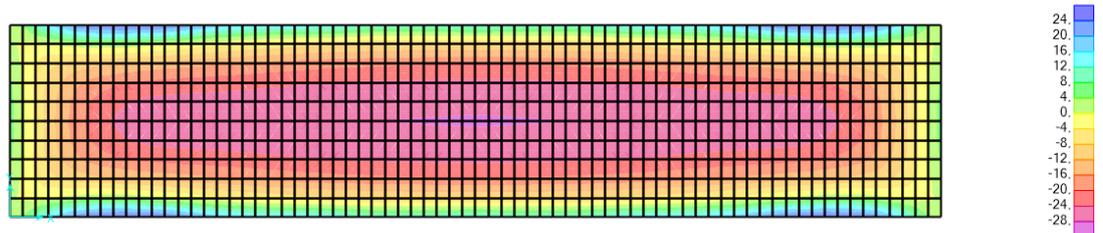


Resultant M11 Diagram (INV\_SLU - Min)

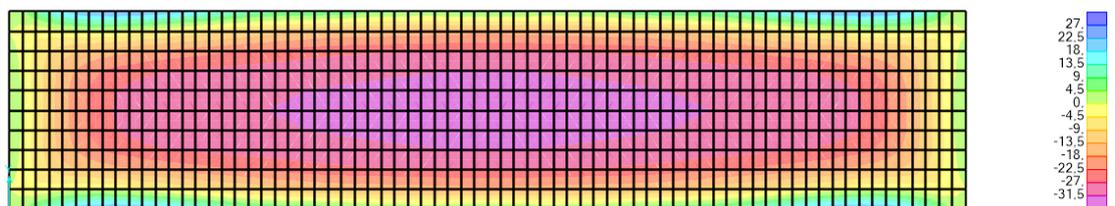


**Figura 9.262** – Distribuzione dei Momenti Flettenti M11 - Combinazione SLU\_TOT\_fond\_A1

Resultant M22 Diagram (INV\_SLU - Max)



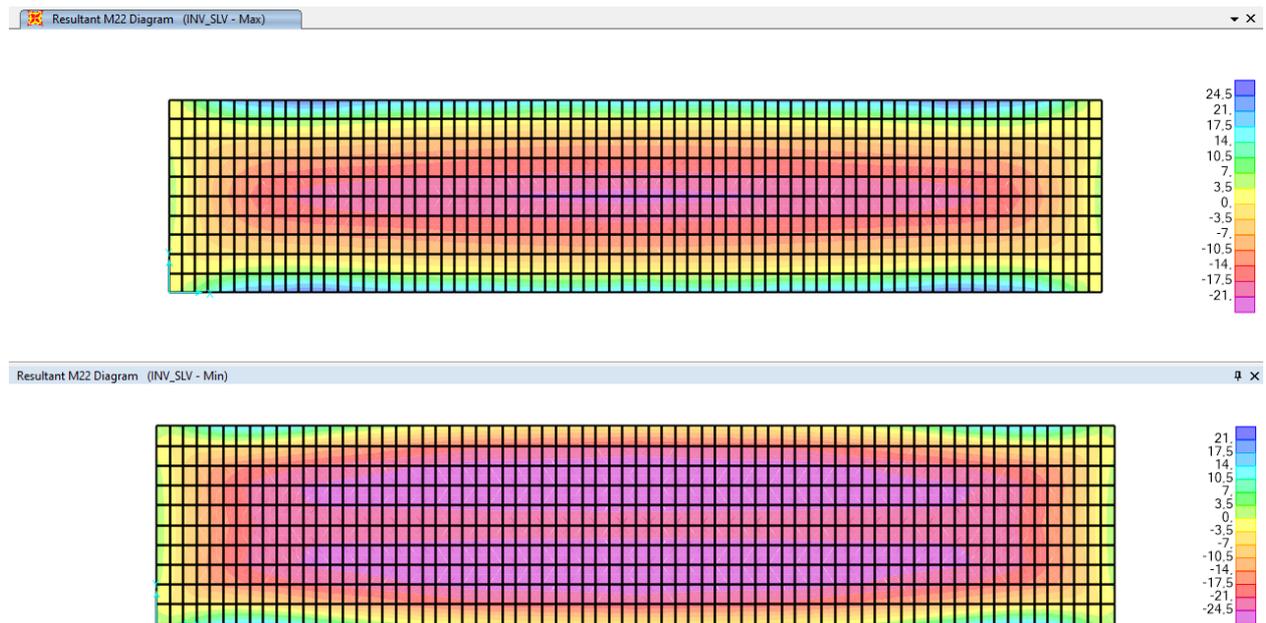
Resultant M22 Diagram (INV\_SLU - Min)



**Figura 9.263** – Distribuzione dei Momenti Flettenti M22 - Combinazione SLU\_TOT\_fond\_A1

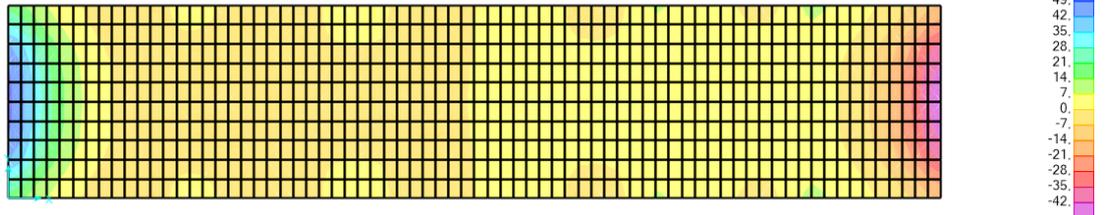


**Figura 9.264** – Distribuzione dei Momenti Flettenti M11 - Combinazione SLV\_TOT\_fond



**Figura 9.265** – Distribuzione dei Momenti Flettenti M22 - Combinazione SLV\_TOT\_fond

Resultant V13 Diagram (INV\_SLU - Max)



Resultant V13 Diagram (INV\_SLU - Min)

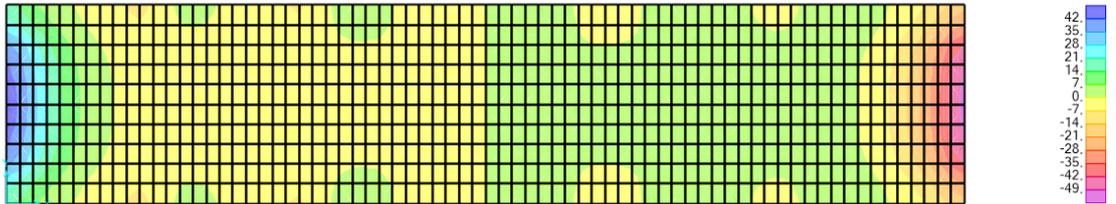
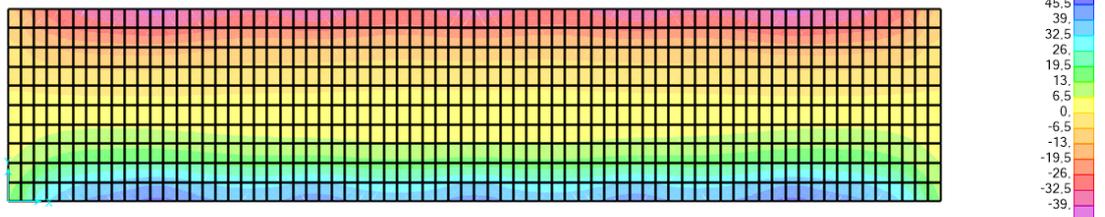


Figura 9.266 – Distribuzione dei Taglio V13 - Combinazione SLU\_TOT\_fond\_A1

Resultant V23 Diagram (INV\_SLU - Max)



Resultant V23 Diagram (INV\_SLU - Min)

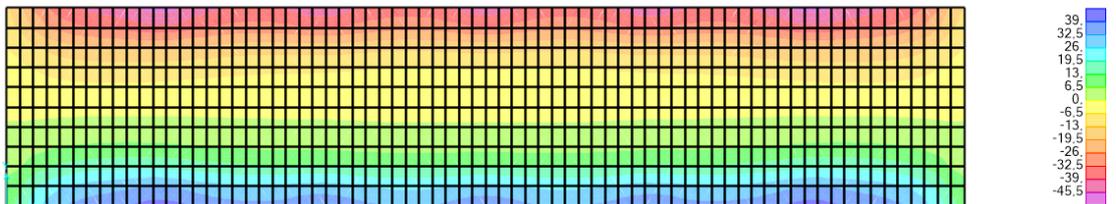
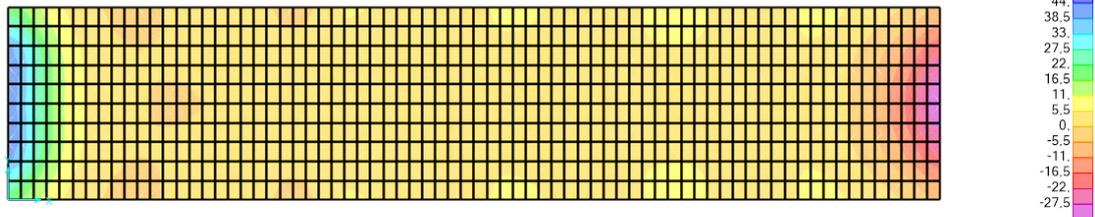
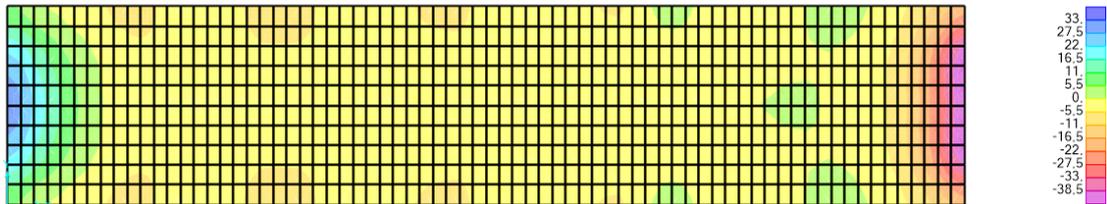


Figura 9.267 – Distribuzione dei Taglio V23 - Combinazione SLU\_TOT\_fond\_A1

Resultant V13 Diagram (INV\_SLV - Max)

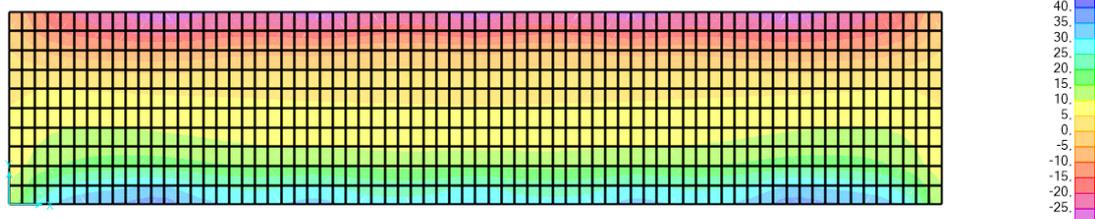


Resultant V13 Diagram (INV\_SLV - Min)

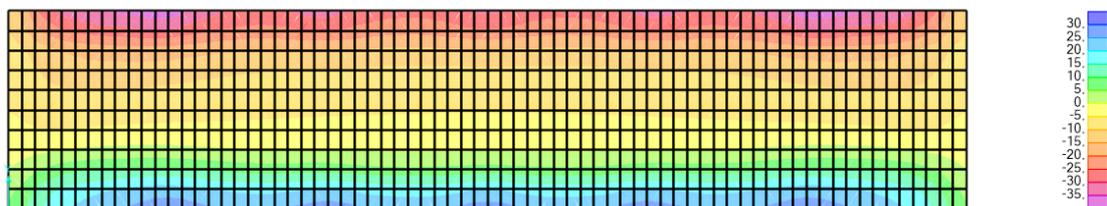


**Figura 9.268** – Distribuzione dei Taglio V13 - Combinazione SLV\_TOT\_fond

Resultant V23 Diagram (INV\_SLV - Max)



Resultant V23 Diagram (INV\_SLV - Min)



**Figura 9.269** – Distribuzione dei Taglio V23 - Combinazione SLV\_TOT\_fond



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

**TRATTA PARMA - VICOFERTILE**

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	213 di 360

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

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

V13 max	SLU_TOT_fond_A1	<b>60.81</b>	kN/m	V13 min	SLU_TOT_fond_A1	<b>-60.81</b>	kN/m
	SLV_TOT_fond	<b>53.91</b>	kN/m		SLV_TOT_fond	<b>-53.91</b>	kN/m
V23 max	SLU_TOT_fond_A1	<b>58.64</b>	kN/m	V23 min	SLU_TOT_fond_A1	<b>-58.64</b>	kN/m
	SLV_TOT_fond	<b>47.96</b>	kN/m		SLV_TOT_fond	<b>-47.96</b>	kN/m

## 10 VERIFICHE SUI SOLAI

### 10.1 Solaio di Copertura

#### 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 tralicci ogni lastra da 120 cm)
Luce netta Solaio Predalle	3.15	m	
Carichi Permanenti Strutturali $G_1$	4,20	kN/m <sup>2</sup>	
Carichi Accidentali $Q_K$	1,00	kN/m <sup>2</sup>	
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 <sup>2</sup>
$\gamma_{M0}$	1,15	
$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_{M1}$	1,05	
$E$	210.000	N/mm <sup>2</sup>

### VERIFICA RESISTENZA CORRENTE INFERIORE TESO

$N_{Ed}$	68,99 kN
<input type="checkbox"/> inf	12,00 mm
n	2
$A_{inf}$	226,19 mm <sup>2</sup>
$N_{Rd\_INF}$	88,51 kN
FS	1,28

### VERIFICA STABILITA' CORRENTE SUPERIORE COMPRESSO

$N_{Ed}$	68,99 kN	$N_{cr}$	296.337,32 N
<input type="checkbox"/> sup	16,00 mm	<input type="checkbox"/> segnato	0,55
$A_{sup}$	201,06 mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0,49
			Fatt di imperf tab 4.2.VI
J	3.216,99 mm <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/>	0,74
l	150,00 mm	<input type="checkbox"/>	0,81
<input type="checkbox"/>	1,00	$N_{b,Rd}$	70,07 kN
l <sub>0</sub>	150,00 mm	FS	1,02

### VERIFICA STABILITA' DIAGONALE COMPRESSO

$N_{Ed}$	4,08 kN	$N_{cr}$	18.521,08 N
<input type="checkbox"/> diag	8,00 mm	<input type="checkbox"/> segnato	1,11
$A_{diag}$	50,27 mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	0,49
J	201,06 mm <sup>4</sup>	<input type="checkbox"/>	1,33
l <sub>diag</sub>	150,00 mm	<input type="checkbox"/>	0,48
<input type="checkbox"/>	1,00	$N_{b,Rd}$	10,37 kN
l <sub>0</sub>	150,00 mm	FS	2,54

## 10.1.2 Verifiche Solaio

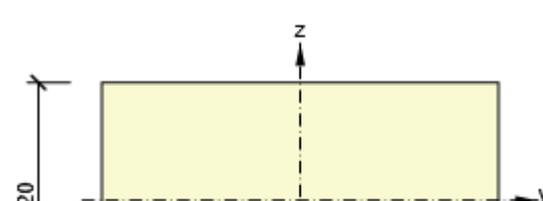
Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della sezione trasversale tipo del solaio di copertura, che ha uno spessore complessivo di 20 cm ma per il quale si assume tuttavia un'altezza di calcolo di 16 cm, trascurando il contributo resistente della lastra predalle.

Si assume inoltre che le armature inferiori non siano appoggiate sulla lastra, ma siano collocate in posizione sopraelevata di 20 mm rispetto a questa.

### 10.1.2.1 Sezioni

#### 1. Rectangle 120, 200

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	24000	[mm <sup>2</sup> ]
$S_y$	0	[mm <sup>3</sup> ]
$S_z$	0	[mm <sup>3</sup> ]
$I_y$	28800000	[mm <sup>4</sup> ]
$I_z$	80000000	[mm <sup>4</sup> ]
$C_{gy}$	0	[mm]
$C_{gz}$	0	[mm]
$i_y$	35	[mm]



$i_z$  58

[mm]

### 10.1.1.1

### 10.1.1.2 10.1.2.2 Materiale

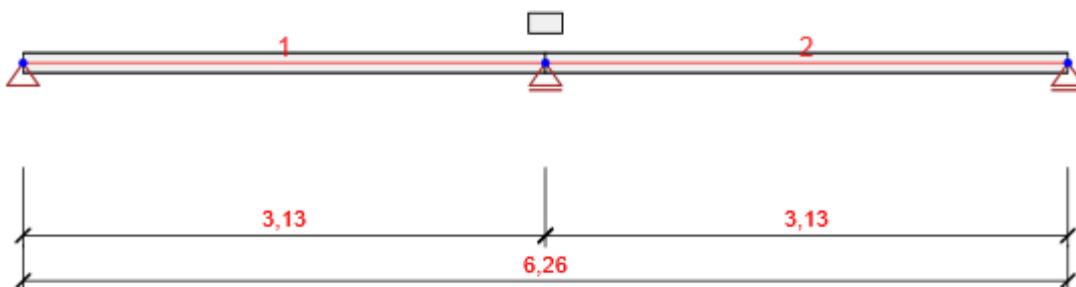
## Calcestruzzo

Nome	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					

### 10.1.1.3 10.1.2.3 Geometria



Schema Strutturale

## Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	3,13	3,13	1 - Rectangle 120, 200 (Rettangolo 120, 200)
2	3,13	6,26	1 - Rectangle 120, 200 (Rettangolo 120, 200)

## Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0,00	XZ
2	3,13	Z
3	6,26	Z

### 10.1.1.4

### 10.1.1.5 10.1.2.4 Risultati

## Inviluppi

## Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(1)	0,00	0,0	4,9	0,0
1	ULSF(1)	3,13	0,0	-8,2	-5,1
1	ULSF(1)	1,25	0,0	-0,3	2,9
2	ULSF(1)	0,00	0,0	8,2	-5,1
2	ULSF(1)	3,13	0,0	-4,9	0,0
2	ULSF(1)	1,88	0,0	0,3	2,9

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 <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>iy</sub> [mrad]
1	SLSC(2)	0,00	0,0	0,0	2,3
1	SLSC(2)	1,25	0,0	-1,9	0,2
1	SLSC(2)	2,19	0,0	-1,1	-1,5
2	SLSC(2)	0,00	0,0	0,0	0,0
2	SLSC(2)	1,88	0,0	-1,9	-0,2
2	SLSC(2)	3,13	0,0	0,0	-2,3
2	SLSC(2)	0,94	0,0	-1,1	1,5

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	218 di 360

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

## Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(1)	0,0	4,9	0,0
2	ULSF(1)	0,0	16,4	0,0
3	ULSF(1)	0,0	4,9	0,0

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

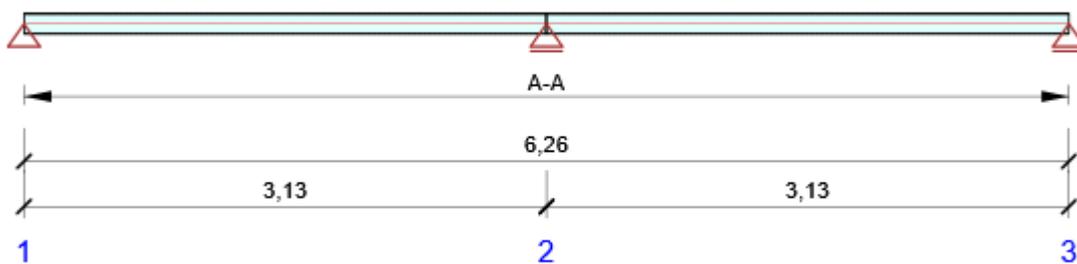
### 10.1.1.6

### 10.1.1.7 12.1.2.5 Progetto calcestruzzo

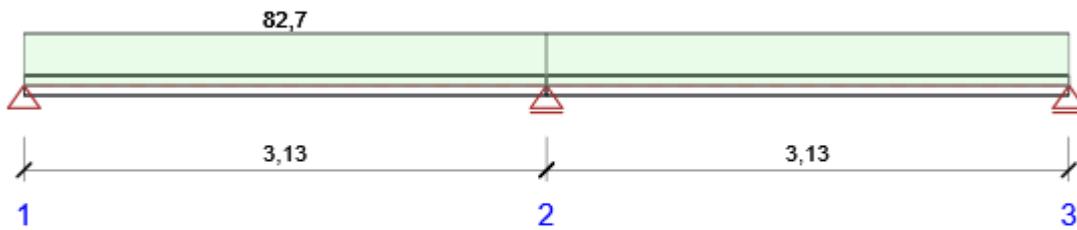
Normativa Nazionale

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

## Schema di armatura



### Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M, Zona: A-A (0,00 - 3,13)					
ULSF(1)	0,0	-4,3	-6,9	48,2	OK
Taglio, Zona: A-A (0,00 - 3,13)					
ULSF(1)	0,0	-4,3	-6,9	14,1	OK
Interazione, Zona: A-A (0,00 - 3,13)					
ULSF(1)	0,0	-4,3	-6,9	43,5	OK
Controllo delle tensioni, Zona: A-A (0,00 - 3,13)					
SLSQ(8)	0,0	-2,5	-4,0	82,7	OK
Apertura delle fessure, Zona: A-A (0,00 - 3,13)					
SLSQ(8)	0,0	-2,5	-4,0	17,3	OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				
ULSF(1)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q				
SLSQ(8)	SW + G + 0,3*Q				

### Riassunto verifiche degli spostamenti

d <sub>x</sub> [m]	u <sub>z,lin</sub> [mm]	u <sub>z,st</sub> [mm]	u <sub>z,ll</sub> [mm]	u <sub>z,lt</sub> [mm]	u <sub>z,lim</sub> (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
1,41	-1,9	-4,0	-4,4	-6,4	12,5	50,8	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

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

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	220 di 360

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 <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
6,26	C25/30	0,15	376	47	423	316

Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
10	B 450 C	Ferri	50,08	31
6	B 450 C	Staffe	74,48	17

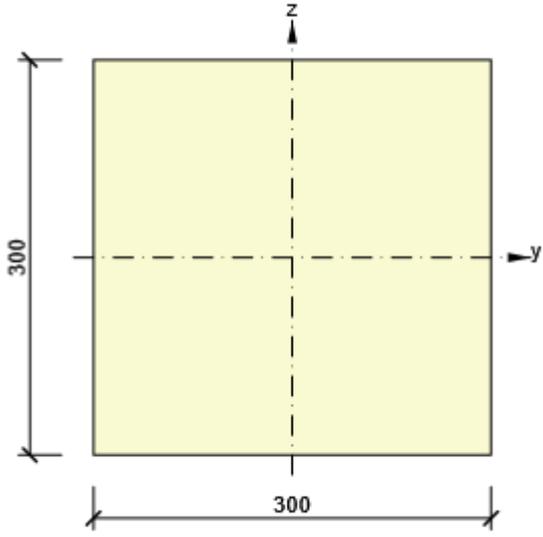
10.1.1.7.1.1.1.1.1

## 11.2 Verifiche SLV B300X300

### 11.2.1 Sezioni

#### 1. Rectangle 300, 300

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	90000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	675000000	[mm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub>	675000000	[mm <sup>4</sup> ]
C <sub>gy</sub>	0	[mm]
C <sub>gz</sub>	0	[mm]
i <sub>y</sub>	87	[mm]
i <sub>z</sub>	87	[mm]



### 11.2.2 Materiale

#### Calcestruzzo

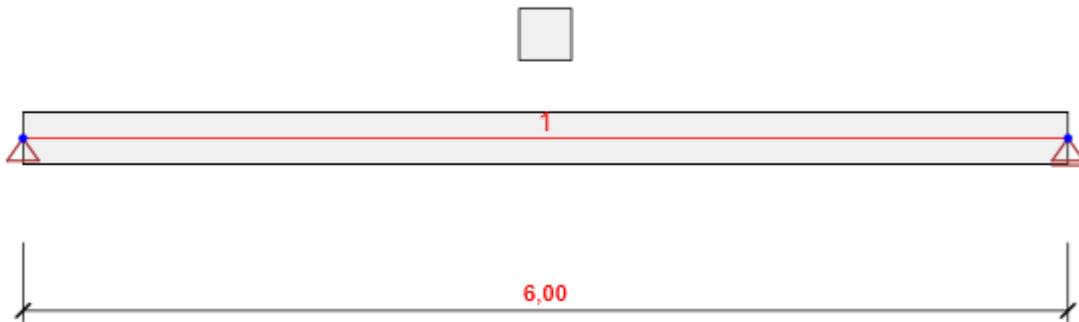
Nome	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
C25/30	25,0	33,0	2,6	31475,8	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , Esponente - n: 2,00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0,20), Tipo di diagramma: Parabolico						

#### Armatura

Nome	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	E [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

### 11.2.3 Geometria



**Schema Strutturale**

#### Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	6,00	6,00	1 - Rectangle 300, 300 (Rettangolo 300, 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

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
----------	-------	---------------	--------	---------------------	----------------------

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	223 di 360

1	ULSF(1)	0,00	0,0	35,3	-41,2
1	ULSF(4)	6,00	0,0	-37,6	-41,2
1	ULSF(4)	0,00	0,0	37,6	-41,2
1	ULSF(5)	3,00	0,0	0,8	22,5

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(5)	1,15*SW + G + 1,5*Q

### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>iy</sub> [mrad]
1	SLSC(8)	0,00	0,0	0,0	-1,3
1	SLSC(9)	3,00	0,0	-1,5	0,0
1	SLSC(8)	1,80	0,0	0,7	0,0
1	SLSC(8)	6,00	0,0	0,0	1,3

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(8)	SW + G
SLSC(9)	SW + G + Q

### Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(4)	0,0	37,6	0,0
2	ULSF(4)	0,0	37,6	0,0

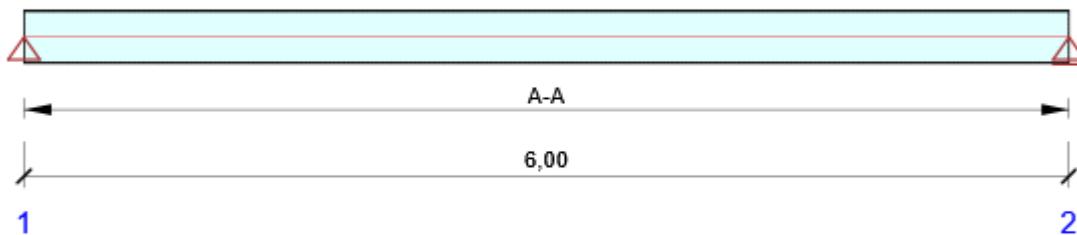
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q

### 11.2.5 Progetto calcestruzzo

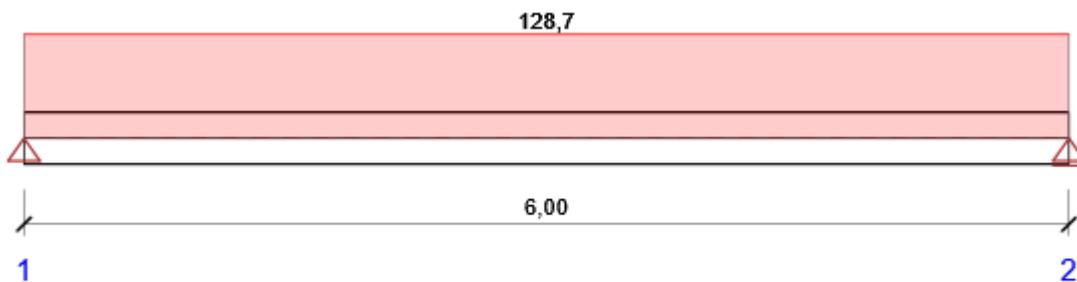
#### Normativa Nazionale

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

## Schema di armatura



## Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M					
ULSF(1)	0,0	-35,6	29,8	45,5	OK
Taglio					
ULSF(4)	0,0	-35,5	-31,8	59,5	OK
Interazione					
ULSF(4)	0,0	-35,5	-31,8	59,5	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(13)	0,0	-29,3	-20,3	89,1	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(13)	0,0	-29,3	-20,3	43,2	OK
Dettagli costruttivi					

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	225 di 360

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q
SLSQ(13)	SW + G + 0,3*Q
ULSF(5)	1,15*SW + G + 1,5*Q

Riassunto verifiche degli spostamenti

$d_x$ [m]	$u_{z,lin}$ [mm]	$u_{z,st}$ [mm]	$u_{z,ll}$ [mm]	$u_{z,lt}$ [mm]	$u_{z,lim}(\pm)$ [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
1,64	0,7	1,1	2,0	2,0	24,0	8,2	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(8)	Totale	SW + G
	Lungo termine	SW + G

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 <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
6,00	C25/30	0,54	1350	91	1441	168
$\Phi$ [mm]	Materiale	Tipo di armatura		Lunghezza [m]	Peso [kg]	
18	B 450 C	Ferri		36,00	72	
10	B 450 C	Ferri		12,00	7	
8	B 450 C	Staffe		29,04	11	

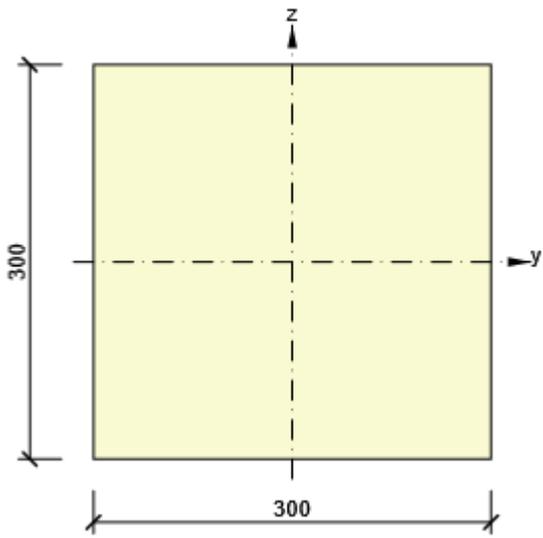
## 11 VERIFICHE TRAVE

### 11.1 Verifiche SLU B300X300

#### 11.1.1 Sezioni

##### 1. Rectangle 300, 300

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	90000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	675000000	[mm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub>	675000000	[mm <sup>4</sup> ]
C <sub>gy</sub>	0	[mm]
C <sub>gz</sub>	0	[mm]
i <sub>y</sub>	87	[mm]
i <sub>z</sub>	87	[mm]



#### 11.1.2 Materiale

### Calcestruzzo

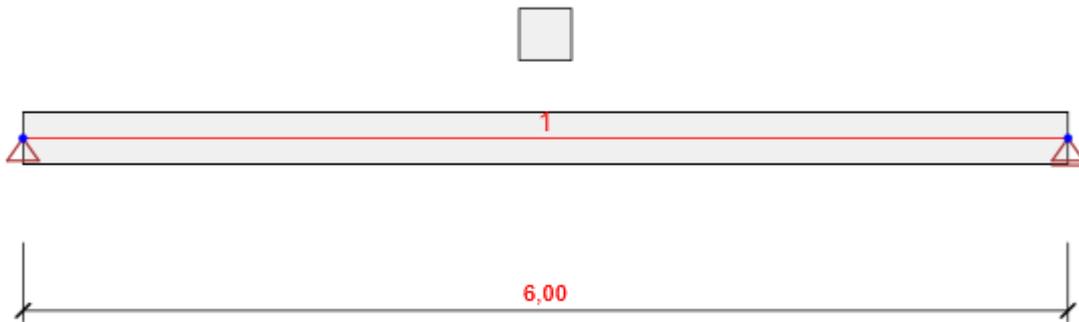
Nome	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
C25/30	25,0	33,0	2,6	31475,8	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , Esponente - n: 2,00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0,20), Tipo di diagramma: Parabolico						

### Armatura

Nome	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	E [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

### 11.1.3 Geometria



**Schema Strutturale**

#### Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	6,00	6,00	1 - Rectangle 300, 300 (Rettangolo 300, 300)

#### Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0,00	XZ
2	6,00	Z

### 11.1.4 Risultati

#### Inviluppi

#### Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione	N	V <sub>z</sub>	M <sub>y</sub>
----------	-------	-----------	---	----------------	----------------

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	228 di 360

		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	ULSF(1)	0,00	0,0	39,3	-45,2
1	ULSF(5)	6,00	0,0	-42,6	-38,4
1	ULSF(5)	0,00	0,0	42,6	-38,4
1	ULSF(6)	3,00	0,0	6,5	36,8

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(5)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q
ULSF(6)	1,15*SW + G + 1,5*Q

### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>y</sub> [mrad]
1	SLSC(8)	0,00	0,0	0,0	-1,7
1	SLSC(9)	3,00	0,0	-2,5	0,0
1	SLSC(8)	3,00	0,0	1,3	0,0
1	SLSC(8)	6,00	0,0	0,0	1,7

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(8)	SW + G
SLSC(9)	SW + G + Q

### Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(5)	0,0	42,6	0,0
2	ULSF(5)	0,0	42,6	0,0

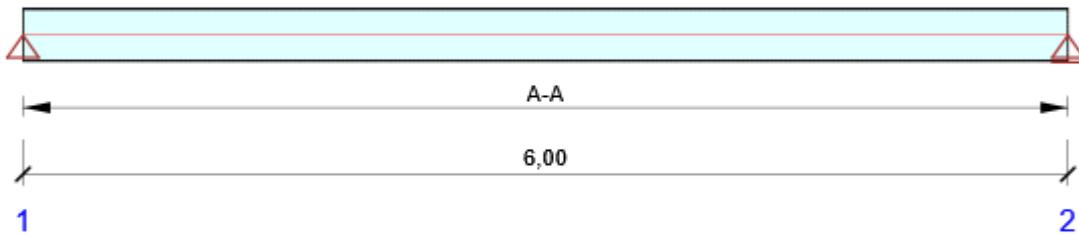
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(5)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q

#### 11.1.5 Progetto calcestruzzo

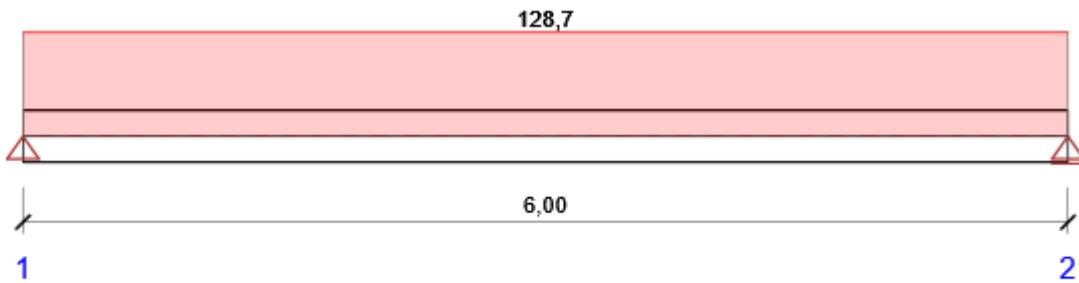
Normativa Nazionale

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

## Schema di armatura



## Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M					
ULSF(6)	0,0	40,0	6,5	51,1	OK
Taglio					
ULSF(5)	0,0	-32,7	-36,9	69,1	OK
Interazione					
ULSF(5)	0,0	-32,7	-36,9	69,1	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(13)	0,0	-32,2	-21,4	98,1	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(13)	0,0	-32,2	-21,4	48,6	OK
Dettagli costruttivi					

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	230 di 360

ULSF(5)	0,0	-32,7	-36,9	128,7	Non OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				
ULSF(6)	1,15*SW + G + 1,5*Q				
ULSF(5)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q				
SLSQ(13)	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]	$u_{z,lim}(\pm)$ [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
3,00	-2,5	-4,6	0,8	-4,4	24,0	18,5	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(9)	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.

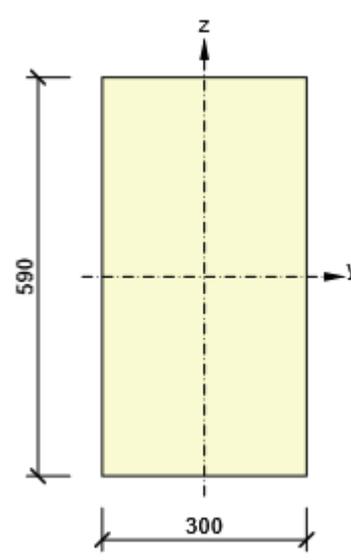
Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
6,00	C25/30	0,54	1350	91	1441	168
$\Phi$ [mm]	Materiale	Tipo di armatura		Lunghezza [m]	Peso [kg]	
18	B 450 C	Ferri		36,00	72	
10	B 450 C	Ferri		12,00	7	
8	B 450 C	Staffe		29,04	11	

## 11.2 Verifiche SLV B300X590

### 11.2.1 Sezioni

#### 1. Rectangle 590, 300

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	177000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	5134475000	[mm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub>	1327500000	[mm <sup>4</sup> ]
C <sub>gy</sub>	0	[mm]
C <sub>gz</sub>	0	[mm]
i <sub>y</sub>	170	[mm]
i <sub>z</sub>	87	[mm]



### 11.2.2 Materiale

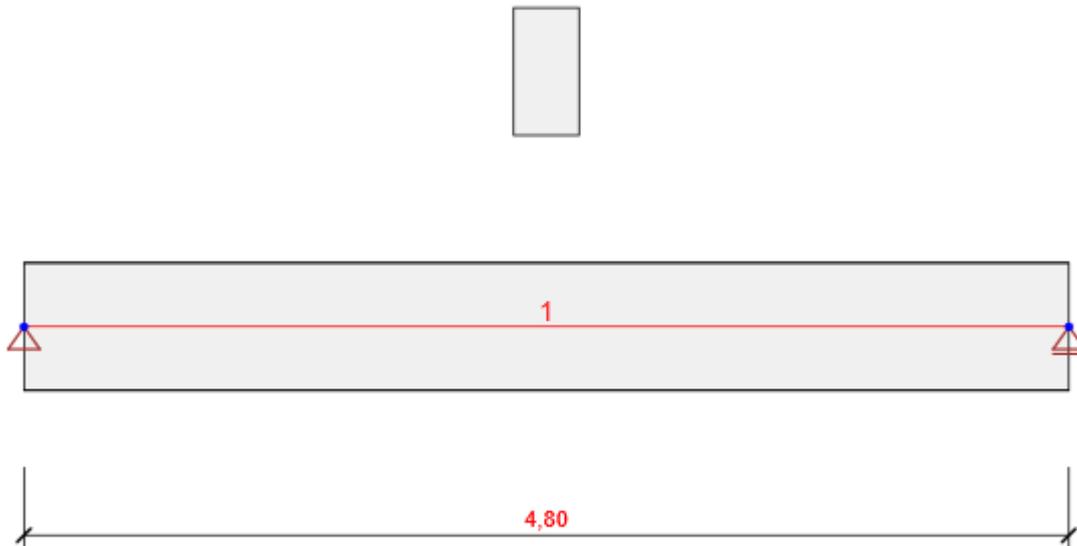
#### Calcestruzzo

Nome	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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 <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	E [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					

### 11.2.3 Geometria



Schema Strutturale

#### Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	4,80	4,80	1 - Rectangle 590, 300 (Rettangolo 590, 300)

#### Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0,00	XZ
2	4,80	Z

### 11.2.4 Risultati

#### Inviluppi

#### Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
----------	-------	---------------	--------	---------------------	----------------------

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	233 di 360

1	ULSF(1)	0,00	0,0	49,6	-44,6
1	ULSF(4)	4,80	0,0	-53,3	-44,6
1	ULSF(4)	0,00	0,0	53,3	-44,6
1	ULSF(6)	2,40	0,0	0,8	22,7

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(6)	1,15*SW + G + 1,5*Q

### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>iy</sub> [mrad]
1	SLSC(8)	0,00	0,0	0,0	-0,1
1	SLSC(9)	2,40	0,0	-0,2	0,0
1	SLSC(8)	0,48	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(9)	3,84	0,0	-0,1	-0,1
1	SLSC(9)	0,96	0,0	-0,1	0,1

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(8)	SW + G
SLSC(9)	SW + G + Q

### Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(4)	0,0	53,3	0,0
2	ULSF(4)	0,0	53,3	0,0

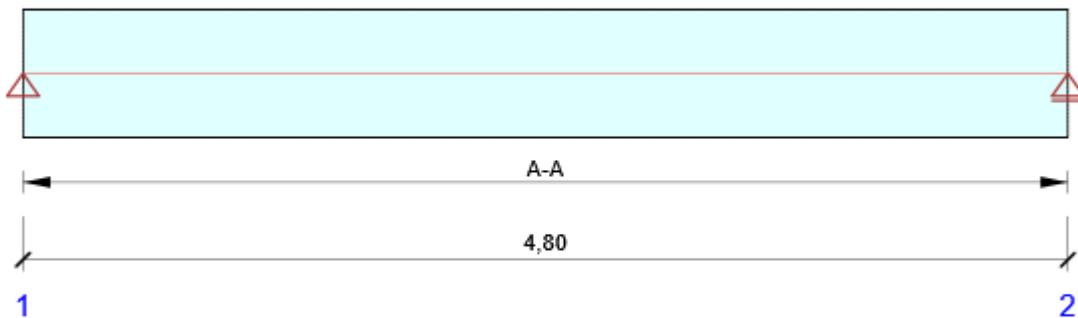
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q

### 11.2.5 Progetto calcestruzzo

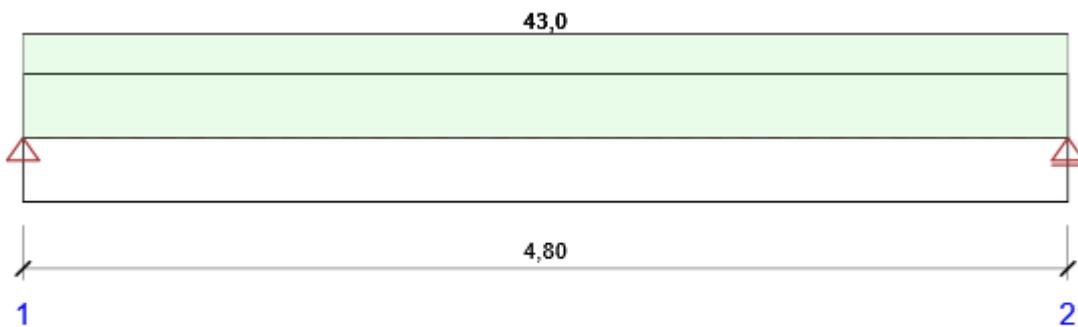
#### Normativa Nazionale

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

## Schema di armatura



## Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M					
ULSF(1)	0,0	-33,7	34,7	26,9	OK
Taglio					
ULSF(4)	0,0	-33,5	37,2	43,0	OK
Interazione					
ULSF(4)	0,0	-33,5	37,2	39,6	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(13)	0,0	-31,2	-25,3	14,8	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(13)	0,0	-31,2	-25,3	0,0	OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	235 di 360

ULSF(1)	$SW + 1,35 \cdot G + 1,05 \cdot Q$
ULSF(4)	$1,35 \cdot SW + 1,35 \cdot G + 1,05 \cdot Q$
SLSQ(13)	$SW + G + 0,3 \cdot Q$

Riassunto verifiche degli spostamenti

$d_x$ [m]	$u_{z,lin}$ [mm]	$u_{z,st}$ [mm]	$u_{z,ll}$ [mm]	$u_{z,lt}$ [mm]	$u_{z,lim}(\pm)$ [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
2,40	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	19,2	1,5	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(9)	Totale	$SW + G + Q$
	Lungo termine	$SW + G + 0,30 \cdot Q$

Stabilità laterale

Distinta dei materiali

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

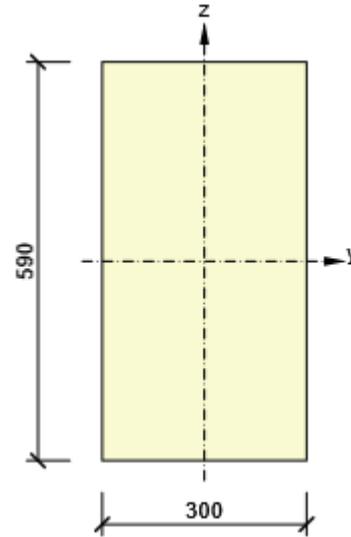
Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
4,80	C25/30	0,85	2124	55	2179	65
$\Phi$ [mm]	Materiale	Tipo di armatura		Lunghezza [m]	Peso [kg]	
14	B 450 C	Ferri		28,80	35	
10	B 450 C	Ferri		9,60	6	
8	B 450 C	Staffe		37,15	15	

### 11.3 Verifiche SLU B300X590

#### 11.3.1 Sezioni

##### 1. Rectangle 590, 300

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	177000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	5134475000	[mm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub>	1327500000	[mm <sup>4</sup> ]
C <sub>gy</sub>	0	[mm]
C <sub>gz</sub>	0	[mm]
i <sub>y</sub>	170	[mm]
i <sub>z</sub>	87	[mm]



#### 11.3.2 Materiale

##### Calcestruzzo

Nome	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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						

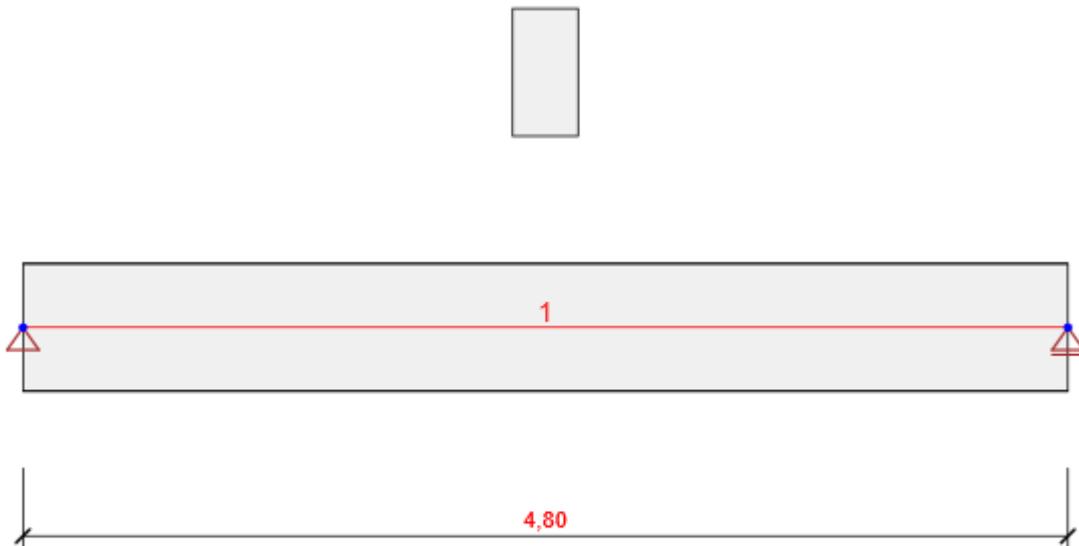
##### Armatura

Nome	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	E [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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,					

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b>  <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>												
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	<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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>237 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	237 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	237 di 360								

Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato

### 11.3.3 Geometria



**Schema Strutturale**

#### Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	4,80	4,80	1 - Rectangle 590, 300 (Rettangolo 590, 300)

#### Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0,00	XZ
2	4,80	Z

### 11.3.4 Risultati

Inviluppi

#### Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(1)	0,00	0,0	49,6	-45,2
1	ULSF(4)	4,80	0,0	-53,2	-45,2
1	ULSF(4)	0,00	0,0	53,2	-45,2
1	ULSF(2)	2,40	0,0	5,3	30,2

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(2)	1,15*SW + G + 1,5*Q

#### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>iy</sub> [mrad]
1	SLSC(8)	0,00	0,0	0,0	-0,1
1	SLSC(9)	2,40	0,0	-0,2	0,0
1	SLSC(8)	0,96	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(8)	4,80	0,0	0,0	0,1

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(8)	SW + G
SLSC(9)	SW + G + Q

#### Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(4)	0,0	53,2	0,0
2	ULSF(4)	0,0	53,2	0,0

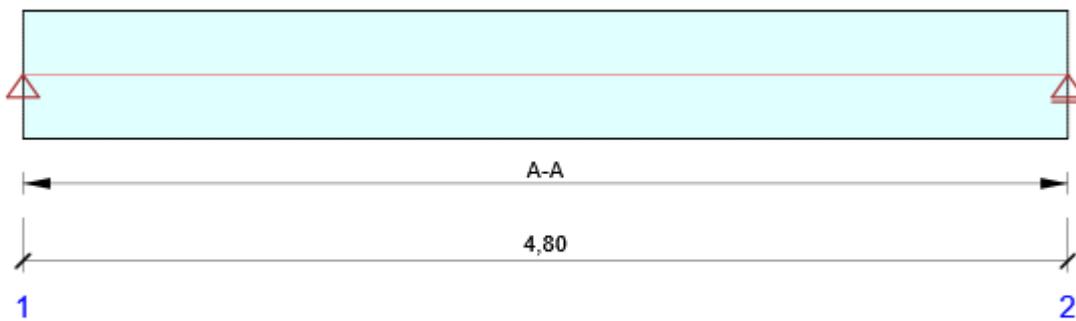
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q

### 11.3.5 Progetto calcestruzzo

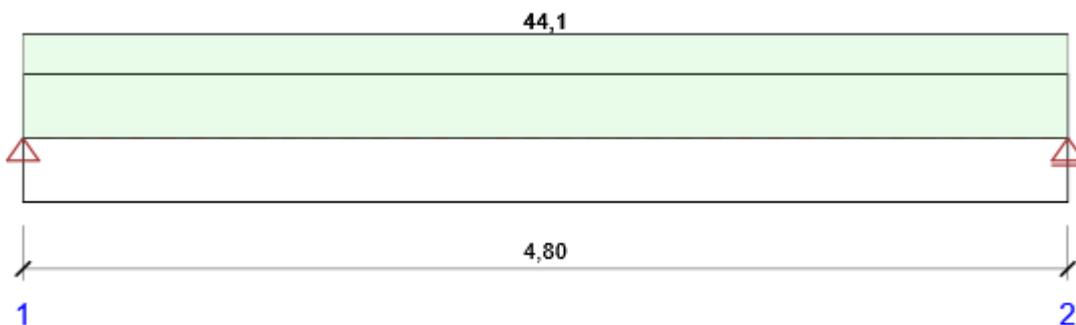
Normativa Nazionale

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

### Schema di armatura



Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M					
ULSF(2)	0,0	36,4	5,3	29,0	OK
Taglio					

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	240 di 360

ULSF(4)	0,0	-34,1	-38,1	44,1	OK
Interazione					
ULSF(4)	0,0	-34,1	-38,1	40,5	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(13)	0,0	-31,8	-24,6	15,1	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(13)	0,0	-31,8	-24,6	0,0	OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				
ULSF(2)	1,15*SW + G + 1,5*Q				
ULSF(4)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q				
SLSQ(13)	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]	$u_{z,lim}(\pm)$ [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
2,40	-0,2	-0,2	-0,1	-0,3	19,2	1,5	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(9)	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 <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
4,80	C25/30	0,85	2124	55	2179	65
$\Phi$ [mm]	Materiale	Tipo di armatura		Lunghezza [m]	Peso [kg]	
14	B 450 C	Ferri		28,80	35	
10	B 450 C	Ferri		9,60	6	
8	B 450 C	Staffe		37,15	15	

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>241 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	241 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	241 di 360								

## 12. VERIFICHE PILASTRO (30X60, 60X30)

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  $\gamma_{Rd}$ , 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:

$\gamma_{Rd}$  = 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.

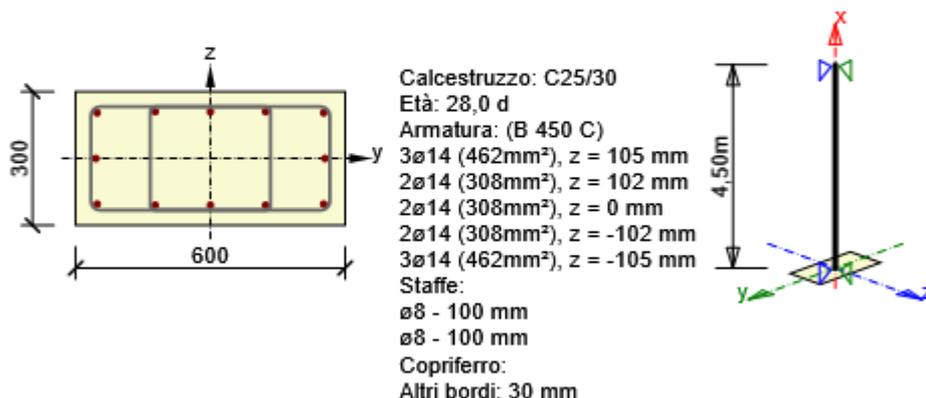
## 12.1 Verifiche SLV C600X300

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

### 12.1.1 Sezione S 1

#### 12.1.1.1 Estremo S 1 - E 1

Elemento di progetto	M 1
Sezione armata	R 1



### 2.1.1.1 Effetti dei carichi - forze interne

Tipo di carico	Tipo combinazione	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Totale	Fondamentale SLU	65,8	52,8	12,2	0,5	17,8	107,1
Totale	Caratteristico	48,0	0,0	0,0	0,0	10,3	50,7
Totale	Quasi-permanente	41,6	0,0	0,0	0,0	8,7	41,3
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

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

#### Stati limite ultimi - combinazione fondamentale dei carichi

Asse	N <sub>ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0,y/z</sub> [kNm]	M <sub>i,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>2,y/z</sub> [kNm]	e <sub>0,y/z</sub> [mm]	e <sub>i,y/z</sub> [mm]	e <sub>0Ed,y/z</sub> [mm]	e <sub>2,y/z</sub> [mm]	e <sub>Ed,y/z</sub> [mm]
y	65,8	17,9	17,8	0,7	17,9	0,0	-270	-11	-272	0	-272
z	65,8	107,7	107,1	0,7	107,7	0,0	-1628	-11	-1638	0	-1638

#### Flessione biassiale

$\lambda_y / \lambda_z$	$\lambda_z / \lambda_y$	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Verifica condizione
2,00	0,50	3,01	0,33	Non Soddisfatta

#### Non conformità

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

#### Snellezza

Asse	I [m]	I <sub>0</sub> [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y <sup>⊥</sup>	4,50	4,50	87	0,69	1,22	0,70	0,02	51,96	79,94	1° ordine
z <sup>⊥</sup>	4,50	4,50	173	0,69	1,22	0,70	0,02	25,98	79,94	1° ordine

#### Curvatura Nominale

Asse	K <sub>r</sub> [-]	K <sub>φ</sub> [-]	φ <sub>eff</sub> [-]	1/r <sub>0</sub> [1/m]	1/r [1/m]	n <sub>u</sub> [-]	n <sub>bal</sub> [-]	c [-]	d [mm]	β [-]
y <sup>⊥</sup>	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
z <sup>⊥</sup>	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00

Asse	θ <sub>i</sub> [-]	α <sub>m</sub> [-]	α <sub>h</sub> [-]	ρ <sub>m</sub> [-]	M <sub>01</sub> [kNm]	M <sub>02</sub> [kNm]
y <sup>⊥</sup>	0,00	1,00	0,94	1,00	0,0	0,0
z <sup>⊥</sup>	0,00	1,00	0,94	1,00	0,0	0,0

A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ω [-]	φ [-]	ε <sub>yd</sub> [1e-4]
180000	1847	0,24	2,20	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
$\lambda$	Snellezza rispetto all'asse y e all'asse z rispettivamente
$\lambda_{lim}$	Snellezza limite rispetto all'asse y e z rispettivamente

### 2.1.1.3 Panoramica

Tipo di verifica governante	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]	$T_{Ed}$ [kNm]	Valore [%]	Verifica
Interazione	65,8	17,9	107,7	54,2	0,5	84,9	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	65,8	17,9	107,7			68,1	OK
Taglio	65,8			54,2	0,5	18,5	OK
Torsione					0,5	1,3	OK
Interazione	65,8	17,9	107,7	54,2	0,5	84,9	OK
Controllo delle tensioni	41,6	8,7	41,3			76,9	OK
Apertura delle fessure	41,6	8,7	41,3			59,1	OK
Asse				$l_0$ [m]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	
Snellezza $y^\perp$				4,50	51,96	79,94	
Snellezza $z^\perp$				4,50	25,98	79,94	

**Valore limite dello sfruttamento della sezione: 100,0 %**

### Non conformità

<b>Non conformità</b>
-----------------------

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
	L'azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

### 2.1.1.4 Diagramma di utilizzo N-M-M

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

<b>N<sub>Ed</sub></b> <b>[kN]</b>	<b>M<sub>Ed,y</sub></b> <b>[kNm]</b>	<b>M<sub>Ed,z</sub></b> <b>[kNm]</b>	<b>Tipo</b>	<b>Valore</b> <b>[%]</b>	<b>Limite</b> <b>[%]</b>	<b>Verifica</b>
65,8	17,9	107,7	Nu-Mu-Mu	68,1	100,0	OK

Resistenza di progetto dei css sottoposti a flessione e forza assiale

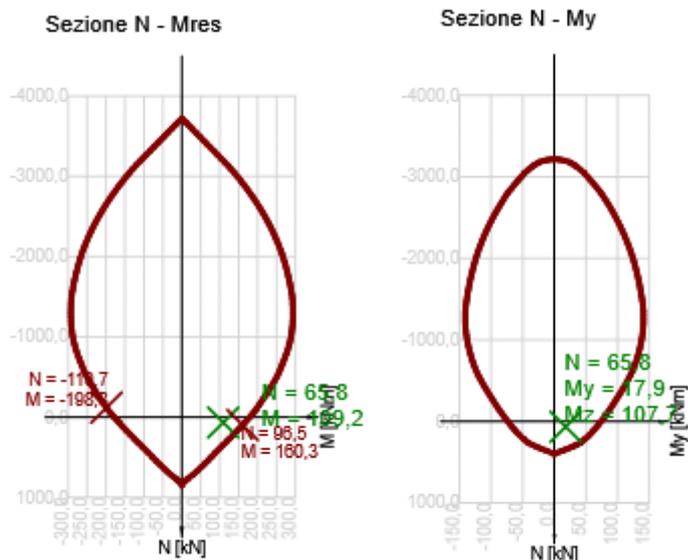
<b>Tipo</b>	<b>F<sub>Ed</sub></b>	<b>F<sub>Rd1</sub></b>	<b>F<sub>Rd2</sub></b>
N [kN]	65,8	96,5	-119,7
M <sub>y</sub> [kNm]	17,9	26,3	-32,6
M <sub>z</sub> [kNm]	107,7	158,1	-196,1

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

<b>Asse</b>	<b>N<sub>Ed</sub></b> <b>[kN]</b>	<b>M<sub>Ed,y/z</sub></b> <b>[kNm]</b>	<b>M<sub>0,y/z</sub></b> <b>[kNm]</b>	<b>M<sub>0Ed,y/z</sub></b> <b>[kNm]</b>	<b>M<sub>2,y/z</sub></b> <b>[kNm]</b>
Y	65,8	17,9	17,8	17,9	0,0
Z	65,8	107,7	107,1	107,7	0,0

Non conformità

<b>Non conformità</b>	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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

### 2.1.1.5 Taglio

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$V_{Ed}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Zona di verifica	Paragrafo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
54,2	65,8	292,4	senza riduzione	6.2.3(3)	18,5	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]
54,2	72,9	638,5	681,3	292,4	292,4

Valori di input e risultati intermedi del progetto del taglio

$n_c$	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$b_w$ [mm]	$d$ [mm]	$z$ [mm]	$\theta$ [°]	$\alpha$ [°]	$\alpha_{cw}$ [-]
4	1959	1232	308	492	415	45,0	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$ [-]	$k$ [-]	$k_1$ [-]	$\rho_l$ [-]	$\sigma_{cp}$ [MPa]	$\sigma_{wd}$ [MPa]	$V_{min}$ [MPa]	$v$ [-]	$v_1$ [-]
0,12	1,64	0,15	0,01	-0,4	71,7	0,4	0,54	0,60

Non conformità

Non conformità	
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2

### 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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha$	L'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha_{cw}$	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
$\rho_l$	Rapporto di armatura dell'armatura longitudinale a trazione
$\sigma_{cp}$	Sforzo normale nella sezione dovuto ai carichi o alla precompressione limitato da 0.2 fcd
$\sigma_{wd}$	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

### 2.1.1.6 Torsione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$T_{Ed}$ [kNm]	$T_{Rd}$ [kNm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
0,5	39,3	1,3	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]
0,5	23,9	90,0	39,3	39,3

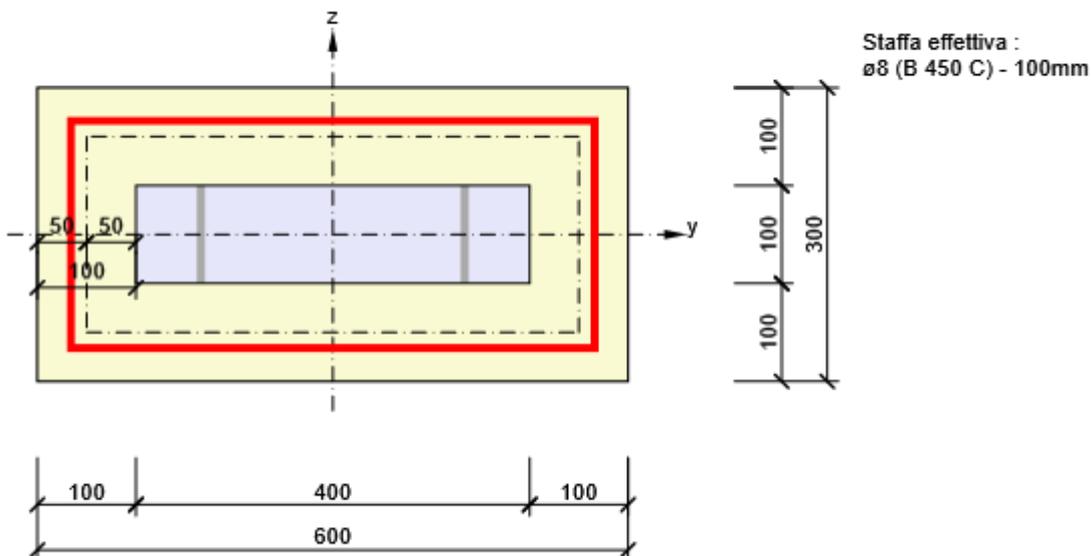
Valori di input e risultati intermedi del progetto a torsione

$A_k$ [mm <sup>2</sup> ]	$u_k$ [mm]	$t_{eff}$ [mm]	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{sp}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]
100000	1400	100	503	1847	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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio

### 2.1.1.7 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
65,8	17,9	107,7	54,2	0,5	18,3	84,9	84,9	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	65,8	17,9	17,8	17,9	0,0
Z	65,8	107,7	107,1	107,7	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
72,9	23,9	638,5	90,0	76,4	9,0	9,0	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
264,2	54,2	3,5	1,7	0,1	2	84,9	100,0	OK

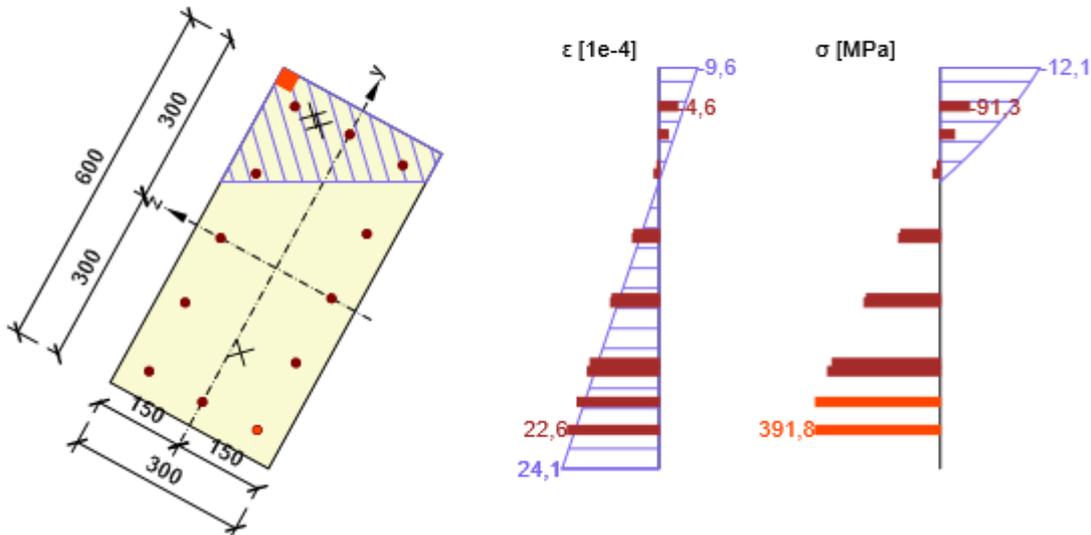
Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
2	-252	-102	1,8	22,6	450,0	0,3	391,8	461,4	84,9	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 $VEd \cdot \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta alla torsione
$\Delta \epsilon_s$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio
$\Delta \epsilon_t$	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
$\Delta \epsilon_{st}$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio e alla torsione
$\epsilon$	Deformazione nel ferro/trefolo dovuta taglio, torsione e flessione
$\epsilon_{lim}$	Valore limite della deformazione nel ferro/trefolo
$\Delta \sigma_{st}$	Sollecitazione a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta a taglio e torsione
$\sigma$	Sollecitazione nel ferro/trefolo dovuta a taglio, torsione e flessione
$\sigma_{lim}$	Valore limite della tensione nel ferro/trefolo

### 2.1.1.8 Controllo delle tensioni

#### Controllo delle tensioni - effetto a breve termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	3	-8,6	-11,3	76,9	100,0	OK

#### Controllo delle tensioni - effetto a lungo termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(5)-Char	Ferro	2	217,7	360,0	60,5	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	300	150	48,0	10,3	50,7	-10,4	-15,0	69,6	OK
7.2(3)-Quasi	3	300	150	41,6	8,7	41,3	-8,6	-11,3	76,9	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	2	-252	-102	48,0	10,3	50,7	195,2	360,0	54,2	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	300	150	48,0	10,3	50,7	-5,6	-15,0	37,1	OK
7.2(3)-Quasi	3	300	150	41,6	8,7	41,3	-4,6	-11,3	40,8	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	2	-252	-102	48,0	10,3	50,7	217,7	360,0	60,5	OK

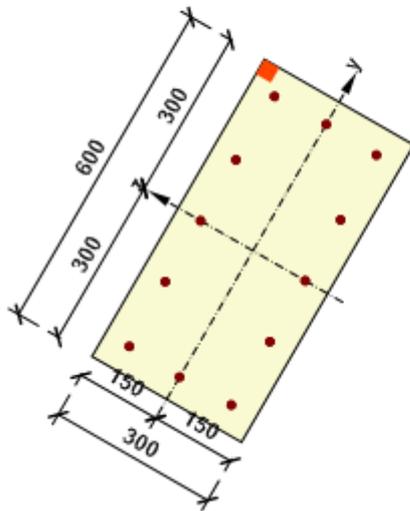
### Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	$h_0$ [mm]	$A_c$ [mm <sup>2</sup> ]	$u$ [mm]	$t$ [d]	$t_0$ [d]	$t_s$ [d]	RH [%]	Uso $\gamma_{lt}$	$\phi(t, t_0)$ [-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

### Non conformità

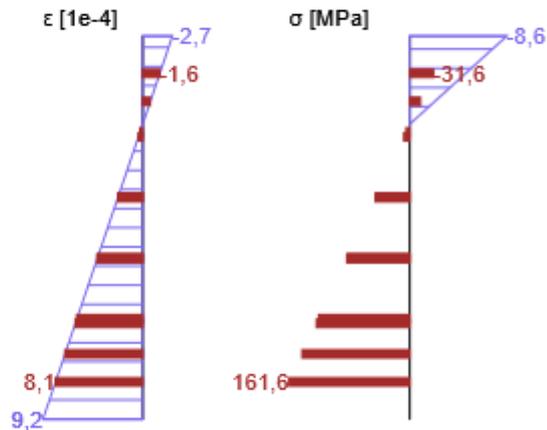
Non conformità	
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
	L' azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

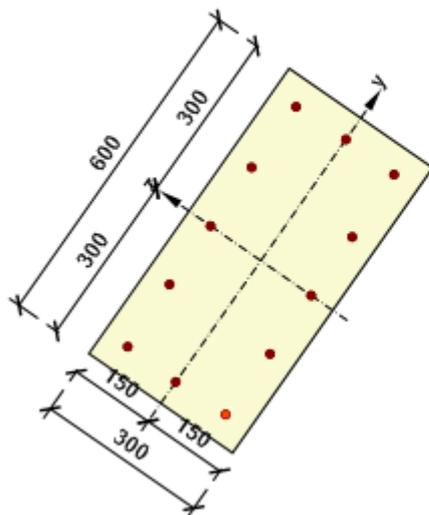


Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a breve termine

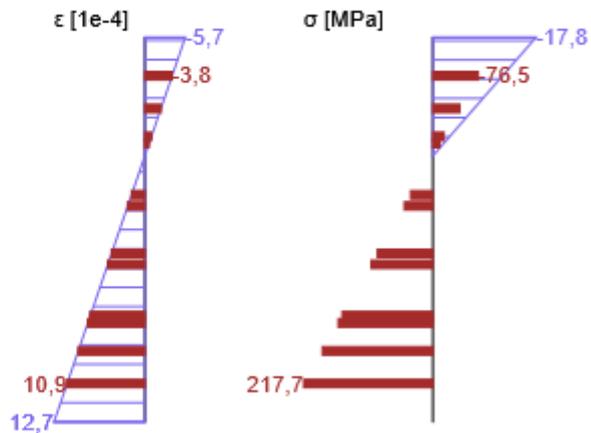


Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



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	Specifica del tipo di componente css (calcestruzzo fibra/ferro/trefolo) con valori limite

componente	nella verifica
Indice	Numero della fibra di calcestruzzo, armatura o trefolo con il valore limite della verifica
$\sigma$	Sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
$\sigma_{lim}$	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
Usò $\gamma_{lt}$	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

### 2.1.1.9 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	41,6	8,7	41,3	0,151	0,300	50,3	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	41,6	8,7	41,3	0,177	0,300	59,1	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 <sup>2</sup> ]	$A_{s,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{p,eff}$ [-]
153	172	559	33630	462	0,01

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	256 di 360

$k_t$	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
[-]	[1e-4]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,60	4,8	0,80	0,50	3,40	0,43
c	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$s_{r,max}$	$\Phi$	$\sigma_s$
[mm]	[1e-4]	[1e-4]	[mm]	[mm]	[MPa]
41	9,2	-2,7	311	14	161,6

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

x	$h_{c,eff}$	d	$A_{c,eff}$	$A_{s,eff}$	$\rho_{p,eff}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[-]
203	153	569	24610	308	0,01
$k_t$	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
[-]	[1e-4]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,40	5,4	0,80	0,50	3,40	0,43
c	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$s_{r,max}$	$\Phi$	$\sigma_s$
[mm]	[1e-4]	[1e-4]	[mm]	[mm]	[MPa]
41	10,5	-4,7	328	14	180,0

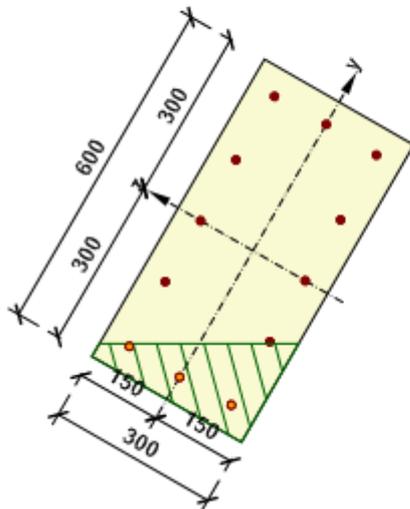
Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	$h_0$	$A_c$	u	t	$t_0$	$t_s$	RH	Uso $\gamma_{lt}$	$\varphi(t,t_0)$
	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[d]	[d]	[d]	[%]		[-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

Non conformità

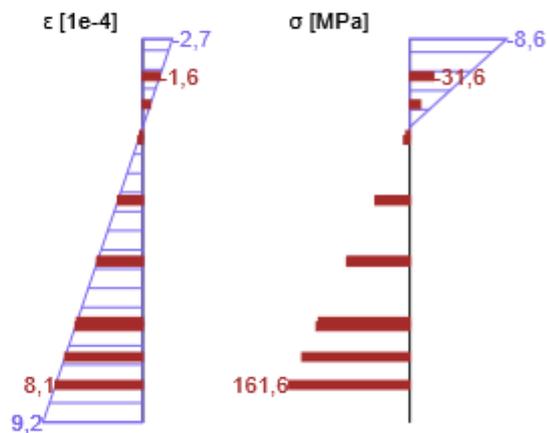
Non conformità	
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

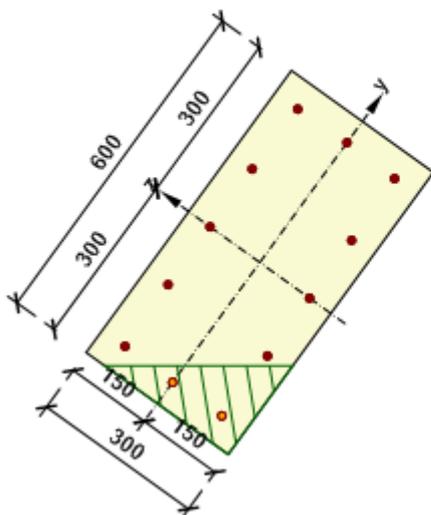


Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a breve termine

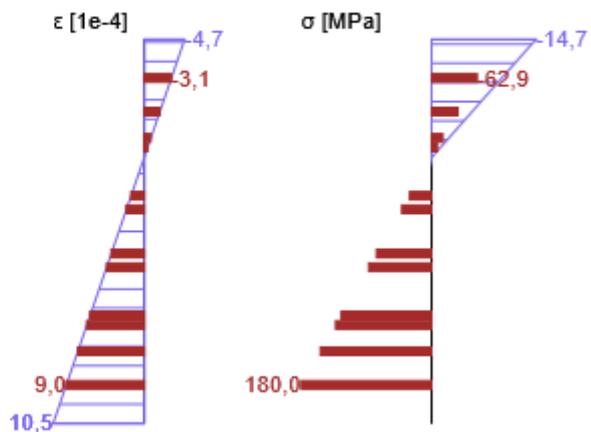


Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Combinazione	Combinazione usata per il calcolo incluso i coefficienti rsup o rinf 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 tesa 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
$\epsilon_1$	Deformazione a trazione maggiore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$\epsilon_2$	Deformazione a trazione minore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$s_{r,max}$	Spaziatura massima finale delle fessure
$\phi$	Diametro del ferro o diametro equivalente del ferro per più diametri di ferri all'interno dell'area di trazione effettiva del calcestruzzo
$\sigma_s$	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 $\gamma_{it}$	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\phi(t,t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

### 2.1.1.10 Dettagli costruttivi

**Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU**

$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Rapporto <sub>lungo</sub> [%]	Rapporto <sub>taglio</sub> [%]	Governante [%]	Limite [%]	Verifica
65,8	17,9	107,7	57,1	100,0	100,0	100,0	OK

### Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura longitudinale

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Rapp. di armatura min. per armatura longitudinale (9.5.2 (2)) [%]	1,03	0,20	19,5	OK
Rapporto arm. max per armatura longitudinale (9.5.2 (3)) [%]	1,03	4,00	25,7	OK
Luce netta minima dell'armatura longitudinale (8.2 (2)) [mm]	88	21	23,8	OK
Distanza assiale massima dell'armatura longitudinale (9.2.3 (4)) [mm]	129	350	37,0	OK
Diametro minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (1)) [mm]	14	8	57,1	OK
Numeri di ferri minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (4))	12	4	33,3	OK

### Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura a taglio

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Distanza massima delle staffe (9.5.3 (3)) [mm]	100	280	35,7	OK
Diametro minimo di armatura a taglio (9.5.3 (1)) [mm]	8	6	75,0	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 <sup>2</sup> ]	$b_t * d$ [mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{yd}$ [MPa]	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$f_{cd}$ [MPa]
308	492	180000	0	450,0	391,3	25,0	2,6	16,7

### Non conformità

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 <sub>lungo</sub>	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura longitudinale
Rapporto <sub>taglio</sub>	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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA          (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

Tipo	Tipo delle prescrizioni dei dettagli costruttivi
Valore <sub>calc</sub>	Quantità calcolata o da input che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Valore <sub>lim</sub>	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 %
$\Phi_{inf}$	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

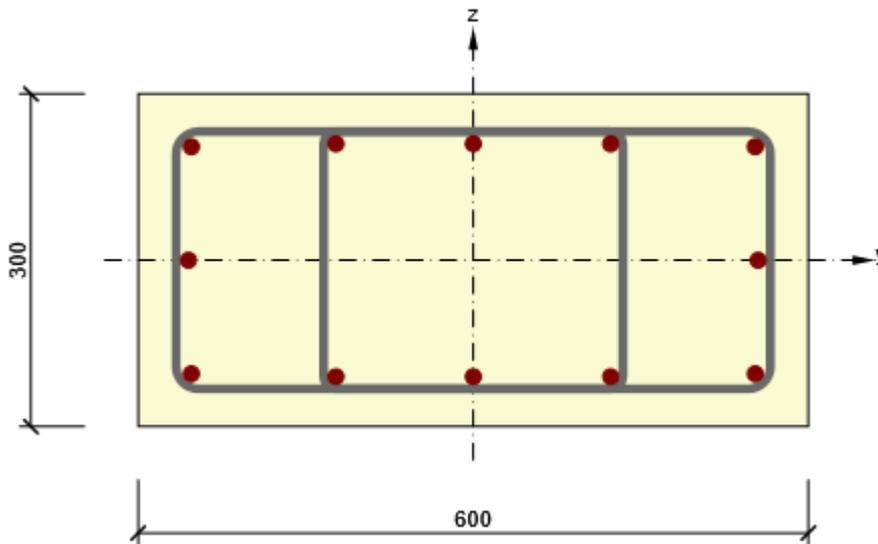
Usò per SLU	Si
Usò per SLE	No
Effetto considerato	Elemento isolato
Direzione delle imperfezioni	Dalle impostazioni del codice

### 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

#### 4 Lista delle Sezioni Armate

### Sezione Armata R 1



#### Componenti della sezione

Sezione rettangolare (600 / 300mm), Materiale: C25/30

#### Caratteristiche della sezione

A	S <sub>y</sub>	S <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	C <sub>gy</sub>	C <sub>gz</sub>	i <sub>y</sub>	i <sub>z</sub>
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
180000	0	0	13500000000	54000000000	0	0	87	173

#### Copriferro relativo ai bordi della sezione

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



Armatura longitudinale	Armatura a taglio	Volume totale	Armatura / m3 calcestruzzo
------------------------	-------------------	---------------	----------------------------

[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m <sup>3</sup> ]
15	10	24	136

### Armatura longitudinale

Ferro	Ø [mm]	Materiale	Y [mm]	Z [mm]
1	14	B 450 C	-252	102
2	14	B 450 C	-252	-102
3	14	B 450 C	252	-102
4	14	B 450 C	252	102
5	14	B 450 C	-123	-105
14	14	B 450 C	0	-105
15	14	B 450 C	123	-105
7	14	B 450 C	123	105
8	14	B 450 C	0	105
16	14	B 450 C	-123	105
9	14	B 450 C	-255	0
12	14	B 450 C	255	0

### Staffe

Staffa	Ø [mm]	Materiale	Distanza [mm]	Chiuso	Verifica a Taglio	Verifica a Torsione	Diametro del mandrino
1	8	B 450 C	100	Si	Si	Si	4,00
2	8	B 450 C	100	Si	Si	No	0,00

Staffa	Vertice	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-266	116
1	2	-266	-116
1	3	266	-116
1	4	266	116
2	1	-123	105
2	2	123	105
2	3	123	-105
2	4	-123	-105

### Lista dei materiali usati

#### Calcestruzzo

Nome	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
C25/30	25,0	33,0	2,6	31475,8	0,20	2500
ε <sub>c2</sub> = 20,0 1e-4, ε <sub>cu2</sub> = 35,0 1e-4, ε <sub>c3</sub> = 17,5 1e-4, ε <sub>cu3</sub> = 35,0 1e-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
$\epsilon_c$	Deformazione compressione nel calcestruzzo alla tensione di picco $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Deformazione di contrazione ultima nel calcestruzzo

## Acciaio Armatura Lenta

Nome	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk}$ [MPa]	E [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					

## Spiegazione

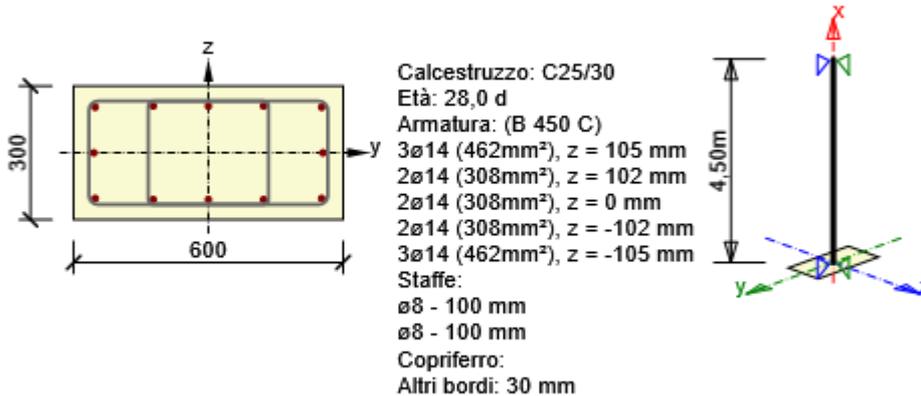
Simbolo	Spiegazione
$f_{yk}$	Valore caratteristico della tensione di snervamento dell'armatura
$f_{tk}$	Valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura
E	Modulo di elasticità dell'acciaio dell'armatura
$\epsilon_{uk}$	Valore caratteristico della deformazione dell'armatura lenta o di precompressione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

## 12.2 Verifiche SLU C600X300

### 12.2.1 Sezione S 1

#### 12.2.1.1 Estremo S 1 - E 1

Elemento di progetto	M 1
Sezione armata	R 1



### 2.1.1.1 Effetti dei carichi - forze interne

Tipo di carico	Tipo combinazione	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Totale	Fondamentale SLU	65,1	20,9	1,3	0,2	14,1	69,7
Totale	Caratteristico	48,0	0,0	0,0	0,0	10,3	50,7
Totale	Quasi-permanente	41,6	0,0	0,0	0,0	8,7	41,3
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

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

#### Stati limite ultimi - combinazione fondamentale dei carichi

Asse	N <sub>ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0,y/z</sub> [kNm]	M <sub>i,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>2,y/z</sub> [kNm]	e <sub>0,y/z</sub> [mm]	e <sub>i,y/z</sub> [mm]	e <sub>0Ed,y/z</sub> [mm]	e <sub>2,y/z</sub> [mm]	e <sub>Ed,y/z</sub> [mm]
y	65,1	14,3	14,1	0,7	14,3	0,0	-217	-11	-219	0	-219
z	65,1	70,4	69,7	0,7	70,4	0,0	-1071	-11	-1082	0	-1082

#### Flessione biassiale

$\lambda_y / \lambda_z$	$\lambda_z / \lambda_y$	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Verifica condizione
2,00	0,50	2,47	0,41	Non Soddisfatta

#### Non conformità

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

#### Snellezza

Asse	l [m]	l <sub>0</sub> [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y $\perp$	4,50	4,50	87	0,69	1,22	0,70	0,02	51,96	80,34	1° ordine
z $\perp$	4,50	4,50	173	0,69	1,22	0,70	0,02	25,98	80,34	1° ordine

#### Curvatura Nominale

Asse	K <sub>r</sub> [-]	K <sub><math>\phi</math></sub> [-]	$\phi_{eff}$ [-]	1/r <sub>0</sub> [1/m]	1/r [1/m]	n <sub>u</sub> [-]	n <sub>bal</sub> [-]	c [-]	d [mm]	$\beta$ [-]
y $\perp$	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
z $\perp$	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00

Asse	$\theta_i$ [-]	$\alpha_m$ [-]	$\alpha_h$ [-]	$\rho_m$ [-]	M <sub>01</sub> [kNm]	M <sub>02</sub> [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 <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	$\omega$ [-]	$\phi$ [-]	$\epsilon_{yd}$ [1e-4]
180000	1847	0,24	2,20	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'o 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'o ordine
$e_{Ed,y/z}$	Eccentricità totale rispetto all'asse z e y rispettivamente incluso gli effetti del 2'o 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
$\lambda$	Snellezza rispetto all'asse y e all'asse z rispettivamente
$\lambda_{lim}$	Snellezza limite rispetto all'asse y e z rispettivamente

### 2.1.1.3 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	41,6	8,7	41,3			76,9	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	65,1	14,3	70,4			47,9	OK
Taglio	65,1			20,9	0,2	7,0	OK
Torsione					0,2	0,5	OK
Interazione	65,1	14,3	70,4	20,9	0,2	65,3	OK
Controllo delle tensioni	41,6	8,7	41,3			76,9	OK
Apertura delle fessure	41,6	8,7	41,3			59,1	OK
Asse				$l_0$ [m]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	
Snellezza $y^\perp$				4,50	51,96	80,34	
Snellezza $z^\perp$				4,50	25,98	80,34	

**Valore limite dello sfruttamento della sezione: 100,0 %**

#### Non conformità

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

	L'angolo tra il gradiente nel piano del piano della deformazione e la risultante degli sforzi di taglio supera il limite di 20 gradi, che potrebbe influenzare negativamente i valori di altezza effettiva calcolata e il braccio delle forze interne e conseguentemente la resistenza a taglio calcolata. Nb: il valore utente dell'altezza utile e del braccio delle forze interne possono essere definiti nelle Impostazioni del Codice.
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
	L' azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

### 2.1.1.4 Diagramma di utilizzo N-M-M

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	M <sub>Ed,z</sub> [kNm]	Tipo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
65,1	14,3	70,4	Nu-Mu-Mu	47,9	100,0	OK

Resistenza di progetto dei css sottoposti a flessione e forza assiale

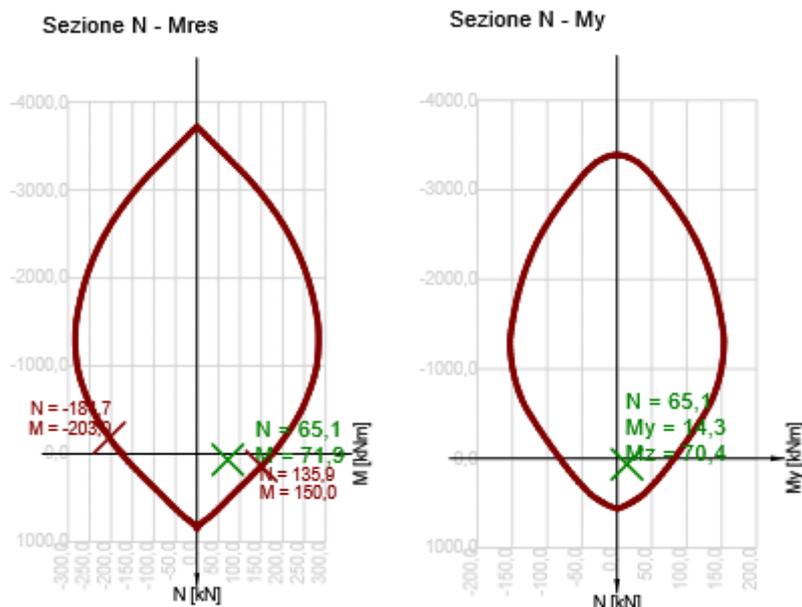
Tipo	F <sub>Ed</sub>	F <sub>Rd1</sub>	F <sub>Rd2</sub>
N [kN]	65,1	135,9	-184,7
M <sub>y</sub> [kNm]	14,3	29,8	-40,5
M <sub>z</sub> [kNm]	70,4	147,0	-199,8

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

Asse	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>2,y/z</sub> [kNm]
Y	65,1	14,3	14,1	14,3	0,0
Z	65,1	70,4	69,7	70,4	0,0

Non conformità

Non conformità	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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

### 2.1.1.5 Taglio

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

V <sub>Ed</sub> [kN]	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	Zona di verifica	Paragrafo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
20,9	65,1	297,3	senza riduzione	6.2.3(3)	7,0	100,0	OK

Sollecitazioni di progetto a taglio e resistenze a taglio

V <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	V <sub>Rd,r</sub> [kN]	V <sub>Rd,s</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]
20,9	70,8	618,3	639,6	297,3	297,3

Valori di input e risultati intermedi del progetto del taglio

n <sub>c</sub>	a <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> /m]	A <sub>sl</sub> [mm <sup>2</sup> ]	b <sub>w</sub> [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α <sub>cw</sub> [-]
4	2007	1232	301	473	411	45,0	90,0	1,00
C <sub>Rd,c</sub> [-]	k	k <sub>1</sub> [-]	ρ <sub>l</sub> [-]	σ <sub>cp</sub> [MPa]	σ <sub>wd</sub> [MPa]	V <sub>min</sub> [MPa]	v [-]	v <sub>1</sub> [-]
0,12	1,65	0,15	0,01	-0,4	27,4	0,4	0,54	0,60

Non conformità

Non conformità	
	L'angolo tra il gradiente nel piano del piano della deformazione e la risultante degli sforzi di taglio supera il limite di 20 gradi, che potrebbe influenzare negativamente i valori di altezza effettiva calcolata e il braccio delle forze interne e conseguentemente la resistenza a taglio calcolata. Nb: il valore utente dell'altezza utile e del braccio delle forze interne possono essere definiti nelle Impostazioni del Codice.
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
V <sub>Ed</sub>	Valore di progetto dello sforzo di taglio agente (con effetto della precompressione)
N <sub>Ed</sub>	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
V <sub>Rd</sub>	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 <sub>Rd,c</sub>	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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha$	L'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha_{cw}$	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
$\rho_l$	Rapporto di armatura dell'armatura longitudinale a trazione
$\sigma_{cp}$	Sforzo normale nella sezione dovuto ai carichi o alla precompressione limitato da 0.2 fcd
$\sigma_{wd}$	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

### 2.1.1.6 Torsione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$T_{Ed}$ [kNm]	$T_{Rd}$ [kNm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
0,2	39,3	0,5	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]
0,2	23,9	90,0	39,3	39,3

Valori di input e risultati intermedi del progetto a torsione

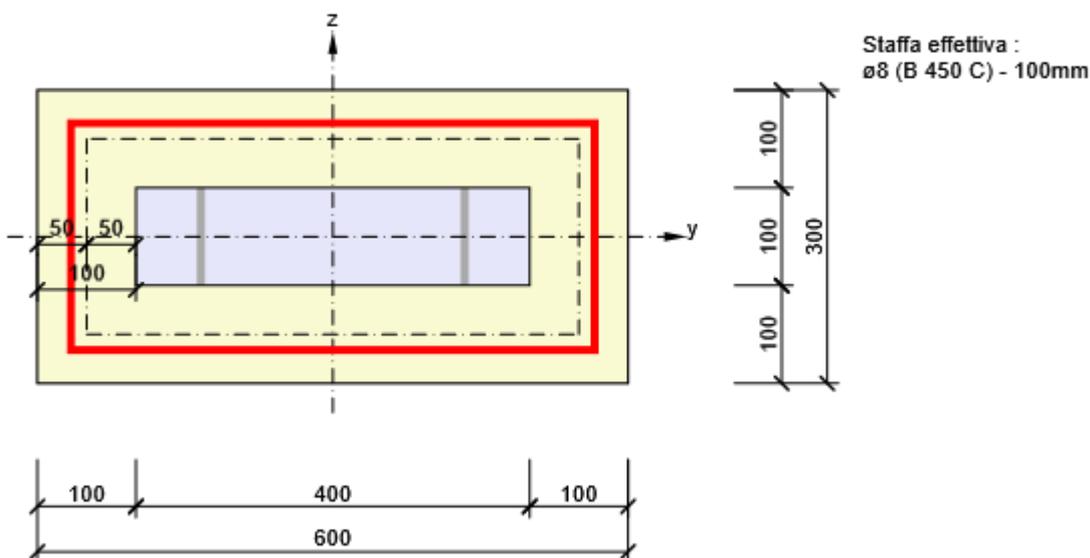
$A_k$ [mm <sup>2</sup> ]	$u_k$ [mm]	$t_{eff}$ [mm]	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{sp}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]

100000	1400	100	503	1847	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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo

sforzo di taglio

### 2.1.1.7 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
65,1	14,3	70,4	20,9	0,2	7,0	65,3	65,3	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	65,1	14,3	14,1	14,3	0,0
Z	65,1	70,4	69,7	70,4	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
70,8	23,9	618,3	90,0	30,4	3,6	3,6	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
189,8	20,9	1,4	0,6	0,0	2	65,3	100,0	OK

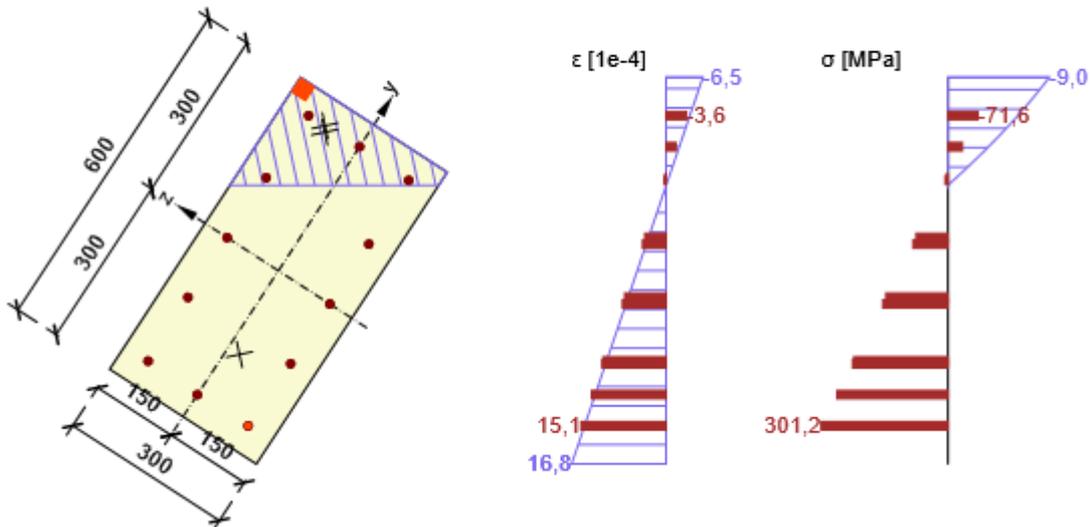
Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
2	-252	-102	0,6	15,1	450,0	12,1	301,2	461,4	65,3	OK

Non conformità

Non conformità	
	L'angolo tra il gradiente nel piano del piano della deformazione e la risultante degli sforzi di taglio supera il limite di 20 gradi, che potrebbe influenzare negativamente i valori di altezza effettiva calcolata e il braccio delle forze interne e conseguentemente la resistenza a taglio calcolata. Nb: il valore utente dell'altezza utile e del braccio delle forze interne possono essere definiti nelle Impostazioni del Codice.

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 $VEd \cdot \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta alla torsione
$\Delta \epsilon_s$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio
$\Delta \epsilon_t$	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
$\Delta \epsilon_{st}$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio e alla torsione
$\epsilon$	Deformazione nel ferro/trefolo dovuta taglio, torsione e flessione
$\epsilon_{lim}$	Valore limite della deformazione nel ferro/trefolo
$\Delta \sigma_{st}$	Sollecitazione a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta a taglio e torsione
$\sigma$	Sollecitazione nel ferro/trefolo dovuta a taglio, torsione e flessione
$\sigma_{lim}$	Valore limite della tensione nel ferro/trefolo

### 2.1.1.8 Controllo delle tensioni

#### Controllo delle tensioni - effetto a breve termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	3	-8,6	-11,3	76,9	100,0	OK

#### Controllo delle tensioni - effetto a lungo termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(5)-Char	Ferro	2	217,7	360,0	60,5	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	300	150	48,0	10,3	50,7	-10,4	-15,0	69,6	OK
7.2(3)-Quasi	3	300	150	41,6	8,7	41,3	-8,6	-11,3	76,9	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	2	-252	-102	48,0	10,3	50,7	195,2	360,0	54,2	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	300	150	48,0	10,3	50,7	-5,6	-15,0	37,1	OK
7.2(3)-Quasi	3	300	150	41,6	8,7	41,3	-4,6	-11,3	40,8	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	2	-252	-102	48,0	10,3	50,7	217,7	360,0	60,5	OK

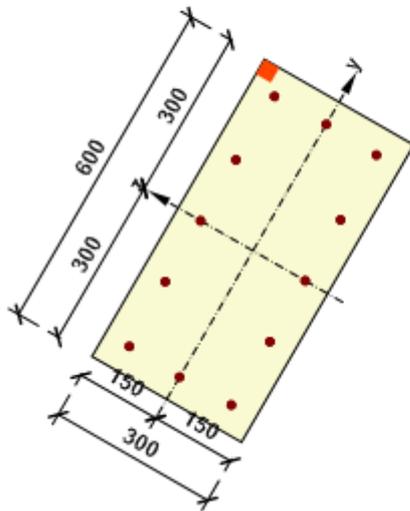
### Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	$h_0$ [mm]	$A_c$ [mm <sup>2</sup> ]	$u$ [mm]	$t$ [d]	$t_0$ [d]	$t_s$ [d]	RH [%]	Uso $\gamma_{lt}$	$\phi(t, t_0)$ [-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

### Non conformità

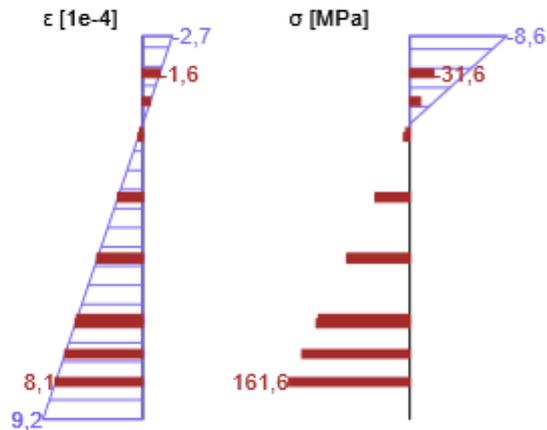
Non conformità	
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
	L' azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

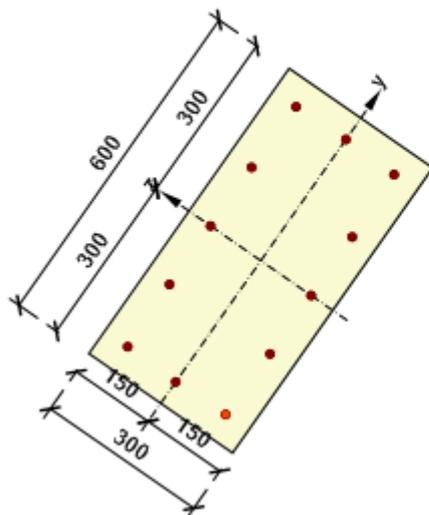


Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a breve termine

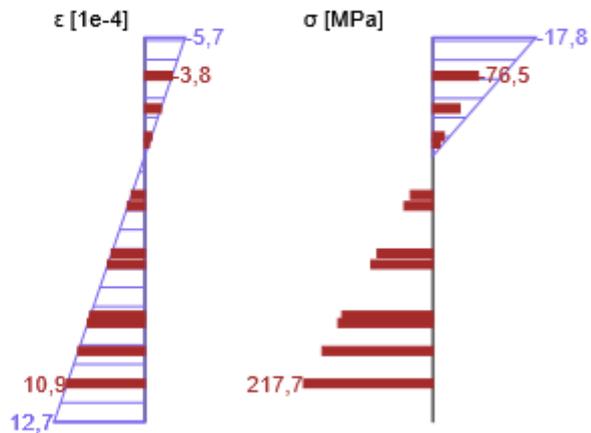


Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



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	Specifica del tipo di componente css (calcestruzzo fibra/ferro/trefolo) con valori limite

componente	nella verifica
Indice	Numero della fibra di calcestruzzo, armatura o trefolo con il valore limite della verifica
$\sigma$	Sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
$\sigma_{lim}$	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
Usò $\gamma_{lt}$	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\phi(t, t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

### 2.1.1.9 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	41,6	8,7	41,3	0,151	0,300	50,3	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	41,6	8,7	41,3	0,177	0,300	59,1	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 <sup>2</sup> ]	$A_{s,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{p,eff}$ [-]
153	172	559	33630	462	0,01

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	278 di 360

$k_t$	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
[-]	[1e-4]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,60	4,8	0,80	0,50	3,40	0,43
c	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$s_{r,max}$	$\Phi$	$\sigma_s$
[mm]	[1e-4]	[1e-4]	[mm]	[mm]	[MPa]
41	9,2	-2,7	311	14	161,6

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

x	$h_{c,eff}$	d	$A_{c,eff}$	$A_{s,eff}$	$\rho_{p,eff}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[-]
203	153	569	24610	308	0,01
$k_t$	$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
[-]	[1e-4]	[-]	[-]	[-]	[-]
0,40	5,4	0,80	0,50	3,40	0,43
c	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$s_{r,max}$	$\Phi$	$\sigma_s$
[mm]	[1e-4]	[1e-4]	[mm]	[mm]	[MPa]
41	10,5	-4,7	328	14	180,0

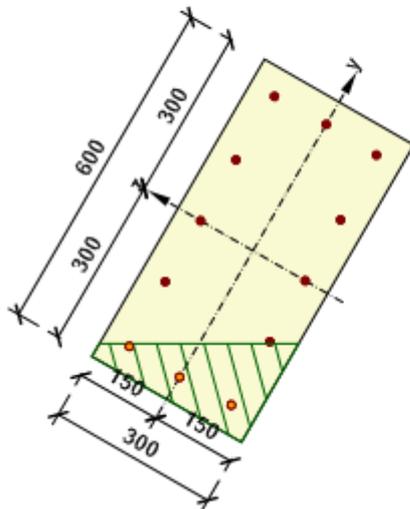
Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	$h_0$	$A_c$	u	t	$t_0$	$t_s$	RH	Uso $\gamma_{lt}$	$\varphi(t,t_0)$
	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[d]	[d]	[d]	[%]		[-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

Non conformità

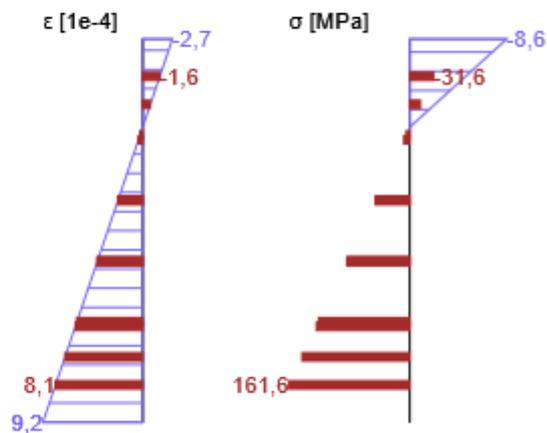
Non conformità	
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

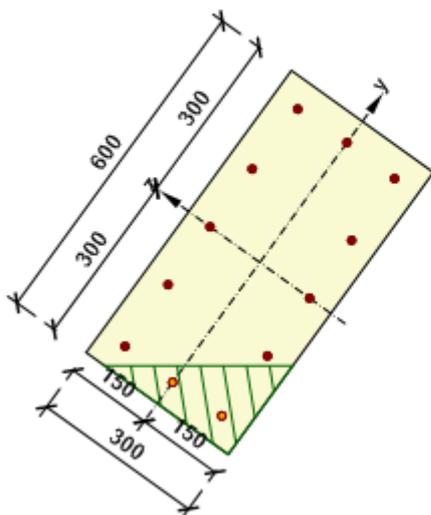


Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a breve termine

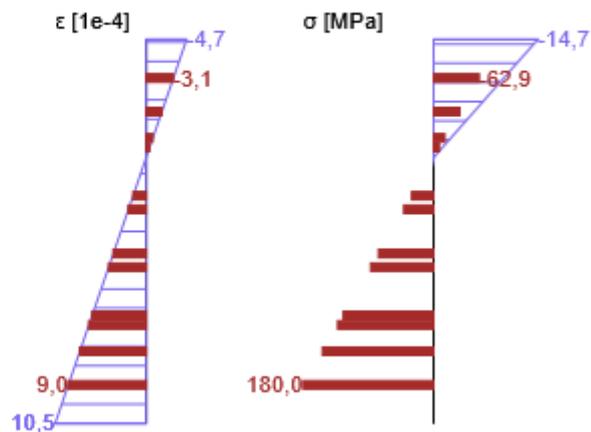


Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Risultati presentati per:

- Combinazione caratteristica
- Calcolo rigidezza a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Combinazione	Combinazione usata per il calcolo incluso i coefficienti rsup o rinf sec. 5.10.9
N	Forza normale per combinazione quasi-permanente
M <sub>y</sub>	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 tesa 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
$\epsilon_1$	Deformazione a trazione maggiore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$\epsilon_2$	Deformazione a trazione minore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$s_{r,max}$	Spaziatura massima finale delle fessure
$\phi$	Diametro del ferro o diametro equivalente del ferro per più diametri di ferri all'interno dell'area di trazione effettiva del calcestruzzo
$\sigma_s$	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 $\gamma_{it}$	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\phi(t,t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

### 2.1.1.10 Dettagli costruttivi

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Rapporto <sub>lungo</sub> [%]	Rapporto <sub>taglio</sub> [%]	Governante [%]	Limite [%]	Verifica
65,1	14,3	70,4	57,1	100,0	100,0	100,0	OK

### Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura longitudinale

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Rapp. di armatura min. per armatura longitudinale (9.5.2 (2)) [%]	1,03	0,20	19,5	OK
Rapporto arm. max per armatura longitudinale (9.5.2 (3)) [%]	1,03	4,00	25,7	OK
Luce netta minima dell'armatura longitudinale (8.2 (2)) [mm]	88	21	23,8	OK
Distanza assiale massima dell'armatura longitudinale (9.2.3 (4)) [mm]	129	350	37,0	OK
Diametro minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (1)) [mm]	14	8	57,1	OK
Numeri di ferri minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (4))	12	4	33,3	OK

### Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura a taglio

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Distanza massima delle staffe (9.5.3 (3)) [mm]	100	280	35,7	OK
Diametro minimo di armatura a taglio (9.5.3 (1)) [mm]	8	6	75,0	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 <sup>2</sup> ]	$b_t * d$ [mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{yd}$ [MPa]	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$f_{cd}$ [MPa]
301	473	180000	0	450,0	391,3	25,0	2,6	16,7

### Non conformità

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 <sub>lungo</sub>	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura longitudinale
Rapporto <sub>taglio</sub>	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

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	282 di 360

Tipo	Tipo delle prescrizioni dei dettagli costruttivi
Valore <sub>calc</sub>	Quantità calcolata o da input che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Valore <sub>lim</sub>	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 %
$\Phi_{inf}$	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

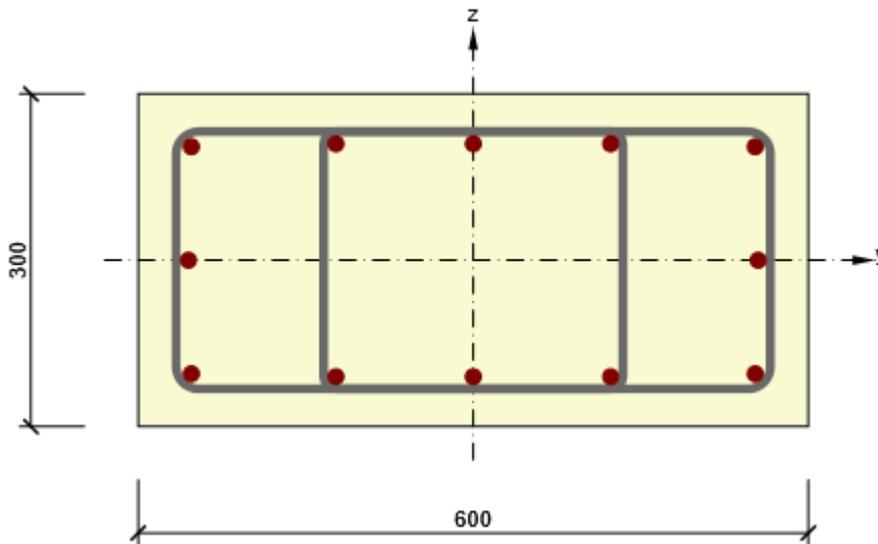
Usò per SLU	Si
Usò per SLE	No
Effetto considerato	Elemento isolato
Direzione delle imperfezioni	Dalle impostazioni del codice

### 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 (600 / 300mm), Materiale: C25/30

#### Caratteristiche della sezione

A	S <sub>y</sub>	S <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	C <sub>gy</sub>	C <sub>gz</sub>	i <sub>y</sub>	i <sub>z</sub>
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
180000	0	0	13500000000	54000000000	0	0	87	173

#### Copriferro relativo ai bordi della sezione

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



Armatura longitudinale	Armatura a taglio	Volume totale	Armatura / m3 calcestruzzo
------------------------	-------------------	---------------	----------------------------

[kg/m]	[kg/m]	[kg/m]	[kg/m <sup>3</sup> ]
15	10	24	136

### Armatura longitudinale

Ferro	Ø [mm]	Materiale	Y [mm]	Z [mm]
1	14	B 450 C	-252	102
2	14	B 450 C	-252	-102
3	14	B 450 C	252	-102
4	14	B 450 C	252	102
5	14	B 450 C	-123	-105
14	14	B 450 C	0	-105
15	14	B 450 C	123	-105
7	14	B 450 C	123	105
8	14	B 450 C	0	105
16	14	B 450 C	-123	105
9	14	B 450 C	-255	0
12	14	B 450 C	255	0

### Staffe

Staffa	Ø [mm]	Materiale	Distanza [mm]	Chiuso	Verifica a Taglio	Verifica a Torsione	Diametro del mandrino
1	8	B 450 C	100	Si	Si	Si	4,00
2	8	B 450 C	100	Si	Si	No	0,00

Staffa	Vertice	Y [mm]	Z [mm]
1	1	-266	116
1	2	-266	-116
1	3	266	-116
1	4	266	116
2	1	-123	105
2	2	123	105
2	3	123	-105
2	4	-123	-105

### Lista dei materiali usati

#### Calcestruzzo

Nome	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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
$\epsilon_c$	Deformazione compressione nel calcestruzzo alla tensione di picco $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Deformazione di contrazione ultima nel calcestruzzo

## Acciaio Armatura Lenta

Nome	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk}$ [MPa]	E [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					

## Spiegazione

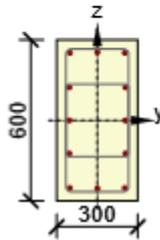
Simbolo	Spiegazione
$f_{yk}$	Valore caratteristico della tensione di snervamento dell'armatura
$f_{tk}$	Valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura
E	Modulo di elasticità dell'acciaio dell'armatura
$\epsilon_{uk}$	Valore caratteristico della deformazione dell'armatura lenta o di precompressione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

## 12.3 Verifiche SLV C300X600

### 12.3.1 Sezione S 1

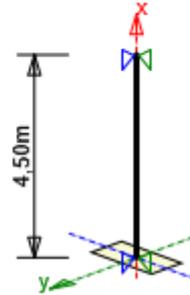
#### 12.3.1.1 Estremo S 1 - E 1

Elemento di progetto	M 1
Sezione armata	R 1



Calcestruzzo: C25/30  
Età: 28,0 d  
Armatura:  
1 $\varnothing$ 16 (201mm<sup>2</sup>) (B 450 C),  
Posizione 0, 254 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z =  
252 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z =  
123 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z = 0  
mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z =  
-123 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z =  
-252 mm  
1 $\varnothing$ 16 (201mm<sup>2</sup>) (B 450 C),  
Posizione 0, -254 mm

Staffe:  
 $\varnothing$ 8 (B 450 C) - 100 mm  
 $\varnothing$ 8 (B 500B) - 100 mm  
Copriferro:  
Altri bordi: 30 mm



### 2.1.1.1 Effetti dei carichi - forze interne

Tipo di carico	Tipo combinazione	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Totale	Fondamentale SLU	95,9	8,9	25,2	0,0	35,9	64,5
Totale	Caratteristico	105,3	0,0	0,0	0,0	1,0	58,7
Totale	Quasi-permanente	89,9	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0
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

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

Stati limite ultimi - combinazione fondamentale dei carichi

Asse	N <sub>ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0,y/z</sub> [kNm]	M <sub>i,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>2,y/z</sub> [kNm]	e <sub>0,y/z</sub> [mm]	e <sub>i,y/z</sub> [mm]	e <sub>0Ed,y/z</sub> [mm]	e <sub>2,y/z</sub> [mm]	e <sub>Ed,y/z</sub> [mm]
y	95,9	36,4	35,9	1,0	36,4	0,0	-375	-11	-380	0	-380
z	95,9	65,4	64,5	1,0	65,4	0,0	-673	-11	-682	0	-682

### Flessione biassiale

$\lambda_y / \lambda_z$	$\lambda_z / \lambda_y$	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Verifica condizione
0,50	2,00	3,59	0,28	Non Soddisfatta

### Non conformità

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

### Snellezza

Asse	I [m]	I <sub>0</sub> [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y <sup>⊥</sup>	4,50	4,50	173	0,69	1,28	0,70	0,03	25,98	69,41	1° ordine
z <sup>⊥</sup>	4,50	4,50	87	0,69	1,28	0,70	0,03	51,96	69,41	1° ordine

### Curvatura Nominale

Asse	K <sub>r</sub> [-]	K <sub>φ</sub> [-]	φ <sub>eff</sub> [-]	1/r <sub>0</sub> [1/m]	1/r [1/m]	n <sub>u</sub> [-]	n <sub>bal</sub> [-]	c [-]	d [mm]	β [-]
y <sup>⊥</sup>	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
z <sup>⊥</sup>	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00

Asse	θ <sub>i</sub> [-]	α <sub>m</sub> [-]	α <sub>h</sub> [-]	ρ <sub>m</sub> [-]	M <sub>01</sub> [kNm]	M <sub>02</sub> [kNm]
y <sup>⊥</sup>	0,00	1,00	0,94	1,00	0,0	0,0
z <sup>⊥</sup>	0,00	1,00	0,94	1,00	0,0	0,0

A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ω [-]	φ [-]	ε <sub>yd</sub> [1e-4]
180000	2413	0,31	2,20	0,0

### Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Asse	Effetti ricalcolati dovuti a flessione biassiale
N <sub>ed</sub>	Forze normali di progetto
M <sub>Ed,y/z</sub>	Momento di progetto totale attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
M <sub>0,y/z</sub>	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
M <sub>i,y/z</sub>	Momento flettente attorno all'asse y e z rispettivamente causato dalle imperfezioni
M <sub>0Ed,y/z</sub>	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
M <sub>2,y/z</sub>	Momento nominale del 2° ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
e <sub>0,y/z</sub>	Eccentricità del primo ordine rispetto all'asse z e y rispettivamente
e <sub>0Ed,y/z</sub>	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
$\lambda$	Snellezza rispetto all'asse y e all'asse z rispettivamente
$\lambda_{lim}$	Snellezza limite rispetto all'asse y e z rispettivamente

### 2.1.1.3 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	89,9	0,0	47,0			90,2	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	95,9	36,4	65,4			70,1	OK
Taglio	95,9			26,7	0,0	20,4	OK
Torsione					0,0	0,0	OK
Interazione	95,9	36,4	65,4	26,7	0,0	81,4	OK
Controllo delle tensioni	89,9	0,0	47,0			90,2	OK
Apertura delle fessure	89,9	0,0	47,0			78,1	OK
Asse				$l_0$ [m]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	
Snellezza $y^\perp$				4,50	25,98	69,41	
Snellezza $z^\perp$				4,50	51,96	69,41	

**Valore limite dello sfruttamento della sezione: 100,0 %**

#### Non conformità

Non conformità	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (vedi EN 1992-1-1 articolo 5.8.3.1 (1)).
	L'angolo tra il gradiente nel piano del piano della deformazione e la risultante degli sforzi di taglio supera il limite di 20 gradi, che potrebbe influenzare negativamente i valori di altezza effettiva calcolata e il braccio delle forze interne e conseguentemente la resistenza a taglio calcolata. Nb: il valore utente dell'altezza utile e del braccio delle forze interne possono essere definiti nelle Impostazioni del Codice.
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2
	I parametri di input delle staffe definite resistenti a torsione non sono identici. Quelli della prima staffa definita resistente a torsione sono perciò usati per comporre la staffa della sezione a parete sottile equivalente, che è usata per la verifica a

 Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no

 L' azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

#### 2.1.1.4 Diagramma di utilizzo N-M-M

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	M <sub>Ed,z</sub> [kNm]	Tipo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
95,9	36,4	65,4	Nu-Mu-Mu	70,1	100,0	OK

Resistenza di progetto dei css sottoposti a flessione e forza assiale

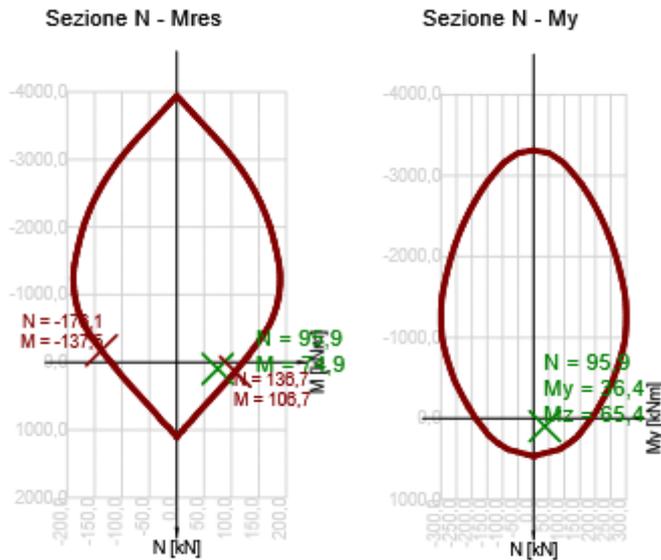
Tipo	F <sub>Ed</sub>	F <sub>Rd1</sub>	F <sub>Rd2</sub>
N [kN]	95,9	136,7	-176,1
M <sub>y</sub> [kNm]	36,4	51,9	-66,9
M <sub>z</sub> [kNm]	65,4	93,2	-120,1

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

Asse	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>2,y/z</sub> [kNm]
Y	95,9	36,4	35,9	36,4	0,0
Z	95,9	65,4	64,5	65,4	0,0

Non conformità

Non conformità	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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

### 2.1.1.5 Taglio

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$V_{Ed}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Zona di verifica	Paragrafo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
26,7	95,9	131,0	senza riduzione	6.2.3(3)	20,4	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]
26,7	71,6	289,0	560,4	131,0	131,0

Valori di input e risultati intermedi del progetto del taglio

$n_c$	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$b_w$ [mm]	$d$ [mm]	$z$ [mm]	$\theta$ [°]	$\alpha$ [°]	$\alpha_{cw}$ [-]
4	1897	1608	318	392	182	45,0	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$ [-]	$k$ [-]	$k_1$ [-]	$\rho_l$ [-]	$\sigma_{cp}$ [MPa]	$\sigma_{wd}$ [MPa]	$V_{min}$ [MPa]	$v$ [-]	$v_1$ [-]
0,12	1,71	0,15	0,01	-0,5	77,6	0,4	0,54	0,60

Non conformità

Non conformità	
	L'angolo tra il gradiente nel piano del piano della deformazione e la risultante degli sforzi di taglio supera il limite di 20 gradi, che potrebbe influenzare negativamente i valori di altezza effettiva calcolata e il braccio delle forze interne e conseguentemente la resistenza a taglio calcolata. Nb: il valore utente dell'altezza utile e del braccio delle forze interne possono essere definiti nelle Impostazioni del Codice.
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2

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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha$	L'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha_{cw}$	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
$\rho_l$	Rapporto di armatura dell'armatura longitudinale a trazione
$\sigma_{cp}$	Sforzo normale nella sezione dovuto ai carichi o alla precompressione limitato da 0.2 fcd
$\sigma_{wd}$	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

### 2.1.1.6 Torsione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$T_{Ed}$ [kNm]	$T_{Rd}$ [kNm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
0,0	39,3	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	23,9	90,0	39,3	39,3

Valori di input e risultati intermedi del progetto a torsione

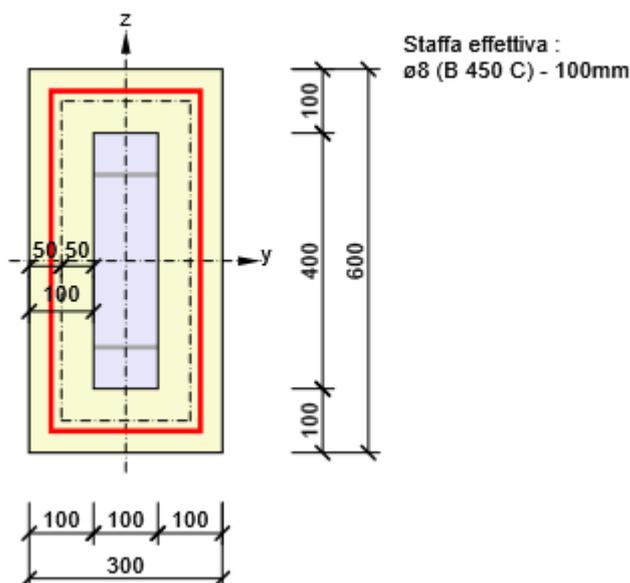
$A_k$ [mm <sup>2</sup> ]	$u_k$ [mm]	$t_{eff}$ [mm]	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{sp}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]

100000	1400	100	503	2413	0	45,0
--------	------	-----	-----	------	---	------

### Non conformità

Non conformità	
!	I parametri di input delle staffe definite resistenti a torsione non sono identici. Quelli della prima staffa definita resistente a torsione sono perciò usati per comporre la staffa della sezione a parete sottile equivalente, che è usata per la verifica a

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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio

### 2.1.1.7 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
95,9	36,4	65,4	26,7	0,0	19,8	81,4	81,4	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	95,9	36,4	35,9	36,4	0,0
Z	95,9	65,4	64,5	65,4	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
71,6	23,9	289,0	90,0	37,4	9,3	9,3	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
323,7	26,7	0,1	0,6	0,0	2	81,4	100,0	OK

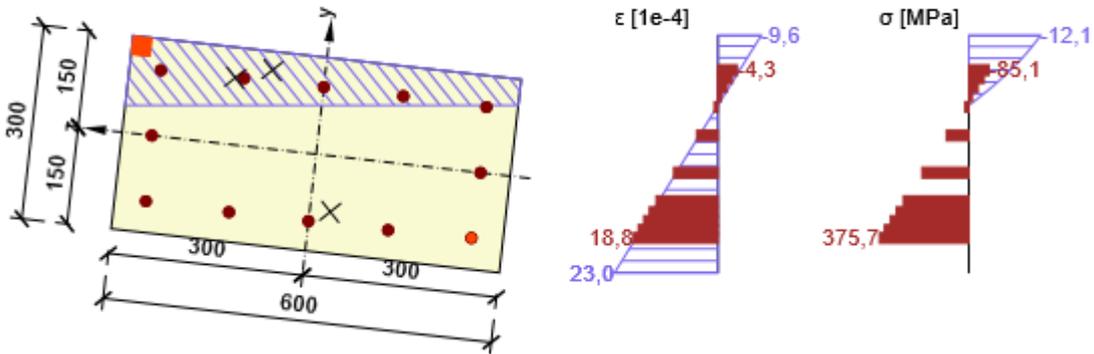
Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
2	-102	-252	0,6	18,8	450,0	11,1	375,7	461,4	81,4	OK

Non conformità

Non conformità	
	L'angolo tra il gradiente nel piano del piano della deformazione e la risultante degli sforzi di taglio supera il limite di 20 gradi, che potrebbe influenzare negativamente i valori di altezza effettiva calcolata e il braccio delle forze interne e conseguentemente la resistenza a taglio calcolata. Nb: il valore utente dell'altezza utile e del braccio delle forze interne possono essere definiti nelle Impostazioni del Codice.

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 $\sigma$ 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 $V_{Ed} \cdot \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta alla torsione

$\Delta\epsilon_s$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio
$\Delta\epsilon_t$	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
$\Delta\epsilon_{st}$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio e alla torsione
$\epsilon$	Deformazione nel ferro/trefolo dovuta taglio, torsione e flessione
$\epsilon_{lim}$	Valore limite della deformazione nel ferro/trefolo
$\Delta\sigma_{st}$	Sollecitazione a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta a taglio e torsione
$\sigma$	Sollecitazione nel ferro/trefolo dovuta a taglio, torsione e flessione
$\sigma_{lim}$	Valore limite della tensione nel ferro/trefolo

### 2.1.1.8 Controllo delle tensioni

#### Controllo delle tensioni - effetto a breve termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	2	-10,2	-11,3	90,2	100,0	OK

#### Controllo delle tensioni - effetto a lungo termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(5)-Char	Ferro	17	298,4	360,0	82,9	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	150	300	105,3	1,0	58,7	-12,9	-15,0	85,9	OK
7.2(3)-Quasi	2	150	-300	89,9	0,0	47,0	-10,2	-11,3	90,2	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	17	-104	-123	105,3	1,0	58,7	281,8	360,0	78,3	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	150	300	105,3	1,0	58,7	-7,2	-15,0	47,9	OK
7.2(3)-Quasi	2	150	-300	89,9	0,0	47,0	-5,7	-11,3	50,3	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	17	-104	-123	105,3	1,0	58,7	298,4	360,0	82,9	OK

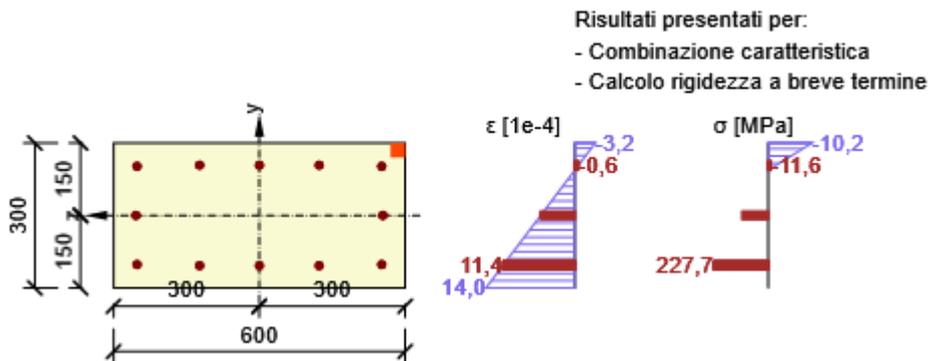
### Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	$h_0$ [mm]	$A_c$ [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	$t_0$ [d]	$t_s$ [d]	RH [%]	Uso $\gamma_{lt}$	$\phi(t,t_0)$ [-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

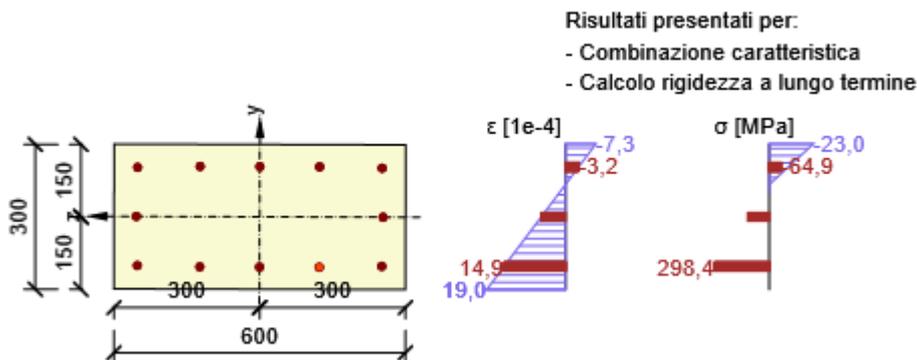
### Non conformità

Non conformità	
⚠	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
⚠	L'azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



## 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	Specificazione 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
$\sigma$	Sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
$\sigma_{lim}$	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 $\gamma_{lt}$	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

### 2.1.1.9 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	89,9	0,0	47,0	0,187	0,300	62,4	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	89,9	0,0	47,0	0,234	0,300	78,1	100,0	OK

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

x [mm]	h <sub>c,eff</sub> [mm]	d [mm]	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>p,eff</sub> [-]
56	81	253	48785	1005	0,02
k <sub>t</sub> [-]	ε <sub>sm-ε<sub>cm</sub></sub> [1e-4]	k <sub>1</sub> [-]	k <sub>2</sub> [-]	k <sub>3</sub> [-]	k <sub>4</sub> [-]
0,60	7,2	0,80	0,50	3,40	0,43
c [mm]	ε <sub>1</sub> [1e-4]	ε <sub>2</sub> [1e-4]	s <sub>r,max</sub> [mm]	Φ [mm]	σ <sub>s</sub> [MPa]
38	14,0	-3,2	261	16	227,7

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

x [mm]	h <sub>c,eff</sub> [mm]	d [mm]	A <sub>c,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,eff</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ρ <sub>p,eff</sub> [-]
82	73	253	43573	1005	0,02
k <sub>t</sub> [-]	ε <sub>sm-ε<sub>cm</sub></sub> [1e-4]	k <sub>1</sub> [-]	k <sub>2</sub> [-]	k <sub>3</sub> [-]	k <sub>4</sub> [-]
0,40	9,5	0,80	0,50	3,40	0,43
c [mm]	ε <sub>1</sub> [1e-4]	ε <sub>2</sub> [1e-4]	s <sub>r,max</sub> [mm]	Φ [mm]	σ <sub>s</sub> [MPa]
38	15,3	-5,8	247	16	240,7

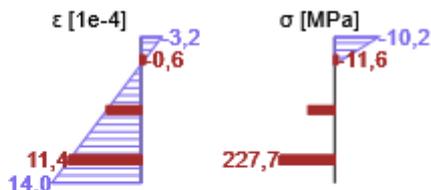
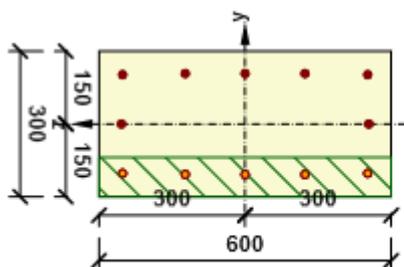
**Coefficiente di viscosità**

Metodo di valutazione	h <sub>0</sub> [mm]	A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	t <sub>0</sub> [d]	t <sub>s</sub> [d]	RH [%]	Usò γ <sub>lt</sub>	φ(t,t <sub>0</sub> ) [-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

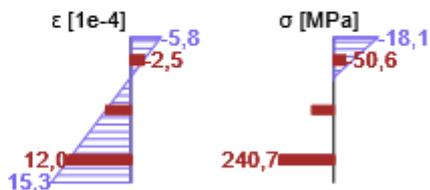
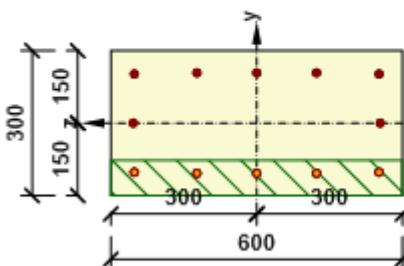
**Non conformità**

Non conformità	
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



## 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
$\epsilon_1$	Deformazione a trazione maggiore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$\epsilon_2$	Deformazione a trazione minore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$s_{r,max}$	Spaziatura massima finale delle fessure
$\Phi$	Diametro del ferro o diametro equivalente del ferro per più diametri di ferri all'interno dell'area di trazione effettiva del calcestruzzo
$\sigma_s$	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 $\gamma_{lt}$	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

### 2.1.1.10 Dettagli costruttivi

#### Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Rapporto <sub>lungo</sub> [%]	Rapporto <sub>taglio</sub> [%]	Governante [%]	Limite [%]	Verifica
95,9	36,4	65,4	59,4	100,0	100,0	100,0	OK

#### Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura longitudinale

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Rapp. di armatura min. per armatura longitudinale (9.5.2 (2)) [%]	1,34	0,20	14,9	OK
Rapporto arm. max per armatura longitudinale (9.5.2 (3)) [%]	1,34	4,00	33,5	OK
Luce netta minima dell'armatura longitudinale (8.2 (2)) [mm]	86	21	24,5	OK
Distanza assiale massima dell'armatura longitudinale (9.2.3 (4)) [mm]	208	350	59,4	OK
Diametro minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (1)) [mm]	16	8	50,0	OK
Numeri di ferri minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (4))	12	4	33,3	OK

### Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura a taglio

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Distanza massima delle staffe (9.5.3 (3)) [mm]	100	320	31,3	OK
Diametro minimo di armatura a taglio (9.5.3 (1)) [mm]	8	6	75,0	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 <sub>w</sub> [mm]	d [mm]	A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	b <sub>t</sub> * d [mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>yd</sub> [MPa]	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	f <sub>cd</sub> [MPa]
318	392	180000	0	450,0	391,3	25,0	2,6	16,7

### Non conformità

Nessuna non conformità

### Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N <sub>Ed</sub>	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
M <sub>Ed,y</sub>	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
M <sub>Ed,z</sub>	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
Rapporto <sub>lungo</sub>	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura longitudinale
Rapporto <sub>taglio</sub>	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 <sub>calc</sub>	Quantità calcolata o da input che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Valore <sub>lim</sub>	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 <sub>inf</sub>	Calcolato

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	303 di 360

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

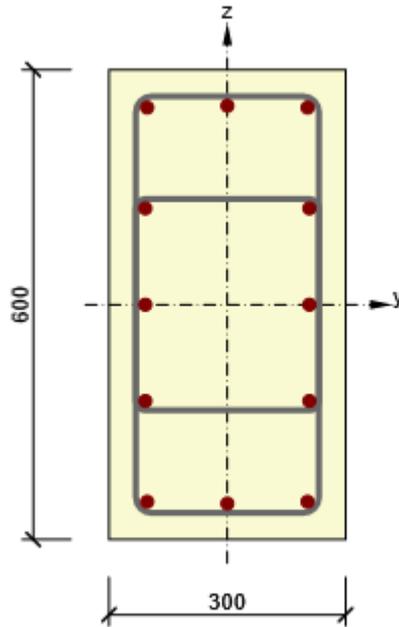
Uso per SLU	Si
Uso per SLE	No
Effetto considerato	Elemento isolato
Direzione delle imperfezioni	Dalle impostazioni del codice

### 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

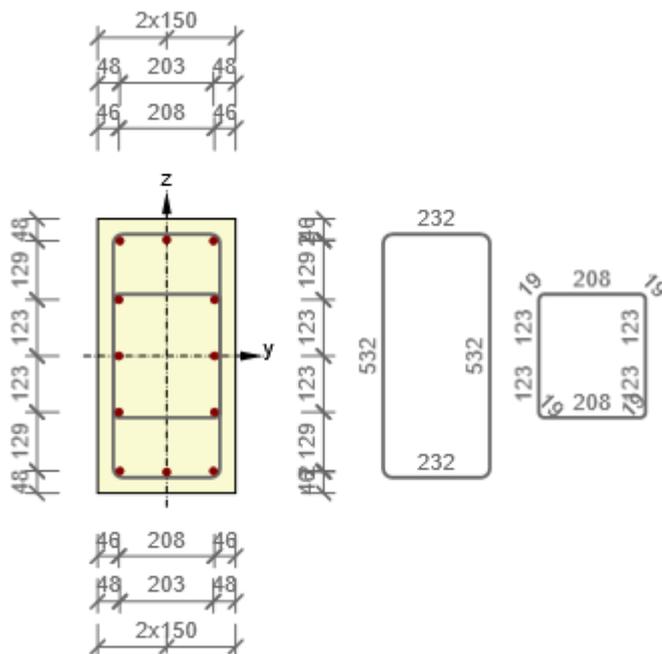
Sezione rettangolare (300 / 600mm), Materiale: C25/30

#### Caratteristiche della sezione

A	S <sub>y</sub>	S <sub>z</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	C <sub>gy</sub>	C <sub>gz</sub>	i <sub>y</sub>	i <sub>z</sub>
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
180000	0	0	5400000000	13500000000	0	0	173	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 <sup>3</sup> ]
19	10	29	160

### Armatura longitudinale

Ferro	Ø [mm]	Materiale	Y [mm]	Z [mm]
1	16	B 450 C	-102	252
2	16	B 450 C	-102	-252
3	16	B 450 C	102	-252
4	16	B 450 C	102	252
5	16	B 450 C	0	-254
7	16	B 450 C	0	254
9	16	B 450 C	-104	123
16	16	B 450 C	-104	0
17	16	B 450 C	-104	-123
12	16	B 450 C	104	-123
19	16	B 450 C	104	0
20	16	B 450 C	104	123

### Staffe

Staffa	Ø [mm]	Materiale	Distanza [mm]	Chiuso	Verifica a Taglio	Verifica a Torsione	Diametro del mandrino
1	8	B 450 C	100	Si	Si	Si	4,00
2	8	B 500B	100	Si	Si	Si	0,00
Staffa	Vertice	Y	Z				

		[mm]	[mm]
1	1	-116	266
1	2	-116	-266
1	3	116	-266
1	4	116	266
2	1	-104	123
2	2	104	123
2	3	104	0
2	4	104	-123
2	5	-104	-123
2	6	-104	0

## Lista dei materiali usati

### Calcestruzzo

Nome	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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
$\epsilon_c$	Deformazione compressione nel calcestruzzo alla tensione di picco $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Deformazione di contrazione ultima nel calcestruzzo

### Acciaio Armatura Lenta

Nome	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk}$ [MPa]	$E$ [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato					

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	307 di 360

## Spiegazione

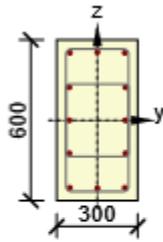
Simbolo	Spiegazione
$f_{yk}$	Valore caratteristico della tensione di snervamento dell'armatura
$f_{tk}$	Valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura
E	Modulo di elasticità dell'acciaio dell'armatura
$\epsilon_{uk}$	Valore caratteristico della deformazione dell'armatura lenta o di precompressione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

## 12.4 Verifiche SLU C300X600

### 12.4.1 Sezione S 1

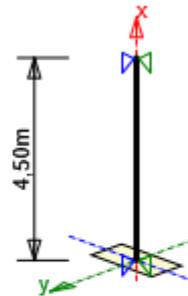
#### 12.4.1.1 Estremo S 1 - E 1

Elemento di progetto	M 1
Sezione armata	R 1



Calcestruzzo: C25/30  
Età: 28,0 d  
Armatura:  
1 $\varnothing$ 16 (201mm<sup>2</sup>) (B 450 C),  
Posizione 0, 254 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z = 252 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z = 123 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z = 0 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z = -123 mm  
2 $\varnothing$ 16 (402mm<sup>2</sup>) (B 450 C), z = -252 mm  
1 $\varnothing$ 16 (201mm<sup>2</sup>) (B 450 C),  
Posizione 0, -254 mm

Staffe:  
 $\varnothing$ 8 (B 450 C) - 100 mm  
 $\varnothing$ 8 (B 500B) - 100 mm  
Copriferro:  
Altri bordi: 30 mm



### 2.1.1.1 Effetti dei carichi - forze interne

Tipo di carico	Tipo combinazione	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Totale	Fondamentale SLU	143,0	27,4	0,0	0,0	1,4	81,0
Totale	Caratteristico	105,3	0,0	0,0	0,0	1,0	58,7
Totale	Quasi-permanente	89,9	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0
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

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

#### Stati limite ultimi - combinazione fondamentale dei carichi

Asse	N <sub>ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0,y/z</sub> [kNm]	M <sub>i,y/z</sub> [kNm]	M <sub>0Ed,y/z</sub> [kNm]	M <sub>2,y/z</sub> [kNm]	e <sub>0,y/z</sub> [mm]	e <sub>i,y/z</sub> [mm]	e <sub>0Ed,y/z</sub> [mm]	e <sub>2,y/z</sub> [mm]	e <sub>Ed,y/z</sub> [mm]
y	143,0	1,5	1,4	1,5	1,5	0,0	-10	-11	-10	0	-10
y calc		1,5			1,5	0,0			-10	0	-10
z	143,0	82,5	81,0	1,5	82,5	0,0	-566	-11	-577	0	-577
z calc		82,5			82,5	0,0			-577	0	-577

#### Flessione biassiale

$\lambda_y / \lambda_z$	$\lambda_z / \lambda_y$	$(e_y / h_{eq}) / (e_z / b_{eq})$	$(e_z / b_{eq}) / (e_y / h_{eq})$	Verifica condizione
0,50	2,00	112,46	0,01	Soddisfatta

#### Non conformità

Non conformità	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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

#### Snellezza

Asse	l [m]	l <sub>0</sub> [m]	i [mm]	A [-]	B [-]	C [-]	n [-]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	$\lambda \leq \lambda_{lim}$
y <sup>⊥</sup>	4,50	4,50	173	0,69	1,28	0,70	0,05	25,98	56,84	1° ordine
z <sup>⊥</sup>	4,50	4,50	87	0,69	1,28	0,70	0,05	51,96	56,84	1° ordine

#### Curvatura Nominale

Asse	K <sub>r</sub> [-]	K <sub>φ</sub> [-]	φ <sup>eff</sup> [-]	1/r <sub>0</sub> [1/m]	1/r [1/m]	n <sub>u</sub> [-]	n <sub>bal</sub> [-]	c [-]	d [mm]	β [-]
y <sup>⊥</sup>	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00
z <sup>⊥</sup>	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	0	0,00

Asse	θ <sub>i</sub> [-]	α <sub>m</sub> [-]	α <sub>h</sub> [-]	ρ <sub>m</sub> [-]	M <sub>01</sub> [kNm]	M <sub>02</sub> [kNm]
y <sup>⊥</sup>	0,00	1,00	0,94	1,00	0,0	0,0
z <sup>⊥</sup>	0,00	1,00	0,94	1,00	0,0	0,0

A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	ω [-]	φ [-]	ε <sub>yd</sub> [1e-4]
180000	2413	0,31	2,20	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
$\lambda$	Snellezza rispetto all'asse y e all'asse z rispettivamente
$\lambda_{lim}$	Snellezza limite rispetto all'asse y e z rispettivamente

### 2.1.1.3 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	89,9	0,0	47,0			90,2	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	143,0	1,5	82,5			86,5	OK
Taglio	143,0			27,4	0,0	17,5	OK
Torsione					0,0	0,0	OK
Interazione	143,0	1,5	82,5	27,4	0,0	85,1	OK
Controllo delle tensioni	89,9	0,0	47,0			90,2	OK
Apertura delle fessure	89,9	0,0	47,0			78,1	OK
Asse				$l_0$ [m]	$\lambda$ [-]	$\lambda_{lim}$ [-]	
Snellezza $y^\perp$				4,50	25,98	56,84	
Snellezza $z^\perp$				4,50	51,96	56,84	

**Valore limite dello sfruttamento della sezione: 100,0 %**

### Non conformità

<b>Non conformità</b>
-----------------------

	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2
	I parametri di input delle staffe definite resistenti a torsione non sono identici. Quelli della prima staffa definita resistente a torsione sono perciò usati per comporre la staffa della sezione a parete sottile equivalente, che è usata per la verifica a
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
	L'azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

### 2.1.1.4 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
143,0	1,5	82,5	Nu-Mu-Mu	86,5	100,0	OK

Resistenza di progetto dei css sottoposti a flessione e forza assiale

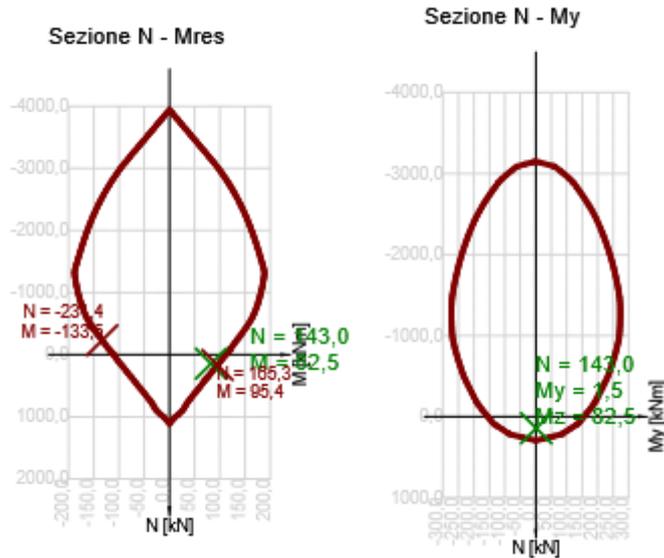
Tipo	$F_{Ed}$	$F_{Rd1}$	$F_{Rd2}$
N [kN]	143,0	165,3	-231,4
$M_y$ [kNm]	1,5	1,7	-2,4
$M_z$ [kNm]	82,5	95,3	-133,5

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	143,0	1,5	1,4	1,5	0,0
Z	143,0	82,5	81,0	82,5	0,0

Non conformità

Non conformità	
	Gli effetti del secondo ordine rispetto all'asse y sono trascurati perché la snellezza $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 $\lambda$ è sotto il valore $\lambda_{lim}$ (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 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

### 2.1.1.5 Taglio

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$V_{Ed}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	Zona di verifica	Paragrafo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
27,4	143,0	156,9	senza riduzione	6.2.3(3)	17,5	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]
27,4	78,1	616,1	630,8	156,9	156,9

Valori di input e risultati intermedi del progetto del taglio

$n_c$	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$b_w$ [mm]	$d$ [mm]	$z$ [mm]	$\theta$ [°]	$\alpha$ [°]	$\alpha_{cw}$ [-]
4	2011	1407	600	234	205	45,0	90,0	1,00
$C_{Rd,c}$ [-]	$k$ [-]	$k_1$ [-]	$\rho_l$ [-]	$\sigma_{cp}$ [MPa]	$\sigma_{wd}$ [MPa]	$V_{min}$ [MPa]	$V$ [-]	$V_1$ [-]
0,12	1,93	0,15	0,01	-0,8	66,5	0,5	0,54	0,60

Non conformità

Non conformità	
	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2

### 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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha$	L'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
$\alpha_{cw}$	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
$\rho_l$	Rapporto di armatura dell'armatura longitudinale a trazione
$\sigma_{cp}$	Sforzo normale nella sezione dovuto ai carichi o alla precompressione limitato da 0.2 fcd
$\sigma_{wd}$	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

### 2.1.1.6 Torsione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$T_{Ed}$ [kNm]	$T_{Rd}$ [kNm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
0,0	39,3	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	23,9	90,0	39,3	39,3

Valori di input e risultati intermedi del progetto a torsione

$A_k$ [mm <sup>2</sup> ]	$u_k$ [mm]	$t_{eff}$ [mm]	$a_{sw}$ [mm <sup>2</sup> /m]	$A_{sl}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{sp}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°]
100000	1400	100	503	2413	0	45,0

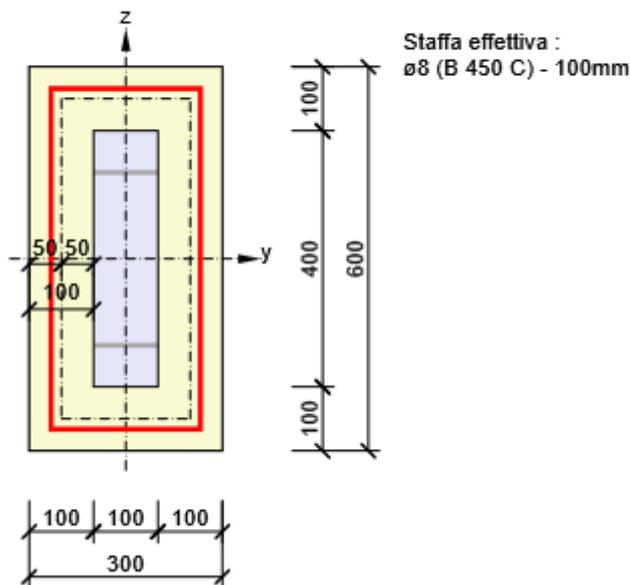
Non conformità

### Non conformità



I parametri di input delle staffe definite resistenti a torsione non sono identici. Quelli della prima staffa definita resistente a torsione sono perciò usati per comporre la staffa della sezione a parete sottile equivalente, che è usata per la verifica a

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
$\theta$	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio

### 2.1.1.7 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
143,0	1,5	82,5	27,4	0,0	17,0	85,1	85,1	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	143,0	1,5	1,4	1,5	0,0
Z	143,0	82,5	81,0	82,5	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
78,1	23,9	616,1	90,0	35,2	4,5	4,5	100,0	OK

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

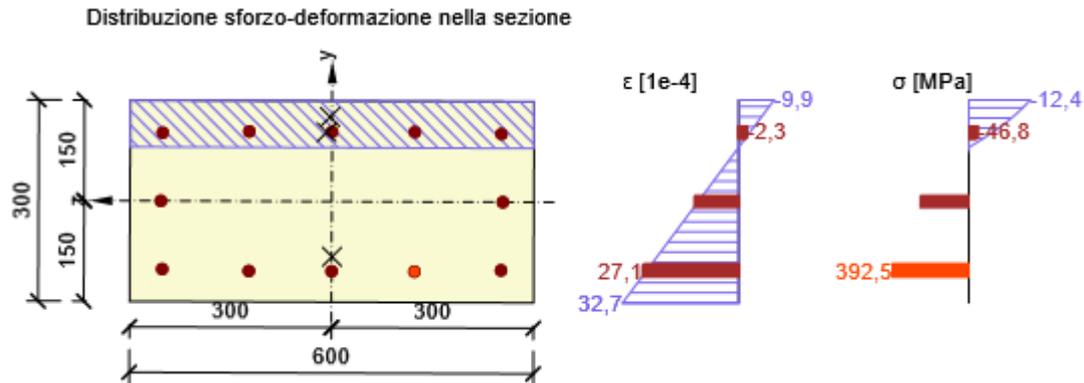
$F_b$ [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \epsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \epsilon_t$ [1e-4]	Limite in ferro	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
423,5	27,4	0,1	1,0	0,0	17	85,1	100,0	OK

Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	$\Delta \epsilon_{st}$ [1e-4]	$\epsilon$ [1e-4]	$\epsilon_{lim}$ [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
17	-104	-123	1,0	27,1	450,0	0,2	392,5	461,4	85,1	OK

Non conformità

Nessuna non conformità



## 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 $V_{Ed} \cdot \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta alla torsione
$\Delta \epsilon_s$	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
$\varepsilon$	Deformazione nel ferro/trefolo dovuta taglio, torsione e flessione
$\varepsilon_{lim}$	Valore limite della deformazione nel ferro/trefolo
$\Delta\sigma_{st}$	Sollecitazione a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta a taglio e torsione
$\sigma$	Sollecitazione nel ferro/trefolo dovuta a taglio, torsione e flessione
$\sigma_{lim}$	Valore limite della tensione nel ferro/trefolo

### 2.1.1.8 Controllo delle tensioni

#### Controllo delle tensioni - effetto a breve termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	2	-10,2	-11,3	90,2	100,0	OK

#### Controllo delle tensioni - effetto a lungo termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(5)-Char	Ferro	17	298,4	360,0	82,9	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	150	300	105,3	1,0	58,7	-12,9	-15,0	85,9	OK
7.2(3)-Quasi	2	150	-300	89,9	0,0	47,0	-10,2	-11,3	90,2	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	17	-104	-123	105,3	1,0	58,7	281,8	360,0	78,3	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(2)-Char	3	150	300	105,3	1,0	58,7	-7,2	-15,0	47,9	OK
7.2(3)-Quasi	2	150	-300	89,9	0,0	47,0	-5,7	-11,3	50,3	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]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	17	-104	-123	105,3	1,0	58,7	298,4	360,0	82,9	OK

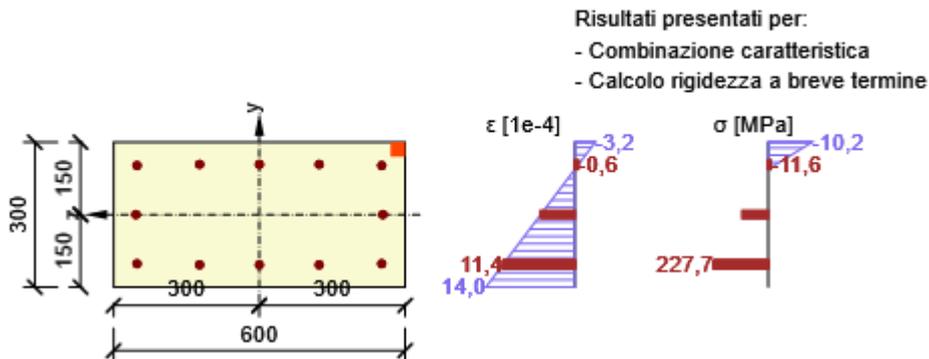
### Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	$h_0$ [mm]	$A_c$ [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	$t_0$ [d]	$t_s$ [d]	RH [%]	Uso $\gamma_{lt}$	$\phi(t, t_0)$ [-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

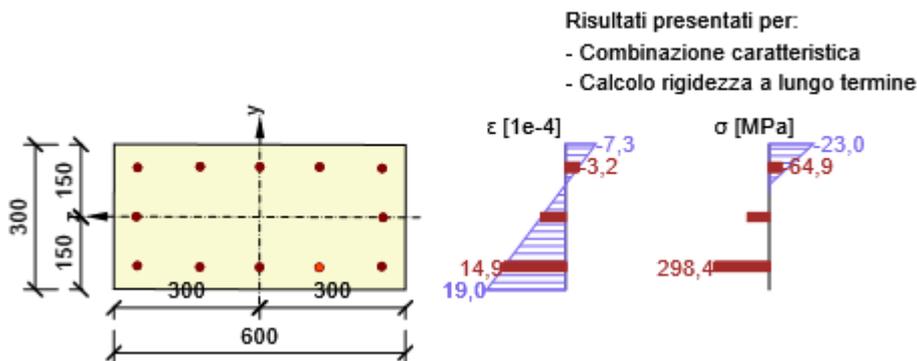
### Non conformità

Non conformità	
⚠	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
⚠	L' azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



### 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
$\sigma$	Sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
$\sigma_{lim}$	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
Usò $\gamma_{lt}$	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

### 2.1.1.9 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	89,9	0,0	47,0	0,187	0,300	62,4	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	89,9	0,0	47,0	0,234	0,300	78,1	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 <sup>2</sup> ]	$A_{s,eff}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\rho_{p,eff}$ [-]
--------	------------------	--------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	321 di 360

56	81	253	48785	1005	0,02
<b>k<sub>t</sub></b> [-]	<b>ε<sub>sm</sub>-ε<sub>cm</sub></b> [1e-4]	<b>k<sub>1</sub></b> [-]	<b>k<sub>2</sub></b> [-]	<b>k<sub>3</sub></b> [-]	<b>k<sub>4</sub></b> [-]
0,60	7,2	0,80	0,50	3,40	0,43
<b>c</b> [mm]	<b>ε<sub>1</sub></b> [1e-4]	<b>ε<sub>2</sub></b> [1e-4]	<b>S<sub>r,max</sub></b> [mm]	<b>Φ</b> [mm]	<b>σ<sub>s</sub></b> [MPa]
38	14,0	-3,2	261	16	227,7

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

<b>x</b> [mm]	<b>h<sub>c,eff</sub></b> [mm]	<b>d</b> [mm]	<b>A<sub>c,eff</sub></b> [mm <sup>2</sup> ]	<b>A<sub>s,eff</sub></b> [mm <sup>2</sup> ]	<b>ρ<sub>p,eff</sub></b> [-]
82	73	253	43573	1005	0,02
<b>k<sub>t</sub></b> [-]	<b>ε<sub>sm</sub>-ε<sub>cm</sub></b> [1e-4]	<b>k<sub>1</sub></b> [-]	<b>k<sub>2</sub></b> [-]	<b>k<sub>3</sub></b> [-]	<b>k<sub>4</sub></b> [-]
0,40	9,5	0,80	0,50	3,40	0,43
<b>c</b> [mm]	<b>ε<sub>1</sub></b> [1e-4]	<b>ε<sub>2</sub></b> [1e-4]	<b>S<sub>r,max</sub></b> [mm]	<b>Φ</b> [mm]	<b>σ<sub>s</sub></b> [MPa]
38	15,3	-5,8	247	16	240,7

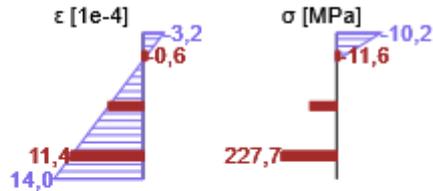
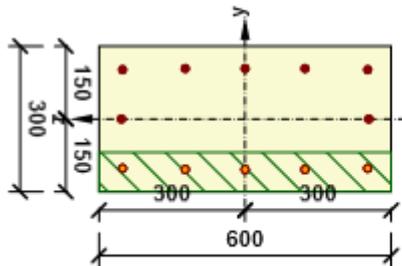
#### Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	h <sub>0</sub> [mm]	A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	u [mm]	t [d]	t <sub>0</sub> [d]	t <sub>s</sub> [d]	RH [%]	Uso γ <sub>lt</sub>	φ(t,t <sub>0</sub> ) [-]
Automatico	200	180000	1800	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,20

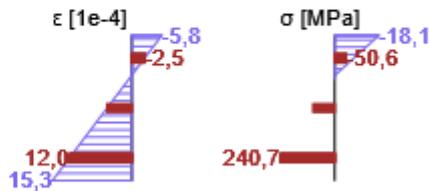
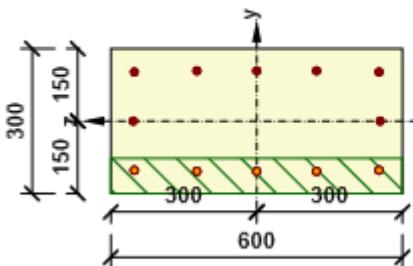
#### Non conformità

Non conformità	
	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione



## 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
$\epsilon_1$	Deformazione a trazione maggiore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$\epsilon_2$	Deformazione a trazione minore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$s_{r,max}$	Spaziatura massima finale delle fessure
$\phi$	Diametro del ferro o diametro equivalente del ferro per più diametri di ferri all'interno dell'area di trazione effettiva del calcestruzzo
$\sigma_s$	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 $\gamma_{lt}$	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

### 2.1.1.10 Dettagli costruttivi

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Rapporto <sub>lungo</sub> [%]	Rapporto <sub>taglio</sub> [%]	Governante [%]	Limite [%]	Verifica
143,0	1,5	82,5	59,4	100,0	100,0	100,0	OK

Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura longitudinale

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Rapp. di armatura min. per armatura longitudinale (9.5.2 (2)) [%]	1,34	0,20	14,9	OK
Rapporto arm. max per armatura longitudinale (9.5.2 (3)) [%]	1,34	4,00	33,5	OK
Luce netta minima dell'armatura longitudinale (8.2 (2)) [mm]	86	21	24,5	OK
Distanza assiale massima dell'armatura longitudinale (9.2.3 (4)) [mm]	208	350	59,4	OK
Diametro minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (1)) [mm]	16	8	50,0	OK
Numeri di ferri minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (4))	12	4	33,3	OK

### Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura a taglio

Tipo	Valore <sub>calc</sub>	Valore <sub>lim</sub>	Rapporto [%]	Verifica
Distanza massima delle staffe (9.5.3 (3)) [mm]	100	320	31,3	OK
Diametro minimo di armatura a taglio (9.5.3 (1)) [mm]	8	6	75,0	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 <sub>w</sub> [mm]	d [mm]	A <sub>c</sub> [mm <sup>2</sup> ]	b <sub>t</sub> * d [mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>yd</sub> [MPa]	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	f <sub>cd</sub> [MPa]
600	234	180000	0	450,0	391,3	25,0	2,6	16,7

### Non conformità

Nessuna non conformità

### Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N <sub>Ed</sub>	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
M <sub>Ed,y</sub>	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
M <sub>Ed,z</sub>	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
Rapporto <sub>lungo</sub>	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura longitudinale
Rapporto <sub>taglio</sub>	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 <sub>calc</sub>	Quantità calcolata o da input che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Valore <sub>lim</sub>	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 <sub>inf</sub>	Calcolato

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	325 di 360

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

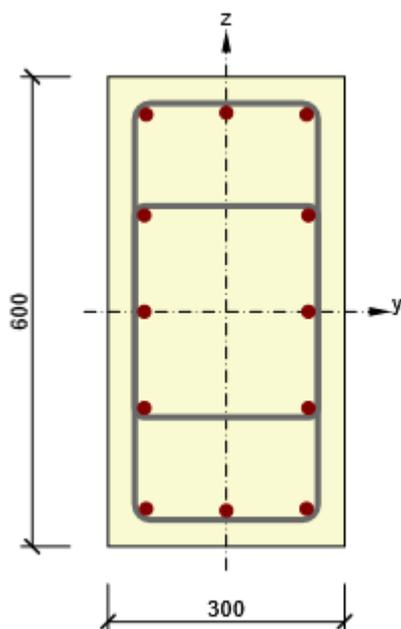
Uso per SLU	Si
Uso per SLE	No
Effetto considerato	Elemento isolato
Direzione delle imperfezioni	Dalle impostazioni del codice

### 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

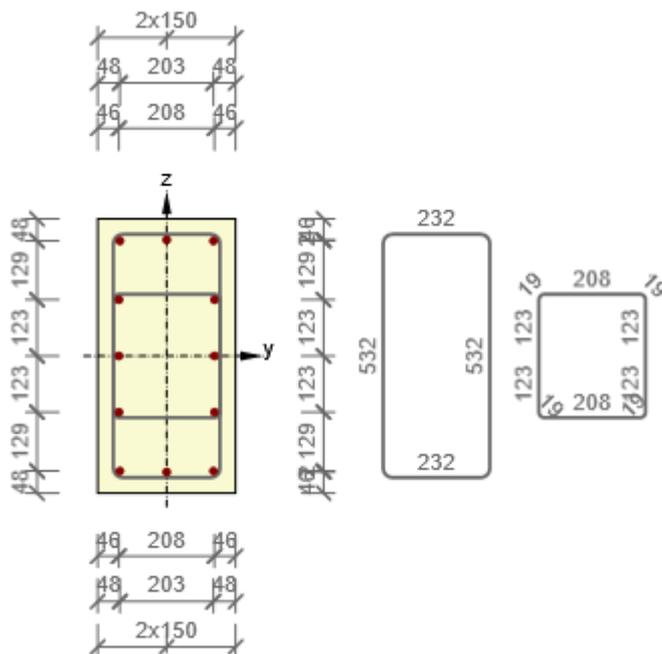
Sezione rettangolare (300 / 600mm), Materiale: C25/30

#### Caratteristiche della sezione

A [mm <sup>2</sup> ]	S <sub>y</sub> [mm <sup>3</sup> ]	S <sub>z</sub> [mm <sup>3</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]	C <sub>gy</sub> [mm]	C <sub>gz</sub> [mm]	i <sub>y</sub> [mm]	i <sub>z</sub> [mm]
180000	0	0	5400000000	13500000000	0	0	173	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 <sup>3</sup> ]
19	10	29	160

### Armatura longitudinale

Ferro	Ø [mm]	Materiale	Y [mm]	Z [mm]
1	16	B 450 C	-102	252
2	16	B 450 C	-102	-252
3	16	B 450 C	102	-252
4	16	B 450 C	102	252
5	16	B 450 C	0	-254
7	16	B 450 C	0	254
9	16	B 450 C	-104	123
16	16	B 450 C	-104	0
17	16	B 450 C	-104	-123
12	16	B 450 C	104	-123
19	16	B 450 C	104	0
20	16	B 450 C	104	123

### Staffe

Staffa	Ø [mm]	Materiale	Distanza [mm]	Chiuso	Verifica a Taglio	Verifica a Torsione	Diametro del mandrino
1	8	B 450 C	100	Si	Si	Si	4,00
2	8	B 500B	100	Si	Si	Si	0,00
Staffa	Vertice	Y	Z				

		[mm]	[mm]
1	1	-116	266
1	2	-116	-266
1	3	116	-266
1	4	116	266
2	1	-104	123
2	2	104	123
2	3	104	0
2	4	104	-123
2	5	-104	-123
2	6	-104	0

## Lista dei materiali usati

### Calcestruzzo

Nome	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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
$\epsilon_c$	Deformazione compressione nel calcestruzzo alla tensione di picco $f_c$
$\epsilon_{cu}$	Deformazione di contrazione ultima nel calcestruzzo

### Acciaio Armatura Lenta

Nome	$f_{yk}$ [MPa]	$f_{tk}$ [MPa]	E [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 450 C	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					
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato					

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b></p> <p><b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b></p>												
<p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b></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>FA0010005</td> <td>B</td> <td>329 di 360</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	IP00	00	D26CL	FA0010005	B	329 di 360
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	329 di 360								

## 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
$\epsilon_{uk}$	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  $L = 29.10$  m

Spessore  $s = 30.00$  cm

Copriferro netto  $c = 5.00$  cm

Lungo tutto il perimetro sono previsti dei cordoli di rinforzo laterali di 60 cm di spessore e 95 cm di altezza rispetto all'estradosso della soletta centrale, mentre in corrispondenza dei fili dei pilastri interni sono previste nervature di irrigidimento di larghezza pari a 60 cm e spessore pari a 30 cm.

Si riporta di seguito una sezione trasversale tipo:

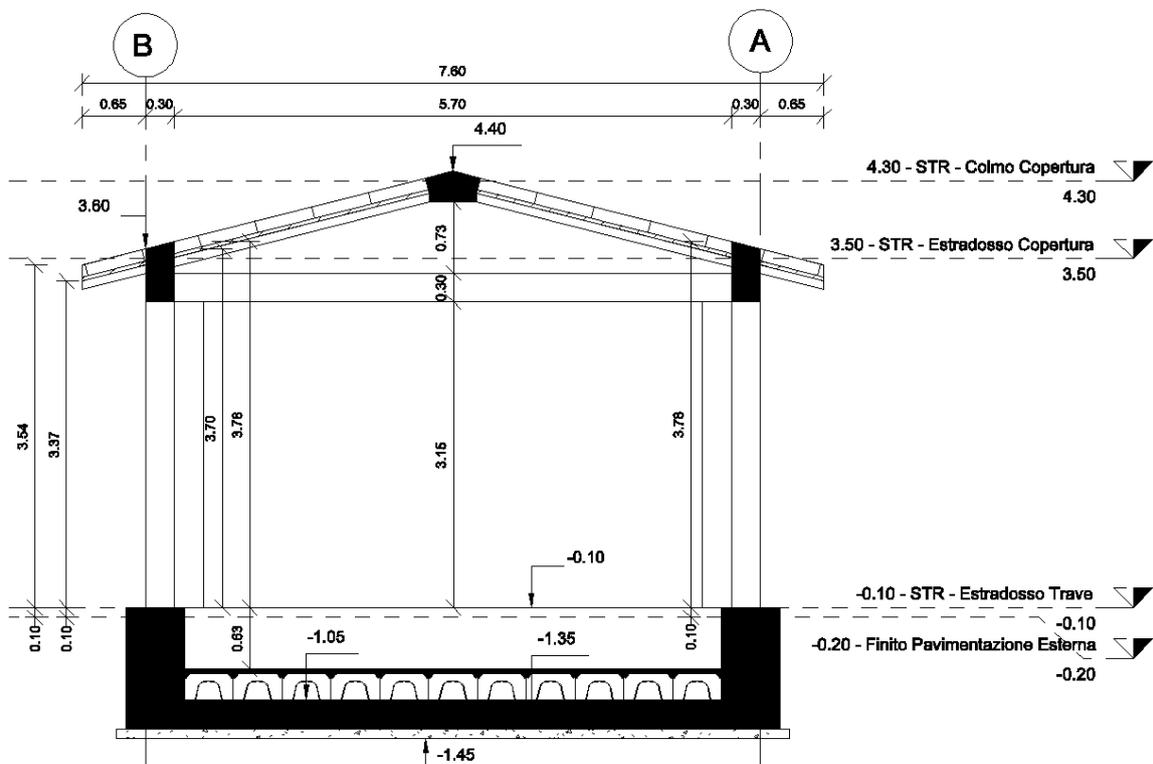


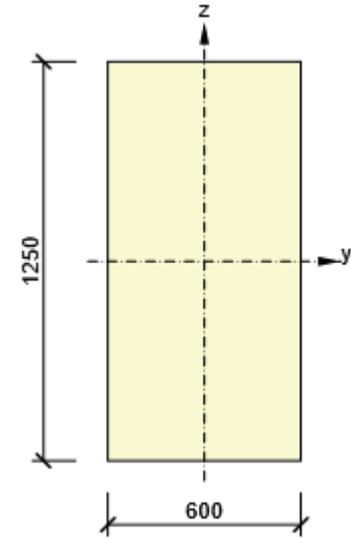
Figura 0.1 – Sezione strutturale del fabbricato

### 13.1 Verifiche SLV B1250X600 XZ DIREZIONE

#### 13.1.1 Sezioni

##### 1. Rectangle 1250, 600

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	750000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	97656250000	[mm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub>	225000000000	[mm <sup>4</sup> ]
C <sub>gy</sub>	0	[mm]
C <sub>gz</sub>	0	[mm]
i <sub>y</sub>	361	[mm]
i <sub>z</sub>	173	[mm]



#### 13.1.2 Materiale

##### Calcestruzzo

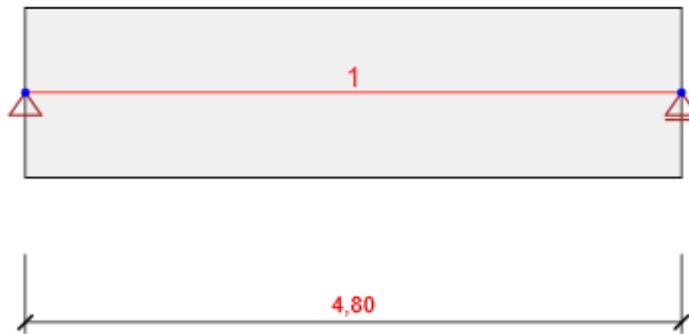
Nome	f <sub>ck</sub> [MPa]	f <sub>cm</sub> [MPa]	f <sub>ctm</sub> [MPa]	E <sub>cm</sub> [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
C25/30	25,0	33,0	2,6	31475,8	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$ , $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$ , Esponente - n: 2,00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0,20), Tipo di diagramma: Parabolico						

##### Armatura

Nome	f <sub>yk</sub> [MPa]	f <sub>tk</sub> [MPa]	E [MPa]	v [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato					
B 450 C	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

### 13.1.3 Geometria



Schema Strutturale

#### Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	4,80	4,80	1 - Rectangle 1250, 600 (Rettangolo 1250, 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 <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(1)	0,00	0,0	82,0	-60,1
1	ULSF(5)	4,80	0,0	-100,0	-51,1
1	ULSF(5)	0,00	0,0	100,0	-51,1
1	ULSF(2)	2,40	0,0	6,5	82,2

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(5)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q
ULSF(2)	1,15*SW + G + 1,5*Q

#### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>y</sub> [mrad]
1	SLSC(8)	0,00	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(9)	2,40	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(9)	4,32	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(9)	0,48	0,0	0,0	0,0

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(8)	SW + G
SLSC(9)	SW + G + Q

#### Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(5)	0,0	100,0	0,0
2	ULSF(5)	0,0	100,0	0,0

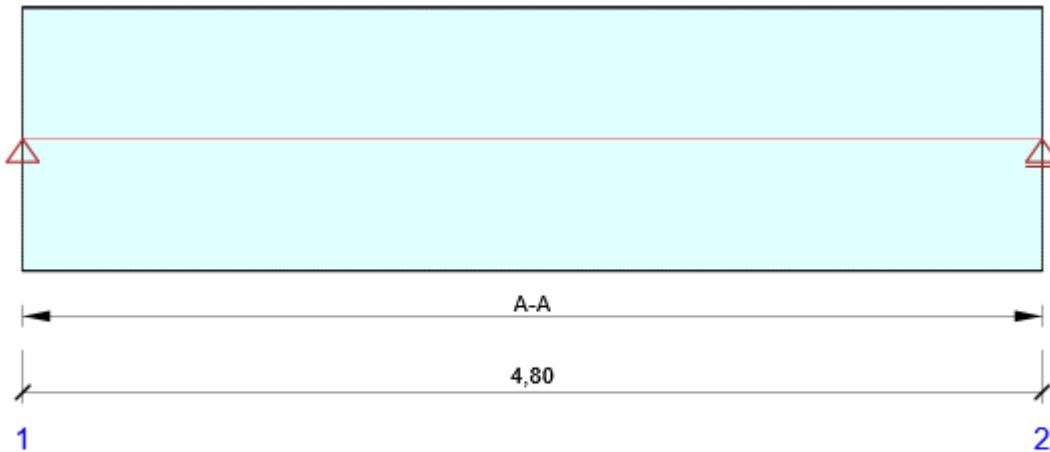
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(5)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q

## 9 Progetto calcestruzzo

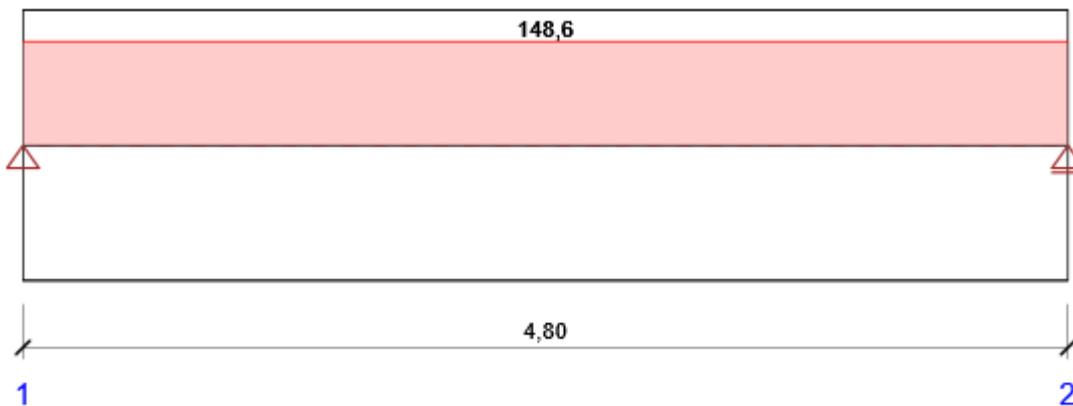
Normativa Nazionale

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					

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	335 di 360

ULSF(2)	0,0	90,1	6,2	24,0	OK
Taglio					
ULSF(5)	0,0	-36,9	-99,7	25,8	OK
Interazione					
ULSF(2)	0,0	90,1	6,2	29,7	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(14)	0,0	-41,6	-58,6	2,3	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(14)	0,0	-41,6	-58,6	0,0	OK
Dettagli costruttivi					
ULSF(5)	0,0	-36,9	-99,7	148,6	Non OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				
ULSF(2)	1,15*SW + G + 1,5*Q				
ULSF(5)	1,15*SW + 1,15*G + 1,5*Q				
SLSQ(14)	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]	$u_{z,lim}(\pm)$ [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
2,40	0,0	0,0	-0,1	-0,1	19,2	0,4	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(9)	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.

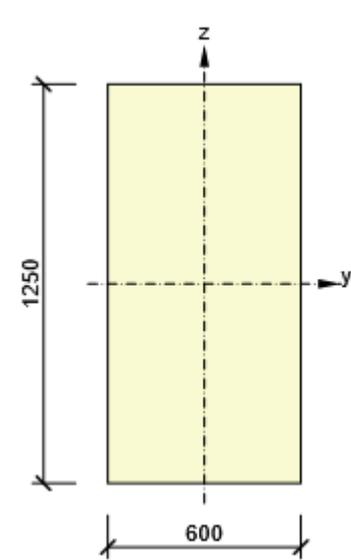
Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
4,80	C25/30	3,60	9000	107	9107	30
$\Phi$ [mm]	Materiale	Tipo di armatura		Lunghezza [m]	Peso [kg]	
14	B 450 C	Ferri		28,80	35	
10	B 450 C	Ferri		28,80	18	
8	B 450 C	Staffe		83,23	33	
8	B 500B	Staffe		54,35	21	

## 13.2 Verifiche SLU B1250X600 XZ DIREZIONE

### 13.2.1 Sezioni

#### 1. Rectangle 1250, 600

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	750000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	97656250000	[mm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub>	225000000000	[mm <sup>4</sup> ]
C <sub>gy</sub>	0	[mm]
C <sub>gz</sub>	0	[mm]
i <sub>y</sub>	361	[mm]
i <sub>z</sub>	173	[mm]



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

### 13.2.2 Materiale

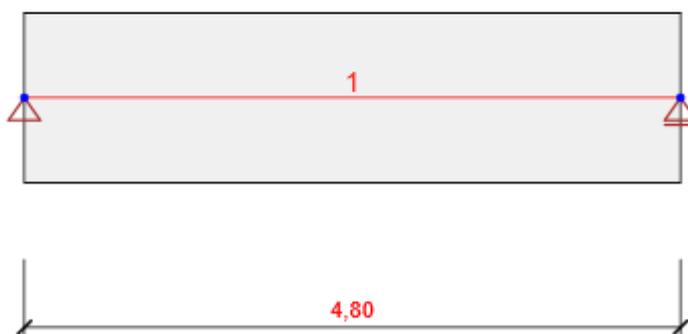
#### Calcestruzzo

Nome	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato				
B 450 C	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	4,80	4,80	1 - Rectangle 1250, 600 (Rettangolo 1250, 600)

## Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0,00	XZ
2	4,80	Z

### 13.2.4 Risultati

## Inviluppi

### Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(1)	0,00	0,0	44,1	-30,8
1	ULSF(6)	4,80	0,0	-60,6	-30,8
1	ULSF(6)	0,00	0,0	60,6	-30,8
1	ULSF(3)	2,40	0,0	1,1	51,2

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G
ULSF(6)	1,35*SW + 1,35*G + 1,05*Q
ULSF(3)	1,35*SW + G + 1,05*Q

### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>y</sub> [mrad]
1	SLSC(10)	0,00	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(10)	2,40	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(10)	4,32	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(10)	0,48	0,0	0,0	0,0

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
SLSC(10)	SW + G + Q

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	339 di 360

## Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(3)	0,0	60,6	0,0
2	ULSF(3)	0,0	60,6	0,0

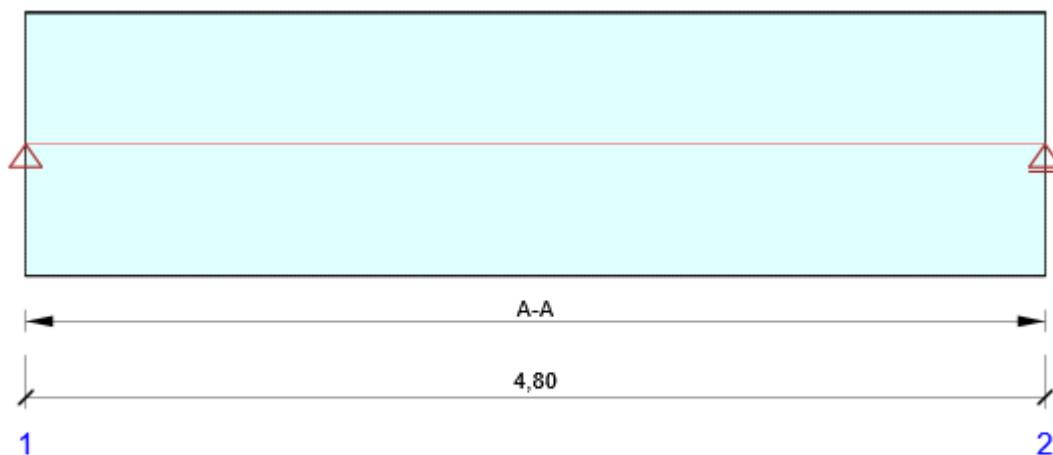
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(3)	1,35*SW + G + 1,05*Q

### 13.2.5 Progetto calcestruzzo

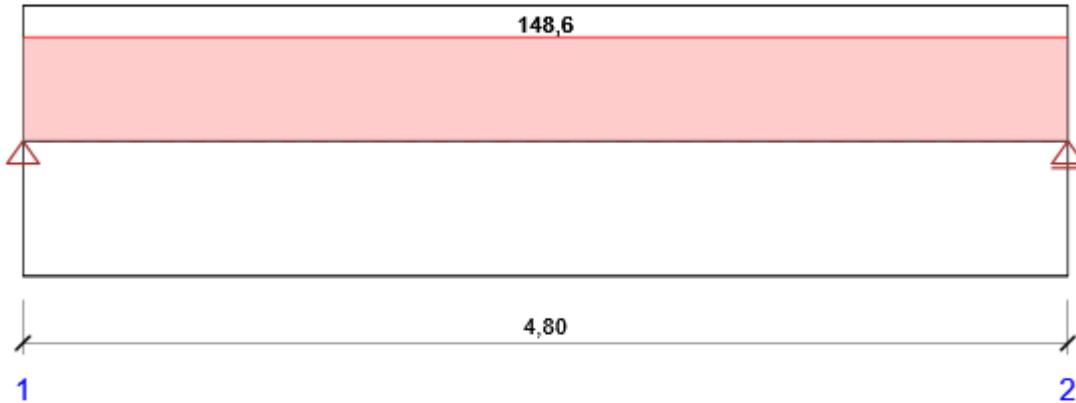
Normativa Nazionale

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

### Schema di armatura



### Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M					
ULSF(3)	0,0	55,2	1,0	14,7	OK
Taglio					
ULSF(3)	0,0	-15,8	-60,6	15,7	OK
Interazione					
ULSF(3)	0,0	55,2	1,0	17,8	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(14)	0,0	30,9	0,3	1,7	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(14)	0,0	-20,6	-44,4	0,0	OK
Dettagli costruttivi					
ULSF(3)	0,0	-15,8	-60,6	148,6	Non OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				
ULSF(3)	1,35*SW + G + 1,05*Q				
SLSQ(14)	SW + G + 0,3*Q				

### Riassunto verifiche degli spostamenti

d <sub>x</sub> [m]	u <sub>z,lin</sub> [mm]	u <sub>z,st</sub> [mm]	u <sub>z,ll</sub> [mm]	u <sub>z,lt</sub> [mm]	u <sub>z,lim</sub> (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
2,40	0,0	0,0	-0,1	-0,1	19,2	0,4	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(10)	Totale	SW + G + Q
	Lungo termine	SW + G + 0,30*Q

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	341 di 360

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 <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
4,80	C25/30	3,60	9000	107	9107	30

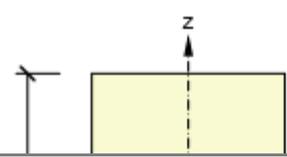
Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
14	B 450 C	Ferri	28,80	35
10	B 450 C	Ferri	28,80	18
8	B 450 C	Staffe	83,23	33
8	B 500B	Staffe	54,35	21

### 13.3 Verifiche SLV B1250X600 YZ DIREZIONE

#### 13.3.1 Sezioni

##### 1. Rectangle 1250, 600

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	750000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	97656250000	[mm <sup>4</sup> ]



$I_z$	22500000000	[mm <sup>4</sup> ]
$C_{gy}$	0	[mm]
$C_{gz}$	0	[mm]
$i_y$	361	[mm]
$i_z$	173	[mm]

### 13.3.2 Materiale

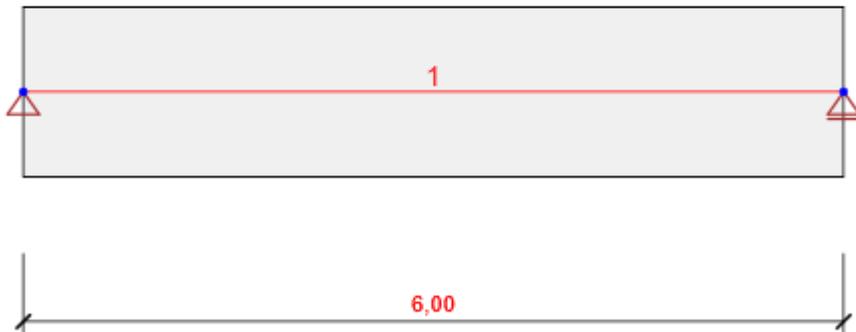
#### Calcestruzzo

Nome	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato					
B 450 C	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					

### 13.3.3 Geometria



Schema Strutturale

#### Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	6,00	6,00	1 - Rectangle 1250, 600 (Rettangolo 1250, 600)

#### Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0,00	XZ
2	6,00	Z

### 13.3.4 Risultati

#### Inviluppi

#### Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
----------	-------	---------------	--------	---------------------	----------------------

1	ULSF(1)	0,00	0,0	55,2	-184,0
1	ULSF(3)	6,00	0,0	-74,5	-184,0
1	ULSF(3)	0,00	0,0	74,5	-184,0
1	ULSF(2)	3,00	0,0	0,0	-24,6

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G
ULSF(3)	1,35*SW + 1,35*G
ULSF(2)	1,35*SW + G

### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>iy</sub> [mrad]
1	SLSC(4)	0,00	0,0	0,0	-0,1
1	SLSC(4)	3,00	0,0	0,1	0,0
1	SLSC(4)	6,00	0,0	0,0	0,1

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

### Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(2)	0,0	74,5	0,0
2	ULSF(2)	0,0	74,5	0,0

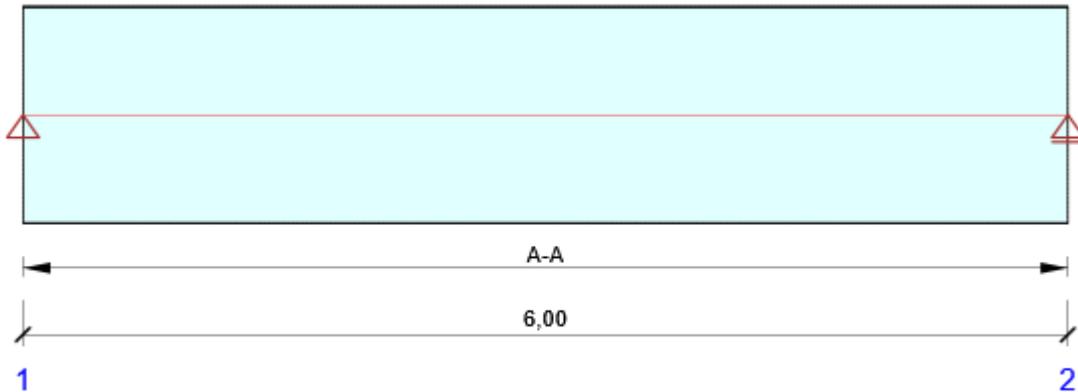
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(2)	1,35*SW + G

### 13.3.5 Progetto calcestruzzo

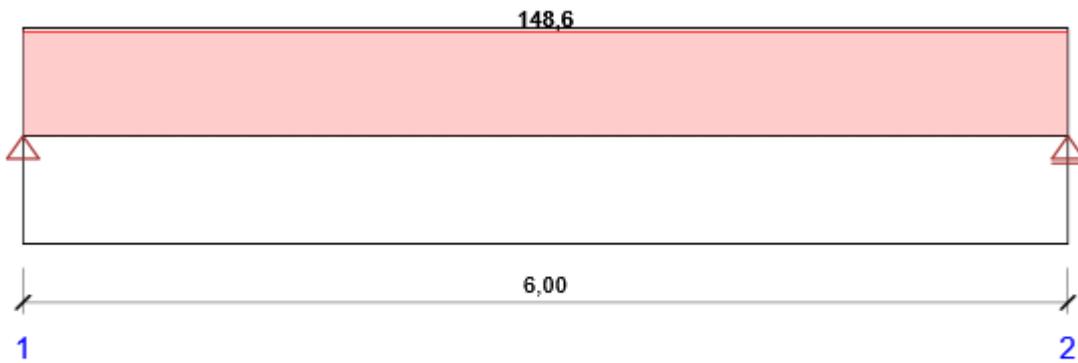
#### Normativa Nazionale

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

### Schema di armatura



### Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M					
ULSF(1)	0,0	-145,0	30,8	35,3	OK
Taglio					
ULSF(3)	0,0	-144,2	41,6	11,0	OK
Interazione					
ULSF(3)	0,0	-144,2	41,6	49,5	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(7)	0,0	-133,5	-30,8	7,4	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(7)	0,0	-133,5	-30,8	0,0	OK
Dettagli costruttivi					

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	346 di 360

ULSF(2)	0,0	-106,1	-41,6	148,6	Non OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				
ULSF(1)	SW + 1,35*G				
ULSF(3)	1,35*SW + 1,35*G				
SLSQ(7)	SW + G				
ULSF(2)	1,35*SW + G				

Riassunto verifiche degli spostamenti

$d_x$ [m]	$u_{z,lin}$ [mm]	$u_{z,st}$ [mm]	$u_{z,ll}$ [mm]	$u_{z,lt}$ [mm]	$u_{z,lim}(\pm)$ [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
3,00	0,1	0,1	0,3	0,3	24,0	1,1	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(4)	Totale	SW + G
	Lungo termine	SW + G

Stabilità laterale

Distinta dei materiali

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

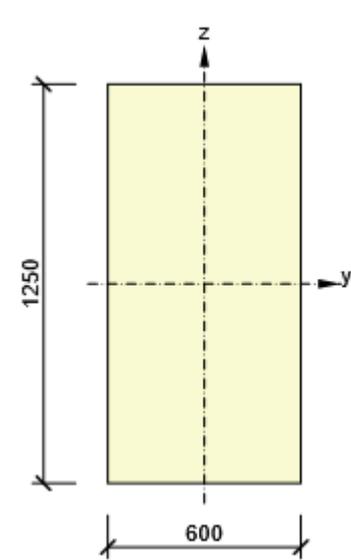
Lunghezza [m]	Calcestruzzo			Armatura [kg]	Peso totale [kg]	Armatura /m <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
6,00	C25/30	4,50	11250	141	11391	31
$\Phi$ [mm]	Materiale	Tipo di armatura		Lunghezza [m]	Peso [kg]	
14	B 450 C	Ferri		48,00	58	
10	B 450 C	Ferri		24,00	15	
8	B 450 C	Staffe		104,04	41	
8	B 500B	Staffe		68,13	27	

### 13.4 Verifiche SLU B1250X600 YZ DIREZIONE

#### 13.4.1 Sezioni

##### 1. Rectangle 1250, 600

Simbolo	Valore	Unità
Materiale	C25/30	
A	750000	[mm <sup>2</sup> ]
S <sub>y</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
S <sub>z</sub>	0	[mm <sup>3</sup> ]
I <sub>y</sub>	97656250000	[mm <sup>4</sup> ]
I <sub>z</sub>	225000000000	[mm <sup>4</sup> ]
C <sub>gy</sub>	0	[mm]
C <sub>gz</sub>	0	[mm]
i <sub>y</sub>	361	[mm]
i <sub>z</sub>	173	[mm]



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

### 13.4.2 Materiale

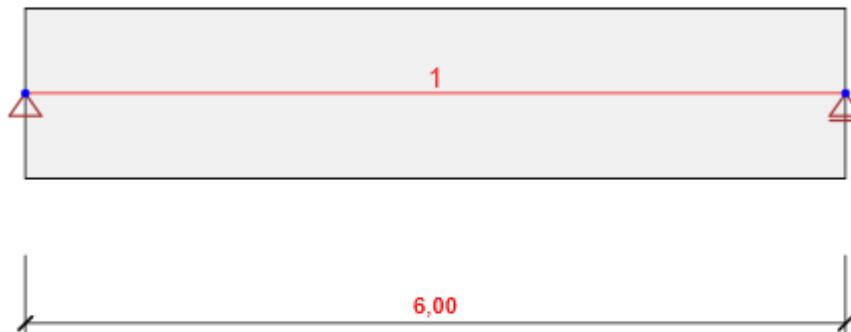
#### Calcestruzzo

Nome	$f_{ck}$ [MPa]	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
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]	$\nu$ [-]	Massa unitaria [kg/m <sup>3</sup> ]
B 500B	500,0	540,0	200000,0	0,20	7850
	$f_{tk}/f_{yk} = 1,08$ , $\epsilon_{uk} = 500,0 \cdot 10^{-4}$ , Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe: B, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: Bilineare con braccio superiore inclinato				
B 450 C	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				

### 13.4.3 Geometria



**Schema Strutturale**

## Membrature

Elemento	Lunghezza [m]	Fine dell'elemento [m]	Sezione
1	6,00	6,00	1 - Rectangle 1250, 600 (Rettangolo 1250, 600)

## Nodi

Nodo	X [m]	Appoggio
1	0,00	XZ
2	6,00	Z

## 5 Casi di carico

Nome	Tipo	Gruppo di carico	Carico [kN/m]
SW	Permanente	LG1	0,0
G	Permanente	LG1	0,0
Q	Variabile	LG2	0,0

### Gruppi Carichi Permanenti

Nome	$Y_{G, sub}$ [-]	$Y_{G, inf}$ [-]	$\xi$ [-]
LG1	1,35	1,00	0,85

### Gruppi di carichi accidentali

Nome	Tipo	$Y_q$ [-]	$\Psi_0$ [-]	$\Psi_1$ [-]	$\Psi_2$ [-]
LG2	Esclusivo	1,50	0,70	0,50	0,30
LG3	Standard	1,50	0,70	0,50	0,30

## 6 Carichi

### Caso di carico G

#### Carichi di momento concentrati

Elemento	Type	Value [kNm]	X [m]	Posizione
1	My	-102,0	0,00	X
1	My	102,0	6,00	X

## 7 Combinazioni di carichi

Nome	Tipo	Valutazione
<b>ULSF</b>	SLU Fondamentale	Eurocodice, formula 6.10 a,b
SW; G; Q		
<b>SLSC</b>	SLE Carat.	Eurocodice, formula 6.14b
SW; G; Q		
<b>SLSF</b>	SLE Freq	Eurocodice, formula 6.15b
SW; G; Q		
<b>SLSQ</b>	SLE Quasi Perm.	Eurocodice, formula 6.16b
SW; G; Q		

### 13.4.4 Risultati

Inviluppi

### Forze interne, Estremo dell'elemento, Forze baricentriche

Elemento	Combi	Posizione [m]	N [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]
1	ULSF(1)	0,00	0,0	55,2	-137,7
1	ULSF(3)	6,00	0,0	-74,5	-137,7
1	ULSF(3)	0,00	0,0	74,5	-137,7
1	ULSF(2)	3,00	0,0	0,0	9,7

Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(1)	SW + 1,35*G
ULSF(3)	1,35*SW + 1,35*G
ULSF(2)	1,35*SW + G

### Deformazioni, Estremo dell'elemento,

Elemento	Combi	Posizione [m]	u <sub>x</sub> [mm]	u <sub>z</sub> [mm]	f <sub>iy</sub> [mrad]
1	SLSC(4)	0,00	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(4)	3,00	0,0	0,0	0,0
1	SLSC(4)	6,00	0,0	0,0	0,0

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

### Reazioni

Nodo	Combi	R <sub>x</sub>	R <sub>z</sub>	M <sub>y</sub>
------	-------	----------------	----------------	----------------

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	351 di 360

		[kN]	[kN]	[kNm]
1	ULSF(2)	0,0	74,5	0,0
2	ULSF(2)	0,0	74,5	0,0

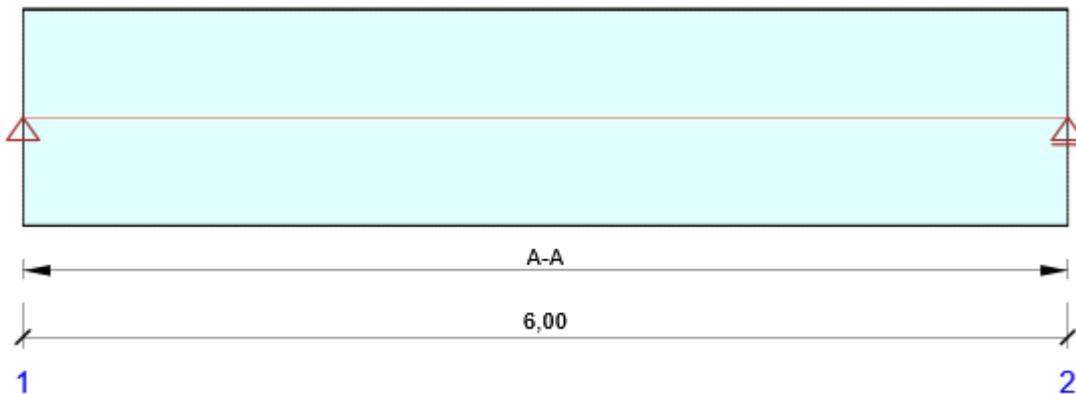
Combinazione	Descrizione dell'effetto del carico critico
ULSF(2)	1,35*SW + G

### 13.4.5 Progetto calcestruzzo

Normativa Nazionale

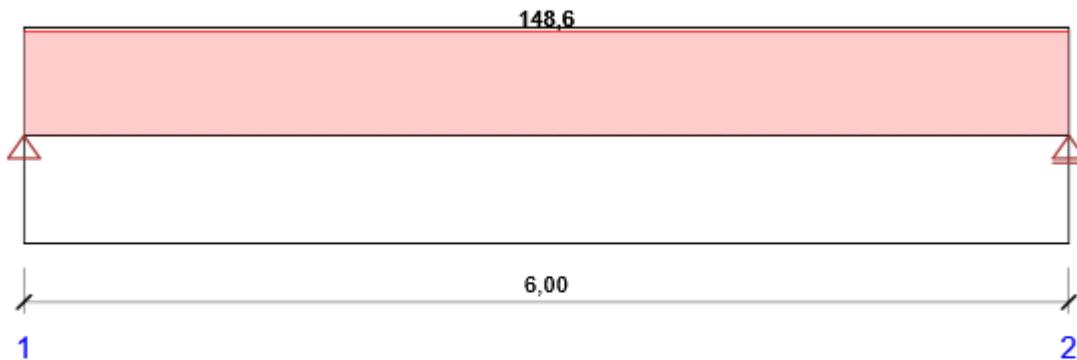
Normativa Nazionale	EN 1992-1-1:2014-12
Vita nominale	50 anni

### Schema di armatura



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA – LA SPEZIA (PONTREMOLESE)</b> <b>TRATTA PARMA - VICOFERTILE</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO</b>	COMMESSA IP00	LOTTO 00	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA0010005	REV B

### Riassunto verifiche sezione



Verifica globale sezioni

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed,y</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M					
ULSF(1)	0,0	-108,0	30,8	26,3	OK
Taglio					
ULSF(3)	0,0	-107,2	41,6	11,0	OK
Interazione					
ULSF(3)	0,0	-107,2	41,6	38,3	OK
Controllo delle tensioni					
SLSQ(7)	0,0	-99,2	-30,8	5,5	OK
Apertura delle fessure					
SLSQ(7)	0,0	-99,2	-30,8	0,0	OK
Dettagli costruttivi					
ULSF(2)	0,0	-78,6	-41,6	148,6	Non OK
<b>Combinazione</b>	<b>Descrizione dell'effetto del carico critico</b>				
ULSF(1)	SW + 1,35*G				
ULSF(3)	1,35*SW + 1,35*G				
SLSQ(7)	SW + G				
ULSF(2)	1,35*SW + G				

### Riassunto verifiche degli spostamenti

d <sub>x</sub> [m]	u <sub>z,lin</sub> [mm]	u <sub>z,st</sub> [mm]	u <sub>z,ll</sub> [mm]	u <sub>z,lt</sub> [mm]	u <sub>z,lim</sub> (±) [mm]	Valore [%]	Verifica
Spostamento totale							
3,00	0,0	0,0	0,1	0,1	24,0	0,5	OK

Combinazioni selezionate per la verifica dello spostamento

Nome	Tipo	Descrizione
SLSC(4)	Totale	SW + G

PROGETTO DEFINITIVO  
TIP.E - RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	353 di 360

Lungo termine	SW + G
---------------	--------

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 <sup>3</sup> calcestruzzo [kg/m <sup>3</sup> ]
	Nome	[m <sup>3</sup> ]	[kg]			
6,00	C25/30	4,50	11250	141	11391	31

Φ [mm]	Materiale	Tipo di armatura	Lunghezza [m]	Peso [kg]
14	B 450 C	Ferri	48,00	58
10	B 450 C	Ferri	24,00	15
8	B 450 C	Staffe	104,04	41
8	B 500B	Staffe	68,13	27

### 13.5 Verifiche delle fondazione SLU – SLV

## FONDAZIONE 2-2

### INPUT

#### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	23.8	26.1	43.37
SLE Frequente	24.3	26.6	44.04
SLE Rara	27.3	28.6	45.87
SLU	29.0	30.1	47.6
SLV	65.6	35.9	53.9

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

##### Geometria della sezione

Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	30
Altezza utile della sezione	d [cm]	23
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	3000

##### Armatura longitudinale tesa

	1 STRATO	2 STRATC	3 STRATO
Numero Barre	6.67	0.00	0
Diametro	φ [r]	16	0
Posizione dal lembo esterno		6.6	11.6
Area strato	A <sub>s</sub>	13.42	0.00
Rapporto di armatura	ρ	0.573%	

##### Armatura longitudinale compressa

	1 STRATO	2 STRATC	3 STRATO
Numero Barre	6.7	0	0
Diametro	φ [r]	16	0
Posizione dal lembo esterno		6.6	11.6
Area strato	A <sub>s</sub> '	13.41	0.00
Rapporto di armatura	ρ'	0.573%	

##### Armatura trasversale

	1 TIPO	2 TIPO	3 TIPO
Diametro	φ [	12	0
Numero bracci		6.67	0
Passo	s <sub>tr</sub>	15	0
Inclinazione	α [°]	90	90
Area armatura a metro	A <sub>tr</sub> / s <sub>tr</sub>	50.29	0.00

#### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

##### Concrete

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

##### Acciaio

Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>td</sub> [Mpa]	382.61
--------------------------------------	-----------------------	--------

### OUTPUT

#### VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale	σ <sub>s</sub> [Mpa]	σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	3.08	13.500
Calcestruzzo SLE Rara	3.38	18.000
Acciaio SLE Rara	114.64	352.000

#### Verifica di fessurazione

Combinazione SLE Quasi permanente	w <sub>s</sub> [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 <sub>Ed</sub> [kN]	53.9
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>Ed</sub> [kN]	0.0

##### Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica

Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	290.51
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>Ed</sub>	5.39

##### Verifica di resistenza dell'armatura specifica

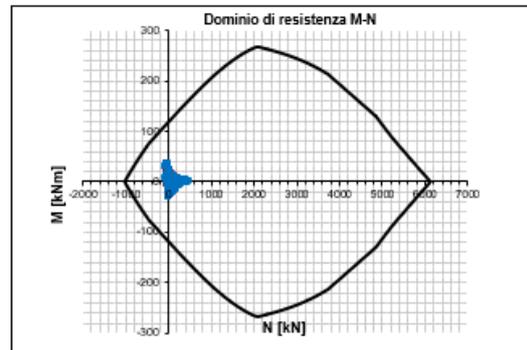
Co Tan(θ) di progetto	cot(θ)	1.9
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	776
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	776
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>Rd</sub> [kN]	776
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>Ed</sub>	14.39

#### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto	SLU	SLV
Momento sollecitante	M <sub>Ed</sub> [kNm]	30.1
Sforzo Normale concomitante	N <sub>Ed</sub> [kN]	29.0

Verifica di resistenza in termini di momento	SLU	SLV
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	115.7
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Ed</sub>	3.84

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale	SLU	SLV
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	656.6
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>Ed</sub>	22.62



## FONDAZIONE 1-1

### INPUT

#### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	<b>65.7</b>	<b>39.2</b>	<b>43.37</b>
SLE Frequente	<b>68.0</b>	<b>39.8</b>	<b>44.04</b>
SLE Rara	<b>76.0</b>	<b>41.6</b>	<b>45.87</b>
SLU	<b>82.7</b>	<b>43.4</b>	<b>47.6</b>
SLV	<b>173.0</b>	<b>45.4</b>	<b>53.9</b>

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

##### Geometria della sezione

Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	<b>100</b>
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	<b>30</b>
Altezza utile della sezione	d [cm]	<b>23</b>
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	<b>3000</b>

##### Armatura longitudinale tesa

	1 STRATO	2 STRATC	3 STRATO
Numero Barre	<b>6.67</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>
Diametro	φ [r]	<b>16</b>	<b>0</b>
Posizione dal lembo esterno	<b>6.6</b>	<b>11.6</b>	<b>0.0</b>
Area strato	A <sub>s</sub>	13.41	0.00
Rapporto di armatura	ρ	<b>0.573%</b>	

##### Armatura longitudinale compressa

	1 STRATO	2 STRATC	3 STRATO
Numero Barre	<b>6.7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Diametro	φ [r]	<b>16</b>	<b>0</b>
Posizione dal lembo esterno	<b>6.6</b>	<b>11.6</b>	<b>0.0</b>
Area strato	A <sub>s</sub> '	13.41	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	<b>0.573%</b>	

##### Armatura trasversale

	1 TIPO	2 TIPO	3 TIPO
Diametro	φ [	<b>12</b>	<b>0</b>
Numero bracci	<b>6.67</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Passo	s <sub>w</sub>	<b>15</b>	<b>0</b>
Inclinazione	α [°]	<b>90</b>	<b>90</b>
Area armatura a metro	A <sub>w</sub> / s <sub>w</sub>	50.29	0.00

#### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

##### Concrete

Resistenza cubica a compressione	R <sub>ck</sub>	<b>37</b>
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	30.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	38.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	2.90
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	2.03
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	17.00
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>td</sub> [Mpa]	8.98

##### Acciaio

Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>td</sub> [Mpa]	382.61
--------------------------------------	-----------------------	--------

### OUTPUT

#### VERIFICHE IN ESERCIZIO

##### Verifica Tensionale

	σ <sub>s</sub> [Mpa]	σ <sub>l</sub> limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	<b>4.61</b>	<b>13.500</b>
Calcestruzzo SLE Rara	<b>4.89</b>	<b>18.000</b>
Acciaio SLE Rara	<b>181.19</b>	<b>352.000</b>

##### Verifica di fessurazione

	w <sub>s</sub> [mm]	w <sub>s</sub> limit
Combinazione SLE Quasi permanente	<b>0.000</b>	<b>0.200</b>
Combinazione SLE Frequente	<b>0.000</b>	<b>0.300</b>

#### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

##### Sollecitazioni di progetto

Taglio sollecitante - max Taglio (SLU, SLV)	V <sub>Ed</sub> [kN]	53.9
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>Ed</sub> [kN]	0.0

##### Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica

Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	290.51
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>Ed</sub>	<b>5.39</b>

##### Verifica di resistenza dell'armatura specifica

Co.Tan(θ) di progetto	cotang(θ)	1.9
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	776
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	776
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>Rd</sub> [kN]	776
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>Ed</sub>	<b>14.39</b>

#### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

##### Sollecitazioni di progetto

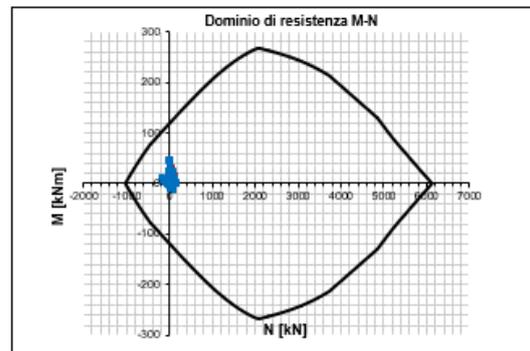
	SLU	SLV
Momento sollecitante	M <sub>Ed</sub> [kNm]	43.4
Sforzo Normale concomitante	N <sub>Ed</sub> [kN]	173.0

##### Verifica di resistenza in termini di momento

	SLU	SLV
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	110.7
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Ed</sub>	<b>2.55</b>

##### Verifica di resistenza in termini di sforzo normale

	SLU	SLV
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	591.2
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>Ed</sub>	<b>3.56</b>



#### 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:

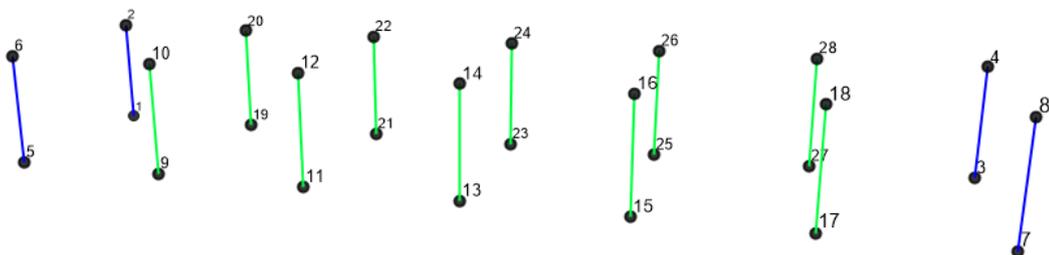
h = altezza di piano;

$d_r$  = 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.



<b>PILASTRO (DIREZIONE X) - SLO - E ridotto del 50%</b>					
Joint	OutputCase	StepType	U1	U2	Δ U2
Text	Text	Text	mm	mm	mm
1	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
2	Sisma_SLO_H_X	Max	0.570753	0.002181	0.002181
3	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
4	Sisma_SLO_H_X	Max	0.570753	0.002181	0.002181
5	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
6	Sisma_SLO_H_X	Max	0.570753	0.002181	0.002181
7	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
8	Sisma_SLO_H_X	Max	0.570753	0.002181	0.002181
9	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
10	Sisma_SLO_H_X	Max	0.569424	0.000873	0.000873
11	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
12	Sisma_SLO_H_X	Max	0.568915	0.000284	0.000284
13	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
14	Sisma_SLO_H_X	Max	0.568787	9.82E-10	9.82E-10
15	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
16	Sisma_SLO_H_X	Max	0.568915	0.000284	0.000284
17	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
18	Sisma_SLO_H_X	Max	0.569424	0.000873	0.000873
19	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
20	Sisma_SLO_H_X	Max	0.569424	0.000873	0.000873
21	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
22	Sisma_SLO_H_X	Max	0.568915	0.000284	0.000284
23	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
24	Sisma_SLO_H_X	Max	0.568787	1.098E-09	1.1E-09
25	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
26	Sisma_SLO_H_X	Max	0.568915	0.000284	0.000284
27	Sisma_SLO_H_X	Max	0	0	
28	Sisma_SLO_H_X	Max	0.569424	0.000873	0.000873

<b>PILASTRO (DIREZIONE Y) - SLO - E ridotto del 50%</b>					
Joint	OutputCase	StepType	U1	U2	Δ U2
Text	Text	Text	mm	mm	mm

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IP00	00	D26CL	FA0010005	B	359 di 360

1	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
2	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.020513	1.716189	1.716189
3	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
4	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.020513	1.716189	1.716189
5	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
6	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.020513	1.716189	1.716189
7	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
8	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.020513	1.716189	1.716189
9	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
10	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.017225	1.759631	1.759631
11	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
12	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.00968	1.787358	1.787358
13	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
14	Sisma_SLO_H_Y	Max	1.424E-09	1.797152	1.797152
15	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
16	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.00968	1.787358	1.787358
17	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
18	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.017225	1.759631	1.759631
19	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
20	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.017225	1.759631	1.759631
21	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
22	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.00968	1.787358	1.787358
23	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
24	Sisma_SLO_H_Y	Max	1.456E-09	1.797152	1.797152
25	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
26	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.00968	1.787358	1.787358
27	Sisma_SLO_H_Y	Max	0	0	
28	Sisma_SLO_H_Y	Max	0.017225	1.759631	1.759631

## 15 CONCLUSIONI

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

Fondazione Fabbricato.....	145 kg/m <sup>3</sup>
Pilastrini Fabbricato.....	155 kg/m <sup>3</sup>
Travi Fabbricato.....	125 kg/m <sup>3</sup>
Solaio di copertura Fabbricato.....	330 kg/m <sup>3</sup>