

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA:

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI

Prof. Ing. Marco PETRANGELI

Ing. Piergiorgio GRASSO



Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

VI05 – VIADOTTO dal km 20+474 al km 21+238: Viadotto Calore Torallo
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo DIRETTORE TECNICO 24/02/2020		-

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	V	I	0	5	0	5	0	0	7	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	I. Lardani	24/02/2020	G. Usai	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	M. Petrangeli
B	Revisione a seguito istruttoria ITF	F. del Drago	23/06/2020	G. Usai	23/06/2020	P. Grasso	23/06/2020	 23/06/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.VI.05.0.5.007.B.docx

n. Elab.:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 007</td> <td>B</td> <td>2 di 169</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	2 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	2 di 169								

Indice

1	PREMESSA	5
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	NORMATIVE.....	6
2.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	7
3	MATERIALI.....	8
3.1	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI E COMPLETAMENTO SOLETTA	8
3.2	CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI	9
3.3	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE.....	10
3.4	CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE.....	11
3.5	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA.....	12
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	13
5	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	14
6	ANALISI DEI CARICHI	18
6.1	PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	18
6.1.1	PESO PROPRIO IMPALCATI.....	18
6.1.2	PESO PROPRIO STRUTTURA AD ARCHI.....	20
6.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)	20
6.2.1	BALLAST (G21)	21
6.2.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI GENERICI (G22)	22
6.2.1	RIEMPIMENTO STRUTTURA CON MAGRONE	23
6.2.2	TERRENO DI RICOPRIMENTO DELLA FONDAZIONE.....	23
6.3	CARICHI DA TRAFFICO	24
6.3.1	CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (Q11)	24
6.3.2	CARICHI SUI MARCIAPIEDI	25
6.3.3	CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO DERIVANTI DALL’IMPALCATO (Q12)	25
6.3.4	AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA (Q2)	26
6.3.5	FORZA CENTRIFUGA (Q3).....	26
6.3.1	SERPEGGIO (Q4)	27
6.3.1	DERAGLIAMENTO	28
6.3.2	GRUPPI DI CARICO	29

6.4	CARICHI VARIABILI (Q5)	30
6.4.1	AZIONI DEL VENTO (Q5.1)	30
6.4.2	AZIONI TERMICHE (Q5.2)	34
6.4.3	AZIONI DA NEVE (Q5.3)	35
6.5	AZIONI INDIRETTE (Q6)	35
6.5.1	RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (Q6.1)	35
6.5.2	RITIRO E VISCOSITÀ (Q6.2)	36
6.6	AZIONI SISMICHE (E)	40
6.6.1	SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV	40
7	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	43
7.1	MODELLO DI CALCOLO	43
7.2	MASSE E FORZE SISMICHE	44
7.3	COMBINAZIONI DI CARICO	45
7.4	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	48
7.4.1	SOLLECITAZIONI SLU E SLV	49
7.4.2	VERIFICA A FLESSIONE SLU E SLV	53
7.4.3	VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV	55
7.4.4	VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE	58
7.5	VERIFICA SETTI VERTICALI	65
7.5.1	SOLLECITAZIONI SLU E SLV	66
7.5.2	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE SLU E SLV	74
7.5.3	VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV	78
7.5.4	VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE	82
7.6	VERIFICA MURI FRONTALI E PARAGHIAIA	91
7.6.1	SOLLECITAZIONI SLU E SLV	92
7.6.1	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE SLU E SLV	99
7.6.1	VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV	103
7.6.1	VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE	106
7.7	VERIFICA IMPALCATO A TRAVI PREFABBRICATE	113
7.7.1	FASE I	113
7.7.2	FASE II	114
7.7.3	VERIFICA A FLESSIONE FASE I + FASE II	115
7.7.4	VERIFICA A TAGLIO FASE I + FASE II	116
7.7.5	FASE III	117
7.7.6	VERIFICA A FLESSIONE FASE III	119
7.7.7	VERIFICA A TAGLIO FASE III	124

7.7.8	VERIFICA A FESSURAZIONE FASE III.....	127
7.8	VERIFICA SOLETTA DI FONDAZIONE	129
7.8.1	SOLLECITAZIONI SLU E SLV	130
7.8.1	VERIFICA A FLESSIONE SLU E SLV	135
7.8.2	VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV	137
7.8.3	VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE	139
7.9	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE	144
7.9.1	GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI VERIFICA E ARMATURA	155
7.9.2	VERIFICA A TAGLIO DEI PALI.....	156
7.9.3	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEI PALI	158
7.9.4	VERIFICA SLE TENSIONALE.....	159
7.9.5	VERIFICA A FESSURAZIONE	159
8	INCIDENZE	161
9	ALLEGATO 1.....	162

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 007</td> <td>B</td> <td>5 di 169</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	5 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	5 di 169								

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'*Itinerario Napoli-Bari* si inserisce il *Raddoppio della Tratta Cancello – Benevento - 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano* oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione e fondazione costituenti la “Struttura ad archi” (P20A e P20B) del *Viadotto Calore Torallo_VI05*.

Nella presente relazione sono riportati in forma sintetica i risultati delle sollecitazioni e delle verifiche strutturali della struttura in oggetto.

Nel seguito si procede al calcolo dello stato di sollecitazione ed alle verifiche dei vari elementi costituenti la struttura in elevazione, nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione e taglio e gli Stati limite di Esercizio di fessurazione e tensionale.

Si esegue inoltre la determinazione delle azioni massime sugli elementi costituenti la fondazione, quali platea e pali di fondazione, e alla loro verifica nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione, taglio e Stati Limite Ultimi geotecnici.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 007</td> <td>B</td> <td>6 di 169</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	6 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	6 di 169								

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVE

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario*
- [4] *Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie*
- [5] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria*
- [6] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari*
- [7] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo*
- [8] *Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia*
- [9] *Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)*
- [10] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea*

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 007</td> <td>B</td> <td>7 di 169</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	7 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	7 di 169								

2.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI E COMPLETAMENTO SOLETTA

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	33.20	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	18.81	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	3.10	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.72	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	2.17	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	18.26	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	13.28	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	33643.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	14018.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Debolmente aggressive		
Classe di esposizione =	XC4		
$c =$	4.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI

Classe C28/35

$R_{ck} =$	35.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	29.05	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	37.05	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	16.46	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2.83	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.40	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1.98	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	15.98	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	11.62	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	32588.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13578.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie		
Classe di esposizione =	XC2		
$c =$	4.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.30	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.3 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE

Classe C25/30

$R_{ck} =$	30.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	24.90	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32.90	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	14.11	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2.56	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.07	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1.79	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	13.70	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	9.96	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	31447.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13103.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie		
Classe di esposizione =	XC2		
$c =$	6.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.30	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.4 [3])

3.4 CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE

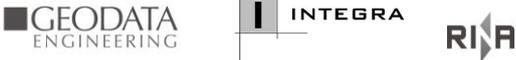
Classe C35/45

$R_{ck} =$	45.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	37.35	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	45.35	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	21.17	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2.30	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	2.75	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1.61	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	20.54	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	14.94	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	34625.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	14427.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Ordinarie		

3.5 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

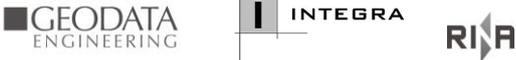
B450C

$f_{yk} \geq$	450.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t / f_y)_{k \geq}$	1.15		
$(f_t / f_y)_{k <}$	1.35		
$\gamma_s =$	1.15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0.20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7.50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337.50	MPa	Tensione in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 13 di 169

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la definizione della categoria di suolo delle opere appartenenti alla tratta in oggetto si rimanda all'elaborato progettuale “IF2612EZZCLVI0500001A - Relazione Geotecnica di calcolo delle fondazioni”.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 14 di 169

5 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il Viadotto Calore Torallo_VI05, a doppio binario, si estende tra le progressive km 20+474,00 e km 21+238,50 della *Tratta Canello-Benevento – II° Lotto funzionale Frasso Telesino - Vitulano*, per uno sviluppo complessivo pari a 764.5 m in corrispondenza del *Fiume Calore*, ed è costituito da 25 campate isostatiche, di cui:

- n°22 campate di luce $L=25,00\text{m}$ (asse pila-asse pila): ciascun impalcato è costituito da n°4 travi a cassoncino in c.a.p. di luce di calcolo $L_c=22,80\text{m}$ disposte ad un interasse di 2,48m e collegate trasversalmente da n°4 trasversi in c.a.p. con cavi post-tesi. Completa l'impalcato una soletta in c.a. gettata in opera di larghezza complessiva pari a 13,70m.
- n°2 campate (tra le pile P5 e P6 e tra le pile P7 e P8) di luce $L=45,00\text{m}$ (asse pila-asse pila): l'impalcato è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. avente luce di calcolo $L_c=43,00\text{m}$ con una larghezza complessiva pari a 13,70m.
- n°1 campata (tra le pile P6 e P7) di luce $L=65,00\text{m}$ (asse pila-asse pila): l'impalcato è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. avente luce di calcolo $L_c=63,00\text{m}$ con una larghezza complessiva pari a 13,70m.

L'adozione di “campate speciali” (45,00m-65,00m-45,00m di cui sopra) per lo scavalco del Fiume Calore è stata dettata da motivazioni di carattere idraulico legate in primo luogo al rispetto di quanto prescritto dal DM 14 Gennaio 2008 [1] in termini di compatibilità idraulica (cfr. § 5.2.1.2 “...la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà esser inferiore a 40metri...”), alla vicinanza del viadotto stradale esistente della S.S. Fondo Valle Isclero immediatamente più a valle, nonché dall'esigenza di garantire il rispetto dei franchi idraulici minimi sul livello di piena di progetto.

In corrispondenza dell'interferenza con la S.P.116 (ex S.S.265) è prevista la realizzazione di una struttura scatolare “a farfalla” (fra P20A e P20B) tale da compatibilizzare il progetto dell'infrastruttura ferroviaria con il mantenimento della sede attuale della S.P.116 (ex S.S.265) stessa. Tale struttura scatolare “a farfalla”, in c.a. gettata in opera e con solettone di copertura realizzato con travi prefabbricate in c.a.o. solidarizzate in opera, presenta dei forni “ad arco” parallelamente alla sede stradale richiamando così, in diversa veste, il motivo caratterizzate di due opere ferroviarie del I° Lotto Funzionale della Tratta in oggetto.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento della struttura ad arco (P20A e P20B).

La tipologia strutturale in esame è costituita da un elemento scatolare in c.a. chiuso per la parte iniziale (fondazione, piedritti e soletta di copertura in c.a. gettato in opera) e a telaio con forni sui piedritti per la parte centrale (fondazione e piedritti in c.a. gettato in opera e soletta di copertura con travi prefabbricate in c.a. ordinario e getto di completamento in opera). La struttura è fondata su pali ed ospita la sede ferroviaria sulla soletta superiore. Ad ambo i lati del manufatto sono presenti due viadotti cui l'opera stessa funge da spalla.

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche principali del manufatto:

Spessore fondazione	Sf =	2.00	m
Spessore soletta superiore	Ss =	1.20	m
Spessore piedritti	Sp =	1.20	m
Spessore piedritti iniziale e terminale (spalla per i viadotti adiacenti)	Sps =	2.90	m
Altezza trave prefabbricata	Htr =	1.00	m

L'armamento è di tipo convenzionale su ballast. Il manufatto si inserisce nell'ambito di una tratta a doppio binario ed è in grado di ospitare il nuovo tipologico di B.A. previsto per il viadotto. Nell'analisi dei carichi sarà pertanto previsto il posizionamento di tale tipologia di barriere.

	Impalcato precedente	Impalcato successivo
P20A-P20B	4 c.a.p. (L=25m) Appoggi mobili	4 c.a.p. (L=25m) Appoggi fissi

A seguire si riportano delle immagini che illustrano la geometria della struttura e della fondazione (vista in pianta).

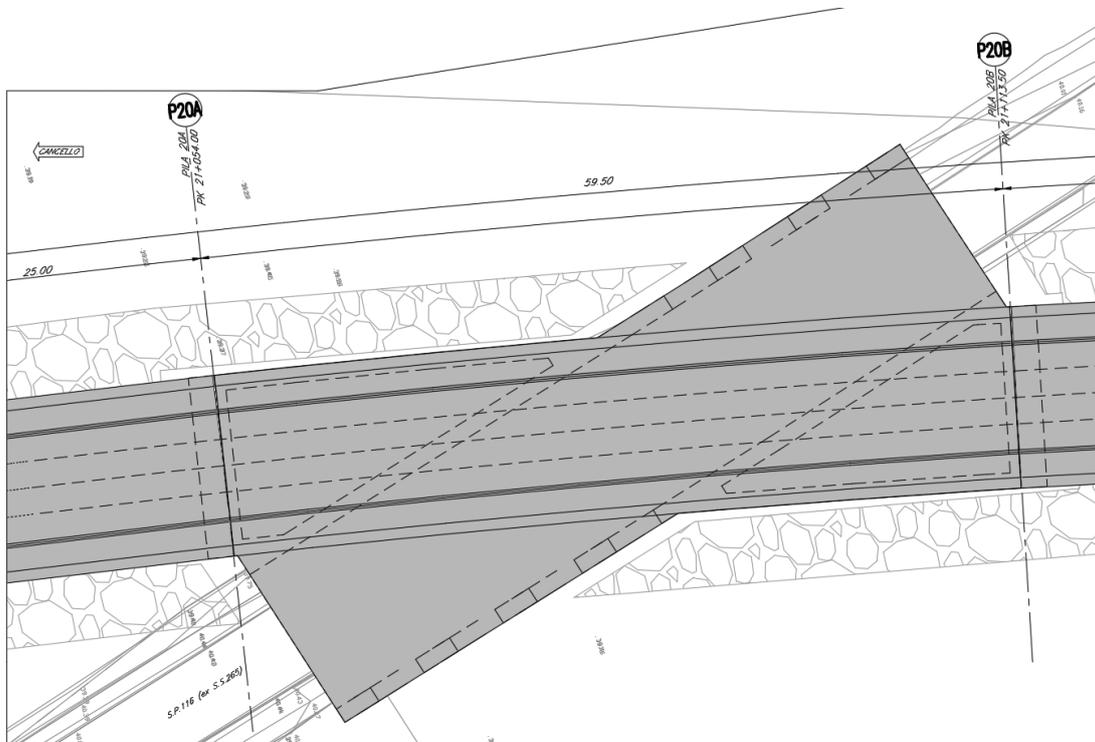


Figura 1 – Stralcio planimetrico

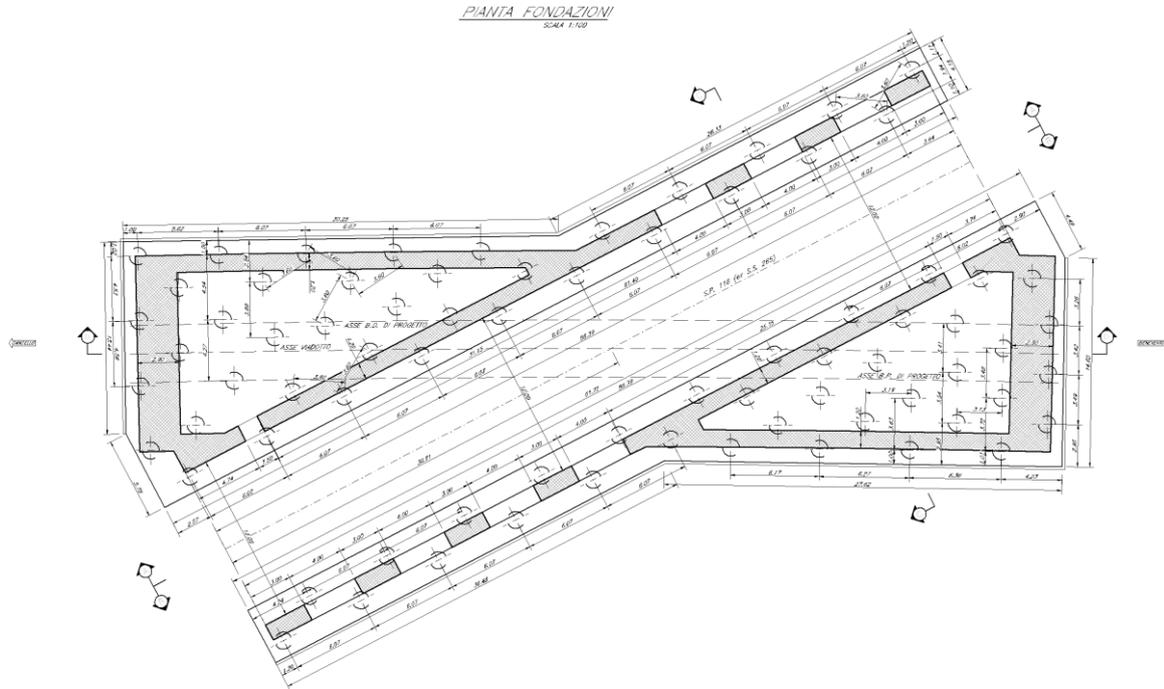


Figura 2 – Pianta fondazioni

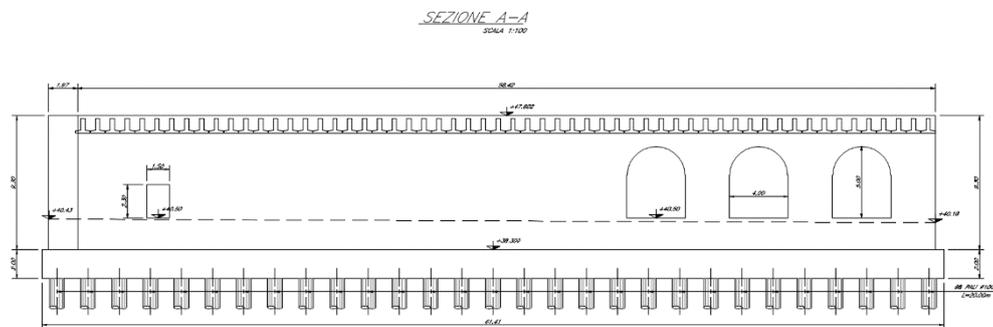


Figura 3 – Sezione A-A.

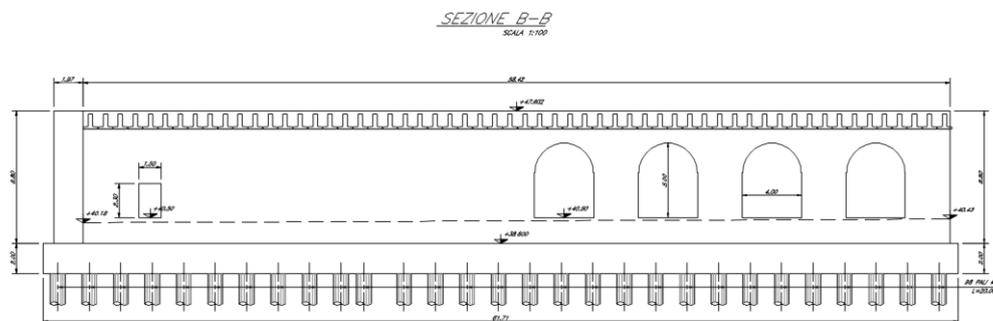


Figura 4 – Sezione B-B.

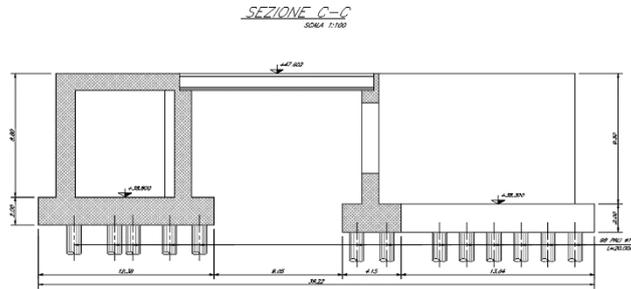


Figura 5 – Sezione C-C.

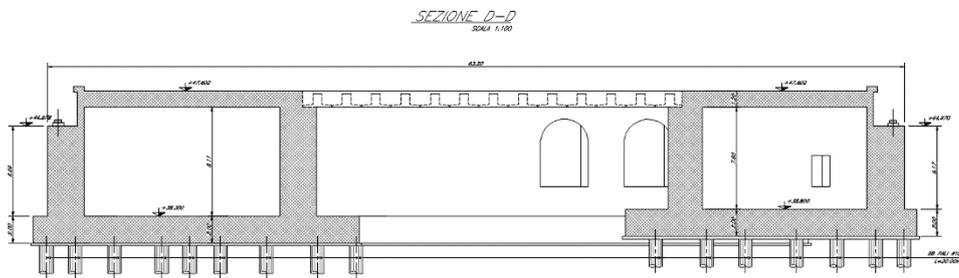


Figura 6 – Sezione D-D.

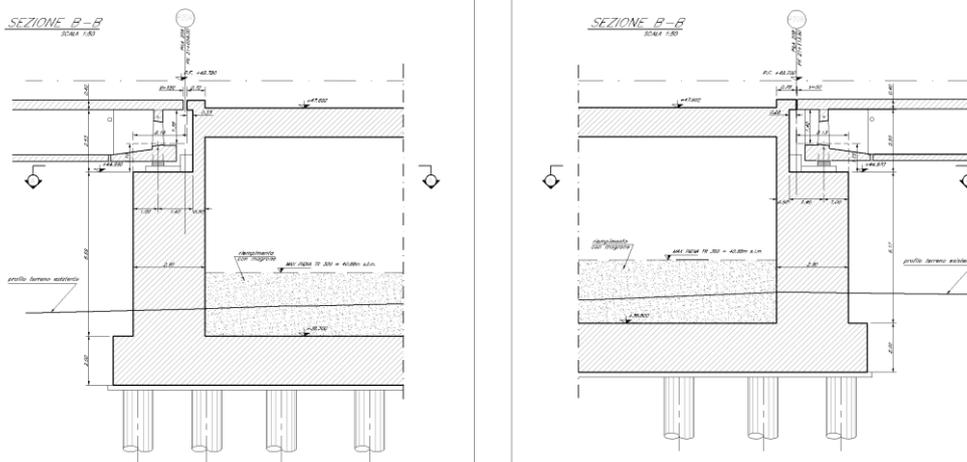


Figura 7 – Sezione trasversale di spalla

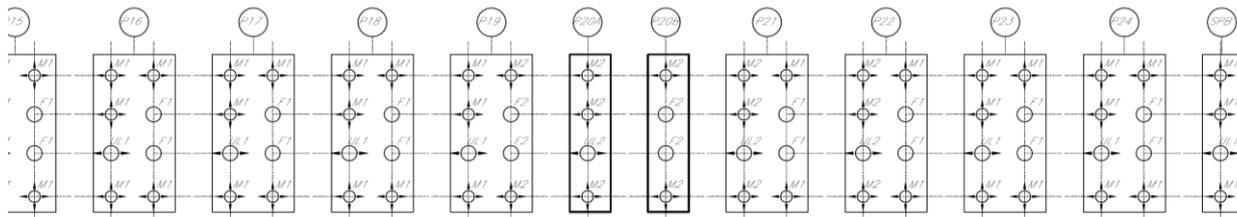


Figura 8 – Schema appoggi

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi agenti sulla struttura.

Le azioni e le reazioni riportate sono riferite al seguente sistema di riferimento:

- asse 1 o asse X: asse longitudinale;
- asse 2 o asse Y: asse trasversale;
- asse 3 o asse Z: asse verticale.

6.1 PERMANENTI STRUTTURALI (G1)

6.1.1 PESO PROPRIO IMPALCATI

L'impalcato a singola campata isostatica, di luce pari a 25 m in asse ai giunti (22,80 m asse appoggi), è costituito da 4 cassoncini in c.a.p. solidarizzati da trasversi gettati in opera. La soletta è di spessore variabile tra 30 cm e 40 cm ed è anch'essa gettata in opera su predalles prefabbricate.

I carichi afferenti al peso proprio degli impalcati sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche e del peso unitario di ciascun elemento, come riportato a seguire.

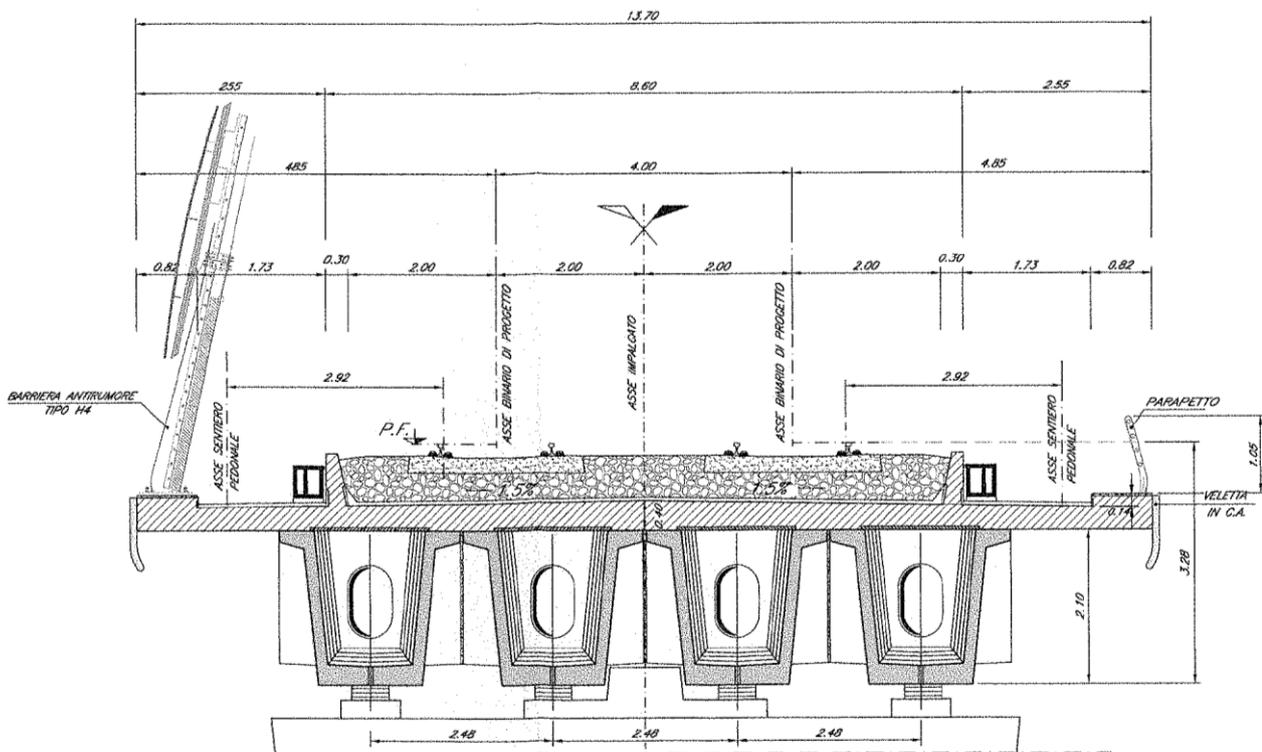


Figura 9 – Impalcato quadri cassone in c.a.p. (L=25m) – Sezione trasversale tipologica [m]

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	19 di 169

Peso proprio travi

A,1 sezione testata =	2,01	m2
A,1 sezione media transizione =	1,60	m2
A,1 sezione corrente =	1,13	m2
L,testata =	1,50	m
L,zona transizione =	3,60	m
L,corrente =	19,20	m
L,tot =	24,30	m
V,1 trave =	30,47	m3
peso unitario travi =	25,00	kN/m3
<hr/>		
P,1 trave =	761,78	kN

Peso proprio trasversi

A,1 sez trasverso testata =	2,76	m2
A,1 sez trasverso corrente =	3,64	m2
s,trasverso testata =	0,40	m
s,trasverso corrente =	0,25	m
V,1 trave trasversi =	4,03	m3
peso unitario trasversi =	25,00	kN/m3
<hr/>		
P,1 trave trasv =	100,70	kN

Peso proprio totale travi e trasversi

P,1 trave+trasv =	862,48	kN
N,travi =	4,00	
<hr/>		
P,tot travi+trasv =	3449,90	kN

Peso proprio soletta

A soletta =	5,05	m2
L impalcato =	25,00	m
peso unitario soletta =	25,00	kN/m3
<hr/>		
P soletta =	3156,25	kN

Peso proprio totale impalcato

Peso impalcato =	6606,15	kN
------------------	---------	----

Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0	
F2 =	0	
F3 =	3303	kN
M1 =	0	
M2 =	0	
M3 =	0	

6.1.2 PESO PROPRIO STRUTTURA AD ARCHI

I carichi afferenti al peso proprio della struttura ad archi (setti verticali, soletta superiore e fondazioni) sono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche di ciascun elemento e considerando un peso unitario del calcestruzzo pari a 25,00 kN/m³.

Massa complessiva della struttura = 142 050 kN

6.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2)

I carichi permanenti non strutturali sono costituiti dal peso della massicciata, dal peso delle barriere antirumore e dal peso delle canalette portacavi.

In aggiunta ai permanenti non strutturali portati dagli impalcati si hanno anche quelli costituiti dal magrone di riempimento della parte chiusa della struttura e dal sovraccarico del terreno di ricoprimento della fondazione.

La normativa distingue tra ballast e permanenti non strutturali generici nell'assegnazione dei valori del coefficiente di combinazione (rif. §2.5.3.8.3.1 [3]), per questo motivo nei paragrafi a seguire i due casi di carico vengono trattati separatamente.

6.2.1 BALLAST (G21)

Secondo il §2.5.1.3.2 [3], ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata, armamento e dell'impermeabilizzazione potrà effettuarsi assumendo convenzionalmente, per linea in rettilineo, un peso di volume pari a 18,00 kN/m³, applicato su tutta la larghezza media compresa fra i muretti paraballast, per un'altezza media fra p.f. ed estradosso impalcato pari a 0,80 m. Per i ponti in curva si assume un peso convenzionale di 20 kN/m³.

Peso ballast

p,ballast rettilineo =	18,00	kN/m ³
p,ballast curva =	20,00	kN/m ³
tracciato in curva (S/N) =	S	
p,ballast =	20,00	kN/m ³
s ballast =	0,80	m
L ballast =	8,30	m
L impalcato =	25,00	
<hr/>		
P,tot ballast =	3320,00	kN

Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0	
F2 =	0	
F3 =	1660	kN
M1 =	0	
M2 =	0	
M3 =	0	

Tale carico è presente anche sulla soletta superiore della struttura ad archi. Nel modello di calcolo tale carico è quello denominato BALLAST ed è applicato come pressione uniforme sulla zona di soletta interessata:

$$p_{\text{ballast}} = 16.8 \text{ kN/m}^2$$

6.2.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI GENERICI (G22)

6.2.2.1 BARRIERE ANTIRUMORE

Secondo il §2.5.1.3.2 [3], nella progettazione di nuovi ponti ferroviari dovranno essere sempre considerati i pesi le azioni e gli ingombri associati all'introduzione delle barriere antirumore, anche nei casi in cui non ne sia originariamente prevista la realizzazione, assumendo un peso pari a 4,00 kN/m² ed un'altezza minima di 4,00 m misurata dall'estradosso della soletta. Cautelativamente si considerano presenti barriere H4 ad entrambe le estremità dell'impalcato.

Peso barriere antirumore

P,barriere =	4,00	kN/m ²
B.A. lato sx =	H4	
B.A. lato sdx =	H4	
H,barriera sx (min. 4m) =	5,40	m
H,barriera dx (min. 4m) =	5,40	m
L impalcato =	25,00	m
P,tot barriere =	1080,00	kN

Peso cordoli, muretti paraballast, velette

A,cordoli (2) =	0,36	m ²
A,muretti paraballast (2) =	0,287	m ²
A,veletta (2) =	0,19	m ²
P,tot arredi =	521,13	kN

Peso canalette portacavi

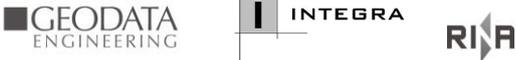
P,canalette (2) =	5,00	kN/m
P,tot canalette =	125,00	kN

Permanenti non strutturali totali

Permanenti tot =	1726.13	kN
------------------	---------	----

Risultanti reazioni vincolari

F1 =	0	
F2 =	0	
F3 =	863	kN
M1 =	0	

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 23 di 169

M2 = 0

M3 = 0

Tale carico è presente anche sulla soletta superiore della struttura ad archi. Nel modello di calcolo è denominato BARRIERE ed è applicato come pressione uniforme sui due lati della soletta superiore:

$p_{\text{barriere}} = 52 \text{ kN/m}^2$ (per ogni lato dell'impalcato)

6.2.2.2 MURETTI PARABALLAST, CANALETTE PORTA IMPIANTI

Nel modello di calcolo tale carico è quello denominato PARABALLAST ed è applicato come una pressione uniforme nelle zone interessate della soletta superiore:

$p_{\text{paraballast}} = 11 \text{ kN/m}^2$ (per ogni lato dell'impalcato)

6.2.1 RIEMPIMENTO STRUTTURA CON MAGRONE

All'interno della parte chiusa della struttura è previsto un riempimento in magrone ($\gamma = 24 \text{ kN/mc}$) per uno spessore di 2.6m lato nord e 2.0m lato sud.

Nel modello di calcolo tale carico è quello denominato MAGRONE_RIEMP ed è applicato come una pressione uniforme nella zona di soletta di fondazione interessata, pari a:

$p_{\text{magrone_fondazione nord}} = 62.4 \text{ kN/m}^2$

$p_{\text{magrone_fondazione sud}} = 48 \text{ kN/m}^2$

6.2.2 TERRENO DI RICOPRIMENTO DELLA FONDAZIONE

Sopra la platea di fondazione (ad esclusione delle zone ricoperte da magrone) è presente un ricoprimento di terreno di circa 1.0m. Tale carico è applicato come pressione uniforme, pari a:

20 kN/m².

6.3 CARICHI DA TRAFFICO

6.3.1 CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (Q11)

Le azioni verticali associate ai convogli ferroviari si schematizzano mediante i modelli di carico teorici LM71 e SW/2.

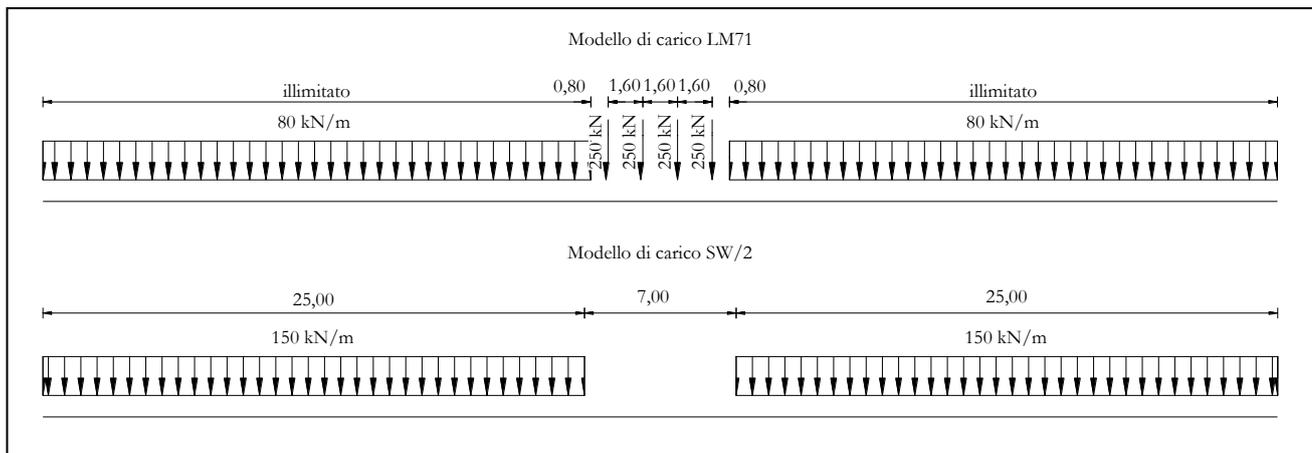


Figura 10 – Modelli di carico teorici LM71 e SW/2

Le differenti disposizioni degli assi e delle stese di carico considerate sono state definite in modo tale da massimizzare le sollecitazioni sulla struttura.

I carichi mobili vengono applicati al modello di calcolo su lane (chiamate nel modello *Lane1* ed *Lane2*) poste in corrispondenza dell'asse dei binari e sono applicati con specifici *moving loads*.

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per il coefficiente α che deve assumersi come da tabella seguente:

Modello di carico	Coefficiente α
LM71	1,10
SW/2	1,00

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per coefficienti che tengono conto dell'amplificazione dinamica. I coefficienti di amplificazione dinamica Φ si assumono pari a Φ_2 o Φ_3 in dipendenza dal livello di manutenzione della linea. In particolare si assumerà:

- per linee con elevato standard manutentivo:
 $\Phi_2 = 1,44/(\sqrt{L_\Phi} - 0,2) + 0,82$ con limitazione $1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0505 007</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">25 di 169</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	25 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	25 di 169								

- per linee con normale standard manutentivo:
 $\Phi_3 = 2,16/(\sqrt{L_\phi - 0,2}) + 0,73$ con limitazione $1,00 \leq \Phi_2 \leq 2,00$

Per il caso in oggetto si ha:

numero luci	n	3	-
Luce 1 (lato nord)	L1	18.40	m
Luce 2 (campata centrale)	L2	28.20	m
Luce 3 (lato sud)	L3	14.50	m
	k	1.30	-
Luce media	Lm	20.37	m
Lunghezza caratteristica	L ϕ	26.48	m
Coefficiente dinamico	ϕ_3	1.17	-

Alcuni scenari di carico prevedono l'impiego del treno scarico, convenzionalmente costituito da un carico uniformemente distribuito pari a 10.00 kN/m. Tale carico non è dimensionante per il manufatto in oggetto.

6.3.2 CARICHI SUI MARCIAPIEDI

La normativa prevede uno schema di carico “folla” sui marciapiedi, qualora questi (non aperti al pubblico) siano utilizzati dal personale autorizzato per attività di manutenzione e controllo.

Tali carichi accidentali sono schematizzati da un carico uniformemente ripartito del valore di 10 kN/mq.

Questo carico non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e deve essere applicato sopra i marciapiedi in modo da dare luogo agli effetti locali più sfavorevoli. Per questo tipo di carico distribuito non deve applicarsi l'incremento dinamico. Nel modello di calcolo tale carico è quello denominato FOLLA ed è applicato come una pressione uniforme sugli elementi shell interessati.

6.3.3 CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO DERIVANTI DALL'IMPALCATO (Q12)

Di seguito si riportano i valori massimi e minimi delle reazioni vincolari per le possibili disposizioni di carico sugli impalcati precedente e successivo alla struttura ad archi in oggetto.

Tenendo in conto la contemporanea presenza di due binari caricati tali azioni sono:

<i>al baricentro appoggi</i>		Rz	R long	R trasv	M trasv
Lato fisso (sud)		kN	kN	kN	kNm
1	max Rz	4549	1700	328	1536
2	min Rz	4403	663	655	2720

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0505 007</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">26 di 169</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	26 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	26 di 169								

3	max M trasv	4430	851	655	3613
4	min M trasv	4496	1325	328	1430

<i>al baricentro appoggi</i>		Rz	R long	R trasv	M trasv
Lato mobile (nord)		kN	kN	kN	kNm
1	max Rz	4549	0	328	1536
2	min Rz	4403	0	655	2720
3	max M trasv	4430	0	655	3613
4	min M trasv	4496	0	328	1430

Tali carichi sono chiamati nel modello di calcolo come indicato nella tabella sopra. Essi sono applicati sia sulla prima spalla (lato fisso - sud) che sull'ultima spalla (lato mobile - nord).

Essi sono applicati al modello su un *nodo master* posto geometricamente in corrispondenza del punto di applicazione di tale risultante e rigidamente collegato, mediante *body-constraint*, al piano appoggi.

6.3.4 AZIONI DI AVVIAMENTO E FRENATURA (Q2)

La azioni di frenatura e avviamento sono costituite da forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71,SW/2
- frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71
 $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$ per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per α e non devono essere moltiplicati per Φ .

Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

6.3.5 FORZA CENTRIFUGA (Q3)

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0505 007</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">27 di 169</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	27 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	27 di 169								

$$Q_{tk} = V^2 \cdot f \cdot (\alpha \cdot Q_{vk}) / (127 \cdot R)$$

dove V velocità di progetto espressa in km/h
Q_{vk} valore caratteristico dei carichi verticali
R raggio di curvatura in m
f fattore di riduzione (rif, §1.4.3.1 [3])

Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori a 120 km/h, si considerano i seguenti 2 casi:

- a) modello di carico LM71 e forza centrifuga per V = 120 km/h e f = 1;
- b) modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità di progetto.

Per i modelli di carico SW si assume una velocità massima di 100 km/h,

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

Velocità max	V	200	km/h
Lunghezza di influenza	Lf	61.10	m
Raggio	R	1270	m
	f (<1)	0.64	-
	α (LM71)	1.1	-
q centrifuga LM71	q centr_LM71	14	kN/m
	Q centr_LM71	173	kN
q centrifuga SW/2 (v max=100km/h)	q centr_SW/2	6	kN/m

Velocità max 120	V	120	km/h
Lunghezza di influenza	Lf	61.10	m
Raggio	R	1270	m
	f (<1)	1.00	-
	α (LM71)	1.1	-
q centrifuga LM71	q centr_LM71	8	kN/m
	Q centr_LM71	98	kN

6.3.1 SERPEGGIO (Q4)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica.

Nel modello di calcolo tale carico è stato introdotto considerando sempre il contemporaneo serpeggiamento di due treni ed è stato applicato in 3 zone discrete (Serpeggio_nord, Serpeggio_centro, Serpeggio_sud).

6.3.1 DERAGLIAMENTO

In alternativa ai modelli di carico verticale da traffico ferroviario, ai fini della verifica della struttura si dovrà tenere conto della possibilità che un locomotore o un carro pesante deragli. La normativa propone due diverse situazioni di progetto:

Caso 1

Si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Trasversalmente i carichi distano fra loro di S (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12.

Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

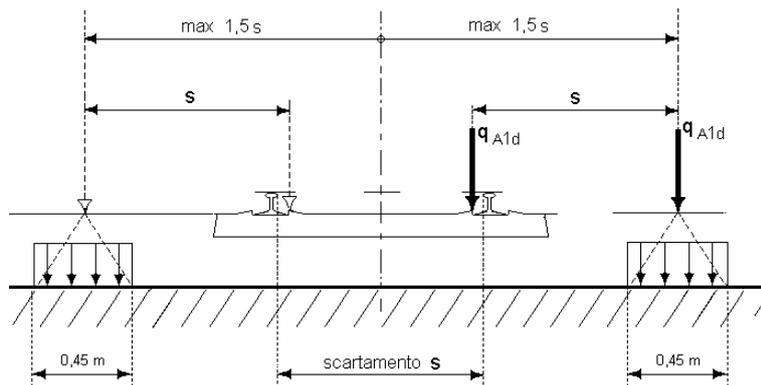


Figura 11 – posizione azioni da deragliamento – caso 1

Caso 2

Si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1.4 \text{ kN/m}$ esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di $1.5 s$ rispetto all'asse del binario. Tale caso deve essere applicato solo per effetti globali.

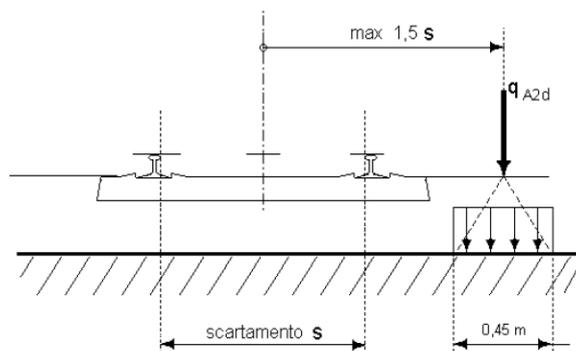


Figura 12 – posizione azioni da deragliamento – caso 2

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0505 007</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">29 di 169</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	29 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	29 di 169								

La posizione dei carichi non determina scenari che vedono coinvolti elementi sensibili a rotture localizzate (mensole, muretti, elementi puntuali, ecc.). Inoltre, sia la posizione che l'entità dei carichi (molto inferiori rispetto ai carichi da traffico considerati in progetto), unitamente al fatto che i relativi effetti devono essere considerati nell'ambito delle combinazioni eccezionali (con valori dei coefficienti parziali sensibilmente meno gravosi di quelli considerate nelle combinazioni caratteristiche) portano a concludere che le azioni da deragliamento non sono significative per le verifiche degli elementi strutturali del manufatto e non determinano scenari più gravosi di quelli effettivamente considerati nei confronti della stabilità globale del manufatto.

6.3.2 GRUPPI DI CARICO

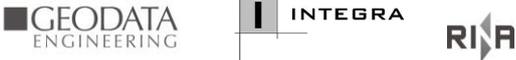
I carichi da traffico ferroviario verranno assemblati tra di loro secondo 3 gruppi di carico: il gruppo 1, 3 e 4.

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo.2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 30 di 169

6.4 CARICHI VARIABILI (Q5)

6.4.1 AZIONI DEL VENTO (Q5.1)

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove	q_b	pressione cinetica di riferimento
	C_e	coefficiente di esposizione
	C_p	coefficiente di forma
	C_d	coefficiente dinamico, posto generalmente pari a 1

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo di tali fattori per l'opera in oggetto.

6.4.1.1 PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento si determina mediante l'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \text{ (in N/m}^2\text{)}$$

dove	v_b	velocità di riferimento
	ρ	densità dell'aria, convenzionalmente posta pari a 1,25 kg/m ³

Di seguito si determina la pressione di riferimento sulla base dei parametri caratteristici del sito e il tempo di ritorno dell'opera in oggetto:

Parametri dipendenti dal sito

Zona =	3	
$v_{b,0}$ =	27.00	m/s
a_0 =	500.00	m
k_a =	0.02	1/s

Altitudine del sito

a_s =	40.00	m s,l,m,
v_b =	27.00	m/s

Tempo di ritorno

TR =	100	anni
$\alpha R(TR) =$	1.04	
$v_b(TR) =$	28.06	m/s

Pressione di riferimento

$q_b =$	492.10	N/m ²
---------	--------	------------------

6.4.1.2 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito e si determina mediante l'espressione:

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

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

dove k_r, z_0, z_{\min} sono parametri che dipendono dalla categoria di esposizione del sito;

c_t è il coefficiente di topografia, posto generalmente pari a 1

Di seguito si determina il coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza z del punto considerato, posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno. A tal proposito il §2.5.1.4.4.2 [3] impone di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4,00 m sul p.f.. Cautelativamente si considerano presenti barriere H4 ad entrambe le estremità dell'impalcato.

Categoria di esposizione

Classe di rugosità =	D
Distanza dalla costa =	> 30 km

Categoria di esposizione =	II
$k_r =$	0.19
$z_0 =$	0.05 m
$z_{\min} =$	4.00 m

Quota di riferimento z

H struttura fino a p.f. =	12.40 m
H b.a. su p.f. =	4.67 m
H min b.a. su p.f. =	3.35 m
H treno su p.f. =	4.00 m

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	32 di 169

z di riferimento = 17.07 m

Coefficiente di esposizione

ce = 2.70

6.4.1.3 COEFFICIENTE DI FORMA DELL'IMPALCATO

Il coefficiente di forma dell'impalcato e l'area di riferimento per il calcolo della forza risultante si determinano in base ai criteri enunciati nel §8.3.1 [9].

A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma c_p al coefficiente di forza $c_{fx,0}$. Il coefficiente di forza $c_{fx,0}$ si determina in base al rapporto tra larghezza b e altezza totale dell'impalcato d_{tot} .

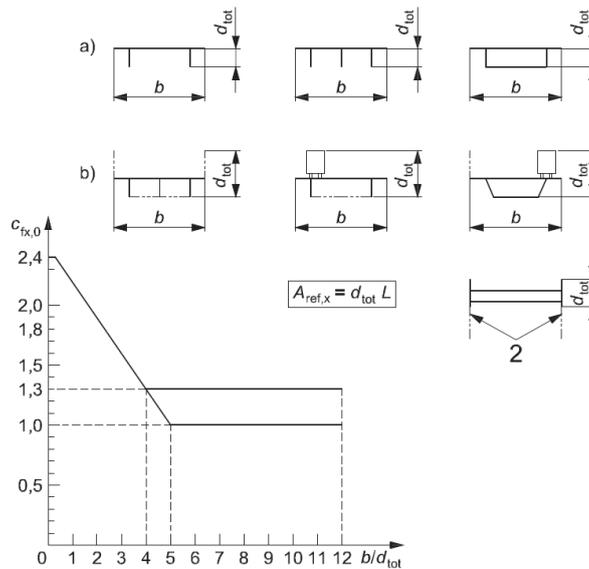
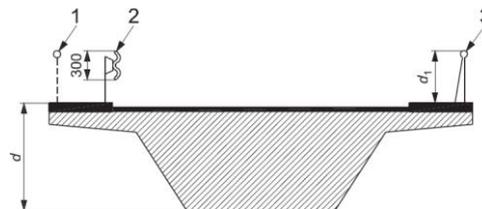


Figura 11 – Correlazione tra il rapporto b/d_{tot} e coefficiente di forma $c_{fx,0}$ (figura 8,3 EC1-4)

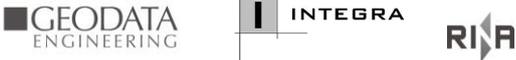
Legenda
1 Parapetti aperti
2 Barriere di sicurezza aperte
3 Parapetti, barriere antirumore o barriere di sicurezza a parete piena
Dimensioni in millimetri



Altezza d_{tot} da impiegarsi per il calcolo di $A_{ref,x}$

Sistema di ritenuta	su un lato	su entrambi i lati
Parapetto aperto o barriera di sicurezza aperta	$d + 0,3 \text{ m}$	$d + 0,6 \text{ m}$
Parapetto a parete piena o barriera di sicurezza a parete piena	$d + d_1$	$d + 2 d_1$
Parapetto aperto e barriera di sicurezza aperta	$d + 0,6 \text{ m}$	$d + 1,2 \text{ m}$

Figura 12 – Criteri per la determinazione dell'area di riferimento (figura 8,5 EC1-4)

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 33 di 169

L'area da considerare per il calcolo della risultante di forza si definisce come la somma di tutte le superfici proiettate dall'impalcato nel piano longitudinale, comprese le barriere e la sagoma dei veicoli.

Per il caso in esame si ha:

Caratteristiche geometriche dell'impalcato

b =	13.70	m
H b.a. su p.f. =	4.67	m
H imp. fino a p.f.	3.28	m
dtot =	7.95	m
b/dtot =	1.72	
cp =	1.98	

Coefficiente di forma

cp,max =	1,98	
----------	------	--

6.4.1.4 AZIONE DEL VENTO DA IMPALCATO

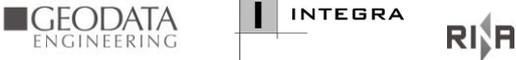
Di seguito si procede al calcolo dell'azione del vento agente sugli impalcati precedenti e successivi la struttura ad archi in relazione ai parametri determinati nei paragrafi precedenti.

Pressione del vento

qb =	492.10	N/m ²
ce =	2.70	
cp =	1.98	
cd =	1.00	
p = qb · ce · cp · cd =	2.63	kN/m²

6.4.1.5 COEFFICIENTE DI FORMA DELLA STRUTTURA

Per il vento che agisce sulle pareti si adotta, cautelativamente, un coefficiente di pressione pari a $cp = cf = 1.00$.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 34 di 169

6.4.1.6 AZIONE DEL VENTO SUI SETTI VERTICALI

Di seguito si procede al calcolo dell'azione del vento sulla struttura ad archi in relazione ai parametri determinati nei paragrafi precedenti.

Pressione del vento

$q_b =$	492.10	kN/m ²
$c_e =$	2.70	
$c_p =$	1	
$c_d =$	1	
$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d =$	1.33	kN/m²

L'azione del vento così calcolata viene applicata come una pressione uniforme sulle pareti verticali della struttura.

Nel modello di calcolo tale azione è chiamata “vento nord” e “vento sud” ed è applicata come pressione uniforme sulle pareti sottovento e come forza e coppia uniformemente distribuite su elementi frame ausiliari posti in corrispondenza dell'estradosso soletta.

6.4.2 AZIONI TERMICHE (Q5.2)

6.4.2.1 VARIAZIONE TERMICA UNIFORME

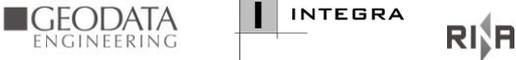
È stata considerata una variazione termica uniforme della struttura pari a $\pm 15^\circ\text{C}$.

Nel modello di calcolo tale azione è quella chiamata “Termica_uniforme”.

6.4.2.2 VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE

È stata considerata una differenza di temperatura tra estradosso e intradosso della soletta superiore pari a $\pm 5^\circ\text{C}$.

Nel modello di calcolo tale azione è quella chiamata “Termica_gradiente”.

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 35 di 169

6.4.3 AZIONI DA NEVE (Q5.3)

Il carico da neve nelle zone esterne alla piattaforma ferroviaria può essere contemporaneo al traffico ferroviario. Si considera una pressione uniforme pari a:

$$q_s = q_{sk} * \mu_i * C_E * C_t$$

Dove:

q_{sk} = valore di riferimento del carico della neve al suolo

μ_i = coefficiente di forma

C_E = coefficiente di esposizione

C_t = coefficiente termico

Per la struttura in esame si ha:

zona	II -
as	40 m
q_{sk}	1.00 kN/m ²
μ_i	0.8 -
C_E	1 -
C_t	1 -

q_s 0.80 kN/m²

6.5 AZIONI INDIRETTE (Q6)

6.5.1 RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (Q6.1)

Per la valutazione delle coazioni generate dallo scorrimento dei vincoli, è stato considerato un coefficiente d'attrito f pari a 0,06, applicato alle azioni verticali agenti sugli apparecchi d'appoggio.

Con riferimento a quanto riportato nel §1,6,3 [3] la forza agente sulle pile per impalcati a travate isostatiche, facendo riferimento all'apparecchio d'appoggio maggiormente caricato tra i due presenti sulla pila, si considera pari a:

$$F_a = f (0,2 \cdot V_G + V_Q)$$

dove V_G reazione verticale massima associata ai carichi permanenti

V_Q reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati

Reazioni verticali massime

$$V_G = F_3 (G_1 + G_2) = \qquad \qquad \qquad 5826.14 \qquad \qquad \text{kN}$$

$$VQ = F3 (Q1_{max}) = 3558.56 \quad \text{kN}$$

Forza d'attrito risultante per il singolo impalcato

$$f = 0.06$$

$$F1 = 283.43 \quad \text{kN}$$

Risultante azione parassita nei vincoli

$$F1_{max} = 283.43 \quad \text{kN}$$

Risultanti reazioni vincolari

$$F1 = -283 \quad \text{kN}$$

$$F2 = 0$$

$$F3 = 0$$

$$M1 = 0$$

$$M2 = 0$$

$$M3 = 0$$

6.5.2 RITIRO E VISCOSITÀ (Q6.2)

Di seguito si riporta la valutazione del ritiro sulla struttura. La valutazione tiene conto della riduzione del ritiro per effetto della viscosità. Il ritiro si considera agente solo sulla soletta di copertura e sono stati applicati nel modello come una variazione uniforme di temperatura.

Viscosità (EN1992-1-1 §3.1.4)

Classe	C32/40		Classe del calcestruzzo
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$E_c =$	35013	MPa	Modulo elastico tangente
Cem.Tipo	N	-	CEM 32,5 R, CEM 42,5 N
t_0	7	gg	età di applicazione del carico
t_0^*	7	gg	età di applicazione del carico modif. tipo cem. (S, N o R)
t	10000	gg	
A_c	16440000	mmq	area sez trasversale
u	29800	mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
h_0	1103	mm	dimensione fittizia dell'elemento
RH	75	%	Umidità Relativa
$\beta(f_{cm})$	2.66	-	influenza della resistenza del cls
$\beta(t_0)$	0.63	-	influenza del momento di applicazione del carico
φ_{RH}	1.215	-	coeff.influenza dell'umidità relativa
α_1	0.91	-	coeff.influenza della resistenza del cls
α_2	0.97	-	coeff.influenza della resistenza del cls
α_3	0.94	-	coeff.influenza della resistenza del cls
φ_0	2.05	-	coeff. nominale di viscosità
β_H	1403	-	coeff. per RH e h_0
$\beta_c(t^*, t_0)$	0.96	-	
$\varphi(t^*, t_0)$	1.97	-	Coeff. di viscosità
$E_{c,R} =$	11231	MPa	Modulo elastico Ridotto
$E_{c,R}^* =$	11793	MPa	Modulo elastico Ridotto Modificato

Ritiro (EN1992-1-1 §3.1.4)

ϵ_{cs} **2.45E-04** - **Deformazione totale da ritiro $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$**

Ritiro da essiccamento

Classe	C32/40		Classe del calcestruzzo
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	Valor medio resistenza cilindrica
$f_{cm,0} =$	10	MPa	
Cem.Tipo	N	-	CEM 32,5 R, CEM 42,5 N
$\alpha_{ds1} =$	4		
$\alpha_{ds2} =$	0.12		
RH =	75	%	Umidità Relativa
$RH_0 =$	100	%	
$\beta_{RH} =$	0.90		Coeff. per umidità relativa
$\epsilon_{cd,0} =$	3.11E-04	-	Deformazione da ritiro per essiccamento non contrastato
$A_c =$	16440000	mmq	Area sez trasversale
$u =$	29800	mm	Perimetro a contatto con l'atmosfera
$h_0 =$	1103	mm	Dimensione fittizia dell'elemento
$k_h =$	0.7		Coeff. per dimensione fittizia
$t =$	10000	gg	Età del calcestruzzo, al momento considrato
$t_s =$	0	gg	Età del calcestruzzo, all'inizio del ritiro per essiccamento
$\beta_{ds}(t,t_s)$	0.872		
$\epsilon_{cd} =$	1.90E-04		Deformazione da ritiro per essiccamento

Ritiro autogeno

$\epsilon_{ca}(\infty) =$	0.000055	-	Deformazione da ritiro autogeno per $t=\infty$
$t =$	10000	gg	
$\beta_{as}(t) =$	1.00	-	
$\epsilon_{ca}(t) =$	5.50E-05	-	Deformazione da ritiro autogeno

La variazione termica equivalente al ritiro viene valutata con l'espressione $\epsilon_s / [(1 + \varphi(t^*, t_0)) \times \alpha]$. La deformazione totale da ritiro è inoltre limitata dalla resistenza a trazione del calcestruzzo. La deformazione a rottura a trazione del calcestruzzo usato per la soletta superiore è pari a $\epsilon_{ct} = 1.1 \times 10^{-4}$. Di conseguenza il ritiro corrisponde ad una deformazione termica equivalente di 3°C inserita nel modello di calcolo (cf. tabella di calcolo seguente).

<u>Variazione termica equivalente</u>			
ϵ_{ct}	0.000107	-	Deformazione a trazione
$\varphi(t^*, t_0)$	1.97	-	Coeff. di viscosità
$\alpha =$	1.20E-05	1/°C	Coeff. di dilatazione termica
$\Delta T_{rit} =$	2.99	°C	Variazione termica equivalente

Tale azione è chiamata RITIRO nel modello di calcolo.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<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>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 007</td> <td>B</td> <td>40 di 169</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	40 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	40 di 169								

6.6 AZIONI SISMICHE (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi.

Le azioni sismiche sono state valutate mediante l'analisi modale del modello di calcolo FEM.

6.6.1 SPETTRI DI PROGETTO ALLO SLV

Coordinate geografiche del sito:

Latitudine	Longitudine
[°]	[°]
41,18843	14,47470

Strategia di progettazione

Vita nominale VN =	100	anni
Coefficiente d'uso cu =	2	
Vita di riferimento VR =	200	anni
Categoria di sottosuolo =	C	
Categoria topografica =	T1	

Per la definizione della categoria di suolo si rimanda all'elaborato progettuale *“Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni - Viadotto Calore Torallo” IF2612EZZCLVI0500001A*.

6.6.1.1 PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO ORIZZONTALE

Response Spectrum Italian NTC2008 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.	0.4013
0.1996	0.9601
0.5987	0.9601
0.6987	0.8227
0.7987	0.7197
0.8987	0.6396
0.9987	0.5756
1.0987	0.5232
1.1987	0.4796

Function Graph

6.6.1.2 PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELLO SPETTRO VERTICALE

Response Spectrum Italian NTC2008 Function Definition

Function Name: SLV_vert Function Damping Ratio: 0.05

Parameters

- ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
- ag, F0 and Tc* - by Island
- ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree): 14.4743
 Site Latitude (degree): 41.1869
 Island Name:
 Limit State: SLV
 Usage Class: IV
 Nominal Life: 100
 Peak Ground Acc., ag/g: 0.3256
 Magnification Factor, F0: 2.3923
 Reference period, Tc*: 0.4324

Spectrum Type: Design Vertic
 Soil Type: C
 Topography: T1
 h/H ratio: 1.
 Spectrum Period, Tb: 0.05
 Spectrum Period, Tc: 0.15
 Spectrum Period, Td: 1.
 Damping Percentage, Xi:
 Behavior Factor, q: 1.

Define Function

Period	Acceleration
0.	0.2508
0.05	0.6
0.15	0.6
0.25	0.36
0.35	0.2572
0.45	0.2
0.55	0.1636
0.65	0.1385
0.75	0.12

Function Graph

Display Graph (1.2589 , 0.0651)

OK Cancel

Convert to User Defined

7 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

7.1 MODELLO DI CALCOLO

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata mediante modelli FEM realizzati con l'ausilio del software SAP2000 della CSI, ver. 15.1.1. I modelli riproducono le caratteristiche meccaniche della struttura e sono rappresentativi di tutta la struttura.

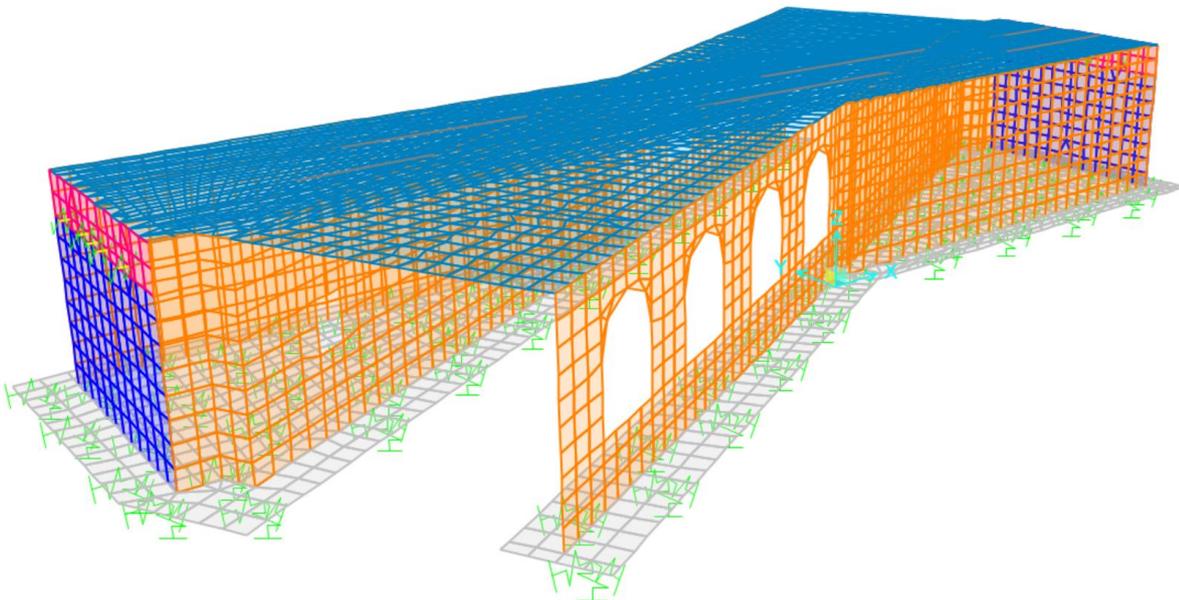


Figura 13 – Vista assometrica modello FEM

Il modello è sviluppato con elementi *shell* e *frame*. In particolare sono stati utilizzati elementi *shell* per modellare la soletta di fondazione, i piedritti e la soletta di copertura. Gli elementi *frame* sono stati invece utilizzati per modellare le linee di carico in asse ai binari. Per permettere la corretta trasmissione della sollecitazione dall'elemento *frame* agli elementi *shell* di soletta superiore ed impalcato è stato assegnato a ciascun elemento bidimensionale intersecante con il *frame* il comando “Automatic area mesh”.

I pali sono stati modellati con molle verticali e orizzontali (in particolare adottando come rigidità assiale quella reale assiale del solo palo mentre la rigidità nelle due direzioni orizzontali è stata valutata mediante un'analisi interazione terreno-struttura di un palo immerso in un mezzo alla Winkler).

I valori di rigidità delle molle, nelle 3 direzioni sono:

kh	1.80E+05	kN/m
kv	1.20E+06	kN/m

Le rotazioni in testa ai pali sono invece impediti.

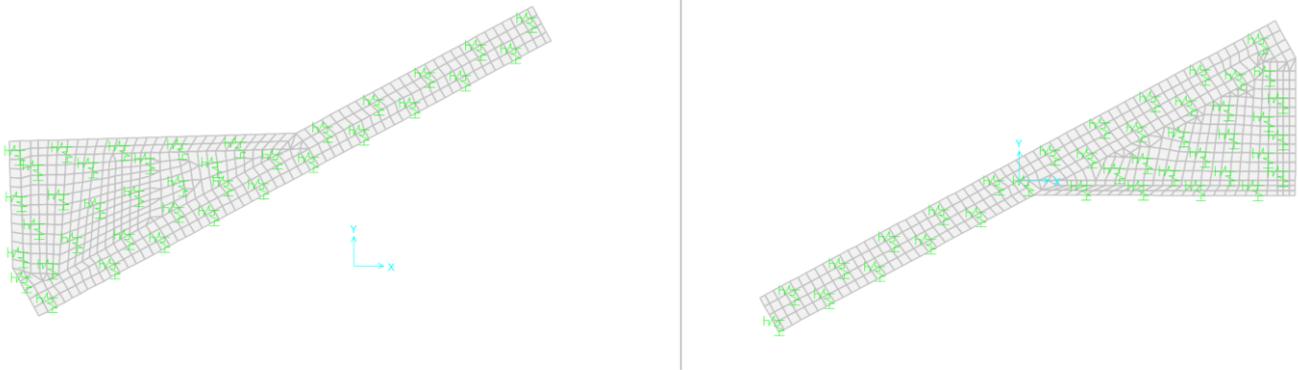


Figura 14 – Vista in pianta delle molle rappresentanti i pali di fondazione - modello FEM

7.2 MASSE E FORZE SISMICHE

Per la valutazione delle masse e della spinta dovuta ai sovraccarichi da traffico si è considerato un coefficiente $\psi=0.2$. I carichi da traffico provenienti dagli impalcati sono stati combinati con quelli agenti sulla struttura, considerando sia la contemporaneità sia l'ipotesi che potessero agire separatamente.

In particolare, a partire dai casi di carico precedentemente descritti, sono state definite le seguenti combinazioni di carico che verranno utilizzate per sviluppare le combinazioni di verifica da norma.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF26</td> <td style="text-align: center;">12 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">VI0505 007</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">45 di 169</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	45 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	45 di 169								

7.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito vengono riportate le tabelle che riepilogano le condizioni di carico elementari (C.C.E.) considerate.

	C.C.E.	Descrizione
G - Permanenti	G1	Pesi propri
	G21	Ballast
	G22	Permanenti non strutturali
Q1 - Variabili verticali	Q11	Carichi verticali da traffico
	Q12	Carichi verticali da traffico da impalcato
Q2 - Avviamento e frenatura		
Q3 - Centrifuga		
Q4 - Serpeggio		
Q5 - Variabili	Q51	Vento
	Q52	Termiche
	Q53	Neve
Q6 - Azioni interne	Q61	Resistenza parassite nei vincoli
	Q62	Ritiro e viscosità
E - Azioni sismiche	E1	Sisma x
	E2	Sisma y
	E3	Sisma z

Le combinazioni di calcolo sono state definite sulla base dei criteri enunciati nei §2.5.1.8.2.3 [3], §2.5.1.8.3.1 [3] e §2.5.1.8.3.2 [3] di cui si riportano di seguito alcuni stralci.

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tabella 1 – Definizione dei gruppi di carico

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_p	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 2 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni agli SLU

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

	Azioni	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 3 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

Le combinazioni di carico (C.C.C.) definite e considerate nei calcoli successivi sono riportate nell'Allegato 1 alla presente relazione.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

7.4 VERIFICA SOLETTA SUPERIORE

Ai fini delle verifiche, sono state individuate 3 zone della soletta superiore (*shell* di colore azzurro), come indicato nella figura sotto riportata.

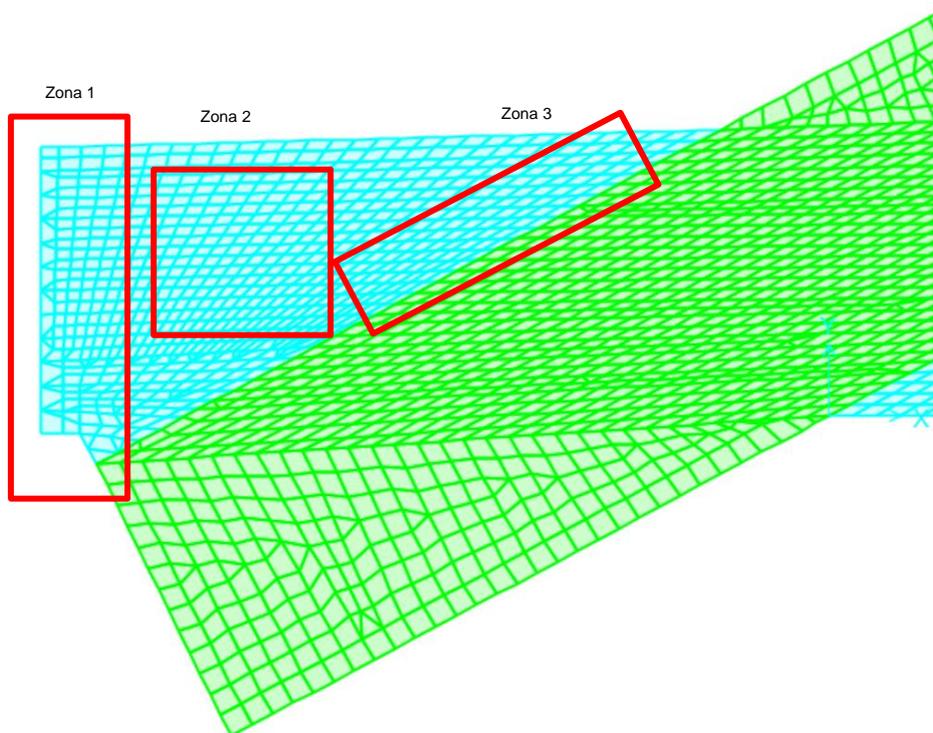


Figura 15 – Zone di verifica della soletta superiore

Di seguito si riportano le immagini delle principali sollecitazioni involuppo, derivanti dal modello di calcolo.

7.4.1 SOLLECITAZIONI SLU E SLV

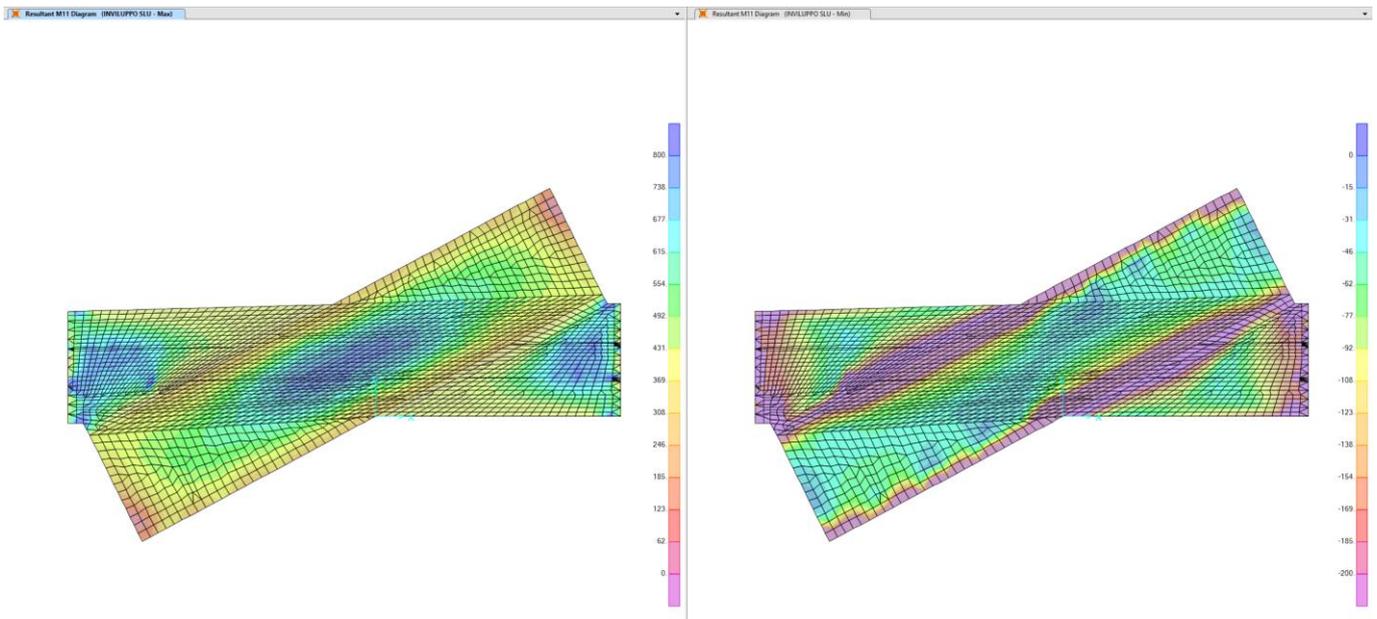


Figura 16 – Sollecitazione M11-SLU della soletta superiore

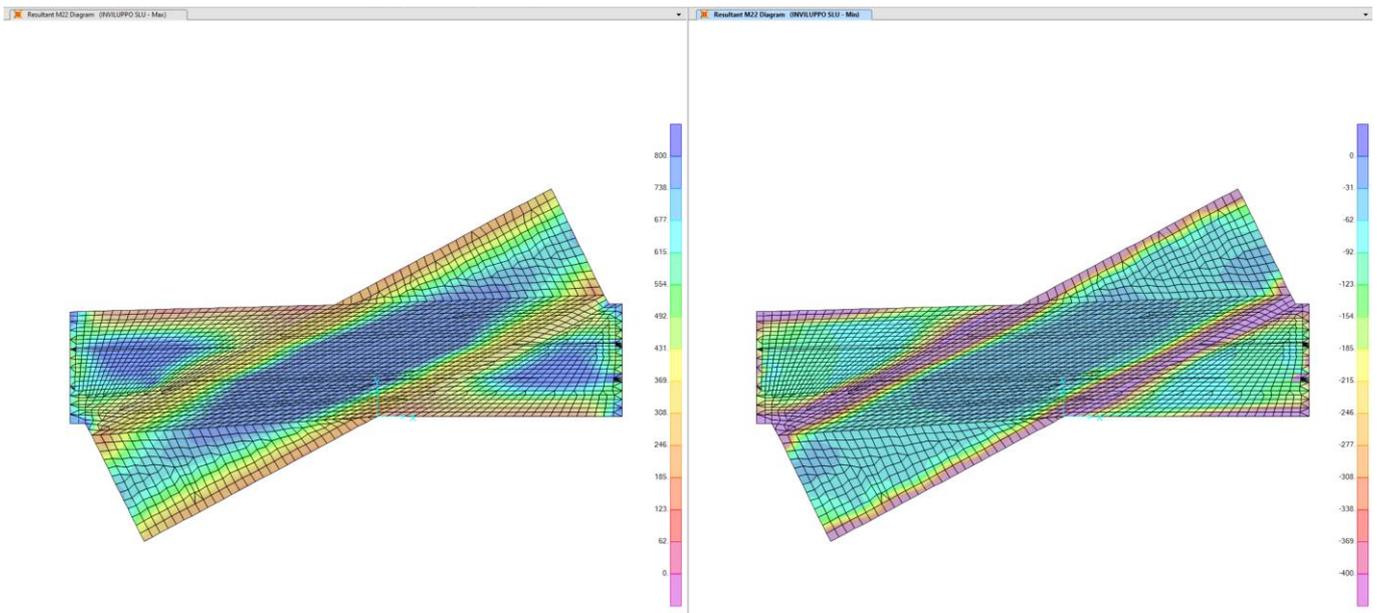


Figura 17 – Sollecitazione M22-SLU della soletta superiore

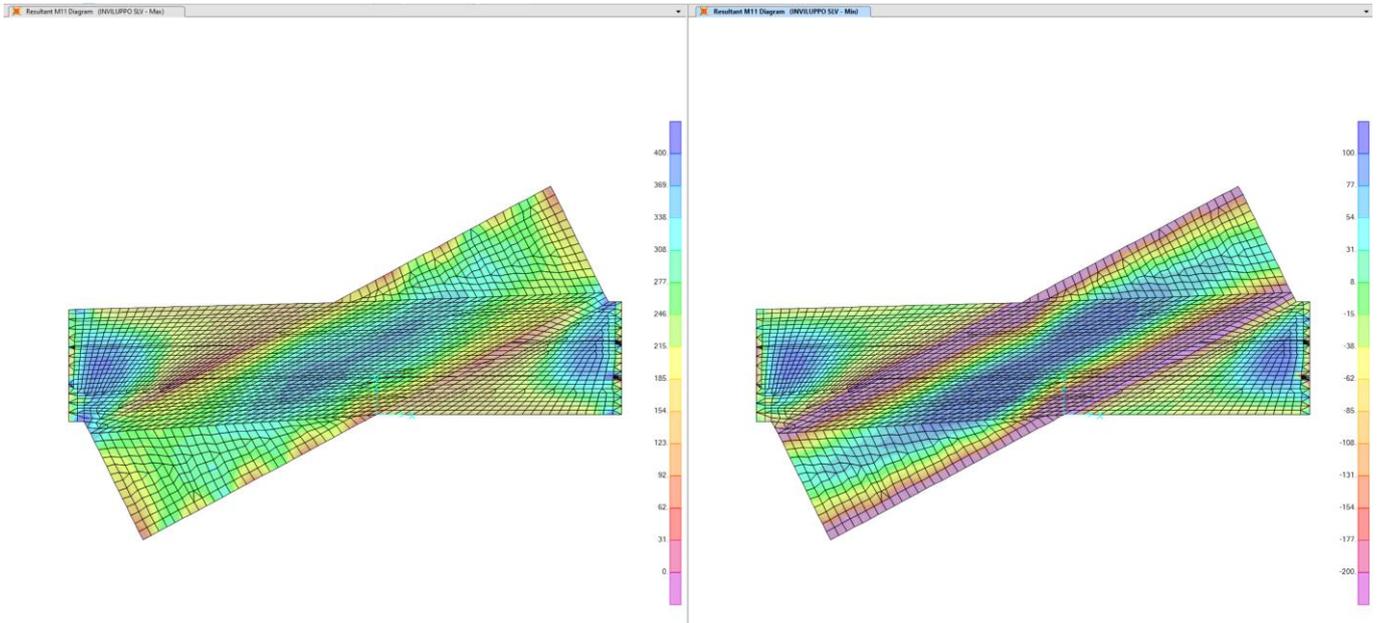


Figura 18 – Sollecitazione M11-SLV della soletta superiore

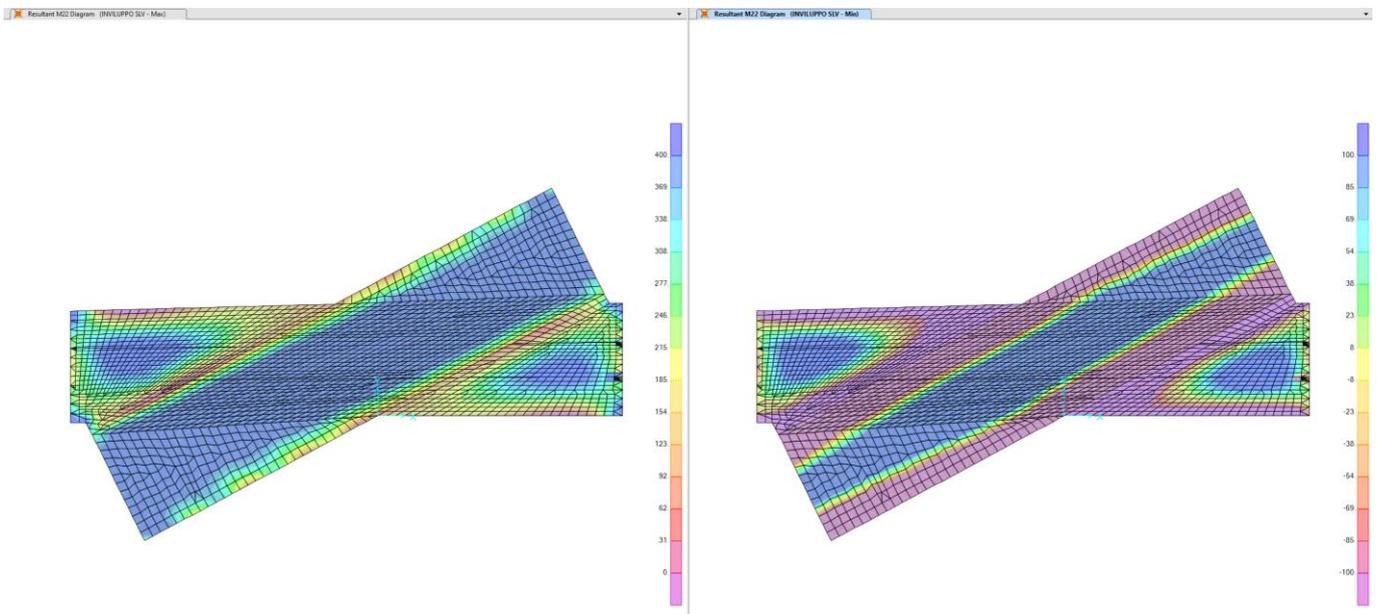


Figura 19 – Sollecitazione M22-SLV della soletta superiore

Dove:

M11 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 2 (momento che inflette l'armatura longitudinale)

M22 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 1 (momento che inflette l'armatura trasversale)

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	51 di 169

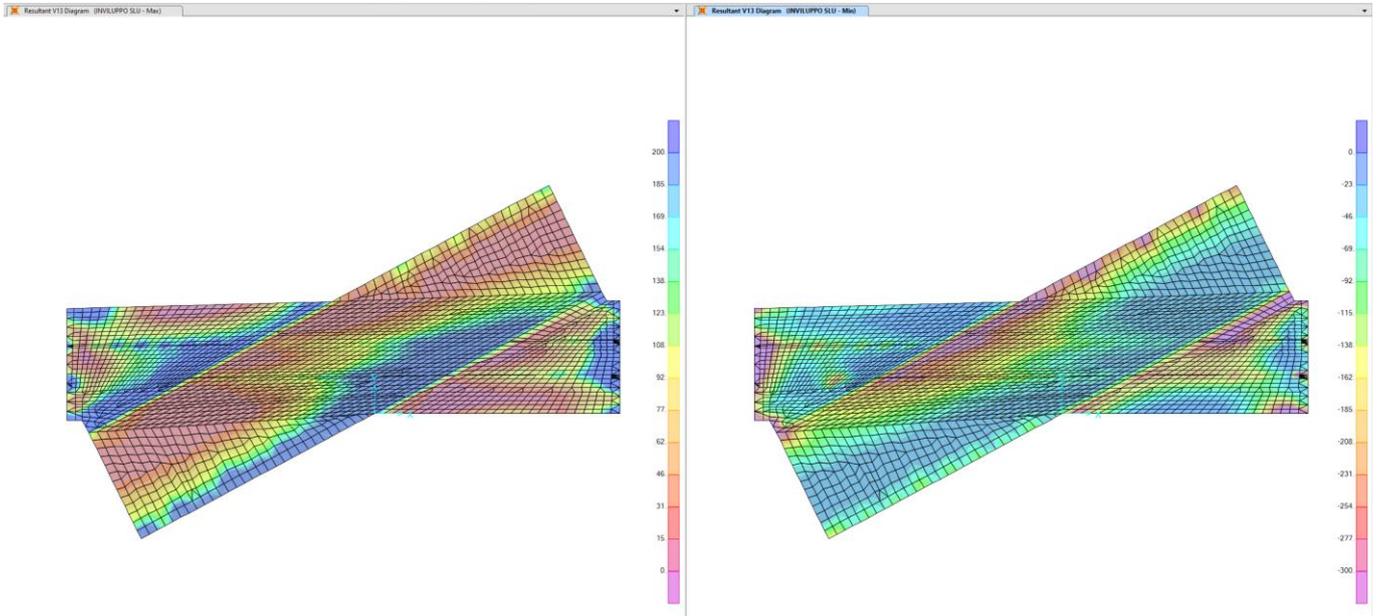


Figura 20 – Sollecitazione V13-SLU della soletta superiore

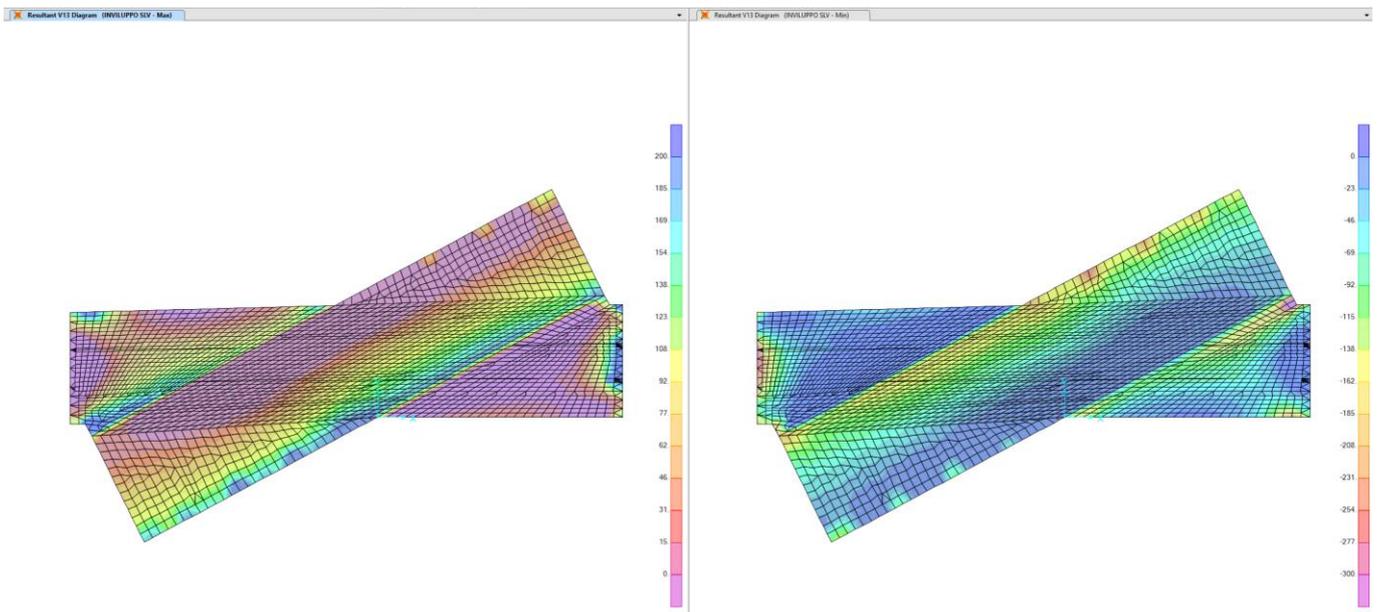


Figura 21 – Sollecitazione V13-SLV della soletta superiore

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	52 di 169

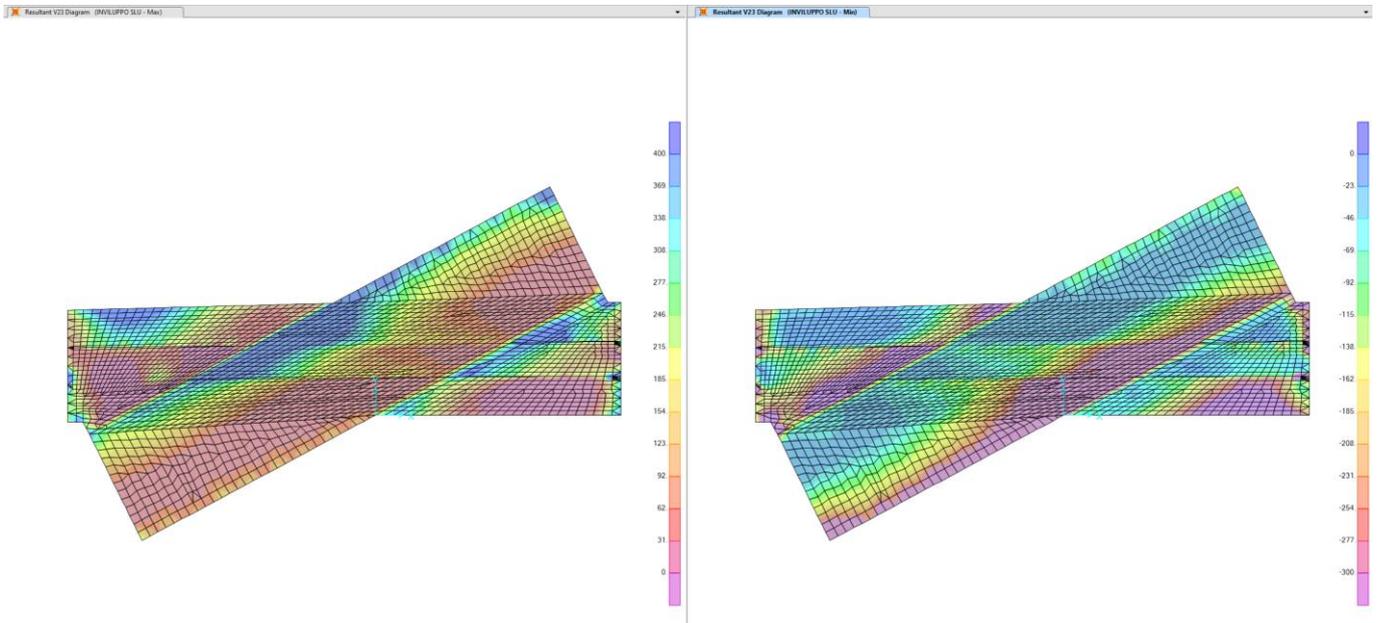


Figura 22 – Sollecitazione V23-SLU della soletta superiore

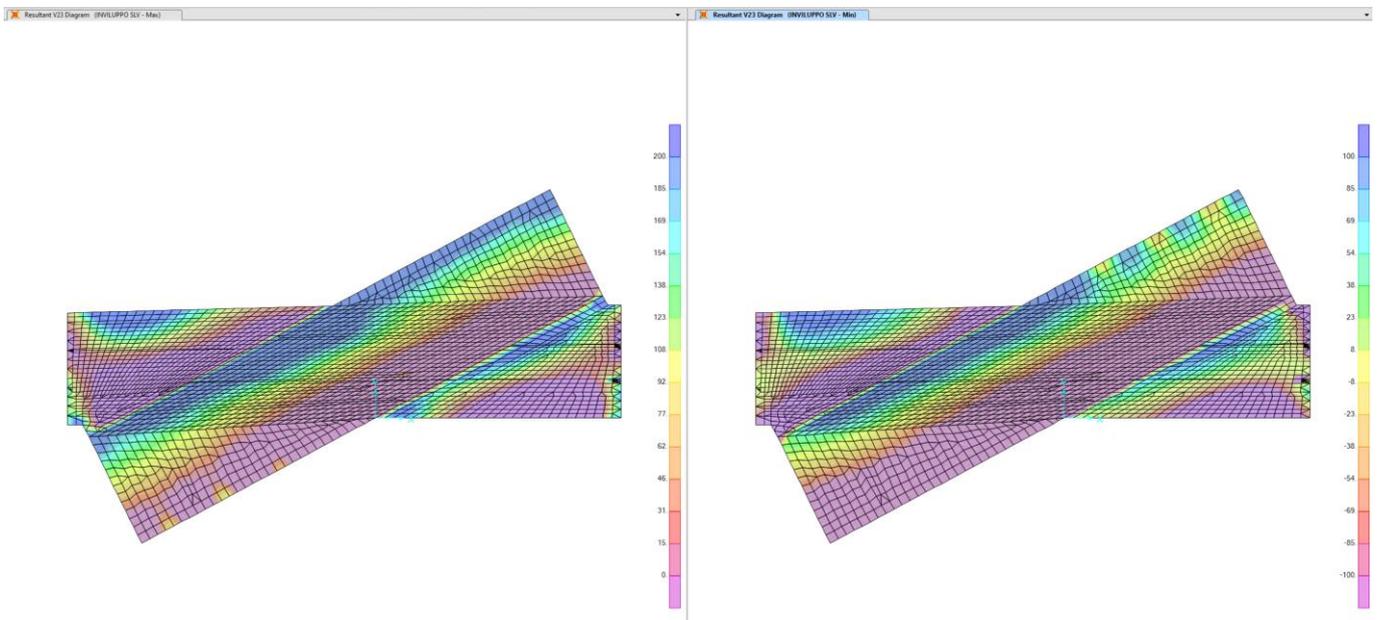


Figura 23 – Sollecitazione V23-SLV della soletta superiore

Dove:

V13 e V23 sono i tagli nelle due direzioni

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni flettenti M11 e M22 in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			zona 1	zona 2	zona 3
M11 (kNm/m)	SLU	max	700	750	400
		min	-170	-70	-250
	SLV	max	350	400	100
		min	-50	100	-100
M22 (kNm/m)	SLU	max	500	50	350
		min	-150	-100	-350
	SLV	max	250	450	150
		min	-50	150	-300

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni taglianti V12 e V23 in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			zona 1	zona 2	zona 3
V13 (kN/m)	SLU	max	350	130	250
		min	-250	-150	-180
	SLV	max	-150	80	120
		min	-150	-90	-130
V23 (kN/m)	SLU	max	150	150	350
		min	-100	-170	-400
	SLV	max	50	100	200
		min	-50	-50	-200

7.4.2 VERIFICA A FLESSIONE SLU E SLV

Si calcolano i momenti resistenti (MRd) della sezione avente le seguenti caratteristiche geometriche:

$$b = 1.00\text{m}$$

$$h = 1.20\text{m}$$

$$c = 0.04\text{m}$$

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	54 di 169

L'armatura di flessione che viene posta nella soletta superiore è:

zona 1		fi (mm)	passo (cm)	num/m	A (cmq/m)
long	sup	22	20	5	19.01
	inf	26	20	5	26.55
trasv	sup	22	20	5	19.01
	inf	26	20	5	26.55

zona 2		fi (mm)	passo (cm)	num/m	A (cmq/m)
long	sup	22	20	5	19.01
	inf	26	20	5	26.55
trasv	sup	22	20	5	19.01
	inf	24	20	5	22.62

zona 3		fi (mm)	passo (cm)	num/m	A (cmq/m)
long	sup	22	20	5	19.01
	inf	24	20	5	22.62
trasv	sup	22	20	5	19.01
	inf	24	20	5	22.62

Si calcolano i momenti resistenti:

	MRd (kNm/m)	MEd max (kNm/m)
long -	-826	-170
long +	1148	700
trasv -	-826	-150
trasv +	1148	500

	MRd (kNm/m)	MEd max (kNm/m)
long -	-826	-70
long +	1148	750
trasv -	-826	-100
trasv +	980	450

	MRd (kNm/m)	MEd max (kNm/m)
long -	-826	-250
long +	980	400
trasv -	-826	-350
trasv +	980	300

Le verifiche sono soddisfatte.

7.4.3 VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV

Si effettua la verifica senza armatura resistente a taglio per le tre zone, secondo quanto prescritto nelle NTC 2018:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

direzione longitudinale

		zona 1	zona 2	zona 3	
classe cls	Rck	40	40	40	N/mm2
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	33	33	N/mm2
	fcd	19	19	19	
coeff. parziale	γ_c	1.5	1.5	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	1200	1200	mm
altezza utile	d	1147	1147	1148	mm
area della sezione	Asez	1147000	1147000	1148000	mm2
area armatura totale	Af tot	2655	2655	2262	mm ²
percentuale di armatura	ρ_l	0.0023	0.0023	0.0020	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	0	N
	σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.42	1.42	1.42	
	vmin	0.34	0.34	0.34	
taglio resistente	Vrd1	385	385	365	kN
	Vrd2	390	390	391	kN

taglio sollecitante	Ved	350	150	250	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	1	1	
	Vrd	390	390	391	kN
	Ved	<	<	<	Vrd
		verifica	verifica	verifica	

direzione trasversale

		zona 1	zona 2	zona 3	
classe cls	Rck	40	40	40	N/mm2
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	33	33	N/mm2
	fcd	19	19	19	
coeff. parziale	γ_c	1.5	1.5	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	1200	1200	mm
altezza utile	d	1121	1122	1124	mm
area della sezione	Asez	1121000	1122000	1124000	mm2

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	56 di 169

area armatura totale	Af tot	2655	2262	2262	mm ²
percentuale di armatura	ρ_l	0.0024	0.0020	0.0020	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	0	N
	σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.42	1.42	1.42	
	vmin	0.34	0.34	0.34	
taglio resistente	Vrd1	380	361	361	kN
	Vrd2	384	384	384	kN

taglio sollecitante	Ved	150	170	400	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	1	1	
	Vrd	384	384	384	kN
	Ved	<	<	>	Vrd
		verifica	verifica	non verifica	

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	57 di 169

Laddove la verifica non è soddisfatta, ovvero in corrispondenza dei setti verticali della “zona 3”, si prevede l’inserimento di armatura resistente a taglio ($\phi 14/40 \times 40$).

classe cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Concrete class	f_{ck}	33	N/mm ²
	f_{cd}	19	
	γ_c	1.5	
larghezza membratura resistente a taglio	b_w	1000	mm
altezza membratura resistente a taglio	H	1200	mm
altezza utile	d	1148	mm
area della sezione	A_{TOT}	1148000	mm ²
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.00	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
	f_{yd}	391	N/mm ²
diámetro staffe	ϕ_w	14	mm
area staffe	A_{ϕ_w}	154	mm ²
0.9 d	z	1033	mm
passo	s_w	400	mm
	n° bracci	2.500	
angolo di inclinazione	θ	45.0	°
valore compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura	α	45	°
	$\cot(\alpha)$	1.00	
	A_{s_w} / s_w	0.96	mm ² /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	550	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	9719	kN

Taglio sollecitante	V_{Ed}	400	kN
Taglio resistente	V_{Rd}	550	kN
	V_{Ed}	<	V_{Rd}

verifica

7.4.4 VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE

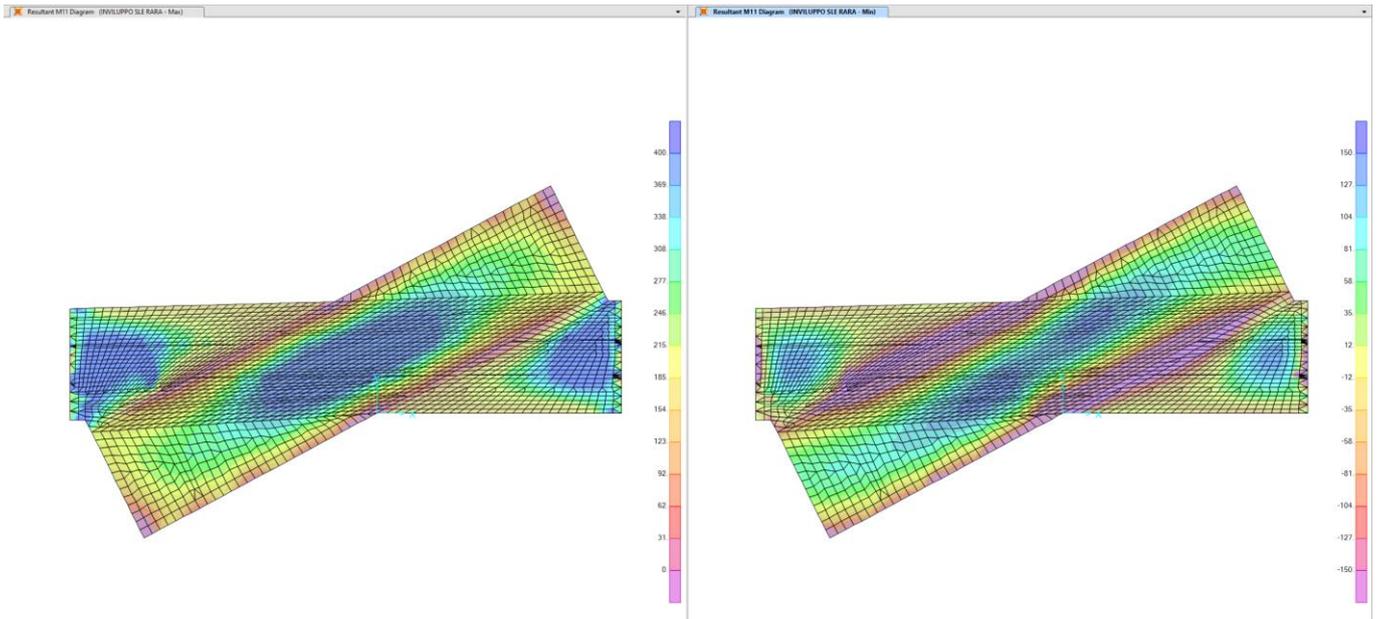


Figura 24 – Sollecitazione M11-SLE RARA della soletta superiore

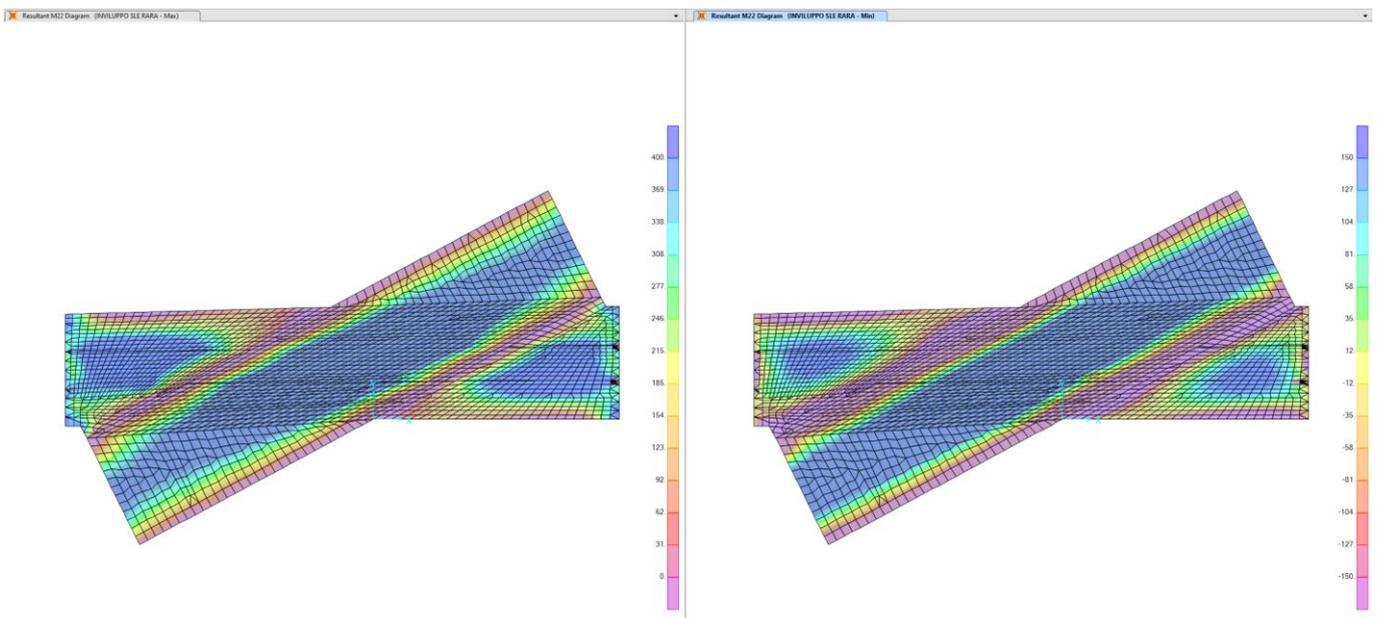


Figura 25 – Sollecitazione M22-SLE RARA della soletta superiore

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B

I valori di momento massimo in combinazione SLE rara sono riportati nella tabella seguente.

			zona 1	zona 2	zona 3
M11 (kNm/m)	SLE RARA	max	350	500	120
		min	-100	140	-200
M22 (kNm/m)	SLE RARA	max	350	600	100
		min	-100	190	-350

7.4.4.1 DIREZIONE LONGITUDINALE

INPUT		OUTPUT
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls
h sez	1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 3.58E-04 -
y ferro	53 mm	distanza max fessure
Φ (barre)	26 mm	s r, max 3.57E+02 mm
n.barre	5 -	ampiezza fessure:
Rck	40 MPa	wk 0.1277 mm
x AN	246.5 mm	LIMITE 0.30 mm
σ_s	122.9 MPa	Sez. verificata
kt	0.6 -	
k1	0.8 -	
k2	0.5 -	
k3	3.4 -	
k4	0.425 -	

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta sup_zona1_long

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: DM 1996

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 2 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	19.01	5
			2	26.55	115

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi a T Circolare Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. | Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Materiali: B450C | C25/30

ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰ σ_c -2.235 N/mm²
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰ σ_s 122.9 N/mm²
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

ϵ_s 0.6144 ‰
d 115 cm
x 24.65 x/d 0.2143
 δ 0.7079

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	60 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls	
h sez	1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	5.71E-04 -
y ferro	53 mm	distanza max fessure	
Φ (barre)	26 mm	s r, max	2.46E+02 mm
n.barre	10 -	ampiezza fessure:	
Rck	40 MPa	wk	0.1407 mm
x AN	246.5 mm	LIMITE	0.30 mm
os	175.5 MPa	Sez. verificata	
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta sup_zona2_long

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	19.01	5
			2	26.55	115

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su} : 10 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200'000 N/mm² f_{cd} : 13.28 N/mm²
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.9
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

σ_c : -3.193 N/mm²
 σ_s : 175.5 N/mm²
 ϵ_s : 0.8777 ‰
d: 115 cm
x: 24.65 x/d: 0.2143
 δ : 0.7079

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	61 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls	
h sez	1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	2.83E-04 -
y ferro	51 mm	distanza max fessure	
Φ (barre)	22 mm	s r, max	2.62E+02 mm
n.barre	10 -	ampiezza fessure:	
Rck	40 MPa	wk	0.0739 mm
x AN	207.5 mm	LIMITE	0.30 mm
σ_s	97 MPa		Sez. verificata
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta sup_zona3_long

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

TITOLO: _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	19.01	5
			2	22.62	115

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30

E_{su}	10 ‰	E_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	E_{cu}	3.5
E_s	200'000 N/mm²	f_{cd}	13.28
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c -1.424 N/mm²
 σ_s 97 N/mm²
 ϵ_s 0.485 ‰
 d 115 cm
 x 20.75 x/d 0.1804
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	62 di 169

7.4.4.2 DIREZIONE TRASVERSALE

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls	
h sez	1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	3.58E-04 -
y ferro	53 mm	distanza max fessure	
Φ (barre)	26 mm	s r, max	3.57E+02 mm
n.barre	5 -	ampiezza fessure:	
Rck	40 MPa	wk	0.1277 mm
x AN	246.5 mm	LIMITE	0.30 mm
σ_s	122.9 MPa	Sez. verificata	
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta sup_zona1_trasv

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	19.01	5
			2	26.55	115

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 350 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $G_{c,adm}$ 9.75
 $G_{s,adm}$ 255 N/mm² T_{co} 0.6
 T_{c1} 1.829

σ_c -2.235 N/mm²
 σ_s 122.9 N/mm²
 ϵ_s 0.6144 ‰
 d 115 cm
 x 24.65 x/d 0.2143
 δ 0.7079

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	63 di 169

zona 2

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	1200 mm
y ferro	52 mm
Φ (barre)	24 mm
n.barre	10 -
Rck	40 MPa
x AN	228.7 mm
σs	246.1 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
diff. def. armature-cl	
ε sm -ε cm	8.80E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	2.53E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.2229 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta sup_zona2_trasv

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	120

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	22.62	115

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} 600 kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	10 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200'000 N/mm²	f _{cd}	13.28
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	9.75
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.6
		τ _{c1}	1.829

σ_c -4.073 N/mm²
 σ_s 246.1 N/mm²
 ε_s 1.23 ‰
 d 115 cm
 x 22.87 x/d 0.1989
 δ 0.7

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	64 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls	
h sez	1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	4.94E-04 -
y ferro	51 mm	distanza max fessure	
Φ (barre)	22 mm	s r, max	2.62E+02 mm
n.barre	10 -	ampiezza fessure:	
Rck	40 MPa	wk	0.1293 mm
x AN	207.5 mm	LIMITE	0.30 mm
σ_s	169.7 MPa	Sez. verificata	
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: soletta sup_zona3_trasv

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	19.01	5
			2	22.62	115

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 -350 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -2.492 N/mm²
 σ_s 169.7 N/mm²
 ϵ_s 0.8487 ‰
 d 115 cm
 x 20.75 x/d 0.1804
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

7.5 VERIFICA SETTI VERTICALI

Si verificano i setti verticali della struttura ad archi.

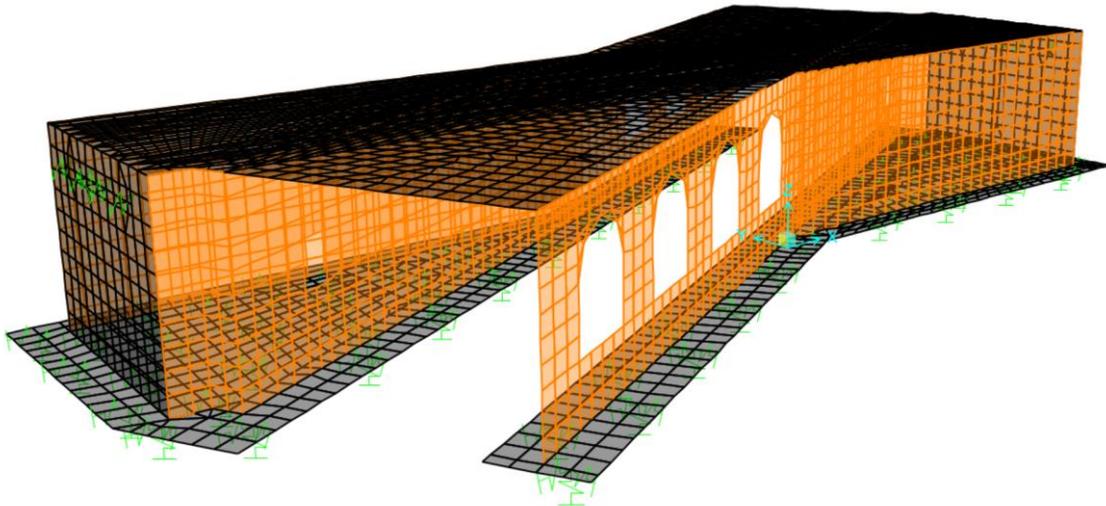


Figura 26 – Setti verticali

In fase di verifica si distingueranno i setti verticali “chiusi” (cioè i quattro setti senza archi, due per ciascun lato) e i setti verticali con aperture ad archi:

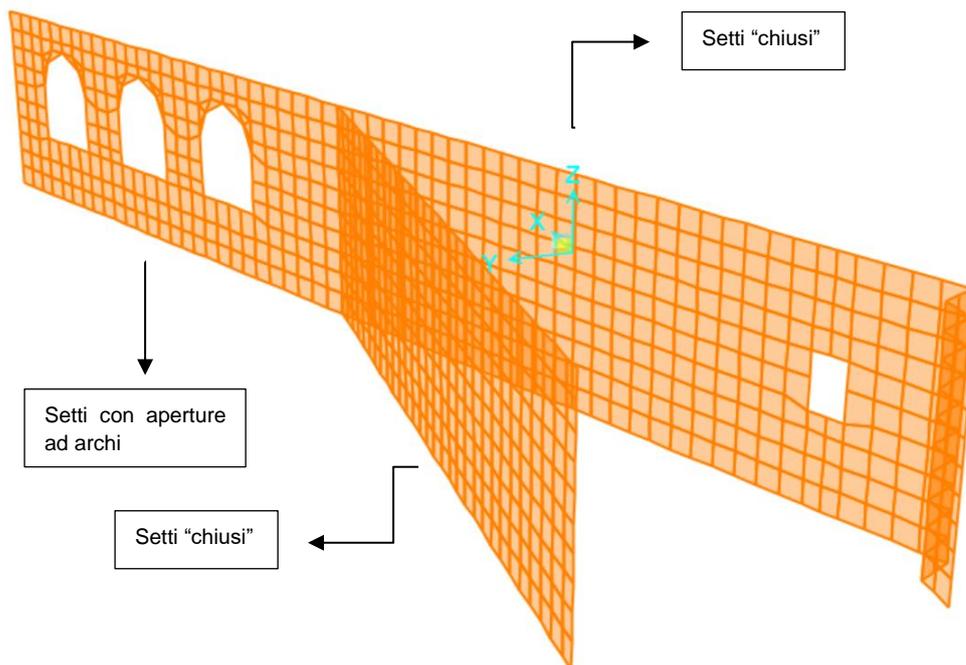


Figura 27 – Setti verticali – zone di verifica

7.5.1 SOLLECITAZIONI SLU E SLV

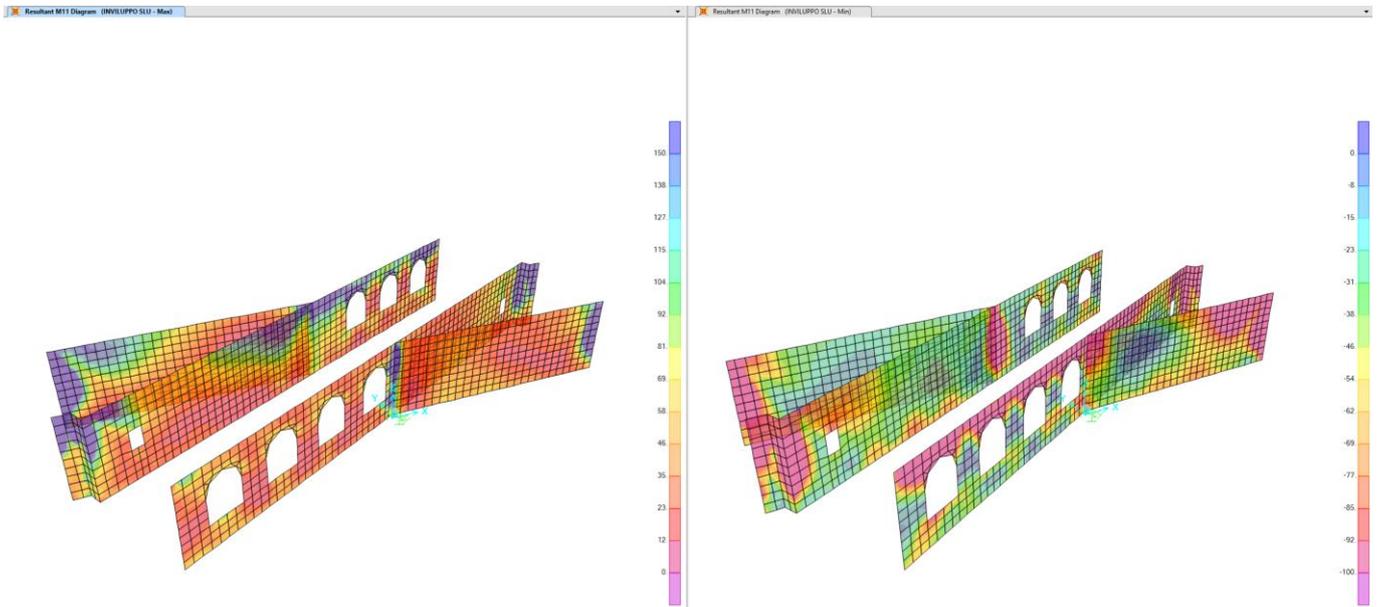


Figura 28 – Sollecitazione M11-SLU dei setti verticali

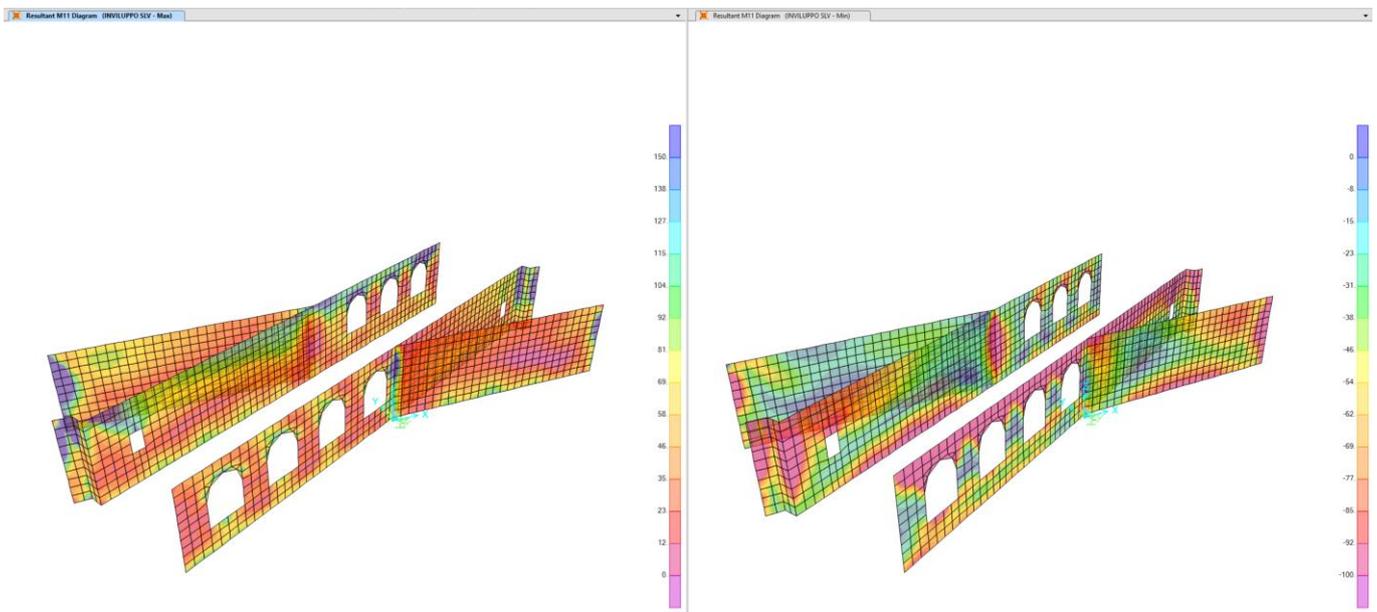


Figura 29 – Sollecitazione M11-SLV dei setti verticali

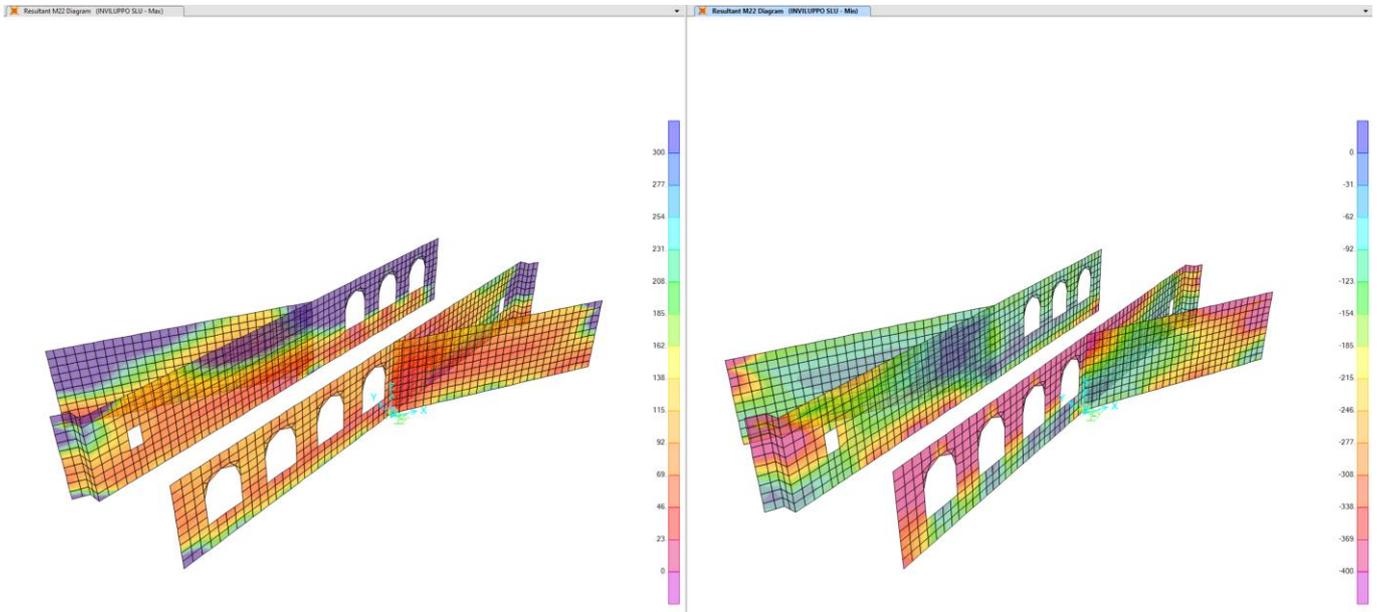


Figura 30 – Sollecitazione M22-SLU dei setti verticali

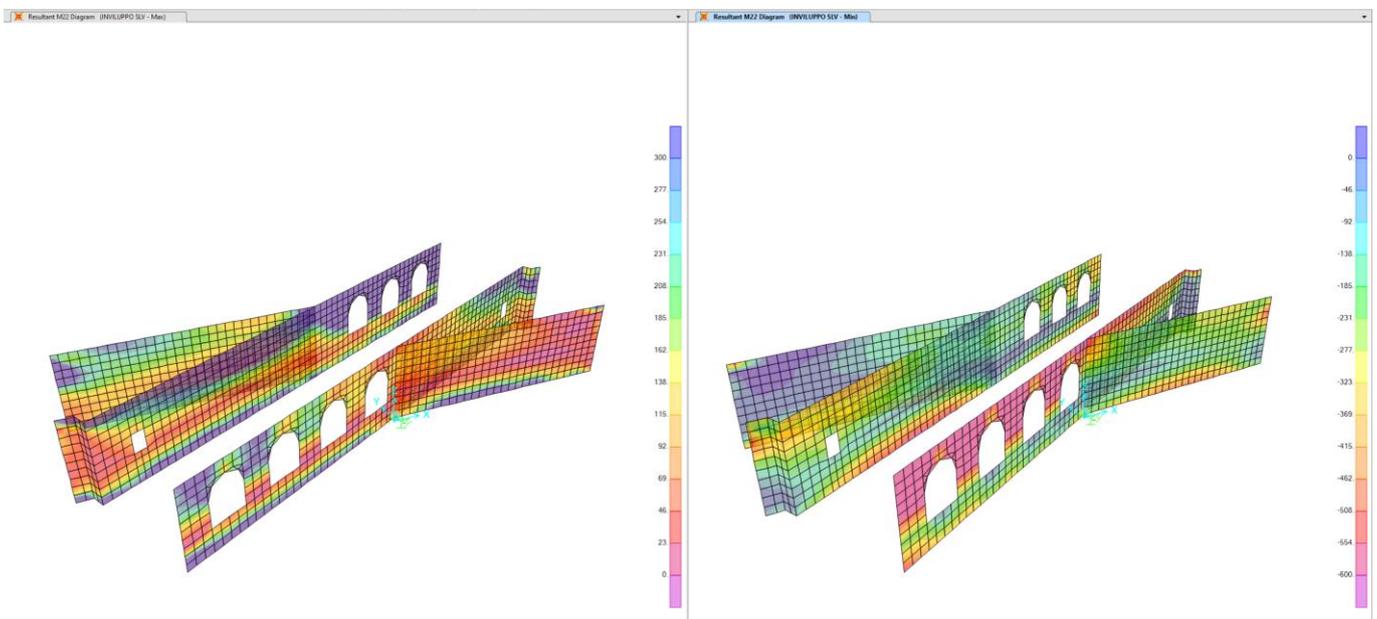


Figura 31 – Sollecitazione M22-SLV dei setti verticali

Dove:

M11 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 2 (momento che inflette l'armatura orizzontale);

M22 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 1 (momento che inflette l'armatura verticale).

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	68 di 169

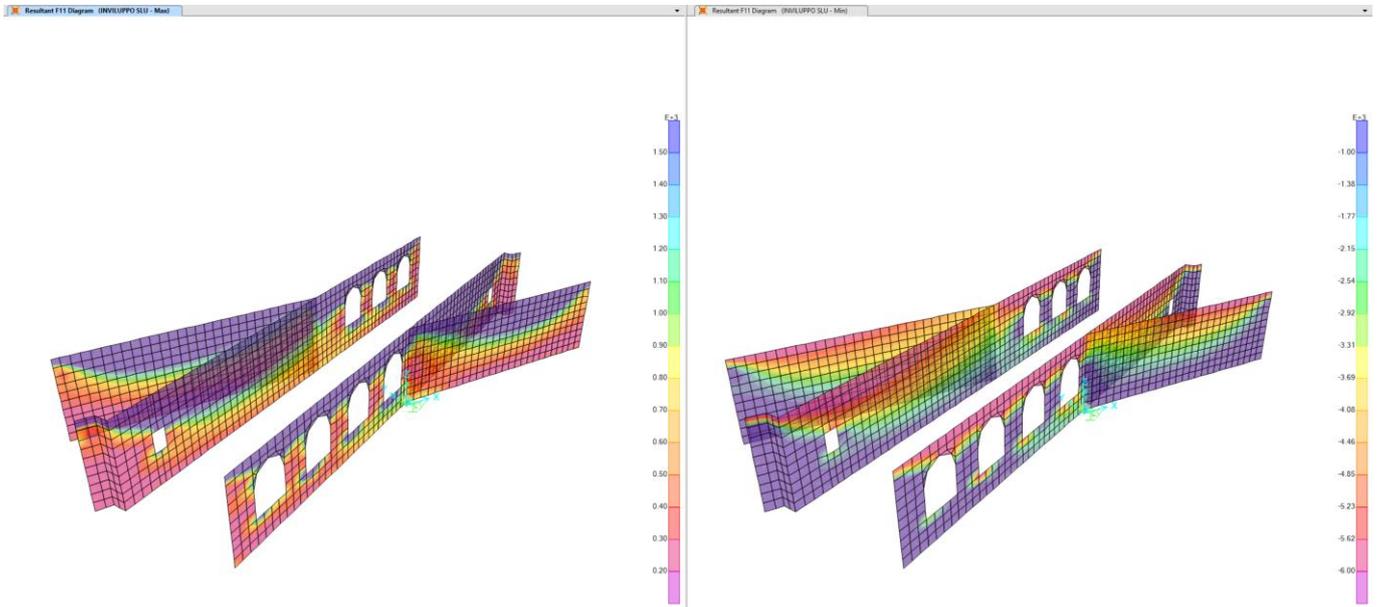


Figura 32 – Sollecitazione F11-SLU dei setti verticali

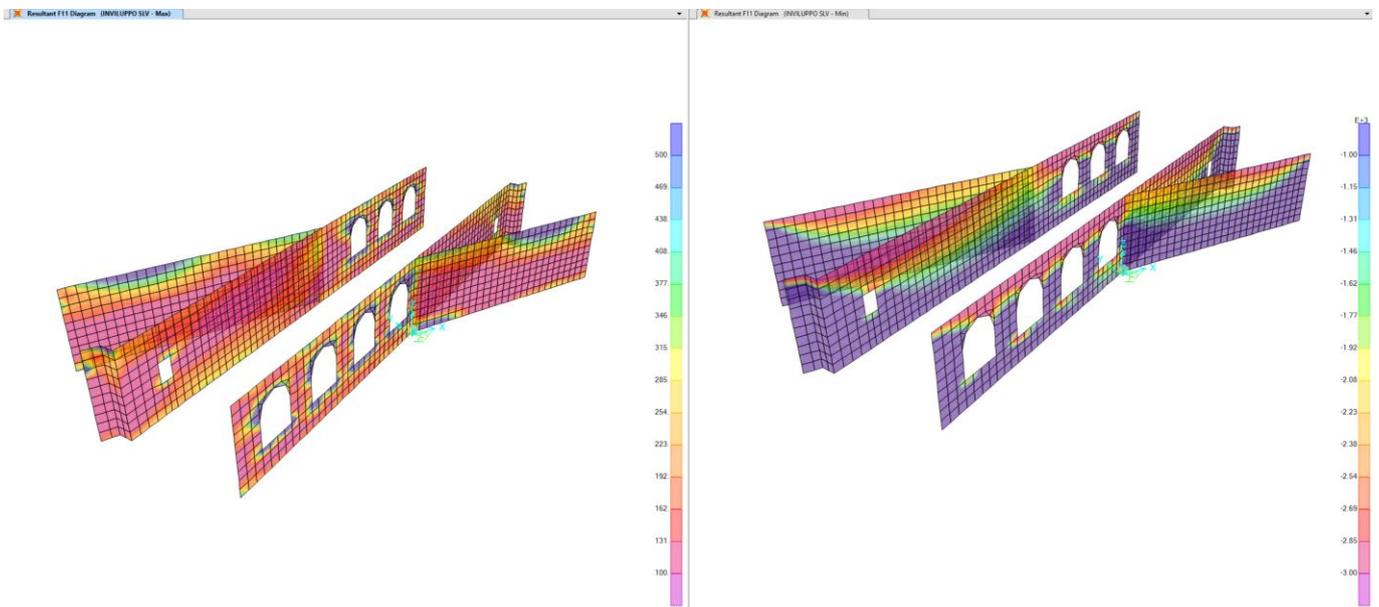


Figura 33 – Sollecitazione F11-SLV dei setti verticali

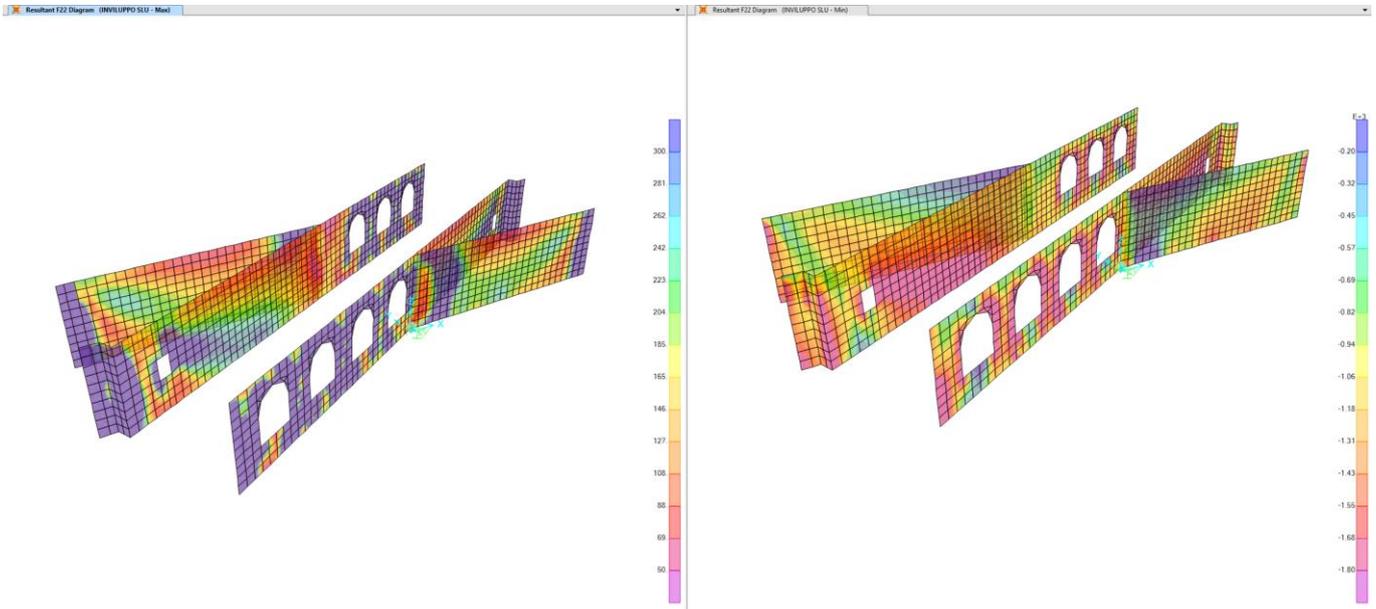


Figura 34 – Sollecitazione F22-SLU dei setti verticali

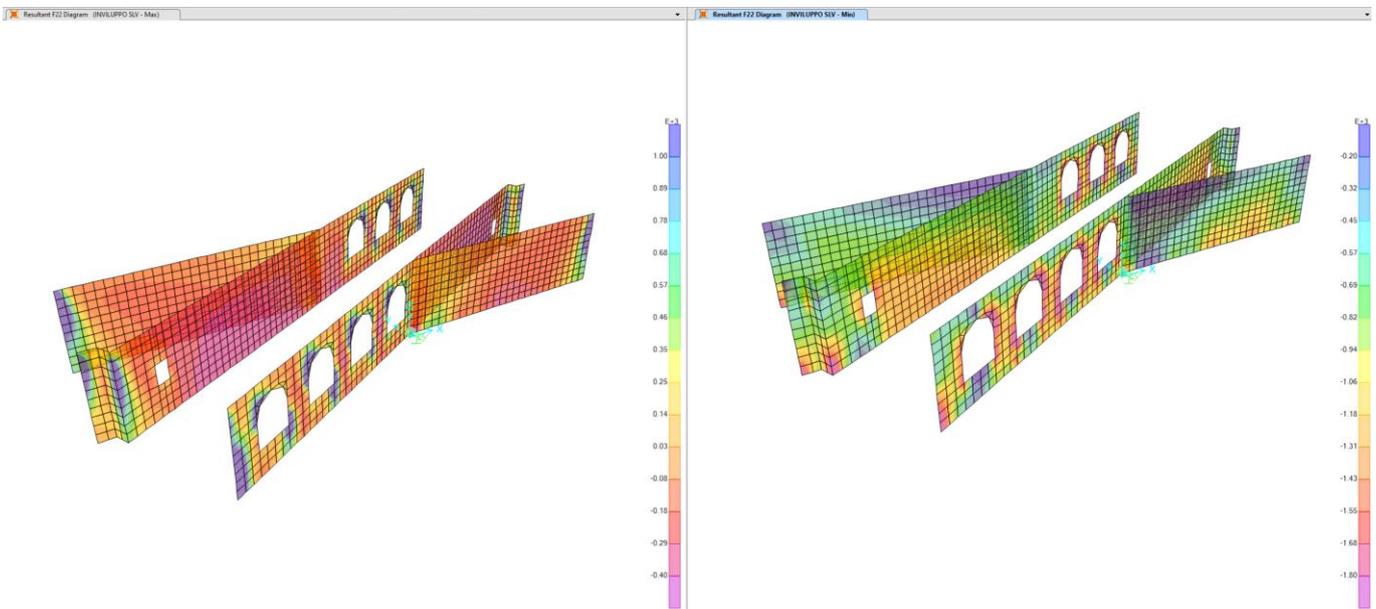


Figura 35 – Sollecitazione F22-SLV dei setti verticali

Dove:

F11 è lo sforzo normale parallelo all'asse 1 (direzione orizzontale);

F22 è lo sforzo normale parallelo all'asse 2 (direzione verticale).

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	70 di 169

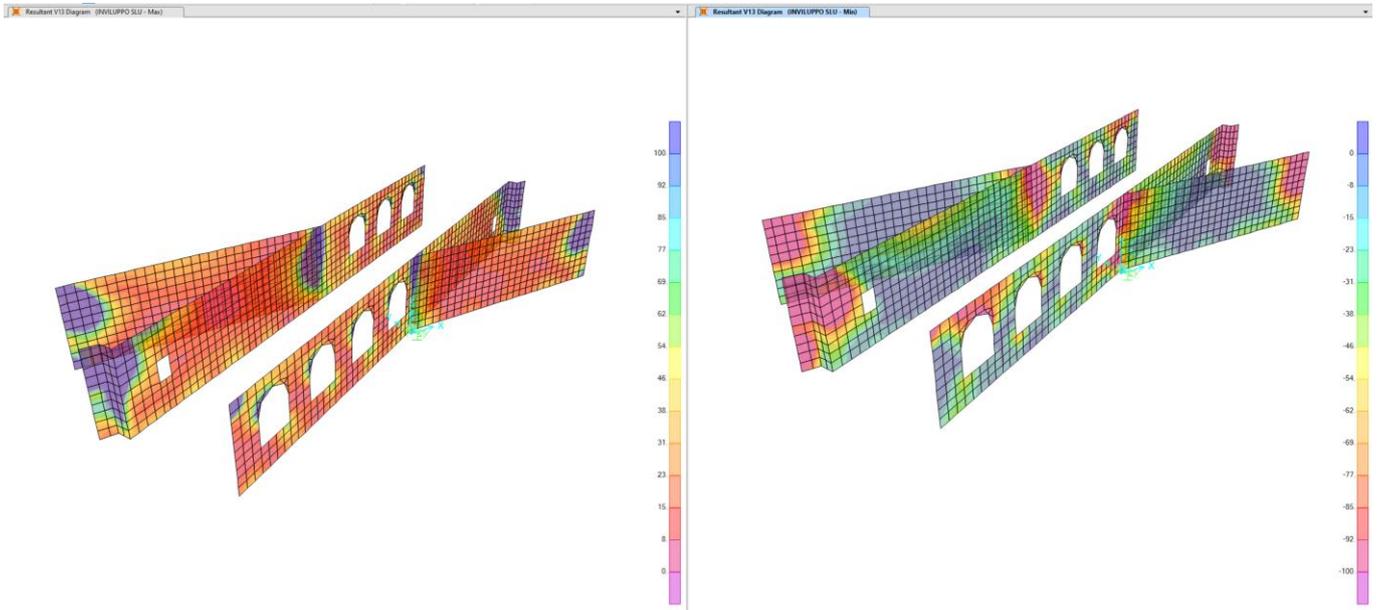


Figura 36 – Sollecitazione V13-SLU dei setti verticali

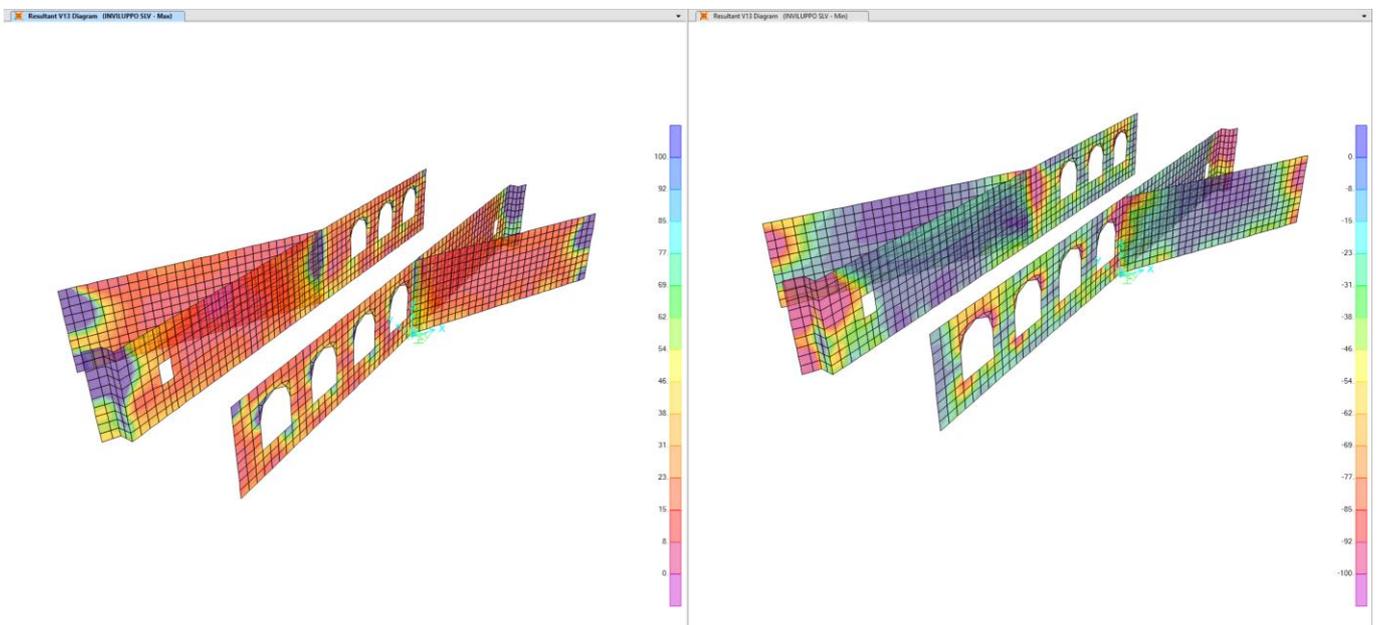


Figura 37 – Sollecitazione V13-SLV dei setti verticali

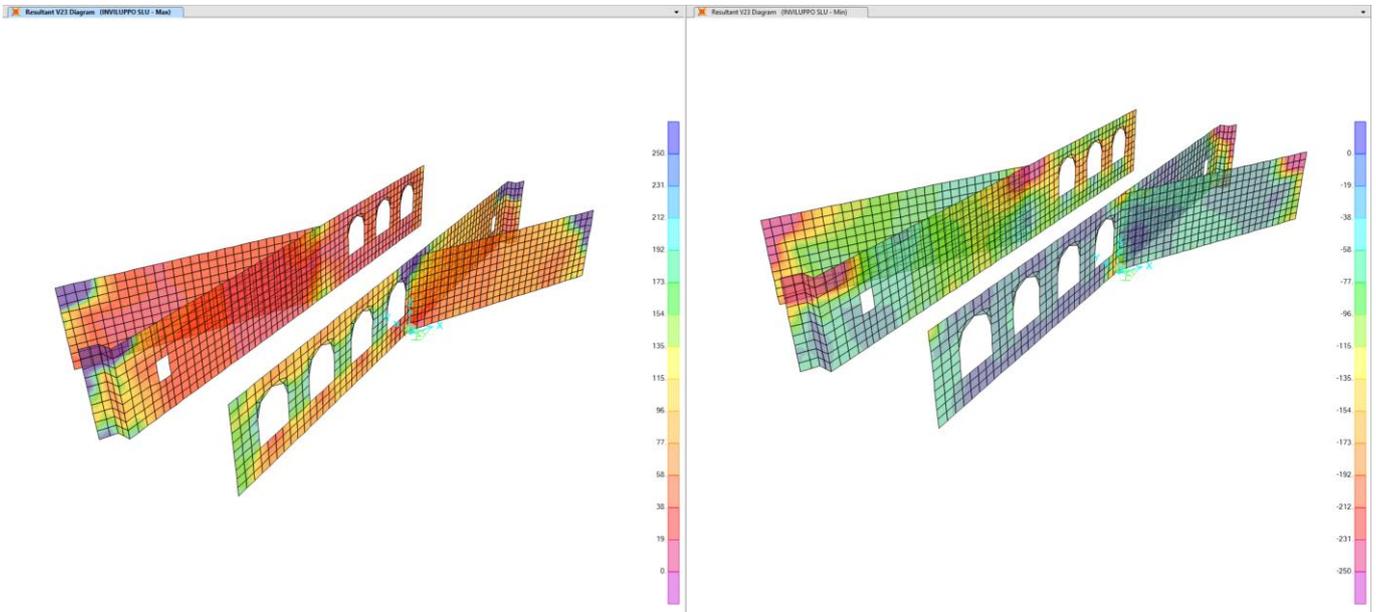


Figura 38 – Sollecitazione V23-SLU dei setti verticali

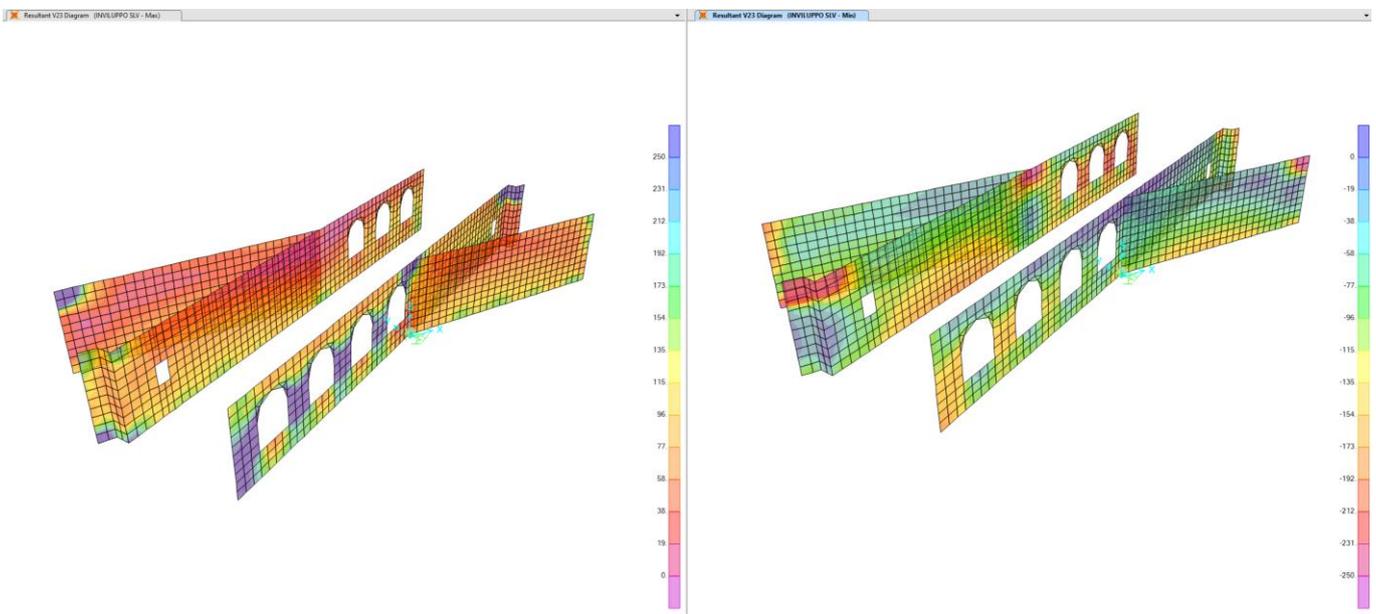


Figura 39 – Sollecitazione V23-SLV dei setti verticali

Dove:

V13 e V23 sono i tagli nelle due direzioni.

7.5.1.1 SOLLECITAZIONI DEI SETTI “CHIUSI”

Si distinguono due zone di verifica:

- “zona 1” sono tutte le zone centrali dei setti;
- “zona 2” sono tutte le zone di estremità, incastrate agli elementi orizzontali della struttura.

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni flettenti M11 e M22 e della forza di compressione (segno -) o trazione (segno +) F11 e F22, in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			zona 1	zona 2
M11 (kNm/m)	SLU	max	50	450
		min	-60	-350
	SLV	max	50	300
		min	-50	-150
F11 (kN/m)	SLU	max	1200	1000
		min	-6000	-700
	SLV	max	150	130
		min	-1500	-350
M22 (kNm/m)	SLU	max	50	200
		min	-100	-200
	SLV	max	150	200
		min	-150	-200
F22 (kN/m)	SLU	max	200	1700
		min	-1800	-1700
	SLV	max	-250	1000
		min	-1000	-500

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni taglianti V12 e V23 in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			zona 1	zona 2
V13 (kN/m)	SLU	max	20	200
		min	-20	200
	SLV	max	10	200
		min	-10	-150
V23 (kN/m)	SLU	max	100	200
		min	-100	-200
	SLV	max	70	120
		min	-120	-150

7.5.1.2 SOLLECITAZIONI DEI SETTI CON APERTURE AD ARCO

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni flettenti M11 e M22 e della forza di compressione (segno -) o trazione (segno +) F11 e F22, in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

M11 (kNm/m)	SLU	max	80
		min	-100
	SLV	max	100
		min	-100
F11 (kN/m)	SLU	max	1000
		min	-2000
	SLV	max	200
		min	-1500
M22 (kNm/m)	SLU	max	500
		min	-300
	SLV	max	650
		min	-400
F22 (kN/m)	SLU	max	350
		min	-1500
	SLV	max	200
		min	-1200

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni taglianti V12 e V23 in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

V13 (kN/m)	SLU	max	50
		min	-120
	SLV	max	50
		min	-100
V23 (kN/m)	SLU	max	180
		min	-150
	SLV	max	280
		min	-200

7.5.2 VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE SLU E SLV

7.5.2.1 SETTI VERTICALI “CHIUSI”

Si determinano i valori di resistenza della sezione avente le seguenti caratteristiche geometriche:

$$b = 1.00\text{m}$$

$$h = 1.20\text{m}$$

$$c = 0.04\text{m}$$

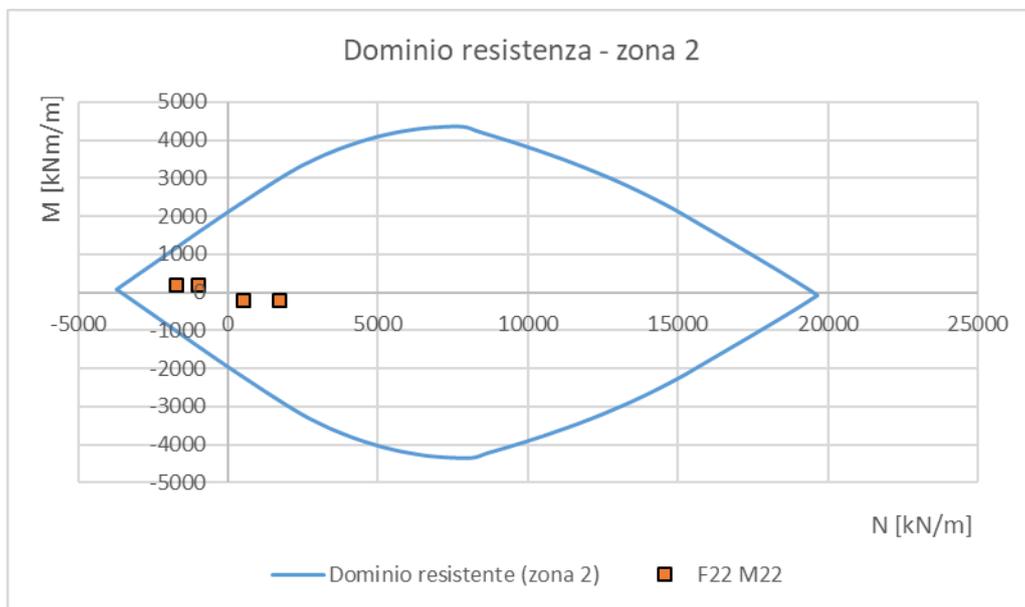
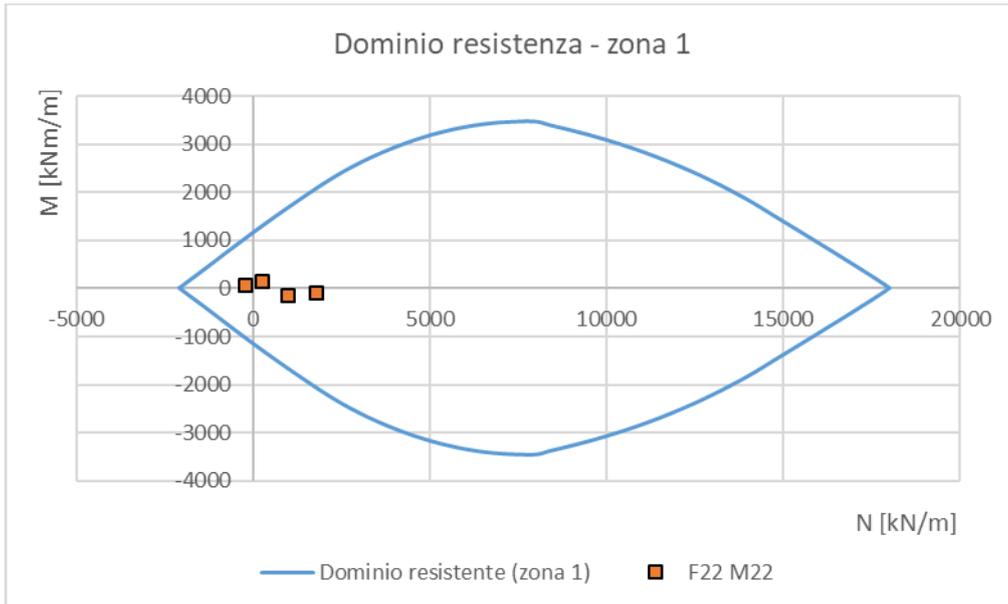
L'armatura di flessione che viene posta nei setti verticali chiusi è la seguente:

<u>zona 1</u>		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
vert	esterna	26	20	5	0	20	5	26.55
	interna	26	20	5	0	20	5	26.55
orizz	esterna	26	20	5	0	20	5	26.55
	interna	24	20	5	0	20	5	22.62

<u>zona 2</u>		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
vert	esterna	26	20	5	24	20	5	49.17
	interna	26	20	5	22	20	5	45.55
orizz	esterna	24	20	5	22	20	5	41.63
	interna	24	20	5	22	20	5	41.63

Presso-flessione verticale

Si riportano i domini di resistenza (Nrd, MRd) per la presso-flessione verticale:



Nota: trazione negativa, compressione positiva.

Le verifiche sono soddisfatte.

Flessione orizzontale

Per la flessione orizzontale, si decide, cautelativamente, di trascurare l'azione F11 se di compressione, mentre si considera nel caso in cui sia di trazione (negativa).

		MRd (kNm/m)	N ed (kN/m)	MEd max (kNm/m)
Zona 1	orizz -	-314	6000	-60
	orizz +	483	-12000	50
		MRd (kNm/m)	N ed (kN/m)	MEd max (kNm/m)
Zona 2	orizz -	-1415	-700	-350
	orizz +	1793	1000	450

Le verifiche sono soddisfatte.

7.5.2.2 SETTI VERTICALI CON APERTURE AD ARCO

Si determinano i valori di resistenza della sezione avente le seguenti caratteristiche geometriche:

$$b = 1.00m$$

$$h = 1.20m$$

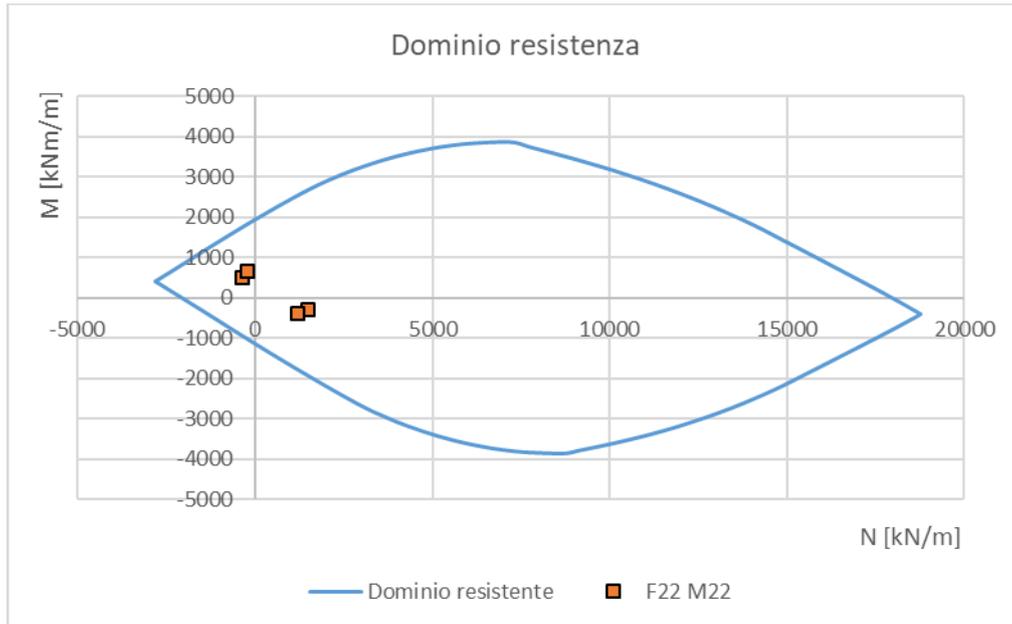
$$c = 0.04m$$

L'armatura di flessione che viene posta nei setti verticali con le aperture ad arco è la seguente:

		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
vert	esterna	26	20	5	22	20	5	45.55
	interna	26	20	5	0	20	5	26.55
orizz	esterna	24	20	5	0	20	5	22.62
	interna	24	20	5	0	20	5	22.62

Presso-flessione verticale

Si riporta il dominio di resistenza (Nrd, MRd) per la presso-flessione verticale:



Nota: trazione negativa, compressione positiva.

Le verifiche sono soddisfatte.

Flessione orizzontale

Per la flessione orizzontale, si decide, cautelativamente, di trascurare l'azione F11 se di compressione, mentre si considera nel caso in cui sia di trazione (negativa).

	MRd (kNm/m)
orizz -	-424
orizz +	424

N ed (kN/m)	MEd max (kNm/m)
2000	-100
-1000	100

- se trazione

Le verifiche sono soddisfatte.

7.5.3 VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV

7.5.3.1 SETTI VERTICALI “CHIUSI”

Si effettua la verifica senza armatura resistente a taglio, secondo quanto prescritto nelle NTC 2018:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

direzione verticale

		zona 1	zona 2	
classe cls	Rck	40	40	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	33	N/mm ²
	fcd	19	19	
	γ_c	1.5	1.5	
coeff. parziale				
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	1200	mm
altezza utile	d	1147	1147	mm
area della sezione	Asez	1147000	1147000	mm ²
area armatura totale	Af tot	2655	4917	mm ²
percentuale di armatura	ρ _l	0.0023	0.0043	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	N
	σ _{cp}	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.42	1.42	
	v _{min}	0.34	0.34	
taglio resistente	Vrd1	385	473	kN
	Vrd2	390	390	kN
taglio sollecitante	Ved	20	200	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	1	
	Vrd	390	473	kN

Ved < Vrd < Vrd
verifica verifica

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	79 di 169

direzione orizzontale

		zona 1	zona 2	
classe cls	Rck	40	40	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	33	N/mm ²
	fcd	19	19	
coeff. parziale	γc	1.5	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	1200	mm
altezza utile	d	1122	1122	mm
area della sezione	Asez	1122000	1122000	mm ²
area armatura totale	Af tot	2655	4163	mm ²
percentuale di armatura	ρl	0.0024	0.0037	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	N
	σcp	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.42	1.42	
	vmin	0.34	0.34	
taglio resistente	Vrd1	380	442	kN
	Vrd2	384	384	kN

taglio sollecitante	Ved	120	200	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γRd	1	1	
	Vrd	384	442	kN

Ved < Vrd < Vrd
verifica verifica

7.5.3.2 SETTI VERTICALI CON APERTURE AD ARCO

Si effettua la verifica senza armatura resistente a taglio, secondo quanto prescritto nelle NTC 2018:

direzione verticale

classe cls	Rck	40	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	N/mm ²
	fcd	19	
coeff. parziale	γc	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	mm
altezza utile	d	1147	mm
area della sezione	Asez	1147000	mm ²
area armatura totale	Af tot	4555	mm ²
percentuale di armatura	ρl	0.0040	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σcp	0.00	N/mm ²
	k	1.42	
	vmin	0.34	
taglio resistente	Vrd1	461	kN
	Vrd2	390	kN

taglio sollecitante	Ved	120	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γRd	1	
	Vrd	461	kN

Ved < Vrd

verifica

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	81 di 169

direzione orizzontale

classe cls	Rck	40	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	N/mm ²
	fcd	19	
coeff. parziale	γc	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	mm
altezza utile	d	1122	mm
area della sezione	Asez	1122000	mm ²
area armatura totale	Af tot	2262	mm ²
percentuale di armatura	ρl	0.0020	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σcp	0.00	N/mm ²
	k	1.42	
	vmin	0.34	
taglio resistente	Vrd1	361	kN
	Vrd2	384	kN

taglio sollecitante	Ved	280	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γRd	1	
	Vrd	384	kN

Ved < Vrd

verifica

7.5.4 VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE

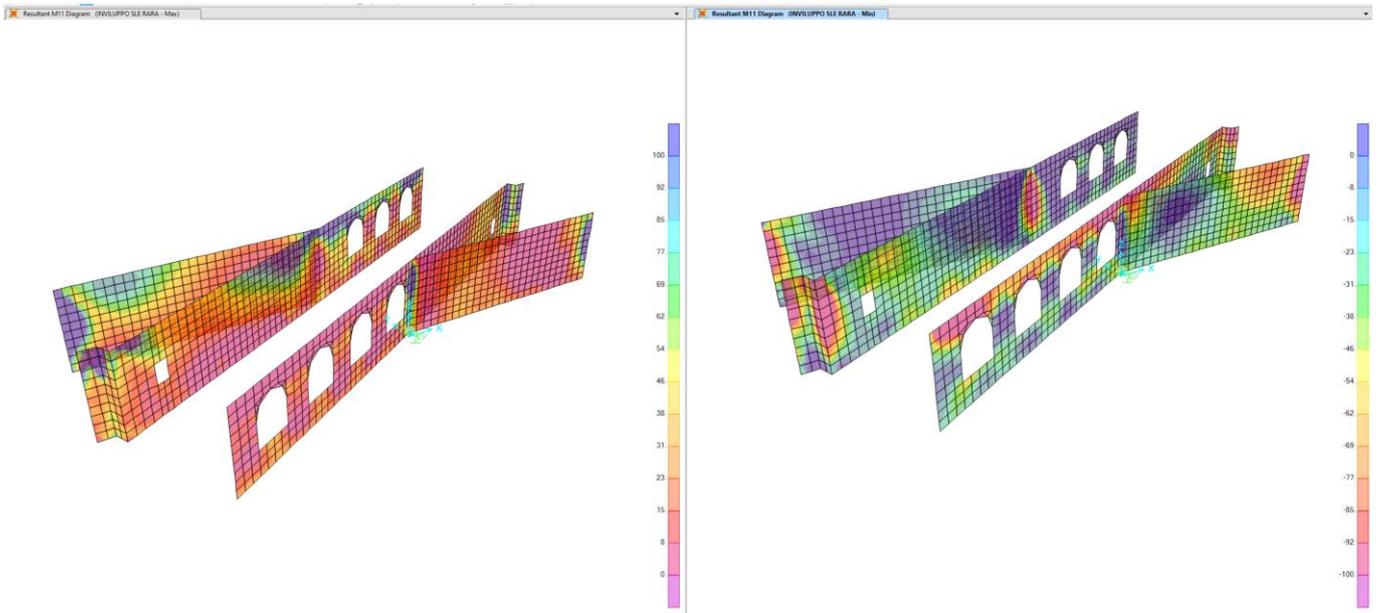


Figura 40 – Sollecitazione M11-SLE RARA nei setti verticali

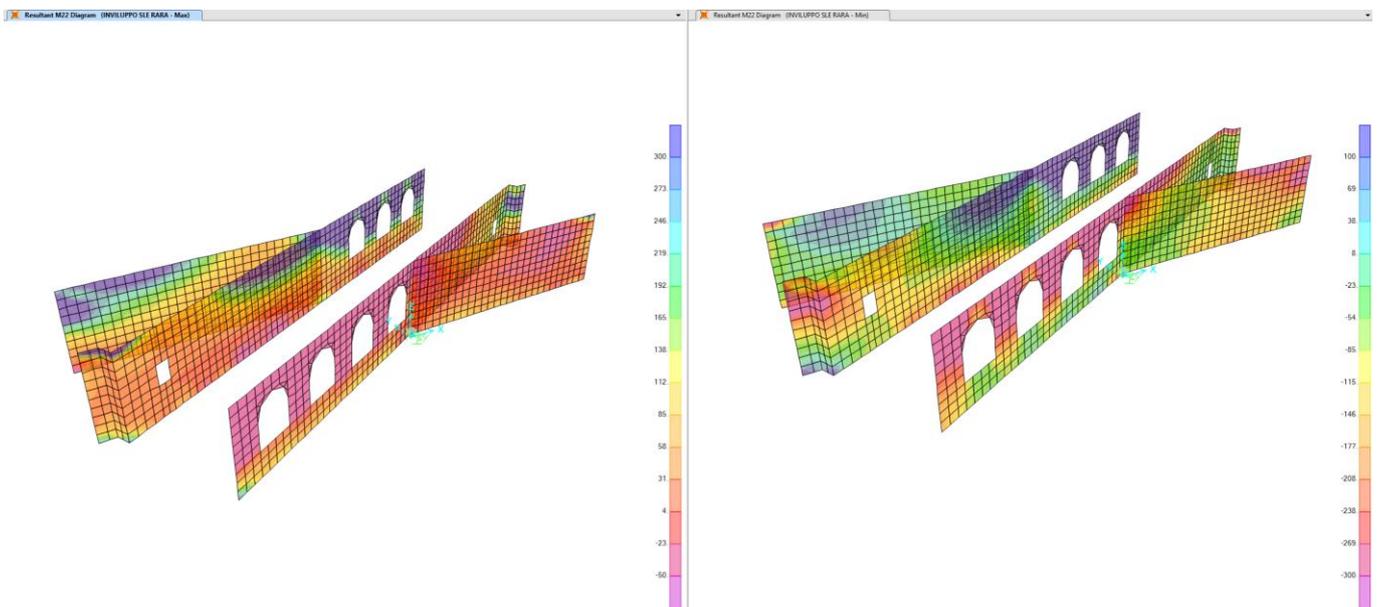


Figura 41 – Sollecitazione M22-SLE RARA nei setti verticali

7.5.4.1 SETTI VERTICALI “CHIUSI”

I valori di momento massimo in combinazione SLE rara sono riportati nella tabella seguente.

Si considera l'azione di sforzo assiale, se di trazione (positiva).

+ trazione; - compressione			zona 1	zona 2
M11 (kNm/m)	SLE RARA	max	50	200
		min	-30	-180
F11 (kN/m)	SLE RARA	max	80	150
		min	-1800	-500
M22 (kNm/m)	SLE RARA	max	120	300
		min	-120	-250
F22 (kN/m)	SLE RARA	max	-600	500
		min	-1200	-500

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	84 di 169

Direzione verticale

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls	
h sez	1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.22E-04 -
y ferro	53 mm	distanza max fessure	
Φ (barre)	26 mm	s r, max	3.57E+02 mm
n.barre	5 -	ampiezza fessure:	
Rck	40 MPa	wk	0.0436 mm
x AN	239.6 mm	LIMITE	0.30 mm
σ_s	42 MPa	Sez. verificata	
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: setti verticali_zona1_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	26.55	5
			2	26.55	115

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 0 120 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali B450C C25/30

ϵ_{su} 10 % ϵ_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 %
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 % $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -0.7368 N/mm²
 σ_s 41.99 N/mm²
 ϵ_s 0.21 %
d 115 cm
x 23.96 x/d 0.2084
 δ 0.7004

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	85 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	3.09E-04 -
h sez	1200 mm	distanza max fessure	
y ferro	77 mm	s r, max	3.86E+02 mm
Φ (barre) 1	26 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.1191 mm
Φ (barre) 2	24 mm	LIMITE	0.30 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata	
Φ eq	25.04 mm		
n.barre tot	10 -		
cls C	40 MPa		
x AN	67.1 mm		
σ_s	106 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: setti verticali_zona2_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	45.55	5
			2	49.17	115

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{Ed}: 0 kNm
M_{yEd}: 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

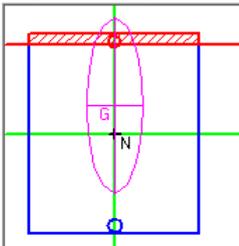
ϵ_{su}	10 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm²	f_{cd}	13.28
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c : -0.4388 N/mm²
 σ_s : 106.2 N/mm²

ϵ_s : 0.5312 ‰
d: 115 cm
x: 6.709 w/d: 0.05834
 δ : 0.7

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso



“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	86 di 169

Direzione orizzontale

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls	
h sez	1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	9.36E-05 -
y ferro	53 mm	distanza max fessure	
Φ (barre)	26 mm	s r, max	3.57E+02 mm
n.barre	5 -	ampiezza fessure:	
Rck	40 MPa	wk	0.0334 mm
x AN	65.83 mm	LIMITE	0.30 mm
σ_s	32.15 MPa	Sez. verificata	
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: setti verticali_zona1_orizz

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	22.62	5
			2	26.55	115

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: -1200 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su} : 10 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200'000 N/mm² f_{cd} : 13.28 N/mm²
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

σ_c : -0.1301 N/mm²
 σ_s : 32.15 N/mm²
 ϵ_s : 0.1607 ‰
d: 115 cm
x: 6.583 x/d: 0.05725
 δ : 0.7

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	87 di 169

INPUT		OUTPUT
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 1.80E-04 -
h sez	1200 mm	distanza max fessure
y ferro	74 mm	s r, max 3.86E+02 mm
Φ (barre) 1	24 mm	ampiezza fessure:
n.barre 1	5 -	wk 0.0696 mm
Φ (barre) 2	22 mm	LIMITE 0.30 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata
Φ_{eq}	23.04 mm	
n.barre tot	10 -	
cls C	40 MPa	
x AN	183.6 mm	
σ_s	61.9 MPa	
kt	0.6 -	
k1	0.8 -	
k2	0.5 -	
k3	3.4 -	
k4	0.425 -	

Verifica C.A. S.L.U. - File: setti verticali_zona2_orizz

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996

Titolo:

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	41.63	5
			2	41.63	115

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} -700 -150 kN
 M_{xEd} 0 200 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -0.7836 N/mm²
 σ_s 61.87 N/mm²
 ϵ_s 0.3093 ‰
 d 115 cm
 x 18.36 x/d 0.1597
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

7.5.4.2 SETTI VERTICALI CON APERTURE AD ARCO

I valori di momento massimo in combinazione SLE rara sono riportati nella tabella seguente.

Si considera l'azione di sforzo assiale, se di trazione (positiva).

M11 (kNm/m)	SLE RARA	max	60
		min	-50
F11 (kN/m)	SLE RARA	max	100
		min	-1500
M22 (kNm/m)	SLE RARA	max	300
		min	-250
F22 (kN/m)	SLE RARA	max	200
		min	-700

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	89 di 169

Direzione verticale

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	1200 mm
y ferro	75 mm
Φ (barre) 1	26 mm
n.barre 1	5 -
Φ (barre) 2	22 mm
n.barre 2	5 -
Φ eq	24.17 mm
n.barre tot	10 -
cls C	40 MPa
x AN	215.6 mm
σs	82.4 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
ε sm - ε cm	2.40E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	3.82E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.0917 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

Verifica C.A. S.L.U. - File: setti verticali_archi_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	26.55	5
			2	45.55	115

Tipologia Sezione: Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

ε _{su} : 10 %	ε _{c2} : 2 %	σ _c : -1.268 N/mm²
f _{yd} : 391.3 N/mm²	ε _{cu} : 3.5 %	σ _s : 82.42 N/mm²
E _s : 200'000 N/mm²	f _{cd} : 13.28	ε _s : 0.4121 %
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 0.8	d: 115 cm
ε _{syd} : 1.957 %	σ _{c,adm} : 9.75	x: 21.56 x/d: 0.1875
σ _{s,adm} : 255 N/mm²	τ _{co} : 0.6	δ: 0.7
	τ _{c1} : 1.829	

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	90 di 169

Direzione orizzontale

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	1200 mm
y ferro	52 mm
Φ (barre)	24 mm
n.barre	5 -
Rck	40 MPa
x AN	53.8 mm
σs	46.17 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	ε sm -ε cm 1.34E-04 -
distanza max fessure	s r, max 3.71E+02 mm
ampiezza fessure:	wk 0.0498 mm
LIMITE	0.30 mm
Sez. verificata	

Verifica C.A. S.L.U. - File: setti verticali_archi_orizz

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	22.62	5
			2	22.62	115

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N Ed -1000 -100 kN
 M xEd 0 60 kNm
 M yEd 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 εsu 10 % εc2 2 %
 fy 391.3 N/mm² εcu 3.5
 Es 200'000 N/mm² fcd 13.28
 Es/Es 15 fcc/fcd 0.8 ?
 εsyd 1.957 % σc,adm 9.75
 σs,adm 255 N/mm² τco 0.6
 τc1 1.829

σc -0.1511 N/mm²
 σs 46.17 N/mm²
 εs 0.2308 %
 d 115 cm
 x 5.381 x/d 0.04679
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

7.6 VERIFICA MURI FRONTALI E PARAGHIAIA

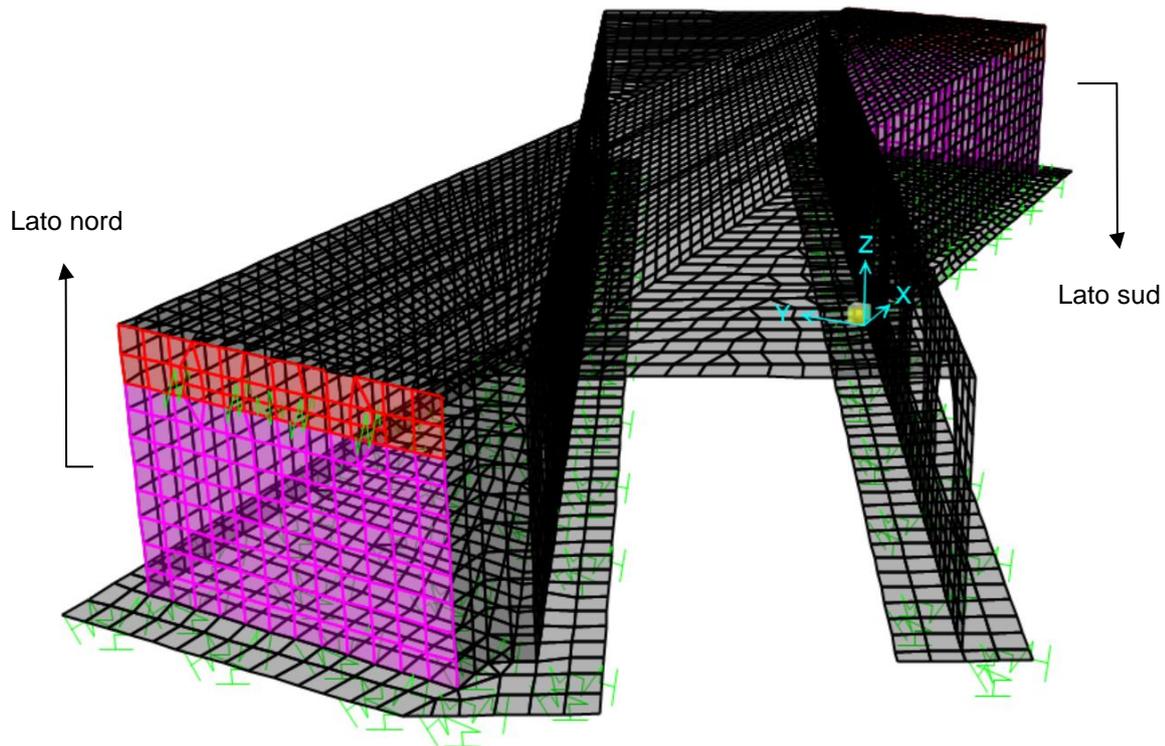


Figura 42 – Muro frontale e muro paraghiaia

In fase di verifica si distingueranno tre zone differenti:

- zona di incastro alla base del muro frontale (zona 1)
- zona centrale del muro frontale (zona 2)
- muro paraghiaia (zona 3)

7.6.1 SOLLECITAZIONI SLU E SLV

Le immagini che seguono mostrano le sollecitazioni dei due muri (frontale e paragliaia) lato nord e lato sud della struttura ad archi.

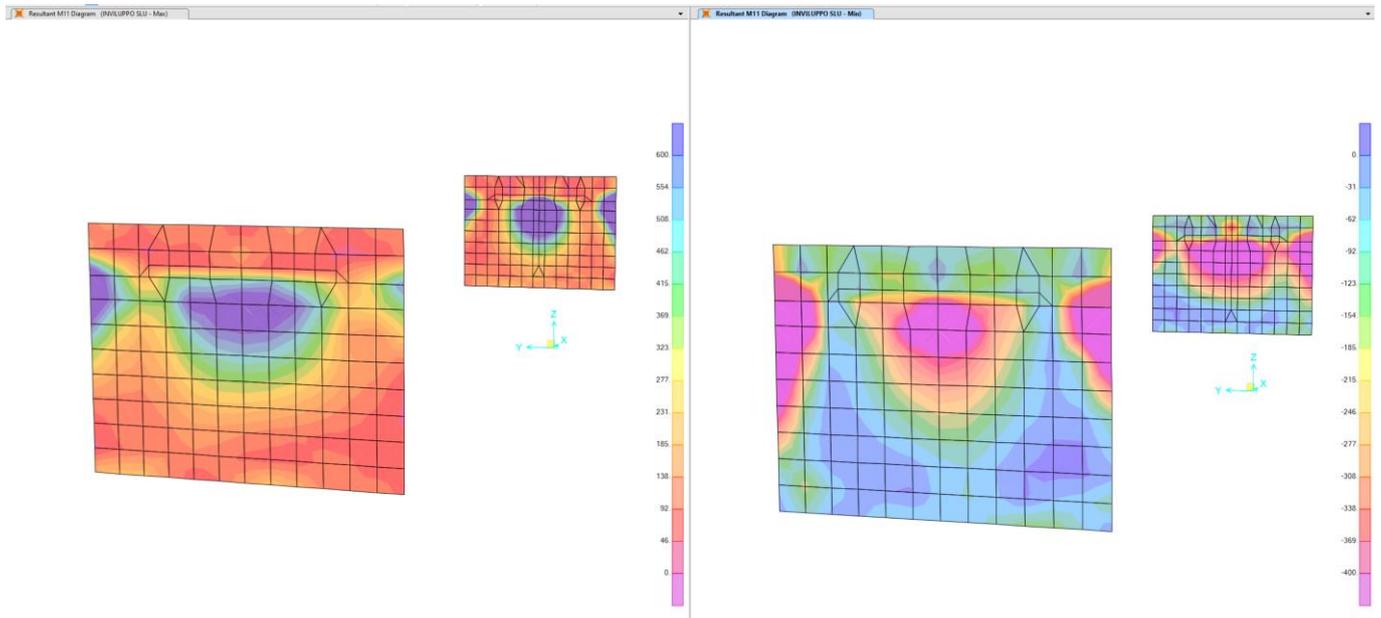


Figura 43 – Sollecitazione M11-SLU muri frontali e paragliaia

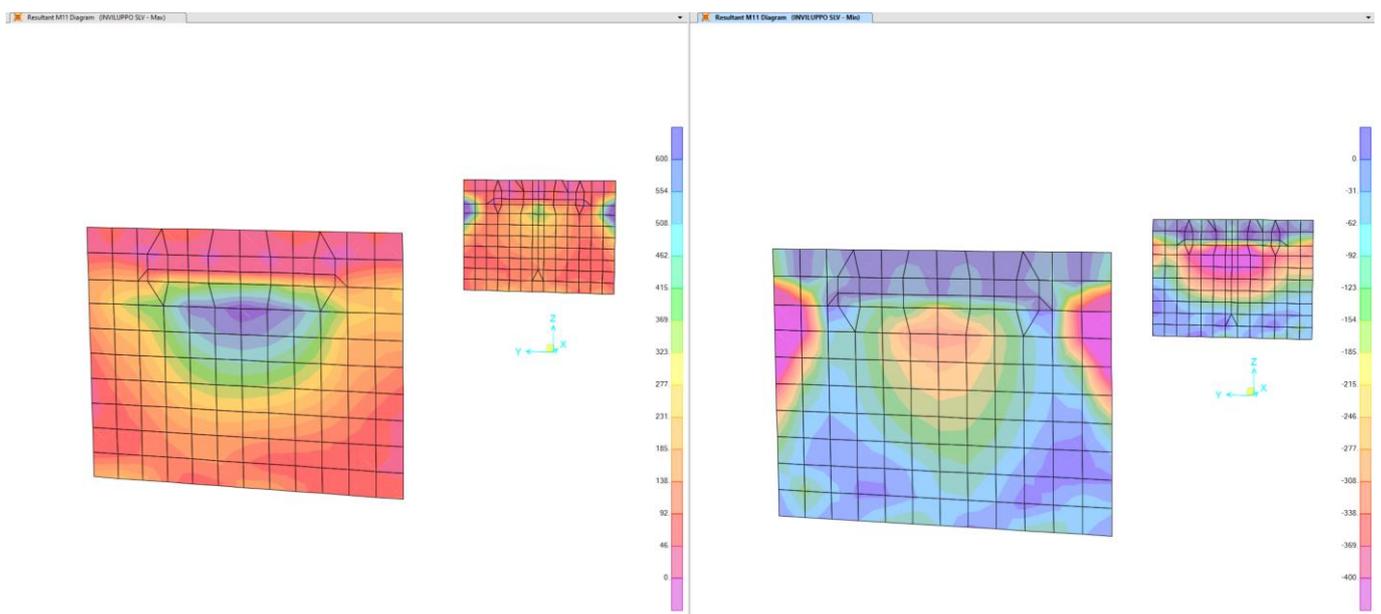


Figura 44 – Sollecitazione M11-SLVmuri frontali e paragliaia

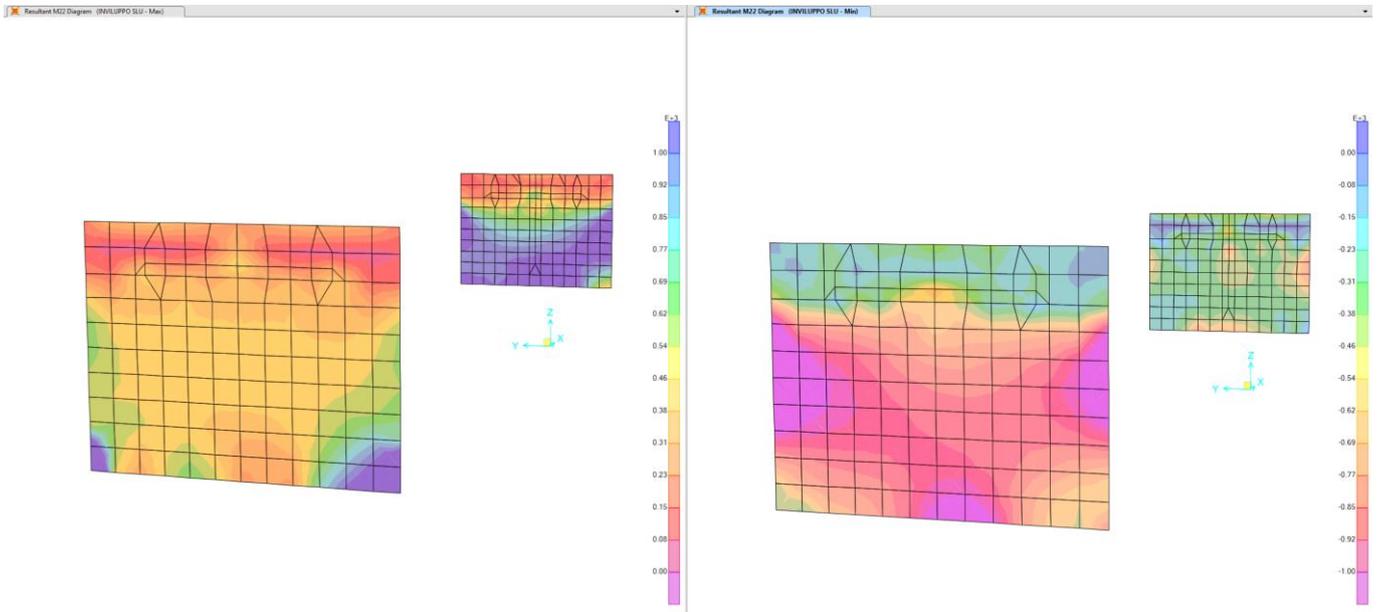


Figura 45 – Sollecitazione M22-SLU muri frontali e paraghiaia

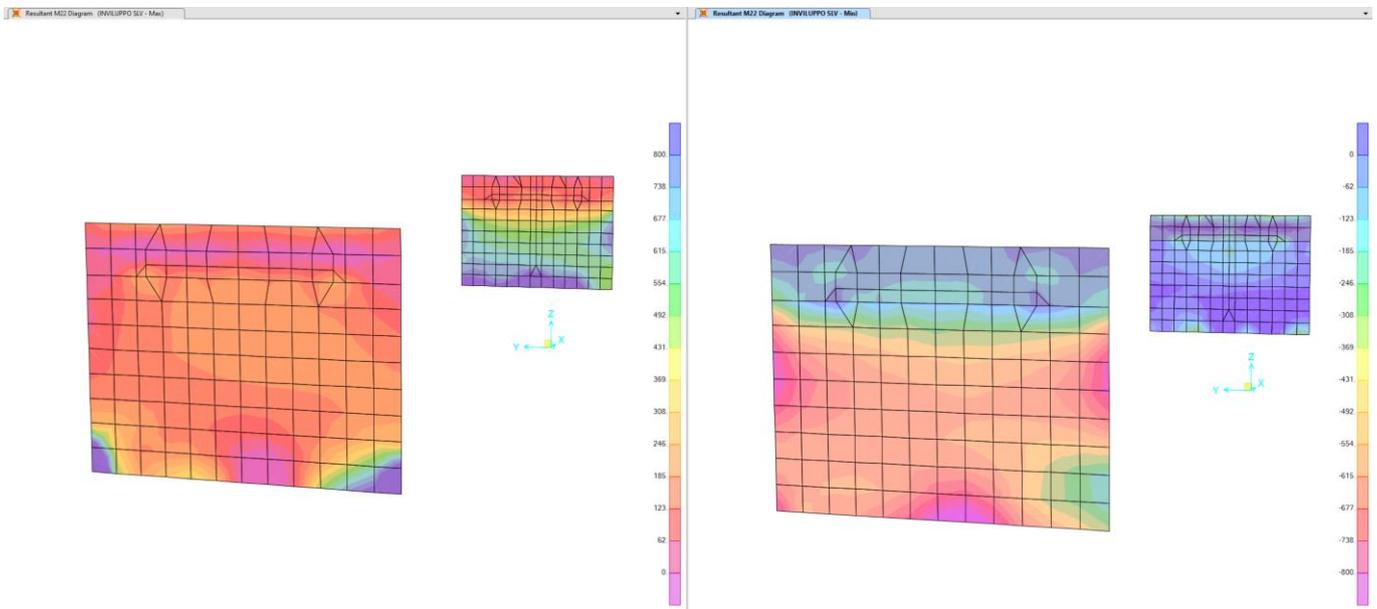


Figura 46 – Sollecitazione M22-SLV muri frontali e paraghiaia

Dove:

M11 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 2 (momento che inflette l'armatura orizzontale);

M22 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 1 (momento che inflette l'armatura verticale).

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	94 di 169

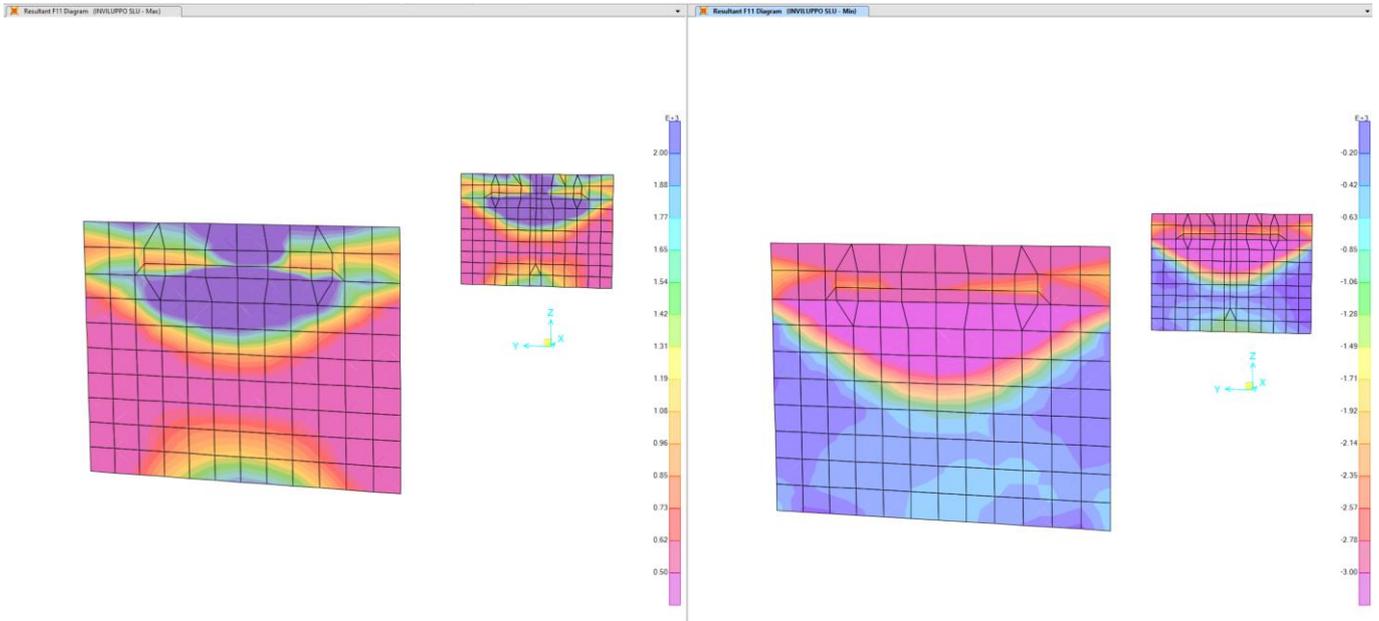


Figura 47 – Sollecitazione F11-SLU muri frontali e paraghiaia

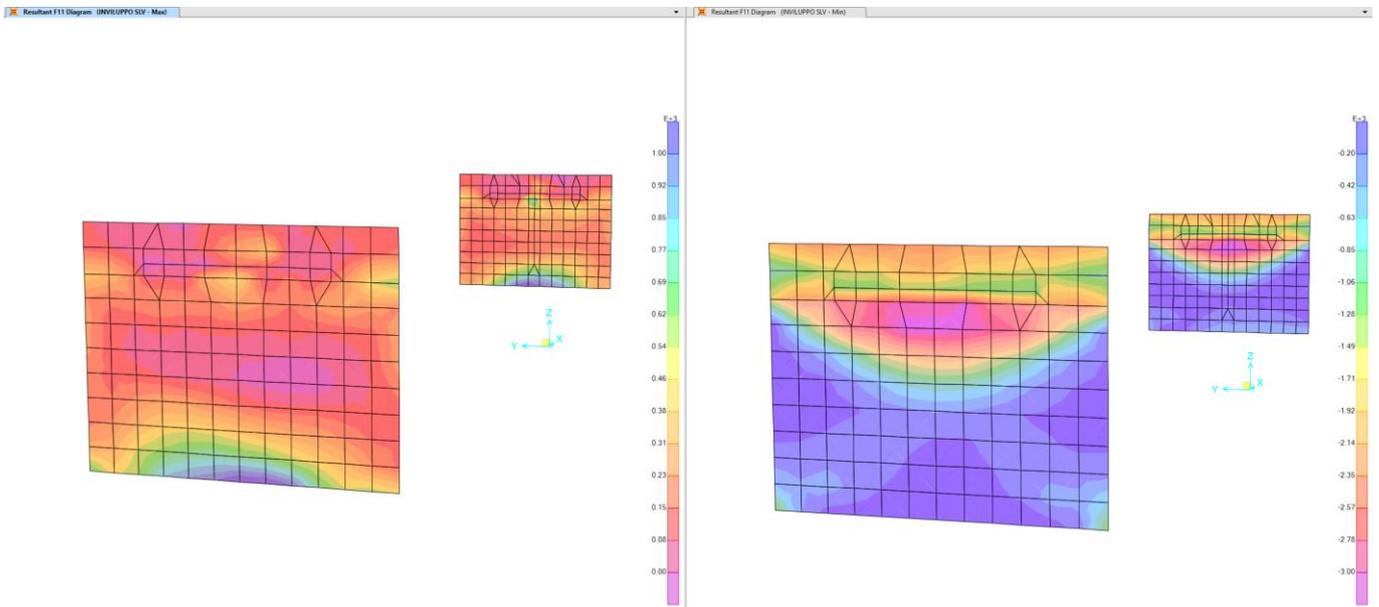


Figura 48 – Sollecitazione F11-SLV muri frontali e paraghiaia

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	95 di 169

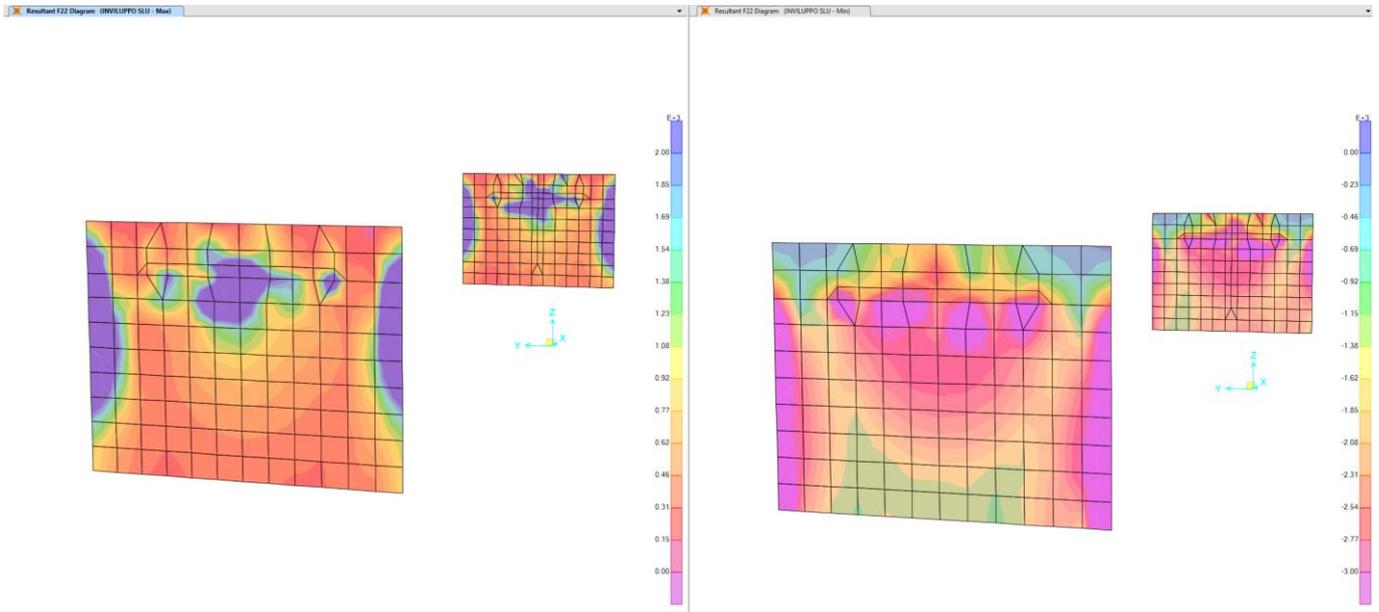


Figura 49 – Sollecitazione F22-SLU muri frontali e paraghiaia

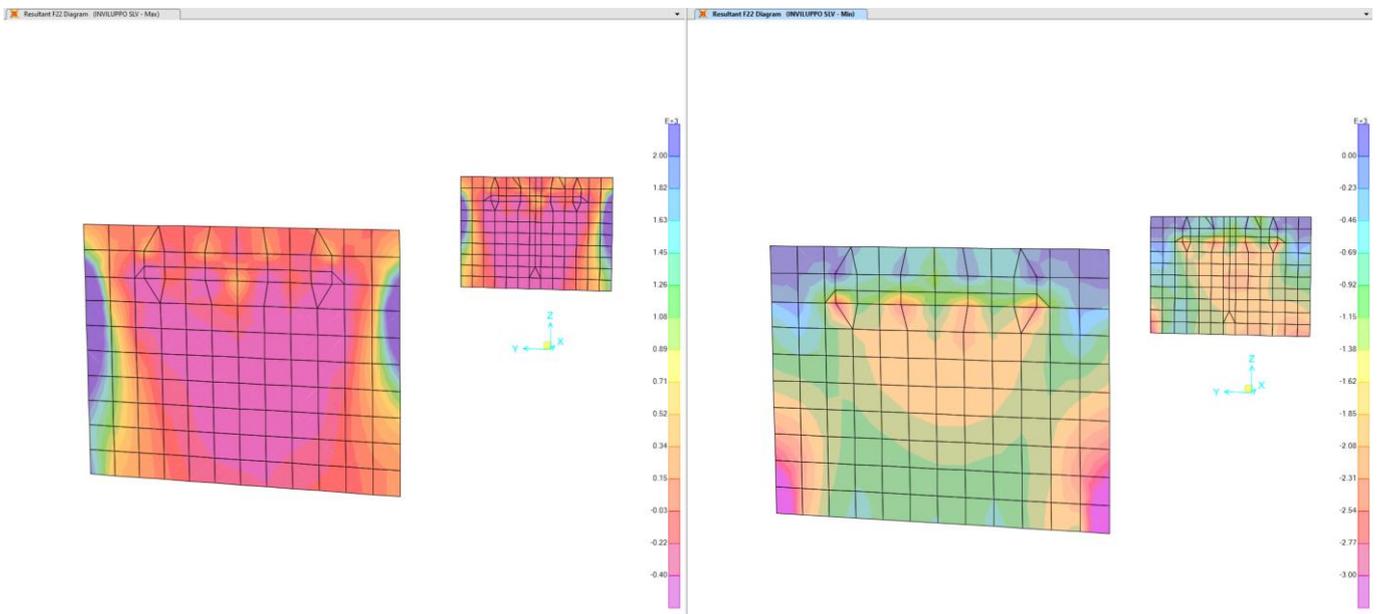


Figura 50 – Sollecitazione F22-SLV muri frontali e paraghiaia

Dove:

F11 è lo sforzo normale parallelo all'asse 1 (direzione orizzontale);

F22 è lo sforzo normale parallelo all'asse 2 (direzione verticale).

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	96 di 169

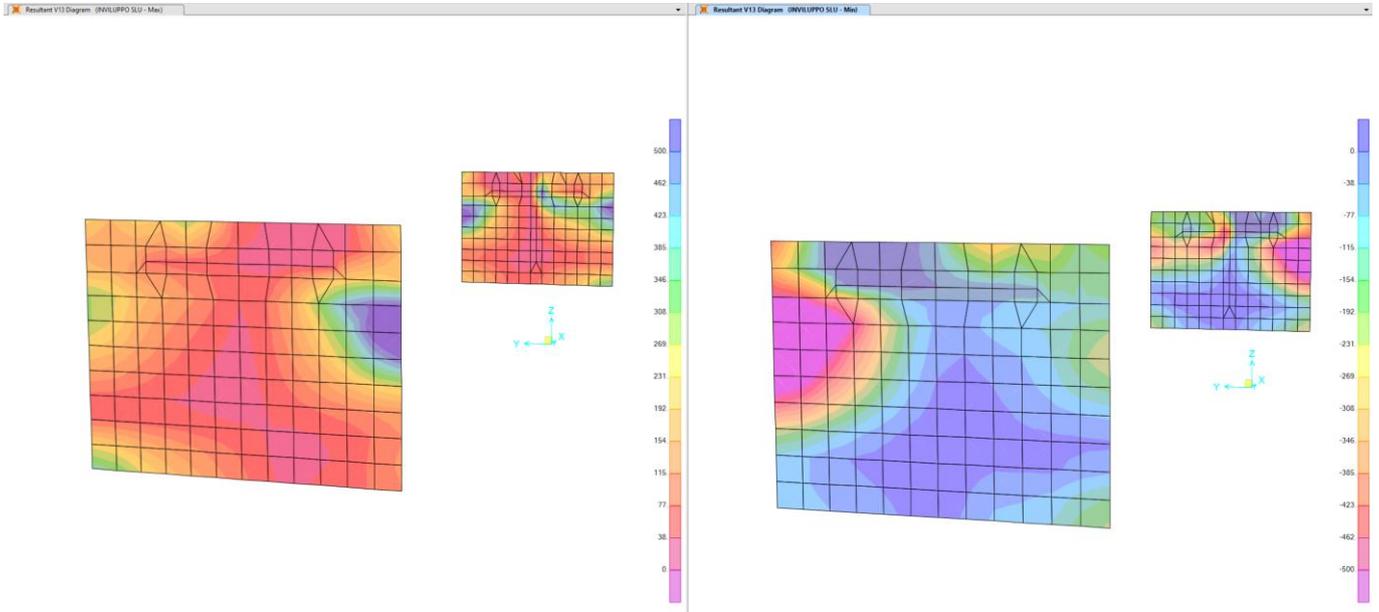


Figura 51 – Sollecitazione V13-SLU muri frontali e paraghiaia

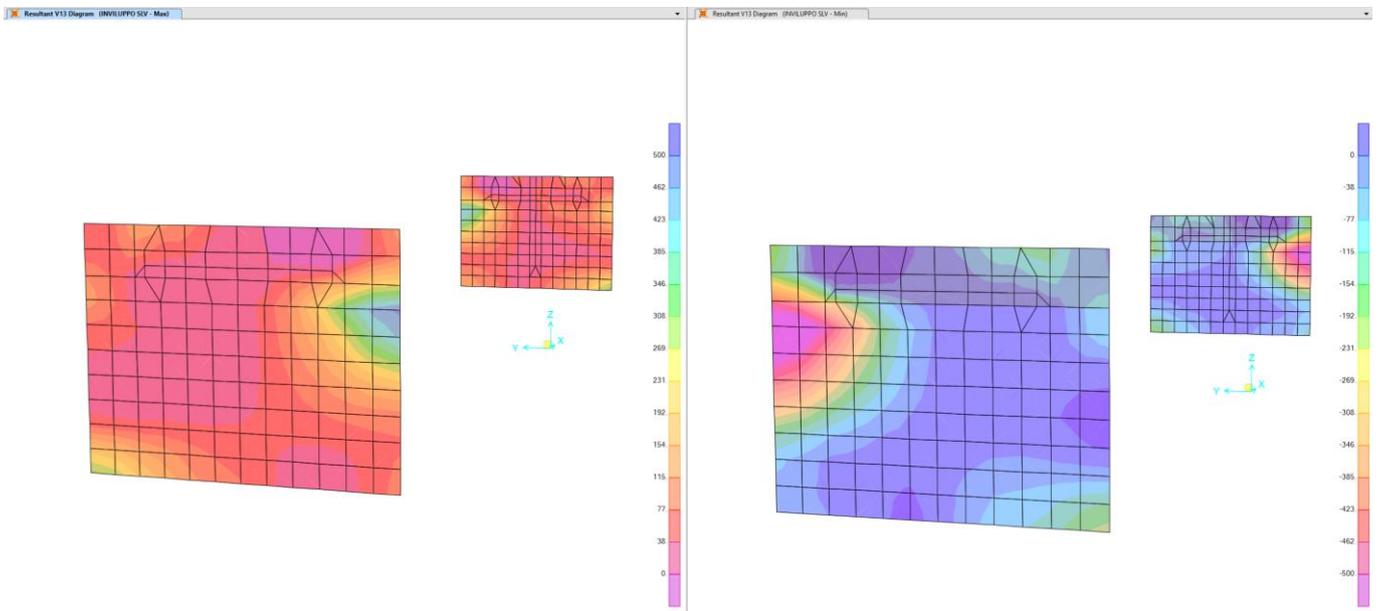


Figura 52 – Sollecitazione V13-SLV muri frontali e paraghiaia

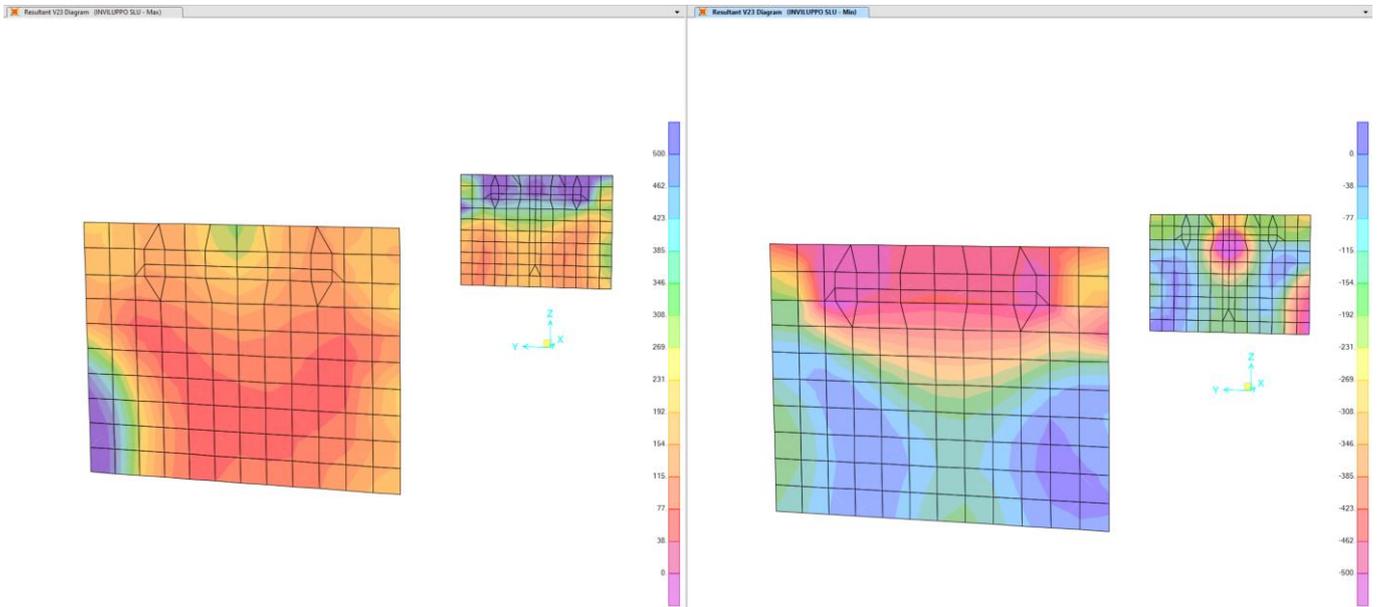


Figura 53 – Sollecitazione V23-SLU muri frontali e paraghiaia

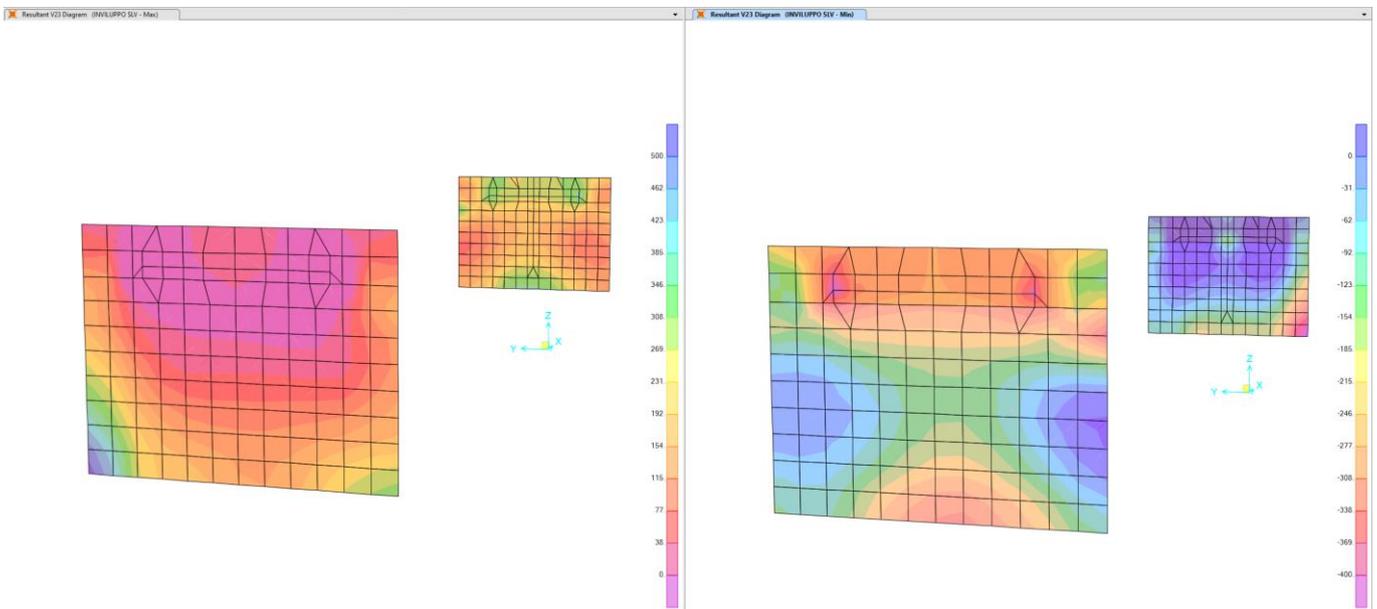


Figura 54 – Sollecitazione V23-SLV muri frontali e paraghiaia

Dove:

V13 e V23 sono i tagli nelle due direzioni.

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni flettenti M11 e M22 e della forza di compressione (segno -) o trazione (segno +) F11 e F22, in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			zona 1	zona 2	zona 3
M11 (kNm/m)	SLU	max	180	800	140
		min	-100	-400	-300
	SLV	max	150	400	30
		min	-80	-300	-40
F11 (kN/m)	SLU	max	1000	1300	1700
		min	-1000	-1500	-1000
	SLV	max	700	180	150
		min	-300	-1200	-800
M22 (kNm/m)	SLU	max	1300	900	350
		min	-1000	-800	-300
	SLV	max	800	550	70
		min	-700	-500	-100
F22 (kN/m)	SLU	max	400	1200	800
		min	-1200	-1800	-2500
	SLV	max	500	1800	180
		min	-1300	-1600	-800

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni taglianti V12 e V23 in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			zona 1	zona 2	zona 3
V13 (kN/m)	SLU	max	150	250	200
		min	-100	-400	-180
	SLV	max	150	300	100
		min	-80	-250	-80
V23 (kN/m)	SLU	max	200	280	500
		min	-120	-200	-400
	SLV	max	250	150	150
		min	-200	-140	-250

7.6.1 VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE SLU E SLV

7.6.1.1 MURO FRONTALE

Si determinano i valori di resistenza della sezione avente le seguenti caratteristiche geometriche:

$$b = 1.00\text{m}$$

$$h = 2.90\text{m}$$

$$c = 0.04\text{m}$$

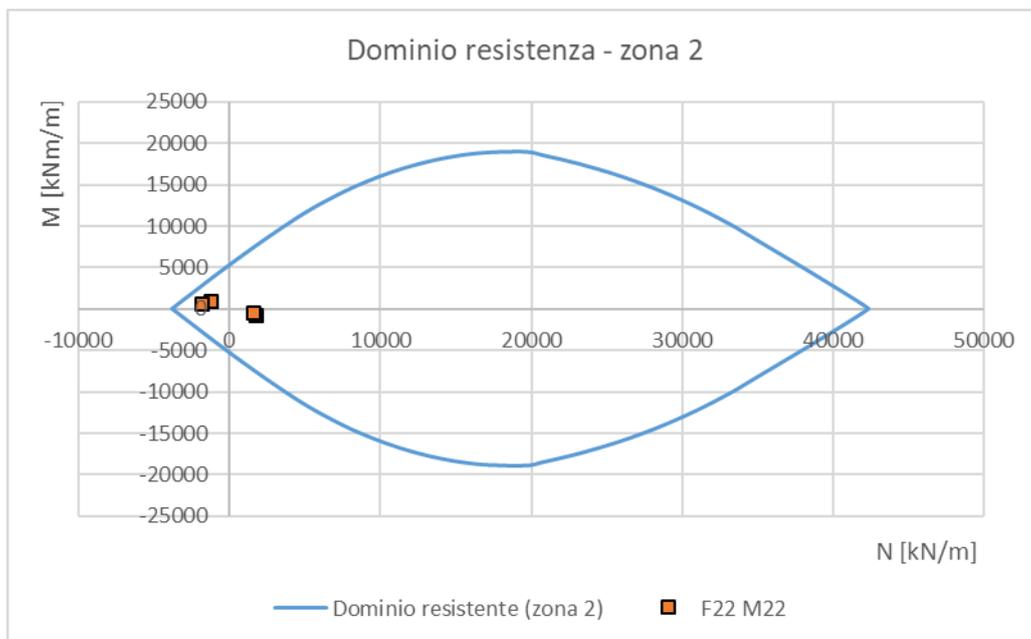
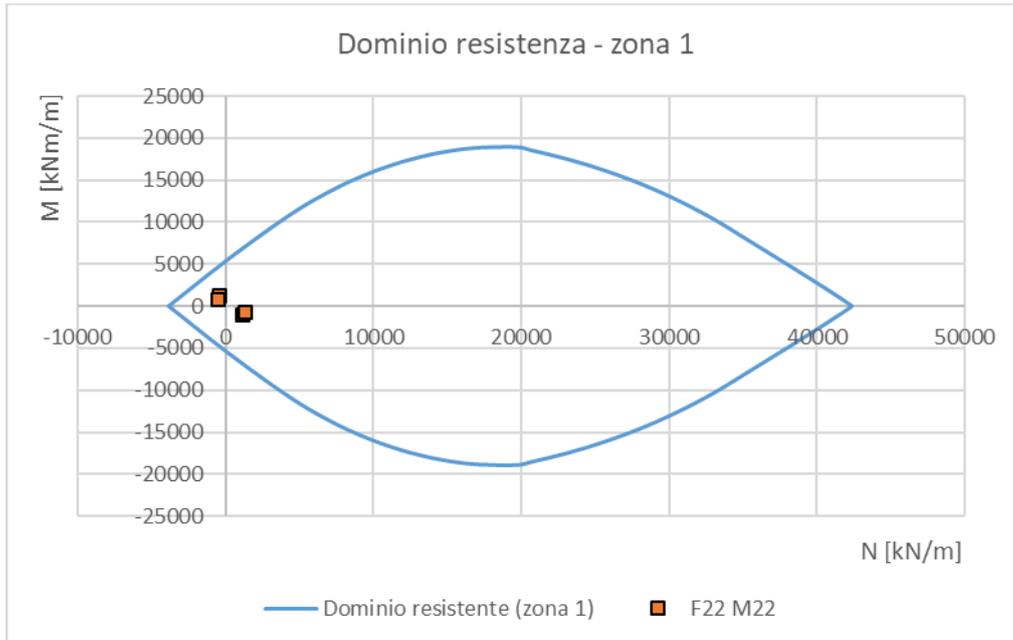
L'armatura di flessione che viene posta nei muri frontali è la seguente:

		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
vert	esterna	26	20	5	24	20	5	49.17
	interna	26	20	5	24	20	5	49.17
orizz	esterna	24	20	5	-	20	5	22.62
	interna	24	20	5	-	20	5	22.62

		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
vert	esterna	26	20	5	24	20	5	49.17
	interna	26	20	5	24	20	5	49.17
orizz	esterna	26	20	5	-	20	5	26.55
	interna	26	20	5	-	20	5	26.55

Presso-flessione verticale

Si riportano i domini di resistenza (Nrd, MRd) per la presso-flessione verticale:



Nota: trazione negativa, compressione positiva.

Le verifiche sono soddisfatte.

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 007</td> <td>B</td> <td>101 di 169</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	101 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	101 di 169								

Flessione orizzontale

Per la flessione orizzontale, si decide, cautelativamente, di trascurare l'azione F11 se di compressione, mentre si considera nel caso in cui sia di trazione (negativa).

zona 1

	MRd (kNm/m)	N ed (kN/m)	MEd max (kNm/m)
orizz -	-2079	1000	-100
orizz +	963	-1000	180

zona 2

	MRd (kNm/m)	N ed (kN/m)	MEd max (kNm/m)
orizz -	-810	-1500	-400
orizz +	2080	1300	800

- se trazione

Le verifiche sono soddisfatte.

7.6.1.2 MURO PARAGHIAIA

Si determinano i valori di resistenza della sezione avente le seguenti caratteristiche geometriche:

$$b = 1.00m$$

$$h = 0.50m$$

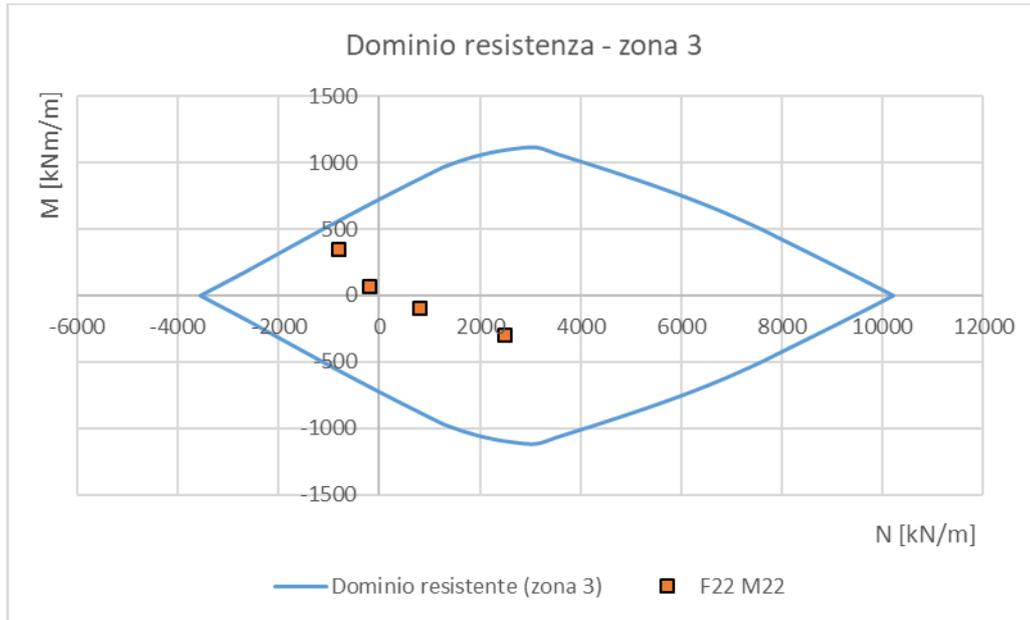
$$c = 0.04m$$

L'armatura di flessione che viene posta nei muri paraghiaia è la seguente:

		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
vert	esterna	26	20	5	22	20	5	45.55
	interna	26	20	5	22	20	5	45.55
orizz	esterna	26	20	5	22	20	5	45.55
	interna	26	20	5	22	20	5	45.55

Presso-flessione verticale

Si riportano i domini di resistenza (Nrd, MRd) per la presso-flessione verticale:



Nota: trazione negativa, compressione positiva.

Le verifiche sono soddisfatte.

Flessione orizzontale

Per la flessione orizzontale, si decide, cautelativamente, di trascurare l'azione F11 se di compressione, mentre si considera nel caso in cui sia di trazione (negativa).

zona 3

		MRd (kNm/m)
orizz	orizz -	430
	orizz +	-526

N ed (kN/m)	MEd max (kNm/m)
1700	140
-1000	-300

- se trazione

7.6.1 VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV

Si effettua la verifica senza armatura resistente a taglio per le tre zone, secondo quanto prescritto nelle NTC 2018:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

<i>direzione verticale</i>		zona 1	zona 2	zona 3	
classe cls	Rck	40	40	40	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	33	33	N/mm ²
	fcd	19	19	19	
coeff. parziale	γc	1.5	1.5	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	2900	2900	500	mm
altezza utile	d	2847	2847	460	mm
area della sezione	Asez	2847000	2847000	460000	mm ²
area armatura totale	Af tot	4917	4917	4555	mm ²
percentuale di armatura	ρl	0.0017	0.0017	0.0099	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	1	N
	σcp	0.00	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.27	1.27	1.66	
	vmin	0.29	0.29	0.43	
taglio resistente	Vrd1	774	774	293	kN
	Vrd2	817	817	198	kN
taglio sollecitante	Ved	150	400	200	kN
	γRd	1	1	2	
	Vrd	817	817	147	kN
	Ved	<	<	>	Vrd
		verifica	verifica	non verifica	

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	104 di 169

direzione orizzontale

		zona 1	zona 2	zona 3	
classe cls	Rck	40	40	40	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	33	33	33	N/mm ²
	fcd	19	19	19	
coeff. parziale	γc	1.5	1.5	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	2900	2900	500	mm
altezza utile	d	2822	2821	460	mm
area della sezione	Asez	2822000	2821000	460000	mm ²
area armatura totale	Af tot	2262	2655	4555	mm ²
percentuale di armatura	ρl	0.0008	0.0009	0.0099	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	1	N
	σcp	0.00	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.27	1.27	1.66	
	vmin	0.29	0.29	0.43	
taglio resistente	Vrd1	594	627	293	kN
	Vrd2	811	811	198	kN

taglio sollecitante	Ved	250	280	500	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γRd	1	1	2	
	Vrd	811	811	147	kN

Ved	<	<	>	Vrd
	verifica	verifica	non verifica	

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	105 di 169

In entrambe le direzioni la verifica a taglio per il muro paraghiaia non è soddisfatta, si introduce, pertanto, una armatura resistente a taglio: $\phi 14/20 \times 20$.

classe cls	R_{ck}	40	N/mm ²
Concrete class	f_{ck}	33	N/mm ²
	f_{cd}	19	
	γ_c	1.5	
larghezza membratura resistente a taglio	b_w	1000	mm
altezza membratura resistente a taglio	H	500	mm
altezza utile	d	447	mm
area della sezione	A_{TOT}	447000	mm ²
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.00	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe	ϕ_w	14	mm
area staffe	A_{ϕ_w}	154	mm ²
0.9 d	z	402	mm
passo	s_w	200	mm
	n° bracci	5.000	
angolo di inclinazione	θ	45.0	°
valore compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura	α	45	°
	$\cot(\alpha)$	1.00	
	A_{s_w} / s_w	3.85	mm ² /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	857	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	3784	kN

Taglio sollecitante	V_{Ed}	500	kN
Taglio resistente	V_{Rd}	857	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

7.6.1 VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE

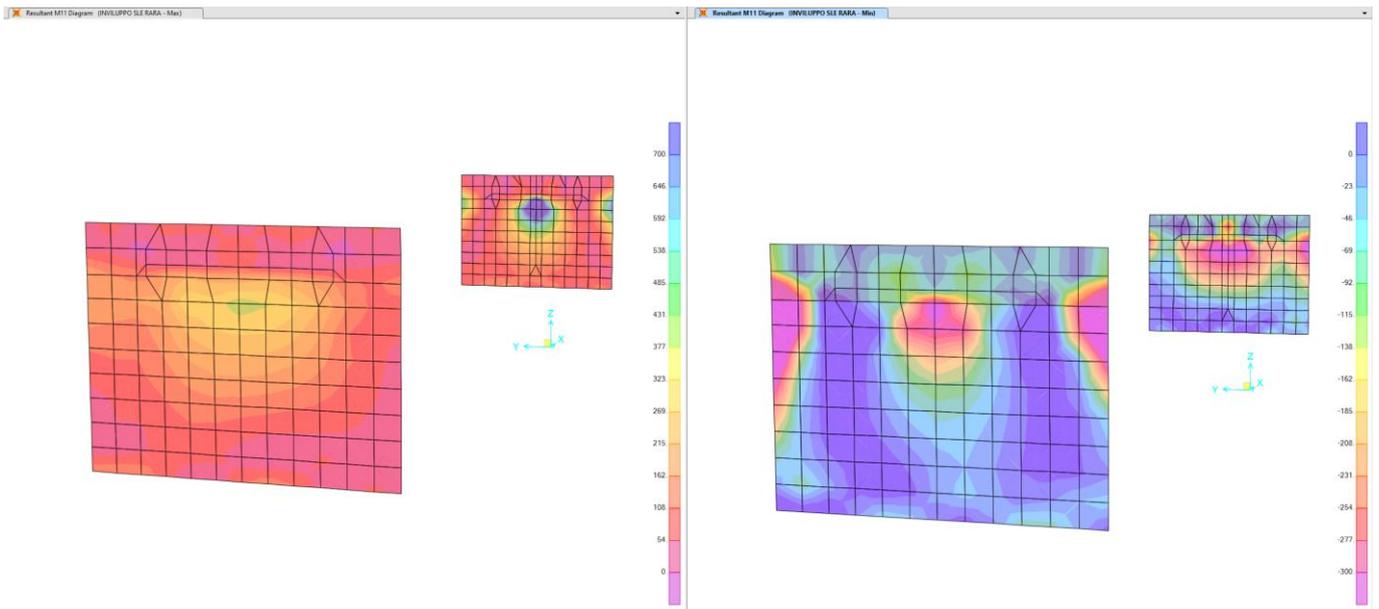


Figura 55 – Sollecitazione M11-SLE RARA

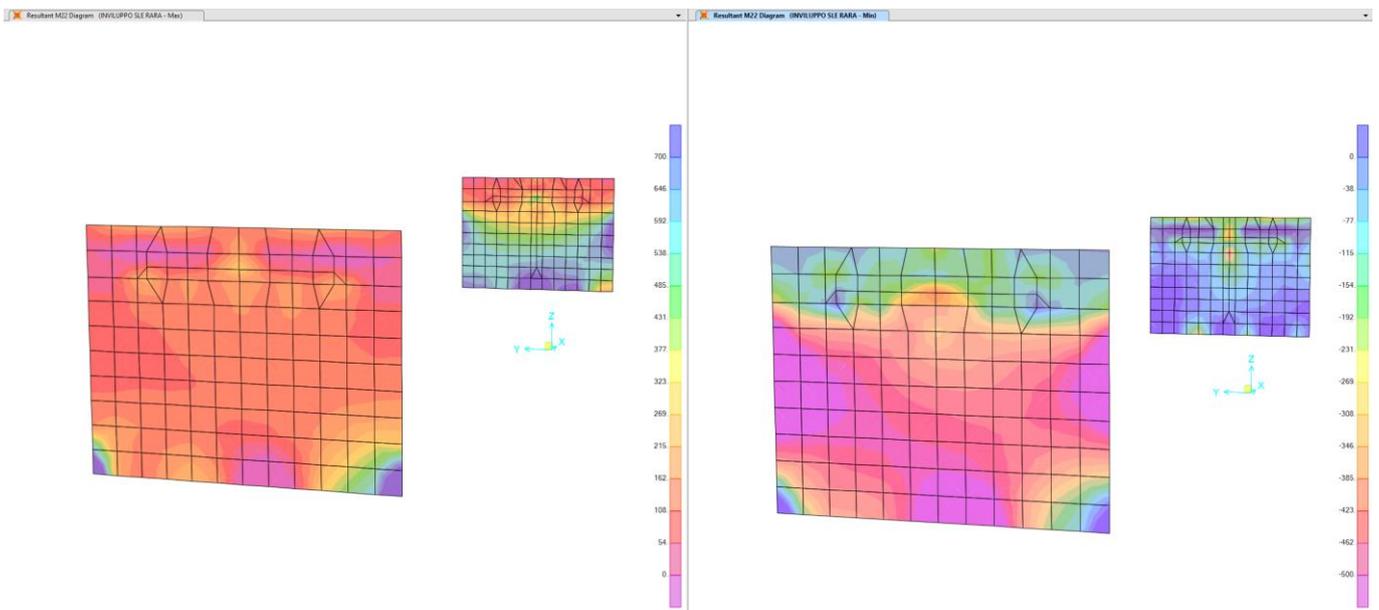


Figura 56 – Sollecitazione M22-SLE RARA

I valori di momento massimo in combinazione SLE rara sono riportati nella tabella seguente.

		+ trazione; - compressione			
		zona 1	zona 2	zona 3	
M11 (kNm/m)	SLE RARA	max	100	250	60
		min	-20	-150	-50
M22 (kNm/m)	SLE RARA	max	500	450	120
		min	-450	-450	-150

Direzione verticale

INPUT		OUTPUT
B sez	1000 mm	ε sm -ε cm 1.10E-04 - distanza max fessure s r, max 3.86E+02 mm ampiezza fessure: wk 0.0423 mm LIMITE 0.30 mm Sez. verificata
h sez	2900 mm	
y ferro	77 mm	
Φ (barre) 1	26 mm	
n.barre 1	5 -	
Φ (barre) 2	24 mm	
n.barre 2	5 -	
Φ eq	25.04 mm	
n.barre tot	10 -	
cls C	40 MPa	
x AN	523 mm	
σs	37.65 MPa	
kt	0.6 -	
k1	0.8 -	
k2	0.5 -	
k3	3.4 -	
k4	0.425 -	

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale_zona1_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996

Titolo: _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	290	1	49.17	5
			2	49.17	285

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 0 500 kNm
M yEd 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} 10 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 391.3 N/mm²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm²	f _{cd} 13.28
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
ε _{syd} 1.957 ‰	σ _{c,adm} 9.75
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.6
	τ _{c1} 1.829

σ_c -0.5641 N/mm²
σ_s 37.65 N/mm²

Verifica

ε_s 0.1882 ‰
d 285 cm
x 52.3 x/d 0.1835
δ 0.7

N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	108 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	9.87E-05
h sez	2900 mm	distanza max fessure	
y ferro	77 mm	s r, max	3.86E+02 mm
Φ (barre) 1	26 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.0381 mm
Φ (barre) 2	24 mm	LIMITE	0.30 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata	
Φ eq	25.04 mm		
n.barre tot	10 -		
cls C	40 MPa		
x AN	523 mm		
σ_s	33.9 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale_zona2_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	290	1	49.17	5
			2	49.17	285

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 450 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{ct1} 1.829

σ_c -0.5077 N/mm²
 σ_s 33.88 N/mm²
 ϵ_s 0.1694 ‰
 d 285 cm
 x 52.3 x/d 0.1835
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	109 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.93E-04 -
h sez	500 mm	distanza max fessure	
y ferro	75 mm	s r, max	2.59E+02 mm
Φ (barre) 1	26 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.0499 mm
Φ (barre) 2	22 mm	LIMITE	0.30 mm
n.barre 2	20 -	Sez. verificata	
Φ eq	22.91 mm		
n.barre tot	25 -		
cls C	40 MPa		
x AN	158.3 mm		
σ_s	66.15 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro parghiaia_zona3_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	45.55	5
			2	45.55	45

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -1.197 N/mm²
 σ_s 33.07 N/mm²
 ϵ_s 0.1654 ‰
 d 45 cm
 x 15.83 x/d 0.3518
 δ 0.8797

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	110 di 169

Direzione orizzontale

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	4.72E-05 -
h sez	2900 mm	distanza max fessure	
y ferro	52 mm	s r, max	2.53E+02 mm
Φ (barre) 1	24 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.0120 mm
Φ (barre) 2	0 mm	LIMITE	0.30 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata	
Φ eq	24 mm		
n.barre tot	10 -		
cls C	40 MPa		
x AN	380.9 mm		
σ_s	16.2 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale_zona1_orizz

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	290	1	22.62	5
			2	22.62	285

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 Metodo n S.L.U.

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 0 100 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² T_{co} 0.6
 T_{c1} 1.829

σ_c -0.1663 N/mm²
 σ_s 16.17 N/mm²
 ϵ_s 0.08087 ‰
 d 285 cm
 x 38.09 x/d 0.1337
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	111 di 169

INPUT		OUTPUT
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 1.00E-04 -
h sez	2900 mm	distanza max fessure
y ferro	53 mm	s r, max 2.46E+02 mm
Φ (barre) 1	26 mm	ampiezza fessure:
n.barre 1	5 -	wk 0.0248 mm
Φ (barre) 2	0 mm	LIMITE 0.30 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata
Φ eq	26.00 mm	
n.barre tot	10 -	
cls C	40 MPa	
x AN	407.5 mm	
σ_s	34.5 MPa	
kt	0.6 -	
k1	0.8 -	
k2	0.5 -	
k3	3.4 -	
k4	0.425 -	

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale_zona2_orizz

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	290	1	26.55	5
			2	26.55	285

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} -1500 0 kN
 M_{xEd} 0 250 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{oc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -0.3841 N/mm²
 σ_s 34.53 N/mm²
 ϵ_s 0.1727 ‰
 d 285 cm
 x 40.75 x/d 0.143
 δ 0.7

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	112 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	9.64E-05 -
h sez	500 mm	distanza max fessure	
y ferro	75 mm	s r, max	3.16E+02 mm
Φ (barre) 1	26 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.0305 mm
Φ (barre) 2	22 mm	LIMITE	0.30 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata	
Φ eq	24.17 mm		
n.barre tot	10 -		
cls C	40 MPa		
x AN	158.3 mm		
σ_s	33.1 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro parghiaia_zona3_vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	50	1	45.55	5
			2	45.55	45

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm²	f_{cd} 13.28
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6
	τ_{c1} 1.829

σ_c -1.197 N/mm²
 σ_s 33.07 N/mm²

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

ϵ_s 0.1654 ‰
d 45 cm
x 15.83 w/d 0.3518
 δ 0.8797

7.7 VERIFICA IMPALCATO A TRAVI PREFABBRICATE

Per la trave prefabbricata si effettua una verifica che tiene conto delle fasi di realizzazione del manufatto. Durante la fase di getto della soletta di completamento la stessa trave è appoggiata all'estremità sui setti verticali ed è soggetta al peso proprio e al peso del getto di completamento.

7.7.1 FASE I

La sezione resistente è composta dalla sola trave prefabbricata in c.a..

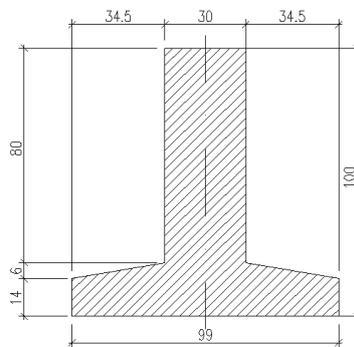


Figura 57 – Sezione trave prefabbricata – fase I

h anima	800	mm
sp anima	300	mm
h tot	1000	mm
B inf	990	mm
area tot	4.17E-01	m ²
Lc	13.7	m

Carichi agenti:

- peso proprio $g_1 = 10.4$ kN/m

Si calcolano le sollecitazioni massime per la singola trave, considerando lo schema di trave semplicemente appoggiata:

M max =	244.6	kNm	mezzeria
V max =	71.4	kN	appoggio

Per tener conto degli effetti dinamici durante la fase di trasporto si incrementano le sollecitazioni sopra riportate del 30%:

Med,1fase =	318.0	kNm
Ved,1fase =	92.8	kN

7.7.2 FASE II

In questa fase il getto di completamento, non indurito, grava sulla trave prefabbricata:

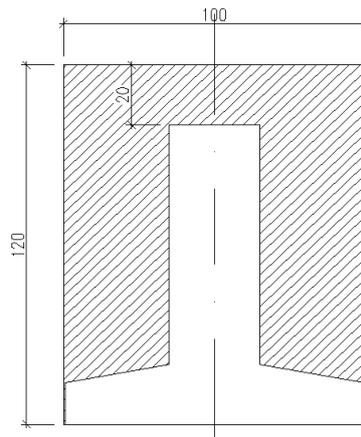


Figura 58 – Sezione trave prefabbricata – fase II

Area getto cls = 7.83E-01 m²

$g_2 = 19.6 \text{ kN/m}$

Si calcolano le sollecitazioni massime per la singola trave, considerando lo schema di trave semplicemente appoggiata:

M max = 459.3 kNm mezzeria
V max = 134.1 kN appoggio

Sommando le sollecitazioni le due fasi, si ottiene:

Med,2fase = 318 kNm + 459.3 kNm = 777.2 kNm (mezzeria)

Ved,2fase = 92.8 kN + 134.1 kN = 226.9 kN (appoggio)

Infine, in combinazione SLU si ha:

Med, SLU = 1.35 * 777.2 kNm = 1049 kNm (mezzeria)

Ved, SLU = 1.35 * 226.9 kN = 306 kN (appoggio)

7.7.3 VERIFICA A FLESSIONE FASE I + FASE II

	fi	passo	num ferri	A tot
	mm	cm	-	cm ²
armatura superiore	24	10	3	13.57
armatura inferiore 1° strato	24	10	10	45.24
armatura inferiore 2° strato	24	10	11	49.76

Si calcola il momento resistente della trave prefabbricata:

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave prefabbricata_mezzeria

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° Vertici: 8 Zoom N° barre: 3 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-49.5	0
2	49.5	0
3	49.5	14
4	15	20
5	15	100
6	-15	100

N°	As [cm ²]	x [cm]	y [cm]
1	13.57	0	94
2	45.24	0	10
3	49.76	0	6

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 60 kNm
M_{yEd} 0

Materiali
B450C C35/45

ε_{su} 10 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.59
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 13.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.8
τ_{c1} 2.257

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio elastico

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

M_{xRd} 2'308 kNm
σ_c -18.59 N/mm²
σ_s 369.9 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 1.849 ‰
d 94 cm
x 61.5 x/d 0.6543
δ 1

M_{rd} = 2308 kNm > M_{ed} = 1049 kNm

La verifica è soddisfatta.

7.7.4 VERIFICA A TAGLIO FASE I + FASE II

Si esegue la verifica a taglio considerando solo la porzione di anima ($b \times h = 30\text{cm} \times 100\text{cm}$) come elemento resistente, armata con staffe $\phi 12$ con passo 75mm a due braccia.

classe cls	R_{ck}	45	N/mm ²
	f_{ck}	37	N/mm ²
	f_{cd}	21.2	
	γ_c	1.5	
larghezza membratura resistente a taglio	b_w	300	mm
altezza membratura resistente a taglio	H	1000	mm
altezza utile	d	900	mm
area della sezione	A_{TOT}	270000	mm ²
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.00	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe	ϕ_w	12	mm
area staffe	A_{ϕ_w}	113	mm ²
0.9 d	z	810	mm
passo	s_w	75	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione	θ	45.0	°
valore compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	A_{s_w} / s_w	3.02	mm ² /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	956	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	1286	kN

Taglio sollecitante	V_{Ed}	306	kN
Taglio resistente	V_{Rd}	956	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI0505 007</td> <td>B</td> <td>117 di 169</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	117 di 169
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	117 di 169								

7.7.5 FASE III

Quando il getto di completamento in cls fa presa, solidarizza le travi prefabbricate ai piedritti, dando luogo ad un vero e proprio telaio.

Questo comporta un cambiamento dello schema statico, pertanto, si considera che la generica sollecitazione sia data dalla seguente formulazione:

$$S_v = S_i(g_1) + [S_f(g_1) - S_i(g_1)] \times K_v$$

Dove:

S_i = sollecitazione secondo lo schema iniziale

S_f = sollecitazione secondo lo schema finale

$K_v = \varphi / (1 + \chi\varphi)$ coefficiente che dipende dalla viscosità

Ipotizzando un tempo compreso tra $8 < t_0 < 60$ gg, si ottiene:

h	1.2	m	
b	1.0	m	
Ac	1.2	m ²	area cls
u	2	m	perimetro esposto
φ	1.82		
χ	0.8		coefficiente di invecchiamento
α	120	cm	= $2 \cdot Ac / u$
k_v	0.741		

Le sollecitazioni flettenti per il peso proprio (dead) ottenute dal modello agli elementi finiti sono:

	mezzeria	incastro setti	
M (dead)	305	-313	kNm/m

Per i pesi propri strutturali (peso proprio travi prefabbricate e getto in c.a.) si considera la sollecitazione di flessione data dall'espressione scritta in precedenza:

$$M_v \text{ fase III } (g_1) = M_i (g_1) + [M_f (g_1) - M_i (g_1)] \cdot K_v$$

Si ottiene:

	mezzeria	appoggio		
Mi (g1)	777	0	kNm	sollecitazione schema iniziale (fase II)
Mf (g1)	305	-313	kNm	sollecitazione schema finale (da sap)
Mv (g1)	427	-232	kNm	

Per tutti gli altri carichi si considerano le sollecitazioni ottenute dal modello EF.

	mezzeria	appoggio	
M slu senza g1	1171	-676	kNm
Mv slu	1747	-990	kNm

	mezzeria	appoggio	
M sle rara senza g1	759	-478	kNm
Mv sle rara	1186	-710	kNm

Dove $M_v = M \text{ senza } g_1 + M(g_1) * 1.35$

Si inserisce la seguente armatura:

	Appoggio			Mezzeria		
	fi	num ferri	A tot	fi	num ferri	A tot
	mm	-	cm2	mm	-	cm2
armatura superiore 1° strato	24	10	45.24	24	10	45.24
armatura superiore 2° strato	24	10	45.24	24	10	45.24
armatura sup trave prefabbricata	24	3	13.57	24	3	13.57
armatura inf trave prefabbricata 1° strato	24	0	-	24	10	45.24
armatura inf trave prefabbricata 2° strato	24	5	22.62	24	11	49.76

7.7.6 VERIFICA A FLESSIONE FASE III

A differenza della trave prefabbricata, realizzata con calcestruzzo di classe C35/45, il getto di completamento è di classe C32/40; pertanto, a favore di sicurezza, nelle verifiche che seguono si considera la sezione interamente di classe C32/40.

7.7.6.1 SEZIONE DI APPOGGIO - MOMENTO NEGATIVO

Si calcola il massimo momento resistente negativo:

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave prefabbricata_fase3

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	120

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	115
2	45.24	5
3	45.24	15
4	13.57	25

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma della sezione:

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c ‰ f_{cc}/f_{cd} ‰
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

$$M_{ed} = -990 \text{ kNm} < M_{rd} = -4041 \text{ kNm}$$

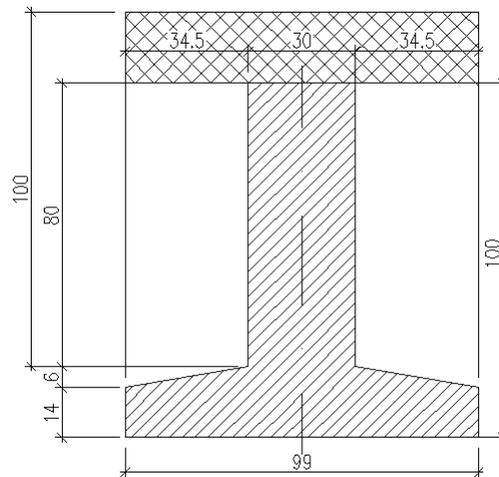
La verifica è soddisfatta.

7.7.6.2 SEZIONE DI MEZZERIA - MOMENTO POSITIVO

Per la sezione di mezzeria si considerano due condizioni: breve termine e lungo termine.

7.7.6.2.1 Breve termine

Nella condizione di breve termine, essendo appena iniziata la redistribuzione per fluage, si effettua la verifica sommando le sollecitazioni dovute al peso proprio delle prime due fasi, con le sollecitazioni dovute ai restanti carichi nella fase III, considerando come sezione di verifica quella della sola trave con la soletta superiore come di seguito illustrata:



Le sollecitazioni complessive per le prime due fasi sono:

	SLU	SLE fessurazione	
M, fase II	1049	777	kNm
M senza peso proprio	1171	759	kNm

M ed	2220	1536	kNm
-------------	-------------	-------------	------------

Verifica a flessione SLU

Si calcola il massimo momento resistente positivo:

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave+soletta_mezzeria-breve termine

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

N° Vertici 12 Zoom N° barre 5 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
5	15	100
6	50	100
7	50	120
8	-50	120
9	-50	100
10	-15	100

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	13.57	0	94
2	45.24	0	10
3	49.76	0	6
4	45.24	0	105
5	45.24	0	115

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C32/40

ε_{su} 10 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 3'936 kNm
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 2.015 ‰
ε_s 10 ‰
d 114 cm
x 19.12 x/d 0.1677
δ 0.7

$$M_{rd} = 3936 \text{ kNm} > M_{ed} = 2220 \text{ kNm}$$

La verifica è soddisfatta.

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	122 di 169

Verifica a fessurazione SLE

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave+soletta_mezzeria-breve termine

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996

Titolo: _____

N° Vertici: 12 Zoom N° barre: 5 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
5	15	100	1	13.57	0	94
6	50	100	2	45.24	0	10
7	50	120	3	49.76	0	6
8	-50	120	4	45.24	0	105
9	-50	100	5	45.24	0	115
10	-15	100				

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls Coord.[cm]

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Materiali: B450C C32/40

ε_{su}: 10 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 12.25
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.7333
τ_{c1}: 2.114

σ_c: -5.594 N/mm²
σ_s: 162.8 N/mm²
ε_s: 0.814 ‰
d: 114 cm
x: 38.77 x/d: 0.3401
δ: 0.8651

Verifica N° iterazioni: 3

Precompresso

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	1200 mm
y ferro	76 mm
Φ (barre)	24 mm
n.barre 1	10 -
Φ (barre)	24 mm
n.barre 2	10 -
Φ eq	24.00 mm
n.barre to	20 -
cls C	40 MPa
x AN	387.7 mm
σs	162.8 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
ε sm -ε cm	5.45E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	3.03E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.1654 mm
LIMITE	0.20 mm
Sez. verificata	

La verifica è soddisfatta.

7.7.6.2.2 Lungo termine

Nella condizione di lungo termine, vale quanto detto relativamente alla fase 3:

$$M_v = M_i(g_1) + [M_f(g_1) - M_i(g_1)] \times K_v$$

	SLU	SLE fessurazione	
M, fase III	576	427	kNm
M senza peso proprio	1171	759	kNm

M ed	1747	1186	kNm
-------------	-------------	-------------	------------

Le sollecitazioni sono minori rispetto al caso di breve termine, pertanto le verifiche sono automaticamente soddisfatte.

7.7.7 VERIFICA A TAGLIO FASE III

Si distinguono le sollecitazioni delle diverse fasi:

$$V_{\text{fase II}} (g_1) = 227 \text{ kN} \cdot 1.35 = 306 \text{ kN}$$

$$V_{\text{SLU, senza peso}} = 841 \text{ kN (da modello EF)}$$

Sulla sezione resistente a taglio della trave prefabbricata, agirà tutto il taglio di fase II, più una quota parte del taglio della fase III. Di conseguenza, sul riempimento in c.a. agirà la restante percentuale di taglio della fase III.

La percentuale di ripartizione del taglio può essere ricavata con due metodi, dei quali si prenderà il più gravoso per ciascuna area.

Primo metodo

Ripartizione al 50% tra trave e getto in c.a..

$$V_{\text{ed, trave}} = 306 \text{ kN} + 50\% \cdot 841 \text{ kN} = 630 \text{ kN}$$

$$V_{\text{ed, getto c.a.}} = 50\% \cdot 841 \text{ kN} = 324 \text{ kN}$$

Secondo metodo

Ripartizione in base alle aree resistenti a taglio.

$$A_v \text{ trave} = 0.24 \text{ m}^2$$

$$A_v \text{ getto} = 0.84 \text{ m}^2$$

I coefficienti di ripartizione sono:

$$\alpha \text{ trave} = A_v \text{ trave} / (A_v \text{ trave} + A_v \text{ getto}) = 0.22$$

$$\alpha \text{ getto} = A_v \text{ getto} / (A_v \text{ trave} + A_v \text{ getto}) = 0.78$$

Si ottiene:

$$V_{\text{ed, trave}} = 306 \text{ kN} + 0.22 \cdot 841 \text{ kN} = 450 \text{ kN}$$

$$V_{\text{ed, getto c.a.}} = 0.78 \cdot 841 \text{ kN} = 742 \text{ kN}$$

Di conseguenza il taglio per ciascun elemento componente l'impalcato è:

$$\mathbf{V_{ed, trave} = 630 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{V_{ed, getto} = 742 \text{ kN}}$$

7.7.7.1 VERIFICA TAGLIO TRAVE

Nella trave prefabbricata sono presenti staffe $\phi 12$ con passo 75 mm a 2 braccia.

classe cls	R_{ck}	45	N/mm ²
	f_{ck}	37	N/mm ²
	f_{cd}	21.2	
	γ_c	1.5	
larghezza membratura resistente a taglio	b_w	300	mm
altezza membratura resistente a taglio	H	1000	mm
altezza utile	d	900	mm
area della sezione	A_{TOT}	270000	mm ²
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.00	N/mm ²
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe	ϕ_w	12	mm
area staffe	A_{ϕ_w}	113	mm ²
0.9 d	z	810	mm
passo	s_w	75	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione	θ	45.0	°
valore compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	A_{s_w} / s_w	3.02	mm ² /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	956	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	1286	kN

Taglio sollecitante	V_{Ed}	630	kN
Taglio resistente	V_{Rd}	956	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

7.7.7.2 VERIFICA TAGLIO GETTO C.A.

Nel getto di completamento, per i primi 3m a partire dal filo del setto verticale, sono presenti staffe $\phi 12$ con passo 75 mm a 2 braccia.

classe cls	R_{ck}	40	N/mm^2
	f_{ck}	33	N/mm^2
	f_{cd}	18.8	
	γ_c	1.5	
larghezza membratura resistente a taglio	b_w	700	mm
altezza membratura resistente a taglio	H	1000	mm
altezza utile	d	900	mm
area della sezione	A_{TOT}	630000	mm ²
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.00	N/mm^2
	α_c	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm^2
	f_{yd}	391	N/mm^2
diametro staffe	ϕ_w	12	mm
area staffe	A_{ϕ_w}	113	mm ²
0.9 d	z	810	mm
passo	s_w	75	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione	θ	45.0	°
valore compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	A_{s_w} / s_w	3.02	mm ² /mm

Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	956	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	2667	kN

Taglio sollecitante	V_{Ed}	742	kN
Taglio resistente	V_{Rd}	956	kN

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

7.7.8 VERIFICA A FESSURAZIONE FASE III

Si effettua la verifica a fessurazione per la sezione di incastro, in cui si ha momento negativo:

Med = -710 kNm

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave prefabbricata_fase3

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	120

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	115
2	45.24	5
3	45.24	15
4	13.57	25

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-710"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C32/40
ϵ_{su} <input type="text" value="10"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰
E_s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f_{cd} <input type="text" value="17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="12.25"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co} <input type="text" value="0.7333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2.114"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	128 di 169

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	1200 mm
y ferro	76 mm
Φ (barre) 1	24 mm
n.barre 1	10 -
Φ (barre) 2	24 mm
n.barre 2	10 -
Φ eq	24.00 mm
n.barre tot	20 -
cls C	40 MPa
x AN	423.8 mm
σs	78.8 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
ε sm -ε cm	2.30E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	3.03E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.0696 mm
LIMITE	0.20 mm
Sez. verificata	

La verifica è soddisfatta.

7.8 VERIFICA SOLETTA DI FONDAZIONE

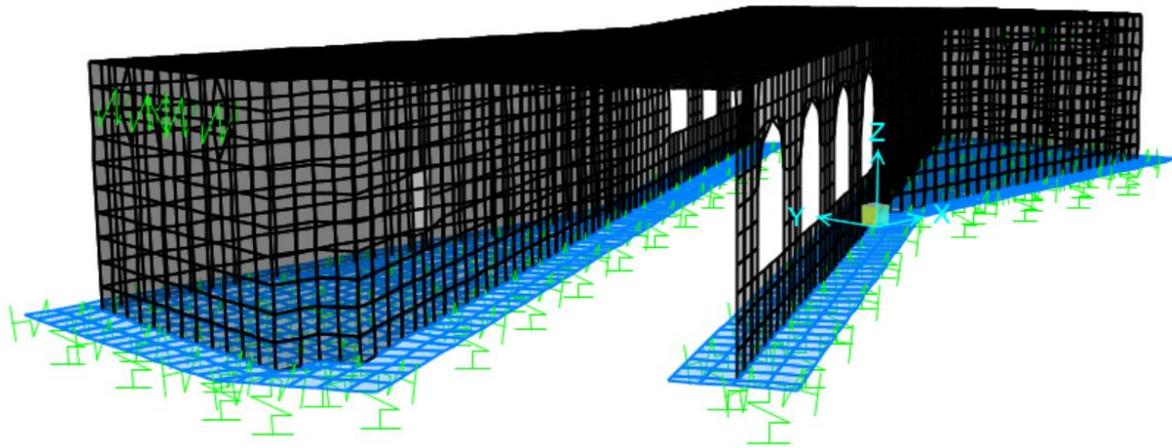


Figura 59 – Soletta di fondazione – vista prospettica

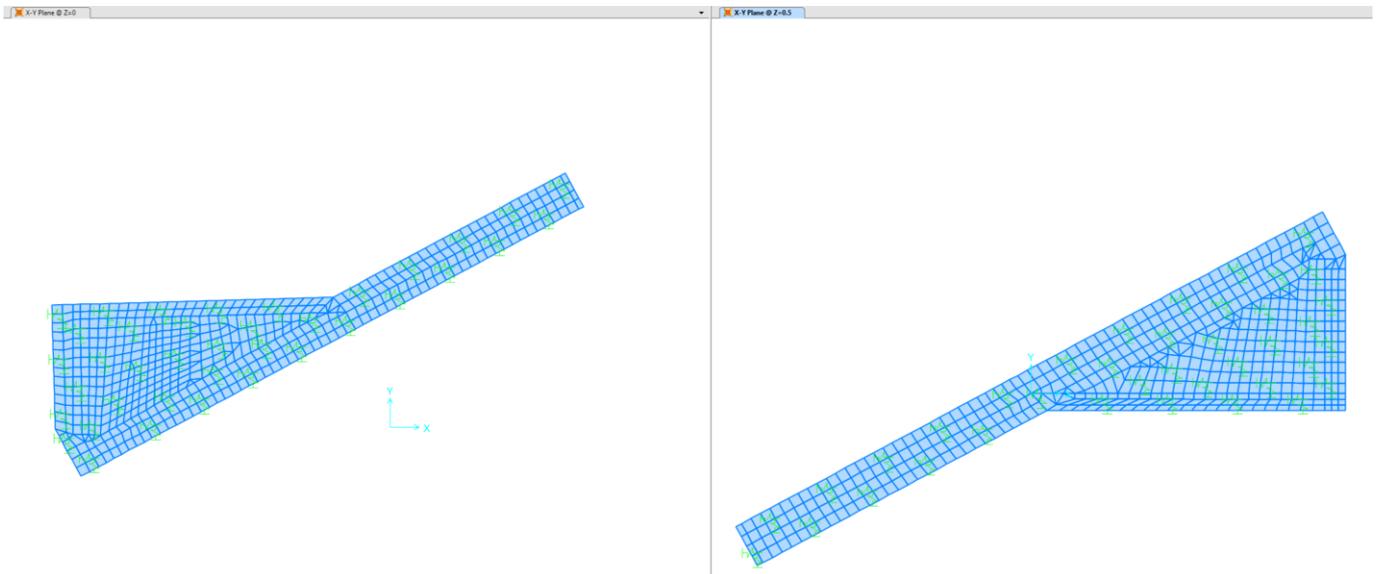


Figura 60 – Soletta di fondazione – vista in pianta

7.8.1 SOLLECITAZIONI SLU E SLV

Le immagini che seguono mostrano le sollecitazioni delle due fondazioni (lato nord e lato sud) della struttura ad archi.

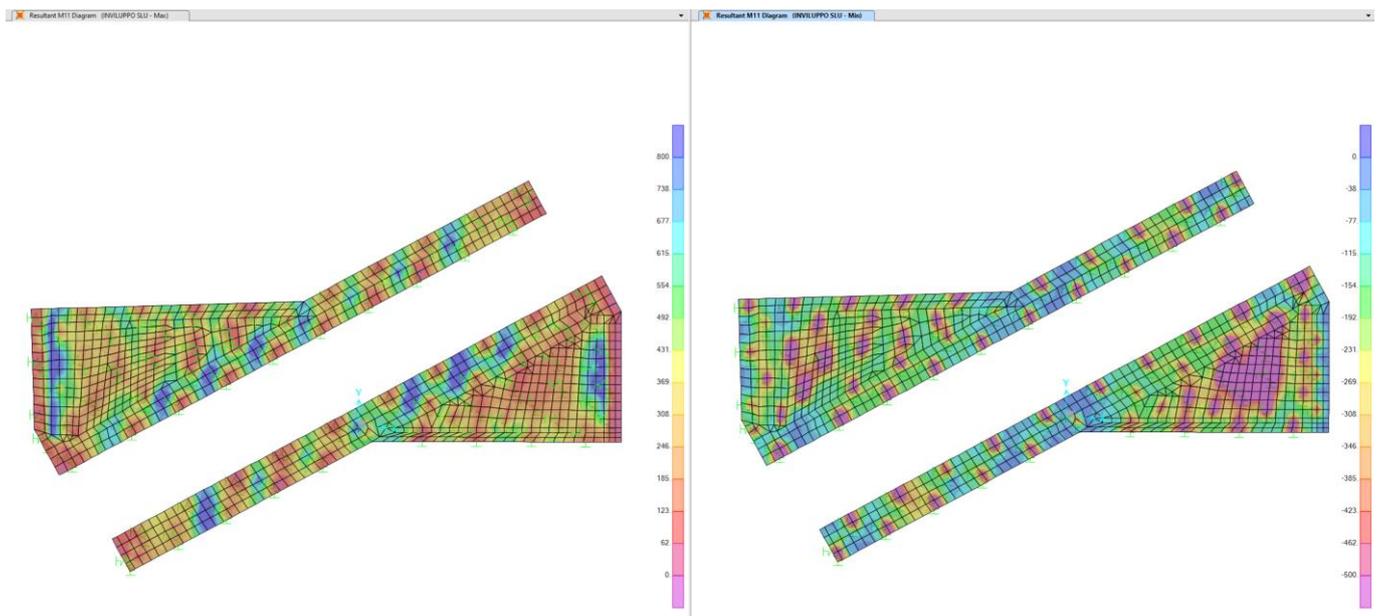


Figura 61 – Sollecitazione M11-SLU - Soletta di fondazione

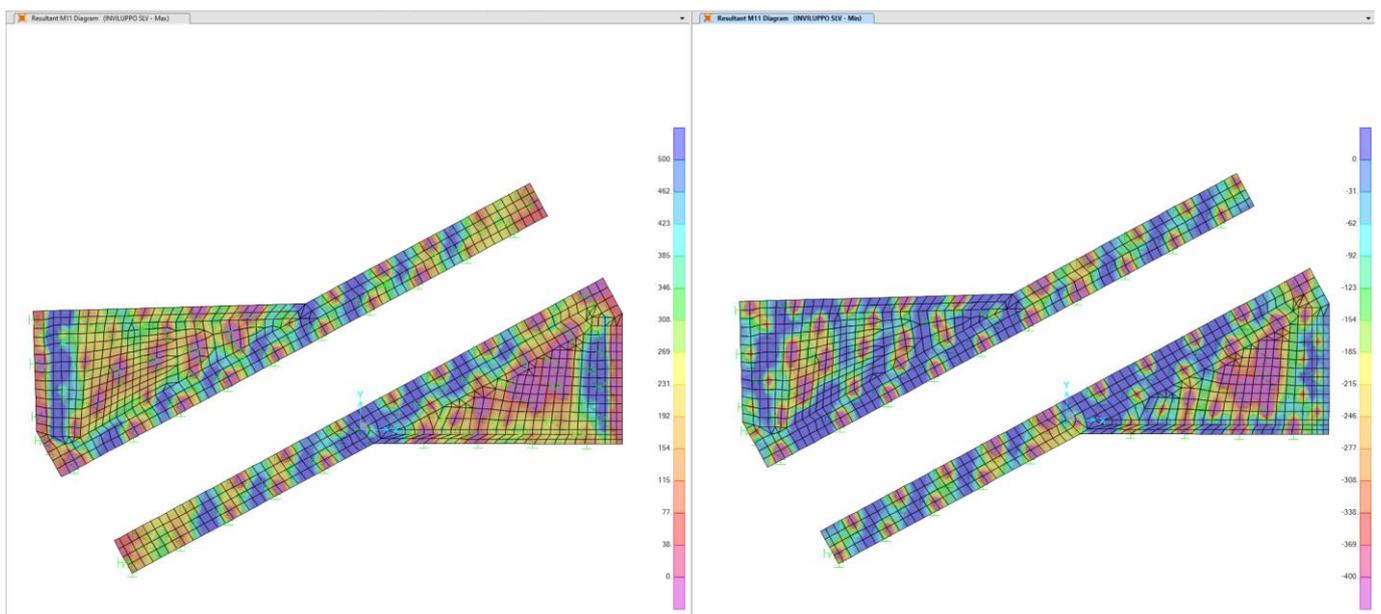


Figura 62 – Sollecitazione M11-SLV - Soletta di fondazione

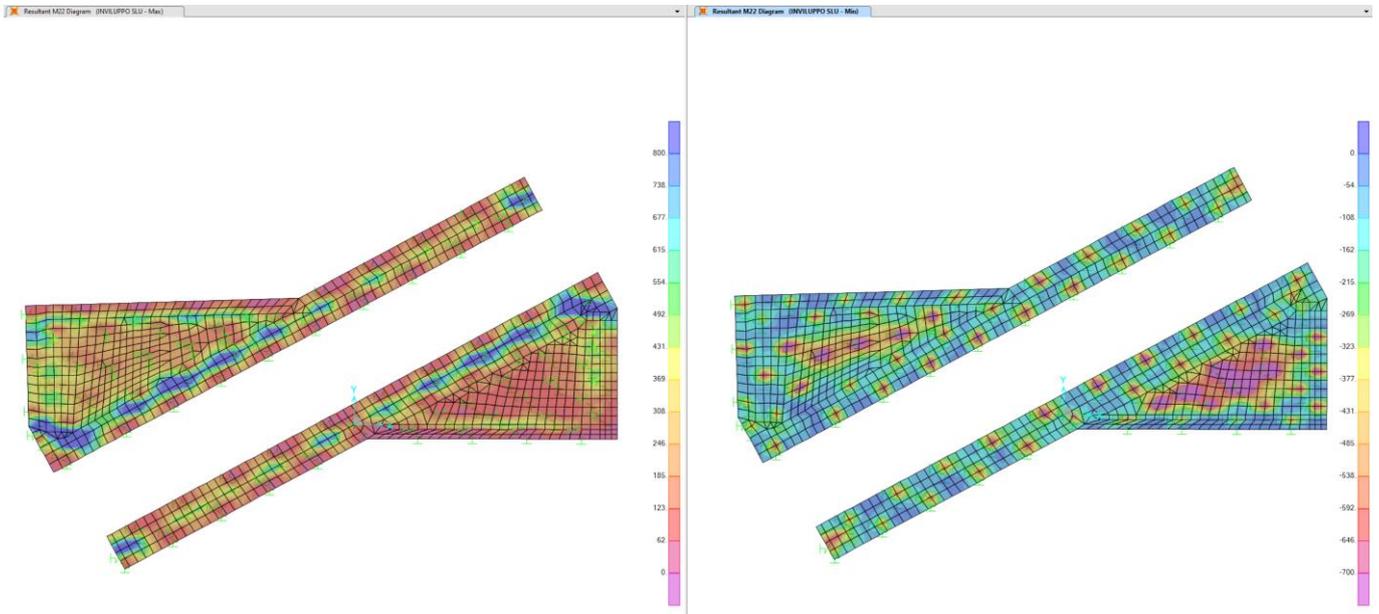


Figura 63 – Sollecitazione M22-SLU - Soletta di fondazione

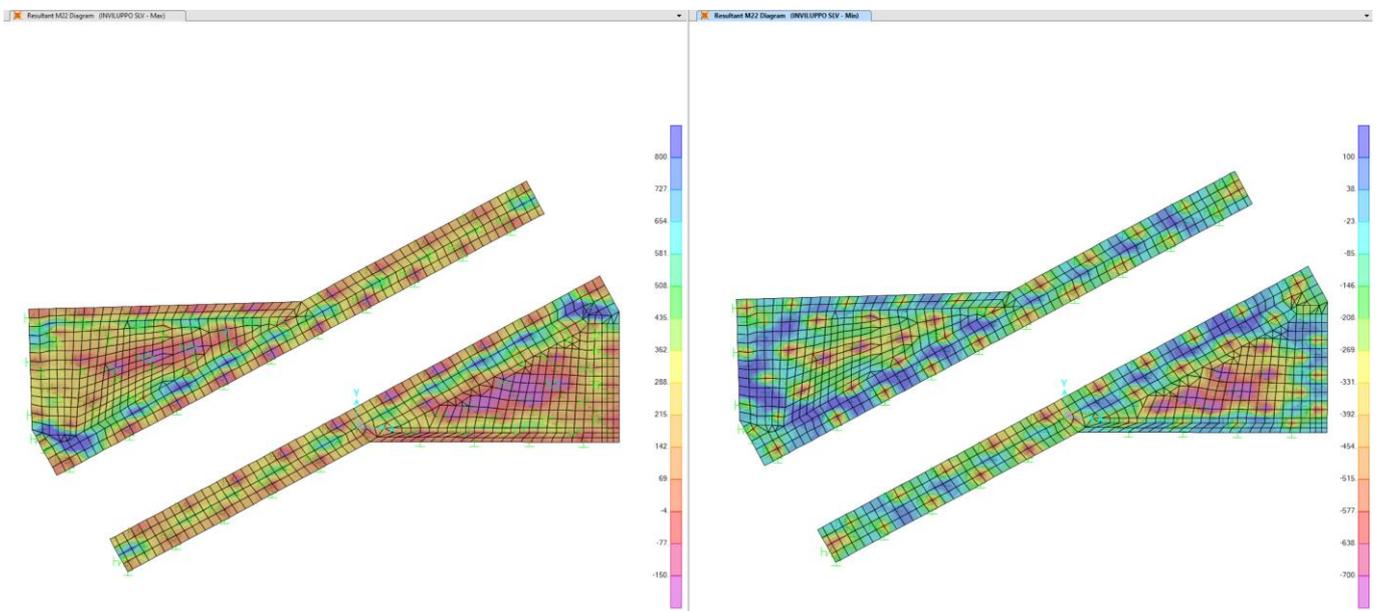


Figura 64 – Sollecitazione M22-SLV - Soletta di fondazione

Dove:

M11 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 2 (momento che inflette l'armatura longitudinale)

M22 è il momento flettente che ruota attorno all'asse 1 (momento che inflette l'armatura trasversale)

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	132 di 169

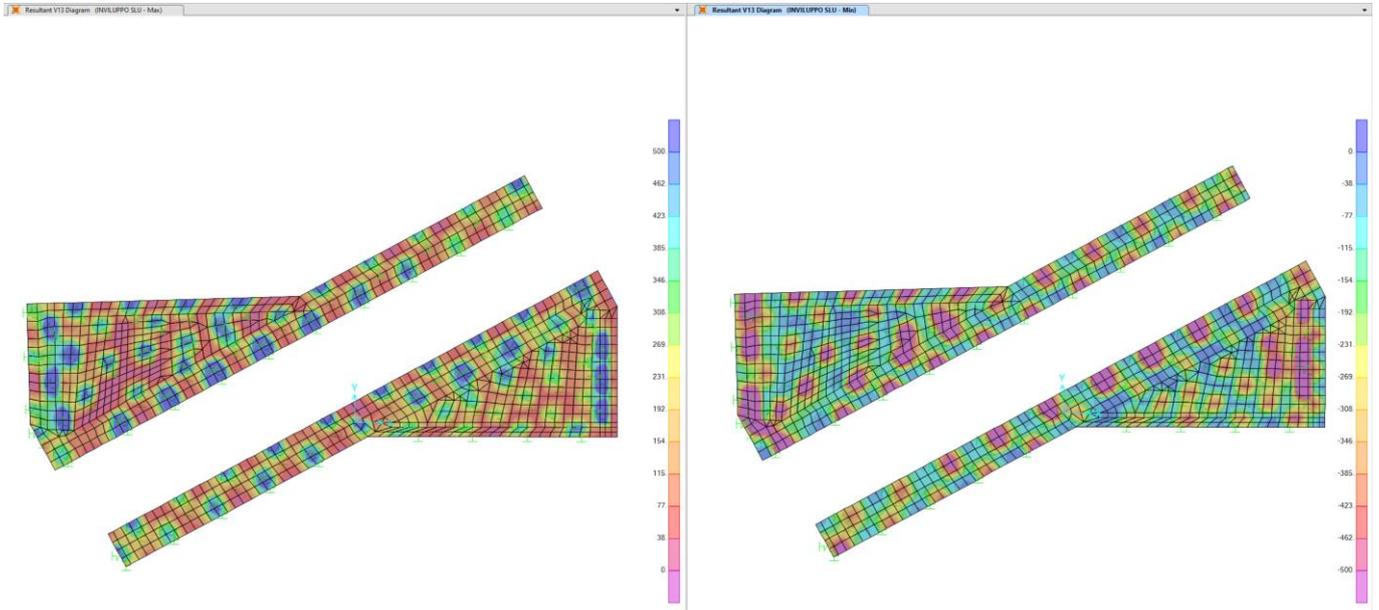


Figura 65 – Sollecitazione V13-SLU - Soletta di fondazione

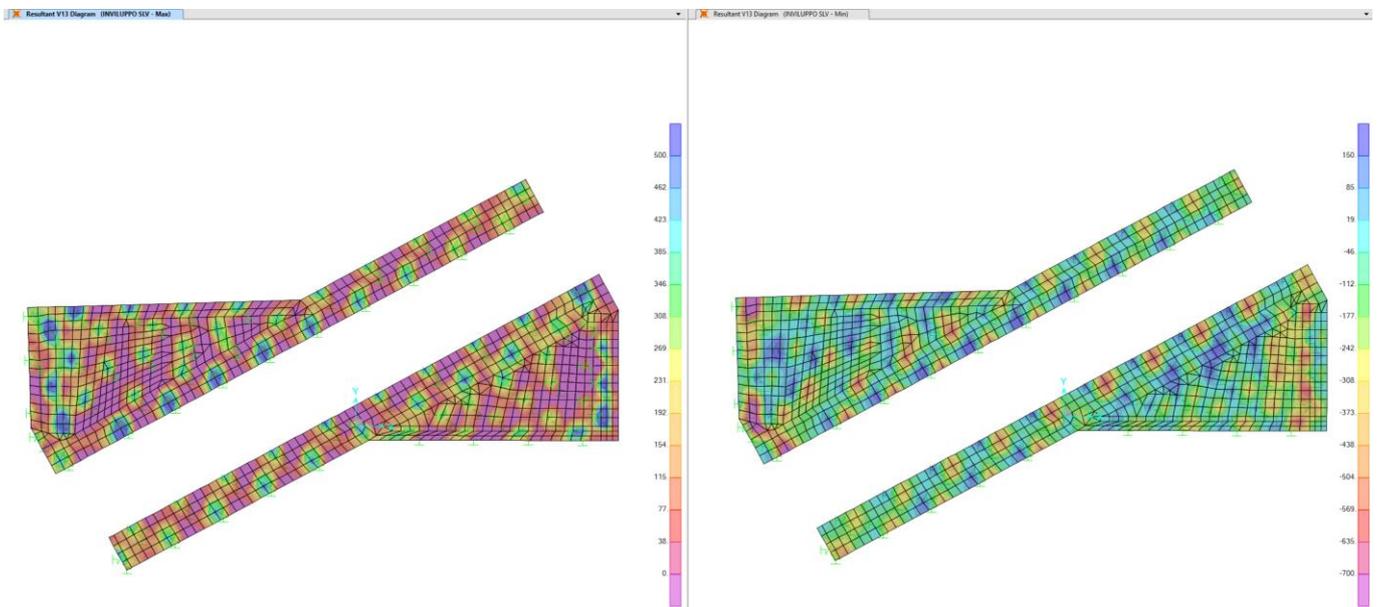


Figura 66 – Sollecitazione V13-SLV - Soletta di fondazione

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	133 di 169

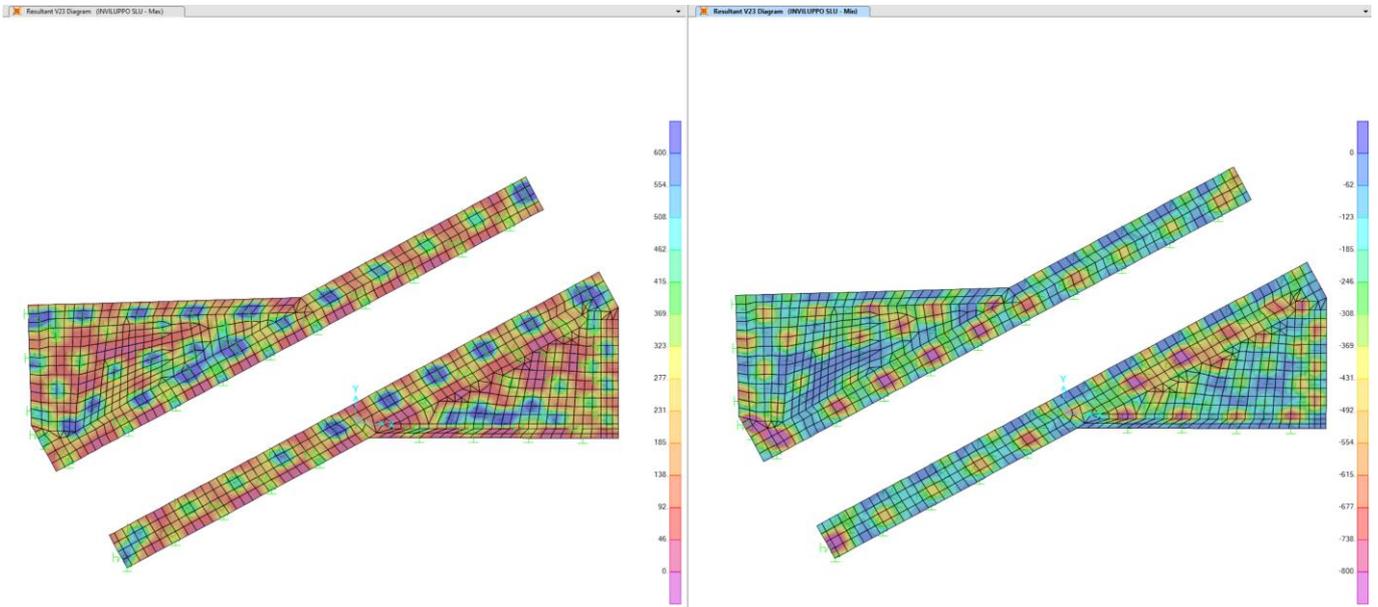


Figura 67 – Sollecitazione V23-SLU - Soletta di fondazione

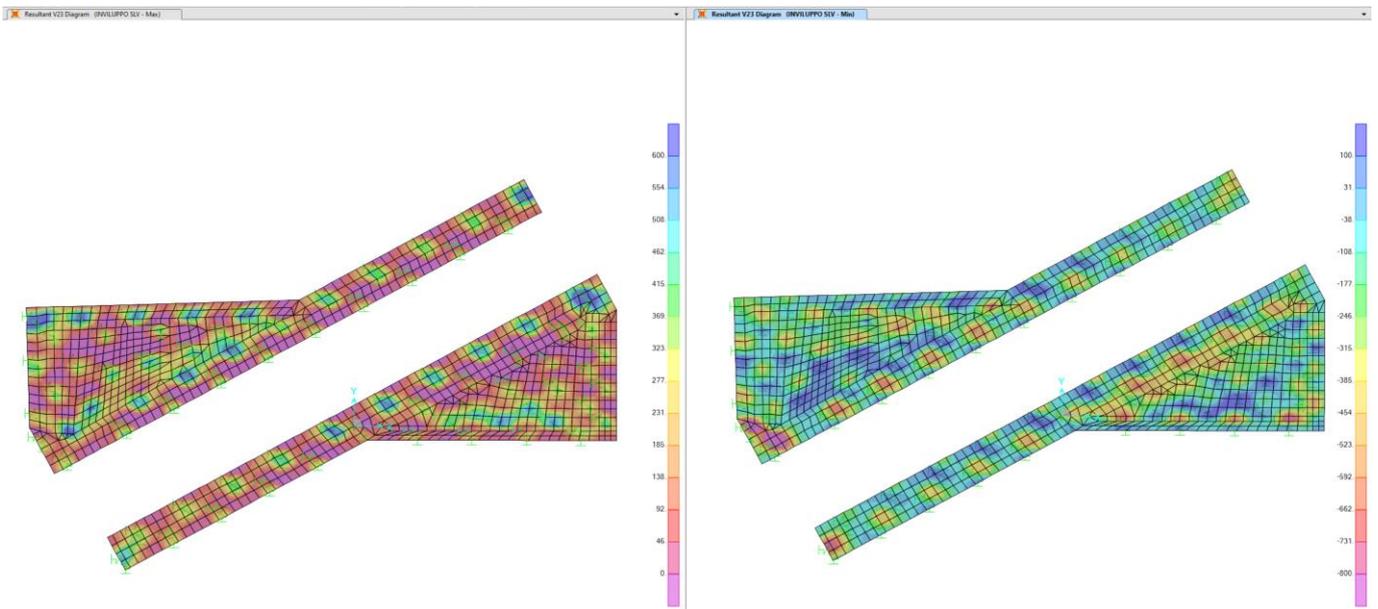


Figura 68 – Sollecitazione V23-SLV - Soletta di fondazione

Dove:

V13 e V23 sono i tagli nelle due direzioni.

Le verifiche a taglio e a flessione sono effettuate considerando tre zone:

- Zona 1: attacco dei setti verticali di spessore 1.20m (armatura trasversale inferiore)
- Zona 2: attacco dei muri frontali di spessore 2.90m (armatura longitudinale inferiore)
- Zona 3: zona centrale interna ai setti verticali (armatura longitudinale e trasversale superiore)

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni flettenti M11 e M22 in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			“setti”	“frontale”	“centro”
			Zona 1	Zona 2	Zona 3
M11 (kNm/m)	SLU	max	-	1000	500
		min	-	-500	-1200
	SLV	max	-	800	500
		min	-	-300	-650
M22 (kNm/m)	SLU	max	800	-	450
		min	-700	-	-850
	SLV	max	500	-	400
		min	-400	-	-700

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni taglianti V12 e V23 in combinazione SLU e SLV sono i seguenti:

			“setti”	“frontale”	“centro”
			Zona 1	Zona 2	Zona 3
V13 (kN/m)	SLU	max	-	400	350
		min	-	-450	-350
	SLV	max	-	450	400
		min	-	-450	-400
V23 (kN/m)	SLU	max	450	-	400
		min	-450	-	-300
	SLV	max	350	-	300
		min	-450	-	-300

7.8.1 VERIFICA A FLESSIONE SLU E SLV

Si calcolano i momenti resistenti (MRd) della sezione avente le seguenti caratteristiche geometriche:

$$b = 1.00\text{m}$$

$$h = 2.00\text{m}$$

$$c = 0.05\text{m}$$

L'armatura di flessione che viene posta nella fondazione è:

		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
long	sup	22	20	5	-	20	5	19.01
	inf	24	20	5	-	20	5	22.62
trasv	sup	24	20	5	-	20	5	22.62
	inf	26	20	5	26	20	5	53.09

		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
long	sup	24	20	5	-	20	5	22.62
	inf	26	20	5	26	20	5	53.09
trasv	sup	22	20	5	-	20	5	19.01
	inf	24	20	5	-	20	5	22.62

		1° strato			2° strato			A (cmq/m)
		fi (mm)	passo (cm)	num/m	fi (mm)	passo (cm)	num/m	
long	sup	26	20	5	26	20	5	53.09
	inf	24	20	5	-	20	5	22.62
trasv	sup	26	20	5	26	20	5	53.09
	inf	24	20	5	-	20	5	22.62

Si calcolano i momenti resistenti:

“setti”		MRd (kNm/m)	MEd max (kNm/m)
trasv	sup	-1618	-700
	inf	3658	800

“frontale”		MRd (kNm/m)	MEd max (kNm/m)
long	sup	-1655	-500
	inf	3839	1000

“centro”		MRd (kNm/m)	MEd max (kNm/m)
long	sup	-3831	-1200
	inf	1658	500
trasv	sup	-3740	-850
	inf	1616	450

Le verifiche sono soddisfatte.

7.8.2 VERIFICA A TAGLIO SLU E SLV

Si effettua la verifica senza armatura resistente a taglio per le tre zone, secondo quanto prescritto nelle NTC 2018:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

direzione longitudinale

		zona 2	zona 3	
classe cls	Rck	35	35	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	29	29	N/mm ²
	fcd	16	16	
coeff. parziale	γ_c	1.5	1.5	
larghezza membratura resistente a V	b_w	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	1200	mm
altezza utile	d	1147	1147	mm
area della sezione	Asez	1147000	1147000	mm ²
area armatura totale	Af tot	5309	5309	mm ²
percentuale di armatura	ρ _l	0.0046	0.0046	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	N
	σ _{cp}	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.42	1.42	
	v _{min}	0.32	0.32	
taglio resistente	V_{rd1}	464	464	kN
	V_{rd2}	365	365	kN

taglio sollecitante	V_{ed}	450	400	kN
fattore di sicurezza per GR (<i>par. 7.9.5.2.2</i>)	γ_{Rd}	1	1	
	V_{rd}	464	464	kN
	V _{ed}	<	<	V _{rd}
		verifica	verifica	

direzione trasversale

		zona 1	zona 3	
classe cls	Rck	35	35	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	fck	29	29	N/mm ²
	fcd	16	16	
coeff. parziale	γ_c	1.5	1.5	
larghezza membratura resistente a V	b_w	1000	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	1200	1200	mm
altezza utile	d	1123	1122	mm
area della sezione	Asez	1123000	1122000	mm ²

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	138 di 169

area armatura totale	Af tot	5309	5309	mm ²
percentuale di armatura	ρl	0.0047	0.0047	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	0	N
	σcp	0.00	0.00	N/mm ²
	k	1.42	1.42	
	vmin	0.32	0.32	
taglio resistente	Vrd1	459	459	kN
	Vrd2	359	359	kN

taglio sollecitante	Ved	450	400	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ _{Rd}	1	1	
	Vrd	459	459	kN
	Ved	<	<	Vrd
		verifica	verifica	

7.8.3 VERIFICA SLE DI FESSURAZIONE

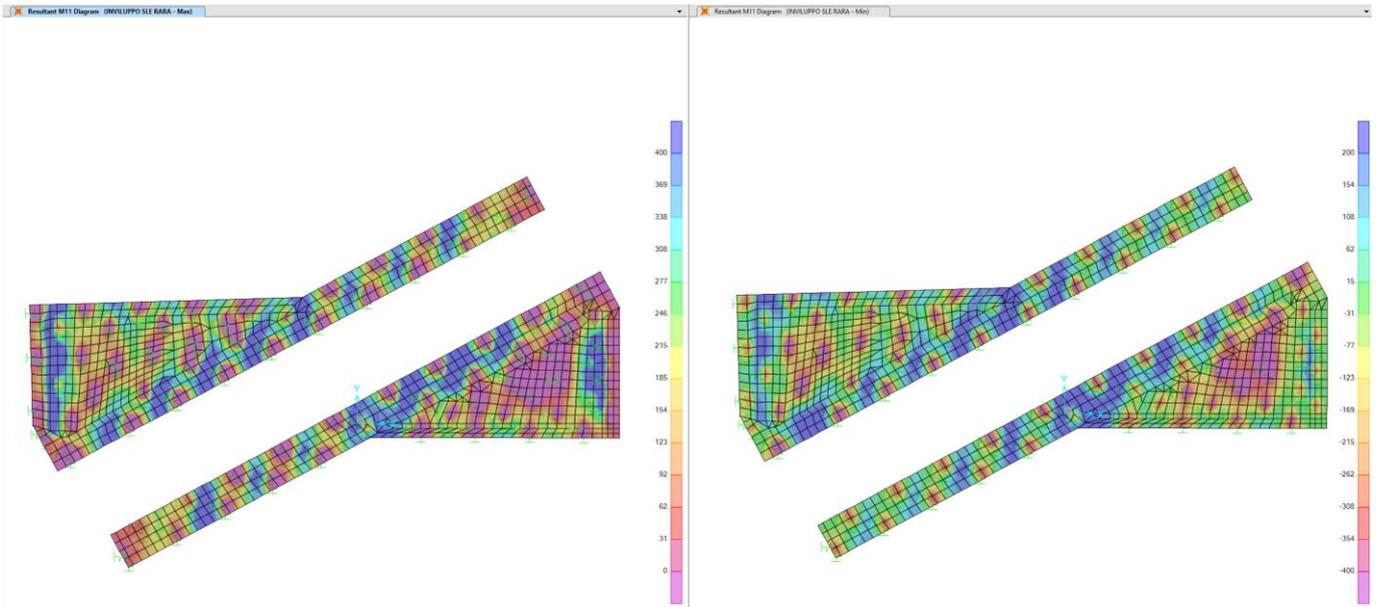


Figura 69 – Sollecitazione M11-SLE RARA della soletta superiore

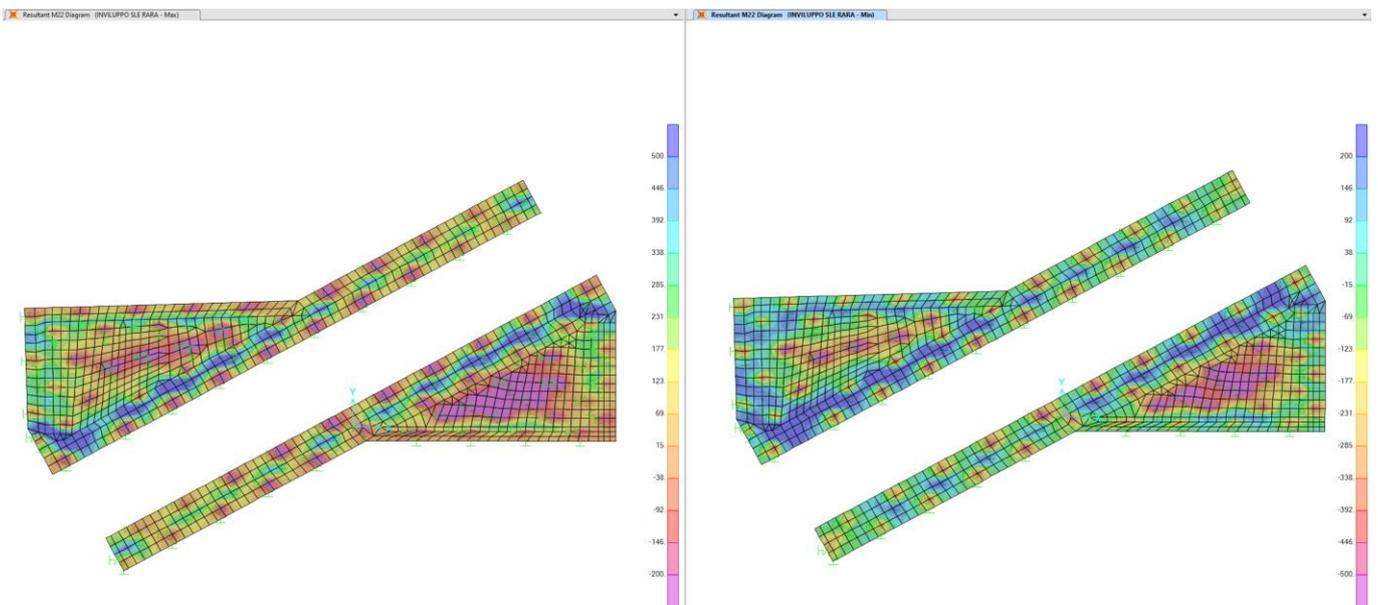


Figura 70 – Sollecitazione M22-SLE RARA della soletta superiore

I valori di momento massimo in combinazione SLE rara sono riportati nella tabella seguente.

			“setti”	“frontale”	“centro”
M11 (kNm/m)	SLE RARA	max	-	600	400
		min	-	-200	-700
M22 (kNm/m)	SLE RARA	max	600	-	300
		min	-250	-	-650

7.8.3.1 DIREZIONE LONGITUDINALE

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	ϵ sm - ϵ cm	1.84E-04 -
h sez	2000 mm	distanza max fessure	
y ferro	89 mm	s r, max	4.44E+02 mm
Φ (barre)	26 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.0818 mm
Φ (barre) 2	26 mm	LIMITE	0.20 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata	
Φ eq	26 mm		
n.barre to	10 -		
cls C	35 MPa		
x AN	456.9 mm		
σ s	63.3 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: 02_fondazione_frontale_long

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	22.62	7.5
			2	53.09	193

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baicentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 E_{su} 10 ‰ E_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 E_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -1.308 N/mm²
 σ_s 63.27 N/mm²

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

ϵ_s 0.3163 ‰
 d 193 cm
 x 45.69 x/d 0.2367
 δ 0.7359

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	141 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	2.14E-04 -
h sez	2000 mm	distanza max fessure	
y ferro	89 mm	s r, max	4.44E+02 mm
Φ (barre)	26 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.0949 mm
Φ (barre)	26 mm	LIMITE	0.20 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata	
Φ_{eq}	26 mm		
n.barre to	10 -		
cls C	35 MPa		
x AN	455.9 mm		
σ_s	73.4 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03_fondazione_centro_long

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	22.62	193
			2	53.09	7.5

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su}	10 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰	σ_c	-1.53 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰	σ_s	73.98 N/mm ²
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	13.28	ϵ_s	0.3699 ‰
E_s / E_c	15	f_{cc} / f_{cd}	0.8	d	192.5 cm
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75	x	45.59 x/d 0.2368
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6	δ	0.736
		τ_{c1}	1.829		

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifiche soddisfatte.

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	142 di 169

7.8.3.2 DIREZIONE TRASVERSALE

INPUT		OUTPUT
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 1.93E-04 -
h sez	2000 mm	distanza max fessure
y ferro	89 mm	s r, max 4.44E+02 mm
Φ (barre) :	26 mm	ampiezza fessure:
n.barre 1	5 -	wk 0.08569 mm
Φ (barre) :	26 mm	LIMITE 0.20 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata
Φ eq	26 mm	
n.barre to	10 -	
cls C	35 MPa	
x AN	447.7 mm	
σ_s	66.3 MPa	
kt	0.6 -	
k1	0.8 -	
k2	0.5 -	
k3	3.4 -	
k4	0.425 -	

Verifica C.A. S.L.U. - File: 01_fondazione_setti_trasv

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo : _____

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	22.62	11
			2	53.09	185

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 0 kNm
M yEd 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰	σ_c -1.411 N/mm²
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰	σ_s 66.29 N/mm²
E_s 200'000 N/mm²	f_{cd} 13.28	ϵ_s 0.3315 ‰
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8	d 185 cm
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75	x 44.77 x/d 0.242
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6	δ 0.7425
	τ_{c1} 1.829	

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	143 di 169

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	2.05E-04 -
h sez	2000 mm	distanza max fessure	
y ferro	89 mm	s r, max	4.44E+02 mm
Φ (barre)	26 mm	ampiezza fessure:	
n.barre 1	5 -	wk	0.09078 mm
Φ (barre)	26 mm	LIMITE	0.20 mm
n.barre 2	5 -	Sez. verificata	
Φ eq	26 mm		
n.barre to	10 -		
cls C	35 MPa		
x AN	453.3 mm		
σ_s	70.24 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03_fondazione_centro_trasv

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo: _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	22.62	189
			2	53.09	11

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 10 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm²	f_{cd} 13.28
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6
	τ_{c1} 1.829

σ_c -1.478 N/mm²
 σ_s 70.24 N/mm²

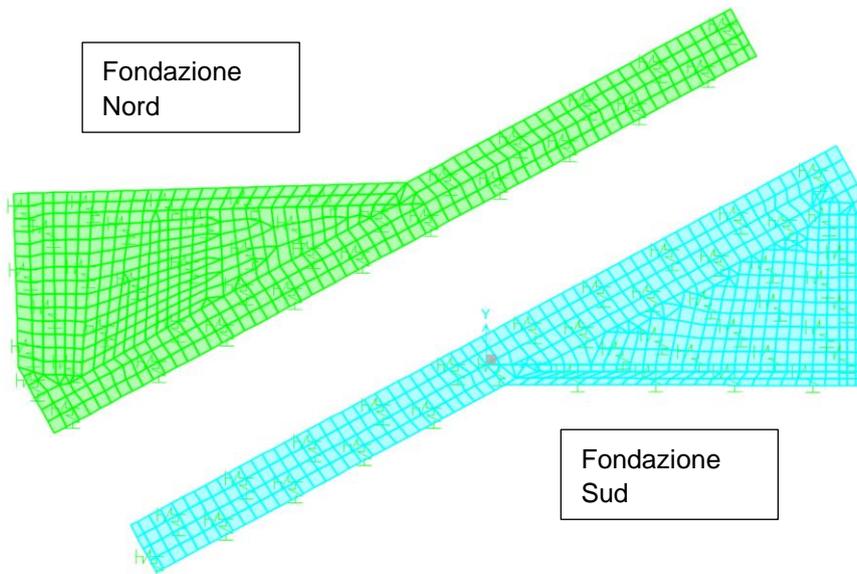
Verifica N° iterazioni:

Precompresso

ϵ_s 0.3512 ‰
d 189 cm
x 45.33 x/d 0.2399
 δ 0.7398

Verifiche soddisfatte.

7.9 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE



Di seguito si riportano i valori delle sollecitazioni assiali massime e minime per i pali di fondazione, nelle combinazioni di involucro SLU e SLV.

FONDAZIONE NORD – SLU			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5936	INVILUPPO SLU	Max	4422
5936	INVILUPPO SLU	Min	3125
5938	INVILUPPO SLU	Max	4435
5938	INVILUPPO SLU	Min	3116
5952	INVILUPPO SLU	Max	4409
5952	INVILUPPO SLU	Min	3211
5964	INVILUPPO SLU	Max	4337
5964	INVILUPPO SLU	Min	3438
5976	INVILUPPO SLU	Max	4303
5976	INVILUPPO SLU	Min	3788
5988	INVILUPPO SLU	Max	4638
5988	INVILUPPO SLU	Min	3681
6022	INVILUPPO SLU	Max	4333
6022	INVILUPPO SLU	Min	3157
6028	INVILUPPO SLU	Max	4252
6028	INVILUPPO SLU	Min	3301

FONDAZIONE NORD - SLV			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5936	INVILUPPO SLV	Max	4446
5936	INVILUPPO SLV	Min	884
5938	INVILUPPO SLV	Max	3774
5938	INVILUPPO SLV	Min	664
5952	INVILUPPO SLV	Max	4110
5952	INVILUPPO SLV	Min	888
5964	INVILUPPO SLV	Max	3732
5964	INVILUPPO SLV	Min	948
5976	INVILUPPO SLV	Max	3518
5976	INVILUPPO SLV	Min	987
5988	INVILUPPO SLV	Max	3620
5988	INVILUPPO SLV	Min	858
6022	INVILUPPO SLV	Max	4324
6022	INVILUPPO SLV	Min	888
6028	INVILUPPO SLV	Max	3941
6028	INVILUPPO SLV	Min	894

FONDAZIONE NORD – SLU			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
6034	INVILUPPO SLU	Max	4191
6034	INVILUPPO SLU	Min	3606
6040	INVILUPPO SLU	Max	4447
6040	INVILUPPO SLU	Min	3733
6081	INVILUPPO SLU	Max	3547
6081	INVILUPPO SLU	Min	2226
6087	INVILUPPO SLU	Max	3931
6087	INVILUPPO SLU	Min	2888
6097	INVILUPPO SLU	Max	3400
6097	INVILUPPO SLU	Min	2425
6102	INVILUPPO SLU	Max	3241
6102	INVILUPPO SLU	Min	2610
6121	INVILUPPO SLU	Max	3066
6121	INVILUPPO SLU	Min	2807
6132	INVILUPPO SLU	Max	3302
6132	INVILUPPO SLU	Min	2809
6151	INVILUPPO SLU	Max	3693
6151	INVILUPPO SLU	Min	2820
6173	INVILUPPO SLU	Max	3118
6173	INVILUPPO SLU	Min	2858
6272	INVILUPPO SLU	Max	3508
6272	INVILUPPO SLU	Min	2804
6291	INVILUPPO SLU	Max	4183
6291	INVILUPPO SLU	Min	2959
6331	INVILUPPO SLU	Max	4776
6331	INVILUPPO SLU	Min	3696
6343	INVILUPPO SLU	Max	4549
6343	INVILUPPO SLU	Min	3495
6345	INVILUPPO SLU	Max	4471
6345	INVILUPPO SLU	Min	3301
6360	INVILUPPO SLU	Max	4012
6360	INVILUPPO SLU	Min	3393
6377	INVILUPPO SLU	Max	3978
6377	INVILUPPO SLU	Min	3309
6389	INVILUPPO SLU	Max	4120
6389	INVILUPPO SLU	Min	3554
6393	INVILUPPO SLU	Max	3796
6393	INVILUPPO SLU	Min	3395

FONDAZIONE NORD - SLV			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
6034	INVILUPPO SLV	Max	3618
6034	INVILUPPO SLV	Min	972
6040	INVILUPPO SLV	Max	3594
6040	INVILUPPO SLV	Min	899
6081	INVILUPPO SLV	Max	4573
6081	INVILUPPO SLV	Min	904
6087	INVILUPPO SLV	Max	4610
6087	INVILUPPO SLV	Min	872
6097	INVILUPPO SLV	Max	4578
6097	INVILUPPO SLV	Min	916
6102	INVILUPPO SLV	Max	4726
6102	INVILUPPO SLV	Min	885
6121	INVILUPPO SLV	Max	5000
6121	INVILUPPO SLV	Min	849
6132	INVILUPPO SLV	Max	5367
6132	INVILUPPO SLV	Min	779
6151	INVILUPPO SLV	Max	4740
6151	INVILUPPO SLV	Min	934
6173	INVILUPPO SLV	Max	5870
6173	INVILUPPO SLV	Min	494
6272	INVILUPPO SLV	Max	5975
6272	INVILUPPO SLV	Min	494
6291	INVILUPPO SLV	Max	5111
6291	INVILUPPO SLV	Min	869
6331	INVILUPPO SLV	Max	5594
6331	INVILUPPO SLV	Min	749
6343	INVILUPPO SLV	Max	5930
6343	INVILUPPO SLV	Min	161
6345	INVILUPPO SLV	Max	5780
6345	INVILUPPO SLV	Min	616
6360	INVILUPPO SLV	Max	5310
6360	INVILUPPO SLV	Min	639
6377	INVILUPPO SLV	Max	5878
6377	INVILUPPO SLV	Min	408
6389	INVILUPPO SLV	Max	5905
6389	INVILUPPO SLV	Min	585
6393	INVILUPPO SLV	Max	5945
6393	INVILUPPO SLV	Min	24

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	146 di 169

FONDAZIONE NORD – SLU			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
6415	INVILUPPO SLU	Max	3926
6415	INVILUPPO SLU	Min	3399
6420	INVILUPPO SLU	Max	3829
6420	INVILUPPO SLU	Min	3272
6426	INVILUPPO SLU	Max	3941
6426	INVILUPPO SLU	Min	3181
6432	INVILUPPO SLU	Max	4059
6432	INVILUPPO SLU	Min	3130
6510	INVILUPPO SLU	Max	4197
6510	INVILUPPO SLU	Min	3131
6530	INVILUPPO SLU	Max	3927
6530	INVILUPPO SLU	Min	3168
6543	INVILUPPO SLU	Max	3818
6543	INVILUPPO SLU	Min	3407
6593	INVILUPPO SLU	Max	4312
6593	INVILUPPO SLU	Min	3191
6613	INVILUPPO SLU	Max	4763
6613	INVILUPPO SLU	Min	3552
6633	INVILUPPO SLU	Max	4643
6633	INVILUPPO SLU	Min	3372
6679	INVILUPPO SLU	Max	4601
6679	INVILUPPO SLU	Min	3172

FONDAZIONE NORD - SLV			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
6415	INVILUPPO SLV	Max	5505
6415	INVILUPPO SLV	Min	295
6420	INVILUPPO SLV	Max	4491
6420	INVILUPPO SLV	Min	858
6426	INVILUPPO SLV	Max	4547
6426	INVILUPPO SLV	Min	805
6432	INVILUPPO SLV	Max	4820
6432	INVILUPPO SLV	Min	676
6510	INVILUPPO SLV	Max	5299
6510	INVILUPPO SLV	Min	812
6530	INVILUPPO SLV	Max	4879
6530	INVILUPPO SLV	Min	892
6543	INVILUPPO SLV	Max	5130
6543	INVILUPPO SLV	Min	572
6593	INVILUPPO SLV	Max	4682
6593	INVILUPPO SLV	Min	908
6613	INVILUPPO SLV	Max	4498
6613	INVILUPPO SLV	Min	890
6633	INVILUPPO SLV	Max	4679
6633	INVILUPPO SLV	Min	780
6679	INVILUPPO SLV	Max	4535
6679	INVILUPPO SLV	Min	926

FONDAZIONE SUD - SLU			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
2818	INVILUPPO SLU	Max	4422
2818	INVILUPPO SLU	Min	3125
3914	INVILUPPO SLU	Max	4435
3914	INVILUPPO SLU	Min	3116
3932	INVILUPPO SLU	Max	4409
3932	INVILUPPO SLU	Min	3211
3950	INVILUPPO SLU	Max	4337
3950	INVILUPPO SLU	Min	3438
3968	INVILUPPO SLU	Max	4303
3968	INVILUPPO SLU	Min	3788

FONDAZIONE SUD - SLV			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
2818	INVILUPPO SLV	Max	4428
2818	INVILUPPO SLV	Min	861
3914	INVILUPPO SLV	Max	4382
3914	INVILUPPO SLV	Min	878
3932	INVILUPPO SLV	Max	4344
3932	INVILUPPO SLV	Min	936
3950	INVILUPPO SLV	Max	4441
3950	INVILUPPO SLV	Min	941
3968	INVILUPPO SLV	Max	4709
3968	INVILUPPO SLV	Min	868

FONDAZIONE SUD - SLU			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
3989	INVILUPPO SLU	Max	4638
3989	INVILUPPO SLU	Min	3681
4009	INVILUPPO SLU	Max	4333
4009	INVILUPPO SLU	Min	3157
4021	INVILUPPO SLU	Max	4252
4021	INVILUPPO SLU	Min	3301
4033	INVILUPPO SLU	Max	4191
4033	INVILUPPO SLU	Min	3606
4045	INVILUPPO SLU	Max	4447
4045	INVILUPPO SLU	Min	3733
4076	INVILUPPO SLU	Max	3547
4076	INVILUPPO SLU	Min	2226
4080	INVILUPPO SLU	Max	3931
4080	INVILUPPO SLU	Min	2888
4087	INVILUPPO SLU	Max	3400
4087	INVILUPPO SLU	Min	2425
4102	INVILUPPO SLU	Max	3241
4102	INVILUPPO SLU	Min	2610
4118	INVILUPPO SLU	Max	3066
4118	INVILUPPO SLU	Min	2807
4130	INVILUPPO SLU	Max	3302
4130	INVILUPPO SLU	Min	2809
4142	INVILUPPO SLU	Max	3693
4142	INVILUPPO SLU	Min	2820
4169	INVILUPPO SLU	Max	3118
4169	INVILUPPO SLU	Min	2858
4181	INVILUPPO SLU	Max	3508
4181	INVILUPPO SLU	Min	2804
4217	INVILUPPO SLU	Max	4183
4217	INVILUPPO SLU	Min	2959
5552	INVILUPPO SLU	Max	4776
5552	INVILUPPO SLU	Min	3696
5557	INVILUPPO SLU	Max	4549
5557	INVILUPPO SLU	Min	3495
5561	INVILUPPO SLU	Max	4471
5561	INVILUPPO SLU	Min	3301
5610	INVILUPPO SLU	Max	4012
5610	INVILUPPO SLU	Min	3393

FONDAZIONE SUD - SLV			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
3989	INVILUPPO SLV	Max	5189
3989	INVILUPPO SLV	Min	629
4009	INVILUPPO SLV	Max	4259
4009	INVILUPPO SLV	Min	947
4021	INVILUPPO SLV	Max	4224
4021	INVILUPPO SLV	Min	1011
4033	INVILUPPO SLV	Max	4431
4033	INVILUPPO SLV	Min	951
4045	INVILUPPO SLV	Max	4911
4045	INVILUPPO SLV	Min	791
4076	INVILUPPO SLV	Max	3722
4076	INVILUPPO SLV	Min	576
4080	INVILUPPO SLV	Max	3963
4080	INVILUPPO SLV	Min	862
4087	INVILUPPO SLV	Max	3495
4087	INVILUPPO SLV	Min	815
4102	INVILUPPO SLV	Max	3444
4102	INVILUPPO SLV	Min	854
4118	INVILUPPO SLV	Max	3320
4118	INVILUPPO SLV	Min	962
4130	INVILUPPO SLV	Max	3461
4130	INVILUPPO SLV	Min	939
4142	INVILUPPO SLV	Max	3748
4142	INVILUPPO SLV	Min	889
4169	INVILUPPO SLV	Max	3385
4169	INVILUPPO SLV	Min	941
4181	INVILUPPO SLV	Max	3618
4181	INVILUPPO SLV	Min	897
4217	INVILUPPO SLV	Max	4198
4217	INVILUPPO SLV	Min	826
5552	INVILUPPO SLV	Max	5224
5552	INVILUPPO SLV	Min	692
5557	INVILUPPO SLV	Max	4801
5557	INVILUPPO SLV	Min	810
5561	INVILUPPO SLV	Max	4899
5561	INVILUPPO SLV	Min	530
5610	INVILUPPO SLV	Max	4323
5610	INVILUPPO SLV	Min	849

FONDAZIONE SUD - SLU			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5618	INVILUPPO SLU	Max	3978
5618	INVILUPPO SLU	Min	3309
5621	INVILUPPO SLU	Max	4120
5621	INVILUPPO SLU	Min	3554
5646	INVILUPPO SLU	Max	3796
5646	INVILUPPO SLU	Min	3395
5654	INVILUPPO SLU	Max	3926
5654	INVILUPPO SLU	Min	3399
5662	INVILUPPO SLU	Max	3829
5662	INVILUPPO SLU	Min	3272
5673	INVILUPPO SLU	Max	3941
5673	INVILUPPO SLU	Min	3181
5679	INVILUPPO SLU	Max	4059
5679	INVILUPPO SLU	Min	3130
5743	INVILUPPO SLU	Max	4197
5743	INVILUPPO SLU	Min	3131
5749	INVILUPPO SLU	Max	3927
5749	INVILUPPO SLU	Min	3168
5755	INVILUPPO SLU	Max	3818
5755	INVILUPPO SLU	Min	3407
5761	INVILUPPO SLU	Max	4312
5761	INVILUPPO SLU	Min	3191
5878	INVILUPPO SLU	Max	4763
5878	INVILUPPO SLU	Min	3552
5882	INVILUPPO SLU	Max	4643
5882	INVILUPPO SLU	Min	3372
5886	INVILUPPO SLU	Max	4601
5886	INVILUPPO SLU	Min	3172

FONDAZIONE SUD - SLV			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5618	INVILUPPO SLV	Max	4473
5618	INVILUPPO SLV	Min	625
5621	INVILUPPO SLV	Max	4428
5621	INVILUPPO SLV	Min	905
5646	INVILUPPO SLV	Max	4117
5646	INVILUPPO SLV	Min	860
5654	INVILUPPO SLV	Max	4089
5654	INVILUPPO SLV	Min	984
5662	INVILUPPO SLV	Max	4084
5662	INVILUPPO SLV	Min	853
5673	INVILUPPO SLV	Max	4016
5673	INVILUPPO SLV	Min	944
5679	INVILUPPO SLV	Max	4075
5679	INVILUPPO SLV	Min	936
5743	INVILUPPO SLV	Max	4228
5743	INVILUPPO SLV	Min	894
5749	INVILUPPO SLV	Max	4075
5749	INVILUPPO SLV	Min	876
5755	INVILUPPO SLV	Max	4258
5755	INVILUPPO SLV	Min	743
5761	INVILUPPO SLV	Max	4904
5761	INVILUPPO SLV	Min	354
5878	INVILUPPO SLV	Max	5041
5878	INVILUPPO SLV	Min	753
5882	INVILUPPO SLV	Max	4957
5882	INVILUPPO SLV	Min	628
5886	INVILUPPO SLV	Max	5141
5886	INVILUPPO SLV	Min	289

SLE rara			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
2818	INVILUPPO SLE RARA	Max	3100
2818	INVILUPPO SLE RARA	Min	2398
3914	INVILUPPO SLE RARA	Max	3103
3914	INVILUPPO SLE RARA	Min	2390

SLE qp			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
2818	SLE3 (qp)	Max	2619
2818	SLE3 (qp)	Min	2619
3914	SLE3 (qp)	Max	2601
3914	SLE3 (qp)	Min	2601

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	149 di 169

SLE rara			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
3932	INVILUPPO SLE RARA	Max	3099
3932	INVILUPPO SLE RARA	Min	2438
3950	INVILUPPO SLE RARA	Max	3093
3950	INVILUPPO SLE RARA	Min	2560
3968	INVILUPPO SLE RARA	Max	3086
3968	INVILUPPO SLE RARA	Min	2761
3989	INVILUPPO SLE RARA	Max	3311
3989	INVILUPPO SLE RARA	Min	2785
4009	INVILUPPO SLE RARA	Max	3041
4009	INVILUPPO SLE RARA	Min	2398
4021	INVILUPPO SLE RARA	Max	3015
4021	INVILUPPO SLE RARA	Min	2469
4033	INVILUPPO SLE RARA	Max	3001
4033	INVILUPPO SLE RARA	Min	2634
4045	INVILUPPO SLE RARA	Max	3192
4045	INVILUPPO SLE RARA	Min	2771
4076	INVILUPPO SLE RARA	Max	2413
4076	INVILUPPO SLE RARA	Min	1860
4080	INVILUPPO SLE RARA	Max	2766
4080	INVILUPPO SLE RARA	Min	2207
4087	INVILUPPO SLE RARA	Max	2359
4087	INVILUPPO SLE RARA	Min	1940
4102	INVILUPPO SLE RARA	Max	2296
4102	INVILUPPO SLE RARA	Min	2008
4118	INVILUPPO SLE RARA	Max	2229
4118	INVILUPPO SLE RARA	Min	2078
4130	INVILUPPO SLE RARA	Max	2370
4130	INVILUPPO SLE RARA	Min	2095
4142	INVILUPPO SLE RARA	Max	2610
4142	INVILUPPO SLE RARA	Min	2143
4169	INVILUPPO SLE RARA	Max	2267
4169	INVILUPPO SLE RARA	Min	2103
4181	INVILUPPO SLE RARA	Max	2493
4181	INVILUPPO SLE RARA	Min	2114
4217	INVILUPPO SLE RARA	Max	2931
4217	INVILUPPO SLE RARA	Min	2274
5552	INVILUPPO SLE RARA	Max	3397
5552	INVILUPPO SLE RARA	Min	2809

SLE qp			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
3932	SLE3 (qp)	Max	2608
3932	SLE3 (qp)	Min	2608
3950	SLE3 (qp)	Max	2657
3950	SLE3 (qp)	Min	2657
3968	SLE3 (qp)	Max	2762
3968	SLE3 (qp)	Min	2762
3989	SLE3 (qp)	Max	2874
3989	SLE3 (qp)	Min	2874
4009	SLE3 (qp)	Max	2574
4009	SLE3 (qp)	Min	2574
4021	SLE3 (qp)	Max	2587
4021	SLE3 (qp)	Min	2587
4033	SLE3 (qp)	Max	2659
4033	SLE3 (qp)	Min	2659
4045	SLE3 (qp)	Max	2819
4045	SLE3 (qp)	Min	2819
4076	SLE3 (qp)	Max	2152
4076	SLE3 (qp)	Min	2152
4080	SLE3 (qp)	Max	2394
4080	SLE3 (qp)	Min	2394
4087	SLE3 (qp)	Max	2156
4087	SLE3 (qp)	Min	2156
4102	SLE3 (qp)	Max	2148
4102	SLE3 (qp)	Min	2148
4118	SLE3 (qp)	Max	2138
4118	SLE3 (qp)	Min	2138
4130	SLE3 (qp)	Max	2192
4130	SLE3 (qp)	Min	2192
4142	SLE3 (qp)	Max	2304
4142	SLE3 (qp)	Min	2304
4169	SLE3 (qp)	Max	2157
4169	SLE3 (qp)	Min	2157
4181	SLE3 (qp)	Max	2246
4181	SLE3 (qp)	Min	2246
4217	SLE3 (qp)	Max	2489
4217	SLE3 (qp)	Min	2489
5552	SLE3 (qp)	Max	2922
5552	SLE3 (qp)	Min	2922

SLE rara			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5557	INVILUPPO SLE RARA	Max	3234
5557	INVILUPPO SLE RARA	Min	2648
5561	INVILUPPO SLE RARA	Max	3151
5561	INVILUPPO SLE RARA	Min	2527
5610	INVILUPPO SLE RARA	Max	2878
5610	INVILUPPO SLE RARA	Min	2504
5618	INVILUPPO SLE RARA	Max	2849
5618	INVILUPPO SLE RARA	Min	2451
5621	INVILUPPO SLE RARA	Max	2957
5621	INVILUPPO SLE RARA	Min	2607
5646	INVILUPPO SLE RARA	Max	2721
5646	INVILUPPO SLE RARA	Min	2456
5654	INVILUPPO SLE RARA	Max	2811
5654	INVILUPPO SLE RARA	Min	2477
5662	INVILUPPO SLE RARA	Max	2739
5662	INVILUPPO SLE RARA	Min	2394
5673	INVILUPPO SLE RARA	Max	2804
5673	INVILUPPO SLE RARA	Min	2360
5679	INVILUPPO SLE RARA	Max	2866
5679	INVILUPPO SLE RARA	Min	2348
5743	INVILUPPO SLE RARA	Max	2951
5743	INVILUPPO SLE RARA	Min	2370
5749	INVILUPPO SLE RARA	Max	2793
5749	INVILUPPO SLE RARA	Min	2353
5755	INVILUPPO SLE RARA	Max	2735
5755	INVILUPPO SLE RARA	Min	2465
5761	INVILUPPO SLE RARA	Max	3031
5761	INVILUPPO SLE RARA	Min	2443
5878	INVILUPPO SLE RARA	Max	3376
5878	INVILUPPO SLE RARA	Min	2716
5882	INVILUPPO SLE RARA	Max	3274
5882	INVILUPPO SLE RARA	Min	2592
5886	INVILUPPO SLE RARA	Max	3211
5886	INVILUPPO SLE RARA	Min	2475
5936	INVILUPPO SLE RARA	Max	3132
5936	INVILUPPO SLE RARA	Min	2469
5938	INVILUPPO SLE RARA	Max	2543
5938	INVILUPPO SLE RARA	Min	1979

SLE qp			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5557	SLE3 (qp)	Max	2772
5557	SLE3 (qp)	Min	2772
5561	SLE3 (qp)	Max	2683
5561	SLE3 (qp)	Min	2683
5610	SLE3 (qp)	Max	2560
5610	SLE3 (qp)	Min	2560
5618	SLE3 (qp)	Max	2524
5618	SLE3 (qp)	Min	2524
5621	SLE3 (qp)	Max	2638
5621	SLE3 (qp)	Min	2638
5646	SLE3 (qp)	Max	2464
5646	SLE3 (qp)	Min	2464
5654	SLE3 (qp)	Max	2509
5654	SLE3 (qp)	Min	2509
5662	SLE3 (qp)	Max	2444
5662	SLE3 (qp)	Min	2444
5673	SLE3 (qp)	Max	2454
5673	SLE3 (qp)	Min	2454
5679	SLE3 (qp)	Max	2480
5679	SLE3 (qp)	Min	2480
5743	SLE3 (qp)	Max	2536
5743	SLE3 (qp)	Min	2536
5749	SLE3 (qp)	Max	2451
5749	SLE3 (qp)	Min	2451
5755	SLE3 (qp)	Max	2476
5755	SLE3 (qp)	Min	2476
5761	SLE3 (qp)	Max	2602
5761	SLE3 (qp)	Min	2602
5878	SLE3 (qp)	Max	2860
5878	SLE3 (qp)	Min	2860
5882	SLE3 (qp)	Max	2757
5882	SLE3 (qp)	Min	2757
5886	SLE3 (qp)	Max	2683
5886	SLE3 (qp)	Min	2683
5936	SLE3 (qp)	Max	2631
5936	SLE3 (qp)	Min	2631
5938	SLE3 (qp)	Max	2208
5938	SLE3 (qp)	Min	2208

SLE rara			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5952	INVILUPPO SLE RARA	Max	2864
5952	INVILUPPO SLE RARA	Min	2365
5964	INVILUPPO SLE RARA	Max	2570
5964	INVILUPPO SLE RARA	Min	2273
5976	INVILUPPO SLE RARA	Max	2398
5976	INVILUPPO SLE RARA	Min	2222
5988	INVILUPPO SLE RARA	Max	2504
5988	INVILUPPO SLE RARA	Min	2064
6022	INVILUPPO SLE RARA	Max	3025
6022	INVILUPPO SLE RARA	Min	2445
6028	INVILUPPO SLE RARA	Max	2717
6028	INVILUPPO SLE RARA	Min	2315
6034	INVILUPPO SLE RARA	Max	2450
6034	INVILUPPO SLE RARA	Min	2277
6040	INVILUPPO SLE RARA	Max	2451
6040	INVILUPPO SLE RARA	Min	2143
6081	INVILUPPO SLE RARA	Max	3211
6081	INVILUPPO SLE RARA	Min	2538
6087	INVILUPPO SLE RARA	Max	3234
6087	INVILUPPO SLE RARA	Min	2527
6097	INVILUPPO SLE RARA	Max	3199
6097	INVILUPPO SLE RARA	Min	2553
6102	INVILUPPO SLE RARA	Max	3275
6102	INVILUPPO SLE RARA	Min	2605
6121	INVILUPPO SLE RARA	Max	3341
6121	INVILUPPO SLE RARA	Min	2763
6132	INVILUPPO SLE RARA	Max	3378
6132	INVILUPPO SLE RARA	Min	2987
6151	INVILUPPO SLE RARA	Max	3252
6151	INVILUPPO SLE RARA	Min	2670
6173	INVILUPPO SLE RARA	Max	3527
6173	INVILUPPO SLE RARA	Min	2999
6272	INVILUPPO SLE RARA	Max	3627
6272	INVILUPPO SLE RARA	Min	2998
6291	INVILUPPO SLE RARA	Max	3322
6291	INVILUPPO SLE RARA	Min	2883
6331	INVILUPPO SLE RARA	Max	3572
6331	INVILUPPO SLE RARA	Min	2950

SLE qp			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
5952	SLE3 (qp)	Max	2470
5952	SLE3 (qp)	Min	2470
5964	SLE3 (qp)	Max	2320
5964	SLE3 (qp)	Min	2320
5976	SLE3 (qp)	Max	2238
5976	SLE3 (qp)	Min	2238
5988	SLE3 (qp)	Max	2228
5988	SLE3 (qp)	Min	2228
6022	SLE3 (qp)	Max	2574
6022	SLE3 (qp)	Min	2574
6028	SLE3 (qp)	Max	2393
6028	SLE3 (qp)	Min	2393
6034	SLE3 (qp)	Max	2278
6034	SLE3 (qp)	Min	2278
6040	SLE3 (qp)	Max	2234
6040	SLE3 (qp)	Min	2234
6081	SLE3 (qp)	Max	2704
6081	SLE3 (qp)	Min	2704
6087	SLE3 (qp)	Max	2707
6087	SLE3 (qp)	Min	2707
6097	SLE3 (qp)	Max	2715
6097	SLE3 (qp)	Min	2715
6102	SLE3 (qp)	Max	2772
6102	SLE3 (qp)	Min	2772
6121	SLE3 (qp)	Max	2892
6121	SLE3 (qp)	Min	2892
6132	SLE3 (qp)	Max	3046
6132	SLE3 (qp)	Min	3046
6151	SLE3 (qp)	Max	2806
6151	SLE3 (qp)	Min	2806
6173	SLE3 (qp)	Max	3162
6173	SLE3 (qp)	Min	3162
6272	SLE3 (qp)	Max	3215
6272	SLE3 (qp)	Min	3215
6291	SLE3 (qp)	Max	2962
6291	SLE3 (qp)	Min	2962
6331	SLE3 (qp)	Max	3149
6331	SLE3 (qp)	Min	3149

SLE rara			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
6343	INVILUPPO SLE RARA	Max	3519
6343	INVILUPPO SLE RARA	Min	2769
6345	INVILUPPO SLE RARA	Max	3543
6345	INVILUPPO SLE RARA	Min	3020
6360	INVILUPPO SLE RARA	Max	3296
6360	INVILUPPO SLE RARA	Min	2810
6377	INVILUPPO SLE RARA	Max	3621
6377	INVILUPPO SLE RARA	Min	2859
6389	INVILUPPO SLE RARA	Max	3659
6389	INVILUPPO SLE RARA	Min	2994
6393	INVILUPPO SLE RARA	Max	3488
6393	INVILUPPO SLE RARA	Min	2679
6415	INVILUPPO SLE RARA	Max	3251
6415	INVILUPPO SLE RARA	Min	2715
6420	INVILUPPO SLE RARA	Max	3083
6420	INVILUPPO SLE RARA	Min	2501
6426	INVILUPPO SLE RARA	Max	3016
6426	INVILUPPO SLE RARA	Min	2545
6432	INVILUPPO SLE RARA	Max	2992
6432	INVILUPPO SLE RARA	Min	2691
6510	INVILUPPO SLE RARA	Max	3342
6510	INVILUPPO SLE RARA	Min	2943
6530	INVILUPPO SLE RARA	Max	3122
6530	INVILUPPO SLE RARA	Min	2822
6543	INVILUPPO SLE RARA	Max	3123
6543	INVILUPPO SLE RARA	Min	2750
6593	INVILUPPO SLE RARA	Max	3083
6593	INVILUPPO SLE RARA	Min	2703
6613	INVILUPPO SLE RARA	Max	3101
6613	INVILUPPO SLE RARA	Min	2522
6633	INVILUPPO SLE RARA	Max	3023
6633	INVILUPPO SLE RARA	Min	2631
6679	INVILUPPO SLE RARA	Max	3103
6679	INVILUPPO SLE RARA	Min	2582

SLE qp			
Joint	OutputCase	StepType	F3
Text	Text	Text	KN
6343	SLE3 (qp)	Max	3021
6343	SLE3 (qp)	Min	3021
6345	SLE3 (qp)	Max	3177
6345	SLE3 (qp)	Min	3177
6360	SLE3 (qp)	Max	2955
6360	SLE3 (qp)	Min	2955
6377	SLE3 (qp)	Max	3118
6377	SLE3 (qp)	Min	3118
6389	SLE3 (qp)	Max	3225
6389	SLE3 (qp)	Min	3225
6393	SLE3 (qp)	Max	2960
6393	SLE3 (qp)	Min	2960
6415	SLE3 (qp)	Max	2879
6415	SLE3 (qp)	Min	2879
6420	SLE3 (qp)	Max	2645
6420	SLE3 (qp)	Min	2645
6426	SLE3 (qp)	Max	2650
6426	SLE3 (qp)	Min	2650
6432	SLE3 (qp)	Max	2725
6432	SLE3 (qp)	Min	2725
6510	SLE3 (qp)	Max	3034
6510	SLE3 (qp)	Min	3034
6530	SLE3 (qp)	Max	2864
6530	SLE3 (qp)	Min	2864
6543	SLE3 (qp)	Max	2829
6543	SLE3 (qp)	Min	2829
6593	SLE3 (qp)	Max	2771
6593	SLE3 (qp)	Min	2771
6613	SLE3 (qp)	Max	2665
6613	SLE3 (qp)	Min	2665
6633	SLE3 (qp)	Max	2705
6633	SLE3 (qp)	Min	2705
6679	SLE3 (qp)	Max	2702
6679	SLE3 (qp)	Min	2702

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B

I valori massimi e minimi delle forze assiali sono i seguenti:

	SLU	SLV	SLE rara	SLE qp
N max [kN]	4776	5975	3659	3225
N min [kN]	2226	24	1860	2138

Per le sollecitazioni di taglio in condizioni sismiche si è provveduto all'uso di un modello con condizioni vincolari modificate. La struttura è vincolata da un unico incastro al baricentro della palificata di fondazione tramite l'uso di un "body constraint". La sollecitazione di taglio in fase sismica letta all'incastro corrisponde al taglio globale sulla struttura. Tale taglio viene poi uniformemente distribuito sui pali.

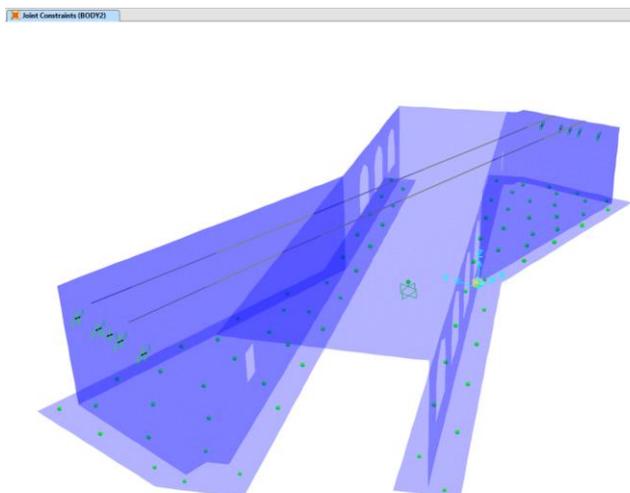


Figura 71 Modello FEM usato per la valutazione del taglio globale in fase sismica

Di seguito si riportano i valori delle sollecitazioni di taglio alla base della zattera di fondazione:

Ved alla base	SLU	SLV	SLE rara
max	-2356	68450	-2940
min	-10570	-70013	-6787

Per ogni palo si ha:

	SLU	SLV	SLE rara
Ved max [kN]	-31	901	-39
Ved min [kN]	-139	-921	-89

Secondo quanto previsto dalla teoria di **Matlock & Reese** (1956), come riportato nella *“Relazione geotecnica fondazioni su pali VI05 - Viadotto Calore Torallo” IF2612EZZRBVI0500001A*, il valore del coefficiente α_m (rapporto tra momento e taglio in testa al palo, nell’ipotesi di rotazione impedita) risulta pari a:

$$\alpha_m = 1.91$$

Pertanto le sollecitazioni flettenti nelle varie combinazioni di carico sono le seguenti:

	SLU	SLV	SLE rara
Med max [kNm]	-59	1720	-74
Med min [kNm]	-266	-1760	-171

7.9.1 GEOMETRIA DELLA SEZIONE DI VERIFICA E ARMATURA

Nelle tabelle seguenti sono descritte le caratteristiche geometriche della sezione di verifica dei pali di fondazione, nonché le caratteristiche di resistenza dei materiali.

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Diametro del palo =	1200	mm
Copriferro netto c =	60	mm
Classe di resistenza calcestruzzo =	C25/30	Mpa
Classe di resistenza delle barre =	B450C	MPa

ARMATURA PER I PRIMI 10 Ø

1° strato di armatura longitudinale

Numero barre long.	22	-
Diametro barre long.	26	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	87	mm

2° strato di armatura longitudinale

Numero barre long.	22	-
Diametro barre long.	26	mm
Copriferro baricentrico arm. long. c' =	138	mm

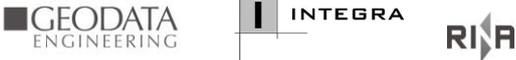
Armatura trasversale

Diametro barre trasv.	14	mm
Passo arm. trasv.	150	mm
Diametro corona esterna =	1066	mm

VERIFICA ARMATURA MINIMA LONG.

ρ_{min} =	1.00%	
A_c =	1130973	mm ²
$A_{s,min}$ =	11310	mm ²
Armatura long. tot $A_{sd,tot}$ =	23361	mm ²
ρ_l =	2.07%	

ok

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0505 007	REV. B	FOGLIO 156 di 169

7.9.2 VERIFICA A TAGLIO DEI PALI

Il valore resistente a taglio della sezione si determina secondo le indicazioni del §4,1,2,1,3,2 [1]:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rcd} ; V_{Rsd})$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \text{sen } \alpha$$

in cui

d altezza utile della sezione

b_w larghezza minima della sezione

A_{sw} area dell'armatura trasversale

s interasse tra due armature trasversali consecutive

θ inclinazione delle bielle di calcestruzzo

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

f_{cd}' resistenza a compressione ridotta (pari a $0,5 f_{cd}$)

α_c coefficiente maggiorativo che tiene conto della compressione

Nel caso di sezione circolare, le dimensioni della sezione rettangolare equivalente da utilizzare per il calcolo della resistenza a taglio della sezione si determinano secondo le indicazioni del §7.9.5.2.2 [1]:

$$d = r + 2 \cdot r_s / \pi$$

$$b = 0,9 \cdot 2 \cdot r$$

Si riporta a seguire in forma sintetica la verifica più severa (in combinazione SLV) relativa alla pila.

Il minimo valore del fattore di sicurezza $FS = V_{Rd} / V_{Ed}$ è pari a

$$FS = 1.83$$

La verifica è soddisfatta, in quanto $FS > 1$.

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	157 di 169

classe cls	R_{ck}	30	N/mm ²
resist. Caratteristica cilindrica	f_{ck}	25	N/mm ²
	f_{cd}	14	N/mm ²
	diametro	Φ	1200
Area sezione	A	1130973	mm ²
copriferro	c	80	mm
Area sezione rettangolare equivalente	A_{eq}	941544	mm ²
altezza utile equivalente	d	931	mm
larghezza equivalente	b_w	1011	mm
altezza equivalente	h_{eq}	1118.358	mm
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	0	N
	σ_{cp}	0.000	N/mm ²
	α_{cp}	1.00	
Acciaio	f_{yk}	450	N/mm ²
B450C	f_{yd}	391	N/mm ²
diametro staffe (spille)	\varnothing_w	14	mm
Area staffa (spilla)	A_{\varnothing_w}	154	mm ²
0.9 d	z	838	mm
passo spirale	s_w	150	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione biella compressa	θ	21.8	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	2.50	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	α	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	A_{S_w} / s_w	2.053	mm ² /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	V_{Rsd}	1682	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	V_{Rcd}	2061	kN
taglio sollecitante	V_{Ed}	921	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ_{Rd}	1	
taglio resistente	V_{Rd}	1682	kN

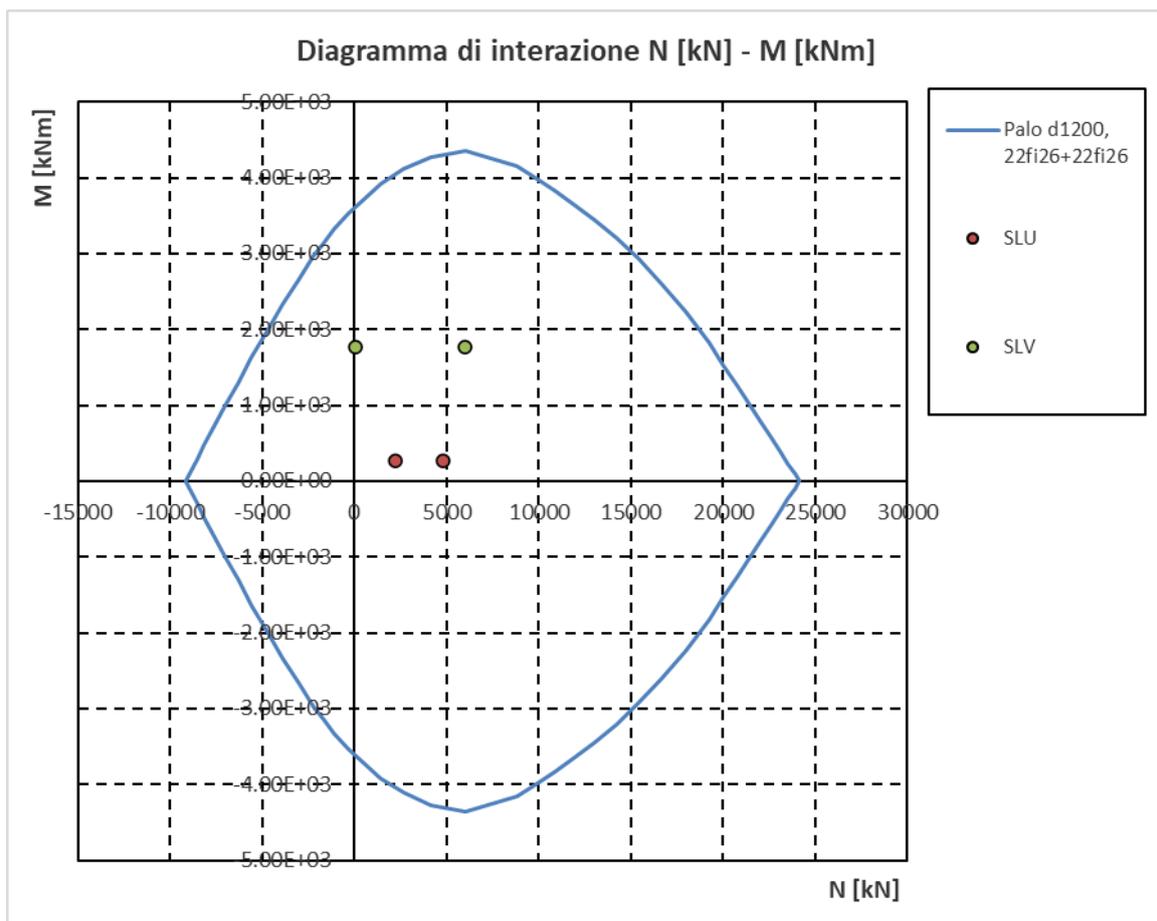
$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

verifica

7.9.3 VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE DEI PALI

	Ned [kN]	Med [kNm]
SLU max	4776	266
SLU min	2226	266
SLV max	5975	1760
SLV min	24	1760

Sono riportate a seguire le verifiche SLU e SLV della sezione di sommità del palo maggiormente sollecitato, espresse in forma sintetica mediante il diagramma di interazione N [kN] – M [kNm].



La verifica è soddisfatta in quanto le coppie N-M delle sollecitazioni agenti nella sezione di verifica sono interne al dominio di resistenza per ogni condizione di carico indagata.

7.9.4 VERIFICA SLE TENSIONALE

La verifica SLE di tipo tensionale si effettua verificando che le massime tensioni agenti nella sezione risultino inferiori ai seguenti valori limite (combinazioni SLE-rara):

- tensione limite nel calcestruzzo: $\sigma_c = 0,55 f_{ck} = 13,7 \text{ MPa}$
- tensione limite nelle barre: $\sigma_s = 0,75 f_{yk} = 337,5 \text{ MPa}$

Rck	30	MPa					
fck	24.9	MPa					
fyk	450	MPa					
σ_c	-1.06	MPa	<	0.6 fck =	-14.94	MPa	VERO
σ_s	26	MPa	<	0.8 fyk =	360	MPa	VERO
							1
x	422.7	mm					
Le verifiche sono soddisfatte.							

7.9.5 VERIFICA A FESSURAZIONE

INPUT			OUTPUT		
R _{ck}	30	Mpa	diff. def. armature-clc		
d	1200	mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	7.57E-05	-
c ₁	87	mm	distanza max fessure		
ϕ_1	22	mm	s _{r,max}	580	mm
n ₁	26.000	1/m	ampiezza fessure:		
c ₂	138	mm	w _k	0.044	mm
ϕ_2	22	mm	w _{lim}	0.300	mm
n ₂	26.000	1/m	La verifica è soddisfatta.		
d	1088	mm			
b _{eff}	139	mm			
x	422.7	mm			
$\sigma_{s,max1}$	26	Mpa			
$\sigma_{s,max2}$	26	Mpa			
h _{c,eff}	259	mm			
A _{c,eff}	36056	mm ²			
$\rho_{p,eff}$	0.021				
k _t	0.6				
k ₁	0.8				
k ₂	0.5				
k ₃	3.4				
k ₄	0.425				

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	160 di 169

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1200_22fi26-22fi26

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: DM 1996 ?

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 600 [mm]
Raggio interno 0 [mm]
N° barre uguali 0
Diametro barre 0 [mm]
Copriferro (baric.) 0 [mm]

N° barre 44 Zoom

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	531	0	513
2	531	145	492
3	531	277	432
4	531	388	336
5	531	467	213
6	531	508	73

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Vertici: 50
Verifica
N° iterazioni: 4
 Precompresso

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 0 kNm
M_{yEd} 0

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 13.28
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -1.062 N/mm²
 σ_s 26.01 N/mm²
 ϵ_s 0.1301 ‰
d 1'113 mm
x 422.7 x/d 0.3798
 δ 0.9147

La verifica è soddisfatta.

8 INCIDENZE

Fondazione:	100 kg/m ³
Setti verticali:	120 kg/m ³
Muri frontali e paraghiaia:	100 kg/m ³
Soletta piena:	150 kg/m ³
Getto di completamento travi prefabbricate:	150 kg/m ³
Travi prefabbricate:	150 kg/l
Pali di fondazione:	120 kg/m ³

9 ALLEGATO 1

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
LM71+SW/2	Linear Add	No	Moving Load	LM71_1	1
LM71+SW/2			Moving Load	SW/2_2	1
SW/2+LM71	Linear Add	No	Moving Load	LM71_2	1
SW/2+LM71			Moving Load	SW/2_1	1
LM71x2	Linear Add	No	Moving Load	LM71_1	1
LM71x2			Moving Load	LM71_2	1
inviluppo traffico imp sud	Envelope	No	Linear Static	traffico1_imp sud	1
inviluppo traffico imp sud			Linear Static	traffico2_imp sud	1
inviluppo traffico imp sud			Linear Static	traffico3_imp sud	1
inviluppo traffico imp sud			Linear Static	traffico4_imp sud	1
inviluppo traffico imp nord	Envelope	No	Linear Static	traffico1_imp nord	1
inviluppo traffico imp nord			Linear Static	traffico2_imp nord	1
inviluppo traffico imp nord			Linear Static	traffico3_imp nord	1
inviluppo traffico imp nord			Linear Static	traffico4_imp nord	1
serpeggio inviluppo	Envelope	No	Linear Static	serpeggio centro	1
serpeggio inviluppo			Linear Static	serpeggio nord	1
serpeggio inviluppo			Linear Static	serpeggio sud	1
G1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
G1			Linear Static	G1 impalcato	1
G1			Linear Static	ricoprimento fondazione	1
G2	Linear Add	No	Linear Static	armamento e ballast	1
G2			Linear Static	barriere	1
G2			Linear Static	G2 impalcato	1
G2			Linear Static	magrone riempimento	1
G2			Linear Static	paraballast	1
term_unif -	Linear Add	No	Linear Static	termica_unif	-1
termica inviluppo	Envelope	No	Linear Static	termica_unif	1
termica inviluppo			Linear Static	termica_grad	1
termica inviluppo			Response Combo	term_unif -	1
vento inviluppo	Envelope	No	Linear Static	vento sud	1
vento inviluppo			Linear Static	vento nord	1
inviluppo traffico impalcato n+s	Linear Add	No	Response Combo	inviluppo traffico imp nord	1
inviluppo traffico impalcato n+s			Response Combo	inviluppo traffico imp sud	1
traffico inviluppo complessivo	Envelope	No	Response Combo	LM71+SW/2	1
traffico inviluppo complessivo			Response Combo	LM71x2	1
traffico inviluppo complessivo			Response Combo	SW/2+LM71	1

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	163 di 169

traffico inviluppo complessivo			Response Combo	inviluppo traffico impalcato n+s	1
serp inviluppo+centrifuga	Linear Add	No	Response Combo	serpeggio inviluppo	1
serp inviluppo+centrifuga			Linear Static	centrifuga	1
sisma x +	Linear Add	No	Linear Static	SLV_x	1
sisma x +			Linear Static	SLV_y	0.3
sisma x +			Linear Static	SLV_z	0.3
sisma x -	Linear Add	No	Linear Static	SLV_x	-1
sisma x -			Linear Static	SLV_y	-0.3
sisma x -			Linear Static	SLV_z	-0.3
inviluppo sisma x	Envelope	No	Response Combo	sisma x +	1
inviluppo sisma x			Response Combo	sisma x -	1
sisma y +	Linear Add	No	Linear Static	SLV_x	0.3
sisma y +			Linear Static	SLV_y	1
sisma y +			Linear Static	SLV_z	0.3
sisma y -	Envelope	No	Linear Static	SLV_x	-0.3
sisma y -			Linear Static	SLV_y	-1
sisma y -			Linear Static	SLV_z	-0.3
inviluppo sisma y	Envelope	No	Response Combo	sisma y +	1
inviluppo sisma y			Response Combo	sisma y -	1
sisma z +	Linear Add	No	Linear Static	SLV_x	0.3
sisma z +			Linear Static	SLV_y	0.3
sisma z +			Linear Static	SLV_z	1
sisma z -	Linear Add	No	Linear Static	SLV_x	-0.3
sisma z -			Linear Static	SLV_y	-0.3
sisma z -			Linear Static	SLV_z	-1
inviluppo sisma z	Envelope	No	Response Combo	sisma z +	1
inviluppo sisma z			Response Combo	sisma z -	1
Inviluppo deragliamento	Linear Add	No	Linear Static	deragliamento 1caso	1
Inviluppo deragliamento			Linear Static	deragliamento 2caso	1

A partire dalle combinazioni sopra identificate sono state definite le seguenti combinazioni di verifica.

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
SLU1	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU1			Response Combo	G2	1.5
SLU1			Linear Static	ritiro	1.2
SLU1			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	1.45
SLU1			Linear Static	frenatura	0.725
SLU1			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	1.45

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	164 di 169

SLU1			Response Combo	vento involuppo	0.9
SLU1			Linear Static	neve	1.5
SLU1			Response Combo	termica involuppo	0.9
SLU1			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLU1			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLU1			Response Combo	involuppo sisma z	0
SLU2	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU2			Response Combo	G2	1.5
SLU2			Linear Static	ritiro	1.2
SLU2			Response Combo	traffico involuppo complessivo	1.45
SLU2			Linear Static	frenatura	1.45
SLU2			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.725
SLU2			Response Combo	vento involuppo	0.9
SLU2			Linear Static	neve	1.5
SLU2			Response Combo	termica involuppo	0.9
SLU2			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLU2			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLU2			Response Combo	involuppo sisma z	0
SLU3	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU3			Response Combo	G2	1.5
SLU3			Linear Static	ritiro	1.2
SLU3			Response Combo	traffico involuppo complessivo	1.16
SLU3			Linear Static	frenatura	0.58
SLU3			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	1.16
SLU3			Response Combo	vento involuppo	1.5
SLU3			Linear Static	neve	1.5
SLU3			Response Combo	termica involuppo	0.9
SLU3			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLU3			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLU3			Response Combo	involuppo sisma z	0
SLU4	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU4			Response Combo	G2	1.5
SLU4			Linear Static	ritiro	1.2
SLU4			Response Combo	traffico involuppo complessivo	1.16
SLU4			Linear Static	frenatura	1.16
SLU4			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.58
SLU4			Response Combo	vento involuppo	1.5
SLU4			Linear Static	neve	1.5
SLU4			Response Combo	termica involuppo	0.9
SLU4			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLU4			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLU4			Response Combo	involuppo sisma z	0

**ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO**

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	165 di 169

SLU5	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU5			Response Combo	G2	1.5
SLU5			Linear Static	ritiro	1.2
SLU5			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	1.16
SLU5			Linear Static	frenatura	0.58
SLU5			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	1.16
SLU5			Response Combo	vento inviluppo	0.9
SLU5			Linear Static	neve	1.5
SLU5			Response Combo	termica inviluppo	0.9
SLU5			Response Combo	inviluppo sisma x	0
SLU5			Response Combo	inviluppo sisma y	0
SLU5			Response Combo	inviluppo sisma z	0
SLU6	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU6			Response Combo	G2	1.5
SLU6			Linear Static	ritiro	1.2
SLU6			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	1.16
SLU6			Linear Static	frenatura	1.16
SLU6			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	0.58
SLU6			Response Combo	vento inviluppo	0.9
SLU6			Linear Static	neve	1.5
SLU6			Response Combo	termica inviluppo	0.9
SLU6			Response Combo	inviluppo sisma x	0
SLU6			Response Combo	inviluppo sisma y	0
SLU6			Response Combo	inviluppo sisma z	0
SLU7	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU7			Response Combo	G2	1.5
SLU7			Linear Static	ritiro	1.2
SLU7			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	1.16
SLU7			Linear Static	frenatura	0.58
SLU7			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	1.16
SLU7			Response Combo	vento inviluppo	0.9
SLU7			Linear Static	neve	1.5
SLU7			Response Combo	termica inviluppo	1.5
SLU7			Response Combo	inviluppo sisma x	0
SLU7			Response Combo	inviluppo sisma y	0
SLU7			Response Combo	inviluppo sisma z	0
SLU8	Linear Add	No	Response Combo	G1	1.35
SLU8			Response Combo	G2	1.5
SLU8			Linear Static	ritiro	1.2
SLU8			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	1.16
SLU8			Linear Static	frenatura	1.16
SLU8			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	0.58

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	166 di 169

SLU8			Response Combo	vento involuppo	0.9
SLU8			Linear Static	neve	1.5
SLU8			Response Combo	termica involuppo	1.5
SLU8			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLU8			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLU8			Response Combo	involuppo sisma z	0
SLV1	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLV1			Response Combo	G2	1
SLV1			Linear Static	ritiro	1
SLV1			Response Combo	traffico involuppo complessivo	0.2
SLV1			Linear Static	frenatura	0.1
SLV1			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.2
SLV1			Response Combo	vento involuppo	0
SLV1			Linear Static	neve	0
SLV1			Response Combo	termica involuppo	0.5
SLV1			Response Combo	involuppo sisma x	1
SLV1			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLV1			Response Combo	involuppo sisma z	0
SLV2	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLV2			Response Combo	G2	1
SLV2			Linear Static	ritiro	1
SLV2			Response Combo	traffico involuppo complessivo	0.2
SLV2			Linear Static	frenatura	0.2
SLV2			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.1
SLV2			Response Combo	vento involuppo	0
SLV2			Linear Static	neve	0
SLV2			Response Combo	termica involuppo	0.5
SLV2			Response Combo	involuppo sisma x	1
SLV2			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLV2			Response Combo	involuppo sisma z	0
SLV3	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLV3			Response Combo	G2	1
SLV3			Linear Static	ritiro	1
SLV3			Response Combo	traffico involuppo complessivo	0.2
SLV3			Linear Static	frenatura	0.1
SLV3			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.2
SLV3			Response Combo	vento involuppo	0
SLV3			Linear Static	neve	0
SLV3			Response Combo	termica involuppo	0.5
SLV3			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLV3			Response Combo	involuppo sisma y	1
SLV3			Response Combo	involuppo sisma z	0

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	167 di 169

SLV4	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLV4			Response Combo	G2	1
SLV4			Linear Static	ritiro	1
SLV4			Response Combo	traffico involuppo complessivo	0.2
SLV4			Linear Static	frenatura	0.2
SLV4			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.1
SLV4			Response Combo	vento involuppo	0
SLV4			Linear Static	neve	0
SLV4			Response Combo	termica involuppo	0.5
SLV4			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLV4			Response Combo	involuppo sisma y	1
SLV4			Response Combo	involuppo sisma z	0
SLV5	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLV5			Response Combo	G2	1
SLV5			Linear Static	ritiro	1
SLV5			Response Combo	traffico involuppo complessivo	0.2
SLV5			Linear Static	frenatura	0.1
SLV5			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.2
SLV5			Response Combo	vento involuppo	0
SLV5			Linear Static	neve	0
SLV5			Response Combo	termica involuppo	0.5
SLV5			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLV5			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLV5			Response Combo	involuppo sisma z	1
SLV6	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLV6			Response Combo	G2	1
SLV6			Linear Static	ritiro	1
SLV6			Response Combo	traffico involuppo complessivo	0.2
SLV6			Linear Static	frenatura	0.2
SLV6			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	0.1
SLV6			Response Combo	vento involuppo	0
SLV6			Linear Static	neve	0
SLV6			Response Combo	termica involuppo	0.5
SLV6			Response Combo	involuppo sisma x	0
SLV6			Response Combo	involuppo sisma y	0
SLV6			Response Combo	involuppo sisma z	1
SLE1 (rara)	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLE1 (rara)			Response Combo	G2	1
SLE1 (rara)			Linear Static	ritiro	1
SLE1 (rara)			Response Combo	traffico involuppo complessivo	1
SLE1 (rara)			Linear Static	frenatura	0.5
SLE1 (rara)			Response Combo	serp involuppo+centrifuga	1

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	168 di 169

SLE1 (rara)			Response Combo	vento inviluppo	0
SLE1 (rara)			Linear Static	neve	0
SLE1 (rara)			Response Combo	termica inviluppo	0.6
SLE1 (rara)			Response Combo	inviluppo sisma x	0
SLE1 (rara)			Response Combo	inviluppo sisma y	0
SLE1 (rara)			Response Combo	inviluppo sisma z	0
SLE2 (rara)	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLE2 (rara)			Response Combo	G2	1
SLE2 (rara)			Linear Static	ritiro	1
SLE2 (rara)			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	1
SLE2 (rara)			Linear Static	frenatura	1
SLE2 (rara)			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	0.5
SLE2 (rara)			Response Combo	vento inviluppo	0
SLE2 (rara)			Linear Static	neve	0
SLE2 (rara)			Response Combo	termica inviluppo	0.6
SLE2 (rara)			Response Combo	inviluppo sisma x	0
SLE2 (rara)			Response Combo	inviluppo sisma y	0
SLE2 (rara)			Response Combo	inviluppo sisma z	0
SLE3 (qp)	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
SLE3 (qp)			Response Combo	G2	1
SLE3 (qp)			Linear Static	ritiro	1
SLE3 (qp)			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	0
SLE3 (qp)			Linear Static	frenatura	0
SLE3 (qp)			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	0
SLE3 (qp)			Response Combo	vento inviluppo	0
SLE3 (qp)			Linear Static	neve	0
SLE3 (qp)			Response Combo	termica inviluppo	0
SLE3 (qp)			Response Combo	inviluppo sisma x	0
SLE3 (qp)			Response Combo	inviluppo sisma y	0
SLE3 (qp)			Response Combo	inviluppo sisma z	0
INVILUPPO SLU	Envelope	No	Response Combo	SLU1	1
INVILUPPO SLU			Response Combo	SLU2	1
INVILUPPO SLU			Response Combo	SLU3	1
INVILUPPO SLU			Response Combo	SLU4	1
INVILUPPO SLU			Response Combo	SLU5	1
INVILUPPO SLU			Response Combo	SLU6	1
INVILUPPO SLU			Response Combo	SLU7	1
INVILUPPO SLU			Response Combo	SLU8	1
INVILUPPO SLV	Envelope	No	Response Combo	SLV1	1
INVILUPPO SLV			Response Combo	SLV2	1
INVILUPPO SLV			Response Combo	SLV3	1
INVILUPPO SLV			Response Combo	SLV4	1

“Struttura ad archi” P20A e P20B: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	VI0505 007	B	169 di 169

INVILUPPO SLV			Response Combo	SLV5	1
INVILUPPO SLV			Response Combo	SLV6	1
INVILUPPO SLE RARA	Envelope	No	Response Combo	SLE1 (rara)	1
INVILUPPO SLE RARA			Response Combo	SLE2 (rara)	1
ECCEZ (deragliament)	Linear Add	No	Response Combo	G1	1
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	G2	1
ECCEZ (deragliament)			Linear Static	ritiro	1
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	traffico inviluppo complessivo	0
ECCEZ (deragliament)			Linear Static	frenatura	0
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	serp inviluppo+centrifuga	0
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	vento inviluppo	0
ECCEZ (deragliament)			Linear Static	neve	0
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	termica inviluppo	0.5
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	inviluppo sisma x	0
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	inviluppo sisma y	0
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	inviluppo sisma z	0
ECCEZ (deragliament)			Response Combo	inviluppo deragliament	1