

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTT0 1- RADDOPPIO RIPALTA – LESINA

VIADOTTO RIPALTA

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

L'Appaltatore

COMPAT S.c.a.r.l.

DIRETTORE TECNICO
Ing. G.Babini (Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. T.Peleva

data
Settembre 2021

firma

Data
Settembre 2021

firma

| | | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|-------|-----|-------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA / DISCIPLINA | PROGR | REV | SCALA |
| L I 0 7 | 0 1 | E | Z Z | C L | V I 0 1 0 0 | 0 0 2 | C | --- |

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato/Data |
|------|---|----------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|------------------|
| A | PRIMA EMISSIONE | FERRETTI | Ottobre 2021 | SALUTE | Ottobre 2021 | PIAZZA | Ottobre 2021 | |
| B | RECEPIMENTO Rapporto G-01 ODI 2022-030 e RDV LI07-RV-0000000042 | FERRETTI | Aprile 2022 | STRAMACCI | Aprile 2022 | PIAZZA | Aprile 2022 | |
| C | RECEPIMENTO RDV LI07-RV-0000000135 | NASUTI | Giugno 2022 | STRAMACCI | Giugno 2022 | PIAZZA | Giugno 2022 | |

File: LI0701EZZCLVI0100002C.DOCX

n. Elab.

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 1 |

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 4 |
| 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO | 4 |
| 3. NORMATIVE E RIFERIMENTI | 13 |
| 4. NORME TECNICHE | 13 |
| 5. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO | 14 |
| 6. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI | 15 |
| 6.1 Unità geotecniche | 15 |
| 6.2 Sintesi parametri geotecnici di progetto..... | 15 |
| 6.3 Categoria di sottosuolo..... | 18 |
| 7. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO | 19 |
| 7.1 Calcestruzzi..... | 19 |
| 7.1.1 Strutture di FONDAZIONE di pile e spalle: | 19 |
| 7.1.2 Strutture di ELEVAZIONE di pile e spalle: | 20 |
| 7.1.3 Valori limite di apertura delle fessure..... | 20 |
| 7.1.4 Copriferrì nominali | 21 |
| 7.2 Acciaio in barre per cemento armato | 21 |
| 8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE | 22 |
| 8.1 Criteri di progettazione per azioni sismiche | 22 |
| 8.2 Criteri generali di analisi | 22 |
| 9. ANALISI DEI CARICHI | 23 |
| 9.1 Azioni permanenti | 23 |
| 9.1.1 Peso proprio delle strutture d'impalcato (G1a)..... | 23 |
| 9.1.2 Carichi permanenti portati sulle strutture d'impalcato(G2a) | 23 |
| 9.1.3 Carichi permanenti – ballast (Gb)..... | 23 |
| 9.2 Azioni variabili | 24 |
| 9.2.1 Azioni variabili verticali | 24 |
| 9.2.2 Effetti dinamici..... | 25 |
| 9.2.3 Forza centrifuga | 25 |
| 9.2.4 Azione laterale (Serpeggio) | 27 |
| 9.2.5 Azioni di avviamento e frenatura | 27 |
| 9.3 Azioni climatiche | 28 |
| 9.3.1 Azione del vento..... | 28 |
| 9.4 Azioni eccezionali..... | 37 |
| 9.5 Azioni indirette..... | 37 |
| 9.5.1 Resistenze parassite nei vincoli..... | 37 |
| 9.6 Azioni sismiche – E | 37 |

LINEA PESCARA – BARI**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

| | | |
|------------|--|------------|
| 9.6.1 | Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali | 37 |
| 9.6.2 | Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali | 39 |
| 9.6.3 | Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale | 42 |
| 9.6.4 | Masse sismiche | 44 |
| 9.7 | Spinte esercitate dal terreno sulle spalle | 44 |
| 9.7.1 | Spinta statica | 44 |
| 9.7.2 | Spinta dovuta al sovraccarico accidentale e permanente (ballast) | 44 |
| 9.8 | Incremento di spinte del terreno in fase sismica | 47 |
| 9.9 | Forze inerziali dovute al sisma | 48 |
| 10. | COMBINAZIONI DEI CARICHI | 49 |
| 10.1 | Combinazione dei treni di carico e delle azioni da essi derivanti per più binari | 49 |
| 10.2 | Simultaneità delle azioni da traffico – valori caratteristici delle azioni combinate in gruppi di carichi | 53 |
| 10.3 | Coefficienti parziali e combinazioni per verifiche agli SLU ed SLE | 55 |
| 10.3.1 | Coefficienti parziali e di combinazione per verifiche SLU ed SLE | 55 |
| 10.3.2 | Combinazione delle azioni per verifiche SLU ed SLE | 56 |
| 11. | ANALISI DELLE SPALLE | 58 |
| 11.1 | Azioni agenti sulla palificata di fondazione | 59 |
| 11.1.1 | Spalla SPA | 59 |
| 11.1.2 | Spalla SPB | 60 |
| 11.1 | Azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione | 61 |
| 11.1.1 | Spalla SPA | 62 |
| 11.1.2 | Spalla SPB | 62 |
| 11.2 | Caratteristiche della sollecitazione nella mensola posteriore della zattera di fondazione | 62 |
| 11.2.1 | Analisi dei carichi | 64 |
| 11.2.2 | Combinazioni dei carichi | 71 |
| 11.2.3 | Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU ed SLE | 72 |
| 11.3 | Caratteristiche della sollecitazione elevazione SPALLA A | 80 |
| 11.3.1 | Descrizione del modello | 80 |
| 11.3.2 | Analisi dei carichi | 82 |
| 11.3.3 | Combinazioni dei carichi | 89 |
| 11.3.4 | Caratteristiche delle sollecitazioni | 90 |
| 11.4 | Caratteristiche della sollecitazione elevazione SPALLA B | 97 |
| 11.4.1 | Descrizione del modello | 97 |
| 11.4.2 | Analisi dei carichi | 98 |
| 11.4.3 | Combinazioni dei carichi | 102 |
| 11.4.4 | Caratteristiche delle sollecitazioni | 103 |
| 12. | VERIFICHE STRUTTURALI | 110 |
| 12.1 | Pali di fondazione | 110 |
| 12.1.1 | Caratteristiche della sollecitazione pali Spalla SPA | 110 |
| 12.1.2 | Caratteristiche della sollecitazione pali Spalla SPB | 110 |
| 12.1.3 | Verifiche a pressoflessione | 110 |
| 12.1.4 | Verifiche a taglio | 118 |
| 12.2 | Plinti di fondazione | 120 |
| 12.2.1 | Mensola anteriore in direzione longitudinale | 120 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 3 |

| | |
|--|-----|
| 12.2.2 Mensola esterna in direzione trasversale | 127 |
| 12.2.3 Mensola posteriore..... | 133 |
| 12.2.4 Verifiche a punzonamento del plinto di fondazione..... | 142 |
| 12.3 Muro frontale | 144 |
| 12.3.1 Verifiche a flessione | 145 |
| 12.3.2 Verifiche a taglio..... | 156 |
| 12.4 Muro Paraghiaia..... | 157 |
| 12.4.1 Verifiche a flessione | 157 |
| 12.4.2 Verifiche a taglio..... | 166 |
| 12.5 Muri di risvolto – Mensola superiore sp.90 cm..... | 166 |
| 12.5.1 Verifiche a flessione | 167 |
| 12.5.2 Verifiche a taglio..... | 174 |
| 12.6 Muri di risvolto – Mensola inferiore Spalla SPB sp. 120 cm..... | 176 |
| 12.6.1 Verifiche a flessione | 176 |
| 12.6.2 Verifiche a taglio..... | 180 |
| 12.6.3 Ritegni sismici longitudinali..... | 182 |

13. ALLEGATO 1 – SPALLA SPA 185

14. ALLEGATO 2 – SPALLA SPB 186

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 4 |

1. PREMESSA

La presente relazione, riguarda la progettazione esecutiva per la realizzazione del Lotto 1 Ripalta – Lesina del raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina sulla Linea Pescara – Bari, dal km 24+200 al km 31+044, per uno sviluppo di circa 6,8 km.

In particolare, sono illustrati i calcoli e le verifiche di resistenza delle spalle del Viadotto Ripalta (VI01), posto tra le progressive chilometriche 2+566.40 e 3+741.40.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il Viadotto, avente lunghezza complessiva pari a 1175 m, è a doppio binario ed è costituito da 47 campate in semplice appoggio con luce, misurata in asse pile, pari a 25 m.

La piattaforma ha una larghezza complessiva pari a 13.70 m e ospita due binari posti ad interasse di 4.00 m. Gli impalcati sono costituiti da quattro travi a cassoncino in c.a.p. di altezza pari a 2.10 m, disposte ad interasse pari a 2.41 m, solidarizzate dalla soletta in cls gettata in opera, avente spessore variabile da 30 a 40 cm, dai trasversi di testata e da due trasversi intermedi.

Relativamente al vincolamento dell'impalcato per azioni orizzontali longitudinali, la spalla SPA costituisce vincolo "fisso", mentre la spalla SPB vincolo "mobile".

I muri paraghiaia di entrambe le spalle presentano spessore pari a 0.50 m, larghezza di 13.70 m, ed altezza massima pari a 3.0 m.

I muri frontali presentano spessore pari a 2.10 m, larghezza di 13.70 m, ed altezza rispettivamente pari a 3.8 m per la spalla SPA e 4.90 m per la spalla SPB.

I muri andatori presentano spessore variabile di 0.50÷0.90 m ed altezza pari a 6.92 m per la spalla SPA e spessore variabile di 0.50÷0.90÷1.20 m ed altezza pari a 8.02 m per la spalla SPB.

Le fondazioni delle due spalle sono del tipo indiretto, costituite da plinti in c.a. di forma rettangolare con dimensioni in pianta 20.50 m (T) x 11.50 (L) m ed altezza 2.00 m, su palificate formate da 15 pali trivellati di diametro 1.50 m, disposti secondo maglia rettangolare (5 x 3) ad interasse, nelle due direzioni, pari a 4.50 m (3D).

Le lunghezze dei pali di fondazione sono esplicitati nella "Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni del viadotto", doc. LI0701EZZRHGE0005002.

La figure seguenti illustrano le carpenterie delle due spalle:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 5 |

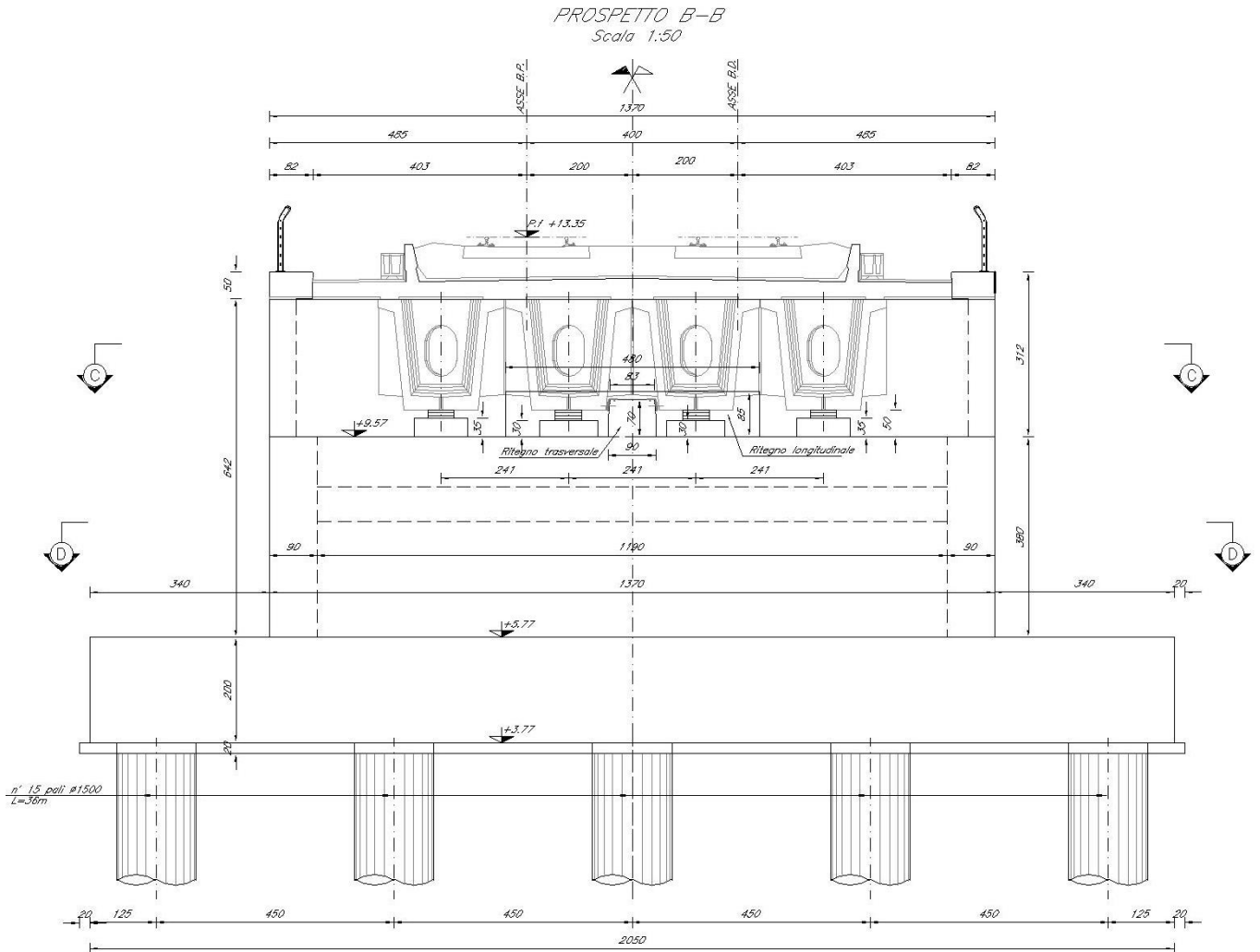


Figura 2.1 – Vista frontale spalla SPA

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 6 |

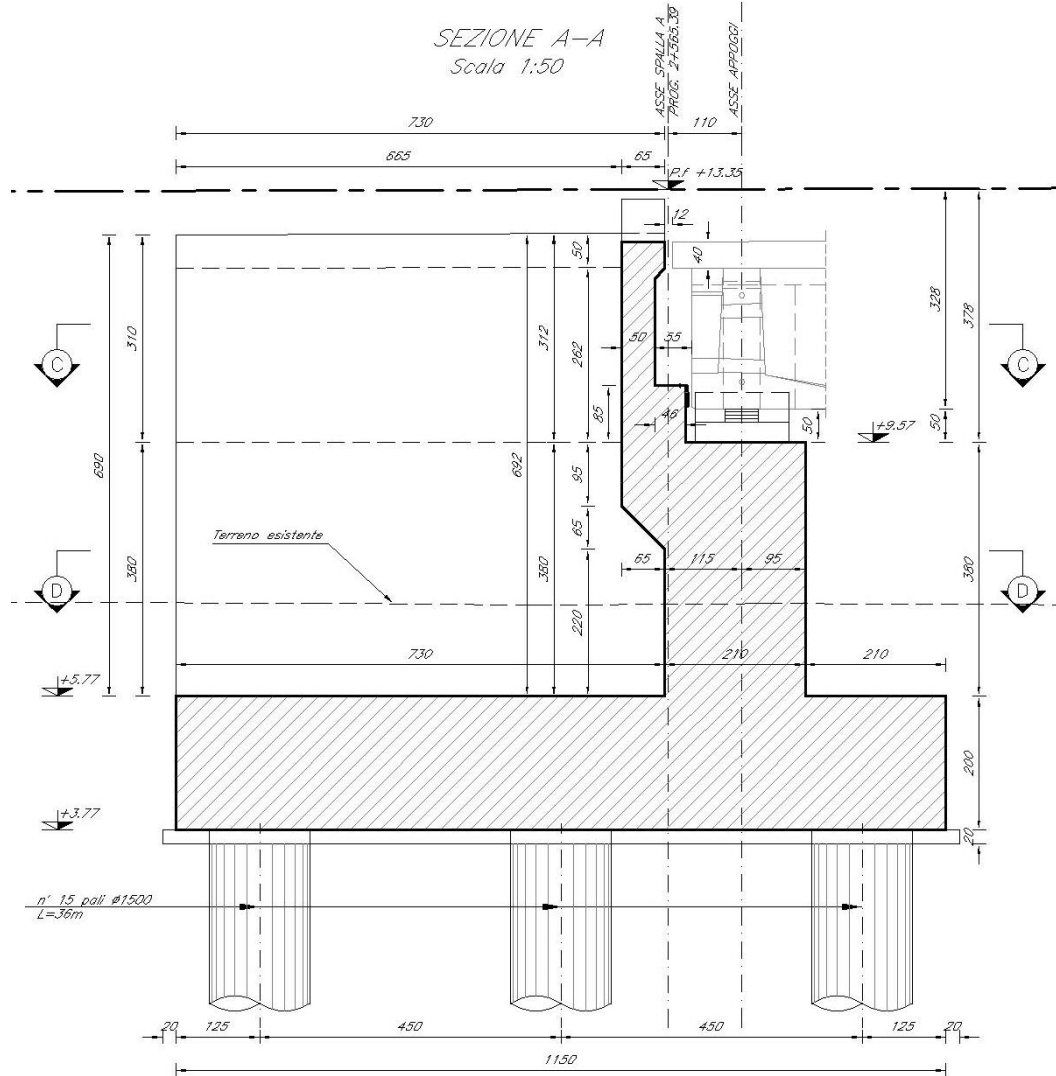


Figura 2.2 – Sezione longitudinale spalla SPA

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 7 |

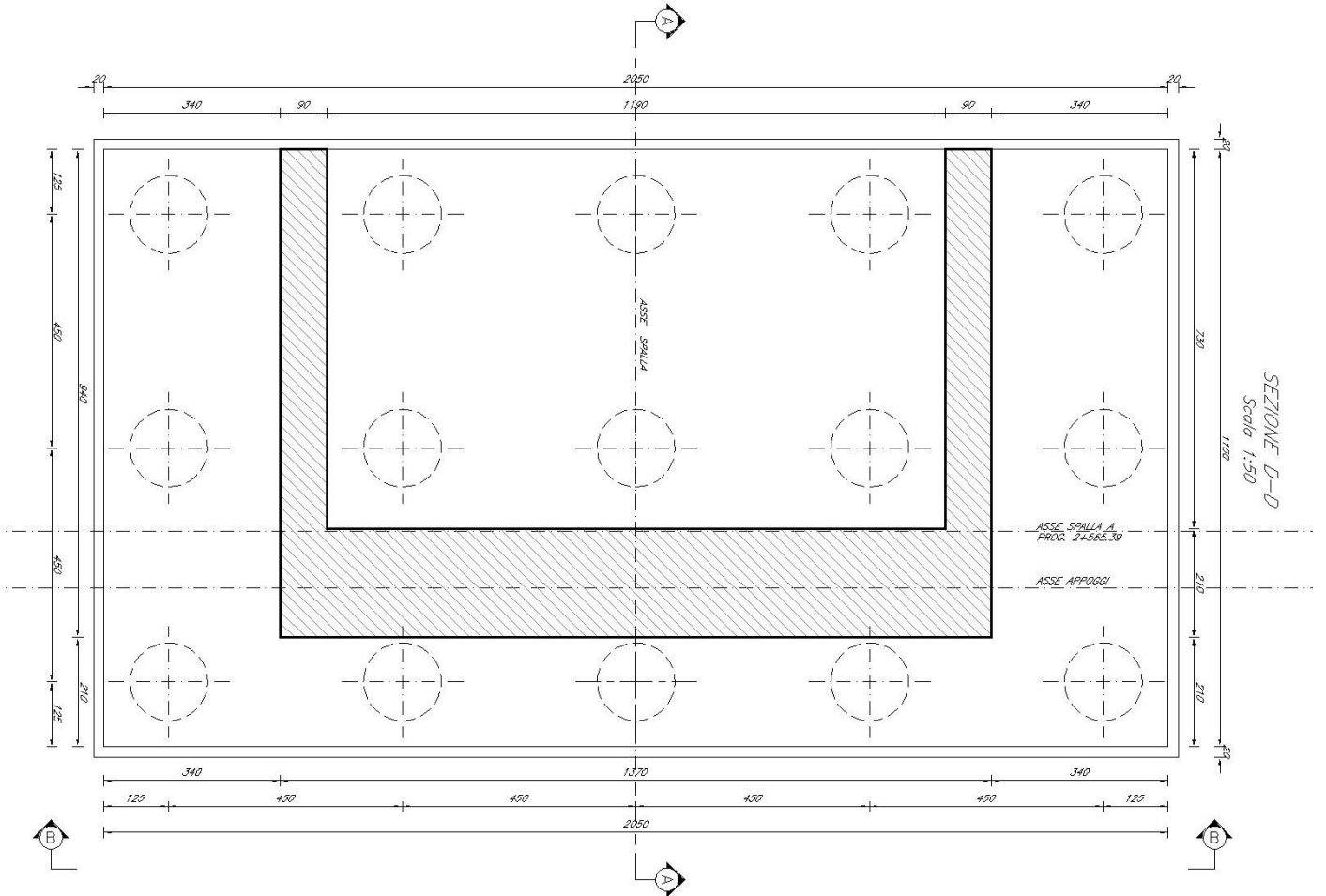


Figura 2.3 – Pianta palificata spalla SPA

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 8 |

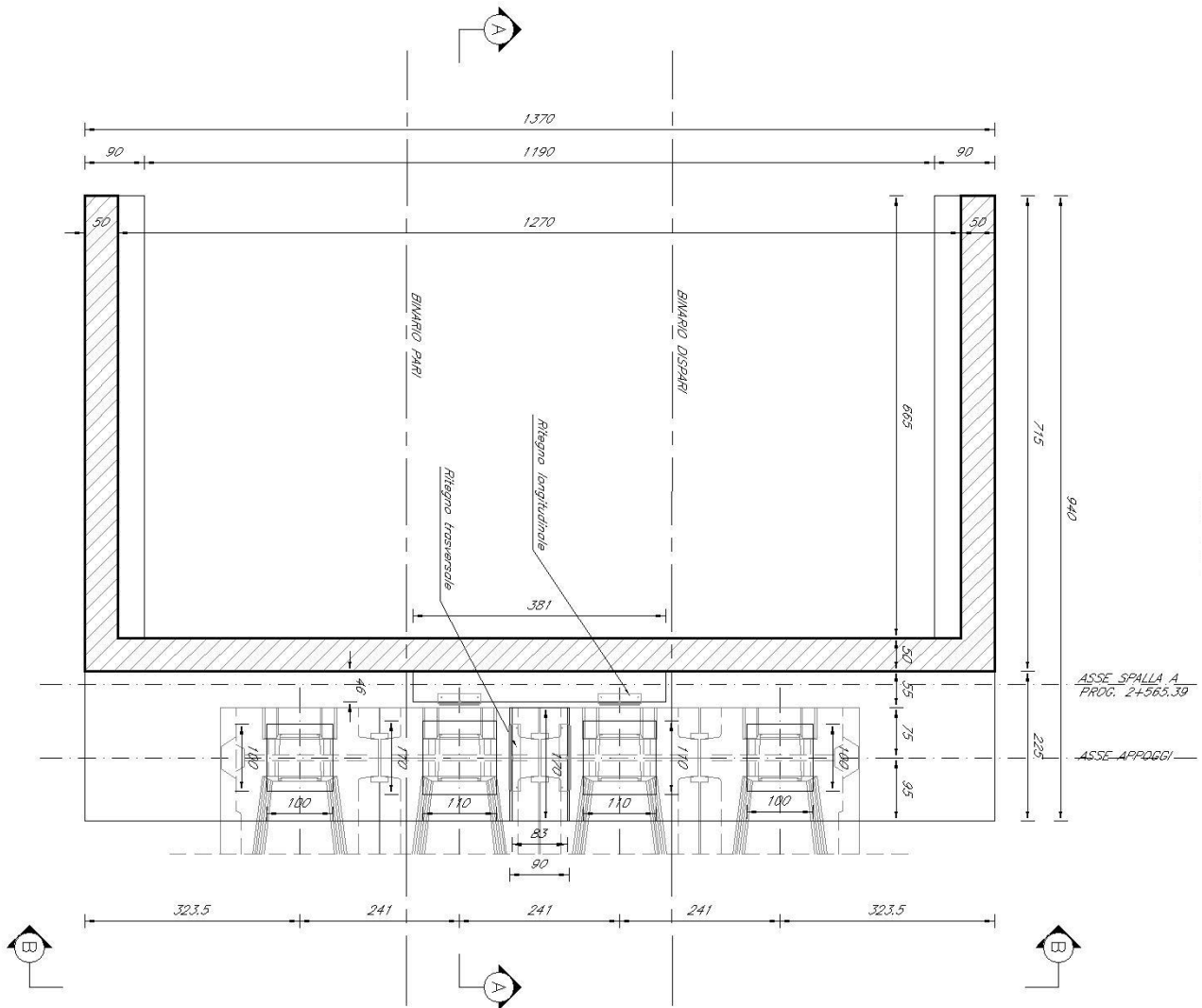


Figura 2.4 – Pianta appoggi SPA

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 9 |

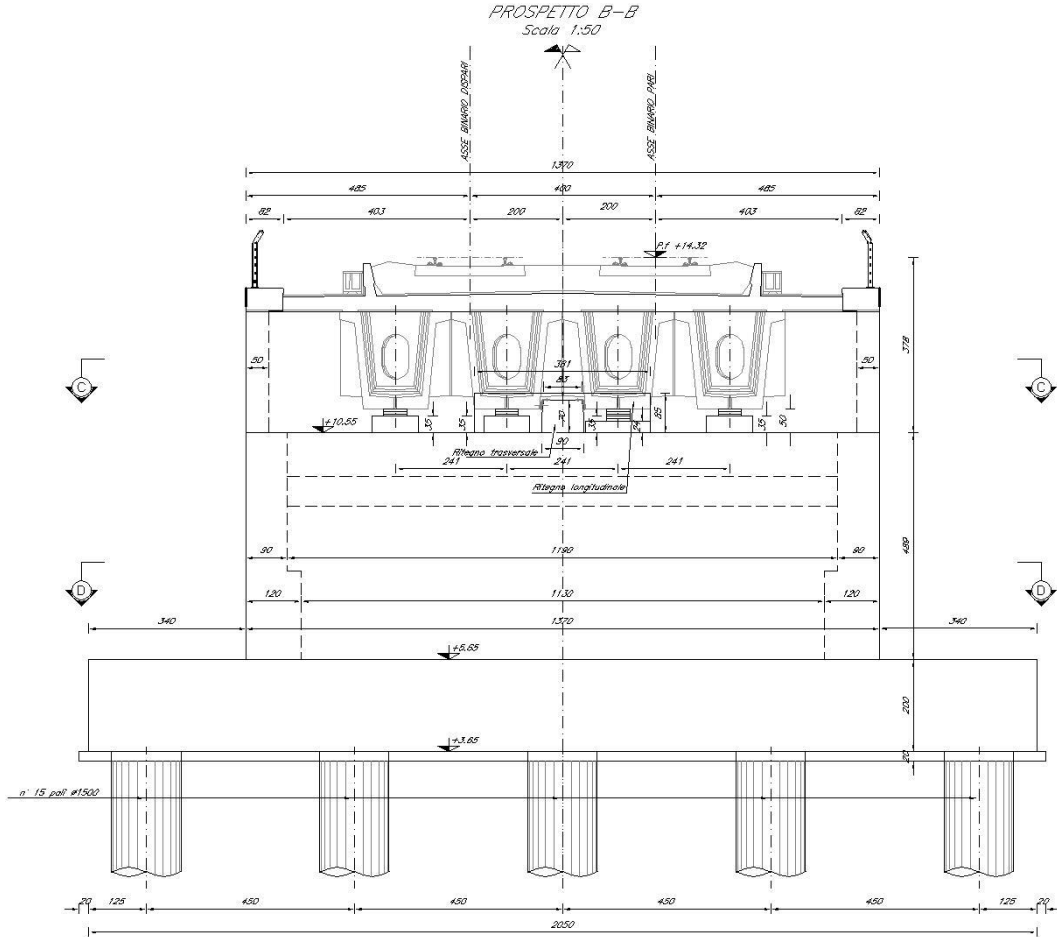


Figura 2.5 – Vista frontale spalla SPB

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 10 |

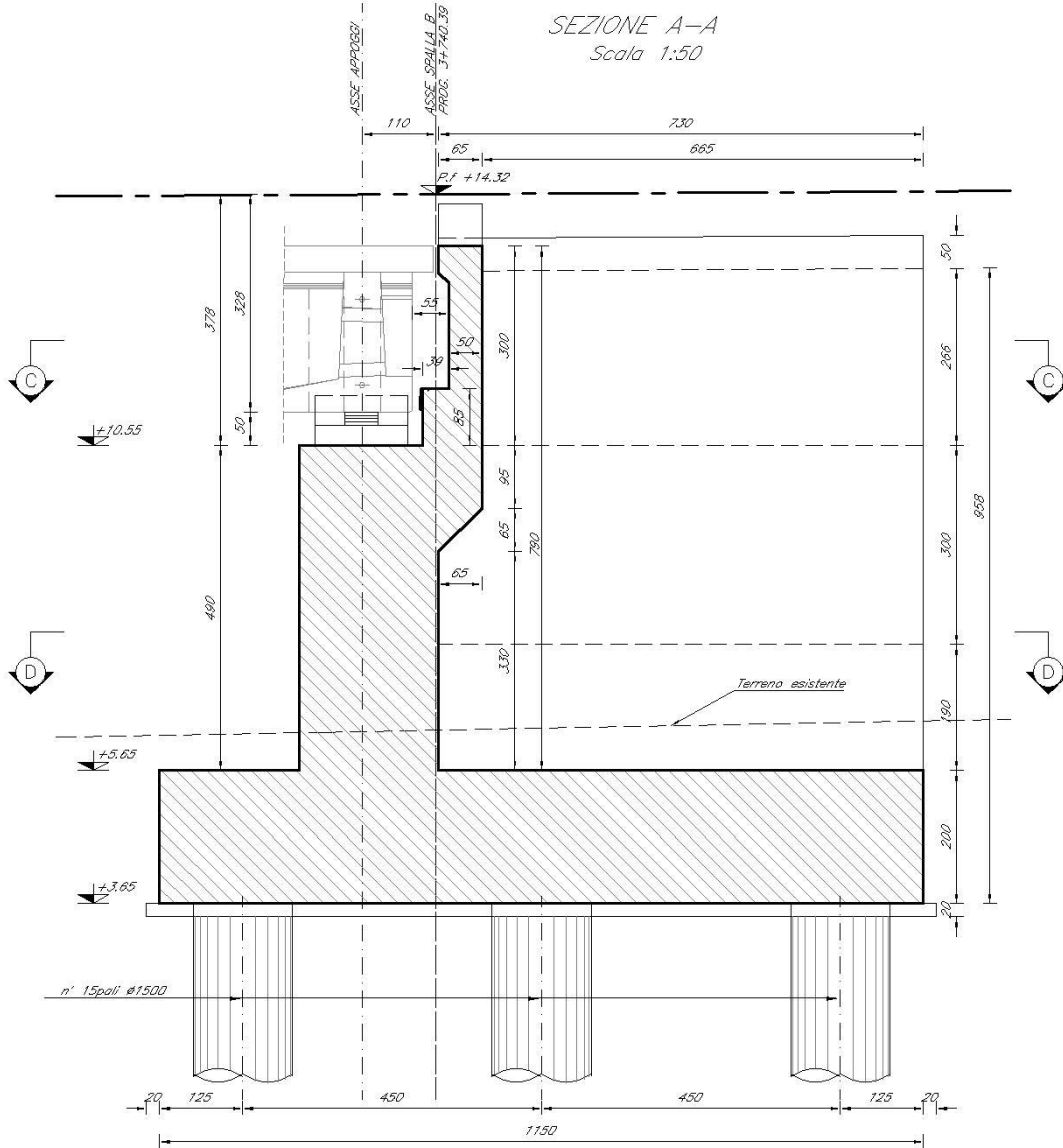


Figura 2.6 – Sezione longitudinale spalla SPB

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 11 |

SEZIONE D-D
Scala 1:50

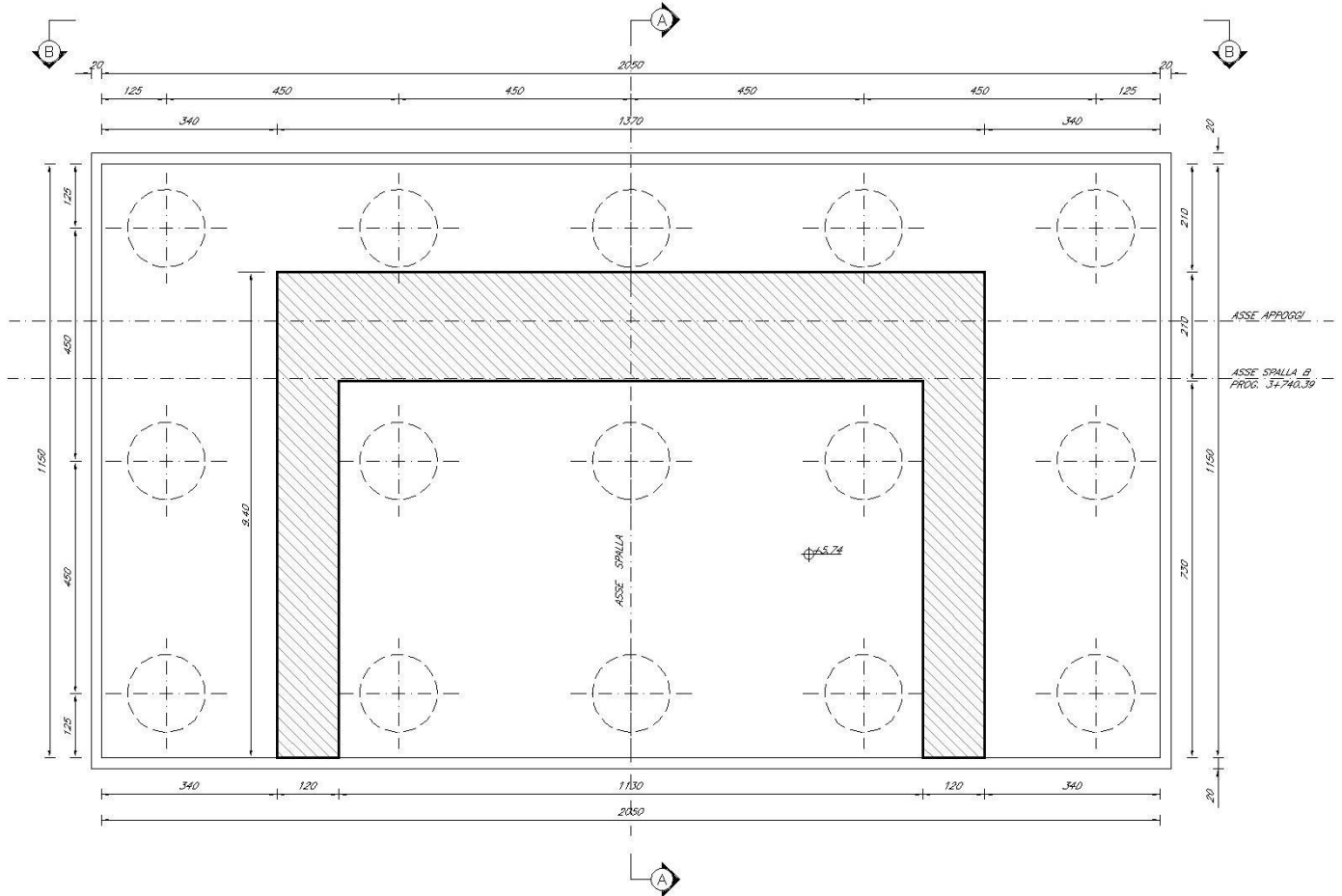


Figura 2.7 – Pianta palificata spalla SPB

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 12 |

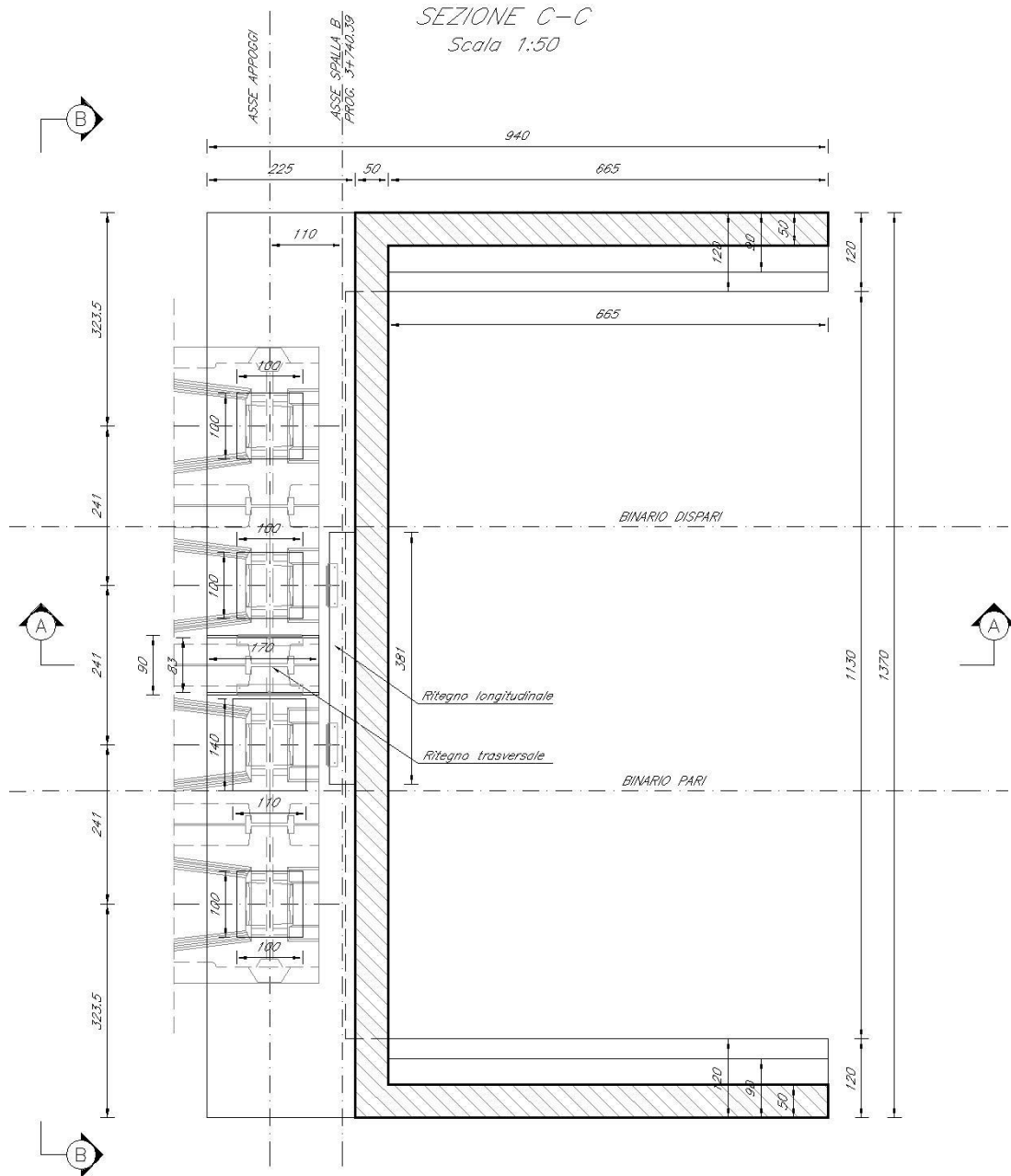


Figura 2.8 – Pianta appoggi SPB

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 13 |

3. NORMATIVE E RIFERIMENTI

- [D_1]. Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- [D_2]. Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- [D_3]. Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- [D_4]. D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- [D_5]. CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- [D_6]. UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- [D_7]. EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1 - Novembre 2005;
- [D_8]. Norma Europea UNI EN 206 – Dicembre 2016: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- [D_9]. Norma Italiana UNI 11104 – Luglio 2016: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l’applicazione della EN 206”;
- [D_10]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 B Manuale di Progettazione delle Opere Civili del 22/12/2017;
- [D_11]. RFI DTC SI CS SP IFS 001 B Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili del 22/12/2017.
- [D_12]. RFI DTC INC PO SP IFS 001 A Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- [D_13]. RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- [D_14]. RFI DTC INC PO SP IFS 003 A Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari;
- [D_15]. RFI DTC INC PO SP IFS 005 A 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;
- [D_16]. STI 2014 - 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.

4. NORME TECNICHE

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 14 |

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

5. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Con riferimento alla tabella 2.4.1. del DM 14.01.2008 ed al par. 2.5.1.1.1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI (§[D_10]), si assume:

- Vita Nominale: $V_N = 75$ anni
- Classe d'uso: III
- Coefficiente d'uso: $C_U = 1.50$

Per cui, il Periodo di Riferimento V_R considerato nella valutazione delle azioni sismiche è pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.5 = 112.5$ anni

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 15 |

6. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Come stratigrafia di riferimento si è preso in considerazione la scheda geotecnica allegata alla relazione geotecnica generale. Di seguito si riporta la successione stratigrafica ed i parametri di resistenza.

6.1 Unità geotecniche

La stratigrafia lungo lo sviluppo del viadotto è la seguente:

Terreno di riporto (unità geologica R): si tratta dello spessore di terreno vegetale (Rv) costituito prevalentemente da limo sabbioso debolmente argilloso con resti vegetali e inclusi clasti e da terreno di riporto antropico (Ra) costituente il rilevato ferroviario esistente;

Depositi alluvionali recenti (unità geologica 5): si tratta di terreni alluvionali che si possono distinguere in base alla composizione granulometrica in:

- **Unità 5AL:** argille limose e limi argillosi con locali intercalazioni centimetriche di limi sabbiosi e/o di sabbie fini limose;
- **Unità 5GS:** ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante;
- **Unità 5S:** sabbie e sabbie limose.

Conglomerati di Campomarino (unità geologica 7): Si tratta di ghiaie e ciottoli arrotondati in matrice sabbioso-limosa, a luoghi debolmente argillosa di colore marrone chiaro, da poco a moderatamente cementata, a luoghi intercalata a sabbie debolmente addensate ed argille limose giallo-verdastre. Si distinguono tre diverse unità geotecniche:

- **Unità 7GS:** conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi da sub-angolosi ad arrotondati, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante.
- **Unità 7S:** sabbie e sabbie limose avana scuro, avana-beige e avana giallastro.
- **Unità 7AL:** argille limose e limi argillosi, di colore avana scuro e avana-beige, con intercalazioni di sabbie limose avana giallastre e grigie.

Sabbie di Serracapricola (unità geologica 8): sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro, prevalentemente quarzose e a grado di cementazione variabile (**Unità 8S**); talvolta sono presenti lenti di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, da poco a discretamente cementati (**Unità 8GS**).

Argille subappenniniche (unità geologica 9) – Unità 9AL: si tratta di argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, generalmente bioturbati e talora a laminazione pianoparallela, con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e talvolta di sabbie fini di colore grigio e giallastro.

6.2 Sintesi parametri geotecnici di progetto

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le varie unità geotecniche:

LINEA PESCARA – BARI**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 16 |

Depositi alluvionali recenti - Unità 5AL (Argille limose e limi argillosi)

| | |
|--|--|
| $\gamma_{nat} = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \div 15 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 23 \div 25^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c_u = 40 \div 150 \text{ kPa}$ | resistenza al taglio in condizioni non drenate |
| $V_s = 150 \div 250 \text{ m/s}$ | velocità delle onde di taglio |
| $G_o = 45 \div 125 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 90 \div 400 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Depositi alluvionali recenti - Unità 5GS (Ghiaia con sabbia)

| | |
|--|--|
| $\gamma_{nat} = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 33 \div 35^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $V_s = 330 \text{ m/s}$ | velocità delle onde di taglio |
| $G_o = 200 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 550 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Depositi alluvionali recenti - Unità 5S (Sabbia, sabbia con limo)

| | |
|--|--|
| $\gamma_{nat} = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 28 \div 33^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $V_s = 330 \text{ m/s}$ | velocità delle onde di taglio |
| $G_o = 50 \div 170 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 110 \div 450 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Depositi alluvionali terrazzati - Unità 6AL (Argille limose e limi argillosi)

| | |
|------------------------------------|--|
| $\gamma_{nat} = 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 5 \div 20 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 23 \div 26^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c_u = 100 \div 350 \text{ kPa}$ | resistenza al taglio in condizioni non drenate |
| $E_o = 200 \div 350 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Conglomerati di Campomarino - Unità 7AL (Argille limose e limi argillosi)

| | |
|--------------------------------------|--|
| $\gamma_{nat} = 19.5 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 24 \div 26^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c_u = 75 \div 350 \text{ kPa}$ | resistenza al taglio in condizioni non drenate |
| $V_s = 300 \div 400 \text{ m/s}$ | velocità delle onde di taglio; |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 17 |

$G_o = 100\div 320$ MPa

Modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 200\div 800$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

Conglomerati di Campomarino - Unità 7S (Sabbia, sabbia con limo)

$\gamma_{nat} = 20.5$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 0$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 33\div 37$ °

angolo di resistenza al taglio

$V_s = 200\div 350$ m/s

velocità delle onde di taglio;

$G_o = 80\div 240$ MPa

Modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 200\div 600$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

Conglomerati di Campomarino - Unità 7GS (Ghiaia con sabbia e clasti/ciottoli)

$\gamma_{nat} = 20.5$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 0$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 37\div 40$ °

angolo di resistenza al taglio

$V_s = 250\div 400$ m/s

velocità delle onde di taglio;

$G_o = 120\div 300$ MPa

Modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 300\div 800$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

Sabbie di Serracapricola - Unità 8S (Sabbia, sabbia con limo)

$\gamma_{nat} = 19\div 20$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 0$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 34$ °

angolo di resistenza al taglio

$V_s = 220\div 230$ m/s

velocità delle onde di taglio;

$E_o = 240\div 270$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

Sabbie di Serracapricola - Unità 8GS (Ghiaia con sabbia e clasti/ciottoli)

$\gamma_{nat} = 19\div 20$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 0$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 38$ °

angolo di resistenza al taglio

$V_s = 290\div 400$ m/s

velocità delle onde di taglio;

$E_o = 400\div 800$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

Argille subappenniniche – Unità 9AL (Argille limose e limi argillosi)

$\gamma_{nat} = 20$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 5\div 15$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 24\div 27$ °

angolo di resistenza al taglio

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 18 |

$V_s = 380 \text{ m/s}$ velocità delle onde di taglio;
 $G_o = 280 \text{ MPa}$ Modulo di deformazione a taglio iniziale
 $E_o = 300\div 730 \text{ MPa}$ Modulo di deformazione elastico iniziale

6.3 Categoria di sottosuolo

In relazione alle variabilità della categoria di sottosuolo illustrate nella “Relazione Geotecnica” di PE, si ha:

- Spalla SPA: **categoria di sottosuolo D;**
- Spalla SPB: **categoria di sottosuolo C.**

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 19 |

7. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

7.1 Calcestruzzi

7.1.1 Strutture di FONDAZIONE di pile e spalle:

| Caratteristiche Calcestruzzo | Var | unità | C25/30 |
|---|---|--------------|---------------|
| Resistenza a compressione caratteristica cubica | R_{ck} | Mpa | 30 |
| Resistenza a compressione caratteristica cilindrica | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | Mpa | 25 |
| Resistenza media a compressione cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | Mpa | 33.00 |
| Resistenza media a trazione semplice | f_{ctm} | Mpa | 2.56 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$ | Mpa | 1.80 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$ | Mpa | 3.33 |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$ | Mpa | 3.08 |
| Modulo elastico | $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$ | Mpa | 31476 |

| STATI LIMITE ULTIMI | Var | unità | |
|--------------------------------------|--|--------------|-------|
| coefficiente γ_c | γ_c | | 1.50 |
| coefficiente α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ | Mpa | 14.17 |
| Resistenza a trazione di calcolo | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ | Mpa | 1.20 |

| STATI LIMITE DI ESERCIZIO | Var | unità | |
|---|---------------------------------|--------------|-------|
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica | $\sigma_{c, max} = 0.55 f_{ck}$ | Mpa | 13.75 |
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente | $\sigma_{c, max} = 0.40 f_{ck}$ | Mpa | 10.00 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 20 |

7.1.2 Strutture di ELEVAZIONE di pile e spalle:

| Caratteristiche Calcestruzzo | Var | unità | C32/40 |
|---|---|--------------|---------------|
| Resistenza a compressione caratteristica cubica | R_{ck} | Mpa | 40 |
| Resistenza a compressione caratteristica cilindrica | $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ | Mpa | 32 |
| Resistenza media a compressione cilindrica | $f_{cm} = f_{ck} + 8$ | Mpa | 40.00 |
| Resistenza media a trazione semplice | f_{ctm} | Mpa | 3.02 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$ | Mpa | 2.12 |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice | $f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$ | Mpa | 3.93 |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$ | Mpa | 3.63 |
| Modulo elastico | $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$ | Mpa | 33346 |

| STATI LIMITE ULTIMI | Var | unità | |
|--------------------------------------|--|--------------|-------|
| coefficiente γ_c | γ_c | | 1.50 |
| coefficiente α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ | Mpa | 18.13 |
| Resistenza a trazione di calcolo | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ | Mpa | 1.41 |

| STATI LIMITE DI ESERCIZIO | Var | unità | |
|---|---------------------------------|--------------|-------|
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica | $\sigma_{c, max} = 0.55 f_{ck}$ | Mpa | 17.60 |
| $\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente | $\sigma_{c, max} = 0.40 f_{ck}$ | Mpa | 12.80 |

7.1.3 Valori limite di apertura delle fessure

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in "ordinarie", "aggressive" e "molto aggressive" in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III del DM 14.01.2008:

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 21 |

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

| CONDIZIONI AMBIENTALI | CLASSE DI ESPOSIZIONE |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

in accordo a [D_10], l'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara), per gli SLE, deve rispettare le seguenti limitazioni:

- $\delta_f \leq w1 = 0.20 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali "aggressive" e "molto aggressive", così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.01.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w2 = 0.30 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.01.2008.

Tenuto conto che le condizioni ambientali relative alle strutture in elevazione di pile e spalle sono "aggressive" (classe di esposizione XC4), l'apertura convenzionale di progetto per strutture di fondazione (controterra) ed elevazione deve rispettare in ogni caso le limitazioni di cui al precedente punto "a".

7.1.4 Copriferrini nominali

I copriferrini nominali adottati per le barre di armatura sono i seguenti:

- Pali di fondazione: $C_{nom} = 60 \text{ mm}$;
- Plinti di fondazione di pile e spalle: $C_{nom} = 40 \text{ mm}$;
- Elevazioni di pile e spalle: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$.

7.2 Acciaio in barre per cemento armato

| Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato | Var | unità | |
|--|--------------------------------|-------|---------------|
| Qualità dell'acciaio | | | B450C |
| Tensione caratteristica di snervamento nominale | f_{yk} | Mpa | 450 |
| Tensione caratteristica a carico ultimo nominale | f_{tk} | Mpa | 540 |
| Modulo elastico | E_s | Mpa | 210000 |
| STATI LIMITE ULTIMI | Var | unità | |
| coefficiente γ_s | γ_s | | 1.15 |
| Resistenza di calcolo | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | Mpa | 391.3 |
| STATI LIMITE DI ESERCIZIO | Var | unità | |
| $\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica | $\sigma_{s,max} = 0.75 f_{yk}$ | Mpa | 337.5 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 22 |

8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE

8.1 Criteri di progettazione per azioni sismiche

In accordo al §7.9 “Ponti” delle NTC08 ed al Manuale di progettazione RFI (§[D_10]), la struttura del ponte è stata concepita e dimensionata in modo tale che sotto l’azione sismica di progetto per lo SLV essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile, nel quale la dissipazione sia limitata alle pile.

Alle spalle è richiesto un comportamento di tipo “non dissipativo”.

Il valore del fattore di comportamento adottato nelle analisi nelle due direzioni orizzontali e nella direzione verticale è pari a $q = 1$.

Nella determinazione delle sollecitazioni sismiche di progetto agenti sulle spalle sono state considerate le spinte del terreno comprensive degli effetti sismici, le forze di inerzia agenti sulla massa della spalla e del terreno presente sulle fondazioni, cui è stata applicata un’accelerazione pari a $a_{max} = a_g \cdot S$.

Relativamente alle azioni sismiche trasmesse dall’impalcato, sia per le azioni trasversali trasmesse alle due spalle, sia per le azioni longitudinali trasmesse alla spalla SPA, che costituisce vincolo “fisso”, in virtù della elevata rigidità in entrambe le direzioni, è stata trascurata l’interazione terreno-spalla e sono state assunte azioni sismiche corrispondenti all’accelerazione di ancoraggio al suolo: $a_{max} = a_g \cdot S$.

Relativamente ai dettagli costruttivi, le regole sono quelle esplicitate al capitolo 4 delle NTC08, atteso che alle spalle non è richiesto comportamento dissipativo.

8.2 Criteri generali di analisi

Le caratteristiche della sollecitazione generate da tutte le azioni esplicitate al capitolo 8, ad eccezione di quelle sismiche, sono state determinate riferendosi ai seguenti modelli:

- Mensola tozza: per la mensola anteriore e per lo sbalzo trasversale della zattera di fondazione;
- Modello a piastra della zattera di fondazione: per la determinazione delle caratteristiche della sollecitazione agenti nella parte centrale della zattera compresa tra i muri andatori ed il muro frontale;
- Modello 3D della struttura in elevazione: per la determinazione delle caratteristiche della sollecitazione agenti su muro frontale, paraghiaia e muri andatori.

Le azioni verticali trasmesse dalle strutture di impalcato sono calcolate con riferimento allo schema di trave semplicemente appoggiata.

Le campate di riva dell’impalcato sono considerate:

- Azioni orizzontali trasversali: entrambe vincolate alle spalle;
- Azioni orizzontali longitudinali: vincolata alla spalla SPA (appoggio fisso), l’altra svincolata (appoggio mobile).

Le caratteristiche della sollecitazione generate dalle azioni orizzontali longitudinali trasmesse dall’impalcato sono applicate alla quota di intradosso impalcato (testa apparecchi di appoggio); le caratteristiche della sollecitazione generate dalle azioni orizzontali trasversali trasmesse dall’impalcato tengono conto del momento di trasporto dovuto alla distanza tra punto di applicazione della forza e intradosso impalcato; questa assunzione sono congruenti con le caratteristiche dei vincoli delle campate d’impalcato sulle spalle, che impediscono le rotazioni in direzione trasversale (attorno all’asse longitudinale), mentre consentono le rotazioni in direzione longitudinale (attorno all’asse trasversale).

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 23 |

9. ANALISI DEI CARICHI

Nella determinazione dei valori delle azioni si è tenuto conto dei seguenti pesi unitari dei materiali:

- Strutture in cemento armato: $\gamma_{c.a.} = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- Strutture in acciaio: $\gamma_{acciaio} = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Ballast: $\gamma_{ballast} = 20.0 \text{ kN/m}^3$

L'analisi dei carichi gravanti sulle spalle è stata effettuata considerando le azioni provenienti dagli impalcati e le azioni direttamente applicate alle spalle. Queste ultime sono esplicitate nei tabulati di calcolo riportati in allegato.

9.1 Azioni permanenti

9.1.1 Peso proprio delle strutture d'impalcato (G1a)

Il peso proprio della strutture d'impalcato è pari a:

- | | | |
|----------------------|---|-----------|
| - Travi + trasversi: | $4 \times 2 \times 436.2 =$ | 3489.6 kN |
| - Soletta: | $2 \times [2 \times (475.7 + 254.3)] =$ | 2920.0 kN |
| Sommano: | | 6409.6 kN |

Che equivale ad un peso uniformemente distribuito pari a:

- $g_{1a} = 6409.6 / 25.0 = 256.38 \text{ kN/m}$

9.1.2 Carichi permanenti portati sulle strutture d'impalcato(G2a)

- | | | |
|------------------------|--|------------|
| - Cordoli laterali: | $2 \times 0.82 \times 0.21 \times 25.0 =$ | 8.61 kN/m |
| - Muretti paraballast: | $2 \times 0.16 \times 25.0 =$ | 8.00 kN/m |
| - Canaline portacavi: | $2 \times 3.0 =$ | 6.00 kN/m |
| - Barr. antirumore: | $2 \times 15.0 =$ | 30.00 kN/m |
| - Massetto: | $2 \times 0.05 \times (1.73+4.05) \times 24.0 =$ | 13.87 kN/m |
| - Velette pref.: | $2 \times 4.75 =$ | 9.50 kN/m |
| Sommano: | | 75.98 kN/m |

9.1.3 Carichi permanenti – ballast (Gb)

- Ballast + arm.: $8.20 \times 0.80 \times 20.0 = 131.20 \text{ kN/m}$

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------------|-----------|----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

9.2 Azioni variabili

9.2.1 Azioni variabili verticali

Treni di carico:

In accordo al par. 5.2.2.3.1 del DM 14.01.2018, sono stati considerati i seguenti modelli di carico “teorici”:

- Treno di carico LM71 - traffico normale;
- Treno di carico SW/2 – traffico pesante.

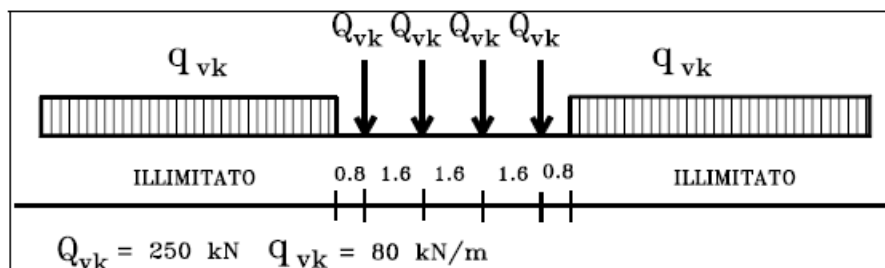
I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento α :

- Treno di carico LM71: $\alpha = 1.1$
- Treno di carico SW/2: $\alpha = 1.0$

Treno di carico LM71:

Questo treno di carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito da:

- 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.60 m.
- Carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata:



Per questo modello di carico è stata considerata un'eccentricità trasversale rispetto all'asse del binario pari a:

- $e_t = 1.435/18 = 0.08 \text{ m}$

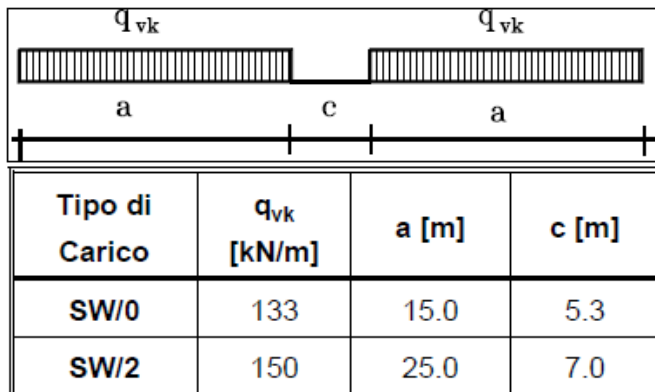
nella direzione che massimizza gli effetti sulle membrature.

Treni di carico SW:

Questi treni di carico schematizzano gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante e risultano costituiti da due stese di carico uniformemente distribuito di intensità pari a q_{vk} ed estensione pari ad “a”, separate da un tratto scarico di estensione pari a “c”:

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |



Nel caso in esame gli effetti dovuti al treno di carico SW/0 non sono dimensionamenti e pertanto sono stati trascurati.

9.2.2 Effetti dinamici

La velocità di percorrenza della linea è pari a **200 km/h**.

Trattandosi di ponte con velocità di percorrenza non superiore a 200 km/h con frequenza propria della struttura ricadente all'interno dei limiti delle frequenze proprie n_0 in Hz in funzione della luce della campata, riportati nella fig. 5.2.7 del D.M. 14/01/2008, si utilizzano i valori dei coefficienti dinamici definiti al paragrafo 5.2.2.3.3 del D.M. per linee con ridotto standard manutentivo.

Il suddetto paragrafo specifica che *“pile con snellezza $\lambda \leq 30$, spalle, fondazioni, muri di sostegno e spinte del terreno possono essere calcolate assumendo coefficienti dinamici unitari”*.

Mentre per gli apparecchi di appoggio è prescritta una lunghezza caratteristica L_ϕ pari alla lunghezza delle travi sostenute.

Pertanto, è stato assunto:

Spalle e pile:

- Coefficiente di incremento dinamico: $\Phi_3 = 1.0$

Apparecchi di appoggio:

- Lunghezza caratteristica: $L_\phi = 22.8 \text{ m}$
- Coefficiente di incremento dinamico: $\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.2}} + 0.73 = 1.202$

9.2.3 Forza centrifuga

Il valore caratteristico della forza centrifuga $Q_{tk} - q_{tk}$ è stato valutato in accordo alla seguente espressione (§5.2.2.4.1 DM 14.01.2008):

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot Q_{vk})$$

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 26 |

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot q_{vk})$$

Dove:

Q_{tk} – q_{tk}: valore caratteristico della forza centrifuga [kN – kN/m];

Q_{vk} – q_{vk}: valore caratteristico dei carichi verticali [kN – kN/m];

v: velocità di progetto espressa in m/s;

V: velocità di progetto espressa in km/h;

f: fattore di riduzione (definito in seguito);

g: accelerazione di gravità (m/s²);

r: raggio di curvatura in m.

Il fattore di riduzione f è fornito dalla seguente espressione:

$$f = \left[1 - \frac{V - 120}{1000} \cdot \left(\frac{814}{V} + 1.75 \right) \right] \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{2.88}{L_f}} \right)$$

Dove:

L_f: lunghezza di influenza in metri, della parte curva di binario carico sul ponte;

con le seguenti limitazioni:

f=1 per V ≤ 120 km/h o L_f ≤ 2.88 m;

f<1 per 120 ≤ V ≤ 300 km/h e L_f >2.88 m;

f(V) = f(300) per V>300 km/h

Per il modello di carico SW2 si assume una velocità di 100 km/h e pertanto f = 1.

Per il modello di carico LM71 sono stati considerati due casi:

- a) Modello di carico LM71 e forza centrifuga per V = 120 km/h, per cui f = 1;
- b) Modello di carico LM71 e forza contrifuga per V pari alla massima velocità di progetto (200 km/h), per cui f<1.

Questa seconda condizione è sempre risultata più gravosa, e pertanto, è quella illustrata nei calcoli delle spalle.

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 27 |

| Valore di α | Massima velocità della linea [Km/h] | Azione centrifuga basata su: | | | | traffico verticale associato |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|----------|---|--------------------------------|---|
| | | V | α | f | | |
| SW/2 | ≥ 100 | 100 | 1 | 1 | 1 x 1 x SW/2 | Φ x 1 x SW/2 |
| | < 100 | V | 1 | 1 | 1 x 1 x SW/2 | |
| LM71 e SW/0 | > 120 | V | 1 | f | 1 x f x (LM71''+''SW/0) | Φ x 1 x 1 x (LM71''+''SW/0) |
| | | 120 | α | 1 | α x 1 x (LM71''+''SW/0) | Φ x α x 1 x (LM71''+''SW/0) |
| | ≤ 120 | V | α | 1 | α x 1 x (LM71''+''SW/0) | |

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

Relative alle due spalle:

- la spalla SPA ricade lungo una curva di raggio R=3700 m;
- la spalla SPB ricade lungo una curva di raggio R=2200 m.

La forza centrifuga è stata combinata con i carichi verticali supposti agenti nella generica configurazione di carico, e non è stata incrementata dal coefficiente dinamico.

L'azione è stata considerata agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1.80 m al di sopra del P.F.

9.2.4 Azione laterale (Serpeggio)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera concentrata, agente orizzontalmente ed applicata alla sommità della rotaia più alta perpendicolarmente all'ase del binario.

Il valore caratteristico della forza è assunto pari a:

- $Q_{sk} = 100$ kN;

ed è stato moltiplicato per il coefficiente di adattamento relativo al treno di carico agente sul binario, ma non per il coefficiente di incremento dinamico.

9.2.5 Azioni di avviamento e frenatura

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono state considerate uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato.

I valori caratteristici considerati sono i seguenti:

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 28 |

- Avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ kN}$ per modelli di carico LM71 e SW/2;
- Frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ kN}$ per modello di carico LM71;
 $Q_{lb,k} = 35 \text{ [kN/m]} \times L \text{ [m]}$ per modello di carico SW/2.

I valori caratteristici delle azioni di avviamento e frenatura sono stati moltiplicati per i coefficienti di adattamenti relativi ai treni di carico, ma non per il coefficiente di incremento dinamico.

Le azioni di frenatura ed avviamento sono state combinate con i relativi carichi verticali, specificando che per il modello di carico SW/2 sono state tenute in conto solo le parti di struttura che sono caricate in accordo alle fig. 5.2.2 ed alla Tab. 5.2.1 del DM 14/01/2008:

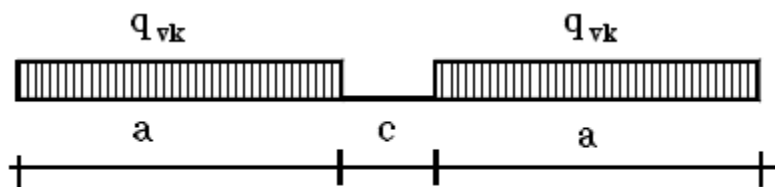


Figura 5.2.2 - Treno di carico SW

Tabella 5.2.1 - Caratteristiche Treni di Carico SW

| Tipo di Carico | q_{vk} [kN/m] | a [m] | c [m] |
|----------------|-----------------|-------|-------|
| SW/0 | 133 | 15,0 | 5,3 |
| SW/2 | 150 | 25,0 | 7,0 |

Trattandosi di ponte a doppio binario, sono stati considerati due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura.

Nella valutazione degli effetti sulle spalle non sono state considerate riduzioni relative agli effetti di interazione statica binario-struttura.

9.3 Azioni climatiche

9.3.1 Azione del vento

L'azione del vento è stata assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte. Tale azione è stata considerata agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite (impalcato).

Le azioni del vento sono state calcolate in accordo al paragrafo 3.3 del DM 14/01/2008.

L'opera è situata in zona "3", in accordo alla suddivisione del territorio italiano rappresentata nella figura 3.3.1 del citato DM:

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 29 |



Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

I parametri di base per il calcolo della velocità di riferimento v_b sono illustrati nella tabella 3.3.1:

Tabella 3.3.1 - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

| Zona | Descrizione | $v_{b,0}$ [m/s] | a_0 [m] | k_a [1/s] |
|------|---|-----------------|-----------|-------------|
| 1 | Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste) | 25 | 1000 | 0,010 |
| 2 | Emilia Romagna | 25 | 750 | 0,015 |
| 3 | Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria) | 27 | 500 | 0,020 |
| 4 | Sicilia e provincia di Reggio Calabria | 28 | 500 | 0,020 |
| 5 | Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena) | 28 | 750 | 0,015 |
| 6 | Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena) | 28 | 500 | 0,020 |
| 7 | Liguria | 28 | 1000 | 0,015 |
| 8 | Provincia di Trieste | 30 | 1500 | 0,010 |
| 9 | Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto | 31 | 500 | 0,020 |

Nel caso in esame si ha pertanto:

- $v_{b,0}$ [m/s] = 27 a_0 [m] = 500 k_a [1/s] = 0.020

l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorgerà il viadotto è pari a:

- $a_s = 6.0 \div 8.0$ m slm

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 30 |

Pertanto, la **velocità di riferimento del vento**, riferita ad un periodo di riferimento di 50 anni è pari a:

- $v_b = 27 \text{ m/s}$

la **pressione del vento** è data dall'espressione:

- $p = q_b \times C_e \times C_p \times C_d$

dove:

- q_b : pressione cinetica di riferimento definita nel seguito;
- C_e : coefficiente di esposizione definito nel seguito;
- C_p : coefficiente di forma (o coefficiente aereodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento, più avanti definito;
- C_d : coefficiente dinamico

la **pressione cinetica di riferimento**, in accordo al par. 3.3.6 del DM 14.01.2008, è pari a:

- $q_b = 0.5 \times \rho \times v_b^2 = 0.5 \times 1.25 \times 27^2 = 456 \text{ N/m}^2$

Il **coefficiente di esposizione**, in accordo al par. 3.3.7 del DM 14.01.2008, è pari a:

- $C_e(z) = k_r^2 \times C_t \times \ln(z/z_0) \times [7 + C_t \times \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$
- $C_e(z) = C_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$

dove:
 k_r , z_0 e z_{min} sono assegnati in accordo alla tabella 3.3.II del DM in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione:

Tabella 3.3.II – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

| Categoria di esposizione del sito | k_r | z_0 [m] | z_{min} [m] |
|-----------------------------------|-------|-----------|---------------|
| I | 0,17 | 0,01 | 2 |
| II | 0,19 | 0,05 | 4 |
| III | 0,20 | 0,10 | 5 |
| IV | 0,22 | 0,30 | 8 |
| V | 0,23 | 0,70 | 12 |

La categoria di esposizione è stata assegnata in base alla fig. 3.2.2 del DM in funzione della posizione geografica rispetto alla costa e della classe di rugosità del terreno, definita in tab. 3.3.III:

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 31 |

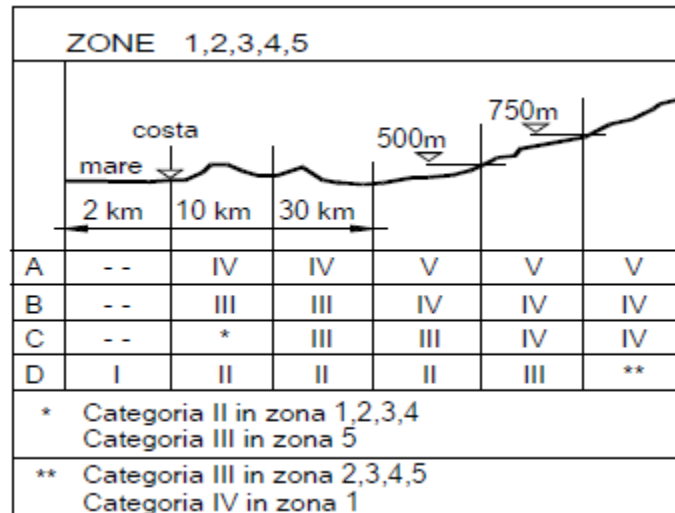


Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

| Classe di rugosità del terreno | Descrizione |
|--------------------------------|---|
| A | Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m |
| B | Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive |
| C | Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D |
| D | Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...) |

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

c_t è il **coefficiente di topografia** posto pari ad 1 per zone pianeggianti.

Si ha pertanto:

- Classe di rugosità del terreno: D;
- Categoria di esposizione: II (sito ubicato a distanza dalla linea di costa compresa inferiore a 10 km);
- $k_r = 0.19$ $z_0 [m] = 0.05 m$ $z_{min} [m] = 4.0$

ed infine, considerando un'altezza massima del viadotto dal suolo pari a $z = 13.1 m$ si ottiene:

- $c_e = 2.53$

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
 LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 32 |

La superficie dei carichi ferroviari transitanti sul ponte esposta al vento si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di 4 m a partire dal P.F.

Per il calcolo dei **coefficienti di forma per vento su superfici laterali dell'impalcato** si è fatto riferimento alla UNI-ENV 1991-2-4/1997 (§8.3.1):

$$C_{f,x} = C_{f,x,0} \times \Psi_{\lambda,x}$$

Dove:
 $C_{f,x,0}$: è il coefficiente di forma per snellezza infinita da determinarsi in base alle caratteristiche geometriche dell'impalcato ed al rapporto d/b in base alle figure sotto riportate:

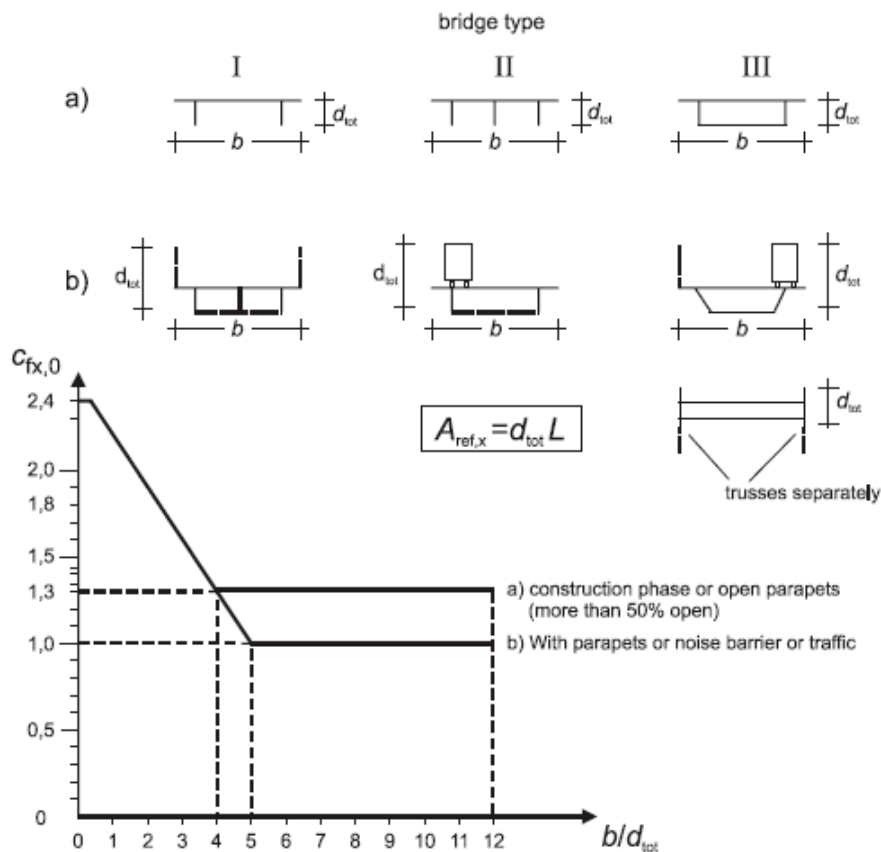


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $C_{f,x,0}$

Il valore del fattore di riduzione $\Psi_{\lambda,x}$ si ricava in funzione della snellezza effettiva λ e del rapporto di solidità ϕ dal grafico sottostante:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 33 |

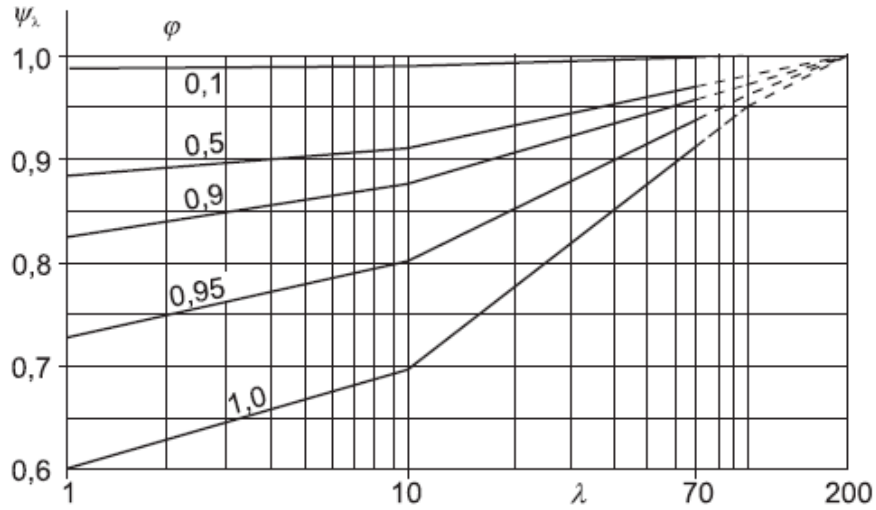


Figure 7.36 — Indicative values of the end-effect factor ψ_λ as a function of solidity ratio φ versus slenderness λ

I valori della snellezza effettiva sono stati determinati dalla tabella 7.16 della norma:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| | | | | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 34 |

Table 7.16 — Recommended values of λ for cylinders, polygonal sections, rectangular sections, sharp edged structural sections and lattice structures

| No. | Position of the structure, wind normal to the plane of the page | Effective slenderness λ |
|-----|--|---|
| 1 | | For polygonal, rectangular and sharp edged sections and lattice structures: for $\ell \geq 50$ m, $\lambda = 1,4 \ell/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller |
| 2 | | for $\ell < 15$ m, $\lambda = 2 \ell/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller For circular cylinders: for $\ell \geq 50$, $\lambda = 0,7 \ell/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller for $\ell < 15$ m, $\lambda = \ell/b$ or $\lambda = 70$, whichever is smaller |
| 3 | | For intermediate values of ℓ , linear interpolation should be used |
| 4 | | for $\ell \geq 50$ m, $\lambda = 0,7 \ell/b$ or $\lambda = 70$, whichever is larger for $\ell < 15$ m, $\lambda = \ell/b$ or $\lambda = 70$, whichever is larger For intermediate values of ℓ , linear interpolation should be used |

Nel caso in esame, di impalcato di notevole lunghezza, si è posto:

- $\Psi_{\lambda,x} = 1.0$;

Per il calcolo dei **coefficienti di forma per vento agente su superfici laterali delle pile** si è fatto riferimento alla UNI-ENV 1991-2-4/1997 (§7.6):

- $C_f = C_{f0} \times \Psi_r \times \Psi_\lambda$

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
 LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 35 |

Dove:

$c_{f,0}$: è il coefficiente di forma per sezioni di forma rettangolare da determinarsi in base al rapporto d/b tra i lati della sezione, in base alla figura sotto riportata:

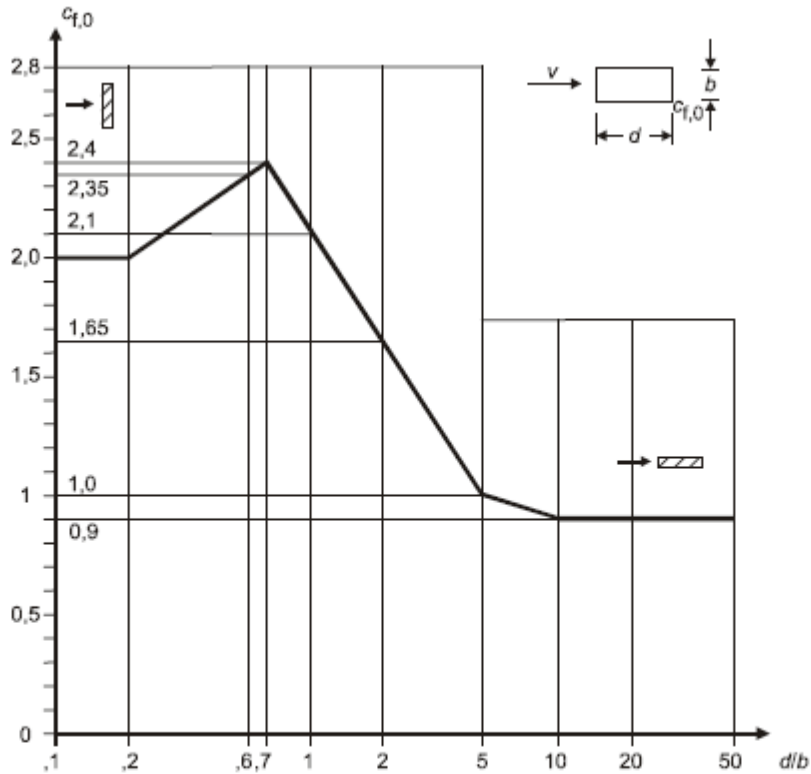


Figure 7.23 — Force coefficients $c_{f,0}$ of rectangular sections with sharp corners and without free end flow

Ψ_r : è il fattore di riduzione per sezioni rettangolari con estremità arrotondate, da valutare in base alla figura sotto riportata:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 36 |

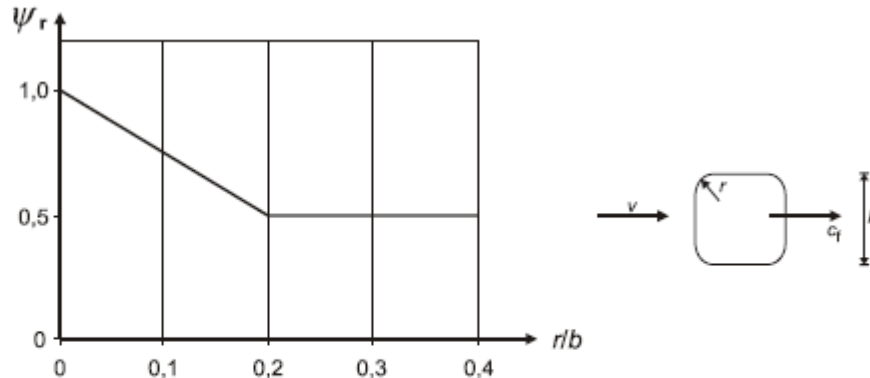


Figure 7.24 — Reduction factor ψ_r for a square cross-section with rounded corners

ψ_r : è il fattore di riduzione che tiene conto dell'effettiva snellezza della struttura (pila), precedentemente definito per la definizione delle azioni sulle strutture di impalcato.

Sono stati presi in considerazione due configurazioni:

- Vento agente su impalcato scarico;
- Vento agente su impalcato carico;

Nel primo caso, di **vento agente su impalcato scarico**, l'altezza complessiva della superficie laterale investita dal vento considera la presenza di barriere antirumore di altezza pari a 5.10 m rispetto all'estradosso del cordolo:

$$- d_{tot} = 2.1 \text{ (travi)} + 0.52 \text{ (soletta + cordoli)} + 2 \times 5.10 \text{ (barriera antirumore)} = 12.82 \text{ m};$$

da cui, tenendo conto che la larghezza dell'impalcato è pari a $b = 13.70 \text{ m}$, si ha:

$$- b / d_{tot} = 1.07 \quad c_{f,x} = c_{f,x,0} = 2.20$$

ed infine:

$$- p = q_b \times c_e \times c_p \times c_d = 0.456 \times 2.53 \times 2.20 \times 1.0 = 2.53 \text{ kN/m}^2$$

Nel secondo caso, di **vento agente su impalcato carico**, si ha:

$$- d_{tot} = 3.28 \text{ (dist. da intradosso imp. a P.F.)} + 4.00 \text{ (altezza convoglio)} = 7.28 \text{ m};$$

da cui, tenendo conto che la larghezza dell'impalcato è pari a $b = 13.70 \text{ m}$, si ha:

$$- b / d_{tot} = 1.88 \quad c_{f,x} = c_{f,x,0} = 1.95$$

ed infine:

$$p = q_b \times c_e \times c_p \times c_d = 0.456 \times 2.53 \times 1.95 \times 1.0 = 2.24 \text{ kN/m}^2$$

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 37 |

in entrambi i casi, la superficie di riferimento, per profondità di impalcato unitaria, è pari a:

$$A_{ref,x} = d_{tot} \times 1.0 \text{ [mq/ml]}$$

9.4 Azioni eccezionali

Le azioni relative al deragliamenti al di sopra il ponte non risultano dimensionanti le sottostrutture e pertanto non sono state prese in considerazione.

9.5 Azioni indirette

9.5.1 Resistenze parassite nei vincoli

Le resistenze parassite si esplicano in corrispondenza degli apparecchi di appoggio mobili e, per equilibrio, sui corrispondenti fissi, in corrispondenza di ogni traslazione relativa impalcato-apparecchi d'appoggio.

Per viadotti a travi semplicemente appoggiate, quale quello in esame, in corrispondenza delle spalle si considera:

$$- F_a = f \times (V_g + V_q)$$

Dove:

f: coefficiente di attrito degli apparecchi di appoggio;
 V_g : reazione verticale massima associata ai carichi permanenti;
 V_q : reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati.

Nel caso in esame è stato ipotizzato un valore del coefficiente di attrito pari a:

$$- f = 0.06$$

9.6 Azioni sismiche – E

9.6.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

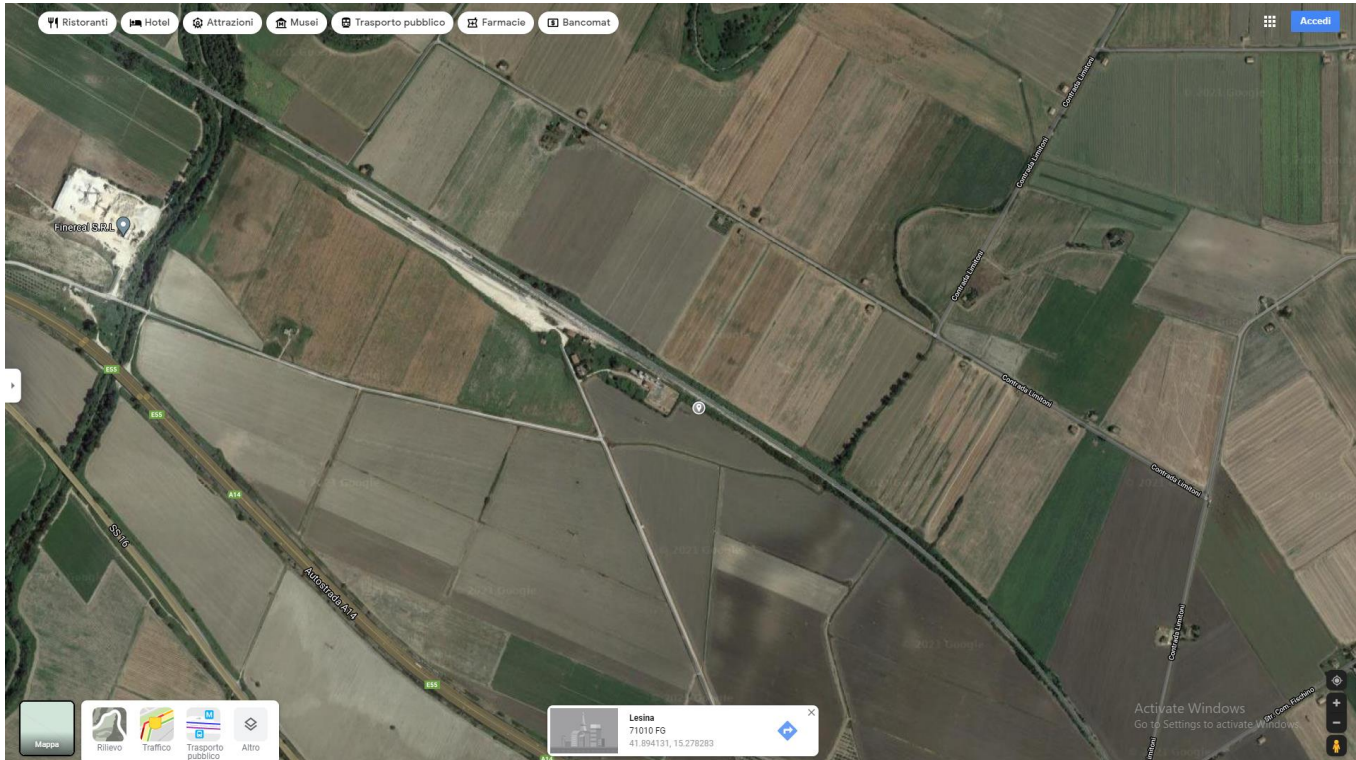
Le figure seguenti illustrano le coordinate di riferimento per la valutazione dei parametri sismici di base:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 38 |



Convertitore

Per convertire le coordinate di un punto inserisci i valori nelle caselle di testo corrispondenti al sistema di riferimento a cui appartengono e premi il pulsante 'Converti'.

Monte mario / Gauss Boaga zona 1 EPSG:3003

Est: Nord:

ED50 / UTM Zone 32N EPSG:23032

Est: Nord:

ED50 EPSG:4230

Lon: Lat:

WGS84 EPSG:4326

Lon: Lat:

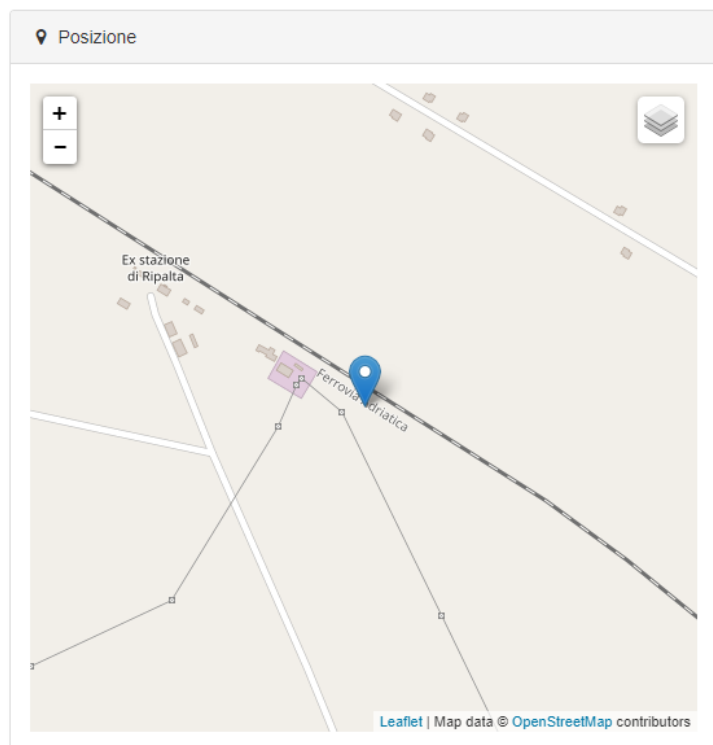


Figura 9.1: Coordinate di riferimento per la determinazione dei parametri sismici di base

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati con l'ausilio del software-free SPETTRI-NTC ver. 1.0.3 (prodotto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici www.cslp.it).

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | | |
| RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | | |
| LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 39 |

VI01 - VIADOTTO RIPALTA

| WGS84 | | ED50 | |
|---------|---------|---------|---------|
| Lon | Lat | Lon | Lat |
| 15.2783 | 41.8941 | 15.2791 | 41.8951 |

Vita Nominale $V_N = 75$ anni
 Classe d'uso $Cl = III$
 Coefficiente d'uso $C.u. = 1.5$
Periodo di riferimento $V_R = 112.5$ anni

PARAMETRI SISMICI

| STATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T^*_C [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 68 | 0.076 | 2.502 | 0.303 |
| SLD | 113 | 0.097 | 2.516 | 0.316 |
| SLV | 1068 | 0.252 | 2.443 | 0.343 |
| SLC | 2193 | 0.328 | 2.434 | 0.352 |

L'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale, definiti in base al §3.2 del D.M. 14/01/2008.

Nel caso in esame, trattandosi di strutture di elevata rigidezza, si considerano azioni sismiche corrispondenti all'accelerazione di ancoraggio al suolo ($T = 0$).

9.6.2 Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

Gli spettri di risposta elastici della componenti orizzontali sono definiti dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \frac{T_C T_D}{T^2}$$

In cui:

T è il periodo di vibrazione;

$S_e(T)$ è l'accelerazione spettrale orizzontale;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo rigido, determinata in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} ;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_S \times S_T$, essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tabella 9.1) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 9.2);

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 40 |

- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta=10/(5+\xi) \geq 0,55$, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C=C_C \times T_C^*$ dove T_C^* è definito al § 3.2 e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 9.1);
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante e vale: $T_B=T_C/3$
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D=4.0 \times (a_g/g) + 1.6$

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

Tabella 9.1 – Espressioni per S_s e C_c

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|--|-------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

Tabella 9.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Gli spettri di progetto per verifiche SLV si ottengono sostituendo η con $1/q$ nelle formule di cui al par. 3.2.3.2.1 del DM 14/01/2008.

Tenuto conto della variabilità della Categoria di sottosuolo lungo lo sviluppo del viadotto si ha:

Spalla SPA:

- Categoria di sottosuolo: **D**
- Categoria stratigrafica: **T1**

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | | | | | |
| RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | | | | | |
| LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 41 |

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

| STATO LIMITE | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [sec] | T_B [sec] | T_C [sec] | T_D [sec] | S_S [-] | S_T [-] | S [-] | C_C [-] | d_g [m] | v_g [m/s] |
|--------------|--------------|--------------|------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|----------------|
| SLV | 0.252 | 2.443 | 0.343 | 0.244 | 0.732 | 2.607 | 1.48 | 1.00 | 1.48 | 2.13 | 0.174 | 0.427 |

Tabella 9.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta – Spalla SPA

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali di progetto agli SLV ottenuti per $q = 1.0$:

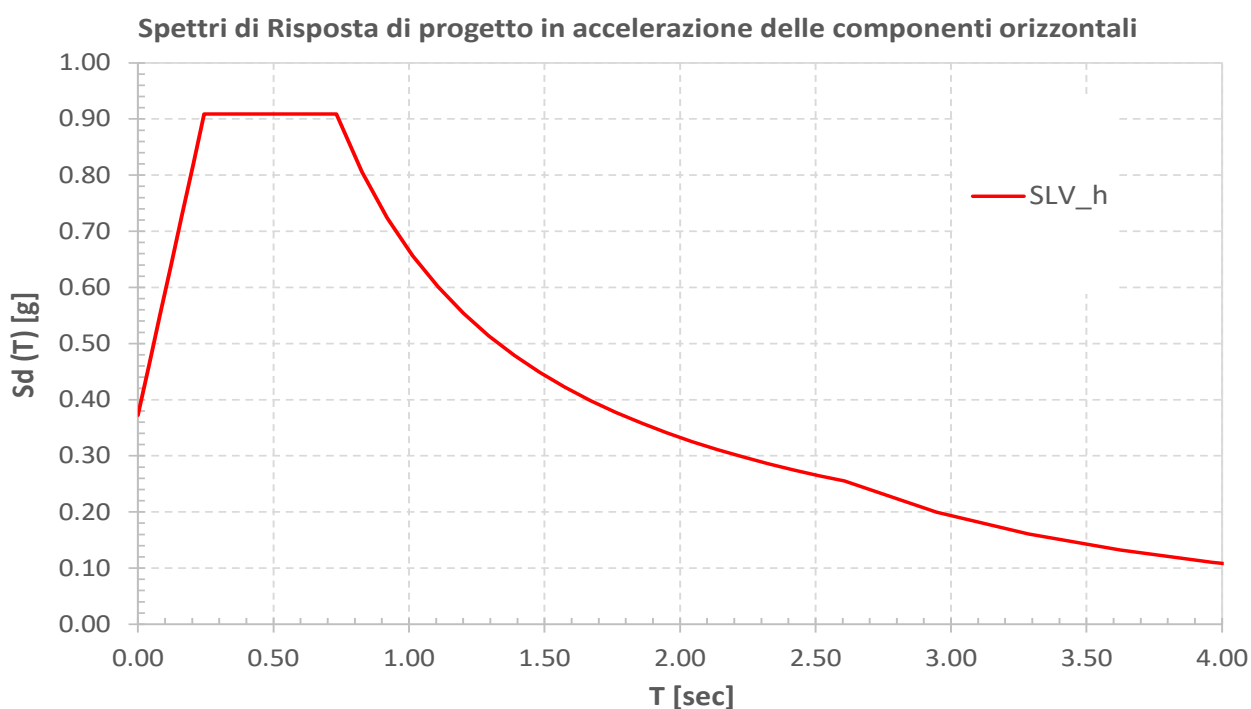


Figura 9.2 – Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali di progetto agli SLV – Spalla SPA – fattore di struttura $q = 1.0$

Spalla SPB:

- Categoria di sottosuolo: **C**
- Categoria stratigrafica: **T1**

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

| STATO LIMITE | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [sec] | T_B [sec] | T_C [sec] | T_D [sec] | S_S [-] | S_T [-] | S [-] | C_C [-] | d_g [m] | v_g [m/s] |
|--------------|--------------|--------------|------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|----------------|
| SLV | 0.252 | 2.443 | 0.343 | 0.171 | 0.513 | 2.607 | 1.33 | 1.00 | 1.33 | 1.49 | 0.110 | 0.270 |

Tabella 9.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta – Spalla SPB

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali di progetto agli SLV ottenuti per $q = 1.0$:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 42 |

Spettri di Risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali

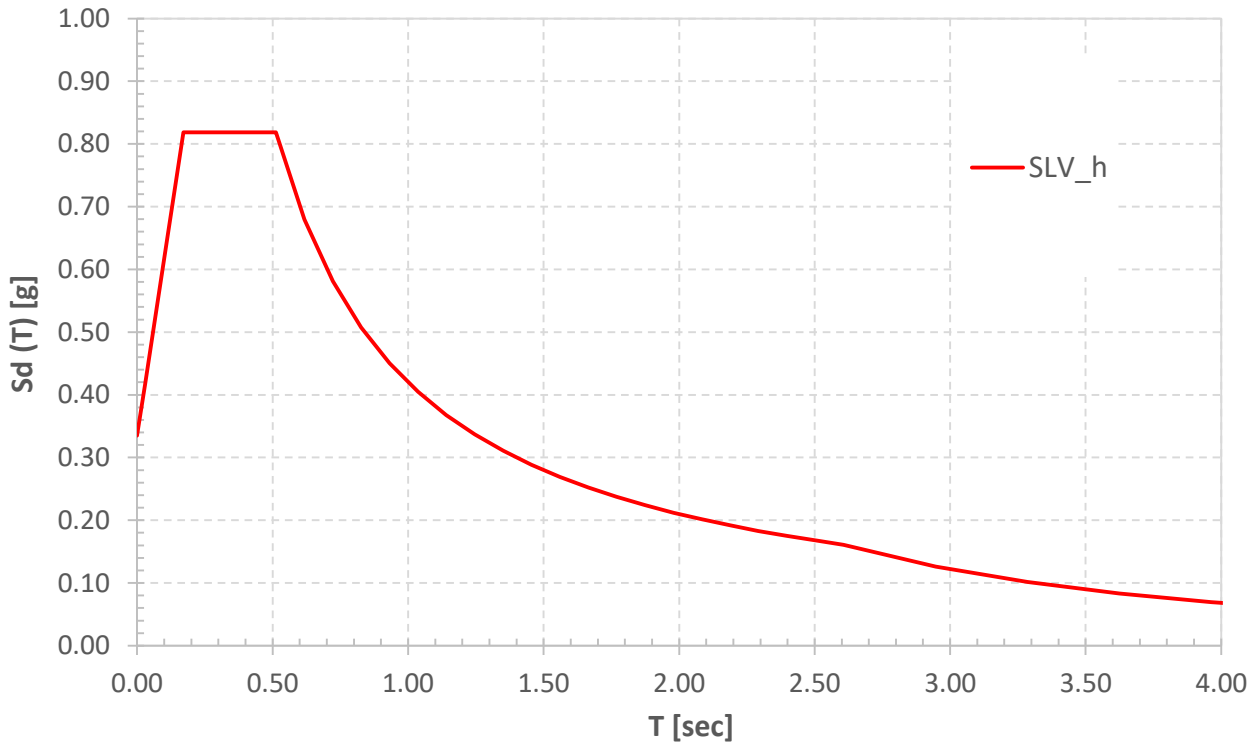


Figura 9.3 – Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali di progetto agli SLV – Spalla SPB – fattore di struttura q = 1.0

9.6.3 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

Gli spettri di risposta elastici della componente verticale sono definiti dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad [3.2.9]$$

In cui:

T è il periodo di vibrazione;

$S_{ve}(T)$ è l'accelerazione spettrale verticale;

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 43 |

F_v Il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione $F_v = 1.35 \times F_0 \times (a_g/g)^{0.5}$;

I valori di a_g , F_0 , S , η sono quelli precedentemente definiti per le componenti orizzontali del moto sismico; i valori di S_s , T_B , T_C e T_D , sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC2018:

Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

| Categoria di sottosuolo | S_s | T_B | T_C | T_D |
|-------------------------|-------|--------|--------|-------|
| A, B, C, D, E | 1,0 | 0,05 s | 0,15 s | 1,0 s |

Gli spettri di progetto per verifiche SLV si ottengono sostituendo η con $1/q$ nelle formule di cui al par. 3.2.3.2.2 del DM 14/01/2008.

Gli spettri illustrati sono stati ottenuti per **fattore di struttura $q = 1.0$** .

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta:

| STATO LIMITE | a_g [g] | F_0 [-] | F_v [-] | T_B [sec] | T_C [sec] | T_D [sec] | S_s [-] | S_T [-] | S [-] |
|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------|
| SLV | 0.252 | 2.443 | 1.655 | 0.050 | 0.150 | 1.000 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Tabella 9.5 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione della componente verticale di progetto:

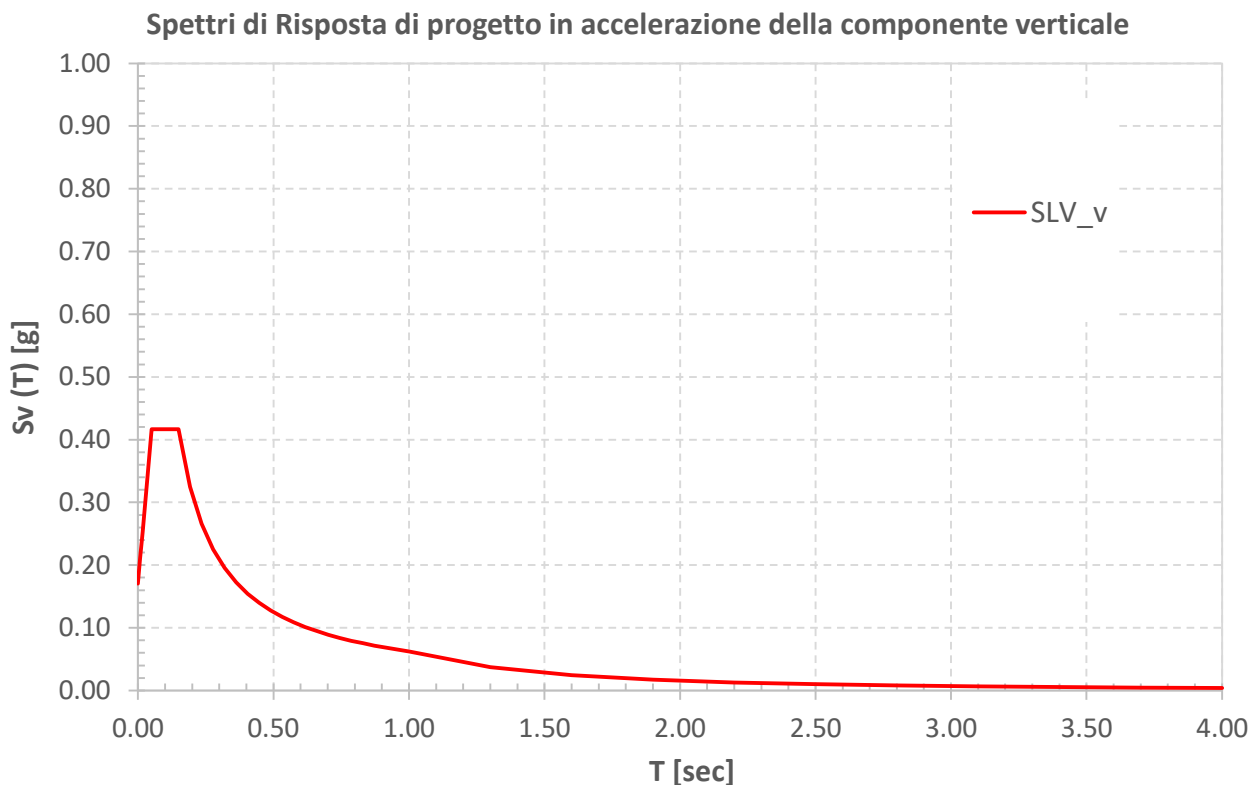


Figura 9.4 – Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale di progetto agli SLV

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

9.6.4 Masse sismiche

Per determinare gli effetti delle azioni sismiche sulle strutture si è fatto riferimento alle masse corrispondenti ai:

- pesi propri delle strutture;
- sovraccarichi permanenti portati e ballast agenti sulle strutture di impalcato;
- peso del terreno di rinterro della zattera di fondazione;
- 20% ($\Psi_{2j} = 0.20$) del peso dei convogli ferroviari in transito sul ponte.

In particolare, relativamente a questo ultimo punto, il peso dei convogli è quello relativo al caso di 2 binari caricati su singola campata.

9.7 Spinte esercitate dal terreno sulle spalle

9.7.1 Spinta statica

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono state calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a:

$$S = 1/2 \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale spinta è applicata ad 1/3 dell'altezza dal basso.

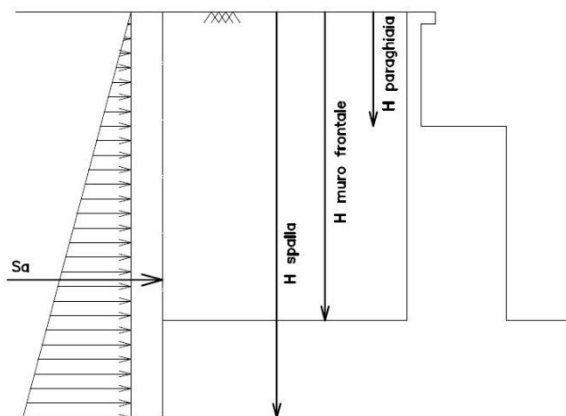


Figura 9.5 – Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

9.7.2 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale e permanente (ballast)

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita.

In accordo al §5.2.2.3.1.5 delle NTC08: “il carico verticale a livello del piano di regolamento (posto a 0.70 ml al di sotto del piano del ferro) su rilevato a tergo della spalla pu essere uniformemente distribuito su una larghezza di 3.0 m”.

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
 LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

Volendo utilizzare, per semplicità, un valore unico del sovraccarico da traffico, sono state determinate le sollecitazioni taglianti e flettenti massime effettivamente agenti alla base del paraghiaia (elemento maggiormente sollecitato da questa azione di carico), per effetto delle spinte dovute al sovraccarico, determinando successivamente il valore del sovraccarico uniformemente distribuito equivalente, esteso a tutte le membrature per i dimensionamenti.

Per la determinazione delle sollecitazioni generate dalle spinte esercitate dal sovraccarico si è fatto riferimento a quanto indicato da M.P.Petrangeli in "Progettazione e costruzione di ponti" ed illustrato nella figura seguente.

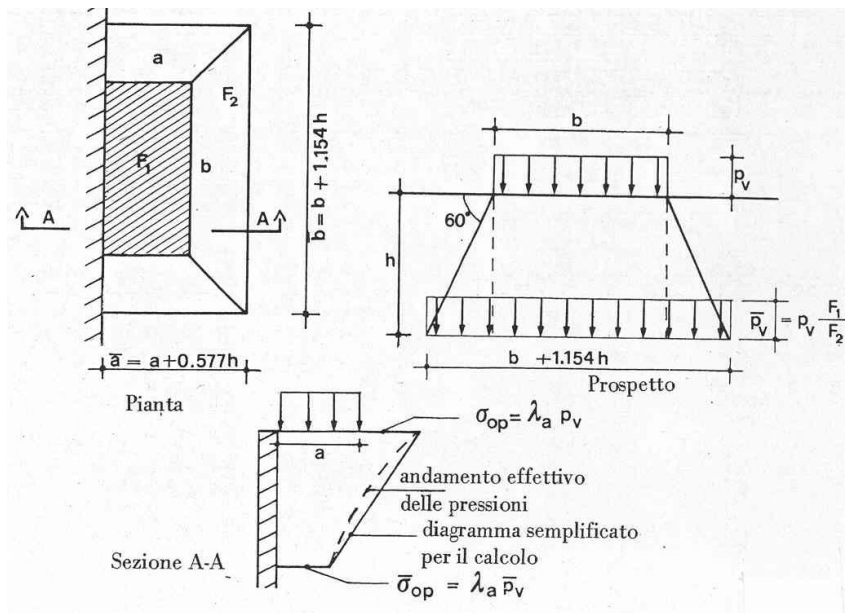


Figura 9.6. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

Rispetto a quanto illustrato nella figura:

- la spinta delle terre è stata considerata riferendosi al coefficiente di spinta a riposo K_0 ;
- l'angolo di diffusione del carico rispetto alla verticale è stato assunto pari a $45^\circ - 38^\circ/2 = 26^\circ$

Detta b_{sup} la larghezza di applicazione del carico verticale sup piano di regolamento, la larghezza di diffusione alla base del paraghiaia di altezza h_p risulta pari a:

- $b_{inf} = b_{sup} + 2 \times h_p \times \tan 26^\circ$

Analogamente a partire dalla lunghezza di applicazione del carico in direzione longitudinale può essere calcolata l_{inf} ; nei casi in esame, si è fatto riferimento a carichi uniformemente distribuiti in direzione longitudinale e pertanto è stato assunto $l_{inf} = l_{sup}$

I valori delle pressioni verticali in testa ed alla base del paraghiaia sono pari a:

- $q_{vsup} = Q_{ki} / (b_{sup} \times l_{sup})$
- $q_{vinf} = Q_{ki} / (b_{inf} \times l_{inf})$

Dalle pressioni verticali si ottengono le pressioni orizzontali moltiplicando per K_0 .

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 46 |

Le sollecitazioni alla base del paraghiaia generate dal carico trapezoidale e relativa ad una sezione di larghezza unitaria sono pari a:

- $V_q = 1/6 \times hp \times [q_{hsup} \times (2 \times b_{sup} + b_{inf}) + q_{hinf} \times (b_{sup} + 2 \times b_{inf})] / b_{inf}$
- $M_q = 1/12 \times hp^2 \times [q_{hsup} \times (3 \times b_{sup} + b_{inf}) + q_{hinf} \times (b_{sup} + b_{inf})] / b_{inf}$

Infine i valori del sovraccarico verticale equivalente uniformemente distribuito sono forniti da:

- $q_{veq_V} = V_q / hp / K_0$
- $q_{veq_M} = 2 \times M_q / hp^2 / K_0$

Sono stati considerati I seguenti casi:

- Carico LM71 su singolo binario, valutato con riferimento agli effetti dei carichi concentrati da 250 kN;
- Carico SW/2 su singolo binari;
- Carico LM71 su doppio binario, valutato con riferimento agli effetti dei carichi concentrati da 250 kN.

| Dati | var | unità | | | |
|---|------------|--------------|-------------|------------|-----------------|
| Altezza paraghiaia | h | m | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Effetti dovuti al sovraccarico accidentale | | | LM71 | SW2 | 2 x LM71 |
| larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità | bsup | m | 3.00 | 3.00 | 6.84 |
| lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità | lsup | m | 1.60 | 1.00 | 1.60 |
| larghezza dell'impronta del carico Qik alla base | binf | m | 5.93 | 5.93 | 9.77 |
| lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base | linf | m | 1.60 | 1.00 | 1.60 |
| pressione verticale dovuta al carico Qik in sommità | qvsup | kPa | 57.3 | 50.0 | 50.3 |
| pressione verticale dovuta al carico Qik alla base | qvinf | kPa | 29.0 | 25.3 | 35.2 |
| pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità | qhsup | kPa | 22.0 | 19.2 | 19.3 |
| pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base | qhinf | kPa | 11.1 | 9.7 | 13.5 |
| Taglio alla base complessivo | Vq | kN/m | 36.1 | 31.5 | 41.5 |
| Momento alla base complessivo | Mq | kNm/m | 54.2 | 47.3 | 62.2 |
| Determinazione del sovraccarico equivalente | | | LM71 | SW2 | 2 x LM71 |
| sovraccarico uniforme equivalente - Vq | qveq_V | kPa | 31.3 | 27.3 | 35.9 |
| sovraccarico uniforme equivalente - Mq | qveq_M | kPa | 31.3 | 27.3 | 35.9 |

In ultima analisi, stato assunto un valore cautelativo del sovraccarico da traffico ferroviario uniformemente distribuito pari a **q=40KN/m²**. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a:

- $S = k_0 \cdot q \cdot H$

con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste.

Tale forza si considera agente in senso longitudinale su una larghezza pari a quella della massicciata $L_m = 8.6$ m, mentre in senso trasversale sull'intera lunghezza dei muri andatori.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 47 |

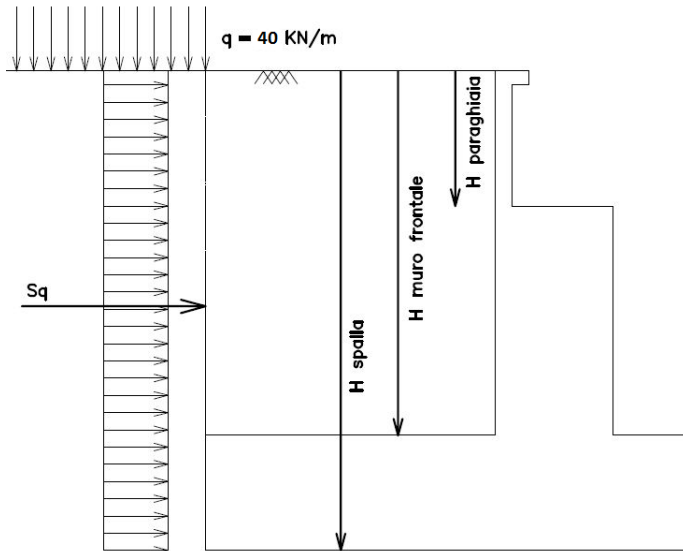


Figura 9.7 – Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza del sovraccarico permanente (ballast) gravante sul rinterro della spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a:

- $q = 0.8 \times 20 = 16 \text{ KN/m}^2$

Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a:

- $S = k_0 \cdot q \cdot H$

con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste.

Tale forza si considera agente in senso longitudinale su una larghezza pari a quella della massicciata $L_m = 8.6 \text{ m}$, mentre in senso trasversale sull'intera lunghezza dei muri andatori.

9.8 Incremento di spinte del terreno in fase sismica

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica può essere calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro pari a:

- $\Delta S_{ae} = a_{max} / g \cdot \gamma \cdot H^2$

Tale forza è applicata ad una quota pari ad $H/2$ nel caso di muro impedito di traslare.

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 48 |

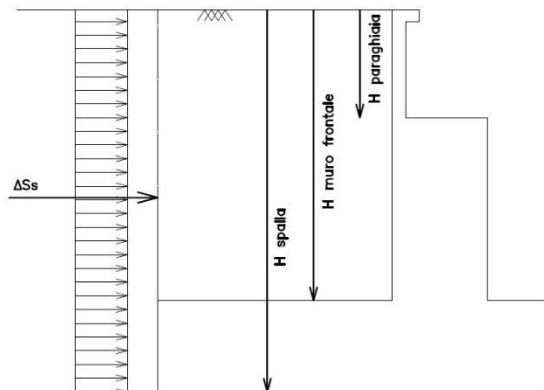


Figura 9.8 – Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

9.9 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori.

Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a:

$$- F_h = k_h \cdot W \text{ e } F_v = k_v \cdot W$$

dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.6 delle NTC08 e risultano pari a:

$$- k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g$$

$$- k_v = \pm 0.5 k_h$$

con:

$$- a_{\max} = S \cdot a_g.$$

Il coefficiente β_m è stato considerato unitario, non essendo la spalla libera di traslare rispetto al terreno.

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 49 |

10.COMBINAZIONI DEI CARICHI

10.1 Combinazione dei treni di carico e delle azioni da essi derivanti per più binari

In accordo al par. 5.3.2.1.2 del DM 14/01/2008, nella progettazione è stata considerata la contemporaneità di più treni, secondo quanto previsto nella Tab. 5.2.III del citato DM, considerando sia il traffico normale che il traffico pesante:

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

| Numero di binari | Binari Carichi | Traffico normale | | Traffico pesante ⁽²⁾ |
|------------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | caso a ⁽¹⁾ | caso b ⁽¹⁾ | |
| 1 | Primo | 1,0 (LM 71" + "SW/0") | - | 1,0 SW/2 |
| 2 | Primo | 1,0 (LM 71" + "SW/0") | - | 1,0 SW/2 |
| | secondo | 1,0 (LM 71" + "SW/0") | - | 1,0 (LM 71" + "SW/0") |
| ≥ 3 | Primo | 1,0 (LM 71" + "SW/0") | 0,75 (LM 71" + "SW/0") | 1,0 SW/2 |
| | secondo | 1,0 (LM 71" + "SW/0") | 0,75 (LM 71" + "SW/0") | 1,0 (LM 71" + "SW/0") |
| | Altri | - | 0,75 (LM 71" + "SW/0") | - |

⁽¹⁾ LM71 "+" SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Tabella 10.1 – carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Pertanto, per il dimensionamento delle **spalle** sono state considerate le seguenti configurazioni di carico:

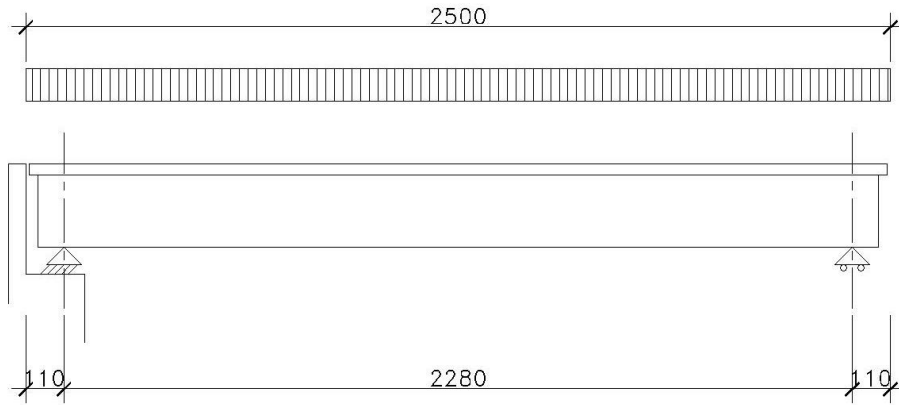
1. Impalcato impegnato da due treni di carico: SW/2 + LM71;

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 50 |

BINARIO 1 – TRENO SW2



BINARIO 2 – TRENO LM71

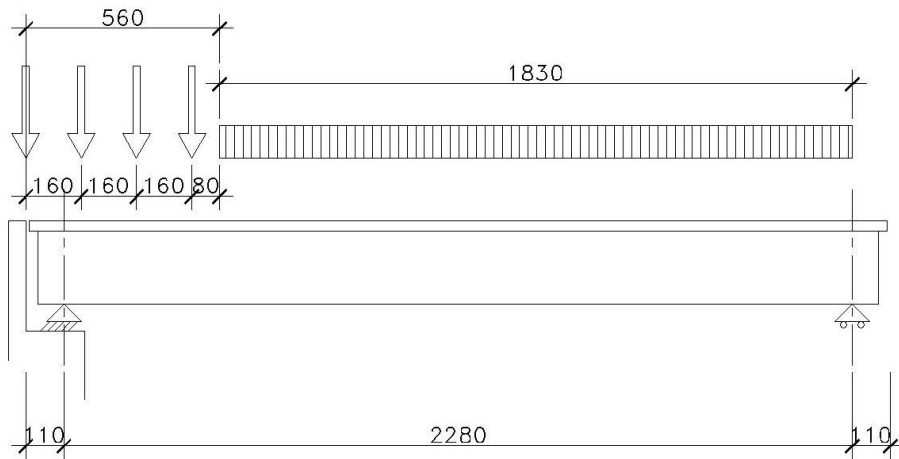


Figura 10.1 – Configurazione di carico 1 – Disposizione dei carichi in direzione longitudinale

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 51 |

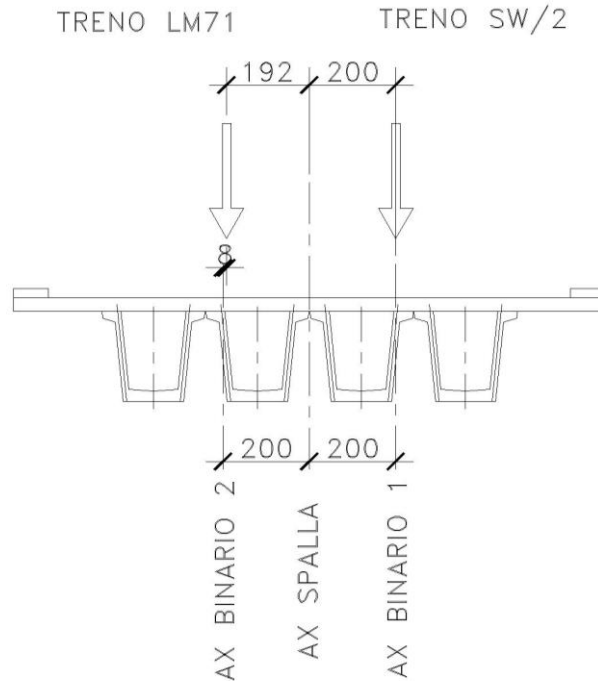


Figura 10.2 – Configurazione di carico 1 – Disposizione dei carichi in direzione trasversale

Questa configurazione massimizza il carico verticale trasmesso alla spalla.

2. Impalcato impegnato da un treno di carico: SW/2;

BINARIO 1 – TRENO SW2

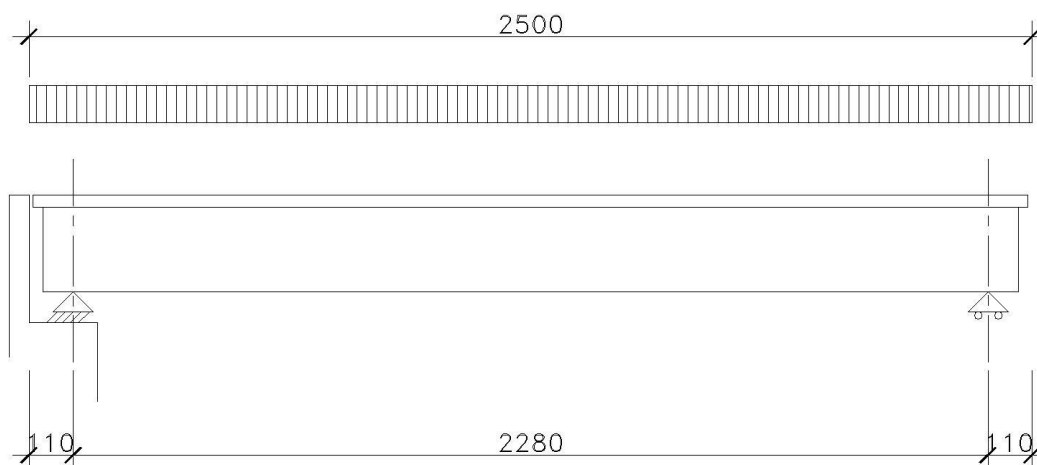


Figura 10.3 – Configurazione di carico 2 – Disposizione dei carichi in direzione longitudinale

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 52 |

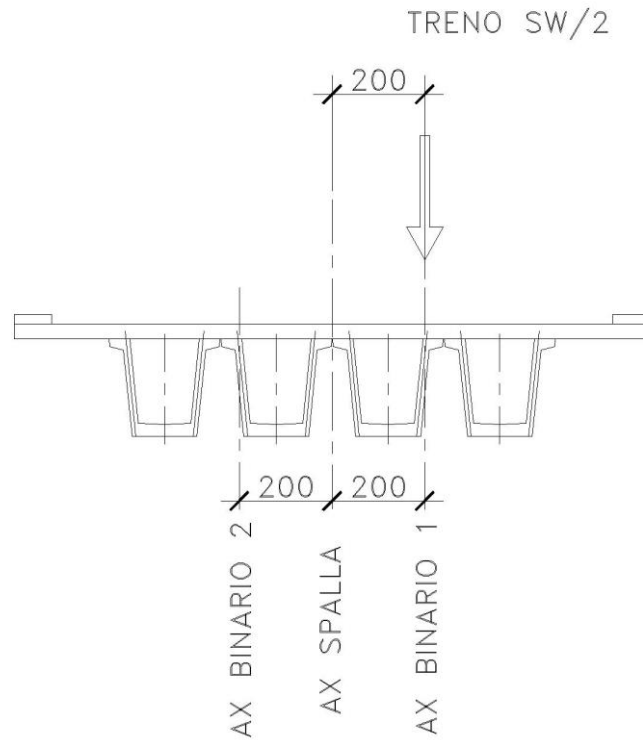


Figura 10.4 – Configurazione di carico 2 – Disposizione dei carichi in direzione trasversale

3. Impalcato impegnato da un treno di carico: LM71.

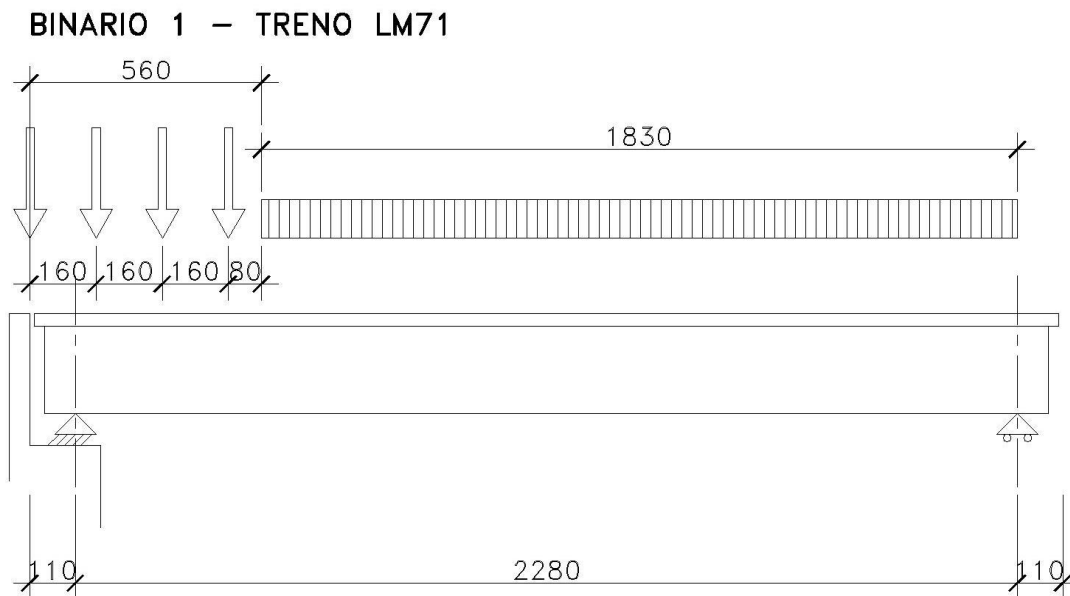


Figura 10.5 – Configurazione di carico 3 – Disposizione dei carichi in direzione longitudinale

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 53 |

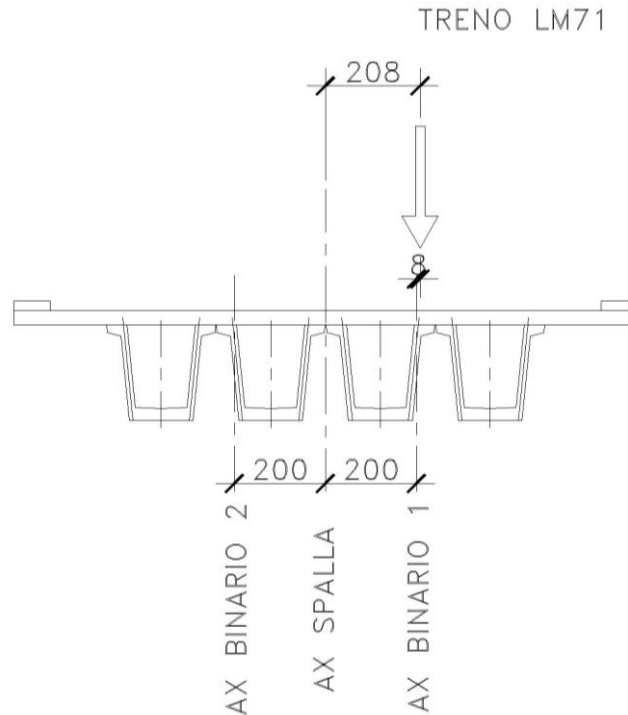


Figura 10.6 – Configurazione di carico 3 – Disposizione dei carichi in direzione trasversale

Le configurazioni 3 e 4 massimizzano il momento flettente in direzione trasversale sulla spalla.

10.2 Simultaneità delle azioni da traffico – valori caratteristici delle azioni combinate in gruppi di carichi

Gli effetti derivanti dai carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli sono stati combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella Tab. 5.2.IV del DM 14/01/2008:

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 54 |

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.

I valori fra parentesi vanno assunti quando l'azione risulta favorevole nei riguardi della verifica che si sta svolgendo.

Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumono pari a 0.6 per impalcati con 2 binari caricati e 0.4 per impalcati con tre o più binari caricati.

Il carico verticale, nel caso di ponti con più binari, è quello che si ottiene con i treni specificati nella Tab. 5.2.III precedentemente illustrata.

Le azioni derivanti da ciascuno dei gruppi di carico definiti precedentemente sono da intendersi come un'unica azione caratteristica da utilizzarsi nella definizione dei valori rari e frequenti.

I valori quasi-permanenti delle azioni da traffico ferroviario possono assumersi uguali a 0, fatta eccezione per le combinazioni eccezionali e sismiche.

In particolare, per la verifiche delle sottostrutture i gruppi considerati sono i seguenti:

| AZIONI VARIABILI - GRUPPI DI CARICO | | | | |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| Gruppo di carico | Carico verticale | frenatura ed avviamento | centrifuga | serpeggio |
| gr.1 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1.0 |
| gr.3-1 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| gr.3-2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| gr.4-1 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| gr.4-2 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

Tabella 10.2 – Gruppi di carico e coefficienti di combinazione degli effetti derivanti da traffico ferroviario

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 55 |

10.3 Coefficienti parziali e combinazioni per verifiche agli SLU ed SLE

10.3.1 Coefficienti parziali e di combinazione per verifiche SLU ed SLE

Per le verifiche agli SLU sono stati adottati i valori dei coefficienti parziali in Tab. 5.2.V e i coefficienti di combinazione Ψ in Tab. 5.2.VI del DM 14/01/2008:

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

| | | 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

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 56 |

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

| 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.

Nella Tab. 5.2.V il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} : coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- γ_{G2} : coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_Q : coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico ferroviario;
- γ_{G1} : coefficiente parziale delle azioni variabili.

Per le verifiche agli SLE sono stati adottati i valori dei coefficienti di combinazione Ψ illustrati in Tab. 5.2.VI.

10.3.2 Combinazione delle azioni per verifiche SLU ed SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite sono state adottate le combinazioni delle azioni di cui al par. 2.5.3 del DM 14/01/2008, appresso riepilogate:

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

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

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

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 57 |

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

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d:

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

Relativamente alle azioni sismiche, la risposta della struttura è stata calcolata per sisma agente in direzione orizzontale trasversale e longitudinale ed in direzione verticale.

Sono state considerate le seguenti combinazioni:

- $E_I = E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$
- $E_t = 0.30 E_{EI} \pm E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$
- $E_v = 0.30 E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm E_{Ev}$

Essendo:

- E_{EI} Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;
- E_{Et} Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;
- E_{Ev} Azione sismica in direzione verticale.

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 58 |

11. ANALISI DELLE SPALLE

I calcoli dei carichi trasmessi ai pali delle spalle sono stati sviluppati con l'impiego di fogli di calcolo Excel i cui tabulati sono riportati in allegato.

Nei tabulati sono chiaramente illustrati:

- le geometria della spalla e le azioni direttamente agenti sulla stessa;
- i carichi trasmessi dall'impalcato;
- Il calcolo delle azioni trasmesse al baricentro della palificata di fondazione;
- Il calcolo delle azioni massime e minime agenti sui pali.

Le caratteristiche delle sollecitazioni agenti sulle singole membrature di fondazione ed elevazione sono state determinate mediante analisi agli elementi finiti con elementi shell.

In particolare, sono stati implementati due distinti modelli:

- Il primo, relativo alla zattera di fondazione, finalizzato alla determinazione delle caratteristiche della sollecitazione agenti sulla mensola posteriore;
- Il secondo, relativo alle membrature in elevazione, finalizzato alla determinazione delle caratteristiche della sollecitazione agenti sul paraghiaia, sul muro frontale e sui muri andatori.

Fanno eccezione le mensole anteriori e laterali delle zattere di fondazione, i cui dimensionamenti sono stati effettuati con riferimento a modelli tirante-puntone.

Di seguito si riepilogano i risultati fondamentali delle analisi; si rimanda al capitolo successivo per le verifiche strutturali delle membrature.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 59 |

11.1 Azioni agenti sulla palificata di fondazione

11.1.1 Spalla SPA

AZIONI AGENTI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

| SLU-STR | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Qk | | | | | | | | | | Fw |
| Hi | 12304 | 13596 | 13596 | 11573 | 12207 | 12207 | 11588 | 12246 | 12246 | 9170 |
| Ht | 698 | 451 | 451 | 407 | 305 | 305 | 495 | 350 | 350 | 608 |
| P | 53175 | 53175 | 50595 | 50734 | 50734 | 49375 | 50456 | 50456 | 49236 | 48015 |
| Mt | 9977 | 6700 | 6325 | 10767 | 9439 | 6720 | 11648 | 9699 | 7161 | 8315 |
| Ml | 52997 | 65015 | 58050 | 39606 | 45506 | 41835 | 38998 | 45117 | 41821 | 18184 |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Longitudinale + 0.3 Trasversale + 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 32027 | 32206 | 32206 | 31926 | 32014 | 32014 | 31929 | 32019 | 32019 | |
| Ht | 3982 | 3948 | 3948 | 3942 | 3928 | 3928 | 3954 | 3934 | 3934 | |
| P | 37952 | 37952 | 37596 | 37615 | 37615 | 37427 | 37577 | 37577 | 37408 | |
| Mt | 20277 | 19825 | 19773 | 20386 | 20203 | 19828 | 20507 | 20239 | 19888 | |
| Ml | 140107 | 141764 | 140804 | 138260 | 139073 | 138567 | 138176 | 139020 | 138565 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Longitudinale + 0.3 Trasversale - 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 32027 | 32206 | 32206 | 31926 | 32014 | 32014 | 31929 | 32019 | 32019 | |
| Ht | 3982 | 3948 | 3948 | 3942 | 3928 | 3928 | 3954 | 3934 | 3934 | |
| P | 34038 | 34038 | 33682 | 33701 | 33701 | 33513 | 33663 | 33663 | 33494 | |
| Mt | 20277 | 19825 | 19773 | 20386 | 20203 | 19828 | 20507 | 20239 | 19888 | |
| Ml | 140632 | 142289 | 141328 | 138784 | 139598 | 139092 | 138701 | 139545 | 139090 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Trasversale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 14629 | 14808 | 14808 | 14528 | 14616 | 14616 | 14531 | 14621 | 14621 | |
| Ht | 13115 | 13081 | 13081 | 13075 | 13061 | 13061 | 13087 | 13067 | 13067 | |
| P | 37952 | 37952 | 37596 | 37615 | 37615 | 37427 | 37577 | 37577 | 37408 | |
| Mt | 65239 | 64787 | 64736 | 65348 | 65165 | 64790 | 65470 | 65201 | 64851 | |
| Ml | 54307 | 55965 | 55004 | 52460 | 53274 | 52768 | 52376 | 53220 | 52766 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Trasversale + 0.3 Longitudinale - 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 14629 | 14808 | 14808 | 14528 | 14616 | 14616 | 14531 | 14621 | 14621 | |
| Ht | 13115 | 13081 | 13081 | 13075 | 13061 | 13061 | 13087 | 13067 | 13067 | |
| P | 34038 | 34038 | 33682 | 33701 | 33701 | 33513 | 33663 | 33663 | 33494 | |
| Mt | 65239 | 64787 | 64736 | 65348 | 65165 | 64790 | 65470 | 65201 | 64851 | |
| Ml | 54832 | 56490 | 55529 | 52985 | 53799 | 53293 | 52901 | 53745 | 53291 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Verticale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Trasversale | | | | | | | | | | |
| Hi | 14629 | 14808 | 14808 | 14528 | 14616 | 14616 | 14531 | 14621 | 14621 | |
| Ht | 3982 | 3948 | 3948 | 3942 | 3928 | 3928 | 3954 | 3934 | 3934 | |
| P | 42518 | 42518 | 42162 | 42181 | 42181 | 41994 | 42143 | 42143 | 41975 | |
| Mt | 20277 | 19825 | 19773 | 20386 | 20203 | 19828 | 20507 | 20239 | 19888 | |
| Ml | 53695 | 55353 | 54392 | 51848 | 52662 | 52155 | 51764 | 52608 | 52153 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| - Verticale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Trasversale | | | | | | | | | | |
| Hi | 14629 | 14808 | 14808 | 14528 | 14616 | 14616 | 14531 | 14621 | 14621 | |
| Ht | 3982 | 3948 | 3948 | 3942 | 3928 | 3928 | 3954 | 3934 | 3934 | |
| P | 29471 | 29471 | 29116 | 29135 | 29135 | 28947 | 29096 | 29096 | 28928 | |
| Mt | 20277 | 19825 | 19773 | 20386 | 20203 | 19828 | 20507 | 20239 | 19888 | |
| Ml | 55444 | 57102 | 56141 | 53597 | 54411 | 53905 | 53514 | 54358 | 53903 | |

| SLE-CARATTERISTICA | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Qk | | | | | | | | | | Fw |
| Hi | 8902 | 9793 | 9793 | 8398 | 8835 | 8835 | 8408 | 8862 | 8862 | 6741 |
| Ht | 477 | 306 | 306 | 276 | 206 | 206 | 337 | 236 | 236 | 405 |
| P | 38842 | 38842 | 37062 | 37158 | 37158 | 36220 | 36967 | 36967 | 36125 | 35283 |
| Mt | 6819 | 4559 | 4301 | 7364 | 6448 | 4573 | 7972 | 6628 | 4877 | 5543 |
| Ml | 37006 | 45294 | 40490 | 27770 | 31839 | 29308 | 27351 | 31571 | 29298 | 12997 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 60 |

| SLE-FREQUENTE | | | | | | | | | | | | | SLE-QP |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Qk | | | | | | | | | | | | | |
| Hi | 8038 | 8572 | 8572 | 9038 | 8066 | 8416 | 8416 | 8649 | 8075 | 8438 | 8438 | 8671 | 6741 |
| Ht | 340 | 238 | 238 | 340 | 248 | 192 | 192 | 248 | 297 | 216 | 216 | 297 | 0 |
| P | 37418 | 37418 | 36351 | 37418 | 36783 | 36783 | 36033 | 36783 | 36630 | 36630 | 35956 | 36630 | 35283 |
| Mt | 4805 | 3449 | 3293 | 4805 | 6248 | 5515 | 4015 | 6248 | 6734 | 5659 | 4258 | 6734 | 0 |
| MI | 27402 | 32375 | 29493 | 34423 | 24816 | 28071 | 26046 | 29094 | 24480 | 27856 | 26038 | 28880 | 12997 |

11.1.2 Spalla SPB

| SLU-STR | | | | | | | | | | | Fw |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Qk | | | | | | | | | | | |
| Hi | 13498 | 13498 | 13498 | 13424 | 13424 | 13424 | 13416 | 13416 | 13416 | 13416 | 11445 |
| Ht | 827 | 516 | 516 | 446 | 325 | 325 | 585 | 394 | 394 | 394 | 608 |
| P | 57409 | 57409 | 54829 | 54967 | 54967 | 53608 | 54690 | 54690 | 53469 | 53469 | 52249 |
| Mt | 12743 | 8196 | 7821 | 11826 | 10081 | 7362 | 13580 | 10778 | 8239 | 8239 | 8984 |
| MI | 50564 | 50564 | 43599 | 43212 | 43212 | 39541 | 42376 | 42376 | 39080 | 39080 | 25628 |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Longitudinale + 0.3 Trasversale + 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 29860 | 29860 | 29860 | 29850 | 29850 | 29850 | 29849 | 29849 | 29849 | 29849 |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 | 3863 |
| P | 41049 | 41049 | 40693 | 40712 | 40712 | 40525 | 40674 | 40674 | 40506 | 40506 |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 | 21460 |
| MI | 115485 | 115485 | 114524 | 114471 | 114471 | 113965 | 114356 | 114356 | 113901 | 113901 |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Longitudinale + 0.3 Trasversale - 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 29860 | 29860 | 29860 | 29850 | 29850 | 29850 | 29849 | 29849 | 29849 | 29849 |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 | 3863 |
| P | 37212 | 37212 | 36856 | 36876 | 36876 | 36688 | 36837 | 36837 | 36669 | 36669 |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 | 21460 |
| MI | 116243 | 116243 | 115282 | 115229 | 115229 | 114722 | 115113 | 115113 | 114659 | 114659 |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Trasversale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 | 15039 |
| Ht | 12874 | 12832 | 12832 | 12822 | 12805 | 12805 | 12841 | 12815 | 12815 | 12815 |
| P | 41049 | 41049 | 40693 | 40712 | 40712 | 40525 | 40674 | 40674 | 40506 | 40506 |
| Mt | 70435 | 69808 | 69756 | 70309 | 70068 | 69693 | 70551 | 70164 | 69814 | 69814 |
| MI | 49703 | 49703 | 48743 | 48689 | 48689 | 48183 | 48574 | 48574 | 48119 | 48119 |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Trasversale + 0.3 Longitudinale - 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| Hi | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 | 15039 |
| Ht | 12874 | 12832 | 12832 | 12822 | 12805 | 12805 | 12841 | 12815 | 12815 | 12815 |
| P | 37212 | 37212 | 36856 | 36876 | 36876 | 36688 | 36837 | 36837 | 36669 | 36669 |
| Mt | 70435 | 69808 | 69756 | 70309 | 70068 | 69693 | 70551 | 70164 | 69814 | 69814 |
| MI | 50461 | 50461 | 49500 | 49447 | 49447 | 48940 | 49331 | 49331 | 48877 | 48877 |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Verticale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Trasversale | | | | | | | | | | |
| Hi | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 | 15039 |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 | 3863 |
| P | 45525 | 45525 | 45169 | 45188 | 45188 | 45001 | 45150 | 45150 | 44982 | 44982 |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 | 21460 |
| MI | 48820 | 48820 | 47859 | 47805 | 47805 | 47299 | 47690 | 47690 | 47235 | 47235 |

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 61 |

SLV

- Verticale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Trasversale

| | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HI | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 |
| P | 32736 | 32736 | 32380 | 32400 | 32400 | 32212 | 32361 | 32361 | 32193 |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 |
| MI | 51345 | 51345 | 50384 | 50331 | 50331 | 49824 | 50215 | 50215 | 49761 |

SLE-CARATTERISTICA

| | Qk | | | | | | | | | | Fw |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HI | 9835 | 9835 | 9835 | 9785 | 9785 | 9785 | 9779 | 9779 | 9779 | 9779 | 8420 |
| Ht | 566 | 351 | 351 | 303 | 220 | 220 | 399 | 267 | 267 | 267 | 405 |
| P | 41977 | 41977 | 40198 | 40294 | 40294 | 39356 | 40102 | 40102 | 39261 | 39261 | 38419 |
| Mt | 8722 | 5585 | 5327 | 8089 | 6885 | 5010 | 9299 | 7366 | 5616 | 5616 | 5989 |
| MI | 35648 | 35648 | 30844 | 30577 | 30577 | 28046 | 30000 | 30000 | 27728 | 27728 | 18450 |

SLE-FREQUENTE

| | Qk | | | | | | | | | | | SLE-QP | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| HI | 9269 | 9269 | 9269 | 9793 | 9512 | 9512 | 9512 | 9773 | 9507 | 9507 | 9507 | 9769 | 8420 |
| Ht | 394 | 265 | 265 | 394 | 270 | 203 | 203 | 270 | 346 | 241 | 241 | 346 | 0 |
| P | 40554 | 40554 | 39486 | 40554 | 39919 | 39919 | 39169 | 39919 | 39766 | 39766 | 39092 | 39766 | 38419 |
| Mt | 6006 | 4124 | 3969 | 6006 | 6858 | 5895 | 4395 | 6858 | 7826 | 6279 | 4879 | 7826 | 0 |
| MI | 28769 | 28769 | 25886 | 31361 | 28152 | 28152 | 26127 | 29447 | 27690 | 27690 | 25872 | 28986 | 18450 |

11.1 Azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione

La risoluzione della palificata è stata effettuata nell'ipotesi di plinto di fondazione rigido. Pertanto, Le azioni risultanti in testa ai pali risultano pari a:

$$N_i = \frac{P}{n_p} \pm M_l \cdot \frac{x_{pi}}{\sum_i^n x_{pi}^2} \pm M_y \cdot \frac{y_{pi}}{\sum_i^n y_{pi}^2}$$

$$V_{xi} = \frac{F_x}{n_p}$$

$$V_{xi} = \frac{Hl}{n_p}$$

$$V_{yi} = \frac{Ht}{n_p}$$

$$V = \sqrt{V_{xi}^2 + V_{yi}^2}$$

Essendo:

HI, Ht, P, MI, Mt

Ni, Vxi, Vyi, Vi

np

Xpi, Ypi

azioni e coppie risultanti al baricentro della palificata;

azioni assiale e orizzontali agenti in testa al palo iesimo;

numero dei pali della palificata;

coordinate del palo iesimo rispetto al baricentro della palificata.

Di seguito si riepilogano gli involuipi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione.

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 62 |

11.1.1 Spalla SPA

| | | | SLU | SLV | SLE-CAR | SLE-FR | SLE-QP |
|---------------------------------------|------|--------------|------|-------|---------|--------|--------|
| Azione assiale massima (compressione) | Nmax | 5974 | 5089 | 5974 | 3664 | 3331 | 2641 |
| Azione assiale minima | Nmin | -1188 | 1989 | -1188 | 1507 | 1658 | 2063 |
| Azione trasversale massima | Vmax | 2163 | 907 | 2163 | 653 | 603 | 449 |

11.1.2 Spalla SPB

| | | | SLU | SLV | SLE-CAR | SLE-FR | SLE-QP |
|---------------------------------------|------|-------------|------|------|---------|--------|--------|
| Azione assiale massima (compressione) | Nmax | 5630 | 5140 | 5630 | 3720 | 3489 | 2971 |
| Azione assiale minima | Nmin | -431 | 2503 | -431 | 1869 | 1891 | 2151 |
| Azione trasversale massima | Vmax | 2008 | 902 | 2008 | 657 | 653 | 561 |

11.2 Caratteristiche della sollecitazione nella mensola posteriore della zattera di fondazione

Descrizione del modello di calcolo

Le sollecitazioni agenti sulla mensola posteriore della zattera di fondazione sono state determinate attraverso un calcolo agli elementi finiti (SAP2000P), in cui il plinto è schematizzato con elementi SHELL.

L'altezza degli elementi shell è pari a **2.00** m.

La zattera è stata vincolata mediante appoggi in corrispondenza del muro frontale e dei muri di risvolto.

Le verifiche sono relative alla spalla **SPA** maggiormente sollecitata.

Le sollecitazioni agenti sulla mensola anteriore e sulle mensole laterali della zattera di fondazione, soggette alle azioni dei pali, sono state effettuate con riferimento al modello di mensola tozza (vedi paragrafi 12.2.1 e 12.2.2).

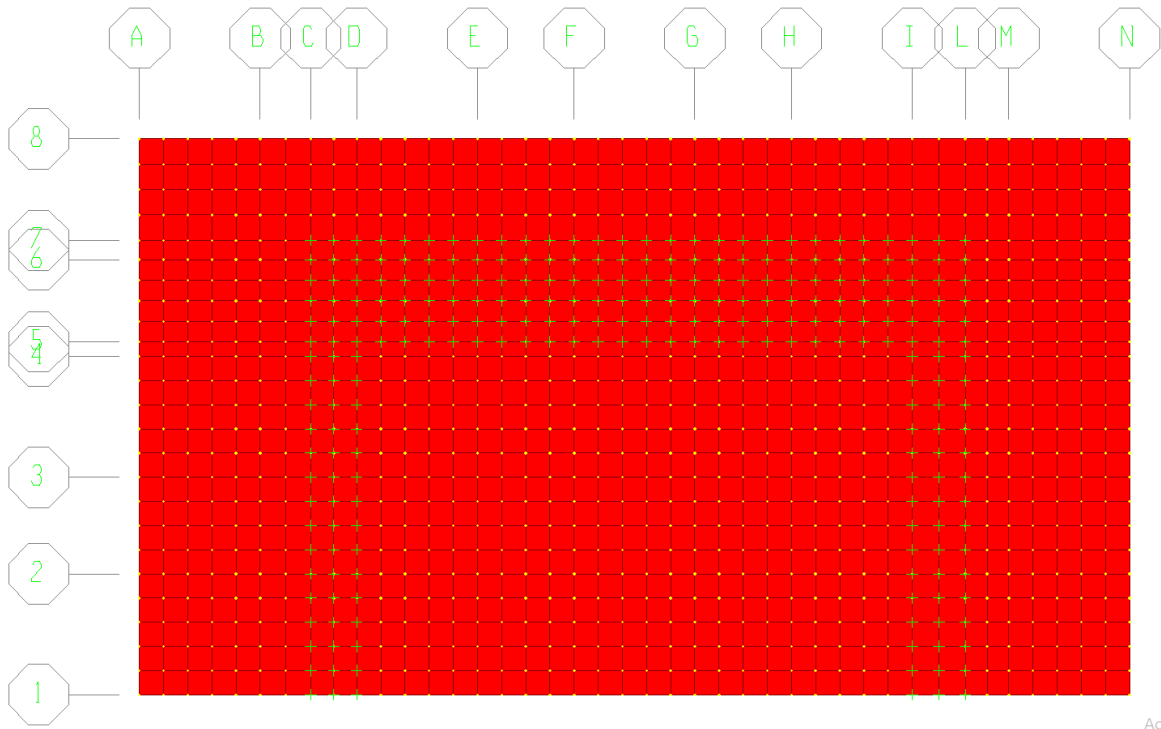
Nelle seguenti figure si illustra la geometria del modello di calcolo e i risultati ottenuti.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

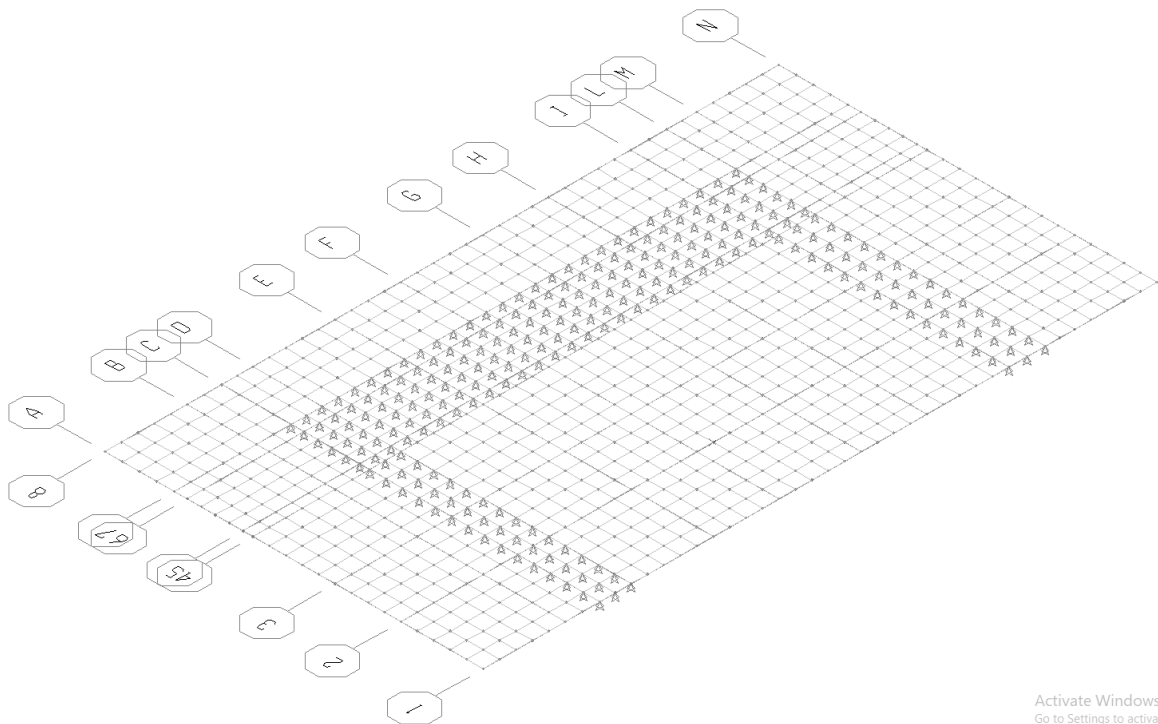
Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 63 |



Activate

Figura 11.1 - Modello di calcolo zattera di fondazione Spalla SpA- Pianta



Activate Windows
Go to Settings to activate W

Figura 11.2 - Modello di calcolo zattera di fondazione Spalla SpA- Vincoli

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 64 |

11.2.1 Analisi dei carichi

La zattera è soggetta alle azioni trasmesse dai pali di fondazione ed alle azioni direttamente agenti, legate al peso proprio, ai permanenti portati, alle azioni variabili da traffico sul terrapieno, ed alle azioni sismiche.

I carichi di progetto che contrastano la spinta dei pali sono i seguenti:

- G1, peso proprio della zattera, computato in automatico dal codice di calcolo;
- G2, peso del rinterro..... $20.0 \times 7.90 = 158.00$ kNm⁻²
- Gb, peso del ballast..... $20.0 \times 0.80 = 16.00$ kNm⁻²
- Q, Sovraccarico da traffico ferroviario..... 40.00 kNm⁻²

Inoltre sono state considerate le azioni sismiche inerziali verticali agenti verso l'alto su pesi propri, rinterro, ballast e sovraccarico da traffico ferroviario al 20%, con riferimento al coefficiente sismico verticale:

- $K_v = 0.186$

I carichi G2, Gb e Q sono stati applicati nella sola zona della mensola posteriore compresa tra i muri.

Il carico sismico verticale associato al peso proprio della zattera è applicato come carico gravitazionale.

Il carico sismico verticale associato ai permanenti portati ed all'aliquota del sovraccarico da traffico ferroviario è pari a:

- $p_v = (158 + 16 + 0.2 \times 40) \times 0.186 = 33.85$ kNm⁻²

Le azioni trasmesse dai pali sono state calcolate tramite fogli di calcolo Excel precedentemente illustrati nel paragrafo dedicato all'analisi della palificata.

Tenuto conto della finalità del modello, sono state individuate le combinazioni SLU-STR, SLU-SLV e SLE-CAR cui corrispondono le massime e minime azioni sui pali della fila posteriore.

I carichi verticali trasmessi dai pali sono stati applicati in termini di pressione su un'area quadrata di lato 2.50 m disposta in asse al palo; il valore della pressione è fornito da:

- $P_v = N_{palo} / 2.5^2$

La tabella seguente riassume i valori delle azioni verticali trasmesse dai pali prese in considerazione ed i valori delle pressioni verticali applicate al modello di calcolo:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 65 |

AZIONI VERTICALI TRASMESSE DAI PALI [kN]

| PALO | FILA | SLU-STR | | SLU-SLV | | SLE-CAR | | SLE-QP |
|------|------|---------|------|---------|------|---------|------|--------|
| | | Nmin | Nmax | Nmin | Nmax | Nmin | Nmax | |
| 1 | 1 | 2177 | 2199 | -602 | -327 | 1635 | 1650 | 2063 |
| 2 | 1 | 2130 | 2150 | -749 | -473 | 1603 | 1617 | 2063 |
| 3 | 1 | 2083 | 2100 | -895 | -620 | 1571 | 1583 | 2063 |
| 4 | 1 | 2036 | 2051 | -1042 | -767 | 1539 | 1549 | 2063 |
| 5 | 1 | 1989 | 2001 | -1188 | -914 | 1507 | 1515 | 2063 |
| 6 | 2 | 3467 | 3644 | 2538 | 2824 | 2535 | 2657 | 2352 |
| 7 | 2 | 3420 | 3595 | 2392 | 2677 | 2503 | 2623 | 2352 |
| 8 | 2 | 3373 | 3545 | 2245 | 2530 | 2471 | 2589 | 2352 |
| 9 | 2 | 3326 | 3495 | 2099 | 2383 | 2439 | 2556 | 2352 |
| 10 | 2 | 3279 | 3446 | 1953 | 2236 | 2407 | 2522 | 2352 |
| 11 | 3 | 4757 | 5089 | 5679 | 5974 | 3434 | 3664 | 2641 |
| 12 | 3 | 4710 | 5039 | 5533 | 5827 | 3402 | 3630 | 2641 |
| 13 | 3 | 4663 | 4990 | 5386 | 5680 | 3371 | 3596 | 2641 |
| 14 | 3 | 4616 | 4940 | 5240 | 5534 | 3339 | 3562 | 2641 |
| 15 | 3 | 4569 | 4891 | 5093 | 5387 | 3307 | 3528 | 2641 |

PRESSIONI VERTICALI TRASMESSE DAI PALI [kPa]

| PALO | FILA | SLU-STR | | SLU-SLV | | SLE-CAR | | SLE-QP |
|------|------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|--------|
| | | Nmin | Nmax | Nmin | Nmax | Nmin | Nmax | |
| 1 | 1 | 348.3 | 351.9 | -96.4 | -52.2 | 261.6 | 264.1 | 330.1 |
| 2 | 1 | 340.8 | 344.0 | -119.8 | -75.7 | 256.5 | 258.7 | 330.1 |
| 3 | 1 | 333.3 | 336.0 | -143.2 | -99.2 | 251.4 | 253.3 | 330.1 |
| 4 | 1 | 325.8 | 328.1 | -166.7 | -122.7 | 246.3 | 247.9 | 330.1 |
| 5 | 1 | 318.3 | 320.2 | -190.1 | -146.2 | 241.2 | 242.5 | 330.1 |
| 6 | 2 | 554.7 | 583.1 | 406.1 | 451.8 | 405.5 | 425.1 | 376.4 |
| 7 | 2 | 547.2 | 575.1 | 382.7 | 428.3 | 400.4 | 419.7 | 376.4 |
| 8 | 2 | 539.7 | 567.2 | 359.3 | 404.8 | 395.3 | 414.3 | 376.4 |
| 9 | 2 | 532.2 | 559.3 | 335.8 | 381.3 | 390.2 | 408.9 | 376.4 |
| 10 | 2 | 524.7 | 551.3 | 312.4 | 357.8 | 385.1 | 403.5 | 376.4 |
| 11 | 3 | 761.1 | 814.2 | 908.6 | 955.9 | 549.5 | 586.2 | 422.6 |
| 12 | 3 | 753.6 | 806.3 | 885.2 | 932.4 | 544.4 | 580.8 | 422.6 |
| 13 | 3 | 746.1 | 798.4 | 861.8 | 908.9 | 539.3 | 575.4 | 422.6 |
| 14 | 3 | 738.6 | 790.4 | 838.3 | 885.4 | 534.2 | 570.0 | 422.6 |
| 15 | 3 | 731.1 | 782.5 | 814.9 | 861.9 | 529.1 | 564.5 | 422.6 |

La fila 1 è quella relativa ai pali posteriori e la numerazione dei pali va da sinistra verso destra.

Le figure seguenti illustrano i carichi applicati al modello:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 66 |

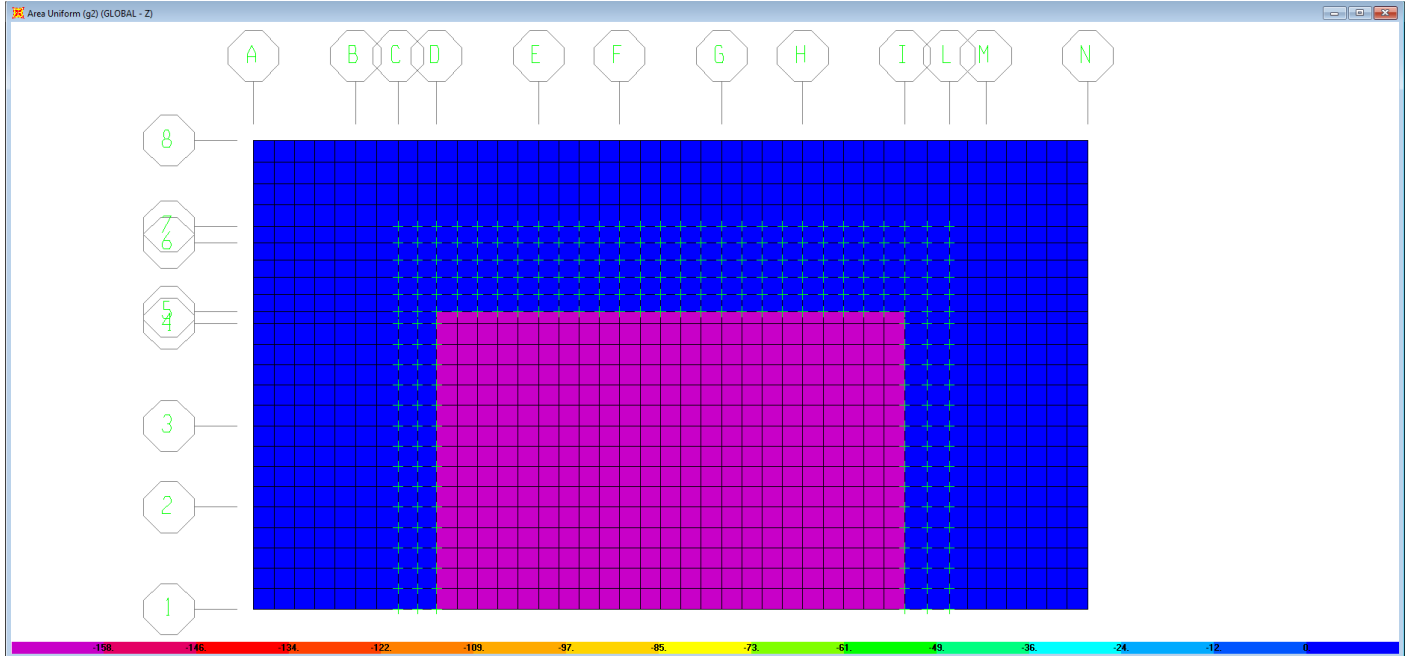


Figura 11.3 - Zattera di fondazione – G2

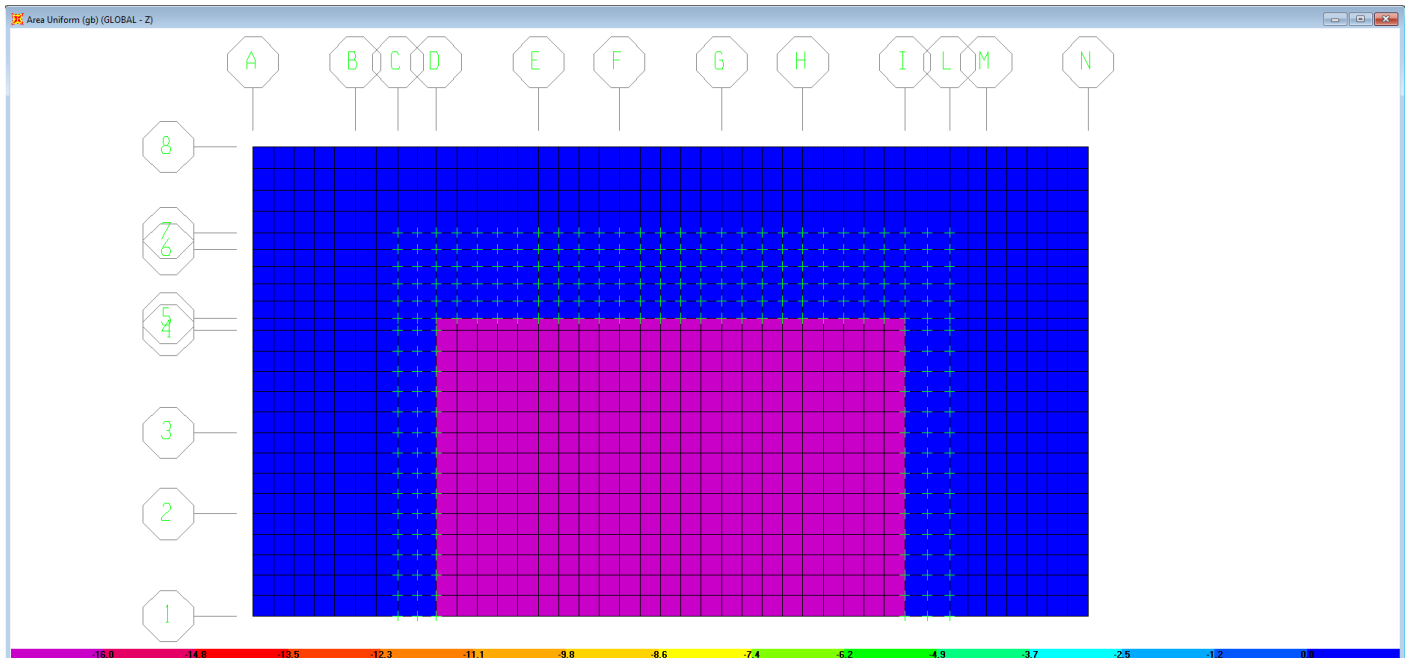


Figura 11.4 - Zattera di fondazione – Gb

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 67 |

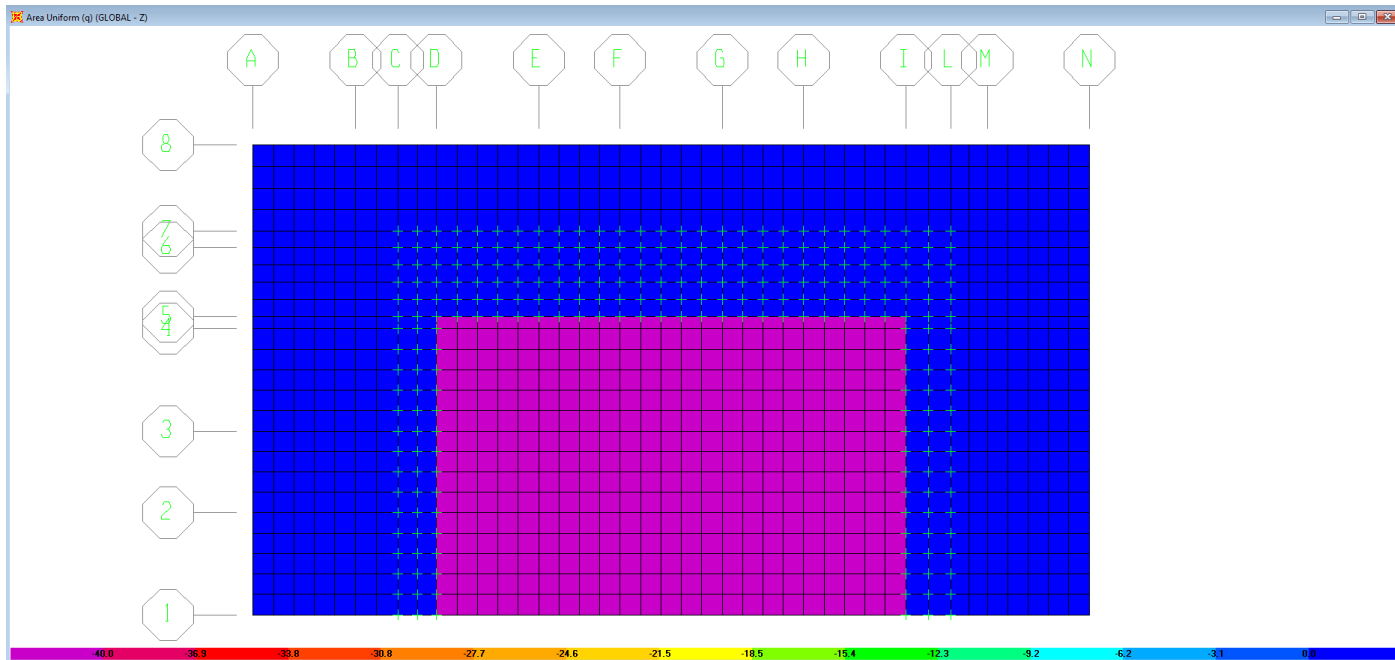


Figura 11.5 - Zattera di fondazione – Q

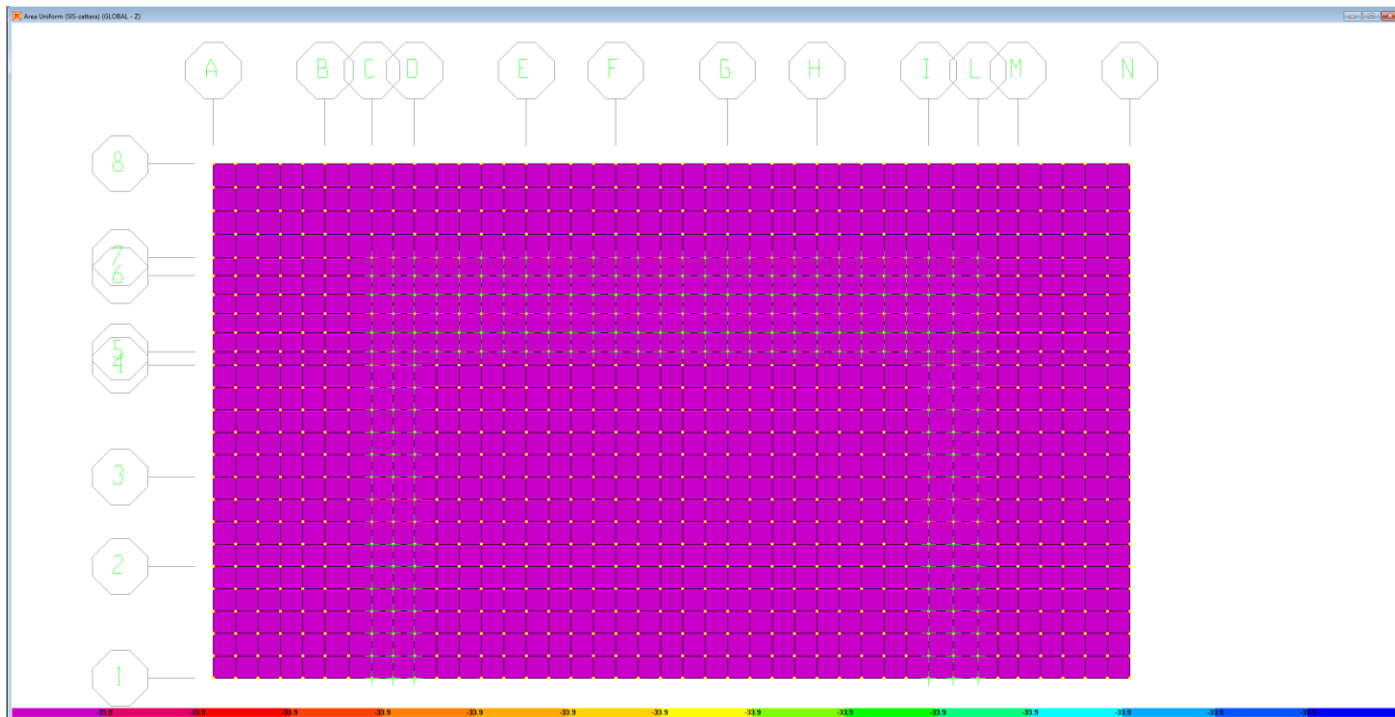


Figura 11.6 - Zattera di fondazione – Carichi sismici verticali relativi alle masse presenti sopra la zattera di fondazione

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 68 |

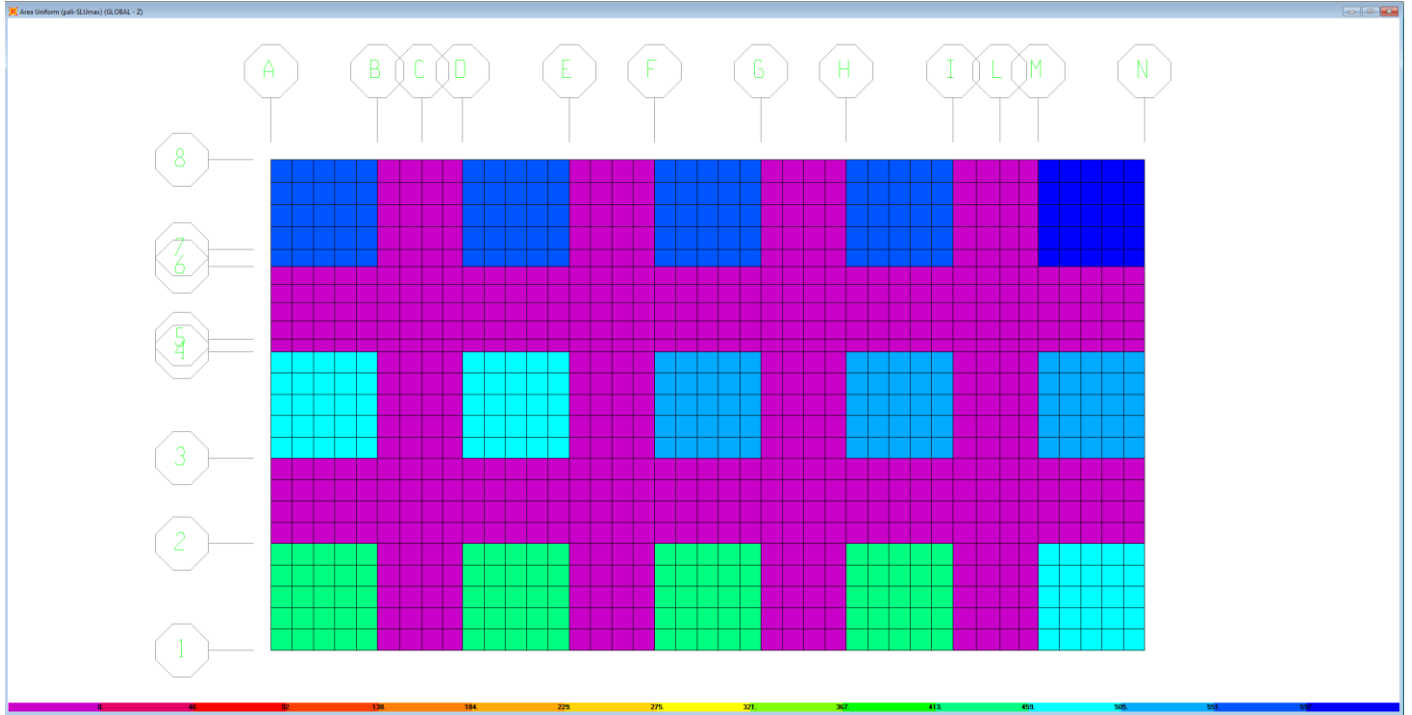


Figura 11.7 - Zattera di fondazione – Azioni SLU max pali

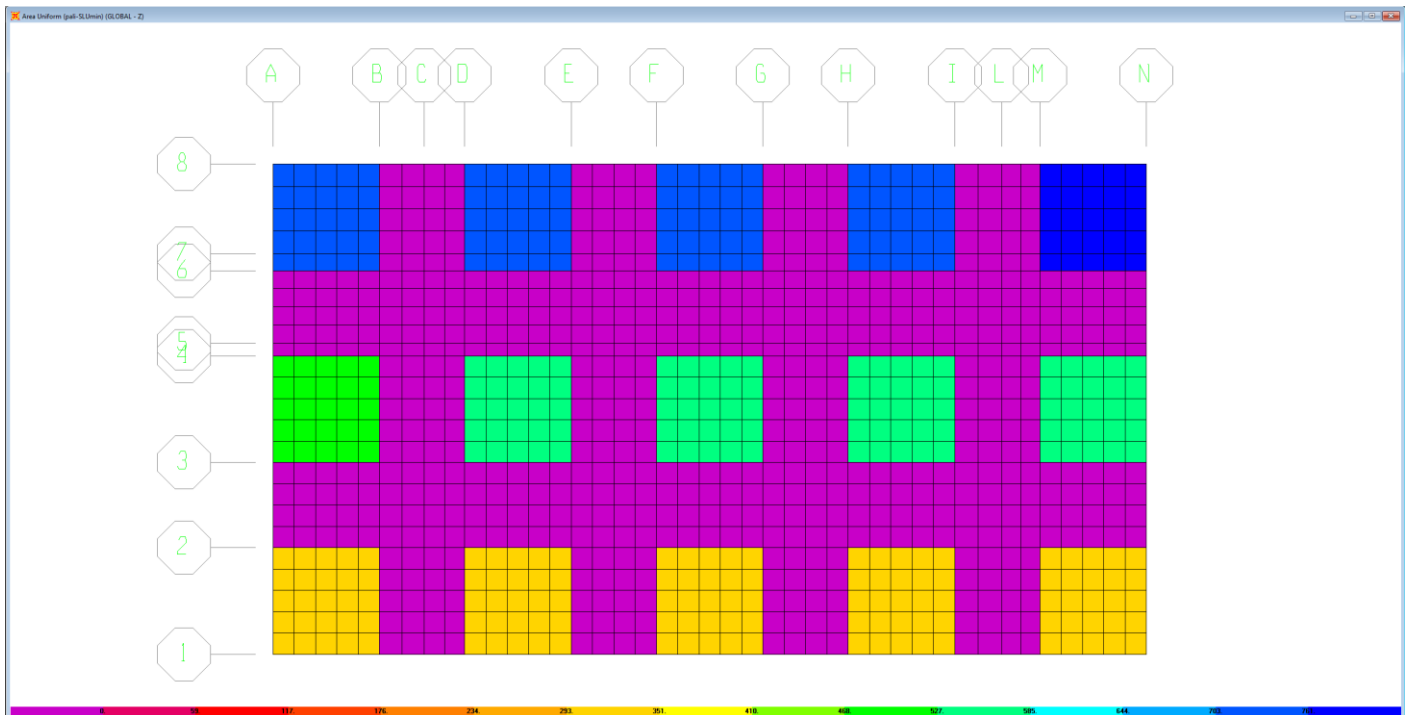


Figura 11.8 - Zattera di fondazione – Azioni SLU min pali

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 69 |

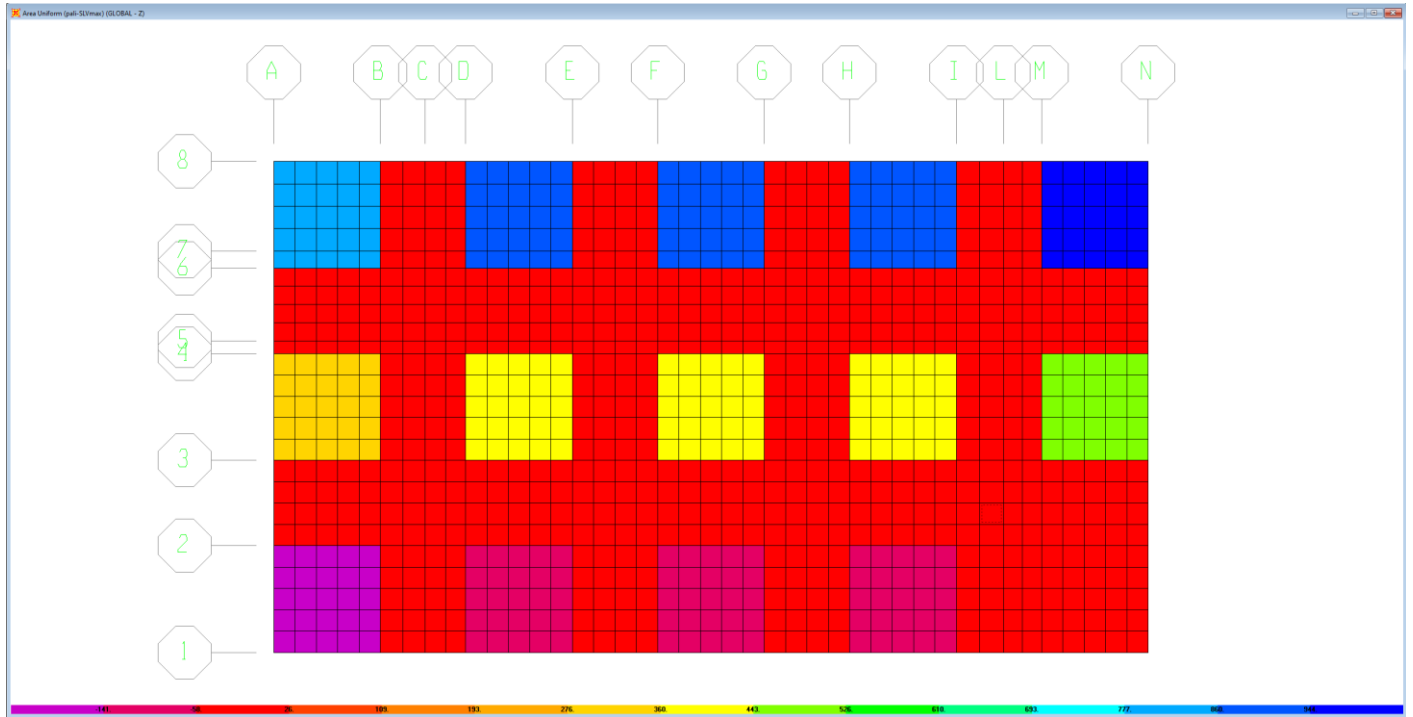


Figura 11.9 - Zattera di fondazione – Azioni SLV max pali

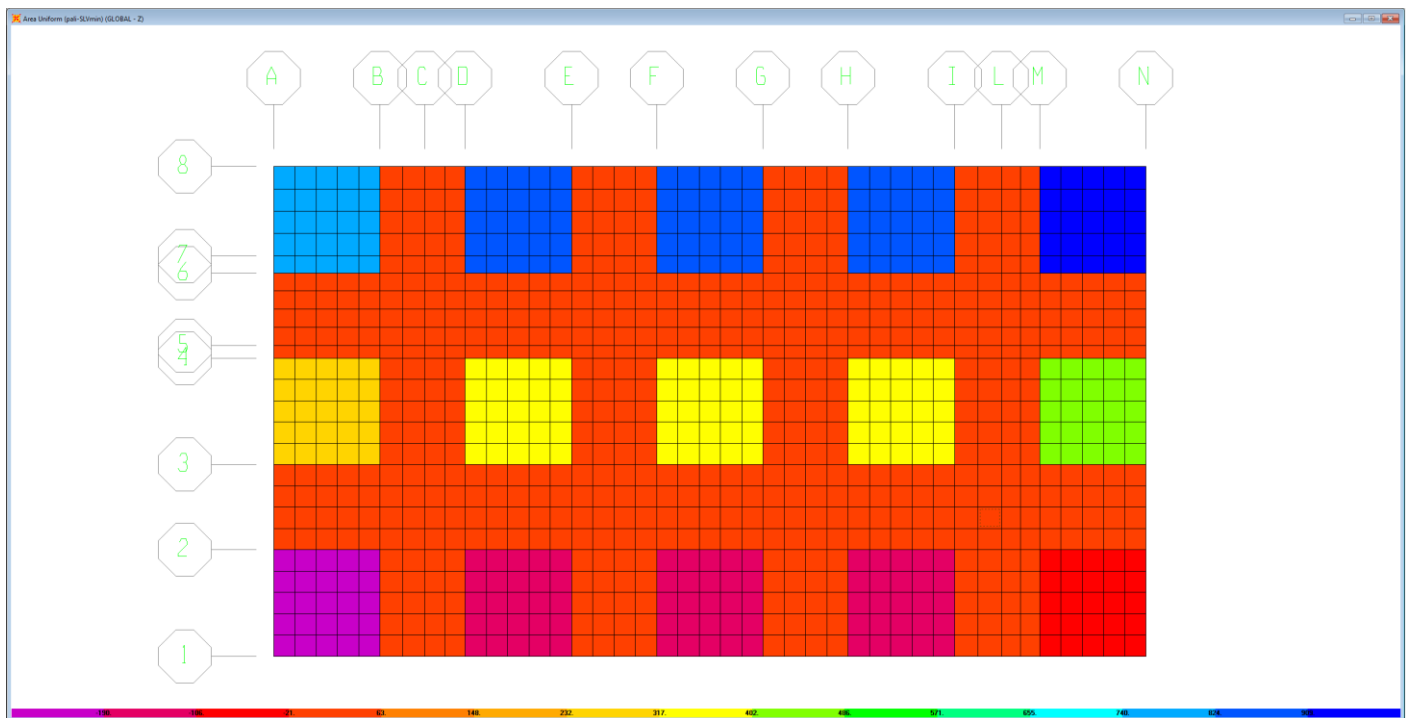


Figura 11.10 - Zattera di fondazione – Azioni SLV min pali

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 70 |

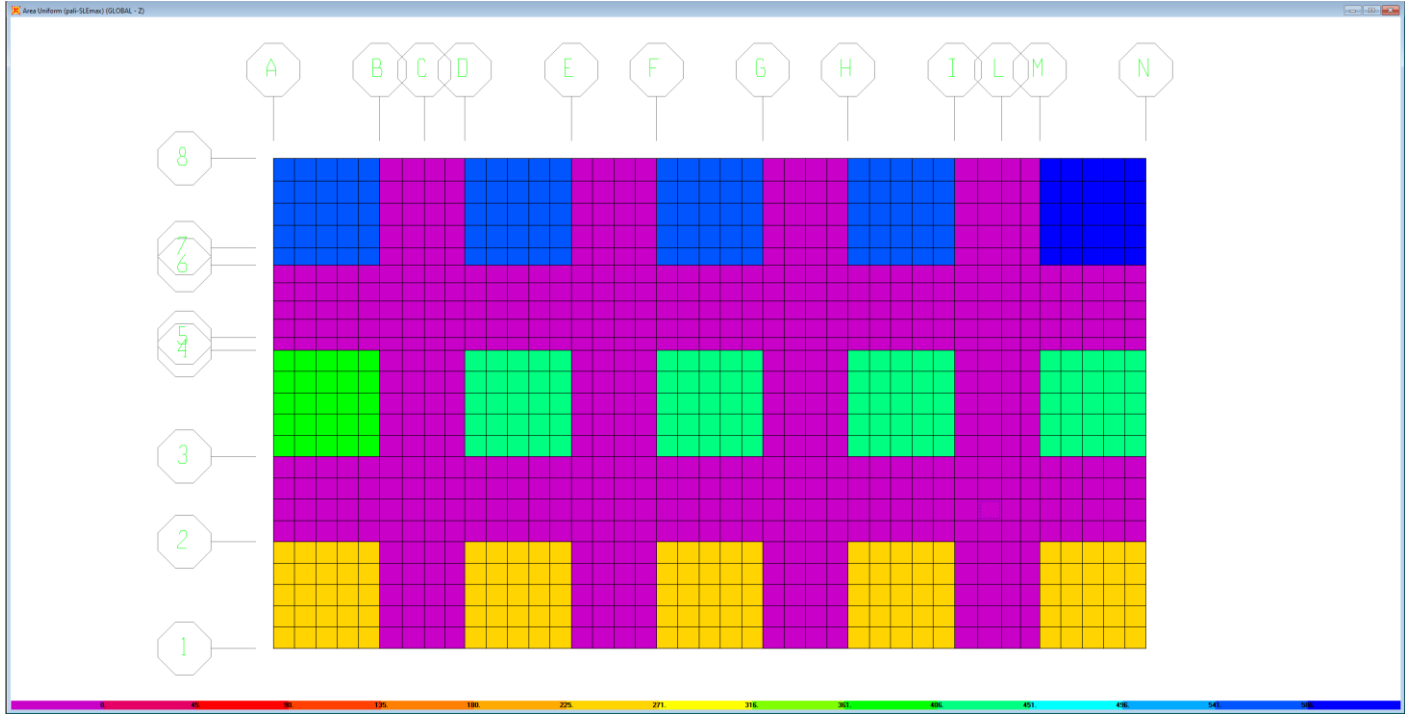


Figura 11.11 - Zattera di fondazione – Azioni SLE-R max pali

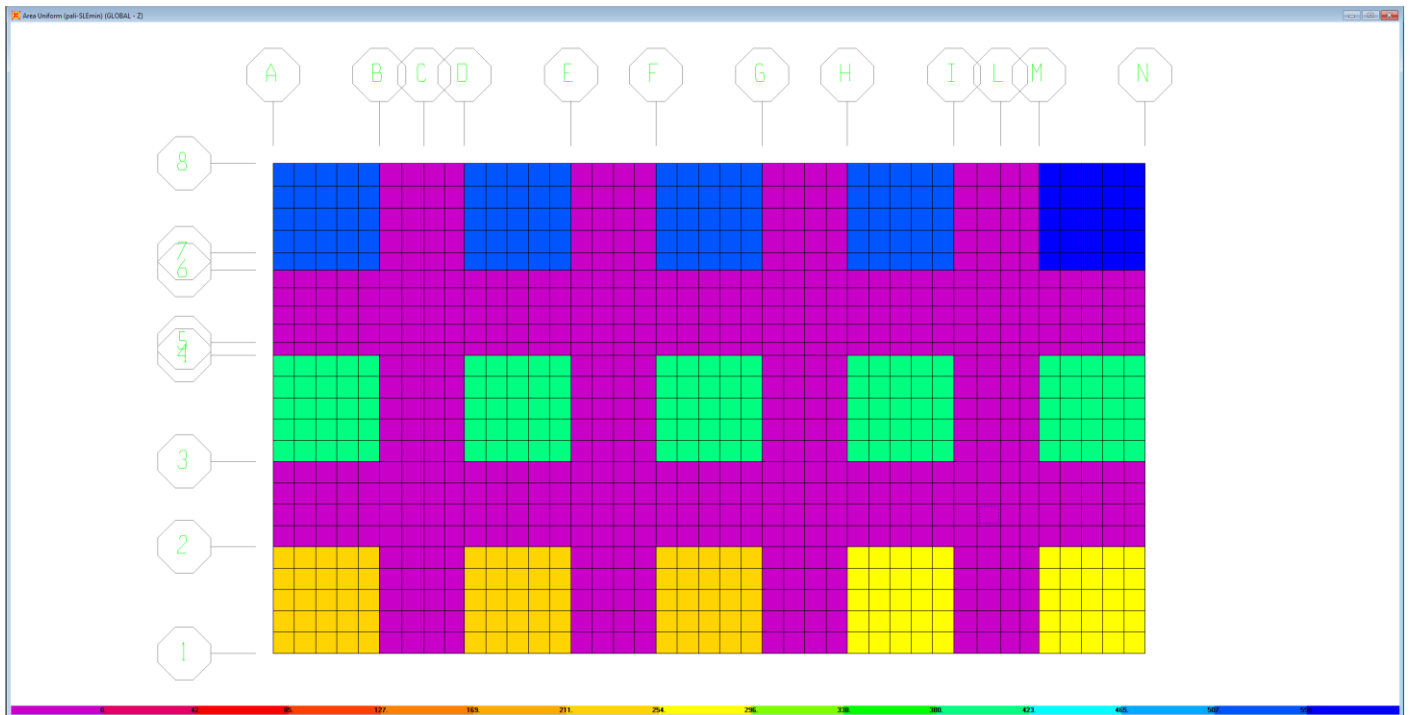


Figura 11.12 - Zattera di fondazione – Azioni SLE-R min pali

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------------|-----------|----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

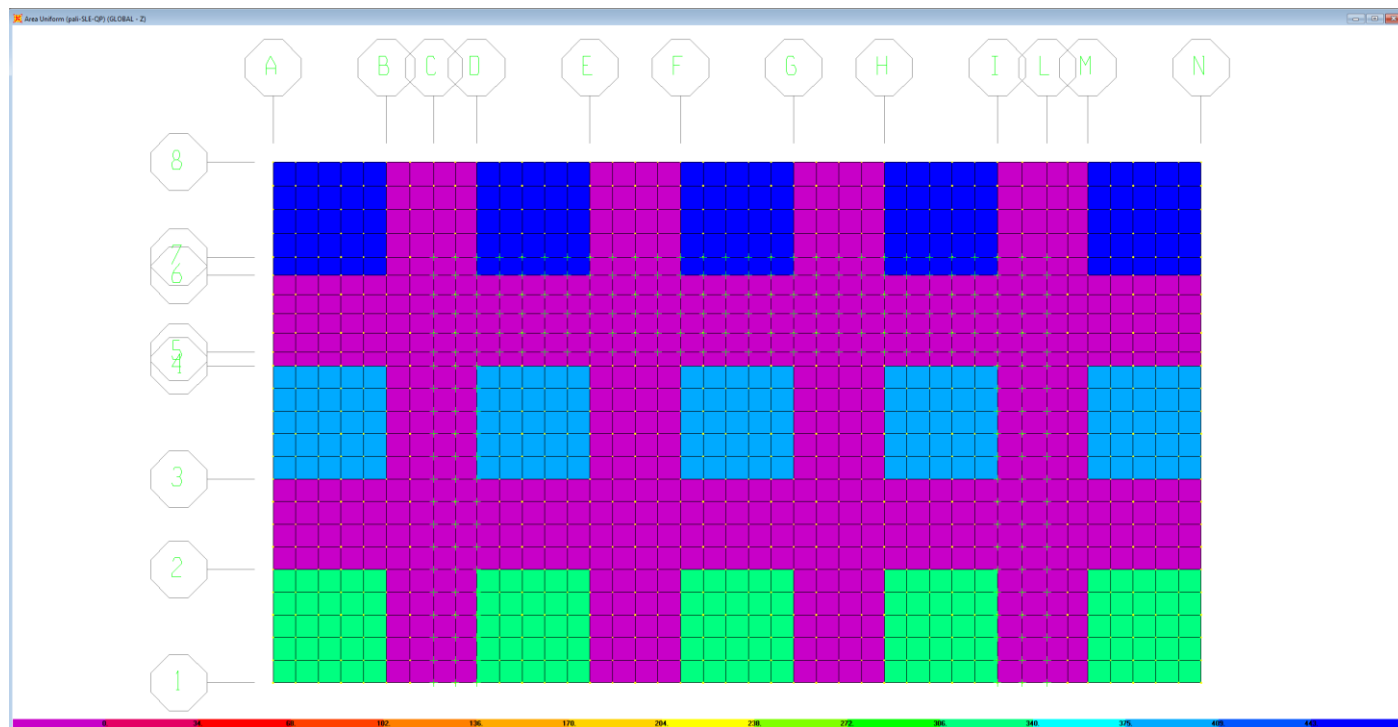


Figura 11.13 - Zattera di fondazione – Azioni SLE-QP pali

11.2.2 Combinazioni dei carichi

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

Combinazioni per verifiche SLU:

- SLU-STR1 = 1.35 x G1 + 1.35 x G2 + 1.35 x Gb + 1.45 x Q + Slu pali min (azioni già fattorizzate);
- SLU-STR2 = 1.35 x G1 + 1.35 x G2 + 1.35 x Gb + 1.00 x Slu pali max (azioni già fattorizzate);
- SLU-SLV1 = 1.00 x G1 + 1.00 x G2 + 1.00 x Gb + 0.2 x Q + 1.00 x Slv pali min + 1.00 x Sis_zattera (azioni già fattorizzate);
- SLU-SLV2 = 1.00 x G1 + 1.00 x G2 + 1.00 x Gb + 1.00 x Slv pali max - 1.00 x Sis_zattera (azioni già fattorizzate);

Infine, è stata creata una specifica combinazione di involucro degli effetti agli SLU:

- ENVESLU;

Combinazioni per verifiche SLE-RARA:

- SLE-CAR1 = 1.00 x G1 + 1.00 x G2 + 1.00 x Gb + 1.00 x Q + 1.00 x Sle pali min;
- SLE-CAR2 = 1.00 x G1 + 1.00 x G2 + 1.00 x Gb + 1.00 x Sle pali max;

Infine, è stata creata una specifica combinazione di involucro degli effetti agli SLE-RARA:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

- ENVESLER.

Combinazioni per verifiche SLE-QUASI PERMANENTE:

- $SLE-QP1 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G2 + 1.00 \times Gb + 0.6 \times Q + 1.00 \times Sle-QP \text{ pali}$;
- $SLE-QP2 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G2 + 1.00 \times Gb + 1.00 \times Sle-QP \text{ pali}$;

Infine, è stata creata una specifica combinazione di involuppo degli effetti agli SLE-RARA:

- ENVESLEQP.

11.2.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU ed SLE

Le figure seguenti illustrano gli involuppi massimi e minimi dei momenti flettenti e degli sforzi di taglio agenti sugli elementi shell per verifiche SLU e SLE:

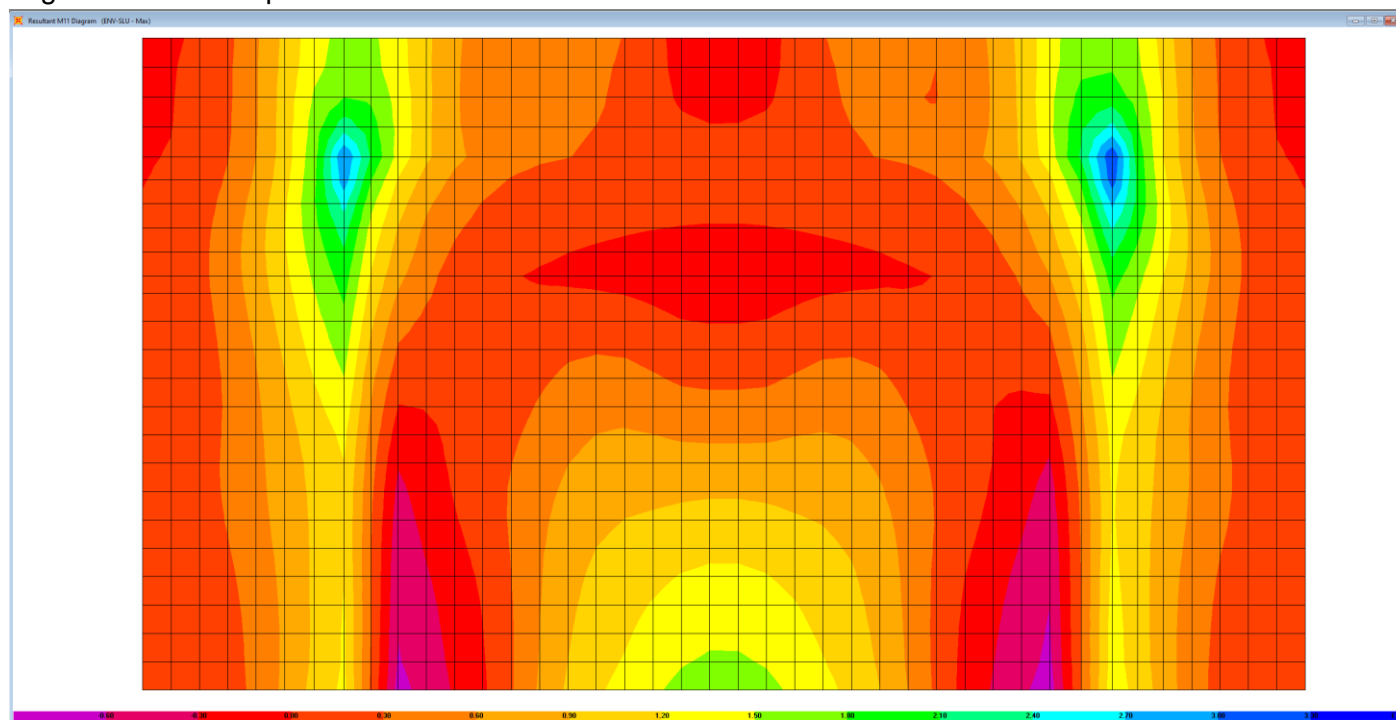


Figura 11.14 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- M11max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 73 |

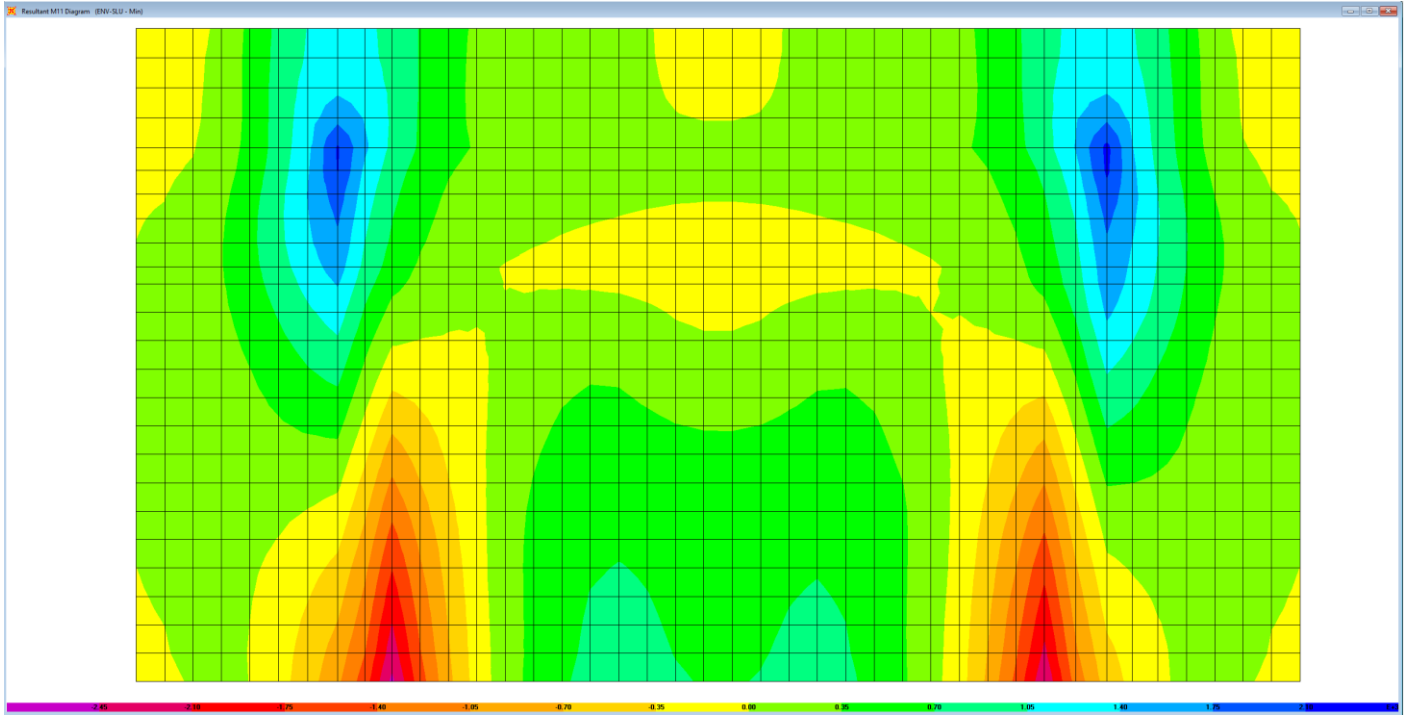


Figura 11.15 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- M11min

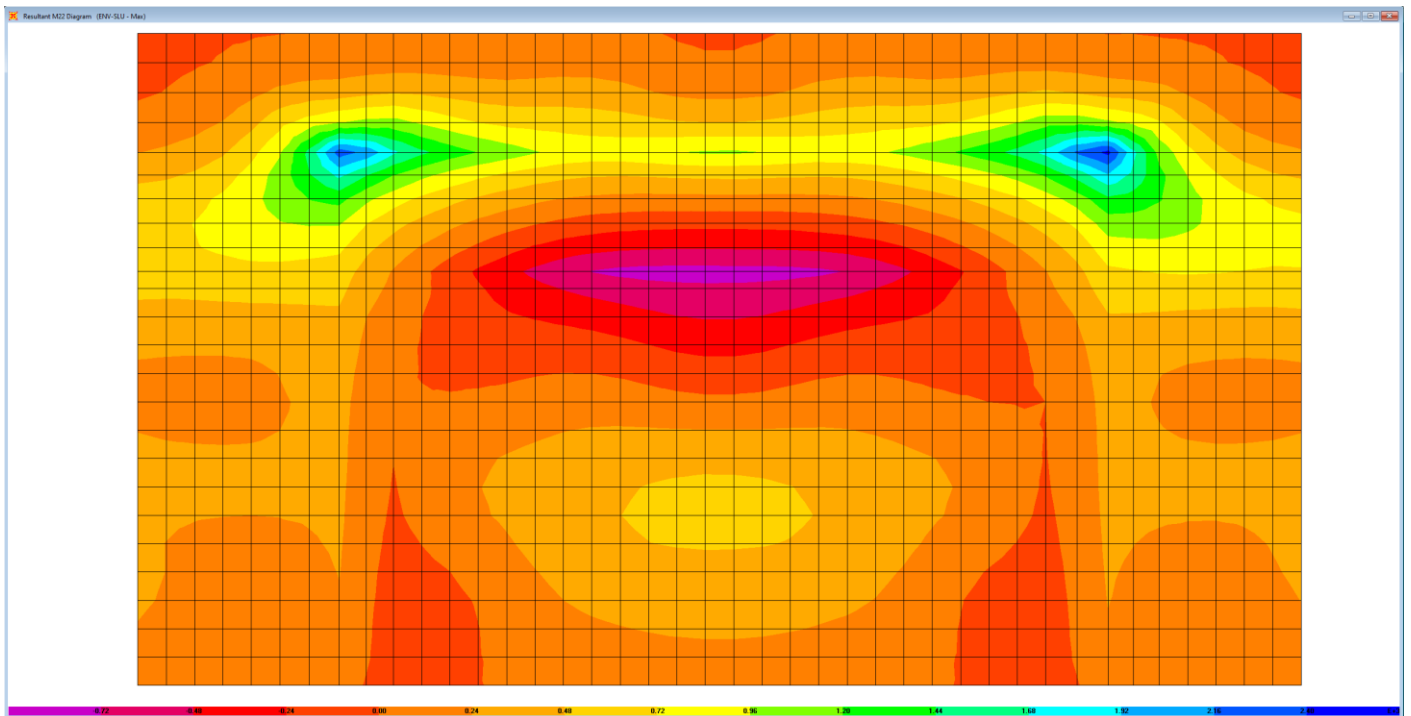


Figura 11.16 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- M22max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 74 |

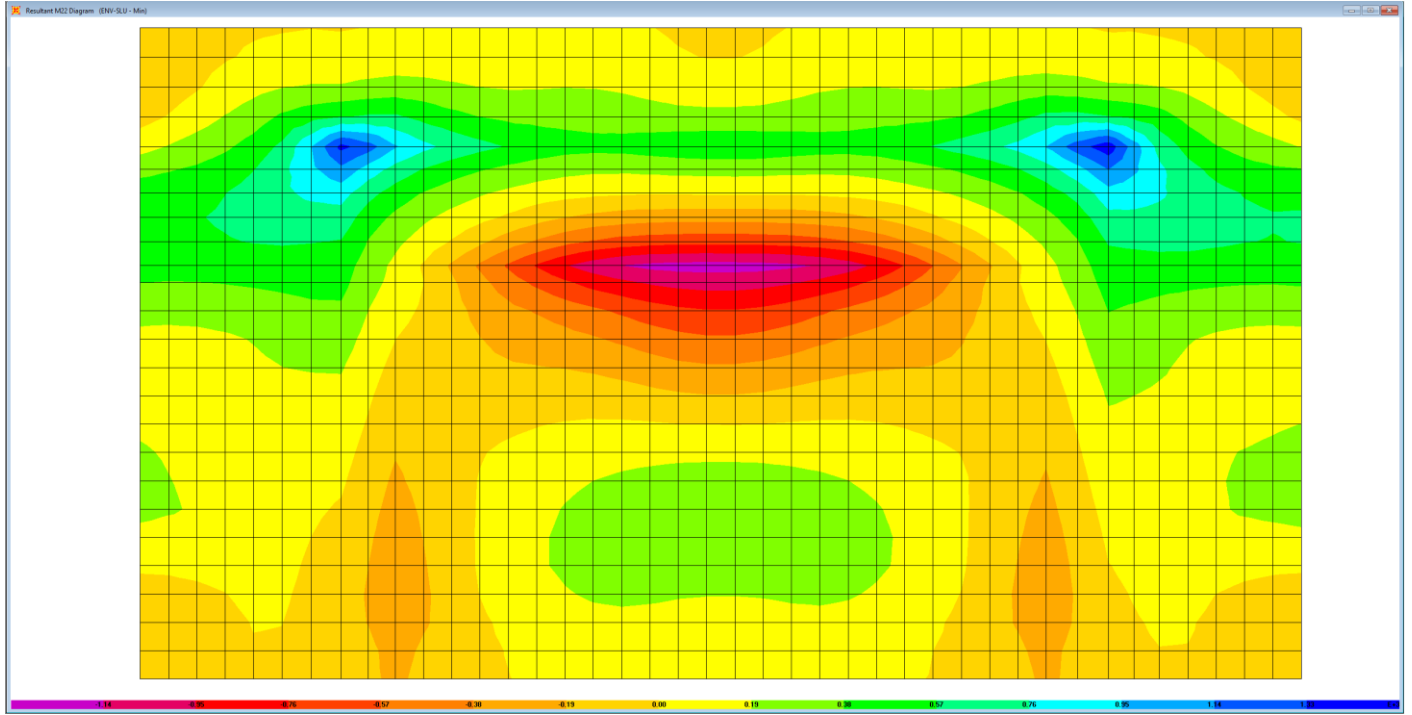


Figura 11.17 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- M22min

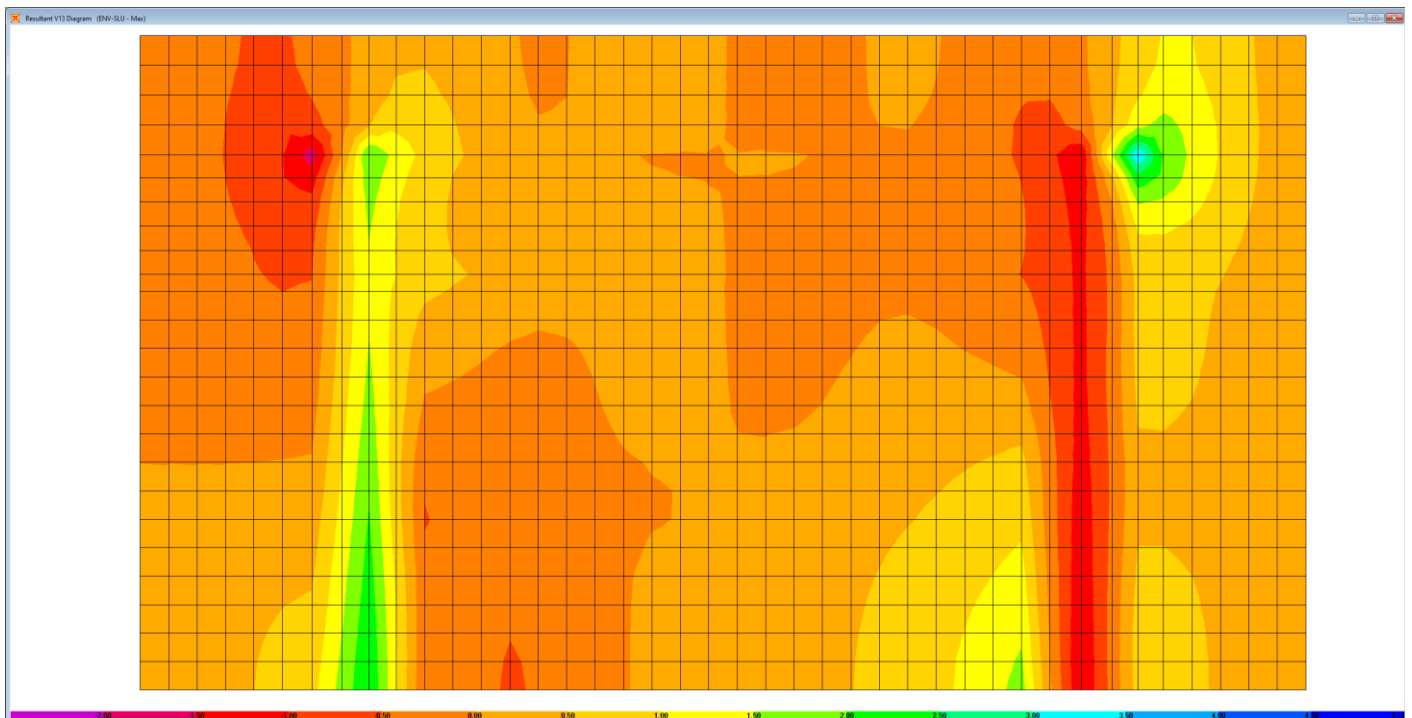


Figura 11.18 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- V13max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 75 |

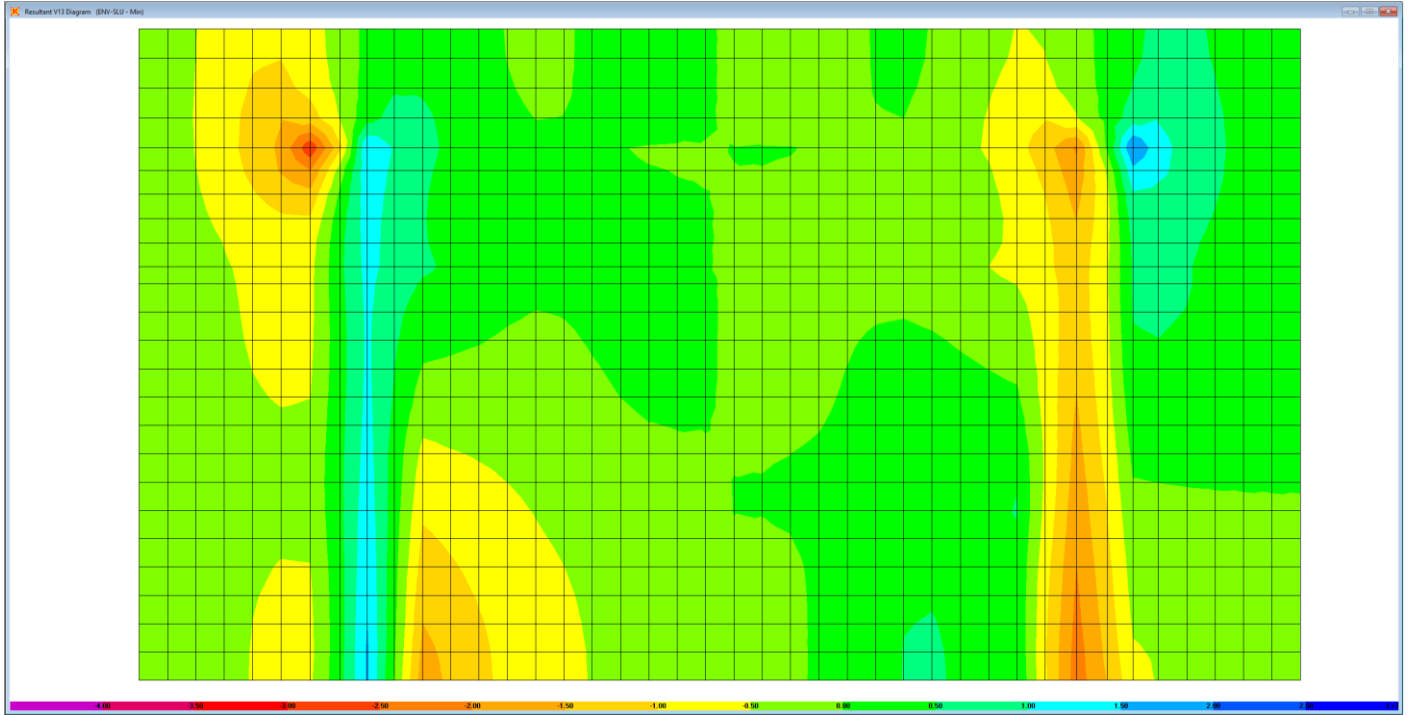


Figura 11.19 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- V13min

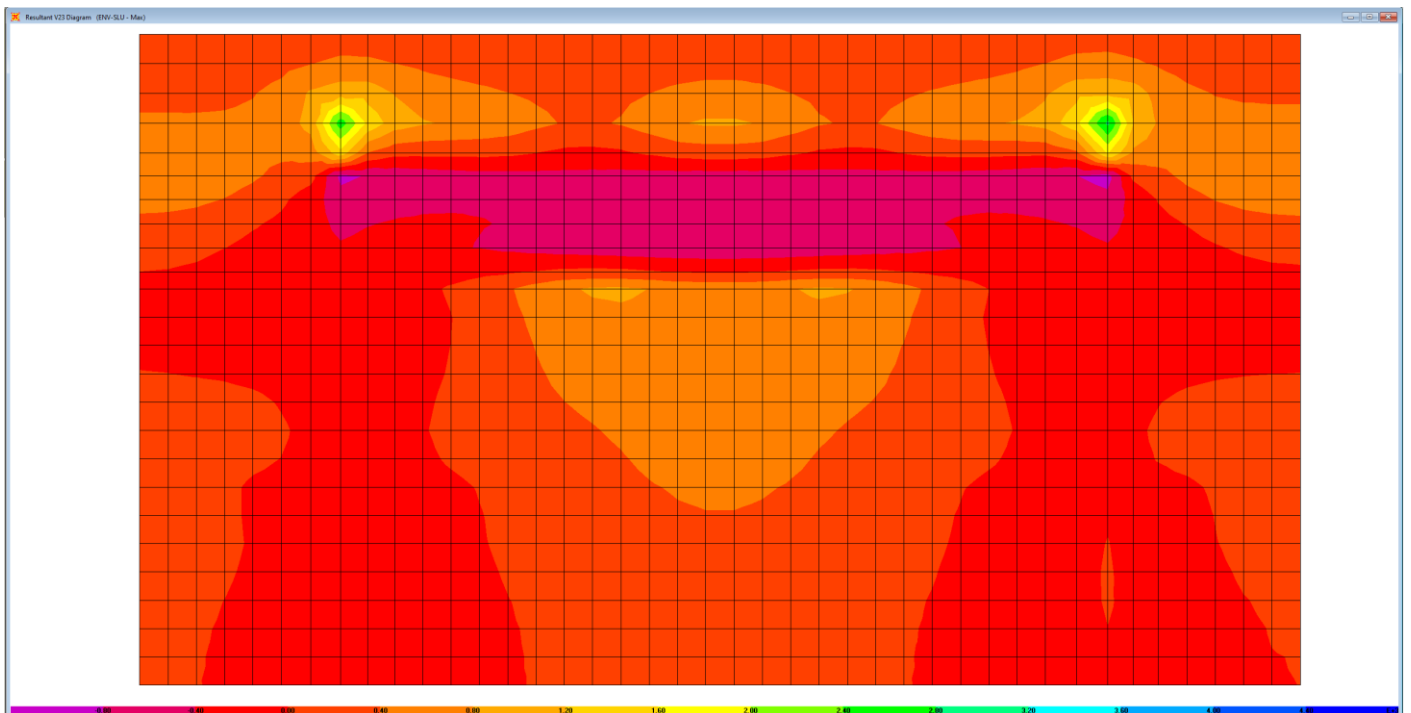


Figura 11.20 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- V23max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 76 |

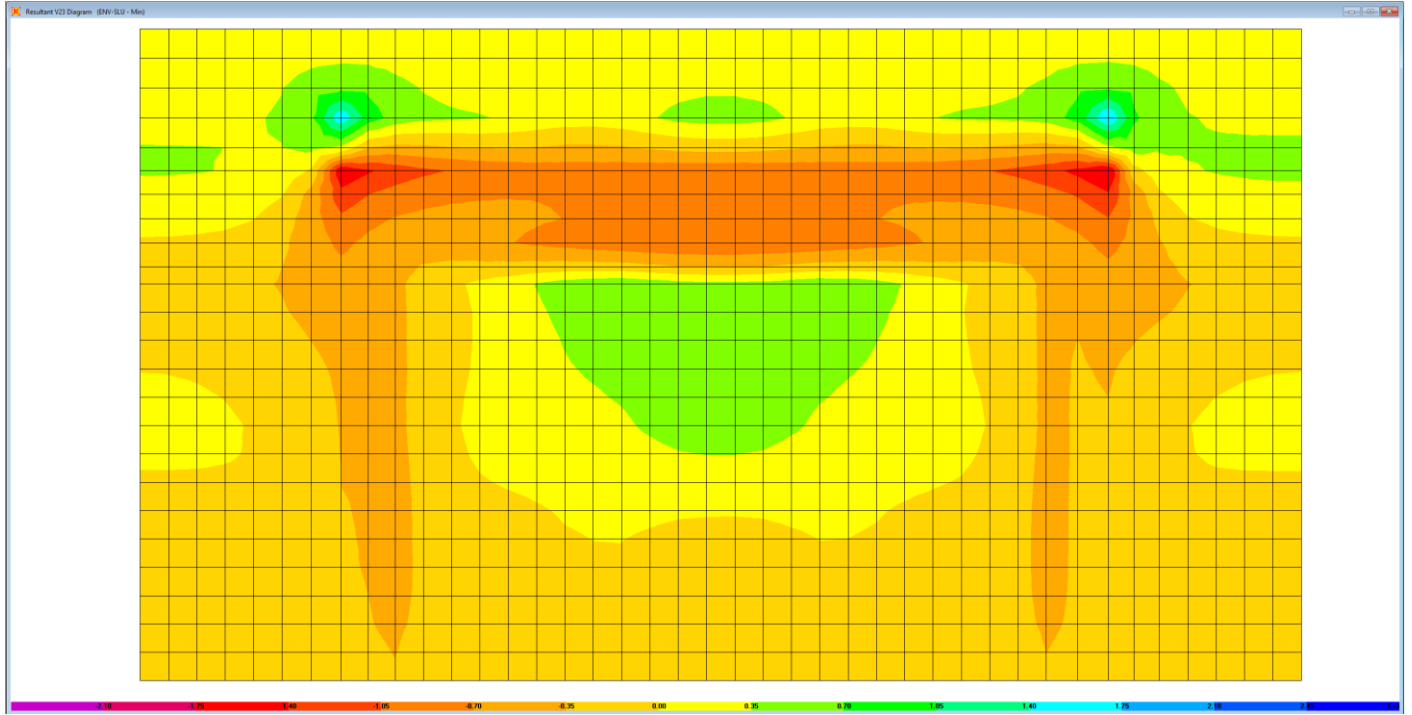


Figura 11.21 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLU- V23min

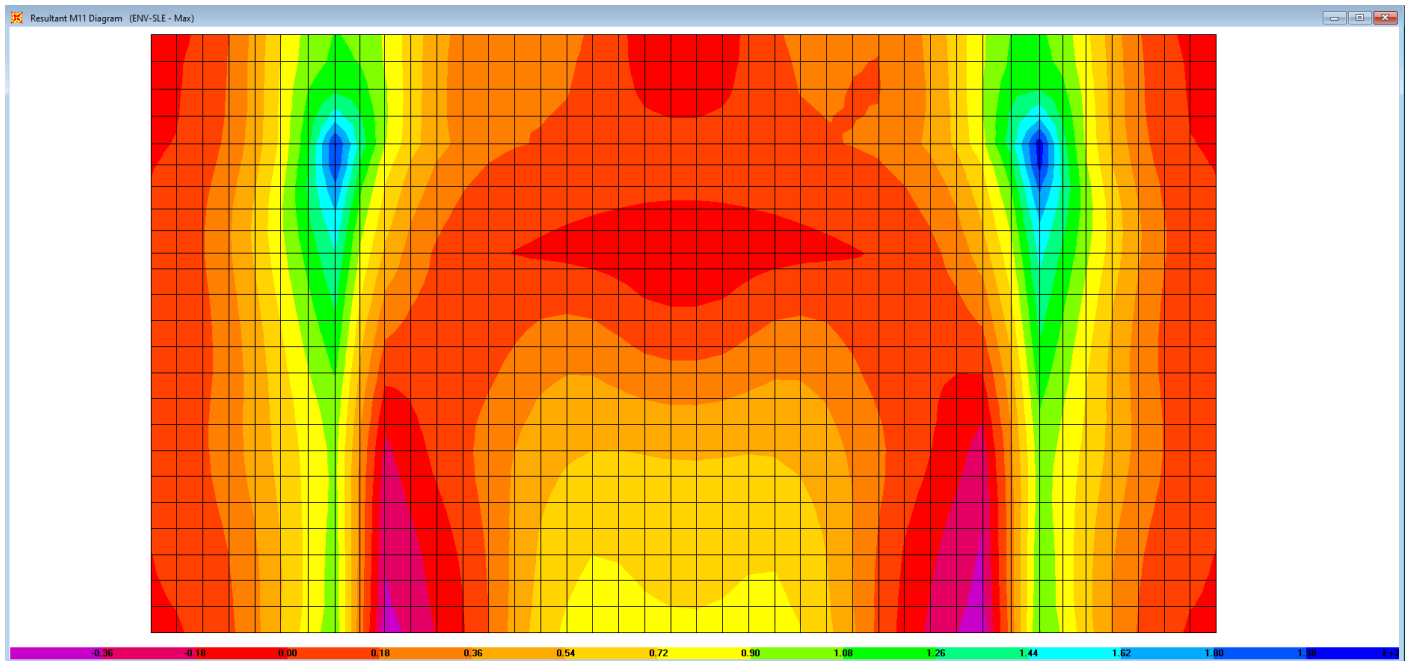


Figura 11.22 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-R- M11max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 77 |

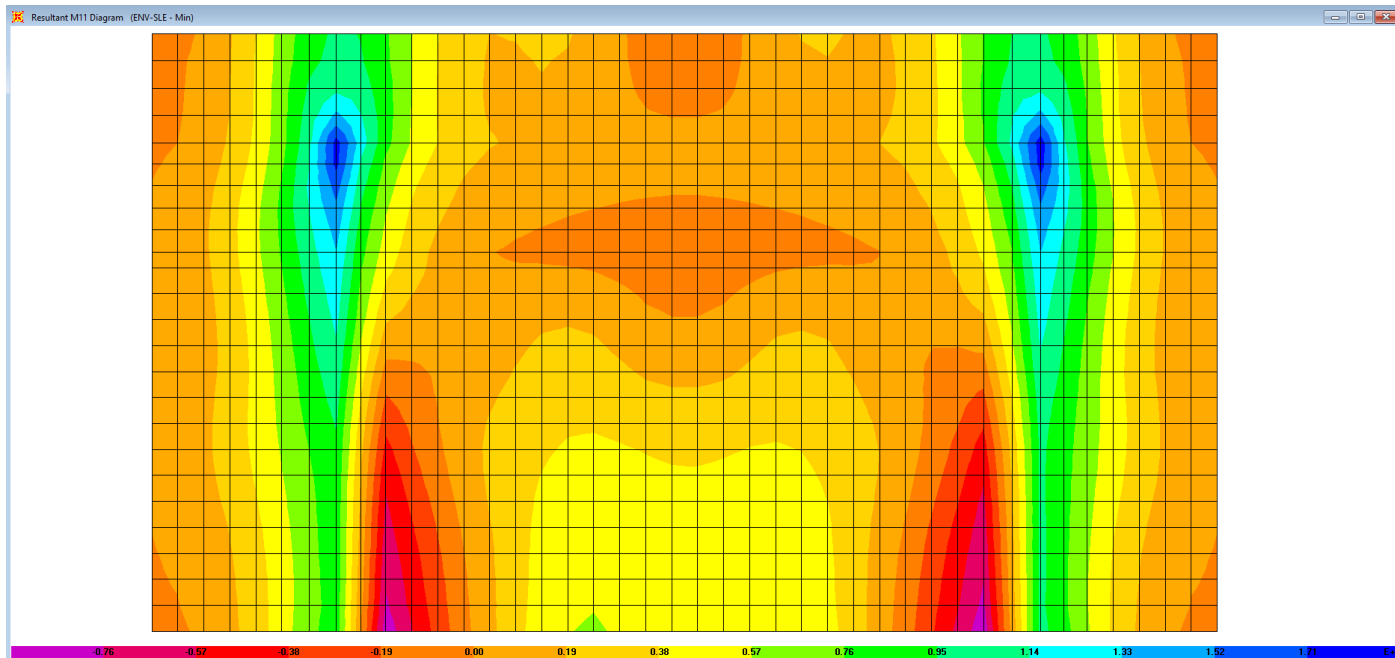


Figura 11.23 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-R- M11min

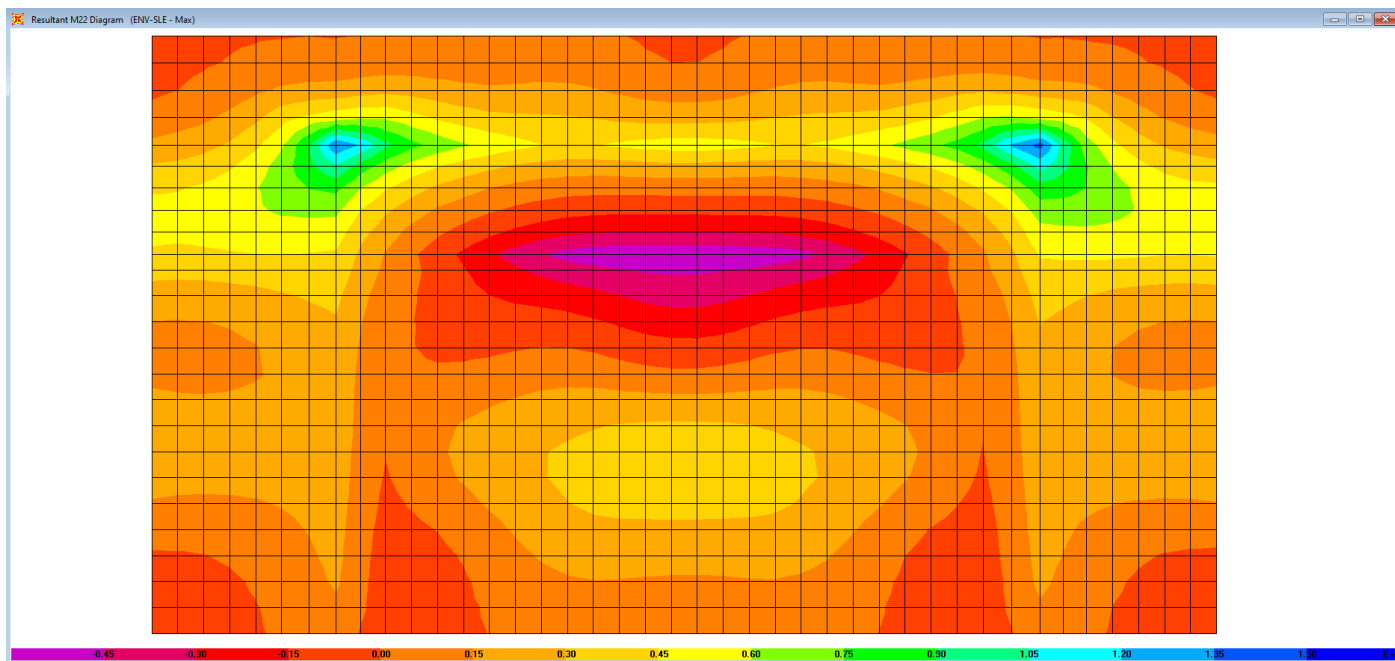


Figura 11.24 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-R- M22max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 78 |

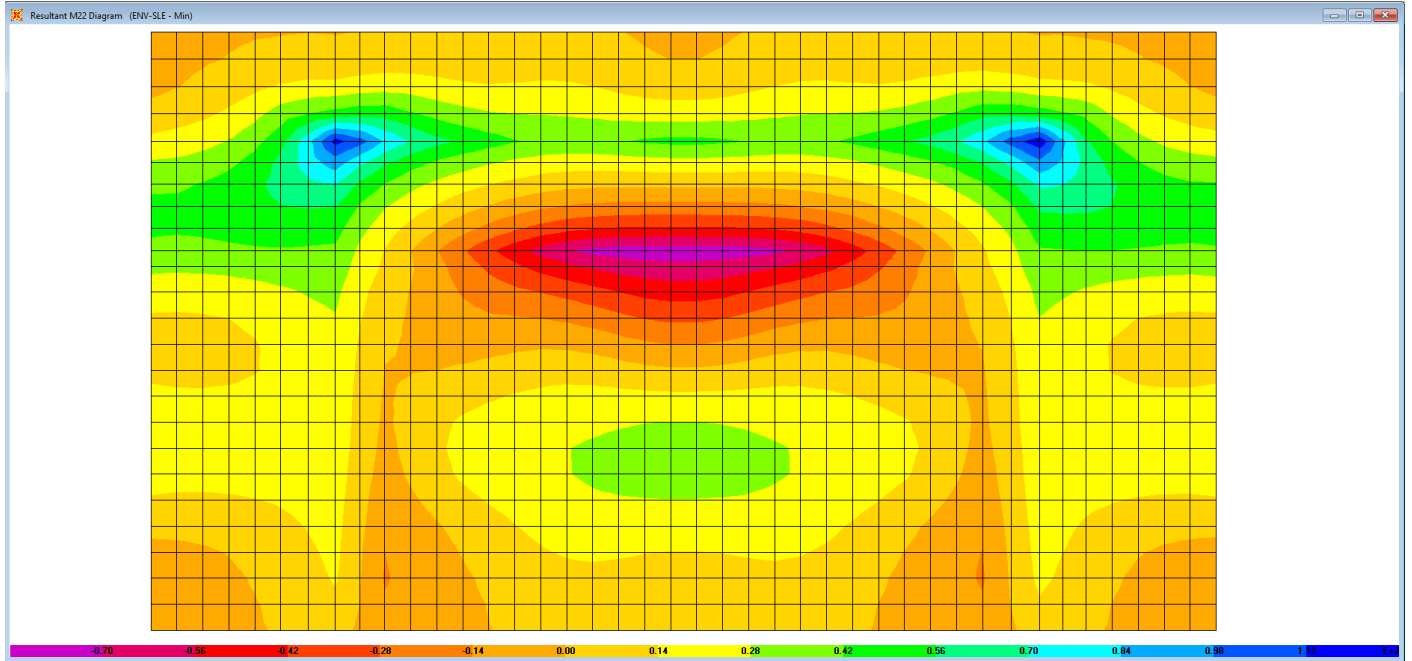


Figura 11.25 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-R- M22min

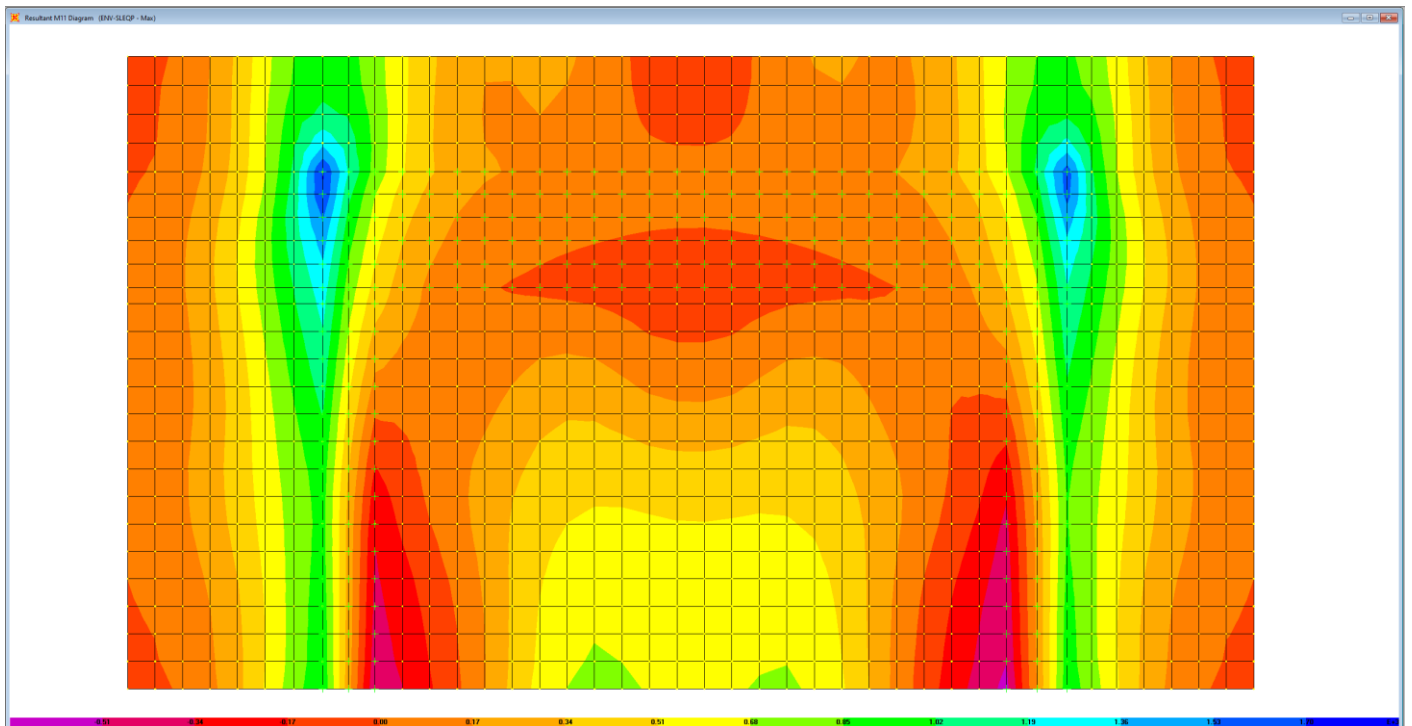


Figura 11.26 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-QP- M11max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 79 |

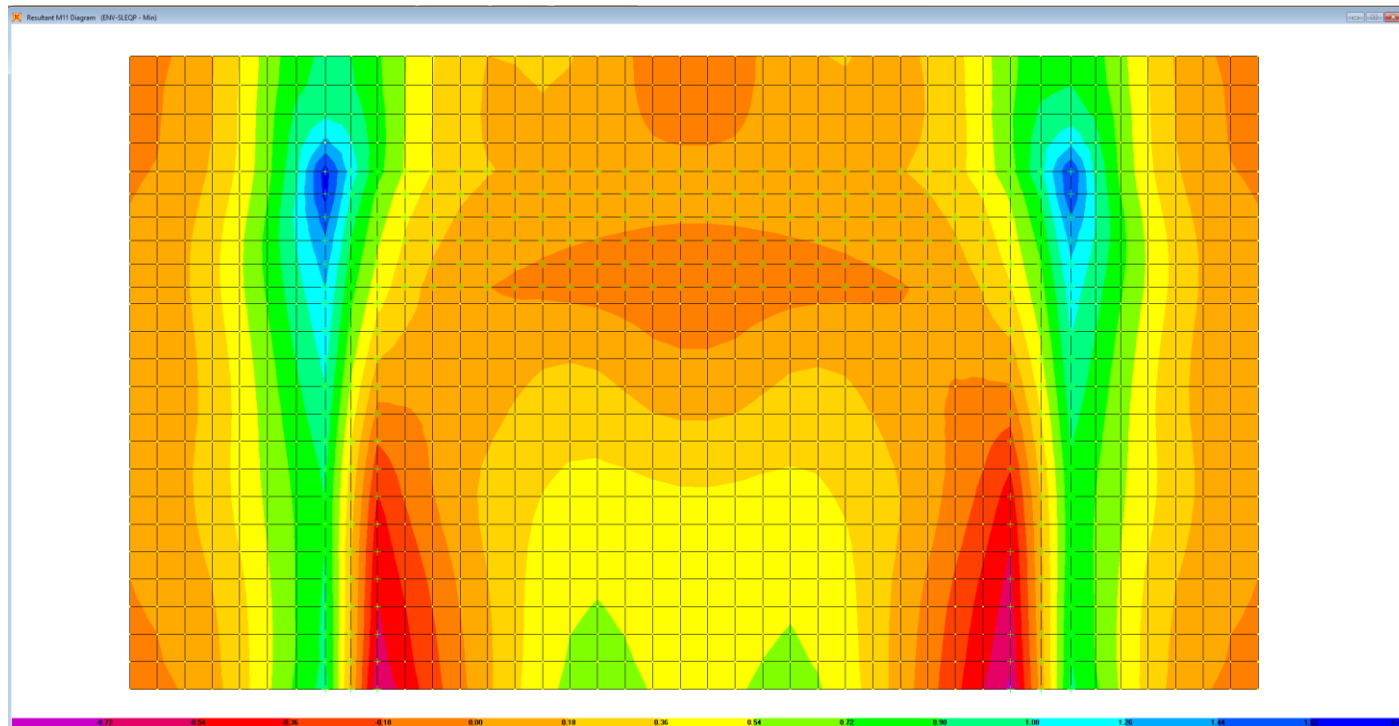


Figura 11.27 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-QP- M11min

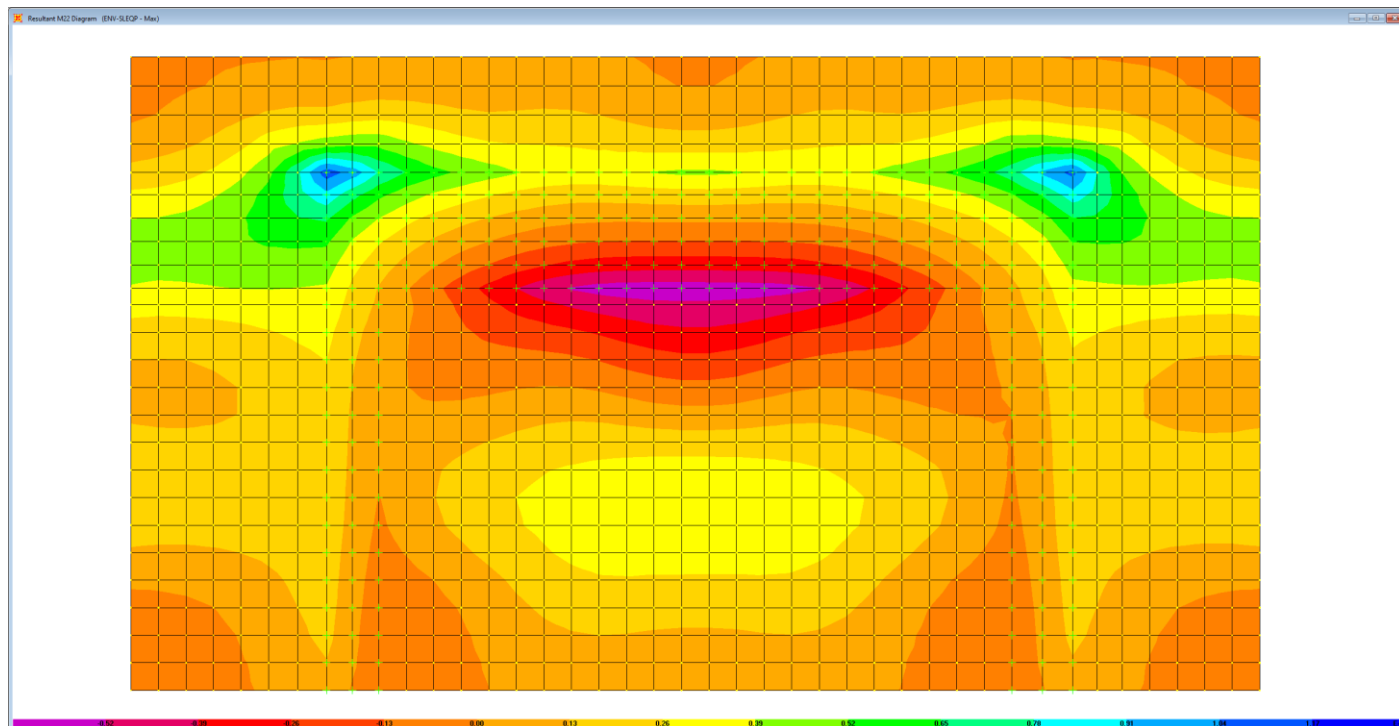


Figura 11.28 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-QP- M22max

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 80 |

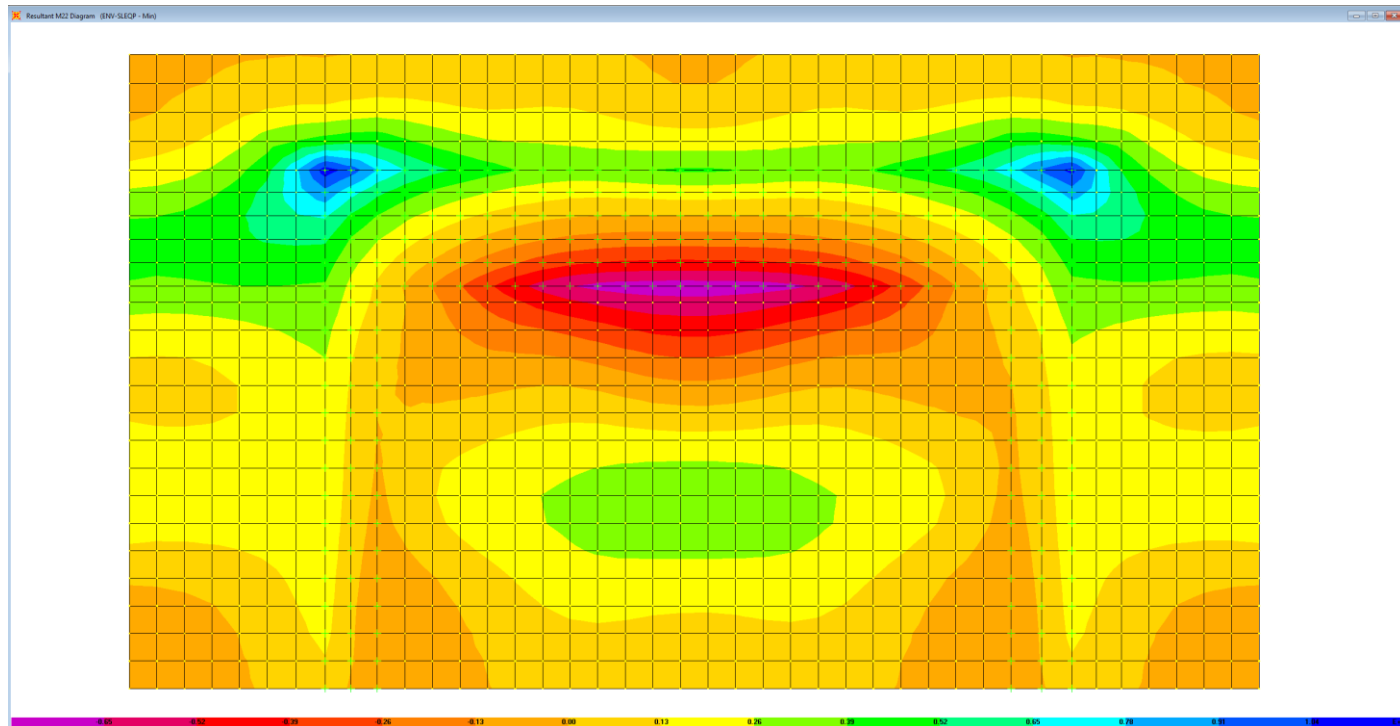


Figura 11.29 - Zattera di fondazione - Combinazione ENVESLE-QP- M22min

La tabella seguente illustra le caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU ed SLE nelle due direzioni:

| Elemento | Direzione | Verifiche a flessione / pressoflessione retta | | | Verifiche a Taglio |
|-----------------------|---------------|---|-------------------|------------------|--------------------|
| | | MEd_SLU (kNm) | MEd_SLE CAR (kNm) | MEd_SLE QP (kNm) | VEd_SLU (kN) |
| Zattera di fondazione | trasversale | 1550 | 920 | 860 | 1200 |
| Zattera di fondazione | longitudinale | 1200 | 750 | 570 | |

Dal modello effettuato per l'elevazione della spalla risultano momenti massimi in direzione longitudinale nella sezione d'incastro tra zattera di fondazione e muro frontale di:

- Med-SLU= 5200 kN/m
- Med-SLE= 910 kN/m

Essendo questi ultimi maggiori rispetto a quelli provenienti dal modello della zattera di fondazione, le verifiche a flessione in direzione longitudinale per la sezione d'incastro verranno effettuate con tali sollecitazioni.

11.3 Caratteristiche della sollecitazione elevazione SPALLA A

11.3.1 Descrizione del modello

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 81 |

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando gli elementi strutturali, muro frontale, muro paraghiaia e muri di risvolto, come piastre rettangolari, vincolate mediante appoggi in corrispondenza dei plinti di fondazione. Il collegamento tra le varie membrature avviene attraverso elementi di tipo Link Rigidi. Lo schema statico appena descritto è stato risolto mettendo a punto un modello numerico agli elementi finiti che, riproduce l'effettiva geometria e la effettiva distribuzione delle rigidità della struttura reale. Gli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

Nelle seguenti figure si illustrano la geometria del modello e la sua schematizzazione numerica.

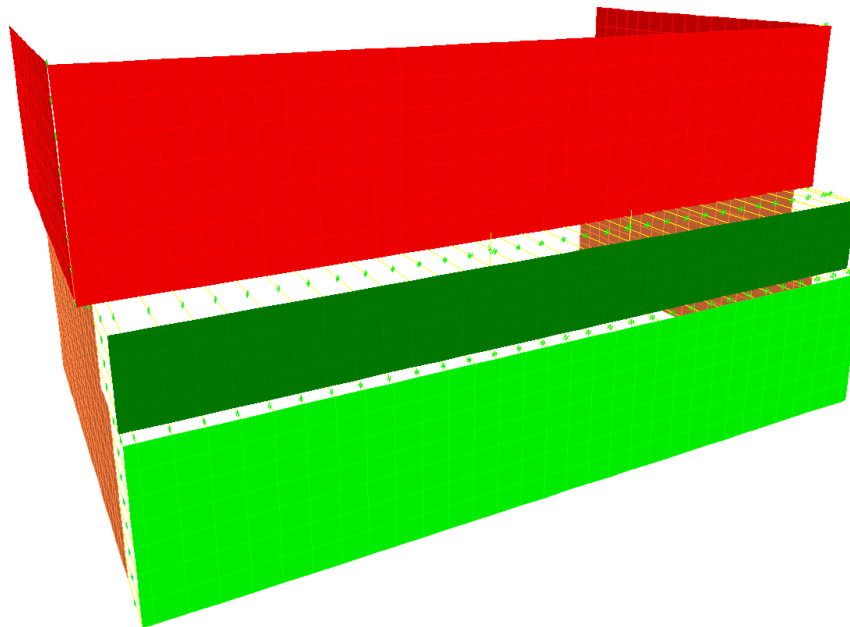


Figura 11.30: Vista frontale Spalla SpA

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------------|-----------|----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

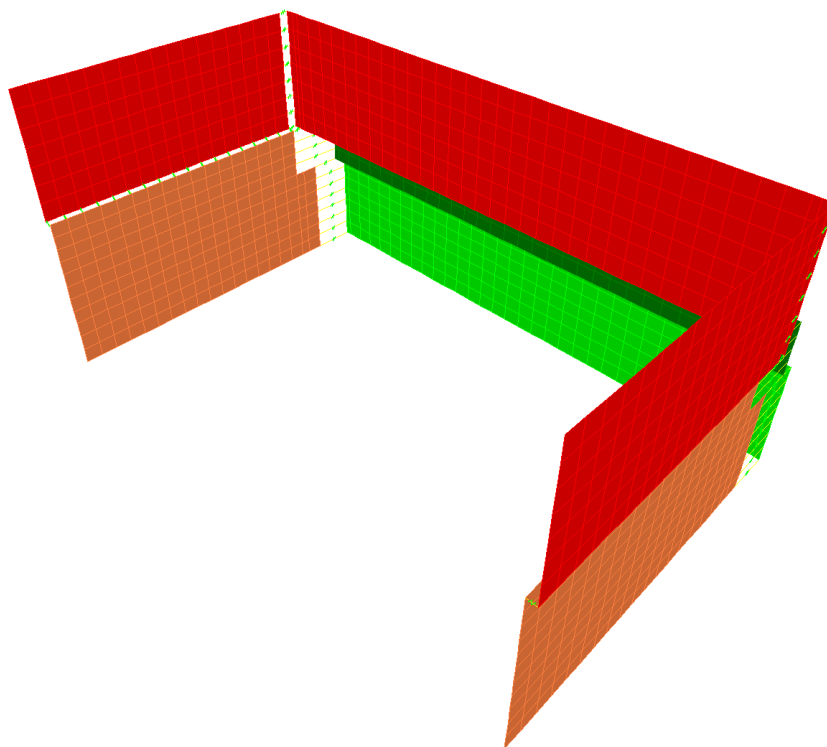


Figura 11.31: Vista posteriore Spalla SpA

11.3.2 Analisi dei carichi

I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

- G1, peso proprio delle membrature di elevazione, computato in automatico dal codice di calcolo;
- G2b, incremento di spinta dovuta al ballast $20.0 \times 0.384 \times 0.80 = 6.14 \text{ kN/m;}$
- G2acc, incremento di spinta dovuta al carico da traffico $0.384 \times 40.00 = 15.4 \text{ kN/m;}$
- G3, Spinta del terreno $k_0 \times \gamma \times z;$
- DS, Sovrappinta del terreno in condizioni sismiche.. $20.0 \times 0.373 \times 6.80 = 50.73 \text{ kN/m;}$
- I_T, Inerzia trasversale associata alla massa degli elementi strutturali $k_h \times m;$
- I_L, Inerzia longitudinale associata alla massa degli elementi strutturali $k_h \times m;$

Si rimanda al capitolo 9 per la descrizione delle azioni riportate.

La spalla SPA rappresenta l'**allineamento fisso** della struttura ed è caratterizzata dalla presenza di 2 appoggi fissi attraverso i quali si trasmettono le azioni orizzontali dalle strutture di impalcato.

Si trascurano le azioni orizzontali trasversali trasmesse dall'impalcato in quanto producono effetti trascurabili sulle strutture di elevazione in esame, poiché agiscono nel piano del muro frontale di elevatissima rigidità.

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 83 |

Relativamente alle azioni orizzontali longitudinali sono state considerate le seguenti azioni variabili:

- Frenatura (FREN): **1782.6 kN (891.3 kN sui due appoggi centrali)**;

Inoltre, sono stati considerate le seguenti azioni parassite:

- Effetti Parassiti dovuti ai carichi permanenti (Fa-g): **173.8 kN (86.9 kN sui due appoggi centrali)**;
- Effetti Parassiti dovuti ai carichi accidentali (Fa-q): **132.6 kN (66.3 kN sui due appoggi centrali)**;

Le azioni sismiche longitudinali (HL) trasmesse dalle strutture di impalcato sono pari a:

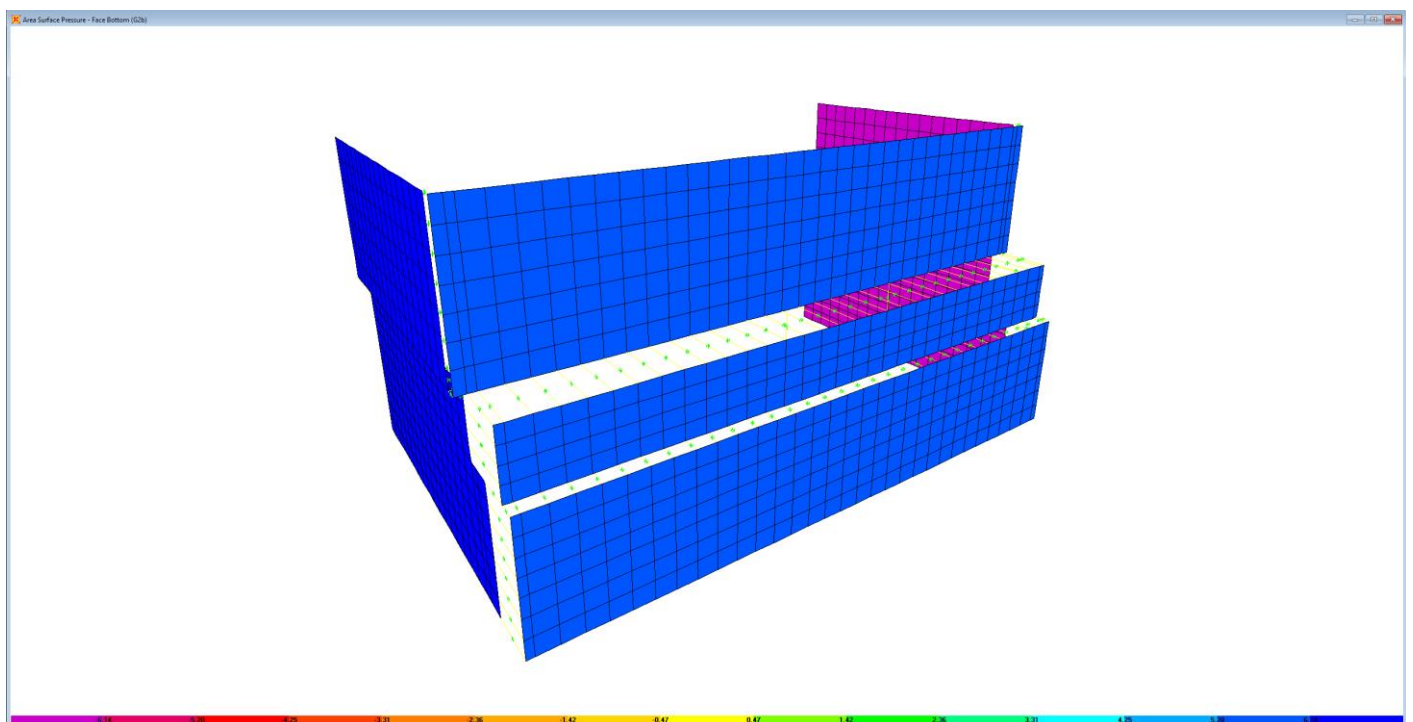
- Sisma Longitudinale: **10311 kN (5155.5 kN sui due appoggi centrali)**;

Queste azioni sono state applicate, come carichi concentrati, in corrispondenza dei due appoggi centrali (appoggi fissi).

Per ulteriori chiarimenti si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato.

Le figure seguenti illustrano i carichi applicati al modello, in particolare:

- Il G2b, è stato applicato come carico uniformemente distribuito su ciascuna superficie:



LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
 LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

Figura 11.32: Elevazione SPALLA A – G2b

- Il G2acc, è stato applicato come carico uniformemente distribuito su ciascuna superficie:

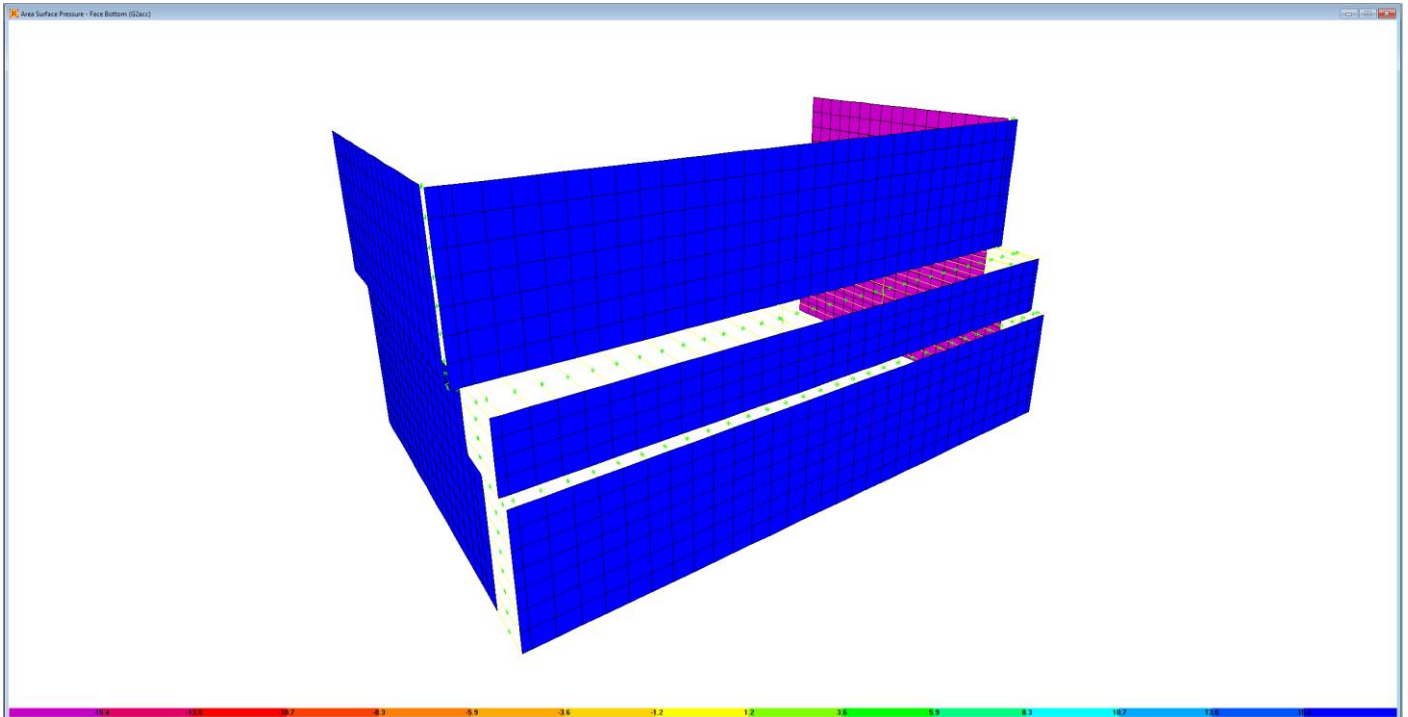


Figura 11.33: Elevazione SPALLA A – G2acc

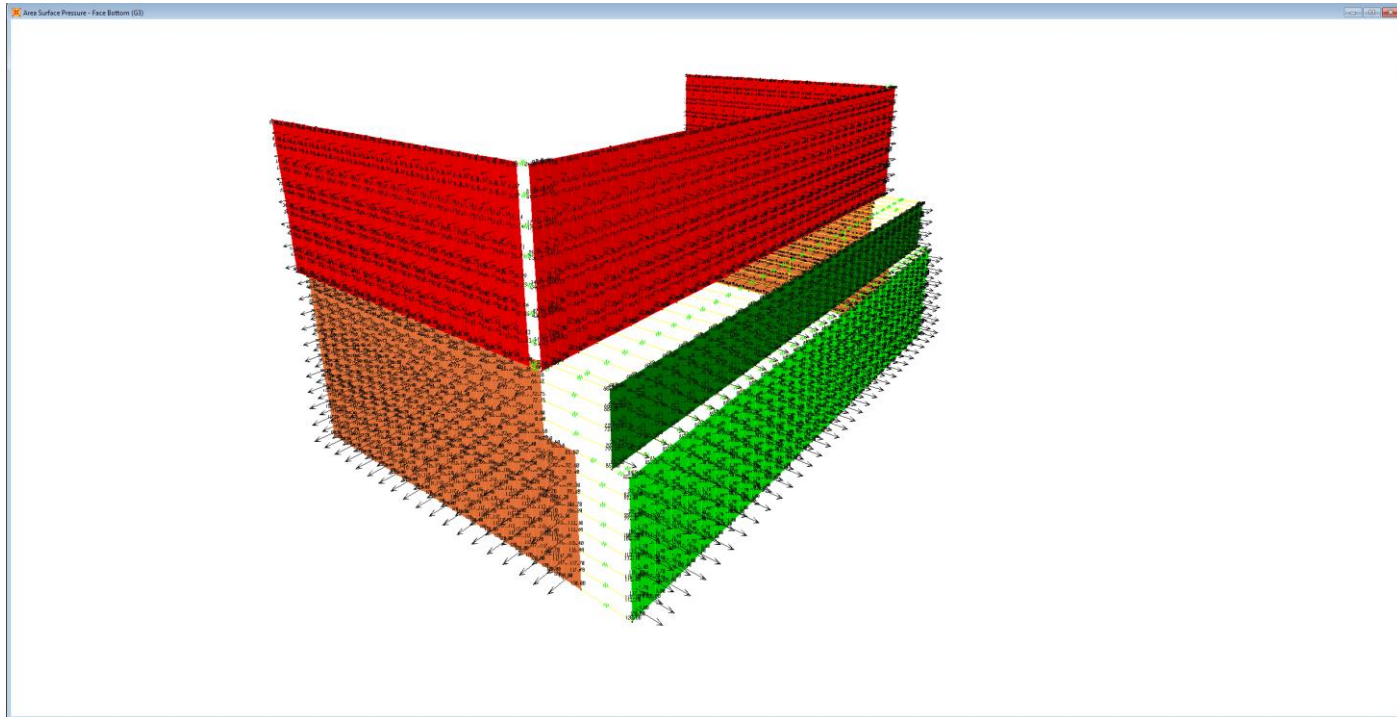
- Il G3, è stato applicato come carico triangolare, distribuito su ciascuna superficie, per la componente relativa a $\gamma \times z$, mentre il coefficiente di spinta a riposo $k_0 (1-\text{sen}\phi = 0.384)$ è stato inserito come moltiplicatore nella definizione del relativo Load Case.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 85 |



Load Case Data - Linear Static

Load Case Name: Notes: Load Case Type:

Stiffness to Use:
 Zero Initial Conditions - Unstressed State
 Stiffness at End of Nonlinear Case
Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Analysis Type:
 Linear
 Nonlinear
 Nonlinear Staged Construction

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Scale Factor |
|--------------|-----------|--------------|
| Load Pattern | G3 | 0.384 |
| Load Pattern | G3 | 0.384 |

Figura 11.34: Elevazione SPALLA A – G3

- Il DS, è stato applicato come carico uniformemente distribuito su ciascuna superficie:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 86 |

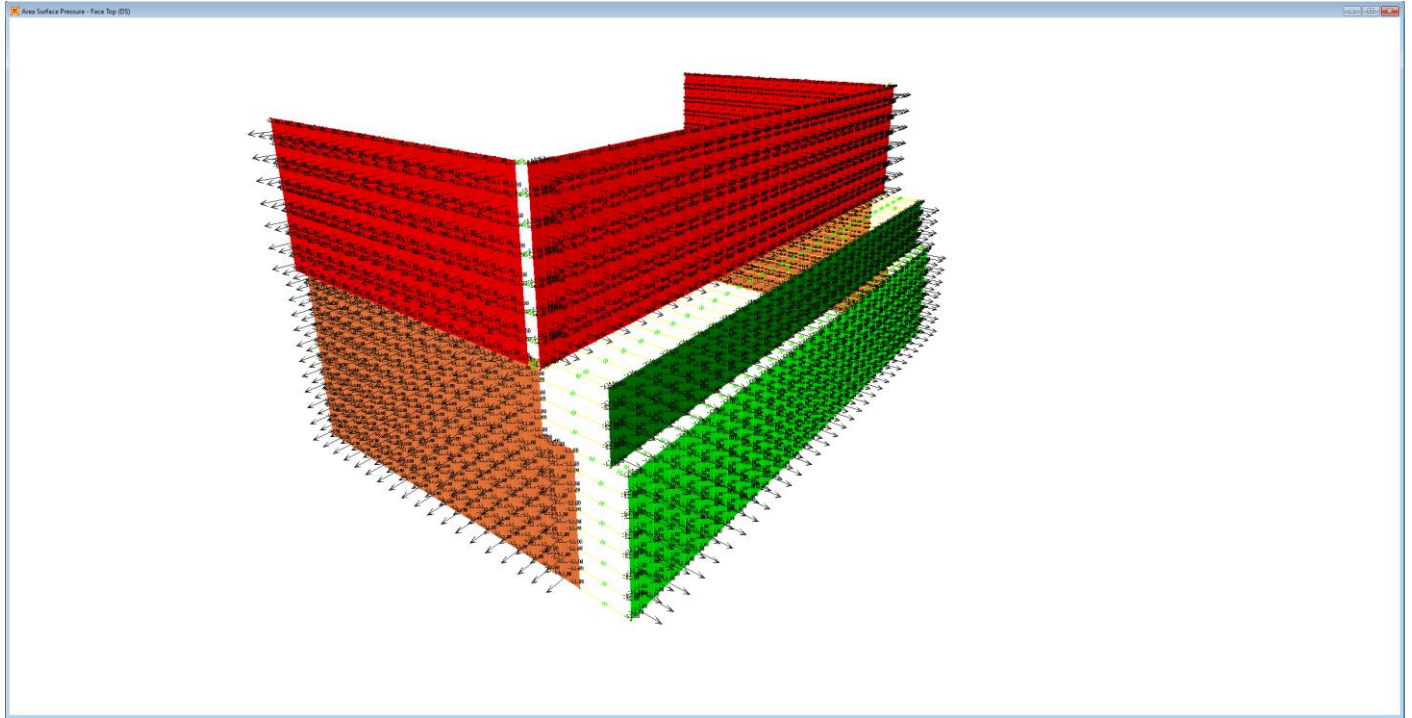


Figura 11.35: Elevazione SPALLA A – DS

- L'IT, è stata applicata come Gravity Multipliers, in direzione trasversale.

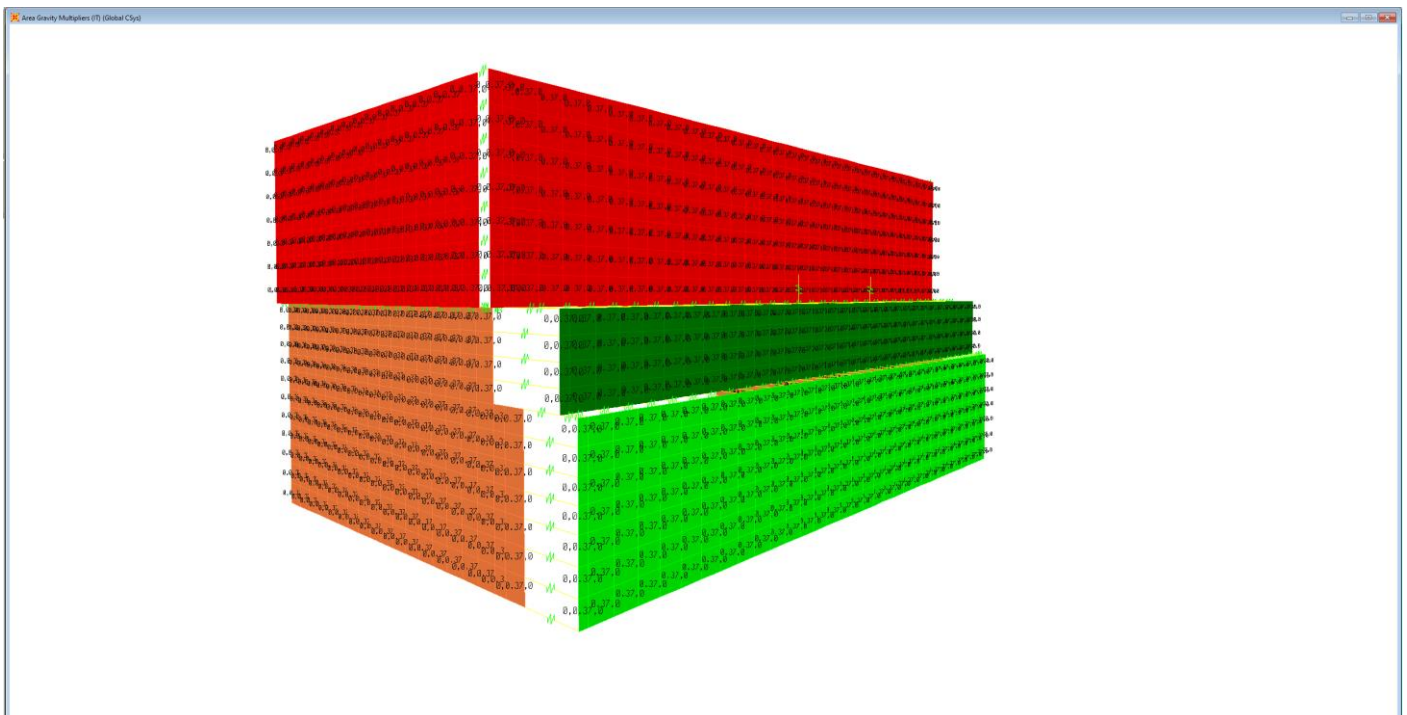


Figura 11.36: Elevazione SPALLA A – IT

- L'IL, è stata applicata come Gravity Multipliers, in direzione trasversale.

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 87 |

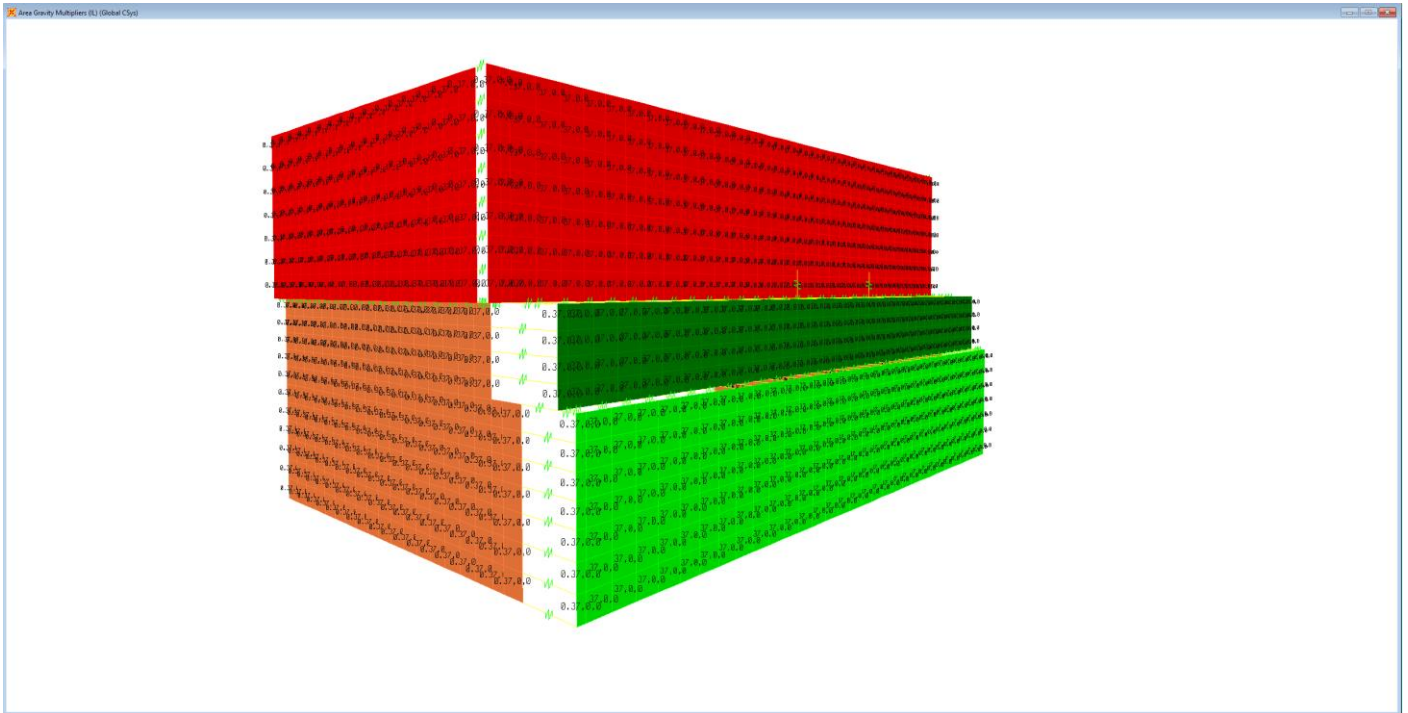


Figura 11.37: Elevazione SPALLA A – IL

- La FREN, è stato applicata come carico concentrato in asse agli appoggi fissi:

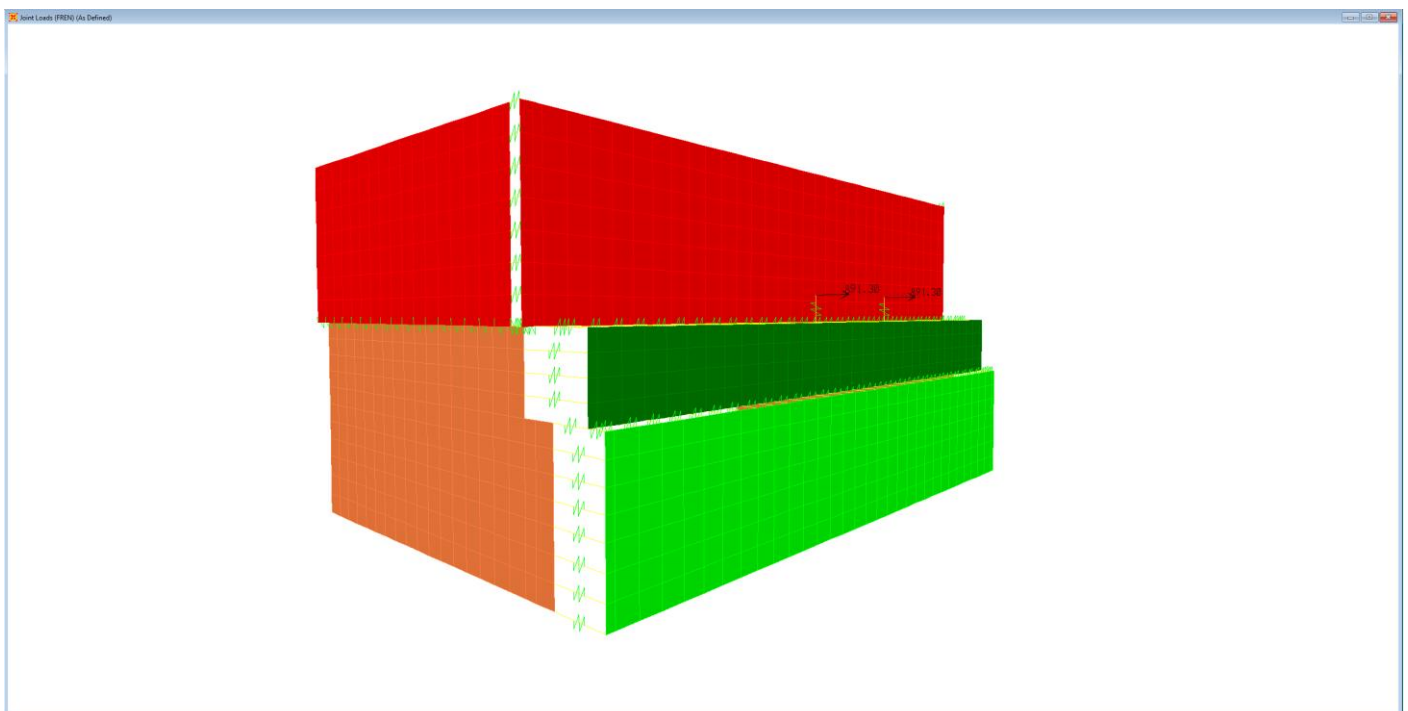


Figura 11.38: Elevazione SPALLA A – Frenatura

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 88 |

- Gli Fa-g, sono stati applicati come carichi concentrati in asse agli appoggi fissi:

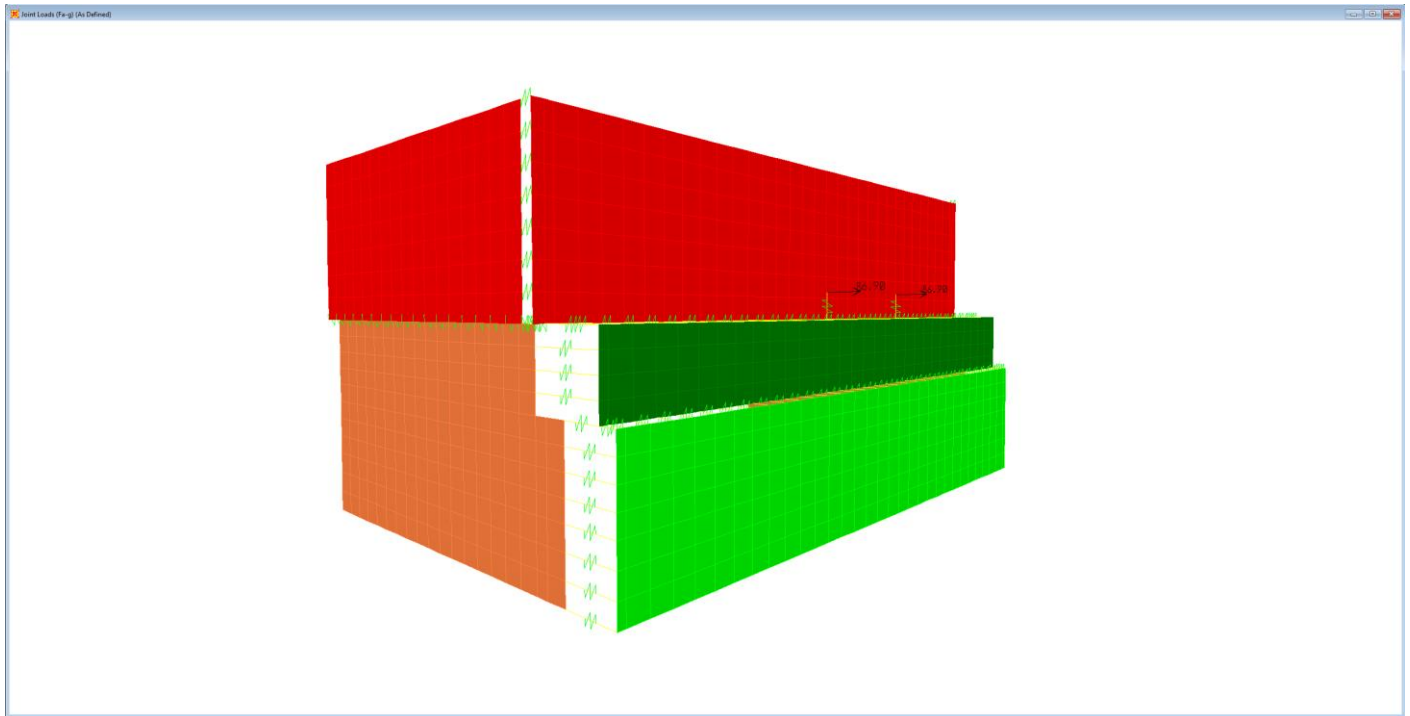


Figura 11.39: Elevazione SPALLA A – Fa-g

- Gli Fa-q, sono stati applicati come carichi concentrati in asse agli appoggi fissi:

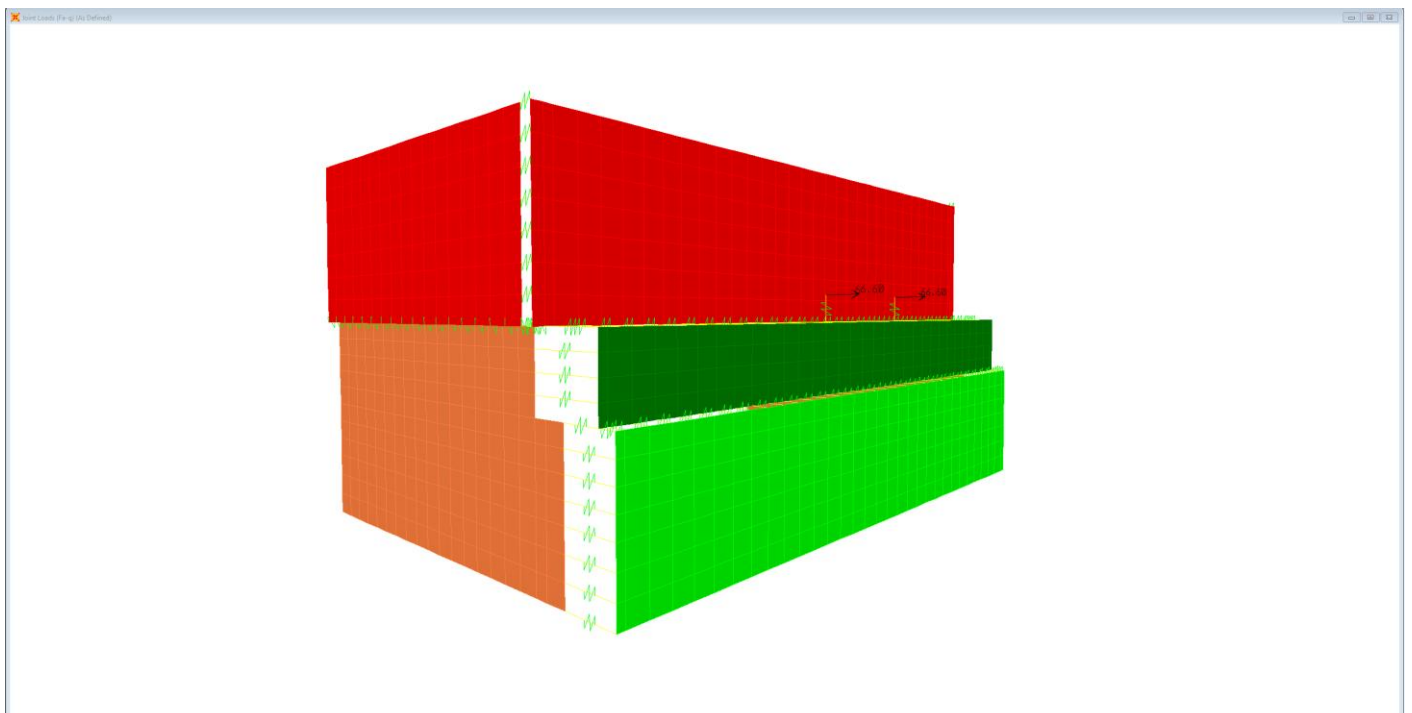


Figura 11.40: Elevazione SPALLA A – Fa-q

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 89 |

- Le HL, sono state applicate come carichi concentrati in asse agli appoggi fissi:

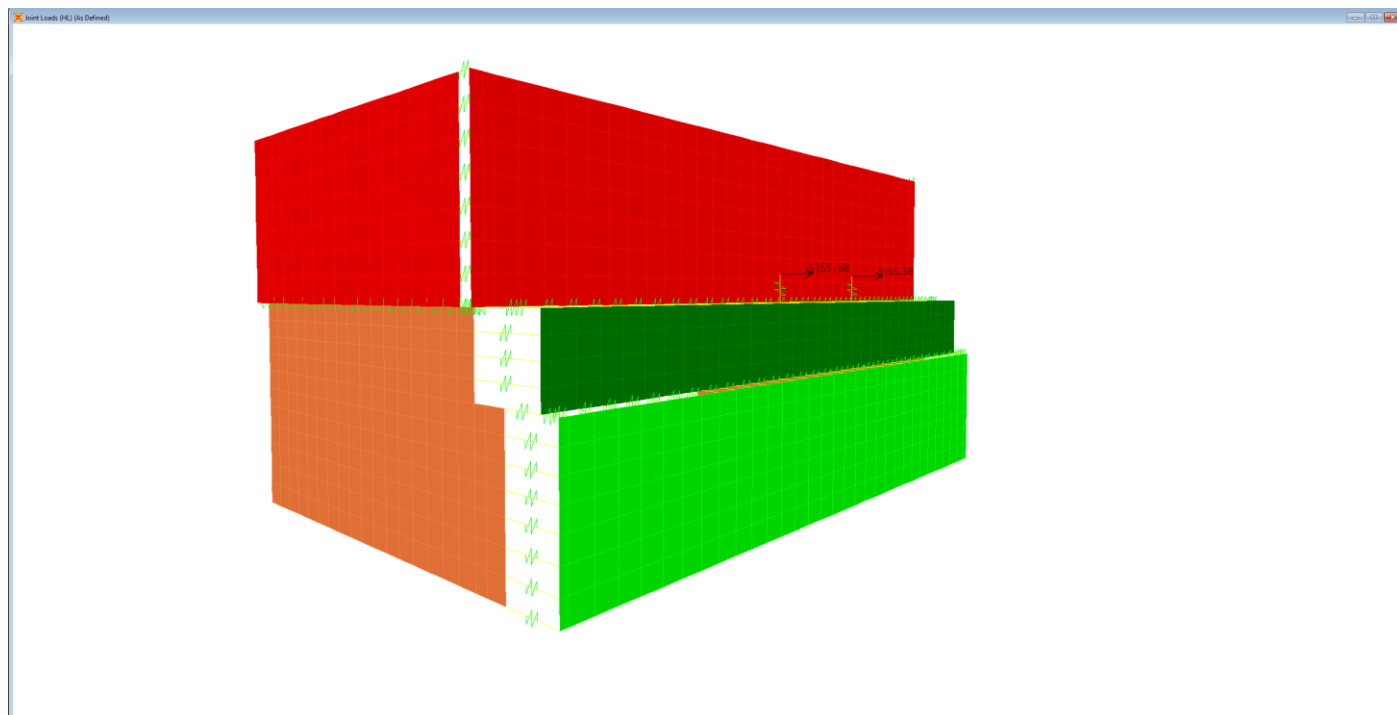


Figura 11.41: Elevazione SPALLA A – Sisma longitudinale

11.3.3 Combinazioni dei carichi

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

Combinazioni per verifiche SLU-STR:

- $SLU01 = 1.35 \times G1 + 1.5 \times G2b + 1.35 \times G3 + 1.45 \times FREN + 1.35 \times Fa-p + 1.45 \times Fa-q + 1.45 \times G2acc$;

–

Combinazioni per verifiche SLU-SLV:

- $SLV01 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times FREN + 1.00 \times DS + 1.00 \times$
Inerzie long + 0.3 x Inerzie tras + 1.00 x HL + 1.00 x Fa-p + 1.00 x Fa-q;
- $SLV02 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times FREN + 1.00 \times DS + 1.00 \times$
Inerzie long - 0.3 x Inerzie tras - 1.00 x HL - 1.00 x Fa-p - 1.00 x Fa-q;
- $SLV03 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times FREN + 1.00 \times DS + 1.00 \times$
Inerzie tras + 0.3 x Inerzie long + 0.3 x HL + 0.3 x Fa-p + 0.3 x Fa-q;
- $SLV04 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times FREN + 1.00 \times DS + 1.00 \times$
Inerzie tras - 0.3 x Inerzie long - 0.30 x HL - 0.30 x Fa-p - 0.30 x Fa-q;

Gli effetti generati dalle combinazioni agli SLU-STR e SLU-SLV sono stati involuppati nella combinazione:

LINEA PESCARA – BARI**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 90 |

- ENVESLU;

Combinazioni per verifiche SLE-CAR:- $SLE-CAR = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.6 \times G2acc + 0.75 \times FREN + 0.75 \times Fa-p + 0.75 \times Fa-q$.**Combinazioni per verifiche SLE-QP:**- $SLE-QP = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G2b + 0.50 \times G2acc + 1.00 \times G3$.**11.3.4 Caratteristiche delle sollecitazioni**

Le figure seguenti illustrano gli involuপি massimi e minimi dei momenti flettenti e degli sforzi di taglio agenti sugli elementi shell per verifiche SLU e SLE:

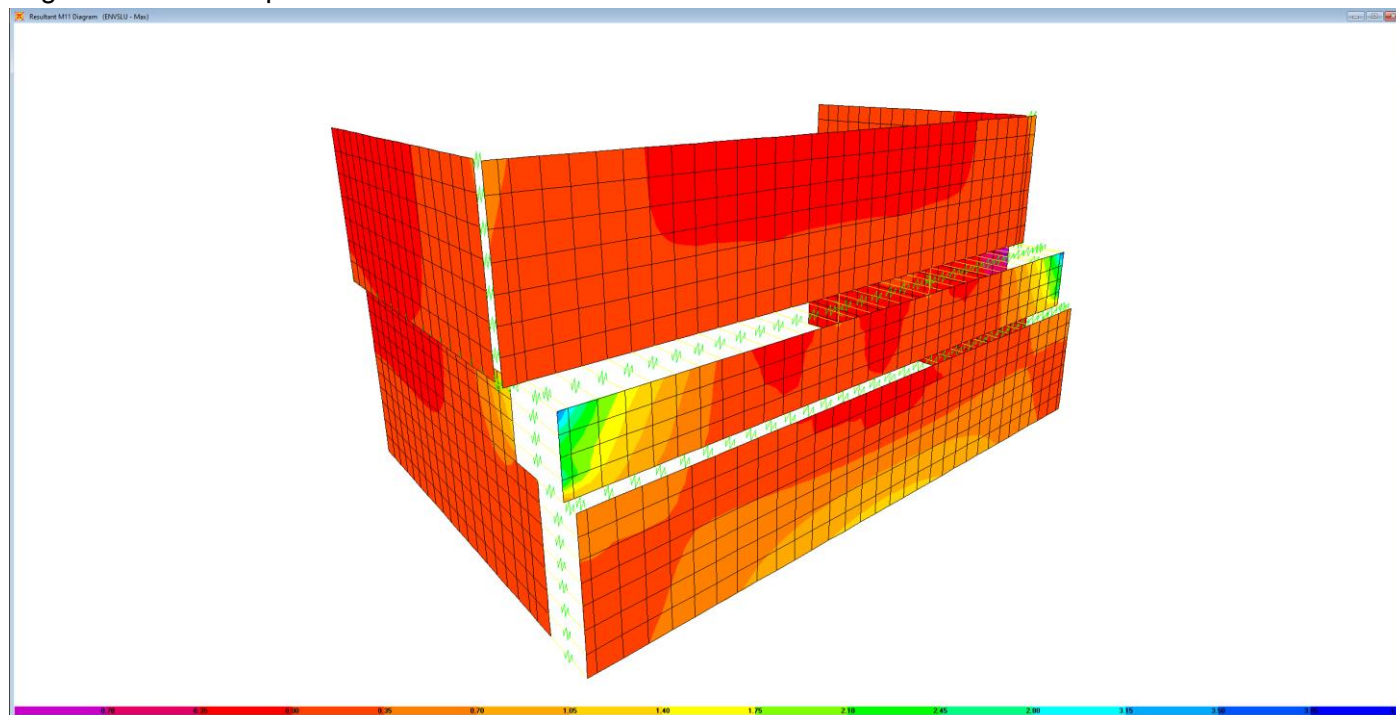


Figura 11.42: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- M11max

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 91 |

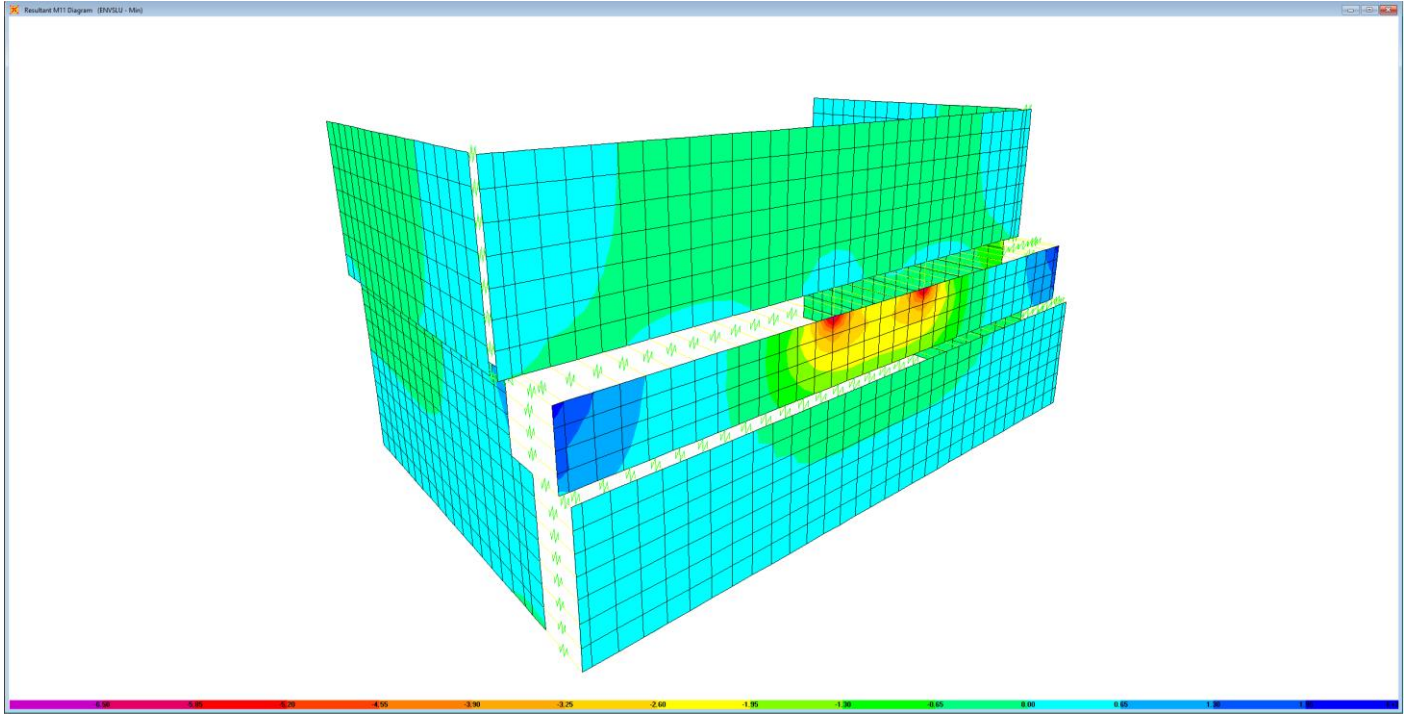


Figura 11.43: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- M11min

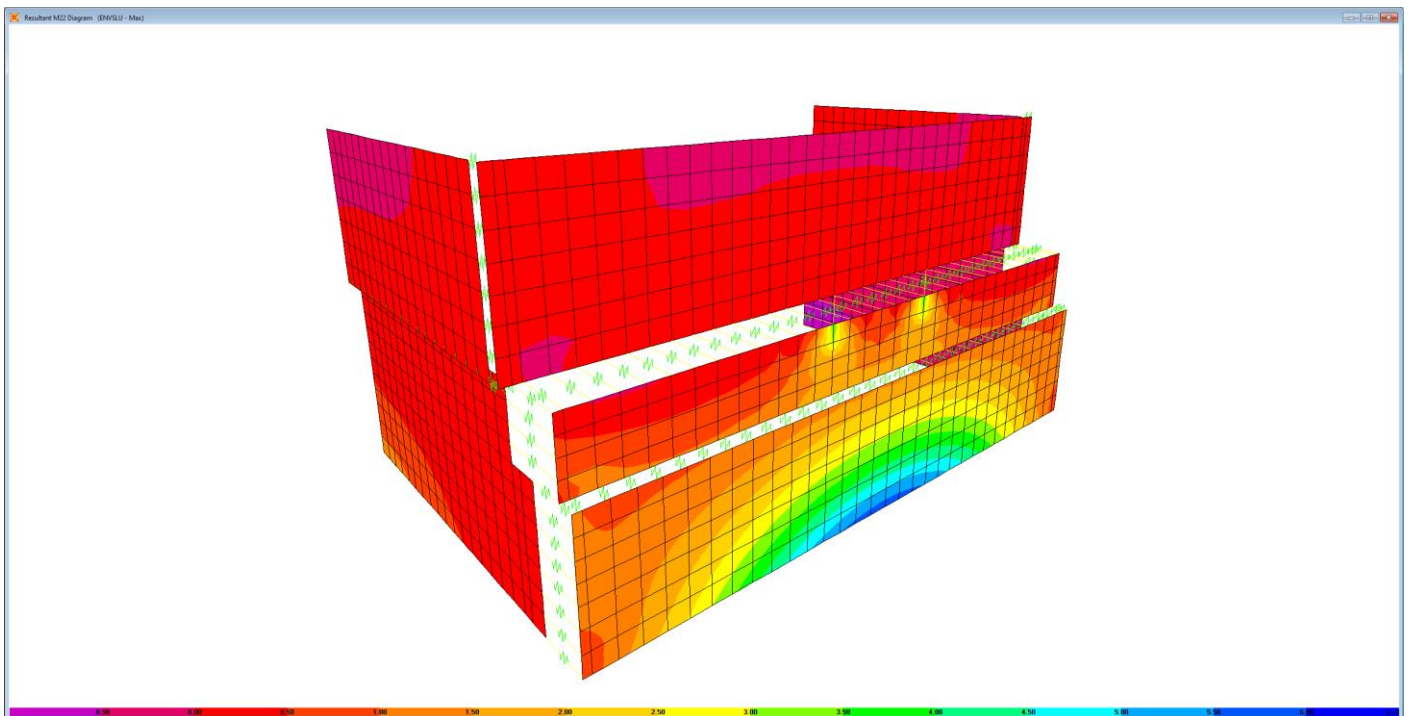


Figura 11.44: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- M22max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 92 |

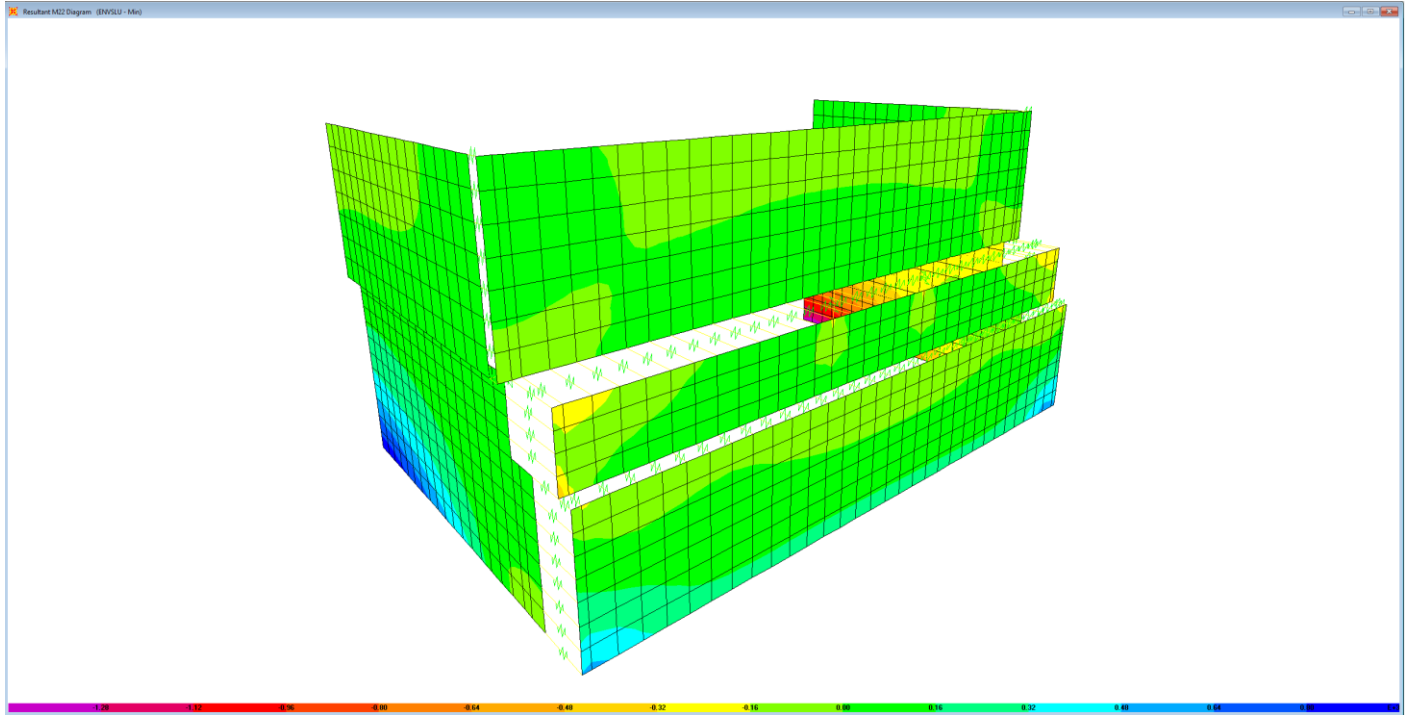
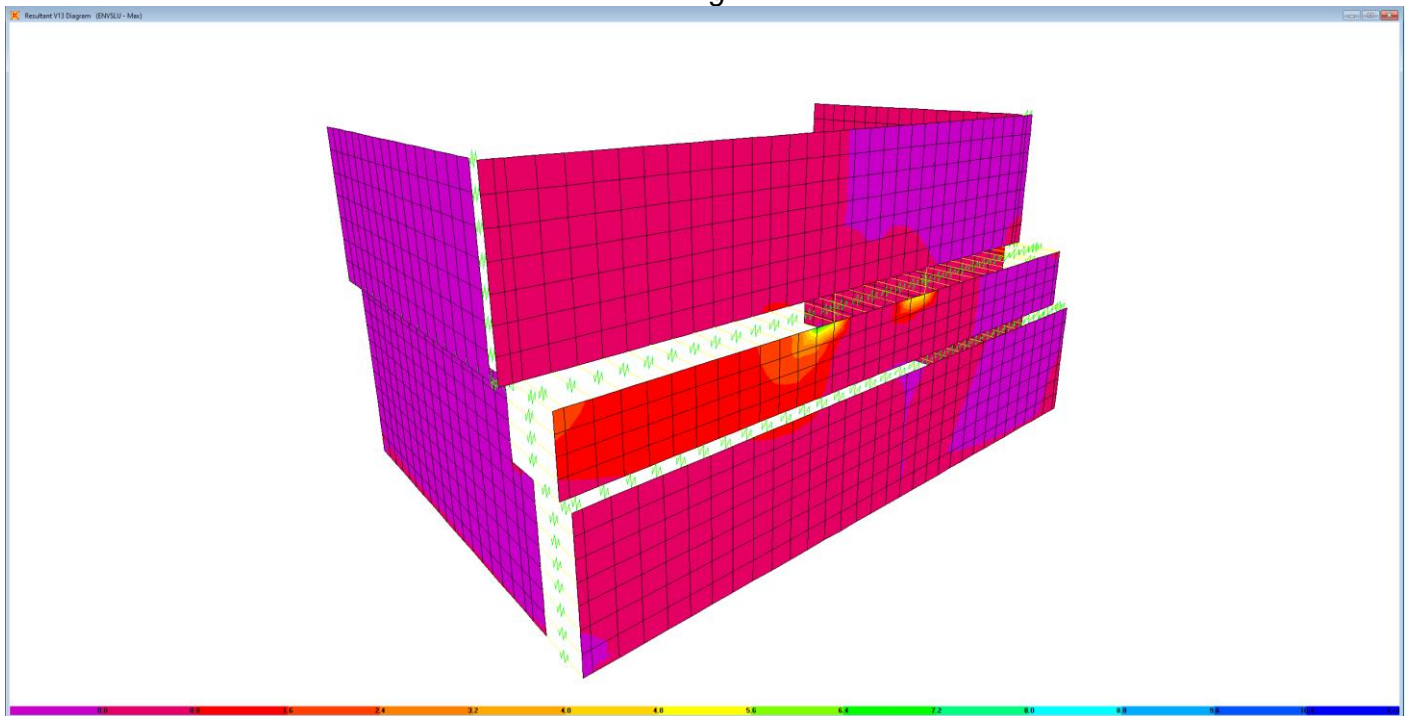


Figura 11.45: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- M22min

Fig



ura 11.46: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- V13max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 93 |

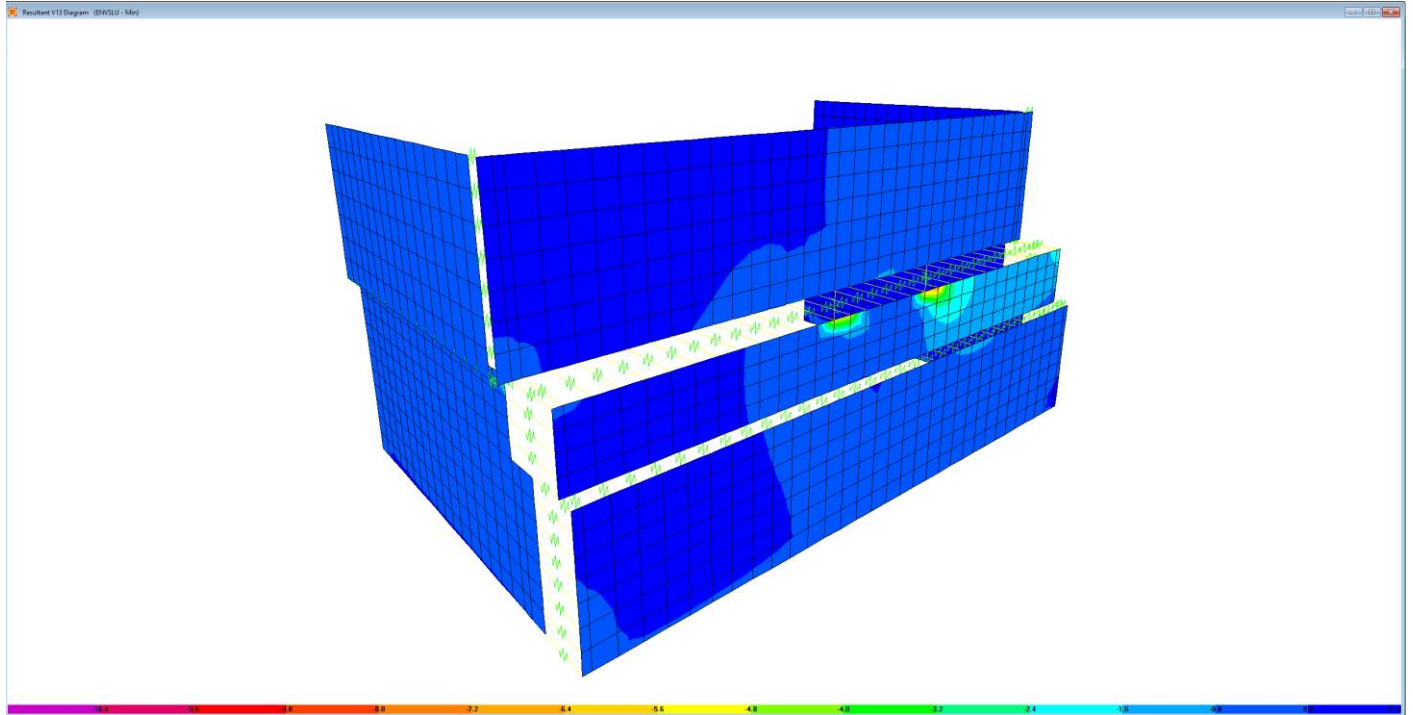


Figura 11.47: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- V13min

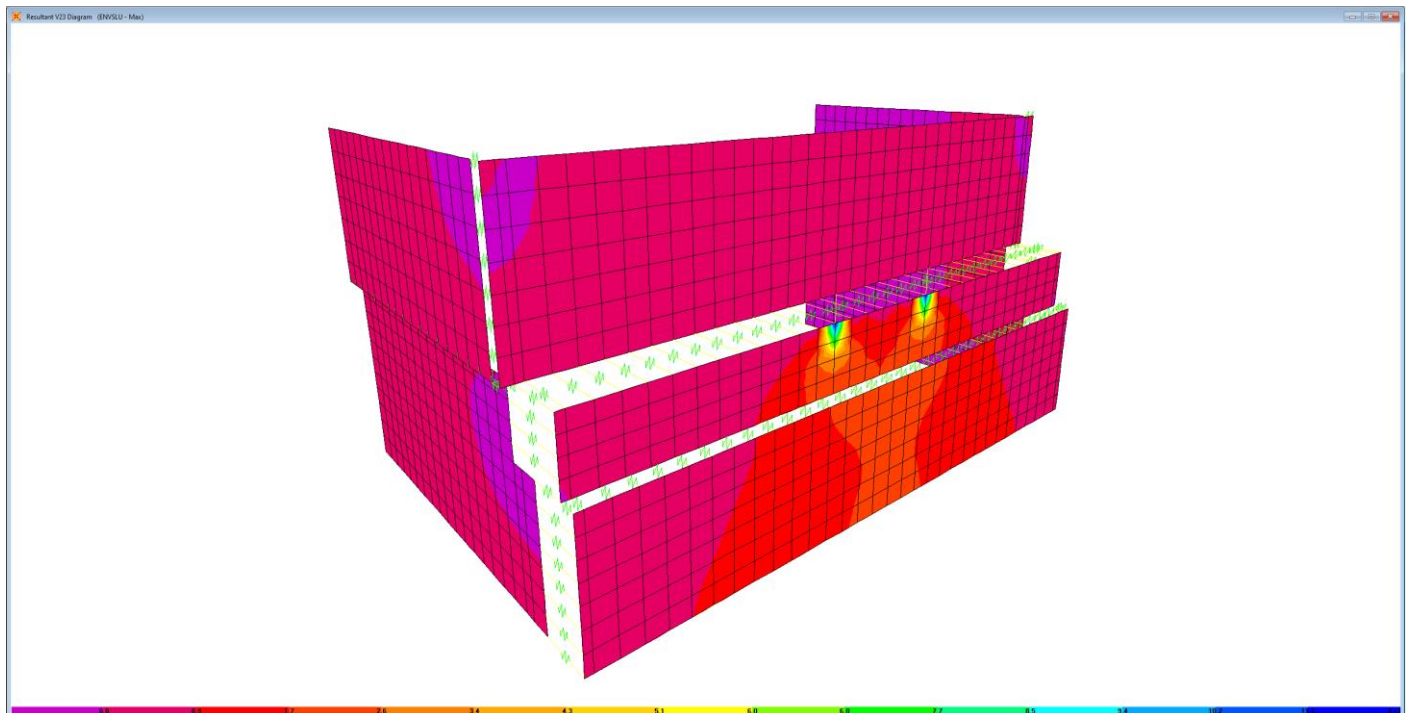


Figura 11.48: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- V23max

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 94 |

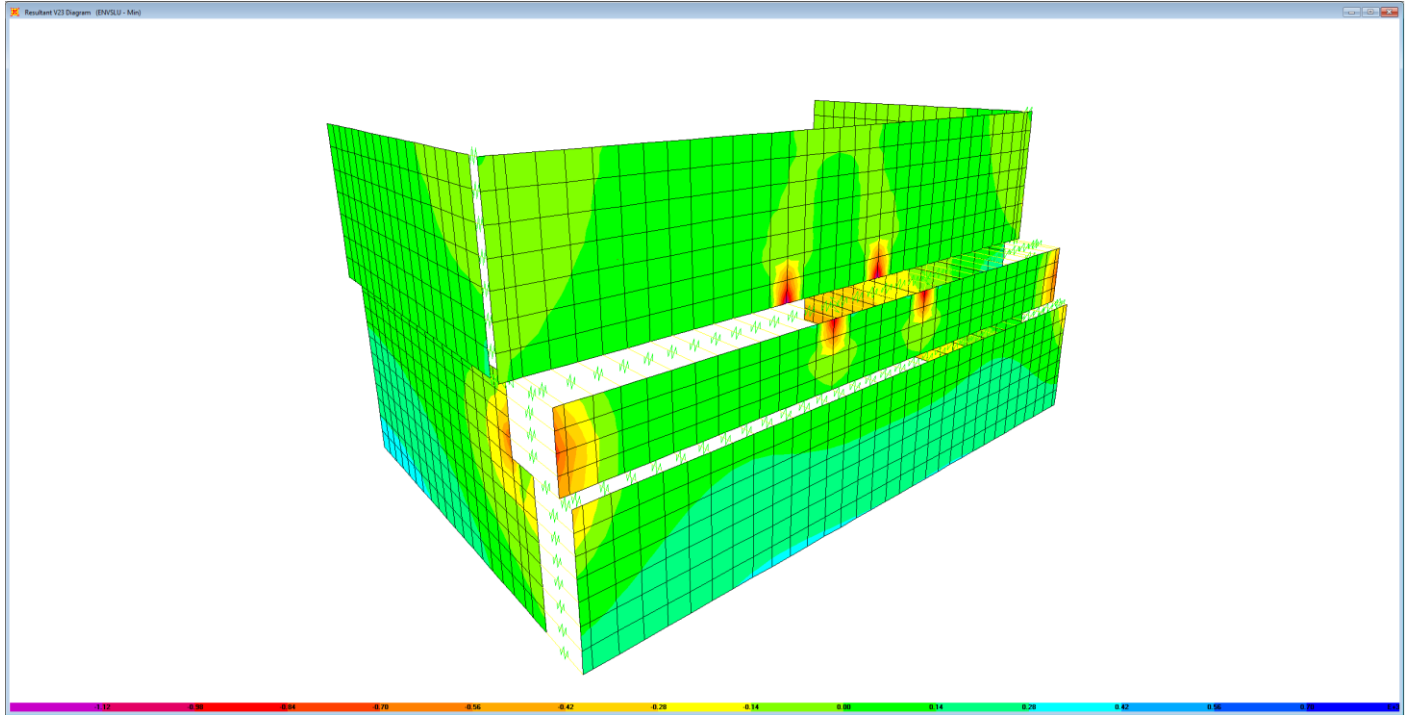


Figura 11.49: Elevazione SPALLA A - Combinazione ENVESLU- V23min

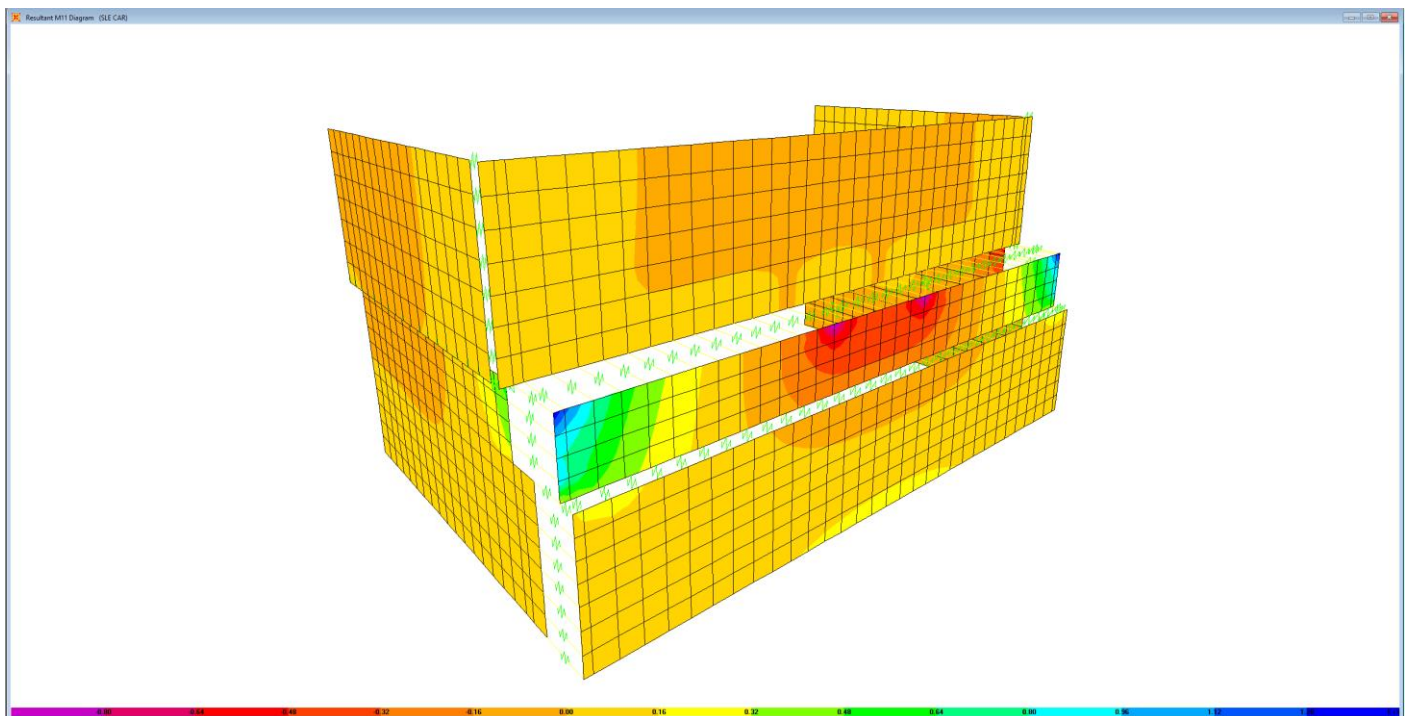


Figura 11.50: Elevazione SPALLA A - Combinazione SLE-CAR - M11

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 95 |

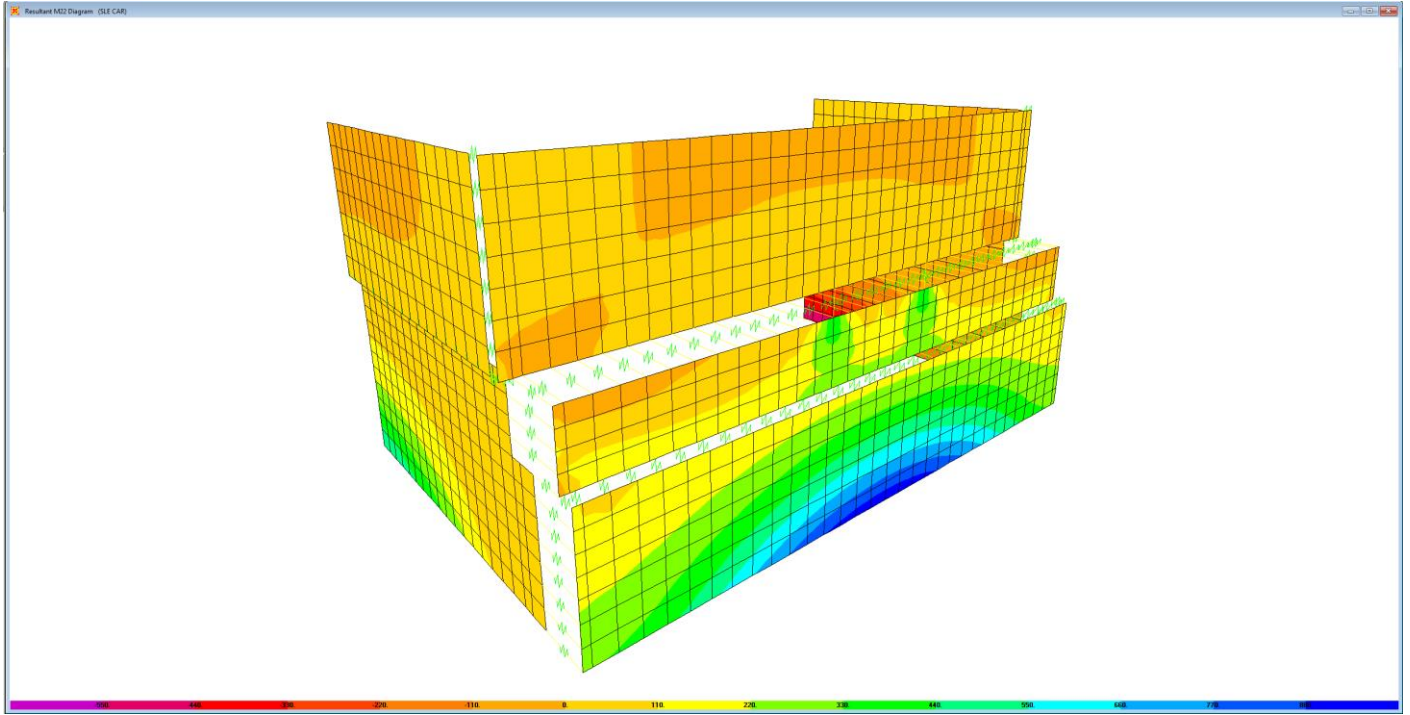


Figura 11.51: Elevazione SPALLA A - Combinazione SLE-CAR - M22

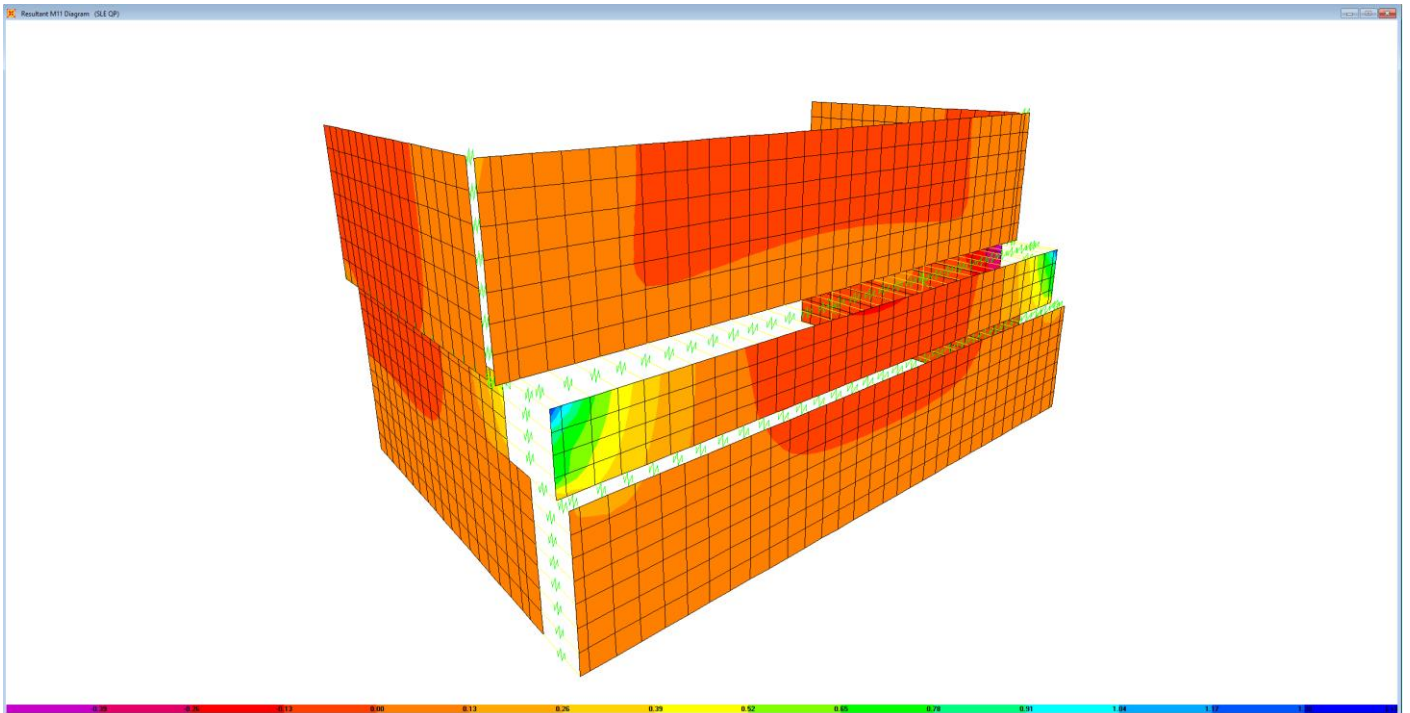


Figura 11.52: Elevazione SPALLA A - Combinazione SLE-QP - M11

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 96 |

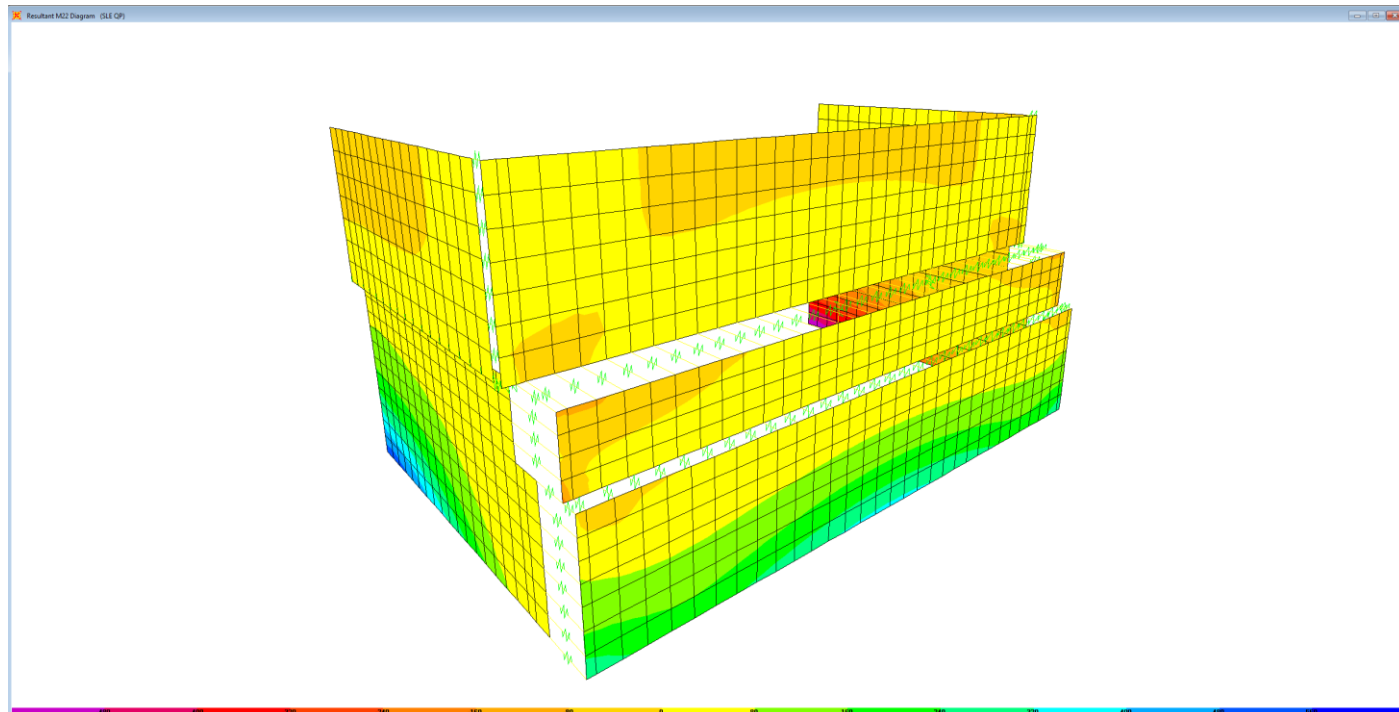


Figura 11.53: Elevazione SPALLA A - Combinazione SLE-QP - M22

Sono state considerate le seguenti sezioni di verifica:

- Sezione A-A' di incastro del paraghiaia nel muro frontale (verifiche per sollecitazioni in direzione verticale);
- Sezione B-B' di incastro del muro frontale nella zattera di fondazione (verifiche per sollecitazioni in direzione verticale);
- Sezione C-C' di incastro del muro di risvolto nella zattera di fondazione (verifiche per sollecitazioni in direzione verticale della porzione inferiore del muro di risvolto);
- Sezione D-D' di incastro del paraghiaia nel muro di risvolto (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale);
- Sezione E-E' di incastro della porzione superiore del muro frontale (sp.275 cm) nel muro di risvolto (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale);
- Sezione F-F' di incastro della porzione inferiore del muro frontale (sp.210 cm) nel muro di risvolto (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale).
- Sezione G-G' di incastro del muro di risvolto (sp.90 cm) nel muro frontale (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale della porzione inferiore del muro di risvolto);

La tabella seguente illustra le caratteristiche della sollecitazione massime per verifiche SLU ed SLE per ciascun sezione di controllo:

| Elemento | Direzione | Verifiche a flessione / pressoflessione retta | | | Verifiche a Taglio |
|-----------------------------------|-------------|---|-------------------|------------------|--------------------|
| | | MEd_SLU (kNm) | MEd_SLE CAR (kNm) | MEd_SLE QP (kNm) | VEd_SLU (kN) |
| Sezione A-A' Paraghiaia | verticale | 200 | 100 | 89 | 200 |
| Sezione B-B' Muro frontale | verticale | 5200 | 910 | 305 | 1620 |
| Sezione C-C' Muro di risvolto | verticale | 1100 | 500 | 500 | 450 |
| Sezione D-D' Paraghiaia | orizzontale | 410 | 100 | 75 | 190 |
| Sezione E-E' Muro frontale - sup. | orizzontale | 3200 | 850 | 750 | 200 |
| Sezione F-F' Muro frontale - inf. | orizzontale | 1100 | 200 | 150 | 740 |
| Sezione G-G' Muro di risvolto | orizzontale | 730 | 400 | 355 | 650 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 97 |

11.4 Caratteristiche della sollecitazione elevazione SPALLA B

11.4.1 Descrizione del modello

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando gli elementi strutturali, muro frontale, muro paraghiaia e muri di risvolto, come piastre rettangolari, vincolate mediante appoggi in corrispondenza dei plinti di fondazione. Il collegamento tra le varie membrature avviene attraverso elementi di tipo Link Rigidi. Lo schema statico appena descritto è stato risolto mettendo a punto un modello numerico agli elementi finiti che, con buona approssimazione, riproduce l'effettiva geometria e la effettiva distribuzione delle rigidezze della struttura reale. Gli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

Nelle seguenti figure si illustrano la geometria del modello e la sua schematizzazione numerica.

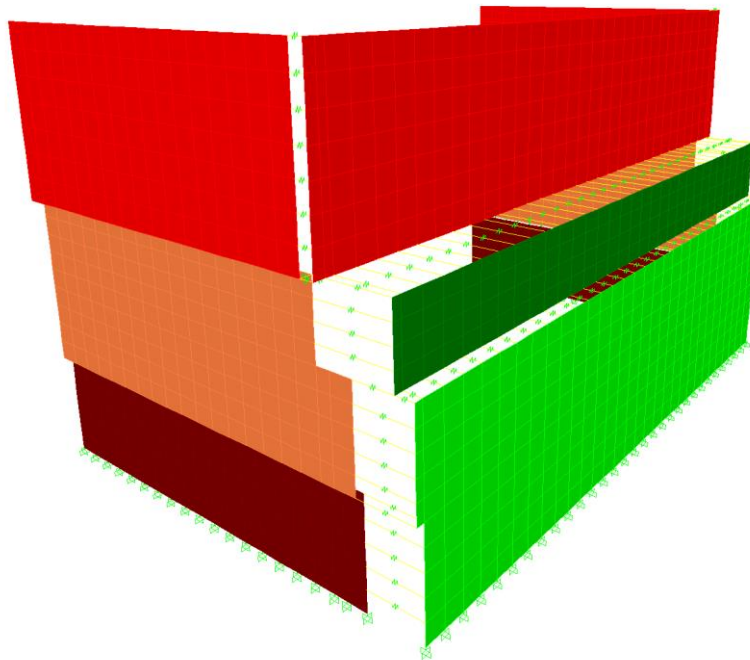


Figura 11.54: Vista frontale Spalla SPB

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| Relazione di calcolo spalle | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 98 |

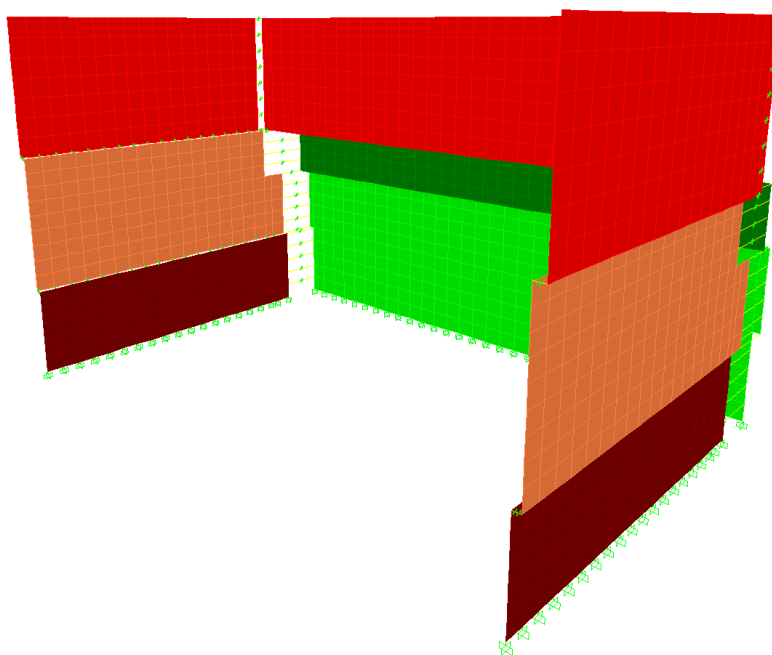


Figura 11.55: Vista laterale Spalla SPB

11.4.2 Analisi dei carichi

I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

- G1, peso proprio delle membrature di elevazione, computato in automatico dal codice di calcolo;
- G2b, incremento di spinta dovuta al ballast $20.0 \times 0.384 \times 0.80 = 6.14 \text{ kN/m;}$
- G2acc, incremento di spinta dovuta al carico da traffico $0.384 \times 40.00 = 15.4 \text{ kN/m;}$
- G3, Spinta del terreno $k_0 \times \gamma \times z;$
- DS, Sovrappinta del terreno in condizioni sismiche.. $20.0 \times 0.335 \times 6.80 = 45.56 \text{ kN/m;}$
- I_T , Inerzia trasversale associata alla massa degli elementi strutturali $k_h \times m;$
- I_L , Inerzia longitudinale associata alla massa degli elementi strutturali $k_h \times m;$

Si rimanda al capitolo 9 per la descrizione delle azioni riportate.

Le figure seguenti illustrano i carichi applicati al modello:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 99 |

- Il G2b, è stato applicato come carico uniformemente distribuito su ciascuna superficie:

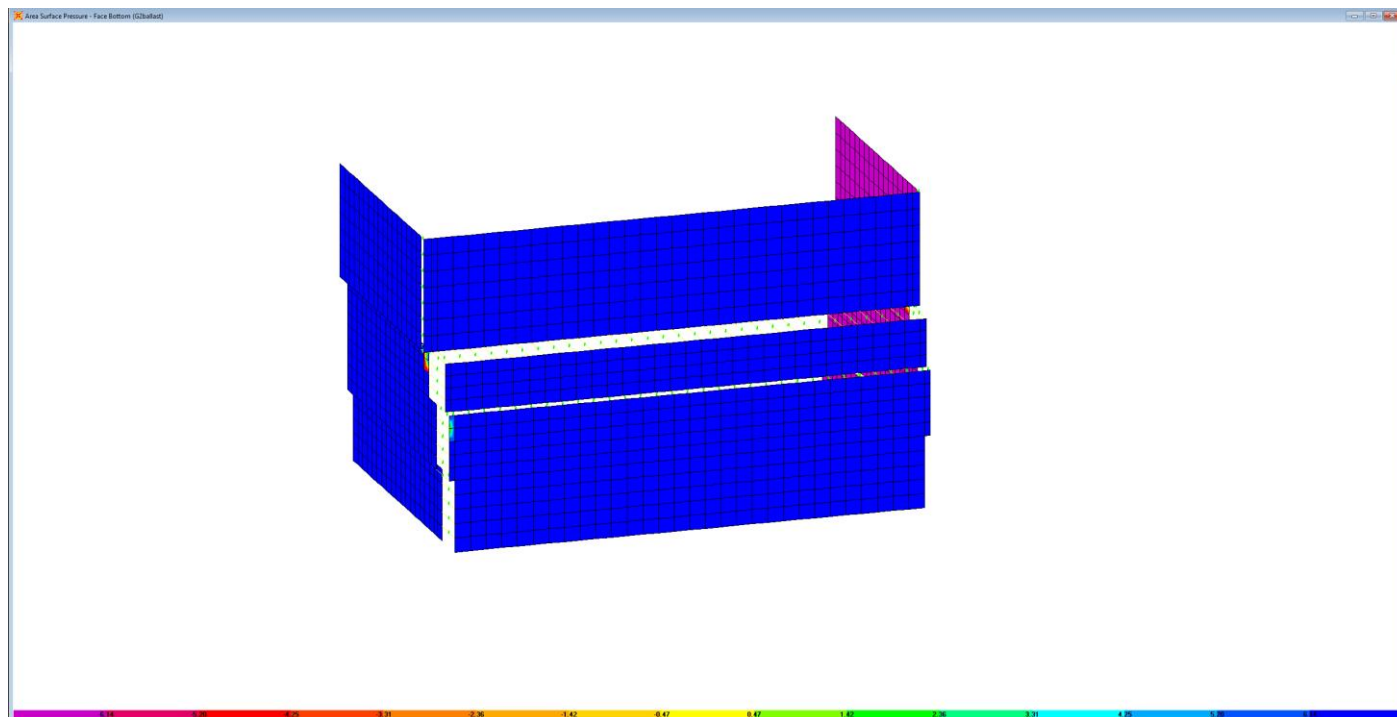


Figura 11.56: Elevazione SPALLA B – G2b

- Il G2acc, è stato applicato come carico uniformemente distribuito su ciascuna superficie:

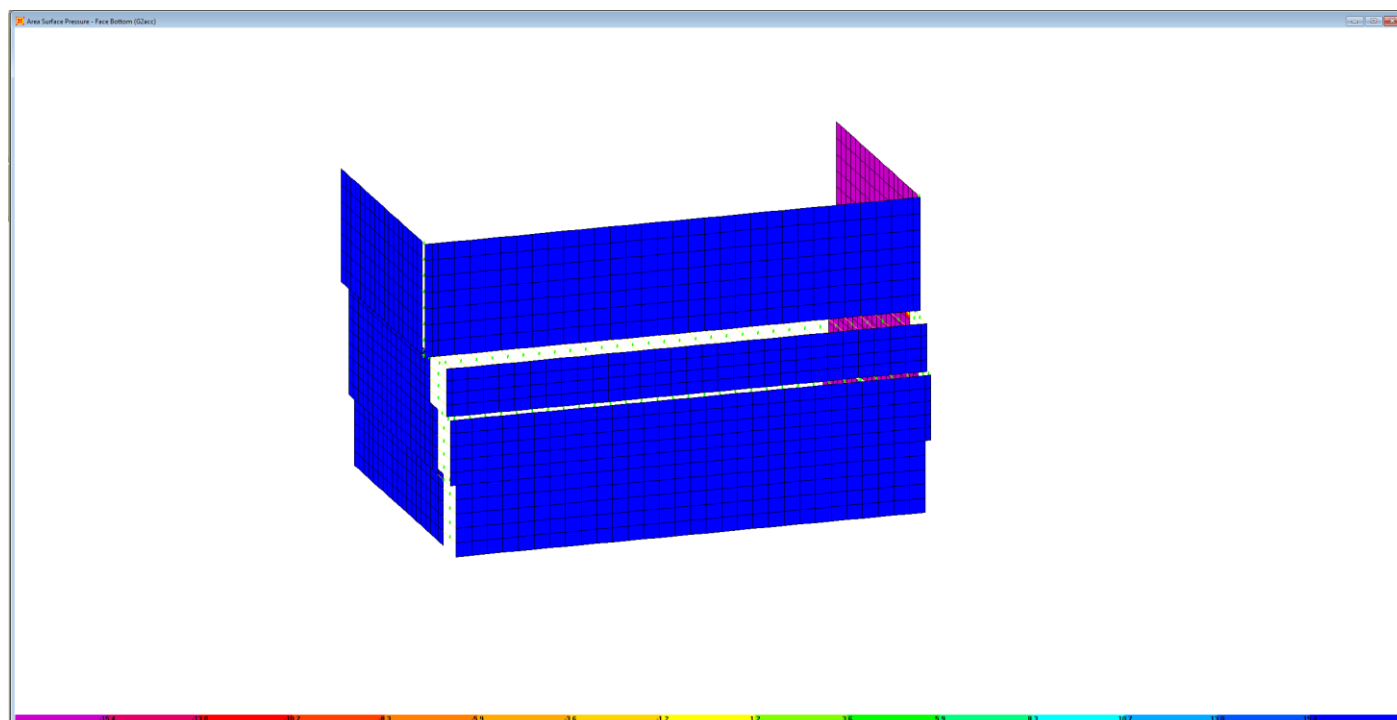


Figura 11.57: Elevazione SPALLA B – G2acc

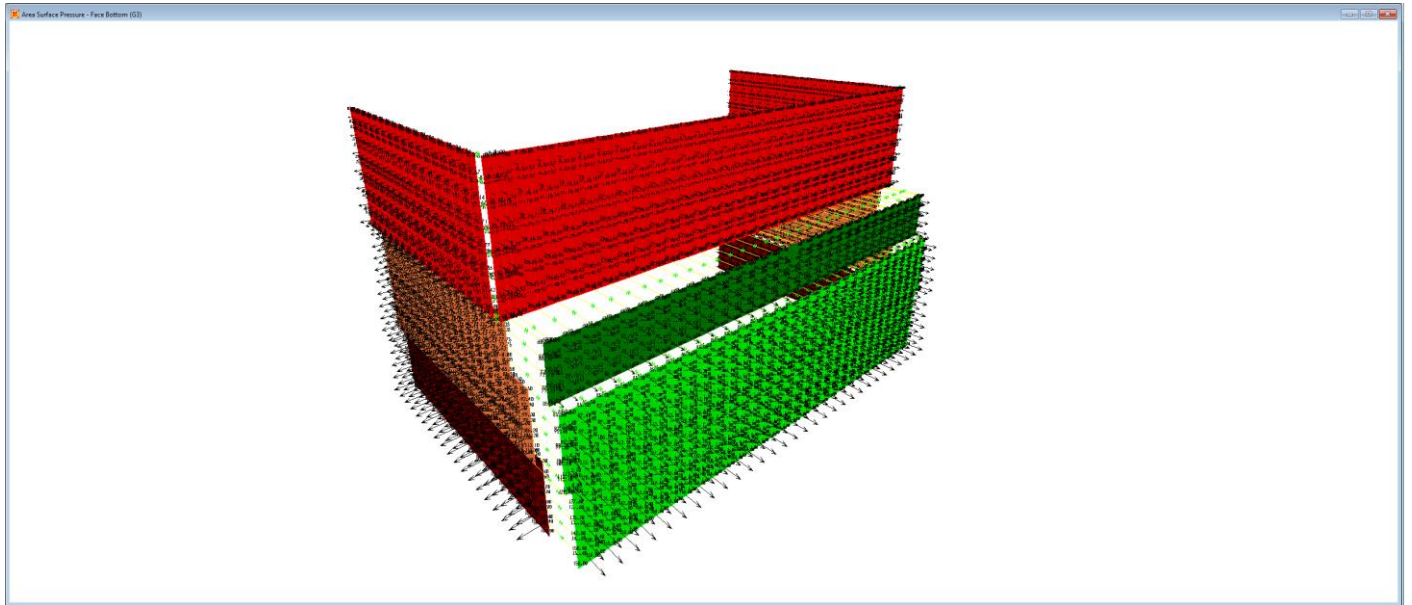
LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 100 |

- Il G3, è stato applicato come carico triangolare, distribuito su ciascuna superficie per la componente relativa a $Y \times Z$, mentre il coefficiente di spinta a riposo k_0 ($1 - \tan\phi = 0.384$) è stato inserito come moltiplicatore nella definizione del relativo Load Case.



Load Case Data - Linear Static

| | | | | |
|---|--------------|--|--------------------------|-----------|
| Load Case Name G3 | Set Def Name | Notes Modify/Show... | Load Case Type Static | Design... |
| Stiffness to Use <input checked="" type="radio"/> Zero Initial Conditions - Unstressed State | | Analysis Type <input checked="" type="radio"/> Linear | | |
| <input type="radio"/> Stiffness at End of Nonlinear Case | | <input type="radio"/> Nonlinear | | |
| Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case | | <input type="radio"/> Nonlinear Staged Construction | | |
| Loads Applied | | | | |
| Load Type | Load Name | Scale Factor | | |
| Load Pattern | G3 | 0.384 | | |
| Load Pattern | G3 | 0.384 | | |
| | | | Add | |
| | | | Modify | |
| | | | Delete | |
| | | | OK | |
| | | | Cancel | |

Figura 11.58: Elevazione SPALLA B – G3

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 101 |

- Il DS, è stato applicato come carico uniformemente distribuito su ciascuna superficie:

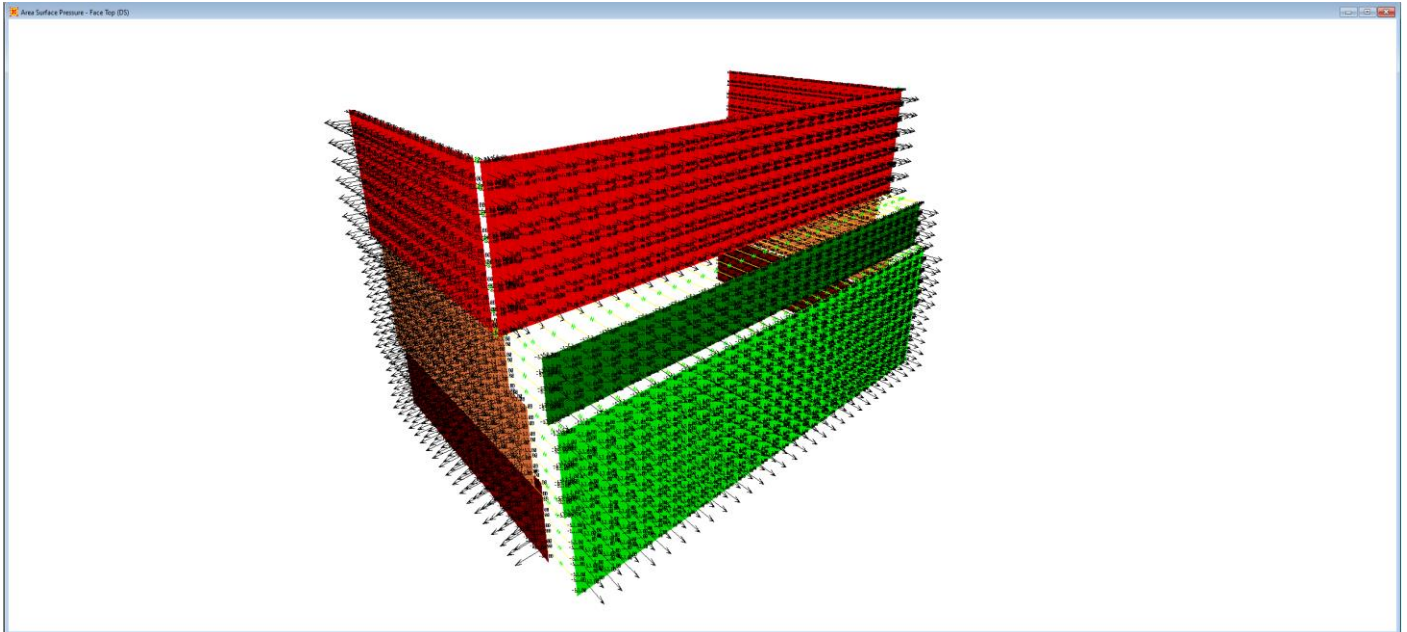


Figura 11.59: Elevazione SPALLA B – DS

- L'IT, è stata applicata come Gravity Multipliers, in direzione trasversale.

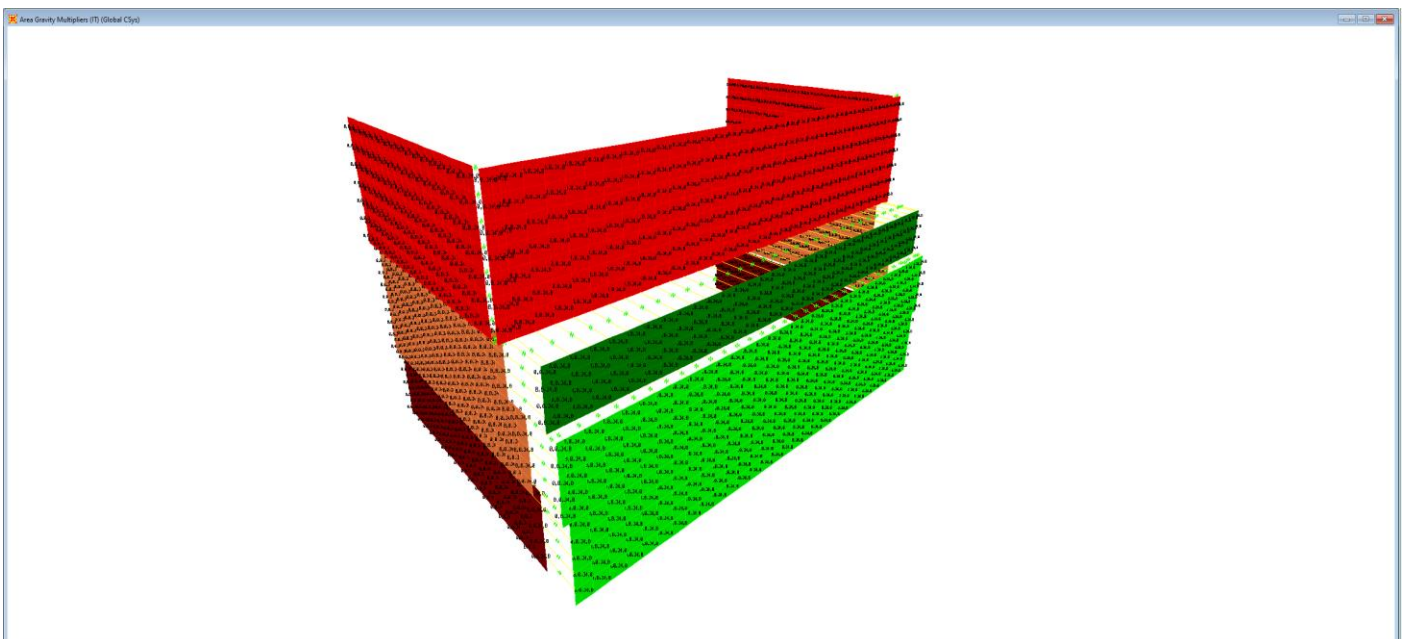
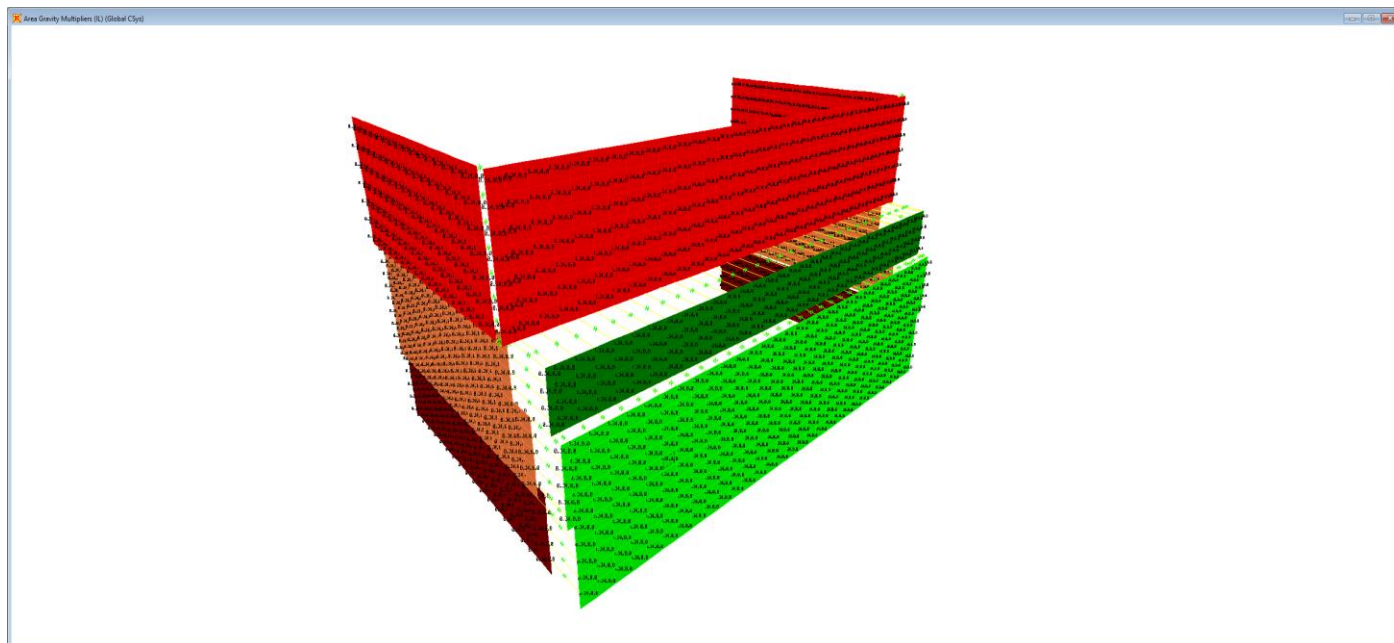


Figura 11.60: Elevazione SPALLA A – I_T

LINEA PESCARA – BARI**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA****Relazione di calcolo spalle**

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 102 |

- L'IL, è stata applicata come Gravity Multipliers, in direzione trasversale.

Figura 11.61: Elevazione SPALLA A – I_L

11.4.3 Combinazioni dei carichi

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

Combinazioni per verifiche SLU-STR:

- $SLU01 = 1.35 \times G1 + 1.35 \times G3 + 1.50 \times G2b + 1.35 \times Gb + 1.45 \times G2acc;$

Combinazioni per verifiche SLU-SLV:

- $SLV01 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times I_L + 0.3 \times I_T;$
- $SLV02 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times I_L - 0.3 \times I_T;$
- $SLV03 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times I_L + 0.3 \times I_T;$
- $SLV04 = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.2 \times G2acc + 1.00 \times I_L - 0.3 \times I_T.$

Gli effetti generati dalle combinazioni agli SLU-STR e SLU-SLV sono stati involuppati nella combinazione:

- ENVESLU;

Combinazioni per verifiche SLE-CAR:

- $SLE-CAR = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G3 + 1.00 \times G2b + 0.6 \times G2acc.$

Combinazioni per verifiche SLE-QP:

- $SLE-QP = 1.00 \times G1 + 1.00 \times G2b + 0.50 \times G2acc + 1.00 \times G3.$

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 103 |

11.4.4 Caratteristiche delle sollecitazioni

Le figure seguenti illustrano gli involuপি massimi e minimi dei momenti flettenti e degli sforzi di taglio agenti sugli elementi shell per verifiche SLU e SLE:

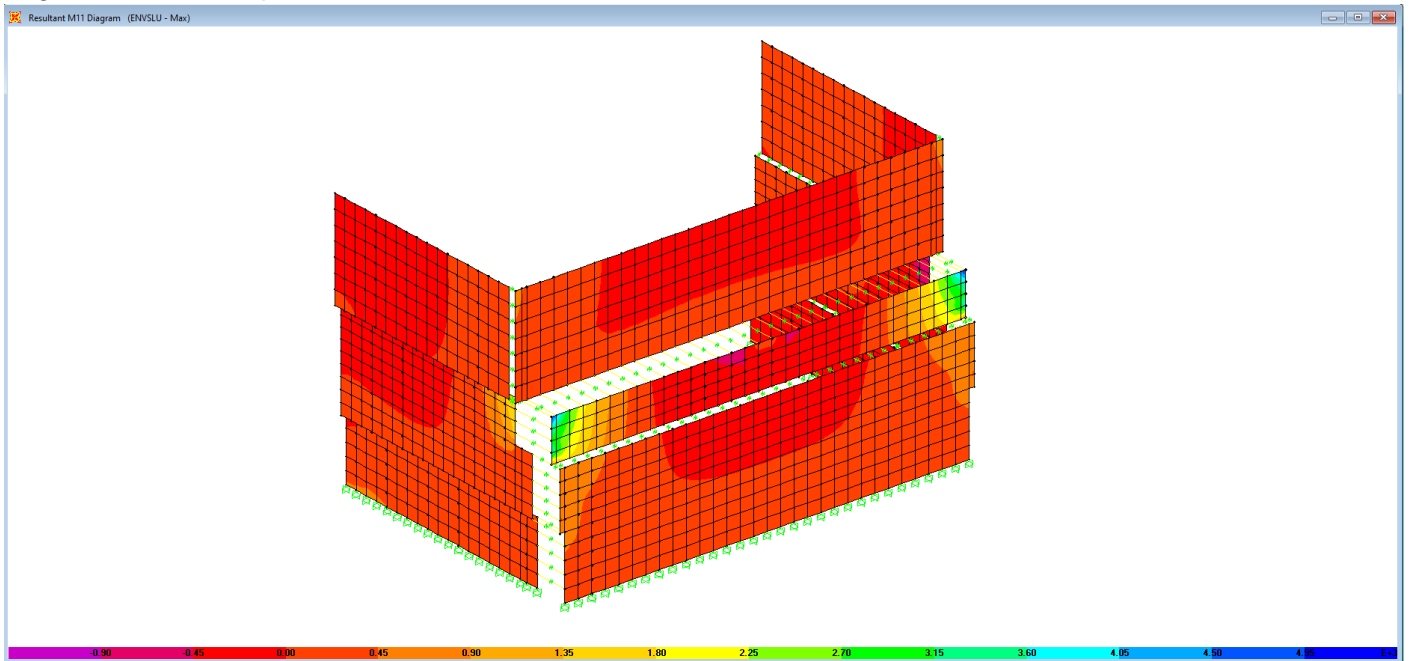


Figura 11.62: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- M11max

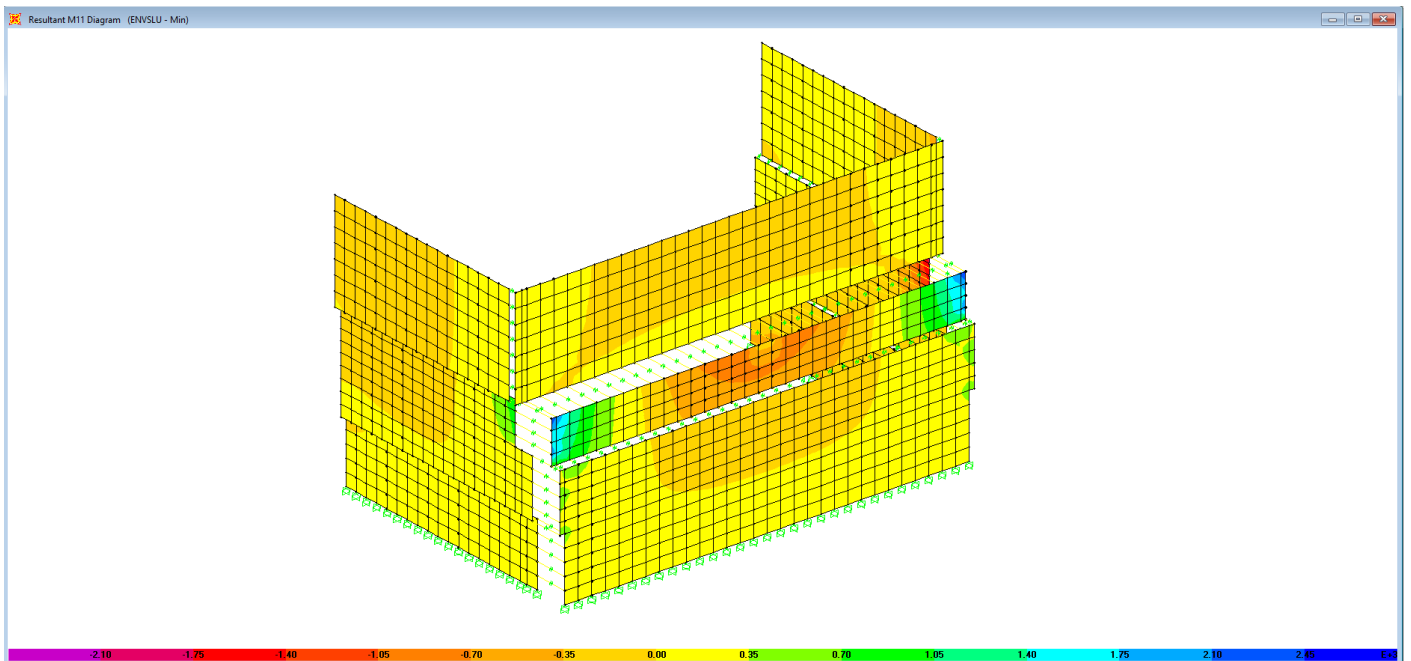


Figura 11.63: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- M11min

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 104 |

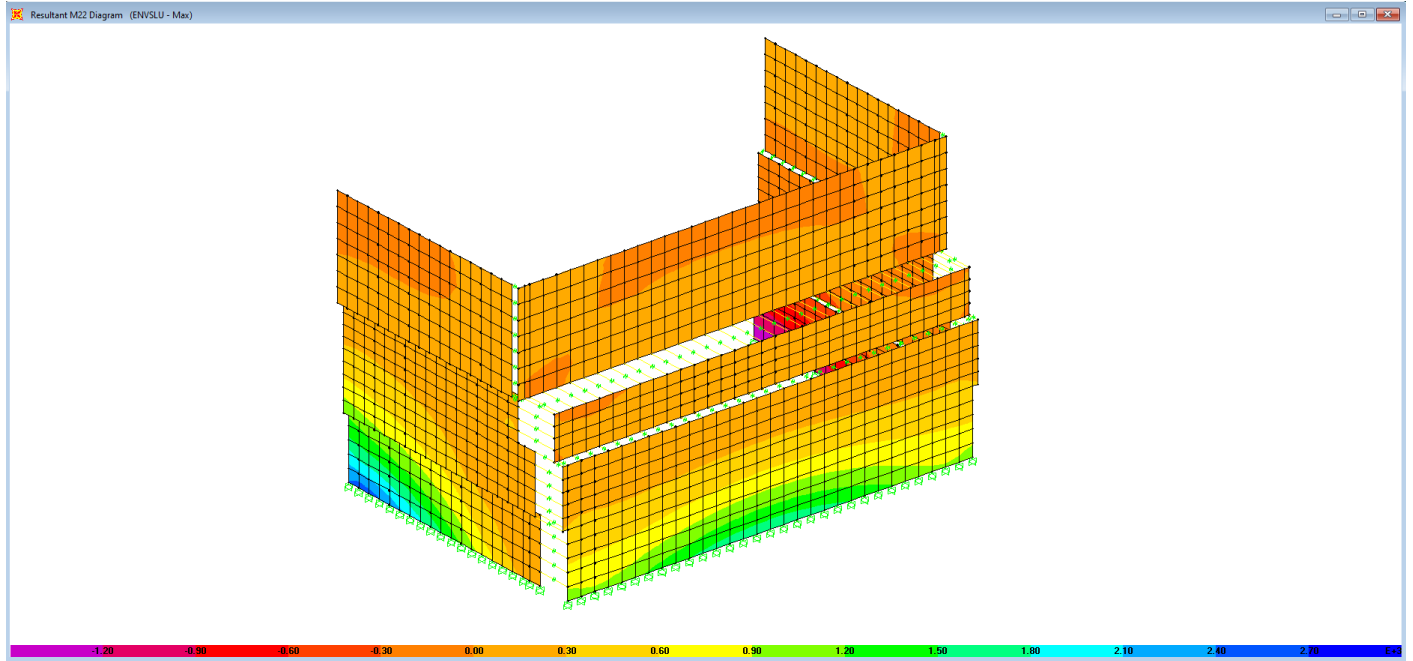


Figura 11.64: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- M22max

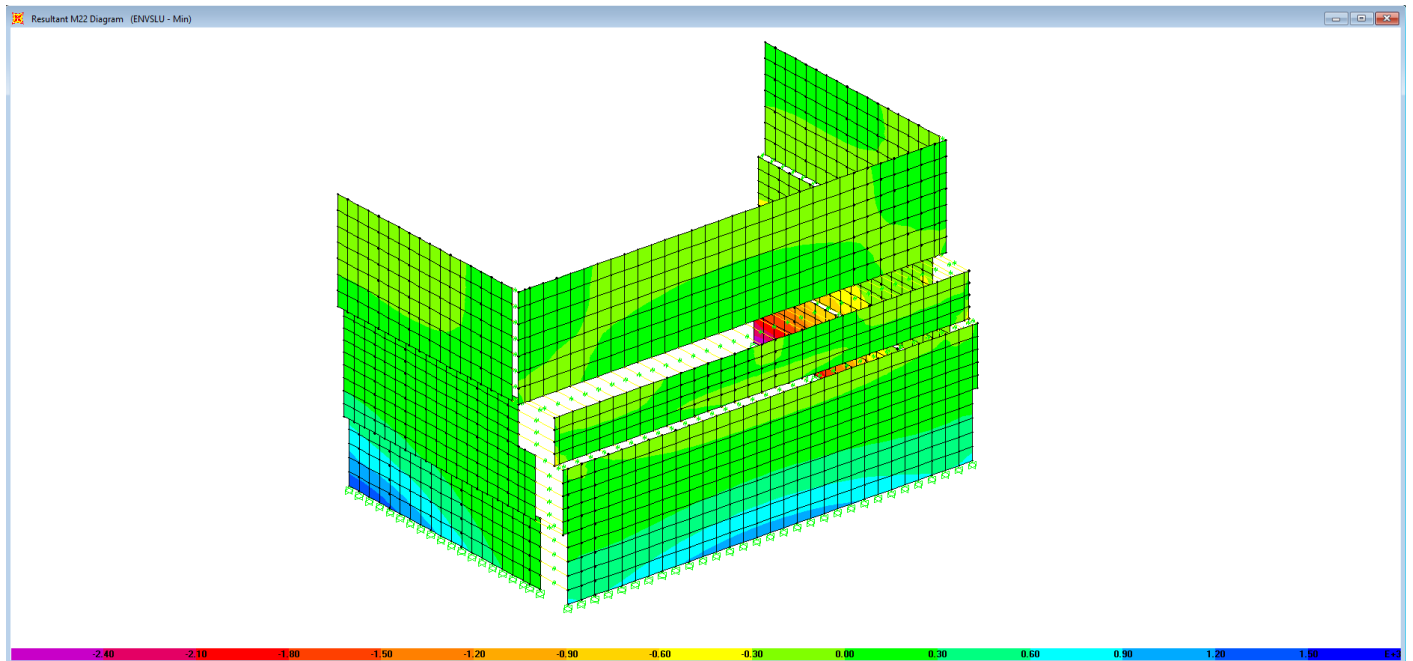


Figura 11.65: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- M22min

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 105 |

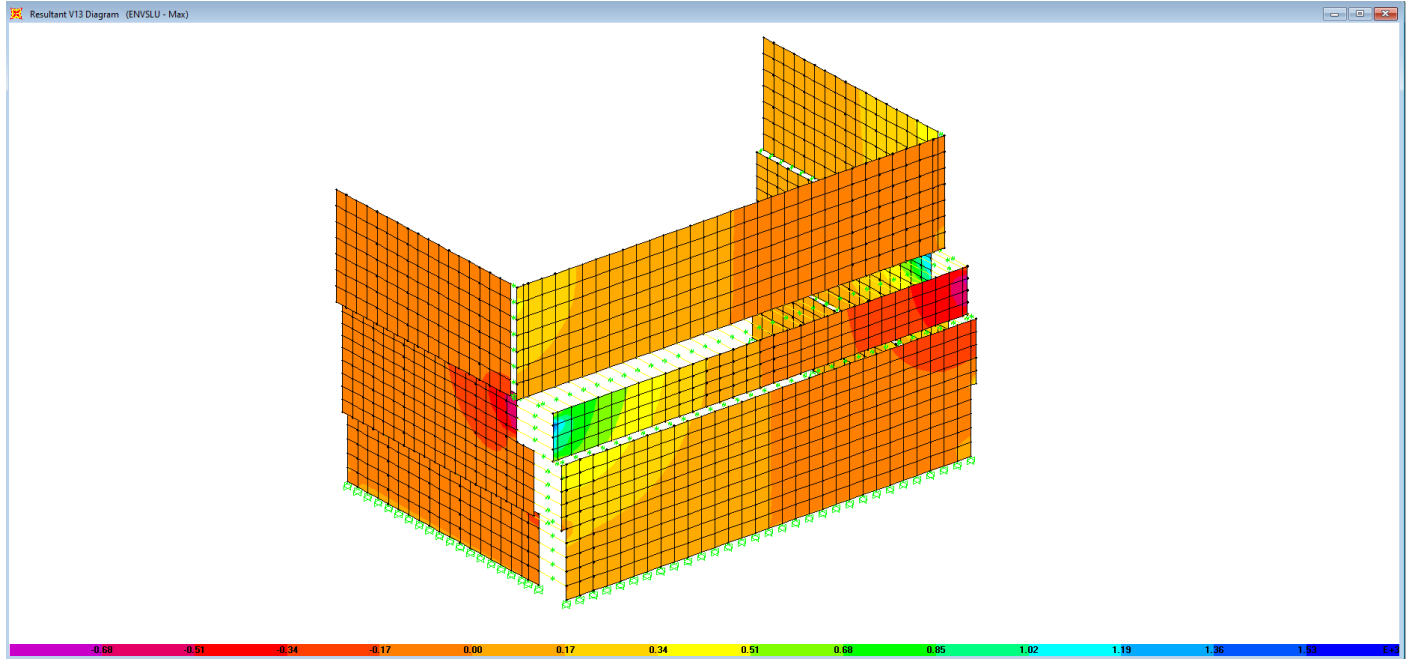


Figura 11.66: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- V13max

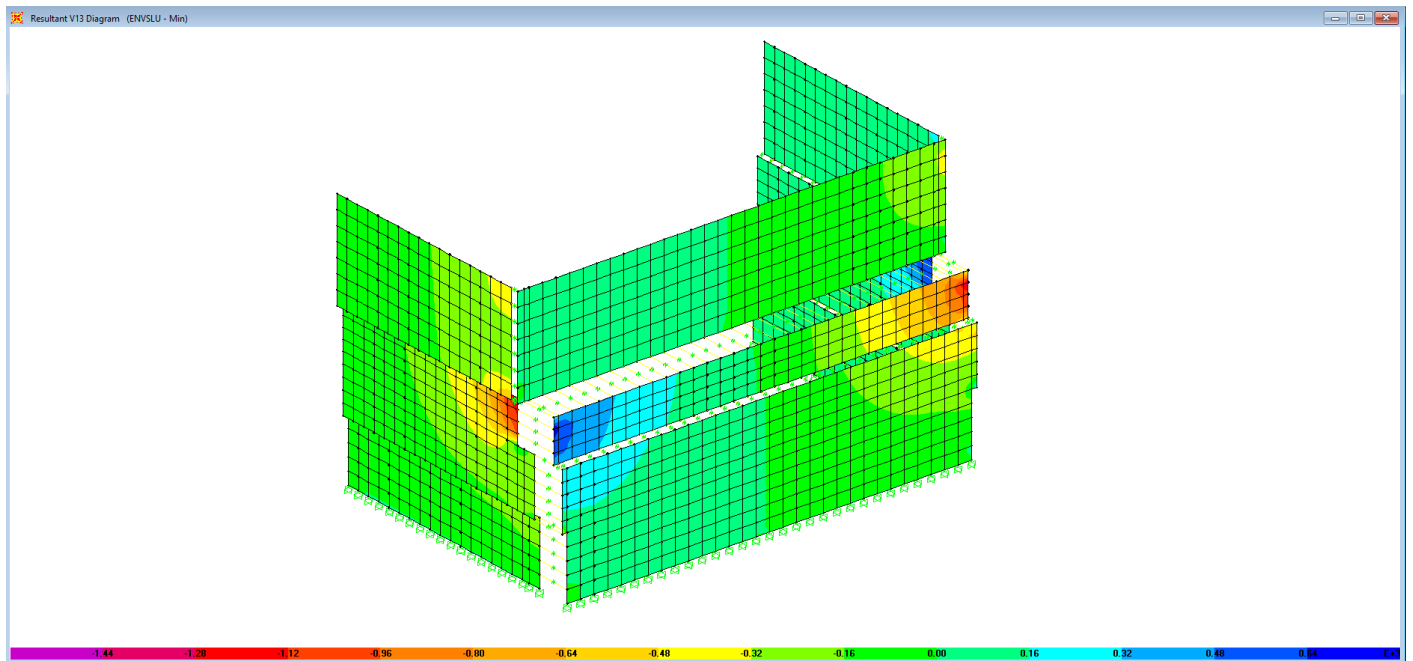


Figura 11.67: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- V13min

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 106 |

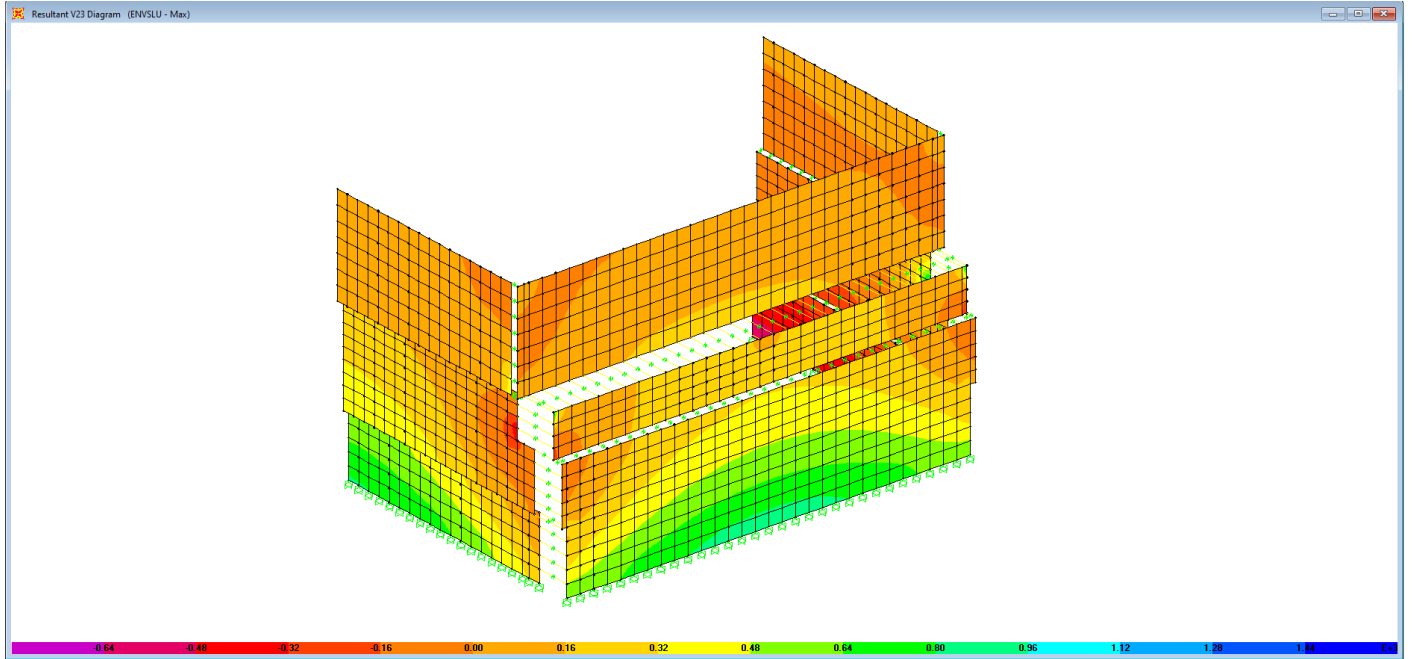


Figura 11.68: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- V23max

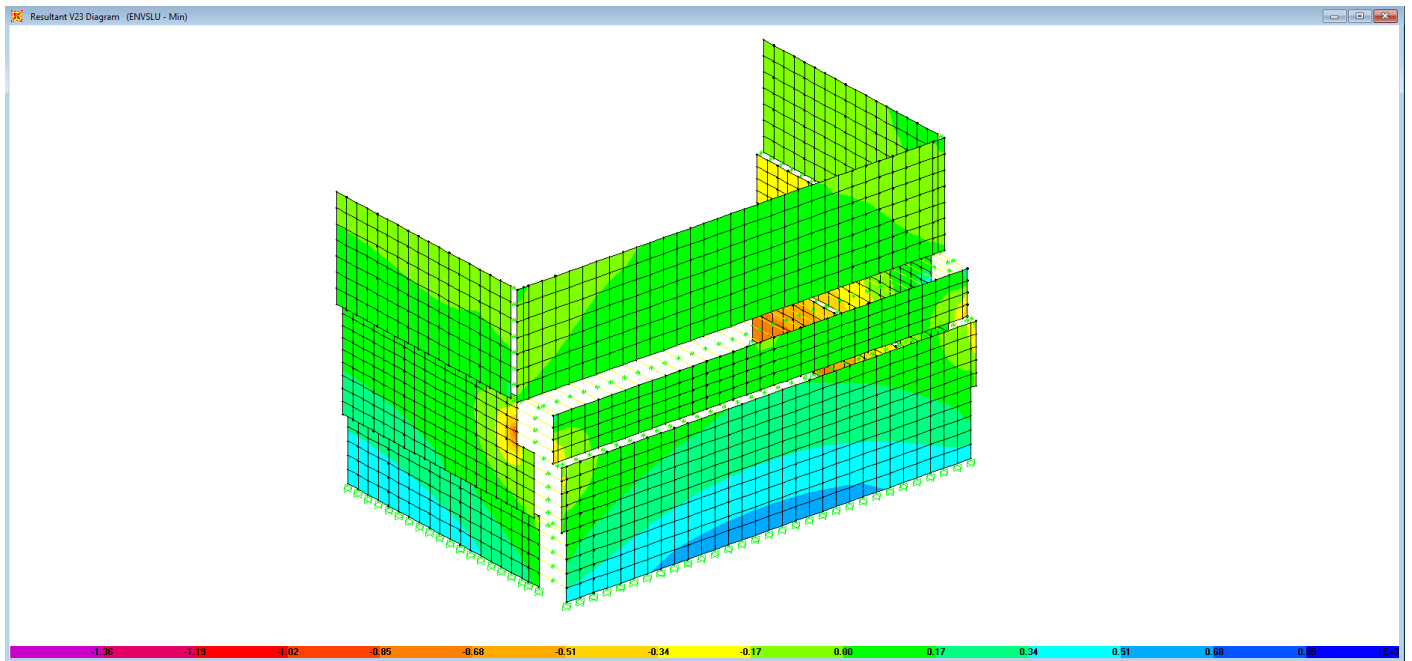


Figura 11.69: Elevazione SPALLA B - Combinazione ENVESLU- V23min

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 107 |

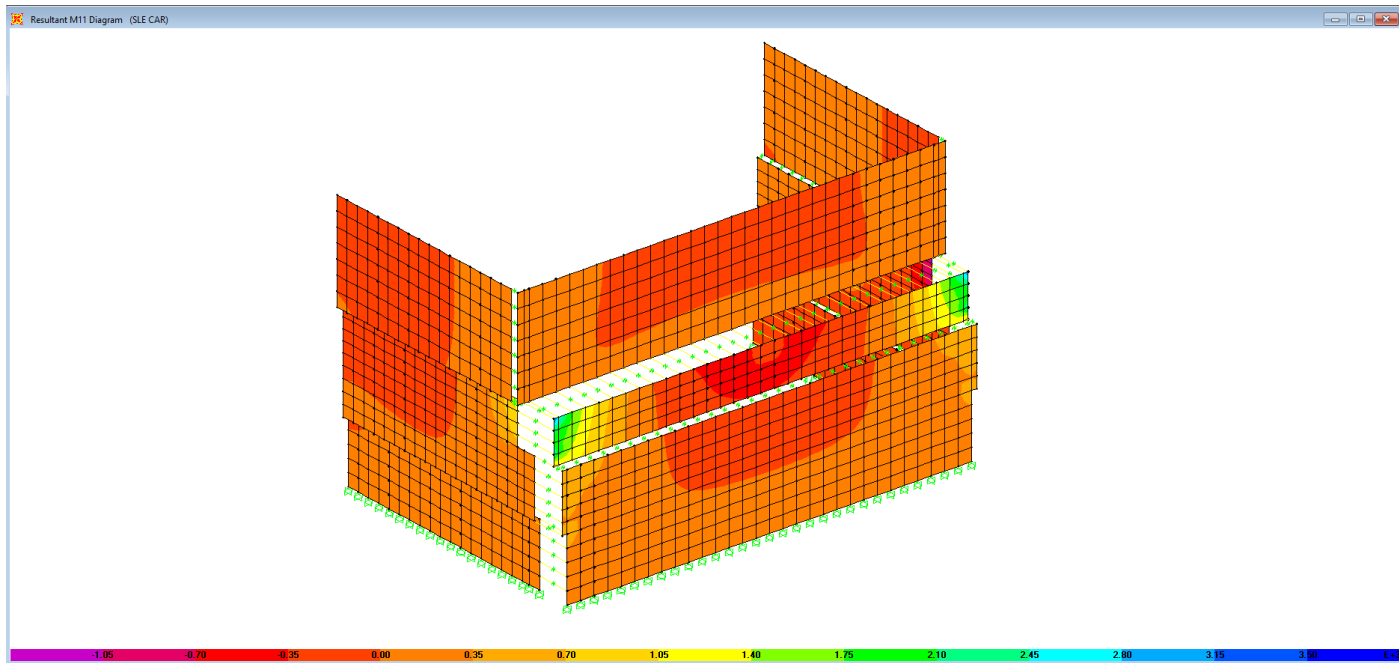


Figura 11.70: Elevazione SPALLA B - Combinazione SLE-CAR - M11

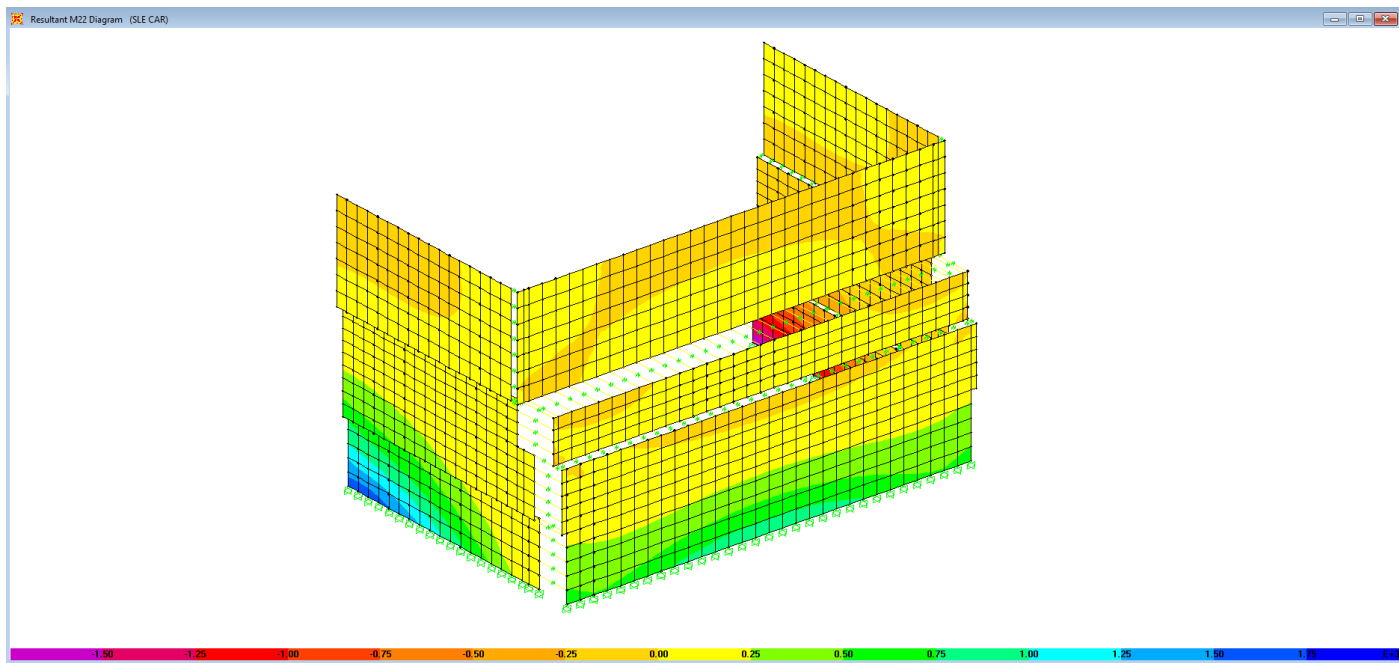


Figura 11.71: Elevazione SPALLA B - Combinazione SLE-CAR - M22

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 108 |

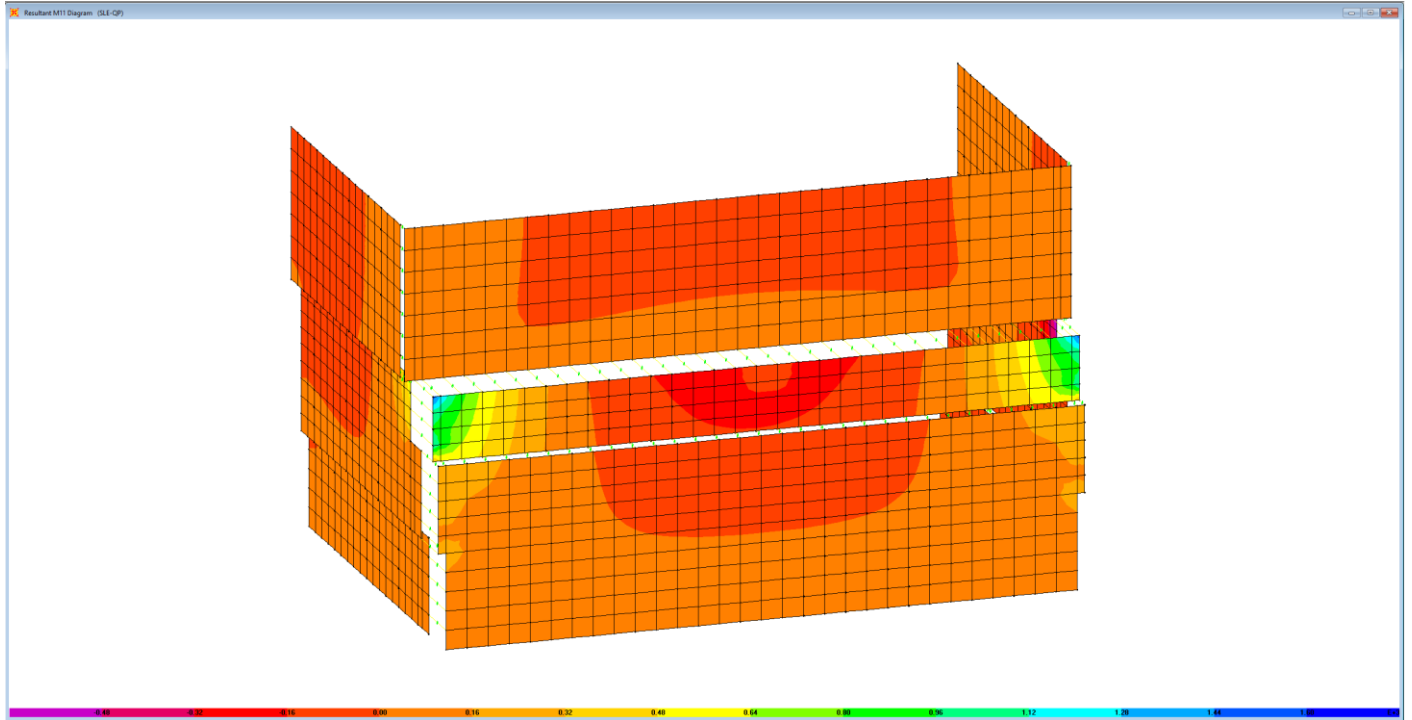


Figura 11.72: Elevazione SPALLA B - Combinazione SLE-QP - M11

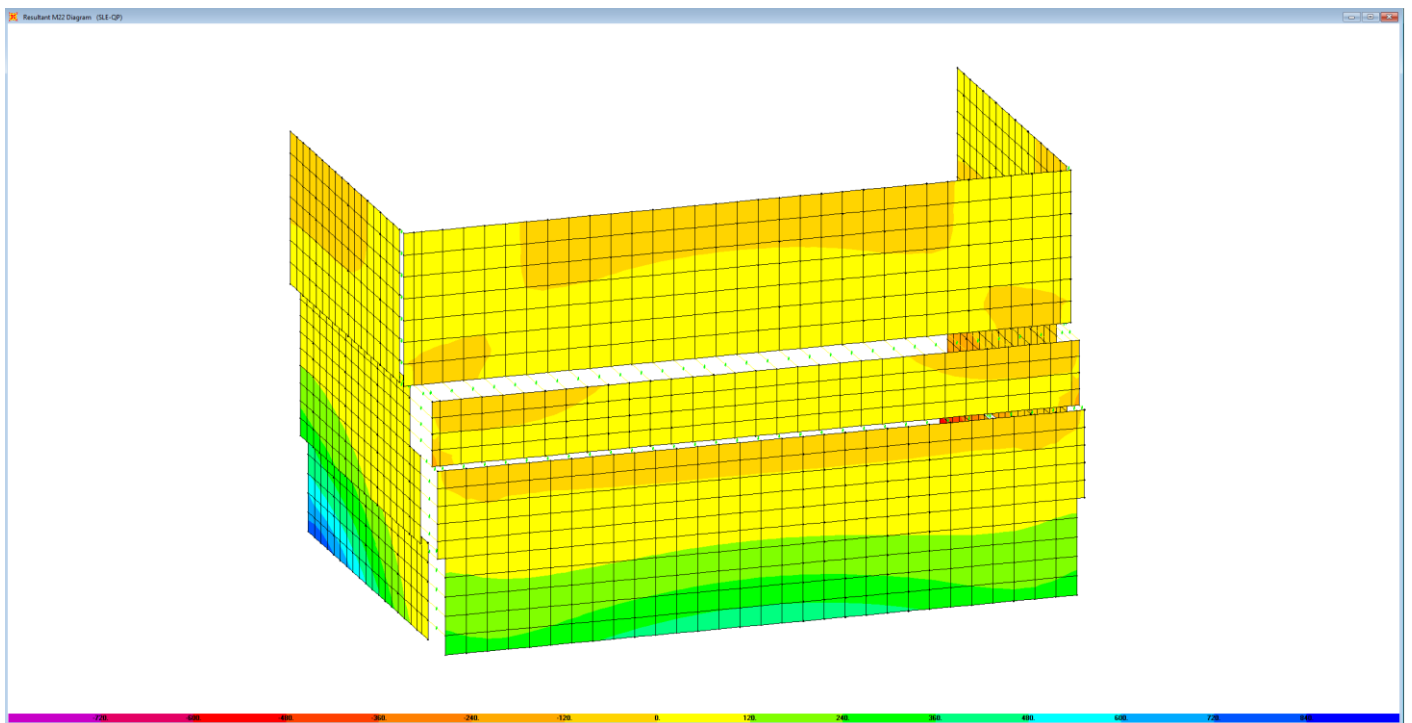


Figura 11.73: Elevazione SPALLA B - Combinazione SLE-QP - M22

Sono state considerate le seguenti sezioni di verifica:

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 109 |

- Sezione A-A' di incastro del paraghiaia nel muro frontale (verifiche per sollecitazioni in direzione verticale);
- Sezione B-B' di incastro della porzione mediana del muro di risvolto (sp.90 cm), nella porzione inferiore (sp.120 cm), (verifiche per sollecitazioni in direzione verticale della porzione inferiore del muro di risvolto);
- Sezione C-C' di incastro del muro di risvolto nella zattera di fondazione (verifiche per sollecitazioni in direzione verticale della porzione inferiore del muro di risvolto);
- Sezione D-D' di incastro del paraghiaia nel muro di risvolto (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale);
- Sezione E-E' di incastro della porzione superiore del muro di risvolto (sp.90 cm) nel muro frontale (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale della porzione superiore del muro di risvolto);
- Sezione F-F' di incastro della porzione inferiore del muro di risvolto (sp.120 cm) nel muro frontale (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale della porzione inferiore del muro di risvolto);
- Sezione G-G' di incastro del muro frontale nella zattera di fondazione (verifiche per sollecitazioni in direzione verticale);
- Sezione I-I' di incastro della porzione superiore del muro frontale (sp.275 cm) nel muro di risvolto (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale);
- Sezione L-L' di incastro della porzione inferiore del muro frontale (sp.210 cm) nel muro di risvolto (verifiche per sollecitazioni in direzione orizzontale).

La tabella seguente illustra le caratteristiche della sollecitazione massime per verifiche SLU ed SLE per ciascun elemento:

| Elemento | Direzione | Verifiche a flessione / pressoflessione retta | | | Verifiche a Taglio |
|------------------------------------|-------------|---|-------------------|------------------|--------------------|
| | | MEd_SLU (kNm) | MEd_SLE CAR (kNm) | MEd_SLE QP (kNm) | VEd_SLU (kN) |
| Sezione A-A' Paraghiaia | verticale | 200 | 50 | 70 | 100 |
| Sezione B-B' Muro di risvolto sup. | verticale | 650 | 270 | 300 | 270 |
| Sezione C-C' Muro di risvolto inf. | verticale | 1500 | 760 | 700 | 480 |
| Sezione D-D' Paraghiaia | orizzontale | 410 | 50 | 45 | 300 |
| Sezione E-E' Muro di risvolto sup. | orizzontale | 850 | 750 | 500 | 150 |
| Sezione F-F' Muro di risvolto inf. | orizzontale | 120 | 100 | 80 | 75 |
| Sezione G-G' Muro frontale | verticale | 1100 | 400 | 380 | 510 |
| Sezione I-I' Muro frontale - inf. | orizzontale | 150 | 100 | 80 | 200 |
| Sezione L-L' Muro frontale - sup. | orizzontale | 2200 | 930 | 735 | 500 |

LINEA PESCARA – BARI**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 110 |

12. VERIFICHE STRUTTURALI

In questo capitolo sono riepilogati i risultati delle verifiche strutturali relative a tutte le membrature di elevazione e fondazione.

12.1 Pali di fondazione

Il momento flettente agente a quota testa pali è stato determinato dall'azione orizzontale risultante V attraverso la seguente relazione:

$$M_{max} = \alpha_m \cdot V$$

Dove:

α_m coefficiente dipendente dalle caratteristiche di rigidezza relativa palo-terreno, specificato nella "Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni del viadotto", doc. LI070001EZZRHGE0005002;

In particolare, in relazione a quanto illustrato nella Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni del viadotto, si ha:

- Spalla SPA: $\alpha_m = 2.84$
- Spalla SPB: $\alpha_m = 3.20$

Di seguito le caratteristiche della sollecitazione massime agenti sui pali di fondazioni per verifiche SLU e SLE.

12.1.1 Caratteristiche della sollecitazione pali Spalla SPA

| RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SI | | SLU | SLV | SLE-CAR | SLE-FR | SLE-QP | | | | | | |
|---|-------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|------------|
| Sforzo normale massimo | Nmax | kN | 5089 | 5974 | 3664 | 3331 | 2641 | | | | | |
| Sforzo normale minimo | Nmin | kN | 1989 | -1188 | 1507 | 1658 | 2063 | | | | | |
| Sforzo di taglio massimo | Vmax | kN | 907 | 2163 | 653 | 603 | 449 | | | | | |
| Sezione di verifica | z (m) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | α_m |
| Testa palo | 0.00 | 907 | 2577 | 2163 | 6146 | 653 | 1856 | 603 | 1713 | 449 | 1277 | 2.84 |

12.1.2 Caratteristiche della sollecitazione pali Spalla SPB

| RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SI | | SLU | SLV | SLE-CAR | SLE-FR | SLE-QP | | | | | | |
|---|-------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|------------|
| Sforzo normale massimo | Nmax | kN | 5140 | 5630 | 3720 | 3489 | 2971 | | | | | |
| Sforzo normale minimo | Nmin | kN | 2503 | -431 | 1869 | 1891 | 2151 | | | | | |
| Sforzo di taglio massimo | Vmax | kN | 902 | 2008 | 657 | 653 | 561 | | | | | |
| Sezione di verifica | z (m) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | α_m |
| Testa palo | 0.00 | 902 | 2888 | 2008 | 6432 | 657 | 2104 | 653 | 2093 | 561 | 1798 | 3.20 |

12.1.3 Verifiche a pressoflessione

La verifiche a pressoflessione per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si prevede di impiegare la medesima armatura per i pali di fondazione delle due spalle.

I pali di fondazione delle pile saranno armati in testa con:

- Armature longitudinali: 40 (1° strato) +28 (2° strato) $\phi 30$;

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 111 |

La figura seguente illustra le geometria della sezione esaminata:

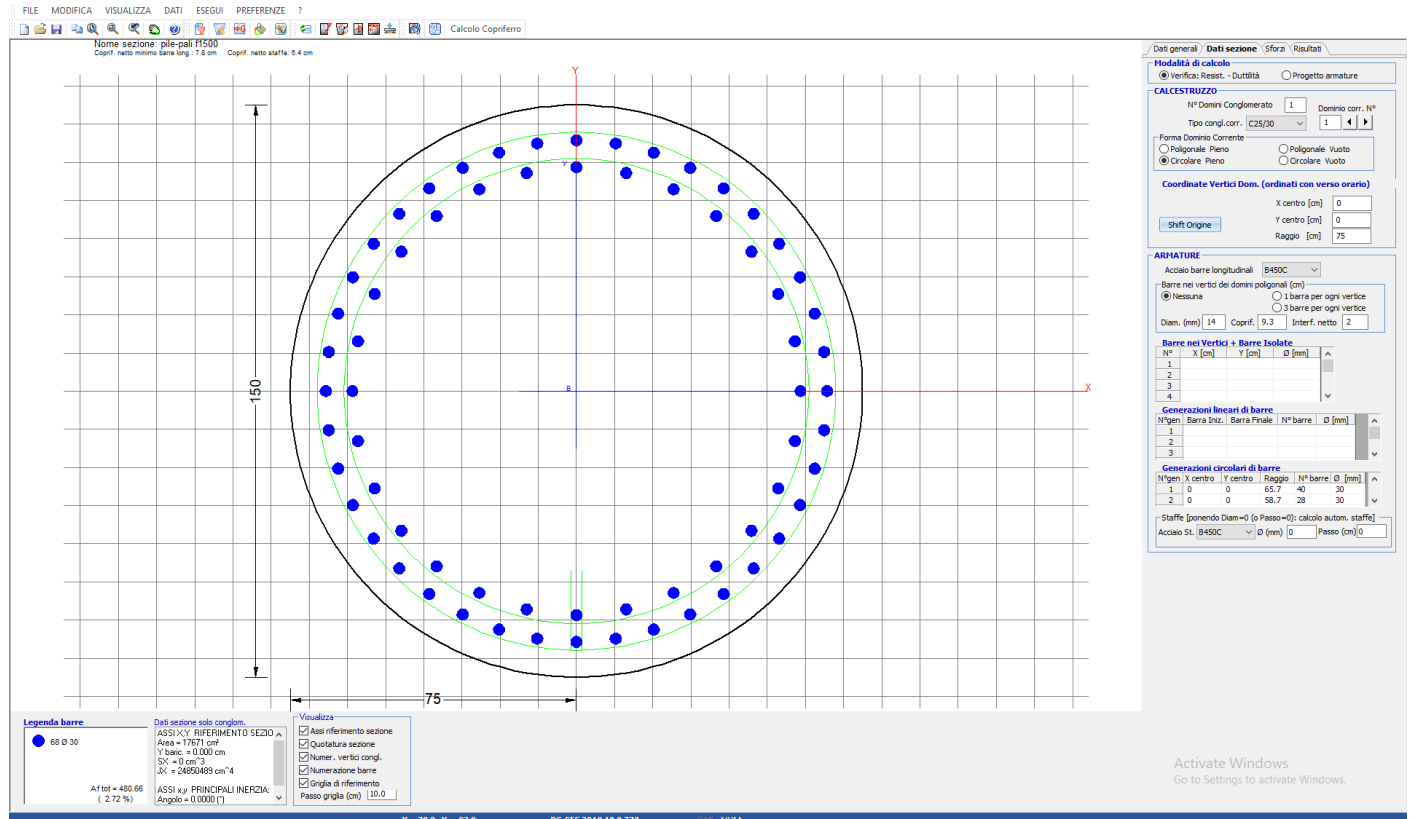


Figura 12.1 – Pali di fondazione – Geometria sezione di verifica

Spalla SPA:

Le verifiche a pressoflessione porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø |
|--------|---------|---------|--------|---------|----|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 65.7 | 40 | 30 |

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 113 |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|----------|---------|----------|----------|----------|-------------|
| 1 | S | 5089.00 | 2577.00 | 5088.99 | 10308.12 | 4.00 | 480.7(53.0) |
| 2 | S | 1989.00 | 2577.00 | 1988.77 | 9737.82 | 3.78 | 480.7(53.0) |
| 3 | S | 3545.00 | 2577.00 | 3544.91 | 10055.89 | 3.90 | 480.7(53.0) |
| 4 | S | -1188.00 | 6146.00 | -1187.96 | 8895.19 | 1.45 | 480.7(53.0) |
| 5 | S | 5974.00 | 6146.00 | 5974.02 | 10419.41 | 1.70 | 480.7(53.0) |
| 6 | S | 2835.00 | 6146.00 | 2834.78 | 9923.67 | 1.61 | 480.7(53.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00298 | 0.0 | 65.7 | -0.00432 | 0.0 | -65.7 |
| 2 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00290 | 0.0 | 65.7 | -0.00553 | 0.0 | -65.7 |
| 3 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00295 | 0.0 | 65.7 | -0.00488 | 0.0 | -65.7 |
| 4 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00279 | 0.0 | 65.7 | -0.00726 | 0.0 | -65.7 |
| 5 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00300 | 0.0 | 65.7 | -0.00403 | 0.0 | -65.7 |
| 6 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00293 | 0.0 | 65.7 | -0.00516 | 0.0 | -65.7 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000055595 | -0.000669614 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000000000 | 0.000064202 | -0.001315139 | ---- | ---- |
| 3 | 0.000000000 | 0.000059577 | -0.000968279 | ---- | ---- |
| 4 | 0.000000000 | 0.000076461 | -0.002234542 | ---- | ---- |
| 5 | 0.000000000 | 0.000053492 | -0.000511882 | ---- | ---- |
| 6 | 0.000000000 | 0.000061545 | -0.001115891 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata / N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 114 |

Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.49 | 0.0 | 0.0 | -39.4 | 0.0 | -65.7 | 1251 | 70.7 |
| 2 | S | 5.14 | 0.0 | 0.0 | -77.5 | 0.0 | -65.7 | 2106 | 99.0 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max * (e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|-------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00023 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00011 (0.00011) | 355 | 0.040 (0.2) | 2277.94 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00042 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00022 (0.00022) | 374 | 0.083 (0.2) | 1609.14 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.06 | 0.0 | 0.0 | -37.1 | 0.0 | -65.7 | 1251 | 70.7 |
| 2 | S | 4.79 | 0.0 | 0.0 | -66.1 | 0.0 | -65.7 | 1993 | 99.0 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00021 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00011 (0.00011) | 355 | 0.038 (0.20) | 2254.08 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00036 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00019 (0.00019) | 368 | 0.069 (0.20) | 1675.13 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.80 | 0.0 | 0.0 | -25.4 | 0.0 | -65.7 | 1153 | 56.5 |
| 2 | S | 3.70 | 0.0 | 0.0 | -34.2 | 0.0 | -65.7 | 1502 | 70.7 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00015 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00007 (0.00007) | 369 | 0.027 (0.20) | 2357.17 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00019 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00010 (0.00010) | 374 | 0.037 (0.20) | 2018.99 | 0.00 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | | |
| RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | | |
| LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 115 |

Come è possibile evincere tutte le verifiche SLU ed SLE sono soddisfatte.

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

Per le verifiche geotecniche SLU ad azioni orizzontali, si potranno utilizzare i seguenti valori del momento resistente:

- Verifiche del palo singolo: $M_y = MR_d = 9028 \text{ kNm}$ per $N = N_{min} = -769 \text{ kN}$
- Verifiche della palificata: $M_y = MR_d = 9961 \text{ kNm}$ per $N = N_{med} = 3016 \text{ kN}$

Spalla SPB:

Le verifiche a pressoflessione porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare

Classe Calcestruzzo: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm

X centro circ.: 0.0 cm

Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø |
|--------|---------|---------|--------|---------|----|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 65.7 | 40 | 30 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 58.7 | 28 | 30 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|---------|---------|------|
| 1 | 5140.00 | 2888.00 | 0.00 |
| 2 | 2503.00 | 2888.00 | 0.00 |
| 3 | 5630.00 | 6432.00 | 0.00 |
| 4 | -431.00 | 6432.00 | 0.00 |
| 5 | 3031.00 | 6432.00 | 0.00 |
| 6 | 3827.00 | 2888.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 116 |

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|---------|------|
| 1 | 3720.00 | 2104.00 | 0.00 |
| 2 | 1869.00 | 2104.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|-------------------|-------------|
| 1 | 3489.00 | 2093.00 (2052.48) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 1891.00 | 2093.00 (1647.23) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---------|-------------------|-------------|
| 1 | 2971.00 | 1798.00 (2042.88) | 0.00 (0.00) |
| 2 | 2151.00 | 1798.00 (1782.20) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|---------|---------|---------|----------|----------|-------------|
| 1 | S | 5140.00 | 2888.00 | 5139.78 | 10314.64 | 3.57 | 480.7(53.0) |
| 2 | S | 2503.00 | 2888.00 | 2503.17 | 9855.40 | 3.41 | 480.7(53.0) |
| 3 | S | 5630.00 | 6432.00 | 5629.97 | 10376.78 | 1.61 | 480.7(53.0) |
| 4 | S | -431.00 | 6432.00 | -430.94 | 9130.49 | 1.42 | 480.7(53.0) |
| 5 | S | 3031.00 | 6432.00 | 3031.12 | 9963.76 | 1.55 | 480.7(53.0) |
| 6 | S | 3827.00 | 2888.00 | 3827.29 | 10105.61 | 3.50 | 480.7(53.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 117 |

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00298 | 0.0 | 65.7 | -0.00430 | 0.0 | -65.7 |
| 2 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00292 | 0.0 | 65.7 | -0.00530 | 0.0 | -65.7 |
| 3 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00300 | 0.0 | 65.7 | -0.00414 | 0.0 | -65.7 |
| 4 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00282 | 0.0 | 65.7 | -0.00678 | 0.0 | -65.7 |
| 5 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00293 | 0.0 | 65.7 | -0.00508 | 0.0 | -65.7 |
| 6 | 0.00350 | 0.0 | 75.0 | 0.00295 | 0.0 | 65.7 | -0.00478 | 0.0 | -65.7 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000055472 | -0.000660389 | ---- | ---- |
| 2 | 0.000000000 | 0.000062535 | -0.001190110 | ---- | ---- |
| 3 | 0.000000000 | 0.000054300 | -0.000572469 | ---- | ---- |
| 4 | 0.000000000 | 0.000073066 | -0.001979940 | ---- | ---- |
| 5 | 0.000000000 | 0.000060967 | -0.001072516 | ---- | ---- |
| 6 | 0.000000000 | 0.000058830 | -0.000912237 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 6.15 | 0.0 | 0.0 | -51.2 | 0.0 | -65.7 | 1401 | 70.7 |
| 2 | S | 5.85 | 0.0 | 0.0 | -84.6 | 0.0 | -65.7 | 2049 | 99.0 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max*(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 118 |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|-------|---------|---------|------|
| 1 | S | -0.00029 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00015 | (0.00015) | 366 | 0.054 | (0.2) | 2121.58 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00046 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00024 | (0.00024) | 371 | 0.090 | (0.2) | 1640.79 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 6.08 | 0.0 | 0.0 | -54.3 | 0.0 | -65.7 | 1451 | 70.7 |
| 2 | S | 5.83 | 0.0 | 0.0 | -83.5 | 0.0 | -65.7 | 2049 | 99.0 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|-------|---------|---------|------|
| 1 | S | -0.00030 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00016 | (0.00016) | 370 | 0.057 | (0.20) | 2052.48 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00045 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00024 | (0.00024) | 371 | 0.088 | (0.20) | 1647.23 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 5.22 | 0.0 | 0.0 | -47.1 | 0.0 | -65.7 | 1451 | 70.7 |
| 2 | S | 5.09 | 0.0 | 0.0 | -61.5 | 0.0 | -65.7 | 1826 | 99.0 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm sr max | | | wk | Mx fess | My fess | |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|--------------------|-----------|-----|-------|---------|---------|------|
| 1 | S | -0.00026 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00013 | (0.00013) | 370 | 0.050 | (0.20) | 2042.88 | 0.00 |
| 2 | S | -0.00034 | 0.00000 | 0.500 | 30.0 | 78 | 0.00018 | (0.00018) | 359 | 0.063 | (0.20) | 1782.20 | 0.00 |

Come è possibile evincere tutte le verifiche SLU ed SLE sono soddisfatte.

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

Per le verifiche geotecniche SLU ad azioni orizzontali, si potranno utilizzare i seguenti valori del momento resistente:

- Verifiche del palo singolo: $M_y = MR_d = 9738 \text{ kNm}$ per $N = N_{min} = -431 \text{ kN}$
- Verifiche della palificata: $M_y = MR_d = 9924 \text{ kNm}$ per $N = N_{med} = 3046 \text{ kN}$

12.1.4 Verifiche a taglio

La resistenza a taglio dei pali è stata determinata in accordo al paragrafo 4.1.2.1.3 delle NTC08.

L'altezza utile della sezione circolare, ai fini del calcolo della resistenza a taglio, è stata calcolata in accordo al paragrafo 7.9.5.2.2 delle NTC08, attraverso l'espressione:

$$d = r + 2 \cdot r_s / \pi$$

dove:

- r raggio della sezione circolare;
- r_s raggio della circonferenza su cui è distribuita l'armatura longitudinale.

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 119 |

E' stata considerata un'inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse del palo pari a 45°.

I pali di fondazione delle spalle saranno armati in testa con:

- Armature trasversali: spirale $\phi 16/7.5$;

A parità di armature le verifiche sono relative ai pali della spalla SPB maggiormente sollecitati.

Le verifiche a taglio porgono quanto segue:

| Dati | Var | unità | SPA z=0 |
|--|-----------------------|----------------|---------------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 30 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 25 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1.50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 14.2 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391.3 |
| Caratteristiche geometriche sezione | | | |
| Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare) | H | m | 0.00 |
| Larghezza/ Diametro | B | m | 1.50 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 1.77 |
| Larghezza anima | bw | m | 1.35 |
| copriferro | c | m | 0.093 |
| altezza utile della sezione | d | m | 1.168 |
| Compressione agente nella sezione | | | |
| Sforzo normale di calcolo | N _{Ed} | kN | 0.0 |
| Elementi con armature trasversali resistenti al taglio | | | |
| diametro staffe | fsw | mm | 16 |
| passo staffe | scp | m | 0.075 |
| numero di bracci | nb | | 2 |
| Armatura a taglio (staffe) | Asw | mmq | 402 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 45 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | kPa | 0 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1.00 |
| Resistenza a "taglio trazione" | V _{Rsd} | kN | 2205.9 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V _{Rcd} | kN | 5027.2 |
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 2205.9 |
| Sforzo di taglio di calcolo | V_{Ed} | kN | 2163.0 |
| coefficiente di utilizzo: VEd / VRd | c.u. | | 0.981 |

Come è possibile evincere le verifiche sono soddisfatte.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 120 |

12.2 Plinti di fondazione

12.2.1 Mensola anteriore in direzione longitudinale

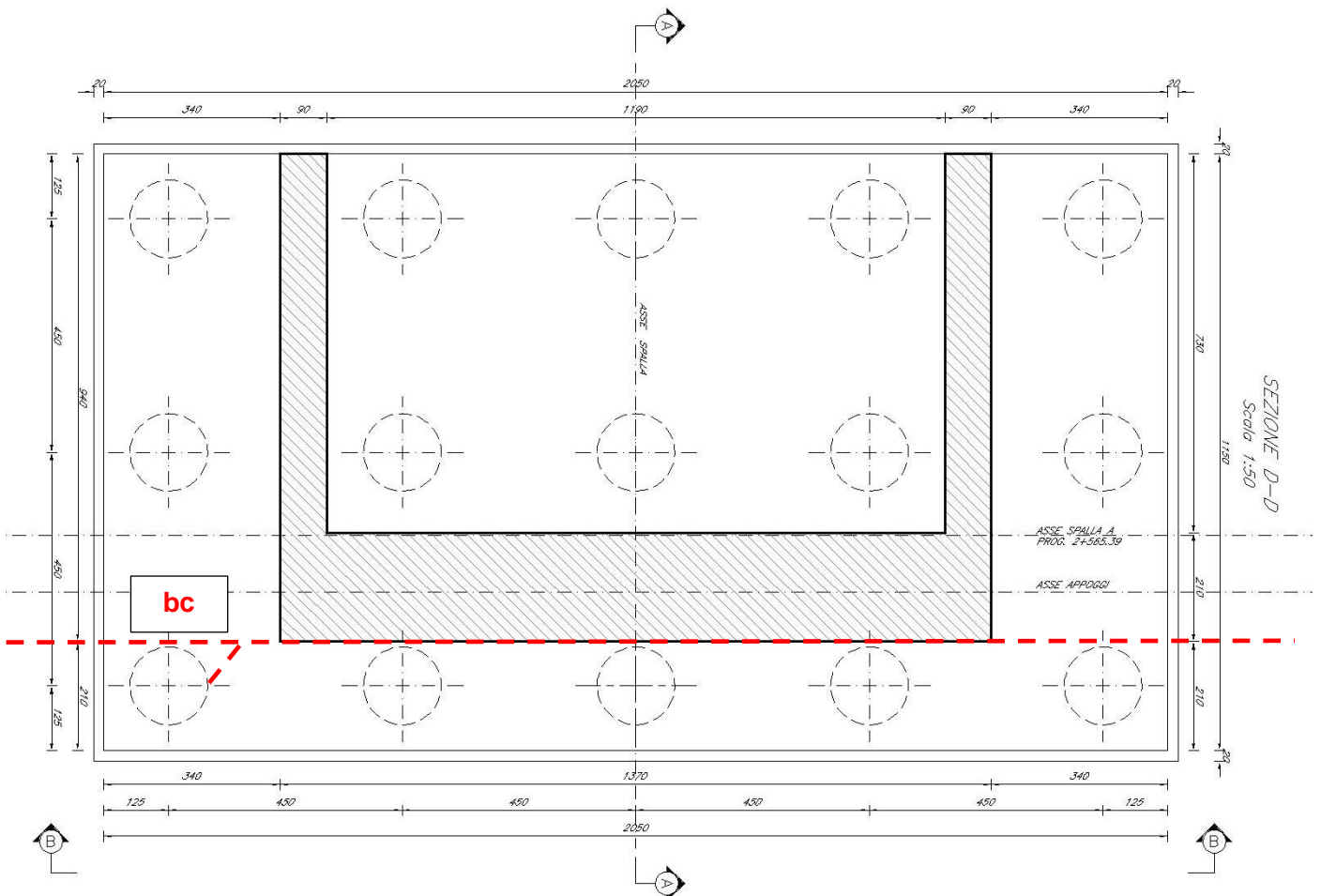
La mensola anteriore è stata esaminata con schema di mensola tozza soggetta alle azioni trasmesse dai pali di fondazione.

La larghezza della sezione collaborante è assunta pari alla minima tra quella che si ottiene diffondendo a 45° dall'asse del palo fino alla sezione di incastro e la somma della distanza trasversale del palo dal bordo a metà interasse tra i pali nella medesima direzione:

- $bc = \text{MIN}(bp_trasv + Dp/2 + dp_long; bp_trasv + ip/2) = \text{MIN}(1.25 + 0.75 + 0.85; 1.25 + 4.5/2) = 2.85$ m

essendo:

- bp_trasv la distanza dell'asse del palo dal bordo, misurata in direzione trasversale;
- Dp il diametro del palo;
- dp_long la distanza tra l'asse del palo ed il paramento del muro frontale (sezione di incastro della mensola anteriore);
- ip l'interasse tra i pali in direzione trasversale.



| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI | | | | | | | | | | |
| | | RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA | | | | | | | | | | |
| | | LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 121 |

Figura 12.2 – Plinto di fondazione – Mensola anteriore – larghezza della sezione collaborante

Il modello di riferimento è quello esplicitato al §C4.1.2.1.5 delle CNTC08; il meccanismo resistente è costituito da un tirante orizzontale, corrispondente all'armatura tesa, e da un puntone in calcestruzzo inclinato di Ψ , che riporta il carico verticale PEd dal palo al muro frontale:

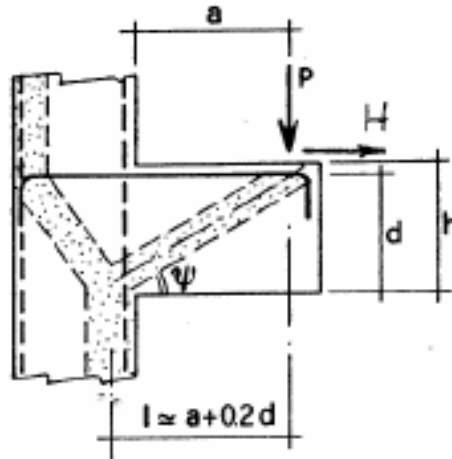


Figura 12.3 – Modello a puntone e tiranti con tirante orizzontale per mesole tozze (§C4.1.2.1.5 CNTC08)

La portanza della mensola in termini di resistenza dell'armatura è fornita da:

$$- P_R = P_{Rs} = (A_s \times f_{yd} - H_{Ed}) \times (1 / \lambda)$$

Per la verifica deve risultare:

$$- P_R \geq P_{Ed}$$

Inoltre, la resistenza del puntone in cls P_{Rc} deve risultare non minore di quella correlata all'armatura:

$$P_{Rc} = b \times d \times f_{cd} \times [c / (1 + \lambda^2)] \geq P_{Rs}$$

Con:

- A_s area di armatura del tirante;
- f_{cd} resistenza di progetto del calcestruzzo;
- f_{yd} resistenza di progetto dell'acciaio;
- P_{Ed} carico verticale trasmesso alla mensola tozza;
- H_{Ed} azione orizzontale trasmessa concomitante con P_{Ed}
- $\lambda = \text{ctg } \Psi \approx l / (0.9 d)$
- $l = a + 0.2 d$ lunghezza del tirante
- a distanza tra l'asse del palo (punto di applicazione del carico), e la sezione di incastro;
- $d = h - c$ profondità dell'armatura rispetto all'estremità della mensola;
- b larghezza collaborante

Da queste formule è possibile ricavare l'azione di trazione massima sul tirante:

$$- T_{max} = H_{Ed} + P_{Ed} \times l / d$$

E l'azione di compressione massima sul puntone inclinato in cls:

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 122 |

- $N_{max} = T_{max} / \cos \Psi$

La resistenza a trazione del tirante è pari a:

- $R_t = A_s \times f_{yd}$

La resistenza a compressione del puntone inclinato è pari a:

- $R_c = P R_c / \sin \Psi$

Le verifiche sono effettuate in termine di coefficiente di utilio dato dal rapporto tra azioni agenti e resistenze di progetto.

Le verifiche sono relative alla spalla SPB maggiormente sollecitata:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 123 |

MENSOLA ANTERIORE - DIREZIONE LONGITUDINALE

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

| Dati | var | unità | |
|---|------------|--------------|-----------|
| Altezza della mensola | h | m | 2.00 |
| numero di file che caricano la mensola | np | | 1 |
| distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro | a1 | m | 0.85 |
| distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro | a2 | m | 0.00 |
| copriferro | c | m | 0.145 |
| larghezza puntone | b | m | 2.85 |
| larghezza collaborante | bt | m | 2.85 |
| resistenza a compressione cubica caratteristica cls | Rck | Mpa | 30 |
| resistenza a compressione cilindrica caratteristica cls | fck | Mpa | 25 |
| resistenza di calcolo cls | fcd | Mpa | 14.2 |
| resistenza di calcolo acciaio armatura | fyd | MPa | 391 |
| altezza della mensola ridotta | d | m | 1.86 |
| lunghezza del tirante 1° palo | l1 | m | 1.22 |
| fattore lambda ($l1 / 0.9d$) = arctan ψ | $\lambda1$ | | 0.73 |
| lunghezza del tirante 2° palo | l2 | m | 0.37 |
| fattore lambda ($l2 / 0.9d$) = arctan ψ | $\lambda2$ | | 0.22 |
| fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe) | c | | 1.0 |
| Classe di esposizione | CIE | | XC2 |
| Condizioni ambientali | Cond_Am | | Ordinarie |

| Armatura mensola anteriore | passo | n.barre | ϕ | c | As |
|---------------------------------------|--------------|----------------|-----------|----------|--------------|
| sezione di larghezza pari a bt | cm | bt/pass | mm | m | mmq |
| primo strato dal basso | 20 | 14 | 26 | 0.079 | 7433 |
| secondo strato dal basso | 20 | 14 | 26 | 0.145 | 7433 |
| terzo strato dal basso | 20 | 14 | 26 | 0.211 | 7433 |
| quarto strato dal basso | 0 | 0 | 26 | 0.277 | 0 |
| Armatura effettivamente disposta | | | 26 | 0.145 | 22299 |

Le armature sono costituite da:

- Armature longitudinali: 3 strati di $\phi26/20$;

Sono state adottate armature a passo 20 cm su più livelli sovrapposti per limitare il problema delle interferenze con le armature verticali dei pali di fondazione.

Di seguito i risultati delle verifiche effettuate:

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 124 |

VERIFICA SLU

| Sollecitazioni massime | P1max | P2max | Hmax | Tmax | Asmin | Nmax |
|------------------------|--------|-------|--------|---------------|--------------|---------------|
| Combinazione di carico | kN | kN | kN | kN | mmq | kN |
| SLU-STR | 5139.7 | 0.0 | 901.5 | 4284.6 | 10949 | 7258.0 |
| SLU-SIS | 5630.1 | 0.0 | 2007.8 | 5713.6 | 14601 | 9678.7 |
| | | | | 5713.6 | 14601 | 9678.7 |

| | | | | |
|--|---------|-----|----------------|------------|
| Armatura effettivamente adottata | As | mmq | 22299 | OK! |
| Resistenza del tirante | Rt | kN | 8725.7 | |
| Coefficiente di utilizzo lato acciaio | c.u.acc | | 65% | OK! |
| Resistenza del puntone | Rc | kN | 24181.3 | |
| Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo | c.u.cls | | 40% | OK! |

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

| Sollecitazioni massime | P1max | P2max | Hmax | Tmax | σ_s |
|------------------------|--------|-------|-------|--------|------------|
| Combinazione di carico | kN | kN | kN | kN | Mpa |
| SLE-CARATTERISTICA | 3719.9 | 0.0 | 656.8 | 3105.3 | 139 |

Come è possibile evincere le verifiche SLU hanno esito positivo.

Verifiche a tensionali e a fessurazione SLE

A partire dai tassi di lavoro delle armature per combinazione SLE-CARATTERISTICA precedentemente illustrate, sono state determinate le sollecitazioni flessionali equivalenti ed effettuate le verifiche a fessurazione.

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 125 |

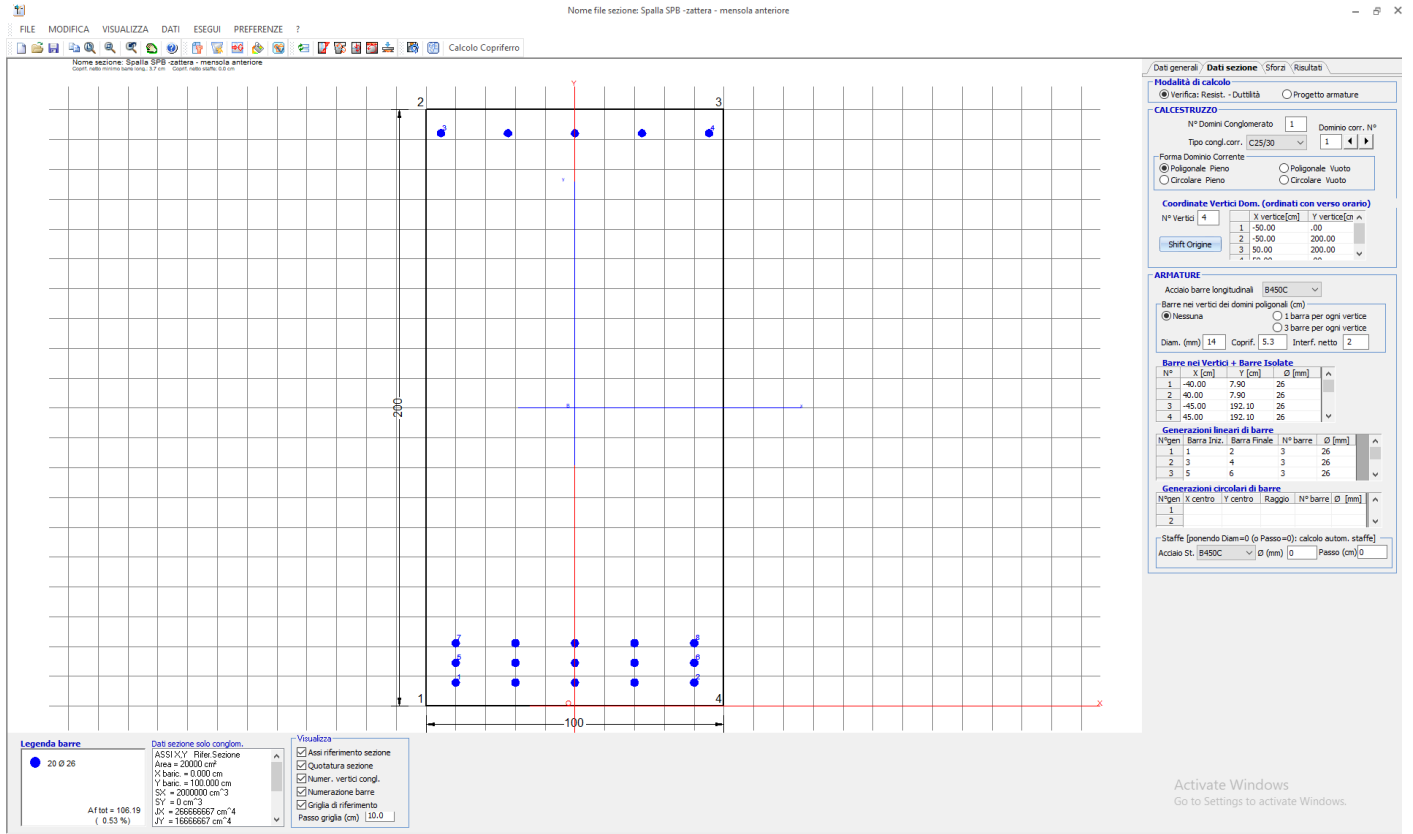


Figura 12.4 – Plinto di fondazione – Mensola anteriore - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 200.0 |
| 3 | 50.0 | 200.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -40.0 | 7.9 | 26 |
| 2 | 40.0 | 7.9 | 26 |
| 3 | -45.0 | 192.1 | 26 |
| 4 | 45.0 | 192.1 | 26 |
| 5 | -40.0 | 14.5 | 26 |
| 6 | 40.0 | 14.5 | 26 |
| 7 | -40.0 | 21.1 | 26 |
| 8 | 40.0 | 21.1 | 26 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 126 |

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 26 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 26 |
| 3 | 5 | 6 | 3 | 26 |
| 4 | 7 | 8 | 3 | 26 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1785.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 3.53 | -50.0 | 200.0 | -139.1 | 20.0 | 7.9 | 3600 | 79.6 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|----|-------|------|----|-------------------|--------|---------------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00070 | 0 | 0.500 | 26.0 | 66 | 0.00040 (0.00040) | 424 | 0.169 (0.20) | 2075.42 | 0.00 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 127 |

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

12.2.2 Mensola esterna in direzione trasversale

La mensola laterale è stata esaminata con schema di mensola tozza soggetta alle azioni trasmesse dai pali di fondazione.

La larghezza della sezione collaborante è assunta pari alla minima tra quella che si ottiene diffondendo a 45° dall'asse del palo fino alla sezione di incastro e la somma della distanza longitudinale del palo dal bordo a metà interasse tra i pali nella medesima direzione:

$$- bc = \text{MIN}(bp_long + Dp/2 + dp_trasv; bp_long + ip/2) = \text{MIN}(1.25 + 0.75 + 2.15; 1.25 + 4.5/2) = 3.50 \text{ m}$$

essendo:

- bp_long la distanza dell'asse del palo dal bordo, misurata in direzione longitudinale;
- Dp il diametro del palo;
- dp_trasv la distanza tra l'asse del palo ed il paramento del muro andatore (sezione di incastro della mensola laterale);
- ip l'interasse tra i pali in direzione longitudinale.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 128 |

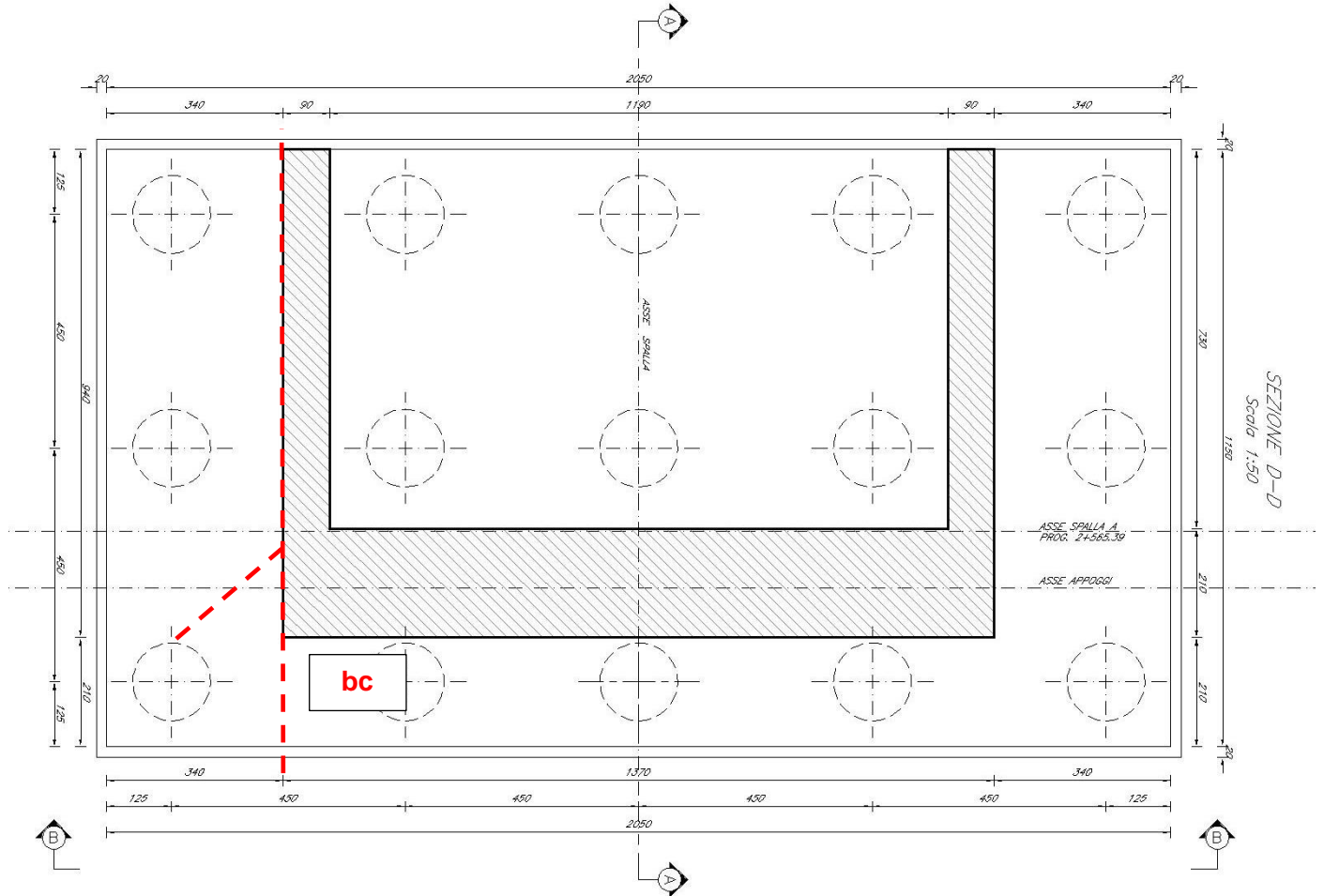


Figura 12.5 – Plinto di fondazione – Mensola laterale– larghezza della sezione collaborante

Le formulazioni a base delle verifiche sono le medesime illustrate al paragrafo 12.2.1.

Le verifiche sono relativa alla spalla SPB maggiormente sollecitata:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 129 |

MENSOLA LATERALE - DIREZIONE TRASVERSALE

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

| Dati | var | unità | |
|---|-------------|--------------|-----------|
| Altezza della mensola | h | m | 2.00 |
| numero di file che caricano la mensola | np | | 1 |
| distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro | a1 | m | 2.15 |
| distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro | a2 | m | 0.00 |
| copriferro | c | m | 0.152 |
| larghezza puntone | b | m | 3.50 |
| larghezza collaborante | bt | m | 3.50 |
| resistenza a compressione cubica caratteristica cls | Rck | Mpa | 30 |
| resistenza a compressione cilindrica caratteristica cls | fck | Mpa | 25 |
| resistenza di calcolo cls | fcd | Mpa | 14.2 |
| resistenza di calcolo acciaio armatura | fyd | MPa | 391 |
| altezza della mensola ridotta | d | m | 1.85 |
| lunghezza del tirante 1° palo | l1 | m | 2.52 |
| fattore lambda ($l1 / 0.9d$) = arctan ψ | $\lambda 1$ | | 1.51 |
| lunghezza del tirante 2° palo | l2 | m | 0.37 |
| fattore lambda ($l2 / 0.9d$) = arctan ψ | $\lambda 2$ | | 0.22 |
| fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe) | c | | 1.0 |
| Classe di esposizione | CIE | | XC2 |
| Condizioni ambientali | Cond_Am | | Ordinarie |

| Armatura mensola anteriore | passo | n.barre | ϕ | c | As |
|---------------------------------------|--------------|----------------|-----------|----------|--------------|
| sezione di larghezza pari a bt | cm | bt/pass | mm | m | mmq |
| primo strato dal basso | 20 | 17 | 26 | 0.053 | 9026 |
| secondo strato dal basso | 20 | 17 | 26 | 0.119 | 9026 |
| terzo strato dal basso | 20 | 17 | 26 | 0.185 | 9026 |
| quarto strato dal basso | 20 | 17 | 26 | 0.251 | 9026 |
| Armatura effettivamente disposta | | | 26 | 0.152 | 36103 |

Le armature sono costituite da:

- Armature longitudinali: 4 strati di $\phi 26/20$;

Sono state adottate armature a passo 20 cm su più livelli sovrapposti per limitare il problema delle interferenze con le armature verticali dei pali di fondazione.

Di seguito i risultati delle verifiche effettuate:

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 130 |

VERIFICA SLU

| Sollecitazioni massime | P1max | P2max | Hmax | Tmax | Asmin | Nmax |
|------------------------|--------|-------|--------|---------------|--------------|----------------|
| Combinazione di carico | kN | kN | kN | kN | mmq | kN |
| SLU-STR | 5139.7 | 0.0 | 901.5 | 7909.1 | 20212 | 9476.8 |
| SLU-SIS | 5630.1 | 0.0 | 2007.8 | 9683.9 | 24748 | 11603.5 |
| | | | | 9683.9 | 24748 | 11603.5 |

| | | | | |
|--|---------|-----|----------------|-----|
| Armatura effettivamente adottata | As | mmq | 36103 | OK! |
| Resistenza del tirante | Rt | kN | 14127.3 | |
| Coefficiente di utilizzo lato acciaio | c.u.acc | | 69% | OK! |
| Resistenza del puntone | Rc | kN | 20191.7 | |
| Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo | c.u.cls | | 57% | OK! |

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

| Sollecitazioni massime | P1max | P2max | Hmax | Tmax | σ_s |
|------------------------|--------|-------|-------|--------|------------|
| Combinazione di carico | kN | kN | kN | kN | Mpa |
| SLE-CARATTERISTICA | 3719.9 | 0.0 | 656.8 | 5728.5 | 159 |

Come è possibile evincere le verifiche SLU hanno esito positivo.

Verifiche a tensionali e a fessurazione SLE

A partire dai tassi di lavoro delle armature per combinazione SLE-CARATTERISTICA precedentemente illustrate, sono state determinate le sollecitazioni flessionali equivalenti ed effettuate le verifiche a fessurazione.

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 131 |

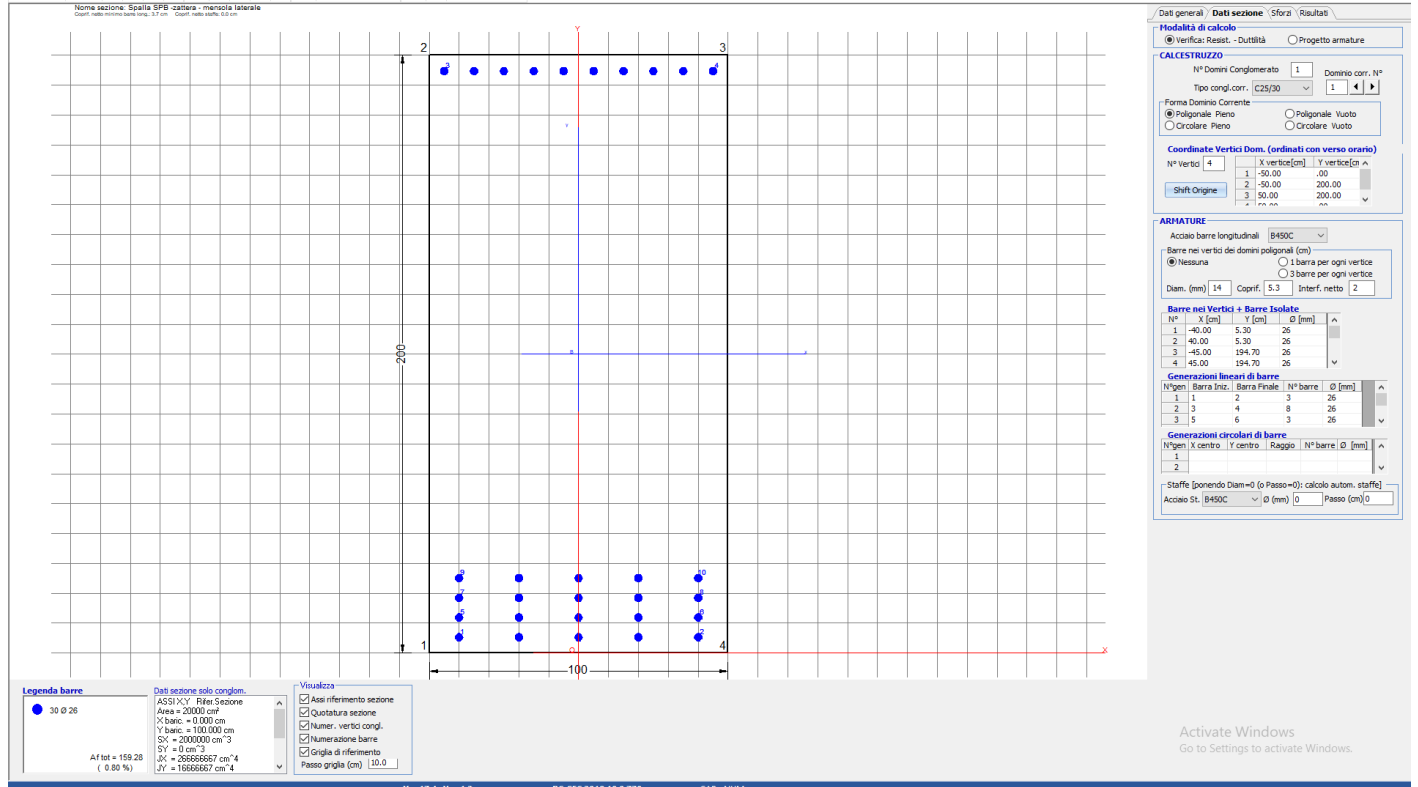


Figura 12.6 – Plinto di fondazione – Mensola laterale - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C25/30

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 200.0 |
| 3 | 50.0 | 200.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | Diam Ø [mm] |
|----------|--------|--------|-------------|
| 1 | -40.0 | 5.3 | 26 |
| 2 | 40.0 | 5.3 | 26 |
| 3 | -45.0 | 194.7 | 26 |
| 4 | 45.0 | 194.7 | 26 |
| 5 | -40.0 | 11.9 | 26 |
| 6 | 40.0 | 11.9 | 26 |
| 7 | -40.0 | 18.5 | 26 |
| 8 | 40.0 | 18.5 | 26 |
| 9 | -40.0 | 25.1 | 26 |
| 10 | 40.0 | 25.1 | 26 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 132 |

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 26 |
| 2 | 3 | 4 | 8 | 26 |
| 3 | 5 | 6 | 3 | 26 |
| 4 | 7 | 8 | 3 | 26 |
| 5 | 9 | 10 | 3 | 26 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 2658.00 | 0.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 4.40 | -50.0 | 200.0 | -159.6 | 20.0 | 5.3 | 3800 | 106.2 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|
|-------|-----|----|----|----|---|----|-------------|--------|----|---------|---------|

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 133 |

1 S -0.00079 0 0.500 26.0 40 0.00046 (0.00046) 294 **0.134** (0.20) 2240.57 0.00

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

12.2.3 Mensola posteriore
Verifiche a flessione - direzione trasversale (M11)

La verifica è relativa alla sezione di mezzera e permette di dimensionare le armature superiori trasversali, atteso che quelle inferiori in corrispondenza dei muri andatori sono state valutate con i modelli a mensola tozza precedentemente illustrati.

- L'armatura superiore (zona tesa) è costituita da $\phi 26/10$
- L'armatura inferiore (zona compressa) è costituita da $\phi 26/20$.

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

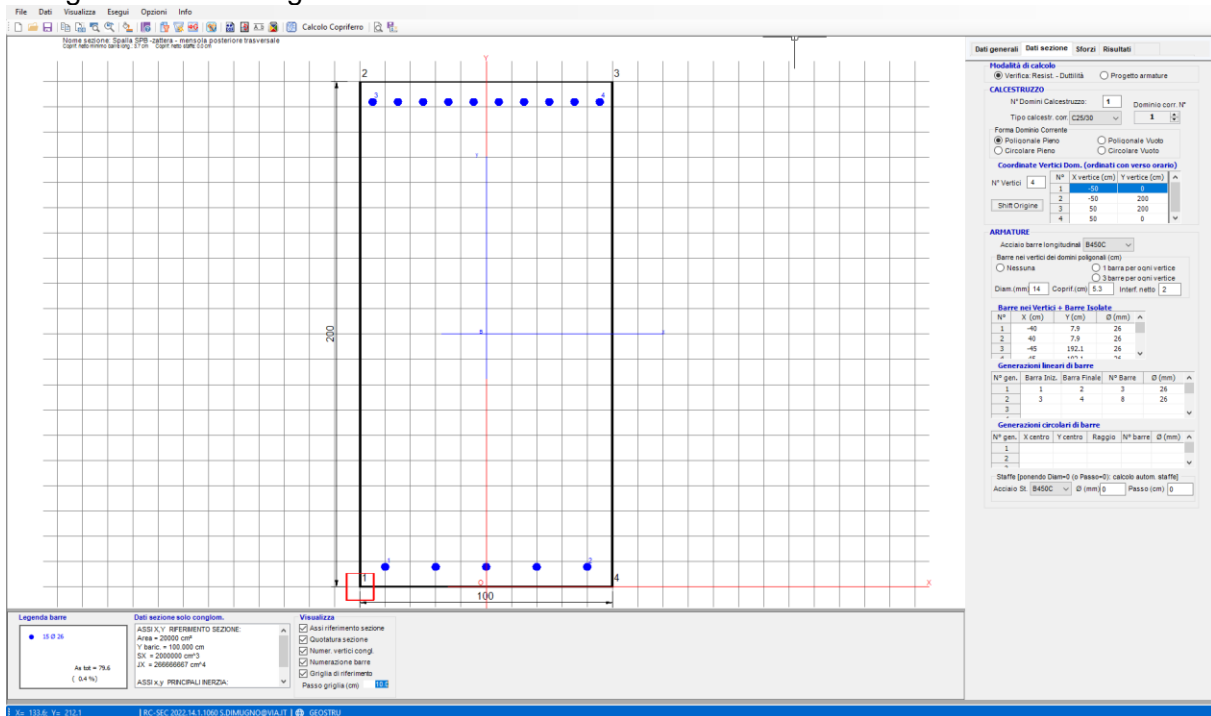


Figura 12.7 – Plinto di fondazione – Mensola posteriore - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Calcestruzzo: C25/30

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 135 |

1 0.00 -920.00 (-1999.04) 0.00 (0.00)

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|------------|
| 1 | S | 0.00 | -1550.00 | 0.00 | -3866.41 | 2.49 | 53.1(28.8) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.063 | -50.0 | 0.0 | 0.00123 | -40.0 | 7.9 | -0.05179 | -45.0 | 192.1 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|-------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | -0.000287807 | 0.003500000 | 0.063 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.00 | -50.0 | 0.0 | -97.4 | 35.0 | 192.1 | 2000 | 53.1 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 136 |

| | |
|-----------------------------------|--|
| Ver. | Esito della verifica |
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e _{sm} - e _{cm} | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 S _{max} / E _s [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e _{sm} - e _{cm}) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Mx fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e _{sm} - e _{cm} | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-----------------------------------|--------|----------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 66 | 0.00028 (0.00028) | 391 | 0.109 (990.00) | -1999.04 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.00 | -50.0 | 0.0 | -97.4 | 35.0 | 192.1 | 2000 | 53.1 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e _{sm} - e _{cm} | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-----------------------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 66 | 0.00028 (0.00028) | 391 | 0.109 (0.20) | -1999.04 | 0.00 |

Verifiche a flessione-direzione longitudinale (M22)

La sezione di verifica è quella a filo del paramento posteriore del muro frontale.

- L'armatura superiore (zona tesa) è costituita da $\phi 26/10 + \phi 26/20$
- L'armatura inferiore (zona compressa) è costituita da $\phi 26/20$.

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 137 |

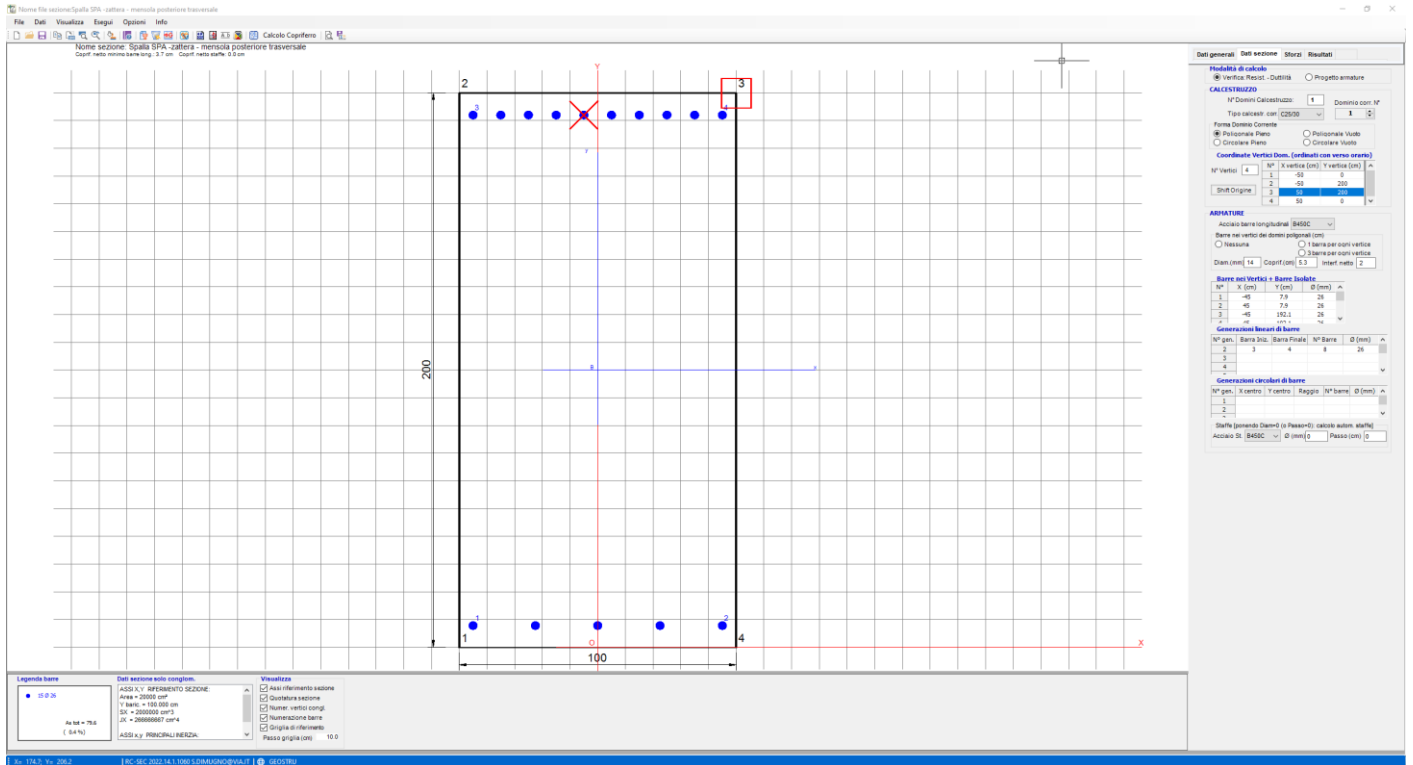


Figura 12.8 – Plinto di fondazione – Mensola posteriore - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C25/30

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 200.0 |
| 3 | 50.0 | 200.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -45.0 | 7.9 | 26 |
| 2 | 45.0 | 7.9 | 26 |
| 3 | -45.0 | 192.1 | 26 |
| 4 | 45.0 | 192.1 | 26 |
| 5 | -40.0 | 186.5 | 26 |
| 6 | 40.0 | 186.5 | 26 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N° Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 138 |

N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 26 |
| 2 | 3 | 4 | 8 | 26 |
| 3 | 5 | 6 | 3 | 26 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|------|----------|------|
| 1 | 0.00 | -5200.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | -910.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | -910.00 (-2105.70) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | -305.00 (-2105.70) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 139 |

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|----------|-------|----------|----------|----------------|
| 1 | N | 0.00 | -5200.00 | 0.00 | -5689.53 | 1.10 | 79.6(28.8) 12) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.094 | -50.0 | 0.0 | 0.00197 | -45.0 | 7.9 | -0.03360 | -45.0 | 192.1 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|-------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | -0.000193120 | 0.003500000 | 0.094 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.73 | -50.0 | 0.0 | -66.8 | 35.0 | 192.1 | 2450 | 79.6 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1 Esito della verifica
e2 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 140 |

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | \emptyset | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|-------------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00034 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 66 | 0.00019 (0.00019) | 360 | 0.069 (0.20) | -2105.70 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.73 | -50.0 | 0.0 | -66.8 | 35.0 | 192.1 | 2450 | 79.6 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | \emptyset | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|-------------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00034 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 66 | 0.00019 (0.00019) | 360 | 0.069 (0.20) | -2105.70 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 0.58 | -50.0 | 0.0 | -22.4 | 35.0 | 192.1 | 2450 | 79.6 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | \emptyset | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|-------------|----|-------------------|--------|--------------|----------|---------|
| 1 | S | -0.00011 | 0.00000 | 0.500 | 26.0 | 66 | 0.00006 (0.00006) | 360 | 0.023 (0.20) | -2105.70 | 0.00 |

Come è possibile evincere tutte le verifiche SLU ed SLE sono soddisfatte.

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

Verifica a taglio della mensola posteriore:

La verifica a taglio della mensola posteriore porge quanto segue:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 141 |

**Zattera -
Mensola
posteriore**

| Dati | Var | unità | |
|--|---------------|--------------|-------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 30 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 25 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1.50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 14.2 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391.3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | | | |
|--|----|----------------|-------|
| Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare) | H | m | 2.00 |
| Larghezza/ Diametro | B | m | 1.00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 2.00 |
| Larghezza anima | bw | m | 1.00 |
| copriferro | c | m | 0.112 |
| altezza utile della sezione | d | m | 1.89 |

Compressione agente nella sezione

| | | | |
|---------------------------|-----------------|----|-----|
| Sforzo normale di calcolo | N _{Ed} | kN | 0.0 |
|---------------------------|-----------------|----|-----|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | |
|--|------------------|-----|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl | mmq | 15930 |
| Coefficiente k | k | m | 1.33 |
| v _{min} | v _{min} | | 0.3 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0.00844 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0.00 |

| | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 829.7 |
| | | | N.V. |

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

| | | | |
|--|---------------|-----|------|
| diametro staffe | fsw | mm | 24 |
| passo staffe | scp | m | 0.60 |
| numero di bracci | nb | | 1.67 |
| Armatura a taglio (staffe) | Asw | mmq | 754 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 21.8 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | kPa | 0 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1.00 |

| | | | |
|---|------------------------|-----------|---------------|
| Resistenza a "taglio trazione" | V_{Rsd} | kN | 2089.0 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V_{Rcd} | kN | 4150.1 |

| | | | |
|--|-----------------------|-----------|---------------|
| Resistenza a taglio: min (V_{es,d}; V_{Rc,d}) | V_{Rd} | kN | 2089.0 |
| coefficiente di utilizzo: V _{Ed} / V _{Rd} | c.u. | | 53% |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|-----------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 142 |

Come è possibile evincere, le verifiche in assenza di armature trasversali non sono soddisfatte; pertanto, risulta necessario prevedere le seguenti staffature:

- cavallotti $\phi 24$ disposti secondo una maglia 120x60; il numero dei bracci è pari a
nbracci: $2/1.20 = 1.67$

12.2.4 Verifiche a punzonamento del plinto di fondazione

Le verifiche a punzonamento del plinto di fondazione, soggetto alla reazione del palo di spigolo maggiormente sollecitato, state effettuate considerando la sollecitazione distribuita su di un perimetro efficace di piastra distante $2d$ dall'impronta caricata (area del palo), con d altezza utile (media) della piastra stessa, in accordo al §4.1.2.1.3.4 delle NTC08.

La figura seguente illustra la geometria del perimetro efficace u_1 preso in considerazione nella verifica:

- $u_1 = bp_long + bp_trasv + \pi / 2 \times (Dp / 2 + 2 d)$

essendo:

- bp_long la distanza dell'asse del palo dal bordo, misurata in direzione longitudinale;
- bp_trasv la distanza dell'asse del palo dal bordo, misurata in direzione trasversale;
- Dp il diametro del palo;

L'azione verticale agente effettivamente sul plinto $V_{Ed,red}$ è ottenuta depurando il carico verticale trasmesso dal palo dal peso della porzione di plinto interna al perimetro di verifica:

- $V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$

La resistenza unitaria a punzonamento in assenza di armatura trasversale è stata valutata in accordo al punto §6.4.4 della norma EN 1992-1-1:

- $V_{Rdc} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \rho_l \times f_{ck})^{1/3} + 0.10 \sigma_{cp} \geq V_{min} + 0.10 \sigma_{cp}$

dove:

- $C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5$
- f_{ck} resistenza cilindrica a compressione del cls del plinto;
- $k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2.0$
- $\rho_l = (\rho_{ly} \times \rho_{lz})^{0.5} \leq 0.02$ rapporto geometrico di armatura di progetto;
- ρ_{ly}, ρ_{lz} rapporti geometrici di armatura nelle due direzioni orizzontali;
- σ_{cp} tensione media di compressione agente sul cls del plinto.

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
 LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 143 |

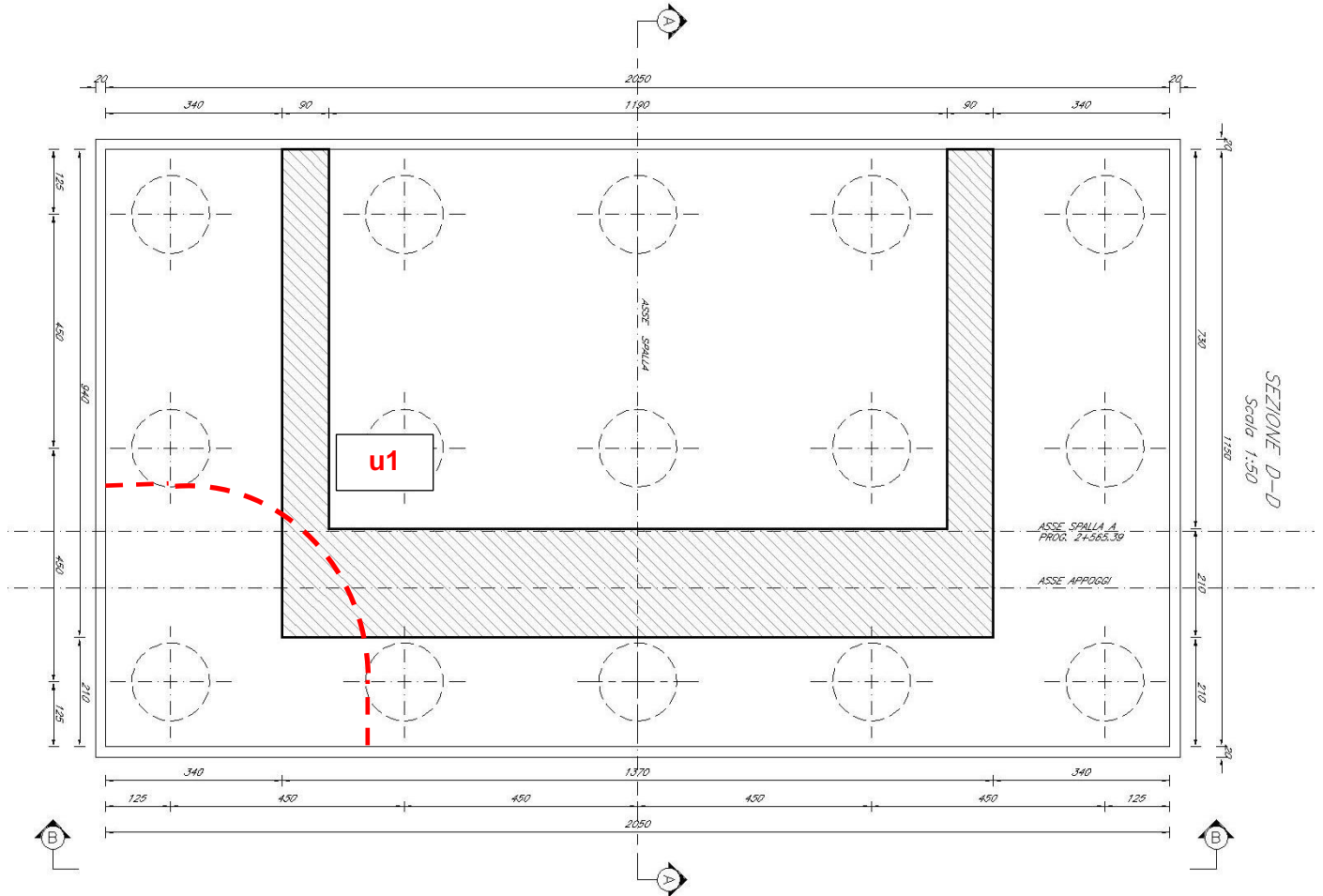


Figura 12.9 – Plinto di fondazione – perimetro efficace per verifica a punzonamento per azione verticale trasmessa dal palo di spigolo

La verifica porge quanto segue:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 144 |

| Dati geometrici | Var | unità | |
|--|------------|--------------|-------|
| Altezza del plinto | Hp | m2 | 2.00 |
| copriferro in asse armatura longitudinale tesa | c | m | 0.15 |
| altezza utile della sezione | d | m | 1.86 |
| diametro del palo | Dp | m | 1.50 |
| distanza del palo dal bordo in direzione longitudinale | blong | m | 1.25 |
| distanza del palo dal bordo in direzione trasversale | btrasv | m | 1.25 |
| distanza del perimetro di verifica dal contorno del palo | b1 | m | 3.71 |
| sviluppo del perimetro di verifica considerato | u1 | m | 9.51 |
| Area di armatura longitudinale | Asl | mmq | 7824 |
| Area di armatura trasversale | Ast | mmq | 10315 |

| Caratteristiche dei materiali | Var | unità | |
|--|------------|--------------|-------|
| resistenza a compressione cilindrica cls | fck | Mpa | 25.0 |
| resistenza a snervamento acciaio | fyk | MPa | 450.0 |
| resistenza a compressione di calcolo cls | fcd | MPa | 14.2 |
| resistenza a trazione di calcolo acciaio | fyd | MPa | 391.3 |

| Caratteristiche della sollecitazione di calcolo | Var | unità | |
|--|----------------|--------------|-------------|
| Carico verticale massimo trasmesso dai pali | VEd | kN | 5630.1 |
| Peso del plinto interno al perimetro di verifica | ΔVEd | kN | 1416.8 |
| Carico verticale di progetto | VEd,red | kN | 4213.3 |
| tensione di calcolo: $vEd = VEd,red / (u1 \times d)$ | vEd,red | MPa | 0.24 |

| Resistenza a punzonamento - Elemento senza arm.trasversali | Var | unità | |
|---|--------------|--------------|-------------|
| Sforzo normale di calcolo | NED | kN | 0.0 |
| tensione di compressione media | scp | Mpa | 0.00 |
| coefficiente k | k | | 1.33 |
| resistenza minima | vmin | Mpa | 0.268 |
| rapporto geometrico di armatura in direzione longitudinale | ρl | | 0.004 |
| rapporto geometrico di armatura in direzione trasversale | ρt | | 0.006 |
| rapporto geometrico di armatura di progetto | ρ1 | | 0.005 |
| resistenza a punzonamento unitaria | vRd,c | MPa | 0.37 |
| coefficiente di utilizzo: vEd / vRd | c.u. | | 65% |

12.3 Muro frontale

A parità di armature adottate, le verifiche si riferiscono al muro della spalla SPA (allineamento fisso) maggiormente sollecitato.

A favore di sicurezza le verifiche vengono condotte in regime di flessione semplice, trascurando il contributo stabilizzante fornito dallo sforzo normale.

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 145 |

12.3.1 Verifiche a flessione

ARMATURA VERTICALE

Il muro frontale sarà armato a flessione come segue:

- Armature verticali lato terra: $\phi 26/10+\phi 26/20$;
- Armature verticali lato impalcato: $\phi 26/20$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

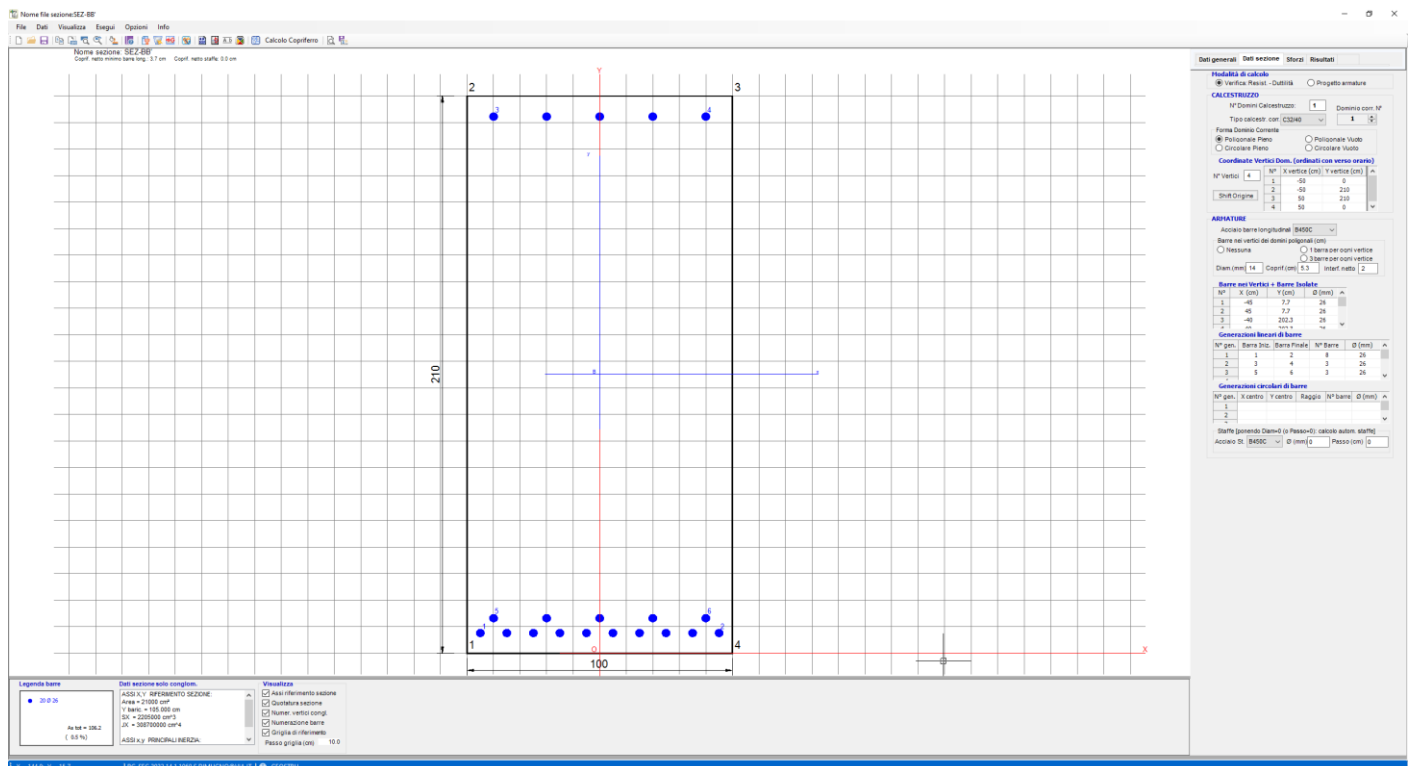


Figura 12.10 – Muro frontale - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Calcestruzzo: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 210.0 |
| 3 | 50.0 | 210.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -45.0 | 7.7 | 26 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 146 |

| | | | |
|---|-------|-------|----|
| 2 | 45.0 | 7.7 | 26 |
| 3 | -40.0 | 202.3 | 26 |
| 4 | 40.0 | 202.3 | 26 |
| 5 | -40.0 | 13.3 | 26 |
| 6 | 40.0 | 13.3 | 26 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 8 | 26 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 26 |
| 3 | 5 | 6 | 3 | 26 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|--------|---------|------|
| 1 | 400.00 | 5200.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 910.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 910.00 (2720.38) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 910.00 (2720.38) | 0.00 (0.00) |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 147 |

1 0.00 305.00 (2720.38) 0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|--------|---------|--------|---------|----------|-------------|
| 1 | S | 400.00 | 5200.00 | 400.07 | 6001.66 | 1.15 | 106.2(63.0) |

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00064 | -50.0 | 210.0 | 0.00055 | -40.0 | 202.3 | -0.00186 | -45.0 | 7.7 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000012386 | -0.001958707 | ---- | ---- |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.59 | -50.0 | 210.0 | -63.2 | 35.0 | 7.7 | 2600 | 79.6 | 7.5 | 1.00 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 148 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| | |
|----------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| S1 | Esito della verifica |
| S2 | Massima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata |
| k2 | Minima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata |
| k3 | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata |
| Ø | = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica |
| Cf | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ |
| Psi | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm | $= 1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96] |
| srn | Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi |
| wk | Distanza media tra le fessure [mm] |
| Mx fess. | Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rn}$. Valore limite tra parentesi |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srn | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -1.0 | 0.0 | 0.125 | 26 | 64 | 0.400 | 0.00012 (0.00012) | 185 | 0.038 (0.20) | 2720.38 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.59 | -50.0 | 210.0 | -63.2 | 35.0 | 7.7 | 2600 | 79.6 | 7.5 | 0.50 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srn | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -1.0 | 0.0 | 0.125 | 26 | 64 | 0.400 | 0.00012 (0.00012) | 185 | 0.038 (0.20) | 2720.38 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 0.53 | -50.0 | 210.0 | -21.2 | 35.0 | 7.7 | 2600 | 79.6 | 7.5 | 0.50 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srn | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.3 | 0.0 | 0.125 | 26 | 64 | 0.400 | 0.00004 (0.00004) | 185 | 0.013 (0.20) | 2720.38 | 0.00 |

ARMATURA ORIZZONTALE

Sezione con spessore 2.10 m:

- Armature orizzontali lato terra: $\phi 20/20$;
- Armature orizzontali lato impalcato: $\phi 20/20$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 149 |

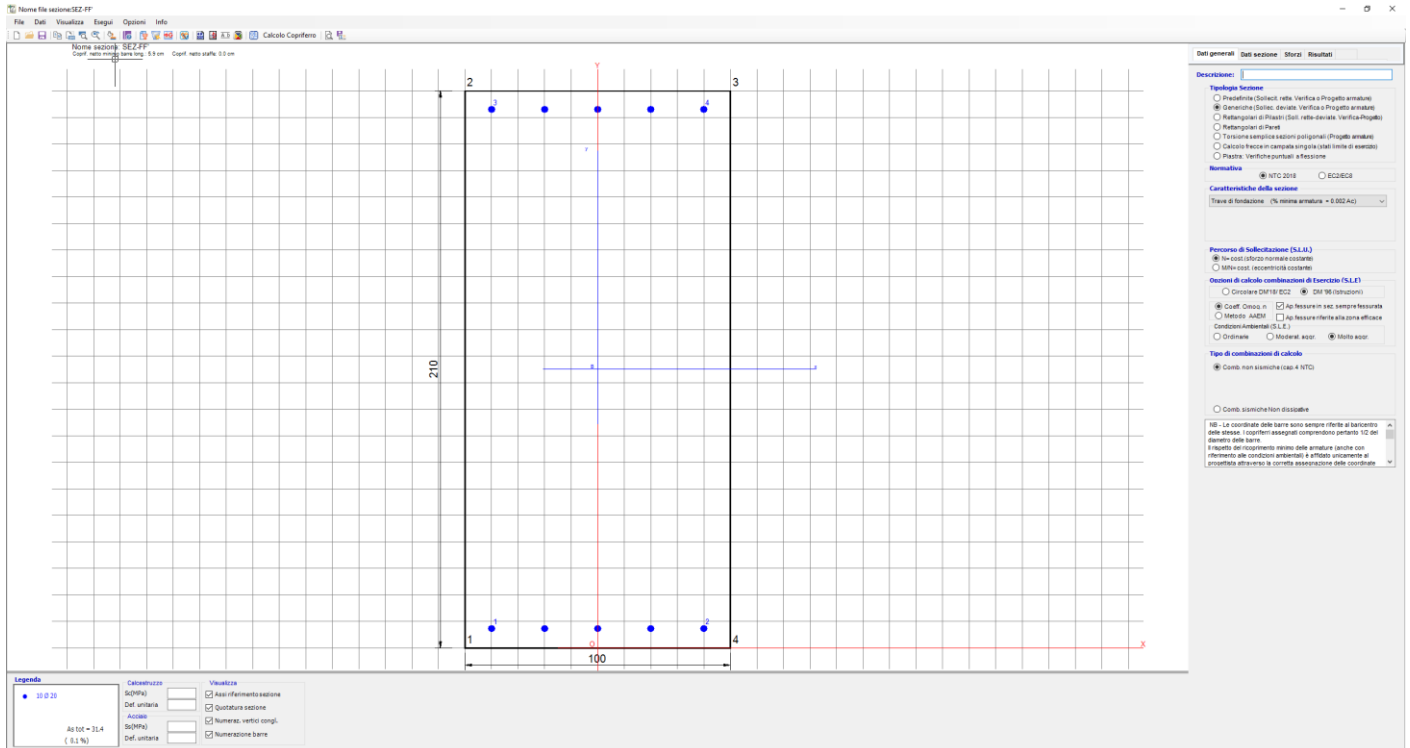


Figura 12.11 – Muro frontale - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Calcestruzzo: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 210.0 |
| 3 | 50.0 | 210.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -40.0 | 7.4 | 20 |
| 2 | 40.0 | 7.4 | 20 |
| 3 | -40.0 | 203.1 | 20 |
| 4 | 40.0 | 203.1 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N° Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 150 |

N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 20 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 20 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1100.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 200.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|------------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 150.00 (2349.35) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|---------------|
| 1 | N | 0.00 | 1100.00 | 0.00 | 1239.96 | 1.13 | 15.7(42.0) 6) |

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 151 |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00190 | 0.027 | -50.0 | 210.0 | -0.00046 | -40.0 | 203.1 | -0.06750 | -40.0 | 7.4 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000342541 | -0.070034802 | 0.027 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| | |
|----------------|---|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |
| D barre | Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure |
| Beta12 | Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$ |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 0.68 | -50.0 | 210.0 | -65.7 | 20.0 | 7.4 | 2010 | 15.7 | 20.0 | 1.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| | |
|----------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| S1 | Esito della verifica |
| S2 | Massima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata |
| k2 | Minima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata |
| k3 | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata |
| Ø | = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$ per trazione eccentrica |
| Cf | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff |
| Psi | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm | $= 1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96] |
| srm | Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi |
| wk | Distanza media tra le fessure [mm] |
| Mx fess. | Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----|----|----|---|----|-----|------|-----|----|---------|---------|
|-------|-----|----|----|----|---|----|-----|------|-----|----|---------|---------|

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 152 |

1 S -0.3 0.0 0.125 20 64 0.400 0.00013 (0.00013) 296 0.063 (0.20) 2349.35 0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 0.51 | -50.0 | 210.0 | -49.3 | 20.0 | 7.4 | 2010 | 15.7 | 20.0 | 0.50 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.2 | 0.0 | 0.125 | 20 | 64 | 0.400 | 0.00009 (0.00009) | 296 | 0.047 (0.20) | 2349.35 | 0.00 |

Sezione con spessore 2.75 m:

- Armature orizzontali lato terra: $\phi 24/10$;
- Armature orizzontali lato impalcato: $\phi 24/10$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

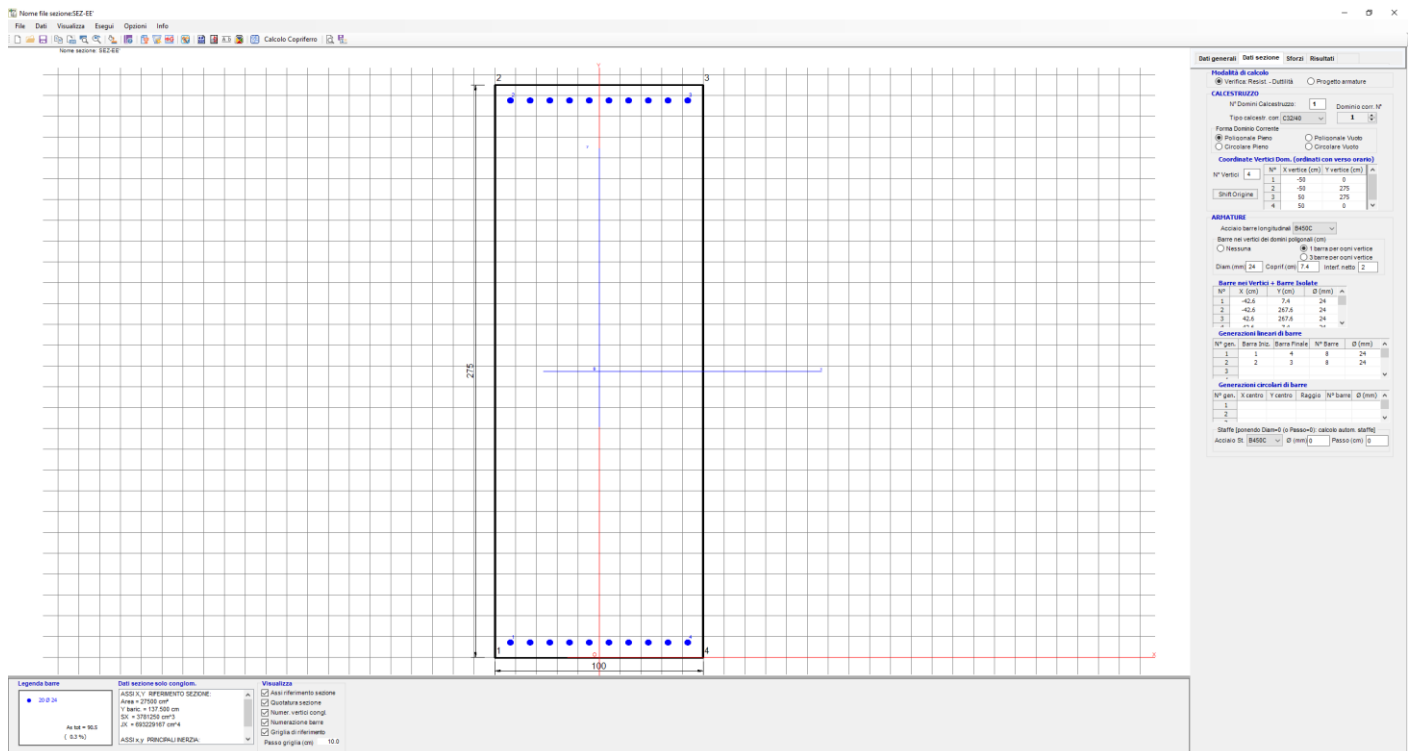


Figura 12.12 – Muro frontale - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 153 |

Classe Calcestruzzo: C32/40

| | | |
|-------------|--------|--------|
| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 275.0 |
| 3 | 50.0 | 275.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -42.6 | 7.4 | 24 |
| 2 | -42.6 | 267.6 | 24 |
| 3 | 42.6 | 267.6 | 24 |
| 4 | 42.6 | 7.4 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 8 | 24 |
| 2 | 2 | 3 | 8 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 3200.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 850.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 154 |

| | | | |
|---------|------|------------------|-------------|
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | 850.00 (4310.99) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| | | | |
|---------|------|------------------|-------------|
| N°Comb. | N | Mx | My |
| 1 | 0.00 | 750.00 (4310.99) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.1 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

| | | | | | | | |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|---------------|
| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
| 1 | N | 0.00 | 3200.00 | 0.00 | 4659.60 | 1.46 | 45.2(55.0) 6) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| | | | | | | | | | | |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
| 1 | 0.00235 | 0.034 | -50.0 | 275.0 | 0.00042 | -42.6 | 267.6 | -0.06750 | -42.6 | 7.4 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c, nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| | | | | | |
|--------|---|---|---|-----|--------|
| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|---|---|---|-----|--------|

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 155 |

1 0.000000000 0.000261016 -0.069431517 0.034 0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.11 | -50.0 | 275.0 | -74.3 | -33.1 | 7.4 | 2386 | 45.2 | 9.5 | 1.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica
S1 Massima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S}2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * \text{srm}$. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.6 | 0.0 | 0.125 | 24 | 62 | 0.400 | 0.00014 (0.00014) | 206 | 0.050 (0.20) | 4310.99 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 1.11 | -50.0 | 275.0 | -74.3 | -33.1 | 7.4 | 2386 | 45.2 | 9.5 | 0.50 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.6 | 0.0 | 0.125 | 24 | 62 | 0.400 | 0.00014 (0.00014) | 206 | 0.050 (0.20) | 4310.99 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 0.98 | -50.0 | 275.0 | -65.5 | 14.2 | 7.4 | 2386 | 45.2 | 9.5 | 0.50 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.5 | 0.0 | 0.125 | 24 | 62 | 0.400 | 0.00012 (0.00012) | 206 | 0.044 (0.20) | 4310.99 | 0.00 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 156 |

Come è possibile evincere tutte le verifiche SLU ed SLE sono soddisfatte.

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

12.3.2 Verifiche a taglio

Le verifiche a taglio in assenza di armature trasversali porgono quanto segue:

| Sollecitazioni di calcolo | Var | unità | Mfron-v | Mfron-h |
|---------------------------|-----------------------|-----------|---------------|--------------|
| Taglio di calcolo | V_{ed} | kN | 1620.0 | 740.0 |

| Dati | Var | unità | | |
|--|---------------|-------|-------|-------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 40 | 40 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 33.2 | 33.2 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1.50 | 1.50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 18.8 | 18.8 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391.3 | 391.3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | | | | |
|-----------------------------|----|----------------|-------|-------|
| Altezza | H | m | 2.10 | 2.10 |
| Larghezza | B | m | 1.00 | 1.00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 2.10 | 2.10 |
| copriferro | c | m | 0.071 | 0.071 |
| altezza utile della sezione | d | m | 2.03 | 2.03 |

Compressione agente nella sezione

| | | | | |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|
| Sforzo normale di calcolo | N _{Ed} | kN | 0.0 | 0.0 |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | | |
|--|------------------|-----|---------|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl | mmq | 5309 | 4522 |
| Coefficiente k | k | m | 1.31 | 1.31 |
| v _{min} | v _{min} | | 0.3 | 0.3 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0.00262 | 0.00223 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0.00 | 0.00 |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 657.7 | 623.5 |
| | | | N.V | N.V |

Risulta necessario prevedere specifiche armature trasversali.

Si adattano spille $\phi 14$ disposte secondo una maglia 40x40; il numero dei bracci è pari a:

- nbracci: $2/0.40 = 2.5$

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 157 |

Le verifiche porgono quanto segue:

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

Verifica del conglomerato

| | | | | |
|--------------------------------------|-----------|----|---------|---------|
| Resistenza a taglio del conglomerato | V_{Rcd} | kN | 11454.5 | 11454.5 |
|--------------------------------------|-----------|----|---------|---------|

Verifica dell'armatura trasversale

| | | | | |
|--|---------------|-----|------|------|
| diametro staffe | fsw | mm | 14 | 14 |
| passo staffe | scp | m | 0.40 | 0.40 |
| numero di bracci | nb | | 2.5 | 2.5 |
| Armatura a taglio (staffe) | Asw | mmq | 385 | 385 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 21.8 | 21.8 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | kPa | 0 | 0 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1.00 | 1.00 |

| | | | | |
|---|-----------|----|---------------|---------------|
| Resistenza a "taglio trazione" | V_{Rsd} | kN | 1719.3 | 1719.3 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V_{Rcd} | kN | 5924.4 | 5924.4 |

| | | | | |
|----------------------------|----------|----|---------------|---------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 1719.3 | 1719.3 |
|----------------------------|----------|----|---------------|---------------|

| | | | | |
|---------------------------|------------|---|------------|------------|
| coeff. di utilizzo | c.u | - | 94% | 43% |
|---------------------------|------------|---|------------|------------|

La verifica è soddisfatta.

12.4 Muro Paragliaia

A parità di armature adottate, le verifiche si riferiscono al muro della spalla SPA maggiormente sollecitato. A favore di sicurezza le verifiche vengono condotte in regime di flessione semplice, trascurando il contributo stabilizzante fornito dallo sforzo normale.

Le stesse armature previste per il paragliaia sono state adottate per la parte superiore del muro di risvolto di spessore pari a 50 cm.

12.4.1 Verifiche a flessione

ARMATURA VERTICALE

Il muro frontale sarà armato a flessione come segue:

- Armature verticali lato terra: $\phi 20/10$;
- Armature verticali lato impalcato: $\phi 20/20$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 158 |

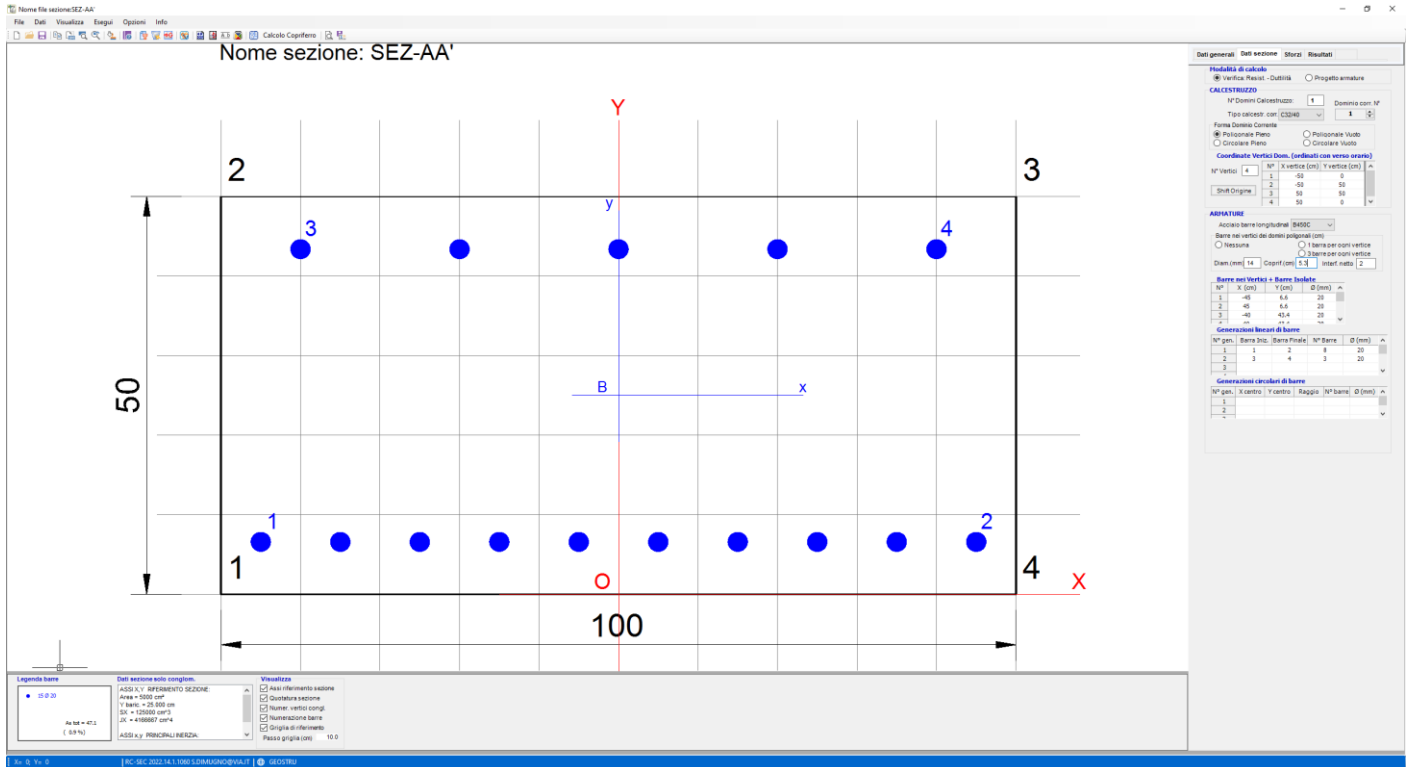


Figura 12.13 – Paraghaia - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Calcestruzzo: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 50.0 |
| 3 | 50.0 | 50.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -45.0 | 6.6 | 20 |
| 2 | 45.0 | 6.6 | 20 |
| 3 | -40.0 | 43.4 | 20 |
| 4 | 40.0 | 43.4 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| | |
|---------------|---|
| N° Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre |
| N° Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione |
| N° Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione |
| N° Barre | Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione |
| Ø | Diametro in mm delle barre della generazione |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C |

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 8 | 20 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 20 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione) | | | |
|---------|---|---------|------|--|
| Mx | Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez. | | | |
| Vy | Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate | | | |
| N°Comb. | N | Mx | Vy | |
| 1 | 0.00 | 200.00 | 0.00 | |
| 2 | 0.00 | -200.00 | 0.00 | |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | | |
|---------|--|--------|------|--|
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | |
| 1 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | | |
|---------|--|-----------------|-------------|--|
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | |
| 1 | 0.00 | 100.00 (159.18) | 0.00 (0.00) | |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

| N | Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione) | | | |
|---------|--|----------------|-------------|--|
| Mx | Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione | | | |
| N°Comb. | N | Mx | My | |
| 1 | 0.00 | 89.00 (159.18) | 0.00 (0.00) | |

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| N | Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione) |
| Mx | Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| N Res | Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.) |
| Mx Res | Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia |
| Mis.Sic. | Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 |
| As Tesa | Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC] |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 160 |

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|-----------|
| 1 | S | 0.00 | 200.00 | 0.00 | 496.71 | 2.48 | 31.4(7.8) |
| 2 | S | 0.00 | -200.00 | 0.00 | -267.74 | 1.34 | 47.1(7.8) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.158 | -50.0 | 50.0 | 0.00013 | -40.0 | 43.4 | -0.01864 | -45.0 | 6.6 |
| 2 | 0.00350 | 0.131 | -50.0 | 0.0 | -0.00056 | -45.0 | 6.6 | -0.02318 | 40.0 | 43.4 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | |
|---------|---|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000510040 | -0.022001982 | 0.158 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000614697 | 0.003500000 | 0.131 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | |
|----------------|--|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa] |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.96 | -50.0 | 50.0 | -83.5 | 35.0 | 6.6 | 1150 | 31.4 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| | |
|-------------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| e1 | Esito della verifica |
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] |

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 161 |

sr max Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 wk Massima distanza tra le fessure [mm]
 Mx fess. Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00024 (0.00024) | 315 | 0.075 (0.20) | 159.18 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.96 | -50.0 | 50.0 | -83.5 | 35.0 | 6.6 | 1150 | 31.4 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00049 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00024 (0.00024) | 315 | 0.075 (0.20) | 159.18 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.63 | -50.0 | 50.0 | -74.3 | 35.0 | 6.6 | 1150 | 31.4 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00044 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 56 | 0.00021 (0.00021) | 315 | 0.067 (0.20) | 159.18 | 0.00 |

ARMATURA ORIZZONTALE

Il muro frontale sarà armato a flessione come segue:

- Armature orizzontali lato terra: $\phi 20/10$;
- Armature orizzontali lato impalcato: $\phi 20/10$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 162 |

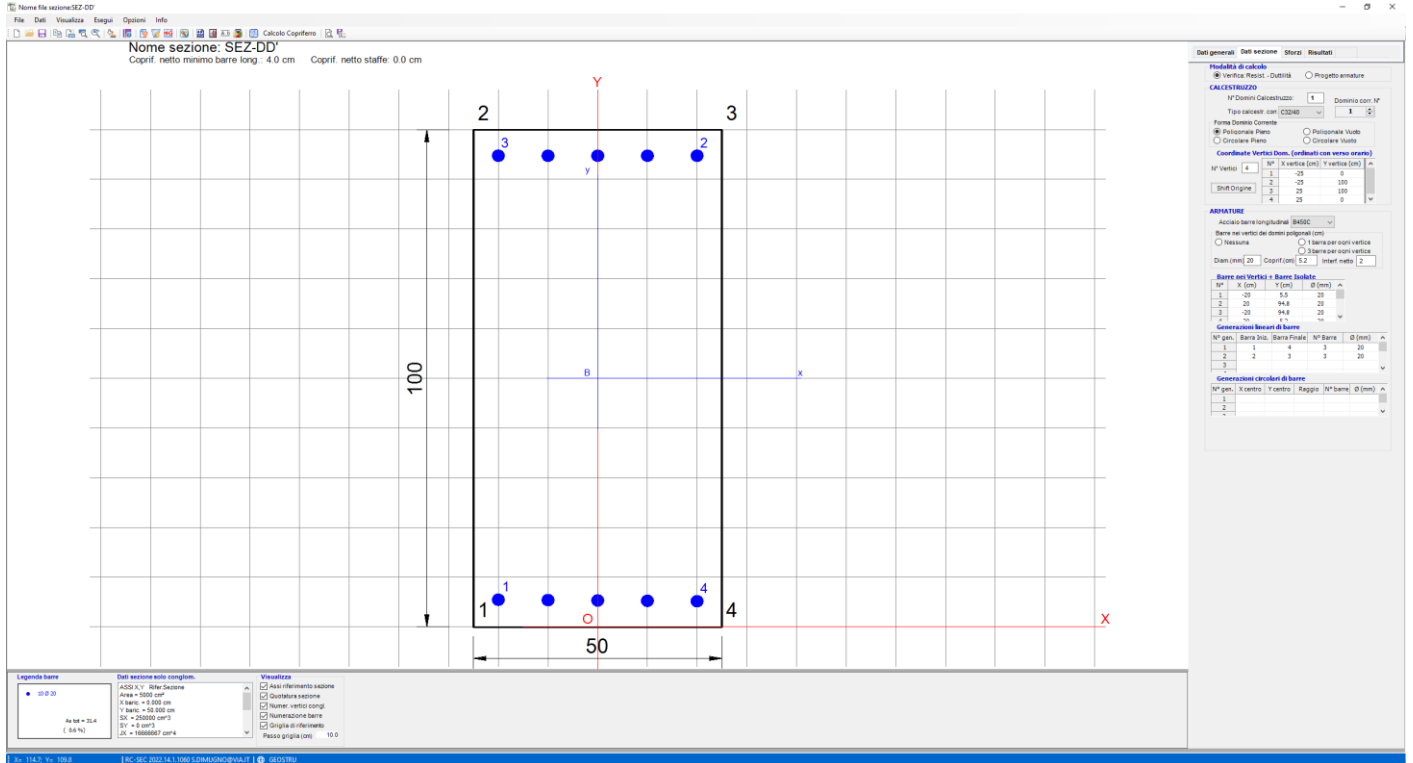


Figura 12.14 – Paraghaia - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40 | |
| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -25.0 | 0.0 |
| 2 | -25.0 | 100.0 |
| 3 | 25.0 | 100.0 |
| 4 | 25.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -20.0 | 5.5 | 20 |
| 2 | 20.0 | 94.8 | 20 |
| 3 | -20.0 | 94.8 | 20 |
| 4 | 20.0 | 5.2 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| | |
|---------------|---|
| N° Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre |
| N° Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione |
| N° Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 163 |

N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 4 | 3 | 20 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 20 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N | Mx | My | Vy | Vx |
|---------|------|--------|------|------|------|
| 1 | 0.00 | 410.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 100.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 100.00 (308.51) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 75.00 (308.51) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 164 |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | My | N Res | Mx Res | My Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|--------|------|-------|--------|--------|----------|-----------|
| 1 | S | 0.00 | 410.00 | 0.00 | 0.00 | 563.71 | 0.00 | 1.37 | 15.7(8.3) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.061 | -25.0 | 100.0 | 0.00035 | 20.0 | 94.8 | -0.05388 | 20.0 | 5.2 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000605319 | -0.057031946 | 0.061 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.53 | 25.0 | 100.0 | -72.7 | 20.0 | 5.2 | 675 | 15.7 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 165 |

| | |
|-------------|--|
| e1 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| e2 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata |
| k1 | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] |
| kt | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] |
| k2 | = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] |
| k3 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| k4 | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali |
| Ø | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] |
| Cf | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm - e cm | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] |
| sr max | Massima distanza tra le fessure [mm] |
| wk | Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi |
| Mx fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00037 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 40 | 0.00021 (0.00021) | 282 | 0.059 (0.20) | 308.51 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.53 | 25.0 | 100.0 | -72.7 | 20.0 | 5.2 | 675 | 15.7 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00037 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 40 | 0.00021 (0.00021) | 282 | 0.059 (0.20) | 308.51 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 1.14 | 25.0 | 100.0 | -54.6 | 20.0 | 5.2 | 675 | 15.7 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00028 | 0.00000 | 0.500 | 20.0 | 40 | 0.00016 (0.00016) | 282 | 0.044 (0.20) | 308.51 | 0.00 |

Come è possibile evincere tutte le verifiche SLU ed SLE sono soddisfatte.

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 166 |

12.4.2 Verifiche a taglio

Le verifiche a taglio in assenza di armature trasversali porgono quanto segue:

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| Sollecitazioni di calcolo | Var | unità | Paragliaia-v | Paragliaia-h |
| Taglio di calcolo | V_{ed} | kN | 200.0 | 190.0 |

| Dati | Var | unità | | |
|--|---------------|-------|-------|-------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 40 | 40 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 33.2 | 33.2 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1.50 | 1.50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 18.8 | 18.8 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391.3 | 391.3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | | | | |
|-----------------------------|----|----------------|-------|-------|
| Altezza | H | m | 0.50 | 0.50 |
| Larghezza | B | m | 1.00 | 1.00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 0.50 | 0.50 |
| copriferro | c | m | 0.072 | 0.072 |
| altezza utile della sezione | d | m | 0.43 | 0.43 |

Compressione agente nella sezione

| | | | | |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|
| Sforzo normale di calcolo | N _{Ed} | kN | 0.0 | 0.0 |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | | |
|--|------------------|-----|---------|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl | mmq | 3142 | 3142 |
| Coefficiente k | k | m | 1.68 | 1.68 |
| v _{min} | v _{min} | | 0.4 | 0.4 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0.00734 | 0.00734 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0.00 | 0.00 |

| | | | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 250.7 | 250.7 |
| | | | OK | OK |

La verifica è soddisfatta.

12.5 Muri di risvolto – Mensola superiore sp.90 cm

A parità di armature adottate, le verifiche si riferiscono al muro della spalla SPA maggiormente sollecitato. A favore di sicurezza le verifiche vengono condotte in regime di flessione semplice, trascurando il contributo stabilizzante fornito dallo sforzo normale.

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 167 |

12.5.1 Verifiche a flessione

ARMATURA VERTICALE

La mensola superiore del sarà armata a flessione come segue:

- Armature verticali lato terra: $\phi 26/10$;
- Armature verticali lato impalcato: $\phi 20/20$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

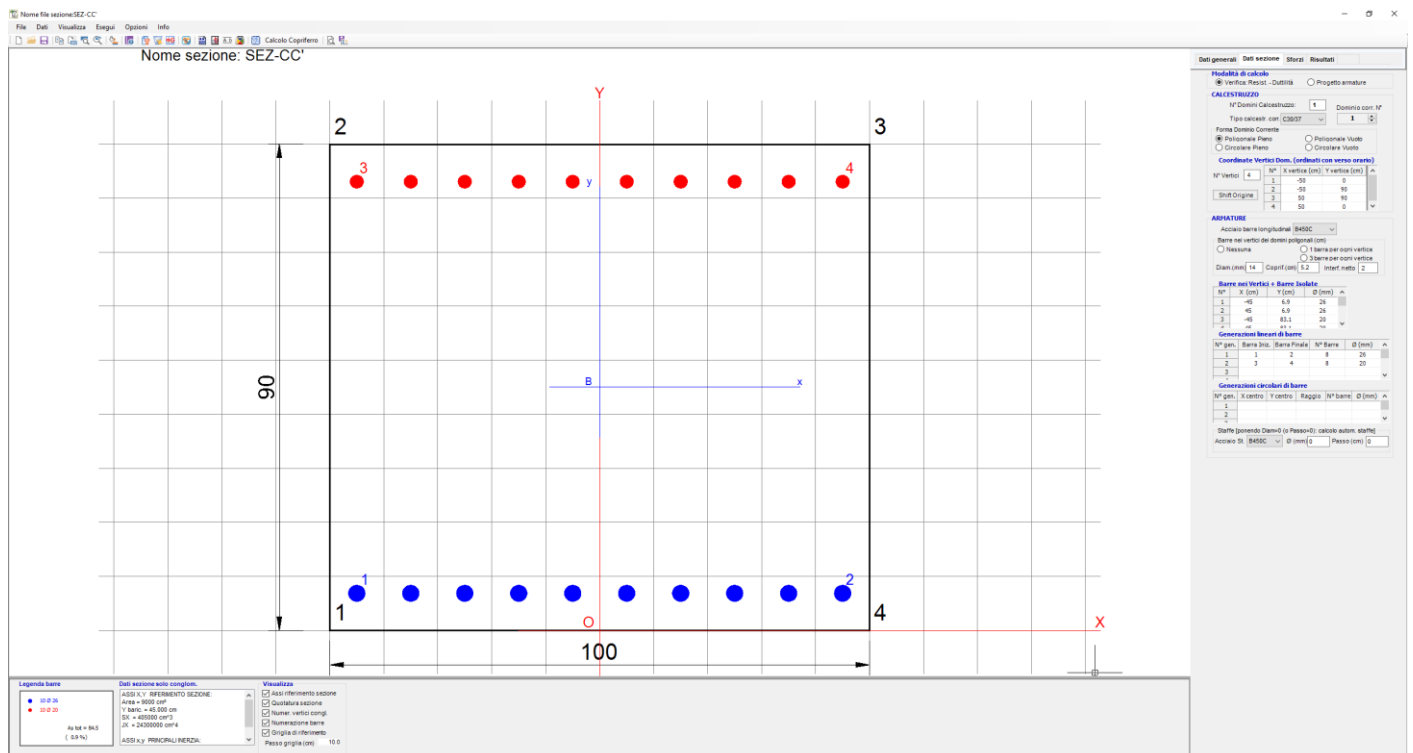


Figura 12.15 – Mensola superiore - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C30/37

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 90.0 |
| 3 | 50.0 | 90.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -45.0 | 6.9 | 26 |
| 2 | 45.0 | 6.9 | 26 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 168 |

| | | | |
|---|-------|------|----|
| 3 | -45.0 | 83.1 | 20 |
| 4 | 45.0 | 83.1 | 20 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 8 | 26 |
| 2 | 3 | 4 | 8 | 20 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1100.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | -850.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 500.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 500.00 (523.15) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 450.00 (523.15) | 0.00 (0.00) |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 169 |

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|---------|-------|---------|----------|------------|
| 1 | S | 0.00 | 1100.00 | 0.00 | 1620.86 | 1.47 | 53.1(14.2) |
| 2 | S | 0.00 | -850.00 | 0.00 | -975.54 | 1.15 | 31.4(14.2) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.120 | -50.0 | 90.0 | 0.00107 | -45.0 | 83.1 | -0.02573 | -45.0 | 6.9 |
| 2 | 0.00350 | 0.088 | -50.0 | 0.0 | 0.00020 | -45.0 | 6.9 | -0.03625 | -45.0 | 83.1 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000351771 | -0.028159357 | 0.120 | 0.700 |
| 2 | 0.000000000 | -0.000478297 | 0.003500000 | 0.088 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 3.98 | -50.0 | 90.0 | -126.2 | 35.0 | 6.9 | 2485 | 53.1 | 10.0 | 1.00 |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 170 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| | |
|----------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} |
| S1 | Esito della verifica |
| S2 | Massima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata |
| k2 | Minima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata |
| k3 | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata |
| Ø | = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica |
| Cf | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ |
| Psi | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa |
| e sm | = $1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96] |
| srm | Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi |
| wk | Distanza media tra le fessure [mm] |
| Mx fess. | Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi |
| My fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm] |

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -2.8 | 0.0 | 0.125 | 26 | 56 | 0.400 | 0.00024 (0.00024) | 193 | 0.079 (0.20) | 523.15 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 3.98 | -50.0 | 90.0 | -126.2 | 35.0 | 6.9 | 2485 | 53.1 | 10.0 | 0.50 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -2.8 | 0.0 | 0.125 | 26 | 56 | 0.453 | 0.00027 (0.00024) | 193 | 0.089 (0.20) | 523.15 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 3.58 | -50.0 | 90.0 | -113.6 | 35.0 | 6.9 | 2485 | 53.1 | 10.0 | 0.50 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -2.5 | 0.0 | 0.125 | 26 | 56 | 0.400 | 0.00022 (0.00022) | 193 | 0.071 (0.20) | 523.15 | 0.00 |

ARMATURA ORIZZONTALE

La mensola superiore del muro di risvolto sarà armata a flessione come segue:

- Armature orizzontali lato terra: $\phi 24/10$ (1°strato) + $\phi 24/20$ (2°strato);
- Armature orizzontali lato impalcato: $\phi 24/10$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 171 |

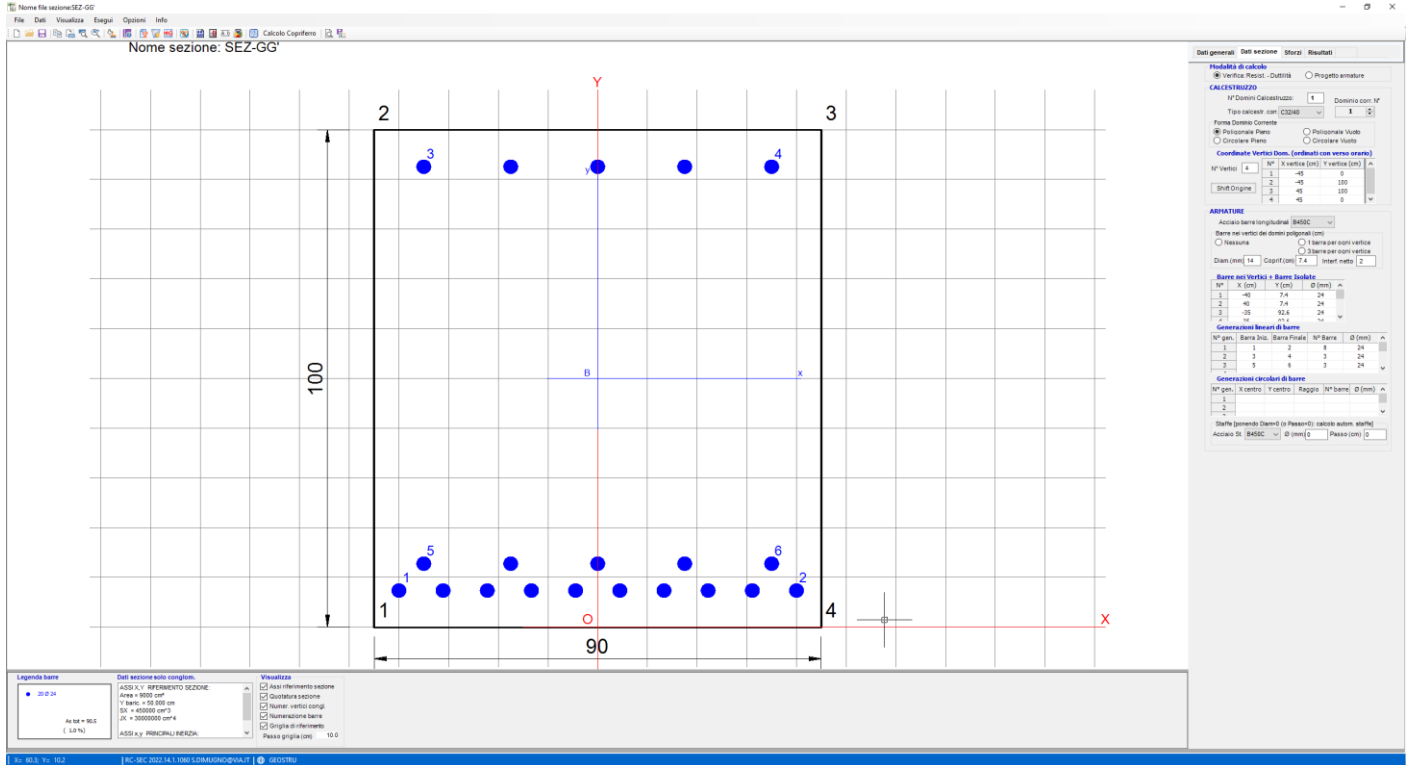


Figura 12.16 – Mensola superiore - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Calcestruzzo: C32/40

| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|-------------|--------|--------|
| 1 | -45.0 | 0.0 |
| 2 | -45.0 | 100.0 |
| 3 | 45.0 | 100.0 |
| 4 | 45.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1 | -40.0 | 7.4 | 24 |
| 2 | 40.0 | 7.4 | 24 |
| 3 | -35.0 | 92.6 | 24 |
| 4 | 35.0 | 92.6 | 24 |
| 5 | -35.0 | 12.8 | 24 |
| 6 | 35.0 | 12.8 | 24 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 172 |

N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 8 | 24 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 24 |
| 3 | 5 | 6 | 3 | 24 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 700.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 400.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 400.00 (621.13) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 355.00 (621.13) | 0.00 (0.00) |

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 173 |

As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|------|--------|-------|---------|----------|----------------|
| 1 | N | 0.00 | 700.00 | 0.00 | 2256.62 | 3.22 | 67.9(14.5) 12) |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | | | | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione | | | | | | | | | |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 | | | | | | | | | |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) | | | | | | | | | |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) | | | | | | | | | |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |

| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 0.00350 | 0.137 | -45.0 | 100.0 | 0.00145 | -35.0 | 92.6 | -0.02212 | -40.0 | 7.4 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | | | | | |
|---------|---|--|--|--|--|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. | | | | |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45 | | | | |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue | | | | |

| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-------|--------|
| 1 | 0.000000000 | 0.000276710 | -0.024170957 | 0.137 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata | | | | | | | | |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa] | | | | | | | | |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) | | | | | | | | |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] | | | | | | | | |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) | | | | | | | | |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre | | | | | | | | |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure | | | | | | | | |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.83 | -45.0 | 100.0 | -75.6 | 31.1 | 7.4 | 1980 | 67.9 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| | | | | | | | | | |
|-------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} | | | | | | | | |
| e1 | Esito della verifica | | | | | | | | |
| e2 | Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata | | | | | | | | |
| k1 | Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata | | | | | | | | |
| kt | = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | |
| k2 | = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2] | | | | | | | | |
| k3 | = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2] | | | | | | | | |
| k4 | = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali | | | | | | | | |
| Ø | = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali | | | | | | | | |
| Cf | Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2] | | | | | | | | |
| e sm - e cm | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa | | | | | | | | |
| | Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] | | | | | | | | |
| | Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC] | | | | | | | | |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 174 |

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00041 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 62 | 0.00022 (0.00022) | 330 | 0.071 (0.20) | 621.13 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.83 | -45.0 | 100.0 | -75.6 | 31.1 | 7.4 | 1980 | 67.9 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00041 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 62 | 0.00022 (0.00022) | 330 | 0.071 (0.20) | 621.13 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | S | 2.51 | -45.0 | 100.0 | -67.1 | 31.1 | 7.4 | 1980 | 67.9 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

| Comb. | Ver | e1 | e2 | k2 | Ø | Cf | e sm - e cm | sr max | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|----------|---------|-------|------|----|-------------------|--------|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -0.00036 | 0.00000 | 0.500 | 24.0 | 62 | 0.00019 (0.00019) | 330 | 0.063 (0.20) | 621.13 | 0.00 |

Come è possibile evincere tutte le verifiche SLU ed SLE sono soddisfatte.

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

12.5.2 Verifiche a taglio

Le verifiche a taglio in assenza di armature trasversali porgono quanto segue:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 175 |

| | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------------|--------------|
| Sollecitazioni di calcolo | Var | unità | Mensola-v Mensola-h | |
| Taglio di calcolo | V_{ed} | kN | 450.0 | 100.0 |

| Dati | Var | unità | | |
|--|---------------|-------|-------|-------|
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 40 | 40 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 33.2 | 33.2 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1.50 | 1.50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 18.8 | 18.8 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391.3 | 391.3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | Var | unità | | |
|-----------------------------|-----|----------------|-------|-------|
| Altezza | H | m | 0.90 | 0.90 |
| Larghezza | B | m | 1.00 | 1.00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 0.90 | 0.90 |
| copriferro | c | m | 0.072 | 0.072 |
| altezza utile della sezione | d | m | 0.83 | 0.83 |

Compressione agente nella sezione

| | | | | |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|
| Sforzo normale di calcolo | N _{Ed} | kN | 0.0 | 0.0 |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | | |
|--|------------------|-----|---------|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl | mmq | 5309 | 4524 |
| Coefficiente k | k | m | 1.49 | 1.49 |
| v _{min} | v _{min} | | 0.4 | 0.4 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0.00641 | 0.00546 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0.00 | 0.00 |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 410.7 | 389.4 |
| | | | N.V | N.V |

Risulta necessario prevedere specifiche armature trasversali.

Si adattano spille $\phi 12$ disposte secondo una maglia 40x40; il numero dei bracci è pari a:

- nbracci: $2/0.40 = 2.5$

Le verifiche porgono quanto segue:

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 176 |

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato V_{Rcd} kN 4673.2 4673.2

Verifica dell'armatura trasversale

| | | | | |
|--|---------------|-----|------|------|
| diametro staffe | f_{sw} | mm | 12 | 12 |
| passo staffe | s_{cp} | m | 0.40 | 0.40 |
| numero di bracci | n_b | | 2.5 | 2.5 |
| Armatura a taglio (staffe) | A_{sw} | mmq | 283 | 283 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | α | deg | 90 | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | θ | deg | 21.8 | 21.8 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | kPa | 0 | 0 |
| coefficiente alpha | α_c | | 1.00 | 1.00 |

| | | | | |
|---|-----------|----|--------|--------|
| Resistenza a "taglio trazione" | V_{Rsd} | kN | 516.5 | 517.6 |
| Resistenza a "taglio compressione" | V_{Rcd} | kN | 2417.1 | 2417.1 |

| | | | | |
|----------------------------|----------|----|-------|-------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 516.5 | 517.6 |
|----------------------------|----------|----|-------|-------|

coeff. di utilizzo **c.u** - 87% 19%

La verifica è soddisfatta.

12.6 Muri di risvolto – Mensola inferiore Spalla SPB sp. 120 cm

I muri di risvolto della spalla SPB hanno spessore della mensola inferiore pari a 1.20 m.

12.6.1 Verifiche a flessione

ARMATURA VERTICALE

Le mensole inferiori dei muri di risvolto saranno armate a flessione allo spiccato come segue:

- Armature verticali lato terra: $\phi 26/10$ (1°strato) + $\phi 26/20$ (2°strato);
- Armature verticali lato esterno: $\phi 26/10$;

La figura seguente illustra le geometrie della sezione esaminata:

LINEA PESCARA – BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

Relazione di calcolo spalle

| | | | | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|----|----|-------|-----|--------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 177 |

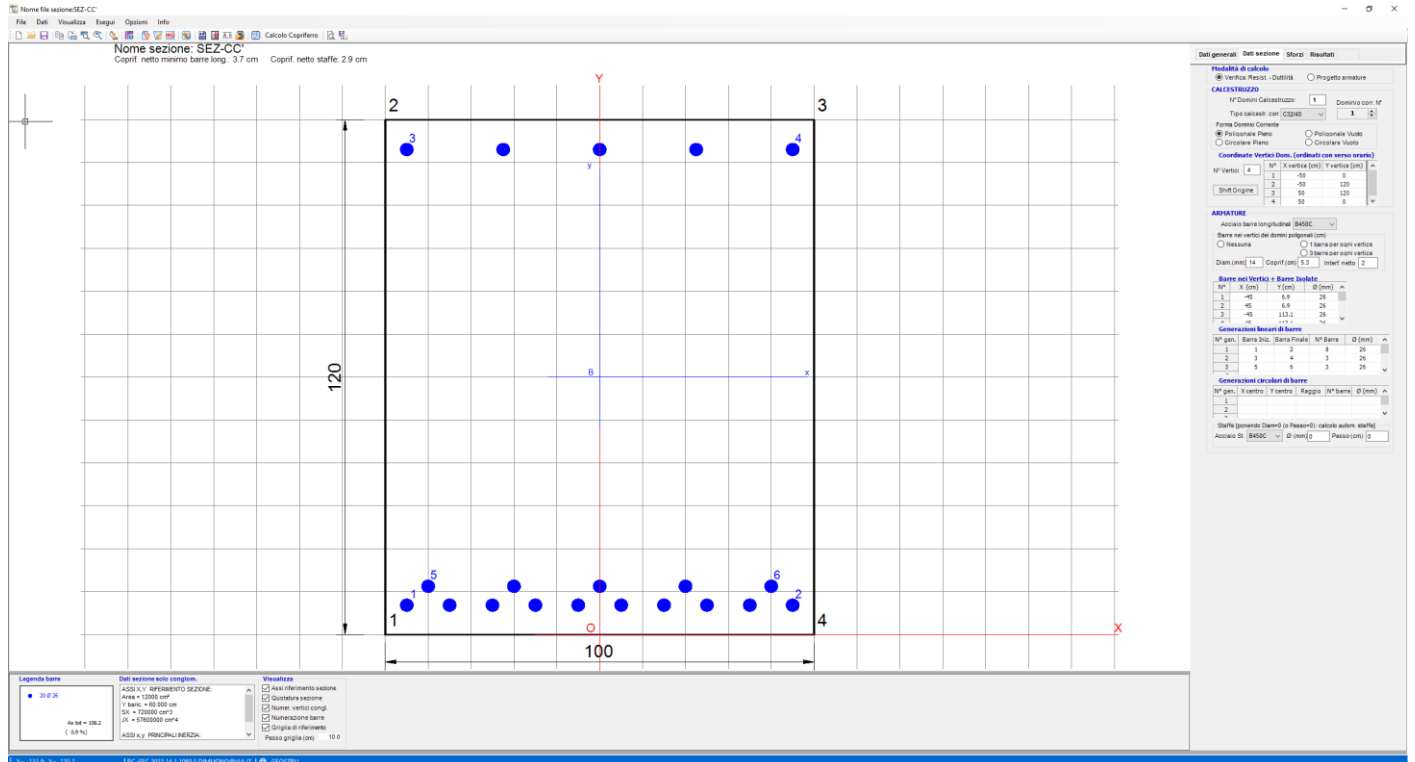


Figura 12.17 – Muro di risvolto Spalla SPB – Mensola inferiore - Geometria sezione di verifica

Le verifiche porgono quanto segue:

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

| | | |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio: | Poligonale | |
| Classe Calcestruzzo: | C32/40 | |
| N° vertice: | X [cm] | Y [cm] |
| 1 | -50.0 | 0.0 |
| 2 | -50.0 | 120.0 |
| 3 | 50.0 | 120.0 |
| 4 | 50.0 | 0.0 |

DATI BARRE ISOLATE

| N° Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ [mm] |
|----------|--------|--------|------------|
| 1 | -45.0 | 7.4 | 26 |
| 2 | 45.0 | 7.4 | 26 |
| 3 | -40.0 | 112.6 | 26 |
| 4 | 40.0 | 112.6 | 26 |
| 5 | -40.0 | 13.0 | 26 |
| 6 | 40.0 | 13.0 | 26 |

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

| | |
|---------------|---|
| N° Gen. | Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre |
| N° Barra Ini. | Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione |
| N° Barra Fin. | Numero della barra finale cui si riferisce la generazione |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 178 |

N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1 | 1 | 2 | 8 | 26 |
| 2 | 3 | 4 | 3 | 26 |
| 3 | 5 | 6 | 3 | 26 |

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N | Mx | Vy |
|---------|------|---------|------|
| 1 | 0.00 | 1500.00 | 0.00 |

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|--------|------|
| 1 | 0.00 | 760.00 | 0.00 |

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 760.00 (977.13) | 0.00 (0.00) |

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|------|-----------------|-------------|
| 1 | 0.00 | 700.00 (977.13) | 0.00 (0.00) |

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 179 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|---|------|---------|-------|---------|----------|----------------|--|--|--|
| As Tesa | Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC] | | | | | | | | | |
| N°Comb | Ver | N | Mx | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Tesa | | | |
| 1 | N | 0.00 | 1500.00 | 0.00 | 3264.18 | 2.18 | 79.6(20.0) 12) | | | |

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

| | | | | | | | | | | |
|--------|--|-------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| ec max | Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione | | | | | | | | | |
| x/d | Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45 | | | | | | | | | |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione) | | | | | | | | | |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.) | | | | | | | | | |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) | | | | | | | | | |
| N°Comb | ec max | x/d | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
| 1 | 0.00350 | 0.117 | -50.0 | 120.0 | 0.00153 | -40.0 | 112.6 | -0.02654 | -45.0 | 7.4 |

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

| | | | | | |
|---------|---|-------------|--------------|-------|--------|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen. | | | | |
| x/d | Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45 | | | | |
| C.Rid. | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue | | | | |
| N°Comb | a | b | c | x/d | C.Rid. |
| 1 | 0.000000000 | 0.000266762 | -0.028511414 | 0.117 | 0.700 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| Ver | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata | | | | | | | | | | |
| Sc max | Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa] | | | | | | | | | | |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) | | | | | | | | | | |
| Ss min | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa] | | | | | | | | | | |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O) | | | | | | | | | | |
| Ac eff. | Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre | | | | | | | | | | |
| As eff. | Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure | | | | | | | | | | |
| D barre | Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure | | | | | | | | | | |
| Beta12 | Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2 | | | | | | | | | | |
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
| 1 | S | 3.43 | -50.0 | 120.0 | -99.1 | 35.0 | 7.4 | 2550 | 79.6 | 7.5 | 1.00 |

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| | | | | | | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm | | | | | | | | | | |
| S1 | Esito della verifica | | | | | | | | | | |
| S2 | Massima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata | | | | | | | | | | |
| k2 | Minima tensione [MPa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata | | | | | | | | | | |
| k3 | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata | | | | | | | | | | |
| Ø | = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica | | | | | | | | | | |
| Cf | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff | | | | | | | | | | |
| Psi | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa | | | | | | | | | | |
| e sm | = 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/S2) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96] | | | | | | | | | | |
| srm | Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi | | | | | | | | | | |
| wk | Distanza media tra le fessure [mm] | | | | | | | | | | |
| Mx fess. | Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi | | | | | | | | | | |
| | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] | | | | | | | | | | |

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 180 |

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -2.3 | 0.0 | 0.125 | 26 | 61 | 0.400 | 0.00019 (0.00019) | 179 | 0.057 (0.20) | 977.13 | 0.00 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 3.43 | -50.0 | 120.0 | -99.1 | 35.0 | 7.4 | 2550 | 79.6 | 7.5 | 0.50 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -2.3 | 0.0 | 0.125 | 26 | 61 | 0.400 | 0.00019 (0.00019) | 179 | 0.057 (0.20) | 977.13 | 0.00 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Ss min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1 | S | 3.16 | -50.0 | 120.0 | -91.3 | 35.0 | 7.4 | 2550 | 79.6 | 7.5 | 0.50 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1 | S2 | k3 | Ø | Cf | Psi | e sm | srm | wk | Mx fess | My fess |
|-------|-----|------|-----|-------|----|----|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1 | S | -2.2 | 0.0 | 0.125 | 26 | 61 | 0.400 | 0.00017 (0.00017) | 179 | 0.053 (0.20) | 977.13 | 0.00 |

Come è possibile evincere tutte le verifiche SLU ed SLE sono soddisfatte.

Le aperture caratteristiche delle fessure e le tensioni massime di lavoro dei materiali sono inferiori ai valori limite imposti dal Manuale RFI (vedi paragrafo 7.1), che risultano maggiormente restrittivi rispetto a quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

12.6.2 Verifiche a taglio

Le verifiche a taglio in assenza di armature trasversali porgono quanto segue:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 181 |

| | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Sollecitazioni di calcolo | Var | unità | Mensola inf - v | Mensola inf - h |
| Taglio di calcolo | V_{ed} | kN | 480.0 | 75.0 |

| | | | | |
|--|---------------|--------------|-------|-------|
| Dati | Var | unità | | |
| Resistenza a compressione cubica caratteristica | Rck | Mpa | 40 | 40 |
| Resistenza a compressione cilindrica caratteristica | fck | Mpa | 33.2 | 33.2 |
| Coefficiente parziale γ_c | γ_c | | 1.50 | 1.50 |
| Coefficiente parziale α_{cc} | α_{cc} | | 0.85 | 0.85 |
| Resistenza a compressione di calcolo | fcd | Mpa | 18.8 | 18.8 |
| Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura | fyk | Mpa | 450 | 450 |
| tensione di calcolo acciaio | fywd | Mpa | 391.3 | 391.3 |

Caratteristiche geometriche sezione

| | | | | |
|-----------------------------|----|----------------|-------|-------|
| Altezza | H | m | 1.20 | 1.20 |
| Larghezza | B | m | 1.00 | 1.00 |
| Area calcestruzzo | Ac | m ² | 1.20 | 1.20 |
| copriferro | c | m | 0.072 | 0.072 |
| altezza utile della sezione | d | m | 1.13 | 1.13 |

Compressione agente nella sezione

| | | | | |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|
| Sforzo normale di calcolo | N _{Ed} | kN | 0.0 | 0.0 |
|---------------------------|-----------------|----|-----|-----|

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

| | | | | |
|--|------------------|-----|---------|---------|
| Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata | Asl | mmq | 7964 | 2261 |
| Coefficiente k | k | m | 1.42 | 1.42 |
| v _{min} | v _{min} | | 0.3 | 0.3 |
| rapporto geometrico di armatura longitudinale | ρ_1 | | 0.00706 | 0.00200 |
| tensione media di compressione nella sezione | σ_{cp} | Mpa | 0.00 | 0.00 |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | V_{Rd} | kN | 550.5 | 361.8 |
| | | | N.V | OK |

Risulta necessario prevedere specifiche armature trasversali.

Si adattano spille $\phi 12$ disposte secondo una maglia 40x40; il numero dei bracci è pari a:

- nbracci: $2/0.40 = 2.5$

Le verifiche porgono quanto segue:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 182 |

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato 6366.4 6366.4

Verifica dell'armatura trasversale

| | | |
|--|------|------|
| diametro staffe | 12 | 12 |
| passo staffe | 0.40 | 0.40 |
| numero di bracci | 2.5 | 2.5 |
| Armatura a taglio (staffe) | 283 | 283 |
| Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave | 90 | 90 |
| Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave | 21.8 | 21.8 |
| tensione media di compressione nella sezione | 0 | 0 |
| coefficiente alpha | 1.00 | 1.00 |

| | | |
|---|---------------|---------------|
| Resistenza a "taglio trazione" | 702.1 | 702.1 |
| Resistenza a "taglio compressione" | 3292.8 | 3292.8 |

| | | |
|----------------------------|--------------|--------------|
| Resistenza a taglio | 702.1 | 702.1 |
|----------------------------|--------------|--------------|

coeff. di utilizzo

68%

11%

La verifica è soddisfatta. Ritegni sismici e baggioli

Le verifiche di seguito riportate riguardano i ritegni sismici longitudinali, atteso che per quanto attiene i baggioli ed i ritegni sismici trasversali, a parità di caratteristiche geometriche ed armature adottate, valgono le verifiche illustrate nella relazione di calcolo delle pile, doc. LI0701EZZCLVI0100003, sottoposte ad azioni sismiche di maggiore intensità.

12.6.3 Ritegni sismici longitudinali

Sono state effettuate le seguenti verifiche:

- Verifica mediante modello "Strut and tie" in accordo al paragrafo C.4.1.2.1.5 della Circolare alle NTC08;
- Verifica a tranciamento delle armature.

A favore di sicurezza, le azioni agenti sui ritegni longitudinali delle spalle sono le stesse considerate per i ritegni longitudinali delle pile:

- Ritegni longitudinali: $H_{Ed} = 10311 / 2 = 5156$ kN;

I ritegni saranno armati con:

- Armature longitudinali: $\phi 26/10 + \phi 26/20$ (accoppiate) disposte su ciascuna faccia;

Modello Strut and tie - si considera il seguente schema di calcolo:

| | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 183 |

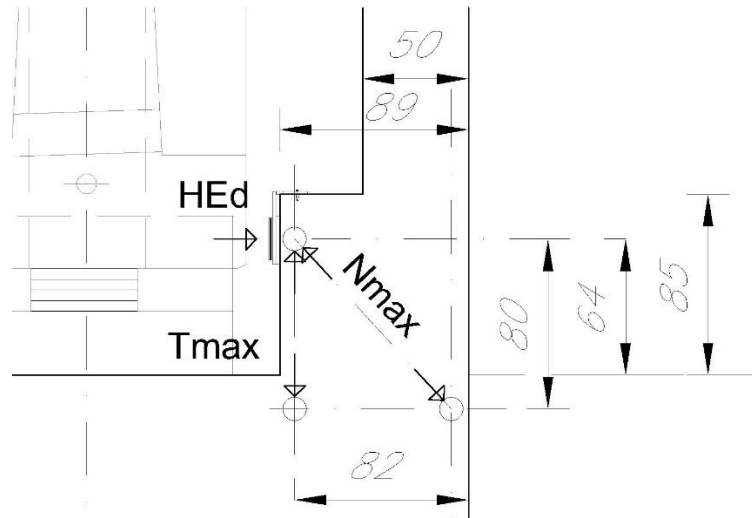


Figura 12.18 – Ritegno longitudinale – Modello di calcolo Strut & Tie

Le verifiche porgono quanto segue:

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA**

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 184 |

VERIFICA RITEGNI LONGITUDINALI

| Dati | Var | unità | |
|--|------|-------|----------------|
| numero dei cuscinetti reagenti | nrit | | 2 |
| Altezza del ritegno sismico | Hr | m | 0.85 |
| Larghezza del ritegno | Br | m | 2.40 |
| Lunghezza del ritegno | Lr | m | 0.89 |
| Resistenza caratteristica a compressione cubica cls | Rck | Mpa | 37 |
| Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls | fck | Mpa | 30 |
| resistenza di calcolo cls | fcd | Mpa | 17.0 |
| resistenza di calcolo acciaio armatura | fyd | MPa | 391 |
| resistenza di calcolo armatura a tranciamento: $(f_yk / 3^{0.5}) / 1.15$ | fyd | MPa | 226 |
| copriferro | c | m | 0.074 |
| Armatura in zona tesa (modello tirante-puntone): | | | |
| 36 | f | 26 | As_t mmq 19113 |
| Armatura complessiva (verifica a tranciamento) | | | |
| 72 | f | 26 | As_t mmq 38227 |

| | | | |
|--|------------|-----------|--------------|
| Azione complessiva esercitata in fase sismica sui ritegni | HEd | kN | 10311 |
|--|------------|-----------|--------------|

Modello di calcolo 1:

Tirante - Pontone

| Dati | var | unità | |
|---|-----------|-------|------|
| Altezza della mensola tozza | h | m | 0.89 |
| distanza tra asse cuscinetto e sezione di incastro (punto applicazione for: | a | m | 0.64 |
| larghezza puntone | b | m | 2.40 |
| larghezza tirante | bt | m | 2.40 |
| altezza della mensola ridotta | d | m | 0.82 |
| lunghezza del tirante | l | m | 0.80 |
| fattore lambda $(l / 0.9d) = \arctan y$ | λ | | 1.09 |
| fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe) | c | | 1.0 |

VERIFICA SLU

| Sollecitazioni massime Combinazione di carico | HEd kN | Tmax kN | Asmin mmq | Nmax kN |
|--|-------------|---------------|--------------|---------------|
| SLU-SIS | 5156 | 5074.6 | 12968 | 6876.1 |
| | | 5074.6 | 12968 | 6876.1 |

| | | | | |
|--|-----------|-----------|---------------|-----|
| Armatura effettivamente adottata: | As | mmq | 19113 | OK! |
| Resistenza del tirante | Rt | kN | 7479.2 | |
| Coefficiente di utilizzo lato acciaio | c.u.acc | | 68% | OK! |
| Resistenza del puntone | Rc | kN | 8986.3 | |
| Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo | c.u.cls | | 77% | OK! |

Verifica a tranciamento

| | var | unità | | |
|--|---------|-------|------|-----|
| Resistenza a tranciamento: $f_yd \times A_s$ | VRd | kN | 8636 | |
| Azione di tranciamento di calcolo | VEd | kN | 5156 | |
| Coefficiente di utilizzo | c.u.acc | | 60% | OK! |

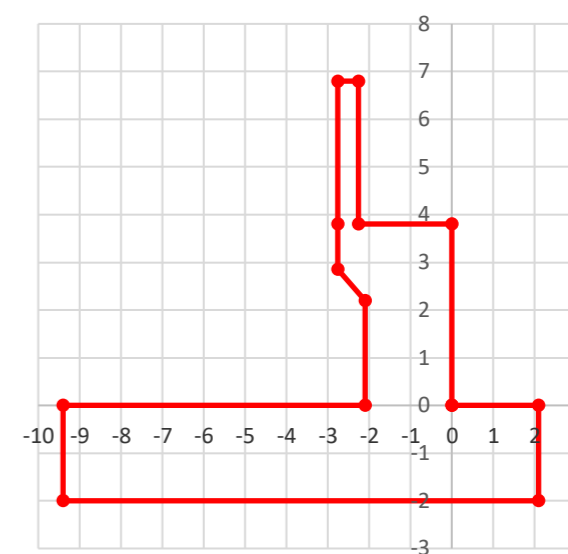
| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| | | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA | | | | | | | | | | |
| Relazione di calcolo spalle | | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 185 |

13.ALLEGATO 1 – SPALLA SPA

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA**Dati e risoluzione della palificata****Caratteristiche geometriche elevazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Lx sup (m) | Lx inf (m) | Ly (m) | h (m) | Dx (m) | Dy (m) | Dz (m) |
|--------------------------------|------------|------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Paragliaia - 1 | 0.50 | 0.50 | 13.70 | 3.00 | -2.25 | 0.00 | 3.80 |
| Muro frontale - 2 | 2.75 | 2.75 | 13.70 | 0.95 | 0.00 | 0.00 | 2.85 |
| Muro frontale - 3 | 2.75 | 2.10 | 13.70 | 0.65 | 0.00 | 0.00 | 2.20 |
| Muro frontale - 4 | 2.10 | 2.10 | 13.70 | 2.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Muro risolto posteriore sx - 1 | 6.65 | 6.65 | 0.50 | 3.12 | -2.75 | -6.60 | 3.80 |
| Muro risolto posteriore sx - 2 | 6.65 | 6.65 | 0.90 | 0.95 | -2.75 | -6.40 | 2.85 |
| Muro risolto posteriore sx - 3 | 6.65 | 7.30 | 0.90 | 0.65 | -2.10 | -6.40 | 2.20 |
| Muro risolto posteriore sx - 4 | 7.30 | 7.30 | 0.90 | 2.20 | -2.10 | -6.40 | 0.00 |
| Muro risolto posteriore dx - 1 | 6.65 | 6.65 | 0.50 | 3.12 | -2.75 | 6.60 | 3.80 |
| Muro risolto posteriore dx - 2 | 6.65 | 6.65 | 0.90 | 0.95 | -2.75 | 6.40 | 2.85 |
| Muro risolto posteriore dx - 3 | 6.65 | 7.30 | 0.90 | 0.65 | -2.10 | 6.40 | 2.20 |
| Muro risolto posteriore dx - 4 | 7.30 | 7.30 | 0.90 | 2.20 | -2.10 | 6.40 | 0.00 |
| Cordolo risolto sx | 6.65 | 6.65 | 0.32 | 0.50 | -2.75 | -6.19 | 6.67 |
| Cordolo risolto dx | 6.65 | 6.65 | 0.32 | 0.50 | -2.75 | 6.19 | 6.67 |
| Orecchia sx - 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | -6.85 | 6.92 |
| Orecchia sx - 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | -6.85 | 6.92 |
| Orecchia dx - 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | 6.85 | 6.92 |
| Orecchia dx - 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | 6.85 | 6.92 |

**Caratteristiche geometriche fondazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Lx (m) | Ly (m) | h (m) | Disx (m) | Disy (m) |
|-----------------------|--------|--------|-------|----------|----------|
| Zattera di fondazione | 11.50 | 20.50 | 2.00 | -2.10 | 0.00 |

Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Hfron | m | Valore |
|-----------------------------------|---------|----------------|--------|
| Altezza complessiva elevazione | Hfron | m | 6.80 |
| Area sezione trasversale | Afron | m ² | 10.31 |
| Volume c.a. | Vfron | mc | 141.23 |
| Xbaricentro | Xg fron | m | -1.37 |
| Ybaricentro | Yg fron | m | 0.00 |
| Zbaricentro | Zg fron | m | 2.50 |
| Dis. spigolo ant. Baric. spiccato | Lxinf/2 | m | 1.05 |

Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risolto +Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Vele | mc | Valore |
|-------------|--------|----|--------|
| Volume c.a. | Vele | mc | 212.55 |
| Xbaricentro | Xg ele | m | -2.89 |
| Ybaricentro | Yg ele | m | 0.00 |
| Zbaricentro | Zg ele | m | 2.67 |

Caratteristiche geometriche complessive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

| Descrizione | Vfon | mc | Valore |
|-------------|--------|----|--------|
| Volume c.a. | Vfon | mc | 471.50 |
| Xbaricentro | Xg fon | m | -5.75 |
| Ybaricentro | Yg fon | m | 0.00 |
| Zbaricentro | Zg fon | m | 1.00 |

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla

| Descrizione | fir | deg | Valore |
|--|------------|-------|--------|
| Angolo d'attrito | fir | deg | 38.0 |
| peso di volume | γ | kN/mc | 20.0 |
| Coefficiente di spinta attiva (Rankine) | ka | | 0.238 |
| Coefficiente di spinta a riposo | k0 | | 0.384 |
| Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo | Tip_spinta | | 2 |
| Coefficiente di spinta di calcolo | K | | 0.384 |

Caratteristiche geometriche complessive rinterro

| Descrizione | Lx sup (m) | Lx inf (m) | Ly (m) | h (m) | Dx (m) | Dy (m) | Dz (m) |
|--------------|------------|------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Rinterro - 1 | 6.65 | 6.65 | 12.70 | 3.00 | -2.75 | 0.00 | 3.80 |
| Rinterro - 2 | 6.65 | 6.65 | 11.90 | 0.95 | -2.75 | 0.00 | 2.85 |
| Rinterro - 3 | 6.65 | 7.30 | 11.90 | 0.65 | -2.10 | 0.00 | 2.20 |
| Rinterro - 4 | 7.30 | 7.30 | 11.90 | 2.20 | -2.10 | 0.00 | 0.00 |

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

| Descrizione | Vrin | mc | Valore |
|-----------------|--------|----|--------|
| Volume rinterro | Vrin | mc | 573.61 |
| Xbaricentro | Xg rin | m | -8.02 |
| Ybaricentro | Yg rin | m | 0.00 |
| Zbaricentro | Zg rin | m | 5.38 |

Dati sovraccarico permanente (ballast) e accidentale ferroviario su terrapieno

| Descrizione | q_ball | kN/mq | Valore |
|--------------------------------------|--------|-------|--------|
| sovraccarico permanente (ballast) | q_ball | kN/mq | 16.0 |
| sovraccarico accidentale ferroviario | Q_acc | kN/mq | 40.0 |
| larghezza di applicazione | Bt_acc | m | 8.60 |

AZIONI DIRETTAMENTE AGENTI SULLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla

| Descrizione | Fzg1 | kN | Valore |
|-----------------------|------|-----|--------|
| Peso proprio spalla | Fzg1 | kN | 17101 |
| Momento longitudinale | Myg1 | kNm | 4063 |
| Momento trasversale | Mxg1 | kNm | 0.0 |

Peso terreno su fondazione

| Descrizione | Fzg2 | kN | Valore |
|-----------------------|------|-----|--------|
| Peso rinterro | Fzg2 | kN | 11472 |
| Momento longitudinale | Myg1 | kNm | -26054 |
| Momento trasversale | Mxg1 | kNm | 0.0 |

Spinta statica del terreno

| Descrizione | Fxg3 | kN | Valore |
|-----------------------------------|------|-----|--------|
| Spinta in direzione longitudinale | Fxg3 | kN | 6101 |
| Momento longitudinale | Myg3 | kNm | 17898 |

Effetti del sovraccarico permanente (ballast)

| Descrizione | Fxgb | kN | Valore |
|-----------------------------------|------|----|--------|
| Spinta in direzione longitudinale | Fxgb | kN | 465 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA**Dati e risoluzione della palificata**

| | | | |
|---|------|-----|-------|
| Carico verticale | Fzgb | kN | 915 |
| Momento longitudinale | Mygb | kNm | -171 |
| Effetti del sovraccarico da traffico ferroviario | | | |
| Spinta in direzione longitudinale | Fxq | kN | 1163 |
| Momento longitudinale | Myq | kNm | 5119 |
| Azioni sismiche | | | |
| parametri sismici | | | |
| Categoria di suolo fondazione | Cat | | D |
| Fattore Ss | | | 1.48 |
| Fattore St | | | 1.0 |
| Fattore S | S | | 1.48 |
| Valore di ag/g | ag/g | | 0.252 |
| fattore bm | βm | | 1.00 |
| Coefficiente sismico orizzontale | kh | | 0.373 |
| Coefficiente sismico verticale | kv | | 0.186 |

| | | |
|---|-----------|---|
| Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no | Tip_spost | 2 |
|---|-----------|---|

K0 Statica e K0 + Wood Sismica - OK**Spinte del terreno in caso sismico (Wood) - ipotesi struttura che non ammette spostamenti (q6.1)**

| | | | |
|---|------|-------|-------|
| peso specifico del terreno | γ | kN/mc | 20.0 |
| Altezza del terrapieno | H | m | 8.80 |
| Incremento di spinta del terreno (compresi effetti ballast) | DP | kN | 9418 |
| altezza di applicazione | H | kN | 4.40 |
| Momento longitudinale | MyDP | kNm | 41439 |

Forze inerziali**Sisma longitudinale**

| | | | |
|---------------------------------|--------|-----|-------|
| Forza orizzontale longitudinale | FxE.2x | kN | 10657 |
| Momento longitudinale | MyE.2x | kNm | 36681 |

Sisma trasversale

| | | | |
|-------------------------------|--------|-----|-------|
| Forza orizzontale trasversale | FyE.2y | kN | 10657 |
| Momento trasversale | MxE.2y | kNm | 36681 |

Sisma verticale

| | | | |
|-----------------------|--------|-----|-------|
| Forza verticale | FzE.2z | kN | 5328 |
| Momento longitudinale | MyE.2z | kNm | -4101 |
| Momento trasversale | MxE.2z | kNm | 0 |

AZIONI ALL'INTRADOSSO FONDAZIONE

| Descrizione condizione di carico | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|---|-------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Permanenti - Peso proprio spalla | G1 | 0 | 0 | 17101 | 0 | 4063 |
| Permanenti - Peso proprio rinterro su mensola posteriore fondazione | G2 | 0 | 0 | 11472 | 0 | -26054 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 465 | 0 | 915 | 0 | -171 |
| Permanenti - Spinta statica del terreno | G3 | 6101 | 0 | 0 | 0 | 17898 |
| Accidentali - sovraccarico da traffico ferroviario su terrapieno | Q | 1163 | 0 | 0 | 0 | 5119 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 20075 | 0 | 0 | 0 | 78120 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 10657 | 0 | 36681 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 5328 | 0 | -4101 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA
Azioni trasmesse dall'impalcato

| DATI GEOMETRICI | Var | unità |
|--|--------|---------|
| Impalcato | | |
| numero dei binari | n | 2 |
| Larghezza impalcato | Bimp | m 13.70 |
| Altezza impalcato da p.f. a intradosso | Himp1 | m 3.28 |
| Altezza impalcato da p.f. + barriere antirumore/convoglio ferroviario a intradosso | Himp2 | m 7.72 |
| Altezza baricentro impalcato da intradosso | Himp3 | m 1.38 |
| Campata | | |
| Vincolo azioni orizzontali longitudinali su spalla (0 = mobile, 1 = fisso) | VincC1 | 1 |
| Lunghezza complessiva campata | Lcamp1 | m 25.00 |
| Luce di calcolo in asse appoggi campata | Lcalc1 | m 22.80 |
| Distanza tra estremità campata ed asse appoggi | Dapp1 | m 1.10 |
| Impalcato - pendenza trasversale estradosso | ptrasv | % 1.50% |
| Impalcato - spessore minimo soletta | Bs1 | m 0.31 |
| Impalcato - spessore massimo soletta | Bs2 | m 0.40 |
| Impalcato - spessore medio soletta | Bsm | m 0.36 |
| Impalcato - eccentricità trasversale travi | etg1t | m 0.00 |
| Impalcato - eccentricità trasversale soletta | etg1s | m 0.00 |

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO
Gk - AZIONI PERMANENTI

| G1 - AZIONI PERMANENTI - PESO PROPRIO | Var | unità |
|--|-------------|--------------|
| Impalcato - peso proprio al ml | gk1,a | kN/m 256.38 |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | HI | Ht |
| | [kN] | [kN] |
| | N | Mt |
| | [kN] | [kNm] |
| | MI | [kNm] |
| Peso proprio impalcato | 0 | 0 |
| G1 - Totale Peso proprio | 0 | 0 |

| G2 - AZIONI PERMANENTI - NON STRUTTURALI | Var | unità |
|--|-------------|--------------|
| Peso cordoli laterali = 2 x 0.82 x 0.21 x 25.0 | gk2,c | kN/m 8.61 |
| Peso muretti paraballast = 2 x 0.16 x 25 | gk2,p | kN/m 8.00 |
| Peso canaline portacavi = 2 x 3.00 | gk2 | kN/m 6.00 |
| Peso barriere antirumore = 2 x 15.00 | gk2,r | kN/m 30.00 |
| Peso massetto e opere di finitura zona pedonale = 2 x 0.05 x (1.73+4.05) x 2 | gk2,m | kN/m 13.87 |
| Peso velette (sp. 10 cm) = 2 x 4.75 | gk2,v | kN/m 9.50 |
| Sommano | gk2 | kN/m 75.98 |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | HI | Ht |
| | [kN] | [kN] |
| | N | Mt |
| | [kN] | [kNm] |
| | MI | [kNm] |
| Permanenti portati impalcato | 0 | 0 |
| G2 - Totale Permanenti non strutturali | 0 | 0 |

| GB - AZIONI PERMANENTI - BALLAST | Var | unità |
|--|-------------|--------------|
| Peso ballast + armamento = 8.20 x 0.80 x 20.0 | gkB | kN/m 131.20 |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | HI | Ht |
| | [kN] | [kN] |
| | N | Mt |
| | [kN] | [kNm] |
| | MI | [kNm] |
| Peso Ballast + armamento | 0 | 0 |
| GB - Totale Permanenti Ballast | 0 | 0 |

Qk - AZIONI LEGATE AL TRANSITO DEI TRENI

| AZIONI VARIABILI - CARICHI VERTICALI | Var | unità |
|--|-----------------|---------|
| Carico LM71 | α_{LM71} | 1.10 |
| Carico SW2 | $\alpha_{SW/2}$ | 1.00 |
| Coefficiente dinamico - linee con ridotto standard manutentivo | Φ_{3-c1} | 1.000 |
| binario 1 - eccentricità trasversale | et1a | m 2.00 |
| binario 2 - eccentricità trasversale | et1a | m -2.00 |

2 binari caricati

| Modello di carico SW/2 | RA | et | HI | Ht | N | Mt | MI |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| c. distr. Da 150 kN/m - bin.1 | 1875 | 2.00 | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |
| c. distr. Da 150 kN/m - bin.1 | 0 | 2.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1875 | | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |
| | RA | et | HI | Ht | N | Mt | MI |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA
Azioni trasmesse dall'impalcato

| Modello di carico LM71 | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
|------------------------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|
| asse 1 da 250 kN- bin. 2 | 262 | -1.92 | 0 | 0 | 288 | -554 | 0 |
| asse 2 da 250 kN- bin. 2 | 245 | -1.92 | 0 | 0 | 269 | -516 | 0 |
| asse 3 da 250 kN- bin. 2 | 227 | -1.92 | 0 | 0 | 250 | -479 | 0 |
| asse 4 da 250 kN- bin. 2 | 209 | -1.92 | 0 | 0 | 230 | -442 | 0 |
| c. distr. da 80 kN/m - bin.2 | 588 | -1.92 | 0 | 0 | 646 | -1241 | 0 |
| | 1531 | | 0 | 0 | 1684 | -3233 | 0 |

| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Qv1 - 2 binari caricati - Totale Carico | 0 | 0 | 3559 | 517 | 0 |

1 binario caricato - SW/2

| Modello di carico SW/2 | RA [kN] | et [m] | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| c. distr. Da 150 kN/m - bin.1 | 1875 | 2.00 | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |
| Qv2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |

1 binario caricato - LM71

| Modello di carico LM71 | RA [kN] | et [m] | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| asse 1 da 250 kN- bin. 1 | 262 | 2.08 | 0 | 0 | 288 | 600 | 0 |
| asse 2 da 250 kN- bin. 1 | 245 | 2.08 | 0 | 0 | 269 | 559 | 0 |
| asse 3 da 250 kN- bin. 1 | 227 | 2.08 | 0 | 0 | 250 | 519 | 0 |
| asse 4 da 250 kN- bin. 1 | 209 | 2.08 | 0 | 0 | 230 | 479 | 0 |
| c. distr. da 80 kN/m - bin.1 | 588 | 2.08 | 0 | 0 | 646 | 1344 | 0 |
| Qv3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 1684 | 3501 | 0 |

AZIONI VARIABILI - CARICHI ORIZZONTALI - FORZA CENTRIFUGA

| | Var | unità | |
|--|-------|-------|------|
| Raggio di curvatura tracciato (0 per tracciato in rettilineo) | R | m | 3700 |
| Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato | hcent | m | 5.08 |

| 2 binari caricati | Qvk+qvk [kN] | Lf [m] | V [km/h] | f | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-----------------|-----------|-------------|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1875 | 23.90 | 100 | 1.00 | 0 | 40 | 0 | 203 | 0 |
| Modello di carico LM71 | 1531 | 23.90 | 200 | 0.70 | 0 | 91 | 0 | 461 | 0 |
| Qt1 - 2 binari caricati - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 131 | 0 | 663 | 0 |

| 1 binario Caricato - SW/2 | Qvk+qvk [kN] | Lf [m] | V [km/h] | f | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-----------------|-----------|-------------|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1875 | 25.00 | 100 | 1.00 | 0 | 40 | 0 | 203 | 0 |
| Qt2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 203 | 0 |

| 1 binario caricato - LM71 | Qvk+qvk [kN] | Lf [m] | V [km/h] | f | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-----------------|-----------|-------------|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico LM71 | 1531 | 23.90 | 200 | 0.70 | 0 | 91 | 0 | 461 | 0 |
| Qt3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 | 0 | 461 | 0 |

AZIONI VARIABILI - CARICHI ORIZZONTALI - SERPEGGIO

| | Var | unità | |
|--|-------|-------|------|
| Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato | hserp | m | 3.28 |

| 2 binari caricati | α | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1.00 | 0 | 100 | 0 | 328 | 0 |
| Modello di carico LM71 | 1.10 | 0 | 110 | 0 | 361 | 0 |
| Qs1 - 2 binari caricati - Totale Carico | 0 | 0 | 210 | 0 | 689 | 0 |

| 1 binario caricato - SW/2 | α | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1.00 | 0 | 100 | 0 | 328 | 0 |
| Qs2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | 0 | 0 | 100 | 0 | 328 | 0 |

| 1 binario caricato - LM71 | α | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico LM71 | 1.10 | 0 | 110 | 0 | 361 | 0 |
| Qs3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | 0 | 0 | 110 | 0 | 361 | 0 |

AZIONI VARIABILI - CARICHI ORIZZONTALI - AVVIAMENTO E FRENATURA (CON EFFETTI D'INTERAZIONE)

| | Var | unità | |
|--|--------|-------|------|
| Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato | hav,fr | m | 0.00 |

| 2 binari caricati | L [m] | Qla,bk [kN] | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|-------------------|----------|----------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
|-------------------|----------|----------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA
Azioni trasmesse dall'impalcato

| | | | | | | | | |
|--|-------|-----|------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Modello di carico SW/2 (Frenatura) | 25.00 | 875 | 1.00 | 875 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Modello di carico LM71 (Avviamento) | 25.00 | 908 | 1.00 | 908 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Qf1 - 2 binari caricati - Totale Carico | | | | 1783 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 1 binario caricato | L [m] | Qla,bk [kN] | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-------|-------------|------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Modello di carico SW/2 (Frenatura) | 25.00 | 875 | 1.00 | 875 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Qf2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | | | | 875 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 1 binario caricato | L [m] | Qla,bk [kN] | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-------|-------------|------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Modello di carico LM71 (Avviamento) | 25.00 | 908 | 1.00 | 908 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Qf3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | | | | 908 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| AZIONI VARIABILI - GRUPPI DI CARICO | | | | |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| Gruppo di carico | Carico verticale | frenatura ed avviamento | centrifuga | serpeggio |
| gr.1 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1.0 |
| gr.3-1 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| gr.3-2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| gr.4-1 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| gr.4-2 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

| Qk - Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|-------------|------------|-------------|-------------|----------|
| 2 binari caricati | gr.1 - a | 891 | 341 | 3559 | 1870 | 0 |
| | gr.3-1 - a | 1783 | 170 | 3559 | 1193 | 0 |
| | gr.3-2 - a | 1783 | 170 | 1779 | 935 | 0 |
| | gr.4-2 - a | 1070 | 204 | 2135 | 1122 | 0 |
| 1 binario caricato - SW/2 | gr.1 - b | 438 | 140 | 1875 | 4281 | 0 |
| | gr.3-1 - b | 875 | 70 | 1875 | 4015 | 0 |
| | gr.3-2 - b | 875 | 70 | 938 | 2140 | 0 |
| | gr.4-1 - b | 700 | 112 | 1500 | 3425 | 0 |
| 1 binario caricato - LM71 | gr.1 - c | 454 | 201 | 1684 | 4323 | 0 |
| | gr.3-1 - c | 908 | 100 | 1684 | 3912 | 0 |
| | gr.3-2 - c | 908 | 100 | 842 | 2161 | 0 |
| | gr.4-1 - c | 726 | 161 | 1347 | 3458 | 0 |
| Massimi gr.1 - 3 | | 1783 | 341 | 3559 | 4323 | 0 |
| Massimi gr.4 | | 1070 | 204 | 2135 | 3458 | 0 |

Wk - AZIONI DOVUTE AL VENTO

| AZIONI CLIMATICHE - CARICHI ORIZZONTALI - VENTO | | | | Var | unità |
|--|--|-----------|-------|-----|-------|
| Zona del territorio italiano | | Zona | | | 3 |
| parametro vb,0 | | vb0 | m/sec | | 27.0 |
| parametro a0 | | a0 | m | | 27.0 |
| parametro ks | | ks | | | 0.4 |
| altitudine del viadotto s.l.m. | | as | m | | 13 |
| velocità di riferimento vb | | vb | m/sec | | 27.0 |
| pressione cinetica del vento | | qb | kN/m2 | | 0.46 |
| Classe di rugosità del terreno | | | | | C |
| Categoria di esposizione del sito | | | | | II |
| coefficiente kr | | kr | | | 0.19 |
| altezza di riferimento z0 | | z0 | m | | 0.05 |
| altezza di riferimento zmin | | zmin | m | | 4.00 |
| altezza dal suolo z | | z | m | | 13.1 |
| coefficiente di topografia | | ct | | | 1.0 |
| coefficiente di esposizione ce(z) | | ce | | | 2.53 |
| coefficiente dinamico cd | | cd | | | 1.00 |
| Larghezza complessiva impalcato | | b | m | | 13.70 |
| Lunghezza complessiva viadotto | | Ltot | m | | 1175 |
| Altezza travi (media per impalcato variabile) | | ht | m | | 2.10 |
| Altezza soletta | | hsol+cord | m | | 0.30 |
| Altezza cordolo da estradosso soletta | | hcord | m | | 0.22 |
| altezza complessiva impalcato | | d | m | | 2.62 |
| Altezza di riferimento barriere antirumore | | d1 | m | | 5.10 |
| Altezza travi in asse appoggi | | htr_max | m | | 2.10 |
| Vento ad impalcato scarico | | | | | |
| Altezza complessiva impalcato scarico (superficie esposta + non esposta) | | dtot,s | m | | 12.82 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA
Azioni trasmesse dall'impalcato

coefficiente di forma cp impalcato scarico cp,s 2.20
 pressione del vento su impalcato scarico pw,s kN/m2 2.53

| | L | Hw | Fw,k | hws,1 | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|-------|------|------|-------|----------|------------|----------|-------------|----------|
| | [m] | [m] | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impal | | | | | | | | | |
| Azioni su superficie esposta | 12.50 | 7.72 | 244 | 3.86 | 0 | 244 | 0 | 942 | 0 |
| Azioni su barriera non esposta | 12.50 | 5.10 | 161 | 5.17 | 0 | 161 | 0 | 833 | 0 |
| Fw1 - Totale Vento ad impalcato scarico | | | | | 0 | 405 | 0 | 1775 | 0 |

Vento ad impalcato carico

Altezza di calcolo impalcato carico dtot,c m 7.28
 coefficiente di forma cp impalcato carico cp,c 1.95
 pressione del vento su impalcato carico pw,c kN/m2 2.24

| | L | H | Fw,k | hws,1 | HI | Ht | N | Mt | MI |
|---|-------|------|------|-------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | [m] | [m] | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impal | | | | | | | | | |
| Azioni su superficie esposta | 12.50 | 7.28 | 204 | 3.64 | 0 | 204 | 0 | 744 | 0 |
| Azioni su superficie del treno | 12.50 | 4.00 | 22 | 5.28 | 0 | 22 | 0 | 119 | 0 |
| Fw2 - Totale Vento ad impalcato carico | | | | | 0 | 227 | 0 | 862 | 0 |

Ik - AZIONI INDIRETTE

AZIONI INDIRETTE - RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI

coefficiente d'attrito appoggi mobili (porre = 0 se considerati effetti d'interazione treno-binario) f 3.0%
 Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato hav,fr m 0.00

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|---|------|------|------|------------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi permanenti | 5795 | 1.00 | 174 | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,g - resistenze parassite carichi permanenti | | | | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|------|------|------|------------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 2 binari caricati | 3559 | 1.00 | 107 | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,q1 - 2 binari caricati - Totale Carico | | | | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|------|------|------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 1 binario caricato - SW/2 | 1875 | 1.00 | 56 | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,q2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | | | | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|---|------|------|------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 1 binario caricato - LM71 | 1684 | 1.00 | 51 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,q3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico su due campate | | | | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ak - AZIONI ECCEZIONALI

AZIONI ECCEZIONALI - URTI DA VETTORI STRADALI

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Ak - Totale Urti da vettori stradali | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

E - AZIONI SISMICHE

DATI PER ANALISI SISMICHE

| | Var | unità | |
|---|------------------|--------------------|-------|
| Accelerazione al suolo | ag | g | 0.252 |
| Parametro F ₀ | F ₀ | [-] | 2.443 |
| Tempo T _c * | T _c * | sec | 0.343 |
| Parametro F _v | F _v | | 1.65 |
| accelerazione al suolo | ag | m/sec ² | 2.47 |
| Categoria di Sottosuolo | Cat_S | | D |
| Parametro S _s | S _s | | 1.48 |
| Parametro C _c | C _c | | 2.13 |
| Categoria topografica | Cat_T | | T1 |
| Parametro S _T | S _T | | 1.00 |
| Parametro S | S | | 1.48 |
| coefficiente sismico orizzontale di ancoraggio al suolo | kh = amax = ag S | | 0.37 |
| coefficiente sismico verticale | kv = kh / 2 | | 0.19 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA
Azioni trasmesse dall'impalcato

| ANALISI SISMICA AGLI SLV - DIREZIONE LONGITUDINALE | | Var | unità |
|---|--|--------|------------|
| Peso impalcato: Pimp_L = Pimp_Camp + 0.2 Qc1 | | Pimp_l | kN 12849.6 |
| * N.B. La massa dell'impalcato si considera solo per appoggio fisso | | | |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|------|------|------|-------|-------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Sisma longitudinale | 4780 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| ANALISI SISMICA AGLI SLV - DIREZIONE TRASVERSALE | | Var | unità |
|--|--|---------|-----------|
| Peso impalcato + 20% sovr. accidentale: Pimp_t = Pimp + 0.2 Qc1 | | Pimp_t | kN 6424.8 |
| altezza del centro di massa rispetto all'intradosso dell'impalcato | | Hcm_imp | m 2.23 |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|------|------|------|-------|-------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Sisma trasversale | 0 | 2390 | 0 | 5325 | 0 |

| SISMA VERTICALE AGLI SLV - AZIONI TRASMESSE DALLE STRUTTURE DI IMPALCATO | | Var | unità |
|--|--|--------|-----------|
| Peso impalcato + 20% sovr. accidentale: Pimp_t = Pimp + 0.2 Qc1 | | Pimp_t | kN 6424.8 |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Sisma verticale | 0 | 0 | 1195 | 0 | 0 |

RIEPILOGO AZIONI TRASMESSE ALLA SPALLA
AZIONI ALL'INTRADOSO DELL'IMPALCATO

| Descrizione condizione di carico | | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|--------------|------|------|------|-------|-------|
| | | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 3205 | 0 | 0 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 950 | 0 | 0 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 0 | 0 | 1640 | 0 | 0 |
| Permanenti - Spinte idrauliche | Gw | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 891 | 341 | 3559 | 1870 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 1783 | 170 | 3559 | 1193 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 1783 | 170 | 1779 | 935 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 1070 | 204 | 2135 | 1122 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 438 | 140 | 1875 | 4281 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 875 | 70 | 1875 | 4015 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 875 | 70 | 938 | 2140 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 700 | 112 | 1500 | 3425 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 454 | 201 | 1684 | 4323 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 908 | 100 | 1684 | 3912 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 908 | 100 | 842 | 2161 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 726 | 161 | 1347 | 3458 | 0 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 1775 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 862 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 4780 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 2390 | 0 | 5325 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 1195 | 0 | 0 |

AZIONI ALLO SPICCATO = ESTRADOSO FONDAZIONE

| | | | |
|---|----|---|------|
| Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni | DH | m | 7.30 |
| Distanza asse appoggi - baricentro muro frontale in direzione longitudinale (positiva se verso impalcato) | DL | m | 0.10 |
| Distanza asse impalcato - asse fondazione in direzione trasversale (positiva se verso destra) | Dt | m | 0.00 |

| Descrizione condizione di carico | | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|--------------|------|------|------|-------|-------|
| | | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 3205 | 0 | 320 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 950 | 0 | 95 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 0 | 0 | 1640 | 0 | 164 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 891 | 341 | 3559 | 4356 | 6862 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 1783 | 170 | 3559 | 2436 | 13368 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 1783 | 170 | 1779 | 2178 | 13190 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 1070 | 204 | 2135 | 2613 | 8021 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 438 | 140 | 1875 | 5302 | 3381 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 875 | 70 | 1875 | 4526 | 6575 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 875 | 70 | 938 | 2651 | 6481 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA
Azioni trasmesse dall'impalcato

| | | | | | | |
|--|--------------|------|------|------|-------|-------|
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 700 | 112 | 1500 | 4242 | 5260 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 454 | 201 | 1684 | 5788 | 3481 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 908 | 100 | 1684 | 4645 | 6793 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 908 | 100 | 842 | 2894 | 6709 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 726 | 161 | 1347 | 4630 | 5434 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 4733 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 2517 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 1269 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 779 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 411 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 369 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 4780 | 0 | 0 | 0 | 34891 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 2390 | 0 | 22771 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 1195 | 0 | 119 |

AZIONI ALL'INTRADOSSO FONDAZIONE

| | | | |
|--|----|---|------|
| Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni | DH | m | 9.30 |
| Distanza asse appoggi - baricentro fondazione in direzione longitudinale (positiva se verso impalcato) | DI | m | 2.70 |
| Distanza asse impalcato - asse fondazione in direzione trasversale (positiva se verso destra) | Dt | m | 0.00 |

| Descrizione condizione di carico | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|--------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 3205 | 0 | 8653 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 950 | 0 | 2564 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 0 | 0 | 1640 | 0 | 4428 |
| Permanenti - Spinte idrauliche | Gw | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 891 | 341 | 3559 | 5037 | 17897 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 1783 | 170 | 3559 | 2777 | 26185 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 1783 | 170 | 1779 | 2518 | 21381 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 1070 | 204 | 2135 | 3022 | 15711 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 438 | 140 | 1875 | 5582 | 9131 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 875 | 70 | 1875 | 4666 | 13200 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 875 | 70 | 938 | 2791 | 10669 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 700 | 112 | 1500 | 4466 | 10560 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 454 | 201 | 1684 | 6189 | 8765 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 908 | 100 | 1684 | 4845 | 12985 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 908 | 100 | 842 | 3095 | 10713 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 726 | 161 | 1347 | 4951 | 10388 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 5543 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 2971 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 1617 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 993 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 523 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 470 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 4780 | 0 | 0 | 0 | 44451 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 2390 | 0 | 27551 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 1195 | 0 | 3226 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPA

Risoluzione della palificata

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 10 | 2 | 1664 | 1671 | 1648 | 1640 | 1643 | 1636 | 1636 | 1640 | 1634 | |
| 11 | 3 | 3497 | 3527 | 3482 | 3435 | 3451 | 3421 | 3433 | 3448 | 3421 | |
| 12 | 3 | 3347 | 3381 | 3335 | 3284 | 3301 | 3275 | 3281 | 3298 | 3274 | |
| 13 | 3 | 3197 | 3234 | 3189 | 3133 | 3151 | 3128 | 3129 | 3148 | 3126 | |
| 14 | 3 | 3047 | 3087 | 3042 | 2982 | 3002 | 2981 | 2977 | 2998 | 2979 | |
| 15 | 3 | 2896 | 2940 | 2896 | 2831 | 2852 | 2834 | 2825 | 2848 | 2832 | |
| Nmax | | 3497 | 3527 | 3482 | 3435 | 3451 | 3421 | 3433 | 3448 | 3421 | 3527 |
| Nmin | | 432 | 402 | 401 | 449 | 434 | 438 | 447 | 432 | 436 | 401 |
| TAGLIO | | | | | | | | | | | |
| taglio VI | | 975 | 987 | 987 | 969 | 974 | 974 | 969 | 975 | 975 | |
| taglio Vt | | 265 | 263 | 263 | 263 | 262 | 262 | 264 | 262 | 262 | |
| V | | 1011 | 1022 | 1022 | 1004 | 1009 | 1009 | 1004 | 1009 | 1009 | 1022 |

CARICO ASSIALE

SLE-CARATTERISTICA

| PALO | FILA | Qk | | | | | | | | | | Fw |
|---------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | 1868 | 1650 | 1635 | 1969 | 1865 | 1831 | 1975 | 1861 | 1829 | 2146 | |
| 2 | 1 | 1818 | 1617 | 1603 | 1915 | 1817 | 1797 | 1916 | 1812 | 1793 | 2104 | |
| 3 | 1 | 1767 | 1583 | 1571 | 1860 | 1770 | 1763 | 1857 | 1763 | 1757 | 2063 | |
| 4 | 1 | 1717 | 1549 | 1539 | 1806 | 1722 | 1730 | 1798 | 1714 | 1721 | 2022 | |
| 5 | 1 | 1666 | 1515 | 1507 | 1751 | 1674 | 1696 | 1739 | 1665 | 1685 | 1981 | |
| 6 | 2 | 2690 | 2657 | 2535 | 2586 | 2573 | 2482 | 2583 | 2563 | 2481 | 2434 | |
| 7 | 2 | 2640 | 2623 | 2503 | 2532 | 2525 | 2449 | 2523 | 2514 | 2444 | 2393 | |
| 8 | 2 | 2589 | 2589 | 2471 | 2477 | 2477 | 2415 | 2464 | 2464 | 2408 | 2352 | |
| 9 | 2 | 2539 | 2556 | 2439 | 2423 | 2429 | 2381 | 2405 | 2415 | 2372 | 2311 | |
| 10 | 2 | 2488 | 2522 | 2407 | 2368 | 2382 | 2347 | 2346 | 2366 | 2336 | 2270 | |
| 11 | 3 | 3513 | 3664 | 3434 | 3203 | 3280 | 3134 | 3190 | 3264 | 3132 | 2723 | |
| 12 | 3 | 3462 | 3630 | 3402 | 3149 | 3232 | 3100 | 3131 | 3215 | 3096 | 2723 | |
| 13 | 3 | 3412 | 3596 | 3371 | 3094 | 3185 | 3066 | 3072 | 3166 | 3059 | 2641 | |
| 14 | 3 | 3361 | 3562 | 3339 | 3040 | 3137 | 3032 | 3013 | 3117 | 3023 | 2600 | |
| 15 | 3 | 3311 | 3528 | 3307 | 2985 | 3089 | 2998 | 2954 | 3068 | 2987 | 2559 | |
| Nmax | | 3513 | 3664 | 3434 | 3203 | 3280 | 3134 | 3190 | 3264 | 3132 | 2723 | 3664 |
| Nmin | | 1666 | 1515 | 1507 | 1751 | 1674 | 1696 | 1739 | 1665 | 1685 | 1981 | 1507 |
| TAGLIO | | | | | | | | | | | | |
| taglio VI | | 593 | 653 | 653 | 560 | 589 | 589 | 561 | 591 | 591 | 449 | |
| taglio Vt | | 32 | 20 | 20 | 18 | 14 | 14 | 22 | 16 | 16 | 27 | |
| V | | 594 | 653 | 653 | 560 | 589 | 589 | 561 | 591 | 591 | 450 | 653 |

CARICO ASSIALE

SLE-FREQUENTE

SLE-QP

| PALO | FILA | Qk | | | | | | | | | | SLE-QP | | |
|---------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | 1957 | 1826 | 1817 | 1801 | 1993 | 1910 | 1883 | 1898 | 1998 | 1907 | 1882 | 1900 | 2063 |
| 2 | 1 | 1921 | 1801 | 1792 | 1765 | 1947 | 1869 | 1853 | 1852 | 1948 | 1865 | 1850 | 1850 | 2063 |
| 3 | 1 | 1886 | 1775 | 1768 | 1730 | 1901 | 1828 | 1823 | 1806 | 1898 | 1823 | 1818 | 1800 | 2063 |
| 4 | 1 | 1850 | 1750 | 1744 | 1694 | 1854 | 1788 | 1794 | 1759 | 1848 | 1781 | 1787 | 1750 | 2063 |
| 5 | 1 | 1814 | 1724 | 1719 | 1658 | 1808 | 1747 | 1764 | 1713 | 1798 | 1739 | 1755 | 1700 | 2063 |
| 6 | 2 | 2566 | 2546 | 2472 | 2566 | 2545 | 2534 | 2462 | 2545 | 2542 | 2526 | 2460 | 2542 | 2352 |
| 7 | 2 | 2530 | 2520 | 2448 | 2530 | 2498 | 2493 | 2432 | 2498 | 2492 | 2484 | 2429 | 2492 | 2352 |
| 8 | 2 | 2495 | 2495 | 2423 | 2495 | 2452 | 2452 | 2402 | 2452 | 2442 | 2442 | 2397 | 2442 | 2352 |
| 9 | 2 | 2459 | 2469 | 2399 | 2459 | 2406 | 2411 | 2372 | 2406 | 2392 | 2400 | 2366 | 2392 | 2352 |
| 10 | 2 | 2423 | 2443 | 2375 | 2423 | 2360 | 2370 | 2343 | 2360 | 2342 | 2358 | 2334 | 2342 | 2352 |
| 11 | 3 | 3175 | 3265 | 3128 | 3331 | 3096 | 3158 | 3040 | 3191 | 3086 | 3145 | 3039 | 3184 | 2641 |
| 12 | 3 | 3139 | 3240 | 3103 | 3295 | 3050 | 3117 | 3011 | 3145 | 3036 | 3103 | 3007 | 3134 | 2641 |
| 13 | 3 | 3103 | 3214 | 3079 | 3259 | 3004 | 3076 | 2981 | 3099 | 2986 | 3061 | 2976 | 3084 | 2641 |
| 14 | 3 | 3068 | 3188 | 3054 | 3224 | 2957 | 3035 | 2951 | 3052 | 2936 | 3019 | 2944 | 3034 | 2641 |
| 15 | 3 | 3032 | 3163 | 3030 | 3188 | 2911 | 2994 | 2922 | 3006 | 2886 | 2977 | 2913 | 2984 | 2641 |
| Nmax | | 3175 | 3265 | 3128 | 3331 | 3096 | 3158 | 3040 | 3191 | 3086 | 3145 | 3039 | 3184 | 2641 |
| Nmin | | 1814 | 1724 | 1719 | 1658 | 1808 | 1747 | 1764 | 1713 | 1798 | 1739 | 1755 | 1700 | 2063 |
| TAGLIO | | | | | | | | | | | | | | |
| taglio VI | | 536 | 571 | 571 | 603 | 538 | 561 | 561 | 577 | 538 | 563 | 563 | 578 | 449 |
| taglio Vt | | 23 | 16 | 16 | 23 | 17 | 13 | 13 | 17 | 20 | 14 | 14 | 20 | 0 |
| V | | 536 | 572 | 572 | 603 | 538 | 561 | 561 | 577 | 539 | 563 | 563 | 578 | 449 |

SOMMARIO AZIONI IN TESTA PALI

| | SLU | SLV | SLE-CAR | SLE-FR | SLE-QP |
|---------------------------------------|------|-------|---------|--------|--------|
| Azione assiale massima (compressione) | Nmax | 5974 | 5089 | 5974 | 3664 |
| Azione assiale minima | Nmin | -1188 | 1989 | -1188 | 1507 |
| Azione trasversale massima | Vmax | 2163 | 907 | 2163 | 603 |

SOMMARIO AZIONI SULLA PALIFICATA PER VERIFICHE GEOTECNICHE

| RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA | SLU | SLV |
|--|-------------|-------|
| Carico verticale massimo agente sulla palificata | 53175 | 42518 |
| Carico verticale medio agente sui pali | 3545 | 2835 |
| RIEPILOGO AZIONI ORIZZONTALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA | SLU | SLV |
| Carico orizzontale massimo agente sulla palificata | 13604 | 32447 |
| CARATTERISTICHE DI RIGIDEZZA PALIFICATA | SLU | SLV |
| Rigidezza traslazionale singolo palo di fondazione | Kpalo | kN/m |
| Rigidezza traslazionale palificata | Kpalificata | kN/m |

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE AGENTI SUI PALI

ANALISI PER COSTANTE DI REAZIONE COSTANTE CON LA PROFONDITA'

| | | | |
|--|----|-------|------------------------|
| Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta | Ec | Mpa | 31476 |
| Modulo di elasticità normale dell'acciaio | Ea | Mpa | 210000 |
| Modulo di elasticità del terreno | Et | Mpa | 20.0 |
| Modulo di Poisson del terreno | n | | 0.30 |
| Diametro del palo | Dp | m | 1.50 |
| Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è) | Da | m | 0.0000 |
| Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è) | ta | m | 0.0000 |
| Momento d'inerzia della sezione in cls/malta | lc | m4 | 0.2485 |
| Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio | la | m4 | 0.0000 |
| Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls | lp | m4 | 0.2485 |
| Costante di reazione orizzontale | kh | kN/m3 | 13333 = 200 x 100 / Dp |
| Lunghezza libera d'inflessione | L0 | m | 5.68 |

| RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PA | SLU | SLV | SLE-CAR | SLE-FR | SLE-QP |
|---|------|-----|---------|--------|--------|
| Sforzo normale massimo | Nmax | kN | 5089 | 5974 | 3664 |
| Sforzo normale minimo | Nmin | kN | 1989 | -1188 | 1507 |
| Sforzo di taglio massimo | Vmax | kN | 907 | 2163 | 603 |

| Sezione di verifica | z (m) | SLU V (kN) | SLU M (kNm) | SLV V (kN) | SLV M (kNm) | SLE-CAR V (kN) | SLE-CAR M (kNm) | SLE-FR V (kN) | SLE-FR M (kNm) | SLE-QP V (kN) | SLE-QP M (kNm) | am |
|---------------------|-------|------------|-------------|------------|-------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------|
| Testa palo | 0.00 | 907 | 2577 | 2163 | 6146 | 653 | 1856 | 603 | 1713 | 449 | 1277 | 2.84 |

| | |
|--|--|
| | LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA |
|--|--|

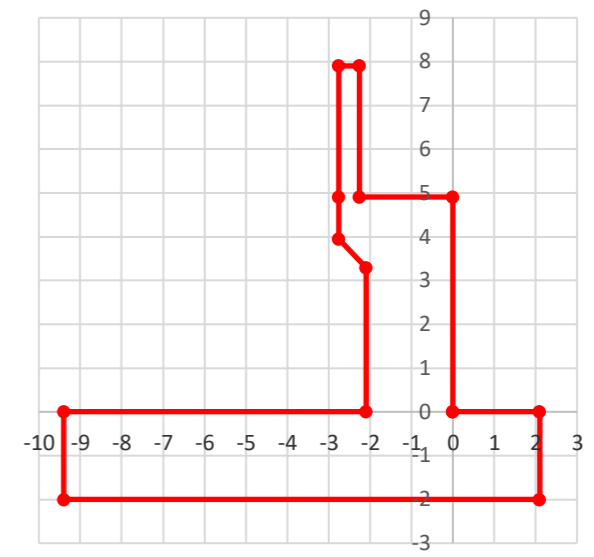
| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|
| Relazione di calcolo spalle | COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA 7 DISCIPLINA | | | PROGR | REV | FOGLIO |
| | LI07 | 01 | E | ZZ | CL | VI | 01 | 00 | 002 | C | 186 |

14.ALLEGATO 2 – SPALLA SPB

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB**Dati e risoluzione della palificata****Caratteristiche geometriche elevazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Lx sup (m) | Lx inf (m) | Ly (m) | h (m) | Dx (m) | Dy (m) | Dz (m) |
|--------------------------------|------------|------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Paraghiaia - 1 | 0.50 | 0.50 | 13.70 | 3.00 | -2.25 | 0.00 | 4.90 |
| Muro frontale - 2 | 2.75 | 2.75 | 13.70 | 0.95 | 0.00 | 0.00 | 3.95 |
| Muro frontale - 3 | 2.75 | 2.10 | 13.70 | 0.65 | 0.00 | 0.00 | 3.30 |
| Muro frontale - 4 | 2.10 | 2.10 | 13.70 | 3.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Muro risolto posteriore sx - 1 | 6.65 | 6.65 | 0.50 | 3.12 | -2.75 | -6.60 | 4.90 |
| Muro risolto posteriore sx - 2 | 6.65 | 6.65 | 0.90 | 0.95 | -2.75 | -6.40 | 3.95 |
| Muro risolto posteriore sx - 3 | 6.65 | 7.30 | 0.90 | 0.65 | -2.10 | -6.40 | 3.30 |
| Muro risolto posteriore sx - 4 | 7.30 | 7.30 | 1.20 | 3.30 | -2.10 | -6.25 | 0.00 |
| Muro risolto posteriore dx - 1 | 6.65 | 6.65 | 0.50 | 3.12 | -2.75 | 6.60 | 4.90 |
| Muro risolto posteriore dx - 2 | 6.65 | 6.65 | 0.90 | 0.95 | -2.75 | 6.40 | 3.95 |
| Muro risolto posteriore dx - 3 | 6.65 | 7.30 | 0.90 | 0.65 | -2.10 | 6.40 | 3.30 |
| Muro risolto posteriore dx - 4 | 7.30 | 7.30 | 1.20 | 3.30 | -2.10 | 6.25 | 0.00 |
| Cordolo risolto sx | 6.65 | 6.65 | 0.32 | 0.50 | -2.75 | -6.19 | 7.77 |
| Cordolo risolto dx | 6.65 | 6.65 | 0.32 | 0.50 | -2.75 | 6.19 | 7.77 |
| Orecchia sx - 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | -6.85 | 8.02 |
| Orecchia sx - 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | -6.85 | 8.02 |
| Orecchia dx - 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | 6.85 | 8.02 |
| Orecchia dx - 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -9.40 | 6.85 | 8.02 |

**Caratteristiche geometriche fondazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Lx (m) | Ly (m) | h (m) | Disx (m) | Disy (m) |
|-----------------------|--------|--------|-------|----------|----------|
| Zattera di fondazione | 11.50 | 20.50 | 2.00 | -2.10 | 0.00 |

Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paraghiaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Hfron | m | 7.90 |
|-----------------------------------|---------|----|--------|
| Altezza complessiva elevazione | Afron | m | 12.62 |
| Area sezione trasversale | Vfron | mc | 172.88 |
| Volume c.a. | Xg fron | m | -1.31 |
| Xbaricentro | Yg fron | m | 0.00 |
| Ybaricentro | Zg fron | m | 3.04 |
| Zbaricentro | Lxinf/2 | m | 1.05 |
| Dis. spigolo ant. Baric. spiccato | | | |

Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paraghiaia+Muro frontale+muri risolto +Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

| Descrizione | Vele | mc | 273.10 |
|-------------|----------------------------------|----|--------|
| Volume c.a. | Xg ele <td>m</td> <td>-2.98</td> | m | -2.98 |
| Xbaricentro | Yg ele <td>m</td> <td>0.00</td> | m | 0.00 |
| Ybaricentro | Zg ele <td>m</td> <td>3.12</td> | m | 3.12 |
| Zbaricentro | | | |

Caratteristiche geometriche complessive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

| Descrizione | Vfon | mc | 471.50 |
|-------------|----------------------------------|----|--------|
| Volume c.a. | Xg fon <td>m</td> <td>-5.75</td> | m | -5.75 |
| Xbaricentro | Yg fon <td>m</td> <td>0.00</td> | m | 0.00 |
| Ybaricentro | Zg fon <td>m</td> <td>1.00</td> | m | 1.00 |
| Zbaricentro | | | |

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla

| | | | |
|--|------------|-------|-------|
| Angolo d'attrito | fir | deg | 38.0 |
| peso di volume | γ | kN/mc | 20.0 |
| Coefficiente di spinta attiva (Rankine) | ka | | 0.238 |
| Coefficiente di spinta a riposo | k0 | | 0.384 |
| Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo | Tip_spinta | | 2 |
| Coefficiente di spinta di calcolo | K | | 0.384 |

Caratteristiche geometriche complessive rinterro

| Descrizione | Lx sup (m) | Lx inf (m) | Ly (m) | h (m) | Dx (m) | Dy (m) | Dz (m) |
|--------------|------------|------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Rinterro - 1 | 6.65 | 6.65 | 12.70 | 3.00 | -2.75 | 0.00 | 4.90 |
| Rinterro - 2 | 6.65 | 6.65 | 11.90 | 0.95 | -2.75 | 0.00 | 3.95 |
| Rinterro - 3 | 6.65 | 7.30 | 11.90 | 0.65 | -2.10 | 0.00 | 3.30 |
| Rinterro - 4 | 7.30 | 7.30 | 11.30 | 3.30 | -2.10 | 0.00 | 0.00 |

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

| Descrizione | Vrin | mc | 654.71 |
|-----------------|----------------------------------|----|--------|
| Volume rinterro | Xg rin <td>m</td> <td>-8.00</td> | m | -8.00 |
| Xbaricentro | Yg rin <td>m</td> <td>0.00</td> | m | 0.00 |
| Ybaricentro | Zg rin <td>m</td> <td>5.97</td> | m | 5.97 |
| Zbaricentro | | | |

Dati sovraccarico permanente (ballast) e accidentale ferroviario su terrapieno

| | | | |
|--------------------------------------|--------|-------|------|
| sovraccarico permanente (ballast) | q_ball | kN/mq | 16.0 |
| sovraccarico accidentale ferroviario | Q_acc | kN/mq | 40.0 |
| larghezza di applicazione | Bt_acc | m | 8.60 |

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla

| | | | |
|-----------------------|------|-----|-------|
| Peso proprio spalla | Fzg1 | kN | 18615 |
| Momento longitudinale | Myg1 | kNm | 4602 |
| Momento trasversale | Mxg1 | kNm | 0.0 |

Peso terreno su fondazione

| | | | |
|-----------------------|------|-----|--------|
| Peso rinterro | Fzg2 | kN | 13094 |
| Momento longitudinale | Myg1 | kNm | -29461 |
| Momento trasversale | Mxg1 | kNm | 0.0 |

Spinta statica del terreno

| | | | |
|-----------------------------------|------|-----|-------|
| Spinta in direzione longitudinale | Fxg3 | kN | 7722 |
| Momento longitudinale | Myg3 | kNm | 25483 |

Effetti del sovraccarico permanente (ballast)

| | | | |
|-----------------------------------|------|----|-----|
| Spinta in direzione longitudinale | Fxgb | kN | 524 |
|-----------------------------------|------|----|-----|

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB**Dati e risoluzione della palificata**

| | | | |
|---|------|-----|-------|
| Carico verticale | Fzgb | kN | 915 |
| Momento longitudinale | Mygb | kNm | 373 |
| Effetti del sovraccarico da traffico ferroviario | | | |
| Spinta in direzione longitudinale | Fxq | kN | 1309 |
| Momento longitudinale | Myq | kNm | 6479 |
| Azioni sismiche | | | |
| parametri sismici | | | |
| Categoria di suolo fondazione | Cat | | C |
| Fattore Ss | | | 1.33 |
| Fattore St | | | 1.0 |
| Fattore S | S | | 1.33 |
| Valore di ag/g | ag/g | | 0.252 |
| fattore bm | βm | | 1.00 |
| Coefficiente sismico orizzontale | kh | | 0.335 |
| Coefficiente sismico verticale | kv | | 0.168 |

| | | |
|---|-----------|---|
| Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no | Tip_spost | 2 |
|---|-----------|---|

K0 Statica e K0 + Wood Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Wood) - ipotesi struttura che non ammette spostamenti (q6.1)

| | | | |
|---|------|-------|-------|
| peso specifico del terreno | γ | kN/mc | 20.0 |
| Altezza del terrapieno | H | m | 9.90 |
| Incremento di spinta del terreno (compresi effetti ballast) | DP | kN | 10522 |
| altezza di applicazione | H | kN | 4.95 |
| Momento longitudinale | MyDP | kNm | 52084 |

Forze inerziali*Sisma longitudinale*

| | | | |
|---------------------------------|--------|-----|-------|
| Forza orizzontale longitudinale | FxE.2x | kN | 10636 |
| Momento longitudinale | MyE.2x | kNm | 41890 |

Sisma trasversale

| | | | |
|-------------------------------|--------|-----|-------|
| Forza orizzontale trasversale | FyE.2y | kN | 10636 |
| Momento trasversale | MxE.2y | kNm | 41890 |

Sisma verticale

| | | | |
|-----------------------|--------|-----|-------|
| Forza verticale | FzE.2z | kN | 5318 |
| Momento longitudinale | MyE.2z | kNm | -4169 |
| Momento trasversale | MxE.2z | kNm | 0 |

AZIONI ALL'INTRADOSSO FONDAZIONE

| Descrizione condizione di carico | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|---|-------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Permanenti - Peso proprio spalla | G1 | 0 | 0 | 18615 | 0 | 4602 |
| Permanenti - Peso proprio rinterro su mensola posteriore fondazione | G2 | 0 | 0 | 13094 | 0 | -29461 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 524 | 0 | 915 | 0 | 373 |
| Permanenti - Spinta statica del terreno | G3 | 7722 | 0 | 0 | 0 | 25483 |
| Accidentali - sovraccarico da traffico ferroviario su terrapieno | Q | 1309 | 0 | 0 | 0 | 6479 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 21158 | 0 | 0 | 0 | 93974 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 10636 | 0 | 41890 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 5318 | 0 | -4169 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB
Azioni trasmesse dall'impalcato

| DATI GEOMETRICI | | Var | unità |
|--|--|--------|---------|
| Impalcato | | | |
| numero dei binari | | n | 2 |
| Larghezza impalcato | | Bimp | m 13.70 |
| Altezza impalcato da p.f. a intradosso | | Himp1 | m 3.28 |
| Altezza impalcato da p.f. + barriere antirumore/convoglio ferroviario a intradosso | | Himp2 | m 7.72 |
| Altezza baricentro impalcato da intradosso | | Himp3 | m 1.38 |
| Campata | | | |
| Vincolo azioni orizzontali longitudinali su spalla (0 = mobile, 1 = fisso) | | VincC1 | 0 |
| Lunghezza complessiva campata | | Lcamp1 | m 25.00 |
| Luce di calcolo in asse appoggi campata | | Lcalc1 | m 22.80 |
| Distanza tra estremità campata ed asse appoggi | | Dapp1 | m 1.10 |
| Impalcato - pendenza trasversale estradosso | | ptrasv | % 1.50% |
| Impalcato - spessore minimo soletta | | Bs1 | m 0.31 |
| Impalcato - spessore massimo soletta | | Bs2 | m 0.40 |
| Impalcato - spessore medio soletta | | Bsm | m 0.36 |
| Impalcato - eccentricità trasversale travi | | etg1t | m 0.00 |
| Impalcato - eccentricità trasversale soletta | | etg1s | m 0.00 |

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

Gk - AZIONI PERMANENTI

G1 - AZIONI PERMANENTI - PESO PROPRIO

| | Var | unità |
|--------------------------------|-------|-------------|
| Impalcato - peso proprio al ml | gk1,a | kN/m 256.38 |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|----------|----------|-------------|----------|----------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Peso proprio impalcato | 0 | 0 | 3205 | 0 | 0 |
| G1 - Totale Peso proprio | 0 | 0 | 3205 | 0 | 0 |

G2 - AZIONI PERMANENTI - NON STRUTTURALI

| | Var | unità |
|--|-------|------------|
| Peso cordoli laterali = 2 x 0.82 x 0.21 x 25.0 | gk2,c | kN/m 8.61 |
| Peso muretti paraballast = 2 x 0.16 x 25 | gk2,p | kN/m 8.00 |
| Peso canaline portacavi = 2 x 3.00 | gk2 | kN/m 6.00 |
| Peso barriere antirumore = 2 x 15.00 | gk2,r | kN/m 30.00 |
| Peso massetto e opere di finitura zona pedonale = 2 x 0.05 x (1.73+4.05) x 2 | gk2,m | kN/m 13.87 |
| Peso velette (sp. 10 cm) = 2 x 4.75 | gk2,v | kN/m 9.50 |
| Sommano | gk2 | kN/m 75.98 |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|----------|----------|------------|----------|----------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Permanententi portati impalcato | 0 | 0 | 950 | 0 | 0 |
| G2 - Totale Permanententi non strutturali | 0 | 0 | 950 | 0 | 0 |

GB - AZIONI PERMANENTI - BALLAST

| | Var | unità |
|---|-----|-------------|
| Peso ballast + armamento = 8.20 x 0.80 x 20.0 | gkB | kN/m 131.20 |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|----------|----------|-------------|----------|----------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Peso Ballast + armamento | 0 | 0 | 1640 | 0 | 0 |
| GB - Totale Permanententi Ballast | 0 | 0 | 1640 | 0 | 0 |

Qk - AZIONI LEGATE AL TRANSITO DEI TRENI

AZIONI VARIABILI - CARICHI VERTICALI

| | Var | unità |
|--|-----------------|---------|
| Carico LM71 | α_{LM71} | 1.10 |
| Carico SW2 | $\alpha_{SW/2}$ | 1.00 |
| Coefficiente dinamico - linee con ridotto standard manutentivo | Φ_{3-c1} | 1.000 |
| binario 1 - eccentricità trasversale | et1a | m 2.00 |
| binario 2 - eccentricità trasversale | et1a | m -2.00 |

2 binari caricati

| | RA | et | HI | Ht | N | Mt | MI |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Modello di carico SW/2 | | | | | | | |
| c. distr. Da 150 kN/m - bin.1 | 1875 | 2.00 | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |
| c. distr. Da 150 kN/m - bin.1 | 0 | 2.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1875 | | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |
| | RA | et | HI | Ht | N | Mt | MI |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB
Azioni trasmesse dall'impalcato

| Modello di carico LM71 | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
|------------------------------|------|-------|------|------|------|-------|-------|
| asse 1 da 250 kN- bin. 2 | 262 | -1.92 | 0 | 0 | 288 | -554 | 0 |
| asse 2 da 250 kN- bin. 2 | 245 | -1.92 | 0 | 0 | 269 | -516 | 0 |
| asse 3 da 250 kN- bin. 2 | 227 | -1.92 | 0 | 0 | 250 | -479 | 0 |
| asse 4 da 250 kN- bin. 2 | 209 | -1.92 | 0 | 0 | 230 | -442 | 0 |
| c. distr. da 80 kN/m - bin.2 | 588 | -1.92 | 0 | 0 | 646 | -1241 | 0 |
| | 1531 | | 0 | 0 | 1684 | -3233 | 0 |

| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Qv1 - 2 binari caricati - Totale Carico | 0 | 0 | 3559 | 517 | 0 |

1 binario caricato - SW/2

| Modello di carico SW/2 | RA [kN] | et [m] | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| c. distr. Da 150 kN/m - bin.1 | 1875 | 2.00 | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |
| Qv2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 1875 | 3750 | 0 |

1 binario caricato - LM71

| Modello di carico LM71 | RA [kN] | et [m] | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| asse 1 da 250 kN- bin. 1 | 262 | 2.08 | 0 | 0 | 288 | 600 | 0 |
| asse 2 da 250 kN- bin. 1 | 245 | 2.08 | 0 | 0 | 269 | 559 | 0 |
| asse 3 da 250 kN- bin. 1 | 227 | 2.08 | 0 | 0 | 250 | 519 | 0 |
| asse 4 da 250 kN- bin. 1 | 209 | 2.08 | 0 | 0 | 230 | 479 | 0 |
| c. distr. da 80 kN/m - bin.1 | 588 | 2.08 | 0 | 0 | 646 | 1344 | 0 |
| Qv3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 1684 | 3501 | 0 |

AZIONI VARIABILI - CARICHI ORIZZONTALI - FORZA CENTRIFUGA

| | Var | unità | |
|--|-------|-------|------|
| Raggio di curvatura tracciato (0 per tracciato in rettilineo) | R | m | 2200 |
| Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato | hcent | m | 5.08 |

| 2 binari caricati | Qvk+qvk [kN] | Lf [m] | V [km/h] | f | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-----------------|-----------|-------------|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1875 | 23.90 | 100 | 1.00 | 0 | 67 | 0 | 341 | 0 |
| Modello di carico LM71 | 1531 | 23.90 | 200 | 0.70 | 0 | 153 | 0 | 775 | 0 |
| Qt1 - 2 binari caricati - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 220 | 0 | 1116 | 0 |

| 1 binario Caricato - SW/2 | Qvk+qvk [kN] | Lf [m] | V [km/h] | f | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-----------------|-----------|-------------|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1875 | 25.00 | 100 | 1.00 | 0 | 67 | 0 | 341 | 0 |
| Qt2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 0 | 341 | 0 |

| 1 binario caricato - LM71 | Qvk+qvk [kN] | Lf [m] | V [km/h] | f | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|-----------------|-----------|-------------|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico LM71 | 1531 | 23.90 | 200 | 0.70 | 0 | 153 | 0 | 775 | 0 |
| Qt3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 153 | 0 | 775 | 0 |

AZIONI VARIABILI - CARICHI ORIZZONTALI - SERPEGGIO

| | Var | unità | |
|--|-------|-------|------|
| Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato | hserp | m | 3.28 |

| 2 binari caricati | α | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1.00 | 0 | 100 | 0 | 328 | 0 |
| Modello di carico LM71 | 1.10 | 0 | 110 | 0 | 361 | 0 |
| Qs1 - 2 binari caricati - Totale Carico | 0 | 0 | 210 | 0 | 689 | 0 |

| 1 binario caricato - SW/2 | α | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico SW/2 | 1.00 | 0 | 100 | 0 | 328 | 0 |
| Qs2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | 0 | 0 | 100 | 0 | 328 | 0 |

| 1 binario caricato - LM71 | α | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Modello di carico LM71 | 1.10 | 0 | 110 | 0 | 361 | 0 |
| Qs3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | 0 | 0 | 110 | 0 | 361 | 0 |

AZIONI VARIABILI - CARICHI ORIZZONTALI - AVVIAMENTO E FRENATURA (CON EFFETTI D'INTERAZIONE)

| | Var | unità | |
|--|--------|-------|------|
| Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato | hav,fr | m | 0.00 |

| 2 binari caricati | L [m] | Qla,bk [kN] | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|-------------------|----------|----------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
|-------------------|----------|----------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB**Azioni trasmesse dall'impalcato**

| | | | | | | | | |
|--|------|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Modello di carico SW/2 (Frenatura) | 0.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Modello di carico LM71 (Avviamento) | 0.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Qf1 - 2 binari caricati - Totale Carico | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | L [m] | Qla,bk [kN] | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|----------------|------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 binario caricato | | | | | | | | |
| Modello di carico SW/2 (Frenatura) | 0.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Qf2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | L [m] | Qla,bk [kN] | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|----------|----------------|------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 binario caricato | | | | | | | | |
| Modello di carico LM71 (Avviamento) | 0.00 | 0 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Qf3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

AZIONI VARIABILI - GRUPPI DI CARICO

| Gruppo di carico | Carico verticale | frenatura ed avviamento | centrifuga | serpeggio |
|------------------|------------------|-------------------------|------------|-----------|
| gr.1 | 1.0 | 0.5 | 1.0 | 1.0 |
| gr.3-1 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| gr.3-2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| gr.4-1 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| gr.4-2 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

| Qk - Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|------------|--|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 2 binari caricati | gr.1 - a | | 0 | 430 | 3559 | 2322 | 0 |
| | gr.3-1 - a | | 0 | 215 | 3559 | 1419 | 0 |
| | gr.3-2 - a | | 0 | 215 | 1779 | 1161 | 0 |
| | gr.4-2 - a | | 0 | 258 | 2135 | 1393 | 0 |
| 1 binario caricato - SW/2 | gr.1 - b | | 0 | 167 | 1875 | 4419 | 0 |
| | gr.3-1 - b | | 0 | 84 | 1875 | 4085 | 0 |
| | gr.3-2 - b | | 0 | 84 | 938 | 2210 | 0 |
| | gr.4-1 - b | | 0 | 134 | 1500 | 3535 | 0 |
| 1 binario caricato - LM71 | gr.1 - c | | 0 | 263 | 1684 | 4637 | 0 |
| | gr.3-1 - c | | 0 | 131 | 1684 | 4069 | 0 |
| | gr.3-2 - c | | 0 | 131 | 842 | 2319 | 0 |
| | gr.4-1 - c | | 0 | 210 | 1347 | 3710 | 0 |
| Massimi gr.1 - 3 | | | 0 | 430 | 3559 | 4637 | 0 |
| Massimi gr.4 | | | 0 | 258 | 2135 | 3710 | 0 |

Wk - AZIONI DOVUTE AL VENTO

| AZIONI CLIMATICHE - CARICHI ORIZZONTALI - VENTO | | Var | unità |
|--|--|-----------|------------|
| Zona del territorio italiano | | Zona | 3 |
| parametro vb,0 | | vb0 | m/sec 27.0 |
| parametro a0 | | a0 | m 27.0 |
| parametro ks | | ks | 0.4 |
| altitudine del viadotto s.l.m. | | as | m 13 |
| velocità di riferimento vb | | vb | m/sec 27.0 |
| pressione cinetica del vento | | qb | kN/m2 0.46 |
| Classe di rugosità del terreno | | | C |
| Categoria di esposizione del sito | | | II |
| coefficiente kr | | kr | 0.19 |
| altezza di riferimento z0 | | z0 | m 0.05 |
| altezza di riferimento zmin | | zmin | m 4.00 |
| altezza dal suolo z | | z | m 13.1 |
| coefficiente di topografia | | ct | 1.0 |
| coefficiente di esposizione ce(z) | | ce | 2.53 |
| coefficiente dinamico cd | | cd | 1.00 |
| Larghezza complessiva impalcato | | b | m 13.70 |
| Lunghezza complessiva viadotto | | Ltot | m 1175 |
| Altezza travi (media per impalcato variabile) | | ht | m 2.10 |
| Altezza soletta | | hsol+cord | m 0.30 |
| Altezza cordolo da estradosso soletta | | hcord | m 0.22 |
| altezza complessiva impalcato | | d | m 2.62 |
| Altezza di riferimento barriere antirumore | | d1 | m 5.10 |
| Altezza travi in asse appoggi | | htr_max | m 2.10 |
| Vento ad impalcato scarico | | | |
| Altezza complessiva impalcato scarico (superficie esposta + non esposta) | | dtot,s | m 12.82 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB
Azioni trasmesse dall'impalcato

coefficiente di forma cp impalcato scarico cp,s 2.20
 pressione del vento su impalcato scarico pw,s kN/m2 2.53

| | L | Hw | Fw,k | hws,1 | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|-------|------|------|-------|----------|------------|----------|-------------|----------|
| | [m] | [m] | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impal | | | | | | | | | |
| Azioni su superficie esposta | 12.50 | 7.72 | 244 | 3.86 | 0 | 244 | 0 | 942 | 0 |
| Azioni su barriera non esposta | 12.50 | 5.10 | 161 | 5.17 | 0 | 161 | 0 | 833 | 0 |
| Fw1 - Totale Vento ad impalcato scarico | | | | | 0 | 405 | 0 | 1775 | 0 |

Vento ad impalcato carico

Altezza di calcolo impalcato carico dtot,c m 7.28
 coefficiente di forma cp impalcato carico cp,c 1.95
 pressione del vento su impalcato carico pw,c kN/m2 2.24

| | L | H | Fw,k | hws,1 | HI | Ht | N | Mt | MI |
|---|-------|------|------|-------|----------|------------|----------|------------|----------|
| | [m] | [m] | [kN] | [m] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impal | | | | | | | | | |
| Azioni su superficie esposta | 12.50 | 7.28 | 204 | 3.64 | 0 | 204 | 0 | 744 | 0 |
| Azioni su superficie del treno | 12.50 | 4.00 | 22 | 5.28 | 0 | 22 | 0 | 119 | 0 |
| Fw2 - Totale Vento ad impalcato carico | | | | | 0 | 227 | 0 | 862 | 0 |

Ik - AZIONI INDIRETTE
AZIONI INDIRETTE - RESISTENZE PARASSITE DEI VINCOLI

coefficiente d'attrito appoggi mobili (porre = 0 se considerati effetti d'interazione treno-binario) f 3.0%
 Altezza del punto di applicazione della forza rispetto ad intradosso impalcato hav,fr m 0.00

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|---|------|------|------|------------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi permanenti | | | | | | | | |
| | 5795 | 1.00 | 174 | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,g - resistenze parassite carichi permanenti | | | | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|------|------|------|------------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 2 binari caricati | | | | | | | | |
| | 3559 | 1.00 | 107 | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,q1 - 2 binari caricati - Totale Carico | | | | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|------|------|------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 1 binario caricato - SW/2 | | | | | | | | |
| | 1875 | 1.00 | 56 | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,q2 - 1 binario caricato - SW/2 - Totale Carico | | | | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | V | fac | Fa | HI | Ht | N | Mt | MI |
|---|------|------|------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| 1 binario caricato - LM71 | | | | | | | | |
| | 1684 | 1.00 | 51 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fa,q3 - 1 binario caricato - LM71 - Totale Carico su due campate | | | | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ak - AZIONI ECCEZIONALI
AZIONI ECCEZIONALI - URTI DA VETTORI STRADALI

Carichi trasmessi ad intradosso impalcato

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Ak - Totale Urti da vettori stradali | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

E - AZIONI SISMICHE
DATI PER ANALISI SISMICHE

| | Var | unità | |
|---|--|--------------------|-------|
| Accelerazione al suolo | a _g | g | 0.252 |
| Parametro F ₀ | F ₀ | [-] | 2.443 |
| Tempo T _c * | T _c * | sec | 0.343 |
| Parametro F _v | F _v | | 1.65 |
| accelerazione al suolo | a _g | m/sec ² | 2.47 |
| Categoria di Sottosuolo | Cat_S | | C |
| Parametro S _s | S _s | | 1.33 |
| Parametro C _c | C _c | | 1.49 |
| Categoria topografica | Cat_T | | T1 |
| Parametro S _T | S _T | | 1.00 |
| Parametro S | S | | 1.33 |
| coefficiente sismico orizzontale di ancoraggio al suolo | kh = a _{max} = a _g S | | 0.34 |
| coefficiente sismico verticale | kv = kh / 2 | | 0.17 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB
Azioni trasmesse dall'impalcato

| ANALISI SISMICA AGLI SLV - DIREZIONE LONGITUDINALE | | Var | unità |
|---|--|------------|--------------|
| Peso impalcato: Pimp_L = Pimp_Camp + 0.2 Qc1 | | Pimp_l | kN 12849.6 |
| * N.B. La massa dell'impalcato si considera solo per appoggio fisso | | | |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Sisma longitudinale | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| ANALISI SISMICA AGLI SLV - DIREZIONE TRASVERSALE | | Var | unità |
|--|--|------------|--------------|
| Peso impalcato + 20% sovr. accidentale: Pimp_t = Pimp + 0.2 Qc1 | | Pimp_t | kN 6424.8 |
| altezza del centro di massa rispetto all'intradosso dell'impalcato | | Hcm_imp | m 2.23 |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Carichi trasmessi ad intradosso impalcato | | | | | |
| Sisma trasversale | 0 | 2153 | 0 | 4797 | 0 |

| SISMA VERTICALE AGLI SLV - AZIONI TRASMESSE DALLE STRUTTURE DI IMPALCATO | | Var | unità |
|---|--|------------|--------------|
| Peso impalcato + 20% sovr. accidentale: Pimp_t = Pimp + 0.2 Qc1 | | Pimp_t | kN 6424.8 |

| | HI | Ht | N | Mt | MI |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Sisma verticale | 0 | 0 | 1076 | 0 | 0 |

RIEPILOGO AZIONI TRASMESSE ALLA SPALLA
AZIONI ALL'INTRADOSSO DELL'IMPALCATO

| Descrizione condizione di carico | | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 3205 | 0 | 0 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 950 | 0 | 0 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 0 | 0 | 1640 | 0 | 0 |
| Permanenti - Spinte idrauliche | Gw | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 0 | 430 | 3559 | 2322 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 0 | 215 | 3559 | 1419 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 0 | 215 | 1779 | 1161 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 0 | 258 | 2135 | 1393 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 0 | 167 | 1875 | 4419 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 0 | 84 | 1875 | 4085 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 0 | 84 | 938 | 2210 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 0 | 134 | 1500 | 3535 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 0 | 263 | 1684 | 4637 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 0 | 131 | 1684 | 4069 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 0 | 131 | 842 | 2319 | 0 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 0 | 210 | 1347 | 3710 | 0 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 1775 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 862 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 2153 | 0 | 4797 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 1076 | 0 | 0 |

AZIONI ALLO SPICCATO = ESTRADOSSO FONDAZIONE

| | | | |
|---|----|---|------|
| Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni | DH | m | 8.40 |
| Distanza asse appoggi - baricentro muro frontale in direzione longitudinale (positiva se verso impalcato) | DL | m | 0.10 |
| Distanza asse impalcato - asse fondazione in direzione trasversale (positiva se verso destra) | Dt | m | 0.00 |

| Descrizione condizione di carico | | HI | Ht | N | Mt | MI |
|--|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] |
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 3205 | 0 | 320 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 950 | 0 | 95 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 0 | 0 | 1640 | 0 | 164 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 0 | 430 | 3559 | 5931 | 356 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 0 | 215 | 3559 | 3224 | 356 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 0 | 215 | 1779 | 2965 | 178 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 0 | 258 | 2135 | 3558 | 214 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 0 | 167 | 1875 | 5823 | 188 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 0 | 84 | 1875 | 4786 | 188 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 0 | 84 | 938 | 2911 | 94 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB
Azioni trasmesse dall'impalcato

| | | | | | | |
|--|--------------|-----|------|------|-------|------|
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 0 | 134 | 1500 | 4658 | 150 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 0 | 263 | 1684 | 6842 | 168 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 0 | 131 | 1684 | 5172 | 168 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 0 | 131 | 842 | 3421 | 84 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 0 | 210 | 1347 | 5474 | 135 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 5179 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 2767 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 1460 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 897 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 473 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 424 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 2153 | 0 | 22881 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 1076 | 0 | 108 |

AZIONI ALL'INTRADOSSO FONDAZIONE

| | | | |
|--|----|---|-------|
| Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni | DH | m | 10.40 |
| Distanza asse appoggi - baricentro fondazione in direzione longitudinale (positiva se verso impalcato) | DI | m | 2.70 |
| Distanza asse impalcato - asse fondazione in direzione trasversale (positiva se verso destra) | Dt | m | 0.00 |

| Descrizione condizione di carico | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
|--|--------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 3205 | 0 | 8653 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 950 | 0 | 2564 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 0 | 0 | 1640 | 0 | 4428 |
| Permanenti - Spinte idrauliche | Gw | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 0 | 430 | 3559 | 6790 | 9608 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 0 | 215 | 3559 | 3653 | 9608 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 0 | 215 | 1779 | 3395 | 4804 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 0 | 258 | 2135 | 4074 | 5765 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 0 | 167 | 1875 | 6157 | 5063 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 0 | 84 | 1875 | 4953 | 5063 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 0 | 84 | 938 | 3078 | 2531 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 0 | 134 | 1500 | 4926 | 4050 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 0 | 263 | 1684 | 7367 | 4546 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 0 | 131 | 1684 | 5434 | 4546 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 0 | 131 | 842 | 3684 | 2273 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 0 | 210 | 1347 | 5894 | 3636 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 5989 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 3220 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 1808 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 1110 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 585 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 525 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 2153 | 0 | 27187 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 1076 | 0 | 2906 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB
Risoluzione della palificata

| RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA - AZIONI ELEMENTARI DA IMPALCATO | | | | | | |
|--|--------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Descrizione condizione di carico | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 3205 | 0 | 8653 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 950 | 0 | 2564 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 0 | 0 | 1640 | 0 | 4428 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 0 | 430 | 3559 | 6790 | 9608 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 0 | 215 | 3559 | 3653 | 9608 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 0 | 215 | 1779 | 3395 | 4804 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 0 | 258 | 2135 | 4074 | 5765 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 0 | 167 | 1875 | 6157 | 5063 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 0 | 84 | 1875 | 4953 | 5063 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 0 | 84 | 938 | 3078 | 2531 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 0 | 134 | 1500 | 4926 | 4050 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 0 | 263 | 1684 | 7367 | 4546 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 0 | 131 | 1684 | 5434 | 4546 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 0 | 131 | 842 | 3684 | 2273 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 0 | 210 | 1347 | 5894 | 3636 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 5989 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 3220 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 1808 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 1110 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 585 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 525 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 2153 | 0 | 27187 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 1076 | 0 | 2906 |

| RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA - AZIONI AGENTI DIRETTAMENTE SU SPALLA | | | | | | |
|--|-------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Descrizione condizione di carico | | HI [kN] | Ht [kN] | N [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
| Permanenti - Peso proprio spalla | G1 | 0 | 0 | 18615 | 0 | 4602 |
| Permanenti - Peso proprio rinterro su mensola posteriore fondazione | G2 | 0 | 0 | 13094 | 0 | -29461 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 524 | 0 | 915 | 0 | 373 |
| Permanenti - Spinta statica del terreno | G3 | 7722 | 0 | 0 | 0 | 25483 |
| Accidentali - sovraccarico da traffico ferroviario su terrapieno | Q | 1309 | 0 | 0 | 0 | 6479 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 21158 | 0 | 0 | 0 | 93974 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 10636 | 0 | 41890 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 5318 | 0 | -4169 |

| RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA - AZIONI ELEMENTARI (IMPALCATO + SPALLA) | | | | | | |
|--|--------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| Descrizione condizione di carico | | HI [kN] | Ht [kN] | P [kN] | Mt [kNm] | MI [kNm] |
| Permanenti - Peso proprio | G1 | 0 | 0 | 21820 | 0 | 13255 |
| Permanenti - Non strutturali | G2 | 0 | 0 | 14044 | 0 | -26896 |
| Permanenti - Ballast | Gb | 524 | 0 | 2555 | 0 | 4801 |
| Permanenti - Spinta statica del terreno | G3 | 7722 | 0 | 0 | 0 | 25483 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.1 - a | Qk1-gr.1-a | 1309 | 430 | 3559 | 6790 | 16087 |
| Treni - 2 binari caricati - carico su 1 campata - gr.3-1 - a | Qk1-gr.3-1-a | 1309 | 215 | 3559 | 3653 | 16087 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.3-2 - a | Qk1-gr.3-2-a | 1309 | 215 | 1779 | 3395 | 11283 |
| Treni - 2 binari caricati - gr.4 - a | Qk1-gr.4-a | 1309 | 258 | 2135 | 4074 | 12244 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.1 - b | Qk1-gr.1-b | 1309 | 167 | 1875 | 6157 | 11542 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-1 - b | Qk1-gr.3-1-b | 1309 | 84 | 1875 | 4953 | 11542 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.3-2 - b | Qk1-gr.3-2-b | 1309 | 84 | 938 | 3078 | 9010 |
| Treni - 1 binario caricato SW/2 - gr.4 - b | Qk1-gr.4-b | 1309 | 134 | 1500 | 4926 | 10529 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.1 - c | cQk1-gr.1-c | 1309 | 263 | 1684 | 7367 | 11025 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-1 - c | Qk1-gr.3-1-c | 1309 | 131 | 1684 | 5434 | 11025 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.3-2 - c | Qk1-gr.3-2-c | 1309 | 131 | 842 | 3684 | 8752 |
| Treni - 1 binario caricato LM71 - gr.4 - c | Qk1-gr.4-c | 1309 | 210 | 1347 | 5894 | 10116 |
| Variazioni termiche | Tk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vento - impalcato scarico | Fws | 0 | 405 | 0 | 5989 | 0 |
| Vento - impalcato carico | Fwc | 0 | 227 | 0 | 3220 | 0 |
| Reazioni parassite - permanenti | Fa,p | 174 | 0 | 0 | 0 | 1808 |
| Reazioni parassite - 2 binari caricati | Fa,Q1-a | 107 | 0 | 0 | 0 | 1110 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato SW/2 | Fa,Q1-b | 56 | 0 | 0 | 0 | 585 |
| Reazioni parassite - 1 binario caricato LM71 | Fa,Q1-c | 51 | 0 | 0 | 0 | 525 |
| Eccezionali - Urti da veicoli stradali | Uk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione longitudinale | SLV-L | 21158 | 0 | 0 | 0 | 93974 |
| Sisma SLV - Direzione trasversale | SLV-T | 0 | 12789 | 0 | 69077 | 0 |
| Sisma SLV - Direzione verticale | SLV-V | 0 | 0 | 6394 | 0 | -1263 |

AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA - COMBINAZIONI

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

| | SLU-STR | | | | | | | | | |
|--------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Qk | | | | | | | | | |
| | Fw | | | | | | | | | |
| G1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| G2 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| Gb | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| G3 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| Qk1-gr.1-a | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.3-1-a | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.3-2-a | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.4-a | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.1-b | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.3-1-b | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.3-2-b | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.4-b | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| cQk1-gr.1-c | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.3-1-c | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 0.00 |
| Qk1-gr.3-2-c | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.00 |
| Qk1-gr.4-c | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tk | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| Fws | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 |
| Fwc | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.00 |
| Fa,p | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| Fa,Q1-a | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fa,Q1-b | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fa,Q1-c | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 0.00 |
| Uk | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SLV-L | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SLV-T | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SLV-V | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | SLV | | | | | | | | | |
|----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Longitudinale + 0.3 Trasversale + 0.3 Verticale | | | | | | | | | |
| G1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Gb | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB

Risoluzione della palificata

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tk | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Fws | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fwc | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Fa,p | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Fa,Q1-a | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fa,Q1-b | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fa,Q1-c | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.00 |
| Uk | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SLV-L | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SLV-T | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SLV-V | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

AZIONI AGENTI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

| SLU-STR | | | | | | | | | | Fw |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Qk | | | | | | | | | | |
| HI | 13498 | 13498 | 13498 | 13424 | 13424 | 13424 | 13416 | 13416 | 13416 | 11445 |
| Ht | 827 | 516 | 516 | 446 | 325 | 325 | 585 | 394 | 394 | 608 |
| P | 57409 | 57409 | 54829 | 54967 | 54967 | 53608 | 54690 | 54690 | 53469 | 52249 |
| Mt | 12743 | 8196 | 7821 | 11826 | 10081 | 7362 | 13580 | 10778 | 8239 | 8984 |
| MI | 50564 | 50564 | 43599 | 43212 | 43212 | 39541 | 42376 | 42376 | 39080 | 25628 |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Longitudinale + 0.3 Trasversale + 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| HI | 29860 | 29860 | 29860 | 29850 | 29850 | 29850 | 29849 | 29849 | 29849 | |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 | |
| P | 41049 | 41049 | 40693 | 40712 | 40712 | 40525 | 40674 | 40674 | 40506 | |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 | |
| MI | 115485 | 115485 | 114524 | 114471 | 114471 | 113965 | 114356 | 114356 | 113901 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Longitudinale + 0.3 Trasversale - 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| HI | 29860 | 29860 | 29860 | 29850 | 29850 | 29850 | 29849 | 29849 | 29849 | |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 | |
| P | 37212 | 37212 | 36856 | 36876 | 36876 | 36688 | 36837 | 36837 | 36669 | |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 | |
| MI | 116243 | 116243 | 115282 | 115229 | 115229 | 114722 | 115113 | 115113 | 114659 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Trasversale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| HI | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 | |
| Ht | 12874 | 12832 | 12832 | 12822 | 12805 | 12805 | 12841 | 12815 | 12815 | |
| P | 41049 | 41049 | 40693 | 40712 | 40712 | 40525 | 40674 | 40674 | 40506 | |
| Mt | 70435 | 69808 | 69756 | 70309 | 70068 | 69693 | 70551 | 70164 | 69814 | |
| MI | 49703 | 49703 | 48743 | 48689 | 48689 | 48183 | 48574 | 48574 | 48119 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Trasversale + 0.3 Longitudinale - 0.3 Verticale | | | | | | | | | | |
| HI | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 | |
| Ht | 12874 | 12832 | 12832 | 12822 | 12805 | 12805 | 12841 | 12815 | 12815 | |
| P | 37212 | 37212 | 36856 | 36876 | 36876 | 36688 | 36837 | 36837 | 36669 | |
| Mt | 70435 | 69808 | 69756 | 70309 | 70068 | 69693 | 70551 | 70164 | 69814 | |
| MI | 50461 | 50461 | 49500 | 49447 | 49447 | 48940 | 49331 | 49331 | 48877 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Verticale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Trasversale | | | | | | | | | | |
| HI | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 | |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 | |
| P | 45525 | 45525 | 45169 | 45188 | 45188 | 45001 | 45150 | 45150 | 44982 | |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 | |
| MI | 48820 | 48820 | 47859 | 47805 | 47805 | 47299 | 47690 | 47690 | 47235 | |

| SLV | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| - Verticale + 0.3 Longitudinale + 0.3 Trasversale | | | | | | | | | | |
| HI | 15050 | 15050 | 15050 | 15040 | 15040 | 15040 | 15039 | 15039 | 15039 | |
| Ht | 3922 | 3880 | 3880 | 3870 | 3853 | 3853 | 3889 | 3863 | 3863 | |
| P | 32736 | 32736 | 32380 | 32400 | 32400 | 32212 | 32361 | 32361 | 32193 | |
| Mt | 22081 | 21454 | 21402 | 21955 | 21714 | 21339 | 22197 | 21810 | 21460 | |
| MI | 51345 | 51345 | 50384 | 50331 | 50331 | 49824 | 50215 | 50215 | 49761 | |

| SLE-CARATTERISTICA | | | | | | | | | | Fw |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Qk | | | | | | | | | | |
| HI | 9835 | 9835 | 9835 | 9785 | 9785 | 9785 | 9779 | 9779 | 9779 | 8420 |
| Ht | 566 | 351 | 351 | 303 | 220 | 220 | 399 | 267 | 267 | 405 |
| P | 41977 | 41977 | 40198 | 40294 | 40294 | 39356 | 40102 | 40102 | 39261 | 38419 |
| Mt | 8722 | 5585 | 5327 | 8089 | 6885 | 5010 | 9299 | 7366 | 5616 | 5989 |
| MI | 35648 | 35648 | 30844 | 30577 | 30577 | 28046 | 30000 | 30000 | 27728 | 18450 |

| SLE-FREQUENTE | | | | | | | | | | | SLE-QP | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Qk | | | | | | | | | | | | | |
| HI | 9269 | 9269 | 9269 | 9793 | 9512 | 9512 | 9512 | 9773 | 9507 | 9507 | 9507 | 9769 | 8420 |
| Ht | 394 | 265 | 265 | 394 | 270 | 203 | 203 | 270 | 346 | 241 | 241 | 346 | 0 |
| P | 40554 | 40554 | 39486 | 40554 | 39919 | 39919 | 39169 | 39919 | 39766 | 39766 | 39092 | 39766 | 38419 |
| Mt | 6006 | 4124 | 3969 | 6006 | 6858 | 5895 | 4395 | 6858 | 7826 | 6279 | 4879 | 7826 | 0 |
| MI | 28769 | 28769 | 25886 | 31361 | 28152 | 28152 | 26127 | 29447 | 27690 | 27690 | 25872 | 28986 | 18450 |

CALCOLO AZIONI SUI PALI

N.B. File - Direzione longitudinale

| Geometria della palificata | | | | trasv | long | trasv | long | Plinto | X | Y |
|----------------------------|------|-------|-------|---------|--------|---------|---------|--------|-------|--------|
| PALO | Fila | Xp | Yp | Jxi | Jyi | Yp/SJxi | Xp/SJyi | | | |
| 1 | 1 | -4.50 | 9.00 | 81.0000 | 20.25 | 0.015 | -0.022 | | -5.75 | 10.25 |
| 2 | 1 | -4.50 | 4.50 | 20.2500 | 20.25 | 0.007 | -0.022 | | 5.75 | 10.25 |
| 3 | 1 | -4.50 | 0.00 | 0.0000 | 20.25 | 0.000 | -0.022 | | 5.75 | -10.25 |
| 4 | 1 | -4.50 | -4.50 | 20.2500 | 20.25 | -0.007 | -0.022 | | -5.75 | -10.25 |
| 5 | 1 | -4.50 | -9.00 | 81.0000 | 20.25 | -0.015 | -0.022 | | -5.75 | 10.25 |
| 6 | 2 | 0.00 | 9.00 | 81.0000 | 0.00 | 0.015 | 0.000 | | | |
| 7 | 2 | 0.00 | 4.50 | 20.2500 | 0.00 | 0.007 | 0.000 | | | |
| 8 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.0000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | | | |
| 9 | 2 | 0.00 | -4.50 | 20.2500 | 0.00 | -0.007 | 0.000 | | | |
| 10 | 2 | 0.00 | -9.00 | 81.0000 | 0.00 | -0.015 | 0.000 | | | |
| 11 | 3 | 4.50 | 9.00 | 81.0000 | 20.25 | 0.015 | 0.022 | | | |
| 12 | 3 | 4.50 | 4.50 | 20.2500 | 20.25 | 0.007 | 0.022 | | | |
| 13 | 3 | 4.50 | 0.00 | 0.0000 | 20.25 | 0.000 | 0.022 | | | |
| 14 | 3 | 4.50 | -4.50 | 20.2500 | 20.25 | -0.007 | 0.022 | | | |
| 15 | 3 | 4.50 | -9.00 | 81.0000 | 20.25 | -0.015 | 0.022 | | | |
| 15 | 3 | | | 607.50 | 202.50 | | | | | |

| CARICO ASSIALE | | SLU-STR | |
|----------------|------|---------|----|
| PALO | FILA | Qk | Fw |

LAVORO: VIADOTTO RIPALTA - SPALLA SPB
Risoluzione della palificata

SOMMARIO AZIONI SULLA PALIFICATA PER VERIFICHE GEOTECNICHE

| RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA | | | |
|---|-------------|------------|----------------|
| | SLU | SLV | |
| Carico verticale massimo agente sulla palificata | 57409 | 45525 | |
| Carico verticale medio agente sui pali | 3827 | 3035 | |
| RIEPILOGO AZIONI ORIZZONTALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA | | | |
| | SLU | SLV | |
| Carico orizzontale massimo agente sulla palificata | 13523 | 30117 | |
| CARATTERISTICHE DI RIGIDEZZA PALIFICATA | | | |
| | SLU | SLV | |
| Rigidezza traslazionale singolo palo di fondazione | Kpalo | kN/m | 170484 |
| Rigidezza traslazionale palificata | Kpalificata | kN/m | 2557262 |

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE AGENTI SUI PALI

ANALISI PER COSTANTE DI REAZIONE VARIABILE LINEARMENTE CON LA PROFONDITA'

| | | | |
|--|----|-------|---------------|
| Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta | Ec | Mpa | 31476 |
| Modulo di elasticità normale dell'acciaio | Ea | Mpa | 210000 |
| Diametro del palo | Dp | m | 1.50 |
| Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è) | Da | m | 0.0000 |
| Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è) | ta | m | 0.0000 |
| Momento d'inerzia della sezione in cls/malta | Ic | m4 | 0.2485 |
| Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio | Ia | m4 | 0.0000 |
| Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls | Ip | m4 | 0.2485 |
| gradiente del modulo di reazione | nh | kN/m3 | 16000 |
| Lunghezza caratteristica | T | m | 3.45 |

| RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI | | | | | | |
|--|------------|------------|----------------|---------------|---------------|------|
| | SLU | SLV | SLE-CAR | SLE-FR | SLE-QP | |
| Sforzo normale massimo | Nmax | kN | 5140 | 5630 | 3720 | 2971 |
| Sforzo normale minimo | Nmin | kN | 2503 | -431 | 1869 | 2151 |
| Sforzo di taglio massimo | Vmax | kN | 902 | 2008 | 657 | 561 |

| Sezione di verifica | z (m) | SLU | | SLV | | SLE-CAR | | SLE-FR | | SLE-QP | | αm |
|---------------------|-------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|-------------|
| | | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | V (kN) | M (kNm) | |
| Testa palo | 0.00 | 902 | 2888 | 2008 | 6432 | 657 | 2104 | 653 | 2093 | 561 | 1798 | 3.20 |